UMEÅ KOMMUN

SAMMANFATTANDE PM

FÖRSTUDIE ÅTGÄRDSVAL TVÄRÅN

2024-06-14



SAMMANFATTANDE PM

Förstudie åtgärdsval Tvärån

Umeå kommun

KONSULT

WSP
Östra Strandgatan 24
903 33 Umeå
Tel: +46 10-722 50 00
WSP Sverige AB
Org nr: 556057-4880
wsp.com

KONTAKTPERSONER

Uppdragsansvarig
Maja Skotte
Telefon: +46 10 721 17 09
E-post: maja.skotte@wsp.com

Författare
Åsa Söderqvist
Telefon: +46 10 721 11 56
E-post: asa.soderqvist@wsp.com

UPPDRAGSNAMN
Förstudie åtgärdsval Tvärån

UPPDRAGSNUMMER
10337804

FÖRFATTARE
Åsa Söderqvist

DATUM
2023-09-08

ÄNDRINGSDATUM
2024-06-14

GRANSKAD AV
Linda Hörnsten

GODKÄND AV
Maja Skotte

SAMMANFATTNING

Tvärån rinner genom bostadsområdena Rödäng och Västerslätt i västra Umeå, och vid höga flöden och regn har ån tidigare översvämmats. För att framtidssäkra bostadsområdena och minska risken för översvämningar har WSP på uppdrag av Umeå kommun tidigare tagit fram en hydraulisk modell över Tvärån. I modellen simulerades tjugosex olika åtgärdsalternativ och utav dessa har nu fyra alternativ utretts vidare i denna förstudie. Förstudien syftar till att utse den lämpligaste åtgärden för att minska översvämningsrisken, vilket har utförts genom en multikriterieanalys. De åtgärdsalternativ som utretts är följande:

- *Fördjupning av ån*: Fördjupning av botten i Tvärån med 2 m längs totalt ca 2 km av ån (mellan Industrivägen och bron i närheten av gång- och cykelbron vid södra Kvarnvägen). För full kapacitet krävs att ån kontinuerligt rensas med avseende på vegetation.
- *Ny utloppstunnel*: Kulvert (2600 mm innerdiameter) som avleder högflödestoppar från Tvärån till Umeälven. Alternativet har delats upp i två delalternativ för att möjliggöra jämförelse av olika tunneldragningar.
    - *Ny utloppstunnel Grisbacka/Hartvigsgatan*: Kulvert med ett inlopp från Tvärån strax uppströms Rödäng. Sträcker sig över Grisbacka eller Hartvigsgatan till Umeälven.
    - *Ny utloppstunnel Sandåkersgatan 2*: Kulvert med två inlopp från Tvärån, ett strax uppströms Rödäng och ett strax nedströms Rödäng. Sträcker sig via Sandåkersgatan, under Tvärån till Umeälven.
- *Ny utloppstunnel med våtmark*: Anläggande av våtmark som ett fördröjningsmagasin mellan Rödberget och Tvärån. Från våtmarken leds en 2600 mm kulvert söderut till Umeälven, som avleder högflödestoppar.
- *Sandåkersgatan 1*: Kombination av *Ny utloppstunnel* och *Fördjupning av ån*. Fördjupning av botten i Tvärån med 2 m längs totalt ca 2 km av ån (mellan Industrivägen och bron i närheten av gång- och cykelbron vid södra Kvarnvägen). Kulvert (2600 mm innerdiameter) från Tvärån strax uppströms Blå vägen till Umeälven.

Multikriterieanalysen redovisas i en alternativutredning (WSP, 2024a) och som underlag till den har flera utredningar inom olika teknikområden tagits fram (se avsnitt 1.4). Detta PM syftar till att sammanfatta utredningarnas viktigaste slutsatser för varje åtgärdsalternativ (avsnitt 2.2-2.6) samt att sammanfatta metodiken och resultaten i alternativutredningen (avsnitt 3).

Bedömningen av det lämpligaste åtgärdsalternativet har gjorts utifrån åtta kriterier som poängsatts och viktats främst utifrån deras påverkan på människor och miljö.

Det alternativ som fått högst totalpoäng i analysen är *Ny utloppstunnel Sandåkersgatan 2.* Det alternativet har i detta skede bedömts innebära minst intrång i skyddsvärda miljöer och minst risker avseende genomförbarheten. Åtgärdens påverkan på människor och miljö bedöms främst komma från intrång i den skyddsvärda strandlövskogen i Tväråns nedre delar samt eventuella sättningar som kan följa av grundvattensänkning vid schakt.

Ett femte åtgärdsalternativ har även utretts i översiktlig skala, vilket innefattar implementering av en översvämningsyta på åkermark norr om Rödäng. Det finns flera nackdelar med den åtgärden och den bedöms inte på egen hand vara tillräcklig för att minska översvämningsproblematiken. Denna åtgärd har inte inkluderats i multikriterieanalysen och den och har inte utretts vidare i detta skede.

INNEHÅLL

1 INLEDNING 6

1.1 BAKGRUND 6

1.2 TVÄRÅN 6

1.3 UPPDRAGET 9

1.4 UTFÖRDA UTREDNINGAR 10

2 ÅTGÄRDSALTERNATIV 10

2.1 NOLLALTERNATIV 11

2.2 GEMENSAMT FÖR ALLA ÅTGÄRDSALTERNATIV 11

2.2.1 Naturmiljö 12

2.2.2 Geoteknik 12

2.2.3 Hydrogeologi 12

2.2.4 Profiljusteringar 13

2.2.5 Pumpstation och magasin 15

2.2.6 Byggbarhet, risker och kostnader 15

2.2.7 Sociala konsekvenser 15

2.3 FÖRDJUPNING AV ÅN 17

2.3.1 Naturmiljö 19

2.3.2 Geoteknik 19

2.3.3 Hydrogeologi 19

2.3.4 Byggbarhet, risker och kostnader 20

2.3.5 Markföroreningar 22

2.3.6 Sociala konsekvenser 22

2.4 NY UTLOPPSTUNNEL 23

2.4.1 Naturmiljö 25

2.4.2 Schaktfritt byggande av tunnel 25

2.4.3 Hydrogeologi 26

2.4.4 Byggbarhet, risker och kostnader 27

2.4.5 Sociala konsekvenser 29

2.5 NY UTLOPPSTUNNEL MED VÅTMARK 30

2.5.1 Naturmiljö 31

2.5.2 Schaktfritt byggande av tunnel 31

2.5.3 Hydrogeologi 31

2.5.4 Byggbarhet, risker och kostnader 32

2.5.5 Sociala konsekvenser 32

2.6 SANDÅKERSGSATAN 1 33

2.6.1 Naturmiljö 34

2.6.2 Schaktfritt byggande av tunnel 34

2.6.3 Geoteknik 34

2.6.4 Hydrogeologi 34

2.6.5 Byggbarhet, risker och kostnader 35

2.6.6 Markföroreningar 35

2.6.7 Sociala konsekvenser 35

3 ALTERNATIVUTREDNING OCH SLUTSATSER 36
3.1 UNDERLAG FÖR BEDÖMNING 36
3.2 METOD FÖR MULTIKRITERIEANALYS 36
3.3 KRITERIER 37
3.4 POÄNGSÄTTNING 38
3.5 VIKTNING 38
3.6 TOTALPOÄNG FÖR ÅTGÄRDSALTERNATIVEN 39
3.7 SAMLAD BEDÖMNING OCH SLUTSATSER 40
4 REFERENSER 41

1 INLEDNING

1.1 BAKGRUND

Vid två tillfällen under hösten år 2020 drabbades Umeå av kraftiga översvämningar på grund av höga flöden och regn. Därefter har arbetet med att minska översvämningsproblematiken i Umeå intensifierats, med fokus på översvämningsdrabbade vattendrag.

Tvärån är ett av de vattendrag som översvämmas vid höga vattennivåer, även vid tillfällen då det inte kommer någon nederbörd. Detta beror på att marken i åns avrinningsområde är mättad så att även små regn gör att vattennivån i Tvärån stiger så mycket att det bräddar över åns kanter, även efter att regnet slutat eller i en annan del av ån där det inte ens har regnat. Dessutom har dagvattennäten på Rödäng och Västerslätt utlopp i Tvärån och när ån har höga nivåer står ledningarna dämda. Om det kommer ett regn som ledningarna inte har kapacitet att leda bort ansamlas vattnet i lågpunkter på marken istället för att ledas vidare på ytan mot Tvärån, det finns flera instängda områden både på Rödäng och Västerslätt. Eftersom delar av bostadsområdena ligger lägre än Tväråns bankar har inte heller översvämmat vatten möjlighet att ta sig någonstans, det blir stående i lågpunkter och kan först rinna bort via rännstensbrunnar och dagvattenledningar när Tväråns nivå sjunker undan.

Att valla in Tvärån för att förebygga översvämningar vid höga flöden i ån är inte en tänkbar lösning eftersom vatten då skulle ledas via dagvattenledningarna från Tvärån till bostadsområdena, samtidigt som det skulle bli ännu svårare för instängt vatten att ta sig till ån vid regn.

På uppdrag av Umeå kommun har WSP tidigare tagit fram en hydraulisk modell över Tvärån och simulerat tjugosex olika åtgärdsalternativ för att minska risken för översvämningar, med fokus på bostadsområdena Rödäng och Västerslätt (WSP, 2022). Utifrån dessa simuleringar har WSP kommit fram till att det finns behov av att kombinera flera olika åtgärdsalternativ för att både minska översvämningarna orsakat av skyfall och för att sänka vattenståndet i ån eftersom Tvärån svämmar över vid högflöden.

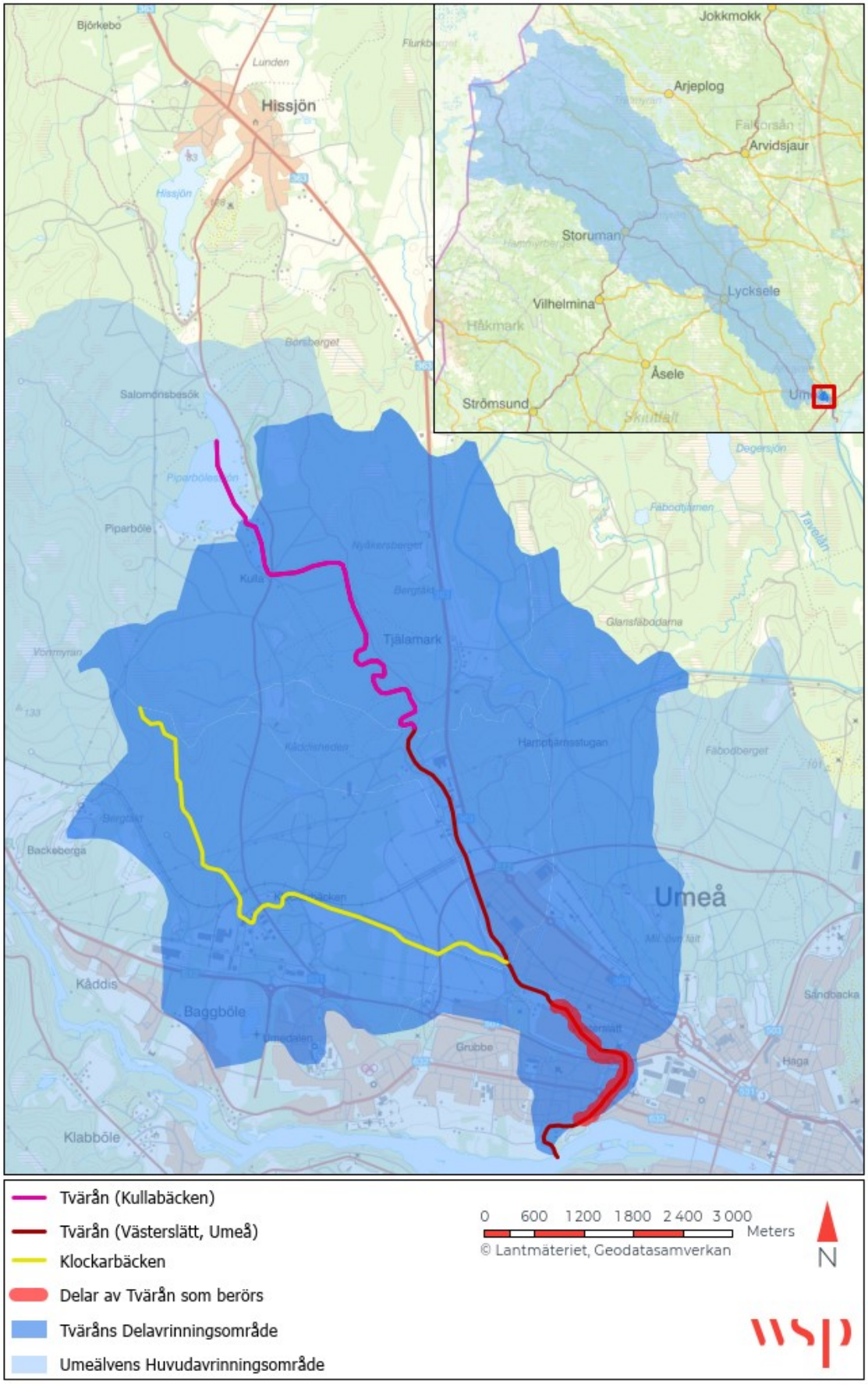
Av de tjugosex åtgärdsförslag som togs fram i den tidigare hydrauliska modelleringen (WSP, 2022) har fyra utretts vidare inom denna förstudie, varav ett alternativ har delats upp i två delalternativ. Dessa åtgärdsförslag ger en sänkning av vattennivån i Tvärån men kräver en mer i detaljerad undersökning för att säkerställa att de ger en tillräckligt stor sänkning överallt.

Inom denna förstudie har åtgärdernas utformning reviderats för att hantera ett högre flöde än vad som initialt beräknades. Det flöde som använts vid dimensionering av åtgärderna i detta skede har beställts från SMHI som beräknat flödet utifrån de lokala förutsättningarna i Tväråns avrinningsområde. Åtgärderna är nu dimensionerade för att hantera ett 100-årsflöde på 16 m^3/s med klimatfaktor 1,25, d.v.s. ett totalt flöde på 20 m^3/s.

1.2 TVÄRÅN

Tvärån börjar vid källsjöarna Piparbölessjön och Kullasjön nordväst om Umeå och mynnar i Umeälven vid Lundåkern, se Figur 1. Avrinningsområdet består mestadels av skogsmark, men i den södra delen passerar ån genom urban miljö med mycket hårdgjorda ytor. Tvärån är, till skillnad från flera andra av Umeås vattendrag, inte kulverterad utan flyter till största del öppet genom bebyggelsen i stadens västra delar (se Figur 2). Ån har mer naturlig meandrande karaktär i de norra delarna medan fåran söderut bitvis är påverkad av rätning och rensning. Längst söderut innan mynningen i Umeälven går Tvärån i ravin.

Se alternativutredningen (WSP, 2024a) för mer information om Tvärån och befintliga förhållanden.



Figur 1. Tväråns delavrinningsområde syns i huvudkartan tillsammans med dess vattenförekomster och den del av ån som berörs av åtgärdsalternativen (WSP, 2024a).



Figur 2. Röd linje visar den del av vattenförekomsten Tvärån (Västerslätt, Umeå) som berörs av utredda åtgärdsalternativ. Områdena Rödäng och Västerslätt är rödmarkerade på var sin sida om ån (WSP, 2024a).

1.3 UPPDRAGET

Enligt den tidigare hydrauliska modelleringen (WSP, 2022) bedömdes fyra åtgärdsalternativ vara de mest effektiva för att sänka nivån i Tvärån och dessa fyra har därför utretts vidare i denna förstudie (varav ett alternativ har delats upp i två delalternativ). Under förstudien har nya modelleringar genomförts och alternativens utformning har justerats. Efter justeringarna är dess utformning följande:

- *Fördjupning av ån*: Fördjupning av botten i Tvärån med 2 m längs totalt ca 2 km av ån (mellan Industrivägen och bron i närheten av gång- och cykelbron vid södra Kvarnvägen). För full kapacitet krävs att ån kontinuerligt rensas med avseende på vegetation.
- *Ny utloppstunnel*: Kulvert (2600 mm innerdiameter) som avleder högflödestoppar från Tvärån till Umeälven. Alternativet har delats upp i två delalternativ för att möjliggöra jämförelse av olika tunneldragningar.
    - *Ny utloppstunnel Grisbacka/Hartvigsgatan*: Kulvert med ett inlopp från Tvärån strax uppströms Rödäng. Sträcker sig över Grisbacka eller Hartvigsgatan till Umeälven.
    - *Ny utloppstunnel Sandåkersgatan 2*: Kulvert med två inlopp från Tvärån, ett strax uppströms Rödäng och ett strax nedströms Rödäng. Sträcker sig via Sandåkersgatan, under Tvärån till Umeälven.
- *Ny utloppstunnel med våtmark*: Anläggande av våtmark som ett fördröjningsmagasin mellan Rödberget och Tvärån. Från våtmarken leds en 2600 mm kulvert söderut till Umeälven, som avleder högflödestoppar.
- *Sandåkersgatan 1*: Kombination av *Ny utloppstunnel* och *Fördjupning av ån*. Fördjupning av botten i Tvärån med 2 m längs totalt ca 2 km av ån (mellan Industrivägen och bron i närheten av gång- och cykelbron vid södra Kvarnvägen). Kulvert (2600 mm innerdiameter) från Tvärån strax uppströms Blå vägen till Umeälven.

Syftet med denna förstudie är att jämföra ovanstående fyra åtgärdsalternativ genom multikriterieanalys (MKA) i en alternativutredning, för att kunna utse den lämpligaste åtgärden för att minska översvämningsrisken i Tvärån. Alternativutredningen utgår från genomförbarhet, kostnad, kapacitet samt inverkan på människor och miljö.

Som underlag till alternativutredningen har flera utredningar inom olika teknikområden tagits fram (se avsnitt 1.4). Detta PM syftar till att sammanfatta de viktigaste slutsatserna från de utförda utredningarna, vilket redovisas uppdelat på varje åtgärdsalternativ (avsnitt 2.2-2.6). Därefter, i avsnitt 3, summeras alternativutredningens metodik och slutsatser.

1.4 UTFÖRDA UTREDNINGAR

De utredningar som utförts inom ramen för förstudien är listade nedan, tillsammans med de referenser som används för respektive utredning genomgående i detta PM. För vidare information om slutsatser, underlag och metodik för de olika utredningarna hänvisas till respektive utredning.

- *Multikriterieanalys - alternativutredning av översvämningsåtgärder i Tvärån* (WSP, 2024a)
- *Byggbarhetsutredning* (WSP, 2024b)
- *Hydrogeologi* (WSP, 2024c)
- *Miljöteknisk markundersökning* (WSP, 2024d)
- *Kunskapsunderlag naturmiljö* (WSP, 2024e)
- *Markteknisk undersökningsrapport* (WSP, 2024f)
- *Stabilitetsberäkningar/geoteknik* (WSP, 2024g)
- *Profiljusteringar Rödäng och Västerslätt* (WSP, 2024h)
- *Sociala konsekvenser* (WSP, 2024i)
- *Dagvattenpumpstation och magasin* (WSP, 2024j)
- *PM Svämplan åkermark Västerslätt* (WSP, 2024k)
- *PM Modellering skyfallsvägar* (WSP, 2024l)
- *Schaktfritt byggande av tunnel för att avlasta Tväråns flöde* (Johan Lundberg AB, 2023a)
- *Schaktfritt byggande av tunnel för att avlasta Tväråns flöde - alternativ sträckning Sandåkersgatan 1 och 2* (Johan Lundberg AB, 2023b)
- *Kompletterande uppgifter till Förstudie Tvärån tunnel* (Johan Lundberg AB, 2024)

Under förstudiens gång har åtgärdernas utformning reviderats för att hantera ett högre flöde än vad som initialt beräknades. Ovanstående utredningar baseras på den tidigare utformningen av åtgärderna, men de utredningar vars resultat förändras av den nya utformningen har justerats utefter den nya utformningen. Följande är hur åtgärdernas tidigare utformning skiljer sig från den nu gällande:

- *Fördjupning av ån:* det föreslogs tidigare en fördjupning med först 1 m längs ca 1000 m och sedan 2 m längs ca 1 200 m.
- *Ny utloppstunnel:* dimensionen föreslogs tidigare till 2000 mm och det fanns två alternativ för utlopp: både i Tvärån och Umeälven (för både *Grisbacka/Hartvigsgatan* och *Sandåkersgatan 2*). Dessutom har *Sandåkersgatan 2* nu två inlopp och tidigare hade båda tunnelalternativen endast ett inlopp.
- *Ny utloppstunnel med våtmark:* dimensionen på tunneln föreslogs tidigare till 2000 mm.
- *Sandåkersgatan 1:* det föreslogs tidigare en fördjupning endast uppströms tunnelns inlopp (med 1 m). Dimensionen på tunneln föreslogs tidigare till 2000 mm och det fanns ett alternativt utlopp i Tvärån.

2 ÅTGÄRDSALTERNATIV

I avsnitt 2.3-2.6 finns en förklaring av vad de fyra åtgärdsalternativen innebär. I underrubriker under respektive åtgärdsalternativ redovisas därefter information från varje utredning som berör det aktuella åtgärdsalternativet. I avsnitt 2.2 redovisas den information från utredningarna som gäller för alla åtgärdsalternativ.

Ett femte åtgärdsalternativ har även utretts i översiktlig skala, men inte inkluderats i multikriterieanalysen. Det avser implementering av en översvämningsyta på åkermark norr om Rödäng, vilket utreds i PM Svämplan åkermark Västerslätt (WSP, 2024k). Sammanfattningsvis konstateras att det finns flertalet nackdelar med föreslagen åtgärd, främst eftersom modellerade flöden visar att åtgärden inte ger en tillräckligt stor reducering av maxflödet i Tvärån. Åtgärden

bedöms inte på egen hand vara tillräcklig för att minska översvämningsproblematiken i de utsatta bostadsområdena utan bör i sådana fall vidtas i kombination med andra åtgärder. Denna åtgärd har därmed inte utretts vidare i detta skede.

2.1 NOLLALTERNATIV

I alternativutredningen (WSP, 2024a) används ett nollalternativ som jämförelse med åtgärdsalternativen. Nollalternativet innebär att inga åtgärder vidtas för att minska översvämnings-risken i Västerslätt och Rödäng. Därmed kommer områdena fortsättningsvis att översvämmas vid bräddning av Tvärån och dagvattenledningarna kommer fortsätta att dämmas och orsaka översvämningar vid större regn.

Därutöver krävs underhållsmuddring på åsträckan vid Rödäng och Västerslätt till följd av igenslammade dagvattenutlopp, längs en sträcka på ca 1,2 km. Detta är en tillståndspliktig åtgärd. Muddring kommer att krävas regelbundet eftersom sedimentation på sträckan sker kontinuerligt, om inte andra åtgärder vidtas som kan minska muddringsbehovet. Förslag har därmed lyfts som innebär en mer omfattande muddring av ån och inkluderar utökad bredd av sträckor, vilket medför att muddringen i framtiden kan begränsas till de mest utsatta områdena. Därmed kan en mer omfattande muddring i detta skede medföra ett minskat muddringbehov framgent. Om åtgärdsalternativen *Fördjupning av ån* eller *Sandåkersgatan 1* blir aktuella sker muddringen helt eller främst i samband med urgrävningen av ån. För övriga åtgärdsalternativ, inklusive nollalternativet, tillkommer muddringen utöver den huvudsakliga åtgärden.

Nollalternativet innebär en kostnad i och med de åtgärder som krävs till följd av översvämningarna såsom försäkringskostnader, pumpar och arbetstid. Med inflationen inräknad bedöms fortsatta översvämningar innebära en kostnad på ca 100 Mkr sett på en hundraårsperiod, se mer information i alternativutredningen (WSP, 2024a).

Underhållsmuddringen uppskattas innebära en kostnad på 25–30 Mkr per tillfälle. På en hundraårsperiod antas muddring krävas tre gånger, vilket innebär att den totala kostnaden för nollalternativet sett över hundra år uppgår till ca 200 Mkr (WSP, 2024a).

2.2 GEMENSAMT FÖR ALLA ÅTGÄRDSALTERNATIV

De åtgärder som är gemensamma för samtliga fyra åtgärdsalternativ inkluderas inte i alternativutredningen (WSP, 2024a). Dessa åtgärder är följande:

- Skapa säkra sekundära avrinningsvägar på hela Västerslätt och stora delar av Rödäng. För att säkerställa funktionen av avrinningsvägarna har en modellering utförts, vars resultat presenteras i PM Modellering skyfallsvägar (WSP, 2024l). I modelleringen har Tvärån, markytan och dagvattenledningar kopplats ihop i en kombinerad modell (1D och 2D). Resultaten visar att översvämningssituationen inom Rödäng och Västerslätt förbättras när sekundära avrinningsvägar skapas, då skyfallsflöden avleds till Tvärån. Däremot beräknas fortsatt en dämning från Tvärån till bostadsområdena att ske, vilket innebär att åns kapacitet behöver ökas för att den ska kunna avleda 100-årsflöden. Mer information om resultat från modelleringen redovisas i avsnitt 2.3.4, 2.4.4, 2.5.4 och 2.6.5 och för figurer av resultat hänvisas till PM Modellering skyfallsvägar (WSP, 2024l).
- Anläggning av en permanent pumpstation som är dimensionerad för 100-årsregn kan bli aktuell i samtliga alternativ. Syftet med pumpstationen är att leda bort vattnet från de instängda områdena på Rödäng, varifrån vatten inte kan ledas till Tvärån med sekundära avrinningsvägar eftersom de är så pass lågt belägna.

2.2.1 Naturmiljö

En sammanställning av befintligt kunskapsunderlag gällande naturmiljö i och omkring Tvärån har genomförts (WSP, 2024e), för att kunna bedöma ett eventuellt behov av ytterligare kunskapsinsamling. Följande befintligt kunskapsunderlag har identifierats:

- Biotopkartering (2014), från dammen strax söder om Forslundagymnasiet till mynningen i Umeälven.
- Fladdermusinventering (2014).
- Häckfågelinventering (2020), vid Lundåkern samt från Rödäng till mynningen i Umeälven.
- Naturvärdesinventering (2020), av Lundåkern och Tvärån.
- Naturvärdesinventering av parkskogar (2015–2016).
- Inventering av flodpärlmussla (2008 och 2013), i Kullabäcken.
- Provfiske i vattendrag (2015), vid Forslundagymnasiet.
- Biologiska undersökningar i Tvärån (2004).

Utifrån ovanstående utredningar bedöms befintligt underlag avseende naturmiljön vara av tillräcklig omfattning för att kunna utvärdera och jämföra aktuella åtgärdsalternativ. Mer information om naturmiljö i anslutning till Tvärån redovisas i alternativutredningen (WSP, 2024a).

2.2.2 Geoteknik

En geoteknisk fältundersökning (WSP, 2024f) utfördes under maj och juni år 2022. Fältundersökningar utfördes i totalt 23 punkter längs med Tväråns sträckning från Rödberget i nordväst till dess mynning i Umeälven, samt inom Rödäng och Grisbacka. Utförda geotekniska undersökningar visar en generell jordprofil bestående av ett topplager av sand efterföljt av sulfidsilt över morän (WSP, 2024f).

2.2.3 Hydrogeologi

En hydrogeologisk utredning har tagits fram (WSP, 2024c), med syfte att beskriva hydrogeologiska förhållanden kring Tvärån. Utredningen syftar även till att redovisa grundvattenpåverkan under byggskede samt influensområde och påverkansområde under driftskede, utifrån de olika åtgärdsalternativen. Denna bedömning gjordes ursprungligen utifrån tidigare utformning av åtgärdsförslagen (se avsnitt 1.4) men har i den hydrogeologiska utredningen kompletterats utifrån de gällande åtgärdsförslagen.

Influensområde definieras här som det radiella området där grundvattenpåverkan kan uppstå medan påverkansområde är det område där påverkan kan bli minst 0,3 m avsänkning av grundvattennivån (WSP, 2024c).

Grundvattenmätningar har utförts i åtta punkter längs med Tvärån samt inom Rödäng och Västerslätt, efter installation av grundvattenrör under maj-juni 2022. Dessa indikerar att den generella strömningsriktningen för grundvattnet är i riktning mot Tvärån samt, i kombination med resultat från geoteknisk fältundersökning (WSP, 2024f), att det finns ett övre och ett undre grundvattenmagasin på stora delar av sträckan längs med ån. Grundvattennivån samvarierar med vattenståndet i Tvärån, vilket kan tyda på att det saknas en tydlig gräns mellan det övre och det undre magasinet. Alternativt kan det också innebära att det tätande jordlagret mellan övre och undre magasin är på ett större djup än vad grundvattenrören hanterar (WSP, 2024c). Det behöver utredas vidare huruvida de övre och undre grundvattenmagasinen står i kontakt med varandra norr om Blå vägen. Generellt uppstår sättningar när grundvattennivån i det undre grundvattenmagasinet leds bort eller sänks av medan sänkning i det övre grundvattenmagasinet inte leder till sättningar (WSP, 2024a).

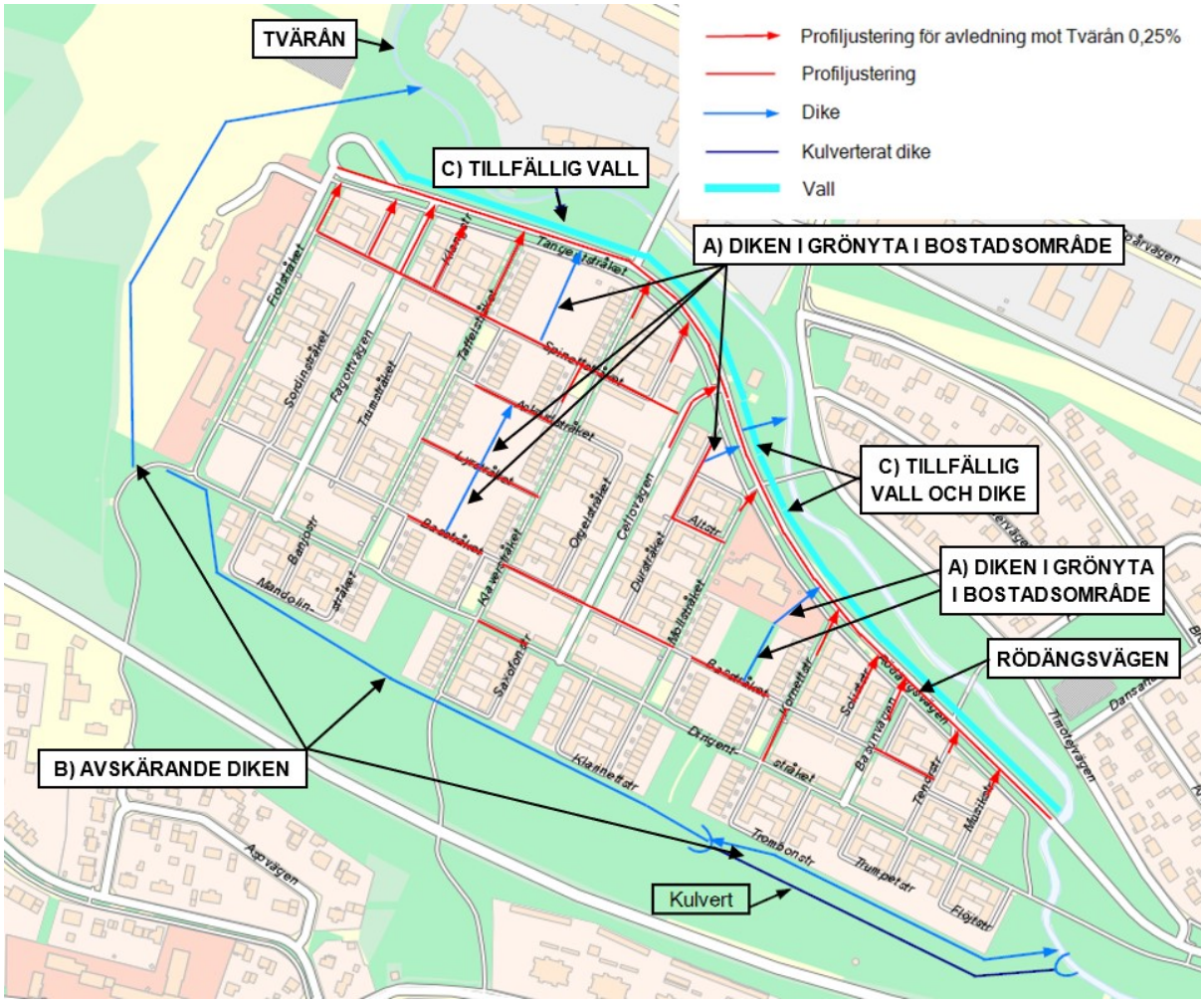
Se mer information om risk för påverkan på grundvattennivån och grundvattnets kemiska sammansättning i alternativutredningen (WSP, 2024a).

2.2.4 Profiljusteringar

För att underlätta dagvattenavrinningen mot Tvärån vid höga flöden eller stora regn har det utretts hur gatuutformningen inom Rödäng och Västerslätt kan förändras genom profiljusteringar (WSP, 2024h), eftersom den nuvarande utformningen medför att vatten blir stående på gator och i lågpunkter.

Föreslagna profiljusteringar på Rödäng redovisas i Figur 3. Dessa innefattar:

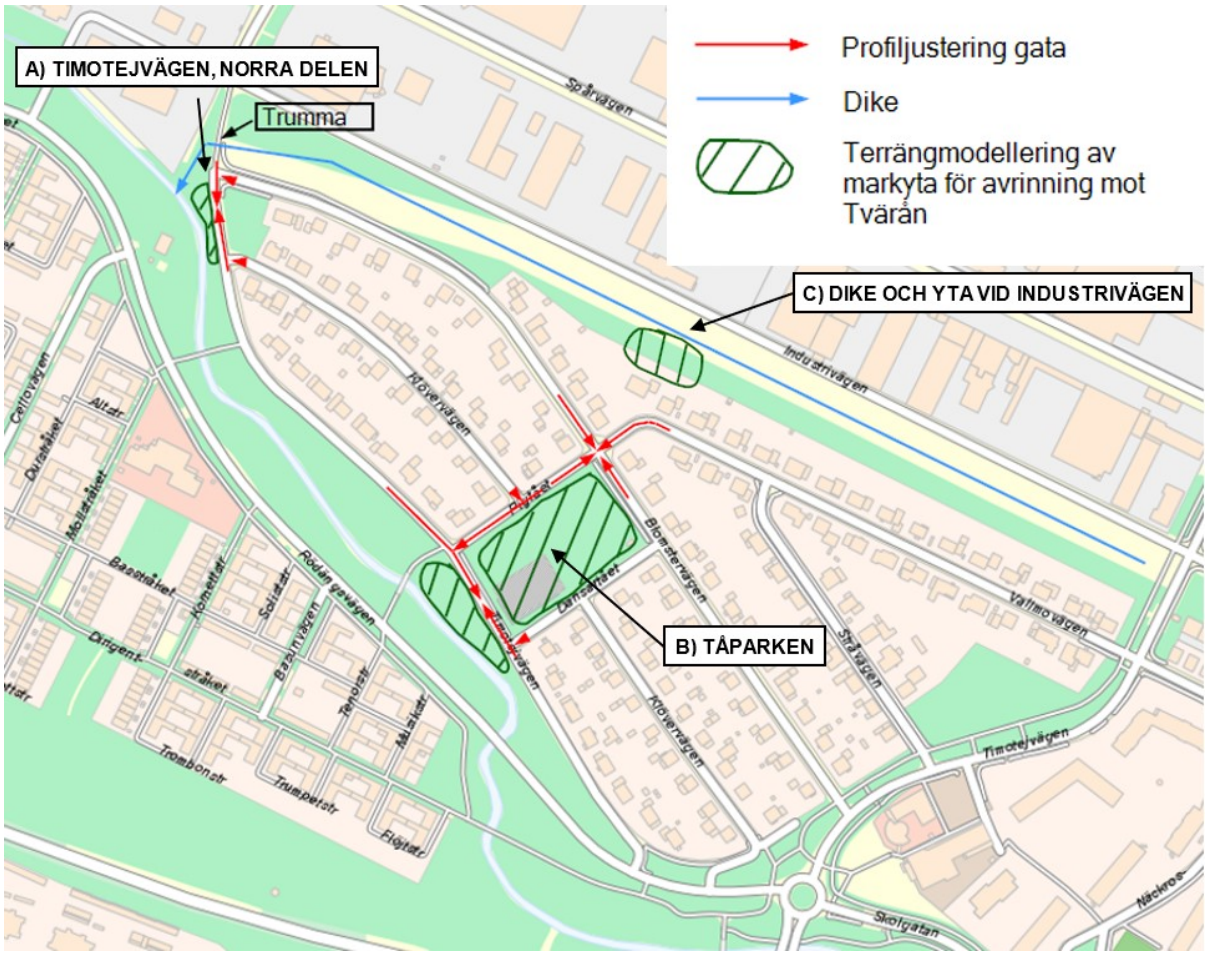
- Anpassningar av Rödängsvägen (rött streck i Figur 3), med syfte att ta bort dess barriäreffekt och skapa naturlig avrinning mot Tvärån. Föreslagen sänkning varierar mellan 0,15–1,0 m.
- Profiljusteringar längs gator och GC-vägar (röda streck med pilar i Figur 3), för att skapa en lutning på 0,25% mot Tvärån på gator och GC-vägar som ansluter till Rödängsvägen. Dessutom behöver lågpunkter på gator och GC-vägar byggas bort.
- Anläggande av diken inom grönytor i bostadsområdet (A i Figur 3).
- Avskärande diken och kulvert (B i Figur 3), för att avlasta området från avrinning från högre omgivande mark. De utförs med utlopp i Tvärån.
- Tillfällig vall längs Rödängsvägen (C i Figur 3). Tills dess att en långsiktig lösning finns för avledning av Tväråns höga flöden vid snösmältning och höstregn kan en tillfällig vall anläggas. Eftersom dagvattennätet blir kommunicerande kärl på ömse sidor vallen har denna vall ingen funktion om inte dagvattenledningarna under vallen tillfälligt proppas eller förses med backventiler.



Figur 3. Förslag till profiljusteringar av gata, anläggande av diken, kulvert samt tillfällig vall för att underlätta avrinning från Rödäng.

Föreslagna profiljusteringar på Västerslätt redovisas i Figur 4. Dessa innefattar:

- Lågpunkt på Timotejvägen (röda pilar vid A i Figur 4), samt justering av grönyta med 30–70 cm för att avleda vattnet mot Tvärån.
- Profiljusteringar på gator runt Tåparken (B i Figur 4). Tåparken föreslås utformas för att ta emot vatten från korsningarna och leda det till Timotejvägen och vidare via justerad grönyta med avrinning mot Tvärån.
- Dike och yta vid Industrivägen (C i Figur 4). Ett dike anläggs längs Industrivägen med utlopp till Tvärån. Samtidigt justeras marknivån mot tomter som riskerar att få kvarstående vatten på tomterna.



Figur 4. Förslag till profiljusteringar av gata, anläggande av dike och trumma samt modellering av ytor för att underlätta avrinning från Västerslätt.

Föreslagna profiljusteringar bedöms ge en minskad risk för översvämningar inom Rödäng och Västerslätt vid 100-årsregn. Det har dock inte utretts hur marken kring berörda fastigheter kan byggas om med hänsyn till att gatorna profiljusteras och vid en eventuell framtida detaljprojektering behöver höjdsättningen studeras mer ingående. Flera av de åtgärder som föreslås inom gatu- eller parkmark omfattar även mark som ägs privat. Detta innebär att samverkan mellan kommunen, privata fastighetsägare och samfällighetsföreningen behöver genomföras för att åtgärder ska kunna genomföras.

2.2.5 Pumpstation och magasin

Om inte profiljusteringar (avsnitt 2.2.4) kan ge en tillräcklig sänkning av marknivåerna kommer en permanent pumpstation behöva anläggas på Rödäng, för att leda bort dagvatten från dess nordvästra del som är belägen så pass lågt att vattnet inte kan ledas med självfall till Tvärån. Pumpstationen föreslås placeras längst norrut närmast Tvärån, och dimensioneras för ett 100-årsregn med 10 minuters varaktighet.

Enligt utredning om dagvattenpumpstation och magasin (WSP, 2024j) krävs stora pumpar om en pumpstation ska avbörda hela det tillrinnande flödet. För att minska pumpstorleken föreslås därför att en intilliggande befintlig grönyta utformas som fördröjningsmagasin. Om ytan, som har en area på ca 1200 m^2, sänks med 1,0–1,5 m kan en utjämningsvolym på 1200–1500 m^3 erhållas. I det fallet krävs en kapacitet på 750 l/s för pumpstationen. Utan ett fördröjningsmagasin skulle kapaciteten behöva vara 3000 l/s. Pumpstationen föreslås utformas med ett inlopp kopplat till fördröjningsmagasinet, två utlopp till Tvärån och sex dränkbara pumpar.

2.2.6 Byggbarhet, risker och kostnader

Föreslagna profiljusteringar (avsnitt 2.2.4) kommer tillfälligt påverka gång-, cykel-, bil- och busstrafik men möjligheterna för att genomföra entreprenaden bedöms vara god. Uppskattad entreprenadkostnad för profiljusteringar uppskattas uppgå till ca 25 Mkr (WSP, 2024b).

Pumpstationen som beskrivs i avsnitt 2.2.5 bedöms innebära en kostnad på ca 3 Mkr. Om pumpstationen anläggs utan fördröjningsmagasin krävs en mycket större pumpanläggning och därmed kommer kostnaden istället uppgå till uppskattningsvis 6–7 Mkr (WSP, 2024j).

2.2.7 Sociala konsekvenser

De föreslagna profiljusteringarna och förändringarna av gaturum och parker som behandlas i avsnitt 2.2.4 bygger på att dagvatten kan ledas genom bl. a. Tåparken, Tväråparken, Kornettparken, Rödängsparken och ett antal mindre grönytor. Detta kan få sociala konsekvenser, vilka har utretts i ett PM (WSP, 2024i) där det även tagits fram förslag på hur de olika behoven kan balanseras för att upprätthålla eller stärka kulturella ekosystemtjänster. Nedan redovisas en sammanfattning av föreslagna åtgärder för att integrera eller kompensera för de föreslagna dagvattenåtgärderna inom Rödäng och Västerslätt.

<u>Rödäng och Västerslätt:</u>

- Profiljusteringar av gaturum:
  Befintliga gatuträd och träd på privat mark påverkas av profiljusteringarna. Vilken påverkan detta får för stadsbilden och upplevelsevärden, samt möjligheten att ersätta träden, behöver utredas vidare. Samråd mellan kommunen, privata fastighetsägare och samfällighetsföreningar behöver genomföras för att besluta om åtgärder.

Rödäng:

- Kornettparken:
  Möjligheten att nyttja Kornettparken för dagvattenhantering behöver utredas vidare. Vid anläggande av dike eller vid andra åtgärder för dagvattenhantering kommer befintliga buskplanteringar att påverkas.
- Rödängsparken:
  Anläggande av busk- och trädplanteringar och sittplatser föreslås för att stärka de rekreations- och upplevelsevärden som finns idag. Tillgängligheten till grönområden och lekpark behöver säkerställas.

Västerslätt:

- Tåparken:
  Det föreslås att ett lågstråk anläggs genom Tåparken för avledande av dagvatten. För att samtidigt förbättra möjligheter till lek kan lekutrustning som möjliggör vattenlek (t. ex. dämmen, kvarnhjul och broar) anläggas i lågstråket.
- Grönstråk längs kraftledningsstråket längs Industrivägen:
  Anläggning av en stenmjölsstig och buskplantering föreslås.

Under byggnationen av de åtgärdsalternativ som redovisas i avsnitt 2.3-2.6 påverkas befintliga miljöer tillfälligt, vilket får olika sociala konsekvenser. Vid en fördjupning av ån kommer tillfälliga vägar under entreprenaden att ta stora delar av ytorna längs ån i anspråk. Gång- och cykelvägar behöver också delvis stängas av för att nyttjas av byggtrafik. Vid anläggande av en tunnel påverkas befintlig infrastruktur och plats för lokalt upplag av rörmaterial och containrar tar stora ytor i anspråk. Den yta där brunnar förläggs kommer stängas av helt en tid under produktionen vilket får en tillfällig påverkan på områdets rekreationsvärde.

2.3 FÖRDJUPNING AV ÅN

I detta alternativ sänks botten av Tvärån mellan Industrivägen och Lundåkern (ner till gång- och cykelbron vid Kvarnvägen) med 2 m, se Figur 5. Som konsekvens av fördjupningen kommer åns slänter kräva ett större utrymme för att uppnå en lutning som säkerställer stabiliteten.

För att åtgärden ska få full kapacitet krävs även att ”skrovligheten” i ån minskas jämfört med ett naturligt tillstånd, för att minska strömningsförlusterna i vattendraget. Kontinuerlig rensning av vegetation krävs för att bibehålla kapaciteten (WSP, 2024a).



Figur 5. Åtgärdsalternativet *Fördjupning av ån*. Den röda linjen visar vilken sträcka som föreslås sänkas med 2 m (WSP, 2024a).

Åtgärden bör utformas på ett sätt så att vattendraget bibehåller dess funktioner och en så naturlig fåra som möjligt skapas, trots kontinuerlig rensning. På de flackare åsträckorna uppströms Blå vägen kan, utöver fördjupning, även meandring eller utökad breddning av ån genomföras. Vid utökad bredd skapas nya svämplan kring ån som svämmas vid högvatten och även bidrar med bl. a. värdefulla ekosystemtjänster. Åtgärden minskar även det framtida muddringbehovet då muddring kan begränsas till de mest utsatta områdena (WSP, 2024a). De delsträckor där breddning av åfåran bedöms vara möjlig utifrån nuvarande markanvändning visas i Figur 6.



Figur 6. Lila ytor visar de ytor kring ån som idag utgörs av parkmark och därmed kan nyttjas för att utöka bredden/skapa meandring av ån. I alternativutredningen (WSP, 2024a) visas en sektion i läget för grön linje.

Erosionsskydd kommer krävas i de nya slänterna, vilka delvis kan utgöras av naturanpassade erosionsskydd ovan vattenytan. Under vattenytan bör inte erosionsskydd i form av vegetation anläggas eftersom vegetation i vattendraget motverkar åtgärdens effekt. Ett hårt erosionsskydd med större andel hårda komponenter såsom sten och stockar föreslås under vattenytan. Erosionsskyddets påverkan på strömningsförhållanden behöver utredas vidare i nästa skede (WSP, 2024a).

2.3.1 Naturmiljö

Fördjupning av ån innebär en påverkan på den naturmiljö som idag finns runt Tvärån, bl. a. via avverkning av träd och buskar och genom större utbredning av slänter. Vid de nedre delarna av ån som berörs av fördjupningen krävs att strandlövskogen avverkas i sin helhet för åtkomst från båda sidor. Detta kommer kräva kompensationsåtgärder för de miljöer som går förlorade (WSP, 2024a).

På längre sikt kan slänternas utbredning, samt eventuell breddning av ån, innebära att delar av den natur och parkmark som idag finns runt Tvärån förändras. Avverkning av strandlövskogen, samt övriga grönområden kring Tvärån, innebär förlust av viktiga livsmiljöer. Återetablering bedöms ta så pass lång tid att ekosystemtjänsterna *Livsmiljöer och biologisk mångfald*, *Näringsupptag* och *Klimatreglering* antas påverkas negativt. Ekosystemtjänsten *Flödesreglering* bedöms gynnas av åtgärden i och med positiva effekter för avrinningen till Tvärån (WSP, 2024a).

Om fördjupning av ån bedöms vara det lämpligaste alternativet kan det i nästa skede finnas behov av ytterligare kunskapsinsamling. Det rekommenderas då att en biotopkartering utförts som ett underlag för åtgärdsplanering (WSP, 2024e).

2.3.2 Geoteknik

För information om geoteknisk fältundersökning (WSP, 2024f), se avsnitt 2.2.2.

Det har även utförts stabilitetsberäkningar för Tväråns slänter (WSP, 2024g). Detta har utförts i fyra sektioner längs med ån: E-E uppströms Vännäsvägen, G-G strax nedströms Vännäsvägen och I-I samt K-K i åns södra del innan utloppet till Umeälven. Beräkningarna indikerar att slänterna i dagsläget generellt står med små marginaler i beräkningssektionerna.

Förändringar av vattennivån i Tvärån har en inverkan på stabiliteten. Vid en snabb sänkning av vattennivån i ån sker en minskning av säkerheten mot släntstabilitetsbrott med cirkulär brottyta. Baserat på utförda beräkningar rekommenderas mindre branta släntlutningar än i dagens situation vid en fördjupning av ån. Om brantare lutningar eftersträvas bör detta dimensioneras och kontrolleras vid kommande detaljprojektering för att säkerställa erforderlig stabilitet och eventuella åtgärder för att öka stabiliteten.

2.3.3 Hydrogeologi

Se avsnitt 2.2.3 för information om hydrogeologiska förutsättningar för hela Tväråns sträcka, samt definitioner av influensområde och påverkansområde.

Fördjupningen av Tvärån innebär en sänkning av vattenståndet i ån, vilket medför att grundvattnet i åns närhet avsänks. En avsänkning av 1,2 m innebär ett påverkansområde enligt Figur 7. Detta är förmodligen en underskattning av den avsänkning som åtgärden medför, och därmed även en underskattning av påverkansområdets utbredning (WSP, 2024a).

I detta skede görs bedömningen att det endast är det övre grundvattenmagasinet som står i kontakt med Tvärån och därmed påverkas av åtgärden. Osäkerheten i denna bedömning är störst uppströms Blå vägen där det eventuellt kan finnas öppna grundvattenmagasin. Nedströms Blå vägen är bedömningen relativt säker att de övre och undre magasinen är åtskilda (WSP, 2024a).



Figur 7. Påverkansområde vid en avsänkning av ån på 1,2 m. Inom det gula området sänks grundvattennivån med ≥ 0,3 m vilket innebär risk för sättningar (WSP, 2024a).

Grundvattenpåverkan i övre magasin kan förväntas under både bygg- och driftskede, men bör inte ge någon sättningsproblematik (WSP, 2024c). För att utesluta risken för att det undre grundvattenmagasinet påverkas, och därmed minska risken för sättningar, krävs att fler grundvattenrör installeras och att dessa står i kontakt med det undre magasinet (WSP, 2024a).

Se mer information om risk för påverkan på grundvattennivån och grundvattnets kemiska sammansättning i alternativutredningen (WSP, 2024a).

2.3.4 Byggbarhet, risker och kostnader

Enligt byggbarhetsutredningen (WSP, 2024b) kommer byggarbetet vid en fördjupning av ån innebära att tillfälliga vägar tar stora ytor i anspråk. Mellanlagringsytor kommer krävas för de nedre delarna av ån. Bilvägar påverkas vid åtgärder runt broar, genom t. ex. avstängda körfält. De flesta befintliga ledningar behöver sänkas och förlängas i samband med urgrävning av ån.

Urgrävning av ån kan till stor del ske med vanlig grävmaskin och transport av massor kan ske med lastbil. För den övre delen av ån, till bro 2480-66-1, är tillgängligheten god men i den nedre delen, från och med väg 92, finns större hinder och vissa sträckor kan kräva en grävmaskin med lång arm. Det finns en risk för underminering av befintliga broars grundläggning. Broar måste därmed inventeras och dess grundläggning kan behöva förstärkas med skydd mot erodering.

I den nedre delen av ån kan anpassning av slänter och förstärkningsåtgärder bli ett omfattande arbete då ravinen är djup och befintliga slänter är mycket branta. Slänterna står troligen stabilt idag tack vare växtlighet som armerar marken. I och med fördjupningen avlägsnas växtligheten och slänterna riskerar därmed att rasa. Därför är föreslagna slänter betydligt mer flacka än de nuvarande, för att säkerställa släntstabiliteten.

Delar av trädbestånden kommer behöva avverkas för att underlätta åtkomsten. Skogen kring de nedre delarna av ån kommer behöva avverkas i sin helhet. Eftersom kontinuerlig rensning av vattendraget krävs kommer permanenta vägar behöva anläggas för åtkomst till ån (WSP, 2024a).

Följande bedöms vara de huvudsakliga riskerna i detta åtgärdsalternativ (WSP, 2024b):

- Att broars grundläggning undermineras vid fördjupning och breddning av ån.
- Att broars konstruktion hindrar urgrävning och blir kvar som dämning av ån.
- Slänters intrång på infrastruktur och/eller områden med parkvärden eller naturvärden.
- Att släntstabiliteten inte är tillräcklig för transporter och schaktarbeten.
- Om inte självfall kan uppnås i eventuella befintliga rörledningar vid detaljprojektering kan det krävas anläggning av en pumpstation.

I och med fördjupningen av Tvärån blir anpassning av slänterna utifrån stabilitet en viktig säkerhetsfråga. Det finns även en risk att det undre grundvattenmagasinet påverkas, och därmed en risk för sättningar (WSP, 2024a).

Enligt PM Modellering skyfallsvägar (WSP, 2024l) medför fördjupning av ån mindre översvämningar inom Rödäng och Västerslätt än om endast skyfallsvägar skulle anläggas inom bostadsområdena (utan att ån skulle fördjupas) och har god kapacitet att avleda vatten från Tvärån (i en kritisk sektion mellan Rödäng och Västerslätt). Därmed konstateras att funktionen av åtgärden inte bedöms påverka genomförbarheten, se PM Modellering skyfallsvägar (WSP, 2024l).

De kostnadsdrivande faktorerna är de åtgärder som måste vidtas för att säkerställa släntstabilitet, samt slänternas intrång på befintlig infrastruktur (WSP, 2024a). Entreprenadkostnaden för detta åtgärdsalternativ (exklusive kostnader för projektering och byggherrekostnader) uppskattas uppgå till ca 130 Mkr (WSP, 2024b). För att detta alternativ ska vara genomförbart ur ett miljörättsligt perspektiv har det bedömts nödvändigt att vidta åtgärder för att återställa och eventuellt förbättra vissa aspekter av miljön i åfåran samt runtomkring ån. Kostnaden för detta har grovt uppskattats till 70 Mkr men kan förmodligen reduceras vid detaljprojektering. Detta innebär en totalkostnad av 200 Mkr. Därutöver tillkommer underhållskostnader för kontinuerlig rensning av vegetation i vattendraget för att bibehålla åtgärdens funktion (WSP, 2024a).

2.3.5 Markföroreningar

En översiktlig miljöteknisk mark- och sedimentundersökning har utförts längs Tvärån, från Västerslätts industriområde till bron vid Kvarnvägen (WSP, 2024d). Syftet var att undersöka föroreningssituationen i slänter och sediment, med avseende på masshantering i samband med eventuell fördjupning av ån.

Följande är de huvudsakliga resultaten av undersökningen:

- En stor andel av de massor som kan komma att schaktas och muddras i området längs Tvärån utgörs av sulfidjordar med hög eller måttlig försurningsrisk.
- Ca 50% av schaktade massor från slänterna respektive ca 80% av muddermassor bedöms behöva omhändertas som potentiellt försurade.
- Vid en fördjupning av Tvärån kommer grundvattennivåerna intill ån att sänkas, vilket kan medföra ökad oxidation av sulfidhaltig jord. Det i sin tur innebär pH-sänkning och ökad urlakning av metaller. Omfattningen av påverkan från influensområden för urgrävning av ån och påverkan på den totala transporten av ämnen från Tvärån till Umeälven har emellertid beräknats och bedöms vara försumbar (enligt Bilaga 7 i WSP (2024d)). En fördjupning av Tvärån har en mycket liten påverkan på den totala kemiska transporten i Tvärån.
- Analyser av föroreningar i slänterna uppvisar generellt låga halter. Mindre än 30% av de massor som planeras att schaktas i slänterna bedöms inte kunna återanvändas i anläggningsändamål. Sediment bedöms kunna återanvändas med avseende på föroreningsrisker, bortsett från försurningsrisken.
- 20% av jorden uppskattas kunna ha låga halter av andra föroreningar som olja och metaller, och kan därmed behöva omhändertas som icke farligt avfall.

2.3.6 Sociala konsekvenser

En fördjupning av Tvärån innebär urgrävning och påverkan på Tväråparkens befintliga grönytor, vilket har utretts i PM Sociala konsekvenser (WSP, 2024i). Vid urgrävning av ån kommer de befintliga naturmiljövärdena närmast ån att gå förlorade och en negativ effekt på rekreationsmöjligheterna runt Tvärån kan förväntas. I ett detaljprojekteringsskede behöver de sociala konsekvenserna av åtgärderna utredas mer i detalj. Åtgärder som innebär påverkan på mark genom t. ex. grävning/schakt ska om möjligt undvikas där det skulle innebära en påverkan på värden som är svåra att återställa. Detta kan delvis kompenseras genom att utformning och gestaltning av åtgärderna vid urgrävningen ses över för att skapa ett förbättrat rekreationsområde och en trivsam miljö. För de södra delarna av ån, nedströms Tväråparken, kan de byggvägar som anläggs i och med urgrävningen utformas så att de efteråt kan omformas till tillgängliga stråk. Promenadstigar och sittplatsers placering och utformning behöver ses över liksom plantering av träd och buskar. Åtgärderna föreslås samsynkas med de åtgärder som föreslås i utvecklingsplanen för Tvärån och gestaltas på ett sådant sätt att de naturligt passar in i den miljö som finns här. Vidare finns möjlighet att vid urgrävningen förbättra förutsättningarna för fisk i denna sträcka av ån om den nya utformningen ges en mer varierande karaktär än den har i dagsläget.

De naturupplevelser som strandlövskogen i Tväråns nedre delar medför går förlorade och kan inte återskapas i sin helhet utan att skogen får återetableras. Eftersom kontinuerlig rensning av vattendraget krävs kommer permanenta vägar behöva anläggas för åtkomst till ån. Återetablering av skogen kommer endast kunna ske utanför dessa. Därmed bedöms ekosystemtjänsterna *Rekreation* och *Kunskap och information* påverkas negativt av åtgärden (WSP, 2024a).

2.4 NY UTLOPPSTUNNEL

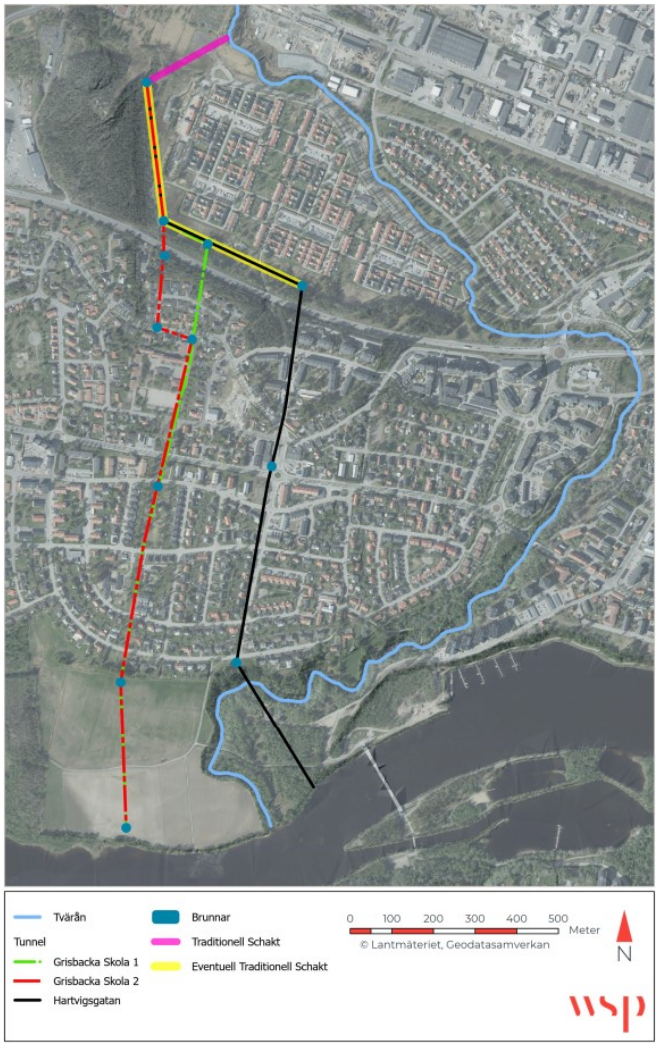
Detta alternativ innebär anläggning av en ny utloppstunnel längs med någon av sträckorna markerade i Figur 8 och Figur 9, vilka benämns *Ny utloppstunnel Grisbacka/Hartvigsgatan* respektive *Ny utloppstunnel Sandåkersgatan 2*. Tunneln utgörs av en kulvert med dimension 2600 mm och lutning 4‰. Tunneln anläggs med start ovanför den flaskhals i Tvärån som skapar översvämningar i bostadsområdena och mynnar i Umeälven.

Oavsett om tunnelns sträckning skulle bli enligt Figur 8 eller Figur 9 så krävs traditionell schakt vid anläggning av de första 180 m (rosa sträcka i Figur 8 och Figur 9) eftersom marktäckningen är för låg för schaktfria metoder. Därefter följer en sträcka som är möjlig att anlägga både med schakt och schaktfria metoder (gult i Figur 8 och Figur 9). Resterande sträcka lämpar sig förmodligen bäst att anlägga med mikrotunnling (WSP, 2024a), se avsnitt 2.4.2.

Inlopp mot tunneln föreslås konstrueras i betong med överfall för att behålla en normal vattennivå i Tvärån vid normal- och lågflöden. Det är därmed endast vid höga flöden som vatten kommer brädda från Tvärån till tunnelns inlopp via ett dike, enligt principen i Figur 10.

Med detta alternativ blir det möjligt att koppla dagvattenledningar från Rödäng till tunneln, vilket minskar risken för översvämningar i lågpunkterna på Rödäng vid skyfall. Detta kräver att dagvattennätet leds om för att gå i motsatt riktning mot den nuvarande. Det är möjligt att minska behovet av de gemensamma åtgärderna om ledningarna dimensioneras för att leda bort ett större flöde än de är dimensionerade för idag.

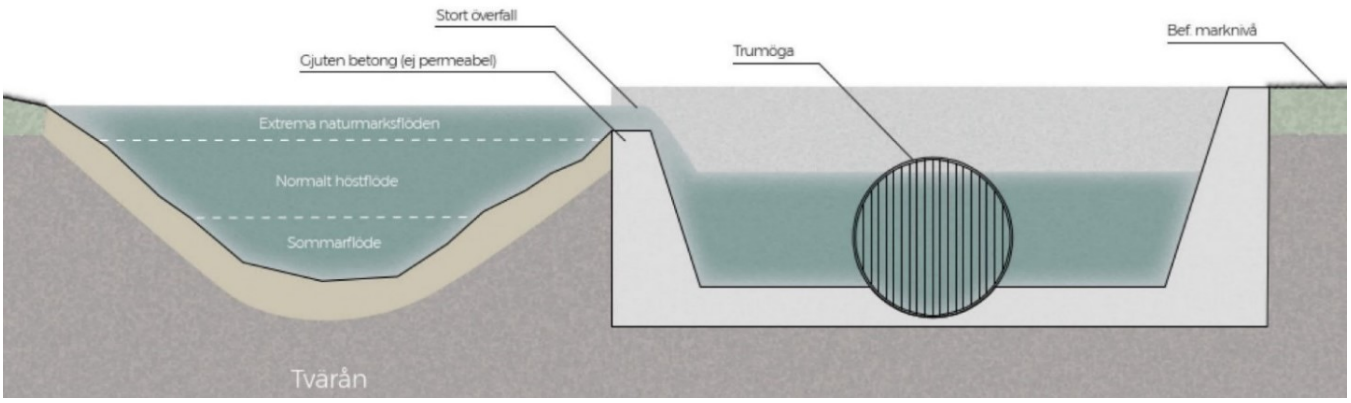
Alternativet *Ny utloppstunnel Grisbacka/Hartvigsgatan* innebär, till skillnad från *Ny utloppstunnel Sandåkersgatan 2*, att tunneln avleder vatten från Tvärån endast uppströms Rödäng och Västerslätt. Åtgärden hanterar därmed naturmarksflödet som skapar översvämningar inom bostadsområdena, men hanterar inte översvämningar som uppstår vid stora skyfall. För att åtgärda denna problematik krävs att vatten avleds även nedströms Rödäng och Västerslätt.



Figur 8. Alternativ för dragningen av tunneln förbi Grisbacka skola eller i Hartvigsgatan. Delsträcka som föreslås att schaktas markeras med gult. Sträcka markerad med rosa måste schaktas på grund av låg marktäckning (WSP, 2024a).



Figur 9. Alternativ för dragningen av tunneln vid Sandåkersgatan. Delsträcka som föreslås att schaktas markeras med gult. Sträcka markerad med rosa måste schaktas på grund av låg marktäckning (WSP, 2024a).



Figur 10. Principskiss för inloppsanordning (WSP, 2024a).

2.4.1 Naturmiljö

I båda dragningsalternativen av tunneln kommer växtlighet behöva avverkas för att ge plats åt exempelvis byggvägar och brunnar. Inloppet till tunneln planeras att förläggas i det område i höjd med Rödäng som bedömts innehålla objekt med naturvärde.

Troligen behöver utkanten av strandlövskogen avverkas för att göra plats för entreprenadarbetena (WSP, 2024a). Avverkning av strandlövskogen innebär en förlust av ekosystemtjänsterna *Livsmiljöer och biologisk mångfald*, *Näringsupptag* och *Klimatreglering*, och återetablering bedöms ta så pass lång tid att ekosystemtjänsterna antas påverkas negativt. Ekosystemtjänsten *Flödesreglering* bedöms gynnas av åtgärden i och med positiva effekter för avrinningen till Tvärån (WSP, 2024a).

Om tunneldragning väljs via Grisbacka skola kan tunneln eventuellt dras på ett sätt som möjliggör utlopp mellan de naturvärden som framgår från tidigare inventering. Omtag för mikrotunnling och eventuell schakt kommer troligen ske inom ett område i nederkanten av Rödäng som innehar objekt med naturvårdspotential (för *Grisbacka skola 1 och 2)* alternativt är av påtagligt naturvärde (för *Hartvigsgatan*). För *Hartvigsgatan* krävs omtag inom nyckelbiotopen och för *Sandåkersgatan 2* krävs omtag i kanten av området som utgör nyckelbiotop (WSP, 2024a).

2.4.2 Schaktfritt byggande av tunnel

Johan Lundberg AB har på uppdrag av WSP utfört en förstudie gällande schaktfritt förläggande av en dagvattentunnel med dimension 2600 mm. Alternativ för tunnelns dragning har tagits fram utifrån att de ska ge minst påverkan på omgivningen och innebära så få omtag (tryck- och mottagningsgropar) som möjligt. Dessa är de olika metoder som kan användas för schaktfritt förläggande (Johan Lundberg AB, 2023a).

- Rörtryckning (i lös lera):
  Från en tryckstation (vanligtvis en sänkbrunn) trycks betongrör in i leran och lera tas ut ur röret kontinuerligt. I fronten sitter en styrutrustning som har aktiv styrning, vilket innebär att det är möjligt med tryckning i långa längder med mycket hög noggrannhet.
- Mikrotunnling (i friktionsmaterial eller homogent berg):
  Denna metod klarar de flesta jordmaterial såsom lera, sand, grus, stenigt material samt block och berg. Från en tryckstation (vanligtvis en sänkbrunn) trycks även här betongrör in i jorden och i fronten sitter en borr och en kross som maler ner materialet som pumpas ut. Även i detta fall finns en styrutrustning med aktiv styrning i fronten, vilket innebär att det är möjligt med tryckning i långa längder med mycket hög noggrannhet. Att utföra mikrotunnling i homogent berg är mer tidskrävande och mer kostsamt än mikrotunnling i friktionsjord. Mikrotunnling i delvis berg och delvis jord kräver en mycket noggrann geoteknisk undersökning för att anpassa borrutrustningen utefter gällande förutsättningar.

I båda ovanstående metoder används sänkbrunnar i betong för tryck- och mottagningsgropar, som efter avslutat arbete konverteras till nedstigningsbrunn.

Nedanstående alternativ på ledningsdragningar har utretts inom detta åtgärdsalternativ (se Figur 8 och Figur 9). För samtliga nedanstående alternativ skulle delar av tunneln (gula sträckor i Figur 8 och Figur 9) kunna anläggas med schaktfri förläggning om det anses mer lämpligt. Som bilagor till förstudien utförd av Johan Lundberg AB (2023b) finns plan- och profilritningar som redovisar utredda ledningsdragningar mer detaljerat än redovisat i Figur 8 och Figur 9.

Marktäckningen för tunneln behöver utredas vidare för att identifiera kritiska sträckor där eventuella alternativa lösningar kan krävas (WSP, 2024a).

Grisbacka/Hartvigsgatan (se Figur 8):
Tunneln anläggs antingen via Grisbacka skola eller Hartvigsgatan. Den första delen kan rörtryckas eller eventuellt schaktas olika långt beroende på dragning. Därefter anläggs tunneln med hjälp av mikrotunnling antingen förbi Grisbacka skola (grön eller röd i Figur 8) eller via Hartvigsgatan (svart i Figur 8).

- *Grisbacka skola 1*: På en delsträcka går tunneln under privata fastigheter och utrednings- och tillståndsprocess för detta behöver beaktas. Tunneln kan anläggas med mikrotunnling längs hela sträckan alternativt med mikrotunnling i Backenområdet och med rörtryckning i Rödäng samt från Kungsgårdsvägen till Umeälven.
- *Grisbacka skola 2*: Tunneln följer en liknande sträckning som *Grisbacka skola 1* med skillnaden att hela tunneln ligger i kommunal gatumark. Tunneln kan anläggas med mikrotunnling längs hela sträckan (förutom en del med borrning i homogent berg). Alternativt kan även rörtryckning användas, i Rödäng samt från Kungsgårdsvägen till Umeälven.
- *Hartvigsgatan*: Stora delar av tunneln ligger i gatumark men på en delsträcka ligger den under privata fastigheter, bl. a. under delar av Grisbacka kyrka. Utrednings- och tillståndsprocess för detta behöver beaktas. Vid kyrkan finns också en delsträcka där berg riskerar att påträffas, vilket gör borrning mer kostsamt. Tunneln kan anläggas med mikrotunnling längs hela sträckan (förutom en del med borrning i homogent berg). Alternativt kan även rörtryckning användas, i Rödäng samt från Kungsgårdsvägen till Umeälven. I detta alternativ behöver tunneln dras under Tvärån för att nå utloppet i Umeälven.

Sandåkersgatan 2 (se Figur 9):
På sträckan från Blå vägen till Tvärån kan tunneln anläggas inom allmän platsmark. I Sandåkersgatan är gatuutrymmet trångt samtidigt som gatan svänger, vilket gör att en rak tunnel kan göra intrång på delar av fastigheter. Om en tunnel med radie i plan eller en riktningsändring krävs innebär det en merkostnad. Tunneln kan i detta fall anläggas med mikrotunnling i hela dess längd, eller delvis med mikrotunnling och delvis med rörtryckning. Traditionell schakt krävs på sista sträckan till älven.

I detta fall passerar tunneln under Tvärån och har därefter sitt utlopp i Umeälven (se Figur 9). Tidigare under denna förstudie har en anslutning till Tvärån utretts som ett alternativ till utloppet i Umeälven för Sandåkersgatan 2. Det har dock förkastats i och med att den nya lutningen på tunneln på 4‰ medför att ledningen hamnar under Tväråns nivå (Johan Lundberg AB, 2024). Tidigare under förstudien föreslogs tunnelns dimension vara mindre och dess lutning lägre.

2.4.3 Hydrogeologi

Se avsnitt 2.2.3 för information om hydrogeologiska förutsättningar för hela Tväråns sträcka, samt definitioner av influensområde och påverkansområde.

För bägge delalternativ är schakt på delar av sträckan ett alternativ vilket kräver en tillfällig grundvattensänkning. Området vid Rödäng domineras av genomsläppliga friktionsjordar, såsom morän och sand, vilket tyder på ett öppet grundvattenmagasin som medför en stor risk för sättningar. Påverkan av två alternativa schaktdjup har undersökts, se Figur 11. Det finns även risk att schakten blir ännu djupare än vad som undersökts i detta skede. Stora delar av Rödäng och centrala vägar kan eventuellt påverkas av sättningar till följd av grundvattensänkningen (WSP, 2024a).

Tunneldelen som anläggs med rörtryckning eller mikrotunnling innebär ingen påverkan på grundvattnet (WSP, 2024a).



Figur 11. Påverkansområde för ledningsschakt vid anläggning av tunnel. 5 m schaktdjup i gult, 8 m schaktdjup i rött. Samma sträcka kan schaktas för bägge delalternativ (WSP, 2024a).

Se mer information om risk för påverkan på grundvattennivån och grundvattnets kemiska sammansättning i alternativutredningen (WSP, 2024a).

2.4.4 Byggbarhet, risker och kostnader

Enligt byggbarhetsutredningen (WSP, 2024b) behöver VA- och kanalisationsstråk flyttas i de gator där mikrotunnling utförs. Brunnar för mikrotunnling bedöms få en diameter på ca 12 m och de kommer därmed att uppta stora delar av gatan eller området där de förläggs. För sträckningen *Sandåkersgatan 2* utförs alla sänkbrunnar i grönytor och till största del störs gång- och cykeltrafiken.

Även upplag för maskiner och material till tunneln tar stor plats. På de platser där brunnar placeras inom grönområden kan det krävas ett ingrepp kring brunnen där ca 2300 m^2 avverkas. De ytor och gatuområden där tunneln förläggs kommer behöva stängas av helt under produktionen, vilket kan bli aktuellt under en längre tid. En större mottagnings- och uppläggningsplats för rör som levereras via båt kommer även behövas någonstans i Umeå.

Följande bedöms vara de huvudsakliga riskerna i detta åtgärdsalternativ (WSP, 2024b):

- De geotekniska förutsättningarna är inte tillräckligt kartlagda för att kunna fastställa slutgiltig dragning och metodval i detta skede.
- Om tunneln anläggs under privat mark kan det bli en långdragen juridisk process kring dels att få tillgång till marken, dels att reda ut var ansvarsfrågan ligger om privata hus exempelvis skulle drabbas av sättningar.
- Uppstickande berg som inte identifierats kan medföra stopp och omtag med tillkommande brunn och byte av borrhuvud, vilket påverkar tidplan och kostnad.
- Det finns arbetsmiljörisker inom sträckor som eventuellt schaktas, vid arbete på stort djup inom spont.
- På grund av schaktdjupet och för hantering av spont kommer stora grävmaskiner krävas. Dessa alstrar vibrationer utöver det normala, vilket kan påverka fastigheter.
- Risker för sättningar i området kring eventuell schaktad sträcka till följd av påverkan på grundvatten.
- Att flytt av VA medför större åtgärder än omförläggning, såsom anläggning av en pumpstation vilket kan medföra stora driftkostnader.

Riskfaktorn för detta åtgärdsalternativ bedöms sammanfattningsvis vara stor och kostnader kan komma att öka snabbt.

Marktäckningen för tunneln behöver utredas vidare för att identifiera kritiska sträckor där eventuella alternativa lösningar kan krävas. Om det vid vidare projektering visar sig att tunnelutloppet riskerar att förläggas under medelvattenytan kan det krävas att tunneln dimensioneras upp för att kompensera för den förlorade kapaciteten (WSP, 2024a).

Modellering för tunnelalternativen har endast utförts enligt dragning *Sandåkersgatan 2*, men med ett respektive två inlopp till tunneln. Eftersom delalternativen är av samma tunneldimension och samma lutning bedöms modelleringen vara representativ för bägge delalternativ. Modelleringen visar att *Grisbacka/Hartvigsgatan* (d.v.s. ett inlopp) ger minskad översvämning jämfört med om endast skyfallsvägar anläggs, men att alternativet ger minst avsänkning av alla åtgärdsalternativ i den kritiska sektionen. Om viss översvämning kan accepteras vid skyfall bedöms åtgärdens funktion vara tillräcklig, annars krävs potentiellt ytterligare åtgärder. Alternativet *Ny utloppstunnel Sandåkersgatan 2* (d.v.s. två inlopp) medför minskad översvämning jämfört med om endast skyfallsvägar anläggs, och större avsänkning än *Ny utloppstunnel Grisbacka/Hartvigsgatan* (WSP, 2024l).

Entreprenadkostnader för detta åtgärdsalternativ (exklusive kostnader för projektering och byggherrekostnader) uppskattas uppgå till följande:

Grisbacka/Hartvigsgatan:

- 420–525 Mkr vid anläggning med traditionell schakt del av sträckan.
- 460–570 Mkr för schaktfri lösning hela sträckan.

Sandåkersgatan 2:

- 490 Mkr vid anläggning med traditionell schakt del av sträckan.
- 530 Mkr för schaktfri lösning hela sträckan.

Detta baseras på uppskattade kostnader för tunneldragning från Johan Lundberg AB (2023a) och Johan Lundberg AB (2023b), tillsammans med kostnader för schakt samt inlopps- och utloppskonstruktion.

För både *Grisbacka/Hartvigsgatan* och *Sandåkersgatan 2* gäller att, ifall omtag krävs inom det föreslagna biotopskyddsområdet, bedöms det nödvändigt att vidta åtgärder för att återställa och eventuellt kompensera för förlorade naturvärden. Kostnaden för detta har grovt uppskattats till 20 Mkr men kan förmodligen reduceras vid detaljprojektering. Därutöver tillkommer kostnaden för underhållsmuddring av ån vid tre tillfällen under en hundraårsperiod, vilket beräknas bli ca 30 Mkr per tillfälle (WSP, 2024a).

2.4.5 Sociala konsekvenser

Att anlägga en tunnel skulle ge betydligt mindre påverkan på Tväråparken jämfört med alternativet att fördjupa ån. Åtgärdsalternativet *Sandåkersgatan 2* skulle medföra en förändring i Tväråparken framförallt vid tunnelns inlopp, och inloppets utformning behöver därför anpassas till omgivningen för att smälta in i parkmiljön (WSP, 2024i).

Tillgängligheten till Tvärån bedöms inte påverkas varken av alternativet *Ny utloppstunnel - Grisbacka/Hartvigsgatan* eller *Sandåkersgatan 2*. För alternativen *Sandåkersgatan 2* och *Hartvigsgatan* kan visst ingrepp komma att krävas för att ge plats åt sänkbrunnar i de nedre delarna av Tvärån, vilka erbjuder naturupplevelser i urban miljö.

Inga ekosystemtjänster kopplat till rekreationsvärden bedöms påverkas av denna åtgärd (WSP, 2024a).

2.5 NY UTLOPPSTUNNEL MED VÅTMARK

Detta alternativ innebär att, utöver en ny tunnel enligt avsnitt 2.4, anläggs även en våtmark mellan Rödäng och Tvärån, i läget som redovisas i Figur 12. I detta skede har bedömning gjorts utifrån att tunneln anläggs från våtmarken enligt alternativet *Ny utloppstunnel Grisbacka/Hartvigsgatan*. Det är däremot även möjligt att anlägga den enligt *Sandåkersgatan 2*.

Området för våtmarken är ca 2 ha och ligger strax väster om Rödäng koloniområde och idrottsplats. Våtmarkens syfte är att fungera som ett fördröjningsmagasin dit Tvärån kan brädda ut vid höga flöden. Med detta alternativ blir den enda skillnaden för tunneln att dess inlopp förläggs i våtmarken. Det gör att samma mängd vatten kan ledas bort från Tvärån som i åtgärdsalternativet *Ny utloppstunnel*, men Tvärån i sig får inte den avtappningen direkt utan att det går via våtmarken.

Vid flöden som är större än sommarflödet leds vatten in från Tvärån i våtmarken via en mindre ledning. Vid extrema flöden, större än ett normalt höstflöde, leds överskottsvattnet från Tvärån till våtmarken via ett överfall, och därefter till tunneln.

Våtmarken behöver anläggas så att ingen bräddning kan ske söderut mot Rödängs bostadsområde, och därmed riskera att skapa översvämningar, utan att vattnet vid höga flöden bräddar tillbaka till Tvärån.



Figur 12. Åtgärdsalternativet *Ny utloppstunnel med våtmark* (WSP, 2024a).

Våtmarkens huvudsakliga funktion är flödesutjämning. Därmed ska våtmarken utformas som en damm med relativt stort djup. Om våtmarken utformas med in- och utlopp i den östra delen, kan vattnet vid högflöden strömma direkt från inlopp till utlopp, och lämna den västra delen relativt lugn. Därmed finns det förutsättningar för att skapa lugnare partier med öar som kan gynna fåglar i den västra delen. Grunda partier skapas även på de flacka kanter som planeras, där möjlighet finns för etablering av växter, groddjur och insekter. För att tillgängliggöra området är det lämpligt att knyta samman befintliga gångstråk med spänger eller gångvägar runtom våtmarken (WSP, 2024a).

I alternativutredningen (WSP, 2024a) finns en exempelskiss av hur våtmarken skulle kunna utformas.

2.5.1 Naturmiljö

För utloppstunneln gäller liknande förutsättningar för detta alternativ som för *Ny utloppstunnel Grisbacka/Hartvigsgatan* i avsnitt 2.4.1.

Våtmarkens utloppstunnel kan innebära avverkning av en del av nyckelbiotopen vilket medför en negativ påverkan på ekosystemtjänsterna *Livsmiljöer och biologisk mångfald*, *Näringsupptag* och *Klimatreglering*.

Våtmarken medför förutsättningar för artdiversitet, ökat naturvärde samt fördröjning av näringsämnen i norra delen av Tvärån. Sammantaget bedöms inte våtmarken väga upp för förlusten av biologisk mångfald och därmed påverkas ekosystemtjänsten *Livsmiljöer och biologisk mångfald* negativt. Våtmarken bedöms dock medföra större möjligheter för *Näringsupptag* och *Klimatreglering* och därmed bedöms dessa påverkas positivt (WSP, 2024a).

2.5.2 Schaktfritt byggande av tunnel

Samma förutsättningar gäller för detta alternativ som i avsnitt 2.4.2. Som bilagor till förstudien utförd av Johan Lundberg AB (2023b) finns plan- och profilritningar som redovisar utredda ledningsdragningar mer detaljerat än i Figur 8 och Figur 9.

2.5.3 Hydrogeologi

Se avsnitt 2.2.3 för information om hydrogeologiska förutsättningar för hela Tväråns sträcka och avsnitt 2.4.3 för information om påverkansområde för tunneln.

Anläggande av våtmarken innebär inte en permanent grundvattenbortledning. Vid anläggandet kan grundvattennivån sänkas tillfälligt, om grundvattennivån i omgivningen är högre än våtmarkens botten. Detta kan göras bitvis med spont vilket minimerar utbredningen av påverkansområdet. Med tiden kommer därefter vattennivån i våtmarken ställa sig på samma nivå som grundvattennivån runtom.

Om grundvattennivån är högre än våtmarkens botten kan den anläggas så att grundvattnet står i våtmarken, men då är det troligt att våtmarken innebär en permanent avsänkning av grundvattennivån runtom. Mycket talar dock för att våtmarken bör anläggas med tätskikt, så att grundvattennivån inte påverkas. Eftersom grundvattennivåerna troligen varierar stort över året kan ett tätskikt förhindra att våtmarken torkar ut vid lågt grundvattenstånd (WSP, 2024c).

Se mer information om risk för påverkan på grundvattennivån och grundvattnets kemiska sammansättning i alternativutredningen (WSP, 2024a).

2.5.4 Byggbarhet, risker och kostnader

För tunneln gäller samma förutsättningar för detta alternativ som för *Ny utloppstunnel Grisbacka/Hartvigsgatan* i avsnitt 2.4.4. Gällande våtmarken så består anläggningsarbetet främst av schakt med grävmaskin och omhändertagande av massor och sulfidlera. En större länshållning/grundvattensänkning behöver utföras för att kunna schakta och anlägga våtmarkens tätskikt, som sedan tyngs ner innan vatten kan ledas in.

Följande bedöms vara de huvudsakliga riskerna i detta åtgärdsalternativ (WSP, 2024b):

- Risker angivna i avsnitt 2.4.4.
- Grundvattensänkning runt våtmarken.
- Uppflytning av duk eller att duken inte är tät.
- Säkerhetsrisk om dämmen och invallningar eroderar, så att bostadsområdet kan översvämmas.
- Att delar av våtmarkens växter ”slits med” vid högflöde.

Gällande modellering av sekundära avrinningsvägar för denna åtgärd gäller samma resultat som det som redovisas i avsnitt 2.4.4.

Tillkommande entreprenadkostnad för våtmarken (utöver kostnaden för tunneln för *Ny utloppstunnel Grisbacka/Hartvigsgatan* angivet i avsnitt 2.4.4 samt exklusive kostnader för projektering och byggherrekostnader) uppskattas uppgå till ca 35 Mkr.

2.5.5 Sociala konsekvenser

För detta åtgärdsalternativ gäller samma sociala konsekvenser som angivet i avsnitt 2.4.5, med skillnaden att inget dike för tunnelns inlopp anläggs i Tväråparken utan att en våtmark anläggs istället. Eftersom våtmarken antas ha något högre naturpedagogiskt värde jämfört med nuvarande markanvändning bedöms ekosystemtjänsterna *Rekreation* och *Kunskap och information* påverkas positivt av åtgärden (WSP, 2024a).

Våtmarken utformas för att främja rekreation genom att bland annat skapa olika vattenmiljöer. Det finns mycket potential i att skapa en våtmark, bl. a. genom de variationsrika naturmiljöerna som även ger pedagogiska värden. Närheten till centrum och skola ger förutsättningar för att skapa mångfunktionella natur- och rekreationsområden för flera samhällsgrupper (WSP, 2024a).

2.6 SANDÅKERSGSATAN 1

Detta alternativ är en kombination av åtgärdsalternativen *Fördjupning av ån* (avsnitt 2.3) och *Ny utloppstunnel Sandåkersgatan 2* (avsnitt 2.4). I detta alternativ sänks botten av Tvärån mellan Industrivägen och Lundåkern (ner till gång- och cykelbron vid Kvarnvägen) med 2 m och en kulvert med dimensionen 2600 mm läggs med start ovanför Blå vägen och mynnar i Umeälven, se Figur 13.

Skillnaden mellan *Fördjupning av ån* och *Sandåkersgatan 1* är att i denna åtgärd inte kräver en kontinuerlig resning av vattendraget, eftersom en utloppstunnel anläggs och kan hantera delar av flödet.



Figur 13. Alternativ för dragningen av tunneln vid Sandåkersgatan samt fördjupning av ån (WSP, 2024a).

Tunneln anläggs, i likhet med tidigare alternativ, med mikrotunnling. Inloppet till tunneln föreslås konstrueras på samma sätt som i åtgärdsalternativet *Ny utloppstunnel.* Utlopp mot Umeälven kräver att sista biten anläggs med traditionell schakt.

Liksom för alternativet *Fördjupning av ån* finns möjlighet att vid urgrävningen av ån även utöka bredden av ån samt skapa meandring. Detta innebär att svämplan kan anläggas som översvämmas vid högvatten och bidrar med värdefulla ekosystemtjänster. Åtgärdsalternativet minskar även det framtida muddringbehovet då muddring kan begränsas till de mest utsatta områdena. Föreslagna delsträckor där breddning av åfåran bedöms vara möjlig utifrån nuvarande markanvändning ses i Figur 6 i avsnitt 2.3 (WSP, 2024a).

Ett kombinerat erosionsskydd föreslås, liksom för *Fördjupning av ån,* med större andel hårda komponenter såsom sten och stockar. Här finns även möjlighet att integrera växtlighet i erosionsskyddet till skillnad från *Fördjupning av ån* (WSP, 2024a).

2.6.1 Naturmiljö

Fördjupning av ån innebär en påverkan på naturmiljö, liknande åtgärdsalternativet *Fördjupning av ån* (avsnitt 2.3.1).

Åtgärdsförslaget påverkar flertalet områden med naturvärden. Vid de nedre delarna av ån som berörs av fördjupningen krävs att strandlövskogen avverkas i sin helhet för åtkomst och släntutbredning. Avverkningen innebär en förlust av ekosystemtjänster, och återetablering bedöms ta så pass lång tid att ekosystemtjänsterna *Livsmiljöer och biologisk mångfald*, *Näringsupptag* och *Klimatreglering* antas påverkas negativt (WSP, 2024a).

Om fördjupning av ån bedöms vara det lämpligaste alternativet kan det i nästa skede finnas behov av ytterligare kunskapsinsamling. Det rekommenderas då att en biotopkartering utförts, som ett underlag för åtgärdsplanering (WSP, 2024e).

2.6.2 Schaktfritt byggande av tunnel

För alternativet *Sandåkersgatan 1* har ledningsdragning enligt Figur 13 utretts av Johan Lundberg AB (2023b). Samma förutsättningar gäller för detta alternativ som för den andra delsträckan (från strax norr om Blå vägen) för *Sandåkersgatan 2* i avsnitt 2.4.2. Tunneln kan i detta fall anläggas med mikrotunnling längs hela dess sträcka, eller delvis med mikrotunnling och delvis med rörtryckning. Som bilagor till förstudien utförd av Johan Lundberg AB (2023b) finns plan- och profilritningar som redovisar utredda ledningsdragningar mer detaljerat än Figur 13.

2.6.3 Geoteknik

För information om geoteknisk fältundersökning (WSP, 2024f), se avsnitt 2.2.2 och för information om stabilitetsberäkningar för Tväråns slänter (WSP, 2024g), se avsnitt 2.3.2.

2.6.4 Hydrogeologi

Se avsnitt 2.2.3 för information om hydrogeologiska förutsättningar för hela Tväråns sträcka, samt definitioner av influensområde och påverkansområde. Utgrävningen av Tvärån innebär en sänkning av vattenståndet vilket medför att grundvattnet i åns närhet avsänks, liksom för *Fördjupning av ån,* se Figur 7 i avsnitt 2.3.3. Som nämnts tidigare är detta förmodligen en underskattning av den avsänkning som åtgärden medför, och därmed även en underskattning av påverkansområdets utbredning (WSP, 2024a).

Se mer information om risk för påverkan på grundvattennivån och grundvattnets kemiska sammansättning i alternativutredningen (WSP, 2024a).

2.6.5 Byggbarhet, risker och kostnader

Enligt byggbarhetsutredningen (WSP, 2024b) kommer gång- och cykelvägar behöva stängas av och ledas om där sänkbrunnar ska anläggas, vilket främst görs i grönytor. Tillfälliga vägar och arbetsplatser kommer behöva anläggas för sänkbrunnar.

Arbetet innebär att träd och buskar längs ån avverkas och röjs samt att anläggning av tillfälliga vägar längs hela sträckan blir nödvändigt för uttransport av massor. De nedre delarna av ån behöver avverkas i sin helhet för åtkomst från båda sidor. Detta kommer kräva att åtgärder vidtas för att kompensera för de miljöer som går förlorade vid genomförandet (WSP, 2024a).

För urgrävningen av ån råder samma risker som i *Fördjupning av ån*, se avsnitt 2.3.4. Anpassning av slänterna utifrån stabilitet en viktig säkerhetsfråga. Befintliga broars grundläggning riskeras att undermineras vid fördjupning och breddning av ån (WSP, 2024a). För utloppstunneln gäller samma risker som för *Ny utloppstunnel Sandåkersgatan 2* (avsnitt 2.4.4), med skillnaden att i detta åtgärdsalternativ är det endast en liten sträcka där schaktning är aktuellt (för utloppet i Umeälven).

Enligt PM Modellering skyfallsvägar (WSP, 2024l) medför även detta alternativ mindre översvämningar inom Rödäng och Västerslätt än om endast skyfallsvägar skulle anläggas inom bostadsområdena. Av alla alternativ bedöms detta ge den största avsänkningen av vattennivån i Tvärån.

Entreprenadkostnaden för detta åtgärdsalternativ (exklusive kostnader för projektering och byggherrekostnader) uppskattas uppgå till ca 400 Mkr. Detta baseras på uppskattade kostnader för tunneldragning från Johan Lundberg AB (2023b) samt inlopps- och utloppskonstruktion. För att detta alternativ ska vara genomförbart ur ett miljörättsligt perspektiv har det bedömts nödvändigt att vidta åtgärder för att återställa och eventuellt förbättra vissa aspekter av miljön i åfåran samt runtomkring ån. Kostnaden för detta har grovt uppskattats till 70 Mkr men kan förmodligen reduceras vid detaljprojektering. Detta innebär en totalkostnad av 470 Mkr (WSP, 2024a).

2.6.6 Markföroreningar

För information om markföroreningar och masshantering kopplat till urgrävning av ån, se avsnitt 2.3.5. Observera att slutsatserna från mark- och sedimentundersökningen som redovisas i avsnitt 2.3.5 (WSP, 2024d) gäller för en urgrävning av hela Tväråns sträckning från Industrivägen till Lundåkern, medan detta åtgärdsalternativ endast avser fördjupning av sträckan ovan bron vid Rödängsrondellen.

2.6.7 Sociala konsekvenser

För fördjupning av ån gäller samma förutsättningar som angivet i avsnitt 2.3.6. För tunneln gäller delvis samma förutsättningar som angivet för *Ny utloppstunnel Sandåkersgatan 2* i avsnitt 2.4.5. Inloppsdiket kommer anläggas i anslutning till Tvärån i utkanten av Rödängsparken. Detta markanspråk innebär mindre förlust av rekreationsytor.

Eftersom strandlövskog kommer avverkas vid nedre delarna av Tvärån bedöms ekosystemtjänsterna *Rekreation* och *Kunskap och information* påverkas negativt av åtgärden (WSP, 2024a).

3 ALTERNATIVUTREDNING OCH SLUTSATSER

Nedan redovisas en sammanfattning av alternativutredningens metod, underlag och bedömningar. För mer djupgående information om den utförda multikriterieanalysen (MKA:n) hänvisas till alternativutredningen (WSP, 2024a).

3.1 UNDERLAG FÖR BEDÖMNING

Följande underlag utgör de viktigaste förutsättningarna som har beaktats i MKA:n:

- Fyra av Sveriges nationella miljökvalitetsmål:
  - God bebyggd miljö
  - Grundvatten av god kvalitet
  - Levande sjöar och vattendrag
  - Ett rikt växt- och djurliv
- Fyra av Umeå kommuns lokala miljömål (ur Miljöprogram för Umeå kommun):
  - År 2027 ska våra yt- och grundvattenförekomster ha god status
  - År 2025 är gröna stråk och områden utvecklade i Umeås tätorter med nya och befintliga parker och gröna offentliga rum för alla, vilket säkerställer god social och ekologisk funktion i staden
  - År 2025 har Umeås invånare god tillgång och tillgänglighet till parker, torg och rekreationsmiljöer med god ljudmiljö
  - 2025 har en arbetsmodell för ekosystemtjänster implementerats så att biologisk mångfald bevaras och utvecklas
- Miljökvalitetsnormer (MKN):
  - MKN för luft
  - MKN för yt- och grundvatten

3.2 METOD FÖR MULTIKRITERIEANALYS

I alternativutredningen (WSP, 2024a) har en MKA utförts för att värdera de olika åtgärdsalternativen mot varandra. Det finns ett flertal olika tekniker för att utföra en MKA men tillvägagångsättet följer generellt liknande steg (Dodgson, et al., 2009). I detta fall har en metodik använts som innefattar följande steg:

1. <u>Framtagande av kriterier för bedömning av åtgärdsalternativ</u>
   Kriterierna baseras på de aspekter som vanligtvis ingår i en miljökonsekvensbeskrivning (MKB). Avgränsningar görs utifrån lokalisering av de aktuella åtgärdsalternativen och de förutsättningar som bedöms kunna påverkas av åtgärderna. Sedan konkretiseras kriterier för bedömning av de olika åtgärdsalternativen genom ett samarbete mellan olika teknikområden. Slutligen bestäms vilka kriterier och indikatorer som är relevanta för MKA:n.

2. <u>Poängsättning</u>
   Poängsättning av kriterierna för åtgärdsalternativen görs på en skala från 1–5, där:
   - Den åtgärd vars negativa påverkan bedöms vara störst i förhållande till de övriga får 1 poäng
   - Den åtgärd vars positiva påverkan bedöms vara störst (eller negativa påverkan bedöms vara minst) i förhållande till de övriga får 5 poäng.
   - I de fall där flera alternativ bedöms ha lika stor eller liten påverkan på kriteriet får alternativen samma poäng.

3. Viktning
   Viktning görs i procent, där varje kriterium ges ett värde mellan 0% och 100% beroende på dess betydelse för åtgärdens genomförbarhet samt relevans för tillåtligheten i en framtida prövningsprocess. Viktning har gjorts i dialog med respektive teknikområde.

4. Totalvärde för åtgärdsalternativen
   Alternativens totalvärde tas fram genom sammanvägning av samtliga kriteriers poängsättning och viktning, vilket ger ett totalvärde för varje åtgärd. Den åtgärd som får högst totalvärde bedöms vara det lämpligaste alternativet.

I avsnitt 3.3-3.6 nedan redovisas en sammanfattning av utfört arbete och resultat för steg 1–4 i metodiken ovan.

3.3 KRITERIER

I Tabell 1 redovisas de kriterier som ligger till grund för bedömningen av åtgärdsalternativen (steg 1 i metod för MKA, se avsnitt 3.2). Till varje kriterium finns en indikator, som klargör de avgränsningar som gjorts för bedömning av kriteriet.

Tabell 1. Kriterier som samtliga åtgärder bedöms utifrån och de indikatorer som klargör vad kriteriet poängsätts efter (WSP, 2024a).

Kategori	Kriterium	Indikator
Social	Rekreationsvärde	Förlust av rekreationsområden och naturpedagogsiska värden
	Kulturmiljö	Risk för påverkan på befintliga kulturvärden
	Risk och säkerhet	Faktorer som innebär en risk för genomförbarheten
Miljö	Naturmiljö	Risk för påverkan på befintliga naturvärden och ekosystemtjänster
	Grundvatten	Risk för påverkan på grundvattennivån eller grundvattnets kemiska sammansättning
	Ytvatten	Risk för att försämra ekologisk och kemisk miljöstatus eller att äventyra uppnåelse av gällande miljökvalitetsnorm
Ekonomi	Anläggningskostnad	Totalkostnad för anläggning av åtgärden
	Markanvändning	Area av den mark som tas i anspråk samt förenlighet med detaljplan

I och omkring Tvärån finns en mängd olika intressen och aktörer som drar nytta av de ekosystemtjänster som ekosystemen levererar. Följande ekosystemtjänster har prioriterats i MKA:n (WSP, 2024a):

- Stödjande ekosystemtjänster:
  - Livsmiljöer och biologisk mångfald
- Reglerande ekosystemtjänster:
  - Flödesreglering
  - Näringsupptag (retention)
- Kulturella ekosystemtjänster:
  - Klimatreglering
  - Rekreation
  - Kunskap och information

Ovanstående ekosystemtjänster har kopplats till bedömningskriterierna *Rekreationsvärde, Risk och säkerhet, Naturmiljö* och *Ytvatten.* Ekosystemtjänsterna har på det sättet vägts in i poängsättningen som gjorts för åtgärdsalternativen (se avsnitt 3.4). Se alternativutredningen (WSP, 2024a) för mer information om ekosystemtjänster och bedömningen av påverkan på dessa.

3.4 POÄNGSÄTTNING

För varje kriterium i Tabell 1 har en poängsättning utförts (poäng 1–5) för respektive åtgärdsalternativ (steg 2 i metod för MKA, se avsnitt 3.2). Åtta kriterier och fyra åtgärdsalternativ, varav ett alternativ utgörs av två delalternativ, resulterar i totalt 40 poängsättningar. Samtliga poängsättningar redovisas i Tabell 3 under avsnitt 3.6. Förutsättningar för samtliga kriterier (förutom Ytvatten och Markanvändning) har presenterats kort i avsnitt 2.2-2.6 och mer utförligt i alternativutredningen (WSP, 2024a). För information om utvärdering av Ytvatten och Markanvändning, se alternativutredningen (WSP, 2024a).

Utgångspunkten vid poängsättning är att redovisa de förväntade effekterna utifrån ett ”worst case”-scenario, det vill säga den största förutsägbara negativa påverkan. I alternativutredningen (WSP, 2024a) finns en utförlig motivering till varje poängsättning.

3.5 VIKTNING

De åtta olika kriterierna har viktats genom att väga olika intressen mot varandra (enligt steg 1 i metod för MKA, se avsnitt 3.2). Viktningen utförs utifrån respektive kriteriums betydelse för åtgärdens genomförbarhet samt relevanta aspekter för en framtida miljöprövningsprocess.

Tabell 2. Viktning för samtliga kriterier, tillsammans med en motivering till varje viktning (WSP, 2024a).

Kategori	Kriterium	Viktning (%)	Motivering
Social	Rekreationsvärde	**50**	Bedöms inte påverkas avsevärt och bedöms inte heller ha en betydande roll i en framtida tillståndsprövning. Umeå kommun har dock uttryckt särskilt intresse för påverkan på värden för människor.
	Kulturmiljö	**75**	Åtgärderna bedöms i detta skede inte påverka någon skyddsvärd kulturmiljö. Eventuell påverkan på befintliga kulturvärden är dock viktig i för tillåtligheten och bör därmed väga tungt i bedömningen.
	Risk och säkerhet	**100**	I detta kriterium fångas åtgärdernas säkerhetsrisker upp, såväl som de faktorer som kan få konsekvenser för genomförbarheten till följd av exempelvis en försvårad tillståndsprocess. Dessa faktorer bör väga tungt i bedömningen.
Miljö	Naturmiljö	**100**	Områdena kring Tvärån, speciellt Tväråns nedre delar, innehar objekt av högt naturvärde och därmed riskerar viktig naturmiljö att påverkas. Inom området finns arter som skyddas av artskyddsförordningen och riskerar att påverkas av åtgärderna. Påverkan på naturvärdena är av betydelse i tillståndsprocessen och får därför väga tungt i bedömningen.
	Grundvatten	**85**	Påverkan på grundvatten är av vikt vid en framtida tillståndsprövning. Åtgärderna kan innebära lokal påverkan på grundvattnet, men är i detta skede svårt att detaljerat beskriva den rumsliga omfattning av påverkan som varje åtgärd innebär. Befintligt resultat indikerar lokal påverkan och att närliggande grundvattenförekomst inte påverkas.
	Ytvatten	**100**	Påverkan på vattendragets ekologiska och kemiska status, samt påverkan på möjligheten att uppnå miljökvalitetsnormerna, är av vikt vid en framtida tillståndsprövning. Det går inte att utesluta att åtgärderna innebär en påverkan på Tväråns ekologiska status och därmed bedöms detta kriterium som viktigt.

Ekonomi	Anläggningskostnad	**30**	Kostnaden för anläggning av åtgärderna är för Umeå kommun av stort intresse vid val av åtgärd och bör vägas in i beslutet. Det är även av relevans i en framtida utvärdering av bästa möjliga teknik vid en eventuell tillståndsprövning. Det bedöms dock inte vara av stor vikt för åtgärdens tillåtlighet, och bör inte överväga de miljökonsekvenser som åtgärderna kan medföra.
	Markanvändning	**50**	Markanvändningen påverkas inte avsevärt av åtgärderna och de flesta åtgärder är förenliga med detaljplanerna. Våtmarken kan eventuellt innebära att en detaljplan kräver en liten ändring, vilket bör vägas in i bedömningen av vilken åtgärd som bör implementeras.

3.6 TOTALPOÄNG FÖR ÅTGÄRDSALTERNATIVEN

I Tabell 3 redovisas poängsättningen på varje kriterium för respektive åtgärdsalternativ samt viktningen av varje kriterium (densamma som i Tabell 2). Utifrån dessa har totalpoängen för varje åtgärdsalternativ beräknats, vilken redovisas längst till höger i Tabell 3.

Tabell 3. Poängsättning på varje kriterium för respektive åtgärdsalternativ, kriteriernas viktning samt totalpoäng för varje åtgärdsalternativ. Den åtgärd vars negativa påverkan på kriteriet bedöms vara störst i förhållande till övriga alternativ får numeriska värdet 1, och den åtgärd vars påverkan på kriteriet bedöms vara positiv eller minst negativ får värdet 5 (WSP, 2024a).

Kriterium	Rekreationsvärde	Kulturmiljö	Risk och säkerhet	Naturmiljö	Grundvatten	Ytvatten	Anläggningskostnad	Markanvändning	
Viktning (%)	50	75	100	100	85	100	30	50	
Poäng för åtgärdsalternativ:									**TOTALPOÄNG**
Fördjupning av ån	1	5	2	1	4	1	5	4	15,15
Ny utloppstunnel Grisbacka/Hartvigsgatan	4	5	1	4	3	4	2	3	19,40
Ny utloppstunnel Sandåkersgatan 2	3	5	4	2	3	4	2	3	19,90
Ny utloppstunnel med våtmark	5	5	1	3	3	4	1	1	17,60
Sandåkersgatan 1	2	5	2	1	4	2	3	4	16,05

Alternativet med högst totalpoäng är *Ny utloppstunnel Sandåkersgatan 2.* Efter denna följer, i ordning efter totalpoäng, *Ny utloppstunnel Grisbacka/Hartvigsgatan*, *Ny utloppstunnel med våtmark, Sandåkersgatan 1* och *Fördjupning av ån.*

3.7 SAMLAD BEDÖMNING OCH SLUTSATSER

Syftet med de olika åtgärdsalternativen är att framtidssäkra bostadsområdena Rödäng och Västerslätt och att skapa en hållbar lösning för hantering av dagvatten. I den utförda MKA:n har de konsekvenser som åtgärdsalternativen kan medföra för miljön identifieras, beskrivits och värderats. Även ekonomiska och tekniska möjligheter att implementera dessa åtgärder har utvärderats.

Utifrån sammanställningen i Tabell 3 kan det konstateras att den åtgärd som fått högst poäng (19,90) är *Ny utloppstunnel Sandåkersgatan 2*. Med 0,50 poäng mindre följer alternativ *Ny utloppstunnel Grisbacka/Hartvigsgatan* (19,40) och lägst poäng (15,15) fick *Fördjupning av ån.* Det är viktigt att ha i åtanke att poängsättningen för de olika åtgärderna har utförts baserat på underlag med varierande precision.

Åtgärdsalternativet *Ny utloppstunnel Sandåkersgatan 2* innefattar en tunnel (2600 mm innerdiameter) som avleder högflödestoppar från Tvärån till Umeälven. I detta alternativ finns två inlopp till tunneln från Tvärån, ett strax uppströms Rödäng och ett strax nedströms Rödäng. Tunneln anläggs via Sandåkersgatan, under Tvärån till Umeälven. Detta åtgärdsalternativ har bedömts medföra minst intrång i skyddsvärda miljöer och minst risker avseende genomförbarheten. Övriga åtgärder medför större risker avseende tillåtligheten som kan komplicera genomförandet av åtgärderna.

Åtgärdens påverkan på människor och miljö bedöms främst bero på intrånget som tunneln innebär vid omtag inom strandlövskogen samt eventuella sättningar som kan följa av grundvattensänkningen vid traditionell schakt. Påverkan minimeras om tunneln anläggs med mikrotunnling eller rörtryckning på den sträcka som föreslås schaktas, men detta medför då en högre kostnad.

Åtgärden behöver kompletteras med underhållsmuddring på delsträckan som rinner mellan Rödäng och Västerslätt för att återfå kapaciteten i dagvattenledningarna. En mer omfattande muddring av ån har föreslagits, där svämplan kan anläggas och ån kan breddas och meandras på vissa sträckor. Denna lösning innebär att muddringen i framtiden kan begränsas till de mest utsatta områdena vilket innebär mindre störningar i ån och omgivande stränder. Därmed kan en mer omfattande muddring i detta skede medföra ett minskat muddringbehov framgent.

Det är viktigt att poängtera att samtliga åtgärder har poängsatts utefter största förutsägbara påverkan på miljö och människor, vilket innebär att påverkan vid implementering kan komma att bli mindre än beskrivet. Det kvarstår även osäkerheter som kan komma att påverka den slutgiltiga utformningen av åtgärderna. Resultatet påverkas även i hög grad av den viktning som gjorts av kriterierna, vilket baseras på en avvägning av olika intressen.

Eftersom inget åtgärdsalternativ ännu är detaljprojekterat finns osäkerheter som kan leda till en ökad kostnad. I MKA:n har tillfällig påverkan på exempelvis buller under anläggningsfasen inte utvärderats. Om det i detaljprojektering framkommer att något åtgärdsalternativ innebär en stor påverkan på dessa faktorer kan det försvåra tillståndsprövningen. I alternativutredningen (WSP, 2024a) redovisas osäkerheter för respektive åtgärdsalternativ som kan komma att innebära en förändrad kostnad vid detaljprojektering.

4 REFERENSER

Dodgson, et al., 2009. *Multi-Criteria Analysis: A Manual,* London: Department for communities and Local Government.

Johan Lundberg AB, 2023a. *Schaktfritt byggande av tunnel för att avlasta Tväråns flöde, förstudie Tvärån. 2023-01-20,* : .

Johan Lundberg AB, 2023b. *Schaktfritt byggande av tunnel för att avlasta Tväråns flöde – alternativ sträckning Sandåkersgatan 1 och 2, förstudie Tvärån. 2023-02-16,* : .

Johan Lundberg AB, 2024. *Kompletterande uppgifter till Förstudie Tvärån tunnel. 2024-05-31.,* : .

WSP, 2022. *Tvärån – åtgärdsförslag för att minska översvämningsrisken.,* : .

WSP, 2024a. *Multikriterieanalys - alternativutredning av översvämningsåtgärder i Tvärån. Maja Skotte. 2024-06-14.,* : .

WSP, 2024b. *PM Byggbarhetsutredning åtgärdsalternativ Tvärån. Jonas Malmsten. 2024-06-14.,* : .

WSP, 2024c. *Hydrogeologi Förstudie åtgärdsval Tvärån. Xegai Mengestab. 2024-06-14.,* : .

WSP, 2024d. *Miljöteknisk markundersökning. Thomas Liljedahl, Louise Vikman och Liselott Kutscher. 2024-06-14.,* : .

WSP, 2024e. *PM Kunskapsunderlag naturmiljö Tvärån Umeå kommun. Camilla Nordenberg och Maja Skotte. 2024-06-14.,* : .

WSP, 2024f. *Markteknisk undersökningsrapport (MUR). Förstudie åtgärdsval Tvärån. Mikael Öberg och Heidi Rikberg. 2024-06-14.,* : .

WSP, 2024g. *Stabilitetsberäkningar/geoteknik Förstudie åtgärdsval Tvärån. Heidi Rikberg. 2024-06-14.,* : .

WSP, 2024h. *PM Profiljusteringar Rödäng och Västerslätt. Carina Hansson och Petra Berggrund. 2024-06-14.,* : .

WSP, 2024i. *PM Sociala konsekvenser. Sari Lindvall och Petra Berggrund. 2024-06-14.,* : .

WSP, 2024j. *PM Dagvattenpumpstation och magasin. Mattias Svensson. 2024-06-14.,* : .

WSP, 2024k. *PM Svämplan åkermark Västerslätt. Petter Berglund. 2024-06-14.,* : .

WSP, 2024l. *PM Modellering skyfallsvägar. Linda Hörnsten och Mohit Jangid. 2024-06-14.,* : .

VI ÄR WSP

WSP är en av världens ledande rådgivare och konsultbolag inom samhällsutveckling. Med cirka 70 000 medarbetare i över 40 länder samlar vi experter inom analys och teknik, för att framtidssäkra världen.

Tillsammans med våra kunder tar vi fram innovativa lösningar för en mänsklig, trygg och välfungerande morgondag. Så tar vi ansvar för framtiden.

wsp.com

WSP Sverige AB

T: +46 10-722 50 00
Org nr: 556057–4880
Styrelsens säte: Stockholm
wsp.com

PM KUNSKAPSUNDERLAG NATURMILJÖ TVÄRÅN UMEÅ KOMMUN

Tvärån och dess avrinningsområde

Tvärån, eller Kullabäcken som den heter i den övre delen, börjar sitt lopp vid källsjöarna Piparbölesjön och Kullasjön nordväst om Umeå och mynnar i Umeälven vid Lundåkern. Avrinningsområdet består mestadels av skogsmark, men i de nedre delarna är miljön urban och består av exploaterad mark med stor del hårdgjorda ytor. Tvärån är i de nedre delarna påverkad av fördjupning och har bitvis dikeskaraktär medan ån i de övre delarna har mer slingrande karaktär. Längst söderut vid mynningen i älven går ån som i en ravin. Dikesföretag förekommer på en sträcka i Tvärån (Grubbe – Västerhiske dikningsföretag 1932) samt i biflöden.

Tidigare fanns två vandringshinder i Tvärån, det första från älven var en damm vid Kvarnbron som har ersatt med naturlik tröskel och det andra en damm vid Forslundagymnasiet där det numera finns ett omlöp. I och med detta är fiskvandring möjlig upp till Piparbölesjön. I ån förekommer harr, öring (stationär och havsvandrande), gädda och flodnejonöga. Biotopvårdande åtgärder har genomförts i ån, bl.a. anläggande av lekområden för fisk (Tväråns Fiskevårdsförening 2022).

Förstudie åtgärdsval Tvärån

Tvärån är föremål för åtgärder i syfte att minska riskerna för översvämning vid hög naturmarksavrinning och skyfall. Detta med fokus på bostadsområdena Västerslätt och Rödäng. WSP har på uppdrag av Umeå kommun tagit fram en hydraulisk modell över Tvärån (Forslundagymnasiet – mynningen i Umeälven) som sedan har använts för att simulera ett relativt stort antal olika åtgärdsförslag. En form av jämförelsematris har använts för att få fram de mest effektiva åtgärderna. Fyra alternativa åtgärder återstår som WSP ska utreda i en förstudie som sedan ska kunna användas som beslutsunderlag. Följande alternativ är aktuella att utreda:

- *Fördjupning av ån*: Fördjupning av botten i Tvärån med 2 m längs totalt ca 2 km av ån (mellan Industrivägen och bron i närheten av gång- och cykelbron vid södra Kvarnvägen). För full kapacitet krävs att ån kontinuerligt rensas med avseende på vegetation.
- *Ny utloppstunnel*: Kulvert (2600 mm innerdiameter) som avleder högflödestoppar från Tvärån till Umeälven. Alternativet har delats upp i två delalternativ för att möjliggöra jämförelse av olika tunneldragningar.
  - *Ny utloppstunnel Grisbacka/Hartvigsgatan:* Kulvert med ett inlopp från Tvärån strax uppströms Rödäng. Sträcker sig över Grisbacka eller Hartvigsgatan till Umeälven.
  - *Ny utloppstunnel Sandåkersgatan 2*: Kulvert med två inlopp från Tvärån, ett strax uppströms Rödäng och ett strax nedströms Rödäng. Sträcker sig via Sandåkersgatan, under Tvärån till Umeälven.
- *Ny utloppstunnel med våtmark*: Anläggande av våtmark som ett fördröjningsmagasin mellan Rödberget och Tvärån. Från våtmarken leds en 2600 mm kulvert söderut till Umeälven, som avleder högflödestoppar.

WSP
903 33 Umeå
Besök: Östra Strandgatan 24

T: +46 10-722 50 00
WSP Sverige AB
Org. nr: 556057-4880
wsp.com

- *Sandåkersgatan 1*: Kombination av *Ny utloppstunnel* och *Fördjupning av ån*. Fördjupning av botten i Tvärån med 2 m längs totalt ca 2 km av ån (mellan Industrivägen och bron i närheten av gång- och cykelbron vid södra Kvarnvägen). Kulvert (2600 mm innerdiameter) från Tvärån strax uppströms Blå vägen till Umeälven.

Samtliga åtgärdsalternativ är lokaliserade till de nedre delarna av Tvärån och innebär olika påverkan på vattenmiljön. Gemensamt för samtliga alternativ är att skapa säkra sekundära avrinningsvägar på hela Västerslätt samt stora delar av Rödäng genom att ändra höjder på allmän platsmark. Det kan dessutom bli aktuellt att uppföra en permanent pumpstation för att kunna få bort vatten från instängda områden på Rödäng. Ett steg i förstudien är att få ett grepp om vilka kunskapsunderlag som finns idag med avseende på naturmiljön i och omkring Tvärån för att kunna göra en bedömning av eventuella behov av ytterligare kunskapsinsamling.

Befintligt kunskapsunderlag

Biotopkartering

Tvärån är biotopkarterad år 2014 inom Umeälvsprojektet från mynningen i Umeälven till dammen med fiskpassage strax söder om Forslundagymnasiet. Karteringen är utförd enligt en äldre metodik, metoden uppdaterades 2017. WSP har tagit del av underlag från karteringen och bearbetat det i GIS.

Fladdermusinventering

År 2014 utfördes en fladdermusinventering då norfladdermus, vatten/taigafladdermus och stor brunfladdermus påträffades.

Häckfågelinventering

Häckfågelinventering genomfördes år 2020 vid Lundåkern och nedre delen av Tvärån (från Rödäng till mynningen i älven). Trettionio arter inventerades varav elva är upptagna på den svenska rödlistan. Utöver rödlistade arter inventerades några arter som har små populationer i länet. De viktigaste områdena för fågellivet är främst Lundåkern, men även de nordligaste delarna av inventeringsområdet där det anlagts en damm relativt nyligt (Olsson 2020).

Naturvärdesinventering

Naturvärdesinventering av Lundåkern och Tvärån genomfördes år 2020 av WSP. Nio naturvärdesobjekt konstaterads varav området längst nedströms (Tväråns raviner), från Grisbacka till mynningen i älven bedömdes ha högt naturvärde. Tre objekt bedömdes ha påtagligt naturvärde varav alla objekt utom ett utgörs av Tvärån från Grisbacka mot Väst på stan. Resterande fem områden bedömdes ha visst naturvärde (WSP 2020).

Parkskogsinventering

Naturvärdesinventering av parkskogar i Umeå kommun utfördes under år 2015–2016 i syfte att ta fram ett underlag för planering av riktade skötselåtgärder av parkskogar. Aktuella områden i direkt närhet av Tvärån som har inventerats och bedömts utgöra objekt med naturvärden är en lövskog längs Tvärån strax nedströms sammanflödet med Klockarbäcken och lövskogar strax uppströms

Storgatan. Hela ravinområdet nedströms Storgatan till mynningen i älven vid Lundåkern har klassats som nyckelbiotop (Norstedt 2016).

Inventering flodpärlmussla

Inventeringar av flodpärlmussla i Kullabäcken år 2008 och 2013. Vid undersökningarna hittades få små musslor vilket tyder på bristfällig föryngring. Beståndet är litet och glest (Vatteninformationssystem Sverige, VISS)**.**

Provfiske i vattendrag

Elfiske vid Forslundagymnasiet år 2015 (ett utfiske) som resulterade i fångst av öring och stensimpa (Svenskt elfiskeregister – SERS 2022).

Biologiska undersökningar i Tvärån

År 2004 genomförde Pelagia ett antal biologiska undersökningar i Tvärån; bottenfauna, vegetation, lekområden för grodor respektive öring (Pelagia 2004). Undersökningarna är gamla vid det här laget och har antagligen låg relevans.

Rekommendation

Tvärån får anses relativt väl undersökt med avseende på naturmiljön samt att det även har genomförts olika biotopförbättrande åtgärder i vattenmiljön. I det skede kommunen befinner sig nu, förstudie åtgärdsval, bedömer WSP att befintligt kunskapsunderlag är tillräckligt för att det ska vara möjligt att utvärdera och jämföra aktuella åtgärdsalternativ.

Däremot i ett nästa skede, om fördjupning av ån (*Fördjupning av ån/Sandåkersgatan 1*) bedöms bli lämpligast, kan det finnas behov av ytterligare kunskapsinsamling. Det är troligt att alternativet som innebär fördjupning av Tvärån behöver kombineras med miljöförbättrande åtgärder där så är möjligt utan att syftet med huvudåtgärden går förlorad. WSP:s rekommendation är därför att låta utföra en ny biotopkartering som ett underlag för åtgärdsplanering. Dels för att det har genomförts åtgärder sedan ån karterades sist, dels för att metodiken för biotopkartering har utvecklats och ger underlag för en förbättrad åtgärdsplanering. Biotopkarteringen kan också användas för att statusklassificera Tvärån med avseende på merparten av parametrarna under den hydromorfologiska kvalitetsfaktorn *morfologiskt tillstånd*.

Referenser

Norstedt, G., 2016. Naturvärdesinventering av parkskogar i Umeå kommun. Rapport.

Olsson, C., 2020. Inventering av häckande fåglar vid Lundåkern och kring Tväråns nedre lopp 2020. Rapport.

Pelagia. 2004. Biologiska undersökningar i Tvärån, bottenfauna, vegetation, lekområden för grodor, lekområden för öring. Rapport.

Svenskt elfiskeregister – SERS. 2022. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för akvatiska resurser. http://www.slu.se/elfiskeregistret hämtad 2022-10-06

Tväråns Fiskevårdsförening https://www.fiskekort.se/fiskevardsomrade/tvaran/ hämtad 2022-05-24

Vatteninformationssystem Sverige https://viss.lansstyrelsen.se/ hämtad 2022-05-24

WSP Sverige AB. 2020. Naturvärdesinventering av Lundåkern – Tvärån, Umeå kommun, Västerbottens län. Rapport.

MULTIKRITERIEANALYS

ALTERNATIVUTREDNING AV ÖVERSVÄMNINGSÅTGÄRDER I TVÄRÅN

2024-06-14



KUND

Umeå kommun

KONSULT

WSP
Östra Strandgatan 24
903 33 Umeå
Tel: +46 10-722 50 00
WSP Sverige AB
Org nr: 556057-4880
wsp.com

KONTAKTPERSONER

Uppdragsansvarig
Maja Skotte
+46 10 721 17 09
maja.skotte@wsp.com

UPPDRAGSNAMN
Förstudie Tvärån – alternativ- och naturutredning

UPPDRAGSNUMMER
10337804

FÖRFATTARE
Maja Skotte, Amanda Sjögren

DATUM
2023-09-08

ÄNDRINGSDATUM
2024-06-14

Granskad av
Per Holmlund, Per Ask, Linda Hörnsten

Godkänd av
Maja Skotte

SAMMANFATTNING

Hösten 2020 drabbades Umeå av kraftiga översvämningar på grund av höga flöden och regn vid två tillfällen. Detta påskyndade behovet av åtgärder i översvämningsdrabbade vattendrag, vilket föranledde detta uppdrag.

WSP har tidigare tagit fram en hydraulisk modell över Tvärån samt åtgärdsförslag för att minska risken för översvämningar nu och i framtiden. Olika åtgärdsförslag som är framtagna av WSP har simulerats i modellen för att undersöka vilka åtgärder som behöver vidtas för att minska risken för översvämningar med fokus på bostadsområdena Rödäng och Västerslätt. Av tjugosex framtagna åtgärdsförslag har fyra föreslagits för vidare utredning.

WSP har utfört en multikriterieanalys med syfte att utse den lämpligaste åtgärden för att minska översvämningsrisken. De åtgärdsalternativ som undersökts är:

- *Fördjupning av ån*: Fördjupning av botten i Tvärån med 2 m längs totalt ca 2 km av ån (mellan Industrivägen och bron i närheten av gång- och cykelbron vid södra Kvarnvägen). För full kapacitet krävs att ån kontinuerligt rensas med avseende på vegetation.
- *Ny utloppstunnel*: Kulvert (2600 mm innerdiameter) som avleder högflödestoppar från Tvärån till Umeälven. Alternativet har delats upp i två delalternativ för att möjliggöra jämförelse av olika tunneldragningar.
  - *Ny utloppstunnel Grisbacka/Hartvigsgatan:* Kulvert med ett inlopp från Tvärån strax uppströms Rödäng. Sträcker sig över Grisbacka eller Hartvigsgatan till Umeälven.
  - *Ny utloppstunnel Sandåkersgatan 2*: Kulvert med två inlopp från Tvärån, ett strax uppströms Rödäng och ett strax nedströms Rödäng. Sträcker sig via Sandåkersgatan, under Tvärån, till Umeälven.
- *Ny utloppstunnel med våtmark*: Anläggande av våtmark som ett fördröjningsmagasin mellan Rödberget och Tvärån. Från våtmarken leds en 2600 mm kulvert söderut till Umeälven, som avleder högflödestoppar.
- *Sandåkersgatan 1*: Kombination av *Ny utloppstunnel* och *Fördjupning av ån*. Fördjupning av botten i Tvärån med 2 m längs totalt ca 2 km av ån (mellan Industrivägen och bron i närheten av gång- och cykelbron vid södra Kvarnvägen). Kulvert (2600 mm innerdiameter) från Tvärån strax uppströms Blå vägen till Umeälven.

Totalt har alltså fem alternativ jämförts varav två innebär olika utformning av samma lösning.

Analysen har följt strukturen av en miljökonsekvensbeskrivning och beskrivit åtgärdernas inverkan på människor och miljö, men även åtgärdernas genomförbarhet och kostnad. Rangordning av åtgärdsalternativ har gjorts utifrån åtta kriterier som poängsatts och viktats utifrån deras omfattning av påverkan och relevans. Åtgärderna har inte detaljprojekterats, utan upplösning och precision på ingående underlag varierar något. Detta bör beaktas vid tolkning av resultatet.

Det alternativ som fått högst totalpoäng i analysen är *Ny utloppstunnel Sandåkersgatan 2*. Detta alternativ har i detta skede bedömts innebära minst intrång i skyddsvärda miljöer och minst risker avseende genomförbarheten. Åtgärdens påverkan på människor och miljö bedöms främst komma från intrång i den skyddsvärda strandlövskogen i Tväråns nedre delar samt eventuella sättningar som kan följa av grundvattensänkning vid schakt.

Åtgärden måste kombineras med underhållsmuddring i Tvärån på delsträckan som rinner genom Rödäng och Västerslätt för att återfå kapaciteten i dagvattenledningarna.

INNEHÅLL

1 INLEDNING 5

1.1 UPPDRAGET 5

1.2 BAKGRUND 5

1.3 AVGRÄNSNING 6

2 METOD FÖR ALTERNATIVUTREDNING 7

2.1 MULTIKRITERIEANALYS 7

2.1.1 Framtagning av kriterier för bedömning av alternativ 7

2.1.2 Poängsättning 7

2.1.3 Viktning 7

2.1.4 Alternativens totalvärde 7

3 ÖVERGRIPANDE OMRÅDESBESKRIVNING 8

3.1 LOKALISERING 8

3.2 BERÖRT VATTENOMRÅDE 10

3.3 PLANFÖRHÅLLANDEN 17

3.3.1 Översiktsplan 17

3.3.2 Detaljplaner 18

3.4 RIKSINTRESSEN 19

3.5 OMRÅDESSKYDD 19

3.6 NATURMILJÖ 19

3.7 EKOSYSTEMTJÄNSTER 20

3.7.1 Ekosystemtjänster inom berörda områden 20

3.8 KULTURMILJÖ 22

4 ALTERNATIV 23

4.1 NOLLALTERNATIV 23

4.1.1 Muddring 23

4.2 GEMENSAMT FÖR ALLA ÅTGÄRDSALTERNATIV 25

4.3 FÖRDJUPNING AV ÅN 26

4.4 NY UTLOPPSTUNNEL 31

4.4.1 Ny utloppstunnel Grisbacka/Hartvigsgatan 32

4.4.2 Ny utloppstunnel Sandåkersgatan 2 34

4.5 NY UTLOPPSTUNNEL MED VÅTMARK 35

4.5.1 Våtmarkens utformning 36

4.6 SANDÅKERSGATAN 1 39

5 UNDERLAG FÖR BEDÖMNING 41

5.1 MILJÖMÅL 41

5.2 MILJÖPROGRAM FÖR UMEÅ KOMMUN 41

5.3 MILJÖKVALITETSNORMER 42

5.3.1 Miljökvalitetsnormer för luft 42

5.3.2 Miljökvalitetsnormer för yt- och grundvatten 42

6 BEDÖMNING 45
6.1 SOCIALA KRITERIER 45
6.1.1 Rekreationsvärde 45
6.1.2 Kulturmiljö 50
6.1.3 Risk och säkerhet 56
6.2 MILJÖKRITERIER 64
6.2.1 Naturmiljö 64
6.2.2 Grundvatten 73
6.2.3 Ytvatten 76
6.3 EKONOMISKA KRITERIER 89
6.3.1 Anläggningskostnad 89
6.3.2 Markanvändning 92
7 SAMLAD BEDÖMNING 94
7.1 VIKTNING 94
7.2 EKOSYSTEMTJÄNSTER 95
7.3 TOTALPOÄNG 95
7.4 SAMMANFATTNING 96
8 KOSTNADSDRIVANDE OSÄKERHETER 97
8.1 FÖRDJUPNING AV ÅN 97
8.2 NY UTLOPPSTUNNEL 97
8.3 NY UTLOPPSTUNNEL MED VÅTMARK 98
8.4 SANDÅKERSGATAN 1 98
9 REFERENSER 99

1 INLEDNING

1.1 UPPDRAGET

WSP Sverige AB har fått i uppdrag av Umeå kommun att genomföra en alternativutredning med syfte att utse den lämpligaste åtgärden för att minska översvämningsrisken i Tvärån i västra Umeå. Baserat på resultat från tidigare utredning (WSP, 2022a), har fyra åtgärdsalternativ valts ut för fördjupad utvärdering. Sedan dess har nya modelleringar genomförts och alternativens utformning har justerats. Alternativutredningen syftar till att beskriva åtgärdernas genomförbarhet, kostnad och effektivitet samt inverkan på människor och miljö.

1.2 BAKGRUND

Hösten 2020 drabbades Umeå av kraftiga översvämningar på grund av höga flöden och regn vid två tillfällen. Detta påskyndade behovet av åtgärder i översvämningsdrabbade vattendrag, vilket föranledde detta uppdrag.

Tvärån rinner genom bostadsområdena Rödäng och Västerslätt som översvämmas när vattennivåerna är höga, även om det inte kommer något regn den dagen. Detta beror på att det är mättat i marken och vattenståndet i Tvärån stiger så mycket att Tvärån bräddar över sina kanter.

Dagvattennäten på Rödäng och Västerslätt leds ut till Tvärån, och när Tvärån har högt vattenstånd står ledningarna dämda. De dämda ledningarna har inte samma kapacitet som vid normalvattenstånd i Tvärån. Om det kommer ett regn som ledningarna inte har kapacitet att leda bort ansamlas vattnet i lokala lågpunkter på marken och på fastigheter istället för att ledas vidare på ytan mot Tvärån. Detta innebär att det skapas översvämningar i de instänga områdena även vid små regn om Tvärån har högt vattenstånd. Det finns ett stort instängt område på Rödäng och några mindre utspridda över både Rödäng och Västerslätt.

Att valla in Tvärån för att förebygga översvämningar är inte en tänkbar lösning eftersom dagvattenledningarna agerar som kommunicerande kärl som leder vatten från Tvärån till bostadsområdena, under vallarna. Eftersom delar av bostadsområdena ligger lägre än Tväråns bankar har inte heller översvämmat vatten möjlighet att ta sig någon annanstans, det fastnar i lågpunkten och kan först rinna bort via rännstensbrunnar och dagvattenledningar när Tväråns nivå sjunker undan.

WSP har tidigare tagit fram en hydraulisk modell över Tvärån samt åtgärdsförslag för att minska risken för översvämningar nu och i framtiden (WSP, 2022a). Modellen har använts för att simulera de åtgärdsförslag som är framtagna av WSP, för att undersöka vilka åtgärder som behöver vidtas för att minska risken för översvämningar med fokus på bostadsområdena Rödäng och Västerslätt.

WSP har kommit fram till att det finns behov av att kombinera flera olika åtgärdsförslag för att både minska översvämningarna orsakat av skyfall och för att sänka vattenståndet eftersom Tvärån svämmar över. Av tjugosex framtagna åtgärdsförslag har fyra föreslagits för vidare utredning, varav ett alternativ delats upp i två delalternativ. Dessa åtgärdsförslag ger en sänkning av vattennivån i Tvärån men kräver en mer i detaljerad undersökning för att säkerställa att de ger en tillräckligt stor sänkning överallt.

Efter den tidigare utredningen (WSP, 2022a) har åtgärdernas utformning reviderats för att hantera ett högre flöde än vad som initialt beräknades. Det flöde som använts vid dimensionering av åtgärderna i detta skede har beställts från SMHI som beräknat flödet utifrån de lokala förutsättningarna i Tväråns avrinningsområde. Åtgärderna är nu dimensionerade för att hantera ett 100-årsflöde på 16 m^3/s med klimatfaktor 1,25, d.v.s. ett totalt flöde på 20 m^3/s.

1.3 AVGRÄNSNING

Denna alternativutredning hanterar de aspekter som en framtida miljökonsekvensbeskrivning (MKB) förväntas innehålla. På så sätt ges en bild av var fokus behöver ligga i en förprojektering och i framtida samråd inför ansökan om tillstånd, samt att det framgår om något alternativ är bättre än andra sett ur ett miljöbalksperspektiv.

Korttidseffekter såsom buller, transporter och luftutsläpp under byggskedet beskrivs delvis men har inte inkluderats i själva utvärderingen. Långsiktiga effekter till följd av anläggningen, såsom syresättning av sulfidjordar till följd av grundvattensänkning eller förändrad markanvändning, har hanterats.

Utöver de miljöaspekter som ligger i fokus i en MKB, utreds även kostnad och genomförbarhet för respektive åtgärd.

Förutsättningar som är gemensamma för samtliga åtgärdsalternativ har uteslutits.

2 METOD FÖR ALTERNATIVUTREDNING

2.1 MULTIKRITERIEANALYS

Multikriterieanalys (MKA) är en metod för att värdera olika alternativ mot varandra på ett strukturerat sätt. Det finns ett flertal mer eller mindre avancerade tekniker vad gäller MKA men tillvägagångssättet följer i huvudsak liknande steg (Dodgson, et al., 2009). De steg som tillämpas i denna alternativutredning följer i nästkommande avsnitt.

2.1.1 Framtagning av kriterier för bedömning av alternativ

Multikriterieanalysen baseras på utvärdering av ett antal kriterier. Kriterierna baseras på de aspekter som vanligtvis presenteras i en miljökonsekvensbeskrivning. I steg 1 avgränsas studieområdet utifrån lokaliseringen av de fyra åtgärdsalternativen som valts i WSP:s tidigare studie (WSP, 2022a).

Utifrån den geografiska avgränsningen och de föreslagna åtgärdsalternativen identifieras i steg 2 de förutsättningar som råder inom det område som bedöms kunna påverkas av åtgärderna.

Därefter, i steg 3, utesluts de aspekter som bedöms irrelevanta utifrån rådande förutsättningar. De återstående aspekterna används sedan för att konkretiseras som kriterier för bedömningen av de olika åtgärdsalternativen.

2.1.2 Poängsättning

Poängsättning av kriterierna för åtgärdsalternativen görs på en skala från 1–5. Den åtgärd vars negativa påverkan på kriteriet bedöms vara störst i förhållande till övriga alternativ får numeriska värdet 1, och den åtgärd vars påverkan på kriteriet bedöms vara positiv eller minst negativ får värdet 5. Utgångspunkten vid poängsättning är att redovisa de förväntade effekterna utifrån ett ”worst case”-scenario. I de fall flera alternativ bedöms ha likvärdig påverkan på kriteriet får alternativen samma poäng.

2.1.3 Viktning

Viktning görs i procent, där varje kriterium ges ett värde mellan 0% och 100% beroende på dess betydelse för åtgärdens genomförbarhet. Se även ytterligare utvärdering av viktningen i avsnitt 7.1.

2.1.4 Alternativens totalvärde

Alternativens totalvärde tas fram genom sammanvägning av samtliga kriteriers poängsättning och viktning, vilket ger ett totalvärde och ranking för varje åtgärd.

3 ÖVERGRIPANDE OMRÅDESBESKRIVNING

3.1 LOKALISERING

De åtgärder som planeras är främst lokaliserade till Tvärån eller de drabbade bostadsområdena, se Figur 1. Även om åtgärdsalternativen inte är detaljprojekterade kan deras geografiska läge betraktas som relativt låst.

För tunneln har ett antal olika dragningar tagits fram. Tunnelns startpunkt är belägen inom Rödäng och därefter passerar tunnelalternativen genom bostadsområdena Grubbe och Grisbacka. Områdena är tätbebyggda och ett flertal skolor finns här. Söder om bostadsområdena föreslås tunneln dras under åkermark och skog. Tunnelns utlopp ska sedan ledas till Umeälven. Utformningen av detta kan komma att ändras något i detaljprojekteringen.

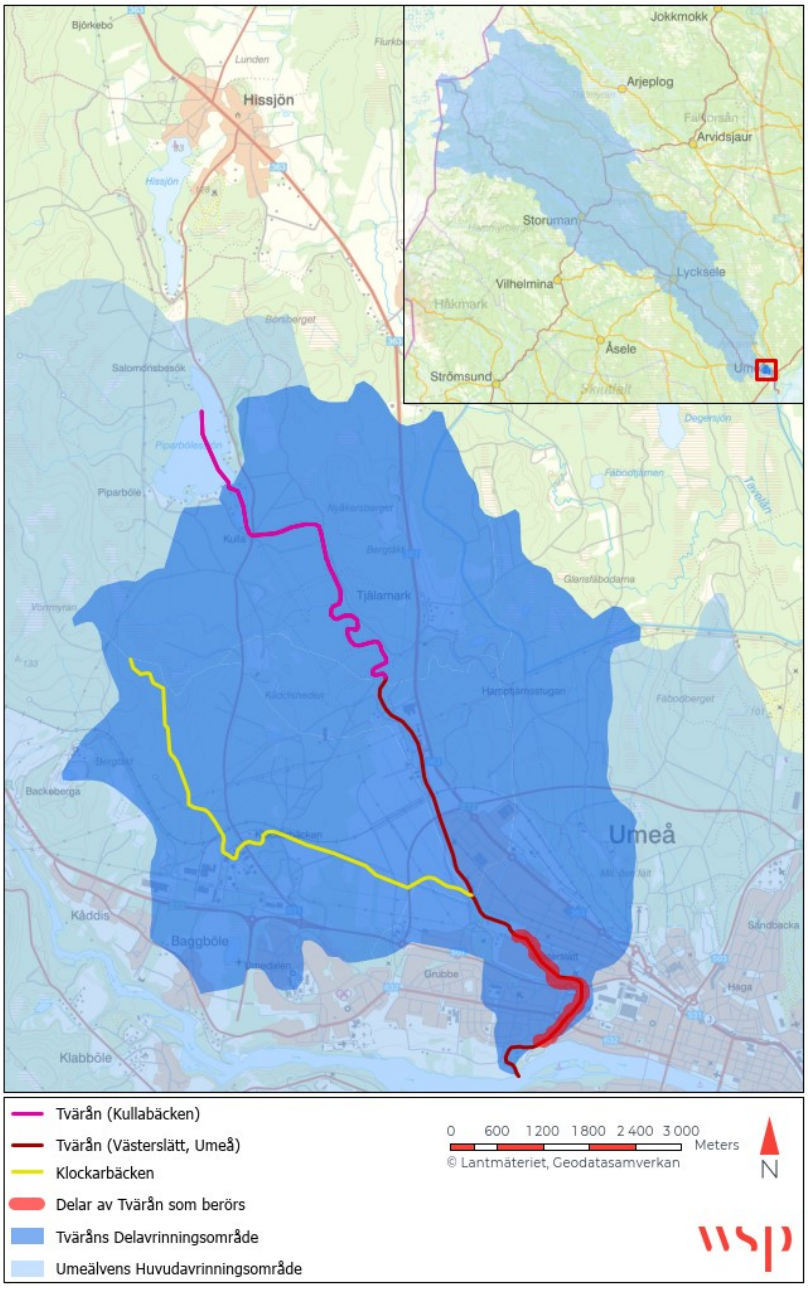
Intill Tvärån, ovanför Rödberget, planeras en våtmark. Marken som tas i anspråk består av gles skogsmark, ängsmark och betesmark. De bebyggelser och kolonilotter som finns i området kommer inte påverkas.



Figur 1. Förenklad översiktskarta. Planerad lokalisering för samtliga åtgärder.

3.2 BERÖRT VATTENOMRÅDE

Tvärån består av två vattenförekomster som börjar sitt lopp vid källsjöarna Piparbölessjön och Kullasjön nordväst om Umeå och mynnar i Umeälven (se Figur 2). Endast den nedre delen av Tväråns södra vattenförekomst berörs av planerade åtgärder.



Figur 2. Tväråns delavrinningsområde syns i huvudkartan tillsammans med vattenförekomster och den del som berörs av åtgärderna. Huvudavrinningsområdet ses i översiktskartan. Delavrinningsområdet utgör en del av huvudavrinngingsområdet.

Tväråns delavrinningsområde består mestadels av skogsmark (barrskog utanför våtmark), men även till stor del av odlingsmark och i de nedre delarna är miljön urban och består av exploaterad mark med stor del hårdgjorda ytor. De marktyper som utgör störst del av avrinningsområdet kan ses i Tabell 1. Övriga marktyper utgör mindre än 2 % av avrinningsområdet.

Tabell 1. De marktyper som utgör majoriteten av Tväråns avrinningsområde.

Marktyp	**Area (km^2)**	**Andel av avrinningsområdet (%)**
Odlingsmark	36	9
Övrig öppen mark (med vegetation)	28	7
Övrig exploaterad mark	26	7
Vägar	24	6
Barrskog (utanför våtmark)	173	43
Lövskog (utanför våtmark)	32	8
Temporärt ej skog (utanför våtmark)	47	12

Till skillnad från flera andra av stadens vattendrag, är Tvärån inte kulverterad utan rinner till största del öppet genom bebyggelsen i stadens västra delar. Tvärån börjar som en typisk skogsbäck (Kullabäcken) som följs av ett flackare avsnitt över slätten och får sedan en högre fallhöjd med forsar ner mot älven.

Det finns ett antal nyckelprocesser som skapar habitat och styr miljön i ett vattendrag. Viktigast av dessa är vattenflödet som i sin tur styr många andra processer, till exempel erosion och sedimenttransport samt isdynamik (Grip on Life, 2021). På den flacka sträckan i Tvärån bromsas strömningen upp och sedimenten avlagras, vilket under naturliga förhållanden leder till en meandrande bäckfåra. Tväråns naturligt meandrande karaktär finns kvar uppströms berört område medan ån i de nedre delarna är påverkad av mänsklig påverkan och är bitvis rätad med en modifierad strandzon. Vid jämförelse av flygbilder från runt 1960 med flygbilder från idag syns tydligt att Tvärån rätats ut vid bostadsområdena Rödäng och Västerslätt, se Figur 3. Uträtning innebär en ökad specifik flödesenergi på åtgärdade sträckor, vilket orsakar erosion och sedimentation nedströms (Grip on Life, 2019).



Figur 3. Tvärån idag jämfört med Tvärån runt 1960 (Lantmäteriet, 2023).

I den biotopkartering som Länsstyrelsen genomförde 2014 beskrevs berörd sträcka, från Rödäng till Lundåkern, bestå av främst svagt strömmande till strömmande partier (5–50% av vardera). Bottensubstratet domineras av lera och sand. Både uppströms och nedströms berörd sträcka utgörs bottensubstratet till större andel av större fraktioner (sten uppströms och nedströms, block nedströms) och längre sträckor domineras av lugnflytande vatten enligt biotopkarteringen.

Sedimentprovtagning genomfördes på den berörda sträckan i slutet av maj 2022, varvid fältnoteringar gjordes. Provpunkter ses i Figur 4.



Figur 4. Provtagningspunkter i Tvärån.

Längst upp i åtgärdsområdet, vid Industrivägen (22W10s), observerades vattenhastighet motsvarande svagt strömmande till strömmande och botten bestod av sand och grus med inslag av sten. Kanterna stod relativt brant och i kantzonen fanns både växtlighet som skuggar och grov detritus, se Figur 5. Vattnet stod höftdjupt.



Figur 5. Tvärån i höjd med Industrivägen, punkt 22W10s. Nedström vy.



Figur 6. Tvärån vid Västerslätts industriområde, punkt 22W09s. Nedströms vy.

Längre nedströms, i höjd med Västerslätts industriområde (22W09s), var vattnet lugnt flytande och djupet någon decimeter på höger sida om ån (sett i flödets riktning) men något djupare på vänster sida. Bottensubstratet bestod främst av sand och silt blandat med organiskt material. Kanterna står branta på vänster sida och flackare på högersidan där även växtligheten är glesare. Vattendragets kantzon och närområde består i huvudsak av gräsytor och saknar för vattendraget skuggande vegetation (se Figur 6).

Liknande karaktär på kanterna återfanns även längsmed bostadsområdena (22W08s och 22W07s), med ån brantare och djupare på vänstra sidan och flackare och grundare mot Rödäng, se Figur 7. Bottensubstratet bestod fortsatt främst av sand och silt blandat med organiskt material. Detta är typiskt för en vattendragsfåra i ett flackt landskap av mjukare substrat och en del i den långsamma meandringsprocessen där erosion sker i ytterkurvorna av vattendraget och sedimentation i innerkurvorna. Ett vattendrags förändrade geografiska läge på grund av meandring är en process som oftast tar lång tid. Ur ett kortare tidsperspektiv och i vattendrag som Tvärån, där omgivande markanvändning innebär att meandringsmöjligheterna begränsats, kan i stället en ackumulation (sedimentation) av material som förts med från mer strömmande sträckor ske. Det kan innebära en lokal uppbyggnad av sediment och minskat djup på vissa delsträckor.



Figur 7. Tvärån längsmed bostadsområdena, punkt 22W08s eller 22W07s. Nedströms vy.



Figur 8. Innan bron vid Rödängsrondellen, punkt 22W06s. Nedströms vy.

Sista provpunkten innan bron vid Rödängsrondellen (22W06s) är på en sträcka som historiskt blivit rätad vilket också kan skönjas i bilden i Figur 8. Ån är också djupare (runt midjehöjd) och kanterna brantare. Bottensubstratet var uteslutande sand och vattnet lugnflytande till svagt strömmande.

Vattenhastighet motsvarande lugnflytande och den smala, djupa fåran med tvära kanter bibehölls sedan en sträcka nedströms denna punkt. Vid punkten innan Blå vägen (22W05s) var vattnet fortsatt djupt och lugnflytande till svagt strömmande. Bottensubstratet bestod av främst sand, men vid norra banken fanns även inslag av grus.

Efter Blå vägen (22W04s) bestod bottensubstratet av silt och sand och i högra kanterna fanns även sten. Svagt strömmande till strömmande vatten. Nedströms punkten övergick vattnet till mer strömmande och bottensubstratet övergick till enbart sand men fortsatt med sten längsmed högerkanten, se Figur 9. Vid en punkt (22W03s) var vattnet så pass djupt och strömt att provtagning inte kunde genomföras vid tänkt provplats utan längre nedströms där det fanns en grundare klack i östra delen av fåran.



Figur 9. Strömmande sträcka nedströms Blå vägen, punkt 22W04s. Nedströms vy.



Figur 10. Tvärån nedströms Storgatan, punkt 22W01s. Nedströms vy.

Vid de två provpunkterna nedströms Storgatan (22W02s och 22W01s) meandrar ån mer naturligt genom lövskog, se Figur 10. Slänterna på denna sträcka är branta och höga kring åfåran och beklädda med vegetation som skuggar. Strandskogen är viktig för beskuggning av strandnära partier och för tillgången på substrat i form av nedfallande material, stambaser, socklar och död ved i eller i anslutning till ån. Naturliga omgivningar med bland annat strandskog är positivt för att upprätthålla livsmiljöer, vattenkvalitet och en naturlig näringsomsättning (Naturvårdsverket, 2011). Vattnet var knädjupt och lugnflytande till svagt strömmande. Bottensubstratet övergick från sand direkt nedströms Storgatan till högre silt- och lerhalt i sista provpunkten.

I de nedre delarna av Tvärån, vid den sista provpunkten och nedströms, återfinns en större variation än uppströms mellan öppna, lugnflytande och mer beskuggade sträckor som är typiskt för mindre vattendrag. Här återfinns mer variation av lokala strandmiljöer och bottnar med förutsättningar för högre biologisk mångfald. De naturliga erosions- och sedimentationsprocesserna som formar strandzonerna utgör en viktig funktion för vattendraget.

En biologisk undersökning av Tvärån genomfördes av Pelagia år 2004. Bottenfaunaundersökning, kärlväxtinventering och inventering av lekområden för grodor genomfördes uppströms berört område medan inventering av lekområden för öring genomfördes hela vägen från Forslunda till utloppet i Umeälven. Bedömning av vattendraget uppströms berört område visade på att Tvärån är ett relativt artrikt vattendrag gällande bottenfauna. Förutom ett högt antal taxa visade även indexberäkningarna genomgående på höga värden. Vattendraget beskrevs ha ett relativt ensartat utseende med långa avsnitt lugnflytande partier med mjukbotten, men med kortare avsnitt blockrik botten. Vegetationen runt Tvärån beskrevs som frodig, tät och varierad.

Inventering av lekområden för öring inkluderade den sträcka som berörs av åtgärderna. Inga lämpliga lekområden för öring påträffades på hela den inventerade sträckan, då majoriteten av bottensubstratet

utgörs av finpartikulärt material. På de sträckor där vattenhastigheten var högre återfanns inga lämpliga lekplatser för öring.

Ett litet bestånd vandrande och stationär öring, samt harr och ibland gädda, återfinns enligt fiskevårdsföreningen i Tvärån idag. Tidigare fanns två definitiva vandringshinder i ån: ett vid Kvarnbron där en damm ersattes med en naturlig tröskel, och ett vid Forslunda gymnasium där omlöp anlades. Möjlighet för fiskvandring finns nu upp till Kullasjön-Piparbölessjön (Tväråns fiskevårdsförening, 2023).

3.3 PLANFÖRHÅLLANDEN

3.3.1 Översiktsplan

Den gällande översiktsplanen för Umeå kommun är antagen av kommunfullmäktige den 27 augusti 2018. Nedan följer en sammanställning av Tväråns roll i översiktsplanen.

Umeå kommun har ett helhetstänk för stadens gröna strukturer. I översiktsplanen utpekas stråket längs Tvärån som ett av de stråk som utgör en viktig grön koppling till stadens parker och till älvstråket. Tvåråstråket utgör en viktig koppling både i det större sammanhanget och som en viktig koppling i den centrala staden. Därtill utgör även Tvåråstråket en ekologisk korridor som knyter samman värdefulla naturmiljöer för säkerställande av funktioner.

Rekreationsstråket längs Tvärån erbjuder en variation av park-, skog- och odlingsmiljöer och sträcker sig längs ån från Lundåkern till Forslunda med koppling till Bölesholmarna. Även rekreationsområdet Rödberget bör knytas till Tvåråstråket. I Umeå kommuns översiktsplan får stråket tillsammans med Hedlundadungen en förstärkt roll för boende vid komplettering av kringliggande bostadsområden. Tvåråstråket utvecklas till ett attraktivt gång- och cykelstråk som knyter samman den västra stadsdelen med rekreationsområdet kring Hamptjärnstugan och Kullaområdet.

Planeringen och utveckling av grönstrukturen i staden utgår från en målbild som handlar om utbud och närhet inom olika avstånd. Inom gångavstånd från bostaden bör det finnas möjligheter till exempelvis en grön oas, lek- och mötesplatser medan det inom 20 minuters bussresa bör finnas möjlighet att uppleva orördhet, nå exempelvis en vandringsled eller skidbacke. Området vid Lundåkern-Tvärån erbjuder idag möjlighet till unika naturupplevelser i varierad miljö.

Tvärån är i ett fokusobjekt angående förstärkt hänsyn till vattenkvalitén i Umeå kommuns översiktsplan. I nedre delen av ån har tidigare restaurering utförts för att skapa goda förutsättningar för fiskvandring och möjlighet finns idag för fiskvandring till Kullasjön - Piparbölessjön. Biotopvårdande åtgärder pågår, liksom utsättning av öring och harr.

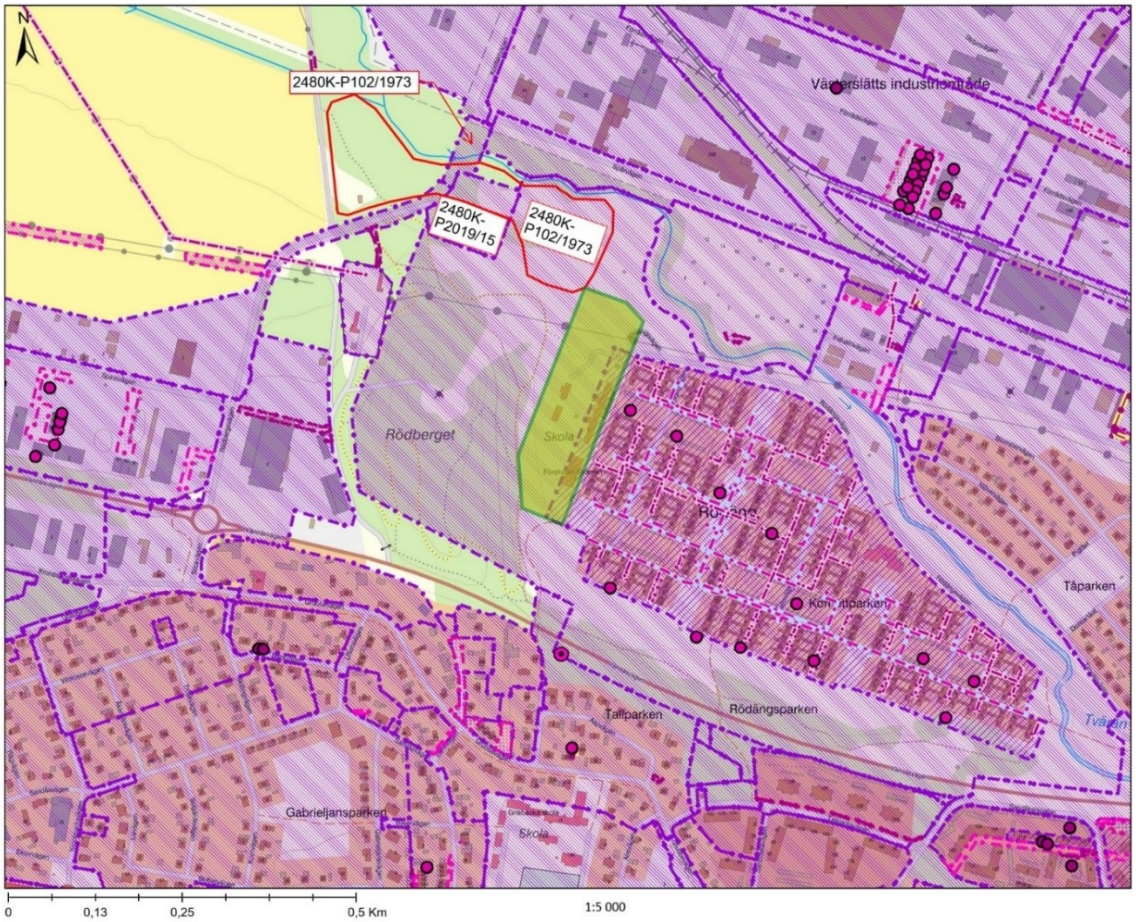
Tvärån riskerar att övergödas och förorenas med miljöfarligt utsläpp från industriområden i Västerslätt. I översiktsplanen föreslås åtgärder såsom anläggning av fördröjningsdammar för att minska tillflöden av grumlande material, miljögifter, försurande ämnen och närsalter via dagvattenutsläpp och jordbruk. Utöver detta utreds också anläggning av ett våtmarksområde väster om Rödäng för att ta hand om dagvattnet från verksamhetsområden vid Klockarbäcken och förbättra Tväråns vattenstatus avseende näringsämnen. Det poängteras även att risken för ytterligare påverkan genom försurning, övergödning och miljögifter (dagvatten) för Klockarbäcken ska vara försumbar vid vidare utbyggnad av verksamhetsområden kring Klockarbäcken.

3.3.2 Detaljplaner

I denna utredning har en avgränsning gjorts där *Ny utloppstunnel med våtmark* diskuteras i detalj och resterande åtgärder diskuteras översiktligt utifrån de detaljplaner som berörs.

Vid anläggning av våtmarken tas mark som berörs av detaljplanerna 2480K-P2019/15 och 2480K-P102/1973 i anspråk, se Figur 11. Detaljplan 2480K-P2019/15 berörs endast i den övre delen där ett naturområde med dagvattenhantering är planlagt. Våtmarken anses vara förenlig med denna detaljplan.

Den nordvästra delen av detaljplan 2480K-P102/1973 berörs av våtmarken. Detta område är i huvudsak avsett för park eller plantering, vilket bedöms vara i enlighet med åtgärdsplanen. Delar av området är dock planlagt för upplags- och utställningsägor samt fordonsparkering, vilket är i konflikt med anläggningen av våtmarken. En justering av detaljplanen kan därmed behövas för att våtmarken ska få tillstånd.



Figur 11. Detaljplaner som berörs av våtmarken markerade med rött. Detaljplan Gitarren 1 m.fl. ses i grönt. Källa: Länskarta Västerbotten.

En ny detaljplan, Gitarren 1 m.fl., antogs av kommunfullmäktige 2023-06-19 (se grönt område i Figur 11). Detta beslut har överklagats och ärendet ligger nu hos mark- och miljödomstolen. Området närmast Tvärån är planlagt för idrottsområde och nedanför det möjliggör detaljplanen större ytor för skolområde. Detaljplanen kan komma att påverkas av föreslagna utloppstunnlar som korsar planområdet.

Att dra tunneln utanför detaljplanen bedöms vara möjligt. Anläggning med schaktfritt alternativ bör då användas, eftersom marknivåerna utanför detaljplanen är högre. Det innebär att ledningssträckan som tidigare hade bedömts kunna schaktas hamnar på större djup vilket gör schaktfritt mer lämpligt. Det

finns risk att de geotekniska förutsättningarna på sträckan innebära en ökad kostnad för mikrotunnling, främst då det kan finnas berg på sträckan.

De breddade slänter som *Fördjupning av ån* och *Sandåkersgatan 1* innebär, samt överfallsdiket som tar mark i anspråk i *Ny utloppstunnel*, bedöms vara förenliga med planlagda områden för park eller plantering. Detta förutsätt att överfallsdiket kan hållas utanför detaljplan Gitarren 1 m.fl.

3.4 RIKSINTRESSEN

Enligt Länskarta Västerbotten utgör Umeälven, som Tvärån mynnar i, riksintresse för yrkesfiske enligt 3 kap. 5 § miljöbalken (MB). Möjligheten för yrkesfiske bedöms inte påverkas av planerade åtgärder.

3.5 OMRÅDESSKYDD

Uppströms den berörda delen av Tvärån, ovan Forslunda, gäller Vindelälvens vattenskyddsområde. Området täcker 11 445 ha och inkluderar Kullabäcken och Piparbölessjön och sträcker sig till Tavelsjö. Syftet med vattenskyddsområdet är att skydda vattentillgångarna inom området i ett flergenerationsperspektiv (Naturvårdsverket, u.d.). Området bedöms inte påverkas av planerade åtgärder.

3.6 NATURMILJÖ

Inventeringar har genomförts vid Tvärån och kring Västerslätt, Rödäng och Grubbe. Utifrån tidigare genomförda inventeringar och sammanställning av tidigare registrerade naturvärden och artfynd konstateras att det inom området kring de nedre delarna av Tvärån finns biologiska värden. Dessa delar har sannolikt stått orörda under längre tid, något som är ovanligt för urbaniserade områden (Holmberg, 2020). De sekundära lövnaturskogarna vid Lundåkern, tillsammans med strandlövskogen i nedre Tvärån, bildar ett sammanhängande lövskogsområde som klassats som nyckelbiotop (Norstedt, 2016).

Närheten till ån och ravinerna som formation ger ett längsgående område med hög luftfuktighet och därmed förutsättningar för olika typer av svampar, lavar, mossor och ormbunksväxter. Svampar bidrar till nedbrytningen av träd som ger goda förutsättningar för vedlevande insekter som i sin tur utgör huvudföda för ett stort antal fågelarter med mera i området. Biotopen är numera sällsynt och därmed särskilt skyddsvärd i tätortsnära lägen (Holmberg, 2020).

Skogen inramar en naturligt meandrande åsträcka och innefattar både gamla och döda lövträd samt lövlågor (Norstedt, 2016). Stående döda träd är utmärkta boplatser för fladdermöss och fåglar, i synnerhet för både större och mindre hackspett som konstaterats häcka i området. Den rikliga förekomsten av grövre lövträd och stående död ved har också betydelse för mera sällsynta rariteter som exempelvis vitryggig hackspett (Holmberg, 2020), som är en akut hotad art i Sverige.

På dessa sträckor finns arter som omfattas av artskydd enligt 4 § artskyddsförordningen, bland annat visar en fladdermusinventering från 2014 att området är intressant och värdefullt för fladdermöss (Grellmann, 2014).

Identifierade risker mot befintliga naturvärden i strandlövskogen utgörs av avverkning och åtgärder som förändrar de hydrologiska förutsättningarna längs strandlövskogen. Övriga risker är felaktigt placerade vattenuttag, dämmande broar etc. som kan påverka fiskvandring negativt. Buffertzoner mot bebyggelse är i vissa delar i princip obefintliga vilket gör området än mer sårbart för framtida negativ påverkan om hänsyn till områdets naturvärden inte tas (Holmberg, 2020)

Även längs stränderna i de övre delarna av Tvärån växer av en tät bård av buskar och träd som främjar biologisk mångfald och artspridningen längs åns strandområden. Ån är en grön korridor för artspridning och har därmed höga värden för den gröna infrastrukturen.

Enligt Artportalen har flertal fynd av utterspår rapporterats på berörd sträcka under perioden 2014–2024. Senaste fyndet rapporterades i februari 2024 då utterspår observerades på Grisbacka ca 60 m från Tvärån. Utter är en rödlistad art (nära hotad). Ett flertal rödlistade fågelarter har rapporterats under samma period, främst i de nedre delarna av Tvärån. Inga övriga fynd under denna period bedöms relevanta.

3.7 EKOSYSTEMTJÄNSTER

För att synliggöra de värden som naturen tillför oss människor brukar man referera till begreppet ekosystemtjänster. Ekosystemtjänster innefattar de produkter och tjänster som naturens ekosystem ger oss människor och som bidrar till vårt välbefinnande. Till ekosystemtjänster kan räknas både direkta tjänster såsom livsmedel i form av dricksvatten och fisk eller mer indirekta tjänster som exempelvis flödesutjämning och vattenrening (Naturvårdsverket, 2012).

För att kartlägga ekosystemtjänsterna i ett område utgår man vanligtvis från ett antal föreslagna kategorier. Naturvårdsverket har tagit fram en lista av kategorier som har anpassats för svenska förhållanden. Ekosystemtjänsterna delas in i fyra kategorier efter deras funktionalitet i förhållande till mänskligt välbefinnande: kulturella, försörjande, reglerande och stödjande tjänster (Naturvårdsverket, 2015)

- Kulturella tjänster: immateriella produkter som ekosystemet tillhandahåller som upplevelsevärden. De kulturella tjänsterna ger direkta värden.
- Försörjande tjänster: den produktion som är ett direkt resultat av ekosystemet, exempelvis jordbruks- och skogsproduktion, elkraft och färskvattenuttag. De försörjande tjänsterna ger direkta värden.
- Reglerande tjänster: naturens egen reglering av kritiska processer som exempelvis våtmarkernas reglerande kapacitet och näringsretention. De reglerande tjänsterna ger upphov till indirekta värden.
- Stödjande tjänster: nödvändiga för att alla andra tjänster ska produceras. De stödjande tjänsterna ger upphov till existensvärden och indirekta värden.

3.7.1 Ekosystemtjänster inom berörda områden

I och omkring Tvärån finns en mängd olika intressen och aktörer som drar nytta av de ekosystemtjänster som ekosystemen levererar.

Att vattnet är av god kvalitet i Tvärån är viktigt både för att uppnå miljömål kring god status och för att uppnå en hög biodiversitet, men även för rekreationsmöjligheter och fiske i Tvärån. Tvärån bidrar även med många andra tjänster så som nedbrytning av föroreningar, recipientmottagare för dagvatten och betydelsefulla habitat för djur och växter. Strandlövskogen vid de nedre delarna av Tvärån bidrar bland annat till biologisk mångfald och rekreationsmöjligheter men även till klimatreglering genom upptag av koldioxid samt en mängd andra ekosystemtjänster.

I ett första steg identifieras en bred bruttolista med ekosystemtjänster som sedan trattas ned, så den fortsatta analysen kan hållas konkret. I Tabell 2 ses de ekosystemtjänster som prioriterats i denna rapport eftersom de anses mest relevanta. Nedan följer en beskrivning av de ekosystemtjänster som valts ut. Vid bedömning av påverkan på ekosystemtjänsterna har bedömning utgått från om ekosystemtjänster tillkommer eller går förlorade. Storleken på påverkan har inte tagits i beaktande.

Tabell 2. Prioriterade ekosystemtjänster som har valts ut inom projektet.

Typ av ekosystemtjänst	Ekosystemtjänst
Stödjande	Livsmiljöer och biologisk mångfald
Reglerande	Flödesreglering
	Näringsupptag (retention)
	Klimatreglering
Kulturella	Rekreation
	Kunskap och information

Livsmiljöer och biologisk mångfald

Livsmiljö och biologisk mångfald är båda stödjande ekosystemtjänster som bidrar till att andra ekosystemtjänster finns och fungerar. Livsmiljöer (habitat) ger förutsättningar för att arter ska kunna utvecklas och fortleva, och biologisk mångfald skapar förutsättning för upprätthållandet av ekologiska system.

Mycket tyder på att Tvärån har en rik bottenfauna och det finns ett flertal fiskarter som trivs i vattnet. Livsmiljöerna variera mellan lugna sel med mjukbotten och mer forsande sträckor med hårdgjorda ytor. I nedre delarna av Tvärån finns strandlövskogen som är rik på svampar, lavar, mossor och ormbunksväxter. Det finns goda förutsättningar för vedlevande insekter som i sin tur medför ett stort antal fågelarter och fladdermöss i området.

Flödesreglering

Naturen har en förmåga att naturligt reglera vattnets flöde genom landskapet. I Tvärån förekommer forssträckor omväxlande med lugnflytande partier i mer flacka delar. Flödena i vattendraget varierar beroende av årstid. Med fungerande svämplan och plana, breda sträckor kan ett vattendrag motstå översvämningar, vilket idag inte är en fullt fungerande process i Tvärån.

Även skog och växtlighet, såsom strandlövskogen i Tväråns nedre del, har en inverkan på vattenflödena. Skogsklädd mark har stor betydelse för mängden vatten som bildar avrinning, exempelvis genom att nederbörd fastnar i trädkronorna och avdunstar innan det når marken eller genom att träden suger upp vatten ur marken. Även grönytorna kring ån i höjd med Västerslätt och Rödäng påverkar avrinningen, eftersom vattnet kan infiltrera på dessa ytor. Förekomst av till exempel våtmarker och trädbevuxna kantzoner kan bidra till att dämpa redan uppkomna vattenflöden.

Näringsupptag (retention)

Genom naturliga processer kan mängden näringsämnen som når en recipient regleras genom att näringsämnen bland annat sedimenterar eller tas upp av växter och organismer. Stora delar av Tväråns avrinningsområde består av skogs- och jordbruksmark, vilket medför att vattendraget transporterar till exempel både kväve och fosfor. Då Tvärån rinner genom staden är vattendraget också recipient för till exempel dagvatten från hårdgjorda ytor. Grönytor och skog kring Tvärån bidrar till minskad uttransport av näring, organiskt material, metaller och miljögifter från marken till ån genom näringsupptag.

Klimatreglering

Alla fotosyntetiserande organismer binder koldioxid. Grönytor inom berört område har därmed en klimatreglerarande funktion genom att de tar upp koldioxid från omgivningen och lagra detta i biomassan. I ytvatten leder nedbrytning av löst organiskt material att sjöar och vattendrag som regel är övermättade med koldioxid (i relation till atmosfären) vilket gör dem till nettokällor av atmosfärisk

koldioxid och av kol som helhet (Havs- och vattenmyndigheten, 2017). Tvärån och omgivande park- och skogsmark är därmed en betydande del av kolets kretslopp.

Rekreation

Natur, särskilt tätortsnära natur, erbjuder möjlighet till fritidsaktiviteter för återhämtning. Tvärån är ett av få urbana vattendrag i Umeå som inte kulverterats och därmed erbjuder ån en rekreationsmiljö som är ovanlig inom Umeå stad. Området kring Tvärån utgör ett friluftsområde med en rik variation av naturupplevelser. Strandlövskogen i nedre Tvärån erbjuder en orörd tätortsnära skog med en rik variation av arter att studera.

Områdena kring Tvärån används för utomhusträning, för att rasta hunden eller för att helt enkelt sitta och njuta av naturmiljön. De åtgärder som genomförts för att skapa förutsättningar för fiskvandring möjliggör nu även fiske längs ån (Umeå Kommun, 2020).

Kunskap och information

Denna ekosystemtjänst kopplar till samtliga andra tjänster, då det är genom forskning vi fått kunskap om såväl naturens direkta som indirekta nyttor. Ur utbildningssyfte kan vattendrag vara värdefulla oavsett ekologisk status, eftersom det går att lära av både orörda och kraftigt påverkade vattenmiljöer. Skogen används av många skolor i undervisningen som en miljö och ett studieobjekt där eleverna lär sig, inte bara om skogen och dess ekologi, utan studerar även helt andra ämnen som matematik och engelska. De tätortsnära naturupplevelserna som Tvärån och dess närområden medför innebär därför lättillgängliga miljöer för utbildning.

3.8 KULTURMILJÖ

På en karta från 1693 finns tre kvarnar markerade vid den nedre delen av Tvärån. Flera kvarnar har kommit till på samma plats under 1700- och 1800-talet, en av dessa var socknens första tullmjölkvarn som byggdes här år 1795. Verksamheten vid mjölkvarnen lades ner senare till följd av minskad vattentillförsel i ån. År 1962 såldes kvarnen till Umeå kommun som rev den samma år. På platsen byggdes senare en betongbro för gång- och cykeltrafik, den så kallade Kvarnbron (Natur- och Kulturvårdsleden i Umeälvens dalgång, u.d.).

På Rödberget finns en kulturhistorisk lämning (RAÄ-nummer saknas) av en ristning. Det finns även två möjliga fornlämningar (RAÄ-nummer Umeå stad 291:1, Umeå stad 290:1) av stensättningar (Riksantikvarieämbetet, u.d.).

4 ALTERNATIV

4.1 NOLLALTERNATIV

Nollalternativet vid utredningen av en planerad verksamhet eller åtgärd innebär ”uppgifter om rådande miljöförhållanden innan verksamheten påbörjas eller åtgärden vidtas och hur de förhållandena förväntas utveckla sig om verksamheten eller åtgärden inte påbörjas eller vidtas” (6 kap. miljöbalken).

Nollalternativet för Tvärån innebär att inga åtgärder vidtas för att minska risken för översvämning i områdena Västerslätt och Rödäng. Därmed kommer områdena fortsätta översvämmas via översvämning av Tvärån eller via bräddning genom dämda dagvattenledningar, alternativt om ledningsnätet inte har kapacitet att avbörda dagvattnet, vilket medför både kostnader och risker för människors hälsa och miljö. I och med klimatförändringarna finns även risk för att dagens översvämningsproblematik kommer att tillta med ökad frekvens av höga och mer extrema vattenflöden i Tvärån.

4.1.1 Muddring

Vid inspektioner efter översvämningarna 2020 konstaterades att många dagvattenutlopp var igenslammade på sträckan som berördes av översvämningar (Vakin, 2023). För att återfå dagvattennätets ursprungliga funktion krävs enligt tidigare utredning (WSP, 2022a) samt dialog med Umeå kommun och Vakin, att delar av Tvärån muddras. Detta är främst aktuellt i de delar av Tvärån som ligger uppströms Blå vägen (väg 92). Baserat på de dagvattenledningar som är mynnar i ån har en uppskattning gjorts på vilken sträcka som kan komma att kräva muddring, se lila streck i Figur 12. Sträckan uppgår till ca 1,2 km.



Figur 12. Sträcka som eventuellt kräver underhållsmuddring.

Orsaken till att dessa dagvattenutlopp slammar igen är att åns sedimentationsförlopp medför att sediment ackumuleras i höjd med dagvattenutloppen. I ett vattendrag med mjuka substrat som rinner genom ett låglutande landskap pågår kontinuerligt en meandringsprocess som, genom erosion och sedimentation, ändrar fårans djup och bredd. Processen tar tid och på rätade delsträckor av Tvärån blir idag den mest framträdande effekten ackumulation av sediment. På sträckor uppströms berörd sträcka kan erosionen ha ökat till följd av mänskliga påverkansfaktorer, vilket ökar transporten till berörd sträcka.

Umeå kommun och Vakin är inte medvetna om ån har muddrats tidigare eller inte, men inför utbyggnaden av Rödäng är uppfattningen att Tvärån "åtgärdades" till följd av översvämningar i slutet av 60-talet (WSP, 2022a). Sedan dess är bedömningen att minst 50 cm sediment har ansamlats på undersökta platser på berörd delsträcka.

I ett framskridet läge krävs därmed underhållsmuddring av delar av ån för att bibehålla funktionen i dagvattennätet. För muddring krävs normalt tillstånd eller anmälan enligt miljöbalken, beroende på muddringens omfattning. I detta skede antas åns slänter inte behövas flackas ut i samband med muddringen och att inga åtgärder krävs för att säkerställa stabiliteten vid broar. Muddringen omfattar endast åtgärdande av åns bredd och djup.

Eftersom sedimentation på sträckan sker konituerligt, kommer muddring krävas regelbundet för att säkerställa dagvattennätets funktion. Åtgärder kan dock vidtas för att minska muddringsbehovet, vilket kan medföra en mer omfattande tillståndsprocess. En kompletterande åtgärd till muddring kan vara att kartlägga påverkan som ger erosion i uppströms delar av vattendraget och åtgärda detta för att minska transporten till berörda delar. Erosionsskydd i de slänter som i dagsläget rinner ner mot ån kan även förlänga behovet mellan muddringstillfällena genom att minska erosionen i slänterna. Förslag har även lyfts som innebär en mer omfattande muddring av ån och inkluderar utökad bredd och anläggning av svämplan på vissa sträckor. En ökad bredd av ån innebär att muddringen i framtiden kan begränsas till de mest utsatta områdena vilket innebär mindre störningar i ån och omgivande stränder. Därmed kan en mer omfattande muddring i detta skede medföra ett minskat muddringbehov framgent. Möjligheterna med en utökad muddring motsvarar i stort de för alternativ *Fördjupning av ån* och *Sandåkersgatan 1* som presenteras i avsnitt 4.3 och 4.6.

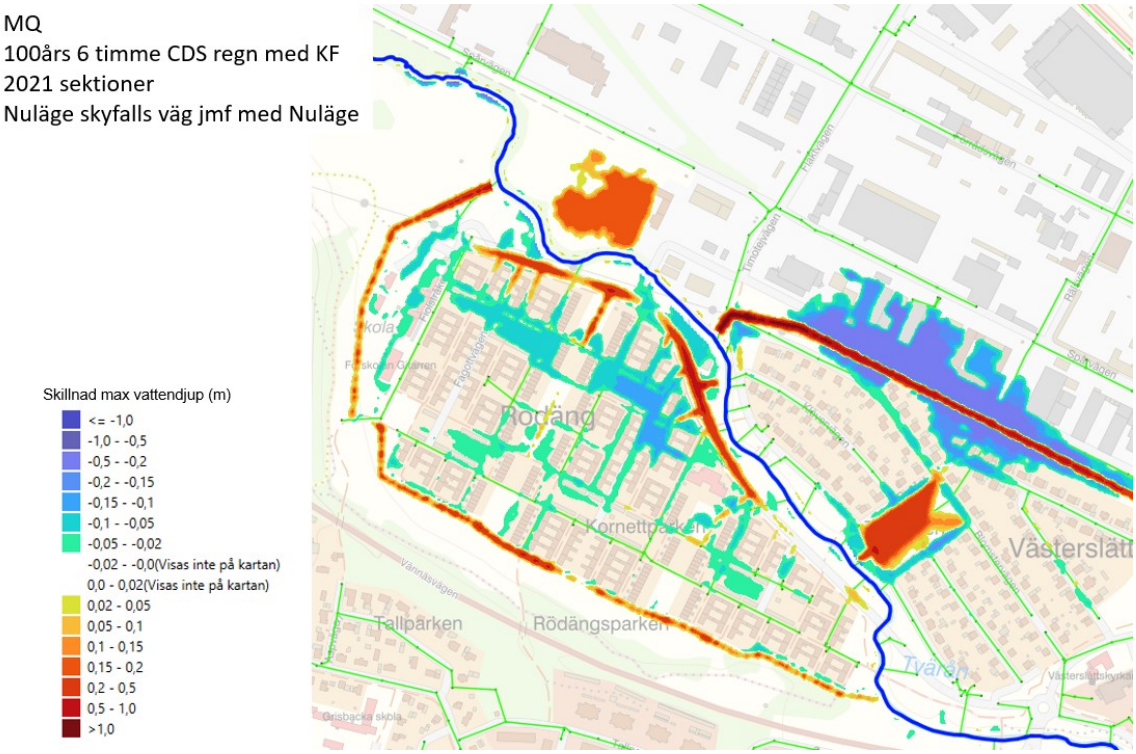
En mer eller mindre omfattande muddring kommer alltså krävs oavsett vilken åtgärd som vidtas. Om *Fördjupning av ån* (se avsnitt 4.3) eller *Sandåkersgatan 1* (avsnitt 4.6) blir aktuella innebär det att muddringen sker i samband med urgrävningen av ån och att åtgärder kan vidtas för att minska behovet av muddring framöver. För övriga åtgärdsalternativ, inklusive nollalternativet, tillkommer underhållsmuddring utöver den huvudsakliga åtgärden.

4.2 GEMENSAMT FÖR ALLA ÅTGÄRDSALTERNATIV

De åtgärder som är gemensamma för samtliga alternativ inkluderas inte i jämförelsen i föreliggande MKA, men presenteras i detta avsnitt för att ge en helhetsbild av åtgärdsalternativen.

Gemensamt för samtliga alternativ är att skapa säkra sekundära avrinningsvägar på hela Västerslätt samt stora delar av Rödäng. På Väststerslätt bör bland annat parkmark sänkas för att användas som översvämningsyta. Rinnvägar bör även skapas så att vattnet leds från lågpunkterna till en punkt eller ett område där det antingen leds vidare i dagvattensystemet eller där översvämningen inte orsakar problem. På Rödäng behöver vattnet ledas till Tvärån utan att skapa vägar för vattnet i Tvärån att rinna bakåt in i bostadsområdet. För att säkerställa funktionen av avrinningsvägarna har modelleringar utförts med en kombinerad modell (1D och 2D) där ledningar, Tvärån och markytan har kopplats ihop (se PM Modellering skyfallsvägar). Resultaten visar att översvämningssituationen inom bostadsområdena förbättras vid inkluderande av avrinningsvägar genom att förflytta vattnet ner mot skyfallsytorna och skyfallsvägarna mot Tvärån, se Figur 13. Vattennivån i Tvärån påverkas dock inte

av skyfallsvägarna utan ån bräddar fortfarande tillbaka in på området även efter implementering av avrinningsvägar. Tväråns kapacitet måste därmed ökas för att kunna avleda 100-årsflöden, vilket är syftet med utredda åtgärdsalternativ.



Figur 13. Jämförelse av översvämningssituationen med och utan (nuläge) avrinningsvägarna. Blå färger indikerar en sänkning av vattendjupet jämfört nuläget, och röda färger indikerar ökat vattendjup jämfört med nuläget. De blå ytorna är därmed ytor som, med avrinningsvägarna, får ett lägra vattenstånd jämfört nuläget medan vatten ansamlas på de röda ytorna jämfört med nuläget.

För att hantera det vatten som ansamlas i de instängda områdena på Rödäng kan en permanent pumpstation, dimensionerad för 100-årsregn, bli aktuell i samtliga alternativ. Detta behöver ske även om vattenståndet i Tvärån sänks eftersom regn större än ledningsnätets kapacitet skapar översvämning oavsett vattennivå i ån. Detta är endast aktuellt för de delar av Rödäng som ligger så pass lågt att det inte med sekundära avrinningsvägar går att leda vattnet vid stora regn till Tvärån.

4.3 FÖRDJUPNING AV ÅN

I detta alternativ sänks botten av Tvärån mellan Industrivägen och Lundåkern (ner till gång- och cykelbron vid Kvarnvägen) med 2 m, enligt Figur 14. Som konsekvens av fördjupningen kommer åns slänter kräva ett större utrymme för att uppnå en lutning som säkerställer stabiliteten. Anpassning av slänter kommer bli ett omfattande arbete, främst i nedre delen av ån då ravinen är djup och befintliga slänter är brantare än föreslagna slänter enligt den geotekniska undersökningen, se PM Släntstabilitet. Längs delsträckor av ån sammanfaller placering av nya slänter med befintlig infrastruktur såsom vägar och brofundament. Där blir förstärkningsåtgärder aktuellt för att ställa slänter brantare eller begränsa slänters utbredning. Förstärkningsåtgärder kan till exempel innefattas av erosionsskydd, stödmur eller gabionmur.



Figur 14. Fördjupning av ån. Den röda linjen visar på vilken sträcka ån föreslås sänkas.

För att åtgärden ska få full kapacitet krävs att ”skrovligheten” i ån minskas jämfört med ett naturligt tillstånd eller, uttryckt i hydrauliska termer, att Mannings tal är större än i ett naturligt vattendrag. Ju mindre skrovlighet, desto större blir Mannings tal och desto lägre blir strömningsförlusterna i vattendraget. Direkt efter det att åtgärden implementerats kommer Tvärån sakna vegetation på den fördjupade sträckan varpå åtgärden har full kapacitet. Med tiden förväntas vegetation återetableras vilket medför strömningsförluster och en minskad kapacitet att avleda höga flöden. Därmed krävs kontinuerlig rensning av vegetation i vattendraget för att bibehålla kapaciteten av åtgärden. För att skapa åtkomst till områdena vid ån för rensningen bör en permanent väg anläggas och samtidigt bör en miljö som tillgängliggör området för allmänheten utformas.

Att fördjupa åbotten med mer än 2 m för att kompensera för strömningsförlusten som vegetationen medför bedöms inte möjligt eftersom bottennivån i nedre delen av Tvärån stiger en aning. Vid mer än 2 m urgrävning innebär detta att Tvärån flackas ut på sista sträckan, vilket ändrar strömningsförhållandena. För att motverka utflackning krävs att Tväråns botten sänks hela vägen till

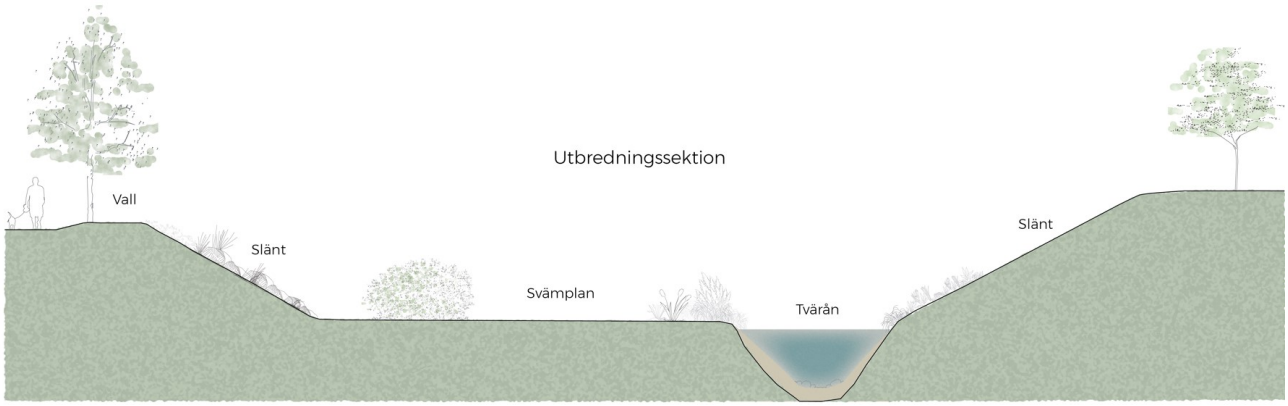
utloppet i Umeälven vilket inte bedöms önskvärt ur ett naturvärdesperspektiv eftersom hela strandlövskogen då avverkas. Genomförbarheten för detta har inte heller utretts.

Åtgärden bör utformas på ett sätt så att vattendraget bibehåller dess funktioner och en så naturlig fåra som möjligt skapas, trots kontinuerlig rensning. På de flackare åsträckorna uppströms Blå vägen kan, utöver fördjupning, även meandring eller breddning av ån genomföras. Vid utökad bredd skapas också nya svämplan kring ån som svämmas vid högvatten. Flödet bromsas således upp och vatten hålls kvar vilket jämnar ut flödet i vattendraget och dämpar höga flödestoppar. Att skapa sektioner med svämplan för att optimera ytorna utifrån både miljö och översvämningsperspektiv bör utredas vidare vid detaljprojektering. Svämplanet har en viktig roll i att dämpa näringstransporterna i vattendrag och bidrar med värdefulla ekosystemtjänster. Att bilda flera sektioner med utökad bredd innebär att de nuvarande, bebyggda svämplanen ersätts med mer naturliga svämytor som kan fylla dessa funktioner. Åtgärdsalternativet minskar även muddringbehovet då muddring kan begränsas till de mest utsatta områdena.

Utökad bredd av ån i kombination med den släntlutning som krävs för att uppnå stabilitet, innebär att stora markytor kommer tas i anspråk. Lokaliseringen av de sektioner som kan breddas avgränsas till områden som idag utgörs av parkmark med erforderligt avstånd till infrastruktur. Föreslagna delsträckor där breddning av åfåran bedöms vara möjlig utifrån nuvarande markanvändning ses i Figur 15. En exempelsektion ses i Figur 16 som illustrerar hur breddningen eventuellt kan utformas. Vid detaljprojektering bör dock befintliga ledningar tas i beaktande och beräkningar genomföras för släntstabiliteten för att bekräfta genomförbarheten. Markförhållandena och översvämningsfrekvensen blir även avgörande för den slutgiltiga utformningen.



Figur 15. Lila ytor visar de ytor kring ån som idag utgörs av parkmark och därmed kan nyttjas för att utöka bredden/skapa meandring av ån. Grönt streck visar plats för exempelsektion som visas nedan.



Figur 16. Exempelskiss över hur ån kan utökas i bredd med ett svämplan och slänter upp mot befintlig infrastruktur. Exakt utformning tas fram i detaljprojekteringen. Nedströms vy.

Erosionsskydd kommer krävas i de nya slänterna. För att åtgärden mot erosion skall bli hållbar över tid är det är viktigt att tidigt i processen förstå hur vattendraget fungerar i sin helhet och vilka variabler som skapar förutsättningar för erosion och deposition. Traditionellt har hårda erosionsskydd av typen stenskoning med sprängsten eller betongelement använts, men att använda sig av naturanpassade erosionsskydd har visat sig kunna vara lämpligare utifrån flera synvinklar. Dessa erosionsskydd är långsiktigt mer hållbara, mer estetisk tilltalande och efterhand blir en del av det naturliga skyddet. Denna typ av skydd är också mindre skadliga för den biologiska mångfalden och ekosystemet i och längs vattendragen (SGI, 2016).

Eftersom vegetationen i vattendraget motverkar effekten av åtgärden bedöms erosionsskydd i form av vegetation inte lämpligt under vattenytan. Ovan vattenytan kan dock naturanpassade erosionsskydd vara, åtminstone delvis, möjligt. Det är främst jordarten, vattenhastigheten, befintlig vegetation, och brinklutningen som styr vilken typ av erosionsskydd som bör väljas. Vid val av eventuella växter bör faktorer så som växtart, omgivning, mark samt hållbarhet beaktas. Växter måste vara anpassade till de lokala förhållandena såsom jordart samt vara tåliga både mot vatten och torka beroende på årstidsväxlingarna. Geotekniska fältundersökningar och beräkningar bör utföras i syfte att fastställa de geotekniska förhållanden som har betydelser för erosion (exempelvis jordlagerföljd, hållfasthet, tunghet, sensitivitet) innan val av erosionsskydd bestäms (SGI, 2016).

Att anlägga erosionsskydd med större block och stenar kan vara att föredra i Tvärån på vissa delsträckor. Stora block och stenar i ett ojämnt mönster i fåran är en beprövad restaureringsåtgärd för att skapa heterogenitet i vattendraget. Att inkludera större block och stenar i de nedra delarna av erosionsskyddet skulle således fylla dubbla syften. Man kan då skapa låga trösklar, variera strömfåran och skapa lugnvatten och strömkoncentrationer. Det får till följd att vattnets medelhastighet sjunker, mer produktiva strandzoner bildas, och fler bakvatten och ståndplatser för fisk uppstår. Även insektslivet ökar med denna åtgärd om död ved tillförs (Trafikverket, 2016). Möjligheterna för detta och huruvida det medför en minskad kapacitet för åtgärden bör utredas i nästa skede.

Arbetet med åtgärden innebär att träd och buskar längs ån avverkas och röjs samt att anläggning av tillfälliga vägar längst hela sträckan blir nödvändigt för åtkomst till ån för uttransport av massor. De nedre delarna av ån behöver avverkas i sin helhet för åtkomst från båda sidor. Detta kommer kräva att åtgärder vidtas för att kompensera för de miljöer som går förlorade vid genomförandet.

Kompensation av värden i skog är generellt svårgenomfört. Vid de nedre delarna av ån återfinns idag en varierad lövskog med stora gråalar, grova aspar, sälgar, björkar. Denna kontinuerliga förekomst av grova lövträd sedan lång tid har gynnat förekomsten av en mångfald av insekter och döda stående träd utgör utmärkta boplatser för fladdermöss och fåglar. För att kompensera för förlusten av dessa naturvärden bör många av de träd som avverkas sparas för att sedan användas som faunadepåer. Nya lövträd - gråal, asp, sälg och björk - ska återplanteras och låtas växa fritt. För att snabbare återfå

de kvaliteter som går förlorade kan veteranisering av träden genomföras. Detta innebär att unga friska träd skadas för att skapa strukturer som normalt bildas i äldre träd. Veteranisering ger möjligheten att på relativt kort tid skapa livsmiljöer i unga träd.

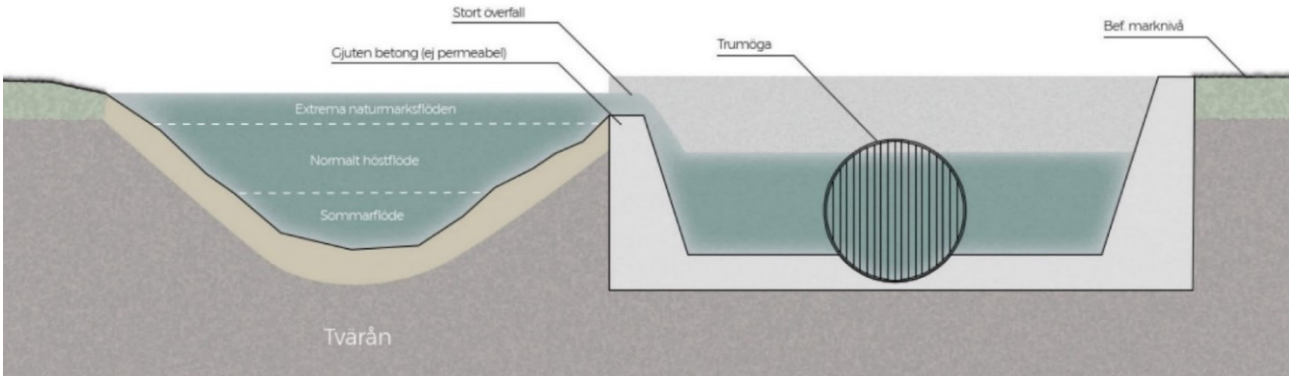
4.4 NY UTLOPPSTUNNEL

Detta alternativ innebär anläggning av en ny tunnel enligt någon av delalternativen i Figur 18 och Figur 19. Anläggning planeras ske delvis med traditionell schakt och delvis med mikrotunnling/rörtryckning som är schaktfria metoder för förläggning av nya ledningar (se PM Schaktfritt byggande av tunnel för att avlasta Tväråns flöde). Ca 180 m från tunnelns inlopp krävs traditionell schakt för anläggning eftersom marktäckningen är för låg för schaktfria metoder. Därefter följer en sträcka som är möjlig att anlägga både med schakt och schaktfria metoder. Resterande sträcka lämpar sig förmodligen bäst att anlägga med mikrotunnling.

Kortfattat borras mikrotunnel genom start- och mottagningsbrunnar i betong som tillverkas på plats vid start, stopp samt vid vinkling av dragning. Brunn krävs även vid borrning mellan jord och berg där borrhuvud måste bytas. Brunnar bedöms få en diameter på 12 m på grund av ledningens diameter. Anläggning av brunnar innebär att befintlig infrastruktur påverkas tillfälligt då brunnarna i sig samt lokalt upplag för rörmaterial och containrar tar stor plats. Byggvägar kan komma att krävas för åtkomst av arbetsplatser vilket innebär avverkning för anläggning av dessa. På de platser där brunnar planeras kan det krävas ett ingrepp kring brunnen där ca 2300 m^2 avverkas. Alternativ för tunnelns dragning har tagits fram med hjälp av oberoende specialistkonsulter inom schaktfri teknik, och innebär minst påverkan på omgivning samt ett minimerat antal omtagningar. Andra sträckor bedöms vara möjliga, exempelvis för att undvika motstridiga detaljplaner eller korsa jordbruksmark, men detta kan innebära att andra lösningar krävs eller att kostnadsuppskattningen förändras.

Oavsett vilken tunneldragning som bestäms vid detaljprojektering innebär åtgärden att en kulvert med dimensionen 2600 mm, och 4 promilles lutning, läggs med start ovanför den flaskhals i Tvärån som skapar översvämningar i bostadsområdena, och mynnar i Umeälven. Inlopp mot tunnel föreslås konstrueras i betong med överfall för att behålla en normal vattennivå i Tvärån vid normal- och lågflöden. Endast vid höga flöden kommer vatten att brädda från Tvärån in i inloppslösningen för att sedan transporteras i tunneln, enligt Figur 17. Exakt var inlopp och utlopp förläggs är inte projekterat i detta skede.

Om alternativet att bygga en tunnel blir aktuellt är det en möjlighet att även koppla dagvattenledningar från Rödäng till tunneln för att minska risken för översvämningar i lågpunkterna på Rödäng vid skyfall. Detta kräver att dagvattennätet leds om för att gå i motsatt riktning mot den nuvarande. Det finns även möjlighet att minska behovet av de gemensamma åtgärderna om ledningarna dimensioneras för att leda bort ett större flöde än de är dimensionerade för idag.



Figur 17. Principskiss för inloppsanordning

4.4.1 Ny utloppstunnel Grisbacka/Hartvigsgatan

I detta delalternativ kan första delen rörtryckas eller eventuellt schaktas olika långt beroende på dragning. Därefter anläggs tunneln med hjälp av mikrotunnling antingen förbi Grisbacka skola (grön och röd) eller via Hartvigsgatan (svart) (Figur 18).

Dragning via Hartvigsgatan innebär att tunneln måste dras under Tvärån och utlopp förläggas i Umeälven. De två dragningarna via Grisbacka skola leds till Umeälven där marktäckningen är låg och det kan bli aktuellt med traditionell schakt. Tunnelns dragning kan revideras så att tunneln inte dras rakt över jordbruksmarken utan följer kanten mellan bebyggelse och strax utanför kantzonen till Tvärån. Detta kan komma att påverka kostnaden och föreslagen metod.

Grön och svart sträcka går delvis under privata fastigheter vilket innebär juridiska osäkerheter då mikrotunnling inte genomförts under privata fastigheter förut, i alla fall inte vad WSP har erfarit.



Figur 18. Alternativ för dragningen av tunneln förbi Grisbacka skola eller under Hartvigsgatan. Delsträcka som föreslås att schaktas markeras med gult. Sträcka markerad med rosa måste schaktas på grund av låg marktäckning.

Detta alternativ innebär, till skillnad från *Ny utloppstunnel Sandåkersgatan 2*, att tunneln endast ansluter till Tvärån uppströms Rödäng och Västerslätt. Åtgärden hanterar därmed det naturmarksflöde som skapar översvämningar inom bostadsområdena, men hanterar inte översvämningar som uppstår vid skyfall. För att åtgärda denna problematik krävs att vatten avleds även nedströms Rödäng och Västerslätt.

4.4.2 Ny utloppstunnel Sandåkersgatan 2

I detta alternativ föreslås samma sträcka att schaktas eller rörtryckas som ovan, och därefter ska tunneln anläggas med hjälp av mikrotunnling via Sandåkersgatan (Figur 19). För att uppnå bäst effekt föreslås två inlopp – ett uppströms och ett nedströms Rödäng. Tunneln, med 4 promilles lutning, hamnar på så pass stort djup att den dras under Tväråns botten och utlopp mynnar i Umeälven. Traditionell schakt krävs på sista sträckan ut mot älven.

Hela tunneln går i detta alternativ under kommunal mark.



Figur 19. Alternativ för dragningen av tunneln vid Sandåkersgatan. Delsträcka som föreslås att schaktas markeras med gult. Sträcka markerad med rosa måste schaktas på grund av låg marktäckning.

4.5 NY UTLOPPSTUNNEL MED VÅTMARK

Detta alternativ innebär anläggning av en våtmark, enligt Figur 20, mellan Rödäng och Tvärån, där Tvärån kan brädda ut vid höga flödessituationer. Denna våtmark anläggs i form av en damm som agerar som ett fördröjningsmagasin, där flödestoppen kan utjämnas. Från våtmarken ska, i likhet med alternativ *Ny utloppstunnel*, en 2600 mm ledning med 4 promilles lutning anläggas för att leda överskottsflödet söderut vid högnivå. Detta gör att samma mängd vatten kan ledas bort från Tvärån, men att Tvärån i sig får inte den avtappningen direkt utan det går via en anlagd våtmark. I detta skede har bedömning gjorts utifrån att tunneln anläggs enligt dragning *Ny utloppstunnel Grisbacka/Hartvigsgatan.* I ett framtida skede kan alternativa tunneldragningar utvärderas.



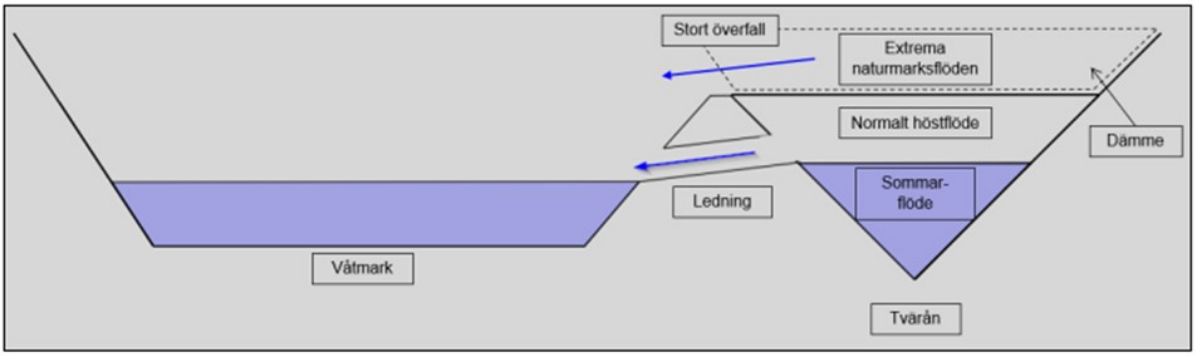
Figur 20. En intilliggande våtmark bredvid Tvärån (sammankopplade med ett överfall). Tunnel från våtmark markeras med svart.

Området för våtmarken är ca 2 hektar stort och ligger strax väster om Rödäng koloniområde och idrottsplats. Söder om området ligger Rödängsskolan samt Rödberget som omges av en populär promenadslinga. Inom området kan man ana diken som skulle kunna tyda på att det tidigare varit ett

våtmarksområde som har dikats ur (WSP, 2022b). Området består idag av gles skogsmark, ängsmark och betesmark.

Våtmarker med syfte att vattenmagasinera bör anläggas med en mindre vattenyta för att minska avdunstningen och ett större djup för att öka kapaciteten (SMHI, 2021). För att möjliggöra en fördröjningsvolym på 35 000 m^3 inom ytan av 2 ha krävs djupa schakt för anläggning av våtmarken.

Om grundvattennivån är högre än botten på våtmarken kan våtmarken anläggas så att grundvattnet står i våtmarken. Förmodligen varierar dock grundvattennivåerna stort över året och därmed krävs eventuellt tätskikt som förhindrar att våtmarken torkar ut vid lågt grundvattenstånd. Mycket talar för att våtmarken bör anläggas med tätskikt. Vatten kan då tas från Tvärån med en mindre ledning som fyller på våtmarken vid flöden som är större än sommarflödet, enligt Figur 21. Vid extrema flöden, större än ett normalt höstflöde, leder ett överfall överskottsvattnet från Tvärån in till våtmarken och sedan till tunneln. Vattnet i våtmarken kommer därmed vara stillastående största delen av året men vid enstaka tillfällen sker genomströmning av höga flöden.



Figur 21. Förslaget inlopp till våtmarken. Lösningen syftar till att behålla sommarflödet i Tvärån men samtidigt ha ett basflöde till våtmarken för att säkerställa att den inte torkar ut.

Anläggningsarbetet med våtmarken består till stor del av schakt och grundvattensänkning för att kunna schakta och anlägga tätskiktet som sedan tyngs ner innan ån kan ledas in. Arbetet kan göras successivt så att grundvattensänkningen endast görs för en liten del i taget. Anläggande av våtmark mindre än 5 hektar kan anmälas till länsstyrelsen. Sedan bedömer länsstyrelsen om de kan hantera anmälan eller om det behövs tillstånd, beroende på de specifika förhållandena på platsen.

Våtmarken behöver konstrueras och dimensioneras på ett sådant sätt att man inte förvärrar översvämningssituationen. Om våtmarken blir full kan den brädda över sina kanter och orsaka okontrollerad översvämning. Denna våtmark behöver ha höga kanter mot Rödängs bostadsområde men lägre kanter mot Tvärån, för att minska risken för okontrollerad översvämning. Genom att våtmarken delvis består av flacka kanter ökar utjämningen vilket gör att vattnet kan sprida sig vid ett ökat vattentillflöde (SMHI, 2021).

För tunneln som utgör våtmarkens utlopp är förutsättningarna desamma som beskrivet ovan (*Ny utloppstunnel*). Skillnaden blir placering av tunnels inlopp som förläggs i våtmarken.

4.5.1 Våtmarkens utformning

Våtmarkens huvudsakliga funktion är flödesutjämning. Därmed ska våtmarken utformas som en damm med relativt stort djup. Vattennivån kommer största delen av året vara på 0,7 m, då detta är höjden som inloppsledningen ska placeras på. Under sommarmånaderna finns risk att vattennivån i Tvärån står under denna höjd och då sker ingen tillrinning till våtmarken. Därmed kan våtmarken få betydligt lägre vattenstånd under sommarmånaderna. Vid högflöden kan vattennivån uppgå till 2,75 m[1] i

[1] Grovt beräknat utifrån total uppskattad volym och ytarea: 55 000 m^3/20 000 m^2 = 2,75 m

dammen och genomströmningen blir hög. Därmed måste våtmarken utformas och anläggas med detta i åtanke.

Våtmarkens utformning är även avgörande för vilka arter våtmarken kommer att gynna. Våtmarker som är stora och öppna kan gynna fåglar medan grundare partier kan gynna groddjur, insekter och växter (Naturvårdsverket, 2023). Fåglar som änder och vadare kan gynnas vid våtmarksanläggningen om man anlägger väl fungerande fågelöar (Feuerbach, 2014). Om våtmarken utformas med in- och utlopp i den östra delen, kan vattnet vid högflöden strömma direkt från inlopp till utlopp, och lämna den västra delen relativt lugn. Därmed finns det förutsättningar för att skapa lugnare partier med öar som kan gynna fåglar i den västra delen. Fågelinventeringen från området visade två revir av drillsnäppa, en rödlistad vadarfågel, varav ett av reviren hittades vid Tväråns norra delar ovanför Rödäng (Olsson, 2020). Anläggning av en ö i västra delen gynnar drillsnäppan och skapar möjlighet för vadare att nå botten för näringssök.

Grunda partier skapas även på de flacka kanter som planeras, där möjlighet finns för etablering av växter, groddjur och insekter. Etablering av insekter i våtmarken skapar förutsättningar även för andra fåglar att söka föda i området. Under sommarmånaderna förväntas vattennivån vara relativt låg i våtmarken och då bildas fler grunda partier som kan utnyttjas. Vass och jättegröe kan växa på upp till två meters djup och bör därmed kunna etableras i hela våtmarken. Till detta djup kan också många flytbladväxter överleva men de bedöms vara mindre tåliga mot flödet genom dammen.

Våtmarken skapar även närvaro av vatten och olika vattenmiljöer som är värdefullt för rekreationen i området. Att anlägga en våtmark bedöms bidra till områdets attraktion och unika identitet. En äventyrligt utformad våtmark med plats för lek, spännande vandringar och lärande kan skapas i närheten av bostadsområdet Rödäng och Rödängsskolan. Natur ger barn ro och stimulans och ger en känsla för naturen som är både viktig och välgörande. Här skapas relationerna till naturen och förståelsen för samband och miljöfrågor. Barnens lek och rörelse i naturen är även viktig för deras motoriska utveckling och inlärningsförmåga. De variationsrika naturmiljöerna som skapas genom en våtmark skapar även goda möjligheter för stadsdelens skolor och förskolor som pedagogiska och stärkande lärorum.

För att tillgängliggöra området är det lämpligt att knyta samman befintliga gångstråk med spänger eller gångvägar runtom våtmarken (se Figur 22). Närheten till centrum och skola ger förutsättningar att skapa mångfunktionella natur- och rekreationsområden för flera samhällsgrupper. Det är även viktigt att tillgänglighetsanpassa spänger, gångstråk och informationstavlor för att beakta tillgängligheten för olika samhällsgrupper. Breda och låglutande spänger med kantlister, sittplatser med arm och ryggstöd samt mötesplatser är några viktiga anpassningar att ha i åtanke. Eftersom vattennivån i dammen kan variera och flödet kan bli högt bör det skapas möjligheter att stänga av området inför högflöden.



Figur 22. Exempelskiss av hur våtmarken skulle kunna utformas. I detaljprojektering kan genomförbarhet och exakt utformning undersökas vidare.

Området har goda möjligheter för flera entréer som kommer vara tillgängliga för både gående, cyklister och närhet till bussanslutning vid Rödängsskolan. I området östra del i utkanten av Rödäng finns en naturlig entré som knyter samman området kring idrottplasten och koloniområdet. Här finns det möjlighet för etablering av en mindre parkering för enklare åtkomst till våtmarken med bil samt en bra plats för informationstavlor om våtmarkens naturvärden. Det finns även bra förutsättningar för att skapa en entré från den befintliga promenadslinga söder om området. Det kan bli en fin miljö för utomhusundervisning där skolelever kan leka och röra sig i gröna miljöer.

Oavsett våtmarkens slutgiltiga utformning rekommenderas en skyddszon av växtskikt på minst 6–10 meter omkring våtmarken. Omgivande växtskikt förhindrar att jorden sköljs ner i vattnet vid häftigare regnfall. Växtskiktet bidrar också till skydd och habitat för arter som exempelvis groddjur och småfåglar (Feuerbach, 2014).

En nyanlagd våtmark är i regel högproduktiv och utvecklar snabbt en mycket hög biologisk mångfald. På sikt kan våtmarken växa igen med bland annat vass som bidrar till uppgrundning av dammbotten. När skötselåtgärder tillämpas i anlagda våtmarker är det främst för att motverka denna åldringsprocess och för att behålla våtmarken ung så länge som möjligt (Feuerbach, 2014). En kontinuerlig skötsel är viktig för att våtmarken ska bli lyckad och attraktiv både för besökare och för fåglar. Underhåll kommer även krävas efter högflöden då växtlighet och bottensubstrat kan ha spolats bort.

4.6 SANDÅKERSGATAN 1

Detta alternativ är en kombination av *Fördjupning av ån* och *Ny utloppstunnel Sandåkersgatan 2.* I detta alternativ sänks botten av Tvärån mellan Industrivägen och Lundåkern (ner till gång- och cykelbron vid Kvarnvägen) med 2 m och en kulvert med dimensionen 2600 mm läggs med start ovanför Blå vägen och mynnar i Umeälven, enligt Figur 23. Skillnaden mellan *Fördjupning av ån* och *Sandåkersgatan 1* är att i denna åtgärd krävs inte en kontinuerlig resning av vattendraget eftersom en utloppstunnel anläggs och kan hantera del av flödet.



Figur 23. Alternativ för dragningen av tunneln vid Sandåkersgatan samt fördjupning av ån.

Åtgärden bör utformas på liknande sätt som *Fördjupning av ån.* Om möjligt föreslås att vissa sträckor breddas och meandras för att skapa en fåra vid lågvatten med svämytor som svämmas vid högvatten. Därmed skapas områden med fungerande svämplan som medför dämpad näringstransport, viktiga ekosystemtjänster och bromsat flöde. Breddningarna minskar även muddringbehovet då muddring kan begränsas till de mest utsatta områdena vilket innebär mindre störningar i ån och omgivande stränder jämfört med muddring på hela sträckan.

Breddning av ån i kombination med den släntlutning som krävs för att uppnå stabilitet, innebär att stora markytor kommer tas i anspråk. Lokaliseringen av de sektioner som breddas avgränsas till områden som idag utgörs av parkmark med stort avstånd till infrastruktur. Vid detaljprojektering bör befintliga ledningar tas i beaktande och beräkningar genomföras för släntstabiliteten för att bekräfta genomförbarheten.

Kombinerat erosionsskydd föreslås, liksom för *Fördjupning av ån,* med större andel hårda komponenter såsom sten och stockar. Stora block och stenar i ett ojämnt mönster föreslås för att fylla dubbla syften genom att även gynna fisken i Tvärån. Man kan då bygga låga trösklar, variera strömfåran och skapa lugnvatten och strömkoncentrationer. Det får till följd att vattnets medelhastighet sjunker, vattenytan höjs något, mer produktiva strandzoner bildas, och fler bakvatten och ståndplatser för fisk uppstår. Även insektslivet ökar med denna åtgärd om död ved tillförs (Trafikverket, 2016). I detta alternativ är även vegetation under vattenytan en möjlighet i erosionsskyddet, eftersom vegetationen inte minskar kapaciteten av åtgärden.

Arbetet med åtgärden innebär att träd och buskar längs ån avverkas och röjs samt att anläggning av tillfälliga vägar längst hela sträckan blir nödvändigt för åtkomst till ån för uttransport av massor. De nedre delarna av ån behöver avverkas i sin helhet för åtkomst från båda sidor. Detta kommer kräva att åtgärder vidtas för att kompensera för de miljöer som går förlorade vid genomförandet.

Kompensation av värden i skog är generellt svårgenomfört. För att kompensera för förlusten av dessa naturvärden bör många av de träd som avverkas sparas för att sedan användas som faunadepåer. Nya lövträd - gråal, asp, sälg och björk - ska återplanteras och låtas växa fritt. För att snabbare återfå de kvaliteter som går förlorade kan veteranisering av träden genomföras. Detta innebär att unga friska träd skadas för att skapa strukturer som normalt bildas i äldre träd. Veteranisering ger möjligheten att på relativt kort tid skapa livsmiljöer i unga träd.

Tunneln planeras, som i tidigare alternativ (*Ny utloppstunnel)*, anläggas med hjälp av mikrotunnling som är en styrbar metod för förläggning av nya ledningar. Utlopp mot Umeälven kräver att sista biten anläggs med traditionell schakt. Inlopp mot tunnel föreslås konstrueras på samma sätt som i *Ny utloppstunnel* (Figur 17).

5 UNDERLAG FÖR BEDÖMNING

I följande kapitel sammanfattas de viktigaste förutsättningarna som har beaktats i föreliggande MKA.

5.1 MILJÖMÅL

Nedan i Tabell 3 lämnas en redovisning av de nationella miljökvalitetsmål som berör åtgärdsalternativen. Sammanställningen har utarbetats med utgångspunkt från uppgifter om miljökvalitetsmålen från www.sverigesmiljomal.se, som är den officiella och aktuella portalen för information om de sexton nationella miljökvalitetsmålen. I Tabell 3 kommenteras också på vilket sätt alternativen berör målen samt ges en hänvisning till de kapitel i alternativutredningen där utförligare redovisning finns.

Tabell 3. Nationella miljökvalitetsmål relaterade till åtgärderna.

Nationellt miljökvalitetsmål	Berör åtgärderna
God bebyggd miljö Den bebyggda miljön ska fylla människors och samhällets behov, erbjuda bra livsmiljöer och bidra till en hållbar utveckling. Målet ska bl.a. innebära att infrastruktur för vatten- och avloppsförsörjning anpassas till människors behov, för att minska resurs- och energianvändning samt klimatpåverkan, samtidigt som hänsyn tas till natur- och kulturmiljö, estetik, hälsa och säkerhet.	Huvudsakliga syftet med åtgärderna är att skapa en miljö som anpassats till människors behov och som främjar en hållbar samhällsplanering och infrastruktur. Föreliggande MKA syftar till att ta påverkan på natur- och grönområden, kulturvärlden, rekreation och hushållning av resurser i beaktande för att främja en god bebyggd miljö i alla aspekter.
Grundvatten av god kvalitet Grundvattnet ska ge en säker och hållbar dricksvattenförsörjning samt bidra till en god livsmiljö för växter och djur i sjöar och vattendrag.	Risk för påverkan av kemiska statusen i närliggande grundvattenförekomster tas i beaktning i avsnitt 6.2.2.
Levande sjöar och vattendrag Målet innebär att sjöar och vattendrag har minst god ekologisk status eller potential och god kemisk status. Sjöar och vattendrag har strukturer och vattenflöden som ger möjlighet till livsmiljöer och spridningsvägar för vilda växt- och djurarter och viktiga ekosystemtjänster är vidmakthållna. Natur-och kulturvärdena vid sjöar och vattendrag är bevarade och förutsättning finns för fortsatt bevarande.	Föreliggande MKA syftar till att bedöma påverkan på vattendraget samt påverkan på natur- och kulturvärlden och friluftslivet kring vattendraget. Målet tas i beaktning i avsnitt 6.2.3.
Ett rikt växt- och djurliv Målet innebär att bevarandestatusen för i Sverige naturligt förekommande naturtyper och arter är gynnsam och statusen har förbättrats för hotade arter. Det ska finnas en fungerande grön infrastruktur och tätortsnära natur som är värdefull för friluftslivet, kulturmiljön och den biologiska mångfalden.	Åtgärderna kan innebära påverkan på tätortsnära natur som är värdefull för friluftslivet, kulturmiljön och den biologiska mångfalden. Målet tas i beaktning i avsnitt 6.1.1, 6.1.2 och 6.2.1.

5.2 MILJÖPROGRAM FÖR UMEÅ KOMMUN

Umeås lokala miljömål förtydligar vad som är särskilt viktigt lokalt i Umeå utöver de nationella och regionala miljömålen. Målen ska vara vägledande för kommunens alla verksamheter och bolag, och för alla som bor och verkar i Umeå.

Miljömålen är indelade i fem fokusområden som täcker in 15 av de nationella miljömålen och 14 av de globala hållbarhetsmålen. De miljömål som anses relevanta för denna utredning redovisas nedan.

- **2027 ska våra yt- och grundvattenförekomster ha god status:** Åtgärderna kan komma att äventyra status för grund- och ytvattenförekomster, påverkan utvärderas i avsnitt 6.2.2 och 6.2.3.

- **År 2025 är gröna stråk och områden utvecklade i Umeås tätorter med nya och befintliga parker och gröna offentliga rum för alla, vilket säkerställer god social och ekologisk funktion i staden:** Åtgärderna kan komma att ta befintliga gröna stråk och rekreationsområden i anspråk vilket kan påverka rekreationsvärdet och naturmiljön. Påverkan utvärderas i avsnitt 6.1.1 och 6.2.1.

- **År 2025 har Umeås invånare god tillgång och tillgänglighet till parker, torg och rekreationsmiljöer med god ljudmiljö:** Åtgärderna kan komma att ta befintliga parkområden och andra rekreationsområden i anspråk vilket utvärderas i avsnitt 6.1.1.

- **2025 har en arbetsmodell för ekosystemtjänster implementerats så att biologisk mångfald bevaras och utvecklas:** Åtgärderna kan komma att innebära en påverkan på befintliga ekosystem och den biologiska mångfalden i berörda områden. Påverkan utvärderas i avsnitt 6.2.1.

5.3 MILJÖKVALITETSNORMER

Miljökvalitetsnormer (MKN) är bestämmelser om kvaliteten på mark, vatten, luft eller miljön i övrigt och regleras i miljöbalken. Miljökvalitetsnormerna syftar till att skydda människors hälsa och miljön samt att uppfylla krav som ställs genom vårt medlemskap i EU.

Enligt 5 kap. miljöbalken ska en miljökvalitetsnorm ange de föroreningsnivåer eller störningsnivåer som människor kan utsättas för utan fara för olägenheter av betydelse eller som miljön eller naturen kan belastas med utan fara för påtagliga olägenheter.

5.3.1 Miljökvalitetsnormer för luft

I luftkvalitetsförordningen (2010:477) finns fastställda miljökvalitetsnormer för kvävedioxid och kväveoxid, svaveldioxider, kolmonoxid, ozon, bensen, partiklar (PM10 och PM2,5), bens(a)pyren, arsenik, kadmium, nickel och bly i luft. Normerna anger den halt av respektive ämne som maximalt får förekomma i utomhusluften. Status för luft bedöms inte påverkas av åtgärderna.

5.3.2 Miljökvalitetsnormer för yt- och grundvatten

Inom ramen för EU:s vattendirektiv (2006/60/EG) har miljökvalitetsnormer för vatten utvecklats. För ytvatten innehåller normerna kvalitetskrav angående ekologisk status och kemisk status. För grundvatten finns kemiska och kvantitativa kvalitetskrav. Normer finns även för konstgjorda och kraftigt modifierade vattenförekomster (t.ex. vattenkraftdammar). Som huvudregel ska alla vattenförekomster uppnå normen om god status till 2027 och statusen får inte försämras, dock kan undantag göras.

Ytvatten

Tvärån utgör, enligt Länsstyrelsernas Vatteninformationssystem Sverige (VISS), två ytvattenförekomster som är 5 km respektive 7 km långa och tillhör huvudavrinningsområdet Umeälven (SE28000). Övre delen av Tvärån utgörs av Kullabäcken och avrinner från Piparbölessjön

(SE709505-171338). Kullabäcken övergår till Tvärån (Västerslätt, Umeå) i höjd med Forslunda. Klockarbäcken (SE709169-171568) mynnar i Tvärån i höjd med Västerslätts återvinningsanläggning.

Den vattenförekomst som bedöms påverkas av åtgärderna är Tvärån (Västerslätt, Umeå) (SE708976-171639). Uppströms- och nedströmsliggande vattenförekomster bedöms inte påverkas. Aktuell status för klassade kvalitetsfaktorer i Tvärån samt MKN ses i Tabell 4.

Tabell 4. Klassificering och miljökvalitetsnorm för vattenförekomst Tvärån (Västerslätt, Umeå) (SE708976-171639). Källa: VISS.

	Ekologisk status						Kemisk status
MKN	God 2027						God*
Aktuell	Måttlig						Uppnår ej god
	Påväxt-kiselalger	Fisk	SFÄ	Konnektivitet	Hydrologisk regim	Morfologiskt tillstånd	Prioämnen
Aktuell	Hög	Måttlig	Måttlig	Måttlig	Måttlig	Måttlig	Uppnår ej god

*Undantag: bromerad diftenyleter samt kvicksilver och kvicksilverföreningar uppnår ej god kemisk ytvattenstatus. Kadmium och kadmiumföreningar tidsfrist god kemisk ytvattenstatus 2027.

Bedömning av Tväråns ekologiska status är baserad på en sammanvägning av data för det biologiska, vattenkemiska och fysiska miljötillståndet. Statusen för fisk bedöms som måttlig baserat på att de hydromorfologiska kvalitetsfaktorerna har måttlig status.

De hydromorfologiska parametrarna är klassade utifrån bedömningen att de avviker väsentligt från referensförhållandet på grund av rensning och rätning av fåran för markavvattning. I brist på övrigt underlag ligger detta som grund för klassningen av fisk.

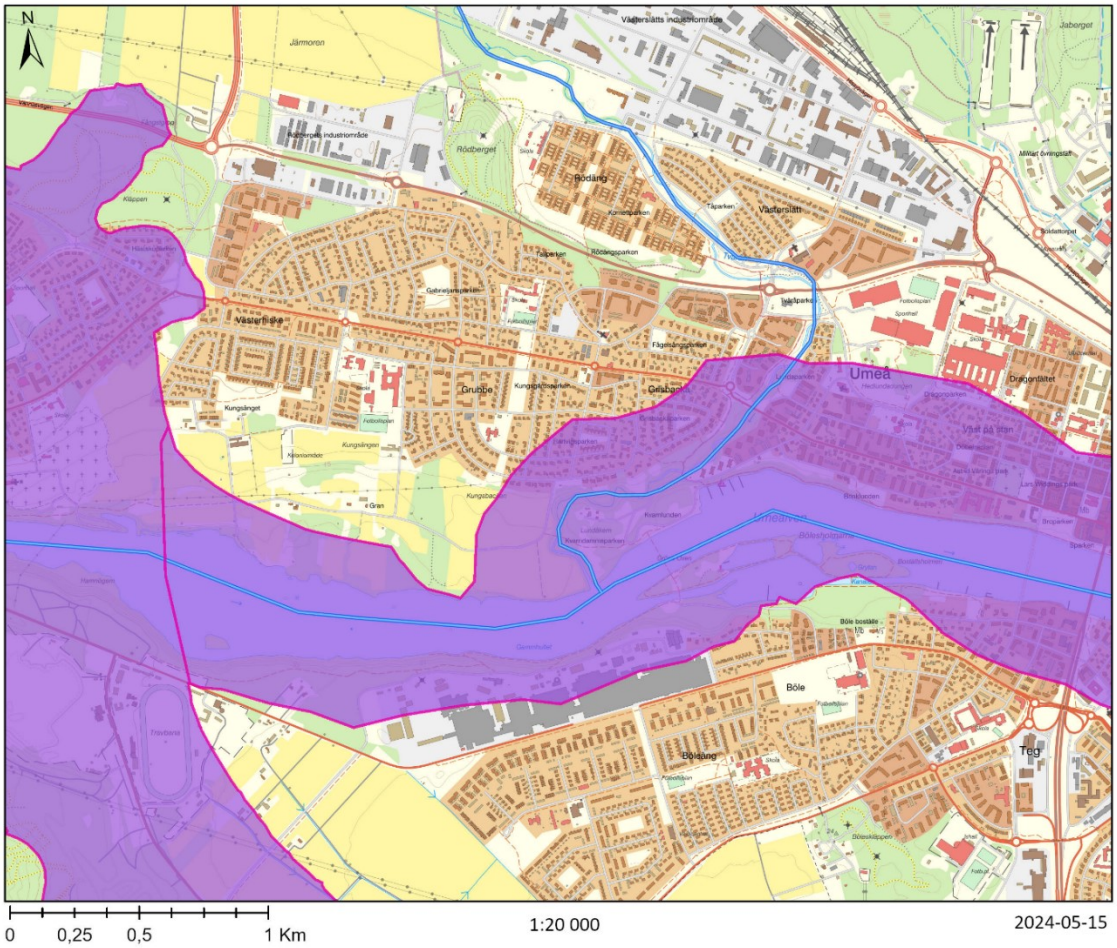
Två provtagningar av ytvattnet i Tvärån genomfördes år 2017 med fokus på miljöstatus för ytvatten. Detta gjordes på uppdrag av Miljö- och hälsoskydd, Umeå kommun, för att få en uppfattning av föroreningssituationen av metaller, särskilda förorenade ämnen (ekologisk status) och prioriterade ämnen (kemisk status) i ån. Resultaten visade på förhöjda halter av zink och kadmium nedströms Klockarbäckens mynning, och förhöjda halter arsenik i samtliga provpunkter. Klockarbäckens nedre del är påverkat av sura sulfatjordar vilket medför en sänkning av pH vid höga flöden och ökat läckage av metaller till Tvärån (Nilsson & Linder, 2018). Särskilda förorenande ämnen (SFÄ) har måttlig status baserat på zinkhalterna.

Grundvatten

Vid södra delarna av Tvärån och längsmed Umeälven, Figur 24, finns en namnlös grundvattenförekomst (SE708686-171879) som Tvärån står i kontakt med. Därmed omfattas denna grundvattenförekomst av bedömning av påverkan. Status och MKN för denna ses i Tabell 5. Grundvattenförekomst är en sand- och grusförekomst som sträcker sig över 6 km^2 längs med Umeälven, mellan bostadsområdet Grubbe i väst och Ön i sydost. Tvärån nedströms Rödäng och Västerslätt rinner genom detta område. Huvudavrinningsområden är Umeälven (SE28000) och kustområde (SE28029).

Tabell 5. Klassificering och miljökvalitetsnorm för grundvattenförekomst SE708686-171879. Källa: VISS.

	Kvantitativ status	Kemisk status
Aktuell status	God	God
MKN	God	God



Figur 24. Grundvattenförekomst vid nedre delarna av Tvärån markerat med lila, Tvärån ses ansluta till Umeälven norrifrån. Källa: VISS.

6 BEDÖMNING

Följande kapitel redovisar dels förutsättningar för planerade åtgärder, dels den påverkan, de effekter och de konsekvenser som bedöms uppstå på miljön och människors hälsa till följd av planerad verksamhet. En översiktlig jämförelse görs också med nollalternativet, vilket beskrivs i avsnitt 4.1.

I Tabell 6 ses de kriterier som ligger som grund för bedömningen av åtgärdsalternativen. Samtliga kriterier förklaras vidare med hjälp av en indikator. Indikatorn klargör de avgränsningar som gjorts för bedömning av kriteriet.

Tabell 6. Kriterier som samtliga åtgärder bedöms utifrån. Indikatorerna klargör vad kriteriet poängsätts efter.

Kategori	Kriterium	Indikator
Social	Rekreationsvärde	Förlust av rekreationsområden och naturpedagogsiska värden
	Kulturmiljö	Risk för påverkan på befintliga kulturvärden
	Risk och säkerhet	Faktorer som innebär en risk för genomförbarheten
Miljö	Naturmiljö	Risk för påverkan på befintliga naturvärden och ekosystemtjänster
	Grundvatten	Risk för påverkan på grundvattennivån eller grundvattnets kemiska sammansättning
	Ytvatten	Risk för att försämra ekologisk och kemisk miljöstatus eller att äventyra uppnåelse av gällande miljökvalitetsnorm
Ekonomi	Anläggningskostnad	Totalkostnad för anläggning av åtgärden
	Markanvändning	Area av den mark som tas i anspråk för förändrad markanvändning samt förenlighet med detaljplan

6.1 SOCIALA KRITERIER

6.1.1 Rekreationsvärde

Förlust av rekreationsområden och naturpedagogiska värden

Förutsättningar

Området kring Tvärån nyttjas för naturpedagogik och utgör ett friluftsområde som erbjuder en rik variation av naturupplevelser med allt från porlande vatten till omslutande lövskogsgrönska. Miljön stimulerar till motion, lek, samvaro och utforskande av naturen. De åtgärder som genomförts för att skapa förutsättningar för fiskvandring möjliggör nu även fiske längs ån (Umeå Kommun, 2020).

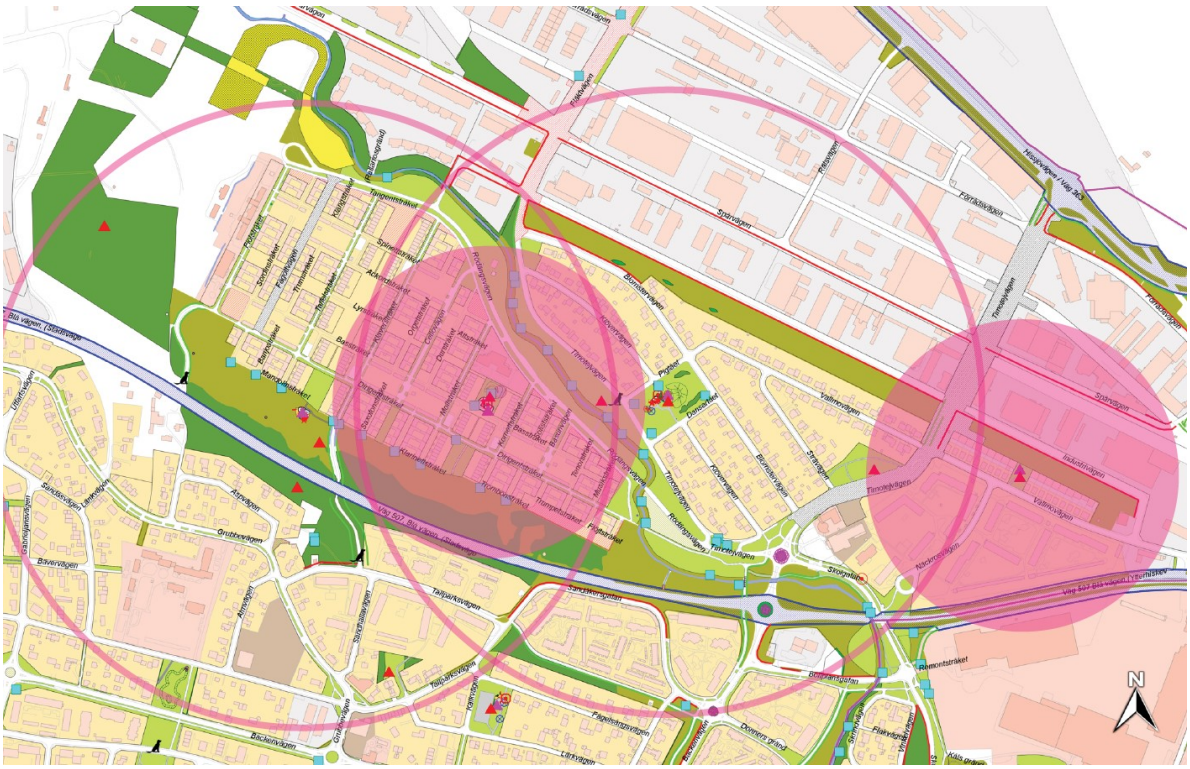
Enligt Umeå kommuns parkprogram klassas området kring Tvärån som ett vattennära stråk. Det innebär att stråket ska innehålla funktioner som motionsaktiviteter och rofyllda platser. Det ska även finnas aktiviteter året runt. Idag används området för utomhusträning, för att rasta hunden eller för att helt enkelt sitta och njuta av naturmiljön. Aktiviteterna under sommar- och vinterhalvåret är liknande, dock med tillägget att pulka- och skidåkning sker på vintern.

Området längs med Tvärån innehåller en mångfald av miljöer som inbjuder till spontan lek. Variationen i trädbeståndens mer eller mindre slutna rum, mot öppna fält och strandmiljöer ger barnen miljö och material för spontana lekar (Umeå Kommun, 2020).

Delsträckan Rödäng-Västerslätt erbjuder anordnade sittplatser och mötesplatser. Övergripande för Rödäng kan sägas att tillgången till motionsaktiviteter och aktiviteter året runt är god, främst tack vare närheten till Rödberget och dess elljusspår. Tväråparken ingår i ett rekreativt gång- och cykelstråk

som sträcker sig ner till Lundåkern och i förlängningen älvspromenaden och lockar till användning året om.

När Rödäng byggdes var intentionen vidare att mindre lekplatser (i detaljplanen kallat ”sandlekplatser”) skulle finnas inom högst 60–70 meters avstånd från varje bostadsentré vilket torde uppfyllas då det finns ett flertal mindre lekplatser med bland annat sandlådor, rutschkanor och gungställningar på samfällighetens mark, liksom lös utrustning som studsmattor, pingisbord och fotbollsmål som står utställda här och var på gräsytorna mellan husen, även på ytor som tillhör kommunen. Större så kallade kvarterslekplatser placerades dels i områdets ytterkanter, dels centralt i bostadsområdet. Rödäng utmärker sig därför som särskilt barnvänligt. Lekmiljöer inom Rödäng och Västerslätt kan ses i Figur 25.



Figur 25. Tillgång på lekmiljöer inom Rödäng och Västerslätt. Närområdeslekplatserna i Kornettparken och Vallmoparken är markerade med fylld rosa cirkel motsvarande en radie om ca 250 meter. Rosa linje markerar ett upptagningsområde om ca 500 meters radie från stadsdelsleken i Tåparken för Västerslätt respektive Klaveret för Rödäng (hänsyn till barriärer har ej tagits).

En ny park, Kvarnlunden, är nu under anläggning vid Lundåkern och Lundabron, se Figur 26. På platsen byggs bland annat en avlång kulle (nipa) för solning på sommaren och pulkabackar på vintertid, grillplatser, promenad- och lekstråk genom lövskogen samt tillgängliga platser närmast älven.



Figur 26. Gestaltning av Kvarnlunden (Umeå kommun, 2022).

Nollalternativet innebär fortsatta översvämningar vilket medför att områdena kring Tvärån blir otillgängliga under högflödesperioder. Den underhållningsmuddring som krävs i nollalternativet innebär även att rekreationsstråk kring Tvärån på den sträcka som ska muddras, tillfällig tas i anspråk under arbetstiden. De tillfälliga vägar som krävs kommer ta stora delar av ytorna längs ån i anspråk. Gång- och cykelvägar behöver delvis stängas av under entreprenaden då mycket byggtrafik kommer att gå vid eller på dessa. Delar av trädbestånden kommer behöva avverkas för att underlätta åtkomst av åtgärdsområdet. Om breddning och åtgärdande av slänterna blir aktuellt innebär det även att nya slänter tar befintliga park- och grönområden i anspråk. Återställning bedöms vara genomförbart på de sträckor som avverkas för åtkomst och nya rekreationsmöjligheter kan skapas i de slänter som får en större utbredning.

Nollalternativet bedöms inte påverka tillgängligheten till Tvärån mer än tillfälligt under byggskedet samt under översvämningar. Möjligheterna till fiske i ån kommer inte att påverkas och strandlövskogen kommer stå kvar i befintligt skick. Därmed bedöms nollalternativet inte påverka ekosystemtjänsterna *Kunskap och information* eller *Rekreation* nämnvärt.

Fördjupning av ån

Urgrävning av ån innebär en påverkan på de rekreationsstråk som idag används för bl.a. utomhusträning, lek eller för att helt enkelt sitta och njuta av naturmiljön. Liksom för underhållsmuddringen, kommer de tillfälliga vägarna som krävs ta stora delar av ytorna längs ån i anspråk. Gång- och cykelvägar behöver delvis stängas av under entreprenaden då mycket byggtrafik kommer att gå vid eller på dessa. Detta gäller även vid rensning.

Delar av trädbestånden kommer behöva avverkas för att underlätta åtkomst av åtgärdsområdet. Skogen kring de nedre delarna av ån kommer behöva avverkas i sin helhet.

På längre sikt kan slänternas utbredning, samt eventuell breddning av ån, innebära att delar av den natur och parkmark som idag finns runt Tvärån förändras. Den variation i området som ger barnen miljö och material för spontana lekar, kommer sannolikt att förändras med risk för minskade ytor.

Återställning av grässlätter och parkområden bedöms vara genomförbart och nya rekreationsmöjligheter kan skapas i slänterna. De svämplan som föreslås intill ån kan skapa nya möjligheter med plana ytor i åns närhet som kan användas för strandnära promenader. Vid höga flöden svämmas dessa ytor och blir otillgängliga. Vid frekventa översvämningar blir marken sank och sannolikt inte angenäm att vistas på, vilket sänker rekreationsvärdet.

De naturupplevelser som strandlövskogen erbjuder i de nedre delarna av Tvärån kan inte återskapas i sin helhet utan att skogen får återetableras, vilket kan ta mer än 50 år. Eftersom rensning krävs kontinuerligt av vattendraget kommer permanenta vägar behöva anläggas för åtkomst av ån och återetablering kommer endast kunna ske utanför dessa. Därmed bedöms ekosystemtjänsterna *Rekreation* och *Kunskap och information* påverkas negativt av åtgärden. Möjligheterna till återställning av de naturpedagogiska värden strandlövskogen erbjuder har inte utretts i detta skede, utan bör beaktas i detaljprojekteringen.

Ny utloppstunnel

Vid anläggning av tunneln påverkas befintlig infrastruktur tillfälligt. Plats för brunnar på lokala områden eller gator samt lokalt upplag för rörmaterial och containrar tar stor plats. Oavsett vilket delalternativ som väljs kommer gata/yta där brunnar förläggs att stängas av helt en tid under anläggningen. Detta inkluderar delar av Tavelsjöleden som är av stort rekreationsvärde. Tunnlarna innebär en tillfällig påverkan på områdets rekreationsvärde, men efter anläggning kommer markytan återställas och kunna användas på samma sätt som tidigare.

Tunneln dras från ett dike som anläggs intill Tvärån med ett överfall som tillåter vatten att brädda från Tvärån till diket vid högt vattenstånd. Diket kommer ta mark i anspråk intill Tvärån i höjd med slutet av Rödängsvägen. Ytan som tas i anspråk är liten, marken används idag som betesmark vilket är av visst naturpedagogiskt värde.

För detta åtgärdsalternativ krävs även underhållsmuddring vilket motsvarar påverkan som presenteras för nollalternativet.

Ny utloppstunnel Grisbacka/Hartvigsgatan

Detta tunnelalternativ innebär främst att gator kommer stängas av under anläggningstiden och framkomligheten inom Grisbacka begränsas.

Åtgärdsalternativet bedöms inte påverka tillgängligheten till Tvärån och möjligheterna till fiske i ån kommer inte att påverkas. Visst ingrepp kan komma krävas i de nedre delarna av Tvärån som erbjuder naturupplevelser i urban miljö, för att ge plats åt sänkbrunnar (sträckning Hartvigsgatan). Dessa värden bedöms inte kunna återskapas i sin helhet utan att skogen får återetableras, vilket kan ta mer än 50 år. Eftersom majoriteten av skogen lämnas kvar kommer skogen dock fortsatt erbjuda ekosystemtjänsterna *Kunskap och information* och *Rekreation*, och därmed bedöms inte dessa ekosystemtjänster påverkas nämnvärt.

Ny utloppstunnel Sandåkersgatan 2

Detta tunnelalternativ innebär främst att ytor intill Tvärån kommer stängas av under anläggning och åtkomligheten till ån begränsas. Schaktning kommer krävas inom området för den nya parken Kvarnlunden, vilket begränsar åtkomsten till parken under anläggningstiden. Efter anläggning bedöms parken kunna återställas.

Åtgärdsalternativet bedöms inte påverka tillgängligheten till Tvärån och möjligheterna till fiske i ån kommer inte att påverkas. Visst ingrepp kommer krävas i de nedre delarna av Tvärån som erbjuder naturupplevelser i urban miljö, för att ge plats åt sänkbrunnar. Dessa värden bedöms inte kunna återskapas i sin helhet utan att skogen får återetableras, vilket kan ta mer än 50 år. Eftersom majoriteten av skogen lämnas kvar kommer skogen dock fortsatt erbjuda ekosystemtjänsterna

Kunskap och information och *Rekreation*, och därmed bedöms inte dessa ekosystemtjänster påverkas nämnvärt.

Ny utloppstunnel med våtmark

För utloppstunneln gäller samma förutsättningar som presenterats ovan (*Ny utloppstunnel Grisbacka/Hartvigsgatan)*, förutom diket. I detta alternativ sker bräddning till våtmarken i stället för diket. Våtmarken kommer ta ca 2 ha mark i anspråk intill Tvärån mellan Tavelsjöleden och slutet av Rödängsvägen. Marken utgörs av gles skogsmark, ängsmark och betesmark. Intilliggande vandringsled, idrottsplats och kolonilotter bedöms inte påverkas av åtgärden och därmed går inga rekreationsområden förlorade. Det naturpedagogiska värde som går förlorat med grönområdet bedöms kompenseras av våtmarken, som ska utformas för att främja rekreation. Eftersom våtmarken antas ha något högre naturpedagogiskt värde jämfört med nuvarande markanvändning bedöms ekosystemtjänsterna *Rekreation* och *Kunskap och information* påverkas positivt av åtgärden.

För detta åtgärdsalternativ krävs även underhållsmuddring vilket motsvarar påverkan som presenteras för nollalternativet.

Sandåkersgatan 1

För urgrävningen av ån gäller samma förutsättningar som i alternativ *Fördjupning av ån*. Gräsläntер och rekreationsstråk uppströms strandlövskogen bedöms vara möjliga att restaurera. De svämplan som föreslås intill ån kan skapa nya möjligheter med plana ytor i åns närhet som kan användas för strandnära promenader. Vid höga flöden svämmas dessa ytor och blir otillgängliga. Vid frekventa översvämningar blir marken sank och sannolikt inte angenäm att vistas på, vilket sänker rekreationsvärdet.

De naturupplevelser som strandlövskogen erbjuder i de nedre delarna av Tvärån kommer gå förlorade och kan inte återskapas i sin helhet utan att skogen får återetableras, vilket kan ta mer än 50 år.

För utloppstunneln gäller delvis samma förutsättningar som för *Ny utloppstunnel Sandåkersgatan 2*. Infrastruktur, främst inom Grisbacka, kommer tillfälligt påverkas i och med anläggningen. Diket kommer anläggas i anslutning till Tvärån i utkanten av Rödängsparken, strax innan Blå vägen. Detta markanspråk innebär förlust av rekreationsytor, även om det endast utgör en liten del av parkområdet som ligger utanför de delar som används som lekpark. Diket ska anläggas i närheten av Tavelsjöleden, vilket innebär att delar av leden kommer stängas av tillfälligt. Diket bör dock anläggas på ett sätt så att leden inte permanent tas i anspråk.

Eftersom strandlövskog kommer avverkas i nedre delarna av Tvärån bedöms ekosystemtjänsterna *Rekreation* och *Kunskap och information* påverkas negativt av åtgärden. Möjligheterna till återställning av de naturpedagogiska värden strandlövskogen erbjuder har inte utretts i detta skede, utan bör beaktas i detaljprojekteringen.

Bedömning

En sammanställning av poängsättningen ses i Tabell 7. Samtliga alternativ innebär att översvämningsrisken i rekreationsområden minskar vilket ökar tillgängligheten. Nollalternativet innebär förlust av rekreationsområden i och med den underhållsmuddring som krävs, men återställning bedöms vara möjlig.

Det alternativ som innebär störst förlust av rekreationsområden och naturpedagogiska värden bedöms vara *Fördjupning av ån* och *Sandåkersgatan 1*, då slänternas kommer utbredas över nuvarande park- och grönområden och avverkning för åtkomst krävs. Det bedöms vara möjligt att återställa stor del av rekreationsområdena i höjd med bostadsområdena, men de naturupplevelser som erbjuds i strandlövskogen kommer gå förlorade. Eftersom *Fördjupning av ån* medför rensning som kontinuerligt

kommer störa tillgången till ån genom etablering får detta alternativ ett (1) poäng medan *Sandåkersgatan 1* får två (2) poäng.

Alternativ *Ny utloppstunnel* innebär främst en tillfällig förlust av rekreationsområden och naturpedagogiska värden som sedan återställs. Om omtag förläggs inom strandlövskogen vid Tväråns nedre delar går dock områden som erbjuder naturupplevelser förlorade. Eftersom detta garanterat sker i *Ny utloppstunnel Sandåkersgatan 2* får detta alternativ tre (3) poäng medan det går att undvika i *Ny utloppstunnel Grisbacka/Hartvigsgatan* varpå detta alternativ får fyra (4) poäng.

Även alternativ *Ny utloppstunnel med våtmark* innebär en tillfällig förlust av rekreationsområden och naturpedagogiska värden, men jämfört med övriga alternativ förväntas våtmarken skapa mer rekreationsvärden. Därmed ges alternativ *Ny utloppstunnel med våtmark* fem (5) poäng.

Tabell 7. Sammanställning av poängsättning för rekreationsvärdet.

Åtgärdsalternativ	**Poäng**
Fördjupning av ån	1
Ny utloppstunnel Grisbacka/Hartvigsgatan	4
Ny utloppstunnel Sandåkersgatan 2	3
Ny utloppstunnel med våtmark	5
Sandåkersgatan 1	2

6.1.2 Kulturmiljö

Risk för påverkan på befintliga kulturvärden

Förutsättningar

Historiska kartor visar att området vid Tvärån under lång tid sett ut ungefär som det gör idag. Den nedre delen av Tvärån, vid Lundåkern, omgavs tidigare av åkermarker på båda sidorna om ån. Norr om Storgatan och hela vägen norrut och över Rödäng kantades ån i väster av åkermark. Ännu på 50-talet omgavs ån till stora delar huvudsakligen av åkermark, även om några villor tillkommit på södra sidan (Umeå Kommun, 2020).

På Rödberget finns tre lämningar: två möjliga fornlämningar och en kulturhistorisk lämning.

På en karta från 1693 finns tre kvarnar markerade vid den nedre delen av Tvärån. Lämningar från en av dessa har upptäckts under inventering.

Nollalternativet i detta fall innebär att befintliga kulturvärden kvarstår.

Fördjupning av ån

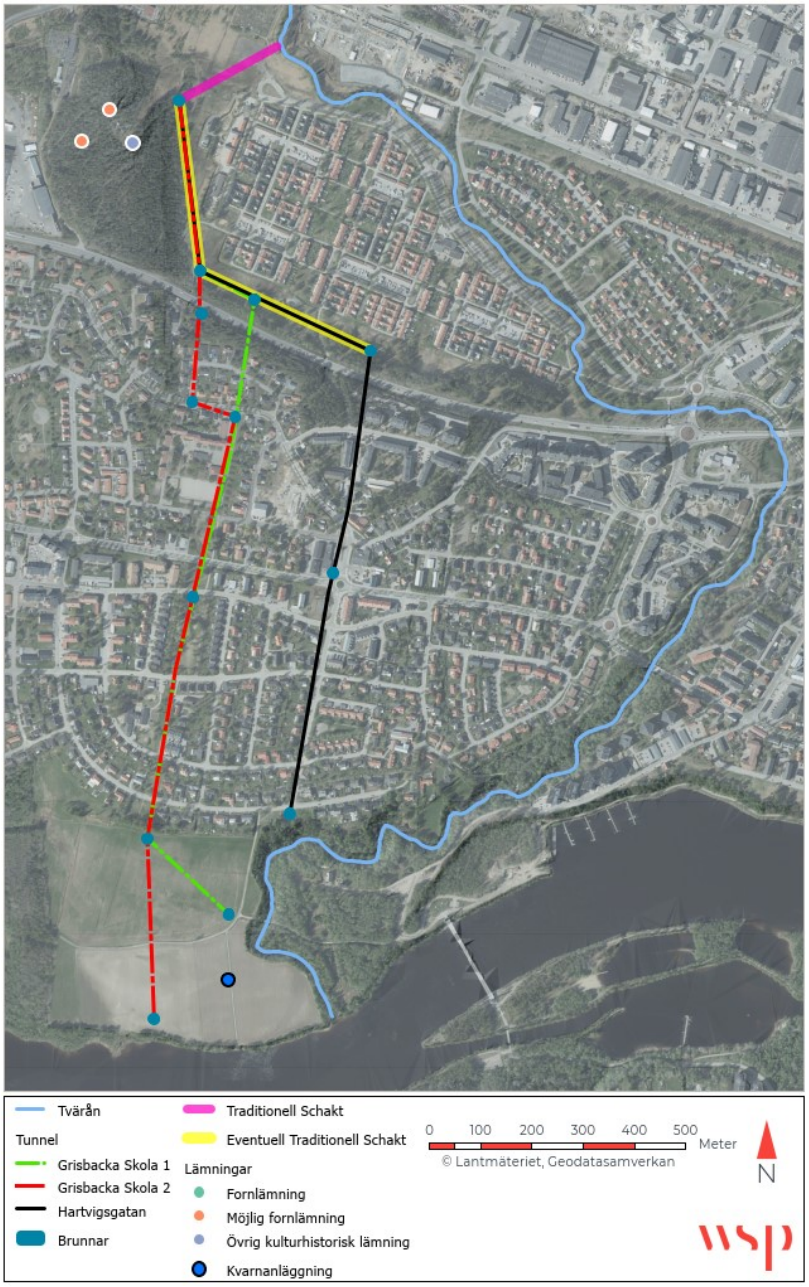
Urgrävning av ån innebär att stora områden kring Tvärån tas i anspråk, både under anläggningsfas samt på längre sikt på grund av slänternas utbredning. Slänterna bedöms inte inkräkta på den kvarnstenslämning som finns kvar vid nedre delen av Tvärån, se Figur 27.



Figur 27. Slänter samt kvarnlämning vid Tvärån.

Ny utloppstunnel

Utloppstunneln planeras, oavsett dragning, dras mellan Rödberget och Rödängsskolan, ca 100 meter från närmsta lämning. Lämningarna på Rödberget bedöms vara på sådant avstånd att de inte påverkas. Lämningar från kvarnanläggningen i Tväråns nedre del bedöms inte påverkas av åtgärdsalternativet oavsett vilken dragning som väljs, se Figur 28 och Figur 29.



Figur 28. Lämningar i området jämfört alternativa dragningar av tunneln.



Figur 29. Lämningar i området jämfört tunnelns dragning.

Ny utloppstunnel med våtmark

För utloppstunneln gäller samma förutsättningar som presenterats ovan (*Ny utloppstunnel Grisbacka/Hartvigsgatan)*. Våtmarken ska anläggas ca 250 m från lämningarna på Rödberget, se Figur 30, och bedöms därmed inte påverka dessa. Marken som tas i anspråk bedöms inte vara av kulturhistoriskt värde.



Figur 30. Våtmark samt lämningar på Rödberget. Utloppstunnel ej illustrerad.

Sandåkersgatan 1

Urgrävning av ån innebär att stora områden kring Tvärån tas i anspråk, både under anläggningsfas samt på längre sikt på grund av slänternas utbredning. Inga lämningar bedöms påverkas av slänterna eller utloppstunneln, se Figur 31.



Figur 31. Lämningar i området för åtgärden.

Bedömning

En sammanställning av poängsättningen ses i Tabell 8.

Sammantaget bedöms inget åtgärdsalternativ påverka de fornlämningar och kulturhistoriska lämningar som finns i området. Samtliga alternativ är likställda med nollalternativet och ges fem (5) poäng.

Tabell 8. Sammanställning av poängsättning för kulturmiljön.

Åtgärdsalternativ	**Poäng**
Fördjupning av ån	5
Ny utloppstunnel Grisbacka/Hartvigsgatan	5
Ny utloppstunnel Sandåkersgatan 2	5
Ny utloppstunnel med våtmark	5
Sandåkersgatan 1	5

6.1.3 Risk och säkerhet

Faktorer som innebär en risk för genomförbarheten

Förutsättningar

I detta skede av projektering kvarstår många osäkerheter kring åtgärdernas utformning som dels kan påverka möjligheten att genomföra åtgärderna, dels kan medföra en säkerhetsrisk efter anläggning. De geotekniska och hydrogeologiska förutsättningarna på platsen inte undersökta i detalj vilket innebär en osäkerhet för samtliga åtgärdsalternativ. Dessa faktorer är avgörande för åtgärdernas utformning.

Skred innebär att en sammanhängande jordmassa kommer i rörelse på grund av förändringar i markens stabilitet. Skredet kan framkallas av bland annat mänskliga ingrepp och erosionsskador. Erosion runt Tvärån sker främst av mekanisk påverkan från rinnande vatten som leder till nednötning och transport av berg, jord och annat material. Förändringar i Tväråns flöde samt åtgärder i åkantens slänter innebär en risk för försämrad släntstabilitet och därmed skred.

Sättning innebär att markytan sjunker på grund av underliggande jordlagers kompression. Sättning orsakas vanligen av ökad belastning på jorden som exempelvis kan vara orsakad av markuppfyllningar, byggnader eller av en sänkt grundvattenyta. En sänkning av grundvattennivån i det undre grundvattenmagasinet kan medföra att omkringliggande mark komprimeras och med avseende på byggnader, vägar och brunnar kan grundvattenbortledning medföra konsekvenser i form av marksättningar vid vägar och byggnader.

Nollalternativet innebär att nuvarande förutsättningar fortsätter råda, alltså att översvämning av ån utgör en risk för omgivande områden och erosionsrisk för Tväråns banker. Den underhållsmuddring som krävs innebär att tillståndsansökan måste ske, vilket försvårar utförandet. Om en mer omfattande muddring sker där ån får en utökad bredd och fungerande svämplan kan detta dock innebära att ekosystemtjänsten *Flödesreglering* gynnas, vilket minskar översvämningsrisken något. Genomförandemöjligheterna för detta har dock inte utretts i detalj i detta skede och därmed antas att ekosystemtjänsten är oförändrad för nollalternativet.

Muddringen innebär även en viss avsänkning av Tväråns vattennivå vilket medför en sänkning av grundvattnet i åns närområde. Sättningar uppstår när grundvattennivån i det undre grundvattenmagasinet leds bort eller sänks av medan sänkning i det övre grundvattenmagasinet inte leder till sättningar. I detta skede har bedömningen gjorts att det endast är det övre

grundvattenmagasinet som står i kontakt med Tvärån och därmed påverkas av åtgärden. Osäkerheten i denna bedömning är dock störst uppströms Blå vägen (väg 92), det vill säga den del som påverkas i nollalternativet, där grundvattenmagasinen eventuellt är öppna.

Det är okänt vilken avsänkning som underhållsmuddringen medför, men påverkansområdet vid 0,8 m avsänkning av ån har beräknats för ungefär den sträcka som ska underhållsmuddras. Detta bedöms vara större än den avsänkning som muddringen medför vilket leder till en överskattning av påverkansområdet. Påverkansområdet vid 0,8 m avsänkning beräknas uppgå till 156 000 m^2 och ses i Figur 32. Som framgår av figuren är det endast ett mindre antal byggnader som ligger inom påverkansområdet vid 0,8 m avsänkning, varpå ingen eller ytterst få byggnader hamna inom påverkansområdet vid underhållsmuddringen.



Figur 32. Påverkansområdet för 0,8 m fördjupning i första delen av ån. Inom det gula området sänks grundvattennivån med ≥ 0,3 m vilket innebär risk för sättningar om avsänkning sker av undre grundvattenmagasinet.

Fördjupning av ån

I och med fördjupningen av Tvärån blir anpassning av slänterna utifrån stabilitet en viktig säkerhetsfråga. Åtgärden innebär en permanent sänkning av vattennivån i ån vilket medför försämring av stabiliteten i slänterna. Även urgrävningen i sig innebär en risk för släntstabiliteten och kräver anpassning till det nya djupet. Anpassningen kommer bli ett omfattande arbete i nedre delen av ån då ravinen är djup och befintliga slänter är mycket branta (säkerhetsfaktor <1,0), se beräkningar i PM Släntstabilitet. Slänterna står förmodligen stabilt idag tack vare den växtlighet som armerar marken. I och med fördjupningen avlägsnas nuvarande växtlighet och slänterna riskerar att rasa. Föreslagna slänter är därmed betydligt mer flacka än befintliga slänter för att säkerställa släntstabiliteten. Eftersom stabiliteten på många ställen idag ligger under gränsvärden för säkerhet vid dimensionering krävs vidare utredning om hur slänterna kan utformas för att uppfylla säkerhetskraven. Även förstärkningsåtgärder för att kunna ställa slänter brantare eller begränsa slänters utbredning bör undersökas i större utsträckning.

Ytterligare en risk är att befintliga broars grundläggning riskeras att undermineras vid fördjupning och breddning av ån. Fördjupning av ån kring dessa infrastrukturer föreslås endast ske som urgrävning på djupet för att uppnå erforderlig tvärsnittsarea, det vill säga inga slänter görs vid broar utan förstärkning sker med hjälp av stödkonstruktioner. Risken är dock att dessa områden slammar igen snabbare och eroderar med tiden, se Byggbarhetsutredning.

Fördjupningen av Tvärån innebär en sänkning av vattenståndet i ån, vilket medför att grundvattnet i åns närhet avsänks. En avsänkning av 1,2 m innebär ett påverkansområde (avsänkning ≥ 0,3 m) på ca 457 000 m^2, se PM Hydrogeologi samt Figur 33. Detta är förmodligen en underskattning av den avsänkning som åtgärden medför, och därmed även en underskattning av påverkansområdets utbredning. I detta skede görs bedömningen att det endast är det övre grundvattenmagasinet som står i kontakt med Tvärån och därmed påverkas av åtgärden. Osäkerheten i denna bedömning är störst uppströms Blå vägen där det eventuellt kan finnas öppna grundvattenmagasin. Nedströms Blå vägen är bedömningen relativt säker att de övre och undre magasinen är åtskilda.

För att utesluta risken för att det undre grundvattenmagasinet påverkas, och därmed utesluta risken för sättningar, krävs att fler grundvattenrör installeras i området och att dessa står i kontakt med det undre magasinet. Om det undre magasinet avsänks är det de byggnader och vägar som finns inom påverkansområdet som riskerar att påverkas av sättning.



Figur 33. Påverkansområde vid en avsänkning av ån på 1,2m. Inom det gula området sänks grundvattennivån med ≥ 0,3 m vilket innebär risk för sättningar.

Som framgår av figuren är det ett stort antal byggnader som är belägna inom påverkansområdet och därmed riskerar att påverkas av sättningar (framförallt uppströms Blå vägen). Om det vid detaljprojektering framgår att sättningar kan bli aktuellt här, bör grundläggningsinventering göras av dessa byggnader.

Urgrävningen och rensningen kräver tillstånd för vattenverksamhet, vilket bedöms svårt att få för den kontinuerliga rensningen som krävs för att upprätthålla åtgärdens kapacitet. Eftersom genomförandet av åtgärden kräver avverkning av värdefull naturmiljö i de nedre delarna av Tvärån, och därmed att skyddade arter påverkas, krävs det även med största sannolikhet en artskyddsdispens för åtgärden. Detta bedöms också innebära en försvårad tillståndsprocess. Avverkningen innebär även att skogens förmåga att fördröja och förbruka vatten går förlorad, vilket ökar tillrinningen till Tvärån. Trots det bedöms åtgärden innebära en positiv effekt för ekosystemtjänsten *Flödesreglering* eftersom åtgärden syftar till att öka Tväråns kapacitet vid högflöden.

För att säkerställa att åtgärden, i kombination med föreslagna skyfallsvägar, klarar av att avleda ett 100-årsregn från Rödäng och Västerslätt har modellering utförts enligt PM Modellering skyfallsvägar. Modelleringen visar att *Fördjupning av ån* medför minskad översvämning jämfört med om endast skyfallsvägar anläggs och har god kapacitet att avleda vatten från den mest kritiska sektionen av Tvärån. Därmed konstateras att funktionen av åtgärden inte bedöms påverka genomförbarheten.

Ny utloppstunnel

De tunnelalternativ som föreslagits har utretts av oberoende specialistkonsulter inom schaktfri teknik, och innebär minst påverkan på omgivning samt ett minimerat antal omtagningar (se samtliga PM från Johan Lundberg AB). Det kvarstår dock ett flertal osäkerheter med tunnelalternativen som kan komma att påverka genomförbarheten. De geotekniska förutsättningarna är helt avgörande för val av lämplig schaktfri lösning. I denna förstudie har antaganden om geotekniska förhållanden gjorts baserat på ett femtontal sonderingspunkter, varav de flesta är tagna inom Rödäng, samt SGU:s översiktliga material. I vidare arbete måste detta kompletteras med anpassade geotekniska markundersökningar. Det är då även viktigt att undersöka bergnivåer, vilket påverkar utförandet av åtgärden. Utförande av mikrotunnel i homogent berg är möjligt men av naturliga skäl är borrarbetet mer påfrestande, tar längre tid med högre slitage, därmed är kostnaden högre än vid borrning i friktionsjord.

För att tunneln skall kunna borras krävs en marktäckning från överkant borrad ledning till marköveryta som är minst 6 m. Marktäckningen blir en aktuell fråga som måste utredas vidare i nästa skede av projekteringen för att identifiera kritiska sträckor där eventuella alternativa lösningar kan krävas.

I detta skede har 4 ‰ lutning antagits för hela tunneln, men specifik lutning för varje enskild sektion har inte utretts. Med denna lutning hamnar tunnelutloppet i Umeälven över medelvattenytan men under högvattenytan. Därmed sker ett visst tillbakatryck i tunneln vid högvatten i Umeälven, men enligt hydraulisk modellering uppnår åtgärden fortfarande tillräcklig kapacitet. Om det vid framtida projektering framgår att förutsättningarna kräver en större lutning eller ett större djup än vad som antagits i detta skede, kan utloppet hamna lägre än vad som beräknats. Tunnelutloppet riskerar då att förläggas under medelvattenytan och det kan krävas att tunneln dimensioneras upp för att kompensera för den förlorade kapaciteten.

För bägge delalternativ är schakt på delar av sträckan ett alternativ vilket kräver en tillfällig grundvattensänkning. Området vid Rödäng domineras av genomsläppliga friktionsjordar, såsom morän och sand, vilket tyder på ett öppet grundvattenmagasin som medför en stor risk för sättningar. Påverkan av två alternativa schaktdjup har undersökts, och det finns även risk att schakten blir ännu djupare än vad som undersökts i detta skede. Ett schaktdjup på 8 m innebär ett påverkansområde på 218 000 m^2 och 5 m schaktdjup motsvarar ett påverkansområde på 111 000 m^2, se PM Hydrogeologi samt Figur 34. Stora delar av Rödäng och centrala vägar kan eventuellt påverkas av sättningar till följd av grundvattensänkningen.



Figur 34. Påverkansområde för ledningsschakt vid anläggning av tunnel. 5 m schaktdjup i gult, 8 m schaktdjup i rött. Samma sträcka kan schaktas för bägge delalternativ.

Tunneldelen som anläggs med rörtryckning eller mikrotunnling innebär ingen påverkan på grundvattnet men däremot är tryckskador, då marken trycks uppåt av att tunneln, en risk. För att minska risken för detta används bentonitbehandling för att minska friktionen samt mellantrycksstationer (se PM Schaktfritt byggande av tunnel för att avlasta Tväråns flöde). Därmed bedöms detta vara av liten risk.

Syftet med åtgärdsalternativet är att öka Tväråns kapacitet vid högflöden och därmed minska översvämningsrisken. Bägge tunnelalternativ innebär viss avverkning i strandlövskogen, men bedöms inte medföra betydande effekter för avrinningen till Tvärån. Därmed bedöms ekosystemtjänsten *Flödesreglering* gynnas av åtgärden.

Ny utloppstunnel Grisbacka/Hartvigsgatan

Flera av dragningarna i detta delalternativ går under privat mark vilket innebär en osäkerhet gällande tillåtligheten. Det finns inga tidigare domar från liknande fall och det känt att andra kommuner valt bort mikrotunnling under privat fastighet för att undvika de juridiska svårigheterna. Det finns även risk för att stöta på berg i dessa tunneldragningar, vilket innebär en stor osäkerhet för kostnaden. Detta medför att alternativet är av stor risk för åtgärdens genomförbarhet.

För att säkerställa att tunnelalternativen, i kombination med föreslagna skyfallsvägar, klarar av att avleda ett 100-årsregn från Rödäng och Västerslätt har modellering utförts enligt PM Modellering skyfallsvägar. Modellering för tunnelalternativen har endast utförts enligt dragning *Sandåkersgatan 2*, men med ett respektive två inlopp till tunneln. Eftersom delalternativen är av samma tunneldimension och samma lutning bedöms modelleringen vara representativ för bägge delalternativ. Modelleringen visar att *Ny utloppstunnel Grisbacka/Hartvigsgatan* (d.v.s. ett inlopp) medför minskad översvämning jämfört med om endast skyfallsvägar anläggs, men att alternativet ger minst avsänkning av alla åtgärdsalternativ i den kritiska sektionen. Beroende på vilka krav som ställs på åtgärderna avseende minskade översvämningar kan funktionen av åtgärden påverka genomförbarheten. Om viss översvämning kan accepteras vid skyfall bedöms åtgärdens funktion vara tillräcklig, annars krävs potentiellt ytterligare åtgärder.

För detta åtgärdsalternativ krävs även underhållsmuddring vilket motsvarar påverkan som presenteras för nollalternativet.

Ny utloppstunnel Sandåkersgatan 2

Detta alternativ går endast under kommunal mark och innebär inte samma juridiska svårigheter som beskrivet ovan.

Modelleringen visar att *Ny utloppstunnel Sandåkersgatan 2* (d.v.s. två inlopp) medför minskad översvämning jämfört med om endast skyfallsvägar anläggs, och större avsänkning än *Ny utloppstunnel Gisbacka/Hartvigsgatan.* Därmed konstateras att funktionen av åtgärden inte bedöms påverka genomförbarheten.

För detta åtgärdsalternativ krävs även underhållsmuddring vilket motsvarar påverkan som presenteras för nollalternativet.

Ny utloppstunnel med våtmark

Riskerna med utloppstunneln i detta alternativ är desamma som riskerna kopplat till alternativ *Ny utloppstunnel Grisbacka/Hartvigsgatan*. Även för detta åtgärdsalternativ krävs underhållsmuddring vilket motsvarar påverkan som presenteras för nollalternativet.

Vid anläggning av våtmarken krävs grundvattensänkning för att kunna schakta och anlägga eventuellt tätskikt. Sänkningen är tillfällig och arbetet kan göras successivt så att grundvattensänkningen endast görs för en liten del i taget. Därmed bedöms detta inte medföra några större risker och har inte utretts vidare.

För att förhindra att vattnet i våtmarken inte rinner över till närliggande bostadsområde eller tillbaka till Tvärån måste våtmarken kontureras med invallningar och dämme. Detta innebär en säkerhetsrisk ifall rätt åtgärder inte vidtas eller att dämmen och invallningar eroderar. Detta skulle innebära en motsatt effekt än avsett då Tvärån tvingas att brädda till våtmarken som sedan brister och översvämmar bostadsområdet. Omfattning av erosionsskydd och dämmens konstruktion är oklar och är en faktor som klargörs först i detaljprojektering. Trots det bedöms åtgärden innebära en positiv effekt för ekosystemtjänsten *Flödesreglering* eftersom åtgärden syftar till att öka Tväråns kapacitet vid högflöden.

Sandåkersgatan 1

För urgrävningen av ån råder samma risker som i *Fördjupning av ån.* Anpassning av slänterna utifrån stabilitet är en viktig säkerhetsfråga, speciellt i nedre delen av ån då ravinen är djup och befintliga slänter är mycket branta. Även befintliga broars grundläggning riskeras att undermineras vid fördjupning och breddning av ån. Fördjupning av ån kring dessa infrastrukturer föreslås endast ske som urgrävning på djupet för att uppnå erforderlig tvärsnittsarea, se Byggbarhetsutredning.

Eftersom genomförandet av åtgärden kräver avverkning vilket medför att värdefull naturmiljö går förlorad i de nedre delarna av Tvärån, och därmed att skyddade arter påverkas, krävs med största sannolikhet en artskyddsdispens för åtgärden. Detta kan innebära en försvårad tillståndsprocess. Avverkningen innebär även att skogens förmåga att fördröja och förbruka vatten går förlorad, vilket ökar tillrinningen till Tvärån. Trots det bedöms åtgärden innebära en positiv effekt för ekosystemtjänsten *Flödesreglering* eftersom åtgärden syftar till att öka Tväråns kapacitet vid högflöden.

Utgrävningen av Tvärån innebär en sänkning av vattenståndet vilket medför att grundvattnet i åns närhet avsänks, liksom för *Fördjupning av ån*. En avsänkning av 1,2 m innebär ett påverkansområde (avsänkning ≥ 0,3 m) på ca 457 000 m^2, se PM Hydrogeologi samt Figur 33 ovan. Som nämnts tidigare är detta är förmodligen en underskattning av den avsänkning som åtgärden medför, och därmed även en underskattning av påverkansområdets utbredning. Om det vid detaljprojektering framgår att sättningar kan bli aktuellt här, bör grundläggningsinventering göras av berörda byggnader.

För utloppstunneln gäller samma förutsättningar som för *Ny utloppstunnel Sandåkersgatan 2*, men endast en liten sträcka för utlopp i Umeälven kan komma att schaktas och medföra grundvattensänkning.

För att säkerställa att åtgärden, i kombination med föreslagna skyfallsvägar, klarar av att avleda ett 100-årsregn från Rödäng och Västerslätt har modellering utförts enligt PM Modellering skyfallsvägar. Modelleringen visar att *Sandåkersgatan 1* medför minskad översvämning jämfört med om endast skyfallsvägar anläggs, och av alla alternativ innebär *Sandåkersgatan 1* störst avsänkning. Därmed konstateras att funktionen av åtgärden är god och inte bedöms påverka genomförandet.

Bedömning

En sammanställning av poängsättningen ses i Tabell 9. Samtliga alternativ bedöms innebära en minskad översvämningsrisk jämfört med nollalternativet och med rätt utformning av samtliga alternativ, kan anläggnings- och implementeringsriskerna minimeras.

Genomförbarheten av *Ny utloppstunnel Grisbacka/Hartvigsgatan* samt *Utloppstunnel med våtmark* är osäker med tanken på de juridiska svårigheter dragning under privat fastighet kan medföra. Även funktionen av åtgärden vid skyfall är en osäkerhet som bör beaktas, då ingen tunnel ansluter nedströms Rödäng och kan hantera tillskottet av skyfallsvatten.

För samtliga tunnelalternativ utgör även sättningar till följd av grundvattensänkning en risk om traditionell schakt genomförs på första sträckan. Till skillnad från grundvattensänkningen i *Fördjupning av ån* samt *Sandåkersgatan 1* är det relativt säkert att detta alternativ medför sättningsproblematik. För våtmarken är själva utformningen även en osäkerhet, där erforderlig konstruktion som klarar funktion och säkerhetsaspekter är oklar.

Fördjupning av ån samt *Sandåkersgatan 1* innebär juridiska risker eftersom skyddade arter finns inom den nyckelbiotop som påverkas av åtgärderna, varpå artskyddsdispens förmodligen kommer att krävas. Åtgärderna innebär även tydliga risker när det kommer till släntstabilitet och osäkerhet kring sättningar. Åtkomst till de nedre delarna av ån innebär ett omfattande arbete och slänternas stabilitet i dessa delar är en osäkerhet som kräver mycket utredning vid detaljprojektering. *Sandåkersgatan 1*

och *Fördjupning av ån* har dock stor kapacitet att sänka vattennivån vid skyfall, vilket innebär en mindre risk avseende funktionen än tunnelalternativen med endast ett inlopp.

Därmed får *Ny utloppstunnel Grisbacka/Hartvigsgatan* och *Ny utloppstunnel med våtmark* ett (1) poäng och *Fördjupning av ån* och *Sandåkergatan 1* två (2) poäng. Eftersom tunneldragning enligt *Sandåkersgatan 2* ökar kapaciteten jämför med *Ny utloppptunnel Grisbacka/Hartvigsgatan* och minskar de juridiska osäkerheterna jämfört med övriga alternativ får detta alternativ fyra (4) poäng.

Tabell 9. Sammanställning av poängsättning för risk och säkerhet.

Åtgärdsalternativ	**Poäng**
Fördjupning av ån	2
Ny utloppstunnel Grisbacka/Hartvigsgatan	1
Ny utloppstunnel Sandåkersgatan 2	4
Ny utloppstunnel med våtmark	1
Sandåkersgatan 1	2

6.2 MILJÖKRITERIER

6.2.1 Naturmiljö

Risk för påverkan på befintliga naturvärden och ekosystemtjänster

Förutsättningar

Utifrån tidigare genomförda inventeringar och sammanställning av tidigare registrerade naturvärden och artfynd konstateras att det inom området kring de nedre delarna av Tvärån finns stora biologiska värden. Dessa delar har stått orörda under en lång tid och har därmed utvecklat en karaktär som är unik för Umeås stadsområde. I området finns goda förutsättningar för olika typer av svampar, lavar, mossor och ormbunksväxter. Svampar bidrar till nedbrytningen av träd som ger goda förutsättningar för vedlevande insekter som i sin tur utgör huvudföda för ett stort antal fågelarter med mera i området. Ett flertal rödlistade fågelarter har rapporterats inom området fladdermöss som är skyddade enligt artskyddsförordningen.

Även längs stränderna i de övre delarna av Tvärån växer av en tät bård av buskar och träd som främjar biologisk mångfald och artspridningen längs åns strandområden. Ån är en grön korridor för artspridning och har därmed höga värden för den gröna infrastrukturen.

Underlag från en naturvärdesinventering utförd av Umeå kommun, har förts in på karta för att möjliggöra okulär bedömning av eventuella naturvärden som går förlorade vid implementering av åtgärdsalternativen.

Nollalternativet innebär att Tvärån i höjd med bostadsområdena kommer underhållsmuddras. I och med detta krävs att träd och buskar på denna sträcka avverkas och livsmiljöerna i och runt ån går förlorade. De höga naturvärden som finns i Tväråns nedre delar lämnas dock orörda och naturliga processer tillåts fortsätta.

Det område som kräver avverkning till följd av underhållsmuddringen består främst av grässlänter med enstaka träd och en del sly. Dessa miljöer går förlorade och medför därmed en viss påverkan på ekosystemtjänsterna *Livsmiljöer och biologisk mångfald*, *Näringsupptag* och *Klimatreglering*. Denna påverkan är dock endast tillfällig eftersom återställning bedöms möjlig. Därmed bedöms nollalternativet på lång sikt inte påverka dessa ekosystemtjänster.

Fördjupning av ån

Urgrävning av ån innebär en påverkan på den naturmiljö som idag finns i och runt Tvärån. Inledningsvis avverkas och röjs träd och buskar längs ån samt anläggning av tillfälliga vägar längs hela sträckan, vilket är nödvändigt för åtkomst av ån och för uttransport av massor. De nedre delarna av ån behöver avverkas i sin helhet för åtkomst från båda sidor. Långsiktigt kommer områden längsmed ån tas i anspråk av slänterna som kräver yta för att säkerställa släntstabiliteten.

Erosionsskydd krävs i slänterna. Med exempelvis stenkross som underlag blir återetablering av växter svårt, och förlusten av naturvärden kan bli svår att kompensera. Planerad släntlutning gör att det bedöms möjligt att anlägga naturanpassade erosionsskydd och vid detaljprojektering bör möjligheterna undersökas vidare. De växter som väljs måste anpassas till syftet men bör även väljas utifrån möjligheterna att gynna den biologiska mångfalden. Om det bedöms möjligt att bredda årummet och skapa svämplan bör dessa utformas på ett sätt som skapar nya naturvärden och gynnar biologisk mångfald.

Åtgärdsförslaget påverkar områden med naturvärden både i norr och söder (Figur 35). I norr sker urgrävning i ett område med naturvärden. Här finns både gamla och döda lövträd och även lövlågor och goda förutsättningar för utveckling av nyckelbiotop (Norstedt, 2016). Detta område kräver avverkning för åtkomst och efter anläggning gör slänternas utbredning att återetablering blir svårt.



Figur 35. Översiktskarta för åtgärdsförslag *Fördjupning av ån* med dess geografiska förhållande till identifierade naturvärden i projektområdet.

I söder påverkas strandlövskogen som utgör nyckelbiotop. Här krävs avverkning i sin helhet för att få åtkomst från bägge sidor. Ån på sträckan vid strandlövskogen har inte påverkats av uträtning och har i stort sin ursprungliga utformning. Strandlövskogen har fått utvecklas fritt de senaste årtiondena. Dessa områden kommer att påverkas med befintliga biologiska värden i och med avverkning av skogen. Förlust av nyckelbiotoperna innebär att de livsmiljöer som idag skapar goda förutsättningar för de skyddade arter som finns på platsen, går förlorade. Restaurering och kompensationsåtgärder blir aktuellt i detta område, men de strandnära lövskogar kan inte återskapas i sin helhet utan att skogen får återetableras. Eftersom rensning krävs kontinuerligt av vattendraget kommer återetablering aldrig kunna ske eftersom åtkomst av vattendraget krävs.

Avverkning av strandlövskogen, samt övriga grönområden kring Tvärån, innebär förlust av viktiga livsmiljöer. Därmed bedöms ekosystemtjänsterna *Livsmiljöer och biologisk mångfald*, *Näringsupptag* och *Klimatreglering* påverkas negativt.

Ny utloppstunnel

Vid anläggning av tunneln påverkas befintlig infrastruktur tillfälligt då brunnar, schakt samt lokalt upplag för rörmaterial och containrar tar stor plats. I båda dragningsalternativen av tunneln kommer gata/yta där brunn förläggs att stängas av helt en tid under produktionen och förekommande växtligheter kommer avverkas. Byggvägar kan komma att krävas för åtkomst av arbetsplatser vilket innebär avverkning för anläggning av dessa.

Inloppet till tunnel uppströms Rödäng planeras att förläggas i det område som bedömts inneha objekt med naturvärde i kommunens inventering. Viss avverkning och hårdgörning kommer ske inom området.

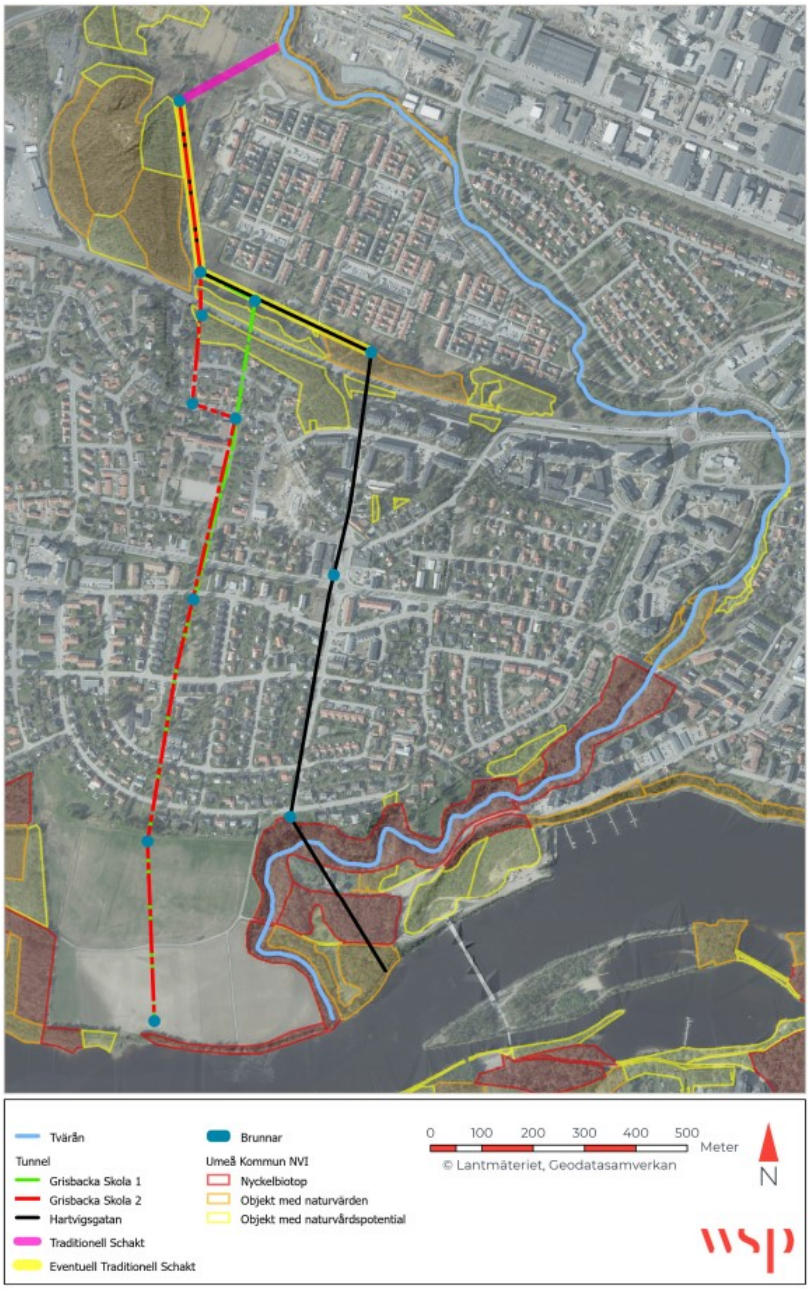
Muddring tillkommer även för detta alternativ, vilket motsvarar påverkan som presenterats för nollalternativet.

Ny utloppstunnel Grisbacka/Hartvigsgatan

Dessa tunneldragningar inkräktar endast på nyckelbiotopen vid nedre delen av Tvärån om sträckning via Hartvigsgatan väljs eftersom omtag då krävs inom nyckelbiotopen när tunneln viker av mot Umeälven (Figur 36). Om omtag blir aktuellt inom detta område innebär det ett ingrepp kring brunnen där ca 2300 m^2 avverkas. Vid själva utloppskonstruktionen ska schaktning genomföras vilket blir ett stort ingrepp på området där stor del av befintlig växtlighet måste avverkas. Tillfälliga vägar ska anläggas och eventuella förstärkningsåtgärder krävs i ravinen. Avverkning av strandlövskogen innebär en förlust av ekosystemtjänsterna *Livsmiljöer och biologisk mångfald*, *Näringsupptag* och *Klimatreglering*, och återetablering bedöms ta så pass lång tid att ekosystemtjänsterna antas påverkas negativt.

Om tunneldragning väljs via Grisbacka skola kan eventuellt tunneln dras på ett sätt som möjliggör utlopp mellan de naturvärden som framgår från inventeringen.

Det område vid Rödberget som innehar objekt av påtagligt naturvärde eller naturvårdspotential bedöms inte påverkas av åtgärden eftersom det inte kommer ske i berget. Däremot kommer omtag för mikrotunnlingen och eventuell schakt förmodligen ske inom ett område i nederkanten av Rödäng som innehar objekt med naturvårdspotential (Grisbacka skola 1 och 2) alternativt är av påtagligt naturvärde (Hartvigsgatan). Schaktning på denna sträcka innebär ett betydligt större ingrepp på området än vid en schaktfri lösning. Vid detaljprojektering kan eventuellt dragning väljas så att omtag kan ske utanför områden av naturvärde.



Figur 36. Översiktskarta för åtgärdsförslag *Ny utloppstunnel Grisbacka/Hartvigsgatan* med tre alternativa stäckningar och dess geografiska förhållande till identifierade naturvärden i projektområdet.

Ny utloppstunnel Sandåkersgatan 2

För tunneldragning via Sandåkersgatan krävs omtag i kanten av det område som utgör nyckelbiotop enligt kommunens inventering (Figur 37). Omtaget kräver att en arbetsplats etableras inom en yta av ca 2300 m^2, vilket medför att utkanten av området förmodligen tas i anspråk och strandlövskogen avverkas på platsen. Avverkningen innebär en förlust av ekosystemtjänsterna *Livsmiljöer och biologisk mångfald*, *Näringsupptag* och *Klimatreglering*, och återetablering bedöms ta så pass lång tid att ekosystemtjänsterna antas påverkas negativt.

Det område vid Rödberget som innehar objekt av påtagligt naturvärde eller naturvårdspotential enligt kommunens inventering bedöms inte påverkas av åtgärden eftersom det inte kommer ske i berget.

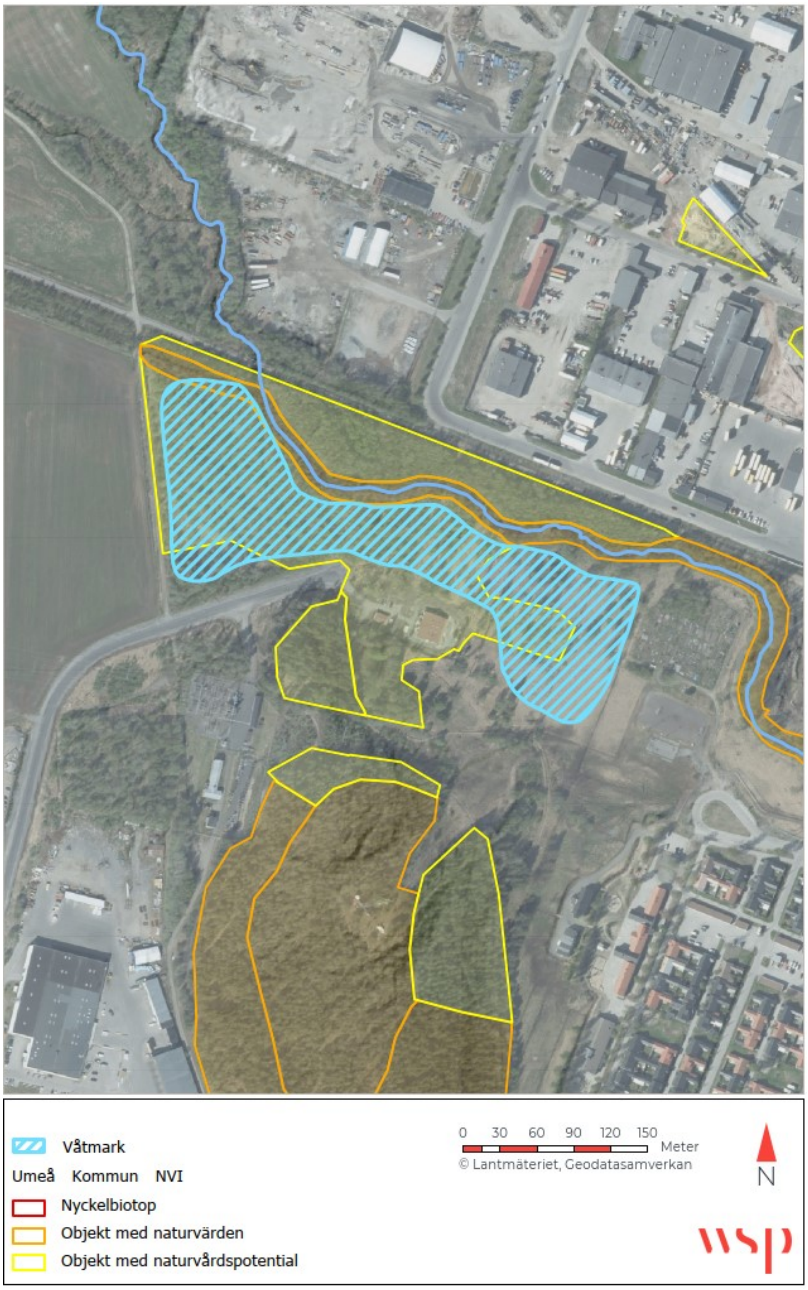


Figur 37. Översiktskarta för åtgärdsförslag *Ny utloppstunnel Sandåkersgatan 2* med alternativa sträckningar och dess geografiska förhållande till identifierade naturvärden i projektområdet

Ny utloppstunnel med våtmark

För utloppstunneln gäller samma förutsättningar som presenterats ovan (*Ny utloppstunnel Grisbacka/Hartvigsgatan*): tunneln inkräktar endast på nyckelbiotopen i nedre delen av Tvärån om omtag krävs i området (Hartivgsgatan) (Figur 36). Vid omtag innebär det ett ingrepp kring brunnen där ca 2300 m^2 tas i anspråk för etablering, vilket medför att utkanten av området förmodligen tas i anspråk och strandlövskogen avverkas på platsen.

Våtmarken planeras att anläggas längre uppströms än diket i alternativ *Ny utloppstunnel* och är därmed inom det område kommunen bedömt vara av naturvärde, samt ett område med naturvårdspotential (Figur 38).



Figur 38. Översiktskarta för åtgärdsförslag *Ny utloppstunnel med våtmark* med dess geografiska förhållande till identifierade naturvärden i projektområdet.

Muddring tillkommer även för detta alternativ, vilket motsvarar påverkan som presenterats för nollalternativet.

Våtmarkens utloppstunnel innebär potentiellt avverkning av en del av nyckelbiotopen vilket medför en negativ påverkan på ekosystemtjänsterna *Livsmiljöer och biologisk mångfald*, *Näringsupptag* och *Klimatreglering*. Våtmarken medför förutsättningar för artdiversitet, ökat naturvärde samt fördröjning av näringsämnen i norra delen av Tvärån. Sammantaget bedöms inte våtmarken väga upp för förlusten av biologisk mångfald och därmed påverkas ekosystemtjänsten *Livsmiljöer och biologisk mångfald* negativt. Våtmarken bedöms dock medföra större möjligheter för *Näringsupptag* och *Klimatreglering* och därmed bedöms dessa påverkas positivt.

Sandåkersgatan 1

Urgrävning av ån innebär, liksom *Fördjupning av ån*, en påverkan på den naturmiljö som idag finns i och runt Tvärån. Inledningsvis avverkas och röjs träd och buskar längs ån samt anläggning av tillfälliga vägar längst hela sträckan, vilket är nödvändigt för åtkomst av ån och för uttransport av massor. De nedre delarna av ån behöver avverkas i sin helhet för åtkomst från båda sidor. Långsiktigt kommer områden längsmed ån tas i anspråk av slänterna som kräver yta för att säkerställa släntstabiliteten.

Erosionsskydd krävs i slänterna. Med exempelvis stenkross som underlag blir återetablering av växter svårt, och förlusten av naturvärden kan bli svår att kompensera. Planerad släntlutning gör att det bedöms möjligt att anlägga naturanpassade erosionsskydd och vid detaljprojektering bör möjligheterna undersökas vidare. De växter som väljs måste anpassas till syftet men bör även väljas utifrån möjligheterna att gynna den biologiska mångfalden. Om det bedöms möjligt att bredda årummet och skapa svämplan bör dessa utformas på ett sätt som skapar nya naturvärden och gynnar biologisk mångfald.

Åtgärdsförslaget påverkar områden med naturvärden både i norr och söder (Figur 39). Längst i norr sker urgrävning i ett område med naturvärden. Här finns både gamla och döda lövträd och även lövlågor och goda förutsättningar för utveckling av nyckelbiotop (Norstedt, 2016). Detta område kräver avverkning för åtkomst och efter anläggning gör slänternas utbredning att återetablering blir svårt.

Det område som kräver avverkning i de övre delarna av Tvärån består främst av grässlänter med enstaka träd och en del sly, vilket i stor del bedöms möjligt att återställa. I de nedre delarna krävs avverkning av strandlövskogen vilket innebär en förlust av ekosystemtjänsterna *Livsmiljöer och biologisk mångfald*, *Näringsupptag* och *Klimatreglering*, och återetablering bedöms ta så pass lång tid att ekosystemtjänsterna antas påverkas negativt.



Figur 39. Översiktskarta för åtgärdsförslag *Sandåkersgatan 1* med dess geografiska förhållande till identifierade naturvärden i projektområdet

Bedömning

En sammanställning av poängsättningen ses i Tabell 10.

Samtliga alternativ bedöms innebära en negativ påverkan på naturmiljön.

Nollalternativet innebär avverkning av träd och buskar på sträckan uppströms Blå vägen och livsmiljöer i och runt Tvärån går förlorade på sträckan. Breddning kan dock innebära att nya naturvärden skapas på de svämplan som planeras.

Alternativ *Fördjupning av ån* samt *Sandåkersgatan 1* innebär en förlust av stora ytor inom nyckelbiotopen vid nedre delen av Tvärån. För *Fördjupning av ån* är avverkningen permanent eftersom permanenta vägar anläggs för åtkomst av ån. Även om återetablering är möjligt för *Sandåkersgatan 1* bedöms detta ta så pass lång tid att det inte får en förmildrande effekt vid bedömning. Därmed får bägge alternativ ett (1) poäng.

Ny utloppstunnel Sandåkersgatan 2 kommer innebära omtag inom nyckelbiotopen. Även *Ny utloppstunnel Grisbacka/Hartvigsgatan* påverkar detta område genom omtag inom området om tunneldragning via Hartvigsgatan väljs. Eftersom möjlighet finns att leda tunneln så att nyckelbiotopen inte påverkas får *Ny utloppstunnel Grisbacka/Hartvigsgatan* fyra (4) poäng medan *Ny utloppstunnel Sandåkersgatan 2* får två (2) poäng.

Ny utloppstunnel med våtmark påverkar, utöver den påverkan som tunneln medför, ett område som innehar objekt av naturvårdspotential. De naturvärden som våtmarken innebär bedöms inte kompensera för de som förloras och därmed får denna åtgärd tre (3) poäng.

Tabell 10. Sammanställning av poängsättning för naturmiljön.

Åtgärdsalternativ	**Poäng**
Fördjupning av ån	1
Ny utloppstunnel Grisbacka/Hartvigsgatan	4
Ny utloppstunnel Sandåkersgatan 2	2
Ny utloppstunnel med våtmark	3
Sandåkersgatan 1	1

6.2.2 Grundvatten

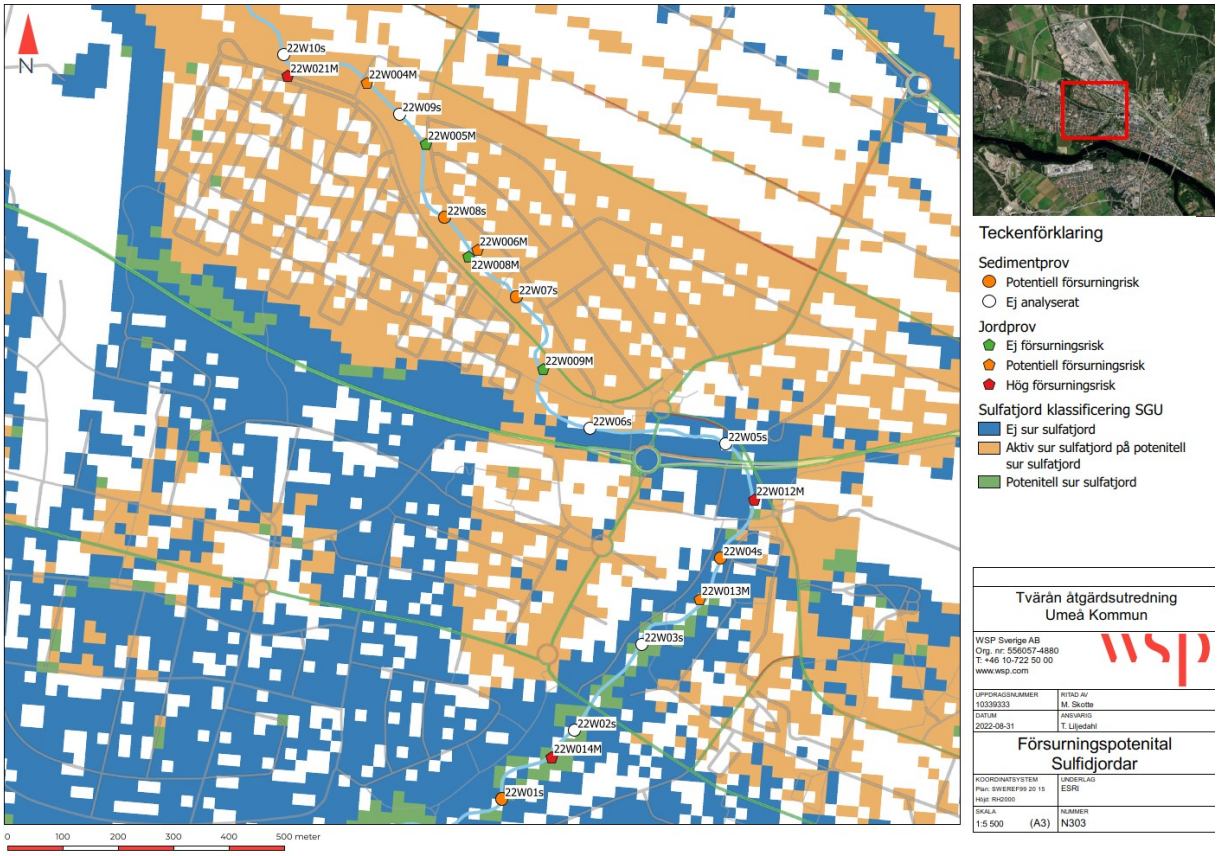
Risk för påverkan på grundvattennivån eller grundvattnets kemiska sammansättning

Förutsättningar

Grundvattenmagasin i ytliga jordlager ovan tät lera definieras som övre magasin. Grundvattenmagasin i vattenförande lager av grus, sand m.m. under tät lera definieras som undre magasin. Förutsatt att grundvattenmagasinen är stängda, alltså att det undre och övre magasinet är skilda, står det övre magasinet i området kring Tvärån i kontakt med ån, och det undre i kontakt med den grundvattenförekomst som ses i Figur 24. Inom Rödäng görs bedömningen att grundvattenmagasinet är öppet, alltså att det övre och undre magasinet inte är skilda.

För statusklassning av grundvattenförekomsten finns kemiska och kvantitativa kvalitetskrav. Statusen kan antingen vara god eller otillfredsställande och bedömningen avser den berörda vattenförekomsten. För den kemiska statusen ska halterna av en mängd ämnen klara Livsmedelverkets och Socialstyrelsens gränsvärden för dricksvatten. Den kvantitativa statusen handlar om hur mycket grundvatten som används i förhållande till nybildning och kvantifieras ofta genom att mäta grundvattennivåer. För god status krävs att uttaget inte är större än nybildningen eller åtminstone så pass litet att föroreningar inte kan tränga in i grundvattenmagasinet.

Stora delar av området kring Tvärån utgörs av potentiell eller aktiv sur sulfatjord, se Figur 40. Potentiell sur sulfatjord innebär jordar där sulfidmineraler i jorden inte exponerats för luft och därmed är stabila. Om en sådan jord kommer i kontakt med syre och oxiderar, kan pH sjunka drastiskt. Jorden kallas då för aktiv sur sulfatjord. I samband med byggprojekt sänks ofta grundvattenytan genom utdikning, det vill säga att man gräver diken för att sänka grundvattennivån. Sulfidmineralen i den potentiellt sura sulfatjorden exponeras då för luft, oxiderar och bildar sulfat. Vid kraftiga vattenflöden kan ett flertal, för miljön skadliga, metaller mobiliseras från de aktiva sura sulfatjordarna. Miljön i de omgivande vattnen kan påverkas negativt genom att de periodvis får lågt pH och höga koncentrationer av vissa metaller (Sveriges geologiska undersökning, 2020). Försurningspotentialen i området för åtgärdsalternativen innebär risk för försurat grundvatten och förorening av urlakade metaller vid exponering av sulfidjordarna, vilket kan påverka den kemiska sammansättningen av grundvattnet.



Figur 40. Klassificering av sulfatjord enligt SGU samt försurningsrisk i provtagna punkter.

Den underhållsmuddring som krävs för nollalternativet kan komma att påverka grundvattnet genom sänkt vattenstånd i ån. Sänkt vattenstånd i ån medför en avsänkning av grundvattnet. Utifrån rådande underlag bedöms endast det övre grundvattenmagasinet stå i kontakt med Tvärån och därmed är det endast det som påverkas. Det undre grundvattenmagasinet tros inte påverkas av åtgärden. Vattennivån i den närliggande grundvattenförekomsten (SE708686-171879) bedöms inte påverkas av åtgärden utan regleras i högre grad av Umeälvens vattenstånd. För att utesluta risken för att det undre grundvattenmagasinet påverkas krävs att fler grundvattenrör installeras i området och att dessa står i kontakt med det undre magasinet.

Grundvattensänkningen kan även leda till syresättning av sulfidjordar som inte tidigare varit syresatta, vilket innebär en ökad risk för urlakning av metaller och surt vatten. Detta kan innebära en lokal påverkan på grundvattnets kemiska sammansättning, som sedan lakar ut i Tvärån. Eftersom det inte är möjligt att säkert bedöma om grundvattenmagasinen är öppna eller slutna, finns risk att transport av metaller och metalloider sker till det undre grundvattenmagasinet. Detta bedöms inte medföra att den kemiska statusen av grundvattenförekomsten påverkas, eftersom urlakning sker ur ett förhållandevis litet område jämfört grundvattenförekomstens utbredning.

Fördjupning av ån

Med fördjupningen av ån förväntas vattenståndet i Tvärån sänkas vilket påverkar grundvattenståndet, liksom för nollalternativet (se ovan). Avsänkningen skiljer sig från nollalternativet eftersom Tvärån ska sänkas djupare och avsänkning ska ske på längre sträcka. Därmed förväntas den eventuella påverkan bli större för *Fördjupning av ån* än för nollalternativet.

Grundvattensänkningen kan även leda till syresättning av sulfidjordar som inte tidigare varit syresatta, vilket innebär en ökad risk för urlakning av metaller och surt vatten. Eventuell påverkan bedöms dock, liksom för nollalternativet, inte medföra att den kemiska statusen av grundvattenförekomsten

påverkas, eftersom urlakning sker ur ett förhållandevis litet område jämfört grundvattenförekomstens utbredning.

Ny utloppstunnel

Mikrotunnling eller rörtryckning innebär ingen påverkan på grundvatten. Traditionell schakt kan dock användas på delar av sträckan i samtliga tunnelalternativ för att minska anläggningskostnaderna, och kräver då tillfällig avsänkning av grundvattnet. På denna sträcka bedöms grundvattenmagasinet vara öppet, alltså är inte de övre och undre magasinen skilda. Eftersom avsänkningen är tillfällig bedöms inte grundvattnets kvantitet påverkas, men grundvattensänkningen kan leda till syresättning av sulfidjordar som inte tidigare varit syresatta. Detta innebär en ökad risk för urlakning av metaller och surt vatten vilket kan innebära en lokal påverkan på grundvattnets kemiska sammansättning. Detta bedöms inte medföra att den kemiska statusen av grundvattenförekomsten påverkas, eftersom urlakning sker ur ett förhållandevis litet område jämfört grundvattenförekomstens utbredning.

Ny utloppstunnel med våtmark

Förutsättningarna för tunneln är desamma som i *Ny utloppstunnel Grisbacka/Hartvigsgatan.*

Vid anläggning av våtmarken finns två möjliga förfaranden: om grundvattennivån är högre än botten på våtmarken kan grundvattnet stå i våtmarken och påverkan på grundvattnet bedöms bli minimal. Om det i stället inte finns permanent kontakt mellan våtmarken och grundvattnet bör en tät duk läggas i botten och därmed krävs avsänkning av grundvattnet. Sänkningen är tillfällig och arbetet kan göras successivt så att grundvattensänkningen endast görs för en liten del i taget. I bästa fall kan våtmark anläggas under en tid då grundvattnet är så pass lågt att grundvattensänkning inte krävs. Därmed bedöms detta alternativ inte medföra några större risker för grundvattnet.

Eventuell urlakning som grundvattensänkningen kan medföra bedöms endast innebära lokal påverkan och medför inte att statusen av grundvattenförekomsten påverkas.

Sandåkersgatan 1

Med fördjupningen av ån förväntas vattenståndet i Tvärån sänkas vilket påverkar grundvattenståndet, liksom för *Fördjupning av ån* (se ovan).

Grundvattensänkningen kan även leda till syresättning av sulfidjordar som inte tidigare varit syresatta, vilket innebär en ökad risk för urlakning av metaller och surt vatten. Eventuell påverkan bedöms dock inte medföra att den kemiska statusen av grundvattenförekomsten påverkas, eftersom urlakning sker ur ett förhållandevis litet område jämfört grundvattenförekomstens utbredning.

Tunneln som ska ledas från Tvärån anläggs förmodligen endast med mikrotunnling och innebär därmed ingen påverkan på grundvattnet. Sista biten ska anläggas med traditionell schakt. Påverkan av detta har inte utretts i detta skede.

Bedömning

En sammanställning av poängsättningen ses i Tabell 11. Inget alternativ bedöms påverka den närliggande grundvattenförekomsten.

Ny utloppstunnel samt *Ny utloppstunnel med våtmark* innebär med största sannolikhet en tillfällig avsänkning av det undre grundvattenmagasinet i och med schaktningen, och därmed är risken störst i detta fall för påverkan på grundvattnets kemiska sammansättning. Påverkan sker i det undre grundvattenmagasinet och är relativt lokal. Därmed får alla dessa tre alternativ tre (3) poäng.

Fördjupning av ån samt *Sandåkersgatan 1* innebär ett stort influensområde med risk att påverka både grundvattnets nivå och kemi. Påverkan sker förmodligen endast det övre grundvattenmagasinet, som redan varierar över året. Därmed får dessa åtgärder fyra (4) poäng.

Tabell 11. Sammanställning av poängsättning för grundvattnet.

Åtgärdsalternativ	Poäng
Fördjupning av ån	4
Ny utloppstunnel Grisbacka/Hartvigsgatan	3
Ny utloppstunnel Sandåkersgatan	3
Ny utloppstunnel med våtmark	3
Sandåkersgatan 1	4

6.2.3 Ytvatten

Risk för att försämra ekologisk och kemisk miljöstatus eller att äventyra uppnåelse av gällande miljökvalitetsnorm

Förutsättningar

Miljökvalitetsnormer för ytvatten delas in i normer för ekologisk status och för kemisk status. Den kemiska statusen bedöms genom att mäta halterna av olika kemiska ämnen i vattenförekomsten. För att avgöra vattenförekomstens ekologiska status finns ett antal olika kvalitetsfaktorer som ska övervakas och bedömas:

- Biologiska kvalitetsfaktorer – beskriver tillståndet för växt- och djurlivet i vattenförekomsten.
- Fysikalisk-kemiska kvalitetsfaktorer – beskriver det fysikaliska och kemiska tillståndet, till exempel näringsämnen, och förekomsten av vissa förorenande ämnen.
- Hydromorfologiska kvalitetsfaktorer – beskriver hydrologiska och morfologiska egenskaper, till exempel om en vattenförekomst är påverkad av mänsklig aktivitet.

Av dessa kvalitetsfaktorer är de biologiska primärt styrande. I normalfallet kan de fysikalisk-kemiska kvalitetsfaktorerna försämra den ekologiska statusen endast från hög till god eller från god till måttlig. De hydromorfologiska kvalitetsfaktorerna kan försämra den ekologiska statusen endast från hög till god. Vid brist på underlag kan dock bedömning av status göras utifrån hydromorfologiska kvalitetsfaktorer.

De kvalitetsfaktorer som främst bedöms påverkas av åtgärderna samt vad de innebär ses i Tabell 12.

Tabell 12. Relevanta kvalitetsfaktorer för bedömning av påverkan på MKN, samt hur dessa utvärderas i föreliggande MKA.

Ekologisk status						Kemisk status
Biologiska kvalitetsfaktorer		Fysikalisk-kemiska kvalitetsfaktorer		Hydromorfologiska kvalitetsfaktorer		
Bottenfauna	**Fisk**	**Försurning**	**Särskilda förorenade ämnen (SFÄ)**	**Hydrologisk regim**	**Morfologiskt tillstånd**	**Prioriterade ämnen**
Resonemang utifrån förväntade förändringar i vattendraget.	Resonemang utifrån förväntade förändringar i vattendraget.	Resonemang utifrån förväntade förändringar i vattendraget.	Bedömning görs utifrån transport-beräkningar	Resonemang utifrån förväntade förändringar i vattendraget.	Modellerat framtids-scenario jämfört med rådande tillstånd.	Bedömning görs utifrån transport-beräkningar

Nuvarande status för Tvärån ses i Tabell 4. Bottenfauna är inte klassat i vattenförekomsten idag och det är därmed svårare att bedöma eventuella konsekvenser på parametern. Den bottenfaunaundersökning som genomfördes 2004 används i detta fall för att ge en indikation om nuvarande status. Undersökningen utfördes dock endast på sträckor uppströms åtgärdsområdet och det är därmed inte säkert att resultatet är representativt för åtgärdsområdet. I Tabell 13 presenteras resultaten från det kvalitativa inventeringsprovet samt sparkprovet från en lokal ca 1,5 km uppströms åtgärdsområdet (punkt 1) och en ca 2,3 km uppströms åtgärdsområdet (punkt 2). Resultatet tyder på en hög status avseende bottenfauna.

Tabell 13. Resultat från bottenfaunaundersökning 2004.

	Kvalitativt prov		**Sparkprov**	
	Punkt 1	**Punkt 2**	**Punkt 1**	**Punkt 2**
Antal taxa	30	28	47	50
ASPT-index	6,11 (högt)	5,78 (måttligt högt)	7 (mycket högt)	7,2 (mycket högt)
Danskt faunaindex	6 (högt)	6 (högt)	7 (mycket högt)	7 (mycket högt)
Surhetsindex	6 (högt)	7 (högt)	7 (högt)	7 (högt)
Shannons diversitetsindex			4,26 (mycket högt)	3,62 (högt)

Morfologiskt tillstånd är den kvalitetsfaktor som bedöms påverkas i störst utsträckning av åtgärderna och därmed har utretts i störst detalj i detta skede. Samtliga parametrar inom kvalitetsfaktorn bedöms på en femgradig skala i enlighet med HVMFS 2019:25, se Tabell 14. Värt att notera är att bedömningsgrunden för de morfologiska parametrarna utgår ifrån avvikelser från ett naturligt tillstånd (referensförhållande). Den delsträcka av Tvärån som idag rinner genom Rödäng och Västerslätt motsvarar inte referensförhållandena och kommer inte heller göra det såvida markanvändning längs med ån inte återgår från urban stadsmiljö till naturmark. Åtgärdsalternativen för att minska översvämningsrisken i Tvärån kan, med planerad utformning, innebära förbättrade förutsättningar för biologin på den idag uträtade sträckan. Dock kommer en urban markanvändning sannolikt alltid att innebära en avvikelse utifrån ett naturligt referensförhållande.

Tabell 14. Status, klass och procentsats för att uppnå en viss statusklassificering.

Status	Klass	Avvikelse från referensförhållande
Hög	5	Högst 5 %
God	4	Mer än 5 % men högst 15 %
Måttlig	3	Mer än 15 % men högst 35 %
Otillfredsställande	2	Mer än 35 % men högst 75 %
Dålig	1	Mer än 75 %

Nollalternativet innebär att underhållsmuddring krävs på sträckan vid bostadsområdena. I samband med muddring sker en påtaglig påverkan på det bottenlevande ekosystemet genom att organismer försvinner eller övertäcks. Nya bottnar som initialt saknar högre livsformer uppstår. Den bottenpåverkan som sker kan därmed medföra att den biologiska produktionen inom det berörda området minskar under en period. Vanligen återkoloniseras bottnarna av växter och djur (Havs- och vattenmyndigheten, 2018).

På kort sikt innebär muddringen även grumling i ån. Hur miljön påverkas av en förhöjd grumling varierar över året där vissa perioder kan vara betydligt känsligare än andra. Ökad grumlighet kan påverka fisk genom beteendeförändringar, icke-dödliga effekter och ökad dödlighet. Normalt kan dock fiskar fly från starkt grumlade områden, vilket är en normal och övergående beteendeförändring i samband med grumlande verksamhet. Tillfälligt ökad grumlighet kan även påverka andra organismer än fisk. Ljuskrävande växter på botten och bottenlevande alger påverkas av grumling både genom sämre ljusklimat och direkt översedimentation. Omfattningen av påverkan på växter beror främst på när grumligheten uppträder, hur omfattande den är och hur länge den varar. Studier på växt- och djurplankton visar att effekterna kan förväntas vara små och övergående, om inte särskilda förutsättningar föreligger, såsom betydande halter av föroreningar (Havs- och vattenmyndigheten, 2018). De provtagningar som gjorts i Tvärån visar på låga föroreningshalter i sedimenteten (se Miljöteknisk markundersökning), och därmed bedöms risken för betydande påverkan till följd av föroreningsspridning som liten.

Muddring av en delsträcka av Tvärån förväntas inte förändra de morfologiska förutsättningar på ett sätt som medför långsiktiga konsekvenser för Tväråns biologi. Anledningen är att muddringen innebär en förskjutning i höjdled av botten på en redan modifierad (rätad) delsträcka av Tvärån. Förändringen av fallhöjd som muddringen innebär är underordnad de historiska morfologiska förändringar som genomförts när ån rätats ut. Sannolikt kommer bottenförhållanden efter muddring vara mycket lika dagens förhållanden. Skillnaden blir lokalt där muddringen börjar, där fallhöjden ändras vilket ger en ökning av vattenhastigheten just där höjdskillnaden uppstår. Därefter kan liknande förhållanden förväntas som innan muddringen, d.v.s. ett sel med lugnt flytande vatten och bottensubstrat av finare kornstorlek där ett visst mått av sedimentering sker. Eftersom inte en ny miljö kommer att skapas utan en av likartad karaktär kan livsmiljön för bottenlevande organismer på längre sikt också förväntas vara oförändrad. Muddring krävs dock regelbundet vilket medför att denna påverkan sker regelbundet. Därmed bedöms nollalternativet medföra viss påverkan avseende ekosystemtjänsten *Livsmiljöer och biologisk mångfald* i Tvärån. *Näringsupptag* och *Klimatreglering* bedöms inte påverkas mer i stor grad. Om en mer omfattande muddring sker där ån får en utökad bredd och fungerande svämplan kan dessa öka den biologiska mångfalden och ge förbättrade möjligheter för näringsupptag.

Påverkan av muddringen på Tväråns status har inte beräknats i detalj i detta skede och bör utredas vidare när muddring blir aktuellt. Åtgärder bör vidtas för att minimera påverkan av muddringen. Utförande av åtgärden har föreslagits (se avsnitt 4.1.1) som potentiellt kan innebära en förbättring i vattendragets utformning jämfört nuläget och gynna de arter som finns etablerade i ån.

Fördjupning av ån

Fördjupningen av ån innebär att en delsträcka av åfåran kommer grävas ur. Liksom för underhållsmuddringen (se ovan) innebär urgrävningen både långsiktiga och kortsiktiga effekter. Arbetet under anläggningen bedöms medföra kortsiktiga effekter som innebär att nya bottnar som initialt saknar högre livsformer uppstår, och därmed minskar den biologiska produktionen inom det berörda området. Grumlingen som uppstår innebär även eventuellt tillfälliga beteendeförändringar hos fisk och sämre ljusklimat och direkt översedimentation av växter som minskar produktionen tillfälligt. Eftersom rensning krävs kontinuerligt för att bibehålla åtgärdens funktion kommer dessa effekter uppstå regelbundet och kan därmed medföra även långsiktiga effekter på de akvatiska organismerna.

Urgrävningen kan långsiktigt påverka det morfologiska tillståndet och innebär även att grundvattennivån i området kommer sänkas, vilket kan innebära risk för pH-sänkning och urlakning av metaller och metalloider till Tvärån. Nedan utvärderas de långsiktiga effekterna som kan innebära en påverkan på vattendragets status.

Morfologi

Syftet med åtgärden är att förebygga de översvämningar som idag sker i Tvärån, det vill säga förändra svämplanet. Svämplanet har förlorat sin funktion på den del av sträckan som rinner genom bostadsområdena, eftersom svämplanet är bebyggt på denna sträcka. Den delsträcka som rinner genom Rödäng och Västerslätt är ca 1 km lång och utgör knappt 15% av den totala vattenförekomstens längd. Åtgärdens påverkan på parametern Svämplanets strukturer och funktion i vattendrag på denna delsträcka bedöms bli obetydlig eftersom svämplanet redan är förändrat utifrån referensförhållandet. Även vid de broar som är anlagda inom svämplanet bedöms påverkan bli obetydlig. På denna sträcka har dock åtgärder föreslagits som potentiellt kan innebära en förbättring för parametern (se avsnitt 4.3) och möjligheterna för att skapa nya svämplan bör utredas vidare vid detaljprojektering.

Fördjupning ska dock ske på en längre sträcka (totalt ca 2 km), varvid åtgärden bedöms innebära en negativ påverkan på de delsträckor som inte är bebyggda idag och där det inte finns möjlighet att skapa nya svämplan. I ett ”worst case”-scenario, där inga åtgärder vidtas för att återställa svämplanet vid fördjupningen, innebär åtgärden en negativ effekt på svämplanet längsmed ca 15 % av vattenförekomsten. Parametern Svämplanets strukturer och funktion i vattendrag är idag klassat som otillfredsställande och 56% av svämplanet bedöms utgöras av anlagda ytor och/eller aktivt brukad mark (VISS, u.d.). Eftersom gränsen till dålig status är 75% bedöms sannolikheten att status försämras vara liten även för ett ”worst case”-scenario. I detaljprojekteringen kan påverkan bli mindre än vad som beräknats, om de förbättringsåtgärder som föreslås anses genomförbara.

Bottensubstratet på berörd sträcka varierar idag mellan lera, silt, sand och grus med övervägande sand och silt. Med fördjupningen av Tvärån kommer bottennivån att sänkas men det bedöms som möjligt att bevara eller att förbättra (restaurera) befintligt bottensubstrat och bottenstruktur, se avsnitt 4.3. Möjligheterna att även placera ut större block och ved, vilket kan gynna fisk i ån, bör även utredas vidare vid detaljprojektering och påverkan på parametern Vattendragfårans bottensubstrat beräknas.

Påverkan på Vattendragets närområde, Vattendragsfårans kanter och Vattendragsfårans form har bedömts utifrån en modell över nutida och framtida släntutbredning om åtgärdsalternativet tillämpas. Dessa parametrar bedöms påverkas av åtgärden eftersom fördjupningen av ån kräver att vattendragets kanter och form samt närområdet förändras vid etablering av erosionssäkra kanter. Även parametern Struktur i vattendrag omfattas av påverkan eftersom de nya slänterna är att betrakta som avvikande från referensförhållandet i vattendraget. Närområdet har beräknats genom att en 30 meters-buffert tagits fram kring ån och arean av de ytor som tas i anspråk av de ”nya” slänterna inom denna buffert har sammanställts.

För att beräkna avvikelsen från referensförhållandet, och inte avvikelse från nuläget, har en bedömning gjorts för samtliga parametrar om hur stor andel av det beräknade påverkansområdet som redan är påverkat av uträtning och bebyggelse. Detta har subtraherats från den beräknade påverkan som åtgärdsalternativet medför, för att ge en uppskattning om åtgärden kan medföra en statusförändring. Se resultat i Tabell 15.

Inga beräkningar inkluderar de breddningar som föreslås på vissa sträckor av ån, eftersom genomförbarheten och den slutgiltiga utbredningen av åtgärderna är osäker i detta skede samt att syftet med utökad bredd är restaurering av ån.

Tabell 15. Åtgärdens påverkan på morfologiska parametrar. I första kolumnen presenteras avvikelsen från nuläget, men eftersom delar av ån avviker från referensförhållandet även idag har dessa sträckor subtraherats för att ta hänsyn till vilken **ytterligare** avvikelse från referensförhållandet som åtgärden medför (kolumn 2).

	Beräknad förändring från nuläget (%)	Ytterligare avvikelse från referensförhållandet (%)	Nuvarande status	Förväntad status
Vattendragfårans form	25	15	Måttlig	Måttlig/Otillfredsställande
Struktur i vattendrag	25	15	Måttlig	Måttlig/Otillfredsställande
Vattendragfårans kanter	25	15	Måttlig	Måttlig/Otillfredsställande
Vattendragets närområde	7	3	Måttlig	Måttlig

Analysen bygger på befintliga underlag som inte utgörs av en detaljprojekterad teknisk beskrivning, men bedömningen visar sannolikt en relativt korrekt omfattning av påverkan på Tvärån. Möjligheten att återskapa naturliga morfologiska förutsättningar bedöms möjliga men kan komma att kräva omlokalisering av befintlig infrastruktur (vägar och byggnader). Alternativet att återskapa en helt naturlig strandzon har därför förkastats på grund av omfattande kostnader. Slänter av kombinerat erosionsskydd och på vissa delsträckor kaj är gångbara alternativ utan omfattande markanspråk. Den nya strandzonen går inte att betrakta som naturlig och utgör därför en påverkansfaktor (Tabell 15).

Parametrarna Vattendragets planform och Död ved i vattendrag har inte utretts vidare.

Hydrologisk regim

Syftet med fördjupningen av ån är att sänka botten och därmed förflytta hela vattendraget djupare ner i sin fåra. Sänkning innebär ingen avledning eller dämning. Liknande förhållanden avseende tillrinning förväntas som innan urgrävningen. Utifrån dessa aspekter bedöms den hydrologiska regimen inte påverkas av åtgärden.

Kontinuerlig rensning av vegetation ska dock genomföras på den fördjupade sträckan i syfte att motverka naturliga strömningsförluster, vilket bedöms medföra en viss avvikelse från referensförhållandet. Det går därmed inte att utesluta att alternativet påverkar kvalitetsfaktorn hydrologisk regim.

Bottenfauna

Utifrån den biologiska undersökningen som utfördes 2004 antas Tvärån idag ha en hög status avseende bottenfauna. Bottenfaunan bedöms påverkas tillfälligt vid anläggning av åtgärden, men även vid kontinuerlig rensning. Detta kan komma att påverka status för kvalitetsfaktorn.

En avvikelse från referensförhållandet av 15% av vattenförekomstens standzon avseende substrat kan både gynna och missgynna specifika arter. Om detta medför förändrad miljöstatus lokalt är svårt att förutse i detta skede.

Fisk

Urgrävning av ån innebär, som nämnt ovan, en tillfällig påverkan på fisk i och med den grumling som sker under anläggning och rensning. Normalt leder detta endast till tillfällig beteendeförändring och har inga långsiktiga effekter på fisken.

Mer långsiktigt innebär urgrävning inte nödvändigtvis en negativ påverkan på fisk i Tvärån om livsmiljöer kan bibehållas eller förstärkas. I det fall som slänter kan anläggas med naturlig utformning kan livsmiljöer och habitat bibehållas. I kombination med de åtgärder som föreslagits för strukturen i vattendraget (avsnitt 4.3) kan åtgärden innebära en utökad hårdbottenmiljö vilket kan gynna litofila arter och i synnerhet laxartad fisk, något som i sin tur är positivt för kvalitetsfaktorn fisk utifrån VIX-index.

Slänternas utbredning innebär dock att träd och annan stor, skuggande vegetation inte kan etableras i strandkanten, vilket innebär negativ påverkan av fiskhabitat. Eftersom avverkningen blir permanent i stora delar av området, för att säkra tillgången till ån för rensning, kan detta bland annat minska tillgången till död ved i vattendraget. Påverkan är svår att bedöma, och vid detaljprojektering bör lösningar för att skapa skuggade områden och död ved utredas.

Det går inte i detta skede att utesluta att åtgärden innebär en negativ påverkan på fisk. Med de restaureringsåtgärder som planeras bedöms kan påverkan minskas.

Prioriterade ämnen och SFÄ

I och med urgrävningen av ån finns risk för spridning av föroreningar och närsalter till följd av grumling. När sedimentpartiklar grumlas upp i vattenmassan finns en risk för ökad löslighet av föroreningar, vilket kan innebära att föroreningar sprids över större avstånd än om de vore partikelbundna. Detta kan öka biotillgängligheten. De provtagningar som gjorts i Tvärån visar på låga föroreningshalter i sedimenteten (Se Miljöteknisk markundersökning), och därmed bedöms risken för betydande påverkan till följd av föroreningsspridning som liten.

Till följd av urgrävningen sker grundvattensänkning i det övre grundvattenmagasinet som är i kontakt med Tvärån. Detta skulle kunna leda till syresättning av sulfidjordar som inte tidigare varit syresatta, vilket innebär en ökad risk för urlakning av metaller och surt vatten till Tvärån. I dagsläget visar jordprover från slänter längs hela sträckan för fördjupning av Tvärån på generellt låga halter av föroreningar i området. Detta indikerar att det är låg sannolikhet för att det ska ske någon större tillförsel av ämnen från influensområdet.

Geokemiska transportberäkningar har genomförts, se Bilaga 7 i Miljöteknisk markundersökning, för att undersöka influensområdets bidrag av metaller till Tvärån. Beräkningar har gjorts för transport av arsenik, zink, koppar och krom (SFÄ) samt kvicksilver, bly, nickel och kadmium (prioriterade ämnen). Beräkningar har gjorts för transport i en punkt uppströms fördjupningsområdet samt för influensområdet vid 1,2 m avsänkning av ån. Transporten av ämnen från influensområdet har jämförts med hur mycket som tillförs från uppströms avrinningsområden, vilket ger indikation hur influensområdenas tillförsel av ämnen står i relation till resterande avrinningsområdes tillförsel av ämnen till Tvärån. Det beräknade influensområdet bedöms vara något mindre än det som förväntas vid aktuell utformning av åtgärden varpå beräknad transport bedöms vara underskattad.

Resultaten indikerar att influensområdet bidrar med mellan 0,03 och 0,21 % av respektive undersökt ämne till den totala transporten av ämnen nedströms fördjupningsområdet. Detta resultat är förmodligen underskattat eftersom influensområdet bedöms vara större än det beräknade, men överskattat då dagvattentransporterna inte kunnat exkluderas från beräkningarna. WSP bedömer därmed att beräknat bidrag från influensområdet är i rätt storleksordning och är så pass litet att grundvattensänkningens påverkan på Tväråns kemi i är försumbar. En fördjupning av Tvärån kommer förmodligen ha en mycket liten påverkan på den totala kemiska transporten i Tvärån. Förändringen

bedöms inte innebära försämring eller äventyrande av kvalitetsfaktorn Särskilda förorenade ämnen eller Prioriterade ämnen under kemisk ytvattenstatus.

Ekosystemtjänster

Fördjupningen av ån innebär en påverkan på de ekosystem som finns i ån eftersom livsmiljön och de organismer som lever där tillfälligt går förlorade vid fördjupningen. Detsamma gäller vid rensning och därmed går det inte att utesluta att ekosystemtjänsten *Livsmiljöer och biologisk mångfald* påverkas negativt av åtgärden och i förlängningen även *Näringsupptag* och *Klimatreglering*.

Ny utloppstunnel

Utloppstunneln ska leda vatten från Tvärån i höjd med Rödängsskola till Umeälven. Detta bedöms påverka den hydrologiska regimen i Tvärån eftersom avsedd effekt är minskad vattenföring. Påverkan bedöms inte skilja sig för de olika delalternativen *Ny utloppstunnel Grisback/Hartvigsgatan* och *Ny utloppstunnel Sandåkersgatan 2.*

Morfologi

Tunneln bedöms inte innebära förändringar i det morfologiska tillståndet mer än lokalt vid överfallslösningen. Detta innebär en påverkan på en mycket kort sträcka som redan idag har avvikande morfologi, därmed görs bedömningen i detta skede att överfallet inte medför en förändring för kvalitetsfaktorn morfologiskt tillstånd. Utöver tunneln tillkommer underhållsmuddring för detta alternativ, liksom för nollalternativet. Se bedömning för nollalternativet ovan.

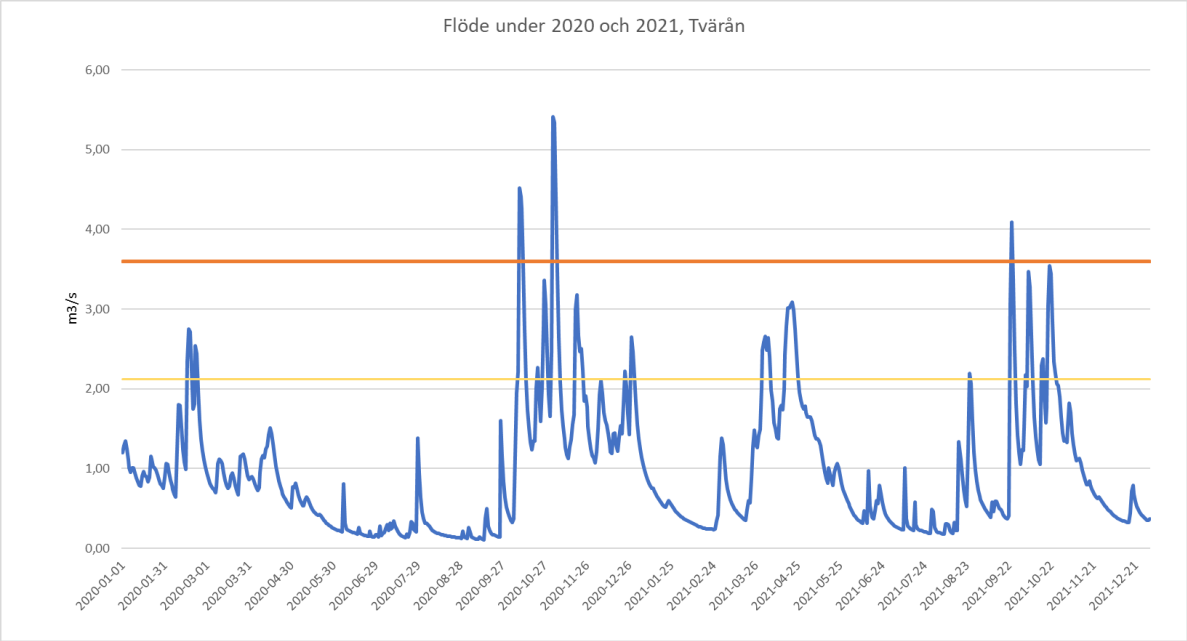
Hydrologisk regim

De flöden som ska avledas i tunneln är flödestoppar som uppstår under vårflod eller vid nederbördstoppar då Tvärån inte har den kapacitet som krävs för att hantera allt vatten. Under sommarmånaderna kommer tunneln tas ur bruk eftersom vattenståndet är lågt. En medelvattenföring på 3,6 m^3/s bedöms vara den gräns vid vilken tunneln bör aktiveras för att säkerställa att översvämning förhindras. Alla flöden över 3,6 m^3/s kommer avledas via tunneln vilket påverkar den hydrologiska regimen i Tvärån.

I Figur 41 syns de dygnsflödestoppar som under 2020 och 2021 skulle ha lett till aktivering av tunneln (orange linje). Under dessa två år översteg dygnsmedelvärdet gränsen på 3,6 m^3/s totalt sju dygn. Utifrån detta förväntas tunneln aktiveras ca 3–4 dygn per år.

Flödet kan dock även överstiga 3,6 m^3/s momentant och därmed aktivera tunneln under kortare perioder än ett dygn. För att beräkna detta har en momentantopp på 1,7 m^3/s antagits, vilket ger att alla toppar som överstiger 2,12 m^3/s eventuellt leder till momentan aktivering av tunneln[2]. Under 2020 och 2021 översteg ca 50 dygnsmedelflöden 2,12 m^3/s (gul linje). Utifrån detta förväntas tunneln aktiveras momentant ca 25 gånger per år.

[2]Beräknat utifrån gränsen 3,6 m^3/s och momentantopp 1,7 m^3/s: $\frac{3,6}{1,7} = 2,12$ m^3/s



Figur 41. Dygnsmedelflöde i Tvärån under 2020 och 2021 (SMHI). Den orangea linjen visar vattenflöden då tunneln definitivt aktiveras. Gul linje visar vattenflöden då tunneln möjligtvis aktiveras momentant.

Utifrån antagandet att momentan aktivering av tunneln pågår i fem timmar, förväntas den hydrologiska regimen påverkas av åtgärdsalternativet *Ny utloppstunnel* ca 2,5 % av året. Effekten av detta bedöms vara liten och därmed antas inte statusen för någon biologisk kvalitetsfaktor påverkas av förändringen av kvalitetsfaktorn hydrologisk regim.

Fisk

Åtgärden kan innebära en förändrad miljö nedströms tunneln eftersom högflöden avleds. Eftersom hydrologisk regim inte bedöms påverkas nämnvärt (se ovan) talar detta för oförändrad status avseende fisk.

Den underhållsmuddring som tillkommer till alternativet bedöms främst innebära en tillfällig påverkan på fisk i och med grumling, men kan även få långsiktiga effekter om vattendragets utformning förändras. Se bedömning av nollalternativet ovan.

Prioriterade ämnen och SFÄ

Vid eventuell schaktning krävs en tillfällig grundvattensänkning. Detta kan leda till syresättning av sulfidjordar som inte tidigare varit syresatta, vilket innebär en ökad risk för urlakning av metaller och surt vatten till Tvärån. Geokemiska transportberäkningar har inte genomförts för denna grundvattensänkning, men jämförelse kan göras med påverkan från avsänkningen i *Fördjupning av ån*. Det influensområde som schakten för tunneln innebär utgör som mest 42 % av det influensområde som beräknats för fördjupningen av ån. Därmed görs bedömningen att den urlakning som detta alternativ medför är mindre än för *Fördjupning av ån.* Eftersom beräkningar visar på att fördjupning av Tvärån förmodligen har en mycket liten påverkan på den totala kemiska transporten i Tvärån, görs samma bedömning för *Ny utloppstunnel.*

Risken för eventuell spridning av föroreningar och närsalter till följd av grumling vid den underhållsmuddring som krävs bedöms som liten. Detta baserat på de provtagningar som gjorts i Tvärån som visar på låga föroreningshalter i sedimenteten (se Miljöteknisk markundersökning).

Ekosystemtjänster

Tunnelalternativen påverkar inte de livsmiljöer som finns i Tvärån mer än lokalt vid tunnelns inlopp. Denna påverkan bedöms vara av så pass liten utbredning att det inte påverkar ekosystemtjänsten

Livsmiljöer och biologisk mångfald i Tvärån. Inte heller *Klimatreglering* bedöms påverkas mer än tillfälligt. I de fall som utloppstunneln aktiveras leds vatten från övre delen av Tvärån till Umeälven. Detta innebär att det inte kommer finnas möjligheter för näring att sedimentera och tas upp av växter på vägen mot Tväråns utlopp i samma utsträckning som idag. Detta förväntas dock ske under endast 2,5% av året, varpå ekosystemtjänsten *Näringsupptag* i Tvärån inte bedöms påverkas nämnvärt.

Eftersom inte heller underhållsmuddringen bedöms påverka ekosystemtjänsterna nämnvärt konstateras att ekosystemtjänsterna i Tvärån förblir opåverkade av tunnelalternativet.

Ny utloppstunnel med våtmark

För utloppstunneln gäller i stort samma förutsättningar som presenterats ovan, skillnaden är det kontinuerliga flödet till våtmarken som kan påverka den hydrologiska regimen.

Vid anläggning av våtmark sker en tillfällig grundvattensänkning och schaktning vid anläggning. I och med detta riskerar lokala sulfidjordar att syresättas vilket kan leda till pH-sänkning och urlakning av metaller och metalloider till Tvärån.

Morfologi

Tunneln och våtmarken bedöms inte innebära förändringar i det morfologiska tillståndet mer än lokalt vid överfallslösningen. Detta innebär en påverkan på en mycket kort sträcka som redan idag har avvikande morfologi, därmed görs bedömningen i detta skede att överfallet inte medför en förändring för kvalitetsfaktorn morfologiskt tillstånd. Utöver tunneln tillkommer underhållsmuddring för detta alternativ, liksom för nollalternativet. Se bedömning för nollalternativet ovan.

Hydrologisk regim

I detta alternativ planeras, utöver flödestopparna som ska avledas i tunneln (se *Ny utloppstunnel)*, ett kontinuerligt flöde till våtmarken för att säkerställa att den inte torkar ut. En mindre andel vatten kommer därmed avledas från Tvärån i högre frekvens än de flödestoppar som avleds i utloppstunneln. Viktigt att poängtera är att ingen avledning sker under sommarmånaderna för att säkerställa fiskars välmående under lågvattenstånd. Under vintern antas vattenståndet vara så pass lågt att avledning sker mycket sporadiskt. Avledningen kommer därmed ske främst under vår och höst, och mängden vatten som avleds bedöms vara av så liten storlek att statusen för någon biologisk kvalitetsfaktor inte påverkas av mindre förändringar av kvalitetsfaktorn hydrologisk regim.

Fisk

Åtgärden kan innebära en förändrad miljö nedströms tunneln eftersom högflöden avleds. Eftersom hydrologisk regim inte bedöms påverkas nämnvärt (se ovan) talar detta för oförändrad status avseende fisk.

Den underhållsmuddring som tillkommer till alternativet bedöms främst innebära en tillfällig påverkan på fisk i och med grumling, men kan även få långsiktiga effekter om vattendragets utformning förändras. Se bedömning av nollalternativet ovan.

Prioriterade ämnen och SFÄ

För utloppstunneln gäller samma förutsättningar som presenterats ovan. Vid anläggning av våtmarken krävs grundvattensänkning för att kunna schakta och anlägga tätskiktet. Sänkningen är tillfällig och arbetet kan göras successivt vilket innebär att influensområdet hålls så litet som möjligt. Därmed bedöms endast ett litet område syresättas vid schaktning och eventuella föroreningar som urlakas till Tvärån bedöms inte påverka statusen för prioriterade ämnen och SFÄ.

Risken för eventuell spridning av föroreningar och närsalter till följd av grumling vid den underhållsmuddring som krävs bedöms som liten. Detta baseras på de provtagningar som gjorts i Tvärån som visar på låga föroreningshalter i sedimenteten (se Miljöteknisk markundersökning).

Ekosystemtjänster

En anlagd våtmark innebär bra förutsättningar för vattenrening genom bland annat sedimentation av partiklar och partikelbundna ämnen som exempelvis fosfor. Alternativet bedöms därför ge en positiv påverkan på ekosystemtjänsten *Näringsupptag.*

För ekosystemtjänster som påverkas av in- och utloppstunnel till våtmarken gäller samma påverkan som presenteras i alternativet *Ny utloppstunnel*.

Sandåkersgatan 1

Fördjupningen av ån innebär att en delsträcka av åfåran kommer grävas ur. Liksom för underhållsmuddringen och *Fördjupning av ån* (se ovan) innebär urgrävningen både långsiktiga och kortsiktiga effekter. Arbetet under anläggningen bedöms medföra kortsiktiga effekter som innebär att nya bottnar som initialt saknar högre livsformer uppstår, och därmed minskar den biologiska produktionen inom det berörda området. Grumlingen som uppstår innebär även eventuellt tillfälliga beteendeförändringar hos fisk och sämre ljusklimat och direkt översedimentation av växter som minskar produktionen tillfälligt.

Urgrävningen kan dock långsiktigt påverka det morfologiska tillståndet och innebär även att grundvattennivån i området kommer sänkas, vilket kan innebära risk för pH-sänkning och urlakning av metaller och metalloider till Tvärån. Utloppstunneln bedöms kunna påverka den hydrologiska regimen i Tvärån.

Nedan utvärderas de långsiktiga effekterna som kan innebära en påverkan på vattendragets status.

Morfologi

Syftet med åtgärden är att förebygga de översvämningar som idag sker i Tvärån, det vill säga förändra svämplanet. Svämplanet har förlorat sin funktion på den del av sträckan som rinner genom bostadsområdena, eftersom svämplanet är bebyggt på denna sträcka. Den delsträcka som rinner genom Rödäng och Västerslätt är ca 1 km lång och utgör knappt 15% av den totala vattenförekomstens längd. Åtgärdens påverkan på parametern Svämplanets strukturer och funktion i vattendrag på denna delsträcka bedöms bli obetydlig eftersom svämplanet redan är förändrat utifrån referensförhållandet. Även vid de broar som är anlagda inom svämplanet bedöms påverkan bli obetydlig. På denna sträcka har dock åtgärder föreslagits som potentiellt kan innebära en förbättring för parametern (se avsnitt 4.6) och möjligheterna för att skapa nya svämplan bör utredas vidare vid detaljprojektering.

Fördjupning ska dock ske på en längre sträcka (totalt ca 2 km), varvid åtgärden bedöms innebära en negativ påverkan på de delsträckor som inte är bebyggda idag och där det inte finns möjlighet att skapa nya svämplan. I ett ”worst case”-scenario, där inga åtgärder vidtas för att återställa svämplanet vid fördjupningen, innebär åtgärden en negativ effekt på svämplanet längsmed ca 15 % av vattenförekomsten. Parametern Svämplanets strukturer och funktion i vattendrag är idag klassat som otillfredsställande och 56% av svämplanet bedöms utgöras av anlagda ytor och/eller aktivt brukad mark (VISS, u.d.). Eftersom gränsen till dålig status är 75% bedöms sannolikheten att status försämras vara liten även för ett ”worst case”-scenario. I detaljprojekteringen kan påverkan bli mindre än vad som beräknats, om de förbättringsåtgärder som föreslås anses genomförbara.

Bottensubstratet på berörd sträcka varierar idag mellan lera, silt, sand och grus med övervägande sand och silt. Med fördjupningen av Tvärån kommer bottennivån att sänkas men det bedöms som möjligt att bevara eller att förbättra (restaurera) befintligt bottensubstrat och bottenstruktur, se avsnitt 4.6. Möjligheterna att även placera ut större block och ved, vilket kan gynna fisk i ån, bör även utredas vidare vid detaljprojektering och påverkan på parametern Vattendragfårans bottensubstrat beräknas.

Påverkan på Vattendragets närområde, Vattendragsfårans kanter och Vattendragsfårans form har bedömts utifrån en modell över nutida och framtida sluttutbredning om åtgärdsalternativet tillämpas.

Dessa parametrar bedöms påverkas av åtgärden eftersom fördjupningen av ån kräver att vattendragets kanter och form samt närområdet förändras vid etablering av erosionssäkra kanter. Även parametern Struktur i vattendrag omfattas av påverkan eftersom de nya slänterna är att betrakta som avvikande från referensförhållandet i vattendraget. Närområdet har beräknats genom att en 30 meters-buffert tagits fram kring ån och arean av de ytor som tas i anspråk av de ”nya” slänterna inom denna buffert har sammanställts.

För att beräkna avvikelsen från referensförhållandet, och inte avvikelse från nuläget, har en bedömning gjorts för samtliga parametrar om hur stor andel av det beräknade påverkansområdet som redan är påverkat av uträtning och bebyggelse. Detta har subtraherats från den beräknade påverkan som åtgärdsalternativet medför, för att ge en uppskattning om åtgärden kan medföra en statusförändring. Se resultat i Tabell 16.

Inga beräkningar inkluderar de breddningar som föreslås på vissa sträckor av ån, eftersom genomförbarheten och den slutgiltiga utbredningen av åtgärderna är osäker i detta skede samt att syftet med utökad bredd är restaurering av ån.

Tabell 16. Åtgärdens påverkan på morfologiska parametrar. I första kolumnen presenteras avvikelsen från nuläget, men eftersom delar av ån avviker från referensförhållandet även idag har dessa sträckor subtraherats för att ta hänsyn till vilken **ytterligare** avvikelse från referensförhållandet som åtgärden medför (kolumn 2).

	Beräknad förändring från nuläget (%)	Ytterligare avvikelse från referensförhållandet (%)	Nuvarande status	Förväntad status
Vattendragfårans form	25	15	Måttlig	Måttlig/Otillfredsställande
Struktur i vattendrag	25	15	Måttlig	Måttlig/Otillfredsställande
Vattendragfårans kanter	25	15	Måttlig	Måttlig/Otillfredsställande
Vattendragets närområde	7	3	Måttlig	Måttlig

Analysen bygger på befintliga underlag som inte utgörs av en detaljprojekterad teknisk beskrivning, men bedömningen visar sannolikt en relativt korrekt omfattning av påverkan på Tvärån. Möjligheten att återskapa naturliga morfologiska förutsättningar bedöms möjliga men kan komma att kräva omlokalisering av befintlig infrastruktur (vägar och byggnader). Alternativet att återskapa en helt naturlig strandzon har därför förkastats på grund av omfattande kostnader. Slänter av kombinerat erosionsskydd och på vissa delsträckor kaj är gångbara alternativ utan omfattande markanspråk. Den nya strandzonen går inte att betrakta som naturlig och utgör därför en påverkansfaktor (Tabell 16).

Parametrarna Vattendragets planform och Död ved i vattendrag har inte utretts vidare.

Hydrologisk regim

Syftet med fördjupningen av ån är att sänka botten och därmed förflytta hela vattendraget djupare ner i sin fåra. Sänkning innebär ingen avledning eller dämning. Liknande förhållanden avseende tillrinning förväntas som innan urgrävningen. Utifrån dessa aspekter bedöms den hydrologiska regimen inte påverkas av åtgärden.

Påverkan på hydrologisk regim kommer från avledningen till utloppstunneln. För de flödestoppar som avleds gäller i detta alternativ samma förutsättningar som för *Ny utloppstunnel*: tunneln tas i bruk ca 3–4 dygn per år samt aktiveras momentant ca 25 gånger per år.

Utifrån antagandet att momentan aktivering av tunneln pågår i fem timmar, förväntas den hydrologiska regimen påverkas av åtgärdsalternativet *Ny utloppstunnel* ca 2,5 % av året. Effekten av detta bedöms vara liten och därmed antas inte statusen för någon biologisk kvalitetsfaktor påverkas av förändringen av kvalitetsfaktorn hydrologisk regim.

Bottenfauna

Urgrävningen av Tvärån innebär, liksom presenterat ovan, att all befintlig bottenfauna på berörd sträcka avlägsnas med massorna. Detta innebär en tillfällig påverkan, men återetablering över tid förväntas såvida förutsättningar för detta skapas.

Utifrån den biologiska undersökningen som utfördes 2004 antas Tvärån idag en hög status avseende bottenfauna. En avvikelse av 25% av vattenförekomstens standzon jämfört med nuläget kan påverka den bottenfauna som etablerats på platsen, men är svårt att prediktera i detta skede. Mycket tyder på att liknande miljöer kommer råda på sträckan även efter utgrävning. Vid detaljprojektering kan påverkan minskas genom att skapa en naturanpassad åtgärd som utformas på ett sätt som ger bästa möjliga förutsättning för bottenfauna att återetableras.

Åtgärden kan innebära en lokal negativ påverkan på bottenfauna men mindre omfattade än påverkan från alternativ *Fördjupning av ån* eftersom bottenfaunan tillåts återetableras efter implementering av åtgärden.

Fisk

Urgrävning av ån innebär, som nämnt ovan, en tillfällig påverkan på fisk i och med den grumling som sker under anläggning. Normalt leder detta endast till tillfällig beteendeförändring och har inga långsiktiga effekter på fisken.

Mer långsiktigt innebär urgrävning en påverkan på morfologin, men måste inte nödvändigtvis innebära en negativ påverkan på fisk i Tvärån. I det fall som slänter kan anläggas utan omfattande förstärkningsåtgärder kan vegetation etablera sig och kantzoner som liknar de nuvarande anläggas. I kombination med de åtgärder som föreslagits för strukturen i vattendraget (avsnitt 4.6) kan åtgärden innebära en utökad hårdbottenmiljö och därmed gynna laxartad fisk något vilket i sin tur vara positivt för kvalitetsfaktorn fisk utifrån VIX-index.

Slänternas utbredning innebär dock att träd och annan stor, skuggande vegetation inte kan etableras i strandkanten, vilket skulle kunna innebära negativ påverkan på fisken. Påverkan av detta är svår att bedöma, och vid detaljprojektering bör lösningar för att skapa skuggade områden utredas.

Med de restaureringsåtgärder som planeras bedöms påverkan på fisk främst bli tillfällig och sannolikheten att status för fisk försämras bedöms bli liten. Eventuell påverkan på fisk bedöms vara mindre än påverkan i alternativ *Fördjupning av ån* eftersom vattendraget tillåts återhämtas efter implementering av åtgärden.

Prioriterade ämnen och SFÄ

I och med urgrävningen av ån finns risk för spridning av föroreningar och närsalter till följd av grumling. När sedimentpartiklar grumlas upp i vattenmassan finns en risk för ökad löslighet av föroreningar, vilket kan innebära att föroreningar sprids över större avstånd än om de vore partikelbundna. Detta kan öka biotillgängligheten. De provtagningar som gjorts i Tvärån visar på låga föroreningshalter i sedimenteten (se Miljöteknisk markundersökning), och därmed bedöms risken för betydande påverkan till följd av föroreningsspridning som liten.

I och med urgrävningen av ån sker grundvattensänkning i det övre grundvattenmagasinet som är i kontakt med Tvärån. Detta kan leda till syresättning av sulfidjordar som inte tidigare varit syresatta, vilket innebär en ökad risk för urlakning av metaller och surt vatten till Tvärån. I dagsläget visar jordprover från slänter längs hela sträckan för fördjupning av Tvärån på generellt låga halter av föroreningar i området. Detta indikerar att förutsättningarna för att det sker någon större tillförsel av ämnen från influensområdet är låg.

Geokemiska transportberäkningar har genomförts, se Bilaga 7 i Miljöteknisk markundersökning, för att undersöka influensområdets bidrag av metaller till Tvärån. Beräkningar har gjorts för transport av

arsenik, zink, koppar och krom (SFÄ) samt kvicksilver, bly, nickel och kadmium (prioriterade ämnen). Beräkningar har gjorts för transport i en punkt uppströms fördjupningsområdet samt för influensområdet vid fördjupningen. Transporten av ämnen från influensområdet har jämförts med hur mycket som tillförs från uppströms avrinningsområden, vilket ger indikation hur influensområdenas tillförsel av ämnen står i relation till resterande avrinningsområdes tillförsel av ämnen till Tvärån. Det beräknade influensområdet bedöms vara något mindre än det som förväntas vid aktuell utformning av åtgärden varpå beräknad transport bedöms vara underskattad.

Resultaten indikerar att influensområdet bidrar med mellan 0,03 och 0,21 % av respektive undersökt ämne till den totala transporten av ämnen nedströms fördjupningsområdet. Detta resultat är förmodligen underskattat eftersom influensområdet bedöms vara större än det beräknade, men överskattat då dagvattentransporterna inte kunnat exkluderas från beräkningarna. WSP bedömer därmed att beräknat bidrag från influensområdet är i rätt härad och är så pass litet att grundvattensänkningens påverkan på Tväråns kemi i är försumbar. En fördjupning av Tvärån kommer förmodligen ha en mycket liten påverkan på den totala kemiska transporten i Tvärån. Förändringen bedöms inte innebära försämring eller äventyrande av kvalitetsfaktorn Särskilda förorenade ämnen eller Prioriterade ämnen under kemisk ytvattenstatus.

Ekosystemtjänster

Urgrävningen av ån innebär en tillfällig påverkan på de ekosystem som finns i ån eftersom livsmiljön och de organismer som lever där går förlorade vid muddring. Långsiktigt kommer förmodligen nya ekosystem etableras i ån som bedöms fylla samma funktion som befintliga ekosystem. Eftersom stora delar av strandlövskogen i nedre delen av ån avverkas finns viss risk att mängden död ved som tillförs vattendraget minskar, varpå det inte går att utesluta lång långsiktiga effekter avseende ekosystemtjänsten *Livsmiljöer och biologisk mångfald* i Tvärån. *Klimatreglering* bedöms inte påverkas mer än tillfälligt eftersom Tvärån kommer fortsätta fylla samma funktion efter det att ekosystemen återställts. Om en mer omfattande muddring sker där ån får en utökad bredd och fungerande svämplan kan dessa öka den biologiska mångfalden och ge förbättrade möjligheter för näringsupptag.

I de fall som utloppstunneln aktiveras leds vatten från övre delen av Tvärån till Umeälven. Detta innebär att det inte kommer finnas samma möjligheter för näring att sedimentera och tas upp av växter på vägen mot Tväråns utlopp. Detta förväntas dock ske under endast 2,5% av året, varpå ekosystemtjänsten *Näringsupptag* i Tvärån inte bedöms påverkas nämnvärt.

Bedömning

En sammanställning av poängsättningen ses i Tabell 17.

Det går inte att utesluta att *Fördjupning av ån* samt *Sandåkersgatan 1* innebär en negativ påverkan på biologin i Tvärån och därmed en försämrad ekologisk status. Båda åtgärderna innebär påverkan på Tväråns morfologiska tillstånd men för *Sandåkersgatan 1* tillåts återetablering medan *Fördjupning av ån* medför kontinuerlig resning. Eftersom alternativen innebär en påverkan på morfologin, och påverkan på biologin inte kan uteslutas, får *Fördjupning av ån* ett (1) poäng och *Sandåkersgatan 1* två (2) poäng.

Ny utloppstunnel och *Ny utloppstunnel med våtmark* bedöms båda innebära försumbar påverkan på samtliga kvalitetsfaktorer. De olika dragningarna för tunneln (*Grisbacka/Hartvigsgatan* och *Sandåkersgatan 2*) bedöms ha samma påverkan. Den muddring som tillkommer innebär dock en viss risk för påverkan på det morfologiska tillståndet och i förlängningen biologin. Sträckan som berörs av underhållsmuddringen är kortare än fördjupningsåtgärderna och fördjupningen är inte lika omfattande och därmed krävs inte samma släntutbredning och förstärkningsåtgärder. Därmed får dessa alternativ fyra (4) poäng.

Tabell 17. Sammanställning av poängsättning för ytvattnet.

Åtgärdsalternativ	Poäng
Fördjupning av ån	1
Ny utloppstunnel Grisbacka/Hartvigsgatan	4
Ny utloppstunnel Sandåkersgatan 2	4
Ny utloppstunnel med våtmark	4
Sandåkersgatan 1	2

6.3 EKONOMISKA KRITERIER

6.3.1 Anläggningskostnad

Totalkostnad för anläggning av åtgärden

Förutsättningar

Arbetskraft, material, hantering av massor, avstängda gator och dylikt innebär en kostnad för respektive åtgärd. Kostnaden i detta skede är en uppskattning utifrån nuvarande projekteringsgrad, och kommer kräva justering utifrån detaljprojektering i senare skede.

Nollalternativet innebär en kostnad i och med de åtgärder som krävs till följd av översvämningarna såsom försäkringskostnader, pumpar och arbetstid. En kostnadsuppskattning har gjorts för en hundraårsperiod utifrån uppgifter från tidigare översvämningar (Umeå kommun, 2023). Översvämningar förväntas ske två gånger under 100 år och innebär en kostnad på ca 19 miljoner kronor per översvämning. Däremellan bedöms mindre insatser till ett värde av ca 0,5 miljoner kronor krävas varje år. Med inflationen inräknad bedöms fortsatta översvämningar innebära en kostnad på ca 100 miljoner kronor sett på en hundraårsperiod.

Därutöver tillkommer kostnaden för underhållsmuddring av ån. Eftersom muddringens omfattning inte är fastställd görs en grov kostnadsuppskattning. Underhållsmuddringen uppskattas innebära en kostnad på 25–30 miljoner kronor. På en hundraårsperiod antas muddring krävas 3 gånger, vilket innebär att totala kostnaden för nollalternativet sett över hundra år uppgår till ca 200 miljoner kronor.

Fördjupning av ån

I *Fördjupning av ån* blir den kostnadsdrivande faktorn de åtgärder som måste vidtas för att säkerställa släntstabilitet, samt slänternas inkräktning på befintlig infrastruktur. Förstärkningsåtgärder som erosionsskydd, stödmur, gabionmur och dylikt måste vidtas i vissa slänter. Befintliga broar kan behöva förstärkas eller bytas ut. En fördjupad inventering över ledningar behöver utföras i detaljprojektering och en åtgärd för varje ledning tas fram. De flesta ledningar behöver sänkas och förlängas i samband med omgrävning av ån.

Vissa delar av ån kan behöva en grävmaskin med lång arm för att nå de delar som är svåra att nå eller kräver omfattande och kostsamma åtgärder för att ta sig till. Den slutgiltiga utformningen av ytor och slänter som sker i en detaljprojektering kommer avgöra hur omfattande arbetena i den djupare delen kommer bli.

Deponi av massor sker till tipp och sulfidlera deponeras hos godkänd avfallsmottagare. Löpande provtagning bör utföras för att minimera massor som deponeras som sulfid.

Beräknad kostnad för arbetet med ån är ca 130 miljoner kronor.

För att detta alternativ ska vara genomförbart ur ett miljörättsligt perspektiv har det bedömts nödvändigt att vidta åtgärder för att återställa och eventuellt förbättra vissa aspekter av miljön i åfåran samt runtomkring ån. Kostnaden för detta har grovt uppskattats till 70 miljoner kronor men kan förmodligen reduceras vid detaljprojektering. Detta innebär en totalkostnad av 200 miljoner kronor.

Därutöver tillkommer underhållskostnader för kontinuerlig rensning av vegetation i vattendraget för att bibehålla funktionen av åtgärden.

Ny utloppstunnel

Vid anläggning av en ny utloppstunneln påverkas befintlig infrastruktur. VA och kanalisation i gata där brunnar för mikrotunnling placeras behöver flyttas utanför området för brunnarna. Brunnar för mikrotunnel med en diameter på ca 12 m kommer att uppta stor dela av området eller gatan där de förläggs. Kostnad och möjlighet för omläggning av VA och kanalisation är ej utredd i detalj i detta skeende utan är bedömt som möjligt och en uppskattad kostnad är medtagen i kostnadsuppskattningen.

Oavsett vilken dragning av tunnel som bestäms kommer gata/yta där brunn förläggs att stängas av helt en tid under produktionen. En större mottagnings- och uppläggningsplats inom Umeå kommer behövas för rör som levereras via båt enligt uppgift från entreprenör.

Mängden sulfidlera som uppkommer vid mikrotunnling är svår att bedöma då uppsamling av lera/sulfidlera sker i avskiljningsanläggning. Beroende på sulfidlerans förekomst och sammansättning kan det vara svårt att skilja på sulfid och icke sulfid haltig lera och all lera som filtreras ut måste gå till deponi. Om befintlig lera liknar bentonitleran som används i produktionen går det ej att separera dessa i avskiljningsanläggningen.

Inlopp mot tunneln föreslås konstrueras i betong med överfall för att behålla en normal vattennivå i Tvärån vid normal- och lågflöden. Inloppslösningens utformning och konstruktion är en osäkerhet som fastställs först i detaljprojektering och är i detta skeende en uppskattning för kostnader, baserad på en principskiss framtagen i förstudien.

Ny utloppstunnel Grisbacka/Hartvigsgatan

Beräknad kostnad är ca 420–525 miljoner kronor vid anläggning med traditionell schakt del av sträckan. Beräknad kostnad för schaktfri lösning hela sträckan är ca 460–570 miljoner kronor.

Om omtag krävs inom det föreslagna biotopskyddsområdet bedöms det nödvändigt att vidta åtgärder för att återställa och eventuellt kompensera för de förlorade naturvärdena. Kostnaden för detta har grovt uppskattats till 20 miljoner kronor men kan förmodligen reduceras vid detaljprojektering. Detta innebär en totalkostnad av 440–580 miljoner kronor beroende på vald rörläggningsteknik och dragning.

Därutöver tillkommer kostnaden för underhållsmuddring av ån vilket beräknas bli ca 30 miljoner kronor.

Ny utloppstunnel Sandåkersgatan 2

Beräknad kostnad är ca 490 miljoner kronor vid anläggning med traditionell schakt del av sträckan. Beräknad kostnad för schaktfri lösning hela sträckan är ca 530 miljoner kronor.

Eftersom omtag kommer krävas inom det föreslagna biotopskyddsområdet bedöms det nödvändigt att vidta åtgärder för att återställa och eventuellt kompensera för de förlorade naturvärdena. Kostnaden för detta har grovt uppskattats till 20 miljoner kronor men kan förmodligen reduceras vid detaljprojektering. Detta innebär en totalkostnad av 510–550 miljoner kronor beroende på vald rörläggningsteknik.

Därutöver tillkommer kostnaden för underhållsmuddring av ån vilket beräknas bli ca 30 miljoner kronor.

Ny utloppstunnel med våtmark

För mikrotunneln är förutsättningarna samma som beskrivet ovan (*Ny utloppstunnel Grisbacka/Hartvigsgatan)*.

För våtmarken är omfattning av erosionsskydd och dämmens konstruktion en osäkerhet som fastställs först i detaljprojektering och är i detta skeende en uppskattning för kostnader. En större mängd sulfidjord kommer behöva omhändertas på avfallsanläggning.

Beräknad tillkommande kostnad för våtmarken är ca 35 miljoner kronor. Totala kostnaden för tunnel och våtmark beräknas därmed till ca 475–580 miljoner kronor om tunneln anläggs delvis med traditionell schakt, och 515–615 miljoner kronor om tunneln anläggs med schaktfri lösning hela sträckan.

Därutöver tillkommer kostnaden för underhållsmuddring av ån vilket beräknas bli ca 30 miljoner kronor.

För våtmarksprojekt finns möjlighet att få finansiellt stöd, bland annat genom LONA-bidrag, vilket kan bidra till att hålla ner kostnaderna i projektet. Våtmarksprojekt kan beviljas bidrag med upp till 90 procent av bidragsberättigade kostnader (Naturvårdsverket, 2023), vilket i detta fall är de 35 miljoner som krävs för anläggning av våtmark. Bedömning görs dock utifrån ett ”worst case”-scenario där bidrag inte delges.

Sandåkersgatan 1

För *Sandåkersgatan 1* är förutsättningarna i stort desamma som för *Fördjupning av ån* och *Ny utloppstunnel Sandåkersgatan 2*. Beräknad kostnad för urgrävning av ån samt anläggning av tunnel är ca 400 miljoner kronor.

För att detta alternativ ska vara genomförbart ur ett miljörättsligt perspektiv har det bedömts nödvändigt att vidta åtgärder för att återställa och eventuellt förbättra vissa aspekter av miljön i åfåran samt runtomkring ån. Kostnaden för detta har grovt uppskattats till 70 miljoner kronor men kan förmodligen reduceras vid detaljprojektering. Detta innebär en totalkostnad av 470 miljoner kronor.

Bedömning

En sammanställning av poängsättningen ses i Tabell 18.

Eftersom tunnelalternativen varierar inom stora spann görs bedömning utifrån ett ”worst case”-scenario där kostanden hamnar i det övre spannet. Samtliga *Ny utloppstunnel*-alternativ är inom samma storleksordning, medan *Fördjupning av ån* är mycket billigare. *Sandåkersgatan 1* är närmare tunnelalternativen i kostnad. Därmed får *Fördjupning av ån* fem (5) poäng medan övriga alternativ rankas i det lägre spannet (1–3). *Ny utloppstunnel Grisbacka/Hartvigsgatan* och *Ny utloppstunnel Sandåkersgatan 2* innebär i stort sett samma kostnader och därmed ges dessa samma poäng.

Tabell 18. Sammanställning av poängsättning för anläggningskostnader.

Åtgärdsalternativ	**Poäng**
Fördjupning av ån	5
Ny utloppstunnel Grisbacka/Hartvigsgatan	2
Ny utloppstunnel Sandåkersgatan 2	2
Ny utloppstunnel med våtmark	1
Sandåkersgatan 1	3

6.3.2 Markanvändning

Area av den mark som tas i anspråk samt förenlighet med detaljplan

Förutsättningar

Ett flertal detaljplaner gäller inom berörda områden. En detaljplan gäller tills den upphävs, ersätts eller ändras. En ändring av en detaljplan kan användas för att anpassa planen till nya förhållanden och hålla den aktuell utan att genomföra hela den lämplighetsbedömning som görs vid upprättandet av en ny plan. Det är möjligt för kommunen att göra mindre ändringar av användningsbestämmelser under förutsättning att avsikten med den ursprungliga planens grundstruktur bevaras och att ändringen är förenlig med planens syfte.

Nollalternativet innebär att underhållsmuddring krävs vilket innebär markanspråk kring ån under tiden för muddringen. Eventuella extraåtgärder som vidtas för att skapa bättre förutsättningar i ån innebär även att slänter kring ån tas i anspråk. Muddringen bedöms vara förenlig med detaljplanerna.

Fördjupning av ån

De slänter som tillkommer med fördjupningen av ån riskerar att inkräkta på stora delar av befintlig infrastruktur om inte slänterna kan göras brantare med hjälp av stödåtgärder. Totalt kan ca 3 ha tas i anspråk.

Alternativet bedöms vara förenligt med detaljplanerna om förstärkningsåtgärder vidtas som förhindrar att gång- och cykelbanor tas i anspråk.

Ny utloppstunnel

Stor del av den yta som krävs för anläggning av tunneln tas i anspråk endast under själva anläggningsfasen. Den nya detaljplanen, Gitarren 1 m.fl., kan eventuellt stå i konflikt med åtgärdsalternativet. Att dra tunneln utanför detaljplanen bedöms vara möjligt men kan försvåra förfarandet. Alternativet bedöms vara förenligt med övriga detaljplaner som berörs.

Efter etablering av tunneln tas endast ytan för överfallsdiket i anspråk. Arean av ytan bedöms vara försumbar i förhållande till den yta som tas i anspråk i övriga alternativ.

Ny utloppstunnel med våtmark

Förutsättningarna för tunneln är desamma som i alternativ *Ny utloppstunnel*.

Planerad våtmark kommer ta ca 2 ha markyta i anspråk där det idag är gles skogsmark, ängsmark och betesmark. Våtmarksalternativet är till stor del förenlig med rådande detaljplaner men delar av det område som ska tas i anspråk i detaljplan 2480K-P102/1973 är planlagt för upplags- och utställningsägor samt fordonsparkering. Detta står i konflikt med anläggningen av våtmarken och en ändring av detaljplanen kommer därmed behövas för att våtmarken ska kunna anläggas.

Sandåkersgatan 1

De slänter som tillkommer med fördjupningen av ån riskerar att inkräkta på stora delar av befintlig infrastruktur om inte slänterna kan göras brantare med hjälp av stödåtgärder. Totalt kan ca 3 ha tas i anspråk.

Stor del av den yta som krävs för anläggning av tunneln tas i anspråk endast under själva anläggningsfasen. Efter etablering av tunneln tas endast ytan för överfallsdiket i anspråk. Arean av ytan bedöms vara försumbar i förhållande till den yta som tas i anspråk av övriga åtgärder.

Alternativet bedöms vara förenligt med detaljplanerna.

Bedömning

En sammanställning av poängsättningen ses i Tabell 19.

Alternativ *Ny utloppstunnel med våtmark*, *Fördjupning av ån* samt *Sandåkersgatan 1* innebär stora markanspråk (ca 2–3 ha). Vid ytan för våtmarken blir det en förändrad markanvändning och våtmarken står även i konflikt med en rådande detaljplan. Därmed får *Ny utloppstunnel med våtmark* ett (1) poäng. Även *Ny utloppstunnel* kan potentiellt stå i konflikt med detaljplan. Utifrån ett ”worst case”-scenario där det inte är möjligt att kringgå Gitarren 1 m.fl., får bägge tunnelalternativ tre (3) poäng.

Fördjupning av ån och *Sandåkersgatan 1* tar mycket mark i anspråk men är förenliga med detaljplanerna och får därmed fyra (4) poäng.

Tabell 19. Sammanställning av poängsättning för markanvändning.

Åtgärdsalternativ	**Poäng**
Fördjupning av ån	4
Ny utloppstunnel Grisbacka/Hartvigsgatan	3
Ny utloppstunnel Sandåkersgatan 2	3
Ny utloppstunnel med våtmark	1
Sandåkersgatan 1	4

7 SAMLAD BEDÖMNING

7.1 VIKTNING

Viktning har gjorts genom vägning av olika intressen mot varandra. Åtgärdernas påverkan på kriteriet samt kriteriets relevans för tillåtligheten har sammanvägts i bedömningen. Viktningen påverkar i huvudsak storleksskillnaden mellan alternativens totalpoäng men har mindre betydelse för rangordningen av alternativen.

Nedan följer en motivering till varje kriteriums viktning.

Rekreationsvärde

Rekreationsvärdet bedöms inte påverkas avsevärt och bedöms inte heller ha en betydande roll i en framtida tillståndsprövning. Umeå kommun har dock uttryckt särskilt intresse för påverkan på värden för människor. Därmed viktas detta kriterium till 50%.

Kulturmiljö

Åtgärderna bedöms i detta skede inte påverka någon skyddsvärd kulturmiljö. Eventuell påverkan på befintliga kulturvärden är dock viktig för tillåtligheten och bör därmed väga tungt i bedömningen. Kriteriet viktas till 75%.

Risk och säkerhet

I detta kriterium fångas åtgärdernas säkerhetsrisker upp, såväl som de faktorer som kan få konsekvenser för genomförbarheten till följd av exempelvis en försvårad tillståndsprocess. Dessa faktorer bör väga tungt i bedömningen av vilket åtgärdsalternativ som ska utredas vidare och därmed viktas detta kriterium till 100%.

Naturmiljö

Områdena kring Tvärån, speciellt Tväråns nedre delar, innehar objekt av högt naturvärde och därmed riskerar viktig naturmiljö att påverkas. Inom området finns arter som skyddas av artskyddsförordningen och riskerar att påverkas av åtgärderna. Påverkan på naturvärdena är av betydelse i tillståndsprocessen och får därför väga tungt i bedömningen, och viktas därmed till 100%.

Grundvatten

Påverkan på grundvatten är av vikt vid en framtida tillståndsprövning. Åtgärderna kan innebära lokal påverkan på grundvattnet, men det är i detta skede svårt att detaljerat beskriva den rumsliga omfattning av påverkan som varje åtgärd innebär. Befintligt resultat indikerar lokal påverkan och att närliggande grundvattenförekomst inte påverkas. Detta kriterium viktas till 85%.

Ytvatten

Påverkan på vattendragets ekologiska och kemiska status, samt påverkan på möjligheten att uppnå miljökvalitetsnormerna, är av vikt vid en framtida tillståndsprövning. Det går inte att utesluta att åtgärderna innebär en påverkan på Tväråns ekologiska status och därmed bedöms detta kriterium som viktigt. Kriteriet viktas till 100%.

Anläggningskostnad

Kostnaden för anläggning av åtgärderna är för Umeå kommun av stort intresse vid val av åtgärd och bör vägas in i beslutet. Det är även av relevans i en framtida utvärdering av bästa möjliga teknik vid en eventuell tillståndsprövning. Det bedöms dock inte vara av stor vikt för åtgärdens tillåtlighet, och bör inte överväga de miljökonsekvenser som åtgärderna kan medföra. Därmed får detta kriterium viktning 30%.

Markanvändning

Markanvändningen påverkas inte avsevärt av åtgärderna och de flesta åtgärder är förenliga med detaljplanerna. Våtmarken kan eventuellt innebära att en detaljplan kräver en liten ändring, vilket bör vägas in i bedömningen av vilken åtgärd som bör implementeras. Kriteriet viktas till 50%.

7.2 EKOSYSTEMTJÄNSTER

En bedömning har gjorts av påverkan på de ekosystemtjänster som prioriterats i föreliggande MKA (se avsnitt 3.7.1). Ekosystemtjänsterna har kopplats till följande bedömningskriterier och har vägts in i den poängsättning som gjorts för åtgärdsalternativen: Rekreationsvärde, Risk och säkerhet, Naturmiljö och Ytvatten. I Tabell 20 ses den samlade bedömningen för påverkan på vardera ekosystemtjänst. Vid bedömning av påverkan på ekosystemtjänsterna har bedömning utgått från om ekosystemtjänster tillkommer eller går förlorade. Storleken på påverkan har inte tagits i beaktande.

För de ekosystemtjänster som påverkats olika beroende på bedömningskriterier, har en sammanvägning gjorts där den största påverkan varit avgörande.

Tabell 20. Samlad bedömning för ekosystemtjänsterna. Ingen värdering har gjort av tjänsterna, utan endast en bedömning om åtgärden innebär tillkommande tjänster (+), förlust av tjänster (-) eller ingen skillnad från nuläget (0).

Ekosystemtjänst	**Nollalternativ**	**Fördjupning av ån**	**Ny utloppstunnel**	**Ny utloppstunnel med våtmark**	**Sandåkers-gatan 1**
Livsmiljöer och biologisk mångfald	-	-	-	-	-
Flödesreglering	0	+	+	+	+
Näringsupptag (retention)	0	-	-	+	-
Klimatreglering	0	-	-	+	-
Rekreation	0	-	0	+	-
Kunskap och information	0	-	0	+	-

7.3 TOTALPOÄNG

I Tabell 21 har bedömningen för samtliga aspekter som beskrivs i föreliggande MKA sammanställts utifrån ovan beskrivna konsekvenser. I sammanställningen viktas även kriterierna utifrån dess betydelse för åtgärdens tillåtlighet samt måluppfyllelse. Viktning har gjorts i dialog med kund och respektive teknikområde, se motiveringar ovan (avsnitt 7.1).

Tabell 21. Samlad bedömning för samtliga åtgärdsalternativ, det alternativ med högst totalpoäng är den lämpligaste åtgärden.

	Rekreations-värde	Kulturmiljö	Risk och säkerhet	Naturmiljö	Grundvatten	Ytvatten	Anläggnings-kostnad	Mark-användning	**Totalpoäng**
Viktning (%)	50	75	100	100	85	100	30	50	
Poängsättning									
Fördjupning av ån	1	5	2	1	4	1	5	4	15,15
Ny utloppstunnel Grisbacka/Hartvigsgatan	4	5	1	4	3	4	2	3	19,40
Ny utloppstunnel Sandåkersgatan 2	3	5	4	2	3	4	2	3	19,90
Ny utloppstunnel med våtmark	5	5	1	3	3	4	1	1	17,60
Sandåkersgatan 1	2	5	2	1	4	2	3	4	16,05

7.4 SAMMANFATTNING

Utifrån sammanställningen av bedömningen för respektive åtgärd i Tabell 21 framgår att den åtgärd som fått mest poäng (19,90) utifrån ansatta kriterier är *Ny utloppstunnel Sandåkersgatan 2*. Med 0,50 poäng mindre följer alternativ *Ny utloppstunnel Grisbacka/Hartvigsgatan* (19,40) och minst poäng (15,15) fick *Fördjupning av ån.* Det är viktigt att ha i åtanke att samtliga åtgärder har poängsatts utefter underlag där precision och upplösning varierar. Resultatet skall därför tolkas med detta i beaktande.

Ny utloppstunnel Sandåkersgatan 2 har i detta skede bedömts innebära minst intrång i skyddsvärda miljöer och minst risker avseende genomförbarheten. Övriga åtgärder medför större risker avseende tillåtligheten som kan komplicera genomförandet av åtgärderna.

Åtgärdens påverkan på människor och miljö bedöms främst komma från intrånget som tunneln innebär vid omtag inom strandlövskogen samt eventuella sättningar som kan följa av grundvattensänkningen vid traditionell schakt. Påverkan minimeras om tunneln anläggs med mikrotunnling eller rörtryckning på den sträcka som föreslås schaktas, men detta medför då en högre kostnad.

Åtgärden måste kompletteras med underhållsmuddring på delsträckan som rinner genom Rödäng och Västerslätt för att återfå kapaciteten i dagvattenledningarna. En mer omfattande muddring av ån har föreslagits där svämplan kan anläggas och ån kan breddas och meandras på vissa sträckor. Denna lösning innebär att muddringen i framtiden kan begränsas till de mest utsatta områdena vilket innebär mindre störningar i ån och omgivande stränder. Därmed kan en mer omfattande muddring i detta skede medföra ett minskat muddringbehov framgent.

Det är viktigt att poängtera att samtliga åtgärder har poängsatts utefter största förutsägbara påverkan på miljö och människor, vilket innebär att påverkan vid implementering kan komma att bli mindre än beskrivet. Det kvarstår även osäkerheter som kan komma att påverka den slutgiltiga utformningen av åtgärderna. Resultatet påverkas även i hög grad av den viktning som gjorts av kriterierna, vilket baseras på en avvägning av olika intressen.

8 KOSTNADSDRIVANDE OSÄKERHETER

Inget åtgärdsalternativ är i detta skede detaljprojekterat, vilket medför osäkerheter som kan leda till ökad kostnad vid implementering. Tillfällig påverkan från exempelvis buller under anläggningsfasen har inte utvärderats i föreliggande MKA men innefattas i en tillståndsprövning. Nedan presenteras osäkerheter för samtliga åtgärdsalternativ som kan komma att innebära en förändrad kostnad vid detaljprojektering.

8.1 FÖRDJUPNING AV ÅN

I detta alternativ blir förstärkningsåtgärder aktuella för att ställa slänter brantare eller begränsa slänters utbredning. Förstärkningsåtgärder kan innefatta olika typer av lösningar och i nuvarande skede antas en kombination av åtgärder för kostnadsuppskattningen. Kostnaden kan bli högre vid detaljprojektering om det då framkommer att mer omfattande åtgärder är nödvändiga.

Befintlig kunskap pekar på att fördelaktiga grundvattenförhållanden återfinns längs med ån för att genomföra åtgärden. Om så inte är fallet skulle kostnader öka för att täta mellan vattendrag och grundvatten med exempelvis en spont.

Det är oklart om tillräcklig fördjupning av ån kan uppnås utan påverkan av bro och pelares grundläggning. Fördjupning av ån kring dessa infrastrukturer föreslås endast ske som urgrävning på djupet för att uppnå erforderlig tvärsnittsarea. Det vill säga inga slänter görs vid broar. Risken är dock att dessa områden drabbas av ökad slamning eller erosion till följd av åtgärden. Detta innebär ökat underhåll vilket också är en kostnadsdrivande faktor. Dessa moment är i dagsläget en osäkerhet och måste inventeras och åtgärdsförslag tas fram i en detaljprojektering.

Ytterligare en osäkerhet som kan påverka kostnaden av åtgärden är de ledningar som kan påverkas av åns fördjupning. En fördjupad inventering av ledningar behöver utföras i detaljprojekteringsskedet och en åtgärd för varje ledning tas fram. De flesta ledningar behöver sänkas och förlängas i samband med omgrävning av ån. En identifierad grunt liggande ledning för spillvatten vid Kvarnvägens gång- och cykelbro som hindrar flödet är projekterad för omläggning och kommer borras djupare under ån. Det exakta läget denna hamnar på är i dagsläget inte helt fastställt, men den projektering WSP tagit del av visar att den borras under ån och dess slutgiltiga höjd måste tas i beaktande vid detaljprojekteringen.

8.2 NY UTLOPPSTUNNEL

Utloppstunnelns dragning är fortfarande inte bestämd. Val av lämplig schaktfri lösning avgörs av de geotekniska förutsättningarna. I detta skede har antaganden gjorts om de geotekniska förhållandena som lett till föreslagen lösning, men vid detaljprojektering kan andra förutsättningar framkomma som innebär förändrad lösning. Att utföra mikrotunnling i delvis berg, delvis jord är mycket riskabelt och bör undvikas. Det krävs noggranna geotekniska undersökningar för att lokalisera de platser där övergång mellan friktionsjord och berg förekommer. Vid dessa övergångar måste borrutrustning skiftas så att homogent berg förekommer i ena tunnelriktningen, respektive homogen friktionsjord i andra riktningen. Viktigt är dessutom att dessa platser där övergång sker skall vara möjlig att komma åt med omtagsgropar ovanifrån. Detta innebär en ökad kostnad.

De brunnar som krävs för mikrotunnling innebär att ledningar och kanalisation i gata behöver flyttas utanför området för brunnar. Brunnar för mikrotunnel med en diameter på ca 12 m kommer att uppta stora delar av området eller gatan där de förläggs. Kostnad och möjlighet för omläggning är ej utredd i detalj i detta skeende utan är bedömt som möjligt och en uppskattad kostnad är medtagen i kostnadsuppskattningen. Alltså kan denna kostnad öka vid detaljprojektering.

Den sulfidlera som uppkommer vid mikrotunnling är svår att bedöma då uppsamling av lera/sulfidlera sker i avskiljningsanläggning. Beroende på sulfidlerans förekomst och sammansättning kan det vara svårt att skilja på sulfid- och icke-sulfidhaltig lera och all lera som filtreras ut måste gå till deponi. Detta kan innebära en högre kostnad än vad som beräknat.

En ytterligare osäkerhet är utformningen av in- och utlopp samt det underhåll och tillsyn som krävs av dessa. I detaljprojektering krävs en lösning för att undvika att fisk dras med i flödet vid överfallet, samt att fisk inte kläms i eventuella galler. Inloppet kräver därefter underhåll och tillsyn vilket innebär en driftkostnad efter anläggning. Eftersom utloppet hamnar periodvis kommer vara under vattenytan är risken stor att det slammar igen. Underhåll kommer därmed krävas även av utloppet.

8.3 NY UTLOPPSTUNNEL MED VÅTMARK

För tunneln är förutsättningarna samma som beskrivet ovan: de geotekniska förutsättningarna är relativt okända och kan utgöra en försvårande faktor, kanalisation kan behöva flyttas och in- och utlopp kräver detaljprojektering. För våtmarken tillkommer osäkerheterna kring utformningen. Våtmarken kräver även skötsel efter att den har implementerats vilket innebär en underhållskostnad. Skötsel kan vara allt från röjning av träd och buskar, bete med djur och maskinell fräsning av stark igenvuxen vegetation (Naturvårdsverket, u.d.).

8.4 SANDÅKERSGATAN 1

I detta åtgärdsalternativ, likt *Fördjupning av ån*, blir förstärkningsåtgärder aktuella för att ställa slänter brantare eller begränsa slänters utbredning.

För tunneln är förutsättningarna samma som beskrivet för *Ny utloppstunnel.*

9 REFERENSER

Artportalen, 2023. *Artportalen.se.* [Online]
Available at: https://www.artportalen.se/
[Använd 23 Augusti 2023].

Dodgson, J. S., Spackman, M., Pearman, A. D. & Phillips, L. D., 2009. *Multi-Criteria Analysis: A Manual,* London: Department for communities and Local Government.

Feuerbach, P., 2014. *Praktisk handbok för våtmarksbyggare - ny uppdaterad 3:e upplaga,* u.o.: Hushållningssällskapet Halland.

Grellmann, D., 2014. *Fladdermusinventering ,* Umeå: Umeå kommun.

Grip on Life, 2019. *Ekosystemtjänster knutna till våtmarker ,* u.o.: Ramboll.

Grip on Life, 2021. *Fysisk restaurering av akvatiska miljöer - vattendrag och sjöar med kantzon och våtmark,* u.o.: Havs- och vattenmyndigheten .

Havs- och vattenmyndigheten, 2017. *Ekosystemtjänster från svenska sjöar och vattendrag: Identifiering och bedömning av tillstånd ,* Göteborg: Havs- och vattenmyndigheten.

Havs- och vattenmyndigheten, 2018. *Muddring och hantering av muddermassor: Väledning och kunskapsunderlag för tillämningen av 11 och 15 kap. miljöbalken,* Göteborg: Havs- och vattenmyndigheten.

Holmberg, T., 2020. *Naturvärdesinventering av Lundåkern-Tvärån, Umeå kommun, Västerbottens län,* Umeå: WSP.

Iowa Department of Natural Resources (IDNR), 2006. *How to Control Steambank Erosion,* Des Moines: Iowa Department of Natural Resources.

Lantmäteriet, 2023. *Min karta.* [Online]
Available at: https://minkarta.lantmateriet.se/
[Använd 05 maj 2023].

Länsstyrelsen Västerbotten, 2022. *Länskarta Västerbotten.* [Online]
Available at: https://ext-geoportal.lansstyrelsen.se/standard/?appid=ee4481695191439f930e87799fea8787
[Använd Maj 2022].

Natur- och Kulturvårdsleden i Umeälvens dalgång, u.d. *Ume Älvdal.* [Online]
Available at: https://umealvdal.se/om-stiftelsen/

Naturvårdsverket, 2011. *Vägledning för 3260 Mindre vattendrag,* Uppsala: u.n.

Naturvårdsverket, 2015. *Guide för värdering av ekosystemtjänster,* Bromma: Naturvårdsverket.

Naturvårdsverket, 2023. *LONA-våtmarksprojekt.* [Online]
Available at: https://www.naturvardsverket.se/bidrag/lona/lona--vatmarksprojekt/
[Använd 1 september 2023].

Naturvårdsverket, 2023. *Naturvårsverket.se.* [Online]
Available at: https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/vatmark/skota-restaurera-och-anlagga-vatmark/
[Använd 23 Augusti 2023].

Naturvårdsverket, u.d. *Skyddad Natur.* [Online]
Available at: https://skyddadnatur.naturvardsverket.se/
[Använd 10 Juni 2022].

Naturvårdsverket, u.d. *Sköta, restaurera och anlägga våtmark.* [Online]
Available at: https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/vatmark/skota-restaurera-och-anlagga-vatmark/
[Använd 9 Januari 2023].

Nilsson, E. & Linder, J., 2018. *Tvärån- Tillsynsprojekt med utgångspunkt från en prioriterad vattenförekomst. Delprojekt 1. Recipientprovtagning av metaller med miljökvalitetsnormer för ytvatten.,* Umeå: Umeå kommun.

Norstedt, G., 2016. *Naturvärdesinventering av parkskogar i Umeå kommun,* Umeå: Umeå kommun.

Olsson, C., 2020. *Inventering av häckande fåglar vid Lundåkern och kring Tväråns nedre lopp,* Umeå: Fågelperspektiv.

Riksantikvarieämbetet, u.d. *Fornsök.* [Online]
Available at: https://app.raa.se/open/fornsok/
[Använd 10 Juni 2022].

Rosén, L. o.a., 2009. *Multikriterieanalys (MKA) för hållbar efterbehandling av förorenade områden : metodutveckling och exempel på tillämpning,* Stockholm: Naturvårdsverket.

SGI, 2016. *Naturanpassade erosionsskydd i vattendrag - en förstudie,* Linköping: u.n.

SMHI, 2021. *SMHI, Anlagda våtmarker.* [Online]
Available at: https://www.smhi.se/kunskapsbanken/hydrologi/vatmarker/anlagda-vatmarker-1.178384
[Använd 23 Augusti 2023].

Sveriges geologiska undersökning, 2020. *Sur sulfatjord - en potentiell miljöbov.* [Online]
Available at: https://www.sgu.se/samhallsplanering/risker/sulfidjordar-en-potentiell-miljobov/
[Använd 17 10 2022].

TEEB, 2010. *The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Mainstreaming the Economics of Nature: A synthesis of the approach, conclusions and recommendations of TEEB,* u.o.: TEEB.

Trafikverket, 2016. *Natur: Biotopvård i vattendrag.* u.o.:u.n.

Tväråns fiskevårdsförening, 2023. *iFiske.* [Online]
Available at: https://www.ifiske.se/fiske-tvaran.htm
[Använd 24 april 2023].

Umeå Kommun, 2020. *Tvärån och Lundåkern: Underlag för utvecklingsplan inklusive förslag till skötselåtgärder,* Umeå: u.n.

Umeå kommun, 2021. *Västerslätt och Rödäng.* [Online]
Available at:
https://www.umea.se/byggaboochmiljo/stadsplaneringochbyggande/stadsdelarochomraden/vasterslattochrodang.4.4ff54ec174f999469c7f6.html
[Använd 14 Juli 2022].

Umeå kommun, 2023. *Fråga angående kostnader okt och nov 2020.* Umeå: u.n.

Vakin, 2023. *Fråga angående muddrat.* Umeå: u.n.

VISS, u.d. *Vatteninformationssystem Sverige.* [Online]
Available at: https://viss.lansstyrelsen.se/
[Använd 14 Juli 2022].

WSP, 2022a. *Tvärån - Åtgärdsförslag för att minska översvämningsrisken,* Norrköping: WSP.

WSP, 2022b. *LONA-Utredning av våtmarksåtgärder, Tväråns avrinningsområde,* u.o.: u.n.

WWF, u.d. *Vattendrag och svämplan - helhetssyn på hydromorfologi och biologi.* Solna: u.n.

VI ÄR WSP

WSP är ett av världens ledande analys- och teknikkonsultföretag. Vi verkar på våra lokala marknader med stöd av global expertis. Som tekniska experter och strategiska rådgivare har vi tillgång till ingenjörer, tekniker, naturvetare, planerare, utredare och miljöspecialister liksom professionella projektörer, konstruktörer och projektledare. Vi erbjuder hållbara lösningar inom Hus & Industri, Transport & Infrastruktur och Miljö & Energi. Med cirka 70 000 medarbetare på 550 kontor i 40 länder medverkar vi till en hållbar samhällsutveckling. wsp.com

WSP Sverige AB
Östra Strandgatan 24
903 33 Umeå
Besök: Östra Strandgatan 24

T: +46 10-722 50 00
Org nr: 556057-4880
Styrelsens säte: Stockholm
wsp.com

UPPDRAGSNAMN
Förstudie åtgärdsval Tvärån

UPPDRAGSNUMMER
10337804

FÖRFATTARE
J Malmsten

DATUM
2024-06-14

PM BYGGBARHETSUTREDNING ÅTGÄRDSALTERNATIV TVÄRÅN

Bakgrund

WSP har fått i uppdrag av Umeå kommun att jämföra de utvalda alternativ som tagits fram i föregående förstudie för att förhindra översvämning kring Tvärån.

Detta PM behandlar byggbarhet och åskådliggör de olika alternativens förutsättningar i ett entreprenadskeende.

Förutsättningar

Då detta är en förstudie utan framtagning av bygghandlingar, ritningar med mera att basera byggbarheten på har många antaganden och förenklingar behövts göras. Föreslagna alternativ har bedömts som möjliga men vissa tekniska lösningar kan inte säkerställas förrän eller innan detaljprojektering utförs.

Alternativ Fördjupning av ån

Urgrävning av Tvärån innefattar arbeten för att fördjupa vattendraget och öka åns kapacitet vid höga flöden. I åtgärdsförslaget har botten sänkts från Industrivägen fram till gång- och cykelbron efter Kvarnvägen med 2 m totalt ca 2200 m.

Inledningsvis avverkas och röjs träd och buskar längs ån för anläggning av tillfälliga vägar längs hela sträckan, vilket är nödvändigt för åtkomst till ån för uttransport av massor. De nedre delarna har idag på flera ställen branta och tätbevuxna slänter, och det finns träd som fallit ner i ån.

De tillfälliga vägarna kommer ta stora delar av ytorna längs ån i anspråk. Gång och cykelvägar behöver delvis stängas av under entreprenaden då mycket byggtrafik kommer att gå vid eller på dessa. Mellanlagringsytor kommer behövas för de nedre delarna av ån då ravinen kommer vara svår att nå med lastbil. Massor körs ut på dumper till mellanlagringsplats för att därefter lastas på lastbil. Även bilvägar påverkas vid åtgärder runt broar med till exempel avstängda körfält.

En fördjupad inventering av ledningar behöver utföras i detaljprojekteringsskedet och en åtgärd för varje ledning tas fram. De flesta ledningar behöver sänkas och förlängas i samband med omgrävning av ån.

Urgrävning av ån sker till stor del med vanlig grävmaskin och transport av massor på lastbil. För den övre delen av ån som sänks till bro 2480-66-1 längs väg 92 är tillgängligheten god och inga större hinder förekommer. Den nedre delen av ån, från och med väg 92, som sänks stöter på större hinder i from av broar och tillgänglighet. Vissa sträckor av ån kan behöva en grävmaskin med lång arm för att nå de delar som är svåra att nå eller kräver omfattande och kostsamma åtgärder för att ta sig till. Deponi av massor sker till tipp och sulfidlera deponeras hos godkänd avfallsmottagare. Löpande provtagning bör utföras för att minimera mängden massor som deponeras som sulfid eftersom dessa är kostnadsdrivande.

Befintliga broars grundläggning riskeras att undermineras vid fördjupning och breddning av ån. Broar måste inventeras och bedömas hur dess grundläggning behöver förstärkas med skydd mot erodering. Finns en balk i botten kan strypning av bron ej åtgärdas utan hela bron måste ersättas med ny bro, t.ex. gång- och cykelbron nedan Kvarnvägen. Urgrävning under väg 92, Blå vägen, intill Skolgatan är en stor osäkerhet med de pelare som bär upp väg 92. Det är oklart om tillräcklig fördjupning av ån kan uppnås utan påverkan av bro och pelares grundläggning. Bron på Storgatan påverkas även mycket vid urgrävning om 2m och dess grundläggning riskeras att undermineras och eventuell förstärkningsåtgärd är troligen ej möjlig att utföra. Fördjupning av ån kring dessa infrastrukturer föreslås ske som urgrävning på endast på djupet för att uppnå erforderlig tvärsnitts area. Det vill säga inga slänter görs vid broar. Risken är dock att dessa områden slammar igen snabbare och eroderar med tiden. Dessa moment är i dagsläget en stor osäkerhet och måste inventeras och åtgärdsförslag tas fram i en detaljprojektering.

Den slutgiltiga utformningen av ytor och slänter som bestäms i en detaljprojektering kommer avgöra hur omfattande arbetena i den djupare delen kommer bli. Anpassning av slänter kan bli ett omfattande arbete i nedre del av ån då ravinen är djup och befintliga slänter är betydligt brantare än slänter som erfordras enligt släntstabilitetsberäkningar. Längs några partier av ån kommer nya slänter att krocka med annan infrastruktur till exempel väg, byggnad och brofundament. I dessa områden blir förstärkningsåtgärder aktuella för att ställa slänter brantare eller begränsa slänters utbredning. Förstärkningsåtgärder kan innefatta erosionsskydd, stödmur, gabionmur och dylikt.

Någon typ av stödmur kan behöva anläggas längs ån i de delar där slänter skulle inkräkta på infrastruktur. Slänter kan även erosions skyddas med bergkross men detta är en fråga som måste utredas om kommunen kan godta stora slänter med bergkross i detta område, eftersom det blir en stor skillnad från dagens bevuxna och/eller branta slänter. I detta skede antas en kombination av dessa åtgärder i kostnadsuppskattningen.

Återställning av gröna områden föreslås utföras som kompensatoriska åtgärder för att kompensera förlorade värden enligt PM Sociala konsekvenser ”Tväråparken” med möjlighet att anlägga tillgängliga stråk som promenadstigar, sittplatser, möjlighet till rekreation.

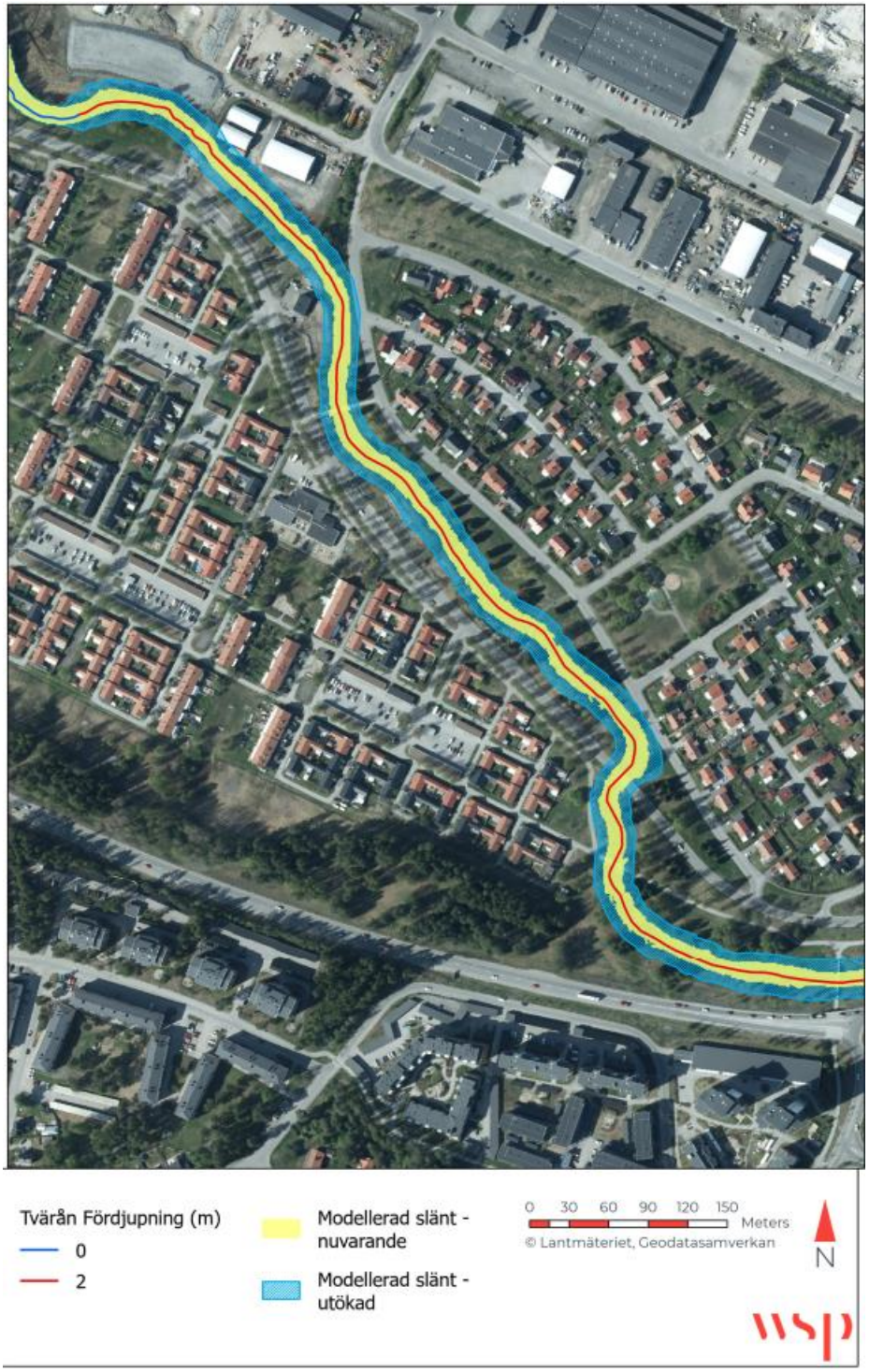


Bild 1: Fördjupning 1 m vid Rödäng. Fördjupningens påverkan för utökade slänter.



Bild 2: Fördjupning 2 m ovan Storgatan. Fördjupningens påverkan för utökade slänter.



Bild 3: Fördjupning 2 m nedan Storgatan. Fördjupningens påverkan för utökade slänter.

Det är viktigt att ån förses med ett drift- och underhållsprogram som gör att den nya utformningen av ån behålls över tid, så att inte kapaciteten minskar på grund av växtlighet eller slam. Detta alternativ kommer medföra ökad drift och underhåll jämfört med tunnel-alternativet nedan.

Projektets risker vid alternativ Fördjupning av ån:

Broars grundläggning undermineras.

Broars konstruktion som hindrar urgrävning och blir kvar som dämning av ån.

Slänters inkräktning på infrastruktur och/eller områden med parkvärden eller naturvärden.

Stabilitet slänter för transporter och schaktarbeten.

Om inte självfall kan uppnås i eventuella befintliga rörledningar vid detaljprojektering kan det krävas anläggning av en pumpstation.

Alternativ Ny utloppstunnel

Mikrotunnlig är en styrbar metod för förläggning av nya ledningar. Borrning sker mellan två brunnar. Det finns möjlighet till borrning i många olika material, till exempel berg, med rätt borrhuvud.

Dragning av tunnel föreslås i kommunal mark p.g.a. att det troligtvis kan bli en långdragen juridisk process om ledningen ligger under privat mark. Kan dragning ske under privat mark för att det bedöms som hanterbart att hantera processen kan längden för ledningsdragning och kostnad eventuellt minskas. Se bilaga Förstudie Tvärån av Johan Lundberg AB för mer information om möjliga ledningsdragningar samt allmänt om produktionsmetoden.

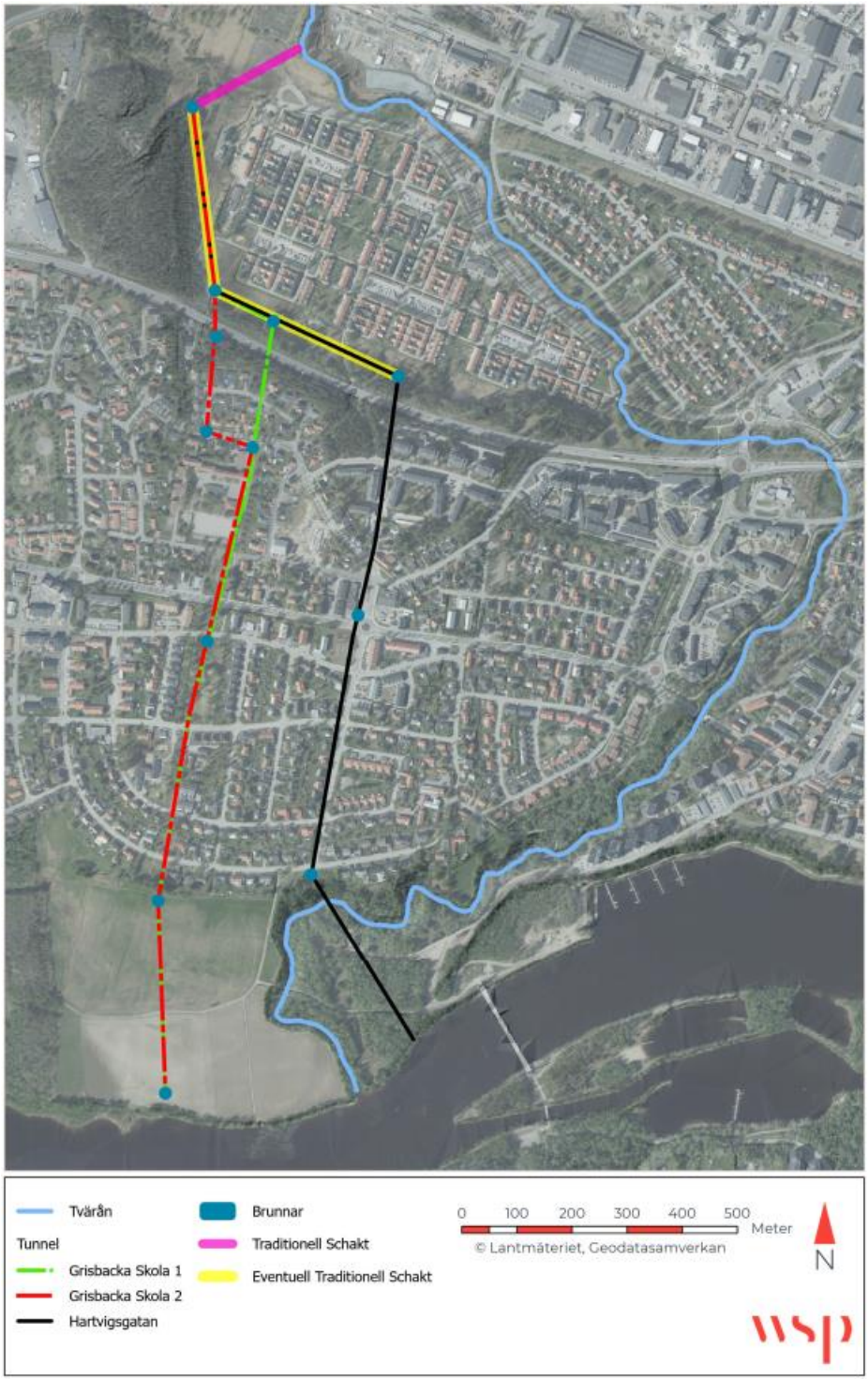


Bild 4: Tunnelalternativ

Kortfattat borras mikrotunnel genom start- och mottagningsbrunnar som tillverkas på plats av betong vid start, stopp samt vid vinkling av dragning eller vid borrning mellan jord-berg där borrhuvud måste bytas. Brunnar bedöms få en diameter på ca 12m på grund av ledningens diameter. Gemensamt för alla alternativ med mikrotunnling är att tunnel avslutas ca 180m innan Tvärån på Rödäng på grund av

att tillräcklig täckning ej går att erhålla för tunnling ända fram till ån. Denna sträcka kommer att behöva schaktas.

VA och kanalisation i gata där brunnar för mikrotunnling placeras behöver flyttas utanför området för brunnar. Brunnar för mikrotunnel med en diameter på ca 12m kommer att uppta stora delar av området eller gatan där de förläggs. Kostnad och möjlighet för omläggning av rörledning och kanalisation är ej utredd i detalj i detta skeende utan är bedömt som möjligt och en uppskattad kostnad är medtagen i kostnadsuppskattningen.

Produktionen av tunneln via brunnar på lokala områden eller gator samt lokalt upplag för rörmaterial, containrar och maskiner tar stor plats. Oavsett vilken dragning av tunnel som bestäms kommer gata/yta där brunn förläggs att stängas av helt en tid under produktionen. Uppskattningsvis kan gata eller yta vara avstängd under lång tid beroende på djup på brunnen och då påverka trafik och fastigheters tillgänglighet. En fast arbetsplats upprättas för varje sänkbrunn med plats för material, mindre etablering, parkering och arbetsytor för fordon och utrustning. En större mottagnings- och uppläggningsplats inom Umeå kommer behövas för rör som levereras via båt enligt uppgift från entreprenör. Därefter sker dagliga leveranser av rör ut till sänkbrunnen arbetsplats.

Mängden sulfidlera som uppkommer vid mikrotunnling är svår att bedöma då uppsamling av lera/sulfidlera sker i avskiljningsanläggning. Beroende på sulfidlerans förekomst och sammansättning kan det vara svårt att skilja på sulfid- och icke-sulfidhaltig lera och all lera som filtreras ut måste gå till deponi. Om befintlig lera likar bentonitleran som används i produktionen går det ej att separera dessa i avskiljningsanläggningen.

Inlopp mot tunnel föreslås konstrueras i betong med överfall för att behålla en normal vattennivå i Tvärån vid normal- och lågflöden. Endast vid höga flöden (snösmältning, stora regn eller hög naturmarksavrinning) kommer vatten att brädda från Tvärån in i inloppslösningen för att sedan transporteras i tunneln. Inloppslösningens utformning och konstruktion är en osäkerhet som fastställs först i detaljprojektering och är i detta skeende en uppskattning för kostnader, baserad på en principskiss framtagen i förstudien.

Utlopp sker direkt mot älven och även denna konstruktion måste detaljprojekteras när läge och utformning bestämts.

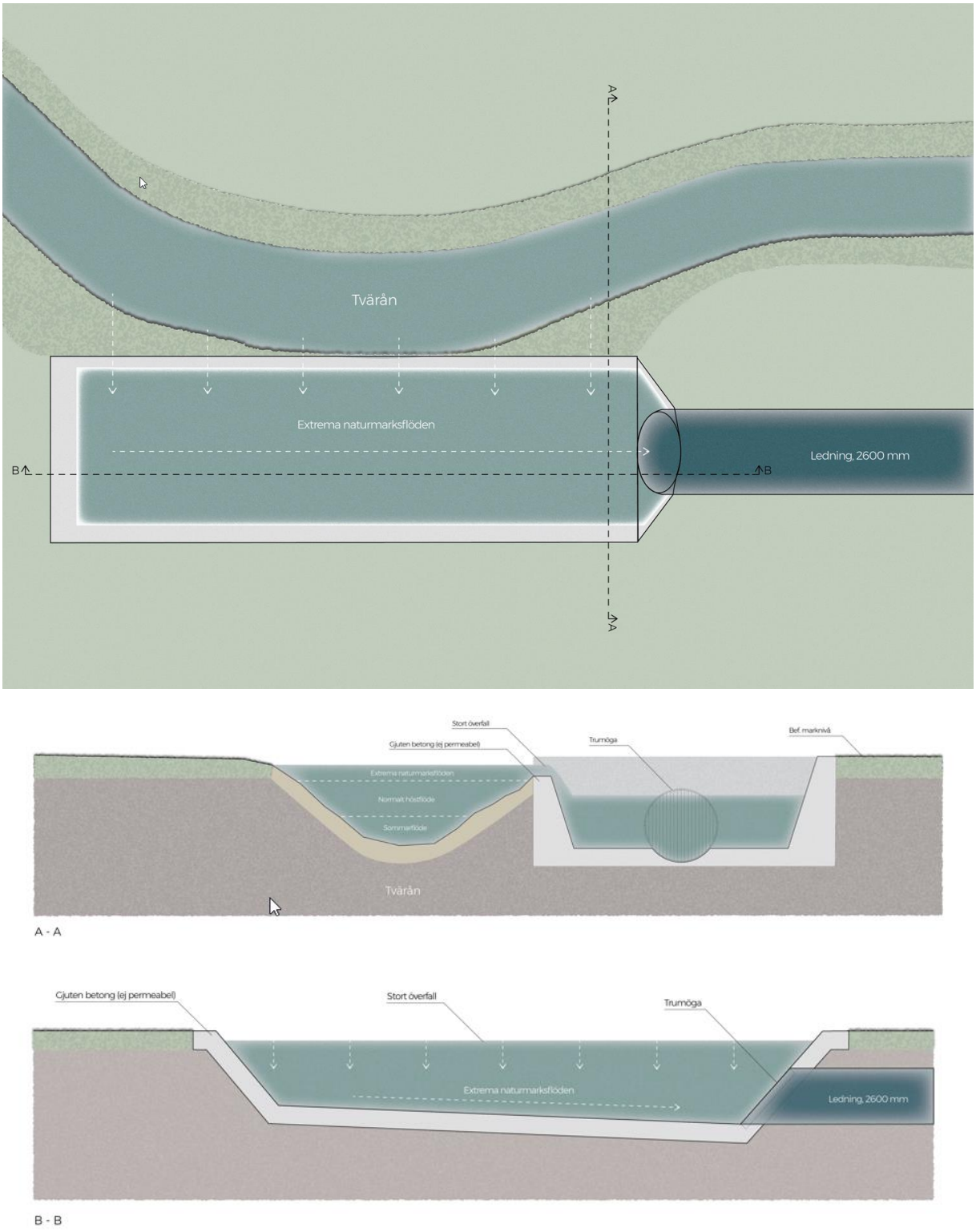


Bild 5: Principskiss för inloppsanordning

Tunnelalternativet innefattar ett visst underhåll men främst tillsyn av in- och utlopp. Utloppet kan komma att kräva underhållsåtgärder då utloppet hamnar under HHW och kommer stå under vatten och då finns risken för igenslamning.

Projektets risker vid alternativ Ny utloppstunnel:

Otillräcklig geoundersökning för att fastställa slutgiltig dragning och metodval i detta skeende.

Om sträckning väljs under privat mark kan det bli en långdragen och oklar juridisk process kring dels att få tillgång till marken, dels att reda ut var ansvarsfrågan ligger om privata hus till exempel skulle drabbas av sättningar.

Uppstickande berg som missas i geoundersökning kan medföra stopp och omtag med tillkommande brunn och byte av borrhuvud vilket påverkar tidplan och kostnad.

Flytt av VA som kräver större åtgärd än omförläggning, till exempel kan en pumpstation behöva anläggas då självfall ej kan uppnås vid kollision med brunnar för tunnel. Denna pumpstation kommer sedan att kosta tid, energi och pengar i drift och underhåll i mycket större omfattning än vad en självfallsledning gör.

Riskfaktorn för projektet är stor och kostnader kan snabbt stiga kraftigt.

Alternativ Ny utloppstunnel med våtmark

För mikrotunneln är förutsättningarna samma som beskrivet ovan. Skillnaden blir placering av tunnels inlopp som förläggs i våtmarken.

Våtmarkens arbeten består till stor del av schakt med grävmaskin och omhändertagande av massor och sulfidlera. En större länshållning/grundvattensänkning under anläggningsskedet behöver utföras för att kunna schakta och anlägga våtmarkens tätskikt som sedan tyngs ner innan vatten kan ledas in. Tätskiktet gör att grundvattennivån efter anläggning kan återgå till de normala nivåerna, utan att påverka våtmarken.

Inlopp mot tunnel konstrueras i betong med överfall för att behålla en viss vattennivå i våtmarken. Omfattning av erosionsskydd och dämmens konstruktion är en osäkerhet som fastställs först i detaljprojektering och är i detta skeende en uppskattning för kostnader. En större mängd sulfidjord kommer behöva omhändertas på avfallsanläggning.



Bild 6: Möjlig utformning av våtmark

Projektets risker vid alternativ Ny utloppstunnel med våtmark:

Grundvattensänkning.

Uppflytning av duk eller otäthet i duk.

Erosionsskydd för dämmens hållfasthet.

Att delar våtmarkens växter bara ”slits med” när det väl kommer ett högflöde.

Samt risker redan upptagna i alternativet Ny utloppstunnel.

Alternativ Sandåkersgatan 1

Alternativet grundar sig på att utföra urgrävningen av ån samt mikrotunnlig för att öka kapaciteten och ej behöva underhållsmuddra ån kontinuerligt för den nedre delen av ån från Blå vägen/ väg 92.



Bild 7: Alternativ Sandåkersgatan 1, urgrävning med tunnel.

Fördjupning av ån för aktuell sträcka sker genom urgrävning enligt beskrivningen för motsvarande sträcka i alternativ ”Fördjupning av ån” ovan.

För sträckan som utförs genom mikrotunnling mellan punkt 4 och 7 går dragning och placering av sänkbrunnar främst i grönytor. Se Bilaga från Johan Lundberg AB för mer information gällande streckningsdragning av tunnel. Gång och cykelvägar utmed sänkbrunnar längs hela sträckan kommer behöva stängas av och ledas om på grund av den lokala arbetsplatsen och dess dagliga transporter. Arbetsplatser och tillfälliga väga behöver anläggas för sänkbrunnar. Mest omfattande blir dessa kring sänkbrunn 6 och 7. Sänkbrunn 5 kommer innebära ett hinder för trafik på grund av arbetsplatsens utbredning och transporter.

Utloppskonstruktionen måste som ovan nämnt i alternativ ny utloppstunnel bestämmas först i en detaljprojektering beroende på läget.

Projektets risker vid Alternativ Sandåkersgatan 1:

Samma risker som för alternativet Ny utloppstunnel samt för fördjupning av ån, dock finns större möjlighet att justera läget för sänkbrunnar.

Alternativ Sandåkersgatan 2

Alternativet grundar sig på att utföra den övre delen vid Rödäng, punkt 1–4, genom mikrotunnling, eventuellt förenklad mikrotunnling, rörtryckning eller schakt för att därefter fortsatt mikrotunnla sig förbi punkt 4–7 enligt Johan Lundberg AB:s bilaga. Tunnlingens dragning och förutsättningar i övrigt beskrivs i Johan Lundbergs bilaga. Som i alternativet Sandåkersgatan 1 utförs alla sänkbrunnar i grönytor och till största del störs gång- och cykeltrafiken. Sänkbrunnar i punkt 1–4 utförs i grönytor nedan Rödäng och kommer främst att påverka boenden i området.

Möjligheten kan även finnas att schakta sträckan mellan punkt 1 och 3 som kan ge en kostnadsbesparing. Dock omfattas en schakt där av djupschakt inom spont upp till ca 9m djup. D2600 ledningen måste då höjas mellan punkt 1–3 i Johan Lundbergs profil för mikrotunnel och sedan med ett stalp i punkt 3 för att återgå till mikrotunnlingsdjup därefter. Ledning förläggs med ett marktäckningsdjup på minst ca 2m från markyta till överkantledning för att detta skall vara möjligt. Kring punkt 2 där en högpunkt finns bör även överytan schaktas av för att undvika de allra största djupen. Denna schakt omfattas av stora arbetsmiljömässiga risker som måsta hanteras samt grundvattensänkningen som detta schakt medför i området. Stora grävmaskiner 50–70 ton kommer behövas för att kunna schakta på djupet och kunna hantera sponten. Dessa maskiner, spontmaterial samt rörmaterial kommer ta upp stor yta nedan Rödäng och stora delar av grönområdet behöver stängas av.



Bild 8: Sandåkersgatan 2, tunnel nedan Rödäng

Projektets risker vid Alternativ Sandåkersgatan 2:

Samma risker som för alternativet Ny utloppstunnel dock finns större möjlighet att justera läget för brunnar.

Schaktad sträcka omfattas av arbetsmiljörisker vid arbete på stort djup inom spont.

Schaktad sträcka påverkar grundvatten och risken för sättningar i området finns.

På grund av djupet och för hantering av spont kommer stora grävmaskiner vara nödvändigt 50-70ton som alstrar vibrationer utöver det normala vilket kan påverka fastigheter.

Förkastad dragning av tunnel från tidigare förstudie

Förkastat alternativ med rak tunnel beror i första hand på den juridiska osäkerheten om dragning under privat mark samt geotekniska förutsättningar. Tunnels dragning rekommenderas i kommunal mark för att undvika den juridiska frågan om vad som gäller under privat mark då detta har varit oklart och kan resultera i långdragna juridiska processer. Vidare så har det bedömts att omtagningsbrunnar behövs med jämna mellanrum vid mikrotunnling för att minska risker i produktionsstopp, kunna svänga tunnelns dragning och anpassning vid påstötning av berg.

1. Det krävs omtagsbrunnar för en tunnelsträcka på 2 km

   Bild hämtad från tidigare utredning:

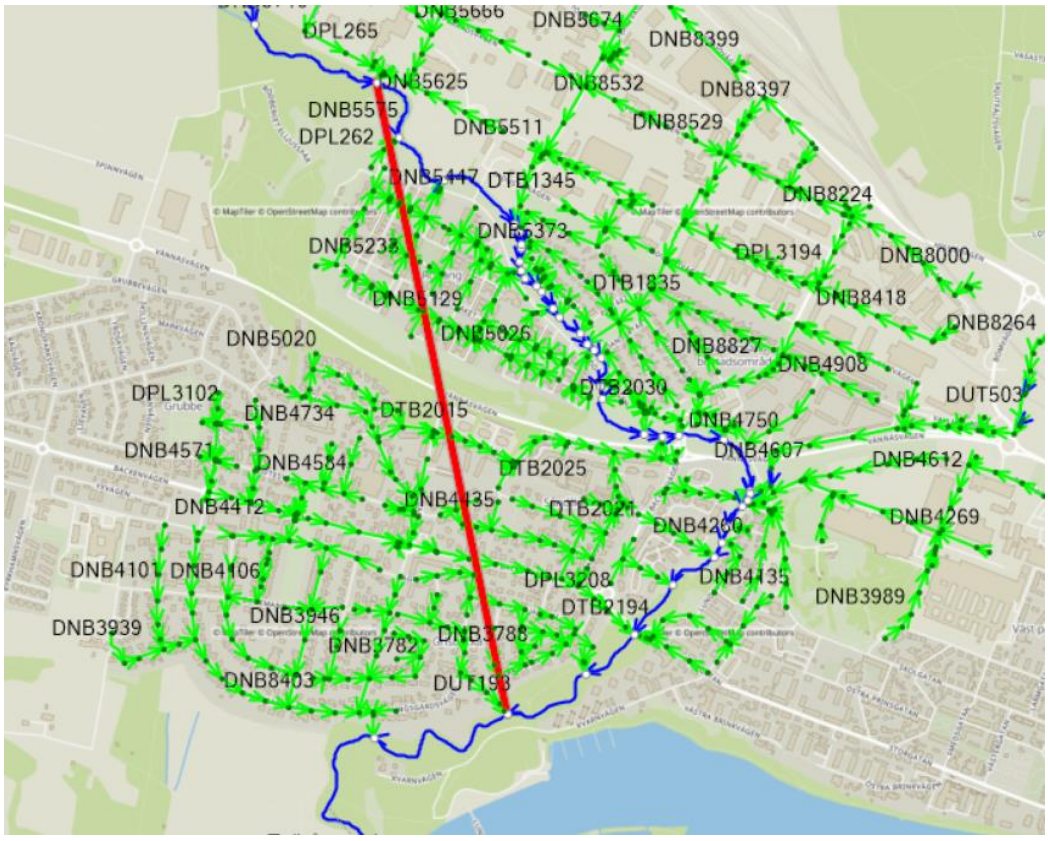


Bild 9: Den röda linjen visar dragningen av tunneln i modellen.

2. Vid det här läget så tyckte WSP att risken för påverkan på bostadshusens grundläggning på Rödäng vara för stor.



Bild 10: Förkastat alternativ.

3. Vid det här läget så tyckte WSP att risken för påverkan på bostadshusens grundläggning på Rödäng vara för stor.



Bild 11: Förkastat alternativ.

4. Förekomst av berg och passerande under privata fastigheter.

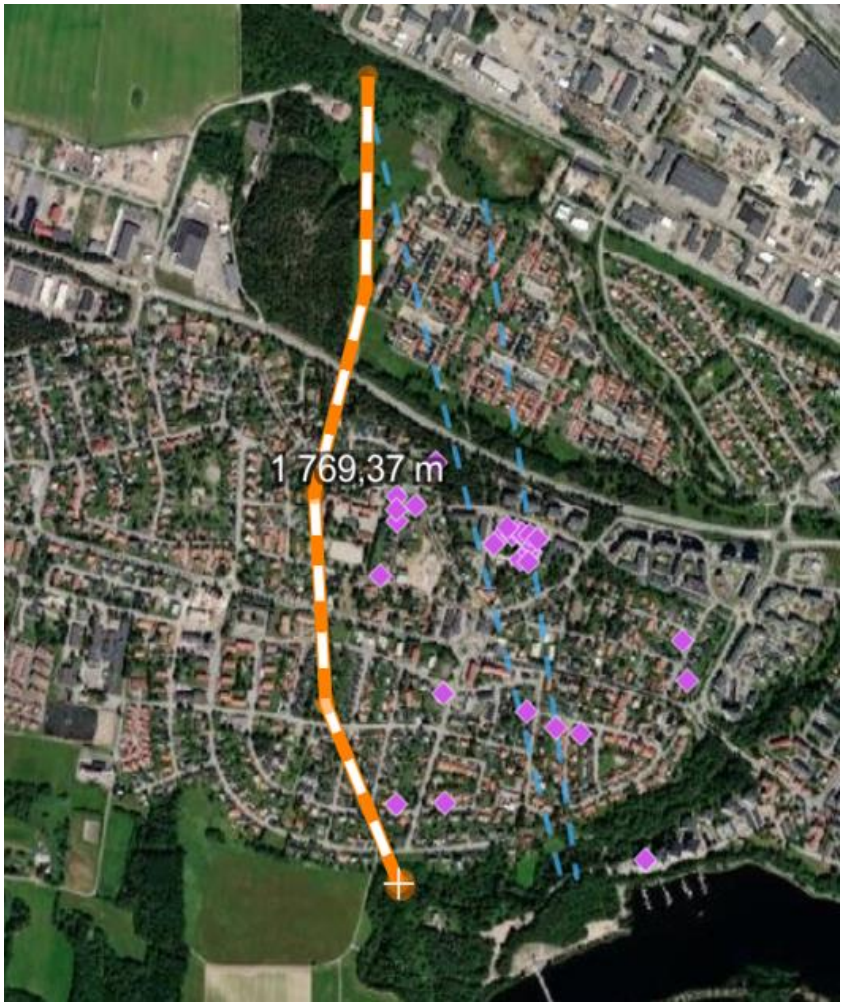


Bild 12: Förkastat alternativ.

5. Förkastades efter dialog med Johan Lundberg AB p.g.a. dragning under privata bostäder.



Bild 13: Förkastat alternativ.

Kostnadsuppskattning

Kostnadsuppskattningen avser entreprenadkostnaden. Kostnader för projektering eller byggherrekostnader är ej medtagna.

Alla tunnelalternativ har kompletterats med kostnader för schakt från Rödäng där Johan Lundbergs tunneldragning avslutats fram till Tvärån samt kostnad för in- och utloppskonstruktion. Därför skiljer sig dessa uppskattade kostnader mot de uppskattade kostnader i Johan Lundbergs dokument.

Kostnadsuppskattning för vartdera alternativ för åtgärd i Tvärån med en trolig kostnad för entreprenaden genom en succesivkalkyl som med avrundat viktat medel ger en trolig entreprenadsumma.

Alternativ	***Uppskattad entreprenadsumma***
Fördjupning av ån	130 000 000 kr
Ny utloppstunnel Grisbackaskola 1	540 000 000 kr
Ny utloppstunnel Grisbackaskola 2	570 000 000 kr
Ny utloppstunnel Grisbackaskola 2 med schakt vid Rödäng	525 000 000 kr
Ny utloppstunnel Hartvigsgatan	460 000 000 kr
Ny utloppstunnel Hartvigsgatan med schakt vid Rödäng	420 000 000 kr
Sandåkersgatan 1	400 000 000 kr
Sandåkersgatan 2	530 000 000 kr
Sandåkersgatan 2 med schakt inom spont del av sträckan	490 000 000 kr
Tillkommande kostnad för våtmark vid kombination med annat tunnelalternativ	35 000 000 kr

Kostnadsuppskattning för profiljusteringar i separat PM Profiljusteringar

Profiljusteringar	25 000 000 kr

För en total projektkostnad med projektering och byggherrekostnader tillsammans tillkommer uppskattningsvis kostnader om 30% på de redovisade entreprenadkostnaderna. 5–10 % på projektering, 5–10 % på byggledning, 15–25 % på byggherrekostnader.

Umeå 2024-06-14

WSP Sverige AB

Jonas Malmsten

KUND

UMEÅ KOMMUN

FÖRSTUDIE ÅTGÄRDSVAL TVÄRÅN

MARKTEKNISK UNDERSÖKNINGSRAPPORT (MUR)

2024-06-14



Förstudie åtgärdsval Tvärån

Markteknisk undersökningsrapport (MUR)

KUND

Umeå Kommun

KONSULT

WSP Sverige AB
Östra Strandgatan 24
903 33 Umeå
Tel: +46 10-722 50 00
WSP Sverige AB
Org nr: 556057-4880
wsp.com

KONTAKTPERSONER

Uppdragsansvarig
Maja Skotte
Telefon: +46 10 7211709
E-post: maja.skotte@wsp.com

Geotekniker
Emelie Strömgren Lindsköld
Telefon: +46 10 722 90 41
E-post: emelie.stromgren@wsp.com

UPPDRAGSNAMN
Förstudie åtgärdsval Tvärån

UPPDRAGSNUMMER
10339428

FÖRFATTARE
Heidi Rikberg

DATUM
2024-06-14

Granskad av
Mikael Öberg

Godkänd av
Maja Skotte

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1 ALLMÄNT 5

1.1 OBJEKT 5

1.1.1 Blivande konstruktion 5

1.2 DOKUMENTETS SYFTE 5

1.3 UNDERLAG FÖR UNDERSÖKNING OCH REDOVISNING 6

1.4 STYRANDE DOKUMENT 6

1.5 GEOTEKNISK KATEGORI 7

2 ARKIVMATERIAL 7

3 ÖVERSIKT BEFINTLIGA FÖRHÅLLANDEN 7

3.1 TOPOGRAFI, YTBESKAFFENHET OCH MARKANVÄNDNING 7

3.2 BEFINTLIGA LEDNINGAR OCH KONSTRUKTIONER 8

4 MARKTEKNISKA UNDERSÖKNINGAR 9

4.1 POSITIONERING 9

4.2 GEOTEKNIK 9

4.2.1 Fältundersökningar 9

4.3 HYDROGEOLOGI 10

4.3.1 Fältundersökningar 10

4.4 MILJÖTEKNIK 11

5 HÄRLEDDA VÄRDEN 11

5.1 UNDERLAG FÖR FRAMTAGANDE AV HÄRLEDDA VÄRDEN 11

5.2 HÅLLFASTHETSEGENSKAPER 11

5.3 DEFORMATIONSEGENSKAPER 17

5.4 HYDROGEOLOGISKA EGENSKAPER 20

5.5 ÖVRIGA EGENSKAPER 22

6 VÄRDERING AV UNDERSÖKNING 23

7 ÖVRIGT 23

8 REDOVISNING 23

BILAGOR

Beteckning	Titel	Sidor antal
Bilaga 1	SGF/BGS beteckningssystem, version 2001:2 med SGF kompletterat beteckningsblad 2016	3
Bilaga 2	CPTu Conradutvärderingar	143
Bilaga 3	Ritningar	14

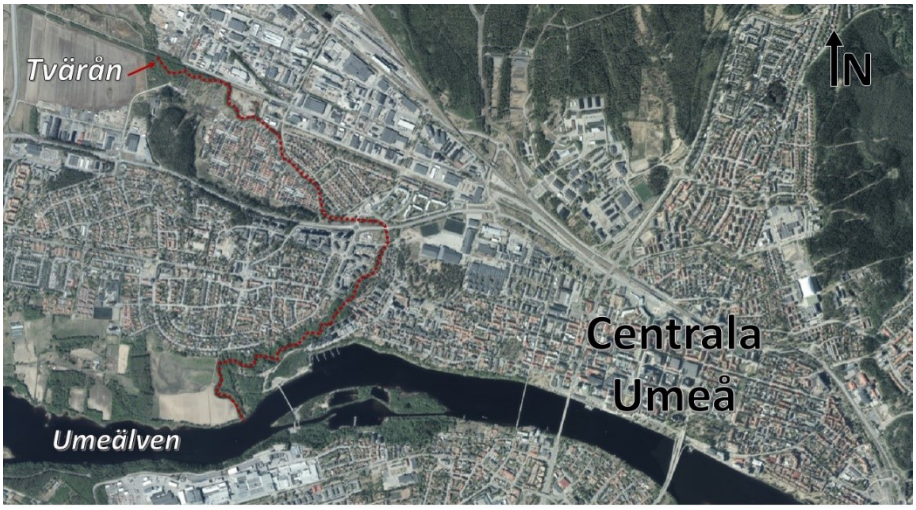
RITNINGAR

Ritningsnummer	Typ	Skala	Format
G-10-1-01	Plan	1:1000	A1
G-10-1-02	Plan	1:1000	A1
G-10-1-03	Plan	1:1000	A1
G-10-1-04	Plan	1:1000	A1
G-10-1-05	Plan	1:1000	A1
G-10-2-01	Sektion A-A och B-B	Se ritning	A1
G-10-2-02	Sektion C-C och D-D	1:100	A1
G-10-2-03	Sektion E-E och F-F	1:100	A1
G-10-2-04	Sektion G-G och H-H	1:100	A1
G-10-2-05	Sektion I-I och J-J	1:100	A1
G-10-2-06	Sektion K-K och L-L	1:100	A1
G-10-2-07	Enskilda borrhål	1:100	A1
G-10-2Q-01	Profil	H 1:100 L 1:5000	A1

1 ALLMÄNT

1.1 OBJEKT

WSP Sverige AB har på uppdrag av Umeå Kommun, utfört en geoteknisk undersökning inför projektering av åtgärdsalternativ som kan vidtas för att minska risken för översvämningar av Tvärån vid bostadsområdet Rödäng samt Västerslätt norr om E12. Se Figur 1.1



Figur 1.1. Aktuell fåra för Tvärån markerad med rött (bakgrundskarta Lantmäteriet, flygfotoår 2020).

1.1.1 Blivande konstruktion

I detta skede av utredningen har inte blivande åtgärd fastställts.

Tre olika alternativa metoder ligger i fokus vid planeringen och genomförandet av geotekniska undersökningen:

- Fördjupa och/eller bredda åfåran för Tvärån
- Förlägga en ny tunnel under Rödäng och bostadsområdet Grubbe söder om E12, för att leda vattnet förbi bostadsområdena vid stora flöden.
- Alternativt en kombination av att fördjupa och bredda ån samtidigt som delar kan förläggas i en tunnel.

1.2 DOKUMENTETS SYFTE

Denna utredning och detta dokument har till syfte att dokumentera resultaten från utförda geotekniska fältundersökningar.

Begränsningar

Föreliggande handling redovisar enbart resultat från nu utförda undersökningar.

1.3 UNDERLAG FÖR UNDERSÖKNING OCH REDOVISNING

Följande underlag har använts för planering av fältundersökningen:

- Ledningsunderlag, erhållet från beställare, ledningsägare i området och webbtjänsten ”Ledningskollen” (ledningskollen.se)
- Jordartskarta och jorddjupskarta, erhållet från Sveriges geologiska undersökning (SGU)
- Fastighetskarta från Lantmäteriet
- Flygfoto från webbtjänsten ”Min karta” (lantmäteriet.se)
- Underlag tillhandahållet av Umeå Kommun kring grundläggning av enskilda fastigheter, se kapitel 2 Arkivmaterial

Följande underlag har använts för redovisning av geotekniska undersökningar:

- Bakgrundskarta från Lantmäteriets tjänst ”Min karta”

1.4 STYRANDE DOKUMENT

Denna rapport ansluter till SS-EN 1997-1 med tillhörande nationell bilaga. För standarder se Tabell 1.1, Tabell 1.2 och Tabell 1.3.

Tabell 1.1. Planering och redovisning

Skede	Standard eller annat styrande dokument
Fältplanering	*SS-EN 1997-2* och *SGF Rapport 1:2013; Geoteknisk fälthandbok*
Fältutförande	*SGF Rapport 1:2013; Geoteknisk fälthandbok* och *SS-EN-ISO 22475-1*
Beteckningssystem	*SGF/BGS beteckningssystem version 2001:2* och *SGF kompletterat beteckningsblad 2016-11-01,* *SS-EN 14688–1 med tillägg SS-EN ISO 14688-1/A1:2013*

Tabell 1.2. Fältundersökningar – sondering, in-situ och provtagningar

Undersökningsmetod	Standard eller annat styrande dokument
Spetstrycksondering (CPT)	*SS-EN ISO 22476-1:2012,* *SGI Information 15; CPT-Sondering* och *SGF Rapport 1:2013; Geoteknisk fälthandbok*
Hejarsondering (HfA)	*SS-EN ISO 22476-3:2005* med tillägg *SS-EN ISO 22476-2:2005/A1:2011,* samt *SGF Rapport 1:2013; Geoteknisk fälthandbok*
Viktsondering (Vim)	*SIS-CEN ISO/TS 22476-10:2005* och *SGF Rapport 1:2013; Geoteknisk fälthandbok*
Tung slagsondering (Slb)	*SGF Metodblad SlbT (061001)* och *SGF Rapport 1:2013; Geoteknisk fälthandbok*
Skruvprovtagning (Skr)	*SGF Rapport 1:2013; Geoteknisk fälthandbok*
Fortsätter på nästa sida	

Jord-bergsondering (Jb)	*SGF Rapport 4:2012; Metodbeskrivning för jord-Bergsondering* och *SGF Rapport 1:2013; Geoteknisk fälthandbok*
GW-observationer i bh, Hydrogeologiska metoder	*SGF Rapport 1:2013; Geoteknisk fälthandbok, SGI Information 11 Mätning av grundvattennivå och portryck*

Tabell 1.3. Grundvatten

Metod	Standard eller annat styrande dokument
Installation för grundvatten-mätning	*SS-EN-ISO 22475-1, SS-EN 1997-2* och *SGF Rapport 1:2013; Geoteknisk fälthandbok*
Funktionskontroll av grund-vattenrör/portrycksmätare	*SS-EN-ISO 22475-1, SS-EN 1997-2* och *SGF Rapport 1:2013; Geoteknisk fälthandbok*
Avläsning av grundvatten-nivå/portryck	*SS-EN-ISO 22475-1, SS-EN 1997-2* och *SGF Rapport 1:2013; Geoteknisk fälthandbok*

1.5 GEOTEKNISK KATEGORI

Omfattningen av undersökningen är planerad för konstruktion i geoteknisk kategori 2 (GK2).

2 ARKIVMATERIAL

Information från geotekniska undersökningar eller grundläggningsinformation har erhållits från Umeå Kommun för:

- Välten 1
- Rallarrosen 1
- Flervåningshusen vid Sandhallavägen och Tallparksvägen

3 ÖVERSIKT BEFINTLIGA FÖRHÅLLANDEN

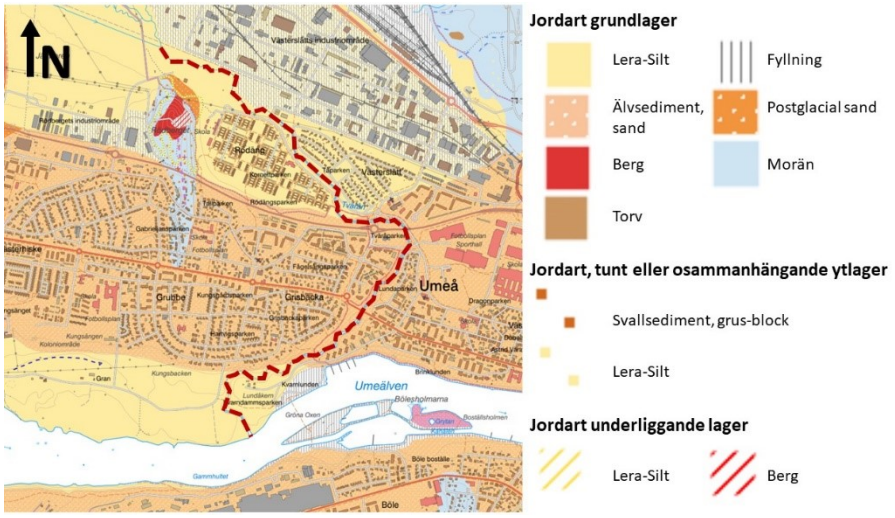
3.1 TOPOGRAFI, YTBESKAFFENHET OCH MARKANVÄNDNING

Undersökningsområdet ligger i östra delen av Umeå, från Rödberget i nordväst till Tväråns östligaste sektion förbi Tväråparken (intill väg 507), ned till mynningen mot Umeälven i söder.

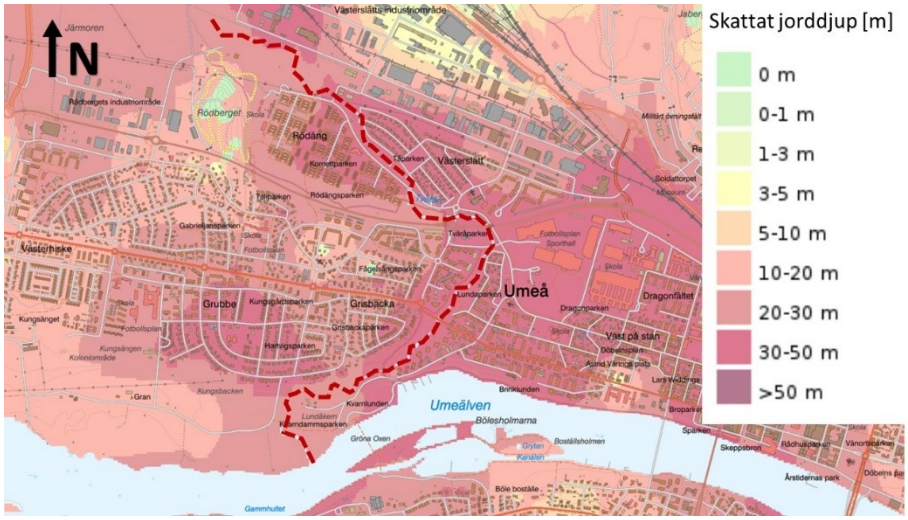
I dagsläget består och omgärdas undersökningsområdet av exploaterad mark, bortsett från själva åfåran och grönområden i form av ex. Rödberget och parker.

Enligt SGU:s fältkartläggning kan jordlager bestående av lera-silt samt sand som underlagras av lera-silt förväntas påträffas vid fältundersökningar och ett djup till berg på 1–20 meter, se Figur 3.1 och Figur 3.2. Jordartskartan ger lite/ingen information om jordartsfördelningen med djupet.

Marknivån inom undersökningsområdet varierar mellan ca + 8,2 och + 21,9 (RH 2000) enligt utförda inmätningar vid undersökningspunkter.



Figur 3.1. SGU:s jordartskarta över undersökningsområdet som är markerat med rött (SGU 2022).



Figur 3.2. SGU:s jorddjupskarta över området, undersökningsområdet markerat med rött (SGU, 2022).

3.2 BEFINTLIGA LEDNINGAR OCH KONSTRUKTIONER

Inom området finns många byggnader och infrastruktur. Hänsyn till dessa har tagits vid planering och genomförandet av fältundersökningar. I största möjliga mån har undersökningspunkter placerats på kommunal mark.

4 MARKTEKNISKA UNDERSÖKNINGAR

4.1 POSITIONERING

Utsättning och inmätning av geotekniska undersökningspunkter samt punkter för markradon har utförts av WSP Sverige AB i maj och juni 2022. Mätarbeten ansvarades av Markus Andersson.

Inmätning av undersökningspunkterna har utförts med RTK-GPS. Inmätningen motsvarar mätningsklass B enligt SGF Rapport 1:2013, Geoteknisk Fälthandbok.

Koordinatsystem i plan: SWEREF 99 20 15
Höjdsystem: RH 2000

4.2 GEOTEKNIK

4.2.1 Fältundersökningar

WSP Sverige AB har i maj och juni 2022 utfört geotekniska fältundersökningar för rubricerat projekt. Resultat av undersökningarna redovisas i denna handlings tillhörande bilagor och ritningar.

Fältundersökningen har utförts av fältgeoteknikerna Markus Andersson och Staffan Lindkvist.

Utförda sonderingar, in situ-försök och provtagningar

Undersökningen är utförd i 23 punkter, omfattning och typ av metoder redovisas i Tabell 4.1 nedan.

Tabell 4.1. Utförda geotekniska fältundersökningar

Sondering/Provtagning	Antal	Typ/Anmärkning
Viktsondering (Vim)	10	
Spetstrycksondering (CPT)	23	
Skruvprovtagning (Skr)	23	

I de jordprover som analyserats ur geoteknisk synpunkt har inga indikationer på miljöföroreningar påträffats.

Kalibrering och certifiering

I Tabell 4.2 redovisas använd utrustning. Kalibreringsprotokoll lämnas på begäran.

Tabell 4.2. Sammanställning utrustning och kalibrering

Utrustning	Kalibrerad datum
Borrvagn GM 85 GT	2021-01-16
CPT-spets 51910	2021-08-23

Provhantering

Störda prover har tagits upp med skruvprovtagare, placerats i provtagningspåsar och ett provtagningsprotokoll för varje provtagningspunkt har upprättats av ansvarig fältgeotekniker.

Provtagning och hantering av jordprover har utförts enligt SGF Rapport 1:2013 Geoteknisk fälthandbok och proverna har klassificerats okulärt i fält direkt vid provtagningen enligt SS-EN-ISO 14688–1.

4.3 HYDROGEOLOGI

4.3.1 Fältundersökningar

Hydrogeologiska undersökningar har utförts vid samma tillfälle och av samma fältpersonal som de geotekniska undersökningarna. Efterföljande grundvattenmätningar i grundvattenrör har utförts av Robert Granevald, fältkoordinator, samt fältgeotekniker som utfört undersökningarna.

Utförda undersökningar

Aktuella hydrogeologiska undersökningars omfattning är sammanställd i Tabell 4.3.

Tabell 4.3. Utförda fältundersökningar

Metod	Antal	Typ/Anmärkning
Grundvattenrör (Rö/Rf)	8	

Utrustning

Information om installerade grundvattenrör och portrycksspetsar redovisas i Tabell 4.4.

Tabell 4.4. Installerad utrustning. Diameter anges i enheten mm. My=markyta.

Gvr-ID	Typ [mtrl, Ø]	Total rörlängd [m]	Uppstick [m]	Spetsdjup u. my [m]	Installationsdatum [ÅÅÅÅ-MM-DD]
22W006	PVC, 32	12	My,dexel	12	2022-05-30
22W012	PVC, 32	14	1	13	2022-05-30
22W013	Stål, 32	14	1	13	2022-05-30
22W017	Stål, 32	14,5	1	13,5	2022-06-07
22W021	PVC, 32	14,5	My, dexel	14,5	2022-05-24
22W023	Stål, 32	13	1	12	2022-06-02
22W027	Stål, 32	13	My, dexel	13	2022-06-03
22W029	PVC, 32	14,5	1	13,5	2022-05-23

4.4 MILJÖTEKNIK

Markmiljötekniska undersökningar har utförts inom detta uppdrag. Dessa redovisas i separat rapport.

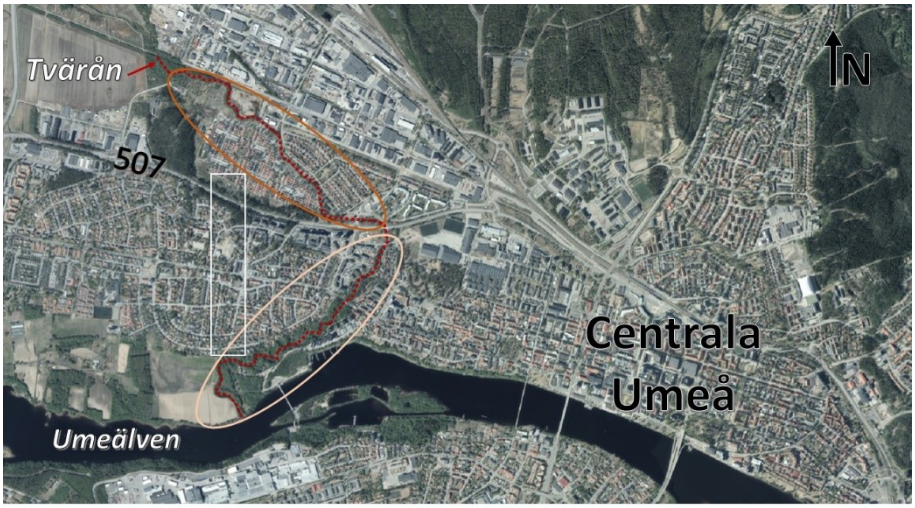
5 HÄRLEDDA VÄRDEN

5.1 UNDERLAG FÖR FRAMTAGANDE AV HÄRLEDDA VÄRDEN

Resultaten från CPTu-sonderingar har utvärderats med programvaran Conrad, version 3.1.1, enligt ”SGI Information 15, rev. 2007, CPT-sondering”. Forcerad jordartstolkning från skruvprovtagning har tillämpats för sulfidjord. Resultat från utvärderingen av CPTu-sonderingar redovisas i Bilaga 2.

För viktsondering har slag motsvarats av 500 halvvarv för bättre kontinuitet i grafer. Under lägsta nivån för skruvprovtagning har silt förutsatts.

Härledda värden från utförda undersökningar redovisas grafiskt i kapitel 5.2 och 5.3, uppdelat i tre områden enligt Figur 5.1

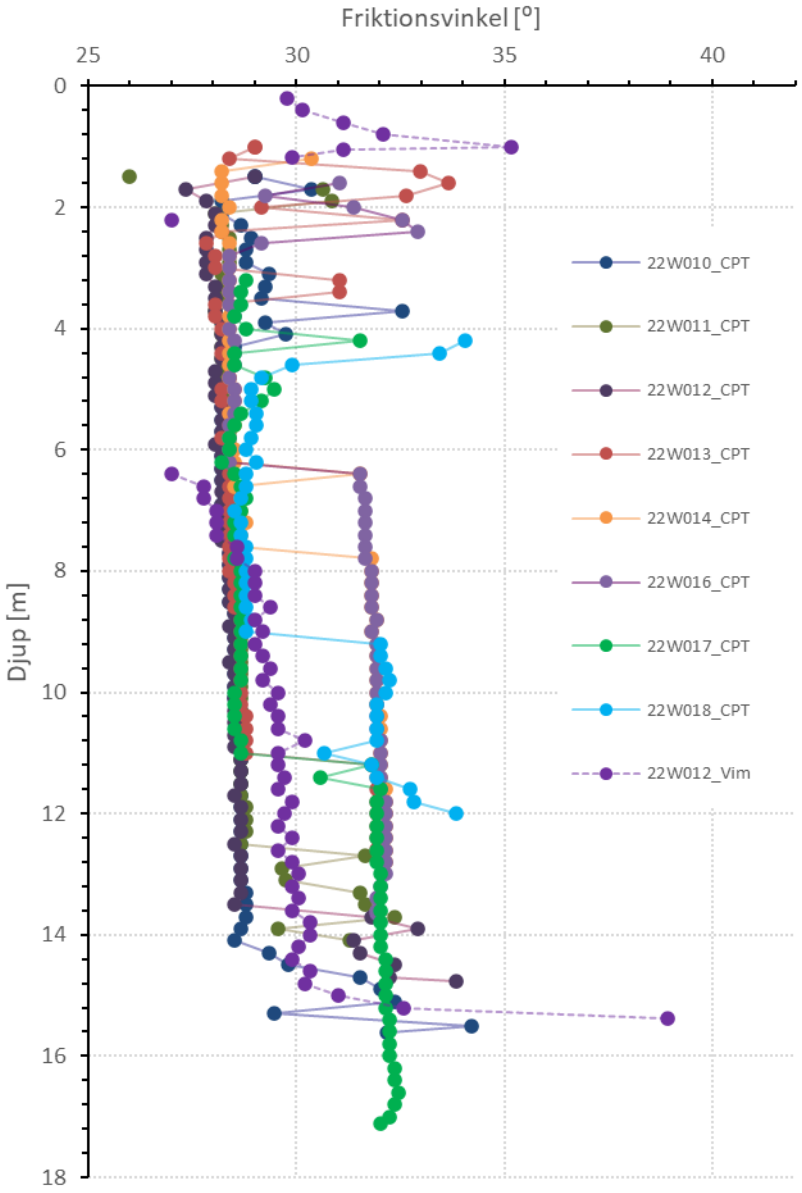


Figur 5.1. Uppdelning av undersökningsområdet för grafisk resultatredovisning i denna rapport. Orange – norr om väg 507, längs åfåran. Ljus beige – söder om väg 507, längs åfåran. Vit – inom tättbebyggt område (Grubbe-Rödäng).

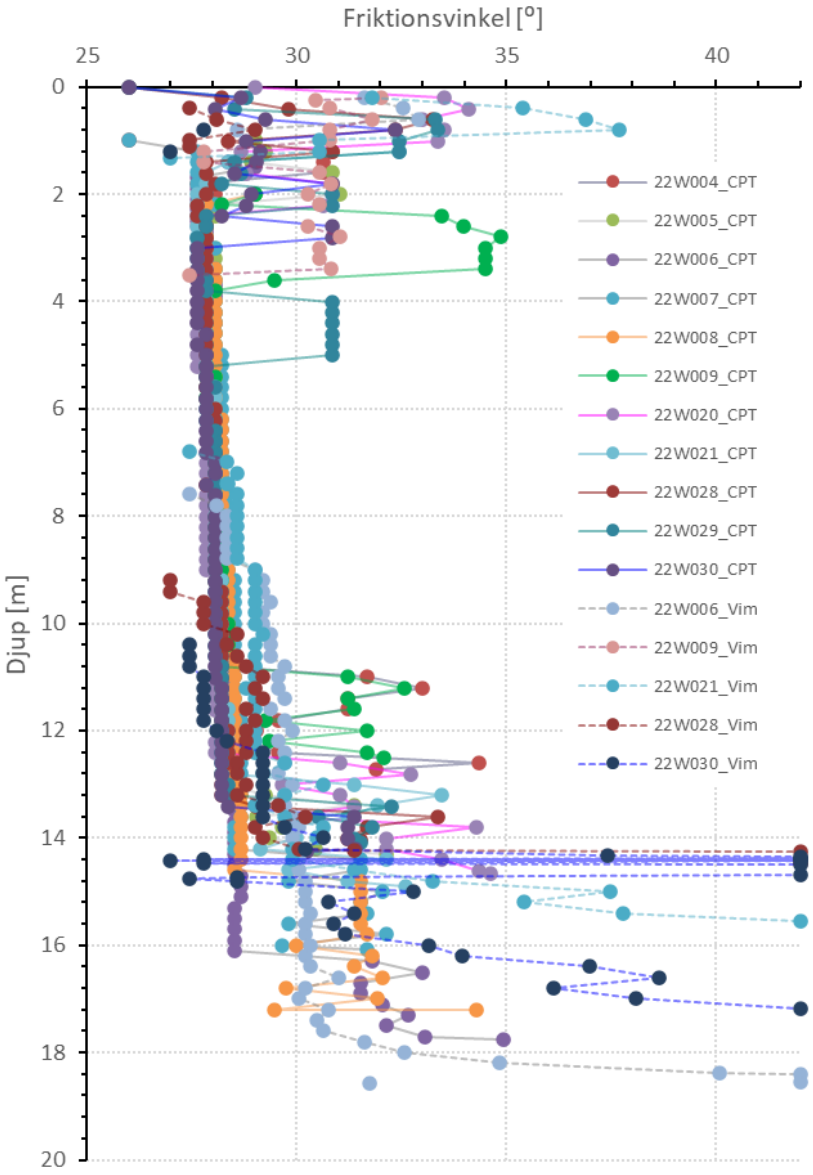
5.2 HÅLLFASTHETSEGENSKAPER

Friktionsvinkel

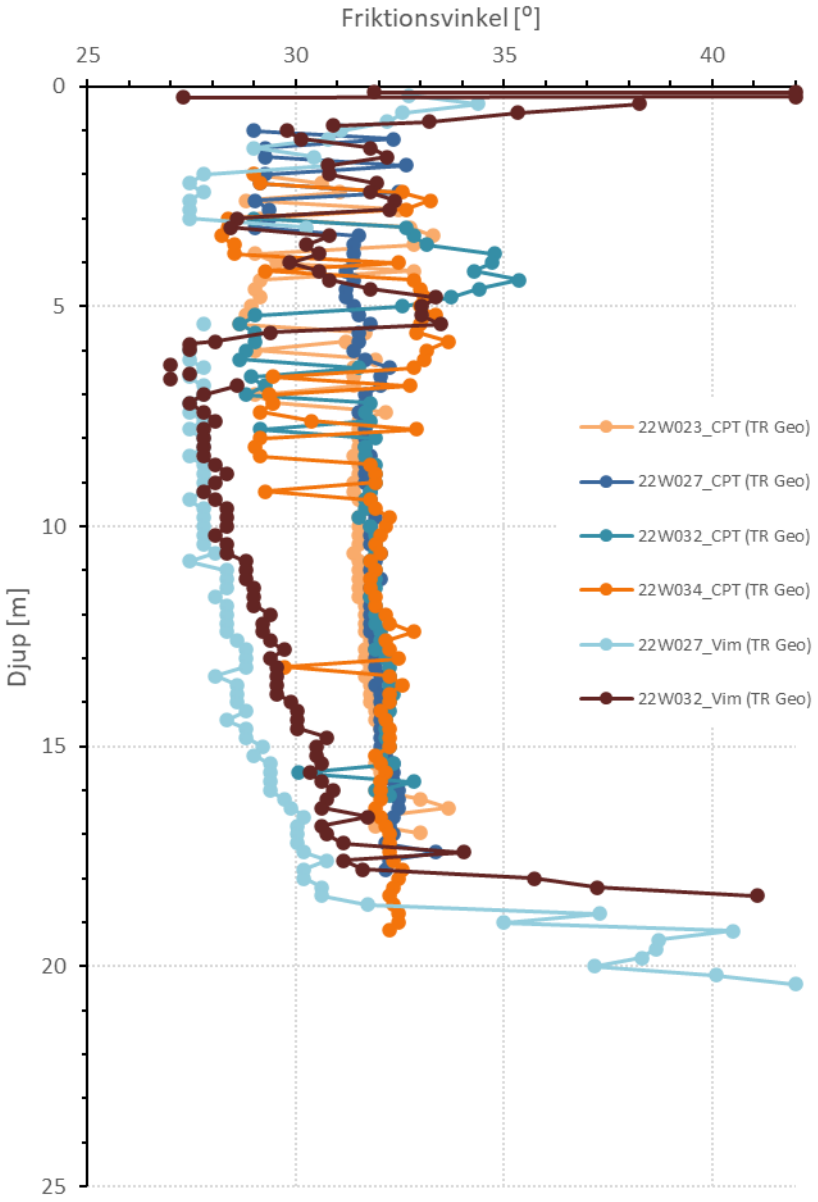
Härledda värden för friktionsvinkeln [ϕ'] är utvärderade från sonderingsmotståndet vid utförda viktsonderingar (Vim) och CPT-sonderingar, se Figur 5.2, Figur 5.3 och Figur 5.4. Samtliga sonderingar har utvärderats enligt TR figur A2-2, TRVINFRA-00230 Bilaga A.



Figur 5.2. Härledda värden för friktionsvinkeln från utförda sonderingar i åfåran söder om väg 507.



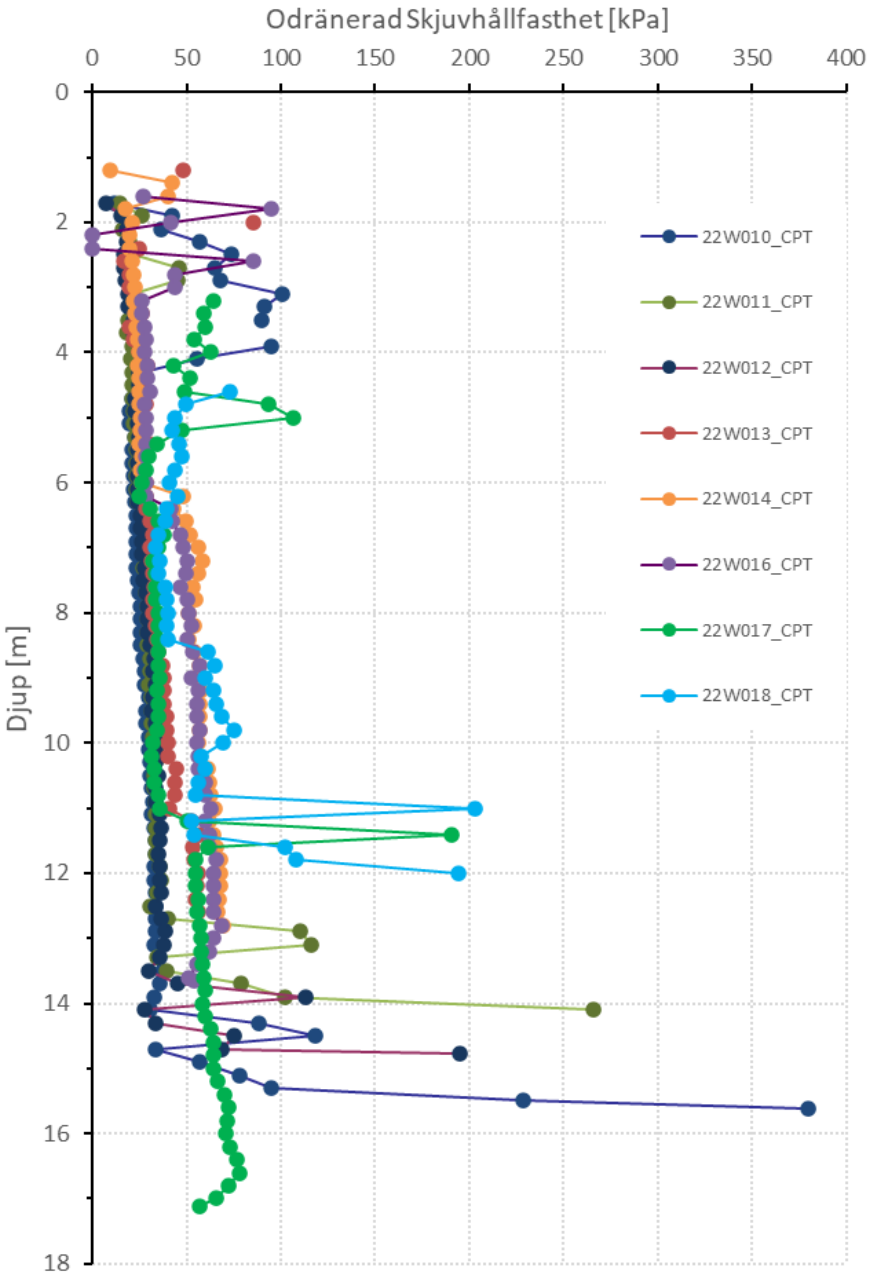
Figur 5.3. Härledda värden för friktionsvinkeln från utförda sonderingar i åfåran norr om väg 507.



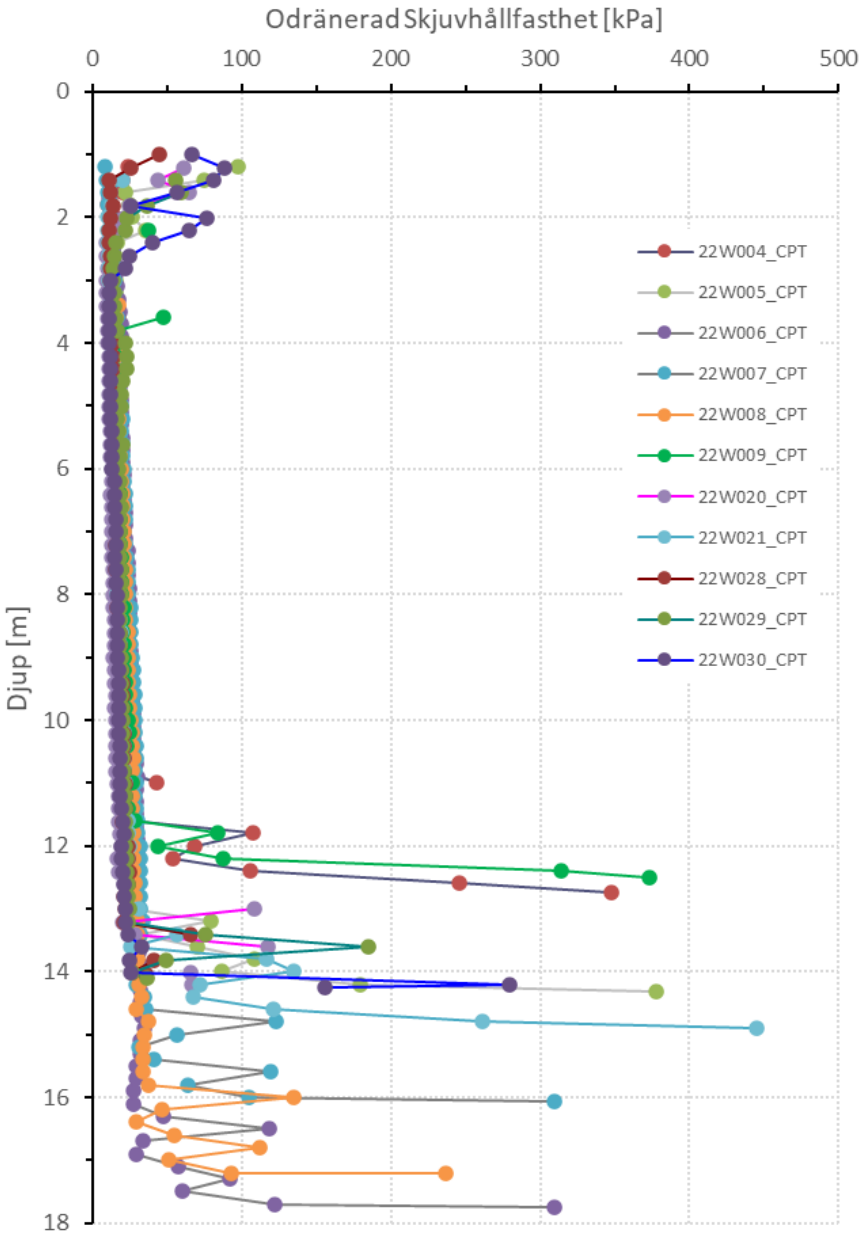
Figur 5.4. Härledda värden för friktionsvinkeln från utförda sonderingar i tättbebyggt område.

Odränerad skjuvhållfasthet

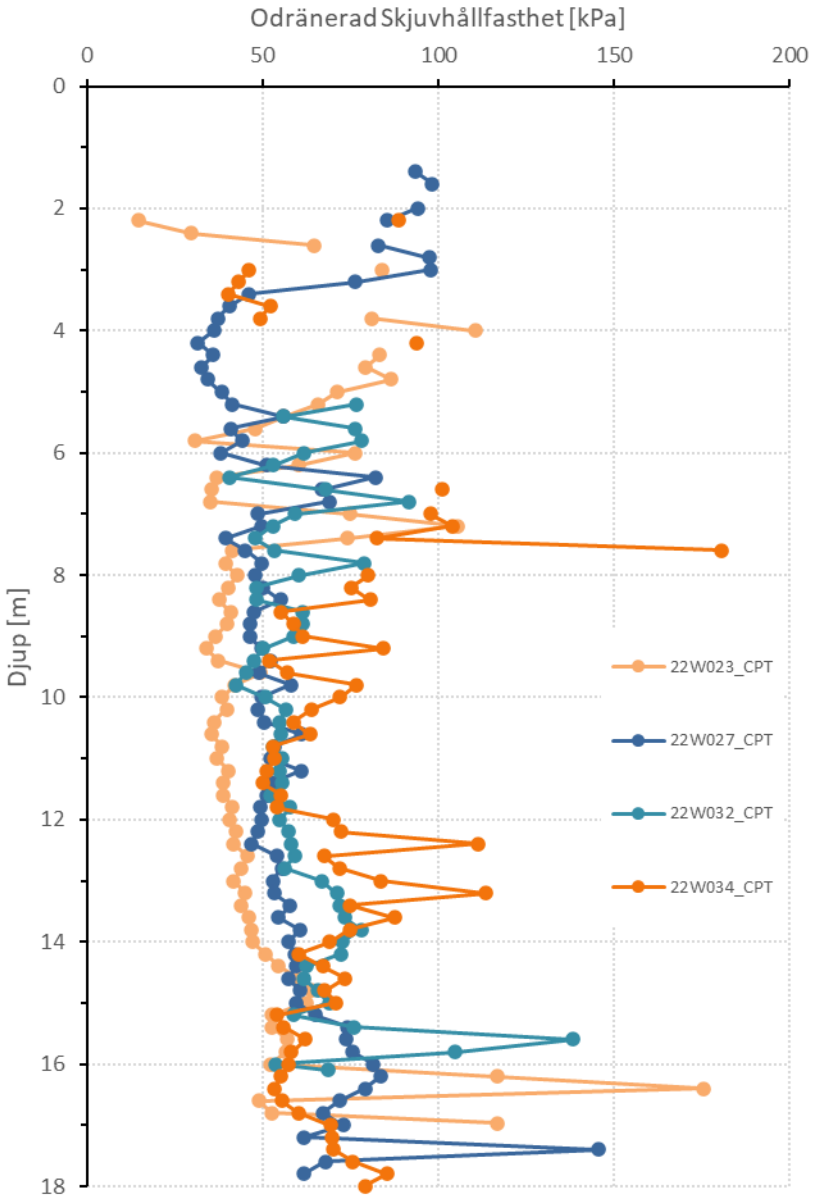
Härledda värden för den odränerade skjuvhållfastheten [c_{uk}] har utvärderats från utförda CPT-sonderingar, se Figur 5.5, Figur 5.6 och Figur 5.7.



Figur 5.5. Odränerad skjuvhållfasthet från sonderingar i åfåran söder om väg 507.



Figur 5.6. Odränerad skjuvhållfasthet från sonderingar i åfåran norr om väg 507.

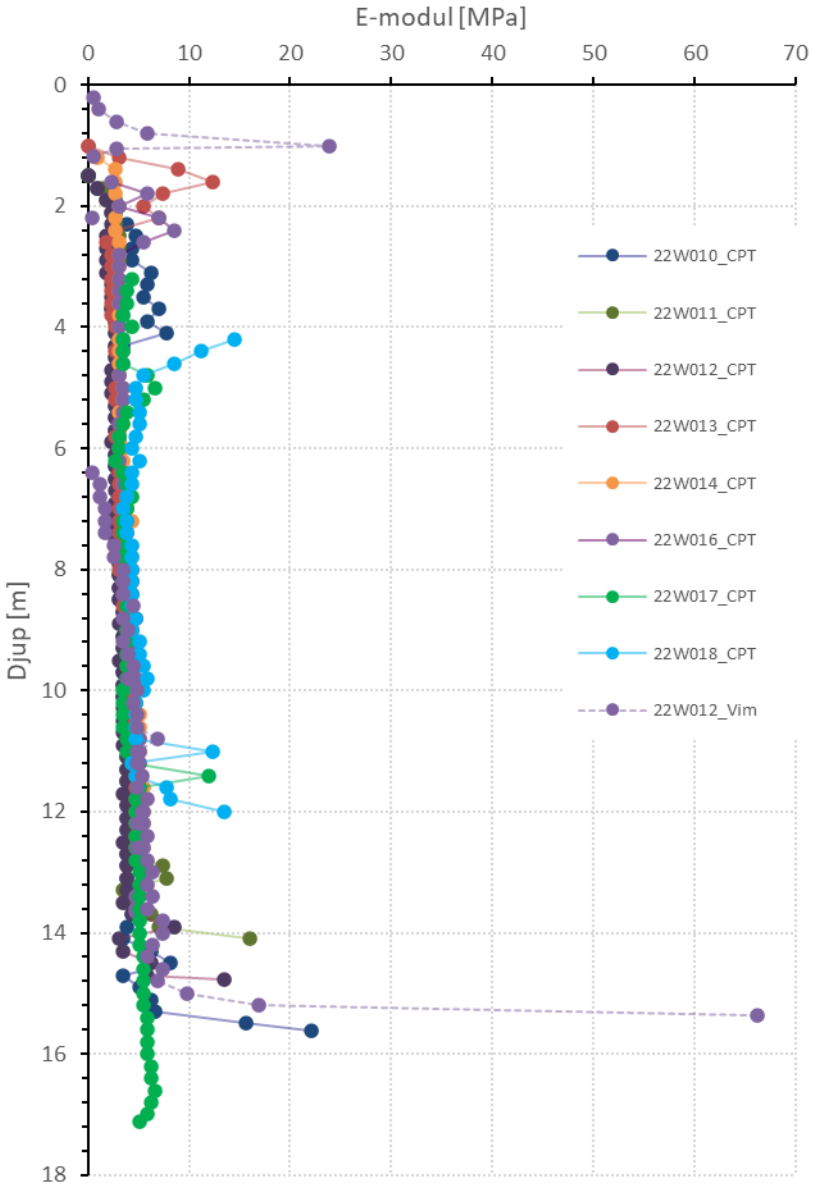


Figur 5.7. Odränerad skjuvhållfasthet från sonderingar i tättbebyggt område.

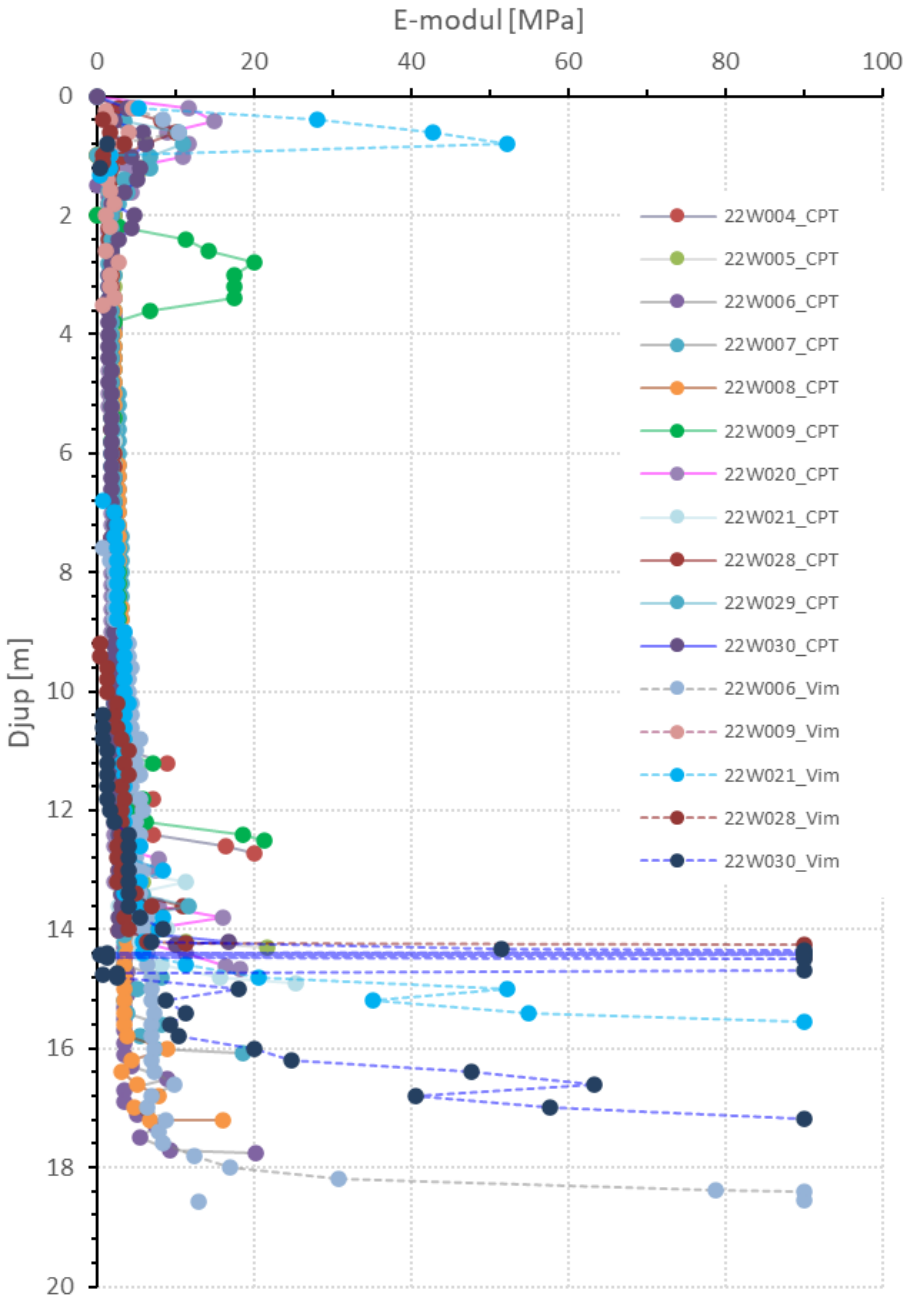
5.3 DEFORMATIONSEGENSKAPER

Elasticitetsmodul för friktionsjord

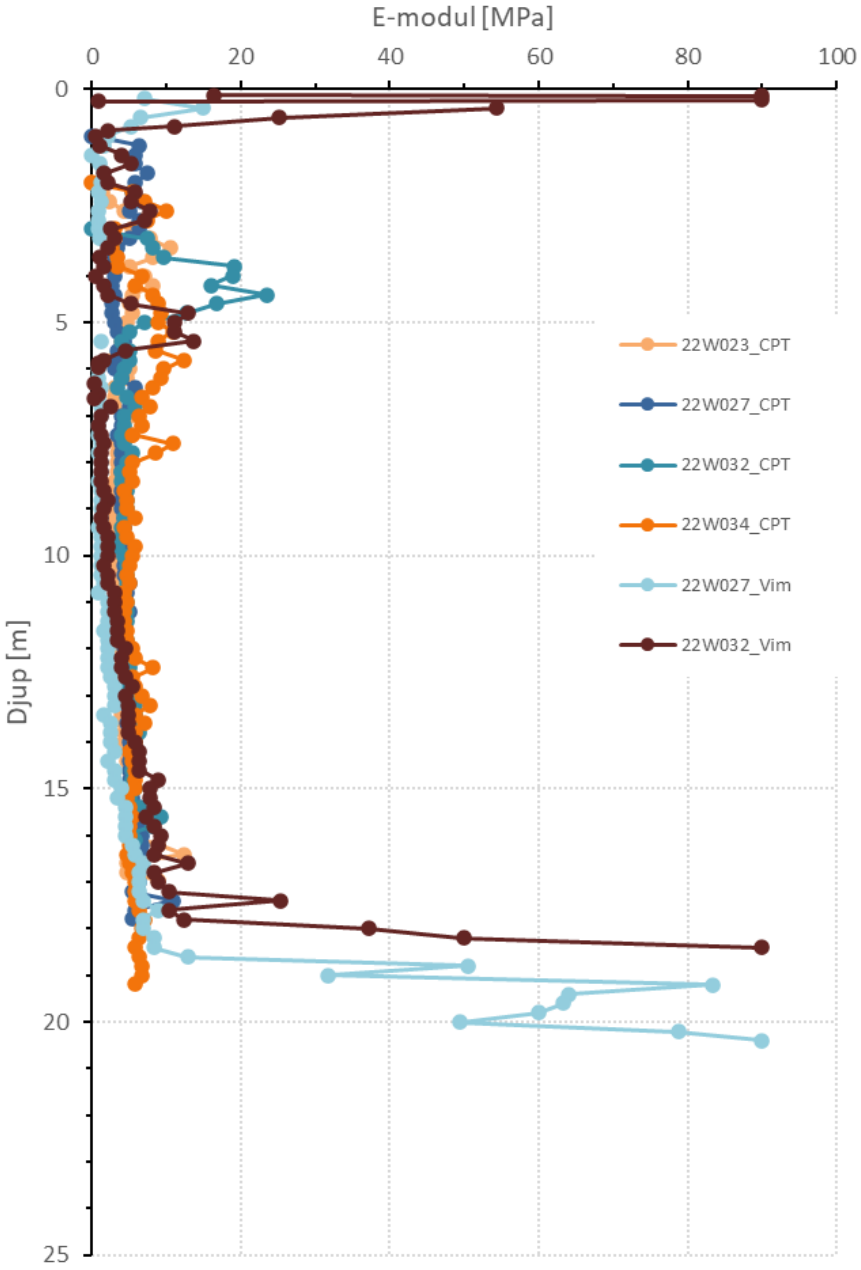
Härledda värden för elasticitetsmodulen [E] är utvärderade från sonderingsmotståndet vid utförda viktsonderingar (Vim) och CPT-sonderingar, se Figur 5.8, Figur 5.9 och Figur 5.10. Samtliga sonderingar har utvärderats enligt figur A2-1, TRVINFRA-00230 Bilaga A.



Figur 5.8. Härledda värden för elasticitetsmodulen från utförda sonderingar söder om väg 507.



Figur 5.9. Härledda värden för elasticitetsmodulen från utförda sonderingar norr om väg 507.



Figur 5.10. Härledda värden för elasticitetsmodulen från utförda sonderingar i tättbebyggt område.

5.4 HYDROGEOLOGISKA EGENSKAPER

Grundvattenmätningar i installerade grundvattenrör och observerad grundvattenyta i skruvprovtagningshål redovisas i Tabell 5.1 och

Tabell 5.2.

Tabell 5.1. Sammanställning grundvattenmätningar i grundvattenrör. Endast mätresultat som anses återspegla grundvattennivån har inkluderats.

Gvr-ID	Marknivå [RH 2000]	Datum avläsning [ÅÅÅÅ-MM-DD]	Djup under markyta [m]	GV-nivå [RH 2000]
22W006	10,1	2022-05-30	11,6	-1,5
		2022-09-12	1,7	+8,4
		2022-10-17	1,3	+8,8
		2022-10-26	1,4	+8,7
		2022-11-09	1,4	+8,7
		2022-11-16	1,5	+8,6
22W012	9,4	2022-05-30	12,8	-3,6
		2022-09-12	4,9	+5,1
		2022-10-17	0,9	+9,2
		2022-10-26	1,0	+9,1
		2022-11-09	1,1	+9,0
		2022-11-16	1,2	+8,8
22W013	8,5	2022-05-30	12,7	-4,2
		2022-09-12	1,4	+8,0
		2022-10-17	1,2	+8,2
		2022-10-26	1,3	+8,2
		2022-11-09	1,3	+8,2
		2022-11-16	1,3	+8,1
22W017	12,5	2022-09-12	5,5	+3,0
		2022-10-17	3,6	+4,9
		2022-10-26	3,7	+4,8
		2022-11-09	3,9	+4,6
		2022-11-16	4,0	+4,5
22W021	10,4	2022-05-30	2,9	+7,5
		2022-09-12	1,1	+9,3
		2022-10-17	1,2	+9,2
		2022-10-26	1,3	+9,2
		2022-11-09	1,2	+9,2
		2022-11-16	1,2	+9,2
22W023	16,2	2022-06-03	6,1	+4,4
		2022-09-12	1,9	+8,5
		2022-10-17	1,8	+8,6
		2022-10-26	1,9	+8,5
		2022-11-09	1,9	+8,5
		2022-11-16	2,0	+8,4
22W027	17,0	2022-06-03	11,8	+4,3
		2022-09-12	9,2	+7,0
		2022-10-17	8,9	+7,2
		2022-10-26	9,0	+7,2
		2022-11-09	9,0	+7,1
		2022-11-16	9,0	+7,2

Fortsätter på nästa sida

22W029	12,2	2022-05-24	16,0	+1,0
		2022-09-12	8,9	+8,1

Tabell 5.2. Sammanställning observerad vattenyta i skruvprovtagningshål

Punkt-ID	Datum avläsning [ÅÅÅÅ-MM-DD]	Observerad GVY [m under my]	Grundvattennivå [RH 2000]
22W009	2022-05-31	1,8	+7,8
22W010	2022-05-31	1,8	+7,6
22W011	2022-05-31	0,6	+7,7
22W013	2022-06-01	1,0	+7,5
22W016	2022-06-08	1,6	+8,2
22W017	2022-06-07	3,0	+9,5
22W018	2022-06-07	4,0	+7,9
22W020	2022-05-24	2,5	+8,4
22W023	2022-06-02	2,0	+14,2
22W028	2022-05-23	0,5	+12,1
22W027	2022-06-03	3,0	+14,0
22W029	2022-05-23	0,5	+11,7
22W030	2022-05-24	0,5	+11,3
22W032	2022-06-02	3,0	+14,2
22W034	2022-06-03	3,0	+18,9

5.5 ÖVRIGA EGENSKAPER

Materialtyper och tjälfarlighetsklasser för jordens egenskaper, baserat på okulärbedömningen i fält enligt Tabell 5.3.

Tabell 5.3. Jordens egenskaper

Material	Materialtyp	Tjälfarlighetsklass
(si)Sa, Sa, grSa, (su)Sa, (su)grSa, Gr, (csa)Sa, CSa,	2	1
grsiSa, siSa, husiSa, prsiSa, (pr)siSa, siCSa, (Suox)siFSa, (su)siFSa, (gr)siFSa), siFSa, husiFSa	3B-4A	2-3
prHu, siHu, sasiHu, sisaHu	6B	1
husaSi, suSi, (suox)fsaSi, SuSi, (su)fsaSi, clSuSi, fsaSi, saSi, (su)Si, prhuSi, huSi, (gr)suSi, hugrSi, Si, (pr)fsaSi, (pr)fsaSi	5A	4

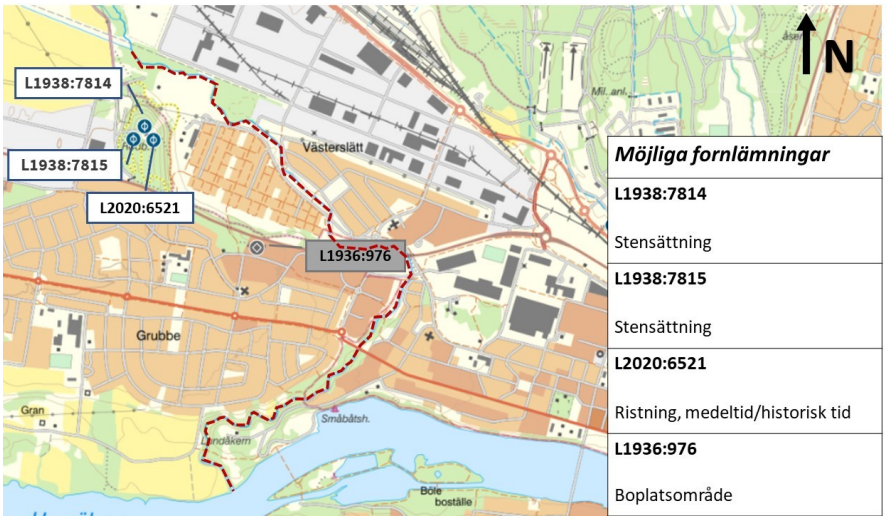
6 VÄRDERING AV UNDERSÖKNING

Den geologiska kartan har delvis kunnat bestyrka de geotekniska undersökningarnas resultat.

Vid sammanställning av utförda geotekniska undersökningar erhålls en viss spridning och i vissa fall avvikande enstaka värden sinsemellan resultatet från de olika undersökningsmetoderna. Dock anses erhållna värden för spridning i hållfasthets- och deformationsegenskaper vara normala.

7 ÖVRIGT

Fornminnen i anslutning till alternativ placering för mikrotunneln som undersökts finns vid Rödberget och på södra sidan om Vännäsvägen (507), se Figur 7.1.



Figur 7.1. Fornminnen inom undersökta tunneldragningarnas närområde (Fornsök, Riksantikvarieämbetet 2022).

8 REDOVISNING

Resultat från utförda fält- och laboratorieundersökningar redovisas på geotekniska plan-, profil- och tvärsektionsritningar. Ritningar bifogas denna rapport enligt innehållsförteckningen, se Bilaga 3.

Betydelsen av använda beteckningar framgår av SGF/BGS beteckningssystem, version 2001:2 med SGF kompletterat beteckningsblad 2016. Detta kan hittas på länken http://www.sgf.net/ under fliken Kunskapsbank, se Bilaga 1.

VI ÄR WSP

WSP är ett av världens ledande analys- och teknikkonsultföretag. Vi verkar på våra lokala marknader med stöd av global expertis. Som tekniska experter och strategiska rådgivare har vi tillgång till ingenjörer, tekniker, naturvetare, planerare, utredare och miljöspecialister liksom professionella projektörer, konstruktörer och projektledare. Vi erbjuder hållbara lösningar inom Hus & Industri, Transport & Infrastruktur och Miljö & Energi. Med drygt 70 000 medarbetare på 550 kontor i 40 länder medverkar vi till en hållbar samhällsutveckling. I Sverige har vi omkring 4 200 medarbetare. wsp.com

WSP Sverige AB

121 88 Stockholm-Globen

Besök: Arenavägen 7

T: +46 10-722 50 00

wsp.com

BILAGA 1

SGF/BGS beteckningssystem, version 2001:2 med SGF kompletterat beteckningsblad 2016

3 sidor

Bilagan tillhör Markteknisk undersökningsrapport (MUR), Förstudie åtgärdsval Tvärån, daterad 2024-06-14

Svenska Geotekniska Föreningen
Swedish Geotechnical Society

Datum: 2016-11-01

Kompletterat Beteckningsblad
Komplettering 2 fastställd av SGF styrelse

Berg och jord beteckningsblad

Detta beteckningsblad är en kompletterad version av beteckningssystemet i SS-EN 14688-1. Detta beteckningsblad är utgivet av SGF och ersätter tidigare kompletteringar från 2013-04-24 och det ingående beteckningsbladet i SGF/BGS beteckningssystem 2001:2.

Denna revidering avser tillägg för skikttjocklekar, ändring av benämning av humusjord, fyllning samt redaktionella ändringar, i övrigt identiskt med tidigare version. Enligt gällande standard ska beteckningar/förkortningar i text och på ritning skrivas med engelska förkortningar.

***Tilläggsord/underfraktioner** – före huvudord*			***Huvudord – huvudfraktion***				***Skikt/lager** – efter huvudord*		
Beteckning[1]	**Benämning – EN**	**Benämning**	**Beteckning[1]**	**Benämning - EN**	**Benämning**	(mm)	**Beteckning[1]**	**Benämning - EN**	**Benämning**
			Ro	ROCK	BERG				
			FrRo	FRAGMENTED ROCK	RÖSBERG				
			So	SOIL (not specified)	JORD				
			LBo	LARGE BOULDERS	STORBLOCKIG JORD	> 630			
bo	boulder-bearing	blockig	Bo	BOULDER	BLOCKJORD	> 200 till 630			
co	cobble-bearing	stenig	Co	COBBLES	STENJORD	> 63 till 200	co	cobble layer	stenskikt
gr	gravely	grusig	Gr	GRAVEL	GRUS	> 2,0 till 63	gr	gravel layer	grusskikt
sa	sandy	sandig	Sa	SAND	SAND	> 0,063 till 2,0	sa	sand layer	sandskikt
si	silty	siltig	Si	SILT	SILT	> 0,002 till 0,063	si	silt layer	siltskikt
cl	clayey	lerig	Cl	CLAY	LERA	≤ 0,002	cl	clay layer	lerskikt
			Ti	TILL	MORÄN				
			BoTi	BOULDER TILL	BLOCK- OCH STENMORÄN				
			CoTi	COBBLE TILL	STENMORÄN				
			GrTi	GRAVEL TILL	GRUSMORÄN				
			SaTi	SAND TILL	SANDMORÄN				
			SiTi	SILT TILL	SILTMORÄN				
			ClTi	CLAY TILL	LERMORÄN				
hu	humus-bearing	humushaltig	Hu	HUMUS	HUMUSJORD (mulljord)		hu	humus layer	humusskikt
sh	shell-bearing	skalhaltig	Sh	SHELLS	SKALJORD		sh	shell layer	skalskikt
			ShGr	SHELL GRAVEL	SKALGRUS				
			ShSa	SHELL SAND	SKALSAND				
pt	peat-bearing	torvhaltig	Pt	PEAT	TORV		pt	peat layer	torvskikt
			Ptf	FIBROUS PEAT	LÅGFÖRMULTNAD TORV (filttorv)				
			Ptp	PSEUDO-FIBROUS PEAT	MELLANTORV				
			Pta	AMORPHOUS PEAT	HÖGFÖRMULTNAD TORV (dytorv)				

[1] Nu gällande system med gällande nationella kompletteringar till SS-EN 14688-1

Tilläggsord/underfraktioner – före huvudord

Beteckning[1]	Benämning – EN	Benämning
dy	dy-bearing	dyig
gy	gyttja-bearing	gyttjig
su	sulfide-bearing	sulfidjordshaltig
cs	local suspected contaminated soil	lokalt förkommande misstänkta föroreningar

Huvudord – huvudfraktion

Beteckning[1]	Benämning - EN	Benämning	(mm)
Dy	DY	DY	
Gy	GYTTJA	GYTTJA	
Pr	PLANT (WOOD) REMAINS	VÄXTDELAR (trärester)	
Su	SULFIDE SOIL	SULFIDJORD	
SuCl	SULFIDE CLAY	SULFIDLERA	
SuSi	SULFIDE SILT	SULFIDSILT	
Suox	OXIDIZED SULFIDE SOIL	SULFATJORD[2]	
Cs	suspected CONTAMINATED soil	misstänkt FÖRORENAD jord	
Mg[ ]	MADE GROUND of	FYLLNING av	

Skikt/lager – efter huvudord

Beteckning[1]	Benämning - EN	Benämning
dy	dy layer	dyskikt
gy	gyttja layer	gyttjeskikt
pr	layer of plant remains	växtdelsskikt
pr	containing plant remains	med växtdelar
su	sulfide layer	sulfidjordssikt
cs	layer of suspected contaminated soil	misstänkta föroreningar finns som tunnare skikt

Kompletterande beteckningar

Beteckning[1]	Benämning - EN	Benämning
v	varved, e.g. vCl = VARVED CLAY (the term shall be reserved for glacial deposits)	varvig, t ex varvig LERA vCl (beteckningen varvig ska förbehållas glaciala avlagringar)
( )	somewhat	något eller enstaka
) (	very or rich	mycket eller riklig
dc	dry crust	(efter huvudord) torrskorpa, TORRSKORPELERA Cldc respektive TORRSKORPESILT Sidc
/	contact, e.g. gyttja and clay Gy/Cl	kontakt gyttja överst, lera underst t ex Gy/Cl

Beteckning[1]	Benämning - EN	Benämning	
)(_)(	very thin layer	mycket tunna skikt	<1 mm
(_)	thin layer	tunna skikt	1 á 3 mm
_	layer	skikt	3 á 10 mm
)_(	thick layer	tjocka skikt	>10 mm

Mineraljordarter kan delas in i grov, mellan och fin (C, M och F) såsom:

Beteckning[1]	Benämning - EN	Benämning	(mm)
CGr	COARSE GRAVEL	GROVGRUS	> 20 till 63
MGr	MEDIUM GRAVEL	MELLANGRUS	> 6,3 till 20
FGr	FINE GRAVEL	FINGRUS	> 2,0 till 6,3
CSa	COARSE SAND	GROVSAND	> 0,63 till 2,0
MSa	MEDIUM SAND	MELLANSAND	> 0,2 till 0,63
FSa	FINE SAND	FINSAND	> 0,063 till 0,2
CSi	COARSE SILT	GROVSILT	> 0,02 till 0,063
MSi	MEDIUM SILT	MELLANSILT	> 0,0063 till 0,02
FSi	FINE SILT	FINSILT	> 0,002 till 0,0063

Beteckningen för huvudfraktionen ska för klarhetens skull anges med versal begynnelsebokstav samt i benämning skrivas ut med versaler.
Beteckningen för, och benämning av, tilläggsord som beskriver ingående underfraktioner (t ex sandigt GRUS saGr, grusig LERA grCl) skrivs med gemener.
Underfraktioner skall placeras som adjektiv i den ordning intill huvudordet som visar deras respektive betydelse. Lägst betydelse först (tertiär) och störst betydelse (sekundär) närmast huvudfraktionen.
Skiktad jord skrivs med understrukna tilläggsord med gemener efter huvudordet, (t ex grusig LERA med sandskikt grCl sa).
Fyllningens innehåll skrivs ut i klartext inom raka parenteser (t ex FYLLNING av asfalt och tegel Mg[asfalt, tegel]).

Exempel:

(cl)siSa (si)	något lerig siltig SAND med tunna siltskikt
cogrSaTi	stenig grusig SANDMORÄN
siSuClox	siltig SULFATLERA[3]
Mg[sa, si, tegel]	FYLLNING av sand, silt och tegel

[2] Oxiderad sulfidjord

[3] Normalt en torrskorpebildning av oxiderad sulfidlera

BILAGA 2

CPTu Conradutvärderingar

143 sidor

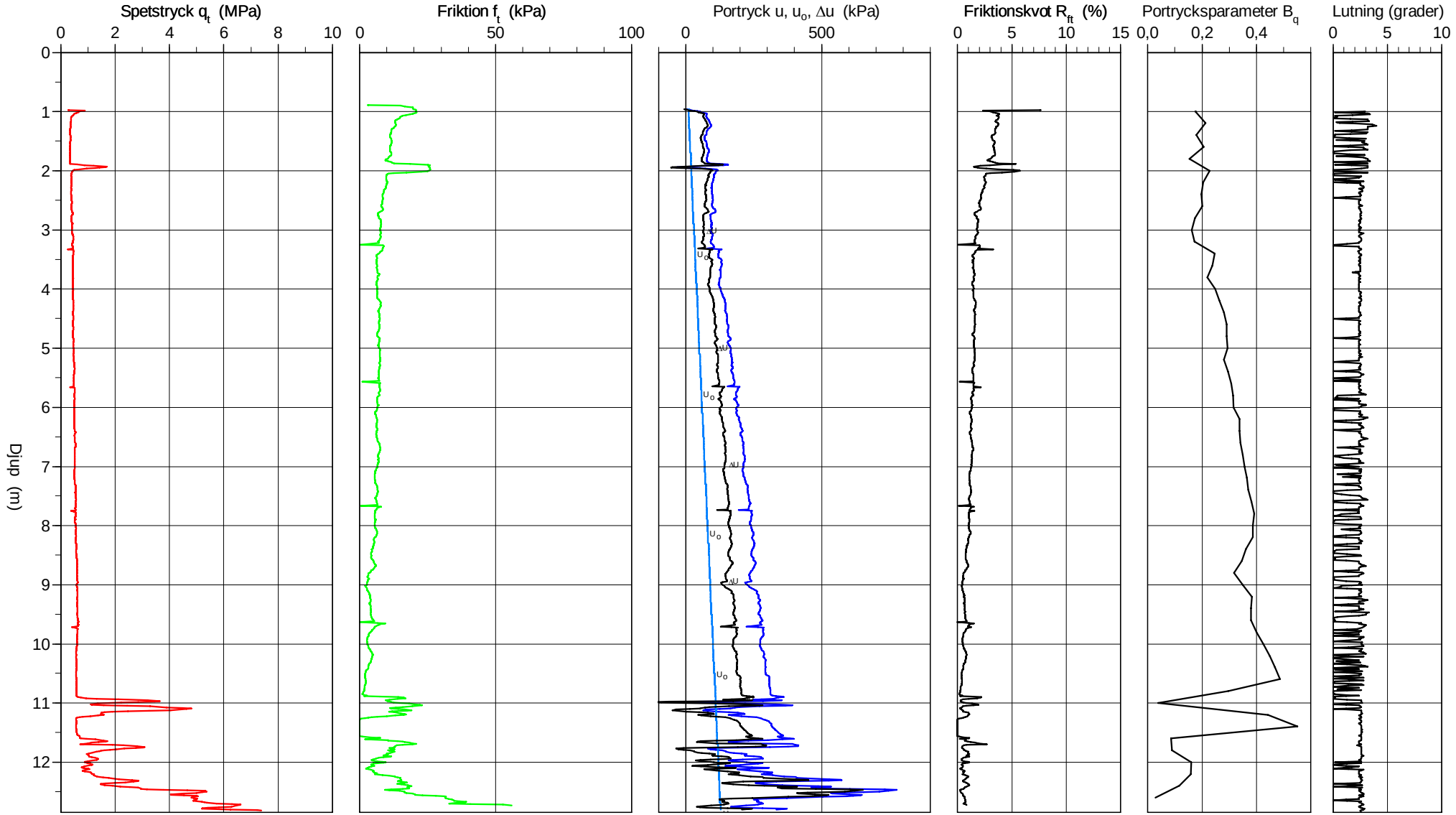
Bilagan tillhör Markteknisk undersökningsrapport (MUR), Förstudie åtgärdsval Tvärån, daterad 2024-06-14

Innehåll	Sida	Innehåll	Sida
22W004	2-7	22W017	76-81
22W005	8-13	22W018	82-87
22W006	14-20	22W020	88-93
22W007	21-26	22W021	94-99
22W008	27-33	22W023	100-105
22W009	34-39	22W027	106-112
22W010	40-45	22W028	113-118
22W011	46-51	22W029	119-124
22W012	52-57	22W030	125-130
22W013	58-63	22W032	131-136
22W014	64-69	22W034	137-143
22W016	70-75		

CPT-sondering utförd enligt EN ISO 22476-1

Förborrningsdjup	1,00 m	Referens	my	Vätska i filter	Olja
Start djup	1,00 m	Nivå vid referens	9,95 m	Borrpunktens koord.	7082172.685, 148520.627
Stopp djup	12,85 m	Förborrat material	Silt	Utrustning	GM 85 GT
Grundvattennivå	0,00 m	Geometri	Normal	Sond nr	51910

Projekt	Förstudie åtgärdsval Tvärån
Projekt nr	10337804
Plats	Tvärån
Borrhål	22W004
Datum	20220525



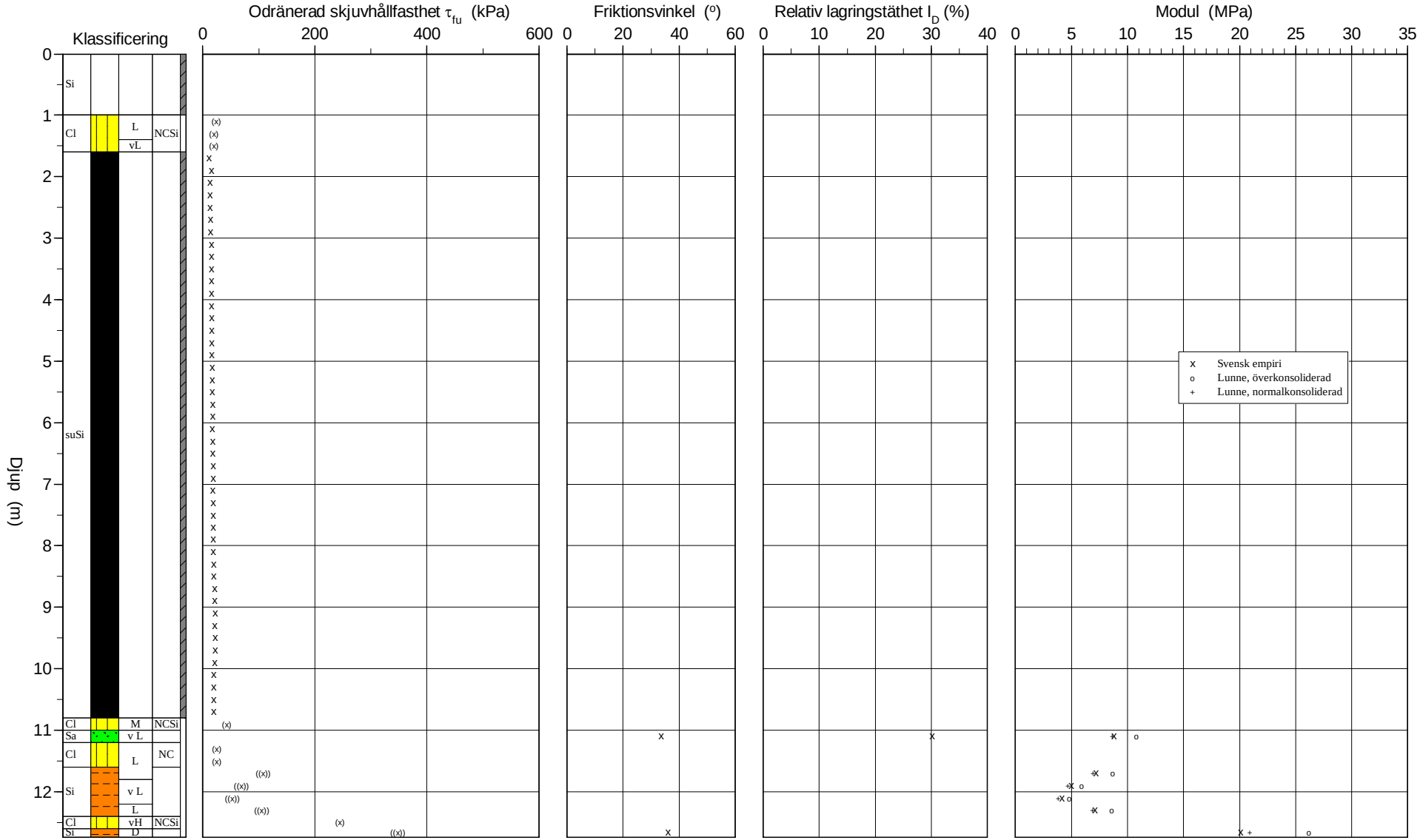
C:\Users\SEHR24280\Desktop\Tvärån\Conrad\22W004\22W004 cpt.CPW

2022-06-08

CPT-sondering utvärderad enligt SGI Information 15 rev.2007

Referens	my	Förborrningsdjup	1,00 m	Utvärderare	HR
Nivå vid referens	9,95 m	Förborrat material	Silt	Datum för utvärdering	2022-06-07
Grundvattenyta	0,00 m	Utrustning	GM 85 GT		
Startdjup	1,00 m	Geometri	Normal		

Projekt	Förstudie åtgärdsval Tvärån
Projekt nr	10337804
Plats	Tvärån
Borrhål	22W004
Datum	20220525

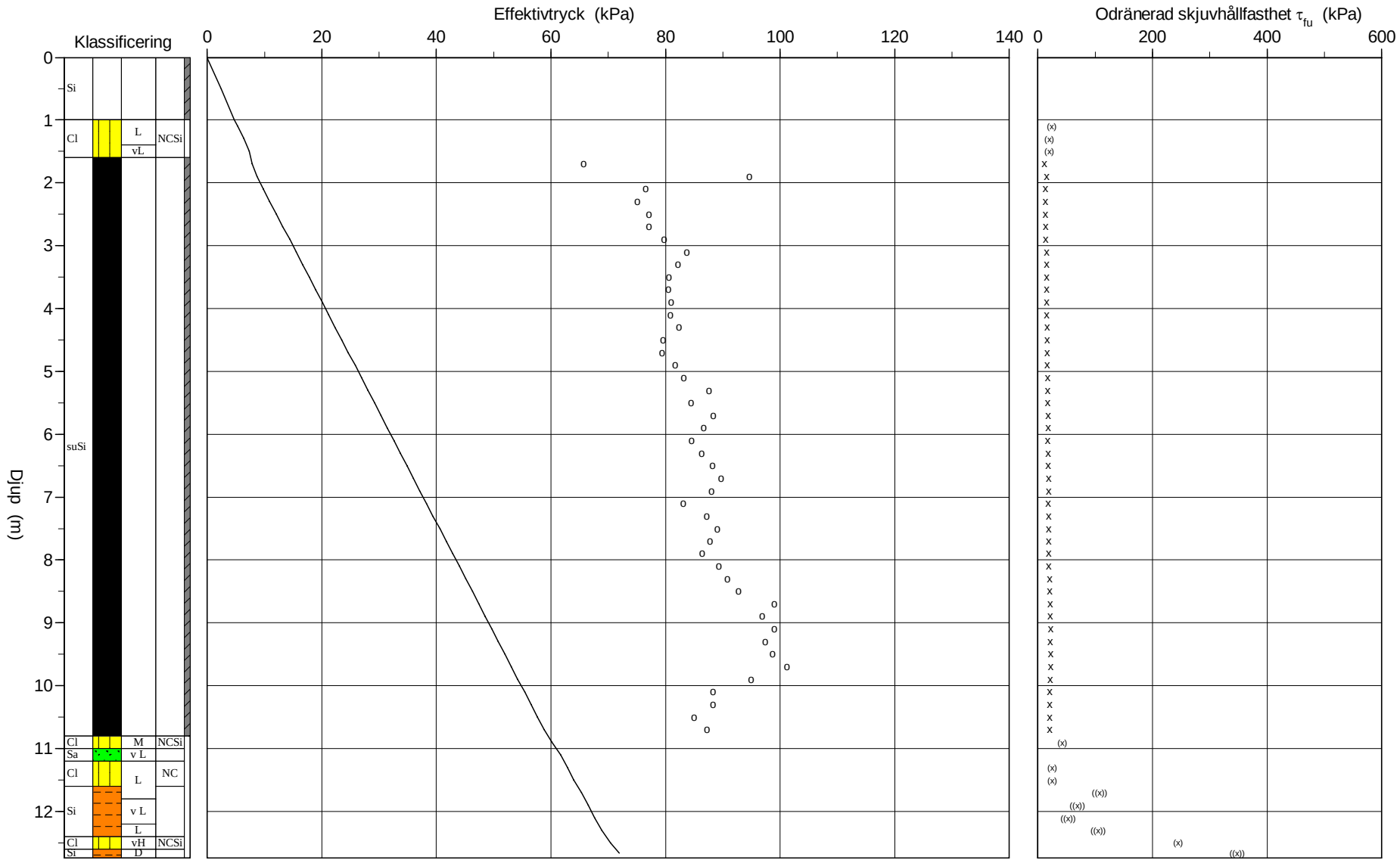


C:\Users\SEHR24280\Desktop\Tvärån\Conrad\22W004\22W004 cpt.CPW 2022-06-08

CPT-sondering utvärderad enligt SGI Information 15 rev.2007

Referens	my	Förborrningsdjup	1,00 m	Utvärderare	HR
Nivå vid referens	9,95 m	Förborrat material	Silt	Datum för utvärdering	2022-06-07
Grundvattenyta	0,00 m	Utrustning	GM 85 GT		
Startdjup	1,00 m	Geometri	Normal		

Projekt	Förstudie åtgärdsval Tvärån
Projekt nr	10337804
Plats	Tvärån
Borrhål	22W004
Datum	20220525



C:\Users\SEHR24280\Desktop\Tvärån\Conrad\22W004\22W004 cpt.CPW 2022-06-08

C P T - sondering

Projekt	**Plats** Tvärån
Förstudie åtgärdsval Tvärån 10337804	**Borrhål** 22W004
	Datum 20220525

Förborrningsdjup	1,00 m	Förborrat material	Silt
Startdjup	1,00 m	Geometri	Normal
Stoppdjup	12,85 m	Vätska i filter	Olja
Grundvattenyta	0,00 m	Operatör	Markus Andersson
Referens	my	Utrustning	GM 85 GT
Nivå vid referens	9,95 m	[X] **Portryck registrerat vid sondering**	

Kalibreringsdata

Spets	51910	Inre friktion O_c	0,0 kPa
Datum	2021-08-23	Inre friktion O_f	0,0 kPa
Areafaktor a	0,700	Cross talk c_1	0,000
Areafaktor b	0,006	Cross talk c_2	0,000

Skalfaktorer

Portryck Område	Faktor	Friktion Område	Faktor	Spetstryck Område	Faktor

[ ] **Använd skalfaktorer vid beräkning**

Nollvärden, kPa

	Portryck	Friktion	Spetstryck
Före	0,00	0,00	0,00
Efter	18,70	-0,70	0,08
Diff	18,70	-0,70	0,08

Korrigering

Portryck	(ingen)
Friktion	(ingen)
Spetstryck	(ingen)

Bedömd sonderingsklass

Portrycksobservationer

Djup (m)	Portryck (kPa)
0,00	0,00

Skiktgränser

Djup (m)

Klassificering

Djup (m) Från	Till	Densitet (ton/m^3)	Flytgräns	Jordart
0,00	1,00	1,50		Si
1,50	10,70			suSi

Anmärkning

C P T - sondering

Projekt
Förstudie åtgärdsval Tvärån
10337804

Plats Tvärån
Borrhål 22W004
Datum 20220525

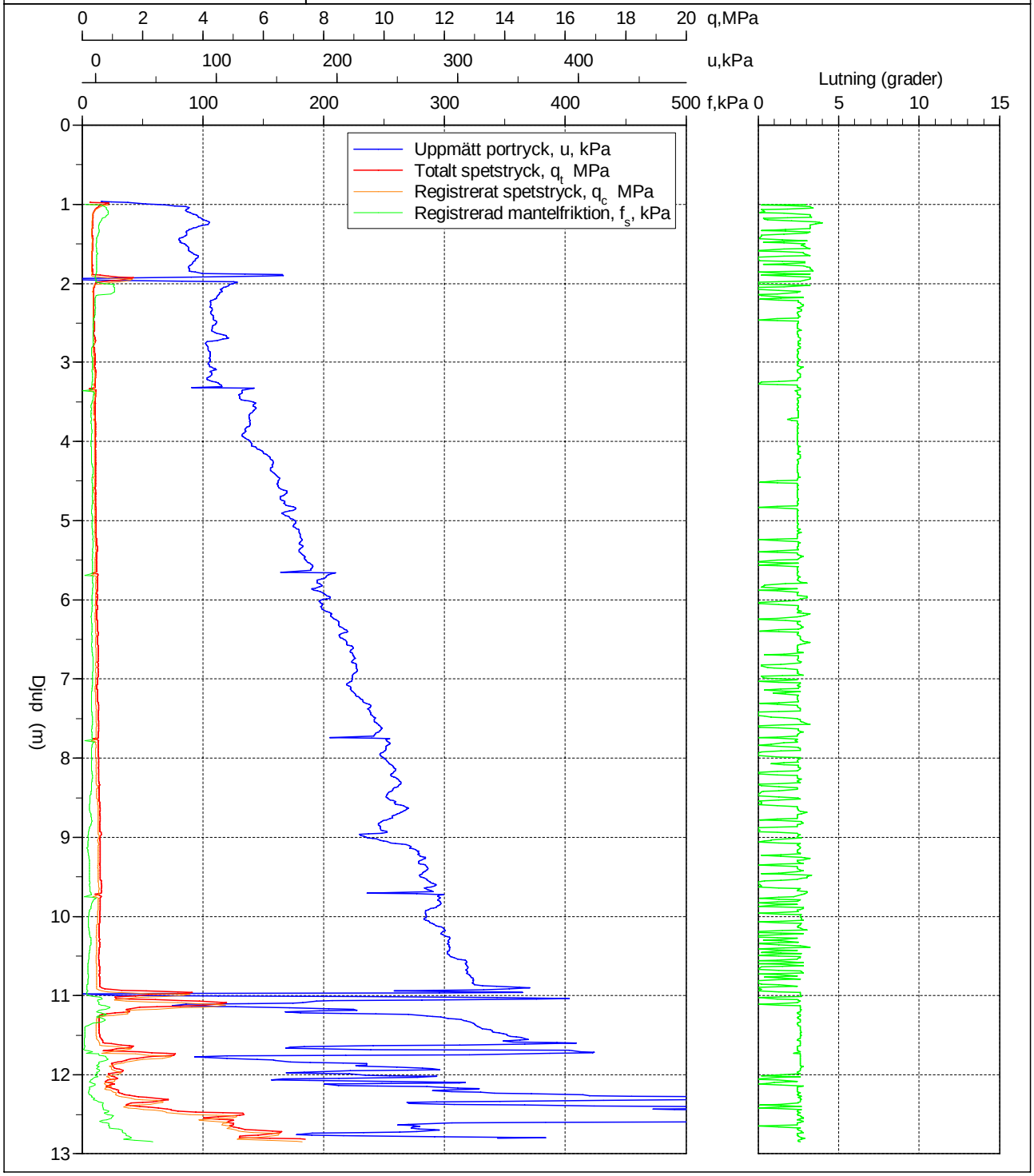
Djup (m) Från	Till	Klassificering	ρ t/m³	w_L	τ_{fu} kPa	ϕ °	σ_{vo} kPa	σ'_{vo} kPa	σ'_c kPa	OCR	I_D %	E MPa	M_{OC} MPa	M_{NC} MPa
0,00	1,00	Si	1,50				7,4	2,4						
1,00	1,00		0,00				14,7	4,7						
1,00	1,20	Cl L NCSi	1,60		(23,5)		16,3	5,3		1,00				
1,20	1,40	Cl L NCSi	1,60		(20,1)		19,4	6,4		1,00				
1,40	1,60	Cl vL NCSi	1,30		(20,0)		22,3	7,3		1,00				
1,60	1,80	suSi	1,30		10,7		24,8	7,8	65,7	8,41				
1,80	2,00	suSi	1,60		14,7		27,7	8,7	94,6	10,92				
2,00	2,20	suSi	1,60		12,7		30,8	9,8	76,5	7,81				
2,20	2,40	suSi	1,60		12,8		33,9	10,9	75,1	6,87				
2,40	2,60	suSi	1,60		13,3		37,1	12,1	77,1	6,38				
2,60	2,80	suSi	1,60		13,6		40,2	13,2	77,1	5,83				
2,80	3,00	suSi	1,60		14,2		43,4	14,4	79,7	5,55				
3,00	3,20	suSi	1,60		15,0		46,5	15,5	83,7	5,40				
3,20	3,40	suSi	1,60		14,9		49,6	16,6	82,2	4,94				
3,40	3,60	suSi	1,60		14,9		52,8	17,8	80,6	4,53				
3,60	3,80	suSi	1,60		15,1		55,9	18,9	80,5	4,26				
3,80	4,00	suSi	1,60		15,3		59,1	20,1	81,0	4,04				
4,00	4,20	suSi	1,60		15,5		62,2	21,2	80,8	3,81				
4,20	4,40	suSi	1,60		15,9		65,3	22,3	82,4	3,69				
4,40	4,60	suSi	1,60		15,6		68,5	23,5	79,6	3,39				
4,60	4,80	suSi	1,60		15,7		71,6	24,6	79,4	3,23				
4,80	5,00	suSi	1,60		16,2		74,8	25,8	81,7	3,17				
5,00	5,20	suSi	1,60		16,6		77,9	26,9	83,2	3,09				
5,20	5,40	suSi	1,60		17,5		81,0	28,0	87,6	3,12				
5,40	5,60	suSi	1,60		17,1		84,2	29,2	84,5	2,90				
5,60	5,80	suSi	1,60		17,9		87,3	30,3	88,4	2,92				
5,80	6,00	suSi	1,60		17,7		90,4	31,4	86,7	2,76				
6,00	6,20	suSi	1,60		17,5		93,6	32,6	84,6	2,60				
6,20	6,40	suSi	1,60		17,9		96,7	33,7	86,3	2,56				
6,40	6,60	suSi	1,60		18,3		99,9	34,9	88,2	2,53				
6,60	6,80	suSi	1,60		18,7		103,0	36,0	89,7	2,49				
6,80	7,00	suSi	1,60		18,5		106,1	37,1	88,0	2,37				
7,00	7,20	suSi	1,60		17,8		109,3	38,3	83,1	2,17				
7,20	7,40	suSi	1,60		18,6		112,4	39,4	87,2	2,21				
7,40	7,60	suSi	1,60		19,0		115,6	40,6	89,0	2,20				
7,60	7,80	suSi	1,60		18,9		118,7	41,7	87,8	2,10				
7,80	8,00	suSi	1,60		18,8		121,8	42,8	86,4	2,02				
8,00	8,20	suSi	1,60		19,4		125,0	44,0	89,3	2,03				
8,20	8,40	suSi	1,60		19,8		128,1	45,1	90,8	2,01				
8,40	8,60	suSi	1,60		20,2		131,3	46,3	92,8	2,01				
8,60	8,80	suSi	1,60		21,4		134,4	47,4	99,0	2,09				
8,80	9,00	suSi	1,60		21,1		137,5	48,5	96,9	2,00				
9,00	9,20	suSi	1,60		21,6		140,7	49,7	99,0	1,99				
9,20	9,40	suSi	1,60		21,4		143,8	50,8	97,4	1,92				
9,40	9,60	suSi	1,60		21,7		147,0	52,0	98,7	1,90				
9,60	9,80	suSi	1,60		22,3		150,1	53,1	101,2	1,91				
9,80	10,00	suSi	1,60		21,3		153,2	54,2	95,0	1,75				
10,00	10,20	suSi	1,60		20,1		156,4	55,4	88,3	1,60				
10,20	10,40	suSi	1,60		20,2		159,5	56,5	88,3	1,56				
10,40	10,60	suSi	1,60		19,7		162,6	57,6	85,0	1,47				
10,60	10,80	suSi	1,60		20,2		165,8	58,8	87,3	1,48				
10,80	11,00	Cl M NCSi	1,85		(42,7)		169,2	60,2		1,00				
11,00	11,20	Sa v L	1,70			33,6	172,7	61,7			30,1	8,8	10,8	8,7
11,20	11,40	Cl L NC	1,60		(25,4)		175,9	62,9		1,00				
11,40	11,60	Cl L NC	1,60		(25,0)		179,0	64,0		1,00				
11,60	11,80	Si L	1,70		((107,6))		182,3	65,3				7,2	8,7	7,0
11,80	12,00	Si v L	1,60		((68,5))		185,5	66,5				5,0	5,9	4,7
12,00	12,20	Si v L	1,60		((53,5))		188,6	67,6				4,2	4,8	3,9
12,20	12,40	Si L	1,70		((105,4))		191,9	68,9				7,1	8,6	6,9
12,40	12,60	Cl vH NCSi	1,90		(245,4)		195,4	70,4		1,00				
12,60	12,73	Si D	1,95		((347,9))	(36,1)	198,5	71,9				20,1	26,2	21,0

CPT-sondering utförd enligt EN ISO 22476-1

Projekt	**Förstudie åtgärdsval Tvärån**	**Plats**	**Tvärån**
Projektnummer	**10337804**	**Borrhål**	**22W004**
Borrföretag	**WSP**	**Datum**	**20220525**
Borrningsledare	**Markus Andersson**		

Förborrningsdjup	1,00 m	Förborrat material	Silt
Start djup	1,00 m	Geometri	Normal
Stopp djup	12,85 m	Vätska i filter	Olja
Grundvattennivå	0,00 m	Borrpunktens koord.	7082172.685, 148520.627
Referens	my	Utrustning	GM 85 GT
Nivå vid referens	9,95 m	Sond Nr	51910

[X] **Portryck registrerat vid sondering**

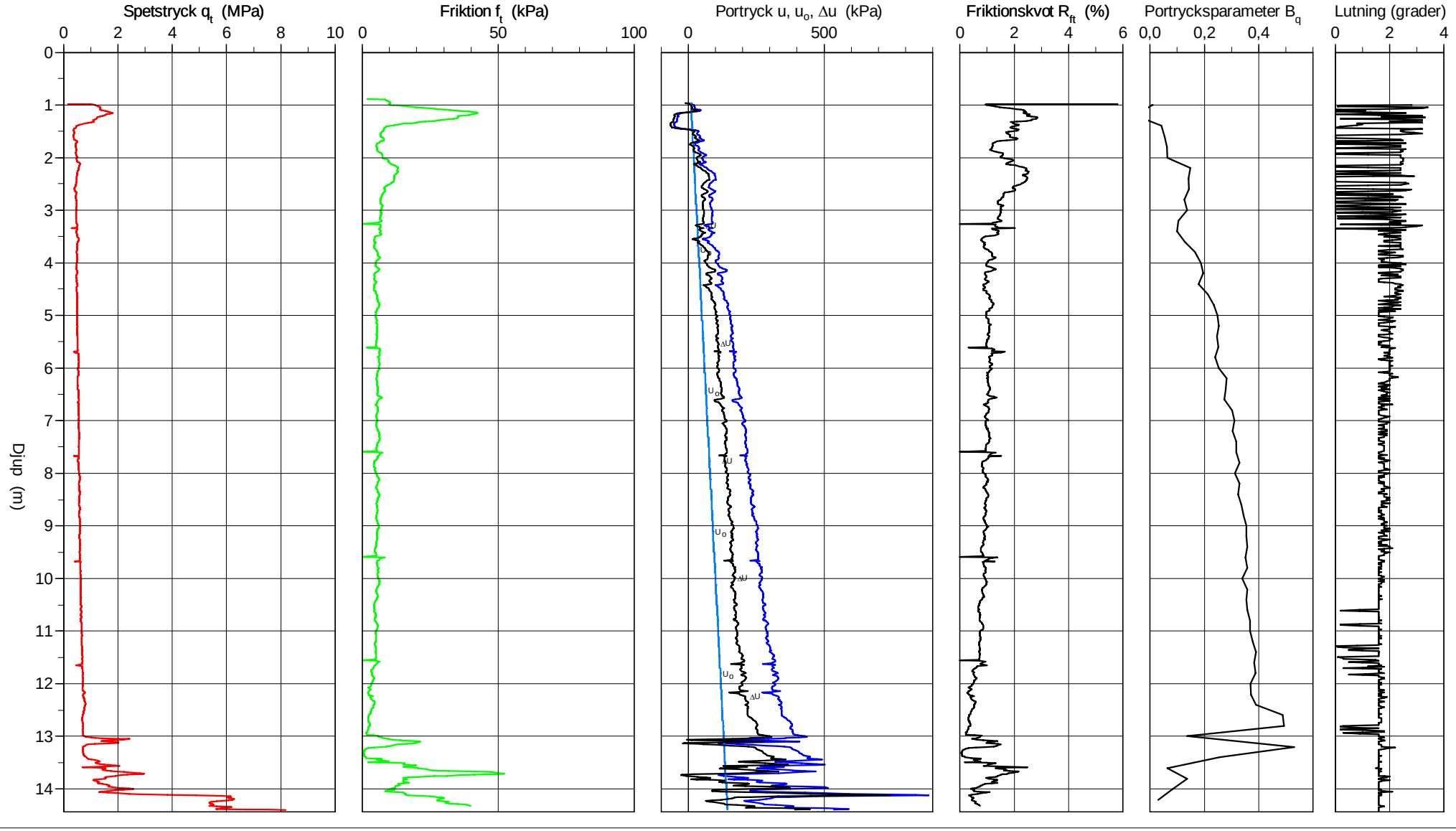


C:\Users\SEHR24280\Desktop\Tvårån\Conrad\22W004\22W004 cpt.CPW

CPT-sondering utförd enligt EN ISO 22476-1

Förborrningsdjup	1,00 m	Referens	my	Vätska i filter	Olja
Start djup	1,00 m	Nivå vid referens	10,32 m	Borrpunktens koord.	7082051.468, 148644.909
Stopp djup	14,43 m	Förborrat material	(suox)siFSa	Utrustning	GM 85 GT
Grundvattennivå	0,00 m	Geometri	Normal	Sond nr	51910

Projekt	Förstudie åtgärdsval Tvärån
Projekt nr	10337804
Plats	Tvärån
Borrhål	22W005
Datum	20220530



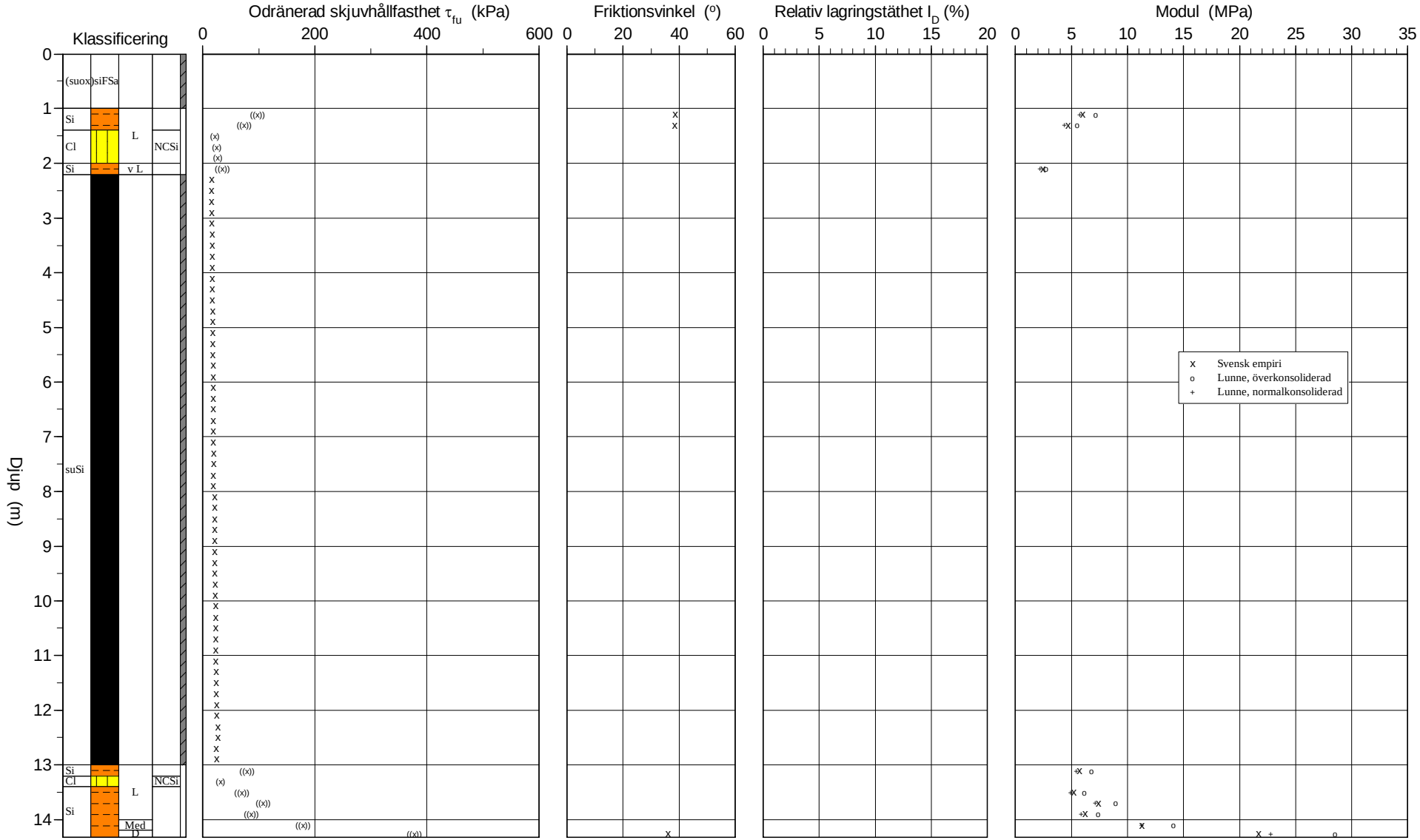
C:\Users\SEHR24280\Desktop\Tvärån\Conrad\22W005\22W005.CPW

2022-06-08

CPT-sondering utvärderad enligt SGI Information 15 rev.2007

Referens	my	Förborrningsdjup	1,00 m	Utvärderare	HR
Nivå vid referens	10,32 m	Förborrat material	(suox)siFSa	Datum för utvärdering	2022-06-07
Grundvattenyta	0,00 m	Utrustning	GM 85 GT		
Startdjup	1,00 m	Geometri	Normal		

Projekt	Förstudie åtgärdsval Tvärån
Projekt nr	10337804
Plats	Tvärån
Borrhål	22W005
Datum	20220530

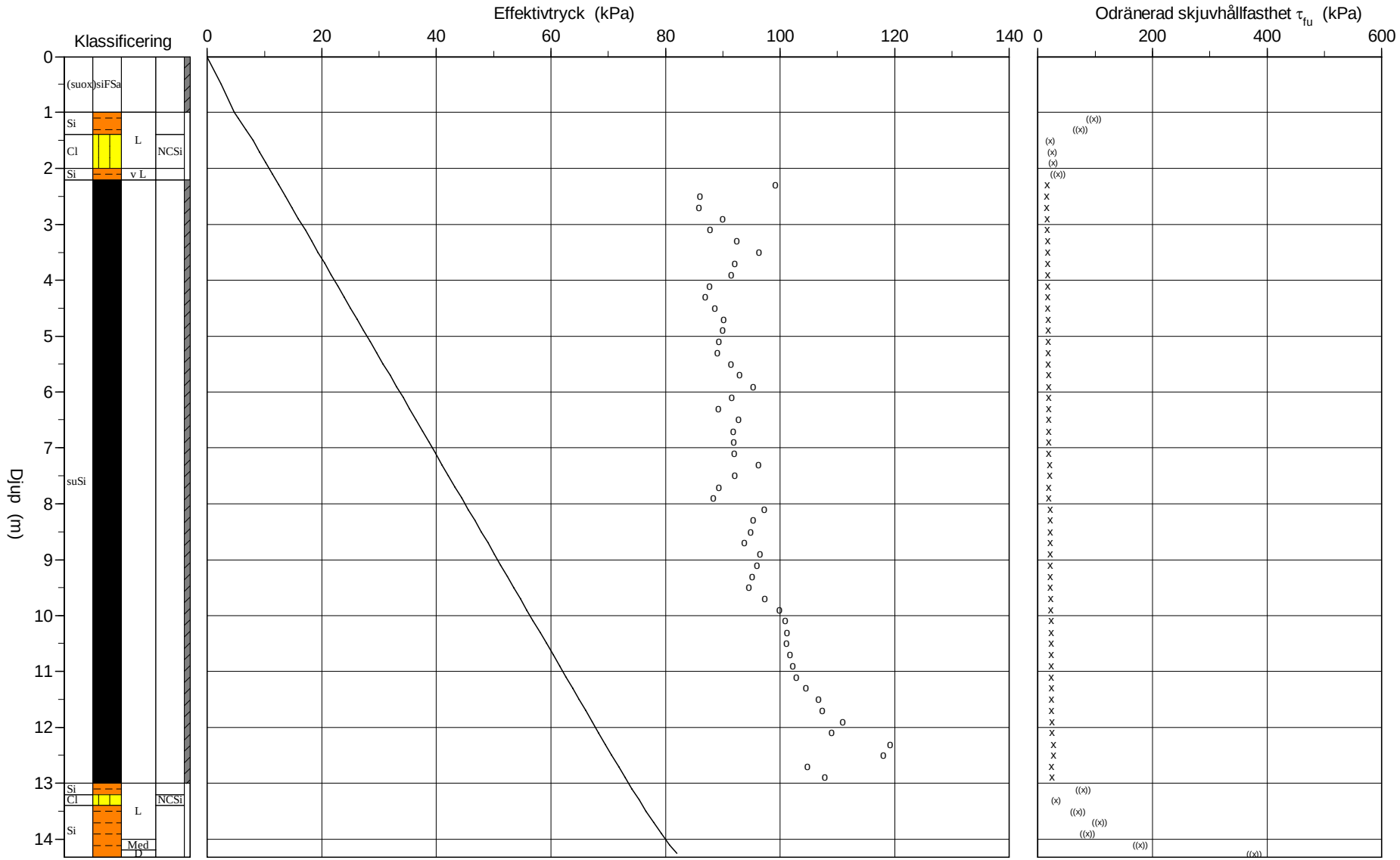


C:\Users\SEHR24280\Desktop\Tvärån\Conrad\22W005\22W005.CPW 2022-06-08

CPT-sondering utvärderad enligt SGI Information 15 rev.2007

Referens	my	Förborrningsdjup	1,00 m	Utvärderare	HR
Nivå vid referens	10,32 m	Förborrat material	(suox)siFSa	Datum för utvärdering	2022-06-07
Grundvattenyta	0,00 m	Utrustning	GM 85 GT		
Startdjup	1,00 m	Geometri	Normal		

Projekt	Förstudie åtgärdsval Tvärån
Projekt nr	10337804
Plats	Tvärån
Borrhål	22W005
Datum	20220530



C:\Users\SEHR24280\Desktop\Tvärån\Conrad\22W005\22W005.CPW 2022-06-08

C P T - sondering

Projekt
Förstudie åtgärdsval Tvärån
10337804

Plats Tvärån
Borrhål 22W005
Datum 20220530

Förborrningsdjup	1,00 m	Förborrat material	(suox)siFSa
Startdjup	1,00 m	Geometri	Normal
Stoppdjup	14,43 m	Vätska i filter	Olja
Grundvattenyta	0,00 m	Operatör	Markus Andersson
Referens	my	Utrustning	GM 85 GT
Nivå vid referens	10,32 m	[X] **Portryck registrerat vid sondering**	

Kalibreringsdata

Spets	51910	Inre friktion O_c	0,0 kPa
Datum	2021-08-23	Inre friktion O_f	0,0 kPa
Areafaktor a	0,700	Cross talk c_1	0,000
Areafaktor b	0,006	Cross talk c_2	0,000

Skalfaktorer

Portryck Område	Faktor	Friktion Område	Faktor	Spetstryck Område	Faktor

[ ] **Använd skalfaktorer vid beräkning**

Nollvärden, kPa

	Portryck	Friktion	Spetstryck
Före	0,00	0,00	0,00
Efter	18,20	-2,00	0,08
Diff	18,20	-2,00	0,08

Korrigering

Portryck	(ingen)
Friktion	(ingen)
Spetstryck	(ingen)

Bedömd sonderingsklass

Portrycksobservationer

Djup (m)	Portryck (kPa)
0,00	0,00

Skiktgränser

Djup (m)

Klassificering

Djup (m) Från	Till	Densitet (ton/m^3)	Flytgräns	Jordart
0,00	1,00	1,50		(suox)siFSa
2,20	13,00			suSi

Anmärkning

C P T - sondering

Projekt
Förstudie åtgärdsval Tvärån
10337804

Plats Tvärån
Borrhål 22W005
Datum 20220530

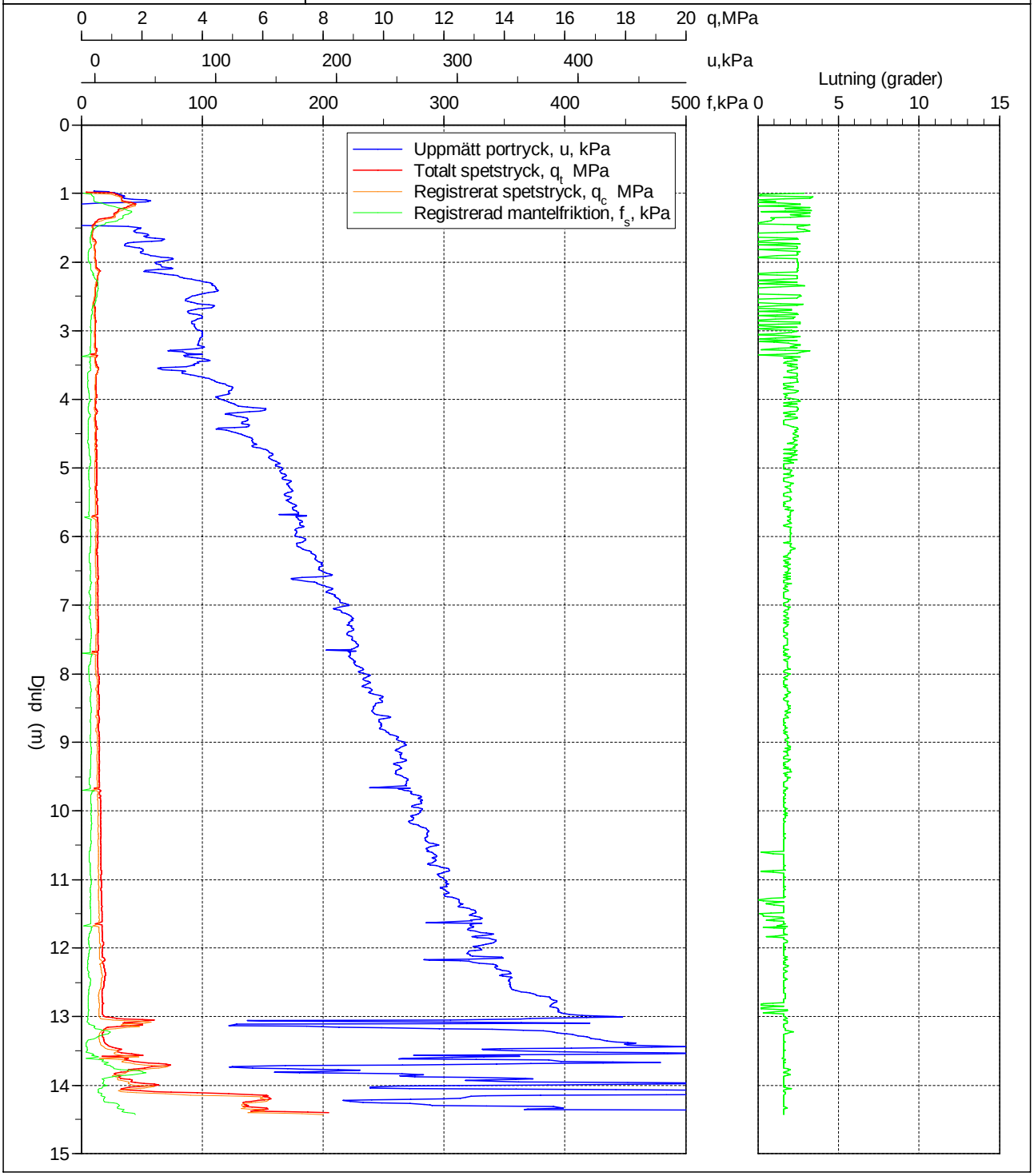
Djup (m) Från	Till	Klassificering	ρ t/m³	w_L	τ_{fu} kPa	ϕ °	σ_{vo} kPa	σ'_{vo} kPa	σ'_c kPa	OCR	I_D %	E MPa	M_{OC} MPa	M_{NC} MPa
0,00	1,00	(suox)siFSa	1,50				7,4	2,4						
1,00	1,00		0,00				14,7	4,7						
1,00	1,20	Si L	1,70		((97,7))	(38,7)	16,4	5,4				6,0	7,2	5,7
1,20	1,40	Si L	1,70		((74,4))	(38,3)	19,7	6,7				4,7	5,5	4,4
1,40	1,60	Cl L NCSi	1,60		(22,1)		23,0	8,0		1,00				
1,60	1,80	Cl L NCSi	1,60		(25,1)		26,1	9,1		1,00				
1,80	2,00	Cl L NCSi	1,60		(26,7)		29,2	10,2		1,00				
2,00	2,20	Si v L	1,60		((35,5))		32,4	11,4				2,5	2,7	2,2
2,20	2,40	suSi	1,60		16,4		35,5	12,5	99,2	7,93				
2,40	2,60	suSi	1,60		14,9		38,7	13,7	86,0	6,30				
2,60	2,80	suSi	1,60		15,1		41,8	14,8	85,8	5,80				
2,80	3,00	suSi	1,60		15,9		44,9	15,9	90,0	5,65				
3,00	3,20	suSi	1,60		15,8		48,1	17,1	87,8	5,14				
3,20	3,40	suSi	1,60		16,7		51,2	18,2	92,4	5,07				
3,40	3,60	suSi	1,60		17,5		54,3	19,3	96,3	4,98				
3,60	3,80	suSi	1,60		17,1		57,5	20,5	92,1	4,50				
3,80	4,00	suSi	1,60		17,2		60,6	21,6	91,5	4,23				
4,00	4,20	suSi	1,60		16,8		63,8	22,8	87,7	3,85				
4,20	4,40	suSi	1,60		16,8		66,9	23,9	86,9	3,64				
4,40	4,60	suSi	1,60		17,2		70,0	25,0	88,6	3,54				
4,60	4,80	suSi	1,60		17,6		73,2	26,2	90,1	3,44				
4,80	5,00	suSi	1,60		17,8		76,3	27,3	90,0	3,30				
5,00	5,20	suSi	1,60		17,8		79,5	28,5	89,3	3,14				
5,20	5,40	suSi	1,60		17,9		82,6	29,6	89,0	3,01				
5,40	5,60	suSi	1,60		18,4		85,7	30,7	91,4	2,97				
5,60	5,80	suSi	1,60		18,8		88,9	31,9	92,9	2,91				
5,80	6,00	suSi	1,60		19,3		92,0	33,0	95,3	2,89				
6,00	6,20	suSi	1,60		18,8		95,2	34,2	91,6	2,68				
6,20	6,40	suSi	1,60		18,6		98,3	35,3	89,2	2,53				
6,40	6,60	suSi	1,60		19,3		101,4	36,4	92,8	2,55				
6,60	6,80	suSi	1,60		19,2		104,6	37,6	91,8	2,44				
6,80	7,00	suSi	1,60		19,3		107,7	38,7	91,9	2,37				
7,00	7,20	suSi	1,60		19,5		110,9	39,9	92,0	2,31				
7,20	7,40	suSi	1,60		20,3		114,0	41,0	96,2	2,35				
7,40	7,60	suSi	1,60		19,7		117,1	42,1	92,1	2,19				
7,60	7,80	suSi	1,60		19,3		120,3	43,3	89,3	2,06				
7,80	8,00	suSi	1,60		19,3		123,4	44,4	88,4	1,99				
8,00	8,20	suSi	1,60		20,9		126,5	45,5	97,2	2,13				
8,20	8,40	suSi	1,60		20,7		129,7	46,7	95,3	2,04				
8,40	8,60	suSi	1,60		20,7		132,8	47,8	94,9	1,98				
8,60	8,80	suSi	1,60		20,6		136,0	49,0	93,8	1,92				
8,80	9,00	suSi	1,60		21,2		139,1	50,1	96,5	1,93				
9,00	9,20	suSi	1,60		21,2		142,2	51,2	96,0	1,87				
9,20	9,40	suSi	1,60		21,1		145,4	52,4	95,1	1,82				
9,40	9,60	suSi	1,60		21,1		148,5	53,5	94,5	1,76				
9,60	9,80	suSi	1,60		21,7		151,7	54,7	97,3	1,78				
9,80	10,00	suSi	1,60		22,3		154,8	55,8	99,9	1,79				
10,00	10,20	suSi	1,60		22,5		157,9	56,9	100,9	1,77				
10,20	10,40	suSi	1,60		22,7		161,1	58,1	101,2	1,74				
10,40	10,60	suSi	1,60		22,7		164,2	59,2	101,1	1,71				
10,60	10,80	suSi	1,60		22,9		167,4	60,4	101,7	1,68				
10,80	11,00	suSi	1,60		23,1		170,5	61,5	102,2	1,66				
11,00	11,20	suSi	1,60		23,3		173,6	62,6	102,8	1,64				
11,20	11,40	suSi	1,60		23,7		176,8	63,8	104,5	1,64				
11,40	11,60	suSi	1,60		24,2		179,9	64,9	106,7	1,64				
11,60	11,80	suSi	1,60		24,4		183,1	66,1	107,4	1,63				
11,80	12,00	suSi	1,60		25,1		186,2	67,2	110,9	1,65				
12,00	12,20	suSi	1,60		24,8		189,3	68,3	109,0	1,59				
12,20	12,40	suSi	1,60		26,8		192,5	69,5	119,2	1,72				
12,40	12,60	suSi	1,60		26,6		195,6	70,6	118,0	1,67				
12,60	12,80	suSi	1,60		24,3		198,8	71,8	104,8	1,46				
12,80	13,00	suSi	1,60		24,9		201,9	72,9	107,8	1,48				
13,00	13,20	Si L	1,70		((79,4))		205,1	74,1				5,7	6,8	5,4
13,20	13,40	Cl L NCSi	1,60		(31,7)		208,4	75,4		1,00				
13,40	13,60	Si L	1,70		((70,4))		211,6	76,6				5,2	6,2	4,9
13,60	13,80	Si L	1,70		((108,4))		214,9	77,9				7,4	8,9	7,1
13,80	14,00	Si L	1,70		((86,8))		218,3	79,3				6,2	7,4	5,9
14,00	14,20	Si Med	1,80		((179,3))		221,7	80,7				11,3	14,1	11,3
14,20	14,31	Si D	1,95		((377,6))	(35,9)	224,6	82,0				21,7	28,5	22,8

CPT-sondering utförd enligt EN ISO 22476-1

Projekt	**Förstudie åtgärdsval Tvärån**	**Plats**	**Tvärån**
Projektnummer	**10337804**	**Borrhål**	**22W005**
Borrföretag	**WSP**	**Datum**	**20220530**
Borrningsledare	**Markus Andersson**		

Förborrningsdjup	1,00 m	Förborrat material	(suox)siFSa
Start djup	1,00 m	Geometri	Normal
Stopp djup	14,43 m	Vätska i filter	Olja
Grundvattennivå	0,00 m	Borrpunktens koord.	7082051.468, 148644.909
Referens	my	Utrustning	GM 85 GT
Nivå vid referens	10,32 m	Sond Nr	51910

[X] **Portryck registrerat vid sondering**

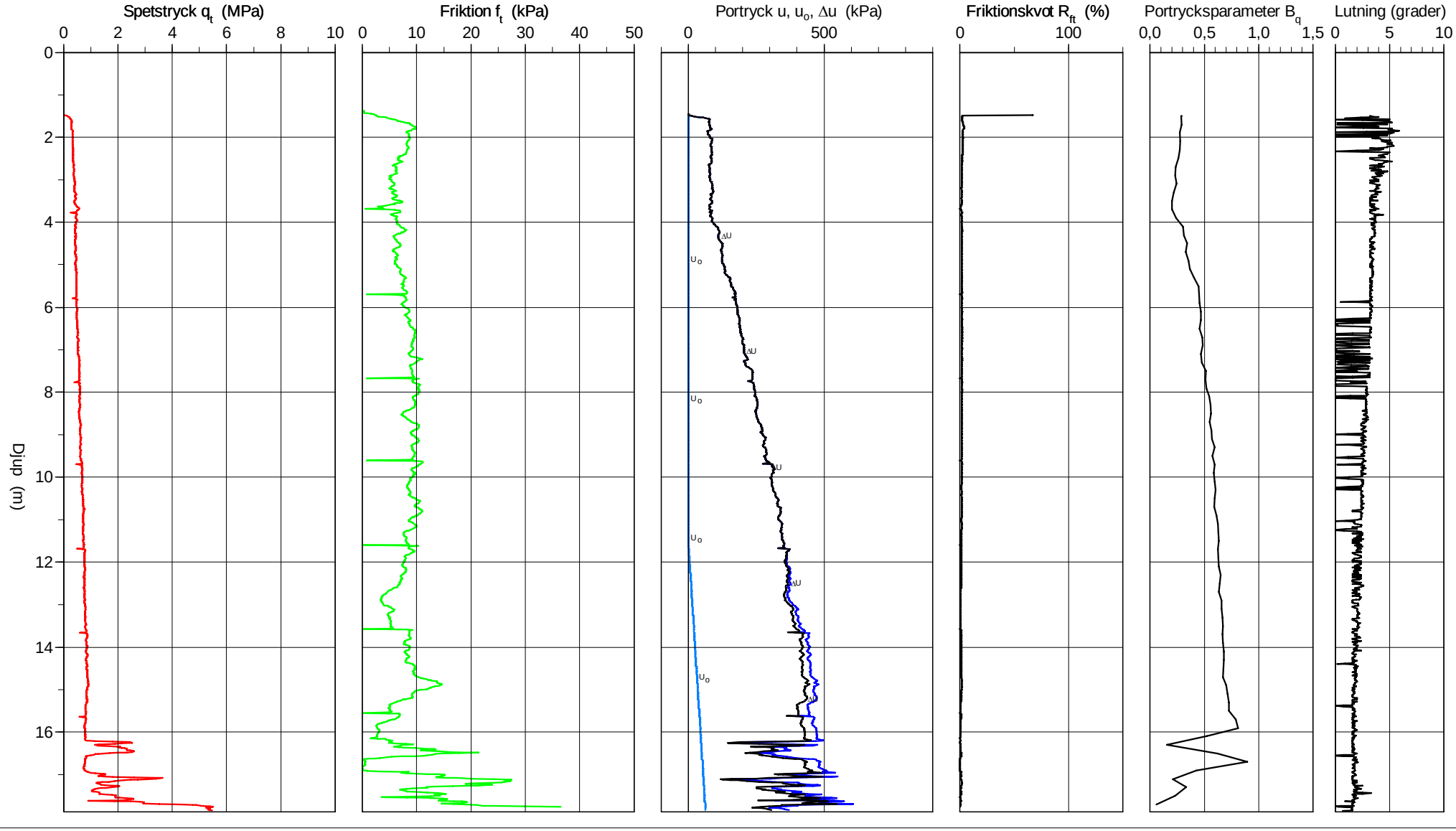


C:\Users\SEHR24280\Desktop\Tvärån\Conrad\22W005\22W005.CPW

CPT-sondering utförd enligt EN ISO 22476-1

Förborrningsdjup	1,50 m	Referens	my	Vätska i filter	Olja
Start djup	1,50 m	Nivå vid referens	10,09 m	Borrpunktens koord.	7081859.835, 148737.561
Stopp djup	17,88 m	Förborrat material	(suox)siFSa, (suox)fsaSi	Utrustning	GM 85 GT
Grundvattennivå	11,55 m	Geometri	Normal	Sond nr	51910

Projekt	Förstudie åtgärdsval Tvärån
Projekt nr	10337804
Plats	Tvärån
Borrhål	22W006
Datum	20220530



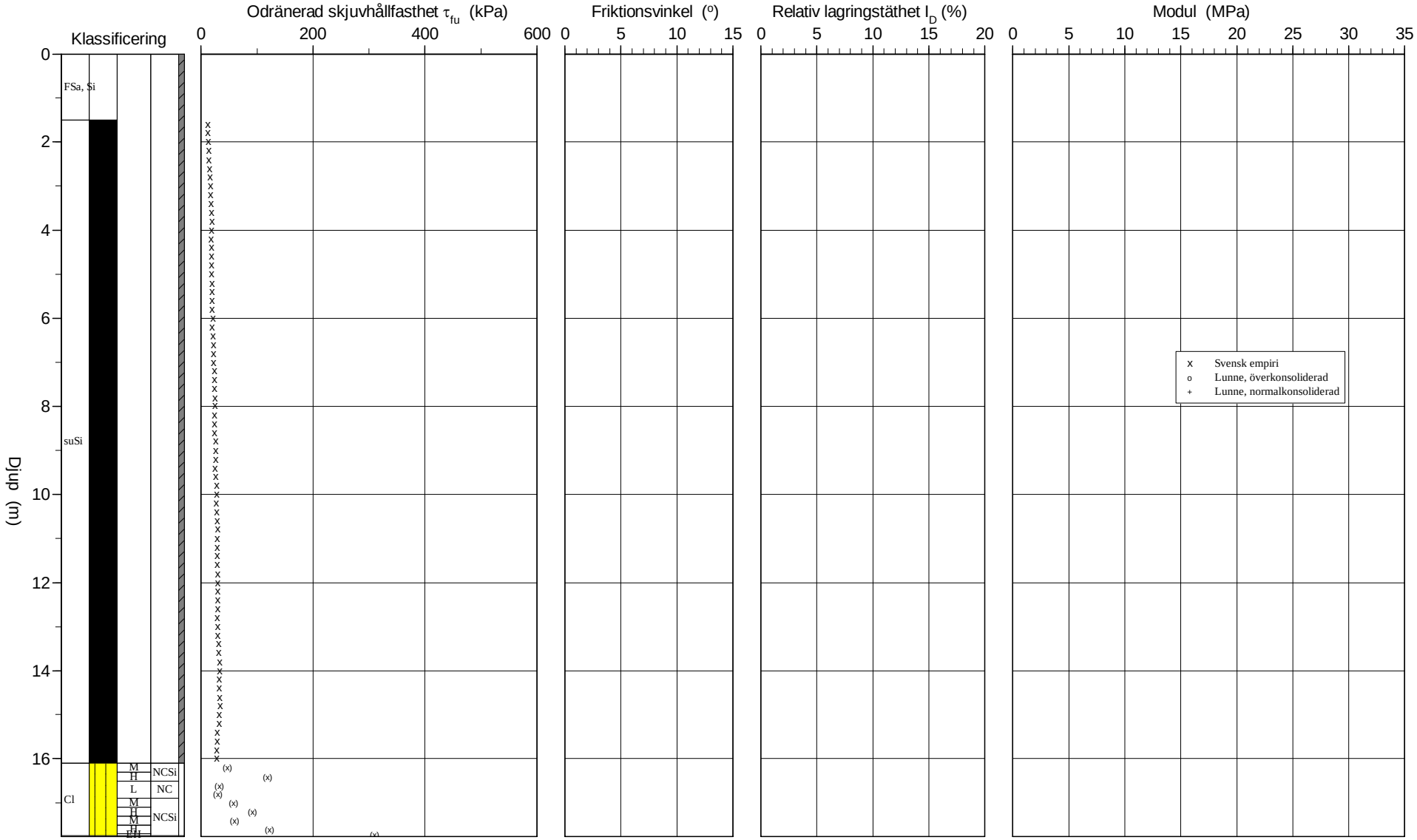
C:\Users\SEHR24280\Desktop\Tvärån\Conrad\22W006\22W006.CPW

2022-06-08

CPT-sondering utvärderad enligt SGI Information 15 rev.2007

Referens	my	Förborrningsdjup	1,50 m	Utvärderare	HR
Nivå vid referens	10,09 m	Förborrat material	(suox)siFSa, (suox)fsaSi	Datum för utvärdering	2022-06-07
Grundvattenyta	11,55 m	Utrustning	GM 85 GT		
Startdjup	1,50 m	Geometri	Normal		

Projekt	Förstudie åtgärdsval Tvärån
Projekt nr	10337804
Plats	Tvärån
Borrhål	22W006
Datum	20220530

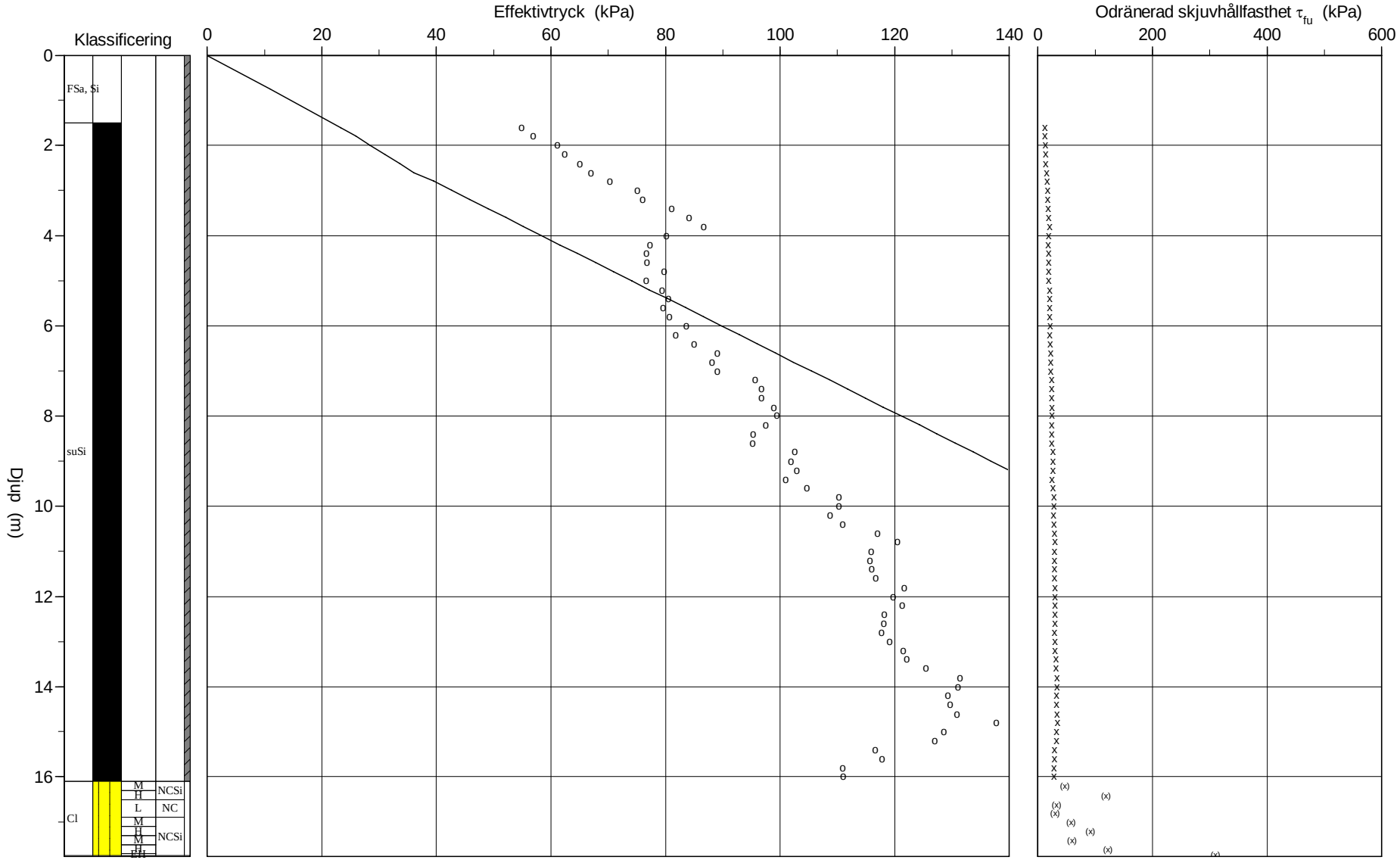


C:\Users\SEHR24280\Desktop\Tvärån\Conrad\22W006\22W006.CPW 2022-06-08

CPT-sondering utvärderad enligt SGI Information 15 rev.2007

Referens	my	Förborrningsdjup	1,50 m	Utvärderare	HR
Nivå vid referens	10,09 m	Förborrat material	(suox)siFSa, (suox)fsaSi	Datum för utvärdering	2022-06-07
Grundvattenyta	11,55 m	Utrustning	GM 85 GT		
Startdjup	1,50 m	Geometri	Normal		

Projekt	Förstudie åtgärdsval Tvärån
Projekt nr	10337804
Plats	Tvärån
Borrhål	22W006
Datum	20220530



C:\Users\SEHR24280\Desktop\Tvärån\Conrad\22W006\22W006.CPW 2022-06-08

C P T - sondering

Projekt
Förstudie åtgärdsval Tvärån
10337804

Plats Tvärån
Borrhål 22W006
Datum 20220530

Förborrningsdjup	1,50 m	Förborrat material	(suox)siFSa, (suox)fsaSi
Startdjup	1,50 m	Geometri	Normal
Stoppdjup	17,88 m	Vätska i filter	Olja
Grundvattenyta	11,55 m	Operatör	Markus Andersson
Referens	my	Utrustning	GM 85 GT
Nivå vid referens	10,09 m	[X] **Portryck registrerat vid sondering**	

Kalibreringsdata

Spets	51910	Inre friktion O_c	0,0 kPa
Datum	2021-08-23	Inre friktion O_f	0,0 kPa
Areafaktor a	0,700	Cross talk c_1	0,000
Areafaktor b	0,007	Cross talk c_2	0,000

Skalfaktorer

Portryck Område	Faktor	Friktion Område	Faktor	Spetstryck Område	Faktor

[ ] **Använd skalfaktorer vid beräkning**

Nollvärden, kPa

	Portryck	Friktion	Spetstryck
Före	0,00	0,00	0,00
Efter	16,00	-0,80	0,05
Diff	16,00	-0,80	0,05

Korrigering

Portryck	(ingen)
Friktion	(ingen)
Spetstryck	(ingen)

Bedömd sonderingsklass

Portrycksobservationer

Djup (m)	Portryck (kPa)
11,55	0,00

Skiktgränser

Djup (m)

Klassificering

Djup (m) Från	Till	Densitet (ton/m^3)	Flytgräns	Jordart
0,00	1,50	1,50		FSa, Si
1,50	16,00			suSi

Anmärkning

C P T - sondering

Bilaga 2 **sida 18 av 143**

Projekt
Förstudie åtgärdsval Tvärån
10337804

Plats **Tvärån**
Borrhål **22W006**
Datum **20220530**

Djup (m) Från	Till	Klassificering	ρ t/m³	w_L	τ_{fu} kPa	ϕ °	σ_{vo} kPa	σ'_{vo} kPa	σ'_c kPa	OCR	I_D %	E MPa	M_{OC} MPa	M_{NC} MPa
0,00	1,50	FSa, Si	1,50				11,0	11,0						
1,50	1,70	suSi	1,30		11,6		23,3	23,3	54,9	2,35				
1,70	1,90	suSi	1,30		12,2		25,9	25,9	56,9	2,20				
1,90	2,10	suSi	1,30		13,1		28,4	28,4	61,1	2,15				
2,10	2,30	suSi	1,30		13,6		31,0	31,0	62,4	2,01				
2,30	2,50	suSi	1,30		14,3		33,6	33,6	65,0	1,94				
2,50	2,70	suSi	1,60		14,8		36,1	36,1	67,0	1,86				
2,70	2,90	suSi	1,60		15,7		39,5	39,5	70,3	1,78				
2,90	3,10	suSi	1,60		16,8		42,7	42,7	75,1	1,76				
3,10	3,30	suSi	1,60		17,2		45,8	45,8	76,0	1,66				
3,30	3,50	suSi	1,60		18,3		49,0	49,0	81,1	1,66				
3,50	3,70	suSi	1,60		19,1		52,1	52,1	84,1	1,62				
3,70	3,90	suSi	1,60		19,8		55,2	55,2	86,7	1,57				
3,90	4,10	suSi	1,60		18,8		58,4	58,4	80,2	1,37				
4,10	4,30	suSi	1,60		18,5		61,5	61,5	77,3	1,26				
4,30	4,50	suSi	1,60		18,5		64,6	64,6	76,7	1,19				
4,50	4,70	suSi	1,60		18,7		67,8	67,8	76,8	1,13				
4,70	4,90	suSi	1,60		19,5		70,9	70,9	79,7	1,12				
4,90	5,10	suSi	1,60		19,0		74,1	74,1	76,6	1,03				
5,10	5,30	suSi	1,60		19,8		77,2	77,2	79,4	1,03				
5,30	5,50	suSi	1,60		20,1		80,3	80,3	80,5	1,00				
5,50	5,70	suSi	1,60		19,9		83,5	83,5	79,6	1,00				
5,70	5,90	suSi	1,60		20,2		86,6	86,6	80,7	1,00				
5,90	6,10	suSi	1,60		20,9		89,8	89,8	83,6	1,00				
6,10	6,30	suSi	1,60		20,5		92,9	92,9	81,8	1,00				
6,30	6,50	suSi	1,60		21,3		96,0	96,0	85,0	1,00				
6,50	6,70	suSi	1,60		22,3		99,2	99,2	89,0	1,00				
6,70	6,90	suSi	1,60		22,1		102,3	102,3	88,1	1,00				
6,90	7,10	suSi	1,60		22,3		105,5	105,5	89,0	1,00				
7,10	7,30	suSi	1,60		23,9		108,6	108,6	95,6	1,00				
7,30	7,50	suSi	1,60		24,2		111,7	111,7	96,7	1,00				
7,50	7,70	suSi	1,60		24,2		114,9	114,9	96,7	1,00				
7,70	7,90	suSi	1,60		24,7		118,0	118,0	98,9	1,00				
7,90	8,10	suSi	1,60		24,9		121,2	121,2	99,4	1,00				
8,10	8,30	suSi	1,60		24,4		124,3	124,3	97,5	1,00				
8,30	8,50	suSi	1,60		23,8		127,4	127,4	95,3	1,00				
8,50	8,70	suSi	1,60		23,8		130,6	130,6	95,2	1,00				
8,70	8,90	suSi	1,60		25,7		133,7	133,7	102,6	1,00				
8,90	9,10	suSi	1,60		25,5		136,8	136,8	101,9	1,00				
9,10	9,30	suSi	1,60		25,8		140,0	140,0	102,9	1,00				
9,30	9,50	suSi	1,60		25,3		143,1	143,1	101,0	1,00				
9,50	9,70	suSi	1,60		26,2		146,3	146,3	104,7	1,00				
9,70	9,90	suSi	1,60		27,6		149,4	149,4	110,3	1,00				
9,90	10,10	suSi	1,60		27,6		152,5	152,5	110,3	1,00				
10,10	10,30	suSi	1,60		27,2		155,7	155,7	108,7	1,00				
10,30	10,50	suSi	1,85		27,8		159,1	159,1	110,9	1,00				
10,50	10,70	suSi	1,85		29,3		162,7	162,7	117,0	1,00				
10,70	10,90	suSi	1,85		30,1		166,3	166,3	120,5	1,00				
10,90	11,10	suSi	1,85		29,0		170,0	170,0	115,9	1,00				
11,10	11,30	suSi	1,85		29,0		173,6	173,6	115,7	1,00				
11,30	11,50	suSi	1,85		29,0		177,2	177,2	116,0	1,00				
11,50	11,70	suSi	1,85		29,2		180,8	180,3	116,7	1,00				
11,70	11,90	suSi	1,85		30,5		184,5	182,0	121,7	1,00				
11,90	12,10	suSi	1,85		30,0		188,1	183,6	119,7	1,00				
12,10	12,30	suSi	1,85		30,4		191,7	185,2	121,3	1,00				
12,30	12,50	suSi	1,85		29,6		195,4	186,9	118,2	1,00				
12,50	12,70	suSi	1,85		29,6		199,0	188,5	118,1	1,00				
12,70	12,90	suSi	1,85		29,5		202,6	190,1	117,7	1,00				
12,90	13,10	suSi	1,85		29,8		206,3	191,8	119,1	1,00				
13,10	13,30	suSi	1,85		30,4		209,9	193,4	121,5	1,00				
13,30	13,50	suSi	1,85		30,6		213,5	195,0	122,1	1,00				
13,50	13,70	suSi	1,85		31,4		217,1	196,6	125,5	1,00				
13,70	13,90	suSi	1,85		32,9		220,8	198,3	131,4	1,00				
13,90	14,10	suSi	1,85		32,8		224,4	199,9	131,1	1,00				
14,10	14,30	suSi	1,85		32,4		228,0	201,5	129,3	1,00				
14,30	14,50	suSi	1,85		32,5		231,7	203,2	129,7	1,00				
14,50	14,70	suSi	1,85		32,8		235,3	204,8	130,9	1,00				
14,70	14,90	suSi	1,85		34,5		238,9	206,4	137,7	1,00				
14,90	15,10	suSi	1,85		32,2		242,6	208,1	128,6	1,00				
15,10	15,30	suSi	1,85		31,8		246,2	209,7	127,0	1,00				
15,30	15,50	suSi	1,85		29,2		249,8	211,3	116,6	1,00				
15,50	15,70	suSi	1,85		29,5		253,4	212,9	117,8	1,00				
15,70	15,90	suSi	1,80		27,8		257,0	214,5	110,9	1,00				
15,90	16,10	suSi	1,80		27,8		260,6	216,1	111,0	1,00				
16,10	16,30	Cl M NCSi	1,85		(47,3)		264,1	217,6		1,00				
16,30	16,50	Cl H NCSi	1,90		(118,7)		267,8	219,3		1,00				
16,50	16,70	Cl L NC	1,85		(33,5)		271,5	221,0		1,00				

C P T - sondering

Projekt
Förstudie åtgärdsval Tvärån
10337804

Plats Tvärån
Borrhål 22W006
Datum 20220530

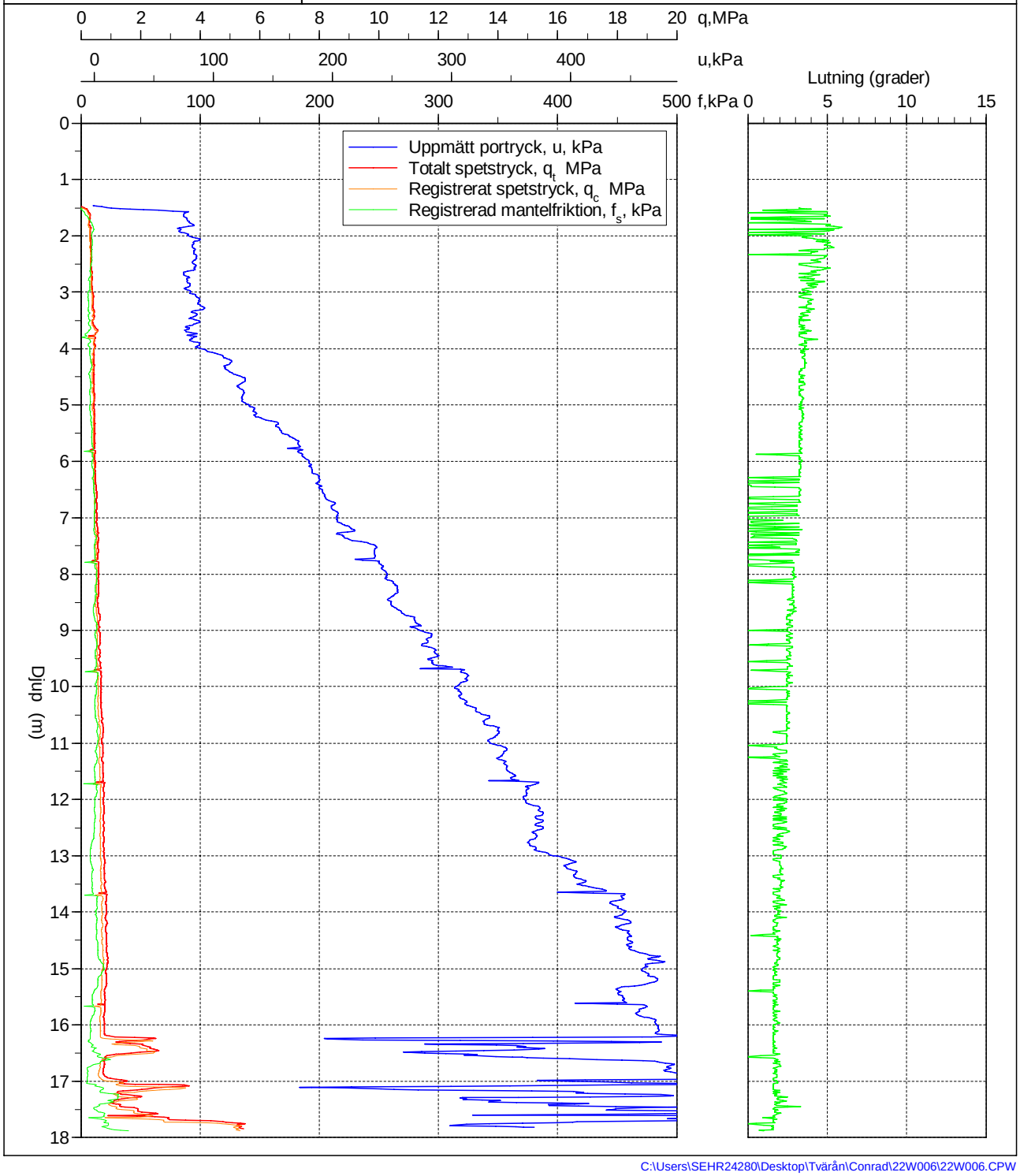
Djup (m) Från	Till	Klassificering		ρ t/m^3	w_L	τ_{fu} kPa	ϕ ^{o}	σ_{vo} kPa	σ'_{vo} kPa	σ'_c kPa	OCR	I_D %	E MPa	M_{OC} MPa	M_{NC} MPa
16,70	16,90	Cl L	NC	1,80		(29,6)		275,1	222,6		1,00				
16,90	17,10	Cl M	NCSi	1,85		(58,0)		278,7	224,2		1,00				
17,10	17,30	Cl H	NCSi	1,90		(91,9)		282,3	225,8		1,00				
17,30	17,50	Cl M	NCSi	1,85		(60,1)		286,0	227,5		1,00				
17,50	17,70	Cl H	NCSi	1,90		(121,8)		289,7	229,2		1,00				
17,70	17,75	Cl EH	NCSi	1,90		(309,8)		292,0	230,3		1,00				

CPT-sondering utförd enligt EN ISO 22476-1

Projekt	**Förstudie åtgärdsval Tvärån**	**Plats**	**Tvärån**
Projektnummer	**10337804**	**Borrhål**	**22W006**
Borrföretag	**WSP**	**Datum**	**20220530**
Borrningsledare	**Markus Andersson**		

Förborrningsdjup	1,50 m	Förborrat material	(suox)siFSa, (suox)fsaSi
Start djup	1,50 m	Geometri	Normal
Stopp djup	17,88 m	Vätska i filter	Olja
Grundvattennivå	11,55 m	Borrpunktens koord.	7081859.835, 148737.561
Referens	my	Utrustning	GM 85 GT
Nivå vid referens	10,09 m	Sond Nr	51910

[X] **Portryck registrerat vid sondering**

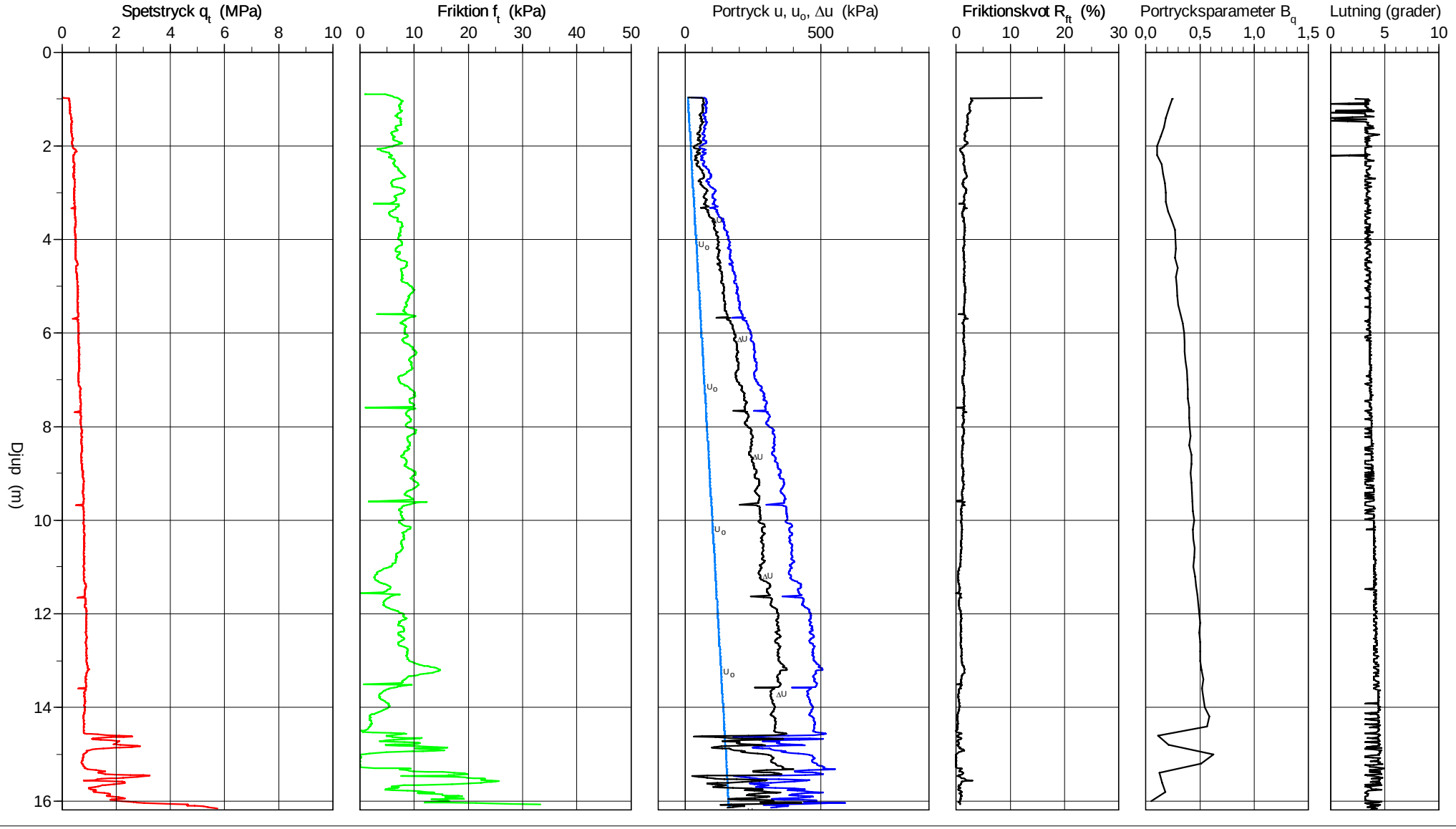


C:\Users\SEHR24280\Desktop\Tvärån\Conrad\22W006\22W006.CPW

CPT-sondering utförd enligt EN ISO 22476-1

Förborrningsdjup	1,00 m	Referens	my	Vätska i filter	Olja
Start djup	1,00 m	Nivå vid referens	8,54 m	Borrpunktens koord.	7081855.231, 148731.079
Stopp djup	16,21 m	Förborrat material	fsaSi, SuSi	Utrustning	GM 85 GT
Grundvattennivå	0,00 m	Geometri	Normal	Sond nr	51910

Projekt	Förstudie åtgärdsval Tvärån
Projekt nr	10337804
Plats	Tvärån
Borrhål	22W007
Datum	20220530



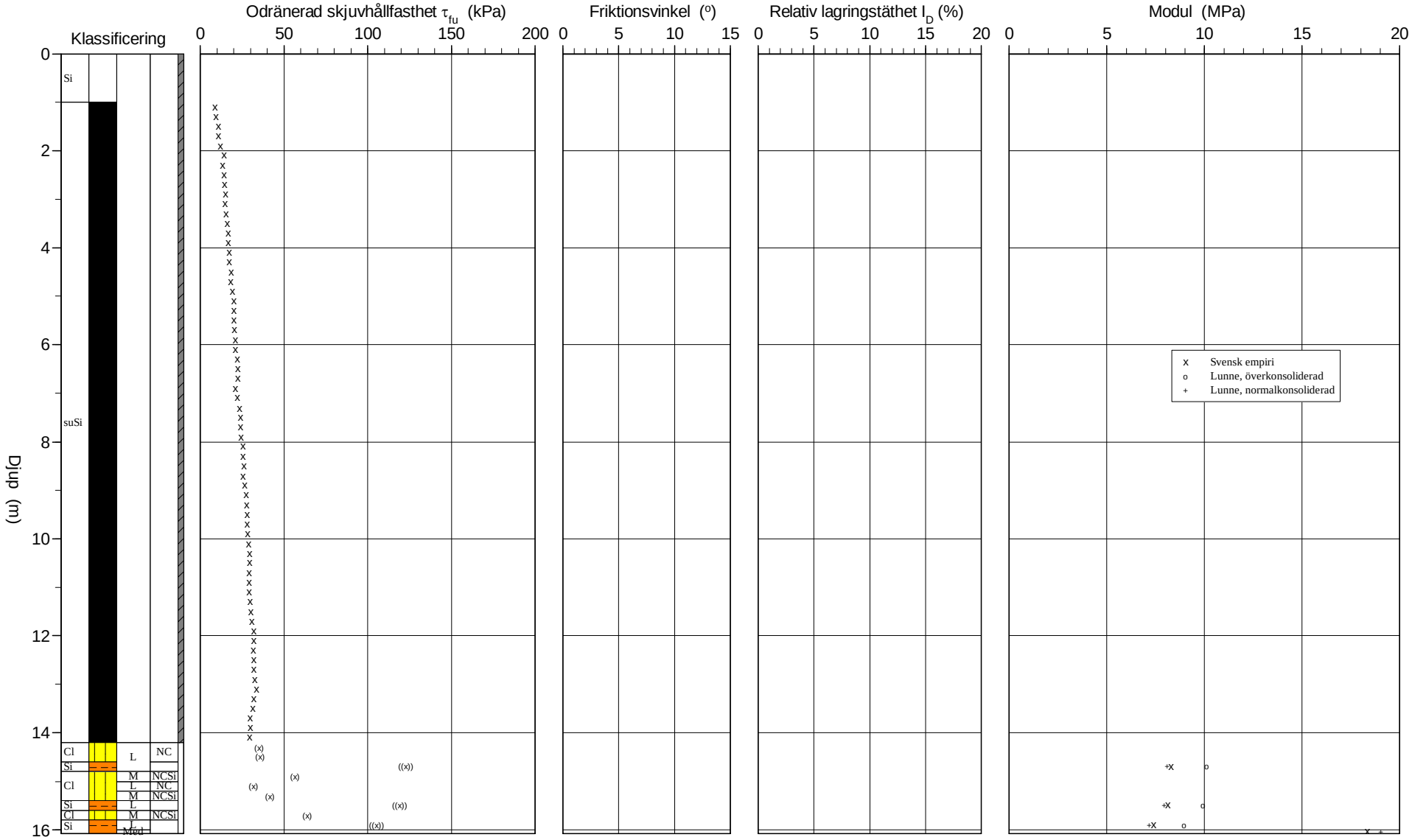
C:\Users\SEHR24280\Desktop\Tvärån\Conrad\22W007\22W007 cpt.CPW

2022-06-08

CPT-sondering utvärderad enligt SGI Information 15 rev.2007

Referens	my	Förborrningsdjup	1,00 m	Utvärderare	HR
Nivå vid referens	8,54 m	Förborrat material	fsaSi, SuSi	Datum för utvärdering	2022-06-07
Grundvattenyta	0,00 m	Utrustning	GM 85 GT		
Startdjup	1,00 m	Geometri	Normal		

Projekt	Förstudie åtgärdsval Tvärån
Projekt nr	10337804
Plats	Tvärån
Borrhål	22W007
Datum	20220530

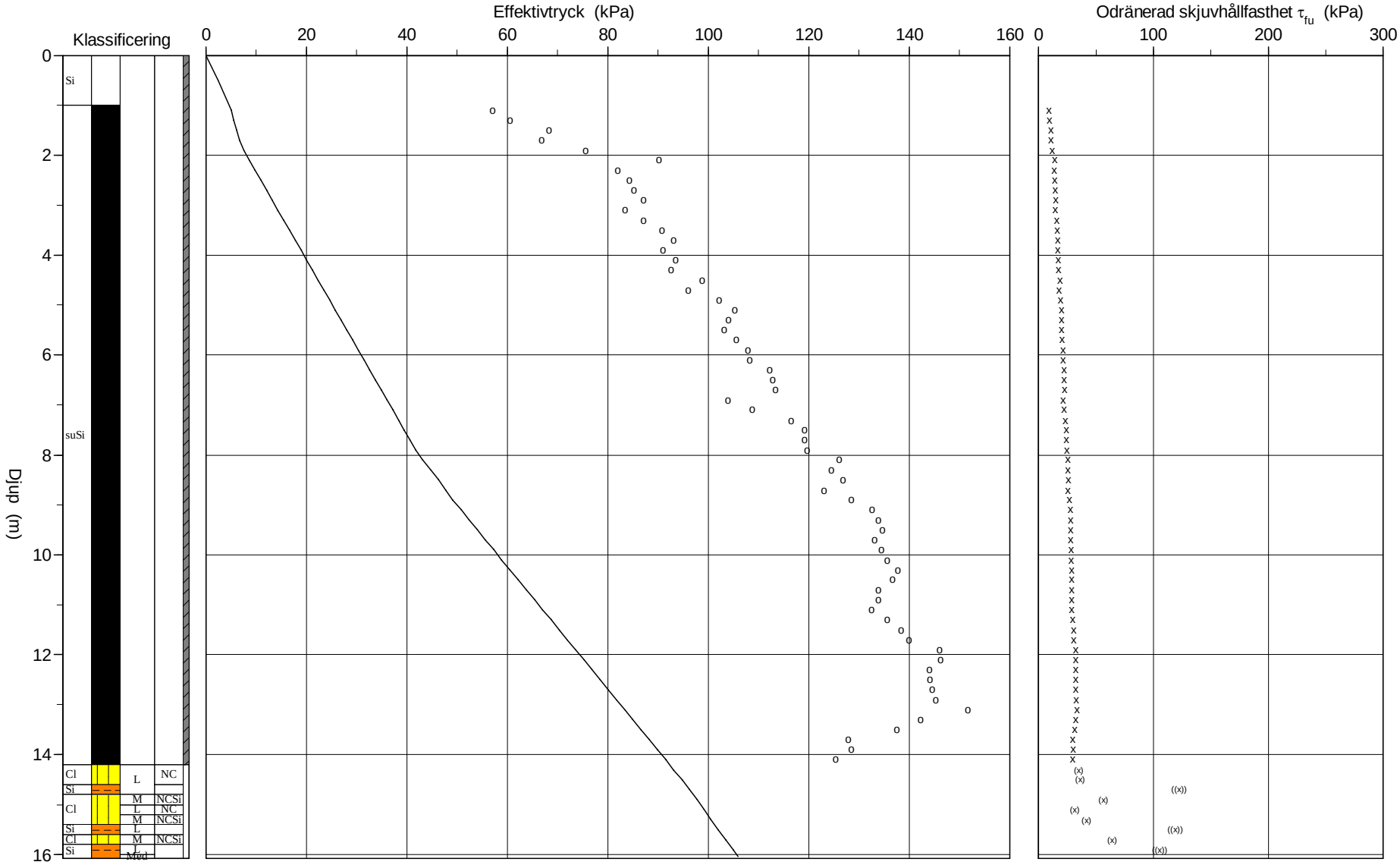


C:\Users\SEHR24280\Desktop\Tvärån\Conrad\22W007\22W007 cpt.CPW 2022-06-08

CPT-sondering utvärderad enligt SGI Information 15 rev.2007

Referens	my	Förborrningsdjup	1,00 m	Utvärderare	HR
Nivå vid referens	8,54 m	Förborrat material	fsaSi, SuSi	Datum för utvärdering	2022-06-07
Grundvattenyta	0,00 m	Utrustning	GM 85 GT		
Startdjup	1,00 m	Geometri	Normal		

Projekt	Förstudie åtgärdsval Tvärån
Projekt nr	10337804
Plats	Tvärån
Borrhål	22W007
Datum	20220530



C:\Users\SEHR24280\Desktop\Tvärån\Conrad\22W007\22W007 cpt.CPW 2022-06-08

C P T - sondering

Projekt
Förstudie åtgärdsval Tvärån
10337804

Plats Tvärån
Borrhål 22W007
Datum 20220530

Förborrningsdjup	1,00 m	Förborrat material	fsaSi, SuSi
Startdjup	1,00 m	Geometri	Normal
Stoppdjup	16,21 m	Vätska i filter	Olja
Grundvattenyta	0,00 m	Operatör	Markus Andersson
Referens	my	Utrustning	GM 85 GT
Nivå vid referens	8,54 m	[X] **Portryck registrerat vid sondering**	

Kalibreringsdata

Spets	51910	Inre friktion O_c	0,0 kPa
Datum	2021-08-23	Inre friktion O_f	0,0 kPa
Areafaktor a	0,700	Cross talk c_1	0,000
Areafaktor b	0,006	Cross talk c_2	0,000

Skalfaktorer

Portryck Område	Faktor	Friktion Område	Faktor	Spetstryck Område	Faktor

[ ] **Använd skalfaktorer vid beräkning**

Nollvärden, kPa

	Portryck	Friktion	Spetstryck
Före	0,00	0,00	0,00
Efter	21,70	-1,30	0,05
Diff	21,70	-1,30	0,05

Korrigering

Portryck	(ingen)
Friktion	(ingen)
Spetstryck	(ingen)

Bedömd sonderingsklass

Portrycksobservationer

Djup (m)	Portryck (kPa)
0,00	0,00

Skiktgränser

Djup (m)

Klassificering

Djup (m) Från	Till	Densitet (ton/m^3)	Flytgräns	Jordart
0,00	1,00	1,50		Si
1,00	14,20			suSi

Anmärkning

C P T - sondering

Projekt
Förstudie åtgärdsval Tvärån
10337804

Plats Tvärån
Borrhål 22W007
Datum 20220530

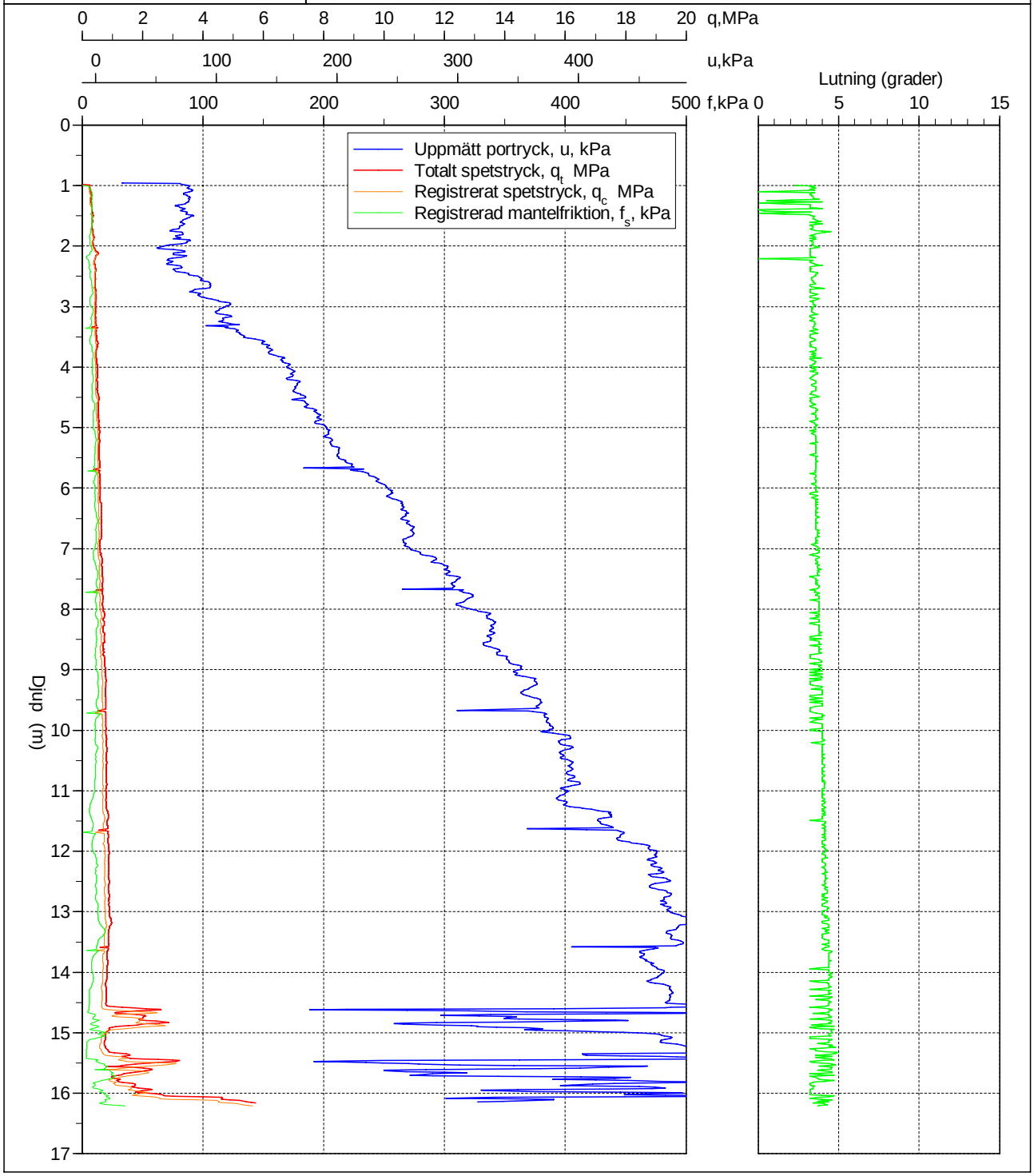
Djup (m) Från	Till	Klassificering	ρ t/m³	w_L	τ_{fu} kPa	ϕ °	σ_{vo} kPa	σ'_{vo} kPa	σ'_c kPa	OCR	I_D %	E MPa	M_{OC} MPa	M_{NC} MPa
0,00	1,00	Si	1,50				7,4	2,4						
1,00	1,20	suSi	1,30		8,8		16,0	5,0	57,0	11,42				
1,20	1,40	suSi	1,30		9,4		18,5	5,5	60,4	10,90				
1,40	1,60	suSi	1,30		10,5		21,1	6,1	68,2	11,19				
1,60	1,80	suSi	1,30		10,5		23,6	6,6	66,7	10,04				
1,80	2,00	suSi	1,60		11,9		26,5	7,5	75,5	10,09				
2,00	2,20	suSi	1,60		14,1		29,6	8,6	90,2	10,45				
2,20	2,40	suSi	1,60		13,4		32,8	9,8	81,9	8,39				
2,40	2,60	suSi	1,60		14,0		35,9	10,9	84,2	7,72				
2,60	2,80	suSi	1,60		14,4		39,0	12,0	85,1	7,07				
2,80	3,00	suSi	1,60		14,9		42,2	13,2	87,0	6,60				
3,00	3,20	suSi	1,60		14,7		45,3	14,3	83,4	5,82				
3,20	3,40	suSi	1,60		15,4		48,5	15,5	87,1	5,64				
3,40	3,60	suSi	1,60		16,2		51,6	16,6	90,7	5,46				
3,60	3,80	suSi	1,60		16,7		54,7	17,7	93,0	5,24				
3,80	4,00	suSi	1,60		16,6		57,9	18,9	90,9	4,82				
4,00	4,20	suSi	1,60		17,2		61,0	20,0	93,5	4,67				
4,20	4,40	suSi	1,60		17,3		64,2	21,2	92,6	4,38				
4,40	4,60	suSi	1,60		18,4		67,3	22,3	98,8	4,43				
4,60	4,80	suSi	1,60		18,1		70,4	23,4	96,0	4,10				
4,80	5,00	suSi	1,60		19,2		73,6	24,6	102,2	4,16				
5,00	5,20	suSi	1,60		19,9		76,7	25,7	105,3	4,09				
5,20	5,40	suSi	1,60		19,8		79,9	26,9	103,9	3,87				
5,40	5,60	suSi	1,60		19,9		83,0	28,0	103,1	3,68				
5,60	5,80	suSi	1,60		20,4		86,1	29,1	105,5	3,62				
5,80	6,00	suSi	1,60		20,9		89,3	30,3	107,9	3,56				
6,00	6,20	suSi	1,60		21,1		92,4	31,4	108,2	3,44				
6,20	6,40	suSi	1,60		21,9		95,5	32,5	112,2	3,45				
6,40	6,60	suSi	1,60		22,2		98,7	33,7	112,8	3,35				
6,60	6,80	suSi	1,60		22,4		101,8	34,8	113,4	3,26				
6,80	7,00	suSi	1,60		21,0		105,0	36,0	103,9	2,89				
7,00	7,20	suSi	1,60		21,9		108,1	37,1	108,7	2,93				
7,20	7,40	suSi	1,60		23,3		111,2	38,2	116,4	3,04				
7,40	7,60	suSi	1,60		23,9		114,4	39,4	119,3	3,03				
7,60	7,80	suSi	1,60		24,0		117,5	40,5	119,1	2,94				
7,80	8,00	suSi	1,60		24,3		120,7	41,7	119,6	2,87				
8,00	8,20	suSi	1,85		25,5		124,0	43,0	126,1	2,93				
8,20	8,40	suSi	1,85		25,4		127,7	44,7	124,4	2,79				
8,40	8,60	suSi	1,85		25,9		131,3	46,3	126,8	2,74				
8,60	8,80	suSi	1,60		25,5		134,7	47,7	123,0	2,58				
8,80	9,00	suSi	1,85		26,5		138,1	49,1	128,5	2,62				
9,00	9,20	suSi	1,85		27,4		141,7	50,7	132,6	2,61				
9,20	9,40	suSi	1,85		27,8		145,3	52,3	133,8	2,56				
9,40	9,60	suSi	1,85		28,1		149,0	54,0	134,7	2,50				
9,60	9,80	suSi	1,85		28,0		152,6	55,6	133,0	2,39				
9,80	10,00	suSi	1,85		28,4		156,2	57,2	134,4	2,35				
10,00	10,20	suSi	1,85		28,7		159,9	58,9	135,5	2,30				
10,20	10,40	suSi	1,85		29,2		163,5	60,5	137,7	2,28				
10,40	10,60	suSi	1,85		29,2		167,1	62,1	136,7	2,20				
10,60	10,80	suSi	1,85		28,9		170,7	63,7	133,9	2,10				
10,80	11,00	suSi	1,85		29,0		174,4	65,4	133,8	2,05				
11,00	11,20	suSi	1,85		28,9		178,0	67,0	132,5	1,98				
11,20	11,40	suSi	1,85		29,6		181,6	68,6	135,5	1,97				
11,40	11,60	suSi	1,85		30,3		185,3	70,3	138,4	1,97				
11,60	11,80	suSi	1,85		30,6		188,9	71,9	139,8	1,95				
11,80	12,00	suSi	1,85		31,9		192,5	73,5	146,1	1,99				
12,00	12,20	suSi	1,85		32,0		196,2	75,2	146,2	1,95				
12,20	12,40	suSi	1,85		31,8		199,8	76,8	144,1	1,88				
12,40	12,60	suSi	1,85		31,9		203,4	78,4	144,1	1,84				
12,60	12,80	suSi	1,85		32,2		207,0	80,0	144,6	1,81				
12,80	13,00	suSi	1,85		32,4		210,7	81,7	145,2	1,78				
13,00	13,20	suSi	1,85		33,7		214,3	83,3	151,6	1,82				
13,20	13,40	suSi	1,85		32,1		217,9	84,9	142,3	1,68				
13,40	13,60	suSi	1,85		31,4		221,6	86,6	137,4	1,59				
13,60	13,80	suSi	1,85		29,7		225,2	88,2	127,9	1,45				
13,80	14,00	suSi	1,85		29,9		228,8	89,8	128,5	1,43				
14,00	14,20	suSi	1,85		29,5		232,4	91,4	125,4	1,37				
14,20	14,40	Cl L NC	1,85		(35,0)		236,1	93,1		1,00				
14,40	14,60	Cl L NC	1,85		(35,8)		239,7	94,7		1,00				
14,60	14,80	Si L	1,70		((122,6))		243,2	96,2				8,3	10,1	8,1
14,80	15,00	Cl M NCSi	1,85		(56,5)		246,7	97,7		1,00				
15,00	15,20	Cl L NC	1,60		(31,5)		250,1	99,1		1,00				
15,20	15,40	Cl M NCSi	1,85		(41,6)		253,4	100,4		1,00				
15,40	15,60	Si L	1,70		((119,0))		256,9	101,9				8,1	9,9	7,9
15,60	15,80	Cl M NCSi	1,85		(63,9)		260,4	103,4		1,00				
15,80	16,00	Si L	1,70		((105,3))		263,9	104,9				7,4	9,0	7,2
16,00	16,07	Si Med	1,80		((309,7))		266,1	105,8				18,3	23,8	19,0

CPT-sondering utförd enligt EN ISO 22476-1

Projekt	**Förstudie åtgärdsval Tvärån**	**Plats**	**Tvärån**
Projektnummer	**10337804**	**Borrhål**	**22W007**
Borrföretag	**WSP**	**Datum**	**20220530**
Borrningsledare	**Markus Andersson**		

Förborrningsdjup	1,00 m	Förborrat material	fsaSi, SuSi
Start djup	1,00 m	Geometri	Normal
Stopp djup	16,21 m	Vätska i filter	Olja
Grundvattennivå	0,00 m	Borrpunktens koord.	7081855.231, 148731.079
Referens	my	Utrustning	GM 85 GT
Nivå vid referens	8,54 m	Sond Nr	51910

[X] **Portryck registrerat vid sondering**

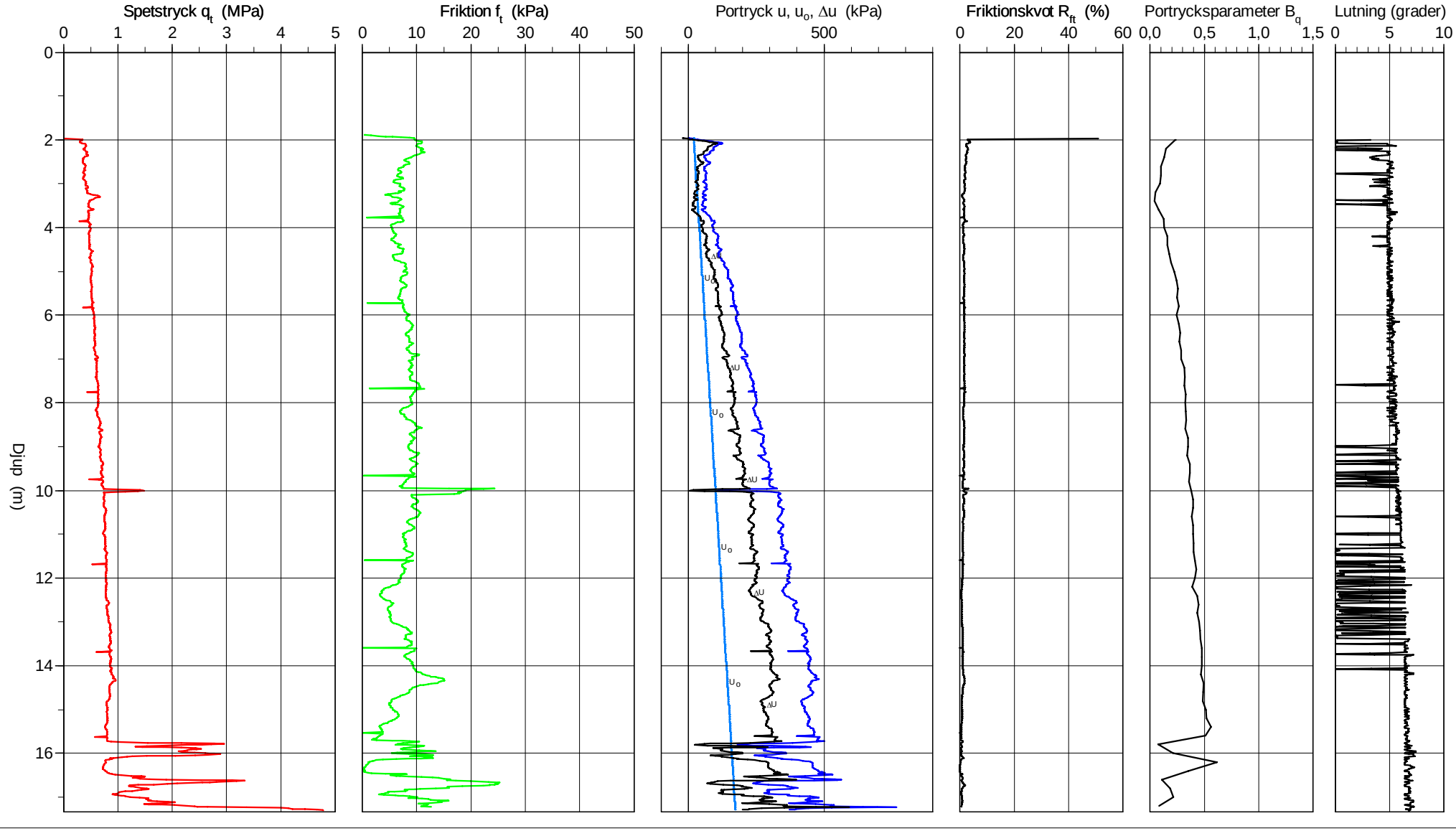


C:\Users\SEHR24280\Desktop\Tvårån\Conrad\22W007\22W007 cpt.CPW

CPT-sondering utförd enligt EN ISO 22476-1

Förborrningsdjup	2,00 m	Referens	my	Vätska i filter	Olja
Start djup	2,00 m	Nivå vid referens	9,80 m	Borrpunktens koord.	7081847.821, 148721.107
Stopp djup	17,39 m	Förborrat material	(suox)fsaSi, (suox)siFSa, suSi	Utrustning	GM 85 GT
Grundvattennivå	0,00 m	Geometri	Normal	Sond nr	51910

Projekt	Förstudie åtgärdsval Tvärån
Projekt nr	10337804
Plats	Tvärån
Borrhål	22W008
Datum	20220525



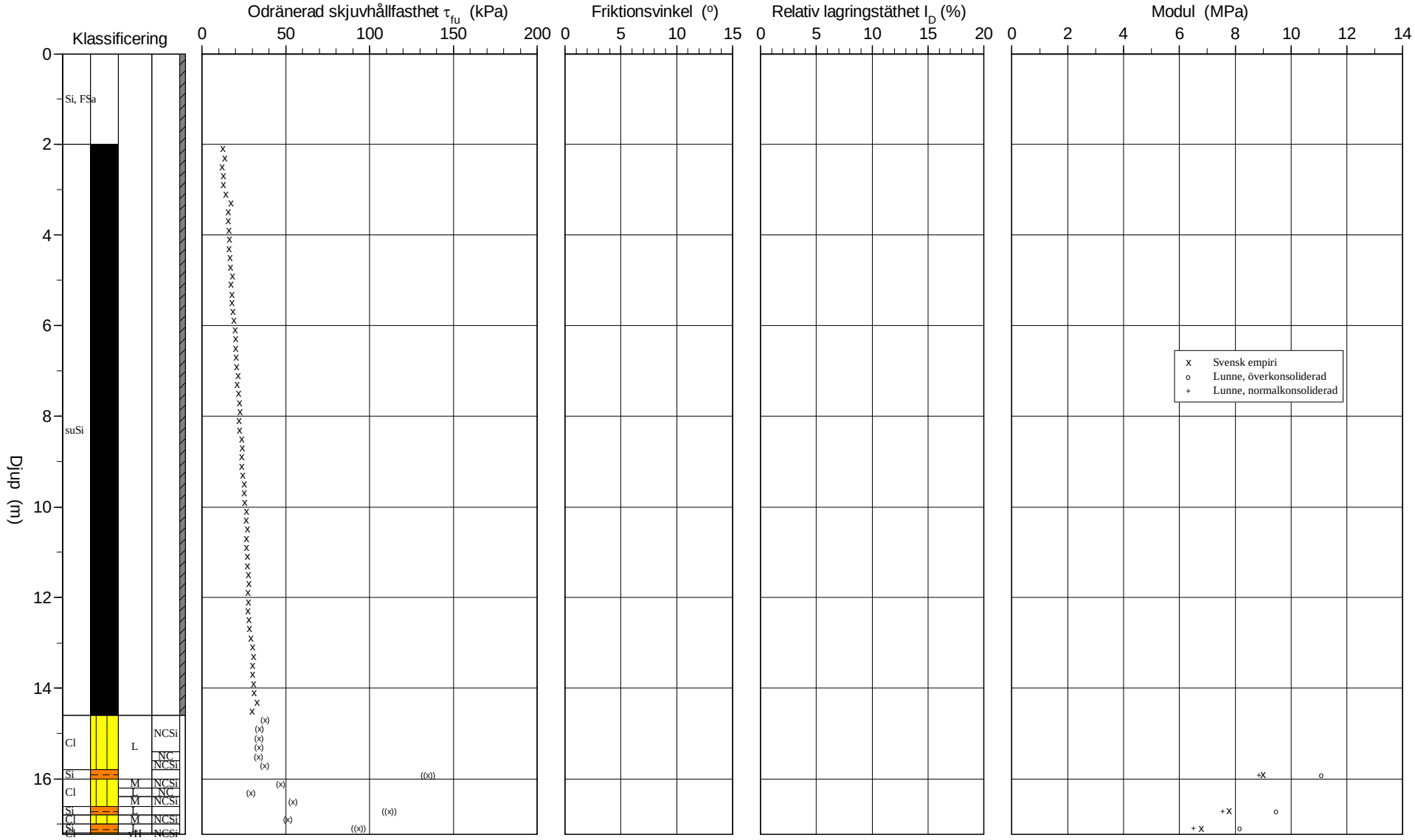
C:\Users\SEHR24280\Desktop\Tvärån\Conrad\22W008\22W008 cpt.CPW

2022-06-08

CPT-sondering utvärderad enligt SGI Information 15 rev.2007

Referens	my	Förborrningsdjup	2,00 m	Utvärderare	HR
Nivå vid referens	9,80 m	Förborrat material	(suox)fsaSi, (suox)siFSa, fsaSi	Datum för utvärdering	2022-06-07
Grundvattenyta	0,00 m	Utrustning	GM 85 GT		
Startdjup	2,00 m	Geometri	Normal		

Projekt	Förstudie åtgärdsval Tvärån
Projekt nr	10337804
Plats	Tvärån
Borrhål	22W008
Datum	20220525

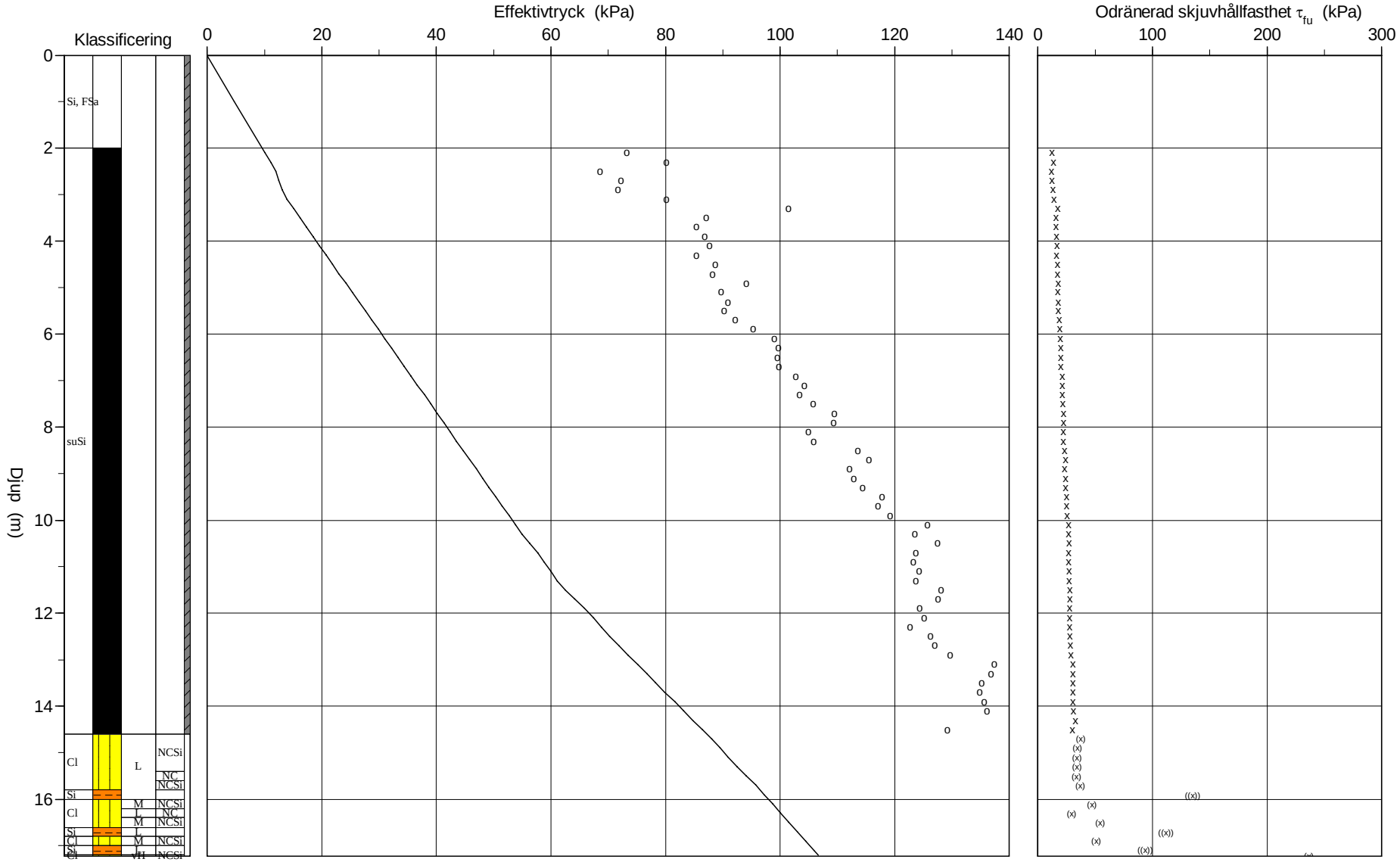


C:\Users\SEHR24280\Desktop\Tvärån\Conrad\22W008\22W008 cpt.CPW 2022-06-08

CPT-sondering utvärderad enligt SGI Information 15 rev.2007

Referens	my	Förborrningsdjup	2,00 m	Utvärderare	HR
Nivå vid referens	9,80 m	Förborrat material	(suox)fsaSi, (suox)siFSa, fsaSi	Datum för utvärdering	2022-06-07
Grundvattenyta	0,00 m	Utrustning	GM 85 GT		
Startdjup	2,00 m	Geometri	Normal		

Projekt	Förstudie åtgärdsval Tvärån
Projekt nr	10337804
Plats	Tvärån
Borrhål	22W008
Datum	20220525



C:\Users\SEHR24280\Desktop\Tvärån\Conrad\22W008\22W008 cpt.CPW 2022-06-08

C P T - sondering

Projekt
Förstudie åtgärdsval Tvärån
10337804

Plats Tvärån
Borrhål 22W008
Datum 20220525

Förborrningsdjup	2,00 m	Förborrat material	(suox)fsaSi, (suox)siFSa, SuSi
Startdjup	2,00 m	Geometri	Normal
Stoppdjup	17,39 m	Vätska i filter	Olja
Grundvattenyta	0,00 m	Operatör	Markus Andersson
Referens	my	Utrustning	GM 85 GT
Nivå vid referens	9,80 m	[X] **Portryck registrerat vid sondering**	

Kalibreringsdata

Spets	51910	Inre friktion O_c	0,0 kPa
Datum	2021-08-23	Inre friktion O_f	0,0 kPa
Areafaktor a	0,700	Cross talk c_1	0,000
Areafaktor b	0,006	Cross talk c_2	0,000

Skalfaktorer

Portryck Område	Faktor	Friktion Område	Faktor	Spetstryck Område	Faktor

[ ] **Använd skalfaktorer vid beräkning**

Nollvärden, kPa

	Portryck	Friktion	Spetstryck
Före	0,00	0,00	0,00
Efter	14,70	-1,90	0,05
Diff	14,70	-1,90	0,05

Korrigering

Portryck	(ingen)
Friktion	(ingen)
Spetstryck	(ingen)

Bedömd sonderingsklass

Portrycksobservationer

Djup (m)	Portryck (kPa)
0,00	0,00

Skiktgränser

Djup (m)

Klassificering

Djup (m) Från	Till	Densitet (ton/m^3)	Flytgräns	Jordart
0,00	2,00	1,50		Si, FSa
2,00	14,50			suSi

Anmärkning

C P T - sondering

Bilaga 2 **sida 31 av 143**

Projekt
Förstudie åtgärdsval Tvärån
10337804

Plats **Tvärån**
Borrhål **22W008**
Datum **20220525**

Djup (m) Från	Till	Klassificering	ρ t/m³	w_L	τ_{fu} kPa	ϕ °	σ_{vo} kPa	σ'_{vo} kPa	σ'_c kPa	OCR	I_D %	E MPa	M_{OC} MPa	M_{NC} MPa
0,00	2,00	Si, FSa	1,50				14,7	4,7						
2,00	2,20	suSi	1,60		12,3		31,0	10,0	73,2	7,32				
2,20	2,40	suSi	1,60		13,5		34,1	11,1	80,2	7,20				
2,40	2,60	suSi	1,30		12,1		37,0	12,0	68,6	5,72				
2,60	2,80	suSi	1,30		12,7		39,5	12,5	72,2	5,76				
2,80	3,00	suSi	1,30		12,8		42,1	13,1	71,7	5,48				
3,00	3,20	suSi	1,60		14,1		44,9	13,9	80,2	5,76				
3,20	3,40	suSi	1,60		17,3		48,1	15,1	101,5	6,73				
3,40	3,60	suSi	1,60		15,6		51,2	16,2	87,1	5,37				
3,60	3,80	suSi	1,60		15,5		54,3	17,3	85,4	4,93				
3,80	4,00	suSi	1,60		16,0		57,5	18,5	86,8	4,70				
4,00	4,20	suSi	1,60		16,3		60,6	19,6	87,7	4,47				
4,20	4,40	suSi	1,60		16,1		63,8	20,8	85,4	4,11				
4,40	4,60	suSi	1,60		16,8		66,9	21,9	88,7	4,05				
4,60	4,80	suSi	1,60		16,9		70,0	23,0	88,2	3,83				
4,80	5,00	suSi	1,60		17,9		73,2	24,2	94,1	3,89				
5,00	5,20	suSi	1,60		17,4		76,3	25,3	89,7	3,54				
5,20	5,40	suSi	1,60		17,8		79,5	26,5	90,9	3,43				
5,40	5,60	suSi	1,60		17,8		82,6	27,6	90,2	3,27				
5,60	5,80	suSi	1,60		18,3		85,7	28,7	92,2	3,21				
5,80	6,00	suSi	1,60		18,9		88,9	29,9	95,3	3,19				
6,00	6,20	suSi	1,60		19,6		92,0	31,0	99,0	3,19				
6,20	6,40	suSi	1,60		19,9		95,2	32,2	99,7	3,10				
6,40	6,60	suSi	1,60		20,0		98,3	33,3	99,5	2,99				
6,60	6,80	suSi	1,60		20,2		101,4	34,4	99,8	2,90				
6,80	7,00	suSi	1,60		20,8		104,6	35,6	102,7	2,89				
7,00	7,20	suSi	1,60		21,2		107,7	36,7	104,3	2,84				
7,20	7,40	suSi	1,60		21,2		110,9	37,9	103,4	2,73				
7,40	7,60	suSi	1,60		21,7		114,0	39,0	105,8	2,71				
7,60	7,80	suSi	1,60		22,4		117,1	40,1	109,5	2,73				
7,80	8,00	suSi	1,60		22,5		120,3	41,3	109,3	2,65				
8,00	8,20	suSi	1,60		21,9		123,4	42,4	104,9	2,47				
8,20	8,40	suSi	1,60		22,2		126,5	43,5	105,9	2,43				
8,40	8,60	suSi	1,60		23,6		129,7	44,7	113,6	2,54				
8,60	8,80	suSi	1,60		24,0		132,8	45,8	115,5	2,52				
8,80	9,00	suSi	1,60		23,6		136,0	47,0	112,1	2,39				
9,00	9,20	suSi	1,60		23,8		139,1	48,1	112,9	2,35				
9,20	9,40	suSi	1,60		24,2		142,2	49,2	114,4	2,32				
9,40	9,60	suSi	1,60		24,9		145,4	50,4	117,8	2,34				
9,60	9,80	suSi	1,60		24,9		148,5	51,5	117,1	2,27				
9,80	10,00	suSi	1,60		25,3		151,7	52,7	119,2	2,26				
10,00	10,20	suSi	1,60		26,6		154,8	53,8	125,7	2,34				
10,20	10,40	suSi	1,60		26,3		157,9	54,9	123,5	2,25				
10,40	10,60	suSi	1,85		27,1		161,3	56,3	127,5	2,26				
10,60	10,80	suSi	1,60		26,6		164,7	57,7	123,7	2,14				
10,80	11,00	suSi	1,60		26,6		167,8	58,8	123,3	2,10				
11,00	11,20	suSi	1,60		26,9		171,0	60,0	124,3	2,07				
11,20	11,40	suSi	1,60		26,9		174,1	61,1	123,7	2,02				
11,40	11,60	suSi	1,85		27,8		177,5	62,5	128,1	2,05				
11,60	11,80	suSi	1,85		27,8		181,1	64,1	127,6	1,99				
11,80	12,00	suSi	1,85		27,4		184,8	65,8	124,4	1,89				
12,00	12,20	suSi	1,85		27,7		188,4	67,4	125,1	1,86				
12,20	12,40	suSi	1,60		27,4		191,8	68,8	122,7	1,78				
12,40	12,60	suSi	1,85		28,1		195,2	70,2	126,2	1,80				
12,60	12,80	suSi	1,85		28,4		198,8	71,8	127,0	1,77				
12,80	13,00	suSi	1,85		29,0		202,4	73,4	129,7	1,77				
13,00	13,20	suSi	1,85		30,5		206,1	75,1	137,4	1,83				
13,20	13,40	suSi	1,85		30,5		209,7	76,7	136,8	1,78				
13,40	13,60	suSi	1,85		30,3		213,3	78,3	135,2	1,73				
13,60	13,80	suSi	1,85		30,4		216,9	79,9	134,9	1,69				
13,80	14,00	suSi	1,85		30,7		220,6	81,6	135,6	1,66				
14,00	14,20	suSi	1,85		30,9		224,2	83,2	136,1	1,64				
14,20	14,40	suSi	1,85		32,7		227,8	84,8	145,5	1,72				
14,40	14,60	suSi	1,85		29,8		231,5	86,5	129,2	1,49				
14,60	14,80	Cl L NCSi	1,85		(37,7)		235,1	88,1		1,00				
14,80	15,00	Cl L NCSi	1,60		(34,4)		238,5	89,5		1,00				
15,00	15,20	Cl L NCSi	1,85		(34,1)		241,9	90,9		1,00				
15,20	15,40	Cl L NCSi	1,85		(34,1)		245,5	92,5		1,00				
15,40	15,60	Cl L NC	1,85		(33,6)		249,1	94,1		1,00				
15,60	15,80	Cl L NCSi	1,85		(37,2)		252,8	95,8		1,00				
15,80	16,00	Si L	1,70		((135,0))		256,2	97,2				9,0	11,1	8,9
16,00	16,20	Cl M NCSi	1,85		(46,8)		259,7	98,7		1,00				
16,20	16,40	Cl L NC	1,60		(29,4)		263,1	100,1		1,00				
16,40	16,60	Cl M NCSi	1,85		(54,5)		266,5	101,5		1,00				
16,60	16,80	Si L	1,70		((111,8))		270,0	103,0				7,8	9,5	7,6
16,80	17,00	Cl M NCSi	1,85		(51,2)		273,5	104,5		1,00				
17,00	17,20	Si L	1,70		((93,4))		276,9	105,9				6,8	8,2	6,5

C P T - sondering

Projekt	**Plats** Tvärån
Förstudie åtgärdsval Tvärån	**Borrhål** 22W008
10337804	**Datum** 20220525

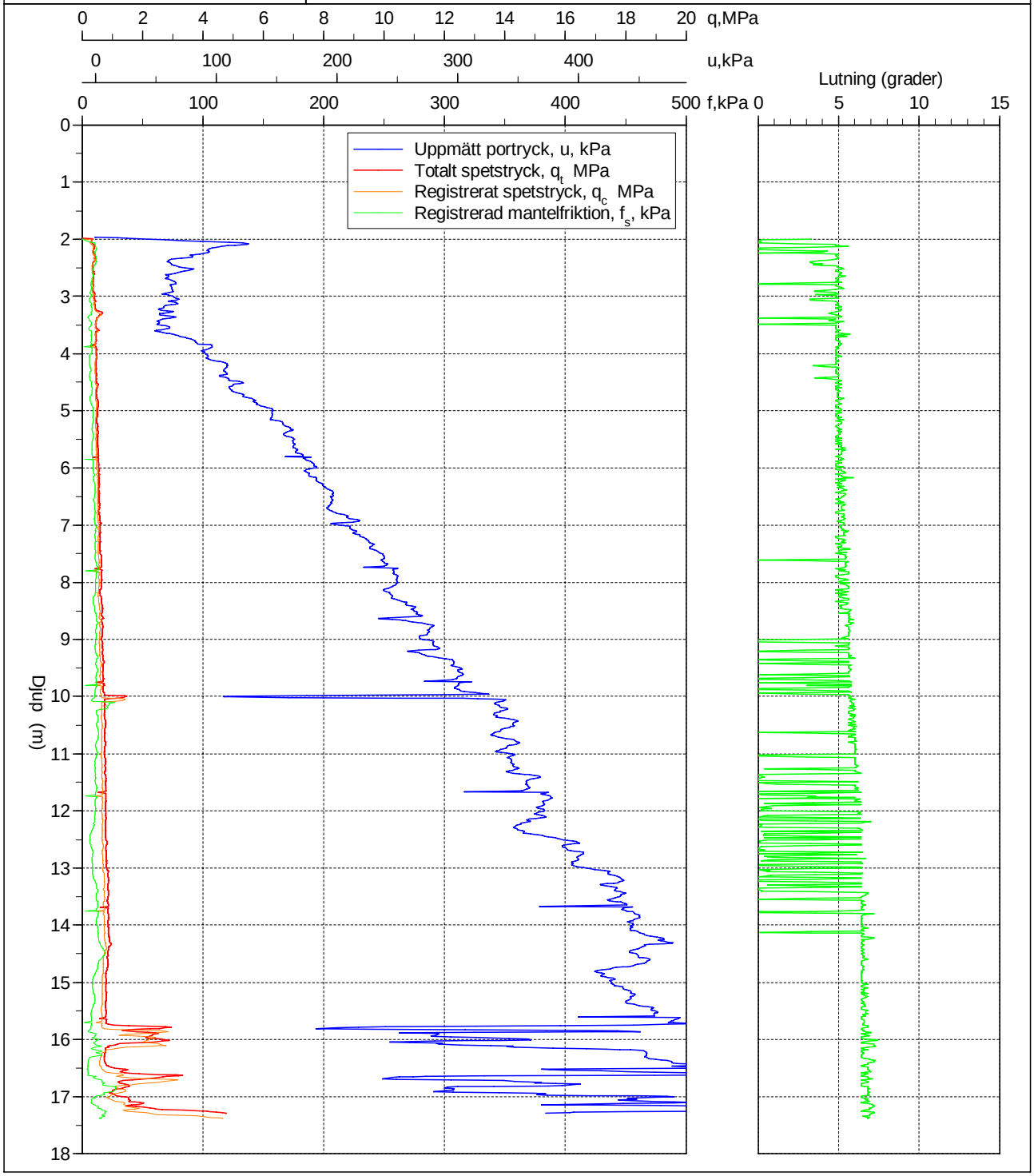
Djup (m) Från	Till	Klassificering		ρ t/m^3	w_L	τ_{fu} kPa	ϕ ^{o}	σ_{vo} kPa	σ'_{vo} kPa	σ'_c kPa	OCR	I_D %	E MPa	M_{OC} MPa	M_{NC} MPa
17,20	17,21	Cl vH	NCSi	1,90		(236,6)		278,7	106,7		1,00				

CPT-sondering utförd enligt EN ISO 22476-1

Projekt	**Förstudie åtgärdsval Tvärån**	**Plats**	**Tvärån**
Projektnummer	**10337804**	**Borrhål**	**22W008**
Borrföretag	**WSP**	**Datum**	**20220525**
Borrningsledare	**Markus Andersson**		

Förborrningsdjup	2,00 m	Förborrat material	(suox)fsaSi, (suox)siFSa, SuSi
Start djup	2,00 m	Geometri	Normal
Stopp djup	17,39 m	Vätska i filter	Olja
Grundvattennivå	0,00 m	Borrpunktens koord.	7081847.821, 148721.107
Referens	my	Utrustning	GM 85 GT
Nivå vid referens	9,80 m	Sond Nr	51910

[X] **Portryck registrerat vid sondering**

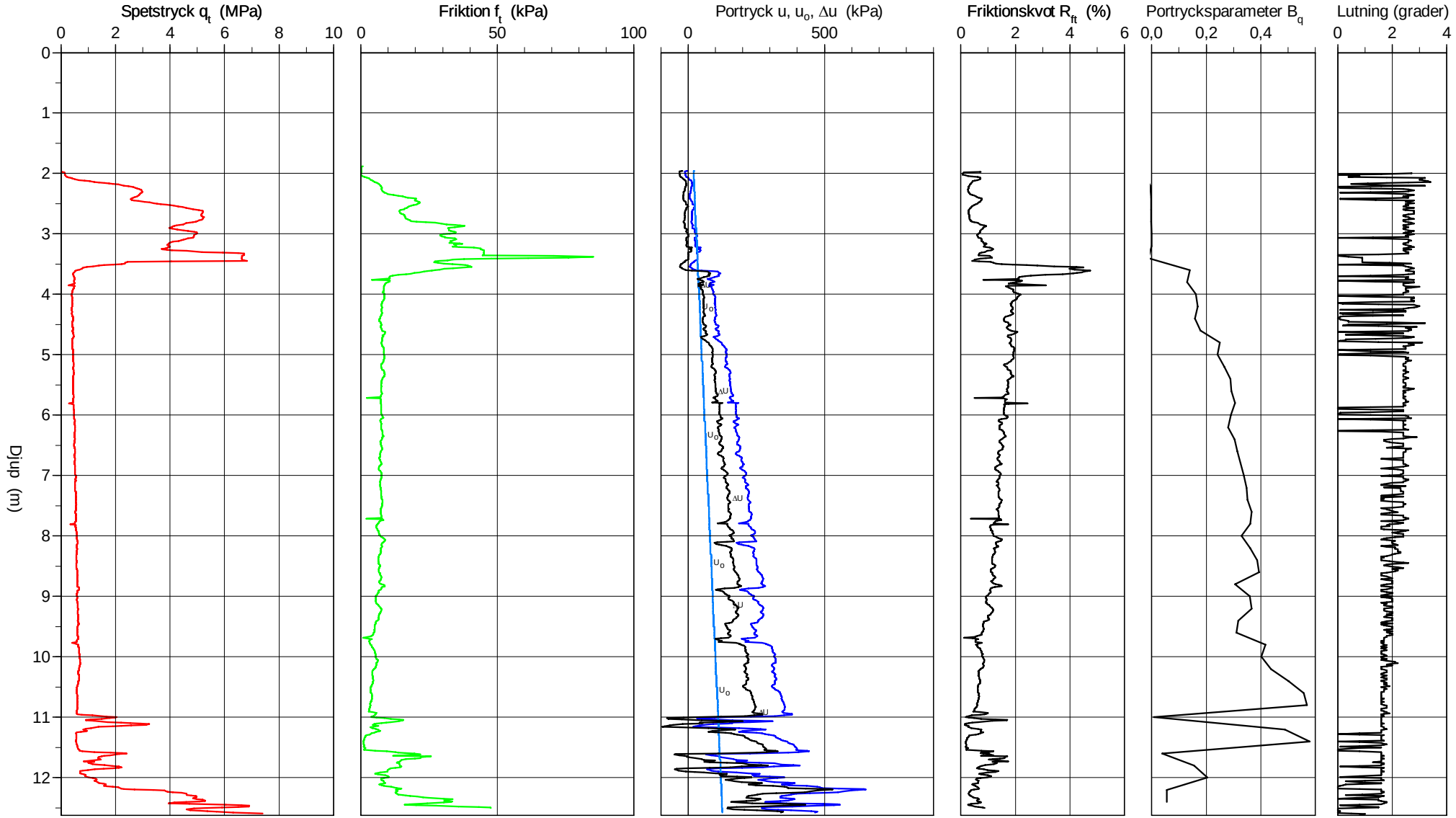


C:\Users\SEHR24280\Desktop\Tvärån\Conrad\22W008\22W008 cpt.CPW

CPT-sondering utförd enligt EN ISO 22476-1

Förborrningsdjup	2,00 m	Referens	my	Vätska i filter	Olja
Start djup	2,00 m	Nivå vid referens	9,63 m	Borrpunktens koord.	7081645.214, 148860.526
Stopp djup	12,62 m	Förborrat material	Sa, saSi, siSa	Utrustning	GM 85 GT
Grundvattennivå	0,00 m	Geometri	Normal	Sond nr	51910

Projekt	Förstudie åtgärdsval Tvärån
Projekt nr	10337804
Plats	Tvärån
Borrhål	22W009
Datum	20220531



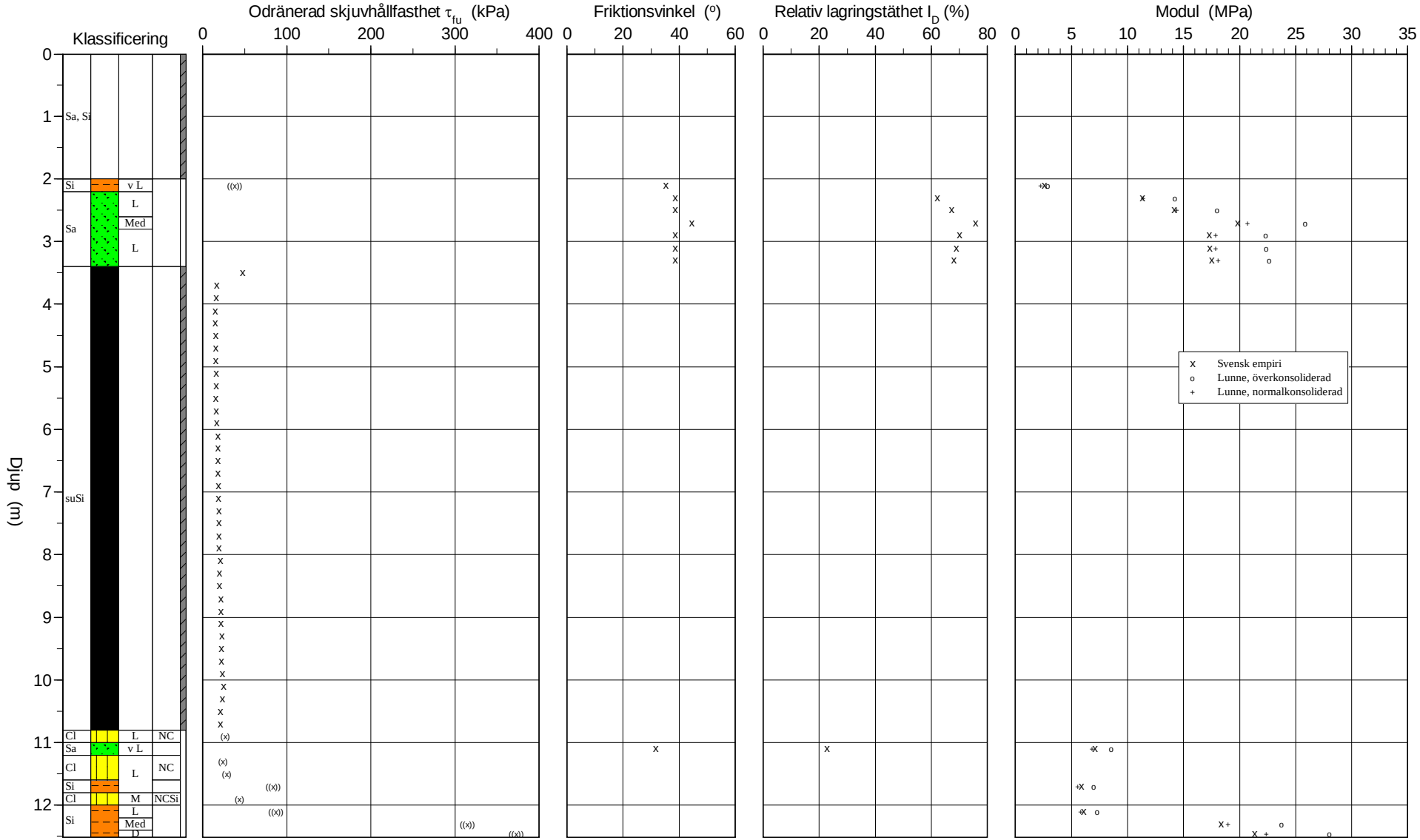
C:\Users\SEHR24280\Desktop\Tvärån\Conrad\22W009\22W009.CPW

2022-06-08

CPT-sondering utvärderad enligt SGI Information 15 rev.2007

Referens	my	Förborrningsdjup	2,00 m	Utvärderare	HR
Nivå vid referens	9,63 m	Förborrat material	Sa, saSi, siSa	Datum för utvärdering	2022-06-07
Grundvattenyta	0,00 m	Utrustning	GM 85 GT		
Startdjup	2,00 m	Geometri	Normal		

Projekt	Förstudie åtgärdsval Tvärån
Projekt nr	10337804
Plats	Tvärån
Borrhål	22W009
Datum	20220531

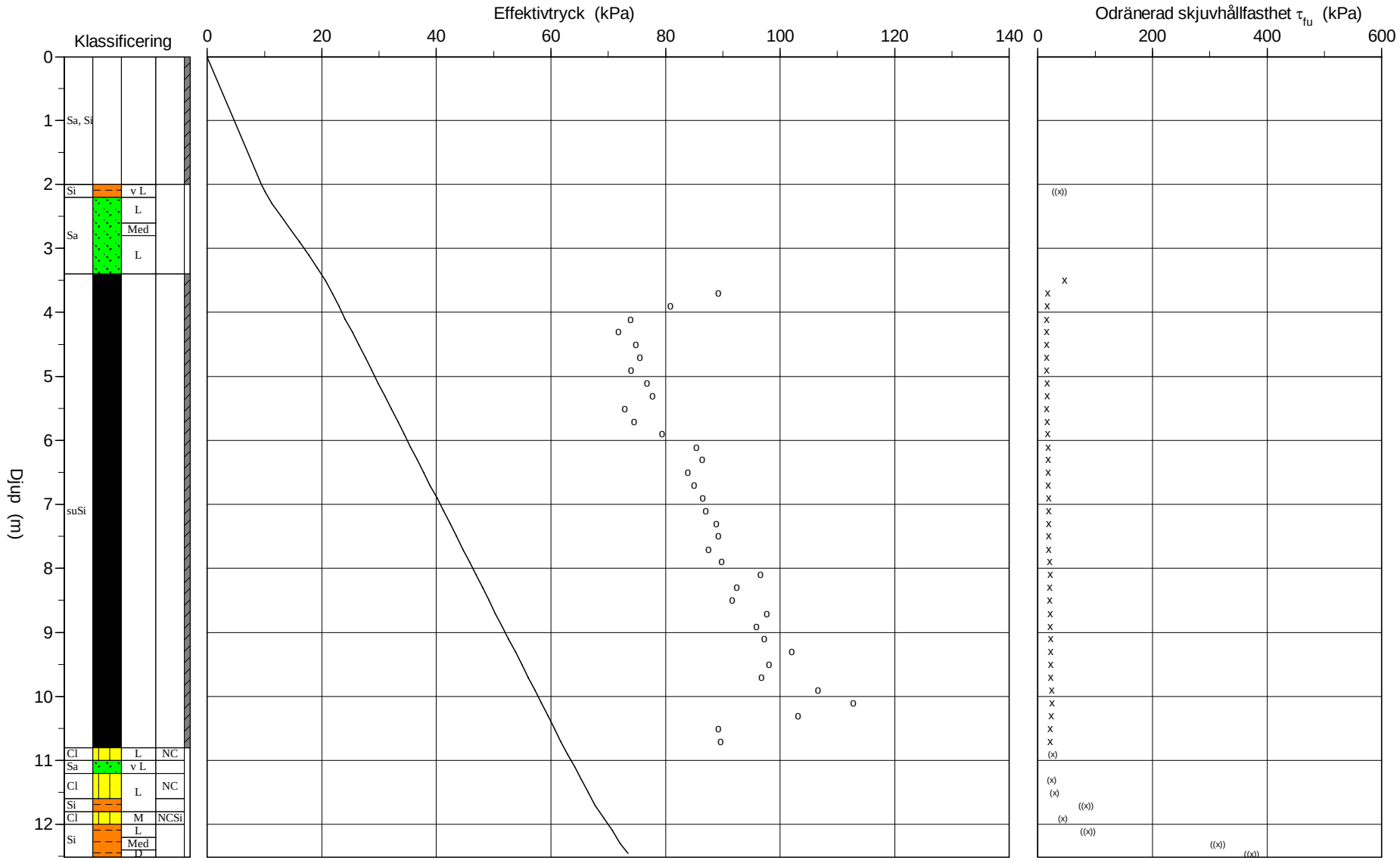


C:\Users\SEHR24280\Desktop\Tvärån\Conrad\22W009\22W009.CPW 2022-06-08

CPT-sondering utvärderad enligt SGI Information 15 rev.2007

Referens	my	Förborrningsdjup	2,00 m	Utvärderare	HR
Nivå vid referens	9,63 m	Förborrat material	Sa, saSi, siSa	Datum för utvärdering	2022-06-07
Grundvattenyta	0,00 m	Utrustning	GM 85 GT		
Startdjup	2,00 m	Geometri	Normal		

Projekt	Förstudie åtgärdsval Tvärån
Projekt nr	10337804
Plats	Tvärån
Borrhål	22W009
Datum	20220531



C:\Users\SEHR24280\Desktop\Tvärån\Conrad\22W009\22W009.CPW 2022-06-08

C P T - sondering

Projekt
Förstudie åtgärdsval Tvärån
10337804

Plats Tvärån
Borrhål 22W009
Datum 20220531

Förborrningsdjup	2,00 m	Förborrat material	Sa, saSi, siSa
Startdjup	2,00 m	Geometri	Normal
Stoppdjup	12,62 m	Vätska i filter	Olja
Grundvattenyta	0,00 m	Operatör	Markus Andersson
Referens	my	Utrustning	GM 85 GT
Nivå vid referens	9,63 m	[X] **Portryck registrerat vid sondering**	

Kalibreringsdata

Spets	51910	Inre friktion O_c	0,0 kPa
Datum	2021-08-23	Inre friktion O_f	0,0 kPa
Areafaktor a	0,700	Cross talk c_1	0,000
Areafaktor b	0,006	Cross talk c_2	0,000

Skalfaktorer

Portryck Område	Faktor	Friktion Område	Faktor	Spetstryck Område	Faktor

[ ] **Använd skalfaktorer vid beräkning**

Nollvärden, kPa

	Portryck	Friktion	Spetstryck
Före	0,00	0,00	0,00
Efter	12,20	-1,20	0,01
Diff	12,20	-1,20	0,01

Korrigering

Portryck	(ingen)
Friktion	(ingen)
Spetstryck	(ingen)

Bedömd sonderingsklass

Portrycksobservationer

Djup (m)	Portryck (kPa)
0,00	0,00

Skiktgränser

Djup (m)

Klassificering

Djup (m) Från	Till	Densitet (ton/m^3)	Flytgräns	Jordart
0,00	2,00	1,50		Sa, Si
3,40	10,80			suSi

Anmärkning

C P T - sondering

Projekt
Förstudie åtgärdsval Tvärån
10337804

Plats Tvärån
Borrhål 22W009
Datum 20220531

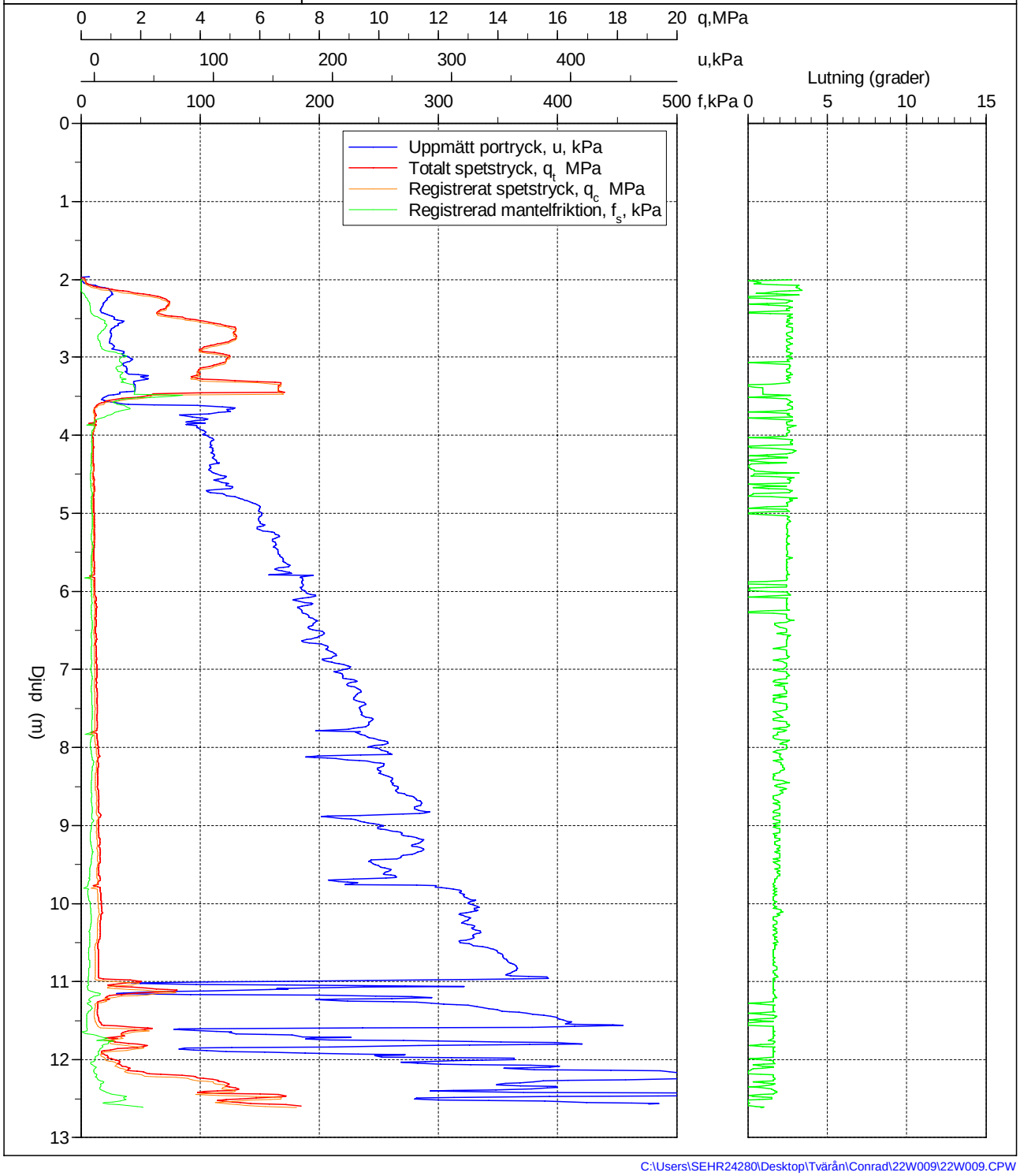
Djup (m) Från	Till	Klassificering	ρ t/m³	w_L	τ_{fu} kPa	ϕ °	σ_{vo} kPa	σ'_{vo} kPa	σ'_c kPa	OCR	I_D %	E MPa	M_{OC} MPa	M_{NC} MPa
0,00	2,00	Sa, Si	1,50				14,7	4,7						
2,00	2,00		0,00				29,4	9,4						
2,00	2,20	Si v L	1,60		((37,9))	(35,2)	31,0	10,0				2,6	2,9	2,3
2,20	2,40	Sa L	1,80			38,7	34,3	11,3			62,2	11,4	14,2	11,4
2,40	2,60	Sa L	1,80			38,6	37,9	12,9			67,1	14,2	18,0	14,4
2,60	2,80	Sa Med	1,90			44,5	41,5	14,5			75,8	19,8	25,9	20,7
2,80	3,00	Sa L	1,80			38,6	45,1	16,1			70,1	17,3	22,4	17,9
3,00	3,20	Sa L	1,80			38,7	48,7	17,7			68,8	17,3	22,4	17,9
3,20	3,40	Sa L	1,80			38,7	52,2	19,2			67,9	17,5	22,6	18,1
3,40	3,60	suSi	1,70		47,1		55,6	20,6	327,0	15,86				
3,60	3,80	suSi	1,60		16,9		58,9	21,9	89,2	4,08				
3,80	4,00	suSi	1,60		15,7		62,0	23,0	80,8	3,51				
4,00	4,20	suSi	1,60		14,8		65,1	24,1	73,9	3,06				
4,20	4,40	suSi	1,60		14,6		68,3	25,3	71,8	2,84				
4,40	4,60	suSi	1,60		15,2		71,4	26,4	74,8	2,83				
4,60	4,80	suSi	1,60		15,5		74,6	27,6	75,5	2,74				
4,80	5,00	suSi	1,60		15,3		77,7	28,7	74,0	2,58				
5,00	5,20	suSi	1,60		15,9		80,8	29,8	76,8	2,57				
5,20	5,40	suSi	1,60		16,2		84,0	31,0	77,7	2,51				
5,40	5,60	suSi	1,60		15,5		87,1	32,1	72,9	2,27				
5,60	5,80	suSi	1,60		15,9		90,3	33,3	74,5	2,24				
5,80	6,00	suSi	1,60		16,8		93,4	34,4	79,4	2,31				
6,00	6,20	suSi	1,60		17,9		96,5	35,5	85,4	2,40				
6,20	6,40	suSi	1,60		18,2		99,7	36,7	86,4	2,36				
6,40	6,60	suSi	1,60		17,9		102,8	37,8	83,9	2,22				
6,60	6,80	suSi	1,60		18,2		105,9	38,9	85,0	2,18				
6,80	7,00	suSi	1,60		18,6		109,1	40,1	86,5	2,16				
7,00	7,20	suSi	1,60		18,7		112,2	41,2	87,0	2,11				
7,20	7,40	suSi	1,60		19,2		115,4	42,4	88,9	2,10				
7,40	7,60	suSi	1,60		19,3		118,5	43,5	89,2	2,05				
7,60	7,80	suSi	1,60		19,2		121,6	44,6	87,5	1,96				
7,80	8,00	suSi	1,60		19,7		124,8	45,8	89,8	1,96				
8,00	8,20	suSi	1,60		20,9		127,9	46,9	96,6	2,06				
8,20	8,40	suSi	1,60		20,3		131,1	48,1	92,4	1,92				
8,40	8,60	suSi	1,60		20,3		134,2	49,2	91,7	1,86				
8,60	8,80	suSi	1,60		21,4		137,3	50,3	97,7	1,94				
8,80	9,00	suSi	1,60		21,2		140,5	51,5	95,9	1,86				
9,00	9,20	suSi	1,60		21,5		143,6	52,6	97,2	1,85				
9,20	9,40	suSi	1,60		22,5		146,8	53,8	102,1	1,90				
9,40	9,60	suSi	1,60		21,9		149,9	54,9	98,1	1,79				
9,60	9,80	suSi	1,60		21,7		153,0	56,0	96,7	1,73				
9,80	10,00	suSi	1,60		23,6		156,2	57,2	106,6	1,86				
10,00	10,20	suSi	1,60		24,7		159,3	58,3	112,8	1,93				
10,20	10,40	suSi	1,60		23,1		162,5	59,5	103,2	1,74				
10,40	10,60	suSi	1,60		20,7		165,6	60,6	89,2	1,47				
10,60	10,80	suSi	1,60		20,8		168,7	61,7	89,6	1,45				
10,80	11,00	Cl L NC	1,60		(26,4)		171,9	62,9		1,00				
11,00	11,20	Sa v L	1,70			31,7	175,1	64,1			22,8	7,1	8,6	6,9
11,20	11,40	Cl L NC	1,60		(24,1)		178,3	65,3		1,00				
11,40	11,60	Cl L NC	1,60		(28,8)		181,5	66,5		1,00				
11,60	11,80	Si L	1,70		((83,9))		184,7	67,7				5,9	7,0	5,6
11,80	12,00	Cl M NCSi	1,85		(44,3)		188,2	69,2		1,00				
12,00	12,20	Si L	1,70		((87,6))		191,7	70,7				6,1	7,3	5,8
12,20	12,40	Si Med	1,80		((314,4))		195,1	72,1				18,3	23,8	19,0
12,40	12,50	Si D	1,95		((372,8))		197,9	73,4				21,4	28,0	22,4

CPT-sondering utförd enligt EN ISO 22476-1

Projekt	**Förstudie åtgärdsval Tvärån**	**Plats**	**Tvärån**
Projektnummer	**10337804**	**Borrhål**	**22W009**
Borrföretag	**WSP**	**Datum**	**20220531**
Borrningsledare	**Markus Andersson**		

Förborrningsdjup	2,00 m	Förborrat material	Sa, saSi, siSa
Start djup	2,00 m	Geometri	Normal
Stopp djup	12,62 m	Vätska i filter	Olja
Grundvattennivå	0,00 m	Borrpunktens koord.	7081645.214, 148860.526
Referens	my	Utrustning	GM 85 GT
Nivå vid referens	9,63 m	Sond Nr	51910

[X] **Portryck registrerat vid sondering**

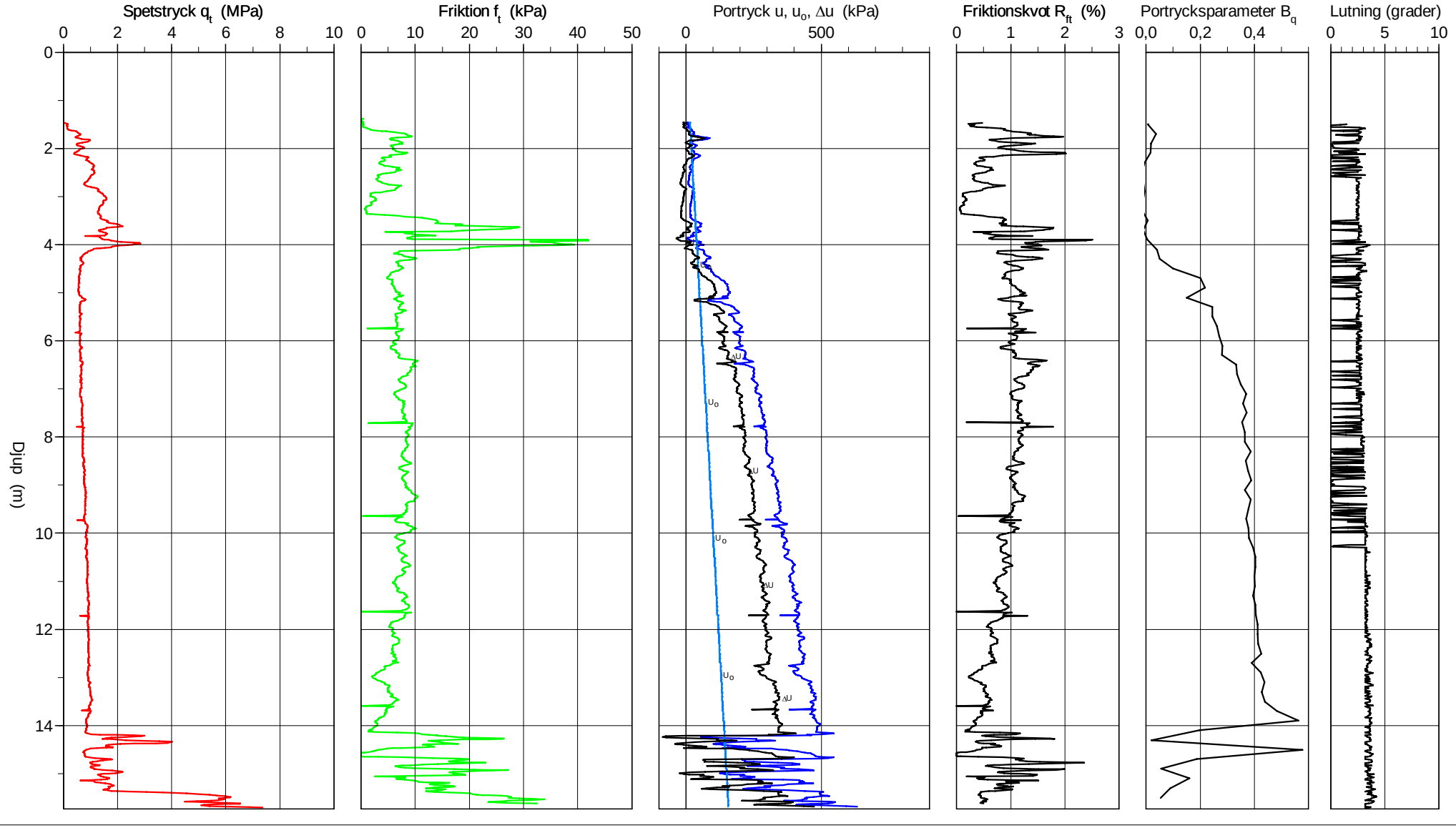


C:\Users\SEHR24280\Desktop\Tvärån\Conrad\22W009\22W009.CPW

CPT-sondering utförd enligt EN ISO 22476-1

Förborrningsdjup	1,50 m	Referens	my	Vätska i filter	Olja
Start djup	1,50 m	Nivå vid referens	9,41 m	Borrpunktens koord.	7081406.507, 149224.314
Stopp djup	15,74 m	Förborrat material	siFSa, grSa, (su)fsaSi	Utrustning	GM 85 GT
Grundvattennivå	0,00 m	Geometri	Normal	Sond nr	51910

Projekt	Förstudie åtgärdsval Tvärån
Projekt nr	10337804
Plats	Tvärån
Borrhål	22W010
Datum	20220531



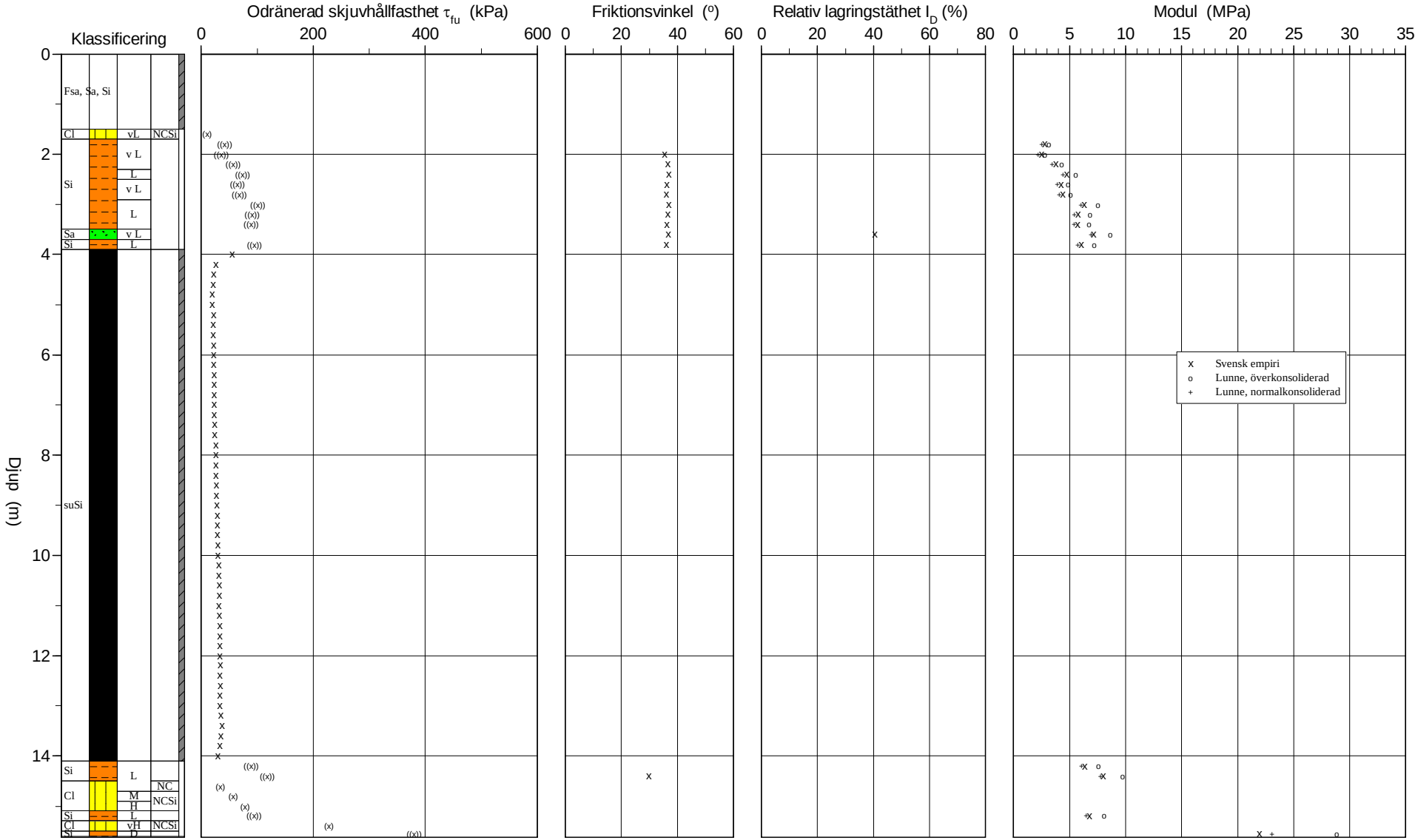
C:\Users\SEHR24280\Desktop\Tvärån\Conrad\22W010\22W010.CPW

2022-06-08

CPT-sondering utvärderad enligt SGI Information 15 rev.2007

Referens	my	Förborrningsdjup	1,50 m	Utvärderare	HR
Nivå vid referens	9,41 m	Förborrat material	siFSa, grSa, (su)fsaSi	Datum för utvärdering	2022-06-07
Grundvattenyta	0,00 m	Utrustning	GM 85 GT		
Startdjup	1,50 m	Geometri	Normal		

Projekt	Förstudie åtgärdsval Tvärån
Projekt nr	10337804
Plats	Tvärån
Borrhål	22W010
Datum	20220531

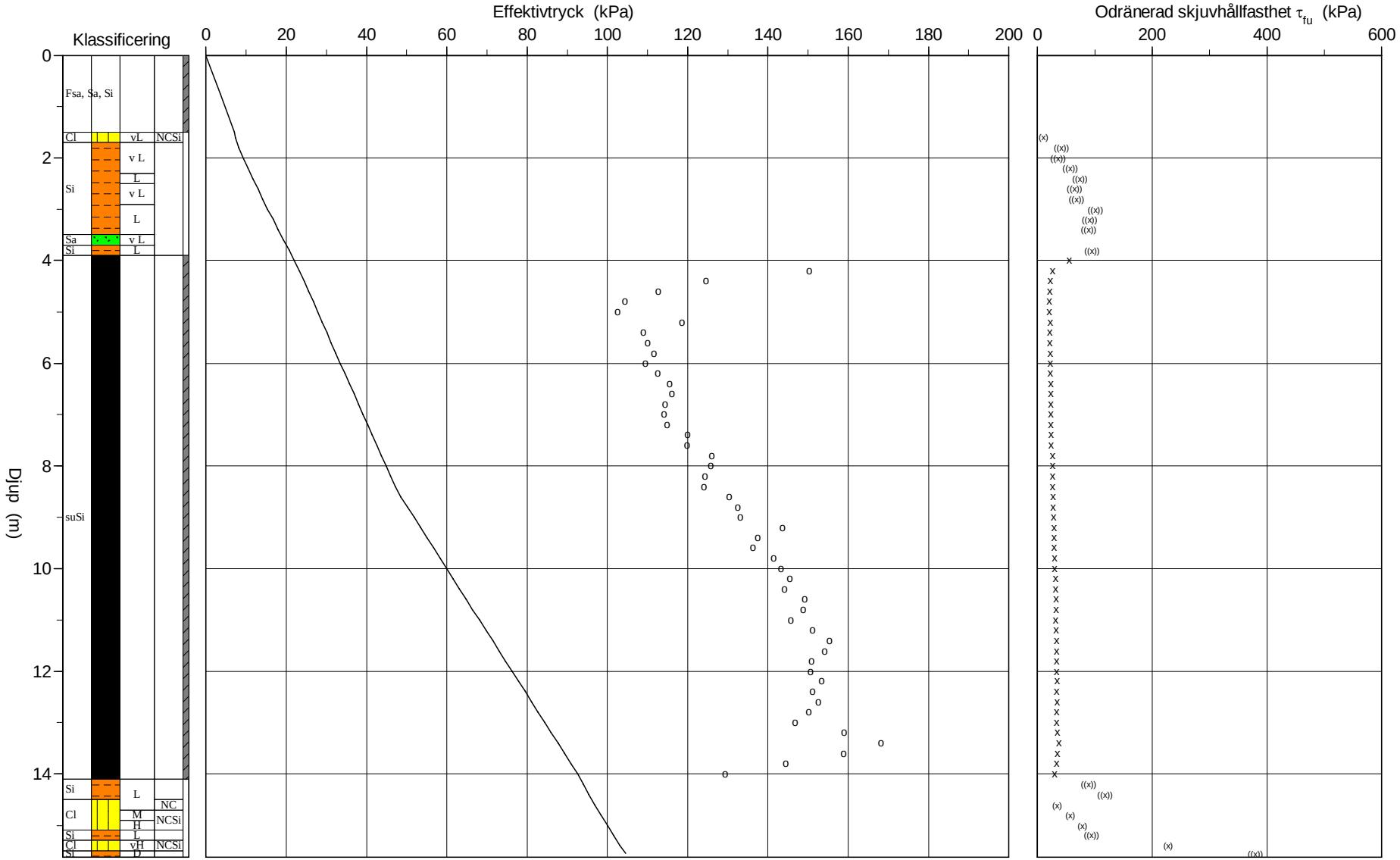


C:\Users\SEHR24280\Desktop\Tvärån\Conrad\22W010\22W010.CPW 2022-06-08

CPT-sondering utvärderad enligt SGI Information 15 rev.2007

Referens	my	Förborrningsdjup	1,50 m	Utvärderare	HR
Nivå vid referens	9,41 m	Förborrat material	siFSa, grSa, (su)fsaSi	Datum för utvärdering	2022-06-07
Grundvattenyta	0,00 m	Utrustning	GM 85 GT		
Startdjup	1,50 m	Geometri	Normal		

Projekt	Förstudie åtgärdsval Tvärån
Projekt nr	10337804
Plats	Tvärån
Borrhål	22W010
Datum	20220531



C:\Users\SEHR24280\Desktop\Tvärån\Conrad\22W010\22W010.CPW 2022-06-08

C P T - sondering

Projekt
Förstudie åtgärdsval Tvärån
10337804

Plats **Tvärån**
Borrhål **22W010**
Datum **20220531**

Förborrningsdjup	1,50 m	Förborrat material	siFSa, grSa, (su)fsaSi
Startdjup	1,50 m	Geometri	Normal
Stoppdjup	15,74 m	Vätska i filter	Olja
Grundvattenyta	0,00 m	Operatör	Markus Anderssson
Referens	my	Utrustning	GM 85 GT
Nivå vid referens	9,41 m	[X] **Portryck registrerat vid sondering**	

Kalibreringsdata

Spets	51910	Inre friktion O_c	0,0 kPa
Datum	2021-08-23	Inre friktion O_f	0,0 kPa
Areafaktor a	0,700	Cross talk c_1	0,000
Areafaktor b	0,006	Cross talk c_2	0,000

Skalfaktorer

Portryck Område	Faktor	Friktion Område	Faktor	Spetstryck Område	Faktor

[ ] **Använd skalfaktorer vid beräkning**

Nollvärden, kPa

	Portryck	Friktion	Spetstryck
Före	0,00	0,00	0,00
Efter	24,30	-3,70	0,08
Diff	24,30	-3,70	0,08

Korrigering

Portryck	(ingen)
Friktion	(ingen)
Spetstryck	(ingen)

Bedömd sonderingsklass

Portrycksobservationer

Djup (m)	Portryck (kPa)
0,00	0,00

Skiktgränser

Djup (m)

Klassificering

Djup (m) Från	Till	Densitet (ton/m^3)	Flytgräns	Jordart
0,00	1,50	1,50		Fsa, Sa, Si
4,00	14,00			suSi

Anmärkning

C P T - sondering

Projekt
Förstudie åtgärdsval Tvärån
10337804

Plats Tvärån
Borrhål 22W010
Datum 20220531

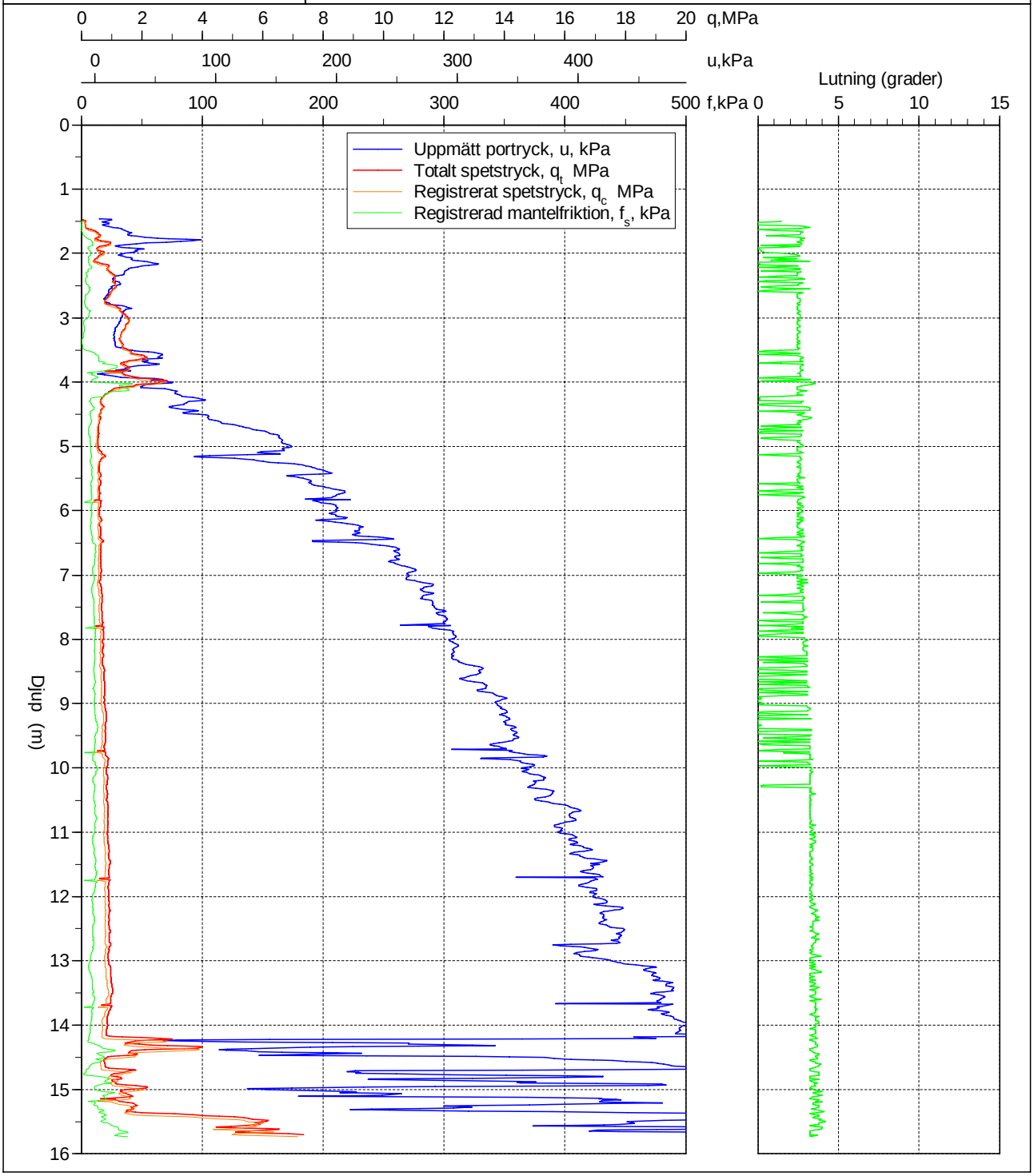
Djup (m) Från	Till	Klassificering	ρ t/m³	w_L	τ_{fu} kPa	ϕ °	σ_{vo} kPa	σ'_{vo} kPa	σ'_c kPa	OCR	I_D %	E MPa	M_{OC} MPa	M_{NC} MPa
0,00	1,50	Fsa, Sa, Si	1,50				11,0	3,5						
1,50	1,50		0,00				22,1	7,1						
1,50	1,70	Cl vL NCSi	1,30		(11,2)		23,3	7,3		1,00				
1,70	1,90	Si v L	1,60		((41,9))		26,2	8,2				2,8	3,2	2,5
1,90	2,10	Si v L	1,60		((36,3))	(35,3)	29,3	9,3				2,5	2,8	2,2
2,10	2,30	Si v L	1,60		((57,2))	(36,5)	32,5	10,5				3,7	4,3	3,4
2,30	2,50	Si L	1,70		((73,9))	(37,0)	35,7	11,7				4,7	5,5	4,4
2,50	2,70	Si v L	1,60		((65,1))	(36,2)	38,9	12,9				4,2	4,9	3,9
2,70	2,90	Si v L	1,60		((67,6))	(36,1)	42,1	14,1				4,4	5,1	4,1
2,90	3,10	Si L	1,70		((100,9))	(37,1)	45,3	15,3				6,3	7,5	6,0
3,10	3,30	Si L	1,70		((91,0))	(36,5)	48,7	16,7				5,8	6,8	5,5
3,30	3,50	Si L	1,70		((89,5))	(36,2)	52,0	18,0				5,7	6,7	5,4
3,50	3,70	Sa v L	1,70			36,8	55,3	19,3			40,3	7,2	8,7	6,9
3,70	3,90	Si L	1,70		((95,1))	(35,9)	58,7	20,7				6,0	7,2	5,8
3,90	4,10	suSi	1,70		55,4		62,0	22,0	393,8	17,90				
4,10	4,30	suSi	1,60		25,9		65,2	23,2	150,3	6,47				
4,30	4,50	suSi	1,60		22,5		68,4	24,4	124,6	5,11				
4,50	4,70	suSi	1,60		21,0		71,5	25,5	112,7	4,42				
4,70	4,90	suSi	1,60		19,9		74,7	26,7	104,4	3,92				
4,90	5,10	suSi	1,60		19,8		77,8	27,8	102,6	3,69				
5,10	5,30	suSi	1,60		22,4		80,9	28,9	118,6	4,10				
5,30	5,50	suSi	1,60		21,1		84,1	30,1	108,9	3,62				
5,50	5,70	suSi	1,60		21,4		87,2	31,2	110,0	3,52				
5,70	5,90	suSi	1,60		21,8		90,4	32,4	111,5	3,45				
5,90	6,10	suSi	1,60		21,6		93,5	33,5	109,4	3,27				
6,10	6,30	suSi	1,60		22,3		96,6	34,6	112,6	3,25				
6,30	6,50	suSi	1,60		22,9		99,8	35,8	115,4	3,23				
6,50	6,70	suSi	1,60		23,1		102,9	36,9	116,2	3,15				
6,70	6,90	suSi	1,60		23,0		106,0	38,0	114,4	3,01				
6,90	7,10	suSi	1,60		23,1		109,2	39,2	114,2	2,91				
7,10	7,30	suSi	1,60		23,3		112,3	40,3	114,8	2,85				
7,30	7,50	suSi	1,60		24,3		115,5	41,5	120,0	2,89				
7,50	7,70	suSi	1,60		24,4		118,6	42,6	119,8	2,81				
7,70	7,90	suSi	1,60		25,5		121,7	43,7	126,0	2,88				
7,90	8,10	suSi	1,60		25,6		124,9	44,9	125,7	2,80				
8,10	8,30	suSi	1,60		25,5		128,0	46,0	124,3	2,70				
8,30	8,50	suSi	1,60		25,6		131,2	47,2	124,1	2,63				
8,50	8,70	suSi	1,85		26,8		134,5	48,5	130,3	2,68				
8,70	8,90	suSi	1,85		27,3		138,2	50,2	132,5	2,64				
8,90	9,10	suSi	1,85		27,6		141,8	51,8	133,1	2,57				
9,10	9,30	suSi	1,85		29,5		145,4	53,4	143,6	2,69				
9,30	9,50	suSi	1,85		28,7		149,1	55,1	137,5	2,50				
9,50	9,70	suSi	1,85		28,6		152,7	56,7	136,3	2,40				
9,70	9,90	suSi	1,85		29,6		156,3	58,3	141,4	2,42				
9,90	10,10	suSi	1,85		30,1		160,0	60,0	143,3	2,39				
10,10	10,30	suSi	1,85		30,7		163,6	61,6	145,5	2,36				
10,30	10,50	suSi	1,85		30,6		167,2	63,2	144,1	2,28				
10,50	10,70	suSi	1,85		31,6		170,8	64,8	149,2	2,30				
10,70	10,90	suSi	1,85		31,7		174,5	66,5	148,8	2,24				
10,90	11,10	suSi	1,85		31,3		178,1	68,1	145,8	2,14				
11,10	11,30	suSi	1,85		32,4		181,7	69,7	151,2	2,17				
11,30	11,50	suSi	1,85		33,3		185,4	71,4	155,3	2,18				
11,50	11,70	suSi	1,85		33,2		189,0	73,0	154,1	2,11				
11,70	11,90	suSi	1,85		32,8		192,6	74,6	150,9	2,02				
11,90	12,10	suSi	1,85		32,9		196,2	76,2	150,5	1,97				
12,10	12,30	suSi	1,85		33,5		199,9	77,9	153,4	1,97				
12,30	12,50	suSi	1,85		33,3		203,5	79,5	151,2	1,90				
12,50	12,70	suSi	1,85		33,6		207,1	81,1	152,5	1,88				
12,70	12,90	suSi	1,85		33,4		210,8	82,8	150,1	1,81				
12,90	13,10	suSi	1,85		32,9		214,4	84,4	146,7	1,74				
13,10	13,30	suSi	1,85		35,2		218,0	86,0	159,0	1,85				
13,30	13,50	suSi	1,85		36,9		221,7	87,7	168,1	1,92				
13,50	13,70	suSi	1,85		35,4		225,3	89,3	158,9	1,78				
13,70	13,90	suSi	1,85		32,9		228,9	90,9	144,4	1,59				
13,90	14,10	suSi	1,85		30,3		232,5	92,5	129,4	1,40				
14,10	14,30	Si L	1,70		((88,6))		236,0	94,0				6,3	7,6	6,1
14,30	14,50	Si L	1,70		((118,2))	(29,7)	239,4	95,4				8,0	9,8	7,8
14,50	14,70	Cl L NC	1,85		(33,7)		242,8	96,8		1,00				
14,70	14,90	Cl M NCSi	1,85		(57,0)		246,5	98,5		1,00				
14,90	15,10	Cl H NCSi	1,85		(77,9)		250,1	100,1		1,00				
15,10	15,30	Si L	1,70		((94,5))		253,6	101,6				6,7	8,1	6,5
15,30	15,50	Cl vH NCSi	1,90		(228,3)		257,1	103,1		1,00				
15,50	15,61	Si D	1,95		((380,0))		260,1	104,5				21,9	28,9	23,1

CPT-sondering utförd enligt EN ISO 22476-1

Projekt	**Förstudie åtgärdsval Tvärån**	**Plats**	**Tvärån**
Projektnummer	**10337804**	**Borrhål**	**22W010**
Borrföretag	**WSP**	**Datum**	**20220531**
Borrningsledare	**Markus Anderssson**		

Förborrningsdjup	1,50 m	Förborrat material	siFSa, grSa, (su)fsaSi
Start djup	1,50 m	Geometri	Normal
Stopp djup	15,74 m	Vätska i filter	Olja
Grundvattennivå	0,00 m	Borrpunktens koord.	7081406.507, 149224.314
Referens	my	Utrustning	GM 85 GT
Nivå vid referens	9,41 m	Sond Nr	51910

[X] **Portryck registrerat vid sondering**

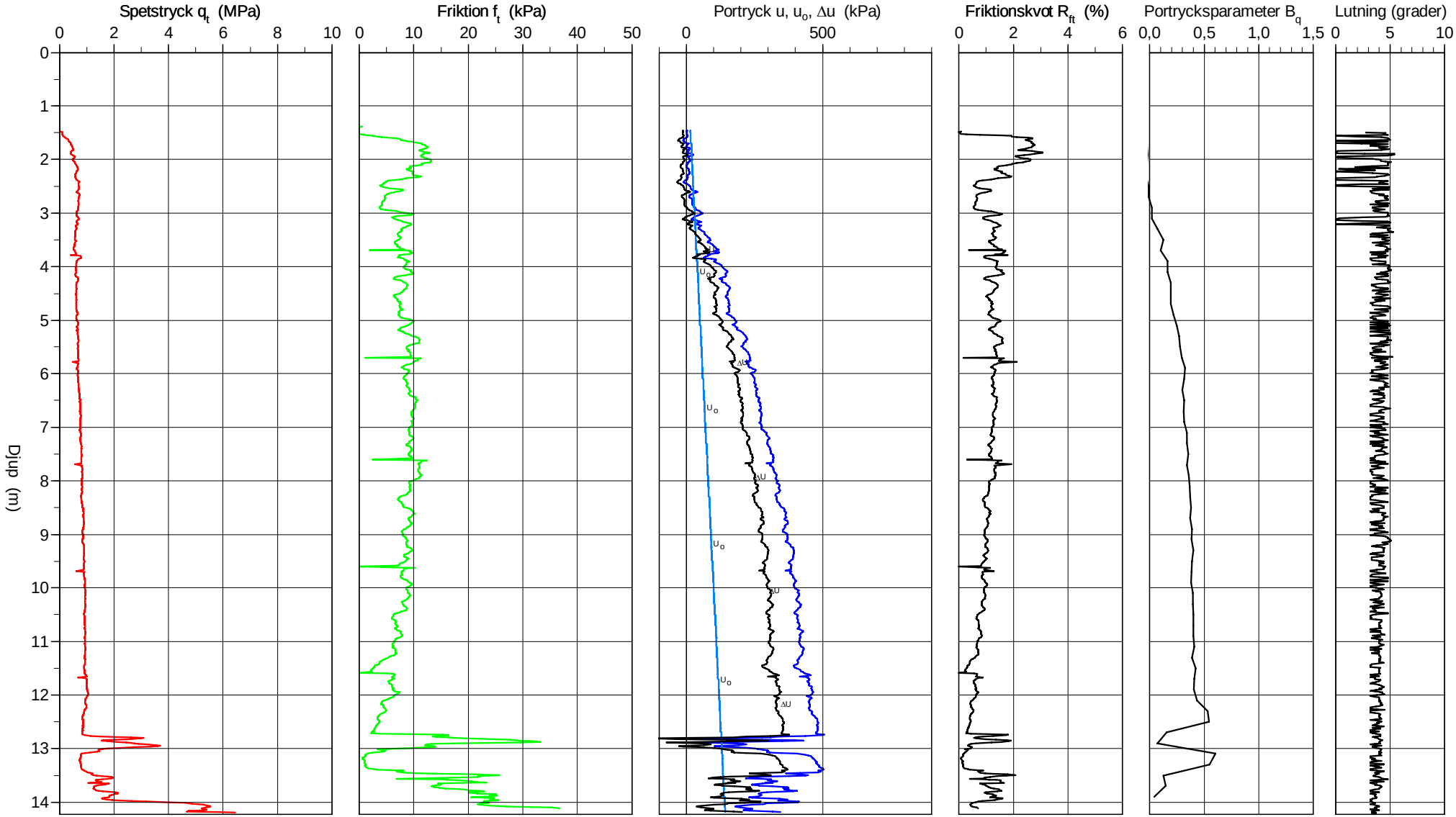


C:\Users\SEHR24280\Desktop\Tvärån\Conrad\22W010\22W010.CPW

CPT-sondering utförd enligt EN ISO 22476-1

Förborrningsdjup	1,50 m	Referens	my	Vätska i filter	Olja
Start djup	1,50 m	Nivå vid referens	8,34 m	Borrpunktens koord.	7081407.479, 149229.552
Stopp djup	14,25 m	Förborrat material	fsaSi	Utrustning	GM 85 GT
Grundvattennivå	0,00 m	Geometri	Normal	Sond nr	51910

Projekt	Förstudie åtgärdsval Tvärån
Projekt nr	10337804
Plats	Tvärån
Borrhål	22W011
Datum	20220531



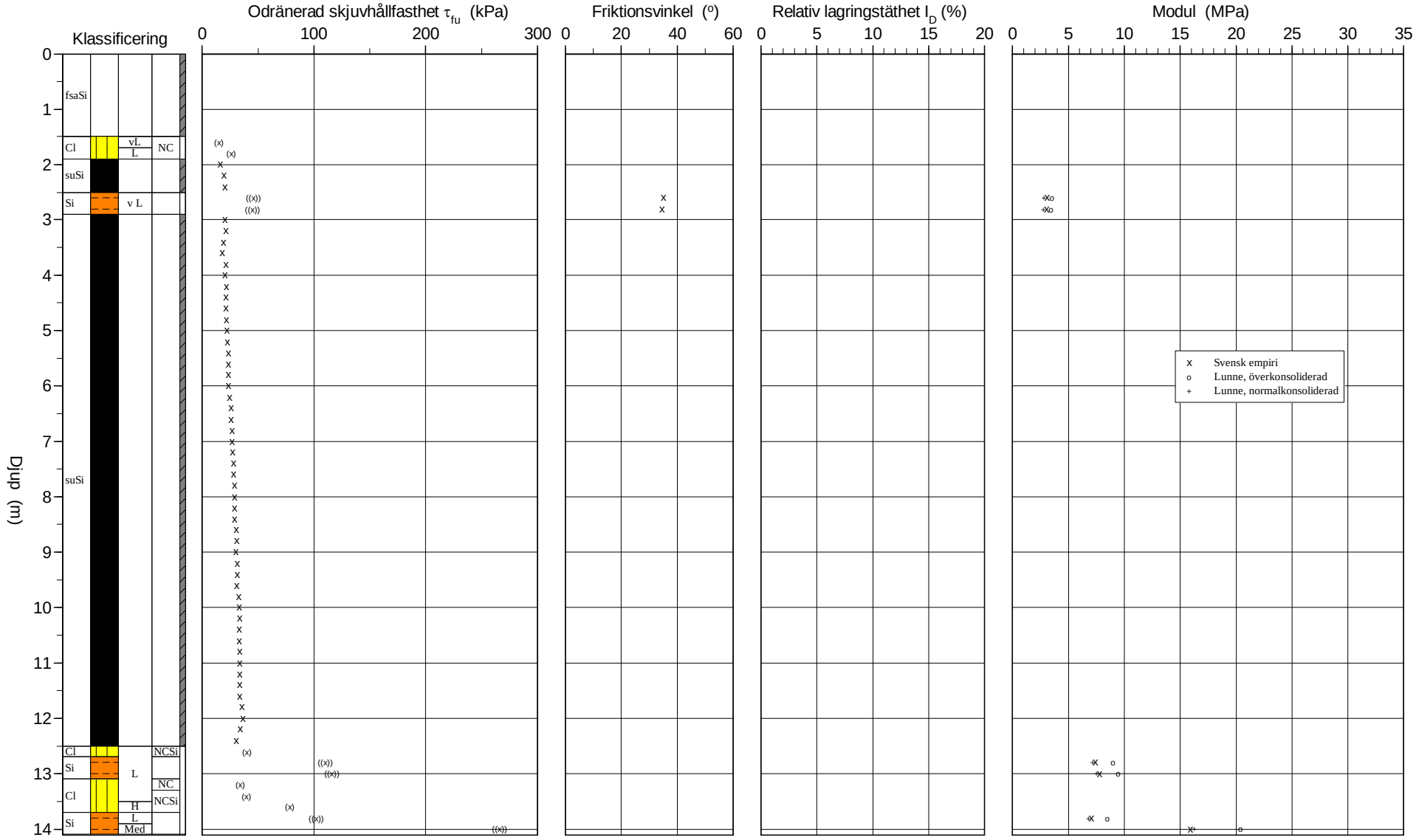
C:\Users\SEHR24280\Desktop\Tvärån\Conrad\22W011\22W011 cpt.CPW

2022-06-08

CPT-sondering utvärderad enligt SGI Information 15 rev.2007

Referens	my	Förborrningsdjup	1,50 m	Utvärderare	HR
Nivå vid referens	8,34 m	Förborrat material	fsaSi	Datum för utvärdering	2022-06-07
Grundvattenyta	0,00 m	Utrustning	GM 85 GT		
Startdjup	1,50 m	Geometri	Normal		

Projekt	Förstudie åtgärdsval Tvärån
Projekt nr	10337804
Plats	Tvärån
Borrhål	22W011
Datum	20220531

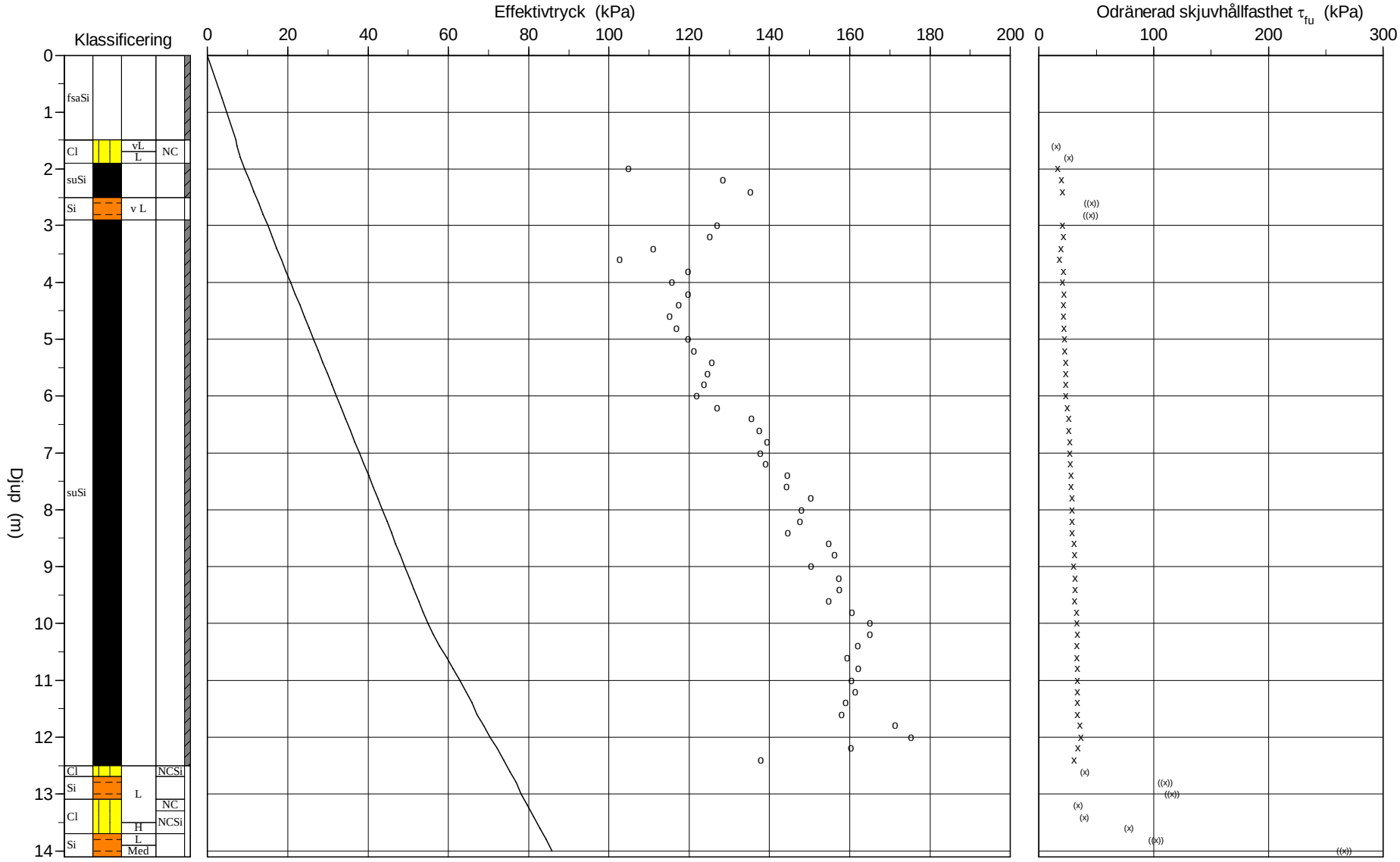


C:\Users\SEHR24280\Desktop\Tvärån\Conrad\22W011\22W011 cpt.CPW 2022-06-08

CPT-sondering utvärderad enligt SGI Information 15 rev.2007

Referens	my	Förborrningsdjup	1,50 m	Utvärderare	HR
Nivå vid referens	8,34 m	Förborrat material	fsaSi	Datum för utvärdering	2022-06-07
Grundvattenyta	0,00 m	Utrustning	GM 85 GT		
Startdjup	1,50 m	Geometri	Normal		

Projekt	Förstudie åtgärdsval Tvärån
Projekt nr	10337804
Plats	Tvärån
Borrhål	22W011
Datum	20220531



C:\Users\SEHR24280\Desktop\Tvärån\Conrad\22W011\22W011 cpt.CPW 2022-06-08

C P T - sondering

Projekt
Förstudie åtgärdsval Tvärån
10337804

Plats Tvärån
Borrhål 22W011
Datum 20220531

Förborrningsdjup	1,50 m	Förborrat material	fsaSi
Startdjup	1,50 m	Geometri	Normal
Stoppdjup	14,25 m	Vätska i filter	Olja
Grundvattenyta	0,00 m	Operatör	Markus Andersson
Referens	my	Utrustning	GM 85 GT
Nivå vid referens	8,34 m	[X] **Portryck registrerat vid sondering**	

Kalibreringsdata

Spets	51910	Inre friktion O_c	0,0 kPa
Datum	20210823	Inre friktion O_f	0,0 kPa
Areafaktor a	0,700	Cross talk c_1	0,000
Areafaktor b	0,006	Cross talk c_2	0,000

Skalfaktorer

Portryck Område	Faktor	Friktion Område	Faktor	Spetstryck Område	Faktor

[ ] **Använd skalfaktorer vid beräkning**

Nollvärden, kPa

	Portryck	Friktion	Spetstryck
Före	0,00	0,00	0,00
Efter	19,30	-1,60	0,07
Diff	19,30	-1,60	0,07

Korrigering

Portryck	(ingen)
Friktion	(ingen)
Spetstryck	(ingen)

Bedömd sonderingsklass

Portrycksobservationer

Djup (m)	Portryck (kPa)
0,00	0,00

Skiktgränser

Djup (m)

Klassificering

Djup (m) Från	Till	Densitet (ton/m^3)	Flytgräns	Jordart
0,00	1,50	1,50		fsaSi
1,80	2,50			suSi
3,00	12,50			suSi

Anmärkning

C P T - sondering

Bilaga 2 **sida 50 av 143**

Projekt
Förstudie åtgärdsval Tvärån
10337804

Plats **Tvärån**
Borrhål **22W011**
Datum **20220531**

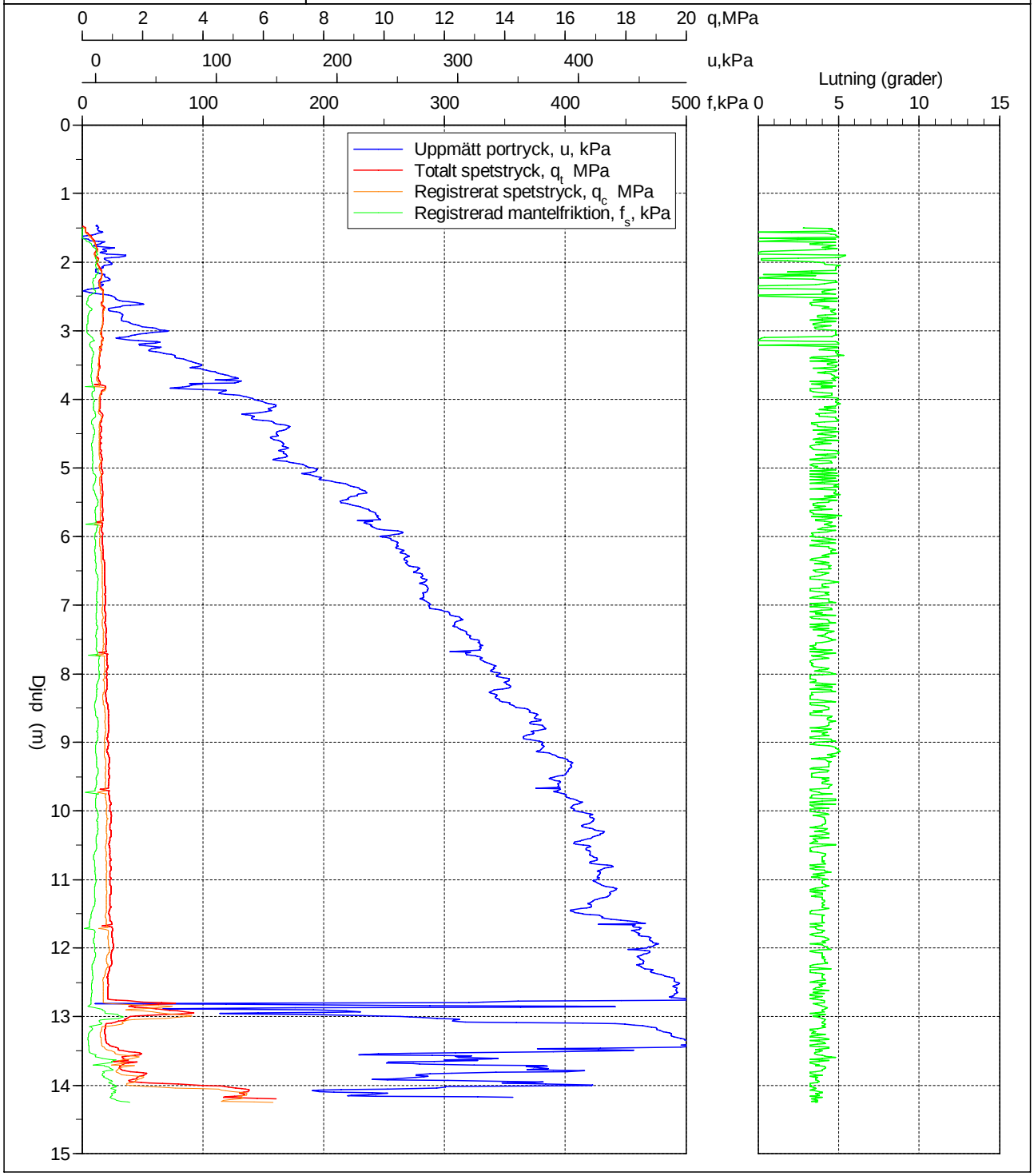
Djup (m) Från	Till	Klassificering		ρ t/m³	w_L	τ_{fu} kPa	ϕ °	σ_{vo} kPa	σ'_{vo} kPa	σ'_c kPa	OCR	I_D %	E MPa	M_{OC} MPa	M_{NC} MPa
0,00	1,50	fsaSi		1,50				11,0	3,5						
1,50	1,50			0,00				22,1	7,1						
1,50	1,70	Cl vL	NC	1,30		(14,8)		23,3	7,3		1,00				
1,70	1,90	Cl L	NC	1,60		(25,8)		26,2	8,2		1,00				
1,90	2,10	suSi		1,60		16,2		29,3	9,3	104,9	11,24				
2,10	2,30	suSi		1,60		19,5		32,5	10,5	128,5	12,27				
2,30	2,50	suSi		1,60		20,7		35,6	11,6	135,3	11,66				
2,50	2,70	Si v L		1,60		((46,1))	(35,0)	38,7	12,7				3,1	3,5	2,8
2,70	2,90	Si v L		1,60		((45,0))	(34,6)	41,9	13,9				3,1	3,5	2,8
2,90	3,10	suSi		1,60		20,7		45,0	15,0	127,0	8,45				
3,10	3,30	suSi		1,60		20,8		48,2	16,2	125,2	7,74				
3,30	3,50	suSi		1,60		19,2		51,3	17,3	111,0	6,41				
3,50	3,70	suSi		1,60		18,2		54,4	18,4	102,7	5,57				
3,70	3,90	suSi		1,60		20,9		57,6	19,6	119,8	6,12				
3,90	4,10	suSi		1,60		20,5		60,7	20,7	115,7	5,58				
4,10	4,30	suSi		1,60		21,3		63,9	21,9	119,7	5,48				
4,30	4,50	suSi		1,60		21,2		67,0	23,0	117,5	5,11				
4,50	4,70	suSi		1,60		21,1		70,1	24,1	115,2	4,77				
4,70	4,90	suSi		1,60		21,5		73,3	25,3	116,9	4,62				
4,90	5,10	suSi		1,60		22,1		76,4	26,4	119,7	4,53				
5,10	5,30	suSi		1,60		22,6		79,6	27,6	121,2	4,40				
5,30	5,50	suSi		1,60		23,4		82,7	28,7	125,6	4,38				
5,50	5,70	suSi		1,60		23,4		85,8	29,8	124,6	4,18				
5,70	5,90	suSi		1,60		23,5		89,0	31,0	123,7	3,99				
5,90	6,10	suSi		1,60		23,4		92,1	32,1	121,9	3,79				
6,10	6,30	suSi		1,60		24,3		95,3	33,3	126,9	3,82				
6,30	6,50	suSi		1,60		25,8		98,4	34,4	135,5	3,94				
6,50	6,70	suSi		1,60		26,2		101,5	35,5	137,4	3,87				
6,70	6,90	suSi		1,60		26,7		104,7	36,7	139,5	3,80				
6,90	7,10	suSi		1,60		26,6		107,8	37,8	137,8	3,64				
7,10	7,30	suSi		1,60		27,0		111,0	39,0	138,9	3,57				
7,30	7,50	suSi		1,60		28,0		114,1	40,1	144,5	3,60				
7,50	7,70	suSi		1,60		28,1		117,2	41,2	144,3	3,50				
7,70	7,90	suSi		1,60		29,2		120,4	42,4	150,3	3,55				
7,90	8,10	suSi		1,60		29,0		123,5	43,5	148,0	3,40				
8,10	8,30	suSi		1,60		29,1		126,6	44,6	147,6	3,31				
8,30	8,50	suSi		1,60		28,8		129,8	45,8	144,6	3,16				
8,50	8,70	suSi		1,60		30,5		132,9	46,9	154,7	3,30				
8,70	8,90	suSi		1,60		30,9		136,1	48,1	156,2	3,25				
8,90	9,10	suSi		1,60		30,1		139,2	49,2	150,5	3,06				
9,10	9,30	suSi		1,60		31,4		142,3	50,3	157,3	3,13				
9,30	9,50	suSi		1,60		31,5		145,5	51,5	157,5	3,06				
9,50	9,70	suSi		1,60		31,2		148,6	52,6	154,8	2,94				
9,70	9,90	suSi		1,60		32,3		151,8	53,8	160,6	2,99				
9,90	10,10	suSi		1,60		33,2		154,9	54,9	165,1	3,01				
10,10	10,30	suSi		1,85		33,3		158,3	56,3	164,9	2,93				
10,30	10,50	suSi		1,85		33,0		161,9	57,9	162,0	2,80				
10,50	10,70	suSi		1,85		32,8		165,5	59,5	159,3	2,68				
10,70	10,90	suSi		1,85		33,4		169,2	61,2	162,2	2,65				
10,90	11,10	suSi		1,85		33,3		172,8	62,8	160,4	2,55				
11,10	11,30	suSi		1,85		33,6		176,4	64,4	161,5	2,51				
11,30	11,50	suSi		1,60		33,4		179,8	65,8	159,0	2,42				
11,50	11,70	suSi		1,85		33,3		183,2	67,2	157,9	2,35				
11,70	11,90	suSi		1,85		35,7		186,8	68,8	171,3	2,49				
11,90	12,10	suSi		1,85		36,6		190,5	70,5	175,4	2,49				
12,10	12,30	suSi		1,85		34,2		194,1	72,1	160,3	2,22				
12,30	12,50	suSi		1,85		30,4		197,7	73,7	137,8	1,87				
12,50	12,70	Cl L	NCSi	1,85		(39,9)		201,4	75,4		1,00				
12,70	12,90	Si L		1,70		((109,9))		204,8	76,8				7,4	9,0	7,2
12,90	13,10	Si L		1,70		((116,2))		208,2	78,2				7,8	9,5	7,6
13,10	13,30	Cl L	NC	1,85		(34,0)		211,7	79,7		1,00				
13,30	13,50	Cl L	NCSi	1,85		(39,6)		215,3	81,3		1,00				
13,50	13,70	Cl H	NCSi	1,85		(78,5)		218,9	82,9		1,00				
13,70	13,90	Si L		1,70		((102,1))		222,4	84,4				7,1	8,5	6,8
13,90	14,10	Si Med		1,80		((265,8))		225,8	85,8				15,9	20,4	16,3

CPT-sondering utförd enligt EN ISO 22476-1

Projekt	**Förstudie åtgärdsval Tvärån**	**Plats**	**Tvärån**
Projektnummer	**10337804**	**Borrhål**	**22W011**
Borrföretag	**WSP**	**Datum**	**20220531**
Borrningsledare	**Markus Andersson**		

Förborrningsdjup	1,50 m	Förborrat material	fsaSi
Start djup	1,50 m	Geometri	Normal
Stopp djup	14,25 m	Vätska i filter	Olja
Grundvattennivå	0,00 m	Borrpunktens koord.	7081407.479, 149229.552
Referens	my	Utrustning	GM 85 GT
Nivå vid referens	8,34 m	Sond Nr	51910

[X] **Portryck registrerat vid sondering**

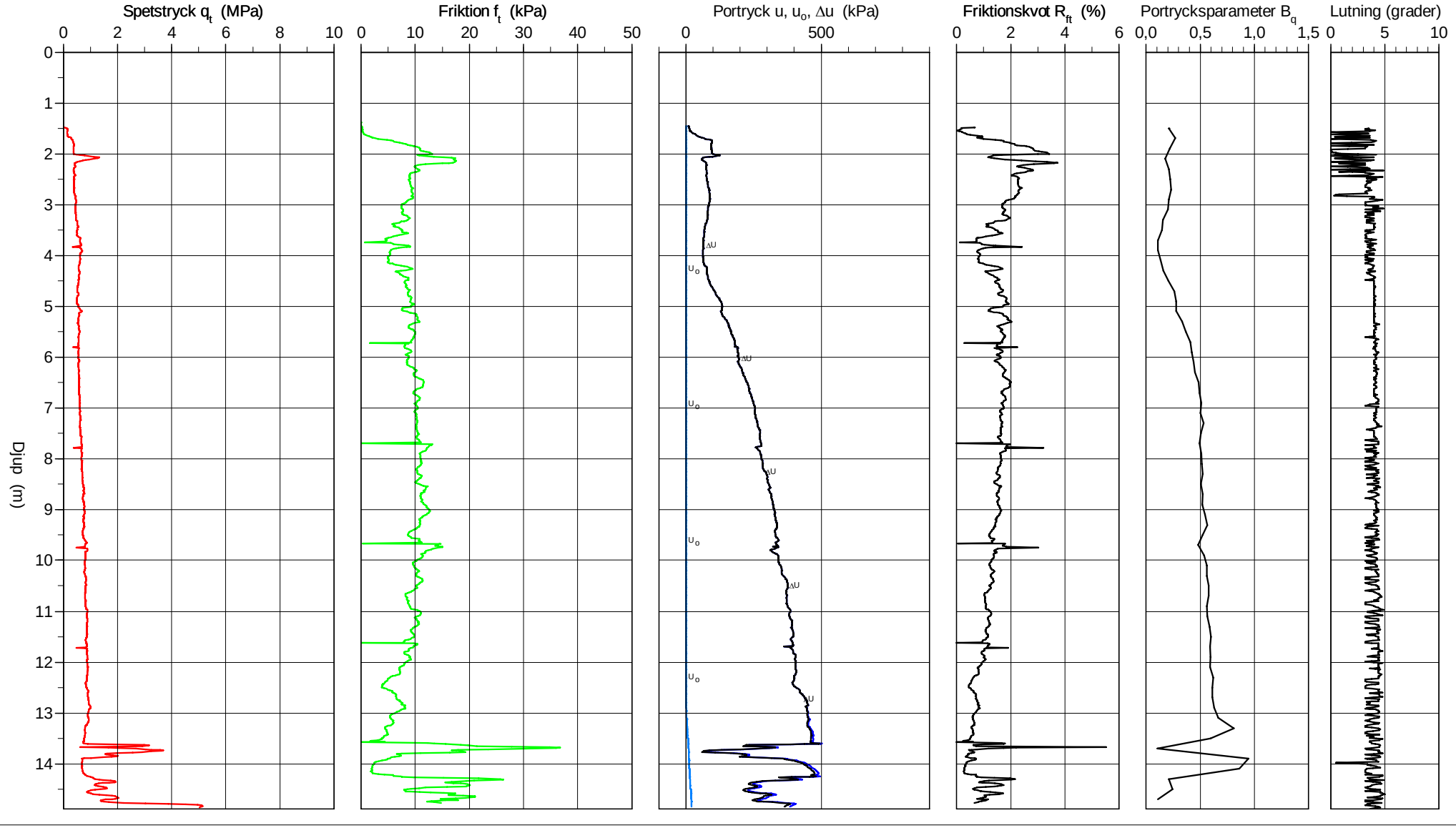


C:\Users\SEHR24280\Desktop\Tvårån\Conrad\22W011\22W011 cpt.CPW

CPT-sondering utförd enligt EN ISO 22476-1

Förborrningsdjup	1,50 m	Referens	my	Vätska i filter	Olja
Start djup	1,50 m	Nivå vid referens	9,45 m	Borrpunktens koord.	7081409.074, 149240.010
Stopp djup	14,91 m	Förborrat material	Mg:siSa, Sa	Utrustning	GM 85 GT
Grundvattennivå	12,80 m	Geometri	Normal	Sond nr	51910

Projekt	Förstudie åtgärdsval Tvärån
Projekt nr	10337804
Plats	Tvärån
Borrhål	22W012
Datum	20220601



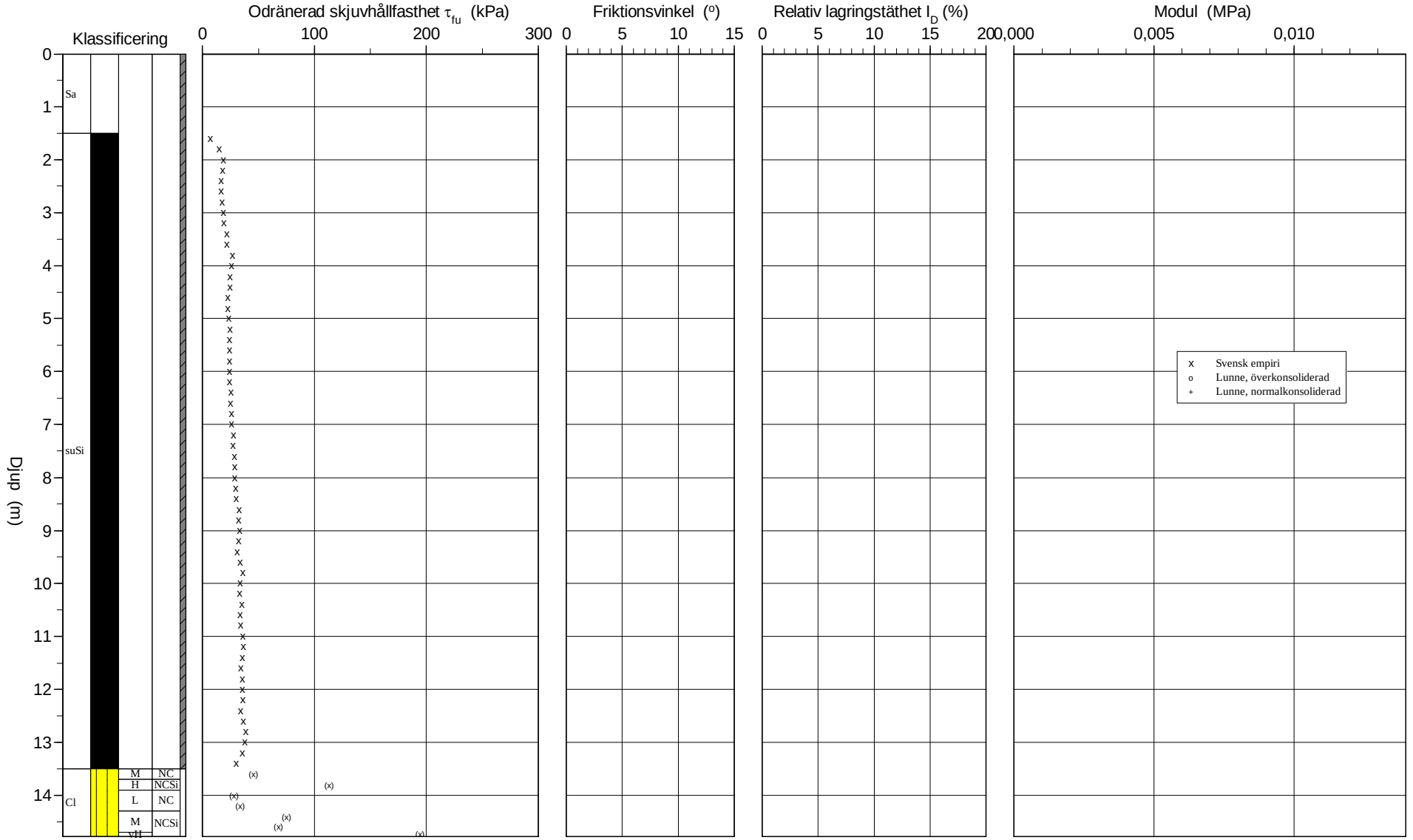
C:\Users\SEHR24280\Desktop\Tvärån\Conrad\22W012\22W012 cpt.CPW

2022-06-08

CPT-sondering utvärderad enligt SGI Information 15 rev.2007

Referens	my	Förborrningsdjup	1,50 m	Utvärderare	HR
Nivå vid referens	9,45 m	Förborrat material	Mg:siSa, Sa	Datum för utvärdering	2022-06-07
Grundvattenyta	12,80 m	Utrustning	GM 85 GT		
Startdjup	1,50 m	Geometri	Normal		

Projekt	Förstudie åtgärdsval Tvärån
Projekt nr	10337804
Plats	Tvärån
Borrhål	22W012
Datum	20220601

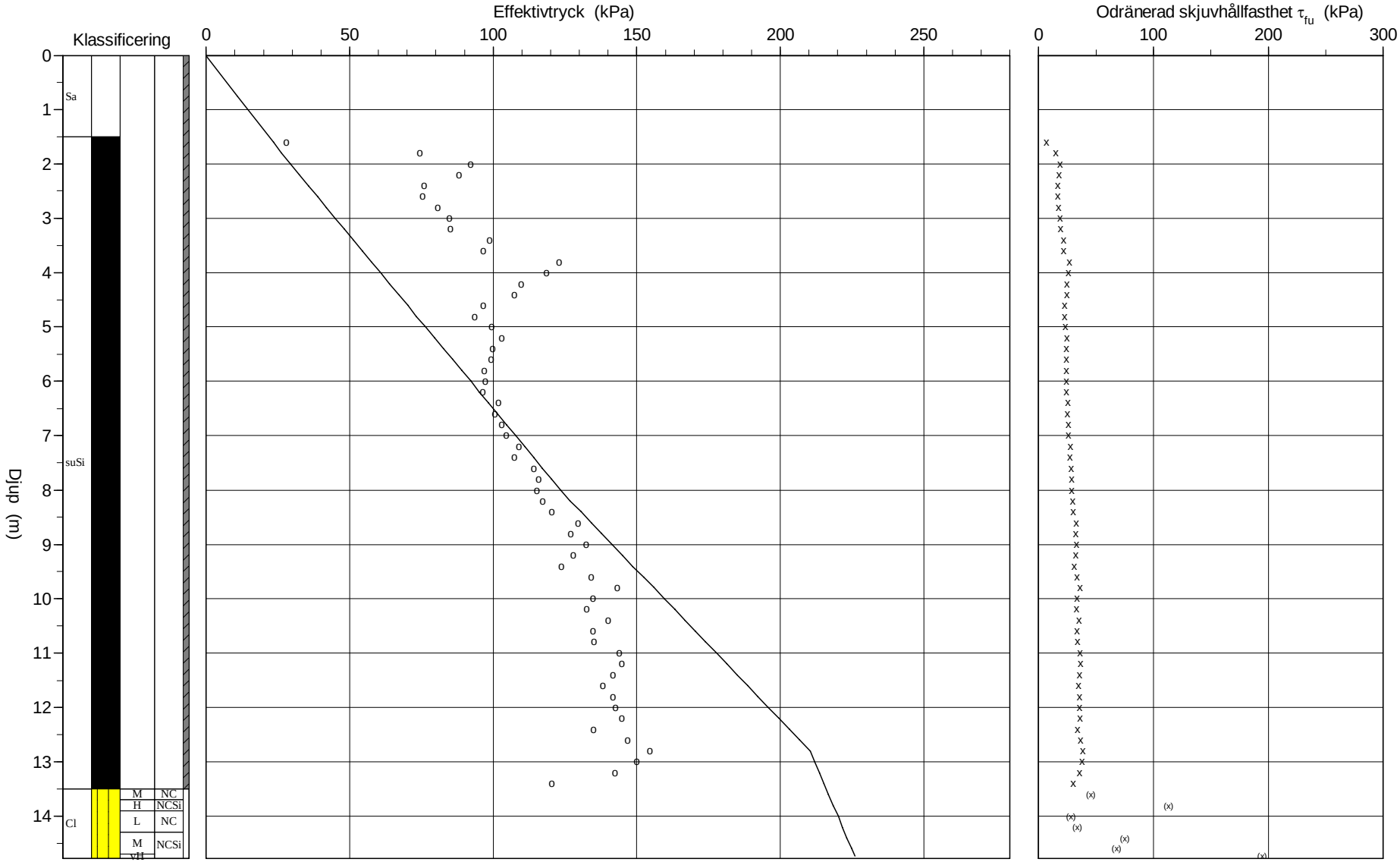


C:\Users\SEHR24280\Desktop\Tvärån\Conrad\22W012\22W012 cpt.CPW 2022-06-08

CPT-sondering utvärderad enligt SGI Information 15 rev.2007

Referens	my	Förborrningsdjup	1,50 m	Utvärderare	HR
Nivå vid referens	9,45 m	Förborrat material	Mg:siSa, Sa	Datum för utvärdering	2022-06-07
Grundvattenyta	12,80 m	Utrustning	GM 85 GT		
Startdjup	1,50 m	Geometri	Normal		

Projekt	Förstudie åtgärdsval Tvärån
Projekt nr	10337804
Plats	Tvärån
Borrhål	22W012
Datum	20220601



C:\Users\SEHR24280\Desktop\Tvärån\Conrad\22W012\22W012 cpt.CPW 2022-06-08

C P T - sondering

Projekt
Förstudie åtgärdsval Tvärån
10337804

Plats Tvärån
Borrhål 22W012
Datum 20220601

Förborrningsdjup	1,50 m	Förborrat material	Mg:siSa, Sa
Startdjup	1,50 m	Geometri	Normal
Stoppdjup	14,91 m	Vätska i filter	Olja
Grundvattenyta	12,80 m	Operatör	Markus Andersson
Referens	my	Utrustning	GM 85 GT
Nivå vid referens	9,45 m	[X] **Portryck registrerat vid sondering**	

Kalibreringsdata

Spets	51910	Inre friktion O_c	0,0 kPa
Datum	2021-08-23	Inre friktion O_f	0,0 kPa
Areafaktor a	0,700	Cross talk c_1	0,000
Areafaktor b	0,006	Cross talk c_2	0,000

Skalfaktorer

Portryck Område	Faktor	Friktion Område	Faktor	Spetstryck Område	Faktor

[ ] **Använd skalfaktorer vid beräkning**

Nollvärden, kPa

	Portryck	Friktion	Spetstryck
Före	0,00	0,00	0,00
Efter	5,60	-1,10	0,02
Diff	5,60	-1,10	0,02

Korrigering

Portryck	(ingen)
Friktion	(ingen)
Spetstryck	(ingen)

Bedömd sonderingsklass

Portrycksobservationer

Djup (m)	Portryck (kPa)
12,80	0,00

Skiktgränser

Djup (m)

Klassificering

Djup (m) Från	Till	Densitet (ton/m^3)	Flytgräns	Jordart
0,00	1,50	1,50		Sa
1,50	13,50			suSi

Anmärkning

C P T - sondering

Bilaga 2 **sida 56 av 143**

Projekt
Förstudie åtgärdsval Tvärån
10337804

Plats **Tvärån**
Borrhål **22W012**
Datum **20220601**

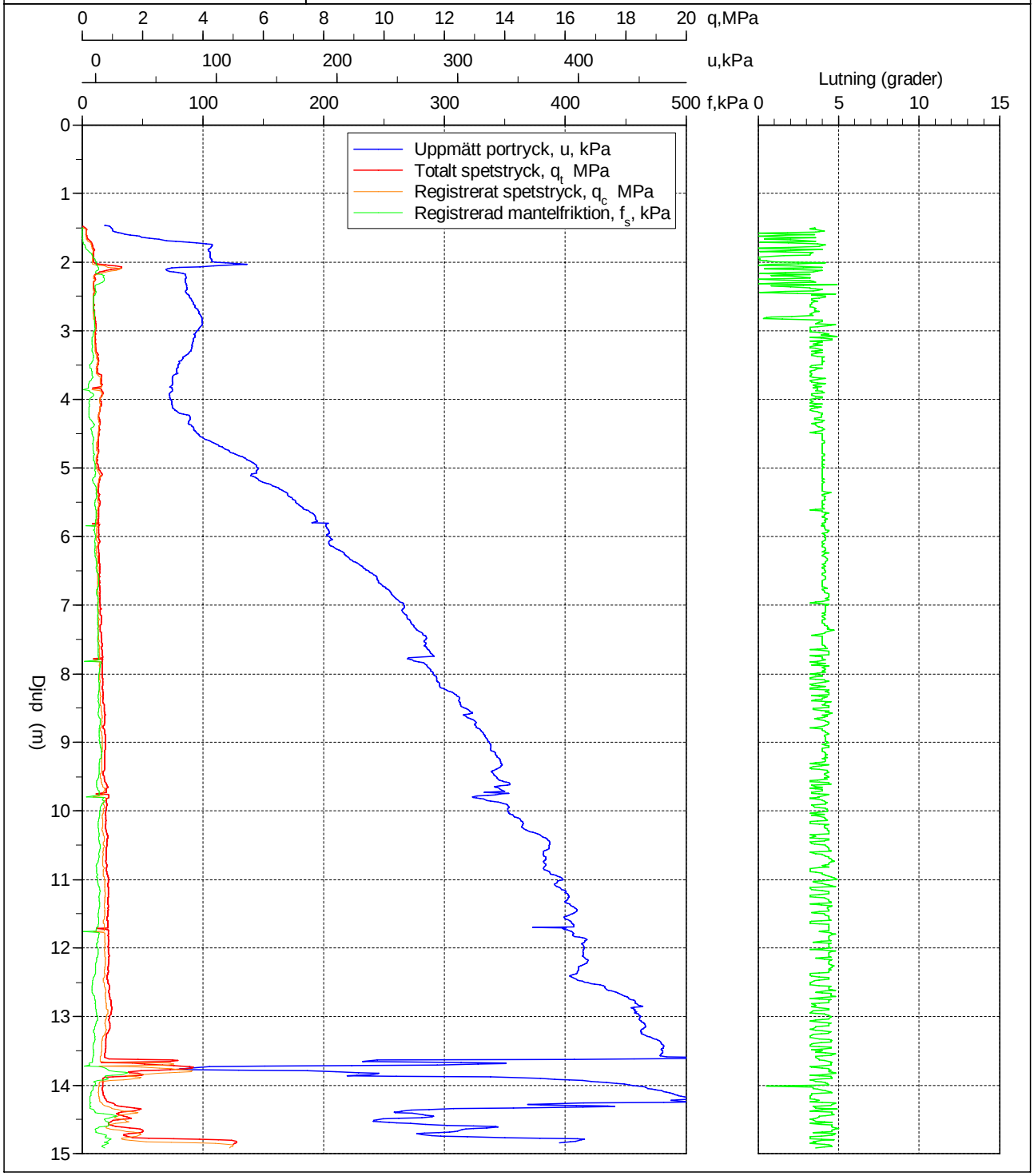
Djup (m) Från	Till	Klassificering		ρ t/m³	w_L	τ_{fu} kPa	ϕ °	σ_{vo} kPa	σ'_{vo} kPa	σ'_c kPa	OCR	I_D %	E MPa	M_{OC} MPa	M_{NC} MPa
0,00	1,50	Sa		1,50				11,0	11,0						
1,50	1,70	suSi		1,30		6,8		23,3	23,3	28,1	1,20				
1,70	1,90	suSi		1,60		15,1		26,2	26,2	74,5	2,84				
1,90	2,10	suSi		1,60		18,4		29,3	29,3	92,3	3,15				
2,10	2,30	suSi		1,60		18,1		32,5	32,5	88,2	2,72				
2,30	2,50	suSi		1,60		16,3		35,6	35,6	75,9	2,13				
2,50	2,70	suSi		1,60		16,5		38,7	38,7	75,5	1,95				
2,70	2,90	suSi		1,60		17,7		41,9	41,9	80,6	1,92				
2,90	3,10	suSi		1,60		18,7		45,0	45,0	84,8	1,88				
3,10	3,30	suSi		1,60		19,0		48,2	48,2	84,9	1,76				
3,30	3,50	suSi		1,60		21,7		51,3	51,3	98,9	1,93				
3,50	3,70	suSi		1,60		21,6		54,4	54,4	96,6	1,77				
3,70	3,90	suSi		1,60		26,5		57,6	57,6	123,1	2,14				
3,90	4,10	suSi		1,60		26,0		60,7	60,7	118,6	1,95				
4,10	4,30	suSi		1,60		24,6		63,9	63,9	109,7	1,72				
4,30	4,50	suSi		1,60		24,4		67,0	67,0	107,3	1,60				
4,50	4,70	suSi		1,60		22,7		70,1	70,1	96,6	1,38				
4,70	4,90	suSi		1,60		22,3		73,3	73,3	93,6	1,28				
4,90	5,10	suSi		1,60		23,6		76,4	76,4	99,4	1,30				
5,10	5,30	suSi		1,60		24,5		79,6	79,6	102,9	1,29				
5,30	5,50	suSi		1,60		24,1		82,7	82,7	99,8	1,21				
5,50	5,70	suSi		1,60		24,1		85,8	85,8	99,1	1,15				
5,70	5,90	suSi		1,60		23,9		89,0	89,0	97,0	1,09				
5,90	6,10	suSi		1,60		24,1		92,1	92,1	97,1	1,05				
6,10	6,30	suSi		1,60		24,1		95,3	95,3	96,3	1,01				
6,30	6,50	suSi		1,60		25,3		98,4	98,4	101,7	1,03				
6,50	6,70	suSi		1,60		25,2		101,5	101,5	100,7	1,00				
6,70	6,90	suSi		1,60		25,8		104,7	104,7	102,9	1,00				
6,90	7,10	suSi		1,60		26,2		107,8	107,8	104,7	1,00				
7,10	7,30	suSi		1,60		27,3		111,0	111,0	109,1	1,00				
7,30	7,50	suSi		1,60		26,9		114,1	114,1	107,3	1,00				
7,50	7,70	suSi		1,60		28,6		117,2	117,2	114,3	1,00				
7,70	7,90	suSi		1,60		29,0		120,4	120,4	115,8	1,00				
7,90	8,10	suSi		1,60		28,8		123,5	123,5	115,3	1,00				
8,10	8,30	suSi		1,85		29,3		126,9	126,9	117,2	1,00				
8,30	8,50	suSi		1,85		30,2		130,5	130,5	120,5	1,00				
8,50	8,70	suSi		1,85		32,5		134,2	134,2	129,7	1,00				
8,70	8,90	suSi		1,85		31,8		137,8	137,8	126,9	1,00				
8,90	9,10	suSi		1,85		33,2		141,4	141,4	132,5	1,00				
9,10	9,30	suSi		1,85		32,0		145,0	145,0	127,8	1,00				
9,30	9,50	suSi		1,85		31,0		148,7	148,7	123,8	1,00				
9,50	9,70	suSi		1,85		33,6		152,3	152,3	134,2	1,00				
9,70	9,90	suSi		1,85		35,8		155,9	155,9	143,1	1,00				
9,90	10,10	suSi		1,85		33,7		159,6	159,6	134,7	1,00				
10,10	10,30	suSi		1,85		33,2		163,2	163,2	132,6	1,00				
10,30	10,50	suSi		1,85		35,0		166,8	166,8	140,0	1,00				
10,50	10,70	suSi		1,85		33,7		170,4	170,4	134,8	1,00				
10,70	10,90	suSi		1,85		33,8		174,1	174,1	135,1	1,00				
10,90	11,10	suSi		1,85		36,0		177,7	177,7	144,0	1,00				
11,10	11,30	suSi		1,85		36,3		181,3	181,3	144,8	1,00				
11,30	11,50	suSi		1,85		35,5		185,0	185,0	141,8	1,00				
11,50	11,70	suSi		1,85		34,6		188,6	188,6	138,3	1,00				
11,70	11,90	suSi		1,85		35,5		192,2	192,2	141,9	1,00				
11,90	12,10	suSi		1,85		35,7		195,9	195,9	142,7	1,00				
12,10	12,30	suSi		1,85		36,2		199,5	199,5	144,7	1,00				
12,30	12,50	suSi		1,85		33,8		203,1	203,1	134,9	1,00				
12,50	12,70	suSi		1,85		36,7		206,7	206,7	146,8	1,00				
12,70	12,90	suSi		1,85		38,7		210,4	210,4	154,5	1,00				
12,90	13,10	suSi		1,85		37,5		214,0	212,0	150,0	1,00				
13,10	13,30	suSi		1,85		35,6		217,6	213,6	142,4	1,00				
13,30	13,50	suSi		1,80		30,1		221,2	215,2	120,3	1,00				
13,50	13,70	Cl M	NC	1,85		(45,3)		224,8	216,8		1,00				
13,70	13,90	Cl H	NCSi	1,90		(113,2)		228,5	218,5		1,00				
13,90	14,10	Cl L	NC	1,80		(27,9)		232,1	220,1		1,00				
14,10	14,30	Cl L	NC	1,80		(33,5)		235,6	221,6		1,00				
14,30	14,50	Cl M	NCSi	1,85		(74,8)		239,2	223,2		1,00				
14,50	14,70	Cl M	NCSi	1,85		(68,2)		242,8	224,8		1,00				
14,70	14,77	Cl vH	NCSi	1,90		(194,6)		245,3	226,0		1,00				

CPT-sondering utförd enligt EN ISO 22476-1

Projekt	**Förstudie åtgärdsval Tvärån**	**Plats**	**Tvärån**
Projektnummer	**10337804**	**Borrhål**	**22W012**
Borrföretag	**WSP**	**Datum**	**20220601**
Borrningsledare	**Markus Andersson**		

Förborrningsdjup	1,50 m	Förborrat material	Mg:siSa, Sa
Start djup	1,50 m	Geometri	Normal
Stopp djup	14,91 m	Vätska i filter	Olja
Grundvattennivå	12,80 m	Borrpunktens koord.	7081409.074, 149240.010
Referens	my	Utrustning	GM 85 GT
Nivå vid referens	9,45 m	Sond Nr	51910

[X] **Portryck registrerat vid sondering**

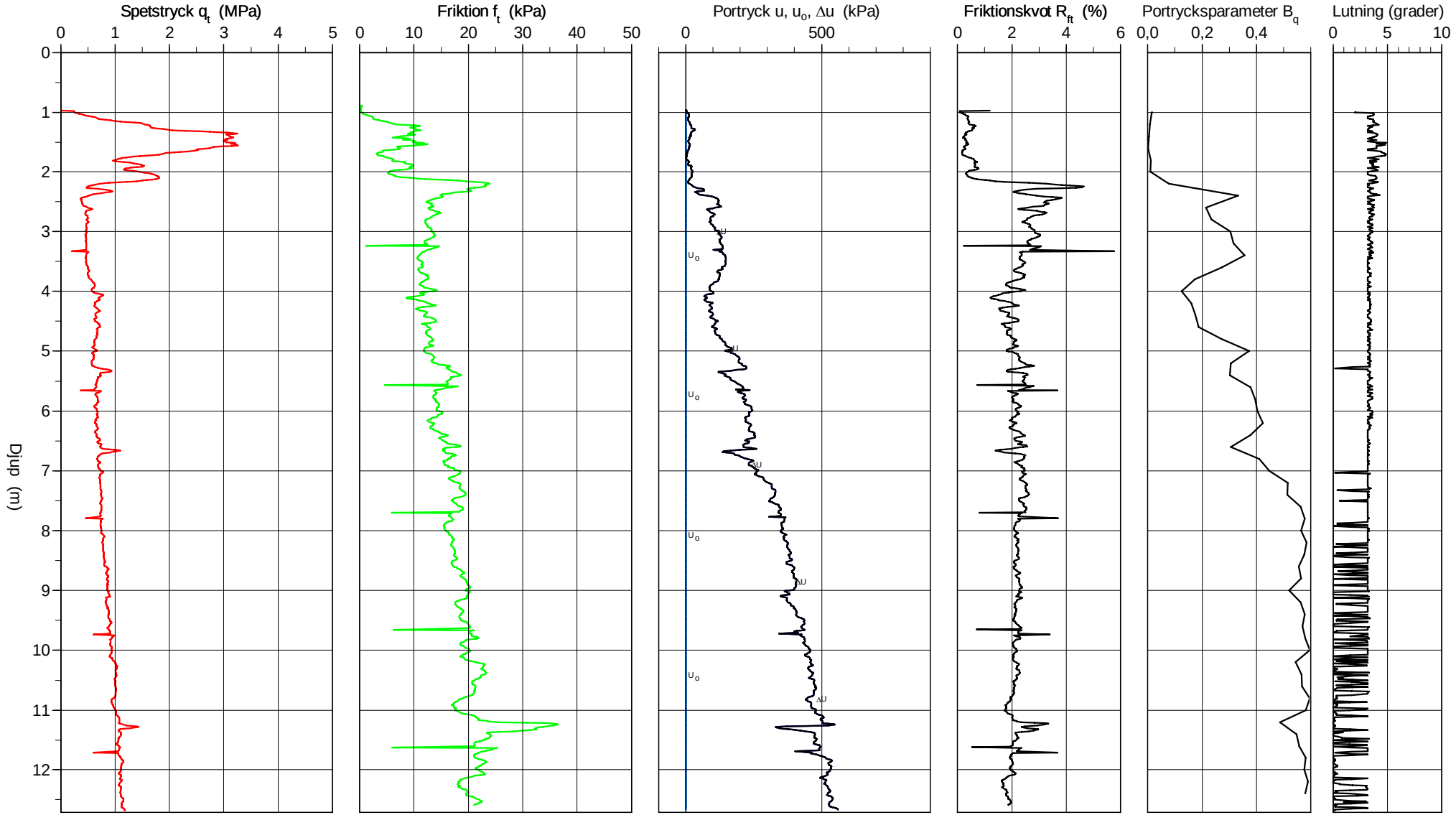


C:\Users\SEHR24280\Desktop\Tvårån\Conrad\22W012\22W012 cpt.CPW

CPT-sondering utförd enligt EN ISO 22476-1

Förborrningsdjup	1,00 m	Referens	my	Vätska i filter	Olja
Start djup	1,00 m	Nivå vid referens	8,49 m	Borrpunktens koord.	7081228.692, 149138.629
Stopp djup	12,72 m	Förborrat material	siFSa, siSa	Utrustning	GM 85 GT
Grundvattennivå	12,70 m	Geometri	Normal	Sond nr	51910

Projekt	Förstudie åtgärdsval Tvärån
Projekt nr	10337804
Plats	Tvärån
Borrhål	22W013
Datum	20220601



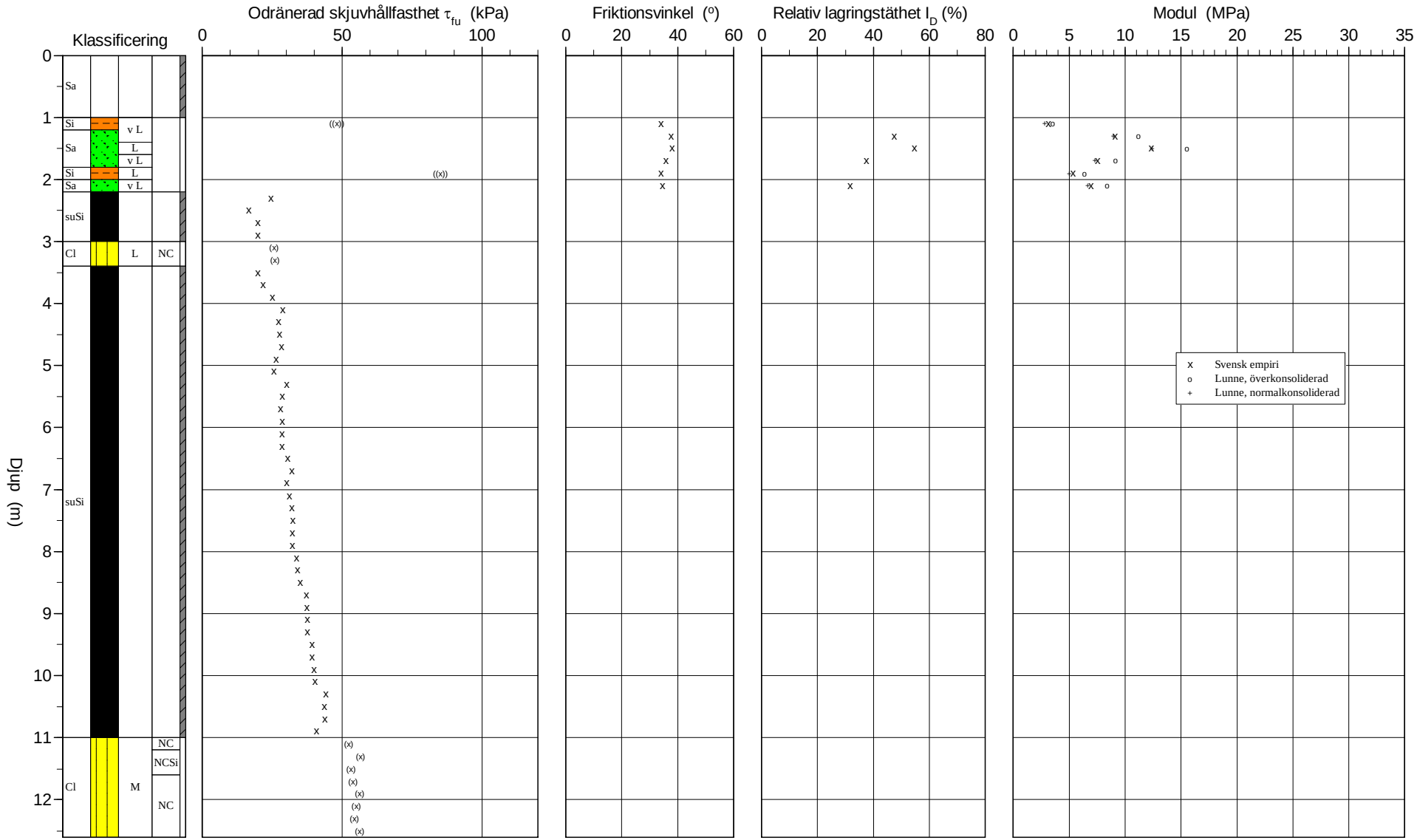
C:\Users\SEHR24280\Desktop\Tvärån\Conrad\22W013\22W013 cpt.CPW

2022-06-08

CPT-sondering utvärderad enligt SGI Information 15 rev.2007

Referens	my	Förborrningsdjup	1,00 m	Utvärderare	HR
Nivå vid referens	8,49 m	Förborrat material	siFSa, siSa	Datum för utvärdering	2022-06-07
Grundvattenyta	12,70 m	Utrustning	GM 85 GT		
Startdjup	1,00 m	Geometri	Normal		

Projekt	Förstudie åtgärdsval Tvärån
Projekt nr	10337804
Plats	Tvärån
Borrhål	22W013
Datum	20220601

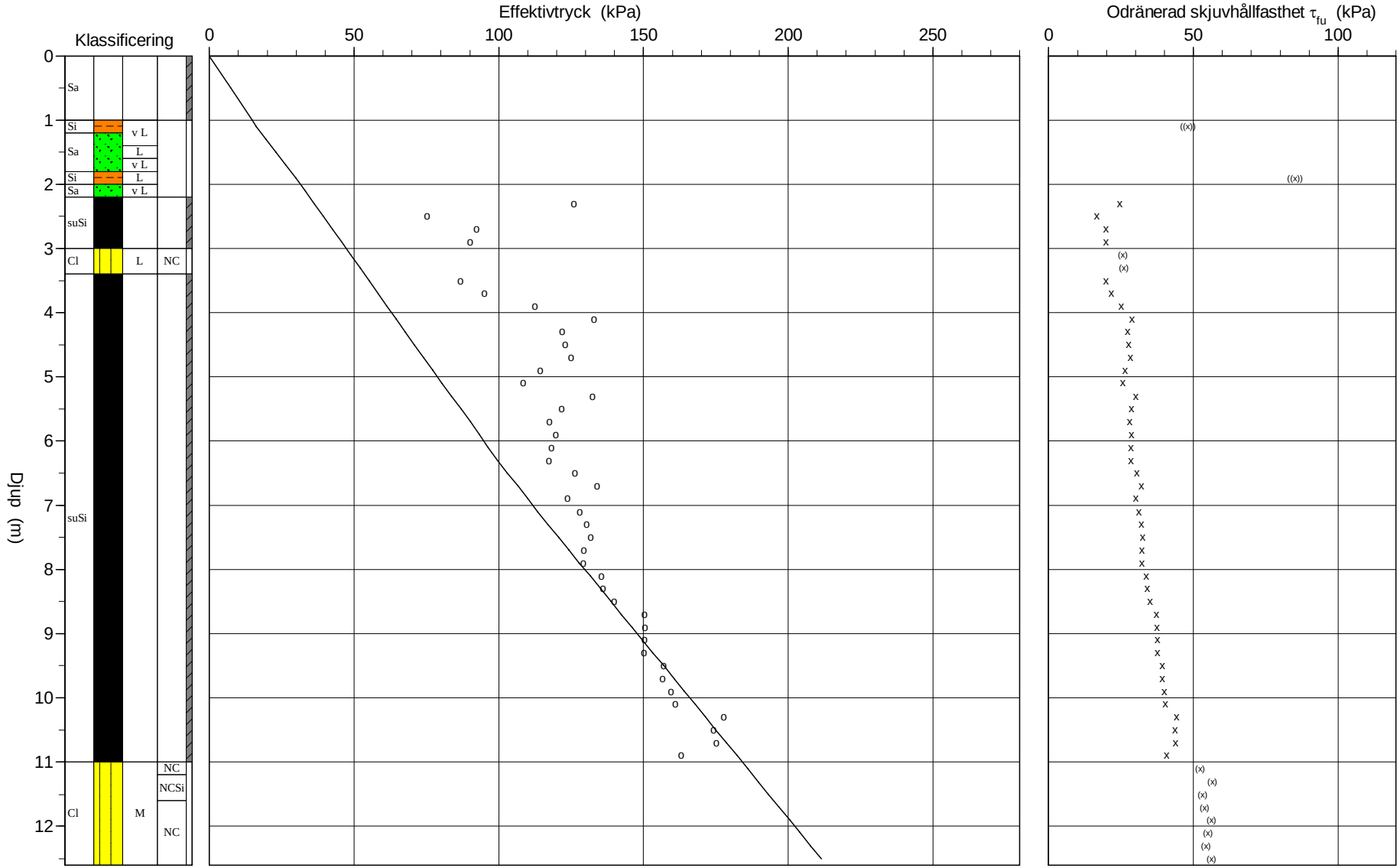


C:\Users\SEHR24280\Desktop\Tvärån\Conrad\22W013\22W013 cpt.CPW 2022-06-08

CPT-sondering utvärderad enligt SGI Information 15 rev.2007

Referens	my	Förborrningsdjup	1,00 m	Utvärderare	HR
Nivå vid referens	8,49 m	Förborrat material	siFSa, siSa	Datum för utvärdering	2022-06-07
Grundvattenyta	12,70 m	Utrustning	GM 85 GT		
Startdjup	1,00 m	Geometri	Normal		

Projekt	Förstudie åtgärdsval Tvärån
Projekt nr	10337804
Plats	Tvärån
Borrhål	22W013
Datum	20220601



C:\Users\SEHR24280\Desktop\Tvärån\Conrad\22W013\22W013 cpt.CPW 2022-06-08

C P T - sondering

Projekt
Förstudie åtgärdsval Tvärån
10337804

Plats Tvärån
Borrhål 22W013
Datum 20220601

Förborrningsdjup	1,00 m	Förborrat material	siFSa, siSa
Startdjup	1,00 m	Geometri	Normal
Stoppdjup	12,72 m	Vätska i filter	Olja
Grundvattenyta	12,70 m	Operatör	Markus Andersson
Referens	my	Utrustning	GM 85 GT
Nivå vid referens	8,49 m	[X] **Portryck registrerat vid sondering**	

Kalibreringsdata

Spets	51910	Inre friktion O_c	0,0 kPa
Datum	2021-08-23	Inre friktion O_f	0,0 kPa
Areafaktor a	0,700	Cross talk c_1	0,000
Areafaktor b	0,006	Cross talk c_2	0,000

Skalfaktorer

Portryck Område	Faktor	Friktion Område	Faktor	Spetstryck Område	Faktor

[ ] **Använd skalfaktorer vid beräkning**

Nollvärden, kPa

	Portryck	Friktion	Spetstryck
Före	0,00	0,00	0,00
Efter	4,70	-0,40	0,00
Diff	4,70	-0,40	0,00

Korrigering

Portryck	(ingen)
Friktion	(ingen)
Spetstryck	(ingen)

Bedömd sonderingsklass

Portrycksobservationer

Djup (m)	Portryck (kPa)
12,70	0,00

Skiktgränser

Djup (m)

Klassificering

Djup (m) Från	Till	Densitet (ton/m^3)	Flytgräns	Jordart
0,00	1,00	1,50		Sa
2,20	3,00			suSi
3,50	11,00			suSi

Anmärkning

C P T - sondering

Projekt
Förstudie åtgärdsval Tvärån
10337804

Plats Tvärån
Borrhål 22W013
Datum 20220601

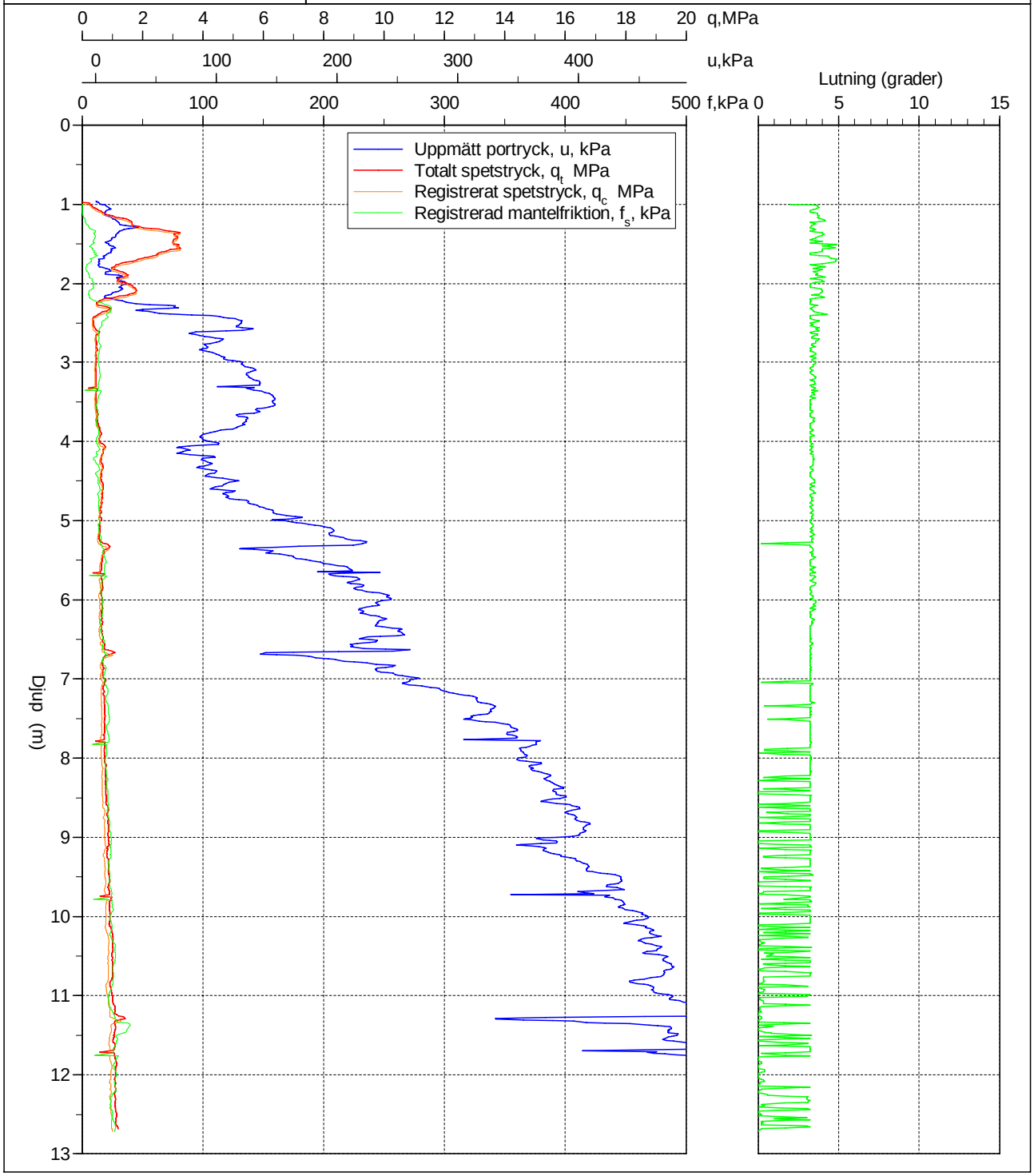
Djup (m) Från	Till	Klassificering	ρ t/m³	w_L	τ_{fu} kPa	ϕ °	σ_{vo} kPa	σ'_{vo} kPa	σ'_c kPa	OCR	I_D %	E MPa	M_{OC} MPa	M_{NC} MPa
0,00	1,00	Sa	1,50				7,4	7,4						
1,00	1,00		0,00				14,7	14,7						
1,00	1,20	Si v L	1,60		((48,2))	(34,1)	16,3	16,3				3,1	3,6	2,9
1,20	1,40	Sa v L	1,70			37,5	19,5	19,5			47,5	9,1	11,2	8,9
1,40	1,60	Sa L	1,80			38,0	23,0	23,0			54,6	12,3	15,5	12,4
1,60	1,80	Sa v L	1,70			35,9	26,4	26,4			37,3	7,5	9,1	7,3
1,80	2,00	Si L	1,70		((85,2))	(33,9)	29,7	29,7				5,4	6,3	5,1
2,00	2,20	Sa v L	1,70			34,7	33,1	33,1			31,6	6,9	8,4	6,7
2,20	2,40	suSi	1,60		24,6		36,3	36,3	126,0	3,47				
2,40	2,60	suSi	1,60		16,5		39,4	39,4	75,2	1,91				
2,60	2,80	suSi	1,60		19,8		42,6	42,6	92,3	2,17				
2,80	3,00	suSi	1,60		19,7		45,7	45,7	90,2	1,97				
3,00	3,20	Cl L NC	1,60		(25,5)		48,9	48,9		1,00				
3,20	3,40	Cl L NC	1,60		(26,0)		52,0	52,0		1,00				
3,40	3,60	suSi	1,60		19,8		55,1	55,1	86,7	1,57				
3,60	3,80	suSi	1,60		21,6		58,3	58,3	95,1	1,63				
3,80	4,00	suSi	1,60		24,9		61,4	61,4	112,4	1,83				
4,00	4,20	suSi	1,60		28,8		64,5	64,5	133,1	2,06				
4,20	4,40	suSi	1,60		27,1		67,7	67,7	122,0	1,80				
4,40	4,60	suSi	1,60		27,6		70,8	70,8	122,9	1,74				
4,60	4,80	suSi	1,60		28,2		74,0	74,0	125,0	1,69				
4,80	5,00	suSi	1,60		26,4		77,1	77,1	114,3	1,48				
5,00	5,20	suSi	1,60		25,5		80,2	80,2	108,4	1,35				
5,20	5,40	suSi	1,85		30,2		83,6	83,6	132,4	1,58				
5,40	5,60	suSi	1,60		28,5		87,0	87,0	121,9	1,40				
5,60	5,80	suSi	1,60		27,9		90,2	90,2	117,6	1,30				
5,80	6,00	suSi	1,60		28,5		93,3	93,3	119,9	1,29				
6,00	6,20	suSi	1,60		28,4		96,4	96,4	118,1	1,23				
6,20	6,40	suSi	1,60		28,4		99,6	99,6	117,3	1,18				
6,40	6,60	suSi	1,85		30,4		103,0	103,0	126,4	1,23				
6,60	6,80	suSi	1,85		32,1		106,6	106,6	134,1	1,26				
6,80	7,00	suSi	1,60		30,3		110,0	110,0	123,8	1,13				
7,00	7,20	suSi	1,85		31,3		113,4	113,4	128,1	1,13				
7,20	7,40	suSi	1,85		31,9		117,0	117,0	130,3	1,11				
7,40	7,60	suSi	1,85		32,4		120,6	120,6	131,9	1,09				
7,60	7,80	suSi	1,85		32,1		124,2	124,2	129,4	1,04				
7,80	8,00	suSi	1,85		32,3		127,9	127,9	129,3	1,01				
8,00	8,20	suSi	1,85		33,7		131,5	131,5	135,4	1,03				
8,20	8,40	suSi	1,85		34,0		135,1	135,1	136,0	1,01				
8,40	8,60	suSi	1,85		34,9		138,8	138,8	139,7	1,01				
8,60	8,80	suSi	1,85		37,2		142,4	142,4	150,4	1,06				
8,80	9,00	suSi	1,85		37,5		146,0	146,0	150,7	1,03				
9,00	9,20	suSi	1,85		37,6		149,7	149,7	150,3	1,00				
9,20	9,40	suSi	1,85		37,6		153,3	153,3	150,3	1,00				
9,40	9,60	suSi	1,85		39,3		156,9	156,9	156,9	1,00				
9,60	9,80	suSi	1,85		39,2		160,5	160,5	156,5	1,00				
9,80	10,00	suSi	1,85		39,9		164,2	164,2	159,5	1,00				
10,00	10,20	suSi	1,85		40,3		167,8	167,8	160,9	1,00				
10,20	10,40	suSi	1,85		44,2		171,4	171,4	177,9	1,04				
10,40	10,60	suSi	1,85		43,6		175,1	175,1	174,2	1,00				
10,60	10,80	suSi	1,85		43,8		178,7	178,7	175,1	1,00				
10,80	11,00	suSi	1,85		40,8		182,3	182,3	163,0	1,00				
11,00	11,20	Cl M NC	1,85		(52,4)		185,9	185,9		1,00				
11,20	11,40	Cl M NCSi	1,85		(56,7)		189,6	189,6		1,00				
11,40	11,60	Cl M NCSi	1,85		(53,3)		193,2	193,2		1,00				
11,60	11,80	Cl M NC	1,85		(53,7)		196,8	196,8		1,00				
11,80	12,00	Cl M NC	1,85		(56,2)		200,5	200,5		1,00				
12,00	12,20	Cl M NC	1,85		(55,1)		204,1	204,1		1,00				
12,20	12,40	Cl M NC	1,85		(54,4)		207,7	207,7		1,00				
12,40	12,59	Cl M NC	1,85		(56,2)		211,3	211,3		1,00				

CPT-sondering utförd enligt EN ISO 22476-1

Projekt	**Förstudie åtgärdsval Tvärån**	**Plats**	**Tvärån**
Projektnummer	**10337804**	**Borrhål**	**22W013**
Borrföretag	**WSP**	**Datum**	**20220601**
Borrningsledare	**Markus Andersson**		

Förborrningsdjup	1,00 m	Förborrat material	siFSa, siSa
Start djup	1,00 m	Geometri	Normal
Stopp djup	12,72 m	Vätska i filter	Olja
Grundvattennivå	12,70 m	Borrpunktens koord.	7081228.692, 149138.629
Referens	my	Utrustning	GM 85 GT
Nivå vid referens	8,49 m	Sond Nr	51910

[X] **Portryck registrerat vid sondering**

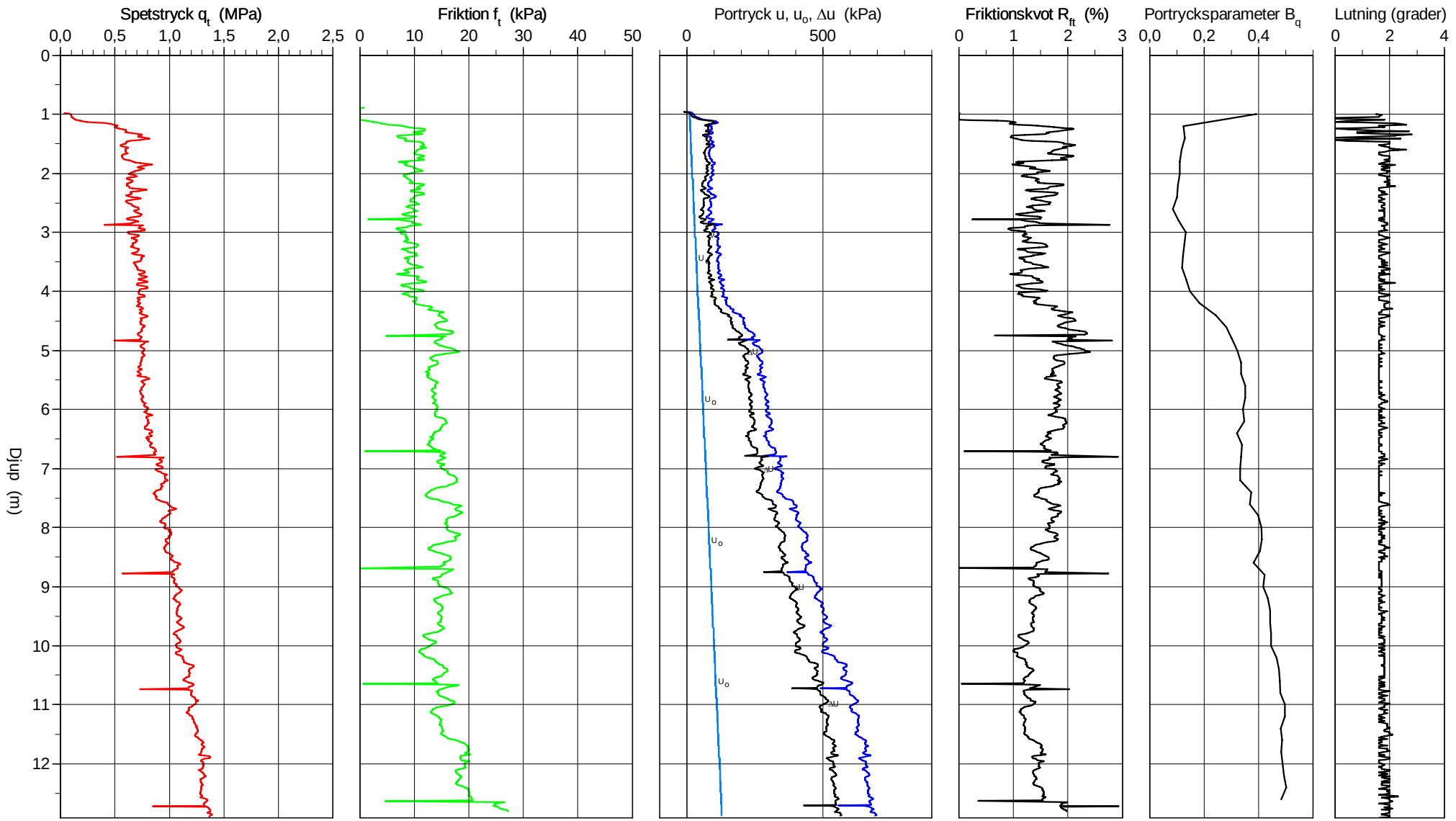


C:\Users\SEHR24280\Desktop\Tvårån\Conrad\22W013\22W013 cpt.CPW

CPT-sondering utförd enligt EN ISO 22476-1

Förborrningsdjup	1,00 m	Referens	my	Vätska i filter	Olja
Start djup	1,00 m	Nivå vid referens	8,47 m	Borrpunktens koord.	7080917.006, 148821.658
Stopp djup	12,92 m	Förborrat material	Mg:grsiSa, husiFSa, (subsiSa	Utrustning	GM 85 GT
Grundvattennivå	0,00 m	Geometri	Normal	Sond nr	51910

Projekt	Förstudie åtgärdsval Tvärån
Projekt nr	10337804
Plats	Tvärån
Borrhål	22W014
Datum	20220608



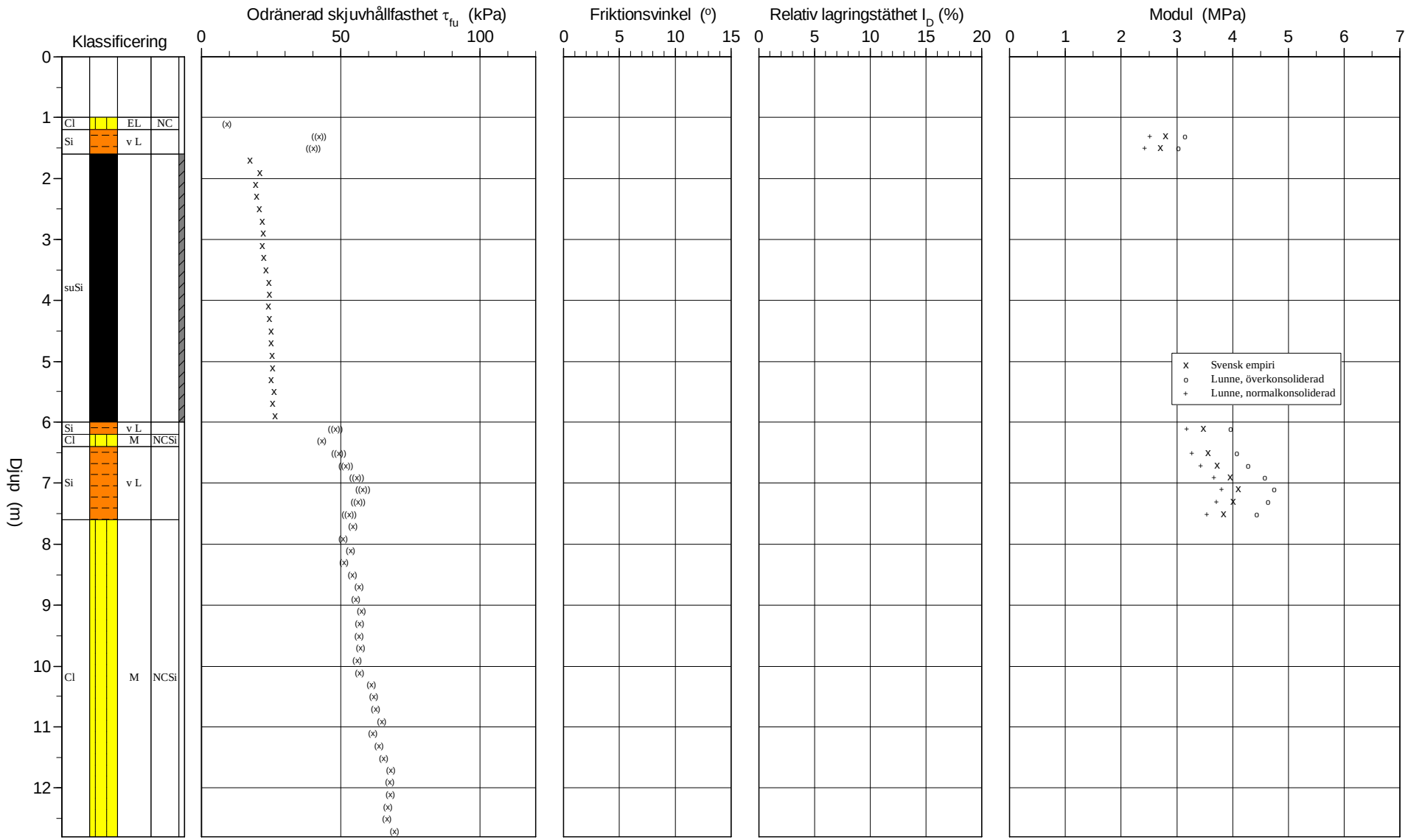
C:\Users\SEHR24280\Desktop\Tvärån\Conrad\2022-06-20\22W014\22W014 cpt.CPW

2022-06-20

CPT-sondering utvärderad enligt SGI Information 15 rev.2007

Referens	my	Förborrningsdjup	1,00 m	Utvärderare	HR
Nivå vid referens	8,47 m	Förborrat material	Mg:grsiSa, husiFSa, (su)saiSa	Datum för utvärdering	2022-06-20
Grundvattenyta	0,00 m	Utrustning	GM 85 GT		
Startdjup	1,00 m	Geometri	Normal		

Projekt	Förstudie åtgärdsval Tvärån
Projekt nr	10337804
Plats	Tvärån
Borrhål	22W014
Datum	20220608

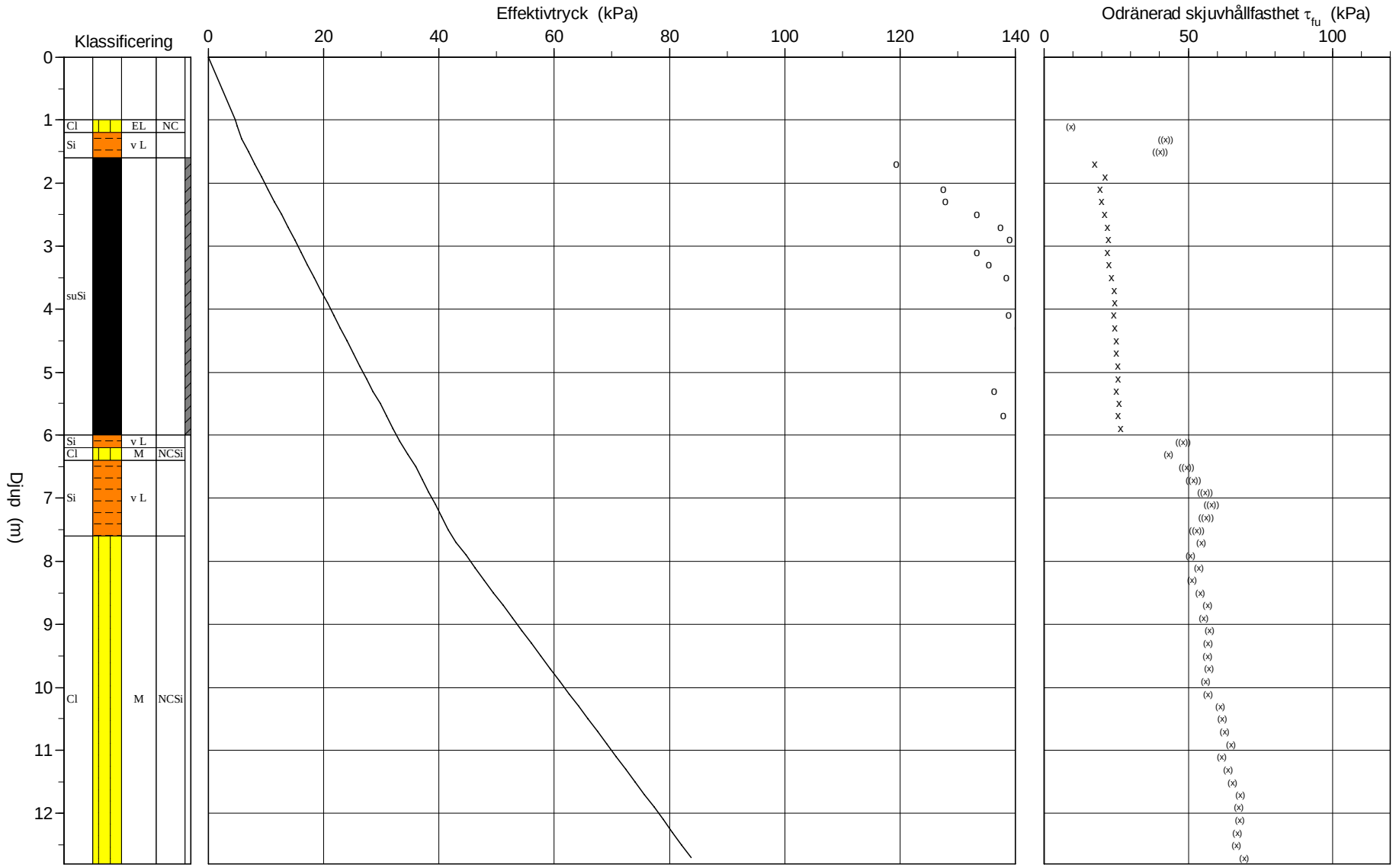


C:\Users\SEHR24280\Desktop\Tvärån\Conrad\2022-06-20\22W014\22W014 cpt.CPW 2022-06-20

CPT-sondering utvärderad enligt SGI Information 15 rev.2007

Referens	my	Förborrningsdjup	1,00 m	Utvärderare	HR
Nivå vid referens	8,47 m	Förborrat material	Mg:grsiSa, husiFSa, (su)saiSa	Datum för utvärdering	2022-06-20
Grundvattenyta	0,00 m	Utrustning	GM 85 GT		
Startdjup	1,00 m	Geometri	Normal		

Projekt	Förstudie åtgärdsval Tvärån
Projekt nr	10337804
Plats	Tvärån
Borrhål	22W014
Datum	20220608



C:\Users\SEHR24280\Desktop\Tvärån\Conrad\2022-06-20\22W014\22W014 cpt.CPW 2022-06-20

C P T - sondering

Projekt
Förstudie åtgärdsval Tvärån
10337804

Plats **Tvärån**
Borrhål **22W014**
Datum **20220608**

Förborrningsdjup	1,00 m	Förborrat material	Mg:grsiSa, husiFSa, (su)siFSa
Startdjup	1,00 m	Geometri	Normal
Stoppdjup	12,92 m	Vätska i filter	Olja
Grundvattenyta	0,00 m	Operatör	Markus Andersson
Referens	my	Utrustning	GM 85 GT
Nivå vid referens	8,47 m	[x] **Portryck registrerat vid sondering**	

Kalibreringsdata

Spets	51910	Inre friktion O_c	0,0 kPa
Datum	2021-08-23	Inre friktion O_f	0,0 kPa
Areafaktor a	0,700	Cross talk c_1	0,000
Areafaktor b	0,006	Cross talk c_2	0,000

Nollvärden, kPa

	Portryck	Friktion	Spetstryck
Före	0,00	0,00	0,00
Efter	11,00	-0,80	0,04
Diff	11,00	-0,80	0,04

Skalfaktorer

Portryck Område	Faktor	Friktion Område	Faktor	Spetstryck Område	Faktor

[ ] **Använd skalfaktorer vid beräkning**

Korrigering

Portryck	(ingen)
Friktion	(ingen)
Spetstryck	(ingen)

Bedömd sonderingsklass

Portrycksobservationer

Djup (m)	Portryck (kPa)
0,00	0,00

Skiktgränser

Djup (m)

Klassificering

Djup (m) Från	Till	Densitet (ton/m^3)	Flytgräns	Jordart
0,00	1,00	1,50		
1,50	6,00			suSi

Anmärkning

C P T - sondering

Projekt
Förstudie åtgärdsval Tvärån
10337804

Plats Tvärån
Borrhål 22W014
Datum 20220608

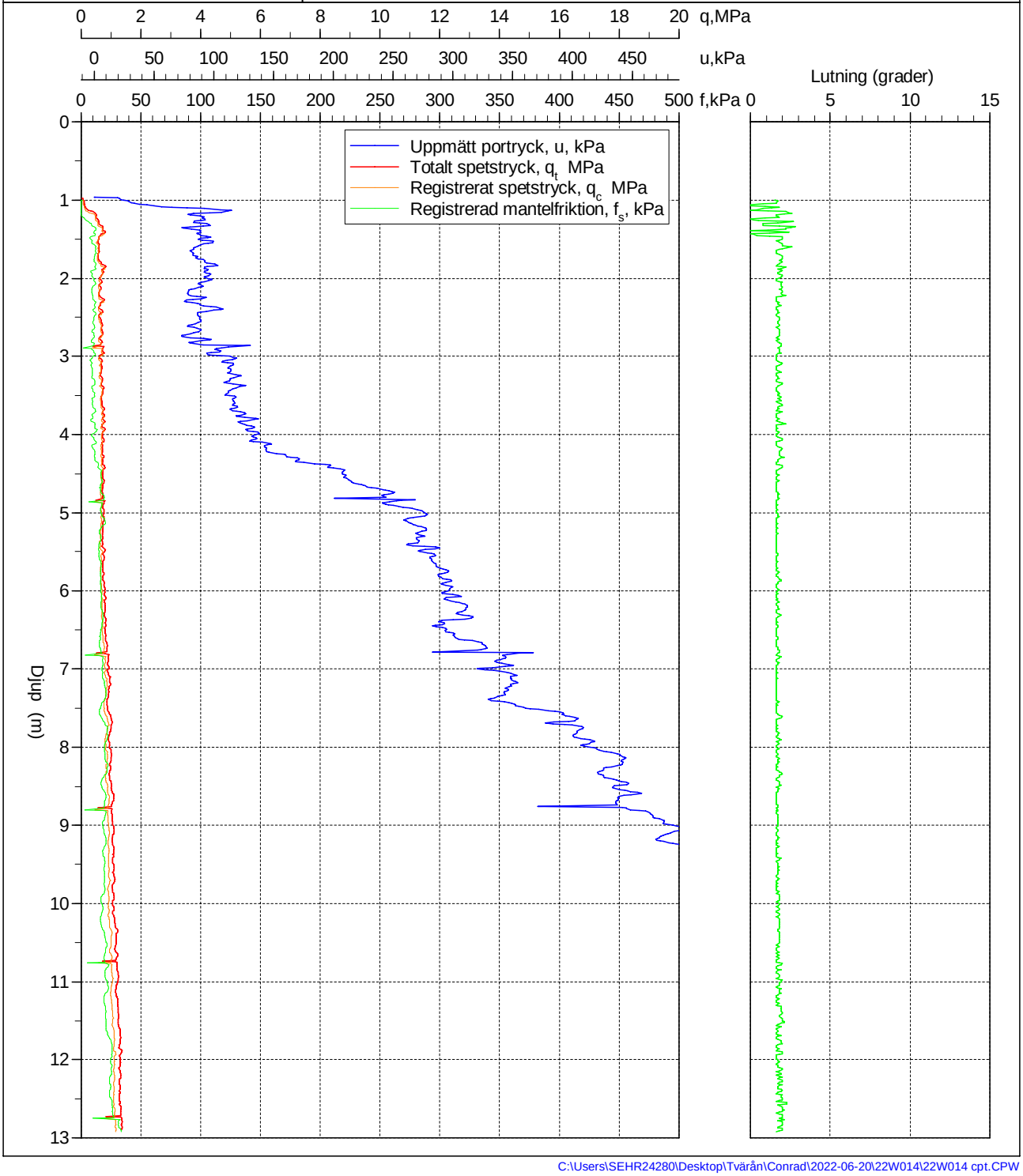
Djup (m) Från	Till	Klassificering		ρ t/m³	w_L	τ_{fu} kPa	ϕ °	σ_{vo} kPa	σ'_{vo} kPa	σ'_c kPa	OCR	I_D %	E MPa	M_{OC} MPa	M_{NC} MPa
0,00	1,00			1,50				7,4	2,4						
1,00	1,00			0,00				14,7	4,7						
1,00	1,20	Cl EL	NC	1,30		(9,1)		16,0	5,0		1,00				
1,20	1,40	Si v L		1,60		((42,2))		18,8	5,8				2,8	3,2	2,5
1,40	1,60	Si v L		1,60		((40,3))		22,0	7,0				2,7	3,0	2,4
1,60	1,80	suSi		1,60		17,4		25,1	8,1	119,4	14,71				
1,80	2,00	suSi		1,60		21,0		28,3	9,3	145,2	15,69				
2,00	2,20	suSi		1,60		19,3		31,4	10,4	127,5	12,27				
2,20	2,40	suSi		1,60		19,8		34,5	11,5	127,8	11,08				
2,40	2,60	suSi		1,60		20,8		37,7	12,7	133,2	10,52				
2,60	2,80	suSi		1,60		21,7		40,8	13,8	137,4	9,95				
2,80	3,00	suSi		1,60		22,3		43,9	14,9	139,0	9,30				
3,00	3,20	suSi		1,60		21,9		47,1	16,1	133,3	8,28				
3,20	3,40	suSi		1,60		22,4		50,2	17,2	135,4	7,86				
3,40	3,60	suSi		1,60		23,1		53,4	18,4	138,4	7,54				
3,60	3,80	suSi		1,60		24,1		56,5	19,5	143,6	7,36				
3,80	4,00	suSi		1,60		24,4		59,6	20,6	144,0	6,97				
4,00	4,20	suSi		1,60		24,0		62,8	21,8	138,8	6,37				
4,20	4,40	suSi		1,60		24,5		65,9	22,9	140,4	6,13				
4,40	4,60	suSi		1,60		25,0		69,1	24,1	142,5	5,92				
4,60	4,80	suSi		1,60		24,9		72,2	25,2	140,5	5,58				
4,80	5,00	suSi		1,60		25,4		75,3	26,3	142,5	5,41				
5,00	5,20	suSi		1,60		25,5		78,5	27,5	141,5	5,15				
5,20	5,40	suSi		1,60		25,0		81,6	28,6	136,3	4,76				
5,40	5,60	suSi		1,60		26,0		84,8	29,8	141,7	4,76				
5,60	5,80	suSi		1,60		25,6		87,9	30,9	137,9	4,46				
5,80	6,00	suSi		1,60		26,3		91,0	32,0	141,7	4,42				
6,00	6,20	Si v L		1,60		((48,3))		94,2	33,2				3,5	4,0	3,2
6,20	6,40	Cl M	NCSi	1,85		(43,2)		97,6	34,6		1,00				
6,40	6,60	Si v L		1,60		((49,4))		100,9	35,9				3,6	4,1	3,3
6,60	6,80	Si v L		1,60		((51,9))		104,1	37,1				3,7	4,3	3,4
6,80	7,00	Si v L		1,60		((55,8))		107,2	38,2				4,0	4,6	3,7
7,00	7,20	Si v L		1,60		((58,0))		110,4	39,4				4,1	4,8	3,8
7,20	7,40	Si v L		1,60		((56,2))		113,5	40,5				4,0	4,6	3,7
7,40	7,60	Si v L		1,60		((53,0))		116,6	41,6				3,8	4,4	3,5
7,60	7,80	Cl M	NCSi	1,85		(54,3)		120,0	43,0		1,00				
7,80	8,00	Cl M	NCSi	1,85		(50,7)		123,7	44,7		1,00				
8,00	8,20	Cl M	NCSi	1,85		(53,6)		127,3	46,3		1,00				
8,20	8,40	Cl M	NCSi	1,85		(51,2)		130,9	47,9		1,00				
8,40	8,60	Cl M	NCSi	1,85		(54,1)		134,5	49,5		1,00				
8,60	8,80	Cl M	NCSi	1,85		(56,6)		138,2	51,2		1,00				
8,80	9,00	Cl M	NCSi	1,85		(55,4)		141,8	52,8		1,00				
9,00	9,20	Cl M	NCSi	1,85		(57,3)		145,4	54,4		1,00				
9,20	9,40	Cl M	NCSi	1,85		(56,8)		149,1	56,1		1,00				
9,40	9,60	Cl M	NCSi	1,85		(56,5)		152,7	57,7		1,00				
9,60	9,80	Cl M	NCSi	1,85		(57,2)		156,3	59,3		1,00				
9,80	10,00	Cl M	NCSi	1,85		(56,0)		160,0	61,0		1,00				
10,00	10,20	Cl M	NCSi	1,85		(56,7)		163,6	62,6		1,00				
10,20	10,40	Cl M	NCSi	1,85		(61,0)		167,2	64,2		1,00				
10,40	10,60	Cl M	NCSi	1,85		(61,8)		170,8	65,8		1,00				
10,60	10,80	Cl M	NCSi	1,85		(62,5)		174,5	67,5		1,00				
10,80	11,00	Cl M	NCSi	1,85		(64,9)		178,1	69,1		1,00				
11,00	11,20	Cl M	NCSi	1,85		(61,6)		181,7	70,7		1,00				
11,20	11,40	Cl M	NCSi	1,85		(63,9)		185,4	72,4		1,00				
11,40	11,60	Cl M	NCSi	1,85		(65,3)		189,0	74,0		1,00				
11,60	11,80	Cl M	NCSi	1,85		(68,1)		192,6	75,6		1,00				
11,80	12,00	Cl M	NCSi	1,85		(67,7)		196,2	77,2		1,00				
12,00	12,20	Cl M	NCSi	1,85		(67,9)		199,9	78,9		1,00				
12,20	12,40	Cl M	NCSi	1,85		(66,9)		203,5	80,5		1,00				
12,40	12,60	Cl M	NCSi	1,85		(66,5)		207,1	82,1		1,00				
12,60	12,80	Cl M	NCSi	1,90		(69,4)		210,8	83,8		1,00				

CPT-sondering utförd enligt EN ISO 22476-1

Projekt	**Förstudie åtgärdsval Tvärån**	**Plats**	**Tvärån**
Projektnummer	**10337804**	**Borrhål**	**22W014**
Borrföretag	**WSP**	**Datum**	**20220608**
Borrningsledare	**Markus Andersson**		

Förborrningsdjup	1,00 m	Förborrat material	Mg:grsiSa, husiFSa, (su)siFSa
Start djup	1,00 m	Geometri	Normal
Stopp djup	12,92 m	Vätska i filter	Olja
Grundvattennivå	0,00 m	Borrpunktens koord.	7080917.006, 148821.658
Referens	my	Utrustning	GM 85 GT
Nivå vid referens	8,47 m	Sond Nr	51910

[X] **Portryck registrerat vid sondering**

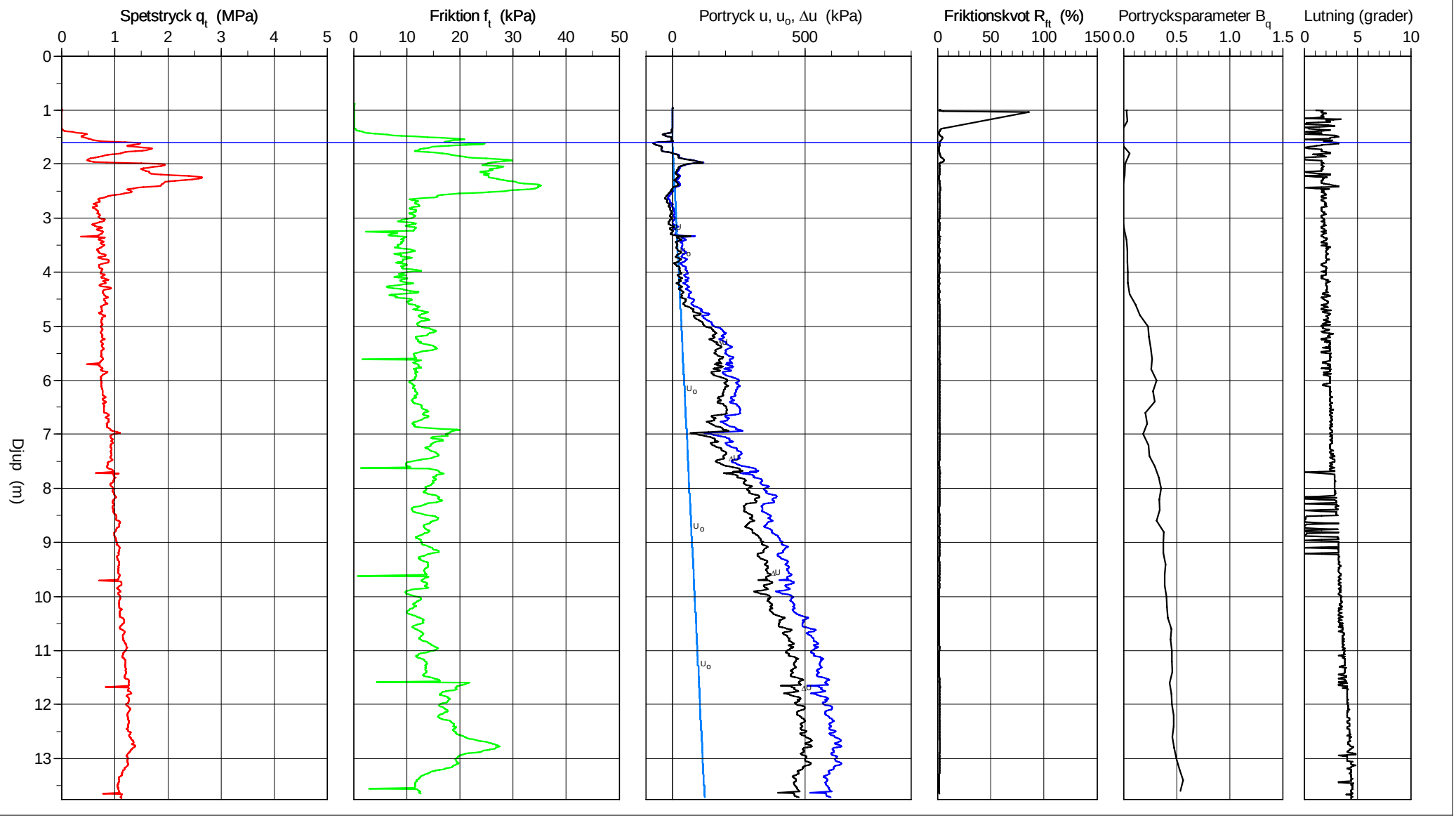


C:\Users\SEHR24280\Desktop\Tvärån\Conrad\2022-06-20\22W014\22W014 cpt.CPW

CPT-sondering utförd enligt EN ISO 22476-1

Förborrningsdjup	1.00 m	Referens	my	Vätska i filter	Olja
Start djup	1.00 m	Nivå vid referens	8.15 m	Borrpunktens koord.	7080865.143, 148791.606
Stopp djup	13.77 m	Förborrat material	Mg:husaSi, Mg:fsaSi	Utrustning	GM 85 GT
Grundvattennivå	1.60 m	Geometri	Normal	Sond nr	51910

Projekt	Förstudie åtgärdsval Tvärån
Projekt nr	10337804
Plats	Tvärån
Borrhål	22W016
Datum	20220608



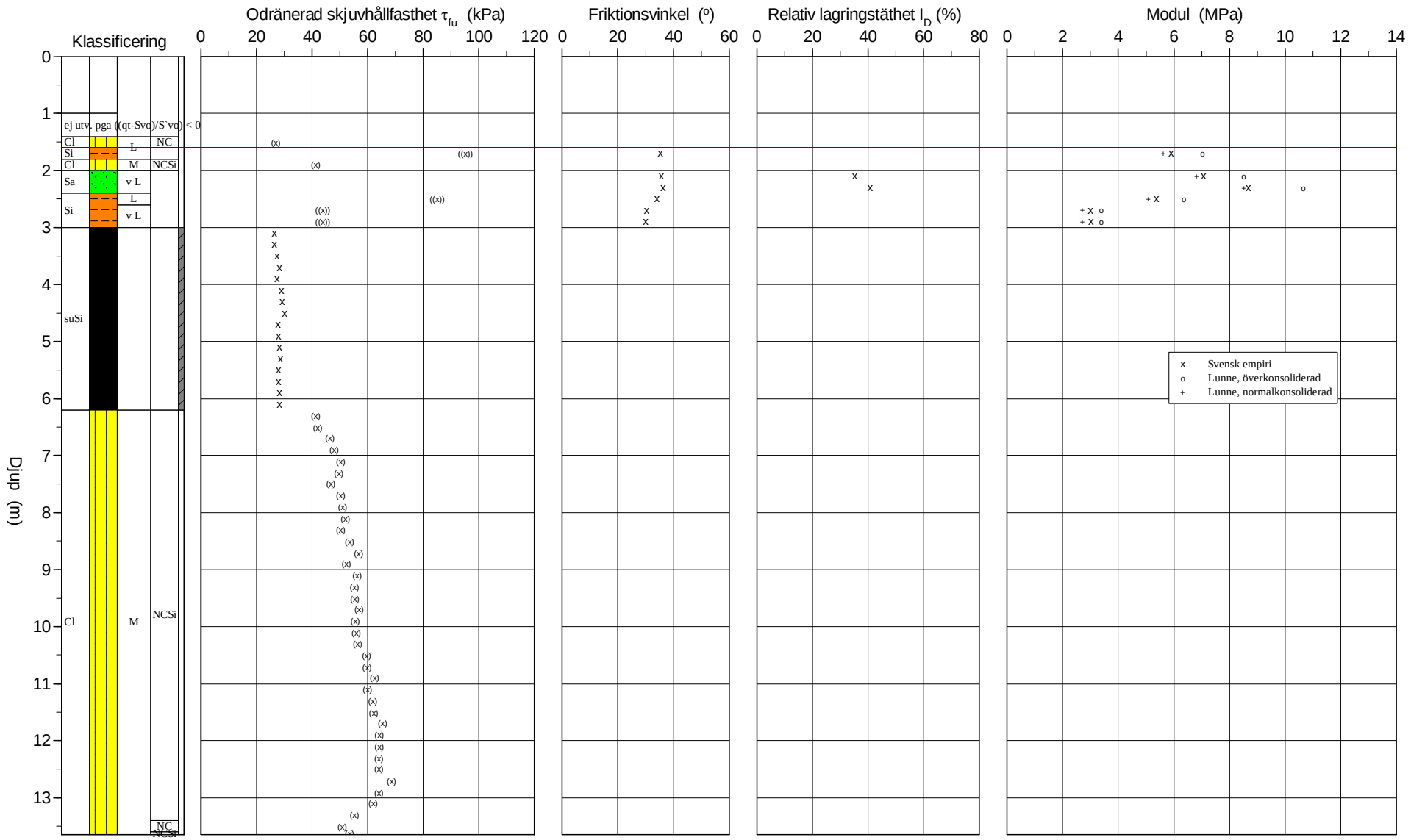
C:\Users\SEHR24280\Desktop\Tvärån\Conrad\2022-06-20\22W016\22W016 cpt.CPW

2022-06-20

CPT-sondering utvärderad enligt SGI Information 15 rev.2007

Referens	my	Förborrningsdjup	1.00 m	Utvärderare	HR
Nivå vid referens	8.15 m	Förborrat material	Mg:husaSi, Mg:fsaSi	Datum för utvärdering	2022-06-20
Grundvattenyta	1.60 m	Utrustning	GM 85 GT		
Startdjup	1.00 m	Geometri	Normal		

Projekt	Förstudie åtgärdsval Tvärån
Projekt nr	10337804
Plats	Tvärån
Borrhål	22W016
Datum	20220608

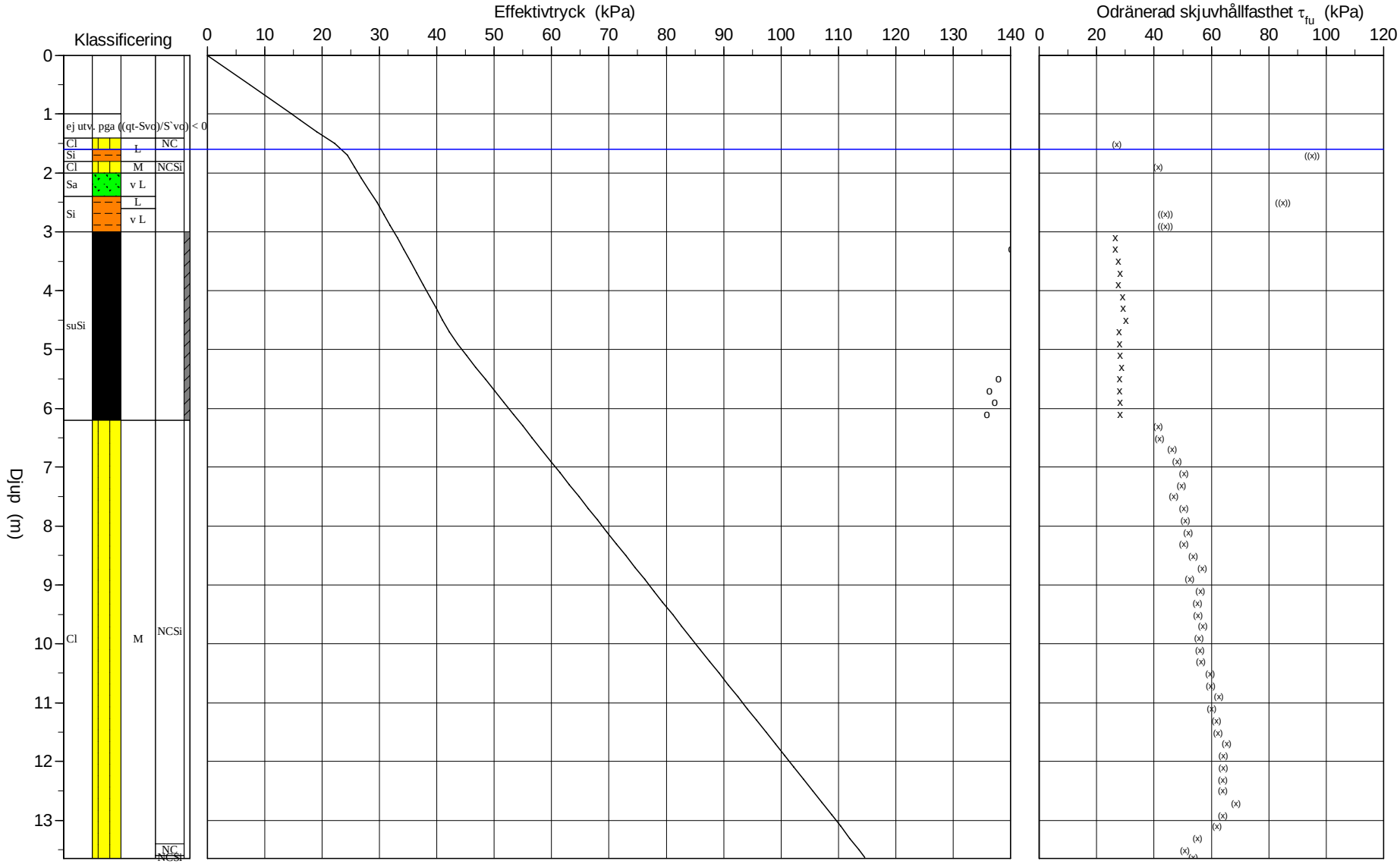


C:\Users\SEHR24280\Desktop\Tvärån\Conrad\2022-06-20\22W016\22W016 cpt.CPW 2022-06-20

CPT-sondering utvärderad enligt SGI Information 15 rev.2007

Referens	my	Förborrningsdjup	1.00 m	Utvärderare	HR
Nivå vid referens	8.15 m	Förborrat material	Mg:husaSi, Mg:fsaSi	Datum för utvärdering	2022-06-20
Grundvattenyta	1.60 m	Utrustning	GM 85 GT		
Startdjup	1.00 m	Geometri	Normal		

Projekt	Förstudie åtgärdsval Tvärån
Projekt nr	10337804
Plats	Tvärån
Borrhål	22W016
Datum	20220608



C:\Users\SEHR24280\Desktop\Tvärån\Conrad\2022-06-20\22W016\22W016 cpt.CPW 2022-06-20

C P T - sondering

Projekt
Förstudie åtgärdsval Tvärån
10337804

Plats **Tvärån**
Borrhål **22W016**
Datum **20220608**

Förborrningsdjup	1.00 m	Förborrat material	Mg:husaSi, Mg:fsaSi
Startdjup	1.00 m	Geometri	Normal
Stoppdjup	13.77 m	Vätska i filter	Olja
Grundvattenyta	1.60 m	Operatör	Marcus Andersson
Referens	my	Utrustning	GM 85 GT
Nivå vid referens	8.15 m	[X] **Portryck registrerat vid sondering**	

Kalibreringsdata

Spets	51910	Inre friktion O_c	0.0 kPa
Datum	2021-08-23	Inre friktion O_f	0.0 kPa
Areafaktor a	0.700	Cross talk c_1	0.000
Areafaktor b	0.006	Cross talk c_2	0.000

Nollvärden, kPa

	Portryck	Friktion	Spetstryck
Före	0.00	0.00	0.00
Efter	6.70	-1.50	0.02
Diff	6.70	-1.50	0.02

Skalfaktorer

Portryck Område	Faktor	Friktion Område	Faktor	Spetstryck Område	Faktor

[ ] **Använd skalfaktorer vid beräkning**

Korrigering

Portryck	(ingen)
Friktion	(ingen)
Spetstryck	(ingen)

Bedömd sonderingsklass

Portrycksobservationer

Djup (m)	Portryck (kPa)
1.60	0.00

Skiktgränser

Djup (m)

Klassificering

Djup (m) Från	Till	Densitet (ton/m^3)	Flytgräns	Jordart
0.00	1.00	1.50		
3.00	6.30			suSi

Anmärkning

C P T - sondering

Projekt
Förstudie åtgärdsval Tvärån
10337804

Plats Tvärån
Borrhål 22W016
Datum 20220608

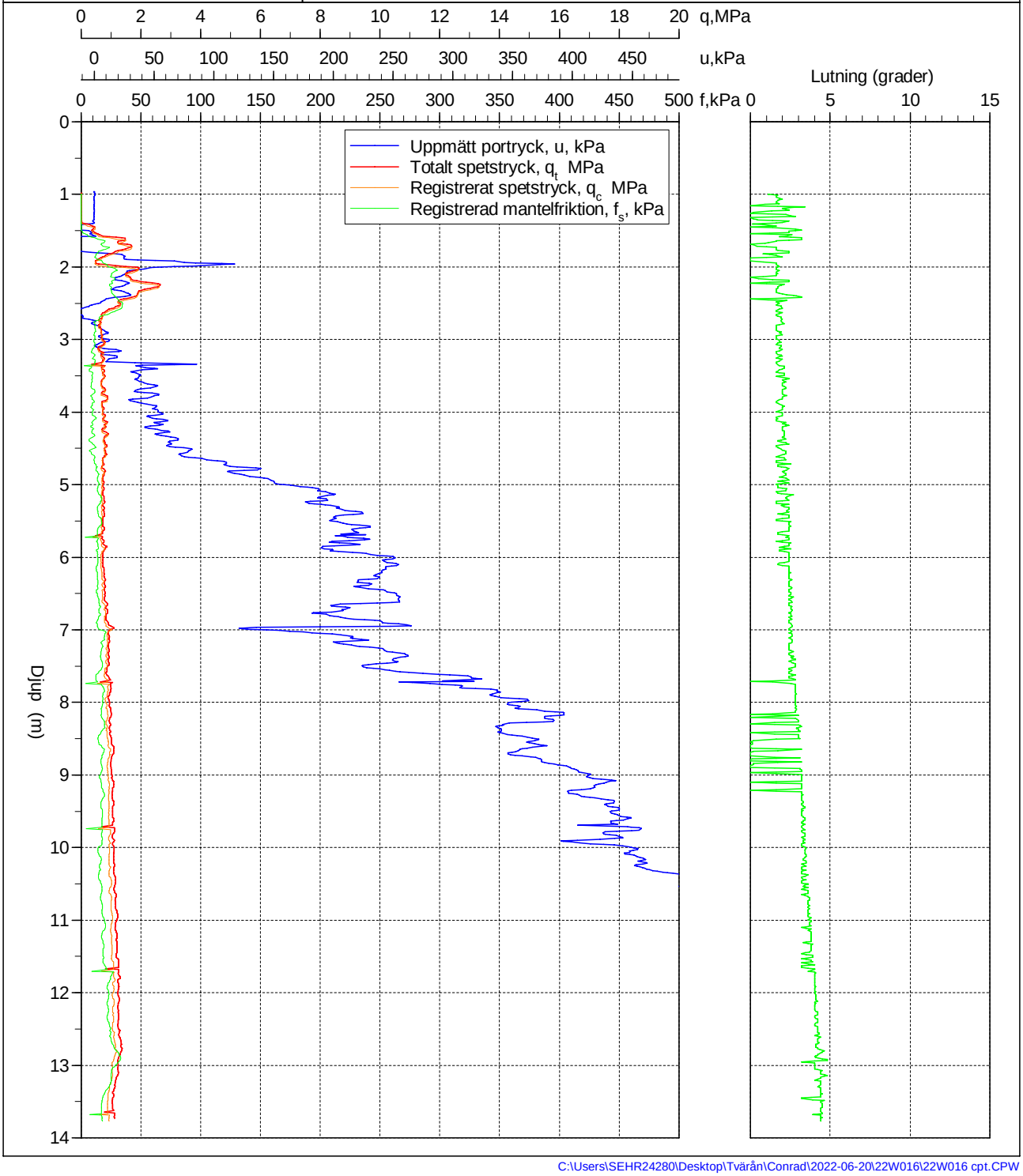
Djup (m) Från	Till	Klassificering	ρ t/m³	w_L	τ_{fu} kPa	ϕ °	σ_{vo} kPa	σ'_{vo} kPa	σ'_c kPa	OCR	I_D %	E MPa	M_{OC} MPa	M_{NC} MPa
0.00	1.00		1.50				7.4	7.4						
1.00	1.00		0.00				14.7	14.7						
1.00	1.20	ej utv. pga ((qt-Svo)/S`vo) < 0	1.50				16.2	16.2						
1.20	1.40	ej utv. pga ((qt-Svo)/S`vo) < 0	1.50				19.1	19.1						
1.40	1.60	Cl L NC	1.60		(26.9)		22.2	22.2		1.00				
1.60	1.80	Si L	1.70		((95.2))	(35.2)	25.4	24.4				5.9	7.0	5.6
1.80	2.00	Cl M NCSi	1.60		(41.5)		28.6	25.6		1.00				
2.00	2.20	Sa v L	1.70			35.6	31.9	26.9			35.1	7.1	8.5	6.8
2.20	2.40	Sa v L	1.70			36.2	35.2	28.2			40.8	8.7	10.7	8.5
2.40	2.60	Si L	1.70		((85.0))	(34.0)	38.6	29.6				5.4	6.4	5.1
2.60	2.80	Si v L	1.60		((44.0))	(30.3)	41.8	30.8				3.0	3.4	2.7
2.80	3.00	Si v L	1.60		((43.9))	(30.1)	44.9	31.9				3.0	3.4	2.7
3.00	3.20	suSi	1.60		26.3		48.1	33.1	140.4	4.25				
3.20	3.40	suSi	1.60		26.5		51.2	34.2	140.1	4.10				
3.40	3.60	suSi	1.60		27.4		54.3	35.3	145.1	4.10				
3.60	3.80	suSi	1.60		28.2		57.5	36.5	149.1	4.09				
3.80	4.00	suSi	1.60		27.4		60.6	37.6	143.1	3.80				
4.00	4.20	suSi	1.60		29.1		63.8	38.8	152.7	3.94				
4.20	4.40	suSi	1.60		29.2		66.9	39.9	152.6	3.82				
4.40	4.60	suSi	1.60		30.2		70.0	41.0	157.7	3.84				
4.60	4.80	suSi	1.60		27.8		73.2	42.2	141.6	3.36				
4.80	5.00	suSi	1.85		28.1		76.6	43.6	142.1	3.26				
5.00	5.20	suSi	1.85		28.2		80.2	45.2	141.5	3.13				
5.20	5.40	suSi	1.85		28.6		83.8	46.8	142.7	3.05				
5.40	5.60	suSi	1.85		28.0		87.5	48.5	137.9	2.85				
5.60	5.80	suSi	1.85		27.9		91.1	50.1	136.3	2.72				
5.80	6.00	suSi	1.85		28.2		94.7	51.7	137.2	2.65				
6.00	6.20	suSi	1.85		28.2		98.3	53.3	135.9	2.55				
6.20	6.40	Cl M NCSi	1.85		(41.5)		102.0	55.0		1.00				
6.40	6.60	Cl M NCSi	1.85		(42.1)		105.6	56.6		1.00				
6.60	6.80	Cl M NCSi	1.85		(46.5)		109.2	58.2		1.00				
6.80	7.00	Cl M NCSi	1.85		(48.0)		112.9	59.9		1.00				
7.00	7.20	Cl M NCSi	1.85		(50.3)		116.5	61.5		1.00				
7.20	7.40	Cl M NCSi	1.85		(49.6)		120.1	63.1		1.00				
7.40	7.60	Cl M NCSi	1.85		(46.7)		123.8	64.8		1.00				
7.60	7.80	Cl M NCSi	1.85		(50.3)		127.4	66.4		1.00				
7.80	8.00	Cl M NCSi	1.85		(51.0)		131.0	68.0		1.00				
8.00	8.20	Cl M NCSi	1.85		(52.1)		134.6	69.6		1.00				
8.20	8.40	Cl M NCSi	1.85		(50.4)		138.3	71.3		1.00				
8.40	8.60	Cl M NCSi	1.85		(53.5)		141.9	72.9		1.00				
8.60	8.80	Cl M NCSi	1.85		(56.8)		145.5	74.5		1.00				
8.80	9.00	Cl M NCSi	1.85		(52.5)		149.2	76.2		1.00				
9.00	9.20	Cl M NCSi	1.85		(56.2)		152.8	77.8		1.00				
9.20	9.40	Cl M NCSi	1.85		(55.2)		156.4	79.4		1.00				
9.40	9.60	Cl M NCSi	1.85		(55.4)		160.1	81.1		1.00				
9.60	9.80	Cl M NCSi	1.85		(56.9)		163.7	82.7		1.00				
9.80	10.00	Cl M NCSi	1.85		(55.7)		167.3	84.3		1.00				
10.00	10.20	Cl M NCSi	1.85		(55.9)		170.9	85.9		1.00				
10.20	10.40	Cl M NCSi	1.85		(56.4)		174.6	87.6		1.00				
10.40	10.60	Cl M NCSi	1.85		(59.5)		178.2	89.2		1.00				
10.60	10.80	Cl M NCSi	1.85		(59.7)		181.8	90.8		1.00				
10.80	11.00	Cl M NCSi	1.85		(62.5)		185.5	92.5		1.00				
11.00	11.20	Cl M NCSi	1.85		(59.9)		189.1	94.1		1.00				
11.20	11.40	Cl M NCSi	1.85		(61.7)		192.7	95.7		1.00				
11.40	11.60	Cl M NCSi	1.85		(62.2)		196.3	97.3		1.00				
11.60	11.80	Cl M NCSi	1.85		(65.5)		200.0	99.0		1.00				
11.80	12.00	Cl M NCSi	1.85		(64.2)		203.6	100.6		1.00				
12.00	12.20	Cl M NCSi	1.85		(64.1)		207.2	102.2		1.00				
12.20	12.40	Cl M NCSi	1.85		(63.9)		210.9	103.9		1.00				
12.40	12.60	Cl M NCSi	1.85		(64.1)		214.5	105.5		1.00				
12.60	12.80	Cl M NCSi	1.85		(68.7)		218.1	107.1		1.00				
12.80	13.00	Cl M NCSi	1.85		(64.0)		221.8	108.8		1.00				
13.00	13.20	Cl M NCSi	1.85		(61.9)		225.4	110.4		1.00				
13.20	13.40	Cl M NCSi	1.85		(55.1)		229.0	112.0		1.00				
13.40	13.60	Cl M NC	1.85		(50.8)		232.6	113.6		1.00				
13.60	13.64	Cl M NCSi	1.85		(53.6)		234.9	114.6		1.00				

CPT-sondering utförd enligt EN ISO 22476-1

Projekt	**Förstudie åtgärdsval Tvärån**	**Plats**	**Tvärån**
Projektnummer	**10337804**	**Borrhål**	**22W016**
Borrföretag	**WSP**	**Datum**	**20220608**
Borrningsledare	**Marcus Andersson**		

Förborrningsdjup	1.00 m	Förborrat material	Mg:husaSi, Mg:fsaSi
Start djup	1.00 m	Geometri	Normal
Stopp djup	13.77 m	Vätska i filter	Olja
Grundvattennivå	1.60 m	Borrpunktens koord.	7080865.143, 148791.606
Referens	my	Utrustning	GM 85 GT
Nivå vid referens	8.15 m	Sond Nr	51910

[X] **Portryck registrerat vid sondering**

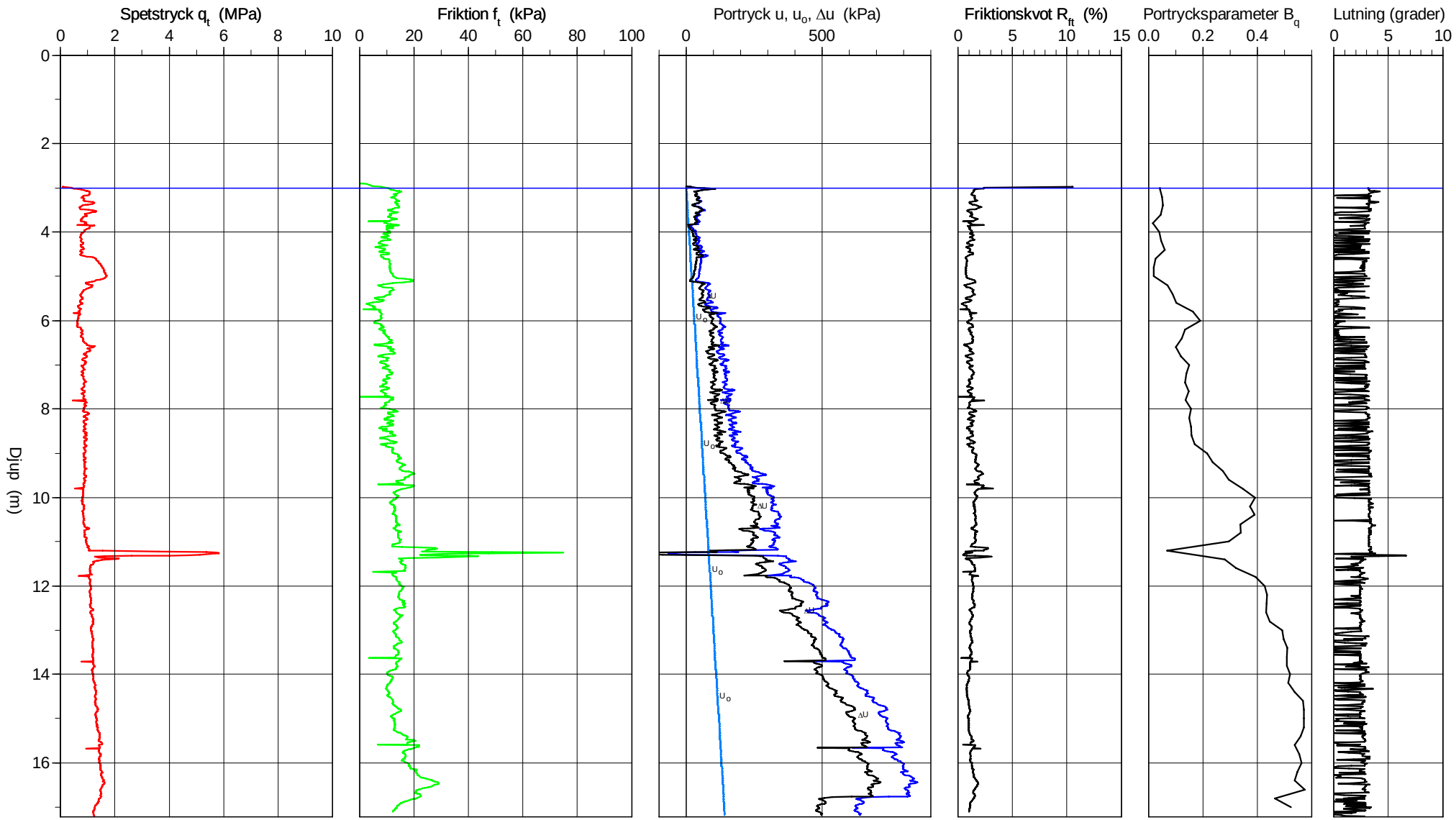


C:\Users\SEHR24280\Desktop\Tvärån\Conrad\2022-06-20\22W016\22W016 cpt.CPW

CPT-sondering utförd enligt EN ISO 22476-1

Förborrningsdjup	3.00 m	Referens	my	Vätska i filter	Olja
Start djup	3.00 m	Nivå vid referens	12.46 m	Borrpunktens koord.	7080844.516, 148786.392
Stopp djup	17.23 m	Förborrat material	Mg:siFSa, siFSa, grSa	Utrustning	GM85GT
Grundvattennivå	3.00 m	Geometri	Normal	Sond nr	51910

Projekt	Förstudie åtgärdsval Tvärån
Projekt nr	10337804
Plats	Tvärån
Borrhål	22W017
Datum	20220607



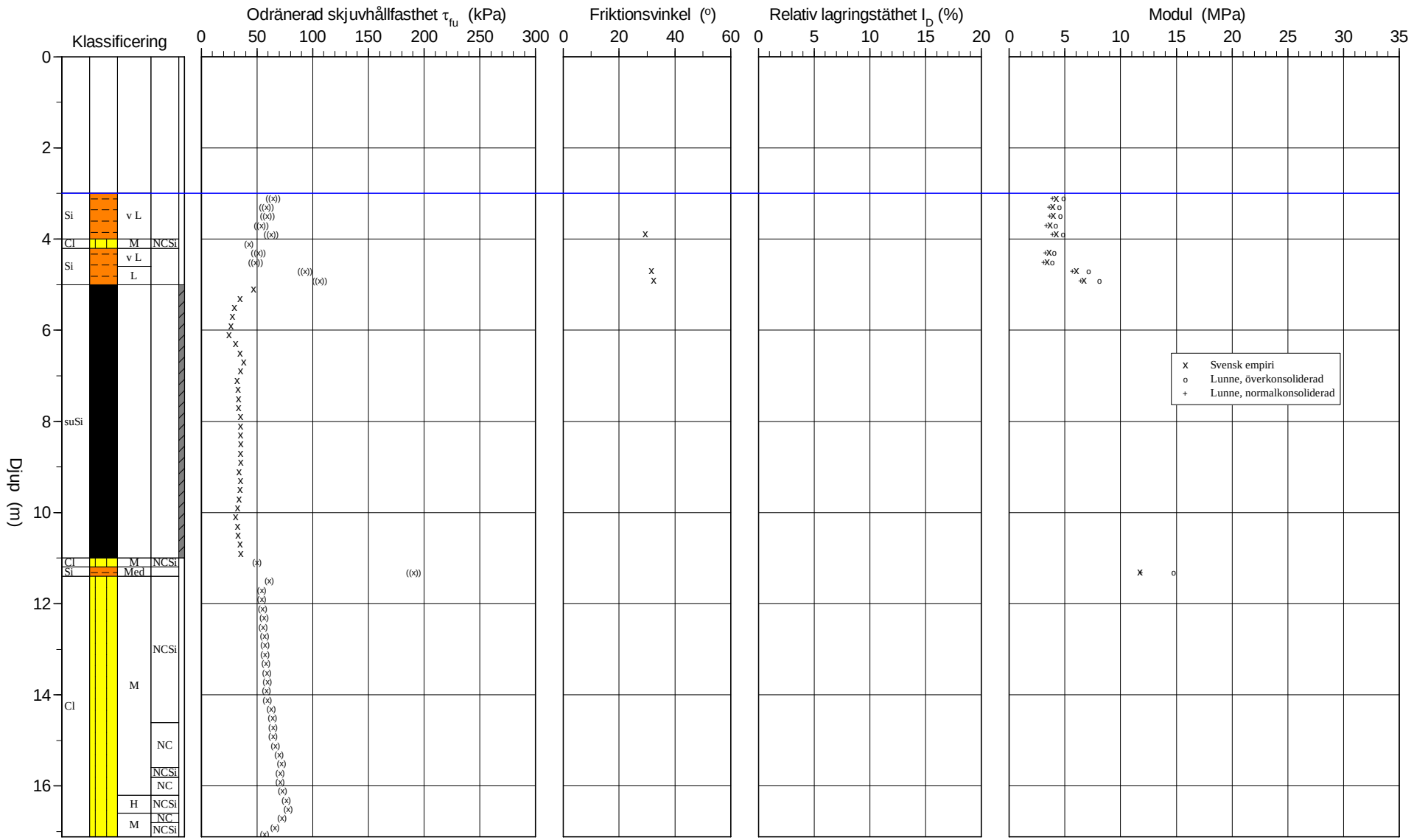
C:\Users\SEHR24280\Desktop\Tvärån\Conrad\2022-06-20\22W017\22W017 cpt.CPW

2022-06-20

CPT-sondering utvärderad enligt SGI Information 15 rev.2007

Referens	my	Förborrningsdjup	3.00 m	Utvärderare	HR
Nivå vid referens	12.46 m	Förborrat material	Mg:siFSa, siFSa, grSa	Datum för utvärdering	2022-06-20
Grundvattenyta	3.00 m	Utrustning	GM85GT		
Startdjup	3.00 m	Geometri	Normal		

Projekt	Förstudie åtgärdsval Tvärån
Projekt nr	10337804
Plats	Tvärån
Borrhål	22W017
Datum	20220607

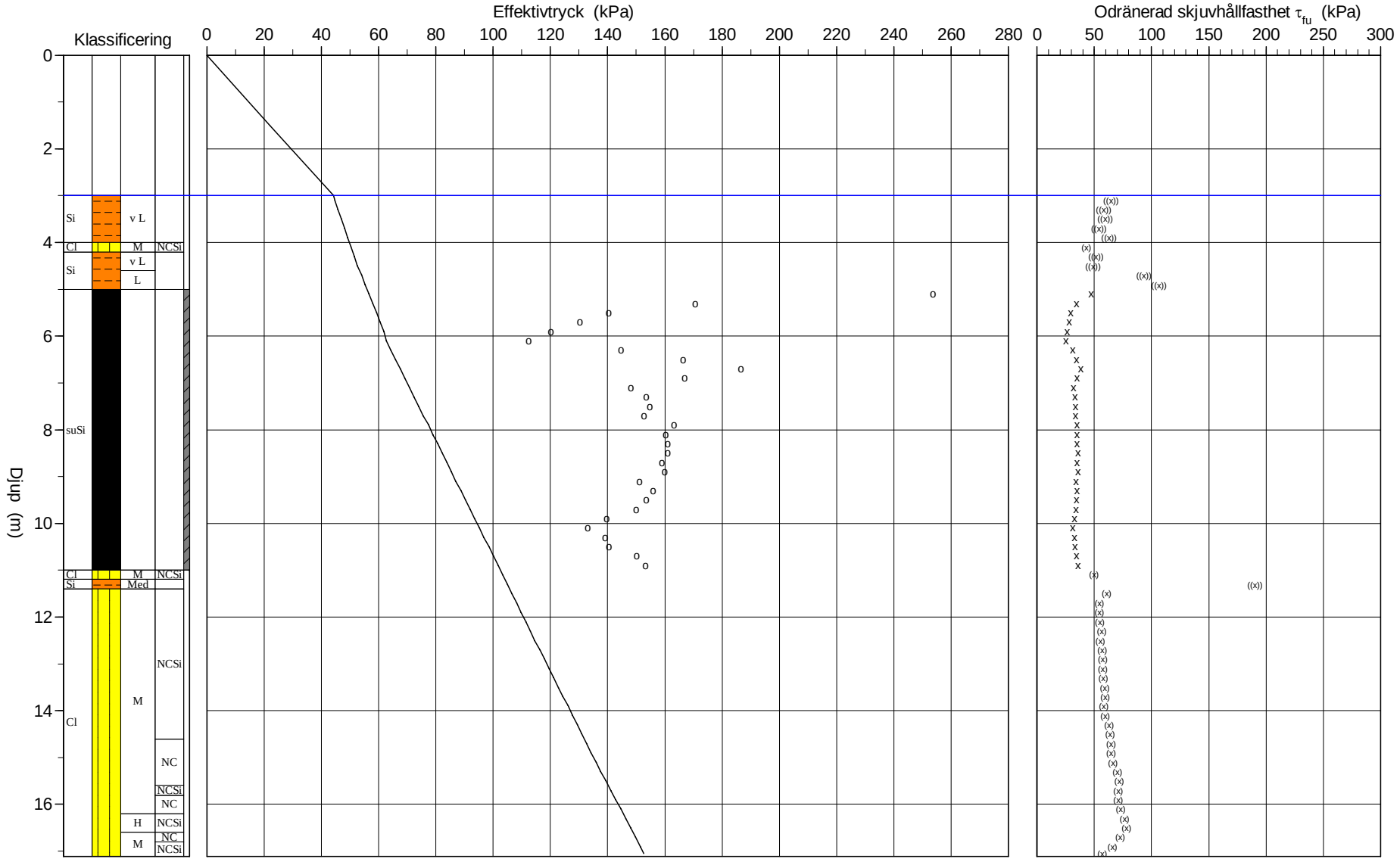


C:\Users\SEHR24280\Desktop\Tvärån\Conrad\2022-06-20\22W017\22W017 cpt.CPW 2022-06-20

CPT-sondering utvärderad enligt SGI Information 15 rev.2007

Referens	my	Förborrningsdjup	3.00 m	Utvärderare	HR
Nivå vid referens	12.46 m	Förborrat material	Mg:siFSa, siFSa, grSa	Datum för utvärdering	2022-06-20
Grundvattenyta	3.00 m	Utrustning	GM85GT		
Startdjup	3.00 m	Geometri	Normal		

Projekt	Förstudie åtgärdsval Tvärån
Projekt nr	10337804
Plats	Tvärån
Borrhål	22W017
Datum	20220607



C:\Users\SEHR24280\Desktop\Tvärån\Conrad\2022-06-20\22W017\22W017 cpt.CPW 2022-06-20

C P T - sondering

Projekt
Förstudie åtgärdsval Tvärån
10337804

Plats **Tvärån**
Borrhål **22W017**
Datum **20220607**

Förborrningsdjup	3.00 m	Förborrat material	Mg:siFSa, siFSa, grSa
Startdjup	3.00 m	Geometri	Normal
Stoppdjup	17.23 m	Vätska i filter	Olja
Grundvattenyta	3.00 m	Operatör	Markus Andersson
Referens	my	Utrustning	GM85GT
Nivå vid referens	12.46 m	[X] **Portryck registrerat vid sondering**	

Kalibreringsdata

Spets	51910	Inre friktion O_c	0.0 kPa
Datum	2021-08-23	Inre friktion O_f	0.0 kPa
Areafaktor a	0.700	Cross talk c_1	0.000
Areafaktor b	0.006	Cross talk c_2	0.000

Nollvärden, kPa

	Portryck	Friktion	Spetstryck
Före	0.00	0.00	0.00
Efter	11.60	-2.10	0.12
Diff	11.60	-2.10	0.12

Skalfaktorer

Portryck Område	Faktor	Friktion Område	Faktor	Spetstryck Område	Faktor

[ ] **Använd skalfaktorer vid beräkning**

Korrigering

Portryck	(ingen)
Friktion	(ingen)
Spetstryck	(ingen)

Bedömd sonderingsklass

Portrycksobservationer

Djup (m)	Portryck (kPa)
3.00	0.00

Skiktgränser

Djup (m)

Klassificering

Djup (m) Från	Till	Densitet (ton/m^3)	Flytgräns	Jordart
0.00	3.00	1.50		
5.00	11.00			suSi

Anmärkning

C P T - sondering

Projekt
Förstudie åtgärdsval Tvärån
10337804

Plats Tvärån
Borrhål 22W017
Datum 20220607

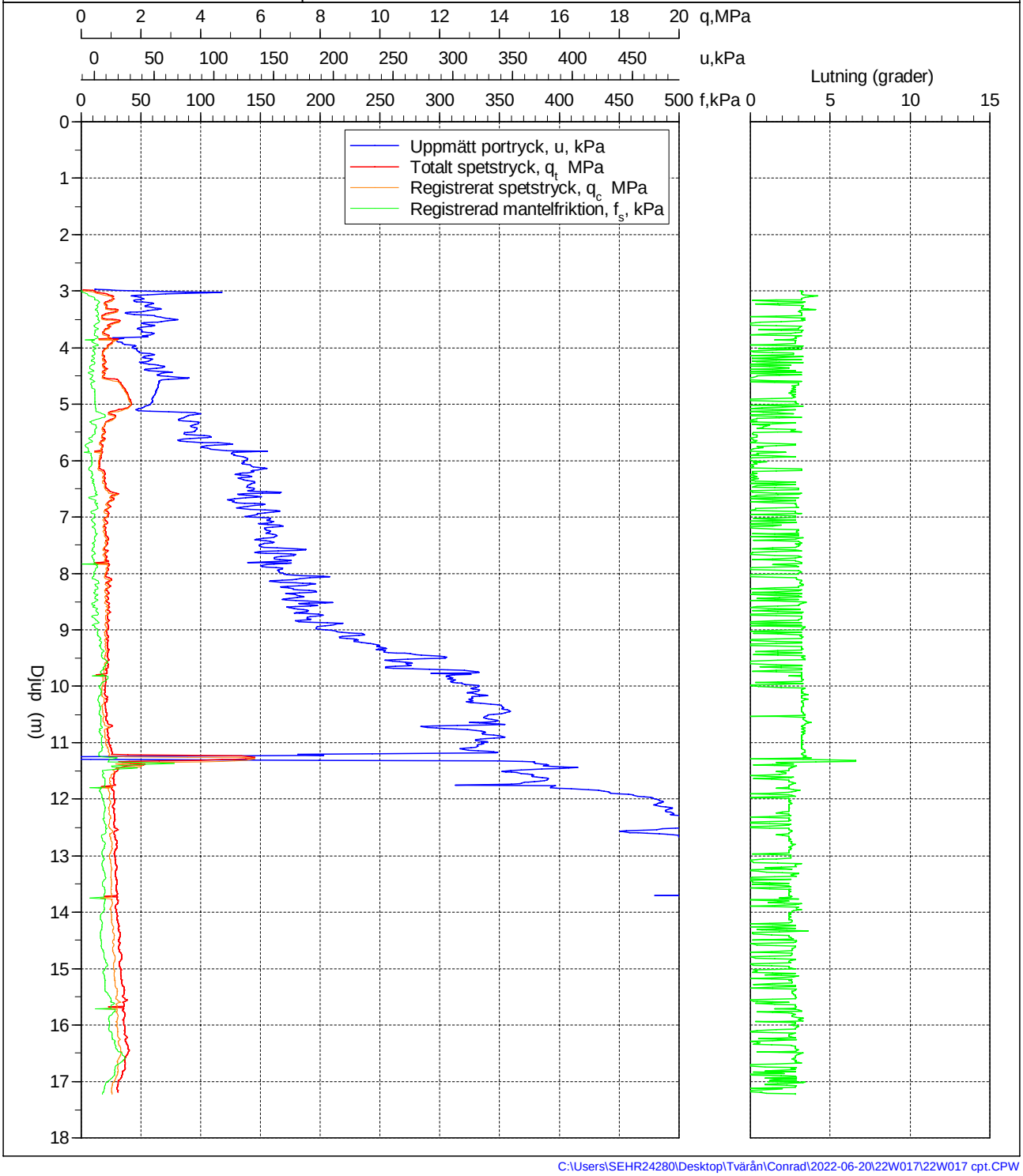
Djup (m) Från	Till	Klassificering	ρ t/m³	w_L	τ_{fu} kPa	ϕ °	σ_{vo} kPa	σ'_{vo} kPa	σ'_c kPa	OCR	I_D %	E MPa	M_{OC} MPa	M_{NC} MPa
0.00	3.00		1.50				22.1	22.1						
3.00	3.00		0.00				44.1	44.1						
3.00	3.20	Si v L	1.60		((64.4))		45.7	44.7				4.2	4.9	3.9
3.20	3.40	Si v L	1.60		((58.7))		48.9	45.9				3.9	4.5	3.6
3.40	3.60	Si v L	1.60		((59.6))		52.0	47.0				4.0	4.6	3.7
3.60	3.80	Si v L	1.60		((54.0))		55.1	48.1				3.6	4.2	3.4
3.80	4.00	Si v L	1.60		((62.9))	(29.5)	58.3	49.3				4.2	4.8	3.9
4.00	4.20	Cl M NCSi	1.60		(42.8)		61.4	50.4		1.00				
4.20	4.40	Si v L	1.60		((51.4))		64.5	51.5				3.5	4.0	3.2
4.40	4.60	Si v L	1.60		((49.1))		67.7	52.7				3.4	3.9	3.1
4.60	4.80	Si L	1.70		((93.6))	(31.6)	70.9	53.9				6.0	7.1	5.7
4.80	5.00	Si L	1.70		((106.4))	(32.3)	74.3	55.3				6.7	8.1	6.5
5.00	5.20	suSi	1.70		47.0		77.6	56.6	253.7	4.48				
5.20	5.40	suSi	1.85		34.4		81.1	58.1	170.6	2.94				
5.40	5.60	suSi	1.60		29.6		84.5	59.5	140.3	2.36				
5.60	5.80	suSi	1.60		28.0		87.6	60.6	130.3	2.15				
5.80	6.00	suSi	1.60		26.3		90.7	61.7	120.2	1.95				
6.00	6.20	suSi	1.60		25.0		93.9	62.9	112.4	1.79				
6.20	6.40	suSi	1.85		30.8		97.3	64.3	144.8	2.25				
6.40	6.60	suSi	1.85		34.6		100.9	65.9	166.4	2.53				
6.60	6.80	suSi	1.85		38.1		104.5	67.5	186.6	2.76				
6.80	7.00	suSi	1.85		35.0		108.2	69.2	167.0	2.41				
7.00	7.20	suSi	1.85		32.0		111.8	70.8	148.2	2.09				
7.20	7.40	suSi	1.85		33.1		115.4	72.4	153.5	2.12				
7.40	7.60	suSi	1.85		33.4		119.0	74.0	154.8	2.09				
7.60	7.80	suSi	1.85		33.2		122.7	75.7	152.9	2.02				
7.80	8.00	suSi	1.85		35.2		126.3	77.3	163.1	2.11				
8.00	8.20	suSi	1.85		34.8		129.9	78.9	160.3	2.03				
8.20	8.40	suSi	1.85		35.1		133.6	80.6	161.0	2.00				
8.40	8.60	suSi	1.85		35.2		137.2	82.2	161.0	1.96				
8.60	8.80	suSi	1.85		35.0		140.8	83.8	159.1	1.90				
8.80	9.00	suSi	1.85		35.3		144.5	85.5	160.1	1.87				
9.00	9.20	suSi	1.85		33.9		148.1	87.1	151.2	1.74				
9.20	9.40	suSi	1.85		34.9		151.7	88.7	156.0	1.76				
9.40	9.60	suSi	1.85		34.6		155.3	90.3	153.7	1.70				
9.60	9.80	suSi	1.85		34.0		159.0	92.0	149.9	1.63				
9.80	10.00	suSi	1.85		32.3		162.6	93.6	139.6	1.49				
10.00	10.20	suSi	1.85		31.1		166.2	95.2	132.9	1.40				
10.20	10.40	suSi	1.85		32.4		169.9	96.9	139.3	1.44				
10.40	10.60	suSi	1.85		32.8		173.5	98.5	140.6	1.43				
10.60	10.80	suSi	1.85		34.7		177.1	100.1	150.3	1.50				
10.80	11.00	suSi	1.85		35.3		180.7	101.7	153.3	1.51				
11.00	11.20	Cl M NCSi	1.85		(50.0)		184.4	103.4		1.00				
11.20	11.40	Si Med	1.80		((190.7))		188.0	105.0				11.8	14.8	11.8
11.40	11.60	Cl M NCSi	1.85		(61.1)		191.5	106.5		1.00				
11.60	11.80	Cl M NCSi	1.85		(54.5)		195.2	108.2		1.00				
11.80	12.00	Cl M NCSi	1.85		(54.3)		198.8	109.8		1.00				
12.00	12.20	Cl M NCSi	1.85		(55.0)		202.4	111.4		1.00				
12.20	12.40	Cl M NCSi	1.85		(56.3)		206.1	113.1		1.00				
12.40	12.60	Cl M NCSi	1.85		(55.6)		209.7	114.7		1.00				
12.60	12.80	Cl M NCSi	1.85		(57.0)		213.3	116.3		1.00				
12.80	13.00	Cl M NCSi	1.85		(57.6)		216.9	117.9		1.00				
13.00	13.20	Cl M NCSi	1.85		(57.4)		220.6	119.6		1.00				
13.20	13.40	Cl M NCSi	1.85		(58.2)		224.2	121.2		1.00				
13.40	13.60	Cl M NCSi	1.85		(59.2)		227.8	122.8		1.00				
13.60	13.80	Cl M NCSi	1.85		(59.7)		231.5	124.5		1.00				
13.80	14.00	Cl M NCSi	1.85		(58.4)		235.1	126.1		1.00				
14.00	14.20	Cl M NCSi	1.85		(59.6)		238.7	127.7		1.00				
14.20	14.40	Cl M NCSi	1.85		(62.8)		242.4	129.4		1.00				
14.40	14.60	Cl M NCSi	1.85		(63.8)		246.0	131.0		1.00				
14.60	14.80	Cl M NC	1.85		(64.4)		249.6	132.6		1.00				
14.80	15.00	Cl M NC	1.85		(64.3)		253.2	134.2		1.00				
15.00	15.20	Cl M NC	1.90		(66.3)		256.9	135.9		1.00				
15.20	15.40	Cl M NC	1.90		(69.8)		260.7	137.7		1.00				
15.40	15.60	Cl M NC	1.90		(72.1)		264.4	139.4		1.00				
15.60	15.80	Cl M NCSi	1.90		(71.2)		268.1	141.1		1.00				
15.80	16.00	Cl M NC	1.90		(71.0)		271.8	142.8		1.00				
16.00	16.20	Cl M NC	1.90		(72.8)		275.6	144.6		1.00				
16.20	16.40	Cl H NCSi	1.90		(76.7)		279.3	146.3		1.00				
16.40	16.60	Cl H NCSi	1.90		(78.1)		283.0	148.0		1.00				
16.60	16.80	Cl M NC	1.90		(72.5)		286.7	149.7		1.00				
16.80	17.00	Cl M NCSi	1.85		(65.9)		290.4	151.4		1.00				
17.00	17.11	Cl M NCSi	1.85		(57.0)		293.2	152.7		1.00				

CPT-sondering utförd enligt EN ISO 22476-1

Projekt	**Förstudie åtgärdsval Tvärån**	**Plats**	**Tvärån**
Projektnummer	**10337804**	**Borrhål**	**22W017**
Borrföretag	**WSP**	**Datum**	**20220607**
Borrningsledare	**Markus Andersson**		

Förborrningsdjup	3.00 m	Förborrat material	Mg:siFSa, siFSa, grSa
Start djup	3.00 m	Geometri	Normal
Stopp djup	17.23 m	Vätska i filter	Olja
Grundvattennivå	3.00 m	Borrpunktens koord.	7080844.516, 148786.392
Referens	my	Utrustning	GM85GT
Nivå vid referens	12.46 m	Sond Nr	51910

[X] **Portryck registrerat vid sondering**

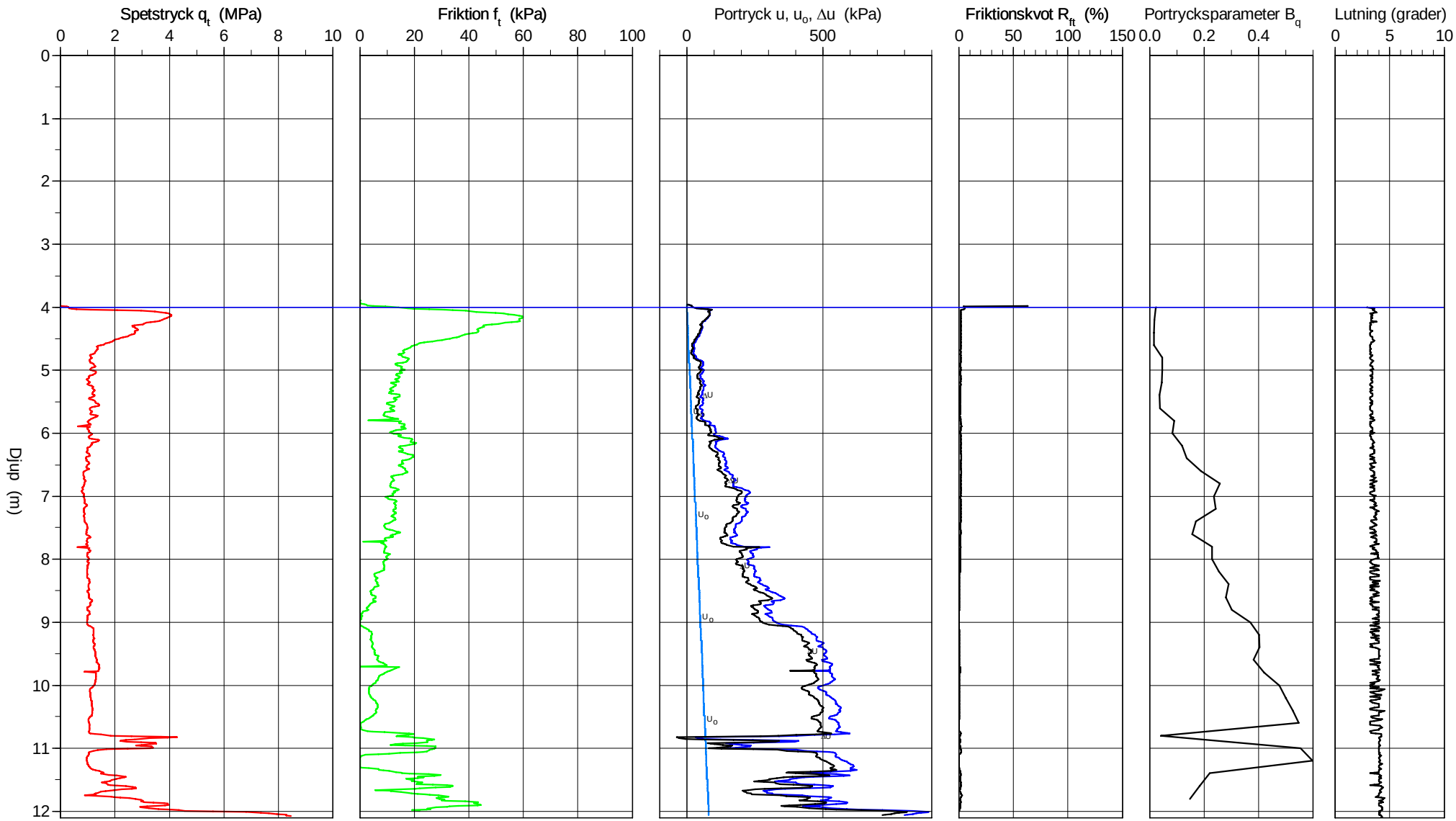


C:\Users\SEHR24280\Desktop\Tvärån\Conrad\2022-06-20\22W017\22W017 cpt.CPW

CPT-sondering utförd enligt EN ISO 22476-1

Förborrningsdjup	4.00 m	Referens	my	Vätska i filter	Olja
Start djup	4.00 m	Nivå vid referens	11.94 m	Borrpunktens koord.	7080765.638, 148553.916
Stopp djup	12.12 m	Förborrat material	husaSi, siFSa, grSa	Utrustning	GM 85 GT
Grundvattennivå	4.00 m	Geometri	Normal	Sond nr	51910

Projekt	Förstudie åtgärdsval Tvärån
Projekt nr	10337804
Plats	Tvärån
Borrhål	22W018
Datum	20220607



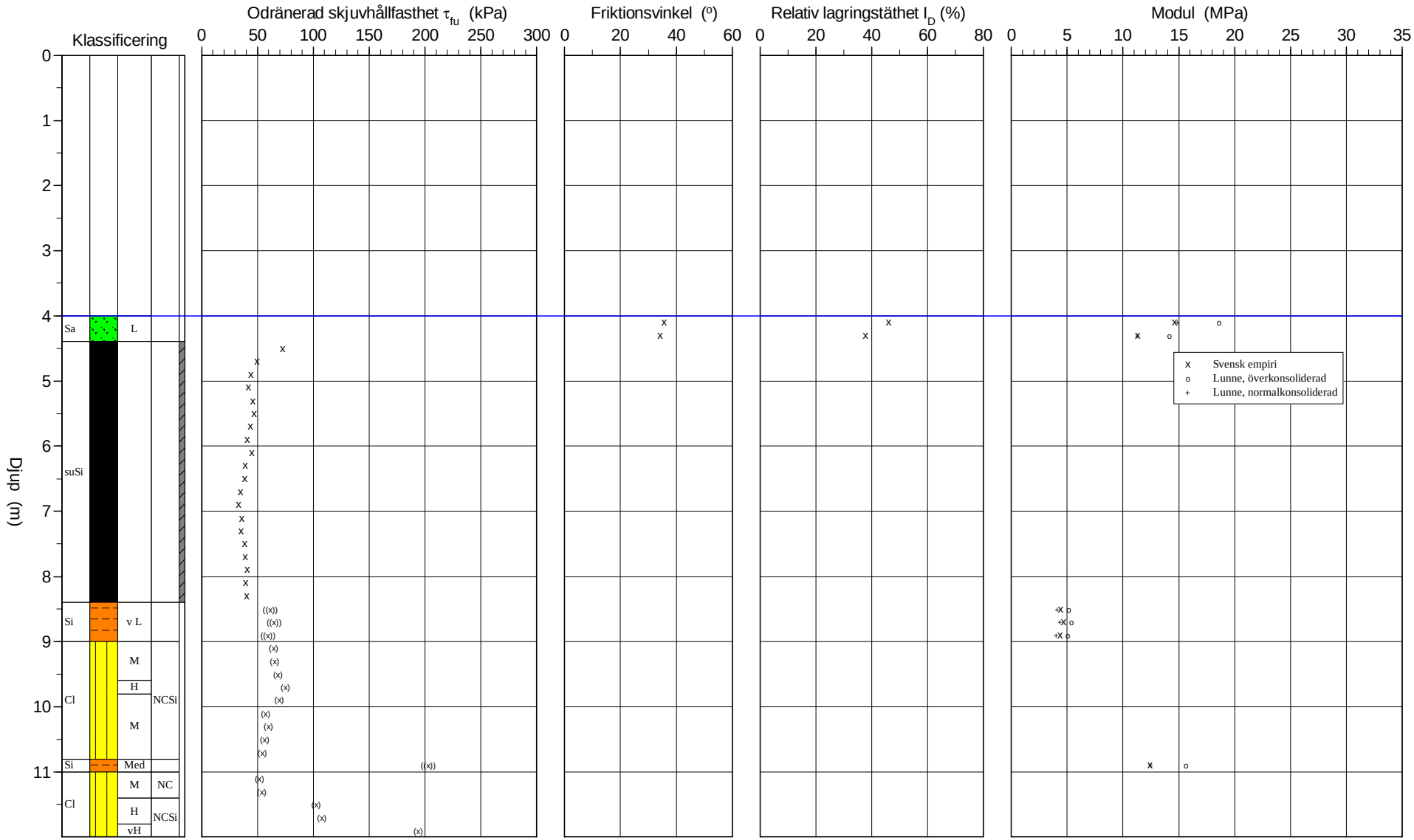
C:\Users\SEHR24280\Desktop\Tvärån\Conrad\2022-06-20\22W018\22W018 cpt.CPW

2022-06-20

CPT-sondering utvärderad enligt SGI Information 15 rev.2007

Referens	my	Förborrningsdjup	4.00 m	Utvärderare	HR
Nivå vid referens	11.94 m	Förborrat material	husaSi, siFSa, grSa	Datum för utvärdering	2022-06-20
Grundvattenyta	4.00 m	Utrustning	GM 85 GT		
Startdjup	4.00 m	Geometri	Normal		

Projekt	Förstudie åtgärdsval Tvärån
Projekt nr	10337804
Plats	Tvärån
Borrhål	22W018
Datum	20220607

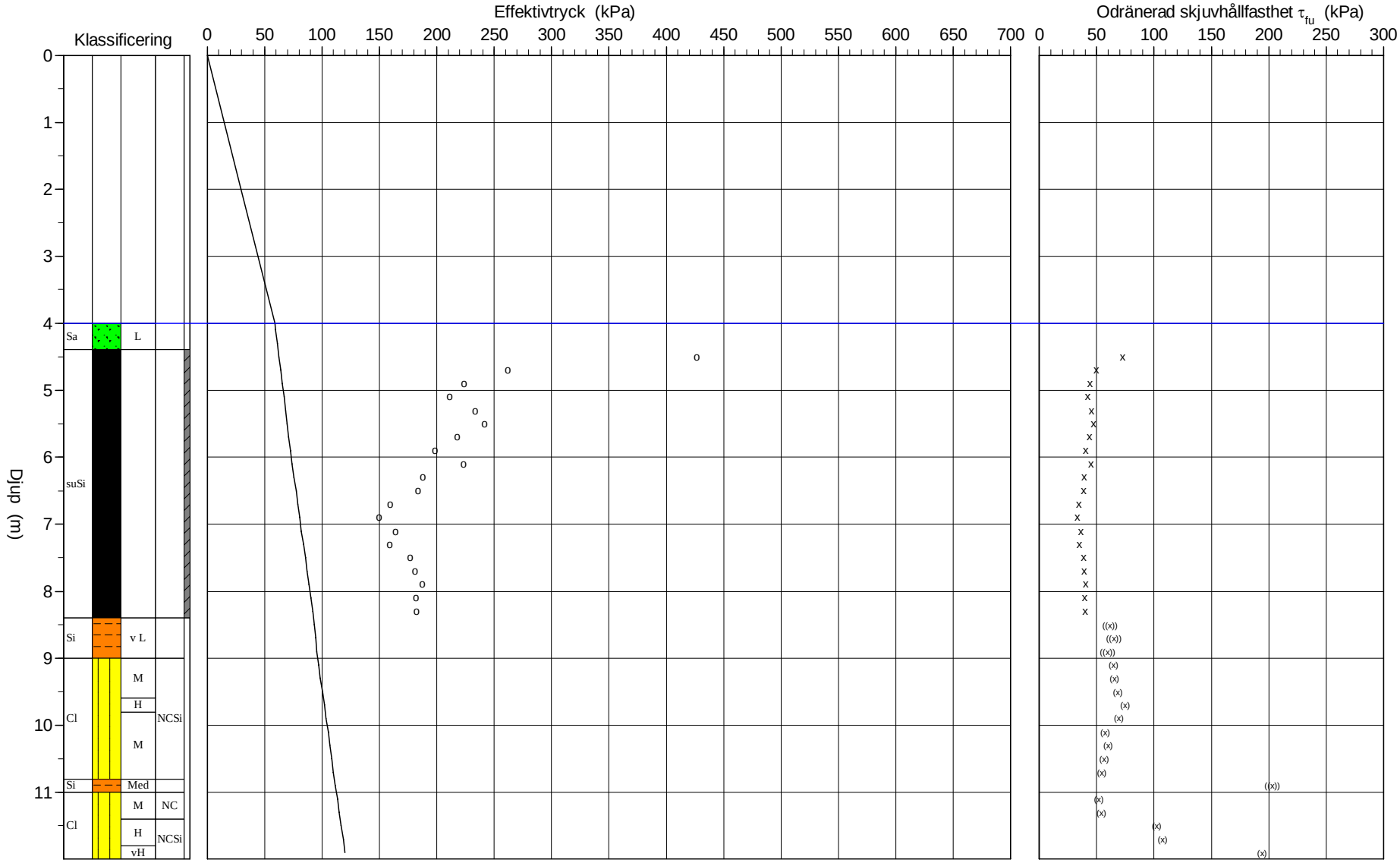


C:\Users\SEHR24280\Desktop\Tvärån\Conrad\2022-06-20\22W018\22W018 cpt.CPW 2022-06-20

CPT-sondering utvärderad enligt SGI Information 15 rev.2007

Referens	my	Förborrningsdjup	4.00 m	Utvärderare	HR
Nivå vid referens	11.94 m	Förborrat material	husaSi, siFSa, grSa	Datum för utvärdering	2022-06-20
Grundvattenyta	4.00 m	Utrustning	GM 85 GT		
Startdjup	4.00 m	Geometri	Normal		

Projekt	Förstudie åtgärdsval Tvärån
Projekt nr	10337804
Plats	Tvärån
Borrhål	22W018
Datum	20220607



C:\Users\SEHR24280\Desktop\Tvärån\Conrad\2022-06-20\22W018\22W018 cpt.CPW 2022-06-20

C P T - sondering

Projekt
Förstudie åtgärdsval Tvärån
10337804

Plats **Tvärån**
Borrhål **22W018**
Datum **20220607**

Förborrningsdjup	4.00 m	Förborrat material	husaSi, siFSa, grSa
Startdjup	4.00 m	Geometri	Normal
Stoppdjup	12.12 m	Vätska i filter	Olja
Grundvattenyta	4.00 m	Operatör	Markus Andersson
Referens	my	Utrustning	GM 85 GT
Nivå vid referens	11.94 m	[X] **Portryck registrerat vid sondering**	

Kalibreringsdata

Spets	51910	Inre friktion O_c	0.0 kPa
Datum	2021-08-23	Inre friktion O_f	0.0 kPa
Areafaktor a	0.700	Cross talk c_1	0.000
Areafaktor b	0.006	Cross talk c_2	0.000

Nollvärden, kPa

	Portryck	Friktion	Spetstryck
Före	0.00	0.00	0.00
Efter	21.20	-2.90	0.03
Diff	21.20	-2.90	0.03

Skalfaktorer

Portryck Område	Faktor	Friktion Område	Faktor	Spetstryck Område	Faktor

[ ] **Använd skalfaktorer vid beräkning**

Korrigering

Portryck	(ingen)
Friktion	(ingen)
Spetstryck	(ingen)

Bedömd sonderingsklass

Portrycksobservationer

Djup (m)	Portryck (kPa)
4.00	0.00

Skiktgränser

Djup (m)

Klassificering

Djup (m) Från	Till	Densitet (ton/m^3)	Flytgräns	Jordart
0.00	4.00	1.50		
4.50	8.50			suSi

Anmärkning

C P T - sondering

Projekt
Förstudie åtgärdsval Tvärån
10337804

Plats Tvärån
Borrhål 22W018
Datum 20220607

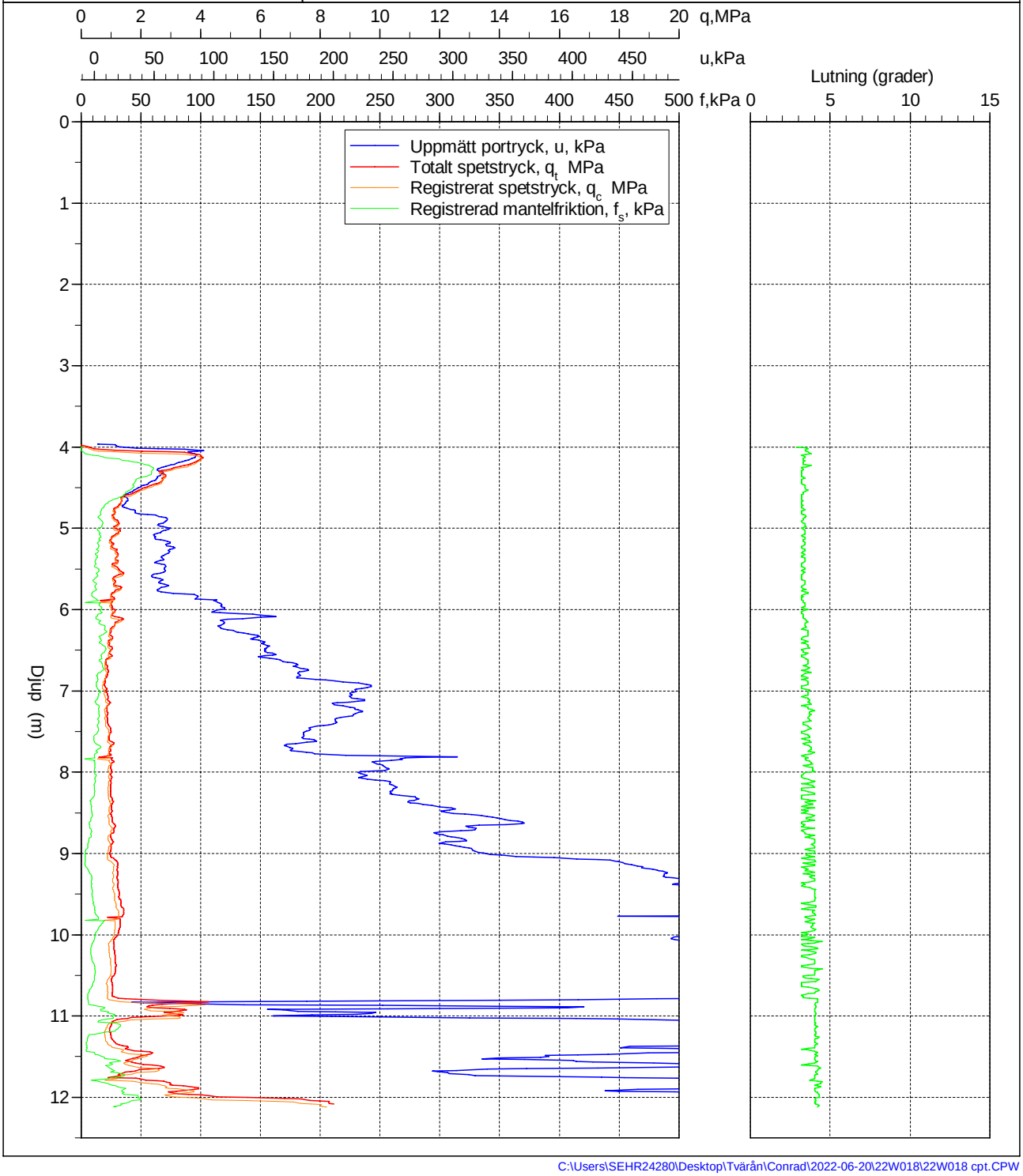
Djup (m) Från	Till	Klassificering		ρ t/m³	w_L	τ_{fu} kPa	ϕ °	σ_{vo} kPa	σ'_{vo} kPa	σ'_c kPa	OCR	I_D %	E MPa	M_{OC} MPa	M_{NC} MPa
0.00	4.00			1.50				29.4	29.4						
4.00	4.00			0.00				58.9	58.9						
4.00	4.20	Sa L		1.80			35.5	60.6	59.6			46.1	14.6	18.6	14.9
4.20	4.40	Sa L		1.80			34.3	64.2	61.2			37.9	11.3	14.1	11.3
4.40	4.60	suSi		1.70		72.7		67.6	62.6	426.4	6.81				
4.60	4.80	suSi		1.70		49.4		70.9	63.9	261.9	4.10				
4.80	5.00	suSi		1.70		43.8		74.3	65.3	223.8	3.43				
5.00	5.20	suSi		1.85		41.9		77.7	66.7	210.7	3.16				
5.20	5.40	suSi		1.70		45.7		81.2	68.2	233.3	3.42				
5.40	5.60	suSi		1.70		47.1		84.6	69.6	241.2	3.47				
5.60	5.80	suSi		1.70		43.6		87.9	70.9	217.9	3.07				
5.80	6.00	suSi		1.85		40.6		91.4	72.4	198.7	2.75				
6.00	6.20	suSi		1.85		44.9		95.0	74.0	223.7	3.02				
6.20	6.40	suSi		1.85		39.2		98.6	75.6	187.8	2.48				
6.40	6.60	suSi		1.85		38.6		102.3	77.3	183.4	2.37				
6.60	6.80	suSi		1.85		34.7		105.9	78.9	159.6	2.02				
6.80	7.00	suSi		1.85		33.1		109.5	80.5	149.8	1.86				
7.00	7.20	suSi		1.85		35.7		113.2	82.2	163.9	2.00				
7.20	7.40	suSi		1.85		35.0		116.8	83.8	159.2	1.90				
7.40	7.60	suSi		1.85		38.3		120.4	85.4	176.9	2.07				
7.60	7.80	suSi		1.85		39.1		124.0	87.0	181.0	2.08				
7.80	8.00	suSi		1.85		40.4		127.7	88.7	187.5	2.11				
8.00	8.20	suSi		1.85		39.6		131.3	90.3	182.1	2.02				
8.20	8.40	suSi		1.85		39.8		134.9	91.9	182.6	1.99				
8.40	8.60	Si v L		1.60		((61.3))		138.3	93.3				4.4	5.1	4.1
8.60	8.80	Si v L		1.60		((64.8))		141.5	94.5				4.6	5.4	4.3
8.80	9.00	Si v L		1.60		((59.5))		144.6	95.6				4.3	5.0	4.0
9.00	9.20	Cl M	NCSi	1.85		(64.3)		148.0	97.0		1.00				
9.20	9.40	Cl M	NCSi	1.85		(65.5)		151.6	98.6		1.00				
9.40	9.60	Cl M	NCSi	1.85		(68.7)		155.2	100.2		1.00				
9.60	9.80	Cl H	NCSi	1.90		(75.1)		158.9	101.9		1.00				
9.80	10.00	Cl M	NCSi	1.85		(69.2)		162.6	103.6		1.00				
10.00	10.20	Cl M	NCSi	1.85		(57.3)		166.2	105.2		1.00				
10.20	10.40	Cl M	NCSi	1.85		(59.8)		169.9	106.9		1.00				
10.40	10.60	Cl M	NCSi	1.85		(56.3)		173.5	108.5		1.00				
10.60	10.80	Cl M	NCSi	1.85		(54.6)		177.1	110.1		1.00				
10.80	11.00	Si Med		1.80		((203.1))		180.7	111.7				12.4	15.6	12.5
11.00	11.20	Cl M	NC	1.85		(52.1)		184.3	113.3		1.00				
11.20	11.40	Cl M	NC	1.85		(54.0)		187.9	114.9		1.00				
11.40	11.60	Cl H	NCSi	1.90		(102.3)		191.6	116.6		1.00				
11.60	11.80	Cl H	NCSi	1.90		(107.7)		195.3	118.3		1.00				
11.80	11.99	Cl vH	NCSi	1.90		(193.9)		199.0	120.0		1.00				

CPT-sondering utförd enligt EN ISO 22476-1

Projekt	**Förstudie åtgärdsval Tvärån**	**Plats**	**Tvärån**
Projektnummer	**10337804**	**Borrhål**	**22W018**
Borrföretag	**WSP**	**Datum**	**20220607**
Borrningsledare	**Markus Andersson**		

Förborrningsdjup	4.00 m	Förborrat material	husaSi, siFSa, grSa
Start djup	4.00 m	Geometri	Normal
Stopp djup	12.12 m	Vätska i filter	Olja
Grundvattennivå	4.00 m	Borrpunktens koord.	7080765.638, 148553.916
Referens	my	Utrustning	GM 85 GT
Nivå vid referens	11.94 m	Sond Nr	51910

[x] **Portryck registrerat vid sondering**

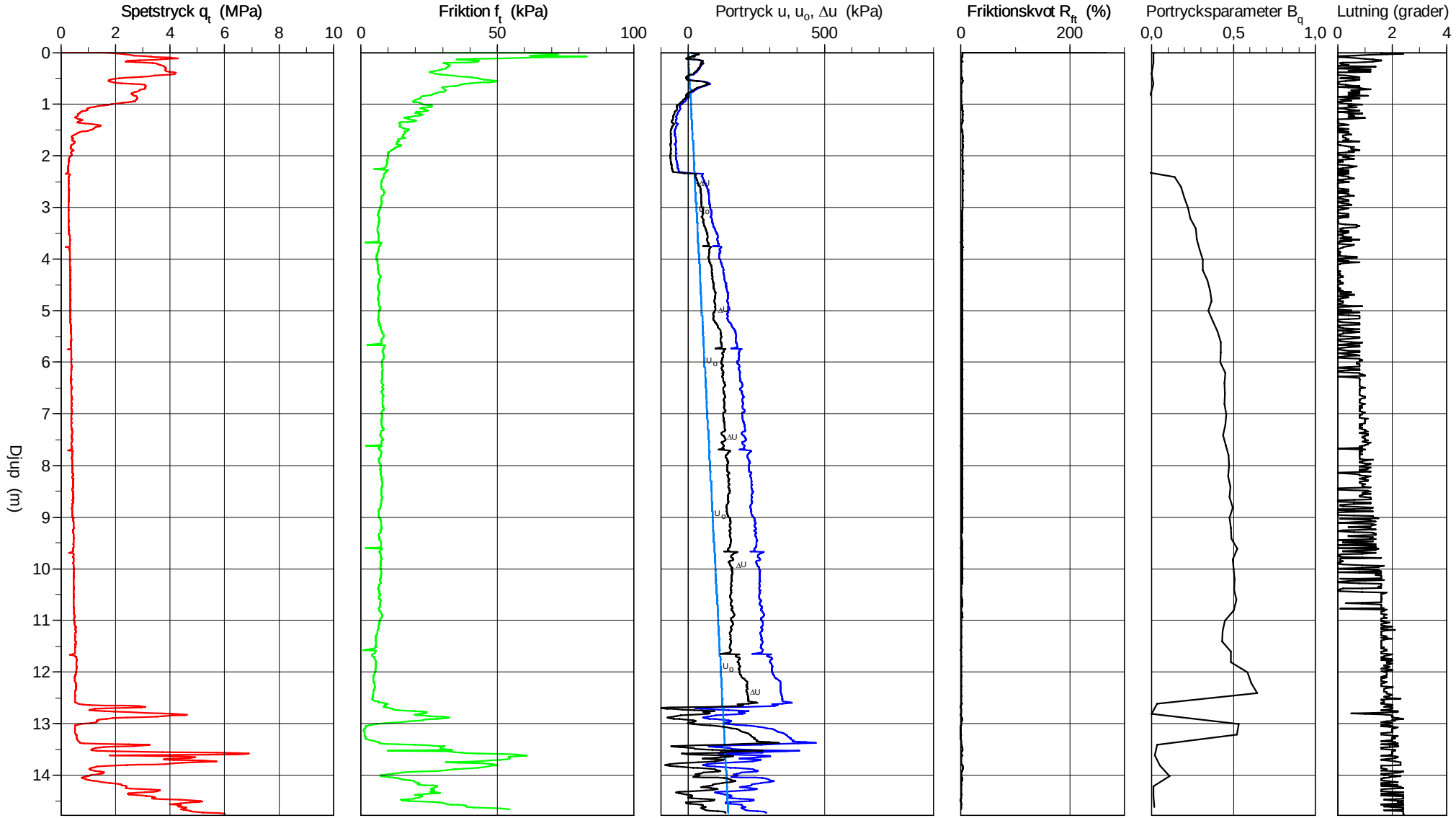


C:\Users\SEHR24280\Desktop\Tvärån\Conrad\2022-06-20\22W018\22W018 cpt.CPW

CPT-sondering utförd enligt EN ISO 22476-1

Förborrningsdjup	0,01 m	Referens	my	Vätska i filter	Olja
Start djup	0,01 m	Nivå vid referens	10,89 m	Borrpunktens koord.	7082299.594, 148313.830
Stopp djup	14,77 m	Förborrat material	-	Utrustning	GM 85 GT
Grundvattennivå	0,00 m	Geometri	Normal	Sond nr	51910

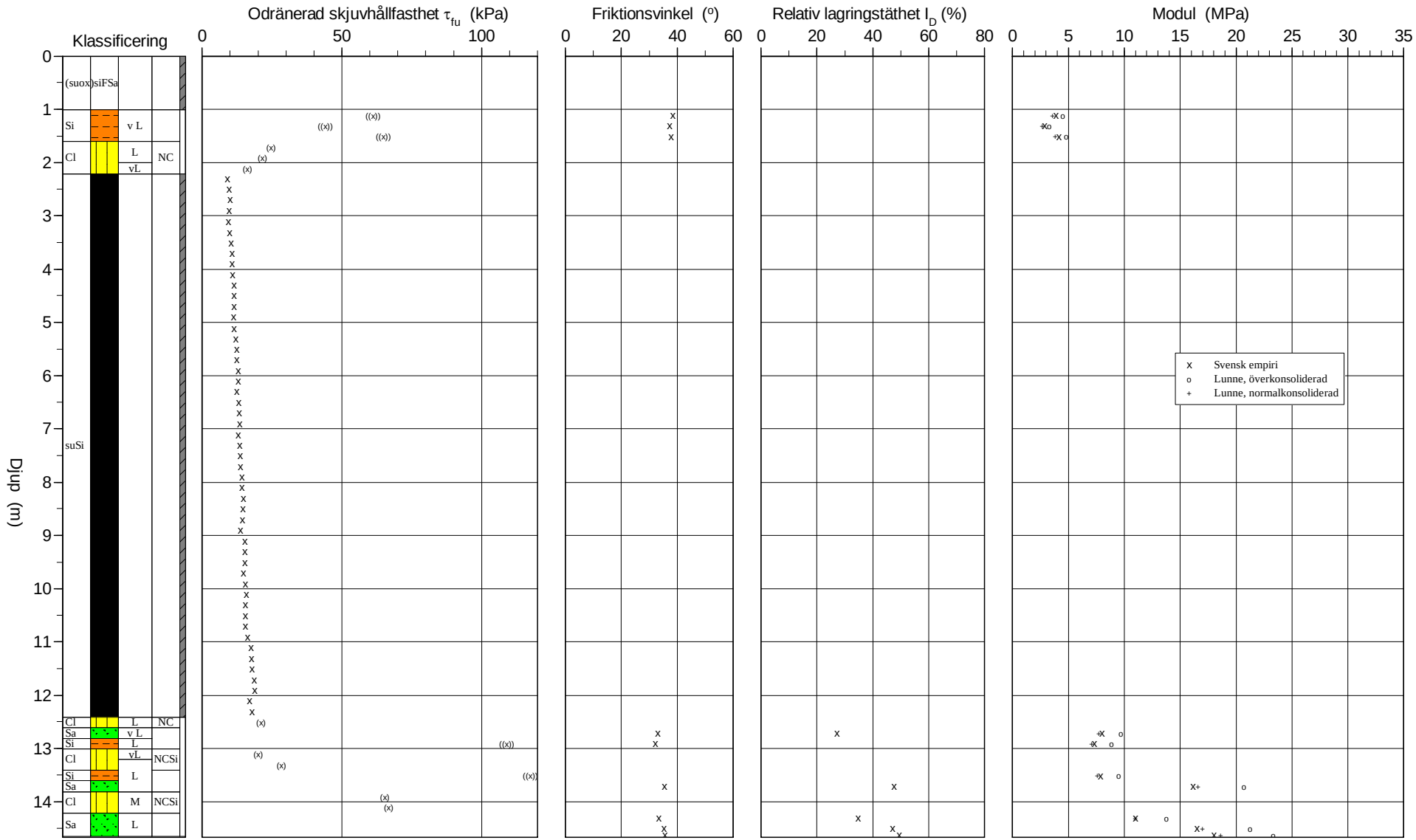
Projekt	Förstudie åtgärdsval Tvärån
Projekt nr	10337804
Plats	Tvärån
Borrhål	22W020
Datum	20220524



CPT-sondering utvärderad enligt SGI Information 15 rev.2007

Referens	my	Förborrningsdjup	0,01 m	Utvärderare	HR
Nivå vid referens	10,89 m	Förborrat material	-	Datum för utvärdering	2022-06-07
Grundvattenyta	0,00 m	Utrustning	GM 85 GT		
Startdjup	0,01 m	Geometri	Normal		

Projekt	Förstudie åtgärdsval Tvärån
Projekt nr	10337804
Plats	Tvärån
Borrhål	22W020
Datum	20220524

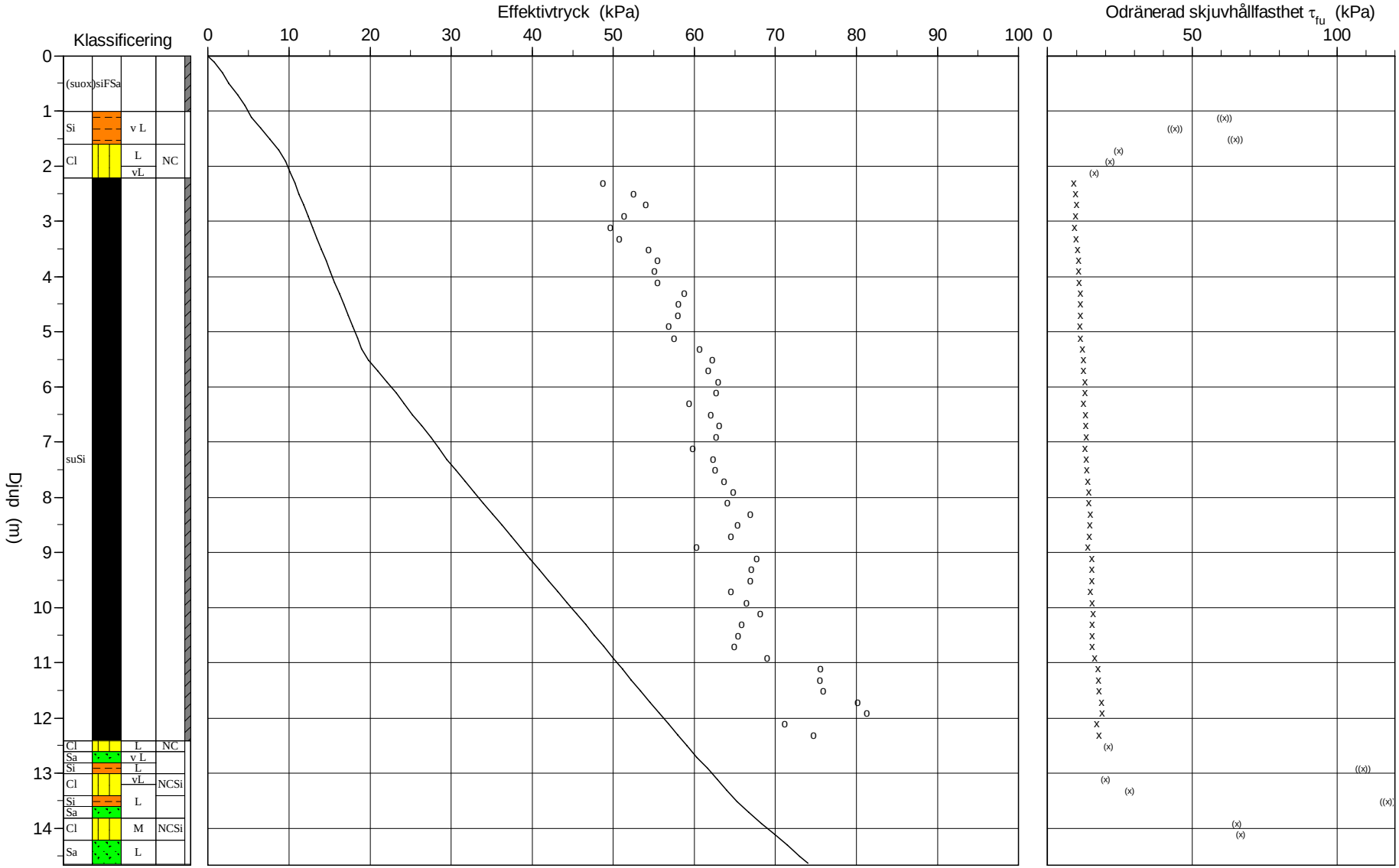


C:\Users\SEHR24280\Desktop\Tvärån\Conrad\22W020\22W020 cpt.CPW 2022-06-08

CPT-sondering utvärderad enligt SGI Information 15 rev.2007

Referens	my	Förborrningsdjup	0,01 m	Utvärderare	HR
Nivå vid referens	10,89 m	Förborrat material	-	Datum för utvärdering	2022-06-07
Grundvattenyta	0,00 m	Utrustning	GM 85 GT		
Startdjup	0,01 m	Geometri	Normal		

Projekt	Förstudie åtgärdsval Tvärån
Projekt nr	10337804
Plats	Tvärån
Borrhål	22W020
Datum	20220524



C:\Users\SEHR24280\Desktop\Tvärån\Conrad\22W020\22W020 cpt.CPW 2022-06-08

C P T - sondering

Projekt	**Plats** Tvärån
Förstudie åtgärdsval Tvärån 10337804	**Borrhål** 22W020
	Datum 20220524

Förborrningsdjup	0,01 m	Förborrat material	-
Startdjup	0,01 m	Geometri	Normal
Stoppdjup	14,77 m	Vätska i filter	Olja
Grundvattenyta	0,00 m	Operatör	Markus Andersson
Referens	my	Utrustning	GM 85 GT
Nivå vid referens	10,89 m	[X] **Portryck registrerat vid sondering**	

Kalibreringsdata

Spets	51910	Inre friktion O_c	0,0 kPa
Datum	2021-08-23	Inre friktion O_f	0,0 kPa
Areafaktor a	0,700	Cross talk c_1	0,000
Areafaktor b	0,006	Cross talk c_2	0,000

Skalfaktorer

Portryck Område	Faktor	Friktion Område	Faktor	Spetstryck Område	Faktor

[ ] **Använd skalfaktorer vid beräkning**

Nollvärden, kPa

	Portryck	Friktion	Spetstryck
Före	0,00	0,00	0,00
Efter	22,10	-1,00	-0,01
Diff	22,10	-1,00	-0,01

Korrigering

Portryck	(ingen)
Friktion	(ingen)
Spetstryck	(ingen)

Bedömd sonderingsklass

Portrycksobservationer

Djup (m)	Portryck (kPa)
0,00	0,00

Skiktgränser

Djup (m)

Klassificering

Djup (m) Från	Till	Densitet (ton/m^3)	Flytgräns	Jordart
0,00	1,00	1,50		(suox)siFSa
2,20	12,50			suSi

Anmärkning

C P T - sondering

Projekt
Förstudie åtgärdsval Tvärån
10337804

Plats Tvärån
Borrhål 22W020
Datum 20220524

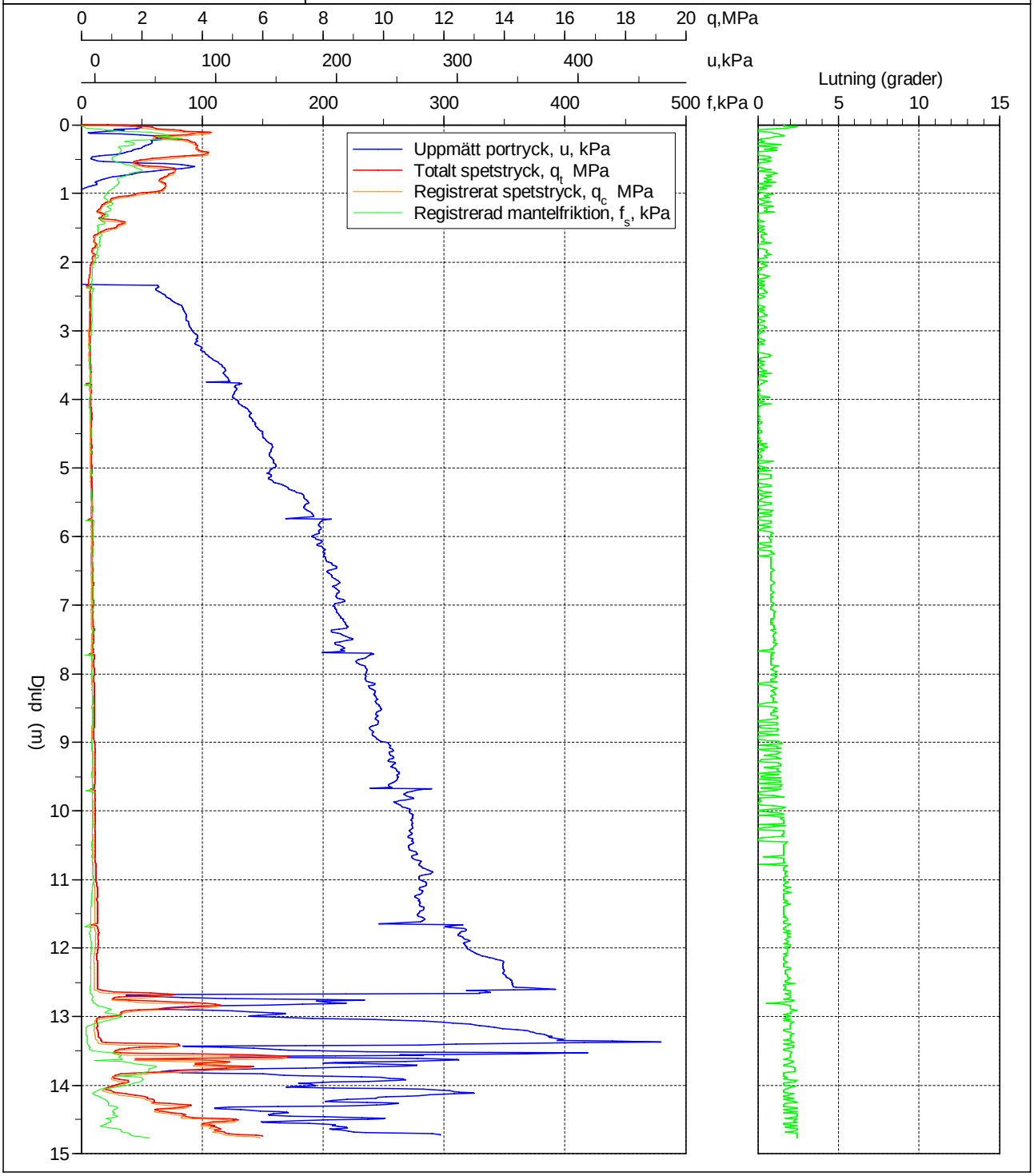
Djup (m) Från	Till	Klassificering	ρ t/m³	w_L	τ_{fu} kPa	ϕ °	σ_{vo} kPa	σ'_{vo} kPa	σ'_c kPa	OCR	I_D %	E MPa	M_{OC} MPa	M_{NC} MPa
0,00	0,01	(suox)siFSa	1,50				0,1	0,0						
0,01	0,21	(suox)siFSa	1,50				1,9	0,8						
0,21	0,41	(suox)siFSa	1,50				4,9	1,8						
0,41	0,61	(suox)siFSa	1,50				7,7	2,6						
0,61	0,81	(suox)siFSa	1,50				10,7	3,6						
0,81	1,01	(suox)siFSa	1,50				13,7	4,6						
1,01	1,21	Si v L	1,60		((61,2))	(38,4)	16,4	5,3				3,9	4,5	3,6
1,21	1,41	Si v L	1,60		((43,9))	(37,2)	19,6	6,5				2,9	3,3	2,6
1,41	1,61	Si v L	1,60		((64,8))	(37,8)	22,7	7,6				4,1	4,8	3,8
1,61	1,81	Cl L NC	1,60		(24,6)		25,8	8,7		1,00				
1,81	2,01	Cl L NC	1,30		(21,5)		28,7	9,6		1,00				
2,01	2,21	Cl vL NC	1,30		(16,1)		31,2	10,1		1,00				
2,21	2,41	suSi	1,30		9,0		33,8	10,7	48,7	4,55				
2,41	2,61	suSi	1,30		9,7		36,3	11,2	52,5	4,67				
2,61	2,81	suSi	1,30		10,0		38,9	11,8	54,0	4,58				
2,81	3,01	suSi	1,30		9,7		41,4	12,3	51,4	4,16				
3,01	3,21	suSi	1,30		9,5		44,0	12,9	49,7	3,85				
3,21	3,41	suSi	1,30		9,7		46,5	13,4	50,7	3,77				
3,41	3,61	suSi	1,30		10,4		49,1	14,0	54,4	3,88				
3,61	3,81	suSi	1,30		10,6		51,6	14,5	55,4	3,81				
3,81	4,01	suSi	1,30		10,6		54,2	15,1	55,1	3,65				
4,01	4,21	suSi	1,30		10,8		56,8	15,7	55,4	3,54				
4,21	4,41	suSi	1,30		11,4		59,3	16,2	58,8	3,63				
4,41	4,61	suSi	1,30		11,3		61,9	16,8	58,1	3,47				
4,61	4,81	suSi	1,30		11,4		64,4	17,3	58,0	3,35				
4,81	5,01	suSi	1,30		11,3		67,0	17,9	56,9	3,19				
5,01	5,21	suSi	1,30		11,5		69,5	18,4	57,5	3,12				
5,21	5,41	suSi	1,30		12,0		72,1	19,0	60,6	3,20				
5,41	5,61	suSi	1,60		12,4		74,9	19,8	62,2	3,14				
5,61	5,81	suSi	1,60		12,4		78,0	20,9	61,7	2,95				
5,81	6,01	suSi	1,60		12,8		81,2	22,1	62,9	2,85				
6,01	6,21	suSi	1,60		12,9		84,3	23,2	62,7	2,70				
6,21	6,41	suSi	1,45		12,4		87,3	24,2	59,4	2,45				
6,41	6,61	suSi	1,60		13,0		90,3	25,2	62,0	2,46				
6,61	6,81	suSi	1,60		13,3		93,4	26,3	63,1	2,40				
6,81	7,01	suSi	1,60		13,3		96,6	27,5	62,7	2,28				
7,01	7,21	suSi	1,45		12,9		99,6	28,5	59,8	2,10				
7,21	7,41	suSi	1,60		13,4		102,6	29,5	62,3	2,12				
7,41	7,61	suSi	1,60		13,6		105,7	30,6	62,5	2,04				
7,61	7,81	suSi	1,60		13,9		108,8	31,7	63,7	2,01				
7,81	8,01	suSi	1,60		14,2		112,0	32,9	64,8	1,97				
8,01	8,21	suSi	1,60		14,1		115,1	34,0	64,1	1,88				
8,21	8,41	suSi	1,60		14,7		118,3	35,2	66,9	1,90				
8,41	8,61	suSi	1,60		14,5		121,4	36,3	65,3	1,80				
8,61	8,81	suSi	1,60		14,5		124,5	37,4	64,5	1,72				
8,81	9,01	suSi	1,60		13,8		127,7	38,6	60,3	1,56				
9,01	9,21	suSi	1,60		15,2		130,8	39,7	67,7	1,71				
9,21	9,41	suSi	1,60		15,2		134,0	40,9	67,1	1,64				
9,41	9,61	suSi	1,60		15,3		137,1	42,0	66,9	1,59				
9,61	9,81	suSi	1,60		14,9		140,2	43,1	64,5	1,50				
9,81	10,01	suSi	1,60		15,3		143,4	44,3	66,4	1,50				
10,01	10,21	suSi	1,60		15,7		146,5	45,4	68,1	1,50				
10,21	10,41	suSi	1,60		15,4		149,7	46,6	65,9	1,41				
10,41	10,61	suSi	1,60		15,4		152,8	47,7	65,5	1,37				
10,61	10,81	suSi	1,60		15,3		155,9	48,8	64,9	1,33				
10,81	11,01	suSi	1,60		16,2		159,1	50,0	69,0	1,38				
11,01	11,21	suSi	1,60		17,5		162,2	51,1	75,6	1,48				
11,21	11,41	suSi	1,60		17,6		165,3	52,2	75,5	1,45				
11,41	11,61	suSi	1,60		17,7		168,5	53,4	75,9	1,42				
11,61	11,81	suSi	1,60		18,6		171,6	54,5	80,1	1,47				
11,81	12,01	suSi	1,60		18,9		174,8	55,7	81,3	1,46				
12,01	12,21	suSi	1,60		17,0		177,9	56,8	71,2	1,25				
12,21	12,41	suSi	1,60		17,8		181,0	57,9	74,7	1,29				
12,41	12,61	Cl L NC	1,60		(20,9)		184,2	59,1		1,00				
12,61	12,81	Sa v L	1,70			33,0	187,4	60,3			27,3	8,0	9,7	7,8
12,81	13,01	Si L	1,70		((108,9))	(32,2)	190,8	61,7				7,3	8,9	7,1
13,01	13,21	Cl vL NCSi	1,60		(19,9)		194,0	62,9		1,00				
13,21	13,41	Cl L NCSi	1,60		(28,5)		197,1	64,0		1,00				
13,41	13,61	Si L	1,70		((117,5))		200,4	65,3				7,8	9,5	7,6
13,61	13,81	Sa L	1,80			35,5	203,8	66,7			47,6	16,1	20,7	16,6
13,81	14,01	Cl M NCSi	1,85		(65,3)		207,4	68,3		1,00				
14,01	14,21	Cl M NCSi	1,85		(66,7)		211,0	69,9		1,00				
14,21	14,41	Sa L	1,80			33,5	214,6	71,5			34,8	11,0	13,8	11,0
14,41	14,61	Sa L	1,80			35,2	218,1	73,0			46,9	16,5	21,2	17,0
14,61	14,66	Sa L	1,80			35,5	220,3	74,0			49,4	18,0	23,3	18,6

CPT-sondering utförd enligt EN ISO 22476-1

Projekt	**Förstudie åtgärdsval Tvärån**	**Plats**	**Tvärån**
Projektnummer	**10337804**	**Borrhål**	**22W020**
Borrföretag	**WSP**	**Datum**	**20220524**
Borrningsledare	**Markus Andersson**		

Förborrningsdjup	0,01 m	Förborrat material	-
Start djup	0,01 m	Geometri	Normal
Stopp djup	14,77 m	Vätska i filter	Olja
Grundvattennivå	0,00 m	Borrpunktens koord.	7082299.594, 148313.830
Referens	my	Utrustning	GM 85 GT
Nivå vid referens	10,89 m	Sond Nr	51910

[X] **Portryck registrerat vid sondering**

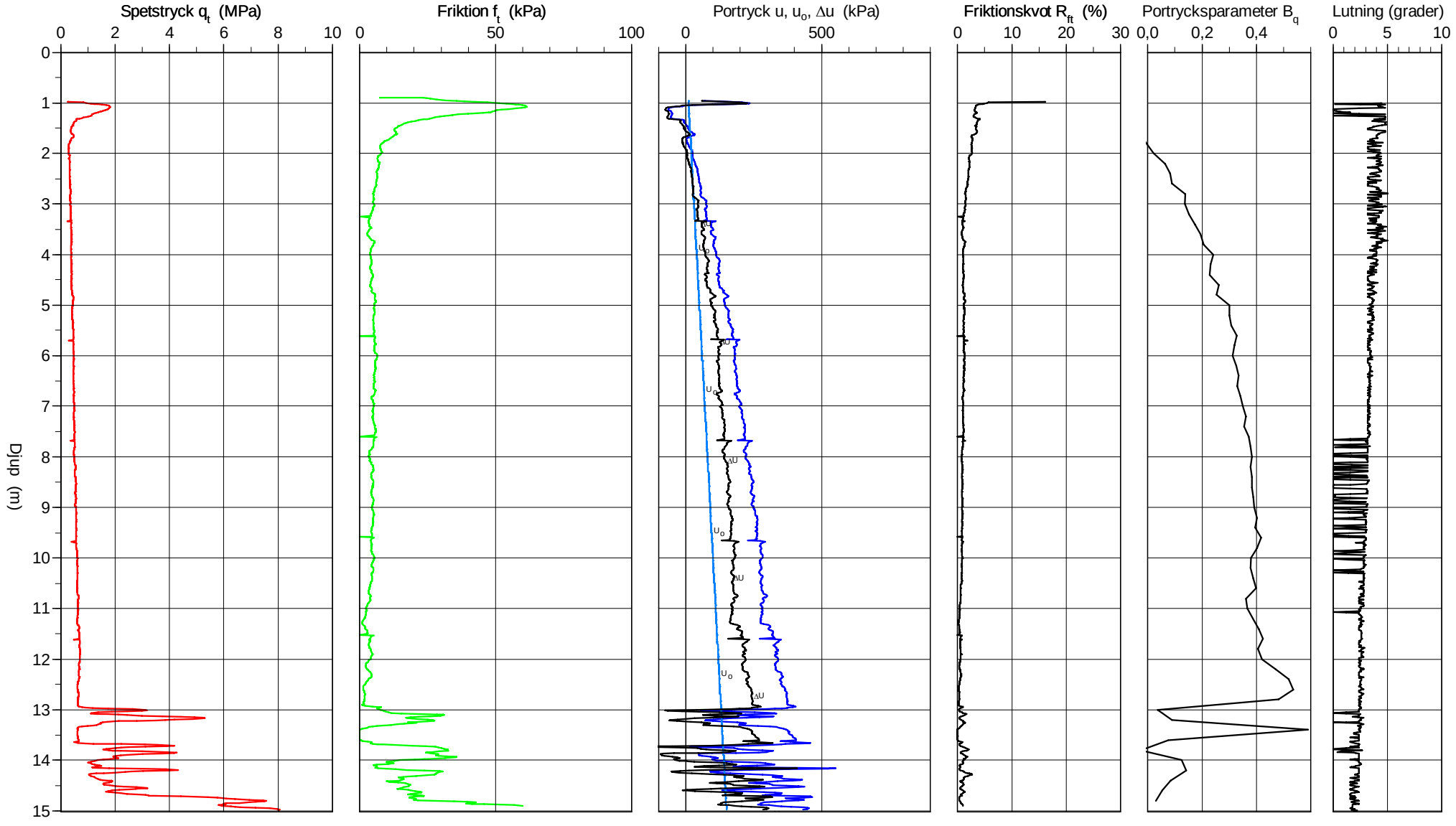


C:\Users\SEHR24280\Desktop\Tvärån\Conrad\22W020\22W020 cpt.CPW

CPT-sondering utförd enligt EN ISO 22476-1

Förborrningsdjup	1,00 m	Referens	my	Vätska i filter	Olja
Start djup	1,00 m	Nivå vid referens	10,42 m	Borrpunktens koord.	7082169.612, 148394.580
Stopp djup	15,03 m	Förborrat material	siHu	Utrustning	GM 85 GT
Grundvattennivå	0,00 m	Geometri	Normal	Sond nr	51910

Projekt	Förstudie åtgärdsval Tvärån
Projekt nr	10337804
Plats	Tvärån
Borrhål	22W021
Datum	20220524



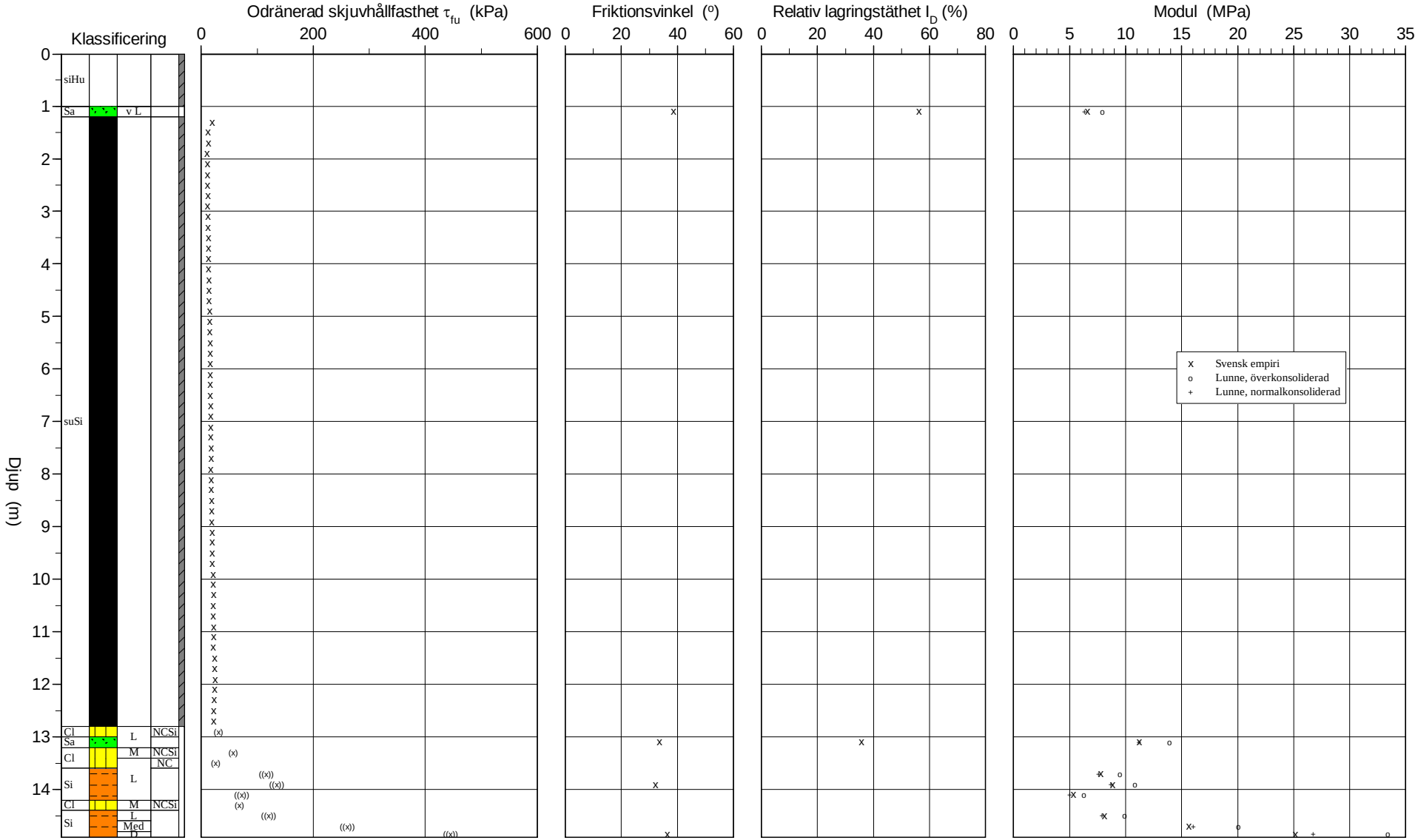
C:\Users\SEHR24280\Desktop\Tvärån\Conrad\22W021\22W021.CPW

2022-06-08

CPT-sondering utvärderad enligt SGI Information 15 rev.2007

Referens	my	Förborrningsdjup	1,00 m	Utvärderare	HR
Nivå vid referens	10,42 m	Förborrat material	siHu	Datum för utvärdering	2022-06-07
Grundvattenyta	0,00 m	Utrustning	GM 85 GT		
Startdjup	1,00 m	Geometri	Normal		

Projekt	Förstudie åtgärdsval Tvärån
Projekt nr	10337804
Plats	Tvärån
Borrhål	22W021
Datum	20220524

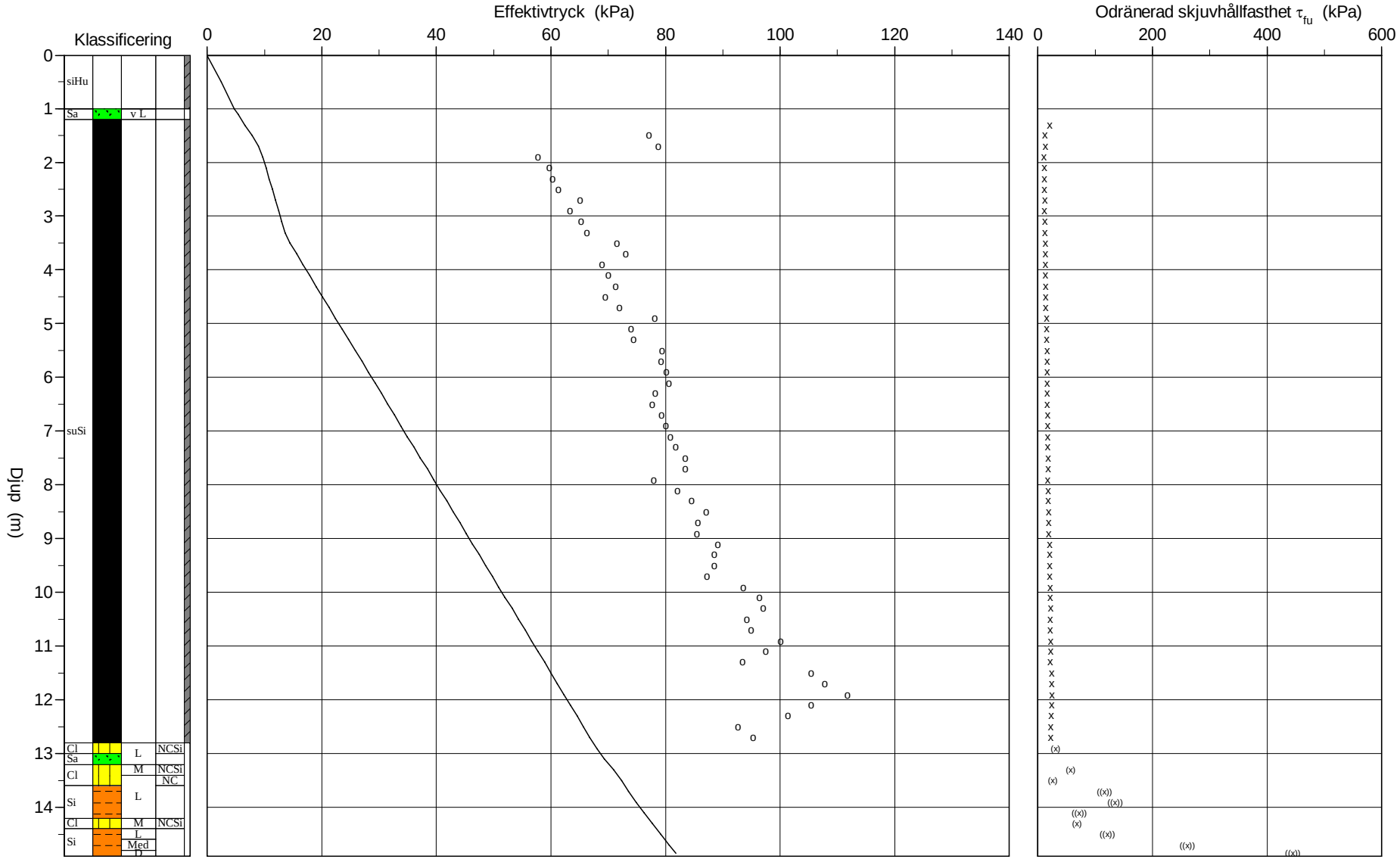


C:\Users\SEHR24280\Desktop\Tvärån\Conrad\22W021\22W021.CPW 2022-06-08

CPT-sondering utvärderad enligt SGI Information 15 rev.2007

Referens	my	Förborrningsdjup	1,00 m	Utvärderare	HR
Nivå vid referens	10,42 m	Förborrat material	siHu	Datum för utvärdering	2022-06-07
Grundvattenyta	0,00 m	Utrustning	GM 85 GT		
Startdjup	1,00 m	Geometri	Normal		

Projekt	Förstudie åtgärdsval Tvärån
Projekt nr	10337804
Plats	Tvärån
Borrhål	22W021
Datum	20220524



C:\Users\SEHR24280\Desktop\Tvärån\Conrad\22W021\22W021.CPW 2022-06-08

C P T - sondering

Projekt
Förstudie åtgärdsval Tvärån
10337804

Plats Tvärån
Borrhål 22W021
Datum 20220524

Förborrningsdjup	1,00 m	Förborrat material	siHu
Startdjup	1,00 m	Geometri	Normal
Stoppdjup	15,03 m	Vätska i filter	Olja
Grundvattenyta	0,00 m	Operatör	Markus Andersson
Referens	my	Utrustning	GM 85 GT
Nivå vid referens	10,42 m	[X] **Portryck registrerat vid sondering**	

Kalibreringsdata

Spets	51910	Inre friktion O_c	0,0 kPa
Datum	2021-08-23	Inre friktion O_f	0,0 kPa
Areafaktor a	0,700	Cross talk c_1	0,000
Areafaktor b	0,006	Cross talk c_2	0,000

Skalfaktorer

Portryck Område	Faktor	Friktion Område	Faktor	Spetstryck Område	Faktor

[ ] **Använd skalfaktorer vid beräkning**

Nollvärden, kPa

	Portryck	Friktion	Spetstryck
Före	0,00	0,00	0,00
Efter	16,50	-1,80	0,07
Diff	16,50	-1,80	0,07

Korrigering

Portryck	(ingen)
Friktion	(ingen)
Spetstryck	(ingen)

Bedömd sonderingsklass

Portrycksobservationer

Djup (m)	Portryck (kPa)
0,00	0,00

Skiktgränser

Djup (m)

Klassificering

Djup (m) Från	Till	Densitet (ton/m^3)	Flytgräns	Jordart
0,00	1,00	1,50		siHu
1,20	12,80			suSi

Anmärkning

C P T - sondering

Bilaga 2 **sida 98 av 143**

Projekt
Förstudie åtgärdsval Tvärån
10337804

Plats Tvärån
Borrhål 22W021
Datum 20220524

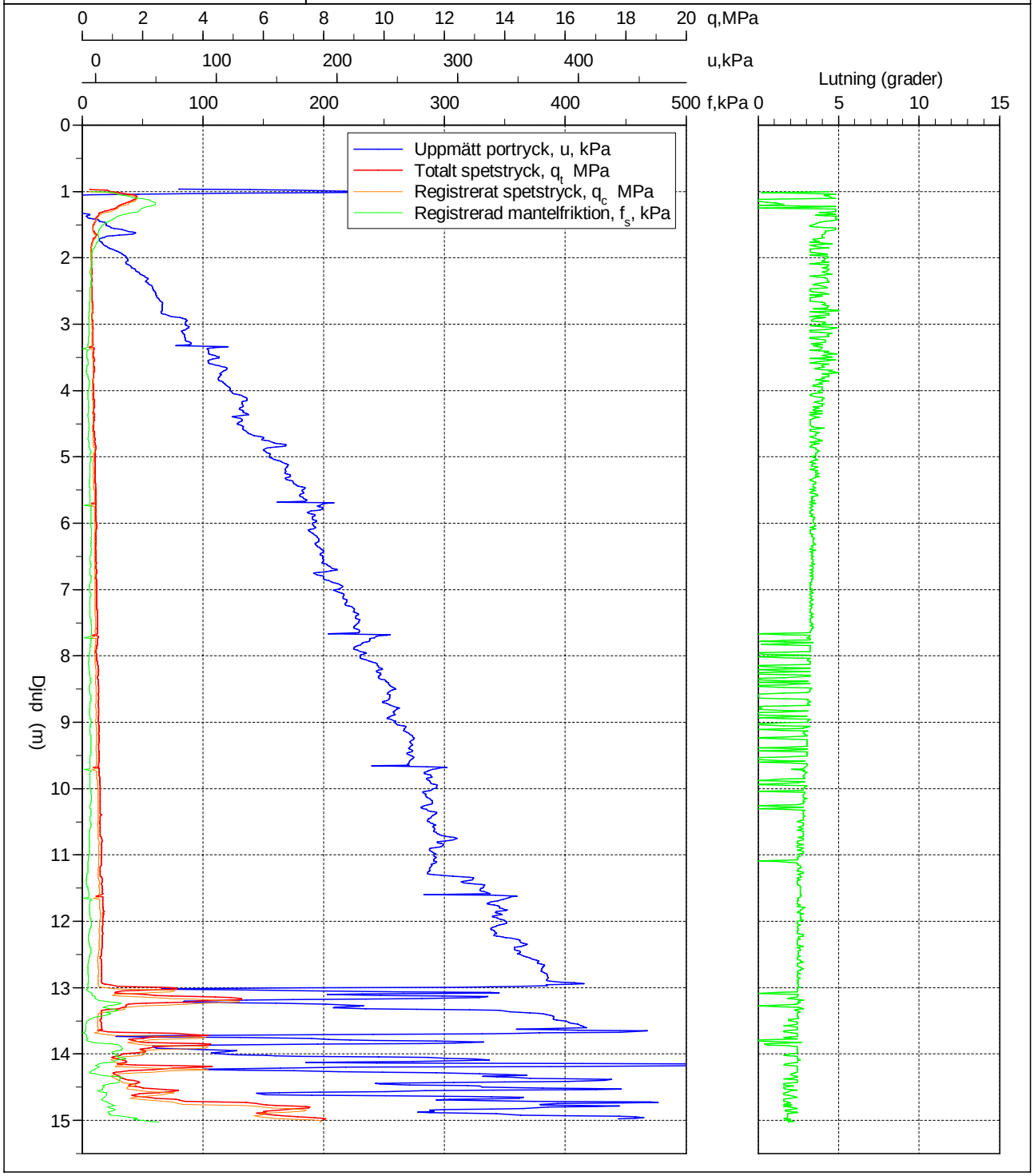
Djup (m) Från	Till	Klassificering		ρ t/m³	w_L	τ_{fu} kPa	ϕ °	σ_{vo} kPa	σ'_{vo} kPa	σ'_c kPa	OCR	I_D %	E MPa	M_{OC} MPa	M_{NC} MPa
0,00	1,00	siHu		1,50				7,4	2,4						
1,00	1,00			0,00				14,7	4,7						
1,00	1,20	Sa v L		1,70			38,6	16,4	5,4			56,1	6,6	7,9	6,4
1,20	1,40	suSi		1,60		20,4		19,6	6,6	152,6	23,05				
1,40	1,60	suSi		1,60		12,2		22,8	7,8	77,1	9,94				
1,60	1,80	suSi		1,60		12,7		25,9	8,9	78,7	8,84				
1,80	2,00	suSi		1,30		10,1		28,7	9,7	57,8	5,93				
2,00	2,20	suSi		1,30		10,5		31,3	10,3	59,7	5,80				
2,20	2,40	suSi		1,30		10,7		33,8	10,8	60,3	5,56				
2,40	2,60	suSi		1,30		11,0		36,4	11,4	61,3	5,38				
2,60	2,80	suSi		1,30		11,6		38,9	11,9	65,1	5,45				
2,80	3,00	suSi		1,30		11,5		41,5	12,5	63,3	5,07				
3,00	3,20	suSi		1,30		11,8		44,0	13,0	65,3	5,01				
3,20	3,40	suSi		1,30		12,1		46,6	13,6	66,3	4,88				
3,40	3,60	suSi		1,60		13,0		49,4	14,4	71,5	4,95				
3,60	3,80	suSi		1,60		13,4		52,6	15,6	73,1	4,69				
3,80	4,00	suSi		1,60		13,0		55,7	16,7	68,9	4,12				
4,00	4,20	suSi		1,60		13,3		58,9	17,9	70,0	3,92				
4,20	4,40	suSi		1,60		13,7		62,0	19,0	71,3	3,75				
4,40	4,60	suSi		1,60		13,6		65,1	20,1	69,5	3,45				
4,60	4,80	suSi		1,60		14,1		68,3	21,3	72,0	3,38				
4,80	5,00	suSi		1,60		15,2		71,4	22,4	78,1	3,48				
5,00	5,20	suSi		1,60		14,7		74,6	23,6	74,0	3,14				
5,20	5,40	suSi		1,60		14,9		77,7	24,7	74,4	3,01				
5,40	5,60	suSi		1,60		15,9		80,8	25,8	79,4	3,08				
5,60	5,80	suSi		1,60		16,0		84,0	27,0	79,2	2,94				
5,80	6,00	suSi		1,60		16,3		87,1	28,1	80,2	2,85				
6,00	6,20	suSi		1,60		16,5		90,3	29,3	80,6	2,76				
6,20	6,40	suSi		1,60		16,2		93,4	30,4	78,2	2,57				
6,40	6,60	suSi		1,60		16,2		96,5	31,5	77,7	2,46				
6,60	6,80	suSi		1,60		16,6		99,7	32,7	79,3	2,43				
6,80	7,00	suSi		1,60		16,9		102,8	33,8	80,1	2,37				
7,00	7,20	suSi		1,60		17,1		105,9	34,9	80,8	2,31				
7,20	7,40	suSi		1,60		17,4		109,1	36,1	81,8	2,27				
7,40	7,60	suSi		1,60		17,8		112,2	37,2	83,5	2,24				
7,60	7,80	suSi		1,60		17,9		115,4	38,4	83,5	2,18				
7,80	8,00	suSi		1,60		17,0		118,5	39,5	78,0	1,97				
8,00	8,20	suSi		1,60		17,9		121,6	40,6	82,1	2,02				
8,20	8,40	suSi		1,60		18,4		124,8	41,8	84,6	2,03				
8,40	8,60	suSi		1,60		18,9		127,9	42,9	87,1	2,03				
8,60	8,80	suSi		1,60		18,8		131,1	44,1	85,7	1,95				
8,80	9,00	suSi		1,60		18,8		134,2	45,2	85,5	1,89				
9,00	9,20	suSi		1,60		19,6		137,3	46,3	89,1	1,92				
9,20	9,40	suSi		1,60		19,6		140,5	47,5	88,5	1,86				
9,40	9,60	suSi		1,60		19,7		143,6	48,6	88,5	1,82				
9,60	9,80	suSi		1,60		19,5		146,8	49,8	87,3	1,76				
9,80	10,00	suSi		1,60		20,7		149,9	50,9	93,6	1,84				
10,00	10,20	suSi		1,60		21,3		153,0	52,0	96,4	1,85				
10,20	10,40	suSi		1,60		21,5		156,2	53,2	97,1	1,83				
10,40	10,60	suSi		1,60		21,1		159,3	54,3	94,2	1,73				
10,60	10,80	suSi		1,60		21,4		162,5	55,5	95,0	1,71				
10,80	11,00	suSi		1,60		22,4		165,6	56,6	100,1	1,77				
11,00	11,20	suSi		1,60		22,0		168,7	57,7	97,5	1,69				
11,20	11,40	suSi		1,60		21,3		171,9	58,9	93,4	1,59				
11,40	11,60	suSi		1,60		23,6		175,0	60,0	105,4	1,76				
11,60	11,80	suSi		1,60		24,1		178,1	61,1	107,8	1,76				
11,80	12,00	suSi		1,60		24,9		181,3	62,3	111,8	1,79				
12,00	12,20	suSi		1,60		23,8		184,4	63,4	105,4	1,66				
12,20	12,40	suSi		1,60		23,2		187,6	64,6	101,4	1,57				
12,40	12,60	suSi		1,60		21,7		190,7	65,7	92,7	1,41				
12,60	12,80	suSi		1,60		22,2		193,8	66,8	95,3	1,43				
12,80	13,00	Cl L	NCSi	1,60		(31,1)		197,0	68,0		1,00				
13,00	13,20	Sa L		1,80			33,7	200,3	69,3			35,7	11,2	14,0	11,2
13,20	13,40	Cl M	NCSi	1,85		(57,0)		203,9	70,9		1,00				
13,40	13,60	Cl L	NC	1,60		(26,0)		207,3	72,3		1,00				
13,60	13,80	Si L		1,70		((116,3))		210,5	73,5				7,8	9,5	7,6
13,80	14,00	Si L		1,70		((134,9))	(32,3)	213,9	74,9				8,8	10,8	8,7
14,00	14,20	Si L		1,70		((72,0))		217,2	76,2				5,3	6,3	5,0
14,20	14,40	Cl M	NCSi	1,85		(68,0)		220,7	77,7		1,00				
14,40	14,60	Si L		1,70		((121,0))		224,2	79,2				8,1	9,9	7,9
14,60	14,80	Si Med		1,80		((261,1))		227,6	80,6				15,7	20,1	16,1
14,80	14,90	Si D		1,95		((445,0))	(36,5)	230,3	81,8				25,2	33,4	26,7

CPT-sondering utförd enligt EN ISO 22476-1

Projekt	**Förstudie åtgärdsval Tvärån**	**Plats**	**Tvärån**
Projektnummer	**10337804**	**Borrhål**	**22W021**
Borrföretag	**WSP**	**Datum**	**20220524**
Borrningsledare	**Markus Andersson**		

Förborrningsdjup	1,00 m	Förborrat material	siHu
Start djup	1,00 m	Geometri	Normal
Stopp djup	15,03 m	Vätska i filter	Olja
Grundvattennivå	0,00 m	Borrpunktens koord.	7082169.612, 148394.580
Referens	my	Utrustning	GM 85 GT
Nivå vid referens	10,42 m	Sond Nr	51910

[X] **Portryck registrerat vid sondering**

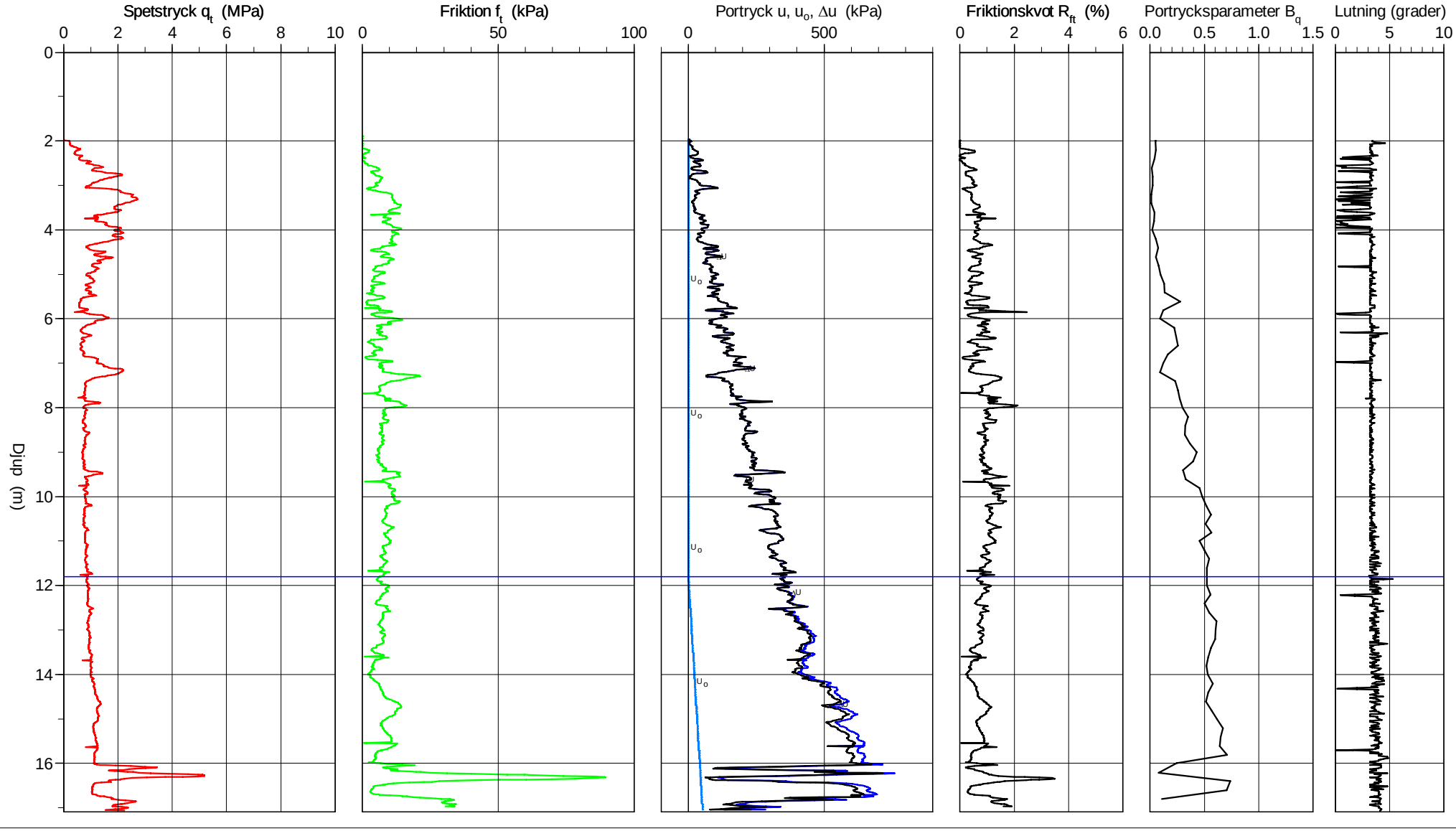


C:\Users\SEHR24280\Desktop\Tvärån\Conrad\22W021\22W021.CPW

CPT-sondering utförd enligt EN ISO 22476-1

Förborrningsdjup	2.00 m	Referens	my	Vätska i filter	Olja
Start djup	2.00 m	Nivå vid referens	16.15 m	Borrpunktens koord.	7081654.786, 148459.497
Stopp djup	17.10 m	Förborrat material	Sa	Utrustning	GM 85 GT
Grundvattennivå	11.80 m	Geometri	Normal	Sond nr	51910

Projekt	Förstudie åtgärdsval Tvärån
Projekt nr	10337804
Plats	Tvärån
Borrhål	22W023
Datum	20220602



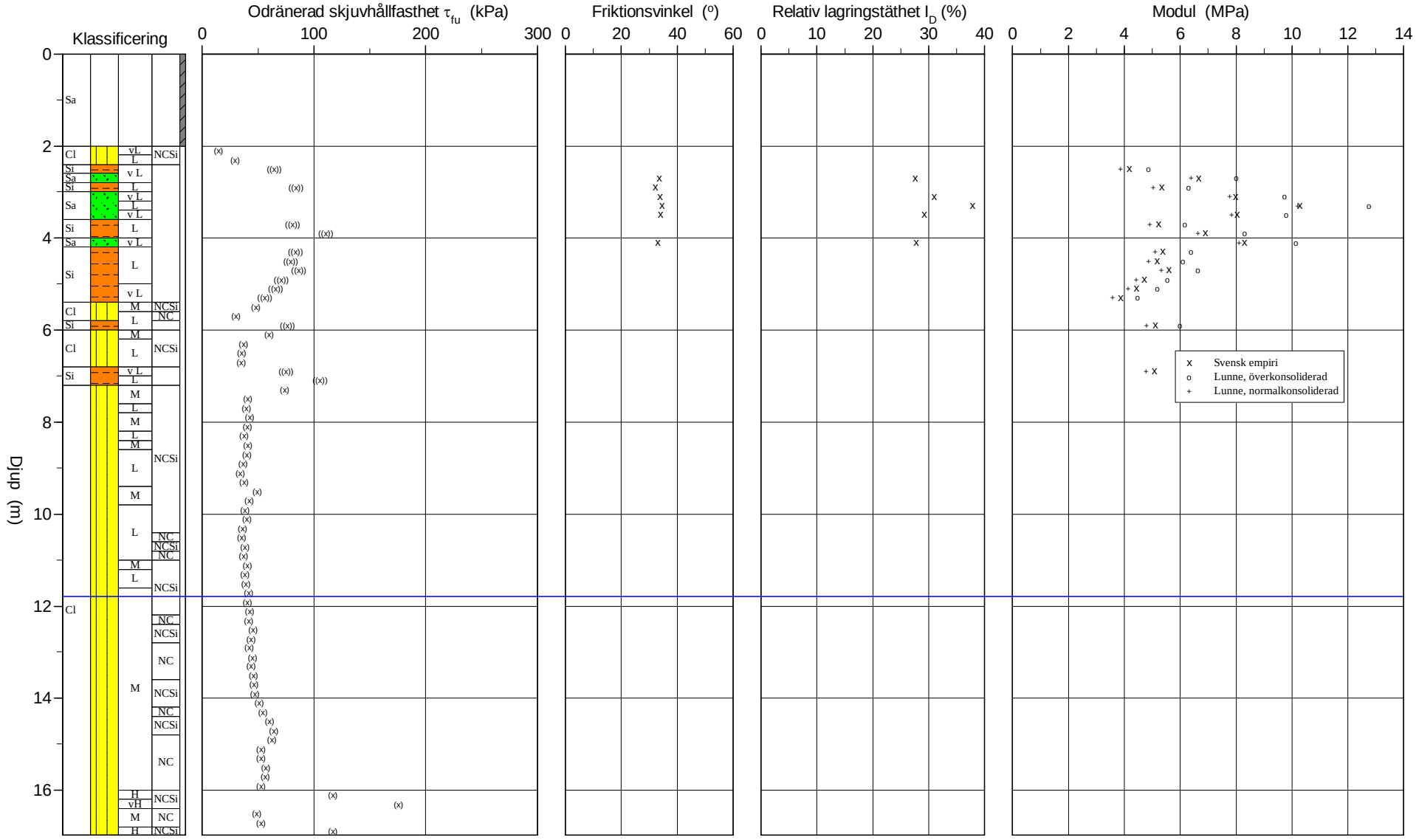
C:\Users\SEHR24280\Desktop\Tvärån\Conrad\22W023\22W023.CPW

2022-06-07

CPT-sondering utvärderad enligt SGI Information 15 rev.2007

Referens	my	Förborrningsdjup	2.00 m	Utvärderare	HR
Nivå vid referens	16.15 m	Förborrat material	Sa	Datum för utvärdering	2022-06-07
Grundvattenyta	11.80 m	Utrustning	GM 85 GT		
Startdjup	2.00 m	Geometri	Normal		

Projekt	Förstudie åtgärdsval Tvärån
Projekt nr	10337804
Plats	Tvärån
Borrhål	22W023
Datum	20220602

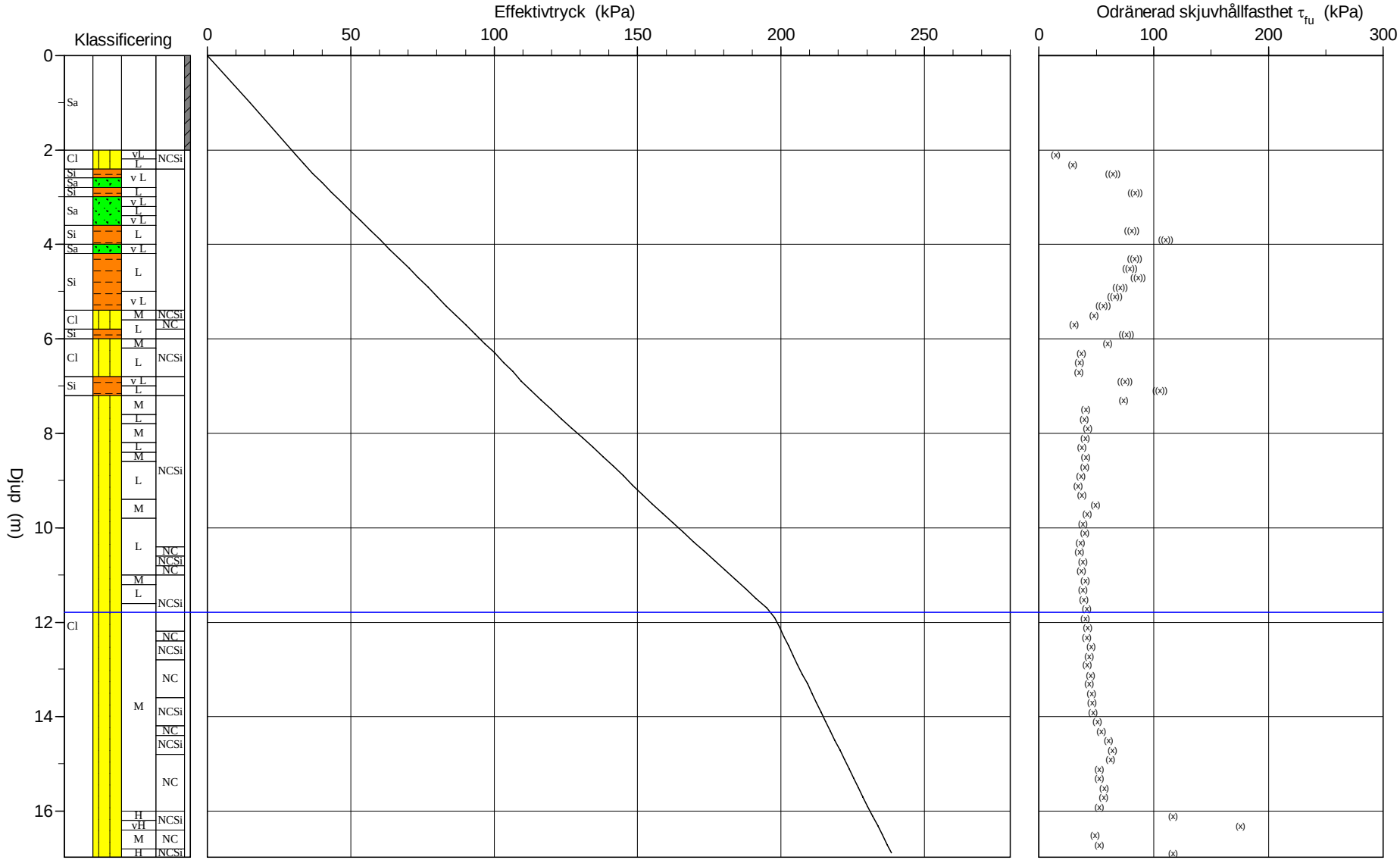


C:\Users\SEHR24280\Desktop\Tvärån\Conrad\22W023\22W023.CPW 2022-06-07

CPT-sondering utvärderad enligt SGI Information 15 rev.2007

Referens	my	Förborrningsdjup	2.00 m	Utvärderare	HR
Nivå vid referens	16.15 m	Förborrat material	Sa	Datum för utvärdering	2022-06-07
Grundvattenyta	11.80 m	Utrustning	GM 85 GT		
Startdjup	2.00 m	Geometri	Normal		

Projekt	Förstudie åtgärdsval Tvärån
Projekt nr	10337804
Plats	Tvärån
Borrhål	22W023
Datum	20220602



C:\Users\SEHR24280\Desktop\Tvärån\Conrad\22W023\22W023.CPW 2022-06-07

C P T - sondering

Projekt
Förstudie åtgärdsval Tvärån
10337804

Plats Tvärån
Borrhål 22W023
Datum 20220602

Förborrningsdjup	2.00 m	Förborrat material	Sa
Startdjup	2.00 m	Geometri	Normal
Stoppdjup	17.10 m	Vätska i filter	Olja
Grundvattenyta	11.80 m	Operatör	Markus Andersson
Referens	my	Utrustning	GM 85 GT
Nivå vid referens	16.15 m	[X] **Portryck registrerat vid sondering**	

Kalibreringsdata

Spets	51910	Inre friktion O_c	0.0 kPa
Datum	2021-08-23	Inre friktion O_f	0.0 kPa
Areafaktor a	0.700	Cross talk c_1	0.000
Areafaktor b	0.006	Cross talk c_2	0.000

Skalfaktorer

Portryck Område	Faktor	Friktion Område	Faktor	Spetstryck Område	Faktor

[ ] **Använd skalfaktorer vid beräkning**

Nollvärden, kPa

	Portryck	Friktion	Spetstryck
Före	0.00	0.00	0.00
Efter	5.70	-1.50	0.04
Diff	5.70	-1.50	0.04

Korrigering

Portryck	(ingen)
Friktion	(ingen)
Spetstryck	(ingen)

Bedömd sonderingsklass

Portrycksobservationer

Djup (m)	Portryck (kPa)
11.80	0.00

Skiktgränser

Djup (m)

Klassificering

Djup (m) Från	Till	Densitet (ton/m^3)	Flytgräns	Jordart
0.00	2.00	1.50		Sa

Anmärkning

C P T - sondering

Projekt
Förstudie åtgärdsval Tvärån
10337804

Plats Tvärån
Borrhål 22W023
Datum 20220602

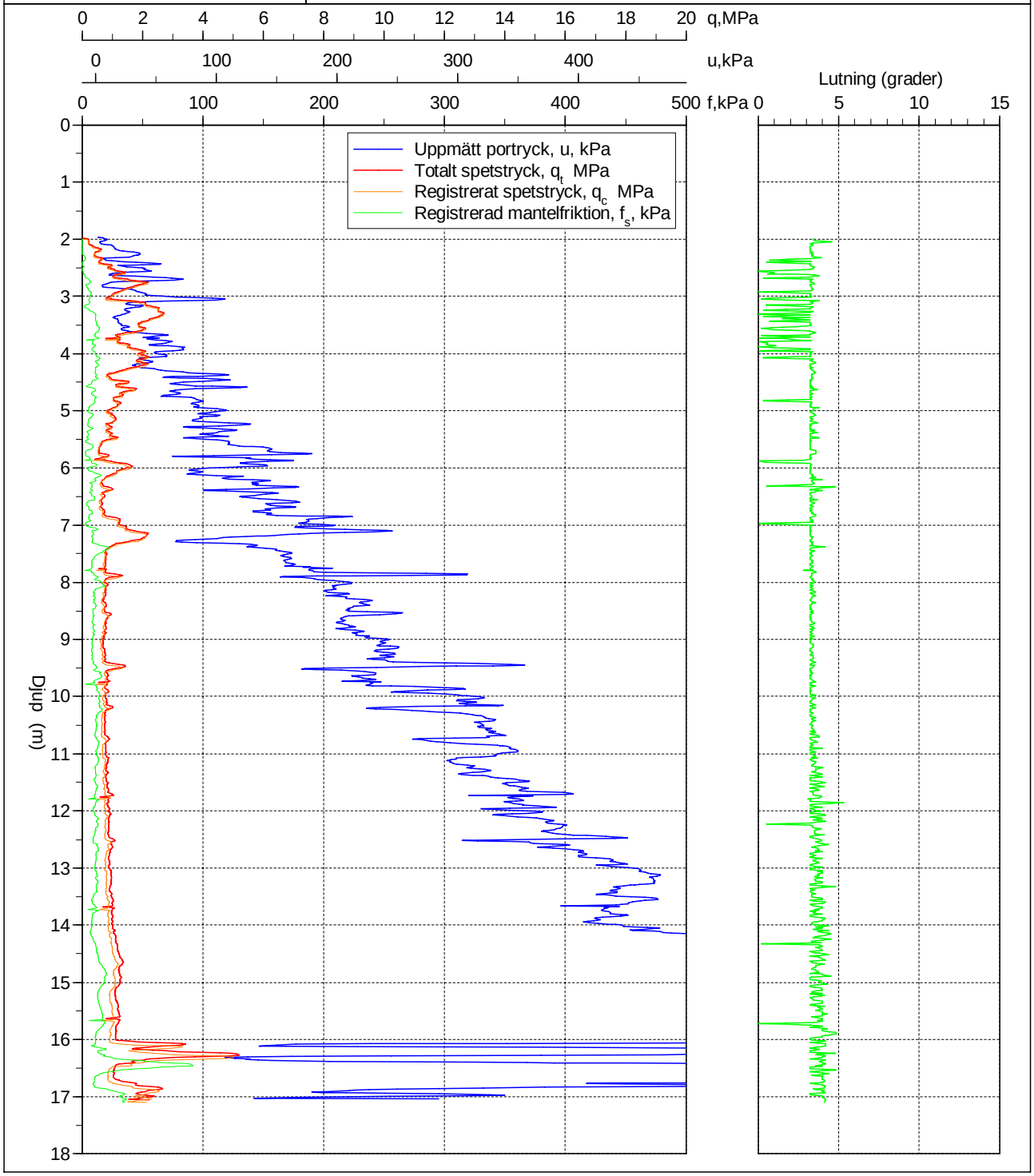
Djup (m) Från	Till	Klassificering		ρ t/m³	w_L	τ_{fu} kPa	ϕ °	σ_{vo} kPa	σ'_{vo} kPa	σ'_c kPa	OCR	I_D %	E MPa	M_{OC} MPa	M_{NC} MPa
0.00	2.00	Sa		1.50				14.7	14.7						
2.00	2.20	Cl vL	NCSi	1.30		(14.6)		30.7	30.7		1.00				
2.20	2.40	Cl L	NCSi	1.60		(29.7)		33.6	33.6		1.00				
2.40	2.60	Si v L		1.60		((64.5))		36.7	36.7				4.2	4.9	3.9
2.60	2.80	Sa v L		1.70			33.7	39.9	39.9			27.6	6.7	8.0	6.4
2.80	3.00	Si L		1.70		((83.9))	(32.3)	43.3	43.3				5.3	6.3	5.0
3.00	3.20	Sa v L		1.70			33.9	46.6	46.6			31.0	8.0	9.7	7.8
3.20	3.40	Sa L		1.80			34.7	50.0	50.0			37.8	10.3	12.8	10.2
3.40	3.60	Sa v L		1.70			33.9	53.5	53.5			29.2	8.0	9.8	7.8
3.60	3.80	Si L		1.70		((81.0))		56.8	56.8				5.2	6.2	4.9
3.80	4.00	Si L		1.70		((110.5))		60.1	60.1				6.9	8.3	6.6
4.00	4.20	Sa v L		1.70			33.0	63.5	63.5			27.8	8.3	10.1	8.1
4.20	4.40	Si L		1.70		((83.3))		66.8	66.8				5.4	6.4	5.1
4.40	4.60	Si L		1.70		((79.3))		70.1	70.1				5.2	6.1	4.9
4.60	4.80	Si L		1.70		((86.6))		73.5	73.5				5.6	6.6	5.3
4.80	5.00	Si L		1.70		((71.1))		76.8	76.8				4.7	5.5	4.4
5.00	5.20	Si v L		1.60		((65.8))		80.0	80.0				4.4	5.2	4.1
5.20	5.40	Si v L		1.60		((56.0))		83.2	83.2				3.9	4.5	3.6
5.40	5.60	Cl M	NCSi	1.85		(48.0)		86.6	86.6		1.00				
5.60	5.80	Cl L	NC	1.60		(30.7)		90.0	90.0		1.00				
5.80	6.00	Si L		1.70		((76.4))		93.2	93.2				5.1	6.0	4.8
6.00	6.20	Cl M	NCSi	1.85		(60.1)		96.7	96.7		1.00				
6.20	6.40	Cl L	NCSi	1.60		(36.8)		100.1	100.1		1.00				
6.40	6.60	Cl L	NCSi	1.60		(35.5)		103.2	103.2		1.00				
6.60	6.80	Cl L	NCSi	1.60		(35.0)		106.3	106.3		1.00				
6.80	7.00	Si v L		1.60		((74.9))		109.5	109.5				5.1	6.0	4.8
7.00	7.20	Si L		1.70		((105.4))		112.7	112.7				6.8	8.2	6.6
7.20	7.40	Cl M	NCSi	1.85		(74.0)		116.2	116.2		1.00				
7.40	7.60	Cl M	NCSi	1.85		(41.2)		119.8	119.8		1.00				
7.60	7.80	Cl L	NCSi	1.85		(39.4)		123.5	123.5		1.00				
7.80	8.00	Cl M	NCSi	1.85		(42.6)		127.1	127.1		1.00				
8.00	8.20	Cl M	NCSi	1.85		(40.3)		130.7	130.7		1.00				
8.20	8.40	Cl L	NCSi	1.85		(37.5)		134.3	134.3		1.00				
8.40	8.60	Cl M	NCSi	1.85		(40.8)		138.0	138.0		1.00				
8.60	8.80	Cl L	NCSi	1.85		(39.8)		141.6	141.6		1.00				
8.80	9.00	Cl L	NCSi	1.60		(36.6)		145.0	145.0		1.00				
9.00	9.20	Cl L	NCSi	1.60		(33.9)		148.1	148.1		1.00				
9.20	9.40	Cl L	NCSi	1.85		(37.4)		151.5	151.5		1.00				
9.40	9.60	Cl M	NCSi	1.85		(49.5)		155.1	155.1		1.00				
9.60	9.80	Cl M	NCSi	1.85		(42.2)		158.8	158.8		1.00				
9.80	10.00	Cl L	NCSi	1.85		(38.4)		162.4	162.4		1.00				
10.00	10.20	Cl L	NCSi	1.85		(39.8)		166.0	166.0		1.00				
10.20	10.40	Cl L	NCSi	1.85		(36.1)		169.7	169.7		1.00				
10.40	10.60	Cl L	NC	1.85		(35.4)		173.3	173.3		1.00				
10.60	10.80	Cl L	NCSi	1.85		(38.5)		176.9	176.9		1.00				
10.80	11.00	Cl L	NC	1.85		(37.0)		180.6	180.6		1.00				
11.00	11.20	Cl M	NCSi	1.85		(40.3)		184.2	184.2		1.00				
11.20	11.40	Cl L	NCSi	1.85		(38.6)		187.8	187.8		1.00				
11.40	11.60	Cl L	NCSi	1.85		(38.9)		191.4	191.4		1.00				
11.60	11.80	Cl M	NCSi	1.85		(41.3)		195.1	195.1		1.00				
11.80	12.00	Cl M	NCSi	1.85		(40.7)		198.7	197.7		1.00				
12.00	12.20	Cl M	NCSi	1.85		(42.4)		202.3	199.3		1.00				
12.20	12.40	Cl M	NC	1.85		(41.6)		206.0	201.0		1.00				
12.40	12.60	Cl M	NCSi	1.85		(45.7)		209.6	202.6		1.00				
12.60	12.80	Cl M	NCSi	1.85		(44.0)		213.2	204.2		1.00				
12.80	13.00	Cl M	NC	1.85		(41.8)		216.9	205.9		1.00				
13.00	13.20	Cl M	NC	1.85		(45.1)		220.5	207.5		1.00				
13.20	13.40	Cl M	NC	1.85		(43.9)		224.1	209.1		1.00				
13.40	13.60	Cl M	NC	1.85		(46.2)		227.7	210.7		1.00				
13.60	13.80	Cl M	NCSi	1.85		(46.7)		231.4	212.4		1.00				
13.80	14.00	Cl M	NCSi	1.85		(47.0)		235.0	214.0		1.00				
14.00	14.20	Cl M	NCSi	1.85		(50.9)		238.6	215.6		1.00				
14.20	14.40	Cl M	NC	1.85		(54.6)		242.3	217.3		1.00				
14.40	14.60	Cl M	NCSi	1.85		(60.6)		245.9	218.9		1.00				
14.60	14.80	Cl M	NCSi	1.85		(64.0)		249.5	220.5		1.00				
14.80	15.00	Cl M	NC	1.85		(62.3)		253.1	222.1		1.00				
15.00	15.20	Cl M	NC	1.85		(52.7)		256.8	223.8		1.00				
15.20	15.40	Cl M	NC	1.85		(52.5)		260.4	225.4		1.00				
15.40	15.60	Cl M	NC	1.85		(57.0)		264.0	227.0		1.00				
15.60	15.80	Cl M	NC	1.85		(56.6)		267.7	228.7		1.00				
15.80	16.00	Cl M	NC	1.85		(52.3)		271.3	230.3		1.00				
16.00	16.20	Cl H	NCSi	1.90		(116.9)		275.0	232.0		1.00				
16.20	16.40	Cl vH	NCSi	1.90		(175.5)		278.7	233.7		1.00				
16.40	16.60	Cl M	NC	1.85		(49.1)		282.4	235.4		1.00				
16.60	16.80	Cl M	NC	1.85		(52.6)		286.0	237.0		1.00				
16.80	16.96	Cl H	NCSi	1.90		(117.0)		289.3	238.5		1.00				

CPT-sondering utförd enligt EN ISO 22476-1

Projekt	**Förstudie åtgärdsval Tvärån**	**Plats**	**Tvärån**
Projektnummer	**10337804**	**Borrhål**	**22W023**
Borrföretag	**WSP**	**Datum**	**20220602**
Borrningsledare	**Markus Andersson**		

Förborrningsdjup	2.00 m	Förborrat material	Sa
Start djup	2.00 m	Geometri	Normal
Stopp djup	17.10 m	Vätska i filter	Olja
Grundvattennivå	11.80 m	Borrpunktens koord.	7081654.786, 148459.497
Referens	my	Utrustning	GM 85 GT
Nivå vid referens	16.15 m	Sond Nr	51910

[X] **Portryck registrerat vid sondering**

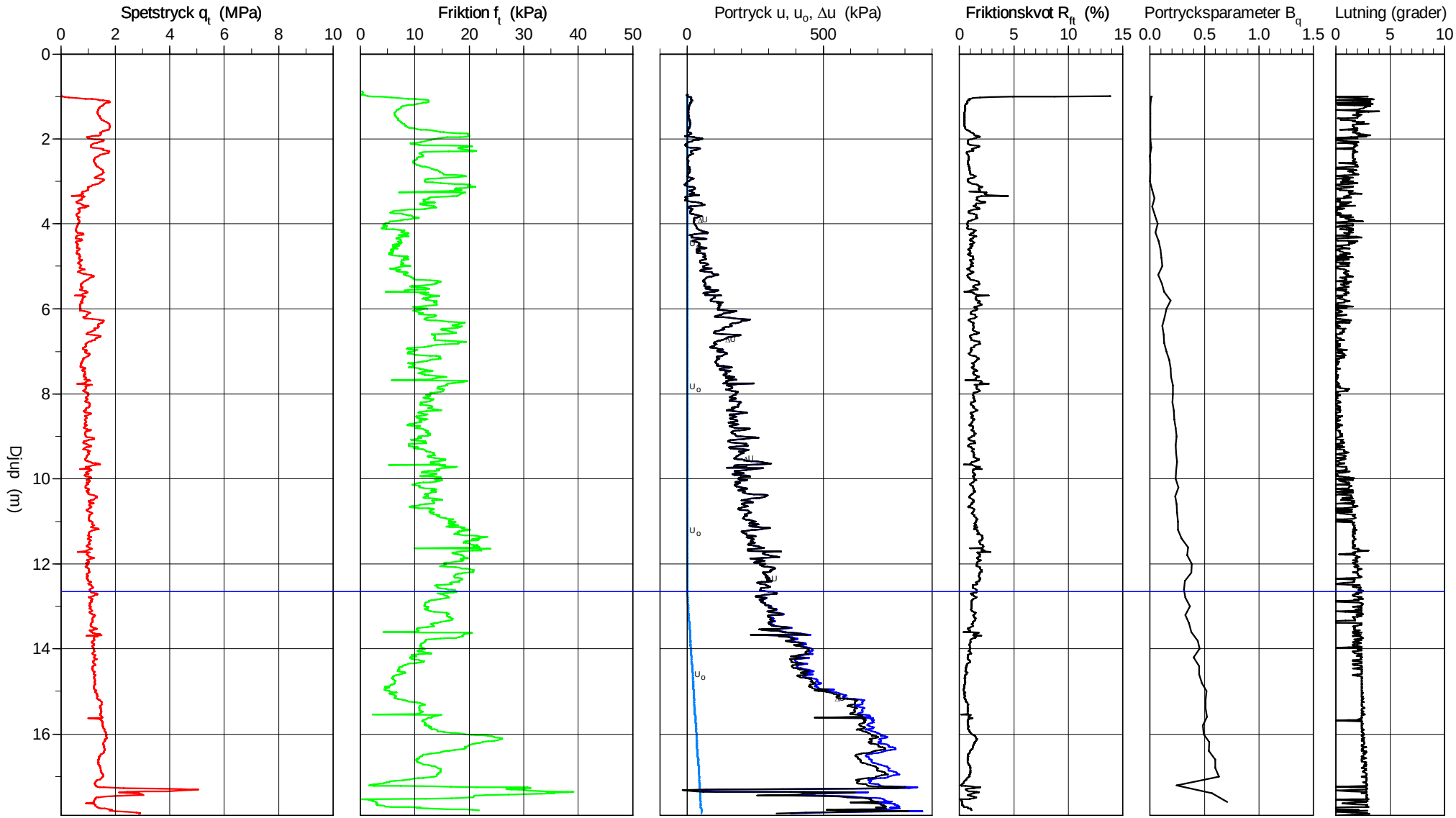


C:\Users\SEHR24280\Desktop\Tvärån\Conrad\22W023\22W023.CPW

CPT-sondering utförd enligt EN ISO 22476-1

Förborrningsdjup	1.00 m	Referens	my	Vätska i filter	Olja
Start djup	1.00 m	Nivå vid referens	16.97 m	Borrpunktens koord.	7080882.506, 148529.705
Stopp djup	17.91 m	Förborrat material	Sa	Utrustning	GM 75 GT
Grundvattennivå	12.65 m	Geometri	Normal	Sond nr	51910

Projekt	Förstudie åtgärdsval Tvärån
Projekt nr	10337804
Plats	Tvärån
Borrhål	22W027
Datum	20220603



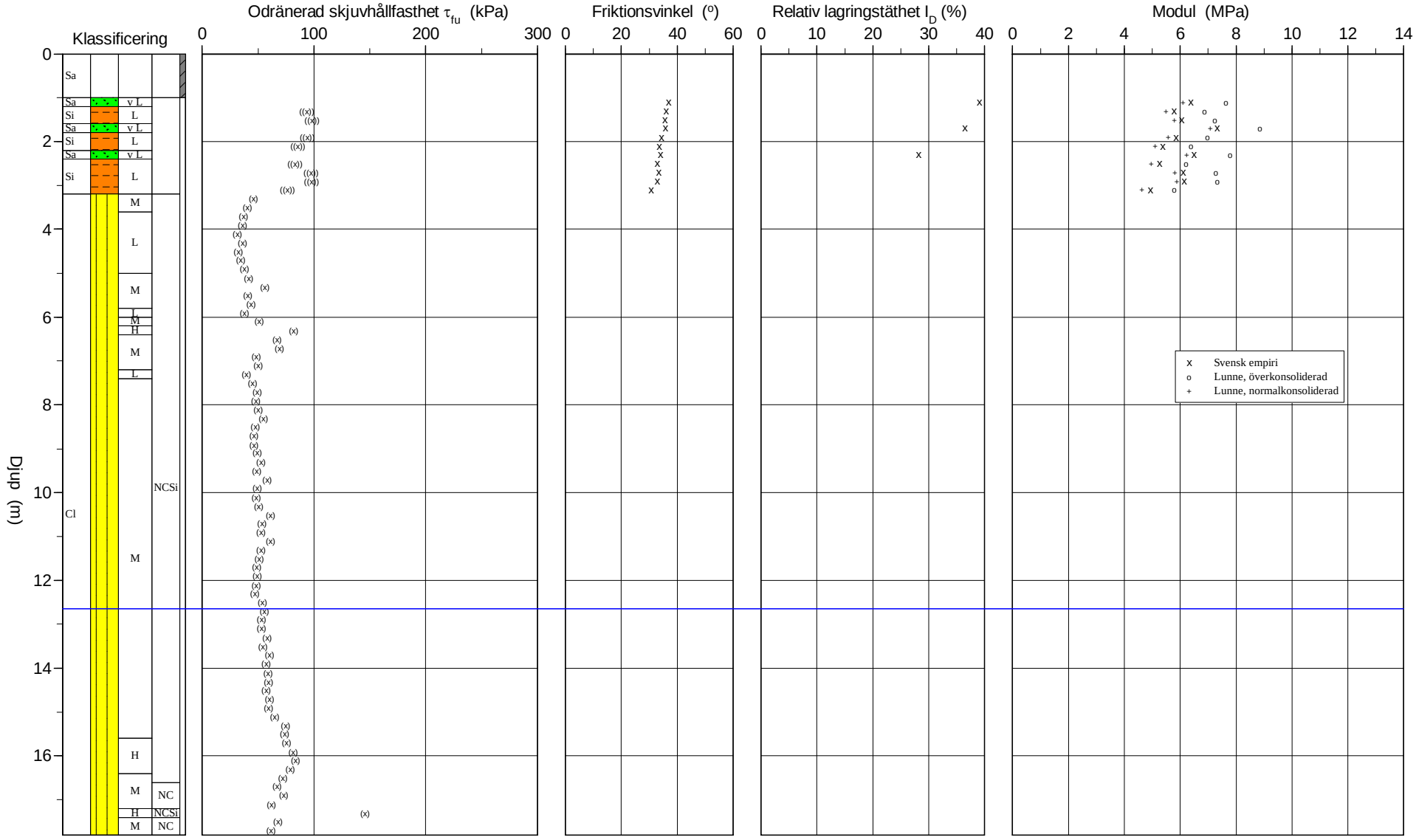
C:\Users\SEHR24280\Desktop\Tvärån\Conrad\22W027\22W027.CPW

2022-06-07

CPT-sondering utvärderad enligt SGI Information 15 rev.2007

Referens	my	Förborrningsdjup	1.00 m	Utvärderare	HR
Nivå vid referens	16.97 m	Förborrat material	Sa	Datum för utvärdering	2022-06-07
Grundvattenyta	12.65 m	Utrustning	GM 75 GT		
Startdjup	1.00 m	Geometri	Normal		

Projekt	Förstudie åtgärdsval Tvärån
Projekt nr	10337804
Plats	Tvärån
Borrhål	22W027
Datum	20220603

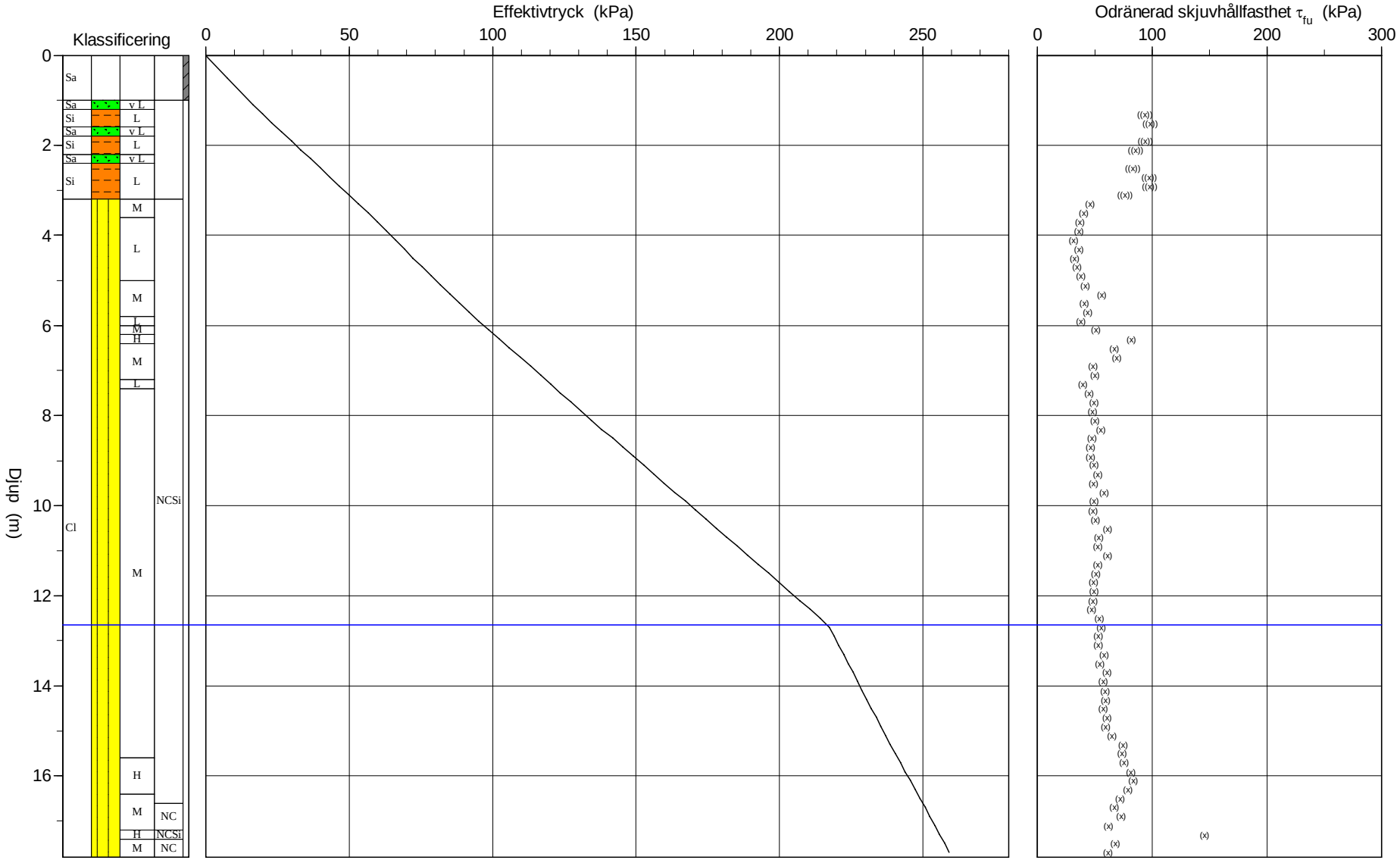


C:\Users\SEHR24280\Desktop\Tvärån\Conrad\22W027\22W027.CPW 2022-06-07

CPT-sondering utvärderad enligt SGI Information 15 rev.2007

Referens	my	Förborrningsdjup	1.00 m	Utvärderare	HR
Nivå vid referens	16.97 m	Förborrat material	Sa	Datum för utvärdering	2022-06-07
Grundvattenyta	12.65 m	Utrustning	GM 75 GT		
Startdjup	1.00 m	Geometri	Normal		

Projekt	Förstudie åtgärdsval Tvärån
Projekt nr	10337804
Plats	Tvärån
Borrhål	22W027
Datum	20220603



C:\Users\SEHR24280\Desktop\Tvärån\Conrad\22W027\22W027.CPW 2022-06-07

C P T - sondering

Projekt	**Plats** Tvärån
Förstudie åtgärdsval Tvärån 10337804	**Borrhål** 22W027
	Datum 20220603

Förborrningsdjup	1.00 m	Förborrat material	Sa
Startdjup	1.00 m	Geometri	Normal
Stoppdjup	17.91 m	Vätska i filter	Olja
Grundvattenyta	12.65 m	Operatör	Markus Andersson
Referens	my	Utrustning	GM 75 GT
Nivå vid referens	16.97 m	[X] **Portryck registrerat vid sondering**	

Kalibreringsdata

Spets	51910	Inre friktion O_c	0.0 kPa
Datum	2021-08-23	Inre friktion O_f	0.0 kPa
Areafaktor a	0.700	Cross talk c_1	0.000
Areafaktor b	0.006	Cross talk c_2	0.000

Skalfaktorer

Portryck Område	Faktor	Friktion Område	Faktor	Spetstryck Område	Faktor

[ ] **Använd skalfaktorer vid beräkning**

Nollvärden, kPa

	Portryck	Friktion	Spetstryck
Före	0.00	0.00	0.00
Efter	17.00	-0.60	-0.02
Diff	17.00	-0.60	-0.02

Korrigering

Portryck	(ingen)
Friktion	(ingen)
Spetstryck	(ingen)

Bedömd sonderingsklass

Portrycksobservationer

Djup (m)	Portryck (kPa)
12.65	0.00

Skiktgränser

Djup (m)

Klassificering

Djup (m) Från	Till	Densitet (ton/m^3)	Flytgräns	Jordart
0.00	1.00	1.50		Sa

Anmärkning

C P T - sondering

Projekt
Förstudie åtgärdsval Tvärån
10337804

Plats Tvärån
Borrhål 22W027
Datum 20220603

Djup (m) Från	Till	Klassificering		ρ t/m³	w_L	τ_{fu} kPa	ϕ °	σ_{vo} kPa	σ'_{vo} kPa	σ'_c kPa	OCR	I_D %	E MPa	M_{OC} MPa	M_{NC} MPa
0.00	1.00	Sa		1.50				7.4	7.4						
1.00	1.20	Sa v L		1.70			36.9	16.4	16.4			39.1	6.4	7.6	6.1
1.20	1.40	Si L		1.70		((93.6))	(35.9)	19.7	19.7				5.8	6.9	5.5
1.40	1.60	Si L		1.70		((98.3))	(35.5)	23.1	23.1				6.1	7.2	5.8
1.60	1.80	Sa v L		1.70			35.8	26.4	26.4			36.5	7.3	8.9	7.1
1.80	2.00	Si L		1.70		((94.1))	(34.3)	29.7	29.7				5.9	7.0	5.6
2.00	2.20	Si L		1.70		((85.6))	(33.5)	33.1	33.1				5.4	6.4	5.1
2.20	2.40	Sa v L		1.70			34.0	36.4	36.4			28.2	6.5	7.8	6.2
2.40	2.60	Si L		1.70		((83.0))	(32.8)	39.7	39.7				5.3	6.2	5.0
2.60	2.80	Si L		1.70		((97.4))	(33.4)	43.1	43.1				6.1	7.3	5.8
2.80	3.00	Si L		1.70		((98.0))	(32.9)	46.4	46.4				6.1	7.3	5.9
3.00	3.20	Si L		1.70		((76.5))	(30.7)	49.7	49.7				4.9	5.8	4.6
3.20	3.40	Cl M	NCSi	1.85		(46.1)		53.2	53.2		1.00				
3.40	3.60	Cl M	NCSi	1.60		(40.5)		56.6	56.6		1.00				
3.60	3.80	Cl L	NCSi	1.60		(37.2)		59.7	59.7		1.00				
3.80	4.00	Cl L	NCSi	1.60		(36.1)		62.9	62.9		1.00				
4.00	4.20	Cl L	NCSi	1.60		(31.5)		66.0	66.0		1.00				
4.20	4.40	Cl L	NCSi	1.60		(36.0)		69.2	69.2		1.00				
4.40	4.60	Cl L	NCSi	1.60		(32.7)		72.3	72.3		1.00				
4.60	4.80	Cl L	NCSi	1.60		(34.3)		75.4	75.4		1.00				
4.80	5.00	Cl L	NCSi	1.60		(38.2)		78.6	78.6		1.00				
5.00	5.20	Cl M	NCSi	1.60		(41.3)		81.7	81.7		1.00				
5.20	5.40	Cl M	NCSi	1.85		(55.9)		85.1	85.1		1.00				
5.40	5.60	Cl M	NCSi	1.60		(40.8)		88.5	88.5		1.00				
5.60	5.80	Cl M	NCSi	1.85		(44.1)		91.9	91.9		1.00				
5.80	6.00	Cl L	NCSi	1.60		(38.1)		95.3	95.3		1.00				
6.00	6.20	Cl M	NCSi	1.85		(51.1)		98.6	98.6		1.00				
6.20	6.40	Cl H	NCSi	1.85		(82.0)		102.3	102.3		1.00				
6.40	6.60	Cl M	NCSi	1.85		(67.0)		105.9	105.9		1.00				
6.60	6.80	Cl M	NCSi	1.85		(69.0)		109.5	109.5		1.00				
6.80	7.00	Cl M	NCSi	1.85		(48.6)		113.2	113.2		1.00				
7.00	7.20	Cl M	NCSi	1.85		(49.8)		116.8	116.8		1.00				
7.20	7.40	Cl L	NCSi	1.60		(39.4)		120.2	120.2		1.00				
7.40	7.60	Cl M	NCSi	1.85		(45.1)		123.6	123.6		1.00				
7.60	7.80	Cl M	NCSi	1.85		(49.7)		127.2	127.2		1.00				
7.80	8.00	Cl M	NCSi	1.85		(47.9)		130.8	130.8		1.00				
8.00	8.20	Cl M	NCSi	1.85		(49.9)		134.4	134.4		1.00				
8.20	8.40	Cl M	NCSi	1.85		(55.0)		138.1	138.1		1.00				
8.40	8.60	Cl M	NCSi	1.85		(47.6)		141.7	141.7		1.00				
8.60	8.80	Cl M	NCSi	1.85		(46.4)		145.3	145.3		1.00				
8.80	9.00	Cl M	NCSi	1.85		(46.3)		149.0	149.0		1.00				
9.00	9.20	Cl M	NCSi	1.85		(49.6)		152.6	152.6		1.00				
9.20	9.40	Cl M	NCSi	1.85		(52.4)		156.2	156.2		1.00				
9.40	9.60	Cl M	NCSi	1.85		(48.9)		159.9	159.9		1.00				
9.60	9.80	Cl M	NCSi	1.85		(57.9)		163.5	163.5		1.00				
9.80	10.00	Cl M	NCSi	1.85		(49.6)		167.1	167.1		1.00				
10.00	10.20	Cl M	NCSi	1.85		(48.7)		170.7	170.7		1.00				
10.20	10.40	Cl M	NCSi	1.85		(50.6)		174.4	174.4		1.00				
10.40	10.60	Cl M	NCSi	1.85		(61.1)		178.0	178.0		1.00				
10.60	10.80	Cl M	NCSi	1.85		(53.3)		181.6	181.6		1.00				
10.80	11.00	Cl M	NCSi	1.85		(52.4)		185.3	185.3		1.00				
11.00	11.20	Cl M	NCSi	1.85		(60.9)		188.9	188.9		1.00				
11.20	11.40	Cl M	NCSi	1.85		(52.5)		192.5	192.5		1.00				
11.40	11.60	Cl M	NCSi	1.85		(51.2)		196.2	196.2		1.00				
11.60	11.80	Cl M	NCSi	1.85		(49.2)		199.8	199.8		1.00				
11.80	12.00	Cl M	NCSi	1.85		(49.6)		203.4	203.4		1.00				
12.00	12.20	Cl M	NCSi	1.85		(48.5)		207.0	207.0		1.00				
12.20	12.40	Cl M	NCSi	1.85		(46.9)		210.7	210.7		1.00				
12.40	12.60	Cl M	NCSi	1.85		(54.1)		214.3	214.3		1.00				
12.60	12.80	Cl M	NCSi	1.85		(55.4)		217.9	217.4		1.00				
12.80	13.00	Cl M	NCSi	1.85		(52.9)		221.6	219.1		1.00				
13.00	13.20	Cl M	NCSi	1.85		(53.2)		225.2	220.7		1.00				
13.20	13.40	Cl M	NCSi	1.85		(57.8)		228.8	222.3		1.00				
13.40	13.60	Cl M	NCSi	1.85		(54.6)		232.4	223.9		1.00				
13.60	13.80	Cl M	NCSi	1.85		(60.5)		236.1	225.6		1.00				
13.80	14.00	Cl M	NCSi	1.85		(57.5)		239.7	227.2		1.00				
14.00	14.20	Cl M	NCSi	1.85		(59.0)		243.3	228.8		1.00				
14.20	14.40	Cl M	NCSi	1.85		(59.7)		247.0	230.5		1.00				
14.40	14.60	Cl M	NCSi	1.85		(57.3)		250.6	232.1		1.00				
14.60	14.80	Cl M	NCSi	1.85		(60.7)		254.2	233.7		1.00				
14.80	15.00	Cl M	NCSi	1.85		(59.6)		257.9	235.4		1.00				
15.00	15.20	Cl M	NCSi	1.85		(65.0)		261.5	237.0		1.00				
15.20	15.40	Cl M	NCSi	1.90		(74.3)		265.2	238.7		1.00				
15.40	15.60	Cl M	NCSi	1.90		(73.8)		268.9	240.4		1.00				
15.60	15.80	Cl H	NCSi	1.90		(75.7)		272.6	242.1		1.00				
15.80	16.00	Cl H	NCSi	1.90		(81.6)		276.3	243.8		1.00				
16.00	16.20	Cl H	NCSi	1.90		(83.6)		280.1	245.6		1.00				

C P T - sondering

Projekt
Förstudie åtgärdsval Tvärån
10337804

Plats Tvärån
Borrhål 22W027
Datum 20220603

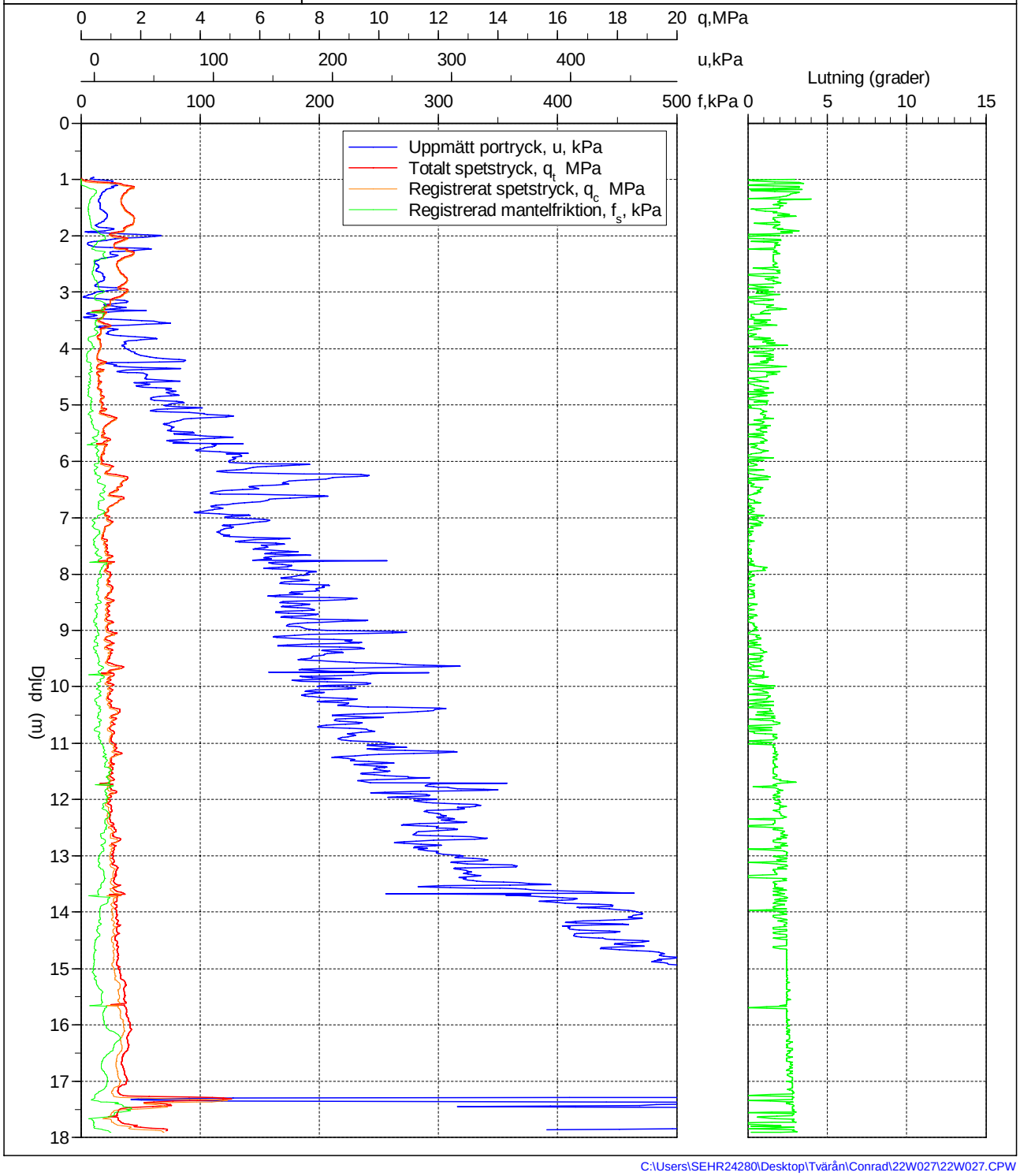
Djup (m) Från	Till	Klassificering		ρ t/m^3	w_L	τ_{fu} kPa	ϕ ^{o}	σ_{vo} kPa	σ'_{vo} kPa	σ'_c kPa	OCR	I_D %	E MPa	M_{OC} MPa	M_{NC} MPa
16.20	16.40	Cl H	NCSi	1.90		(79.2)		283.8	247.3		1.00				
16.40	16.60	Cl M	NCSi	1.90		(71.9)		287.5	249.0		1.00				
16.60	16.80	Cl M	NC	1.90		(67.2)		291.3	250.8		1.00				
16.80	17.00	Cl M	NC	1.90		(72.9)		295.0	252.5		1.00				
17.00	17.20	Cl M	NC	1.85		(61.8)		298.7	254.2		1.00				
17.20	17.40	Cl H	NCSi	1.90		(145.7)		302.3	255.8		1.00				
17.40	17.60	Cl M	NC	1.90		(67.8)		306.1	257.6		1.00				
17.60	17.79	Cl M	NC	1.90		(61.7)		309.7	259.3		1.00				

CPT-sondering utförd enligt EN ISO 22476-1

Projekt	**Förstudie åtgärdsval Tvärån**	**Plats**	**Tvärån**
Projektnummer	**10337804**	**Borrhål**	**22W027**
Borrföretag	**WSP**	**Datum**	**20220603**
Borrningsledare	**Markus Andersson**		

Förborrningsdjup	1.00 m	Förborrat material	Sa
Start djup	1.00 m	Geometri	Normal
Stopp djup	17.91 m	Vätska i filter	Olja
Grundvattennivå	12.65 m	Borrpunktens koord.	7080882.506, 148529.705
Referens	my	Utrustning	GM 75 GT
Nivå vid referens	16.97 m	Sond Nr	51910

[X] **Portryck registrerat vid sondering**

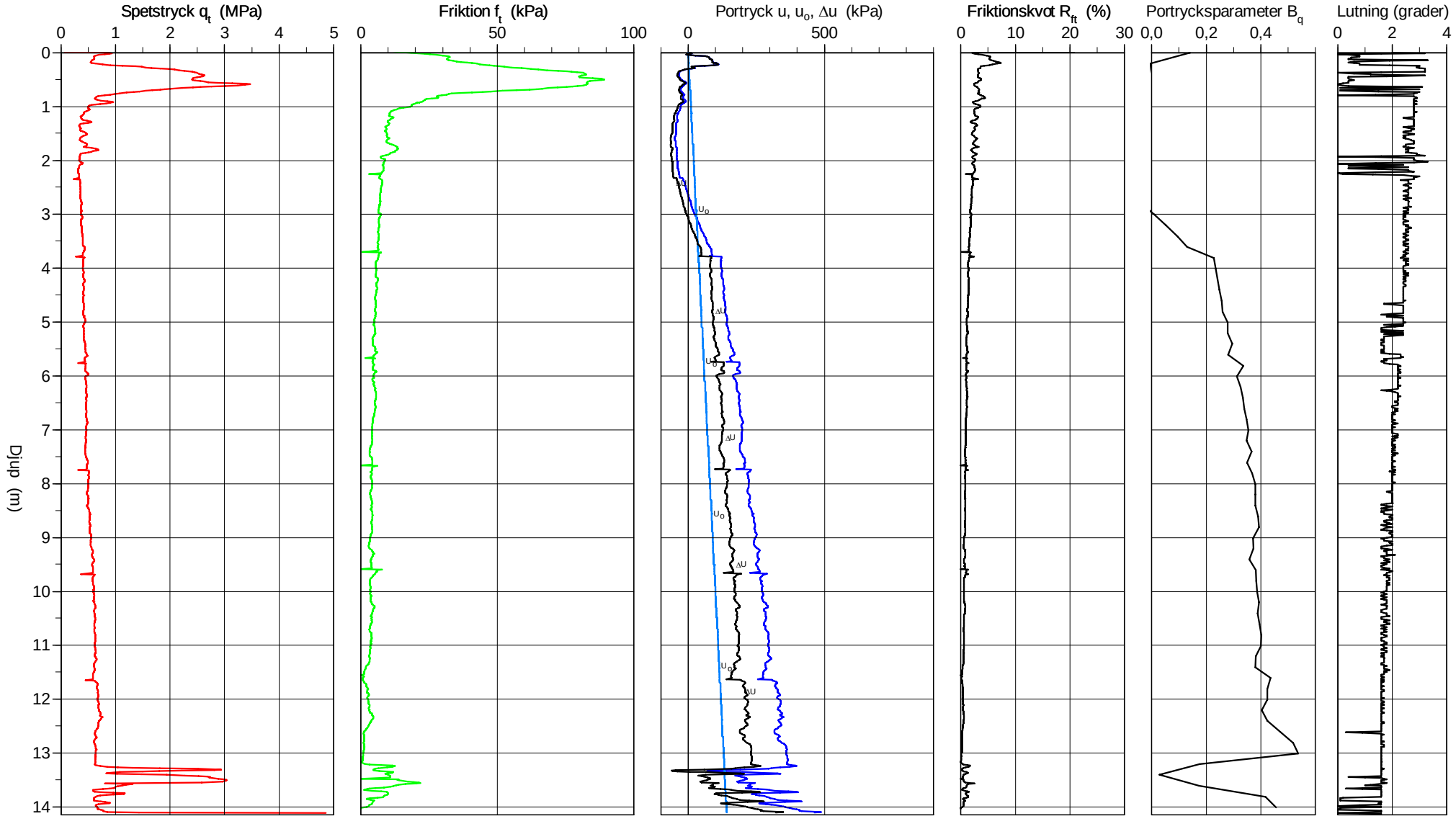


C:\Users\SEHR24280\Desktop\Tvärån\Conrad\22W027\22W027.CPW

CPT-sondering utförd enligt EN ISO 22476-1

Förborrningsdjup	0,01 m	Referens	my	Vätska i filter	Olja
Start djup	0,01 m	Nivå vid referens	12,60 m	Borrpunktens koord.	7082505.610, 147876.784
Stopp djup	14,15 m	Förborrat material	-	Utrustning	GM 85 GT
Grundvattennivå	0,00 m	Geometri	Normal	Sond nr	51910

Projekt	Förstudie åtgärdsval Tvärån
Projekt nr	10337804
Plats	Tvärån
Borrhål	22W028
Datum	20220523



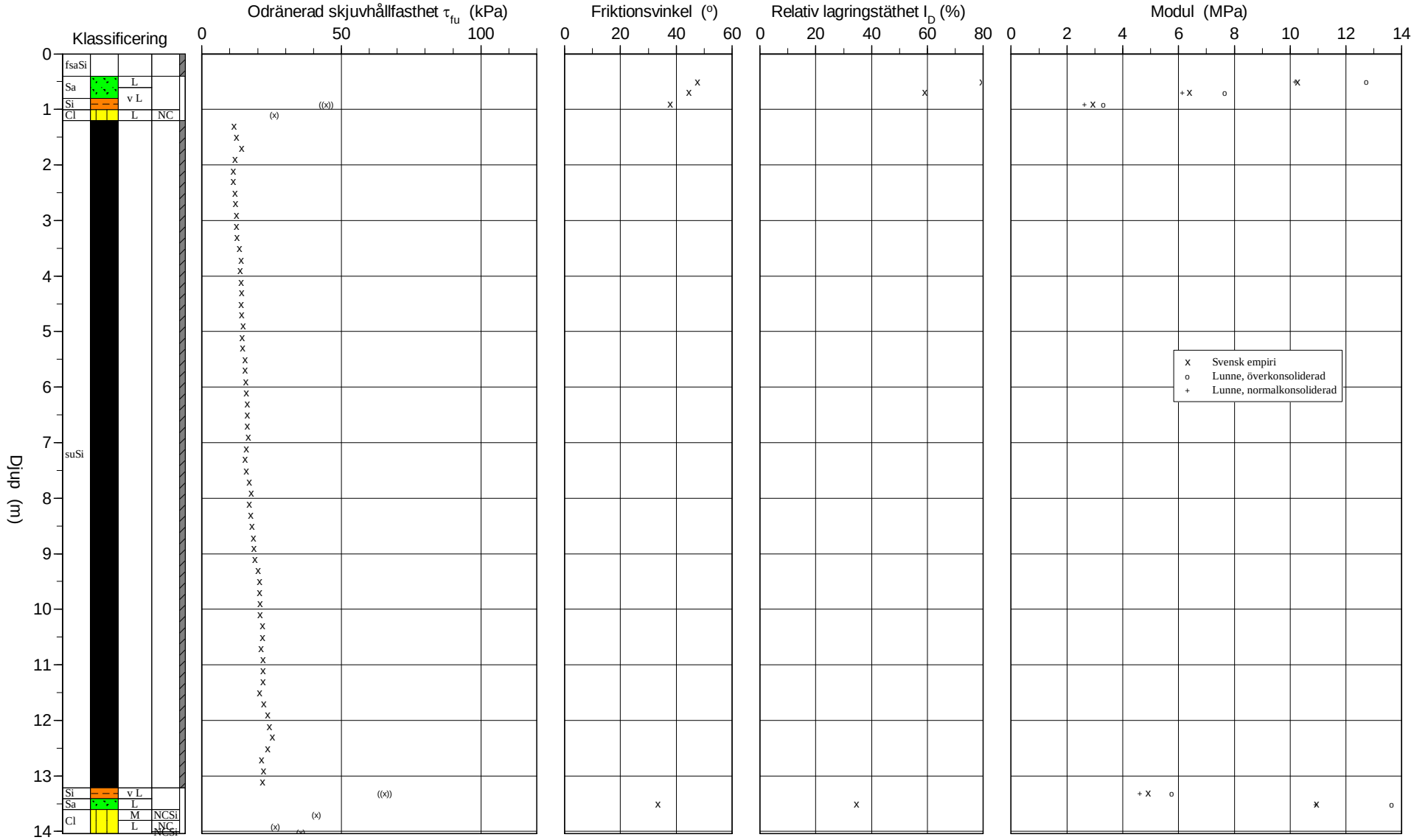
C:\Users\SEHR24280\Desktop\Tvärån\Conrad\22W028\22W028 cpt.CPW

2022-06-08

CPT-sondering utvärderad enligt SGI Information 15 rev.2007

Referens	my	Förborrningsdjup	0,01 m	Utvärderare	HR
Nivå vid referens	12,60 m	Förborrat material	-	Datum för utvärdering	2022-06-07
Grundvattenyta	0,00 m	Utrustning	GM 85 GT		
Startdjup	0,01 m	Geometri	Normal		

Projekt	Förstudie åtgärdsval Tvärån
Projekt nr	10337804
Plats	Tvärån
Borrhål	22W028
Datum	20220523

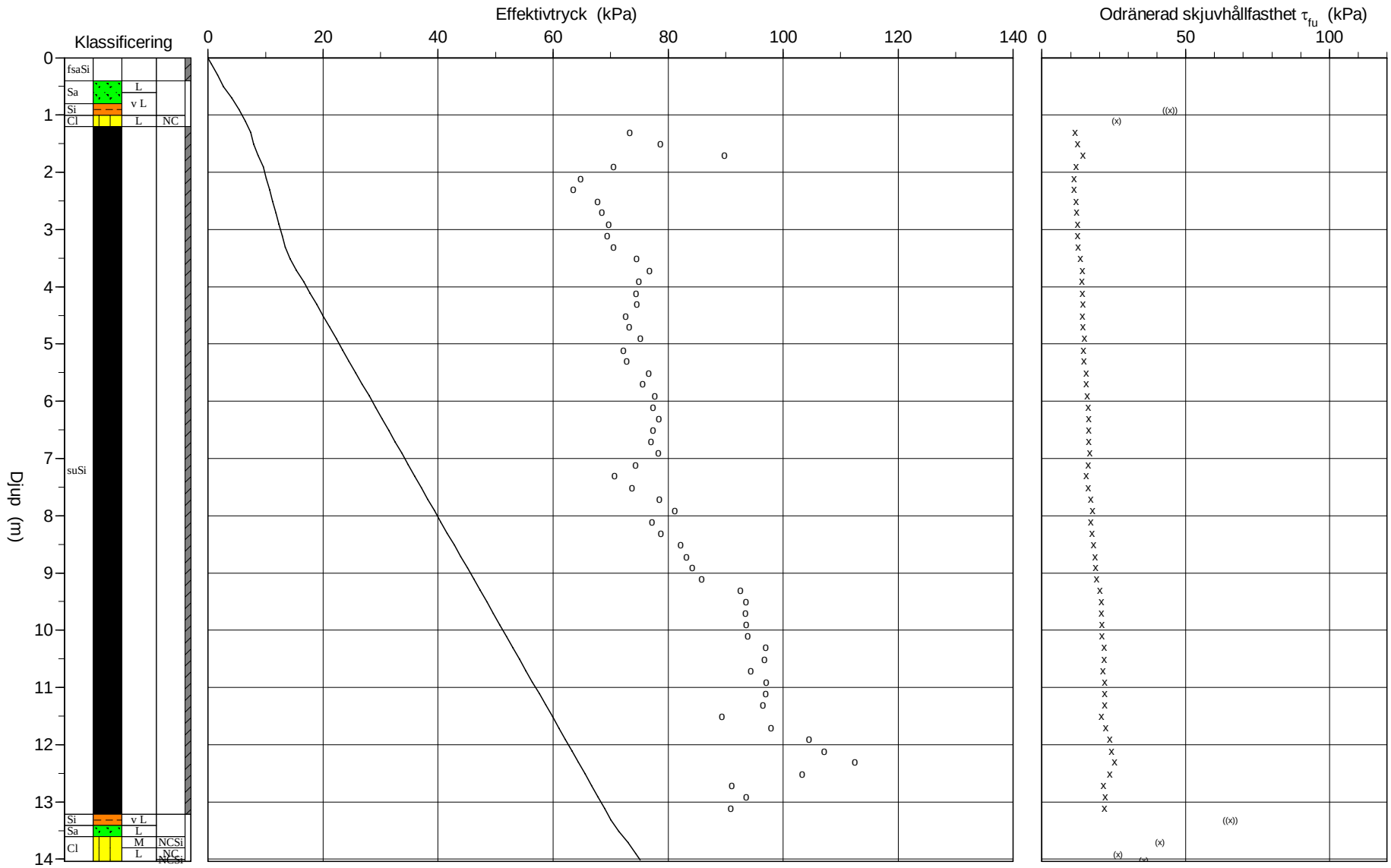


C:\Users\SEHR24280\Desktop\Tvärån\Conrad\22W028\22W028 cpt.CPW 2022-06-08

CPT-sondering utvärderad enligt SGI Information 15 rev.2007

Referens	my	Förborrningsdjup	0,01 m	Utvärderare	HR
Nivå vid referens	12,60 m	Förborrat material	-	Datum för utvärdering	2022-06-07
Grundvattenyta	0,00 m	Utrustning	GM 85 GT		
Startdjup	0,01 m	Geometri	Normal		

Projekt	Förstudie åtgärdsval Tvärån
Projekt nr	10337804
Plats	Tvärån
Borrhål	22W028
Datum	20220523



C:\Users\SEHR24280\Desktop\Tvärån\Conrad\22W028\22W028 cpt.CPW 2022-06-08

C P T - sondering

Projekt
Förstudie åtgärdsval Tvärån
10337804

Plats Tvärån
Borrhål 22W028
Datum 20220523

Förborrningsdjup	0,01 m	Förborrat material	-
Startdjup	0,01 m	Geometri	Normal
Stoppdjup	14,15 m	Vätska i filter	Olja
Grundvattenyta	0,00 m	Operatör	Markus Andersson
Referens	my	Utrustning	GM 85 GT
Nivå vid referens	12,60 m	[X] **Portryck registrerat vid sondering**	

Kalibreringsdata

Spets	51910	Inre friktion O_c	0,0 kPa
Datum	2021-08-23	Inre friktion O_f	0,0 kPa
Areafaktor a	0,700	Cross talk c_1	0,000
Areafaktor b	0,006	Cross talk c_2	0,000

Skalfaktorer

Portryck Område	Faktor	Friktion Område	Faktor	Spetstryck Område	Faktor

[ ] **Använd skalfaktorer vid beräkning**

Nollvärden, kPa

	Portryck	Friktion	Spetstryck
Före	0,00	0,00	0,00
Efter	14,60	-1,20	0,06
Diff	14,60	-1,20	0,06

Korrigering

Portryck	(ingen)
Friktion	(ingen)
Spetstryck	(ingen)

Bedömd sonderingsklass

Portrycksobservationer

Djup (m)	Portryck (kPa)
0,00	0,00

Skiktgränser

Djup (m)

Klassificering

Djup (m) Från	Till	Densitet (ton/m^3)	Flytgräns	Jordart
0,00	0,50	1,50		fsaSi
1,20	13,20			suSi

Anmärkning

C P T - sondering

Projekt
Förstudie åtgärdsval Tvärån
10337804

Plats Tvärån
Borrhål 22W028
Datum 20220523

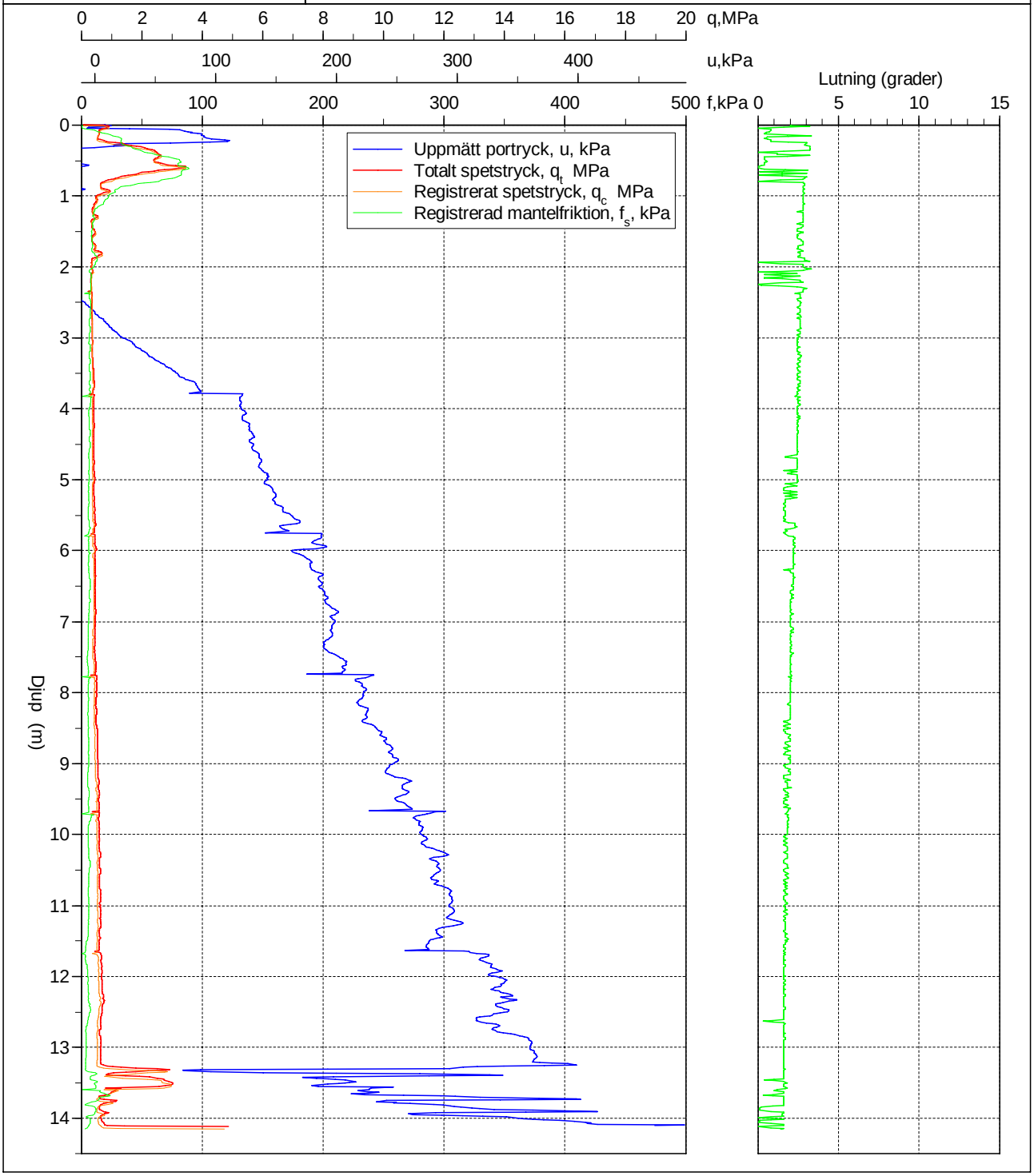
Djup (m) Från	Till	Klassificering	ρ t/m³	w_L	τ_{fu} kPa	ϕ °	σ_{vo} kPa	σ'_{vo} kPa	σ'_c kPa	OCR	I_D %	E MPa	M_{OC} MPa	M_{NC} MPa
0,00	0,01	fsaSi	1,50				0,1	0,0						
0,01	0,21	fsaSi	1,50				1,7	0,6						
0,21	0,41	fsaSi	1,50				4,8	1,7						
0,41	0,61	Sa L	1,80			47,6	7,8	2,7			79,6	10,3	12,7	10,2
0,61	0,81	Sa v L	1,70			44,7	11,2	4,1			58,9	6,4	7,7	6,1
0,81	1,01	Si v L	1,60		((44,6))	(37,7)	14,5	5,4				2,9	3,3	2,6
1,01	1,21	Cl L NC	1,60		(26,1)		17,6	6,5		1,00				
1,21	1,41	suSi	1,30		11,6		20,5	7,4	73,3	9,97				
1,41	1,61	suSi	1,30		12,4		23,0	7,9	78,6	9,94				
1,61	1,81	suSi	1,60		14,1		25,8	8,7	89,8	10,26				
1,81	2,01	suSi	1,30		11,8		28,7	9,6	70,5	7,34				
2,01	2,21	suSi	1,30		11,2		31,2	10,1	64,8	6,38				
2,21	2,41	suSi	1,30		11,1		33,8	10,7	63,5	5,94				
2,41	2,61	suSi	1,30		11,8		36,3	11,2	67,7	6,02				
2,61	2,81	suSi	1,30		12,1		38,9	11,8	68,5	5,81				
2,81	3,01	suSi	1,30		12,3		41,4	12,3	69,7	5,65				
3,01	3,21	suSi	1,30		12,4		44,0	12,9	69,4	5,38				
3,21	3,41	suSi	1,30		12,7		46,5	13,4	70,5	5,24				
3,41	3,61	suSi	1,60		13,4		49,4	14,3	74,5	5,21				
3,61	3,81	suSi	1,60		13,9		52,5	15,4	76,8	4,97				
3,81	4,01	suSi	1,60		13,9		55,7	16,6	74,9	4,52				
4,01	4,21	suSi	1,60		14,0		58,8	17,7	74,4	4,20				
4,21	4,41	suSi	1,60		14,2		62,0	18,9	74,6	3,96				
4,41	4,61	suSi	1,60		14,0		65,1	20,0	72,6	3,63				
4,61	4,81	suSi	1,60		14,3		68,2	21,1	73,2	3,47				
4,81	5,01	suSi	1,60		14,8		71,4	22,3	75,2	3,38				
5,01	5,21	suSi	1,60		14,4		74,5	23,4	72,2	3,08				
5,21	5,41	suSi	1,60		14,7		77,6	24,5	72,8	2,97				
5,41	5,61	suSi	1,60		15,4		80,8	25,7	76,6	2,98				
5,61	5,81	suSi	1,60		15,4		83,9	26,8	75,6	2,82				
5,81	6,01	suSi	1,60		15,8		87,1	28,0	77,7	2,78				
6,01	6,21	suSi	1,60		15,9		90,2	29,1	77,4	2,66				
6,21	6,41	suSi	1,60		16,2		93,3	30,2	78,4	2,59				
6,41	6,61	suSi	1,60		16,2		96,5	31,4	77,4	2,47				
6,61	6,81	suSi	1,60		16,2		99,6	32,5	77,0	2,37				
6,81	7,01	suSi	1,60		16,5		102,8	33,7	78,3	2,33				
7,01	7,21	suSi	1,60		16,0		105,9	34,8	74,3	2,14				
7,21	7,41	suSi	1,60		15,5		109,0	35,9	70,7	1,97				
7,41	7,61	suSi	1,60		16,1		112,2	37,1	73,7	1,99				
7,61	7,81	suSi	1,60		17,0		115,3	38,2	78,5	2,05				
7,81	8,01	suSi	1,60		17,6		118,5	39,4	81,2	2,06				
8,01	8,21	suSi	1,60		17,0		121,6	40,5	77,2	1,91				
8,21	8,41	suSi	1,60		17,3		124,7	41,6	78,7	1,89				
8,41	8,61	suSi	1,60		18,1		127,9	42,8	82,2	1,92				
8,61	8,81	suSi	1,60		18,3		131,0	43,9	83,2	1,89				
8,81	9,01	suSi	1,60		18,6		134,2	45,1	84,2	1,87				
9,01	9,21	suSi	1,60		19,0		137,3	46,2	85,8	1,86				
9,21	9,41	suSi	1,60		20,3		140,4	47,3	92,6	1,96				
9,41	9,61	suSi	1,60		20,5		143,6	48,5	93,5	1,93				
9,61	9,81	suSi	1,60		20,6		146,7	49,6	93,4	1,88				
9,81	10,01	suSi	1,60		20,7		149,8	50,7	93,6	1,84				
10,01	10,21	suSi	1,60		20,9		153,0	51,9	93,9	1,81				
10,21	10,41	suSi	1,60		21,5		156,1	53,0	97,0	1,83				
10,41	10,61	suSi	1,60		21,5		159,3	54,2	96,7	1,78				
10,61	10,81	suSi	1,60		21,2		162,4	55,3	94,4	1,71				
10,81	11,01	suSi	1,60		21,8		165,5	56,4	97,1	1,72				
11,01	11,21	suSi	1,60		21,9		168,7	57,6	97,0	1,68				
11,21	11,41	suSi	1,60		21,9		171,8	58,7	96,5	1,64				
11,41	11,61	suSi	1,60		20,7		175,0	59,9	89,4	1,49				
11,61	11,81	suSi	1,60		22,3		178,1	61,0	97,9	1,60				
11,81	12,01	suSi	1,60		23,6		181,2	62,1	104,5	1,68				
12,01	12,21	suSi	1,60		24,1		184,4	63,3	107,1	1,69				
12,21	12,41	suSi	1,60		25,2		187,5	64,4	112,5	1,75				
12,41	12,61	suSi	1,60		23,6		190,7	65,6	103,3	1,58				
12,61	12,81	suSi	1,60		21,4		193,8	66,7	91,1	1,37				
12,81	13,01	suSi	1,60		22,0		196,9	67,8	93,6	1,38				
13,01	13,21	suSi	1,60		21,5		200,1	69,0	90,9	1,32				
13,21	13,41	Si v L	1,60		((65,5))		203,2	70,1				4,9	5,8	4,6
13,41	13,61	Sa L	1,80			33,5	206,5	71,4			34,6	10,9	13,6	10,9
13,61	13,81	Cl M NCSi	1,85		(41,0)		210,1	73,0		1,00				
13,81	14,01	Cl L NC	1,60		(26,4)		213,5	74,4		1,00				
14,01	14,03	Cl L NCSi	1,85		(35,4)		215,3	75,1		1,00				

CPT-sondering utförd enligt EN ISO 22476-1

Projekt	**Förstudie åtgärdsval Tvärån**	**Plats**	**Tvärån**
Projektnummer	**10337804**	**Borrhål**	**22W028**
Borrföretag	**WSP**	**Datum**	**20220523**
Borrningsledare	**Markus Andersson**		

Förborrningsdjup	0,01 m	Förborrat material	-
Start djup	0,01 m	Geometri	Normal
Stopp djup	14,15 m	Vätska i filter	Olja
Grundvattennivå	0,00 m	Borrpunktens koord.	7082505.610, 147876.784
Referens	my	Utrustning	GM 85 GT
Nivå vid referens	12,60 m	Sond Nr	51910

[X] **Portryck registrerat vid sondering**

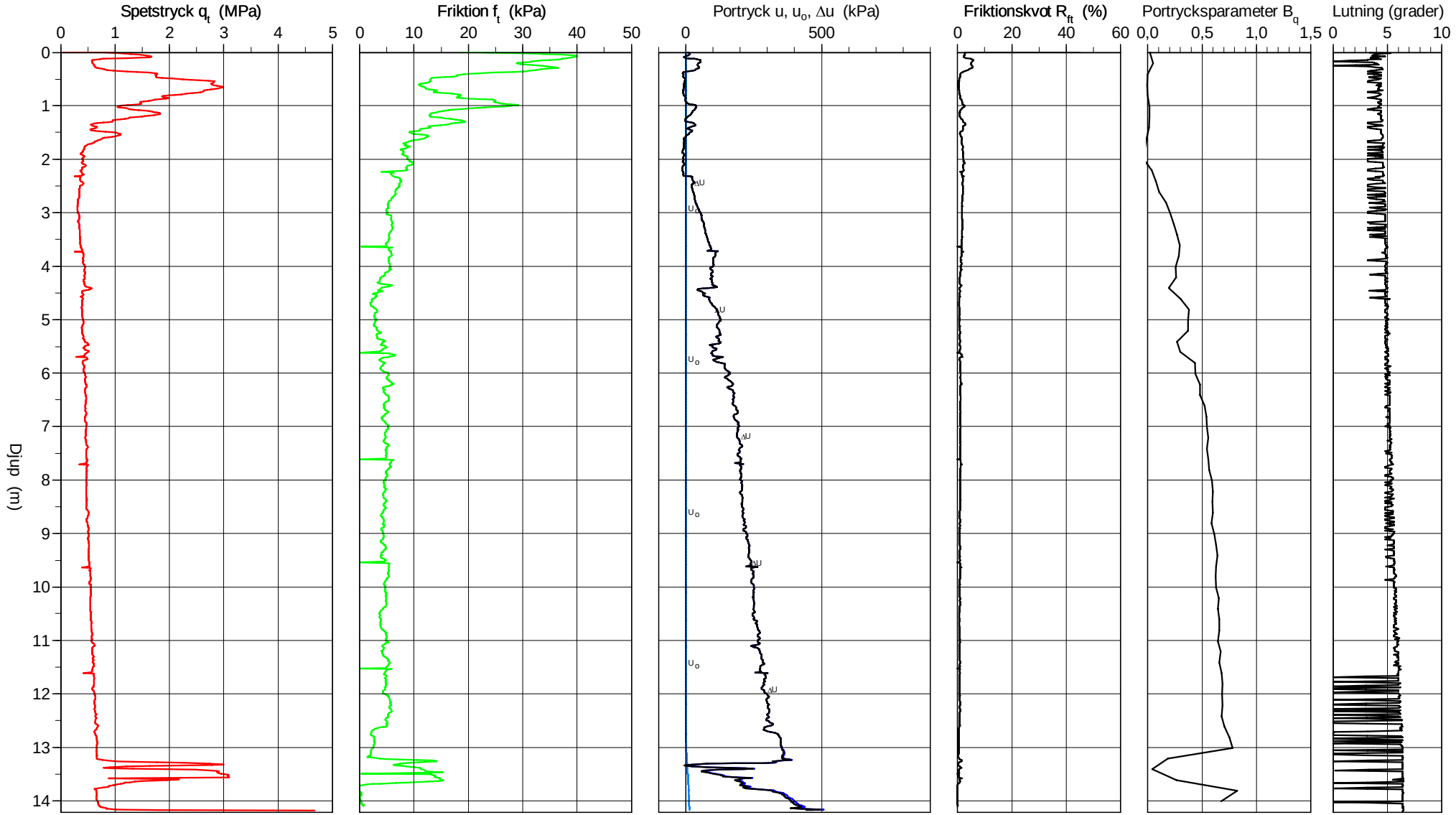


C:\Users\SEHR24280\Desktop\Tvärån\Conrad\22W028\22W028 cpt.CPW

CPT-sondering utförd enligt EN ISO 22476-1

Förborrningsdjup	0,01 m	Referens	my	Vätska i filter	Olja
Start djup	0,01 m	Nivå vid referens	12,20 m	Borrpunktens koord.	7082448.775, 148012.659
Stopp djup	14,26 m	Förborrat material	-	Utrustning	GM 85 GT
Grundvattennivå	12,80 m	Geometri	Normal	Sond nr	51910

Projekt	Förstudie åtgärdsval Tvärån
Projekt nr	10337804
Plats	Tvärån
Borrhål	22W029
Datum	20220523



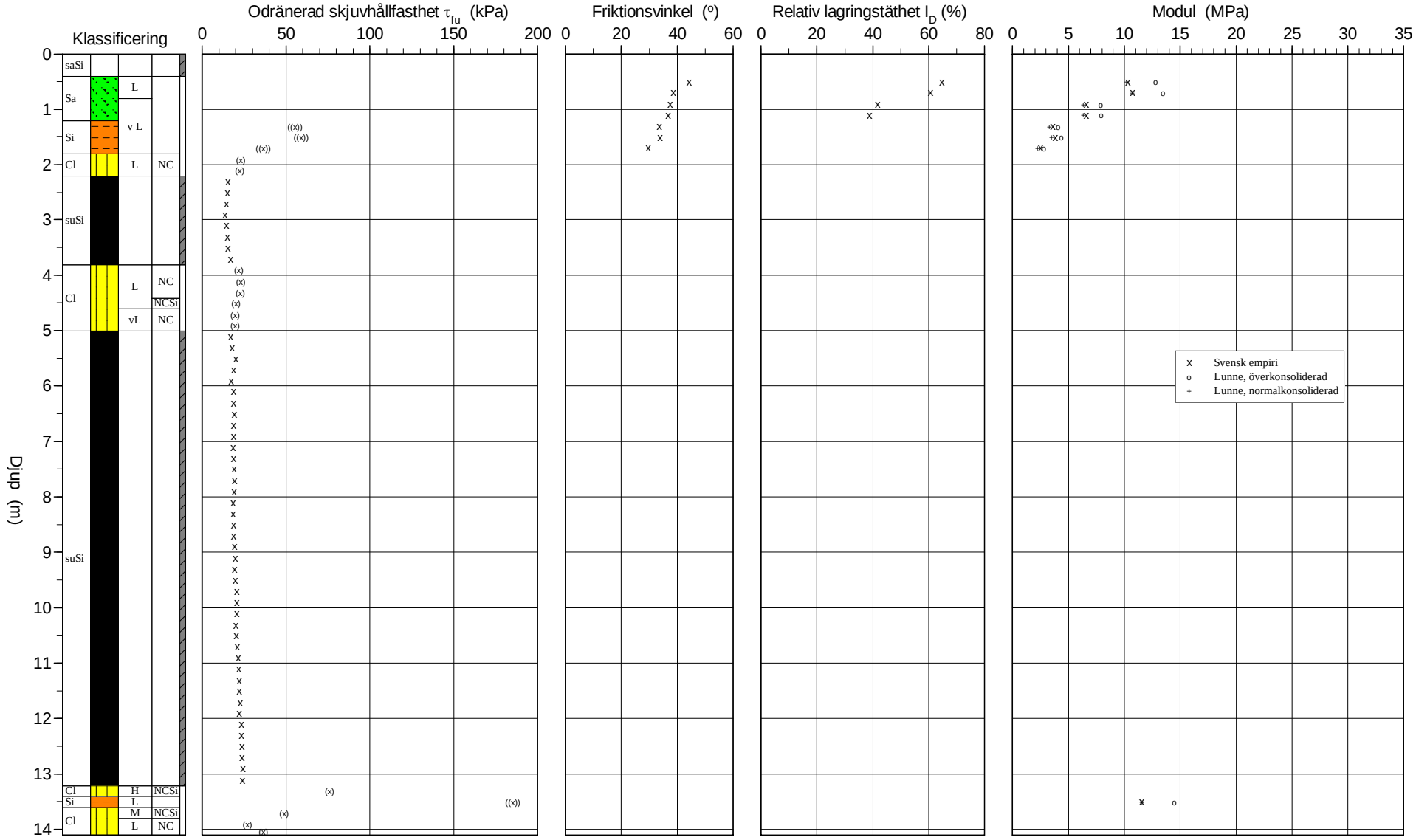
C:\Users\SEHR24280\Desktop\Tvärån\Conrad\22W029\22W029 cpt.CPW

2022-06-08

CPT-sondering utvärderad enligt SGI Information 15 rev.2007

Referens	my	Förborrningsdjup	0,01 m	Utvärderare	HR
Nivå vid referens	12,20 m	Förborrat material	-	Datum för utvärdering	2022-06-07
Grundvattenyta	12,80 m	Utrustning	GM 85 GT		
Startdjup	0,01 m	Geometri	Normal		

Projekt	Förstudie åtgärdsval Tvärån
Projekt nr	10337804
Plats	Tvärån
Borrhål	22W029
Datum	20220523

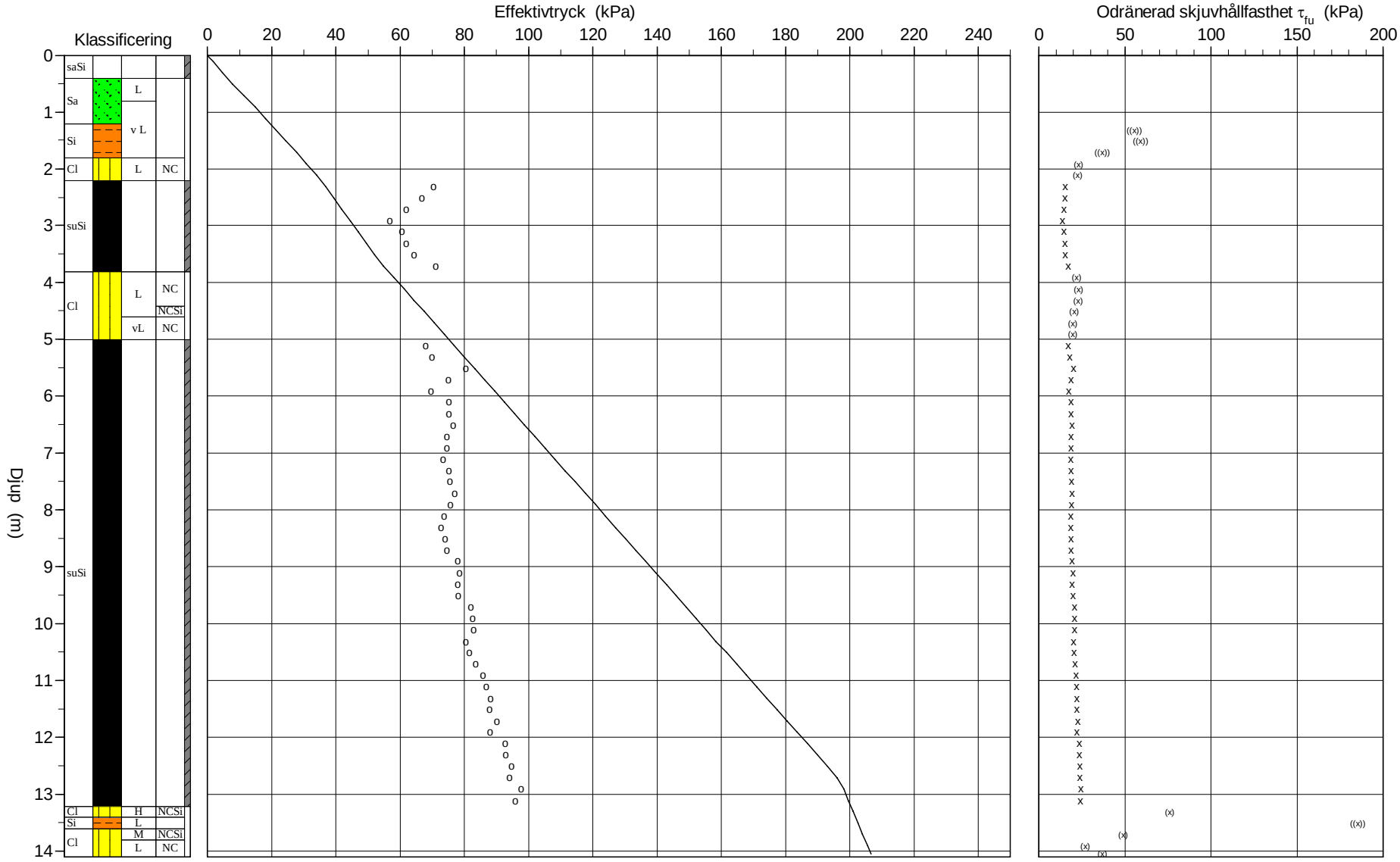


C:\Users\SEHR24280\Desktop\Tvärån\Conrad\22W029\22W029 cpt.CPW 2022-06-08

CPT-sondering utvärderad enligt SGI Information 15 rev.2007

Referens	my	Förborrningsdjup	0,01 m	Utvärderare	HR
Nivå vid referens	12,20 m	Förborrat material	-	Datum för utvärdering	2022-06-07
Grundvattenyta	12,80 m	Utrustning	GM 85 GT		
Startdjup	0,01 m	Geometri	Normal		

Projekt	Förstudie åtgärdsval Tvärån
Projekt nr	10337804
Plats	Tvärån
Borrhål	22W029
Datum	20220523



C:\Users\SEHR24280\Desktop\Tvärån\Conrad\22W029\22W029 cpt.CPW 2022-06-08

C P T - sondering

Projekt
Förstudie åtgärdsval Tvärån
10337804

Plats Tvärån
Borrhål 22W029
Datum 20220523

Förborrningsdjup	0,01 m	Förborrat material	-
Startdjup	0,01 m	Geometri	Normal
Stoppdjup	14,26 m	Vätska i filter	Olja
Grundvattenyta	12,80 m	Operatör	Markus Andersson
Referens	my	Utrustning	GM 85 GT
Nivå vid referens	12,20 m	[X] **Portryck registrerat vid sondering**	

Kalibreringsdata

Spets	51910	Inre friktion O_c	0,0 kPa
Datum	2021-08-23	Inre friktion O_f	0,0 kPa
Areafaktor a	0,700	Cross talk c_1	0,000
Areafaktor b	0,006	Cross talk c_2	0,000

Skalfaktorer

Portryck Område	Faktor	Friktion Område	Faktor	Spetstryck Område	Faktor

[ ] **Använd skalfaktorer vid beräkning**

Nollvärden, kPa

	Portryck	Friktion	Spetstryck
Före	0,00	0,00	0,00
Efter	10,70	-0,80	0,07
Diff	10,70	-0,80	0,07

Korrigering

Portryck	(ingen)
Friktion	(ingen)
Spetstryck	(ingen)

Bedömd sonderingsklass

Portrycksobservationer

Djup (m)	Portryck (kPa)
12,80	0,00

Skiktgränser

Djup (m)

Klassificering

Djup (m) Från	Till	Densitet (ton/m^3)	Flytgräns	Jordart
0,00	0,40	1,50		saSi
2,20	3,80			suSi
5,00	13,20			suSi

Anmärkning

C P T - sondering

Projekt
Förstudie åtgärdsval Tvärån
10337804

Plats Tvärån
Borrhål 22W029
Datum 20220523

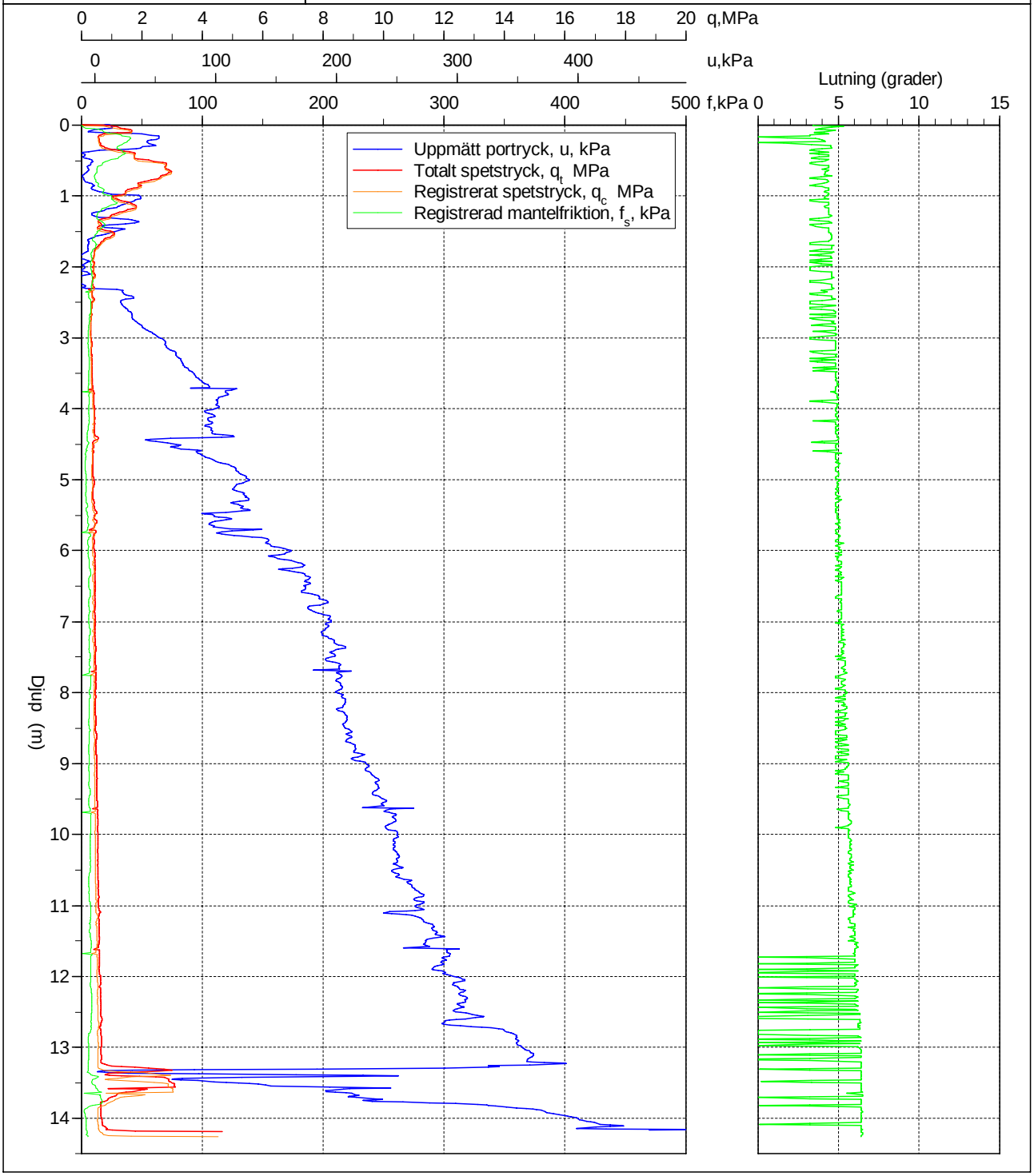
Djup (m) Från	Till	Klassificering		ρ t/m³	w_L	τ_{fu} kPa	ϕ °	σ_{vo} kPa	σ'_{vo} kPa	σ'_c kPa	OCR	I_D %	E MPa	M_{OC} MPa	M_{NC} MPa
0,00	0,01	saSi		1,50				0,1	0,1						
0,01	0,21	saSi		1,50				1,7	1,7						
0,21	0,41	saSi		1,50				4,7	4,7						
0,41	0,61	Sa L		1,80			44,3	7,8	7,8			64,5	10,3	12,8	10,3
0,61	0,81	Sa L		1,80			38,7	11,3	11,3			60,5	10,8	13,4	10,7
0,81	1,01	Sa v L		1,70			37,3	14,8	14,8			41,6	6,6	7,9	6,3
1,01	1,21	Sa v L		1,70			36,7	18,1	18,1			38,8	6,6	8,0	6,4
1,21	1,41	Si v L		1,60		((55,3))	(33,5)	21,3	21,3				3,6	4,1	3,3
1,41	1,61	Si v L		1,60		((59,0))	(33,8)	24,5	24,5				3,8	4,4	3,5
1,61	1,81	Si v L		1,60		((36,5))	(29,6)	27,6	27,6				2,5	2,8	2,2
1,81	2,01	Cl L	NC	1,60		(23,2)		30,8	30,8		1,00				
2,01	2,21	Cl L	NC	1,60		(22,5)		33,9	33,9		1,00				
2,21	2,41	suSi		1,30		15,5		36,7	36,7	70,3	1,91				
2,41	2,61	suSi		1,30		15,0		39,3	39,3	66,9	1,70				
2,61	2,81	suSi		1,30		14,3		41,8	41,8	62,0	1,48				
2,81	3,01	suSi		1,30		13,5		44,4	44,4	56,8	1,28				
3,01	3,21	suSi		1,30		14,4		46,9	46,9	60,6	1,29				
3,21	3,41	suSi		1,30		14,8		49,5	49,5	62,1	1,25				
3,41	3,61	suSi		1,30		15,4		52,0	52,0	64,3	1,23				
3,61	3,81	suSi		1,60		16,9		54,9	54,9	71,1	1,29				
3,81	4,01	Cl L	NC	1,60		(21,9)		58,0	58,0		1,00				
4,01	4,21	Cl L	NC	1,60		(22,9)		61,2	61,2		1,00				
4,21	4,41	Cl L	NC	1,60		(22,6)		64,3	64,3		1,00				
4,41	4,61	Cl L	NCSi	1,60		(20,5)		67,4	67,4		1,00				
4,61	4,81	Cl vL	NC	1,60		(19,6)		70,6	70,6		1,00				
4,81	5,01	Cl vL	NC	1,60		(19,6)		73,7	73,7		1,00				
5,01	5,21	suSi		1,60		17,0		76,9	76,9	68,1	1,00				
5,21	5,41	suSi		1,60		17,5		80,0	80,0	70,1	1,00				
5,41	5,61	suSi		1,60		20,1		83,1	83,1	80,5	1,00				
5,61	5,81	suSi		1,60		18,8		86,3	86,3	74,9	1,00				
5,81	6,01	suSi		1,60		17,4		89,4	89,4	69,6	1,00				
6,01	6,21	suSi		1,60		18,8		92,6	92,6	75,1	1,00				
6,21	6,41	suSi		1,60		18,8		95,7	95,7	75,1	1,00				
6,41	6,61	suSi		1,60		19,2		98,8	98,8	76,6	1,00				
6,61	6,81	suSi		1,60		18,7		102,0	102,0	74,6	1,00				
6,81	7,01	suSi		1,60		18,7		105,1	105,1	74,6	1,00				
7,01	7,21	suSi		1,60		18,4		108,3	108,3	73,4	1,00				
7,21	7,41	suSi		1,60		18,8		111,4	111,4	75,1	1,00				
7,41	7,61	suSi		1,60		18,9		114,5	114,5	75,6	1,00				
7,61	7,81	suSi		1,60		19,3		117,7	117,7	77,0	1,00				
7,81	8,01	suSi		1,60		18,9		120,8	120,8	75,7	1,00				
8,01	8,21	suSi		1,60		18,4		123,9	123,9	73,7	1,00				
8,21	8,41	suSi		1,60		18,2		127,1	127,1	72,8	1,00				
8,41	8,61	suSi		1,60		18,5		130,2	130,2	73,9	1,00				
8,61	8,81	suSi		1,60		18,7		133,4	133,4	74,7	1,00				
8,81	9,01	suSi		1,60		19,5		136,5	136,5	77,9	1,00				
9,01	9,21	suSi		1,60		19,7		139,6	139,6	78,5	1,00				
9,21	9,41	suSi		1,60		19,5		142,8	142,8	77,9	1,00				
9,41	9,61	suSi		1,60		19,5		145,9	145,9	78,0	1,00				
9,61	9,81	suSi		1,60		20,5		149,1	149,1	82,0	1,00				
9,81	10,01	suSi		1,60		20,7		152,2	152,2	82,6	1,00				
10,01	10,21	suSi		1,60		20,7		155,3	155,3	82,9	1,00				
10,21	10,41	suSi		1,60		20,2		158,5	158,5	80,5	1,00				
10,41	10,61	suSi		1,60		20,4		161,6	161,6	81,7	1,00				
10,61	10,81	suSi		1,60		20,9		164,8	164,8	83,5	1,00				
10,81	11,01	suSi		1,60		21,4		167,9	167,9	85,6	1,00				
11,01	11,21	suSi		1,60		21,7		171,0	171,0	86,9	1,00				
11,21	11,41	suSi		1,60		22,1		174,2	174,2	88,2	1,00				
11,41	11,61	suSi		1,60		22,0		177,3	177,3	87,8	1,00				
11,61	11,81	suSi		1,60		22,6		180,5	180,5	90,2	1,00				
11,81	12,01	suSi		1,60		22,0		183,6	183,6	88,0	1,00				
12,01	12,21	suSi		1,60		23,2		186,7	186,7	92,7	1,00				
12,21	12,41	suSi		1,60		23,2		189,9	189,9	92,9	1,00				
12,41	12,61	suSi		1,60		23,7		193,0	193,0	94,6	1,00				
12,61	12,81	suSi		1,60		23,6		196,2	196,2	94,1	1,00				
12,81	13,01	suSi		1,60		24,5		199,3	198,2	97,7	1,00				
13,01	13,21	suSi		1,75		24,0		202,6	199,5	95,9	1,00				
13,21	13,41	Cl H	NCSi	1,85		(76,0)		206,1	201,0		1,00				
13,41	13,61	Si L		1,70		((185,2))		209,6	202,5				11,6	14,5	11,6
13,61	13,81	Cl M	NCSi	1,85		(49,1)		213,1	204,0		1,00				
13,81	14,01	Cl L	NC	1,75		(27,0)		216,6	205,5		1,00				
14,01	14,10	Cl L	NC	1,85		(36,7)		219,1	206,6		1,00				

CPT-sondering utförd enligt EN ISO 22476-1

Projekt	**Förstudie åtgärdsval Tvärån**	**Plats**	**Tvärån**
Projektnummer	**10337804**	**Borrhål**	**22W029**
Borrföretag	**WSP**	**Datum**	**20220523**
Borrningsledare	**Markus Andersson**		

Förborrningsdjup	0,01 m	Förborrat material	-
Start djup	0,01 m	Geometri	Normal
Stopp djup	14,26 m	Vätska i filter	Olja
Grundvattennivå	12,80 m	Borrpunktens koord.	7082448.775, 148012.659
Referens	my	Utrustning	GM 85 GT
Nivå vid referens	12,20 m	Sond Nr	51910

[X] **Portryck registrerat vid sondering**

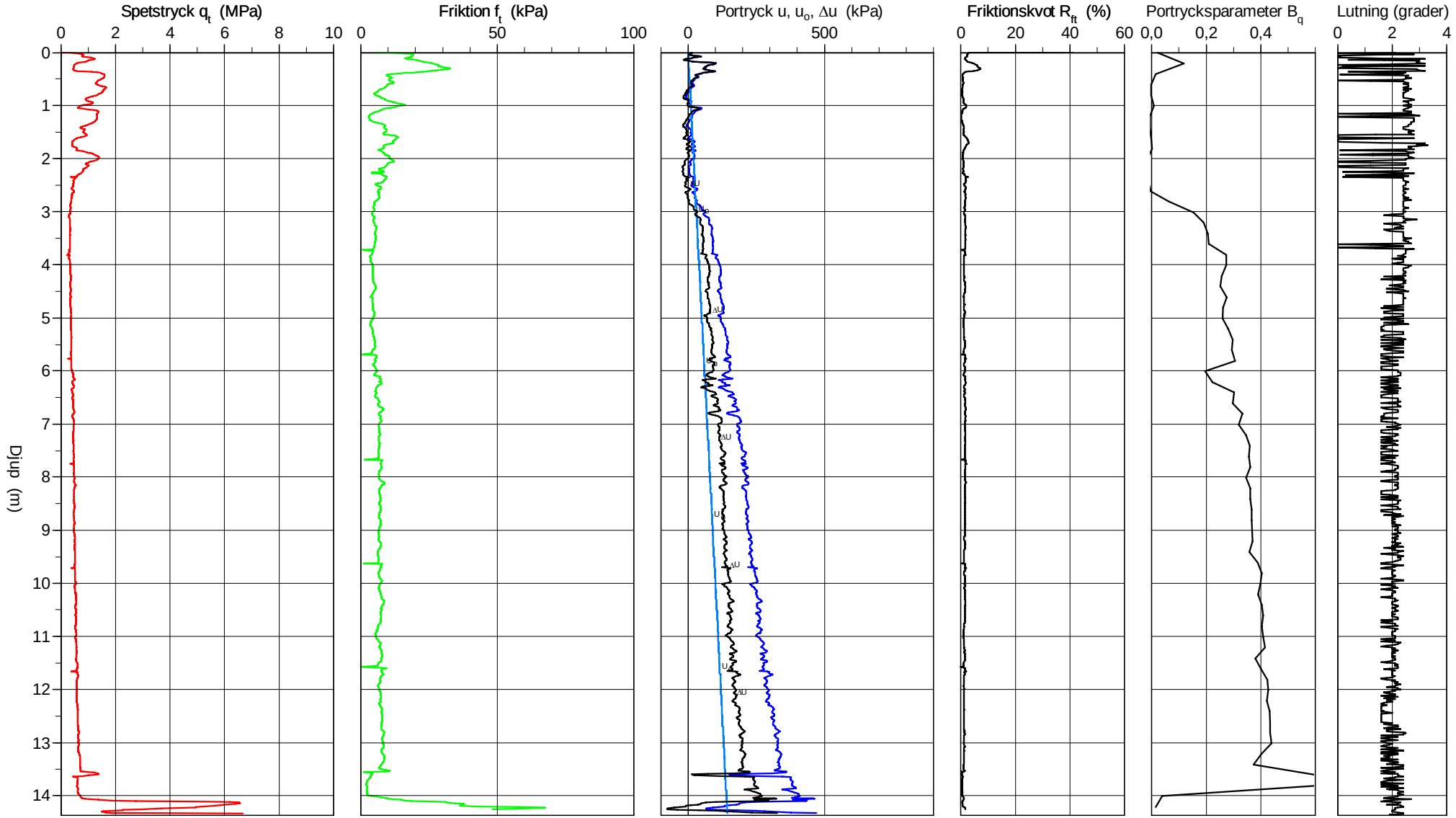


C:\Users\SEHR24280\Desktop\Tvårån\Conrad\22W029\22W029 cpt.CPW

CPT-sondering utförd enligt EN ISO 22476-1

Förborrningsdjup	0,01 m	Referens	my	Vätska i filter	Olja
Start djup	0,01 m	Nivå vid referens	11,75 m	Borrpunktens koord.	7082391.425, 148130.423
Stopp djup	14,37 m	Förborrat material	-	Utrustning	GM85GT
Grundvattennivå	0,00 m	Geometri	Normal	Sond nr	51910

Projekt	Förstudie åtgärdsval Tvärån
Projekt nr	10337804
Plats	Tvärån
Borrhål	22W030
Datum	20220524



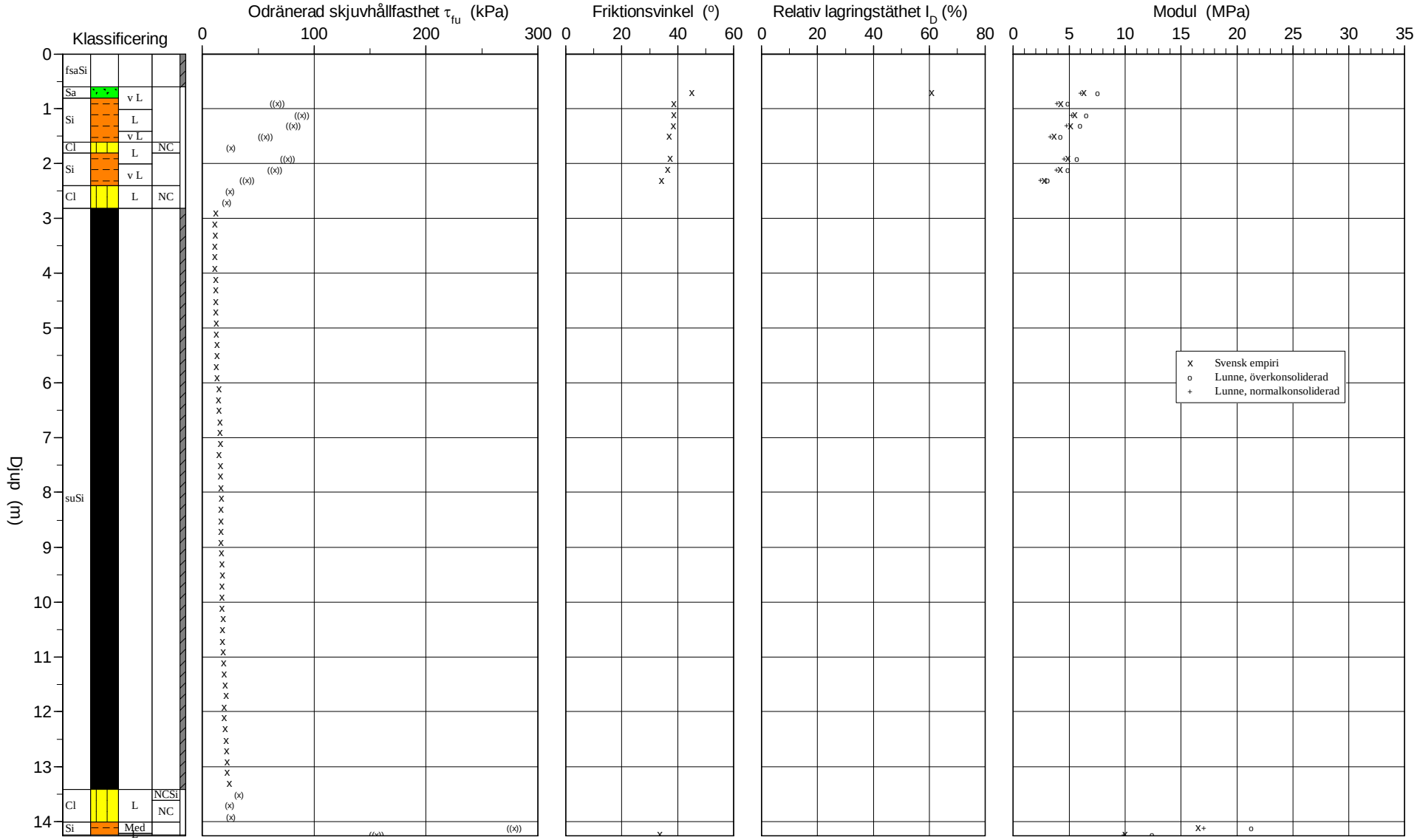
C:\Users\SEHR24280\Desktop\Tvärån\Conrad\22W030\22W030.CPW

2022-06-08

CPT-sondering utvärderad enligt SGI Information 15 rev.2007

Referens	my	Förborrningsdjup	0,01 m	Utvärderare	HR
Nivå vid referens	11,75 m	Förborrat material	-	Datum för utvärdering	2022-06-07
Grundvattenyta	0,00 m	Utrustning	GM85GT		
Startdjup	0,01 m	Geometri	Normal		

Projekt	Förstudie åtgärdsval Tvärån
Projekt nr	10337804
Plats	Tvärån
Borrhål	22W030
Datum	20220524

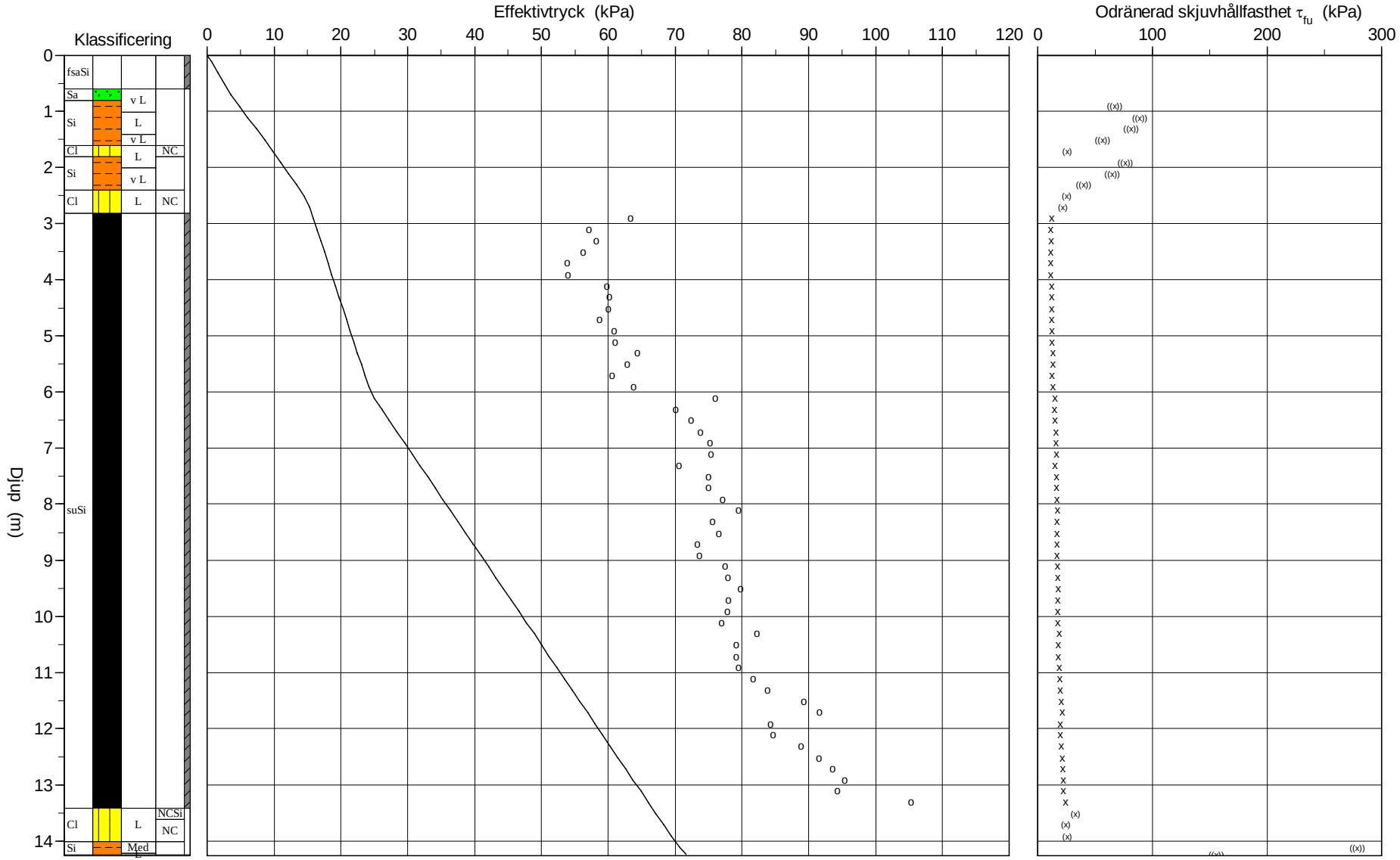


C:\Users\SEHR24280\Desktop\Tvärån\Conrad\22W030\22W030.CPW 2022-06-08

CPT-sondering utvärderad enligt SGI Information 15 rev.2007

Referens	my	Förborrningsdjup	0,01 m	Utvärderare	HR
Nivå vid referens	11,75 m	Förborrat material	-	Datum för utvärdering	2022-06-07
Grundvattenyta	0,00 m	Utrustning	GM85GT		
Startdjup	0,01 m	Geometri	Normal		

Projekt	Förstudie åtgärdsval Tvärån
Projekt nr	10337804
Plats	Tvärån
Borrhål	22W030
Datum	20220524



C:\Users\SEHR24280\Desktop\Tvärån\Conrad\22W030\22W030.CPW 2022-06-08

C P T - sondering

Projekt
Förstudie åtgärdsval Tvärån
10337804

Plats Tvärån
Borrhål 22W030
Datum 20220524

Förborrningsdjup	0,01 m	Förborrat material	-
Startdjup	0,01 m	Geometri	Normal
Stoppdjup	14,37 m	Vätska i filter	Olja
Grundvattenyta	0,00 m	Operatör	Markus Andersson
Referens	my	Utrustning	GM85GT
Nivå vid referens	11,75 m	[X] **Portryck registrerat vid sondering**	

Kalibreringsdata

Spets	51910	Inre friktion O_c	0,0 kPa
Datum	2021-08-23	Inre friktion O_f	0,0 kPa
Areafaktor a	0,700	Cross talk c_1	0,000
Areafaktor b	0,006	Cross talk c_2	0,000

Skalfaktorer

Portryck Område	Faktor	Friktion Område	Faktor	Spetstryck Område	Faktor

[ ] **Använd skalfaktorer vid beräkning**

Nollvärden, kPa

	Portryck	Friktion	Spetstryck
Före	0,00	0,00	0,00
Efter	13,20	-0,80	0,04
Diff	13,20	-0,80	0,04

Korrigering

Portryck	(ingen)
Friktion	(ingen)
Spetstryck	(ingen)

Bedömd sonderingsklass

Portrycksobservationer

Djup (m)	Portryck (kPa)
0,00	0,00

Skiktgränser

Djup (m)

Klassificering

Djup (m) Från	Till	Densitet (ton/m^3)	Flytgräns	Jordart
0,00	0,60	1,50		fsaSi
2,80	13,50			suSi

Anmärkning

C P T - sondering

Projekt
Förstudie åtgärdsval Tvärån
10337804

Plats Tvärån
Borrhål 22W030
Datum 20220524

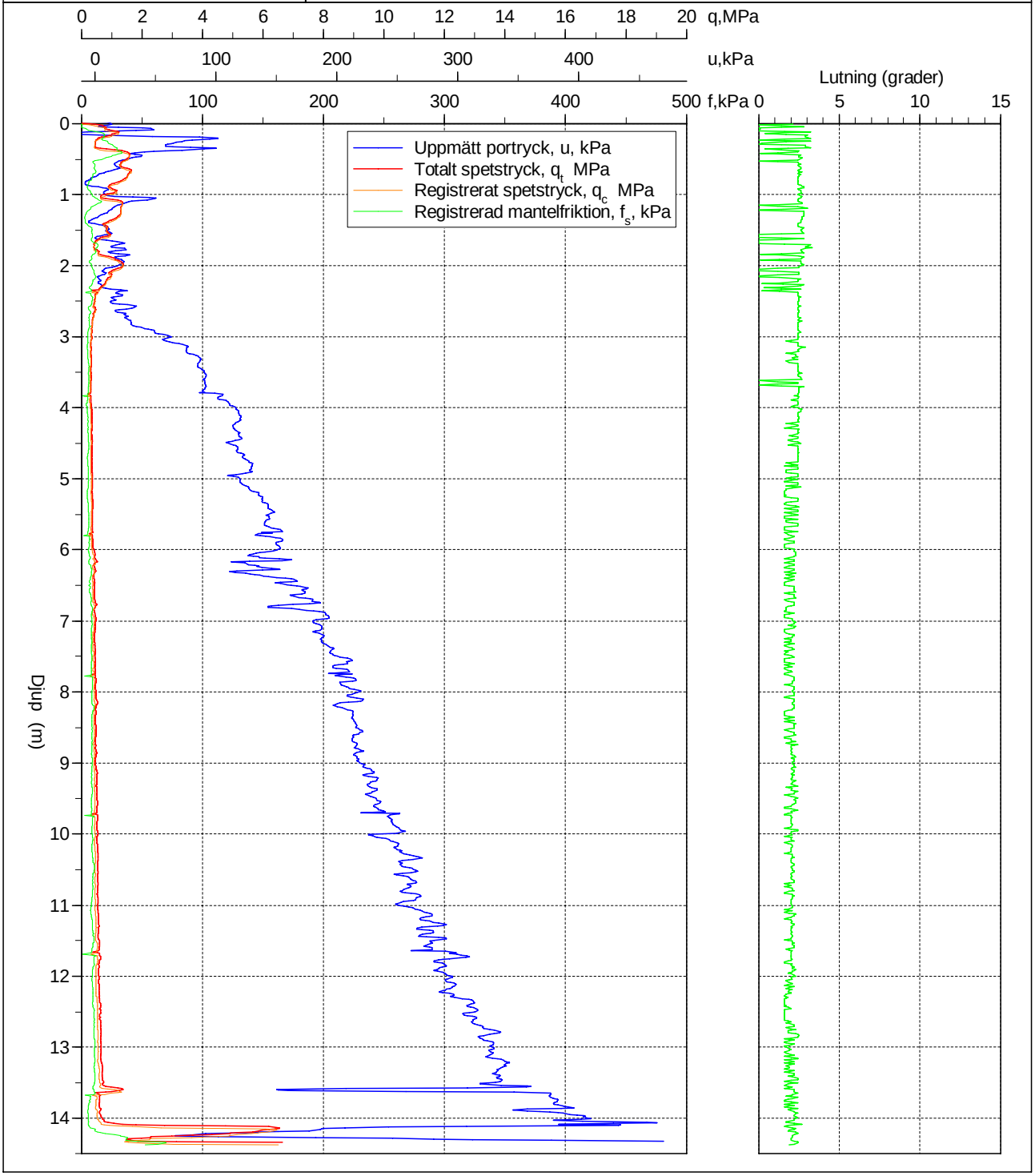
Djup (m) Från	Till	Klassificering		ρ t/m³	w_L	τ_{fu} kPa	ϕ °	σ_{vo} kPa	σ'_{vo} kPa	σ'_c kPa	OCR	I_D %	E MPa	M_{OC} MPa	M_{NC} MPa
0,00	0,01	fsaSi		1,50				0,1	0,0						
0,01	0,21	fsaSi		1,50				1,7	0,6						
0,21	0,41	fsaSi		1,50				4,7	1,6						
0,41	0,61	fsaSi		1,50				7,7	2,6						
0,61	0,81	Sa v L		1,70			45,1	10,6	3,5			60,8	6,3	7,6	6,1
0,81	1,01	Si v L		1,60		((66,9))	(38,6)	13,9	4,8				4,2	4,9	3,9
1,01	1,21	Si L		1,70		((88,9))	(38,7)	17,1	6,0				5,5	6,5	5,2
1,21	1,41	Si L		1,70		((81,4))	(38,3)	20,5	7,4				5,1	6,0	4,8
1,41	1,61	Si v L		1,60		((56,5))	(37,1)	23,7	8,6				3,7	4,2	3,4
1,61	1,81	Cl L	NC	1,60		(25,6)		26,8	9,7		1,00				
1,81	2,01	Si L		1,70		((76,3))	(37,2)	30,1	11,0				4,8	5,7	4,5
2,01	2,21	Si v L		1,60		((65,2))	(36,4)	33,3	12,2				4,2	4,9	3,9
2,21	2,41	Si v L		1,60		((39,9))	(34,3)	36,4	13,3				2,7	3,1	2,5
2,41	2,61	Cl L	NC	1,60		(24,8)		39,6	14,5		1,00				
2,61	2,81	Cl L	NC	1,30		(21,9)		42,4	15,3		1,00				
2,81	3,01	suSi		1,30		12,0		45,0	15,9	63,4	3,99				
3,01	3,21	suSi		1,30		11,1		47,5	16,4	57,1	3,47				
3,21	3,41	suSi		1,30		11,4		50,1	17,0	58,2	3,43				
3,41	3,61	suSi		1,30		11,2		52,6	17,5	56,3	3,21				
3,61	3,81	suSi		1,30		10,8		55,2	18,1	53,9	2,98				
3,81	4,01	suSi		1,30		10,9		57,7	18,6	54,0	2,90				
4,01	4,21	suSi		1,30		11,9		60,3	19,2	59,9	3,12				
4,21	4,41	suSi		1,30		12,0		62,8	19,7	60,1	3,05				
4,41	4,61	suSi		1,30		12,1		65,4	20,3	60,0	2,96				
4,61	4,81	suSi		1,30		11,9		67,9	20,8	58,7	2,82				
4,81	5,01	suSi		1,30		12,4		70,5	21,4	60,9	2,85				
5,01	5,21	suSi		1,30		12,5		73,0	21,9	61,0	2,78				
5,21	5,41	suSi		1,30		13,1		75,6	22,5	64,4	2,86				
5,41	5,61	suSi		1,30		12,9		78,1	23,0	62,9	2,73				
5,61	5,81	suSi		1,30		12,6		80,7	23,6	60,6	2,57				
5,81	6,01	suSi		1,30		13,1		83,2	24,1	63,8	2,64				
6,01	6,21	suSi		1,60		15,2		86,1	25,0	76,0	3,04				
6,21	6,41	suSi		1,60		14,4		89,2	26,1	70,1	2,68				
6,41	6,61	suSi		1,60		14,9		92,4	27,3	72,4	2,66				
6,61	6,81	suSi		1,60		15,3		95,5	28,4	73,8	2,60				
6,81	7,01	suSi		1,60		15,6		98,6	29,5	75,3	2,55				
7,01	7,21	suSi		1,60		15,8		101,8	30,7	75,4	2,46				
7,21	7,41	suSi		1,60		15,1		104,9	31,8	70,6	2,22				
7,41	7,61	suSi		1,60		15,9		108,1	33,0	75,0	2,27				
7,61	7,81	suSi		1,60		16,0		111,2	34,1	75,0	2,20				
7,81	8,01	suSi		1,60		16,5		114,3	35,2	77,2	2,19				
8,01	8,21	suSi		1,60		17,0		117,5	36,4	79,6	2,19				
8,21	8,41	suSi		1,60		16,5		120,6	37,5	75,6	2,02				
8,41	8,61	suSi		1,60		16,7		123,8	38,7	76,6	1,98				
8,61	8,81	suSi		1,60		16,3		126,9	39,8	73,4	1,84				
8,81	9,01	suSi		1,60		16,4		130,0	40,9	73,7	1,80				
9,01	9,21	suSi		1,60		17,2		133,2	42,1	77,5	1,84				
9,21	9,41	suSi		1,60		17,3		136,3	43,2	77,9	1,80				
9,41	9,61	suSi		1,60		17,8		139,4	44,3	79,8	1,80				
9,61	9,81	suSi		1,60		17,5		142,6	45,5	78,0	1,72				
9,81	10,01	suSi		1,60		17,6		145,7	46,6	77,9	1,67				
10,01	10,21	suSi		1,60		17,5		148,9	47,8	77,0	1,61				
10,21	10,41	suSi		1,60		18,6		152,0	48,9	82,3	1,68				
10,41	10,61	suSi		1,60		18,1		155,1	50,0	79,1	1,58				
10,61	10,81	suSi		1,60		18,2		158,3	51,2	79,1	1,55				
10,81	11,01	suSi		1,60		18,3		161,4	52,3	79,6	1,52				
11,01	11,21	suSi		1,60		18,8		164,6	53,5	81,6	1,53				
11,21	11,41	suSi		1,60		19,3		167,7	54,6	83,8	1,54				
11,41	11,61	suSi		1,60		20,3		170,8	55,7	89,3	1,60				
11,61	11,81	suSi		1,60		20,9		174,0	56,9	91,6	1,61				
11,81	12,01	suSi		1,60		19,6		177,1	58,0	84,2	1,45				
12,01	12,21	suSi		1,60		19,7		180,3	59,2	84,7	1,43				
12,21	12,41	suSi		1,60		20,6		183,4	60,3	88,9	1,47				
12,41	12,61	suSi		1,60		21,2		186,5	61,4	91,5	1,49				
12,61	12,81	suSi		1,60		21,6		189,7	62,6	93,6	1,50				
12,81	13,01	suSi		1,60		22,0		192,8	63,7	95,4	1,50				
13,01	13,21	suSi		1,60		21,9		196,0	64,9	94,3	1,45				
13,21	13,41	suSi		1,60		24,0		199,1	66,0	105,3	1,60				
13,41	13,61	Cl L	NCSi	1,60		(32,8)		202,2	67,1		1,00				
13,61	13,81	Cl L	NC	1,60		(24,6)		205,4	68,3		1,00				
13,81	14,01	Cl L	NC	1,60		(25,7)		208,5	69,4		1,00				
14,01	14,21	Si Med		1,80		((279,2))		211,8	70,7				16,6	21,3	17,0
14,21	14,25	Si L		1,70		((156,0))	(33,5)	213,9	71,6				10,0	12,4	9,9

CPT-sondering utförd enligt EN ISO 22476-1

Projekt	**Förstudie åtgärdsval Tvärån**	**Plats**	**Tvärån**
Projektnummer	**10337804**	**Borrhål**	**22W030**
Borrföretag	**WSP**	**Datum**	**20220524**
Borrningsledare	**Markus Andersson**		

Förborrningsdjup	0,01 m	Förborrat material	-
Start djup	0,01 m	Geometri	Normal
Stopp djup	14,37 m	Vätska i filter	Olja
Grundvattennivå	0,00 m	Borrpunktens koord.	7082391.425, 148130.423
Referens	my	Utrustning	GM85GT
Nivå vid referens	11,75 m	Sond Nr	51910

[X] **Portryck registrerat vid sondering**

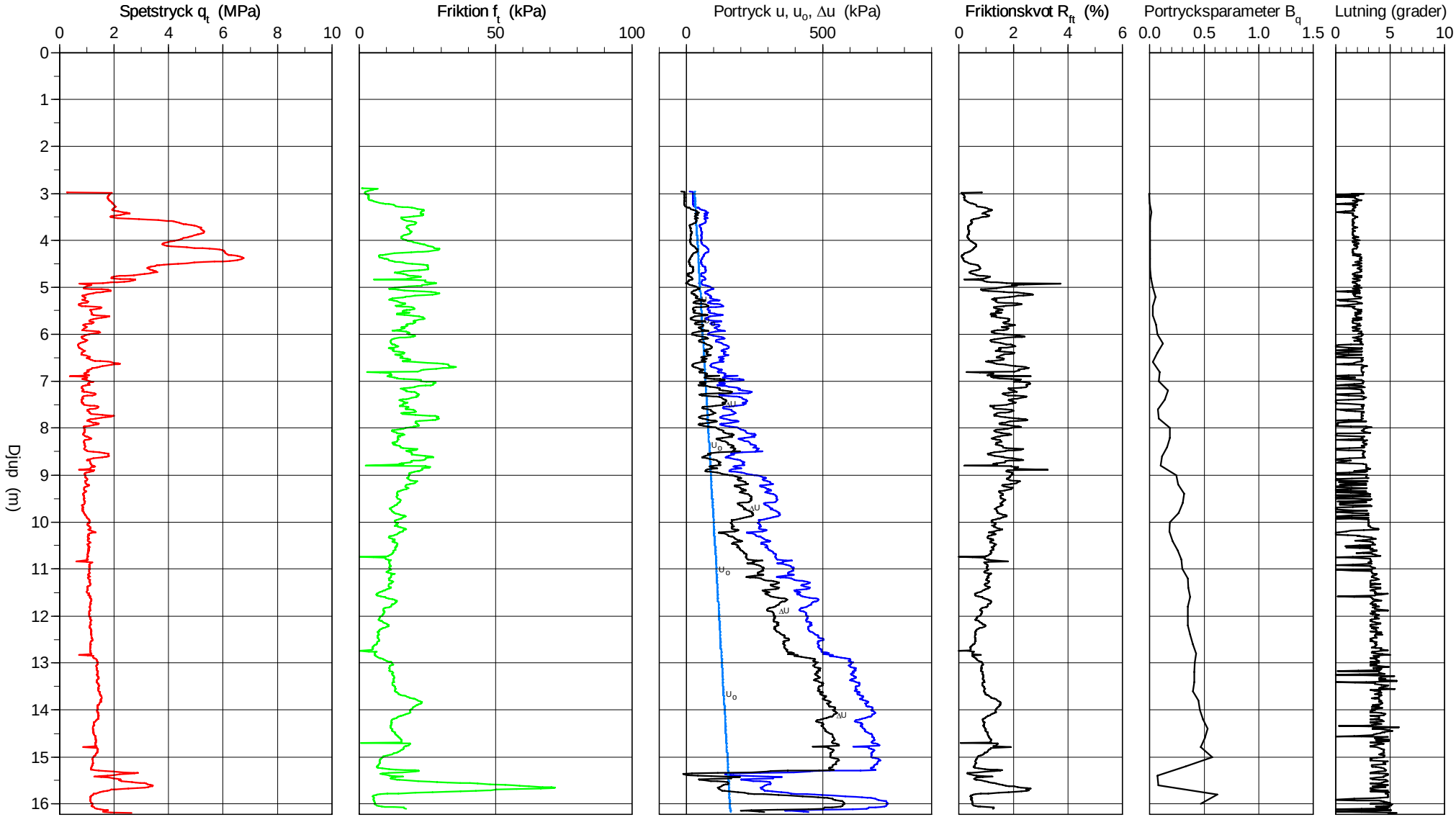


C:\Users\SEHR24280\Desktop\Tvärån\Conrad\22W030\22W030.CPW

CPT-sondering utförd enligt EN ISO 22476-1

Förborrningsdjup	3.00 m	Referens	my	Vätska i filter	Olja
Start djup	3.00 m	Nivå vid referens	17.16 m	Borrpunktens koord.	7081733.013, 148314.257
Stopp djup	16.23 m	Förborrat material	Sa	Utrustning	GM85GT
Grundvattennivå	0.00 m	Geometri	Normal	Sond nr	51910

Projekt	Förstudie åtgärdsval Tvärån
Projekt nr	10337804
Plats	Tvärån
Borrhål	22W032
Datum	20220602



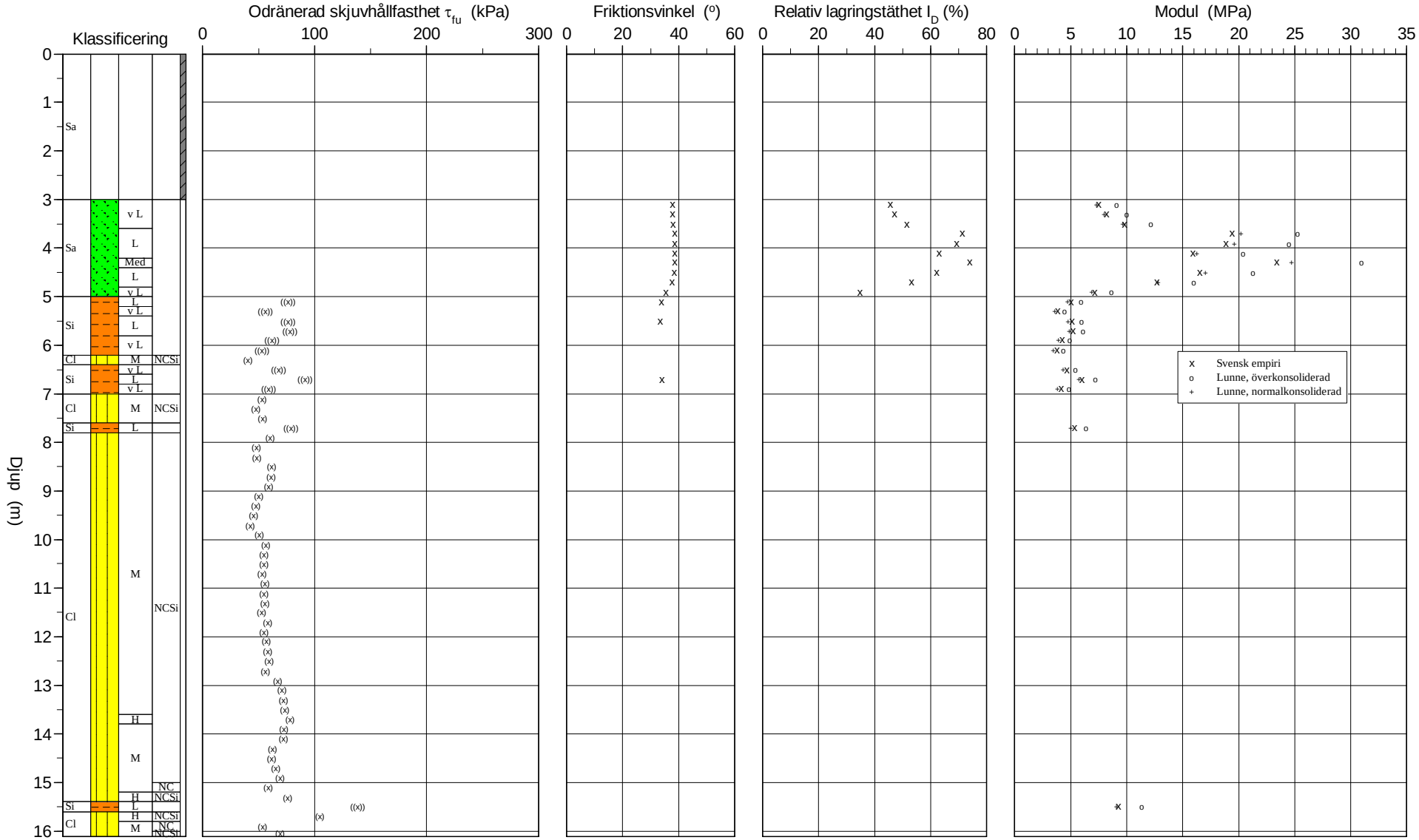
C:\Users\SEHR24280\Desktop\Tvärån\Conrad\22W032\22W032.CPW

2022-06-07

CPT-sondering utvärderad enligt SGI Information 15 rev.2007

Referens	my	Förborrningsdjup	3.00 m	Utvärderare	HR
Nivå vid referens	17.16 m	Förborrat material	Sa	Datum för utvärdering	2022-06-07
Grundvattenyta	0.00 m	Utrustning	GM85GT		
Startdjup	3.00 m	Geometri	Normal		

Projekt	Förstudie åtgärdsval Tvärån
Projekt nr	10337804
Plats	Tvärån
Borrhål	22W032
Datum	20220602

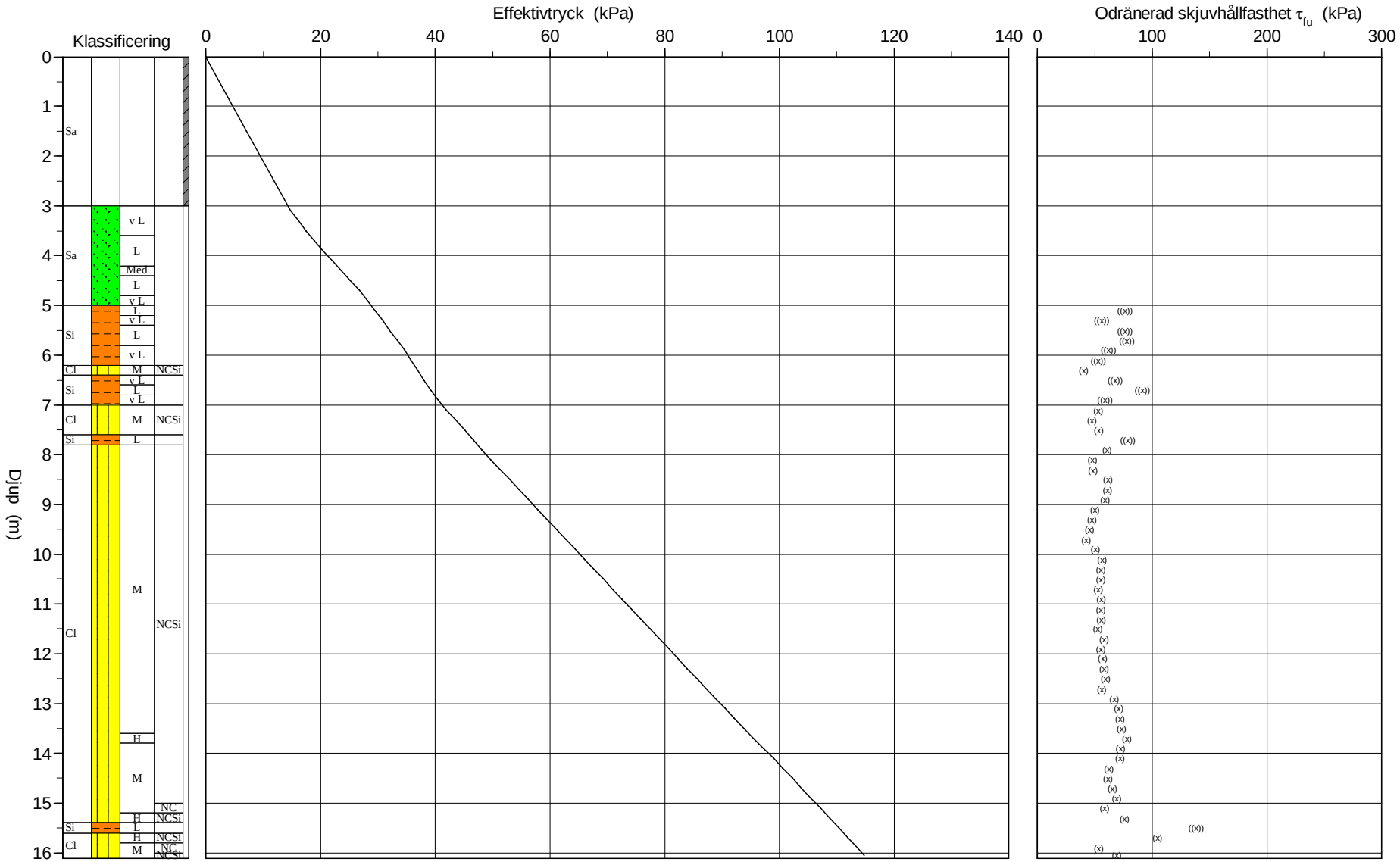


C:\Users\SEHR24280\Desktop\Tvärån\Conrad\22W032\22W032.CPW 2022-06-07

CPT-sondering utvärderad enligt SGI Information 15 rev.2007

Referens	my	Förborrningsdjup	3.00 m	Utvärderare	HR
Nivå vid referens	17.16 m	Förborrat material	Sa	Datum för utvärdering	2022-06-07
Grundvattenyta	0.00 m	Utrustning	GM85GT		
Startdjup	3.00 m	Geometri	Normal		

Projekt	Förstudie åtgärdsval Tvärån
Projekt nr	10337804
Plats	Tvärån
Borrhål	22W032
Datum	20220602



C P T - sondering

Projekt
Förstudie åtgärdsval Tvärån
10337804

Plats Tvärån
Borrhål 22W032
Datum 20220602

Förborrningsdjup	3.00 m	Förborrat material	Sa
Startdjup	3.00 m	Geometri	Normal
Stoppdjup	16.23 m	Vätska i filter	Olja
Grundvattenyta	0.00 m	Operatör	Markus Andersson
Referens	my	Utrustning	GM85GT
Nivå vid referens	17.16 m	[X] **Portryck registrerat vid sondering**	

Kalibreringsdata

Spets	51910	Inre friktion O_c	0.0 kPa
Datum	2021-08-23	Inre friktion O_f	0.0 kPa
Areafaktor a	0.700	Cross talk c_1	0.000
Areafaktor b	0.006	Cross talk c_2	0.000

Skalfaktorer

Portryck Område	Faktor	Friktion Område	Faktor	Spetstryck Område	Faktor

[ ] **Använd skalfaktorer vid beräkning**

Nollvärden, kPa

	Portryck	Friktion	Spetstryck
Före	0.00	0.00	0.00
Efter	5.20	-0.70	0.03
Diff	5.20	-0.70	0.03

Korrigering

Portryck	(ingen)
Friktion	(ingen)
Spetstryck	(ingen)

Bedömd sonderingsklass

Portrycksobservationer

Djup (m)	Portryck (kPa)
0.00	0.00

Skiktgränser

Djup (m)

Klassificering

Djup (m) Från	Till	Densitet (ton/m^3)	Flytgräns	Jordart
0.00	3.00	1.50		Sa

Anmärkning

Sand :
Mg:grsaSi
Mg:Sa
Mg:(hu)siSa
Sa

C P T - sondering

Projekt
Förstudie åtgärdsval Tvärån
10337804

Plats Tvärån
Borrhål 22W032
Datum 20220602

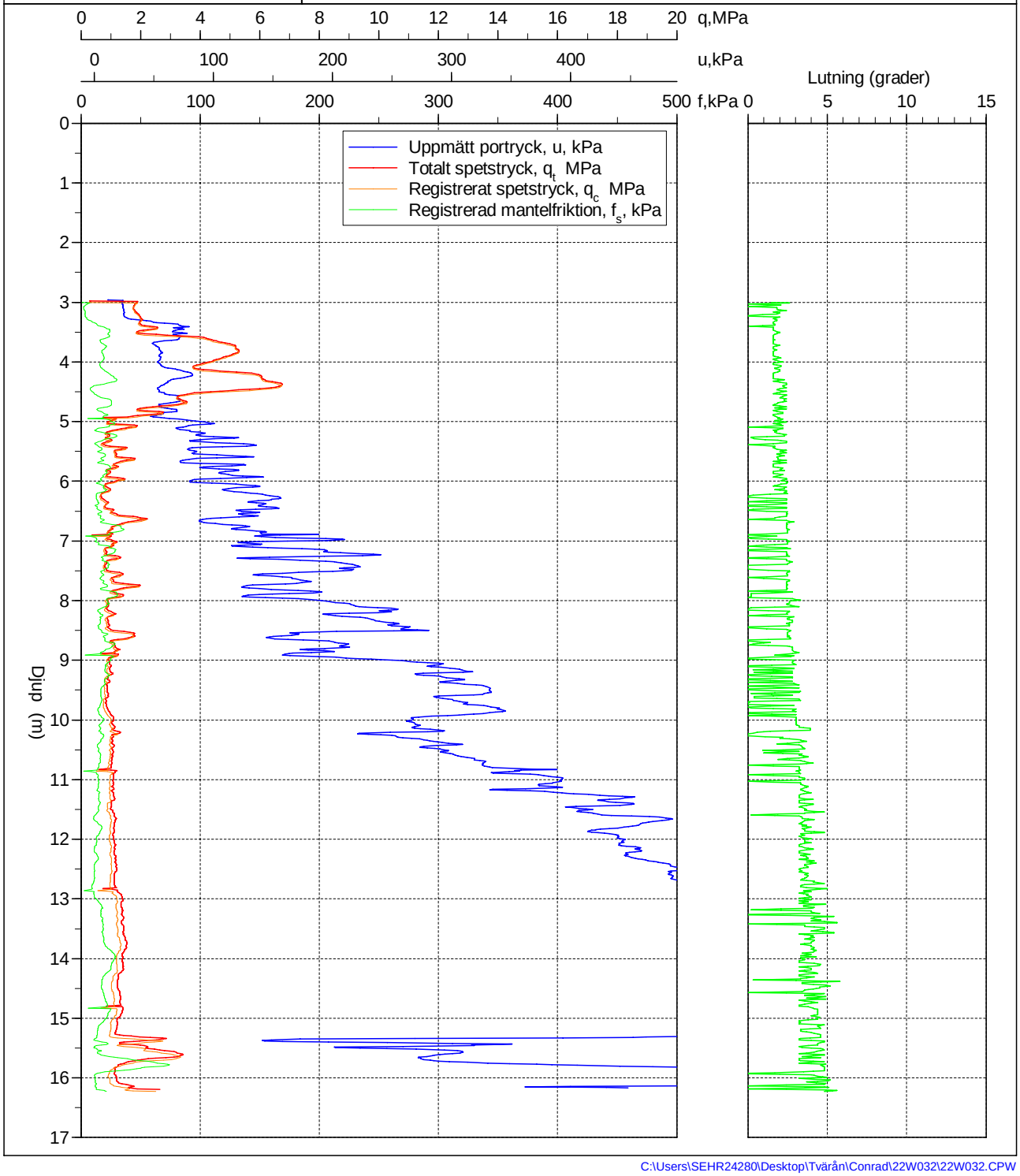
Djup (m) Från	Till	Klassificering	ρ t/m³	w_L	τ_{fu} kPa	ϕ °	σ_{vo} kPa	σ'_{vo} kPa	σ'_c kPa	OCR	I_D %	E MPa	M_{OC} MPa	M_{NC} MPa
0.00	3.00	Sa	1.50				22.1	7.1						
3.00	3.20	Sa v L	1.70			37.7	45.8	14.8			45.6	7.5	9.1	7.3
3.20	3.40	Sa v L	1.70			37.7	49.1	16.1			47.0	8.2	10.0	8.0
3.40	3.60	Sa v L	1.70			38.0	52.5	17.5			51.4	9.8	12.1	9.7
3.60	3.80	Sa L	1.80			38.7	55.9	18.9			71.3	19.4	25.2	20.2
3.80	4.00	Sa L	1.80			38.7	59.4	20.4			69.3	18.8	24.5	19.6
4.00	4.20	Sa L	1.80			38.5	63.0	22.0			63.0	15.9	20.4	16.3
4.20	4.40	Sa Med	1.90			38.7	66.6	23.6			73.9	23.4	30.9	24.7
4.40	4.60	Sa L	1.80			38.4	70.2	25.2			62.3	16.6	21.3	17.0
4.60	4.80	Sa L	1.80			37.7	73.8	26.8			53.3	12.7	16.0	12.8
4.80	5.00	Sa v L	1.70			35.4	77.2	28.2			34.9	7.2	8.7	6.9
5.00	5.20	Si L	1.70		((76.7))	(33.7)	80.5	29.5				5.1	6.0	4.8
5.20	5.40	Si v L	1.60		((55.9))		83.8	30.8				3.9	4.5	3.6
5.40	5.60	Si L	1.70		((76.4))	(33.4)	87.0	32.0				5.1	6.0	4.8
5.60	5.80	Si L	1.70		((78.2))		90.4	33.4				5.2	6.1	4.9
5.80	6.00	Si v L	1.60		((61.9))		93.6	34.6				4.3	5.0	4.0
6.00	6.20	Si v L	1.60		((53.1))		96.7	35.7				3.8	4.3	3.5
6.20	6.40	Cl M NCSi	1.60		(40.4)		99.9	36.9		1.00				
6.40	6.60	Si v L	1.60		((67.9))		103.0	38.0				4.6	5.4	4.3
6.60	6.80	Si L	1.70		((91.7))	(33.9)	106.2	39.2				6.0	7.2	5.7
6.80	7.00	Si v L	1.60		((59.2))		109.5	40.5				4.2	4.8	3.9
7.00	7.20	Cl M NCSi	1.85		(52.8)		112.9	41.9		1.00				
7.20	7.40	Cl M NCSi	1.85		(47.7)		116.5	43.5		1.00				
7.40	7.60	Cl M NCSi	1.85		(53.3)		120.1	45.1		1.00				
7.60	7.80	Si L	1.70		((78.9))		123.6	46.6				5.4	6.3	5.1
7.80	8.00	Cl M NCSi	1.85		(60.3)		127.1	48.1		1.00				
8.00	8.20	Cl M NCSi	1.85		(48.1)		130.7	49.7		1.00				
8.20	8.40	Cl M NCSi	1.85		(48.3)		134.3	51.3		1.00				
8.40	8.60	Cl M NCSi	1.85		(61.5)		138.0	53.0		1.00				
8.60	8.80	Cl M NCSi	1.85		(61.2)		141.6	54.6		1.00				
8.80	9.00	Cl M NCSi	1.85		(58.9)		145.2	56.2		1.00				
9.00	9.20	Cl M NCSi	1.85		(50.1)		148.9	57.9		1.00				
9.20	9.40	Cl M NCSi	1.85		(47.4)		152.5	59.5		1.00				
9.40	9.60	Cl M NCSi	1.85		(45.3)		156.1	61.1		1.00				
9.60	9.80	Cl M NCSi	1.85		(42.3)		159.8	62.8		1.00				
9.80	10.00	Cl M NCSi	1.85		(50.7)		163.4	64.4		1.00				
10.00	10.20	Cl M NCSi	1.85		(56.6)		167.0	66.0		1.00				
10.20	10.40	Cl M NCSi	1.85		(54.9)		170.6	67.6		1.00				
10.40	10.60	Cl M NCSi	1.85		(55.0)		174.3	69.3		1.00				
10.60	10.80	Cl M NCSi	1.85		(52.8)		177.9	70.9		1.00				
10.80	11.00	Cl M NCSi	1.85		(55.6)		181.5	72.5		1.00				
11.00	11.20	Cl M NCSi	1.85		(54.8)		185.2	74.2		1.00				
11.20	11.40	Cl M NCSi	1.85		(55.7)		188.8	75.8		1.00				
11.40	11.60	Cl M NCSi	1.85		(52.3)		192.4	77.4		1.00				
11.60	11.80	Cl M NCSi	1.85		(57.8)		196.1	79.1		1.00				
11.80	12.00	Cl M NCSi	1.85		(54.8)		199.7	80.7		1.00				
12.00	12.20	Cl M NCSi	1.85		(57.2)		203.3	82.3		1.00				
12.20	12.40	Cl M NCSi	1.85		(58.1)		206.9	83.9		1.00				
12.40	12.60	Cl M NCSi	1.85		(59.3)		210.6	85.6		1.00				
12.60	12.80	Cl M NCSi	1.85		(56.1)		214.2	87.2		1.00				
12.80	13.00	Cl M NCSi	1.85		(66.8)		217.8	88.8		1.00				
13.00	13.20	Cl M NCSi	1.85		(71.2)		221.5	90.5		1.00				
13.20	13.40	Cl M NCSi	1.85		(71.8)		225.1	92.1		1.00				
13.40	13.60	Cl M NCSi	1.90		(73.4)		228.8	93.8		1.00				
13.60	13.80	Cl H NCSi	1.90		(78.0)		232.5	95.5		1.00				
13.80	14.00	Cl M NCSi	1.90		(72.5)		236.2	97.2		1.00				
14.00	14.20	Cl M NCSi	1.90		(72.2)		240.0	99.0		1.00				
14.20	14.40	Cl M NCSi	1.85		(62.5)		243.6	100.6		1.00				
14.40	14.60	Cl M NCSi	1.85		(61.7)		247.3	102.3		1.00				
14.60	14.80	Cl M NCSi	1.85		(65.7)		250.9	103.9		1.00				
14.80	15.00	Cl M NCSi	1.85		(69.0)		254.5	105.5		1.00				
15.00	15.20	Cl M NC	1.85		(58.7)		258.2	107.2		1.00				
15.20	15.40	Cl H NCSi	1.90		(75.9)		261.8	108.8		1.00				
15.40	15.60	Si L	1.70		((138.5))		265.4	110.4				9.2	11.4	9.1
15.60	15.80	Cl H NCSi	1.90		(104.7)		268.9	111.9		1.00				
15.80	16.00	Cl M NC	1.85		(53.7)		272.6	113.6		1.00				
16.00	16.10	Cl M NCSi	1.85		(68.8)		275.3	114.8		1.00				

CPT-sondering utförd enligt EN ISO 22476-1

Projekt	**Förstudie åtgärdsval Tvärån**	**Plats**	**Tvärån**
Projektnummer	**10337804**	**Borrhål**	**22W032**
Borrföretag	**WSP**	**Datum**	**20220602**
Borrningsledare	**Markus Andersson**		

Förborrningsdjup	3.00 m	Förborrat material	Sa
Start djup	3.00 m	Geometri	Normal
Stopp djup	16.23 m	Vätska i filter	Olja
Grundvattennivå	0.00 m	Borrpunktens koord.	7081733.013, 148314.257
Referens	my	Utrustning	GM85GT
Nivå vid referens	17.16 m	Sond Nr	51910

[X] **Portryck registrerat vid sondering**

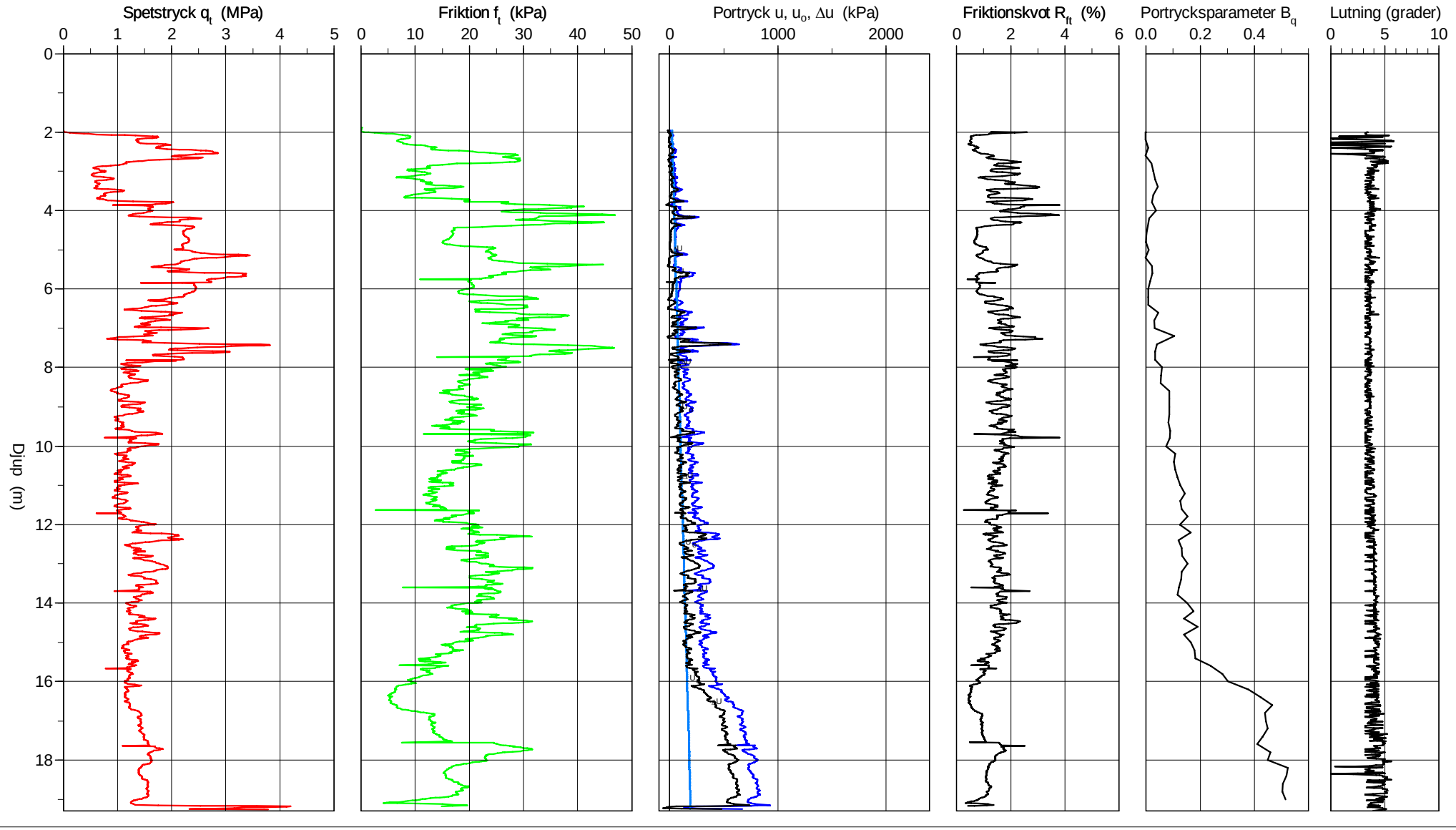


C:\Users\SEHR24280\Desktop\Tvärån\Conrad\22W032\22W032.CPW

CPT-sondering utförd enligt EN ISO 22476-1

Förborrningsdjup	2.00 m	Referens	my	Vätska i filter	Olja
Start djup	2.00 m	Nivå vid referens	21.92 m	Borrpunktens koord.	7081241.360, 148429.106
Stopp djup	19.32 m	Förborrat material	Sa	Utrustning	GM85GT
Grundvattennivå	0.00 m	Geometri	Normal	Sond nr	51910

Projekt	Förstudie åtgärdsval Tvärån
Projekt nr	10337804
Plats	Tvärån
Borrhål	22W034
Datum	20220603



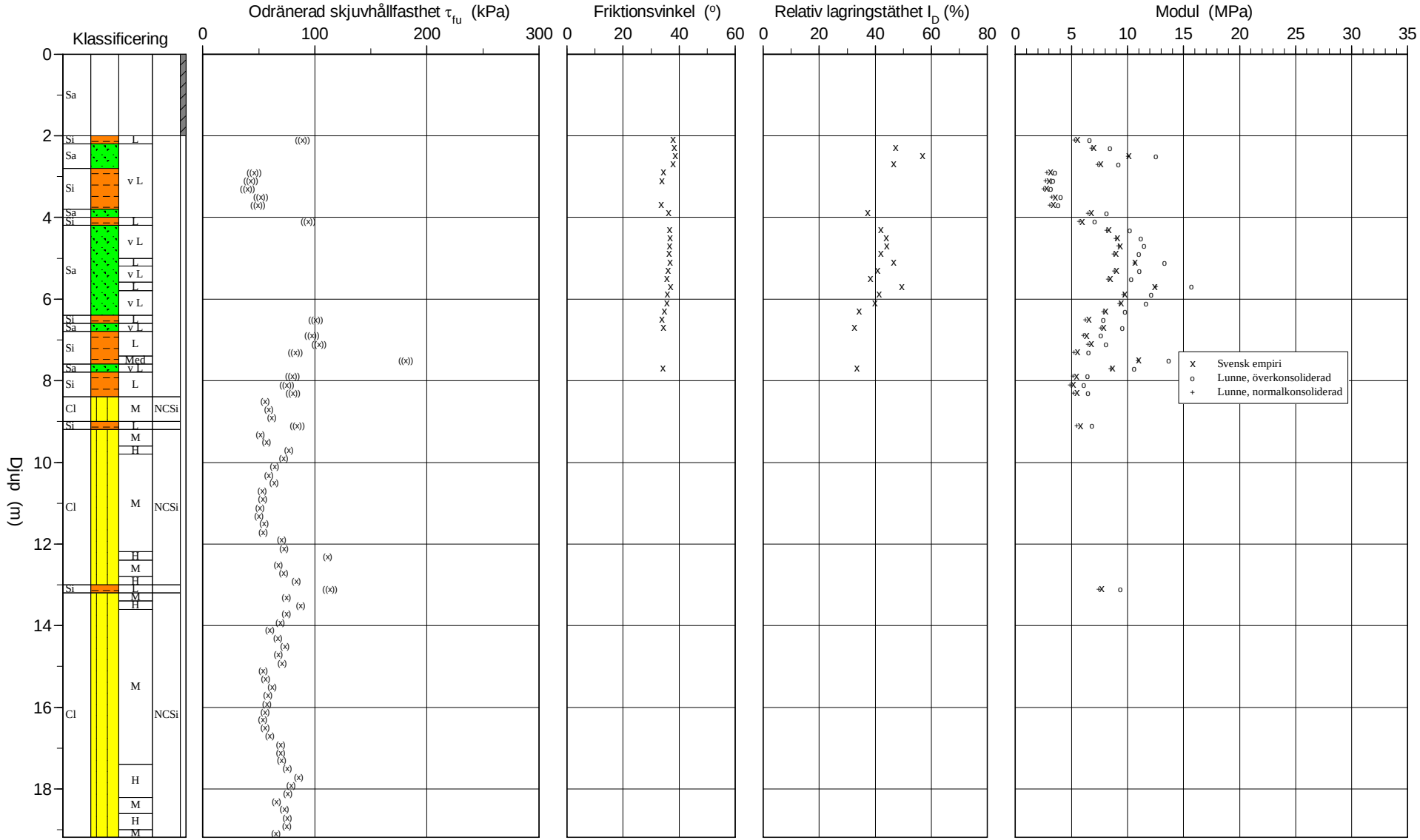
C:\Users\SEHR24280\Desktop\Tvärån\Conrad\22W034\22W034 cpt.CPW

2022-06-07

CPT-sondering utvärderad enligt SGI Information 15 rev.2007

Referens	my	Förborrningsdjup	2.00 m	Utvärderare	HR
Nivå vid referens	21.92 m	Förborrat material	Sa	Datum för utvärdering	2022-06-07
Grundvattenyta	0.00 m	Utrustning	GM85GT		
Startdjup	2.00 m	Geometri	Normal		

Projekt	Förstudie åtgärdsval Tvärån
Projekt nr	10337804
Plats	Tvärån
Borrhål	22W034
Datum	20220603

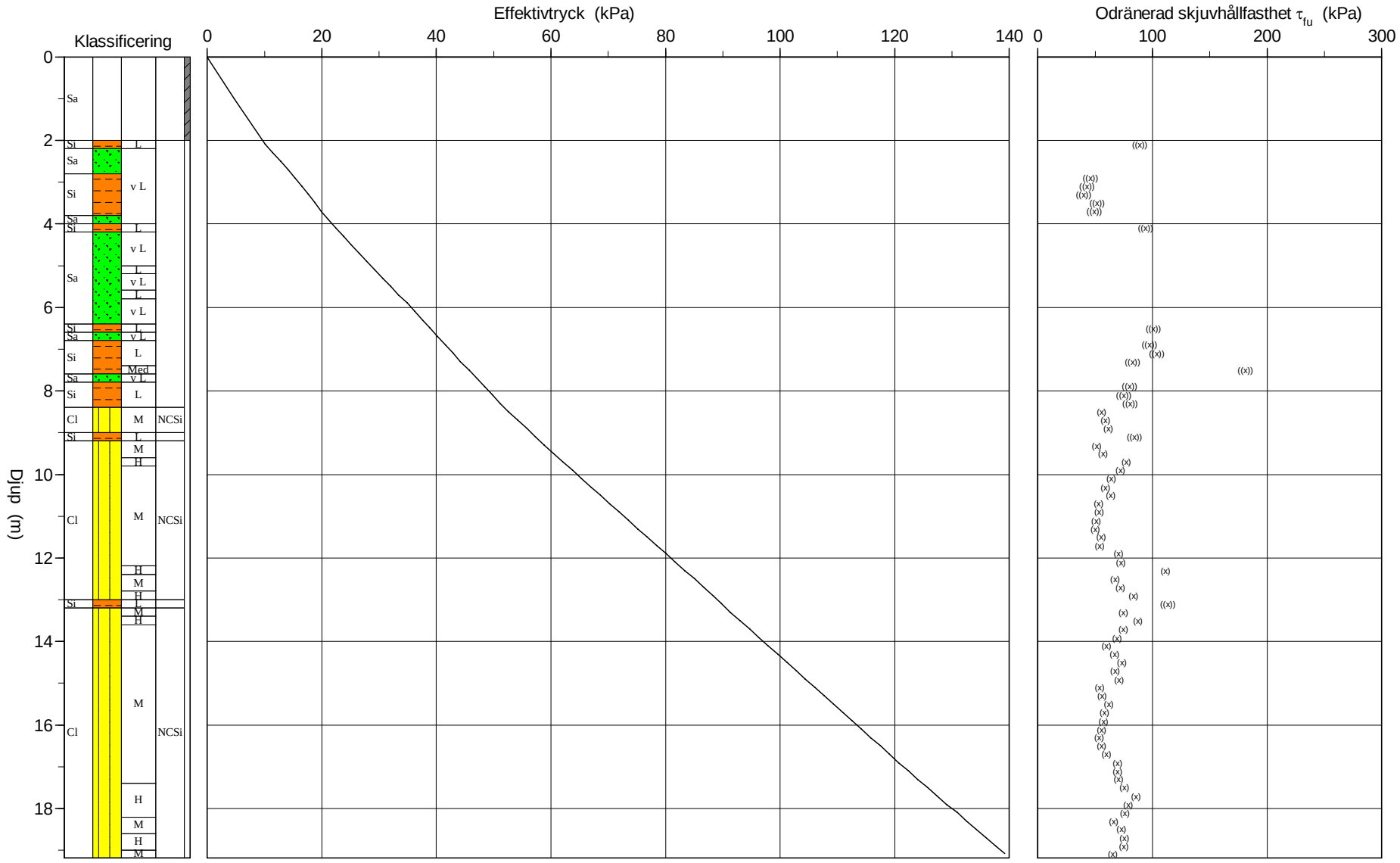


C:\Users\SEHR24280\Desktop\Tvärån\Conrad\22W034\22W034 cpt.CPW 2022-06-07

CPT-sondering utvärderad enligt SGI Information 15 rev.2007

Referens	my	Förborrningsdjup	2.00 m	Utvärderare	HR
Nivå vid referens	21.92 m	Förborrat material	Sa	Datum för utvärdering	2022-06-07
Grundvattenyta	0.00 m	Utrustning	GM85GT		
Startdjup	2.00 m	Geometri	Normal		

Projekt	Förstudie åtgärdsval Tvärån
Projekt nr	10337804
Plats	Tvärån
Borrhål	22W034
Datum	20220603



C P T - sondering

Projekt	**Plats** Tvärån
Förstudie åtgärdsval Tvärån 10337804	**Borrhål** 22W034
	Datum 20220603

Förborrningsdjup	2.00 m	Förborrat material	Sa
Startdjup	2.00 m	Geometri	Normal
Stoppdjup	19.32 m	Vätska i filter	Olja
Grundvattenyta	0.00 m	Operatör	Markus Andersson
Referens	my	Utrustning	GM85GT
Nivå vid referens	21.92 m	[X] **Portryck registrerat vid sondering**	

Kalibreringsdata

Spets	51910	Inre friktion O_c	0.0 kPa
Datum	2021-08-23	Inre friktion O_f	0.0 kPa
Areafaktor a	0.700	Cross talk c_1	0.000
Areafaktor b	0.006	Cross talk c_2	0.000

Skalfaktorer

Portryck Område	Faktor	Friktion Område	Faktor	Spetstryck Område	Faktor

[ ] **Använd skalfaktorer vid beräkning**

Nollvärden, kPa

	Portryck	Friktion	Spetstryck
Före	0.00	0.00	0.00
Efter	7.30	-1.30	-0.02
Diff	7.30	-1.30	-0.02

Korrigering

Portryck	(ingen)
Friktion	(ingen)
Spetstryck	(ingen)

Bedömd sonderingsklass

Portrycksobservationer

Djup (m)	Portryck (kPa)
0.00	0.00

Skiktgränser

Djup (m)

Klassificering

Djup (m) Från	Till	Densitet (ton/m^3)	Flytgräns	Jordart
0.00	2.00	1.50		Sa

Anmärkning

Sa:
siSa
(csa)Sa
siFSa

C P T - sondering

Projekt
Förstudie åtgärdsval Tvärån
10337804

Plats Tvärån
Borrhål 22W034
Datum 20220603

Djup (m) Från	Till	Klassificering		ρ t/m³	w_L	τ_{fu} kPa	ϕ °	σ_{vo} kPa	σ'_{vo} kPa	σ'_c kPa	OCR	I_D %	E MPa	M_{OC} MPa	M_{NC} MPa
0.00	2.00	Sa		1.50				14.7	4.7						
2.00	2.20	Si L		1.70		((88.8))	(37.9)	31.1	10.1				5.6	6.6	5.3
2.20	2.40	Sa v L		1.70			38.1	34.4	11.4			47.2	7.0	8.5	6.8
2.40	2.60	Sa v L		1.70			38.6	37.8	12.8			56.8	10.1	12.5	10.0
2.60	2.80	Sa v L		1.70			37.9	41.1	14.1			46.6	7.6	9.2	7.4
2.80	3.00	Si v L		1.60		((46.2))	(34.3)	44.3	15.3				3.1	3.6	2.9
3.00	3.20	Si v L		1.60		((43.2))	(33.8)	47.5	16.5				3.0	3.4	2.7
3.20	3.40	Si v L		1.60		((40.1))		50.6	17.6				2.8	3.2	2.5
3.40	3.60	Si v L		1.60		((52.1))		53.8	18.8				3.5	4.0	3.2
3.60	3.80	Si v L		1.60		((49.3))	(33.5)	56.9	19.9				3.4	3.9	3.1
3.80	4.00	Sa v L		1.70			36.3	60.1	21.1			37.3	6.8	8.1	6.5
4.00	4.20	Si L		1.70		((93.8))		63.5	22.5				6.0	7.1	5.7
4.20	4.40	Sa v L		1.70			36.6	66.8	23.8			42.0	8.3	10.2	8.2
4.40	4.60	Sa v L		1.70			36.8	70.1	25.1			43.8	9.1	11.2	8.9
4.60	4.80	Sa v L		1.70			36.7	73.5	26.5			43.9	9.3	11.5	9.2
4.80	5.00	Sa v L		1.70			36.4	76.8	27.8			42.0	9.0	11.0	8.8
5.00	5.20	Sa L		1.80			36.8	80.2	29.2			46.6	10.7	13.3	10.6
5.20	5.40	Sa v L		1.70			36.0	83.7	30.7			40.7	9.0	11.1	8.9
5.40	5.60	Sa v L		1.70			35.6	87.0	32.0			38.2	8.5	10.4	8.3
5.60	5.80	Sa L		1.80			36.9	90.4	33.4			49.5	12.5	15.7	12.6
5.80	6.00	Sa v L		1.70			35.9	93.9	34.9			41.4	9.8	12.1	9.7
6.00	6.20	Sa v L		1.70			35.6	97.2	36.2			39.8	9.4	11.6	9.3
6.20	6.40	Sa v L		1.70			34.8	100.6	37.6			34.3	8.0	9.8	7.8
6.40	6.60	Si L		1.70		((101.0))	(33.7)	103.9	38.9				6.5	7.8	6.3
6.60	6.80	Sa v L		1.70			34.4	107.2	40.2			32.7	7.9	9.6	7.7
6.80	7.00	Si L		1.70		((97.7))		110.6	41.6				6.4	7.6	6.1
7.00	7.20	Si L		1.70		((103.9))		113.9	42.9				6.7	8.1	6.5
7.20	7.40	Si L		1.70		((82.5))		117.2	44.2				5.5	6.6	5.3
7.40	7.60	Si Med		1.80		((180.8))		120.7	45.7				11.0	13.7	11.0
7.60	7.80	Sa v L		1.70			34.2	124.1	47.1			33.4	8.7	10.6	8.5
7.80	8.00	Si L		1.70		((80.0))		127.4	48.4				5.4	6.4	5.1
8.00	8.20	Si L		1.70		((75.1))		130.8	49.8				5.2	6.1	4.9
8.20	8.40	Si L		1.70		((80.7))		134.1	51.1				5.5	6.5	5.2
8.40	8.60	Cl M	NCSi	1.85		(55.3)		137.6	52.6		1.00				
8.60	8.80	Cl M	NCSi	1.85		(58.8)		141.2	54.2		1.00				
8.80	9.00	Cl M	NCSi	1.85		(61.4)		144.8	55.8		1.00				
9.00	9.20	Si L		1.70		((84.5))		148.3	57.3				5.8	6.9	5.5
9.20	9.40	Cl M	NCSi	1.85		(51.7)		151.8	58.8		1.00				
9.40	9.60	Cl M	NCSi	1.85		(57.1)		155.4	60.4		1.00				
9.60	9.80	Cl H	NCSi	1.85		(76.8)		159.1	62.1		1.00				
9.80	10.00	Cl M	NCSi	1.85		(72.0)		162.7	63.7		1.00				
10.00	10.20	Cl M	NCSi	1.85		(64.0)		166.3	65.3		1.00				
10.20	10.40	Cl M	NCSi	1.85		(58.8)		170.0	67.0		1.00				
10.40	10.60	Cl M	NCSi	1.85		(63.5)		173.6	68.6		1.00				
10.60	10.80	Cl M	NCSi	1.85		(52.8)		177.2	70.2		1.00				
10.80	11.00	Cl M	NCSi	1.85		(53.5)		180.8	71.8		1.00				
11.00	11.20	Cl M	NCSi	1.85		(51.2)		184.5	73.5		1.00				
11.20	11.40	Cl M	NCSi	1.85		(50.0)		188.1	75.1		1.00				
11.40	11.60	Cl M	NCSi	1.85		(55.2)		191.7	76.7		1.00				
11.60	11.80	Cl M	NCSi	1.85		(53.9)		195.4	78.4		1.00				
11.80	12.00	Cl M	NCSi	1.85		(70.3)		199.0	80.0		1.00				
12.00	12.20	Cl M	NCSi	1.85		(72.3)		202.6	81.6		1.00				
12.20	12.40	Cl H	NCSi	1.90		(111.4)		206.3	83.3		1.00				
12.40	12.60	Cl M	NCSi	1.85		(67.4)		210.0	85.0		1.00				
12.60	12.80	Cl M	NCSi	1.85		(71.9)		213.6	86.6		1.00				
12.80	13.00	Cl H	NCSi	1.90		(83.7)		217.3	88.3		1.00				
13.00	13.20	Si L		1.70		((113.6))		220.8	89.8				7.7	9.3	7.5
13.20	13.40	Cl M	NCSi	1.85		(74.7)		224.3	91.3		1.00				
13.40	13.60	Cl H	NCSi	1.90		(87.5)		228.0	93.0		1.00				
13.60	13.80	Cl M	NCSi	1.85		(74.7)		231.7	94.7		1.00				
13.80	14.00	Cl M	NCSi	1.85		(69.2)		235.3	96.3		1.00				
14.00	14.20	Cl M	NCSi	1.85		(60.2)		238.9	97.9		1.00				
14.20	14.40	Cl M	NCSi	1.85		(67.1)		242.6	99.6		1.00				
14.40	14.60	Cl M	NCSi	1.85		(73.5)		246.2	101.2		1.00				
14.60	14.80	Cl M	NCSi	1.85		(67.7)		249.8	102.8		1.00				
14.80	15.00	Cl M	NCSi	1.85		(70.9)		253.4	104.4		1.00				
15.00	15.20	Cl M	NCSi	1.85		(54.1)		257.1	106.1		1.00				
15.20	15.40	Cl M	NCSi	1.85		(55.9)		260.7	107.7		1.00				
15.40	15.60	Cl M	NCSi	1.85		(62.1)		264.3	109.3		1.00				
15.60	15.80	Cl M	NCSi	1.85		(58.1)		268.0	111.0		1.00				
15.80	16.00	Cl M	NCSi	1.85		(57.4)		271.6	112.6		1.00				
16.00	16.20	Cl M	NCSi	1.85		(55.3)		275.2	114.2		1.00				
16.20	16.40	Cl M	NCSi	1.85		(53.3)		278.8	115.8		1.00				
16.40	16.60	Cl M	NCSi	1.85		(55.4)		282.5	117.5		1.00				
16.60	16.80	Cl M	NCSi	1.85		(60.2)		286.1	119.1		1.00				
16.80	17.00	Cl M	NCSi	1.85		(69.3)		289.7	120.7		1.00				
17.00	17.20	Cl M	NCSi	1.85		(69.6)		293.4	122.4		1.00				

C P T - sondering

Projekt
Förstudie åtgärdsval Tvärån
10337804

Plats Tvärån
Borrhål 22W034
Datum 20220603

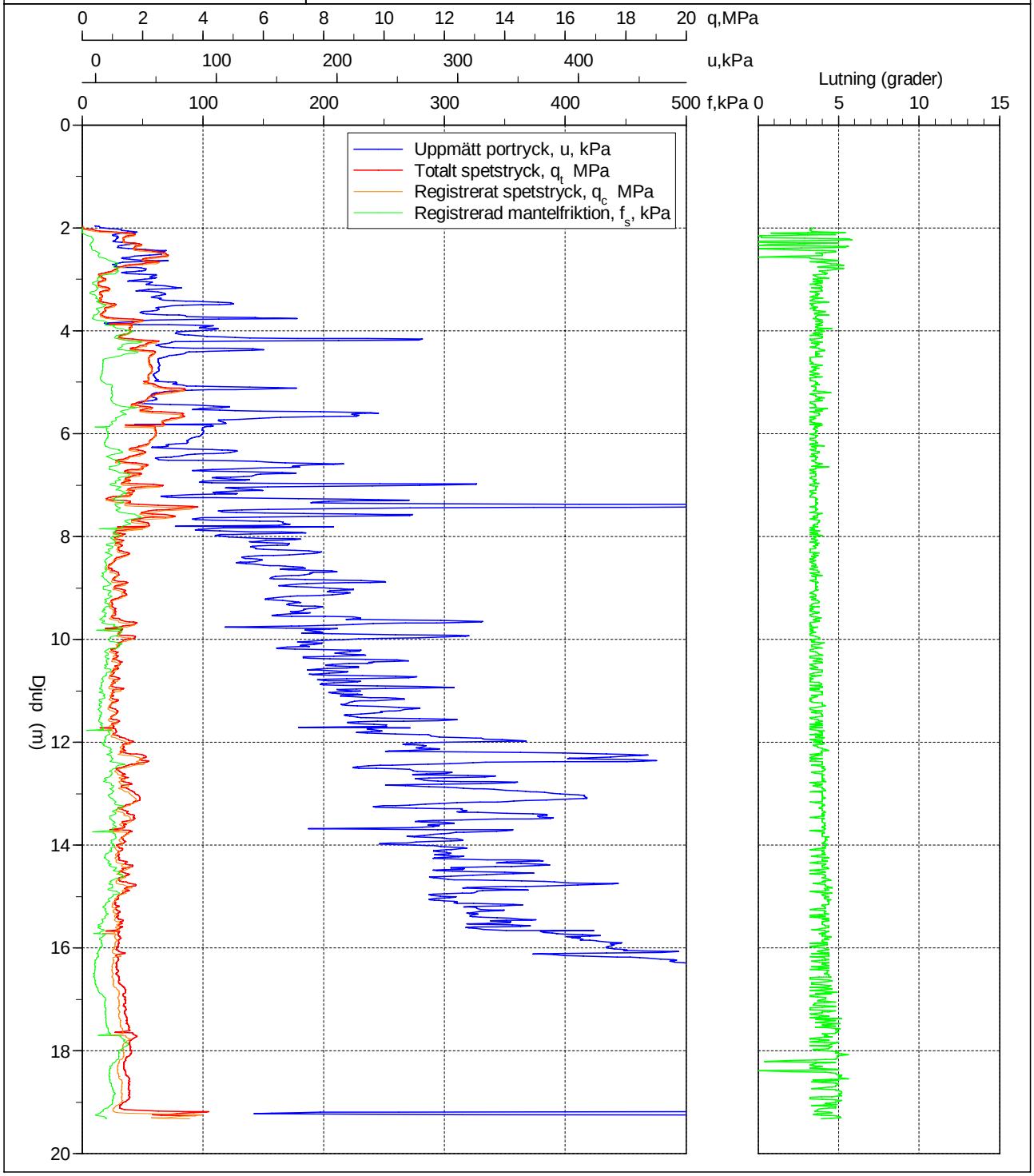
Djup (m) Från	Till	Klassificering		ρ t/m^3	w_L	τ_{fu} kPa	ϕ ^{o}	σ_{vo} kPa	σ'_{vo} kPa	σ'_c kPa	OCR	I_D %	E MPa	M_{OC} MPa	M_{NC} MPa
17.20	17.40	Cl M	NCSi	1.85		(70.3)		297.0	124.0		1.00				
17.40	17.60	Cl H	NCSi	1.90		(75.7)		300.7	125.7		1.00				
17.60	17.80	Cl H	NCSi	1.90		(85.3)		304.4	127.4		1.00				
17.80	18.00	Cl H	NCSi	1.90		(79.2)		308.1	129.1		1.00				
18.00	18.20	Cl H	NCSi	1.90		(75.8)		311.9	130.9		1.00				
18.20	18.40	Cl M	NCSi	1.85		(66.0)		315.5	132.5		1.00				
18.40	18.60	Cl M	NCSi	1.90		(73.0)		319.2	134.2		1.00				
18.60	18.80	Cl H	NCSi	1.90		(75.6)		322.9	135.9		1.00				
18.80	19.00	Cl H	NCSi	1.90		(75.2)		326.7	137.7		1.00				
19.00	19.17	Cl M	NCSi	1.85		(65.5)		330.1	139.2		1.00				

CPT-sondering utförd enligt EN ISO 22476-1

Projekt	**Förstudie åtgärdsval Tvärån**	**Plats**	**Tvärån**
Projektnummer	**10337804**	**Borrhål**	**22W034**
Borrföretag	**WSP**	**Datum**	**20220603**
Borrningsledare	**Markus Andersson**		

Förborrningsdjup	2.00 m	Förborrat material	Sa
Start djup	2.00 m	Geometri	Normal
Stopp djup	19.32 m	Vätska i filter	Olja
Grundvattennivå	0.00 m	Borrpunktens koord.	7081241.360, 148429.106
Referens	my	Utrustning	GM85GT
Nivå vid referens	21.92 m	Sond Nr	51910

[X] **Portryck registrerat vid sondering**



C:\Users\SEHR24280\Desktop\Tvårån\Conrad\22W034\22W034 cpt.CPW

BILAGA 3

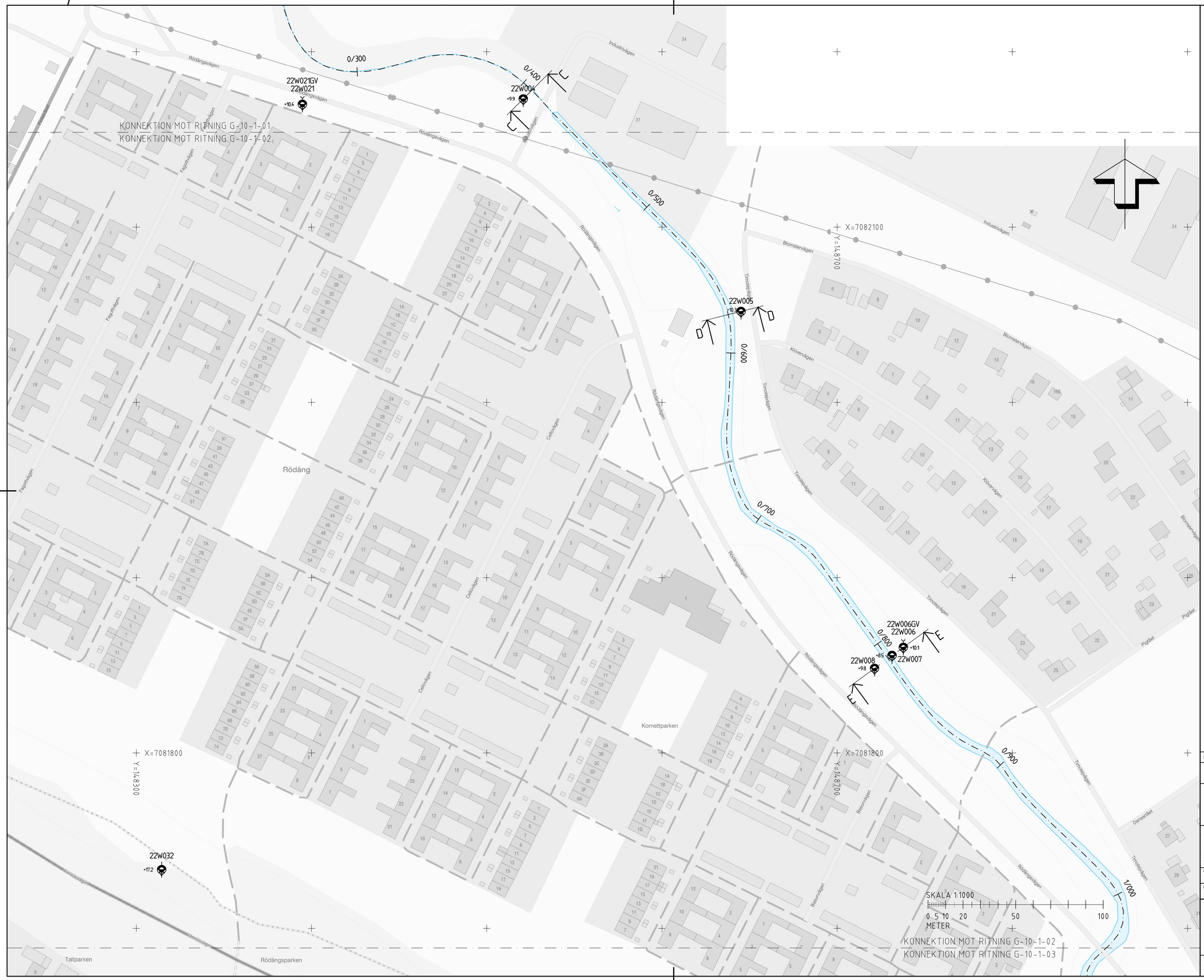
Ritning

14 sidor

Bilagan tillhör Markteknisk undersökningsrapport (MUR), Förstudie åtgärdsval Tvärån, daterad 2024-06-03

Ritningsnummer	Typ	Skala	Format
G-10-1-01	Plan	1:1000	A1
G-10-1-02	Plan	1:1000	A1
G-10-1-03	Plan	1:1000	A1
G-10-1-04	Plan	1:1000	A1
G-10-1-05	Plan	1:1000	A1
G-10-2-01	Sektion A-A och B-B	Se ritning	A1
G-10-2-02	Sektion C-C och D-D	1:100	A1
G-10-2-03	Sektion E-E och F-F	1:100	A1
G-10-2-04	Sektion G-G och H-H	1:100	A1
G-10-2-05	Sektion I-I och J-J	1:100	A1
G-10-2-06	Sektion K-K och L-L	1:100	A1
G-10-2-07	Enskilda borrhål	1:100	A1
G-10-2Q-01	Profil	H 1:100 L 1:5000	A1


X=7082600
Y=1479000
X=7082600
Y=1484,00
Kontaktvägen
Förrådsvägen
Spårvägen
Spårvägen
Spårvägen
22W028
+12.6
A
22W029GV
22W029
+12.2
22W030
+11.8
A
0/000
0/100
0/200
0/300
22W020
+10.9
B
B
22W021GV
22W021
+10.4
Rödlingsvägen
Rödlingsvägen
Rödlingsvägen



KOORDINATSYSTEM

PLAN: SWEREF 99 20 15
HÖJD: RH 2000

BETECKNINGAR

SE SGF'S KOMPLETTERADE BETECKNINGSBLAD "BERG OCH JORD" DATERAT 2016-11-01 OCH SGF'S BETECKNINGSSYSTEM VERSION 2001:2, www.sgf.net

BET	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN

FÖRSTUDIE TVÄRÅN

UMEÅ KOMMUN

WSP Sverige AB
Östra Strandgatan 24
903 33 Umeå
TEL: 010-722 50 00
www.wsp.com

UPPDRAG NR	RITAD/KONSTRUERAD AV	HANDLÄGGARE
10337804	R.SINGH	M. ÖBERG
DATUM	ANSVARIG	
2024-06-14	RICKY OLARS	

GEOTEKNISK UNDERSÖKNING

PLAN

SKALA		NUMMER	BET
1:1000	A1	G-10-1-02	

FIL: \\corpusnet\GE\Projects\10337804\4_CAD\GI\Ritat\G-10-1-01.dwg PLOTTAD: 2024-6-03 15:47:54 AV ANVÄNDARE: SEES6347

KONNEKTION MOT RITNING G-10-1-02
KONNEKTION MOT RITNING G-10-1-03
KONNEKTION MOT RITNING G-10-1-04
KONNEKTION MOT RITNING G-10-1-03

X=7081600
Y=1488000
X=7081600
Y=1493000
X=7081300
Y=1488000

22W009 +96
22W010 +94
22W011 +83
22W012GV
22W012 +94
22W013GV
22W013 +85

1/100
1/200
1/300
1/400
1/500
1/600
1/700
1/800
006/1

Rödlingavägen
Timotejvägen
Klövervägen
Blomstervägen
Skiftvägen
Skolgatan
Vännasvägen
Sandåkersgatan
Backenvägen
Bollplansgatan
Remonstråket
Stadsgårdsvägen
Fågelsångsvägen
Lärkvägen
Donners gränd
Frida Åslunds gränd
Skrindvägen
Vinkelvägen
Flakvägen
Kåls gränd
Näckrosvägen
Tvåråparken
Västerslättskyrkan

SKALA 1:1000
0 5 10 20 50 100
METER

KOORDINATSYSTEM
PLAN: SWEREF 99 20 15
HÖJD: RH 2000

BETECKNINGAR
SE SGF'S KOMPLETTERADE BETECKNINGSBLAD "BERG OCH JORD" DATERAT 2016-11-01 OCH SGF'S BETECKNINGSSYSTEM VERSION 2001:2, www.sgf.net

BET	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN

FÖRSTUDIE TVÄRÅN
UMEÅ KOMMUN

WSP Sverige AB
Östra Strandgatan 24
903 33 Umeå
TEL: 010-722 50 00
www.wsp.com

UPPDRAG NR	RITAD/KONSTRUERAD AV	HANDLÄGGARE
10337804	R.SINGH	M. ÖBERG
DATUM	ANSVARIG	
2024-06-14	RICKY OLARS	

GEOTEKNISK UNDERSÖKNING
PLAN

SKALA	A1	NUMMER	BET
1:1000		G-10-1-03	

FIL: \\corp.pbwan.net\Dfs\Projects\SWUMEA\10337804\4 - CAD\GJWorkFiles\G-10-1-03.dwg PLOTTAD: 2024-06-03 15:48:12 AV ANVÄNDARE: SESEKSK7



KOORDINATSYSTEM

PLAN: SWEREF 99 20 15
HÖJD: RH 2000

BETECKNINGAR

SE SGF'S KOMPLETTERADE BETECKNINGSBLAD "BERG OCH JORD" DATERAT 2016-11-01 OCH SGF'S BETECKNINGSSYSTEM VERSION 2001:2, www.sgf.net

BET	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN

FÖRSTUDIE TVÄRÅN

UMEÅ KOMMUN

WSP Sverige AB
Östra Strandgatan 24
903 33 Umeå
TEL: 010-722 50 00
www.wsp.com

UPPDRAG NR	RITAD/KONSTRUERAD AV	HANDLÄGGARE
10337804	R.SINGH	M. ÖBERG
DATUM	ANSVARIG	
2024-06-14	RICKY OLARS	

GEOTEKNISK UNDERSÖKNING

PLAN

SKALA		NUMMER	BET
1:1000	A1	G-10-1-04	

FIL: \\corp.pbwan.net\SE\Projects\10337804\1_CAD\GIS\dwg\G-10-1-04.dwg PLOTTAD: 2024-6-03 15:49:23 AV ANVÄNDARE: SE15362A7

KONNEKTION MOT RITNING G-10-1-04

KONNEKTION MOT RITNING G-10-1-05

Grisbacka

Grisbackaparken

Kvarnlunden

Backenvägen

Per Jans väg

Grisbackavägen

Kvarnstensvägen

Lagmansgatan

Godemansvägen

Hörnvägen

Hammargatan

Tullvaktsgatan

Tvärgatan

Kungsgatan

Kungsgårdsvägen

Slottsgatan

Backavägen

Kvarnvägen

Strandpromenaden

Stortorget

Storgatan

Skolgatan

Backgatan

Backvägen

Slottsgatsvägen

Per Jans väg

X=7081100

Y=1478400

X=7080700

Y=1478700

X=7081100

Y=1478900

22W027GV
22W027
+17.0

22W014
+8.5

22W016
+8.2

22W017GV
22W017
+12.5

22W018
+11.9

2,300

2,400

2,500

2,600

2,700

2,800

2,900

3,000

SKALA 1:1000

0 5 10 20 50 100

METER

KOORDINATSYSTEM

PLAN: SWEREF 99 20 15
HÖJD: RH 2000

BETECKNINGAR

SE SGF'S KOMPLETTERADE BETECKNINGSBLAD "BERG OCH JORD" DATERAT 2016-11-01 OCH SGF'S BETECKNINGSSYSTEM VERSION 2001:2, www.sgf.net

BET	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN

FÖRSTUDIE TVÄRÅN

UMEÅ KOMMUN

WSP Sverige AB
Östra Strandgatan 24
903 33 Umeå
TEL: 010-722 50 00
www.wsp.com

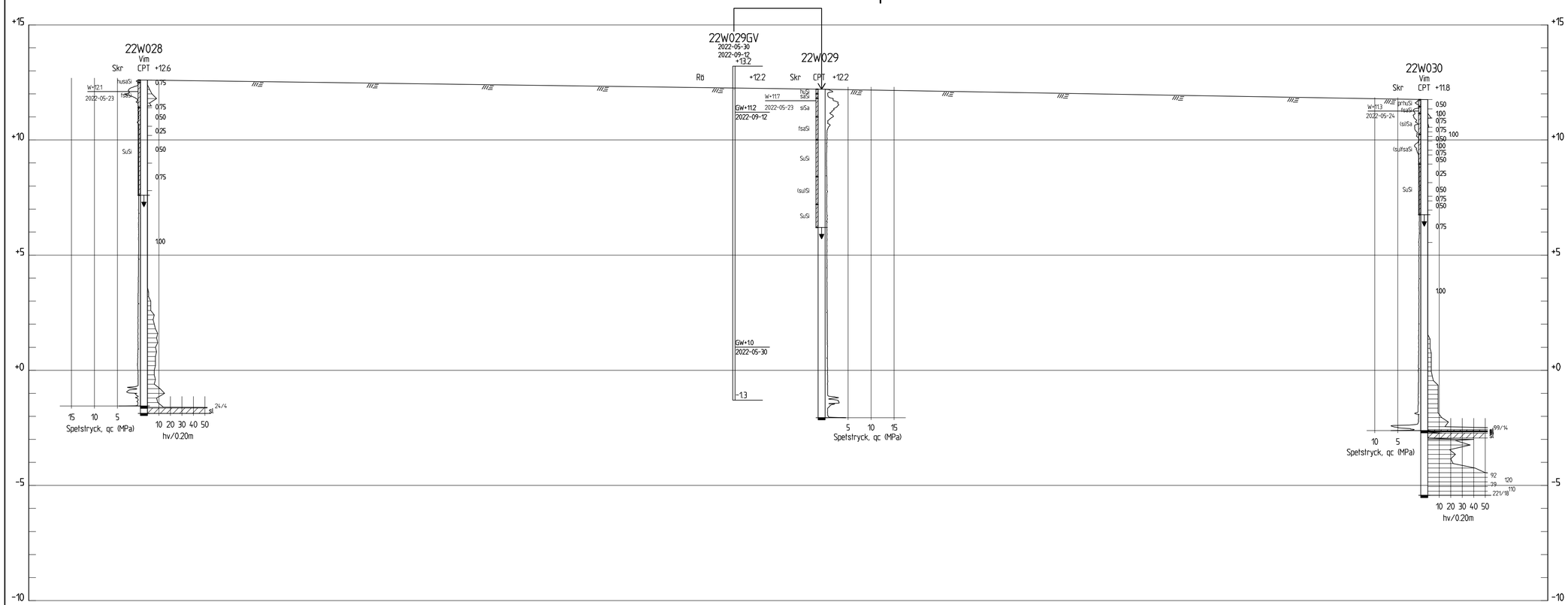
UPPDRAG NR	RITAD/KONSTRUERAD AV	HANDLÄGGARE
10337804	R.SINGH	M. ÖBERG
DATUM	ANSVARIG	
2024-06-14	RICKY OLARS	

GEOTEKNISK UNDERSÖKNING

PLAN

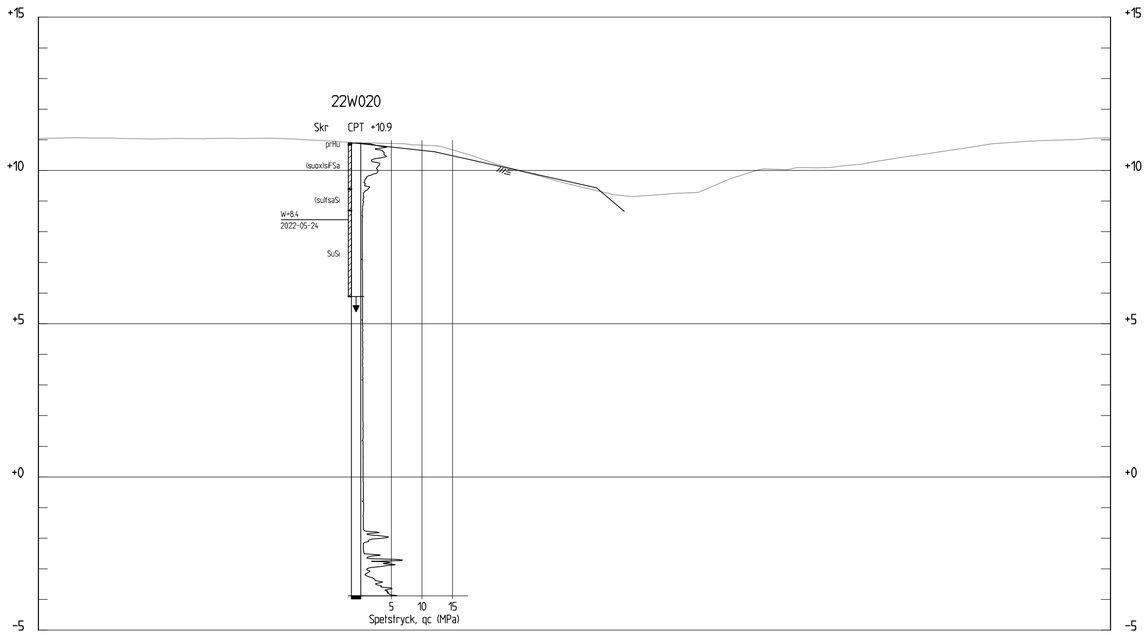
SKALA	A1	NUMMER	BET
1:1000		G-10-1-05	

FIL: \\corp.pbwan.net\Dfs\Projects\SSBN\103780\4 - CAD\G\Mitblad\G-10-1-01.dwg PLOTTAD: 2024-06-03 15:50:20 AV ANVÄNDARE: SEESKS67



SEKTION A-A

H 1: 100 L 1: 500



SEKTION B-B

1: 100

KOORDINATSYSTEM

PLAN: SWEREF 99 20 15
HÖJD: RH 2000

BETECKNINGAR

SE SGF'S KOMPLETTERADE BETECKNINGSBLAD "BERG OCH JORD" DATERAT 2016-11-01 OCH SGF'S BETECKNINGSSYSTEM VERSION 2001:2, www.sgf.net

BET	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN

FÖRSTUDIE TVÄRÅN

UMEÅ KOMMUN

WSP Sverige AB
Östra Strandgatan 24
903 33 Umeå
TEL: 010-722 50 00
www.wsp.com

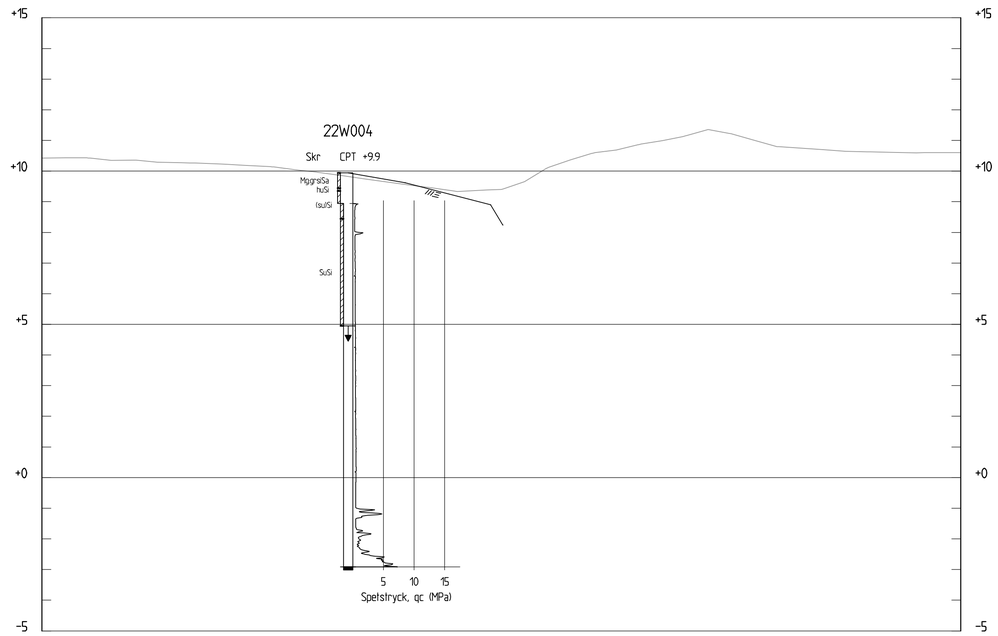
UPPDRAG NR	RITAD/KONSTRUERAD AV	HANDLÄGGARE
10337804	R.SINGH	M. ÖBERG
DATUM	ANSVARIG	
2024-06-14	RICKY OLARS	

GEOTEKNISK UNDERSÖKNING

SEKTION A-A OCH B-B

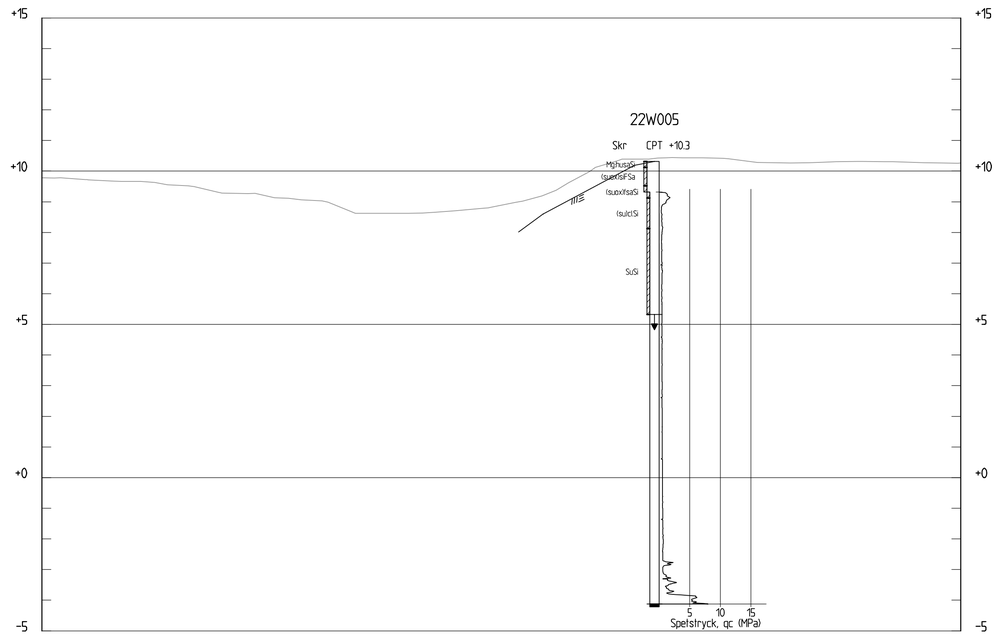
SKALA	NUMMER	BET
SE I RITNING	A1 G-10-2-01	

H:\corp\powerwell\GE\Projects\GSEN\103780\4-CAD\GWBen\G-10-2-01.dwg PLOTTAD: 2024-6-03 16:02:27 AV ANVÄNDARE: SEESK347



SEKTION C-C

1: 100



SEKTION D-D

1: 100

KOORDINATSYSTEM

PLAN: SWEREF 99 20 15
HÖJD: RH 2000

BETECKNINGAR

SE SGF'S KOMPLETTERADE BETECKNINGSBLAD "BERG OCH JORD" DATERAT 2016-11-01 OCH SGF'S BETECKNINGSSYSTEM VERSION 2001:2, www.sgf.net

BET	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN

FÖRSTUDIE TVÄRÅN

UMEÅ KOMMUN

WSP Sverige AB
Östra Strandgatan 24
903 33 Umeå
TEL: 010-722 50 00
www.wsp.com

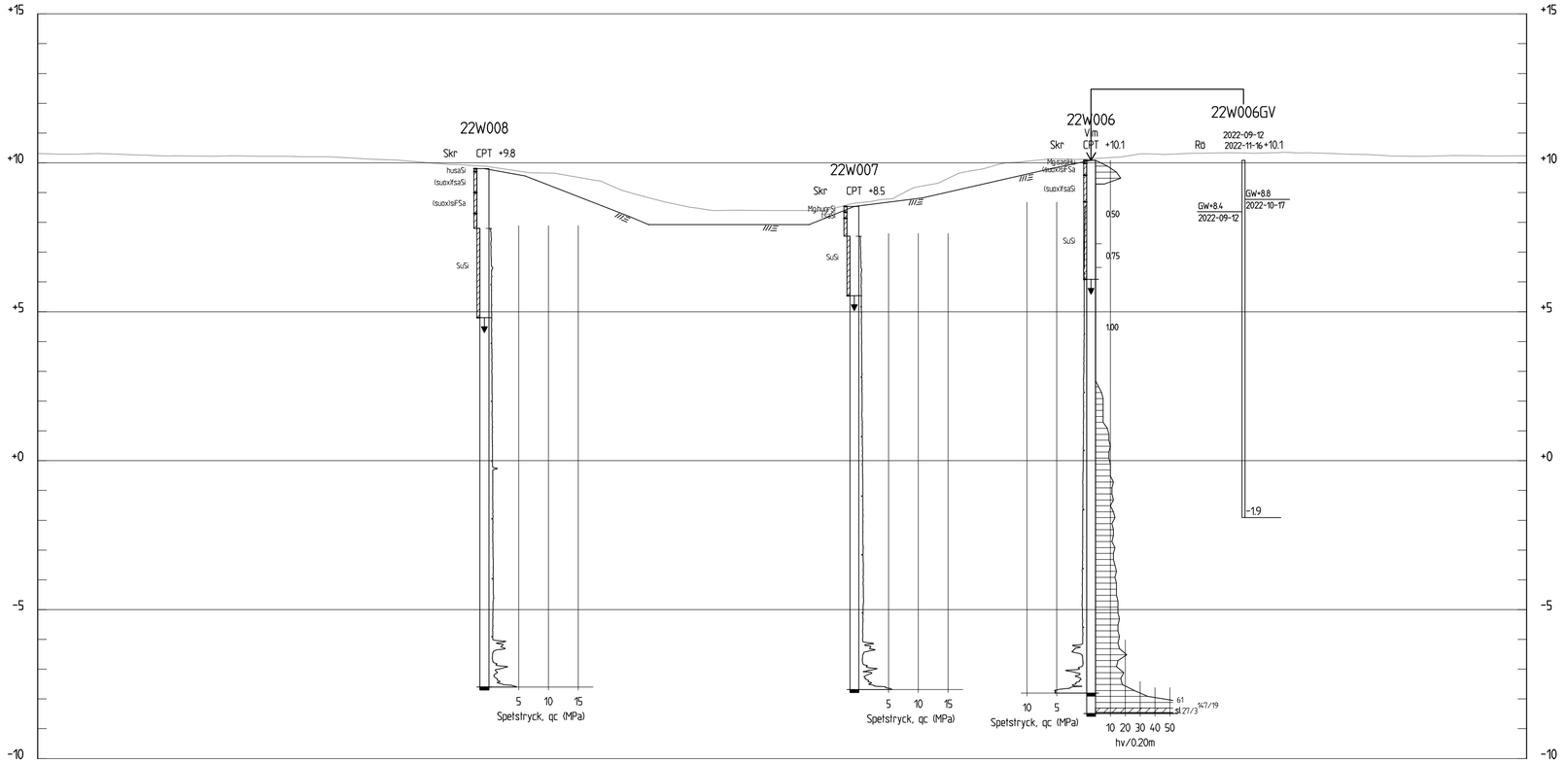
UPPDRAG NR	RITAD/KONSTRUERAD AV	HANDLÄGGARE
10337804	R.SINGH	M. ÖBERG
DATUM	ANSVARIG	
2024-06-14	RICKY OLARS	

GEOTEKNISK UNDERSÖKNING

SEKTION C-C OCH D-D

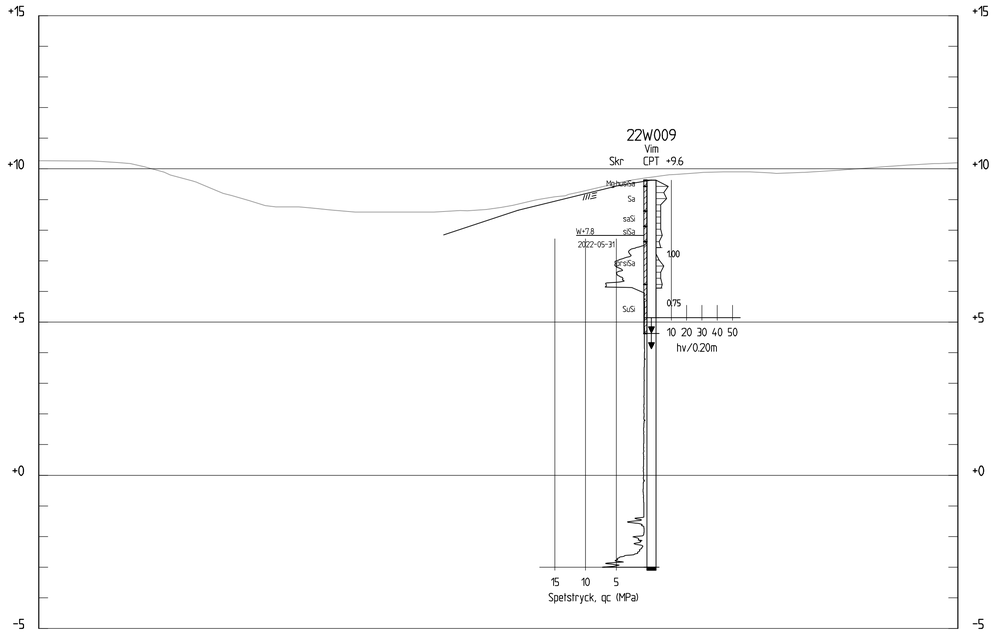
SKALA	A1	NUMMER	BET
1:100		G-10-2-02	

FIL: \\corpubwainet\QE Projects\10337804\4_CAD-GIS\Ritat\G-10-2-01.dwg PLOTTAD: 2024-06-03 16:10:40 AV ANVÄNDARE: SE136347



SEKTION E-E

1: 100



SEKTION F-F

1: 100

KOORDINATSYSTEM

PLAN: SWEREF 99 20 15
HÖJD: RH 2000

BETECKNINGAR

SE SGF'S KOMPLETTERADE BETECKNINGSBLAD "BERG OCH JORD" DATERAT 2016-11-01 OCH SGF'S BETECKNINGSSYSTEM VERSION 2001:2, www.sgf.net

BET	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN

FÖRSTUDIE TVÄRÅN

UMEÅ KOMMUN

WSP Sverige AB
Östra Strandgatan 24
903 33 Umeå
TEL: 010-722 50 00
www.wsp.com

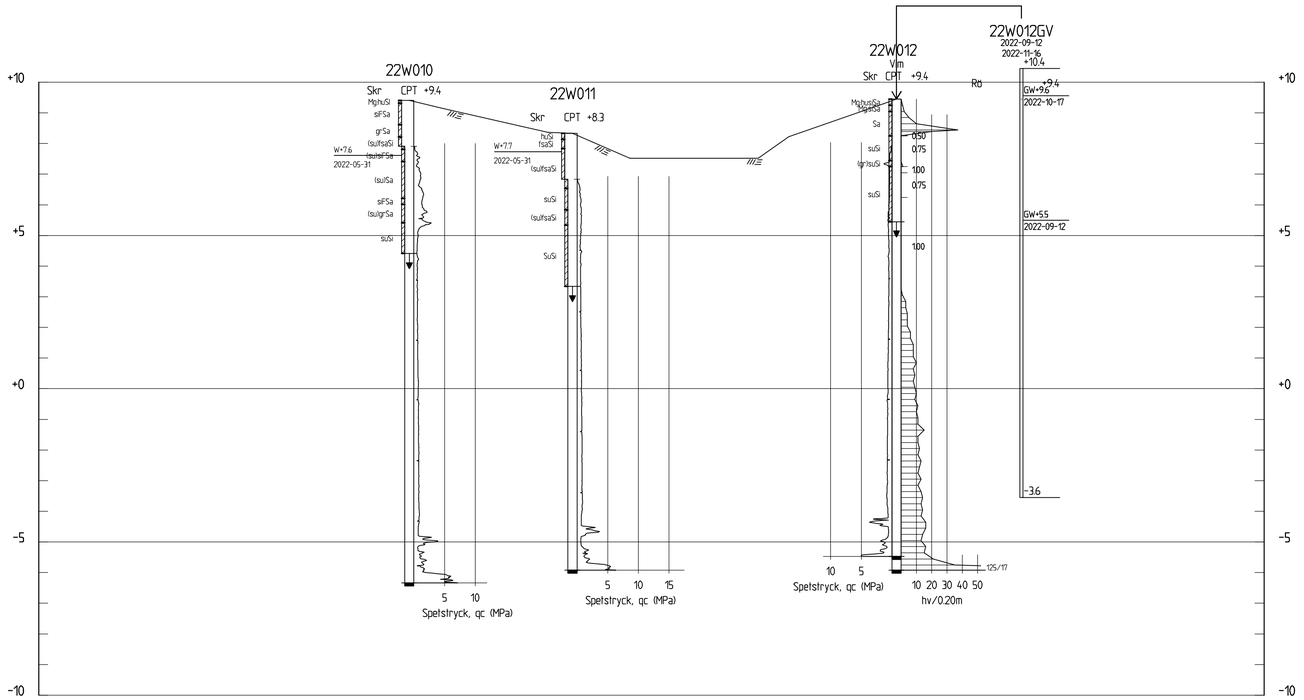
UPPDRAG NR	RITAD/KONSTRUERAD AV	HANDLÄGGARE
10337804	R.SINGH	M. ÖBERG
DATUM	ANSVARIG	
2024-06-14	RICKY OLARS	

GEOTEKNISK UNDERSÖKNING

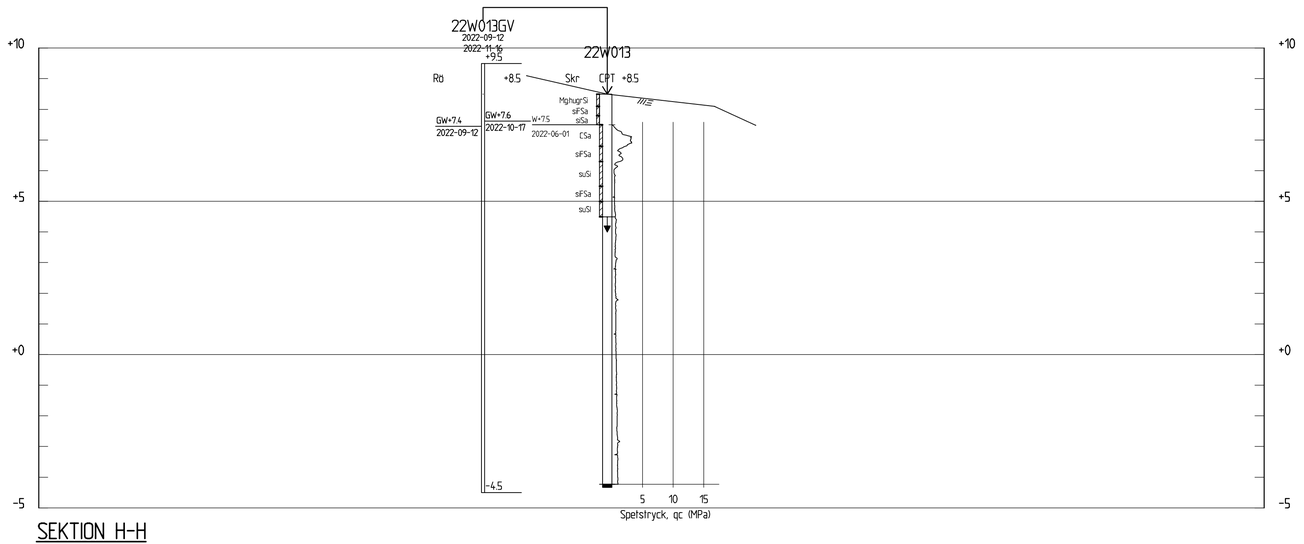
SEKTION E-E OCH F-F

SKALA		NUMMER	BET
1:100	A1	G-10-2-03	

FIL: \\Cprgubwainet\QE Projects\10337804\4_CAD-GIS\Ritat\G-10-2-01.dwg PLOTTAD: 2024-10-03 16:10:53 AV ANVÄNDARE: SE136347



SEKTION G-G
1: 100



SEKTION H-H
1: 100

KOORDINATSYSTEM
PLAN: SWEREF 99 20 15
HÖJD: RH 2000

BETECKNINGAR
SE SGF'S KOMPLETTERADE BETECKNINGSBLAD "BERG OCH JORD" DATERAT 2016-11-01 OCH SGF'S BETECKNINGSSYSTEM VERSION 2001:2, www.sgf.net

BET	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN

FÖRSTUDIE TVÄRÅN
UMEÅ KOMMUN

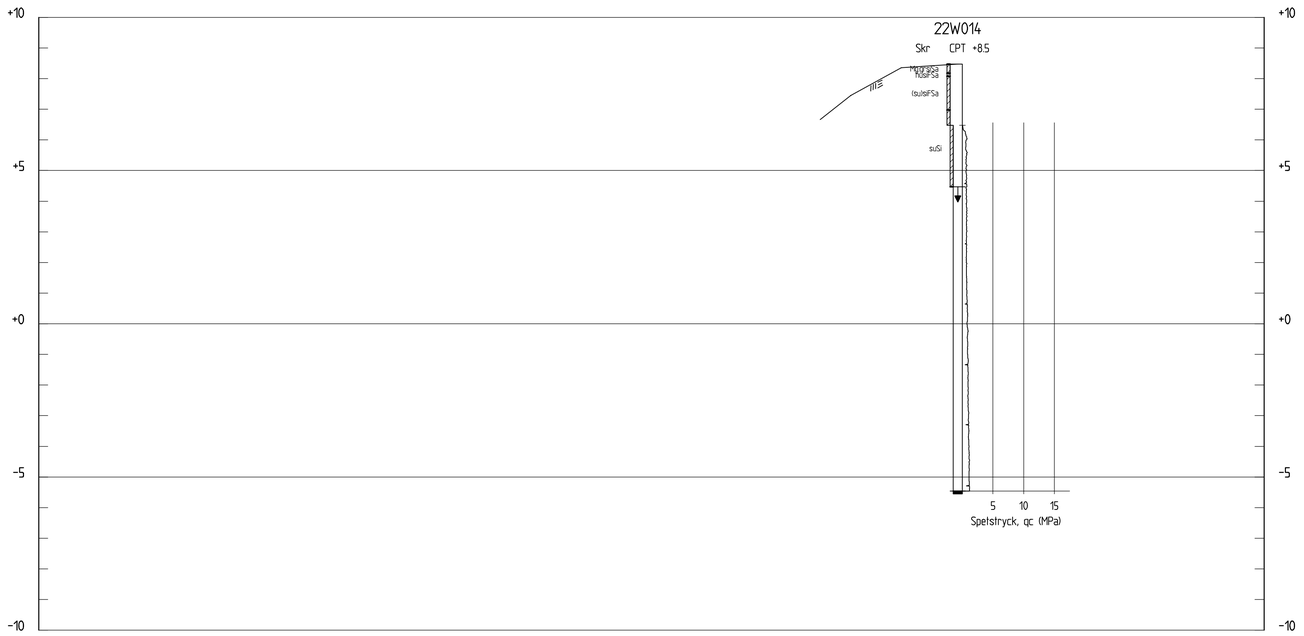
WSP Sverige AB
Östra Strandgatan 24
903 33 Umeå
TEL: 010-722 50 00
www.wsp.com

UPPDRAG NR	RITAD/KONSTRUERAD AV	HANDLÄGGARE
10337804	R.SINGH	M. ÖBERG
DATUM	ANSVARIG	
2024-06-14	RICKY OLARS	

GEOTEKNISK UNDERSÖKNING
SEKTION G-G OCH H-H

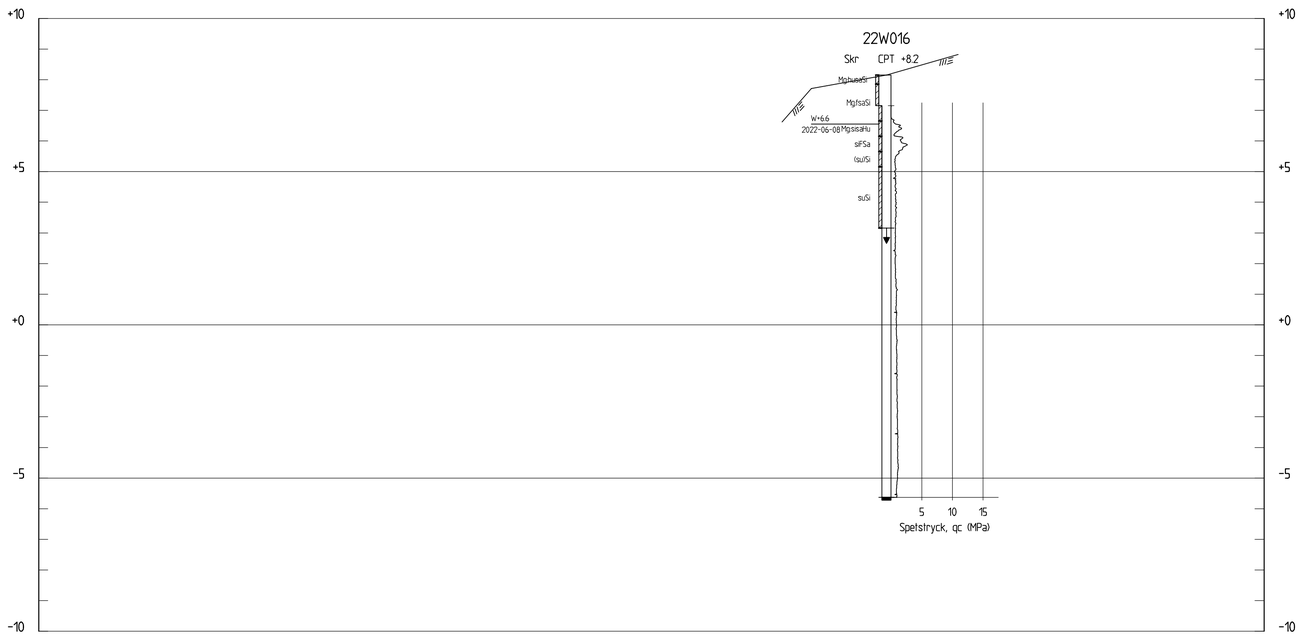
SKALA		NUMMER	BET
1:100	A1	G-10-2-04	

FIL: \\Sprupbwanet\QE\Projects\10337804\4_CAD-GIS\dwg\G-10-2-04.dwg PLOTTAD: 2024-06-03 16:11:04 AV: ANVÄNDARE, SE\S6247



SEKTION I-I

1: 100



SEKTION J-J

1: 100

KOORDINATSYSTEM

PLAN: SWEREF 99 20 15
HÖJD: RH 2000

BETECKNINGAR

SE SGF'S KOMPLETTERADE BETECKNINGSBLAD "BERG OCH JORD" DATERAT 2016-11-01 OCH SGF'S BETECKNINGSSYSTEM VERSION 2001:2, www.sgf.net

BET	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN

FÖRSTUDIE TVÄRÅN

UMEÅ KOMMUN

WSP Sverige AB
Östra Strandgatan 24
903 33 Umeå
TEL: 010-722 50 00
www.wsp.com

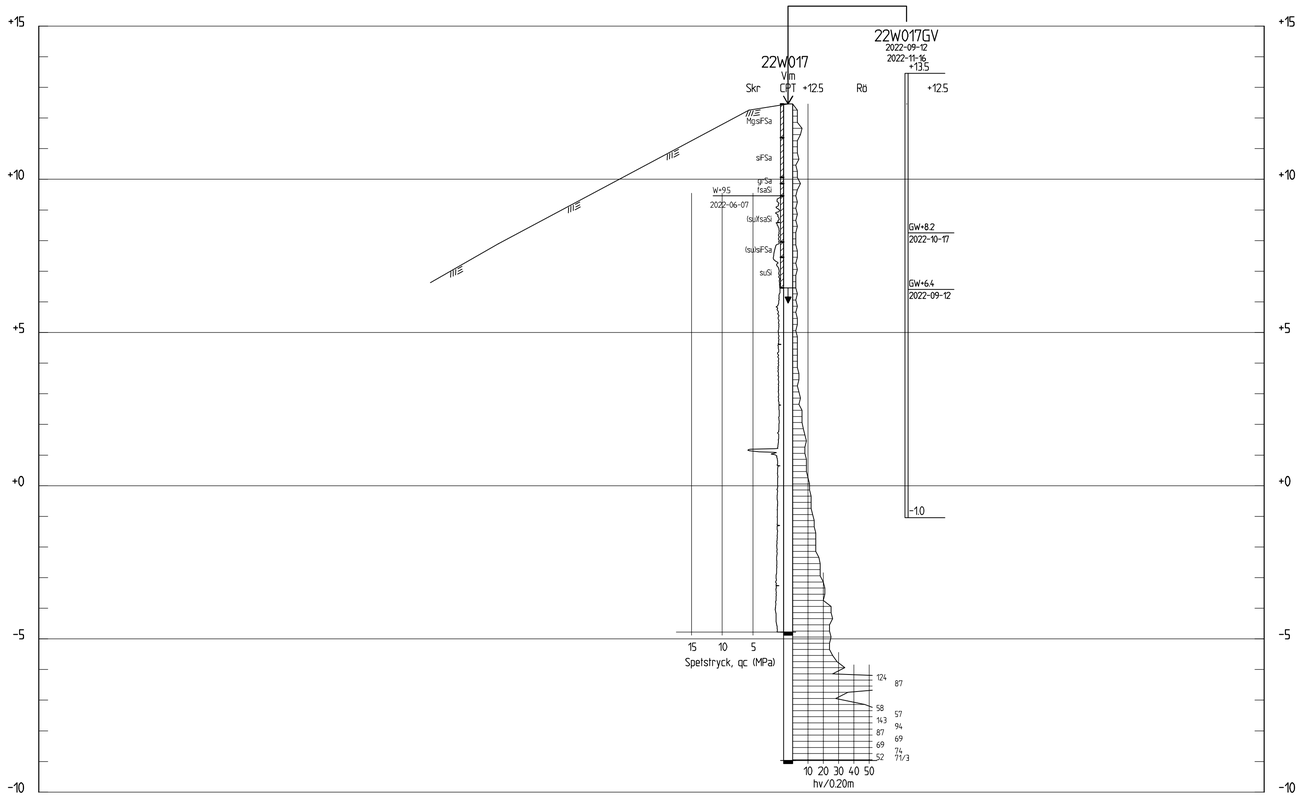
UPPDRAG NR	RITAD/KONSTRUERAD AV	HANDLÄGGARE
10337804	R.SINGH	M. ÖBERG
DATUM	ANSVARIG	
2024-06-14	RICKY OLARS	

GEOTEKNISK UNDERSÖKNING

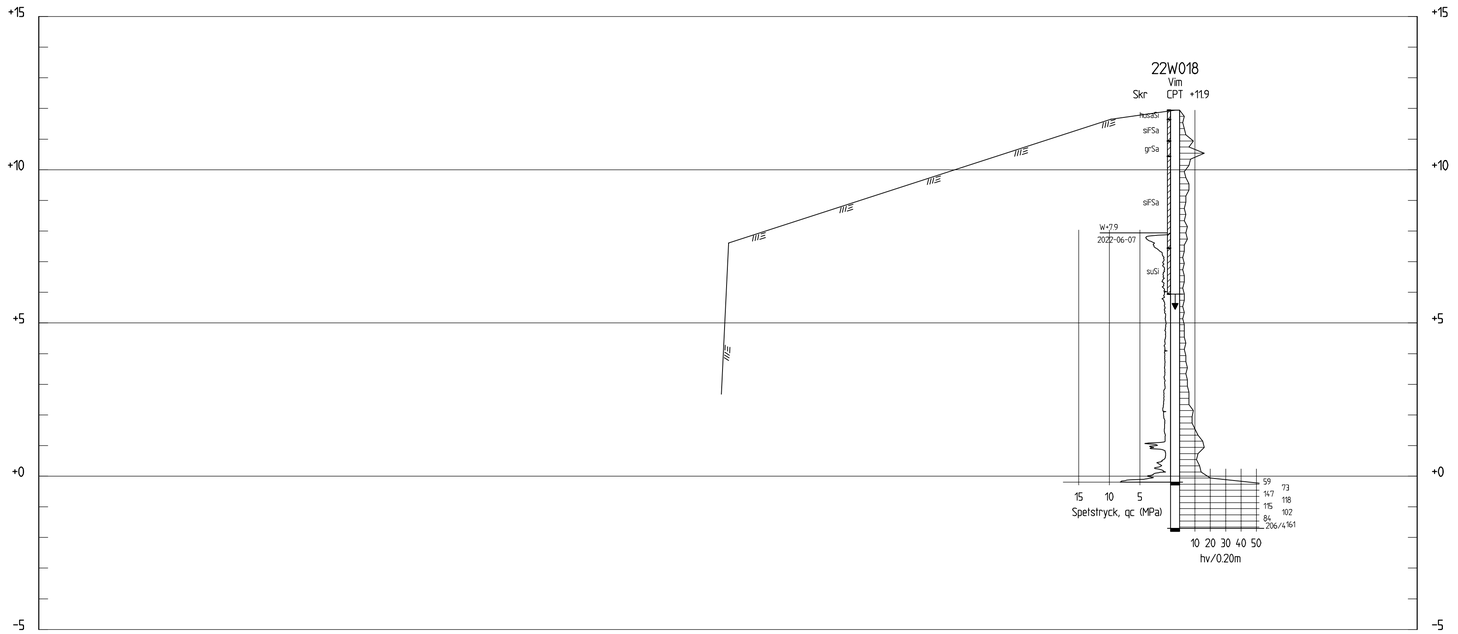
SEKTION I-I OCH J-J

SKALA	A1	NUMMER	BET
1:100		G-10-2-05	

FIL: \\Sprupbwainet\GE\Projects\10337804\4_CAD-GIS\Ritat\G-10-2-01.dwg PLOTTAD: 2024-06-03 16:11:18 AV ANVÄNDARE: SEES6347



SEKTION K-K
1: 100



SEKTION L-L
1: 100

KOORDINATSYSTEM

PLAN: SWEREF 99 20 15
HÖJD: RH 2000

BETECKNINGAR

SE SGF'S KOMPLETTERADE BETECKNINGSBLAD "BERG OCH JORD" DATERAT 2016-11-01 OCH SGF'S BETECKNINGSSYSTEM VERSION 2001:2, www.sgf.net

BET	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN

FÖRSTUDIE TVÄRÅN
UMEÅ KOMMUN

WSP Sverige AB
Östra Strandgatan 24
903 33 Umeå
TEL: 010-722 50 00
www.wsp.com

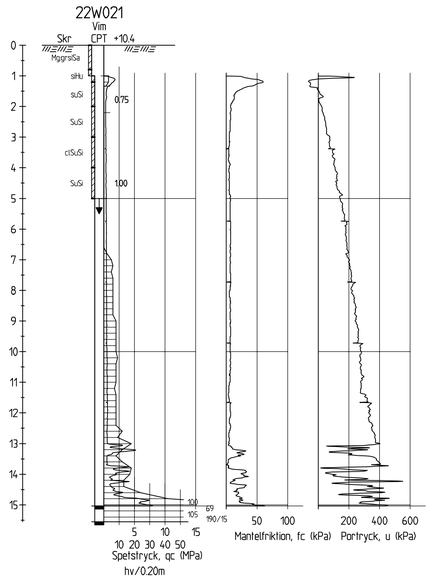
UPPDRAG NR	RITAD/KONSTRUERAD AV	HANDLÄGGARE
10337804	R.SINGH	M. ÖBERG
DATUM	ANSVARIG	
2024-06-14	RICKY OLARS	

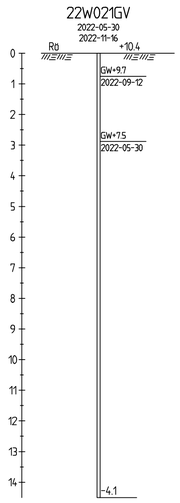
GEOTEKNISK UNDERSÖKNING

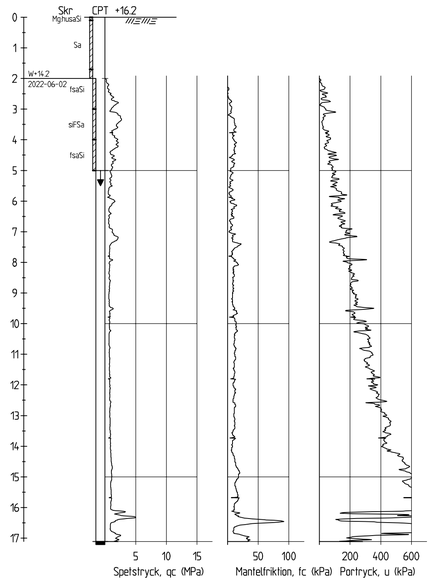
SEKTION K-K OCH L-L

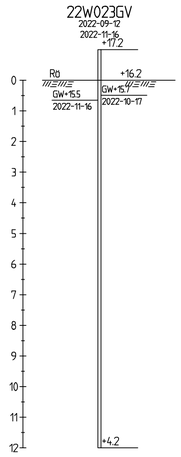
SKALA	NUMMER	BET
1:100	A1 G-10-2-06	

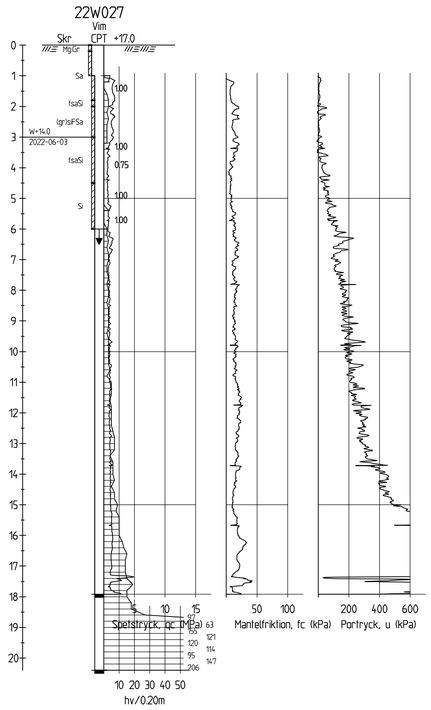
FIL: \\corp.pbwan.net\GS\Projects\GSSTH\103378\04 Ve_CAD\GJ\Ritad\G-10-2-06.dwg PLOTTAD: 2024-6-03 by R129 AV ANVÄNDARE: SE\SGA7

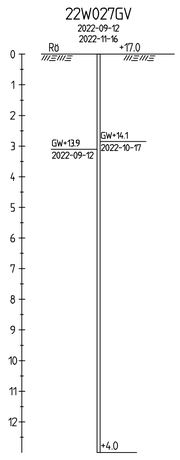


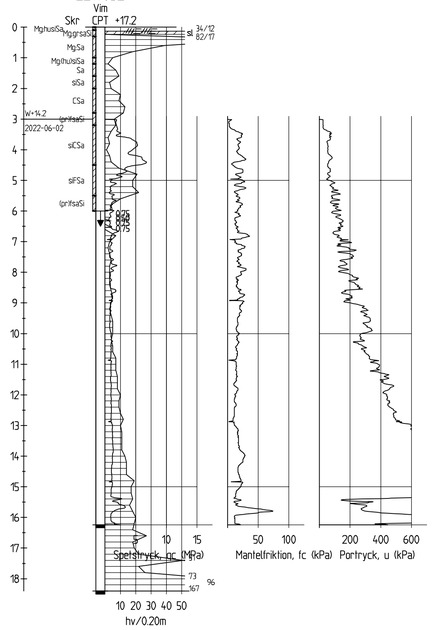


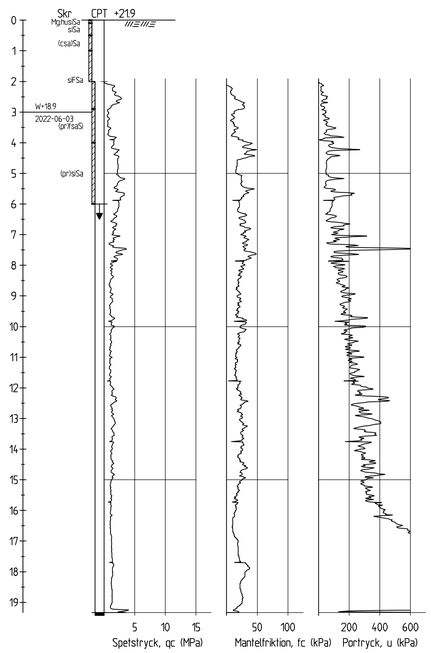












KOORDINATSYSTEM

PLAN: SWEREF 99 20 15
HÖJD: RH 2000

BETECKNINGAR

SE SGF'S KOMPLETTERADE BETECKNINGSBLAD "BERG OCH JORD" DATERAT 2016-11-01 OCH SGF'S BETECKNINGSSYSTEM VERSION 2001:2, www.sgf.net

BET	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN

FÖRSTUDIE TVÄRÅN

UMEÅ KOMMUN

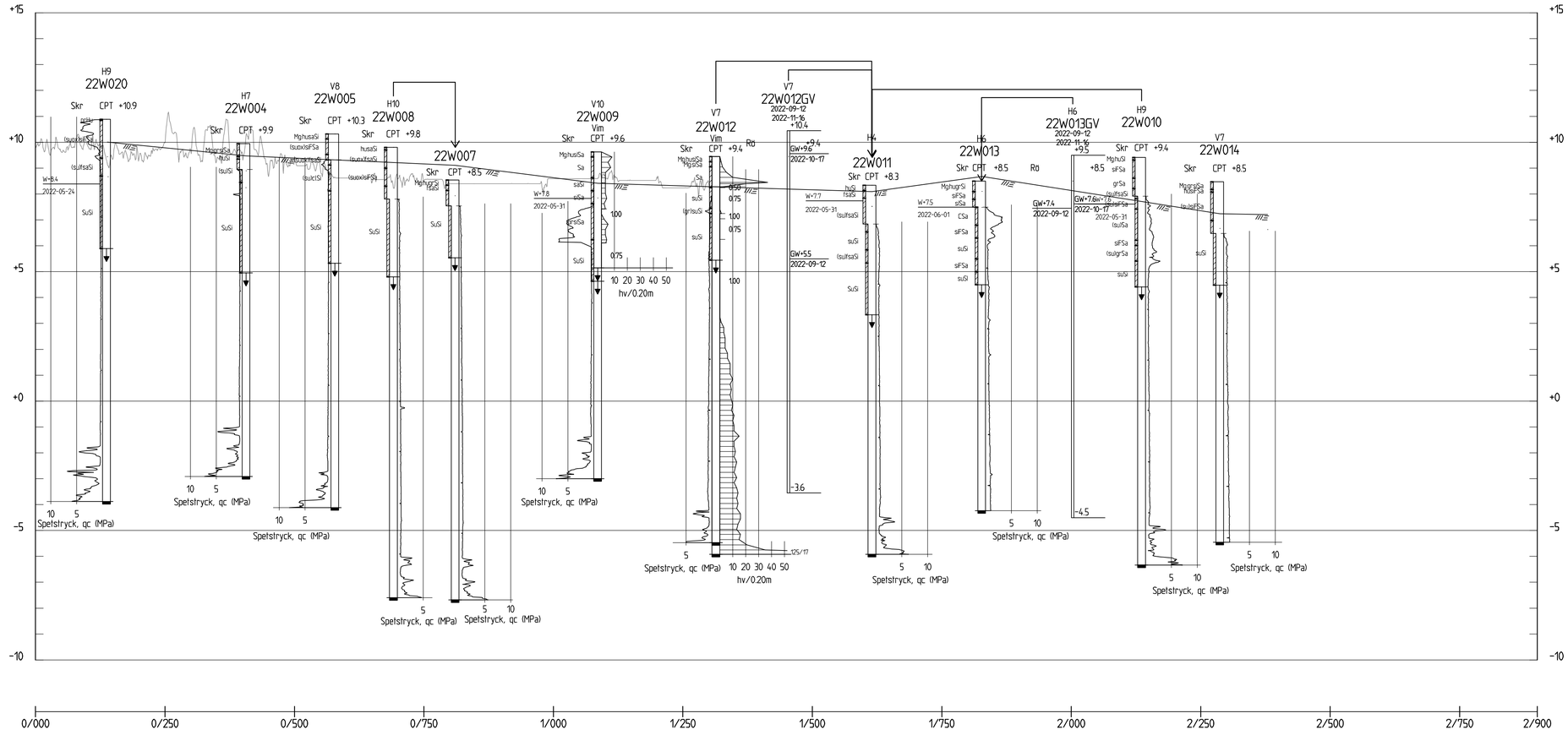
WSP Sverige AB
Östra Strandgatan 24
903 33 Umeå
TEL: 010-722 50 00
www.wsp.com

UPPDRAG NR	RITAD/KONSTRUERAD AV	HANDLÄGGARE
10337804	R.SINGH	M. ÖBERG
DATUM	ANSVARIG	
2024-06-12	RICKY OLARS	

GEOTEKNISK UNDERSÖKNING
ENSKILDA BORRHÅL

SKALA	A1	NUMMER	BET
1:100		G-10-2-07	

FIL: \\Sprupbwainet\GE\Projects\10337804\4_CAD\Ritfiler\G-10-2-07.dwg PLOTTAD: 2024-6-03 16:02:04 AV ANVÄNDARE: SE\SGH7



PROFIL

H 1: 100 L 1:5000

KOORDINATSYSTEM

PLAN: SWEREF 99 20 15
HÖJD: RH 2000

BETECKNINGAR

SE SGF'S KOMPLETTERADE BETECKNINGSBLAD "BERG OCH JORD" DATERAT 2016-11-01 OCH SGF'S BETECKNINGSSYSTEM VERSION 2001:2, www.sgf.net

BET	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN

FÖRSTUDIE TVÄRÅN

UMEÅ KOMMUN

WSP Sverige AB
Östra Strandgatan 24
903 33 Umeå
TEL: 010-722 50 00
www.wsp.com

UPPDRAG NR	RITAD/KONSTRUERAD AV	HANDLÄGGARE
10337804	R.SINGH	M. ÖBERG
DATUM	ANSVARIG	
2024-06-14	RICKY OLARS	

GEOTEKNISK UNDERSÖKNING

PROFIL, KM 0/000-2/900

SKALA	NUMMER	BET
A1 H1:100 L1:5000	G-10-2Q-01	

FIL: \\corp.pbwan.net\GE Projects\10337804\4_CAD-GIS\Ritat\G-10-2Q-01.dwg PLOTTAD: 2024-6-03 16:55:55 AV ANVÄNDARE: SE13562477

FÖRSTUDIE ÅTGÄRDSVAL TVÄRÅN

STABILITETSBERÄKNINGAR / GEOTEKNIK

BILAGOR

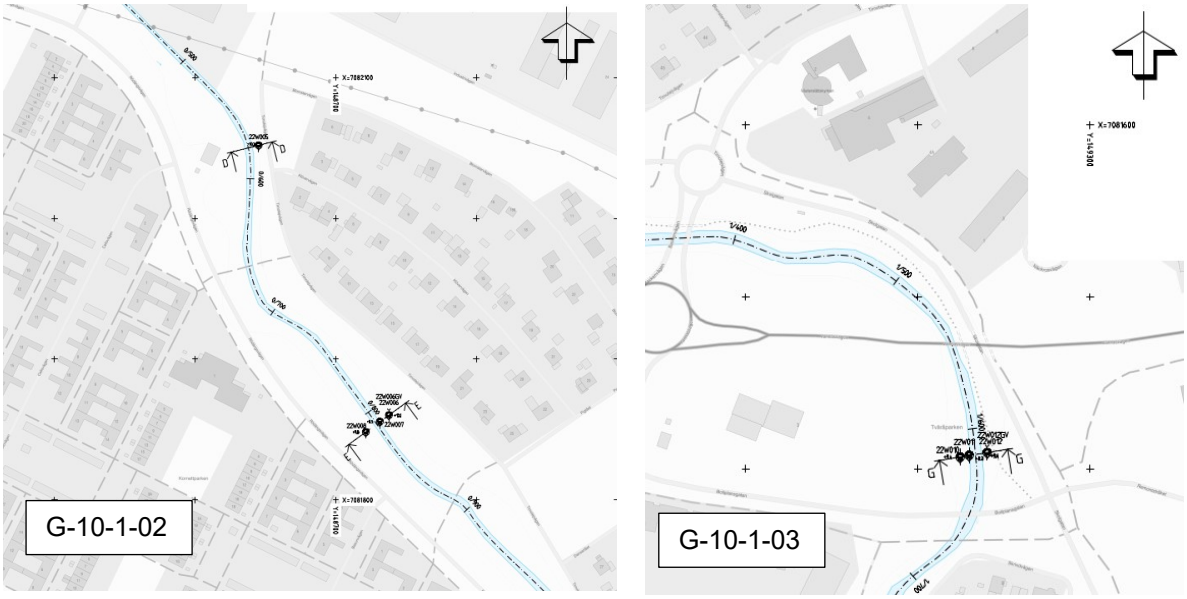
Bilaga 1 Stabilitetsberäkningar

1 UPPRÄTTANDE AV BERÄKNINGAR

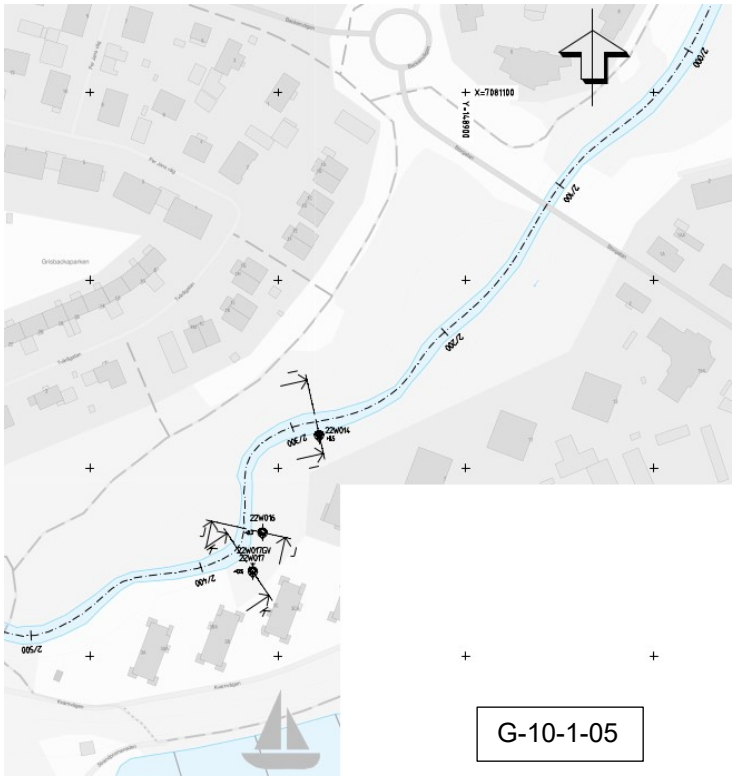
Beräkningar där Tväråns slänters stabilitet översiktligt analyserats utförs i programmet Geostudio 2019 R2, version 10.1.1.18972, SLOPE/W i följande sektioner:

- E-E
- G-G
- I-I
- K-K

De två första sektionerna är uppströms från och i närheten av Vännäsvägen och de sista nedströms, i denna rapport även kallat norra respektive södra delen av Tvärån, se Figur 1 respektive Figur 2.



Figur 1. Sektionerna E-E och G-G som ligger längre uppströms efter Tvärån.



Figur 2. Sektionerna I-I och K-K där geotekniska undersökningar utförts.

Stabiliteten studeras med karakteristiska värden där gränsvärden för totalsäkerhetsfaktorn (F_c och $F_{c\varphi}$) är gällande enligt TRVINFRA-00230 kapitel 7.1.2.2, se Tabell 1.1. Analystypen är Morgenstern-Price där både moment- och kraftjämvikt uppfylls, ”Half-Sine”-funktionen används för att beakta kraften mellan lamellerna. Beräknade glidytor definieras av alternativet ”Grid and Radius”.

Tabell 1.1: Gränsvärde för säkerhetsfaktorn vid totalsäkerhetsanalys. **Kombinerad analys innebär att det vid beräkning för varje del av glidytan väljs det alternativ med lägst värde av dränerad respektive odränerad hållfasthet.*

	Lägsta godtagbara totalsäkerhetsfaktor	
Säkerhetsklass	Odränerad, F_c	Kombinerad*, $F_{c\varphi}$
SK2	1,5	1,3

Begränsningar

Utföra beräkningar är gjorda baserat på utförda undersökningar som placerats efter Tvärån för att få god täckning över fåran, så partier med sämre stabilitet än de nu beräknade kan förekomma.

1.1 FÖRENKLINGAR OCH KOMPLETTERINGSBEHOV

Vid utförda beräkningar har följande antaganden gjorts, till följd av studiens preliminära och översiktliga skede, se punktlista. Dessa ska tas i beaktande och kompletteras vid detaljprojektering.

- Bottenprofil har antagits horisontell vid interpolerade sektioner (I och K).
- Vattennivåerna vid höga och låga flöden i norra sektionerna baseras på modeller, inte mätvärden i fält. Vid dessa extremvärden har grundvattennivån förutsatts överensstämma med modellerade nivån i ån, där vattennivån antas sjunka från ett högt värde (fortare än i omkringliggande tät jord).
- Jordarter och parametrar har utvärderats från fältundersökningar men inte verifierats med laboratorieundersökningar. Förenklingar i jordlagerföljder har gjorts, se kapitel 1.2.
- Cirkulärcylindriska glidytor har beräknats i stabilitetsprogram.

1.2 JORDLAGER

Jordlager i modeller har definierats utifrån utförd skruvprovtagning och sektionsritningar där utförda undersökningar redovisas. Förenklingar kopplat till siltiga och sandiga jordlager har utförts, i form av sammanslagning av skikt, till följd av liten variation i utvärderade hållfasthetsegenskaper eller avsaknad av sondering i dessa jordlager.

För friktionsjordar i beräkningar utförda med SLOPE/W tillämpas Mohr-Coulombs materialmodell. Vid kombinerad analys används modell Combined, S=f(depth) för kohesionsjord där både friktionsvinkel och skjuvhållfasthet kan anges. Vid odränerad analys används S=f(depth) modellen, där förändring av den odränerade skjuvhållfastheten med djupet kan anges.

1.3 PARAMETRAR

Valda värden har valts utifrån utförda undersökningar, med utgångspunkt i sonderingar som utförts i studerad sektion, men med hänsyn taget till övriga utförda undersökningar.

Antaganden beträffande den existerande slänten kan ses i Tabell 1.2. Värden har tagits fram i enlighet med IEG 6:2008.

Tabell 1.2: Förutsättningar för analys av dimensionerande värden.

Typ av geoteknisk konstruktion	Slänt
Säkerhetsklass:	SK2
Geoteknisk kategori	GK2

1.3.1 Beräkning

Dimensionerande värden beräknas med följande formler:

(1) Dimensionerande värden, $X_d = \frac{1}{\gamma_m} \cdot X_k$

γ_m, partialkoefficient

(2) Karakteristiskt värde, $X_k = \eta \cdot \bar{X}$

η, omräkningsfaktor

$\bar{X}$, valt värde

Partialkoefficienter för ekvation 1 har valts enligt Tabell 1.3 nedan.

Tabell 1.3: partialkoefficienter, γ_m

Materialegenskap	γ_m
Friktionsvinkel, ø’	1,3
Odränerad skjuvhållfasthet, τ	1,5
Tunghet, γ	1,0

Omräkningsfaktorer har valts enligt Tabell 1.4. Observera att faktorn η varierar med typ av geokonstruktion samt närhet från geokonstruktion till relevanta undersökningar samt spridning i resultaten. I detta skede har faktorn η endast bedömts översiktligt. Det åligger ansvarig konstruktör att slutligen bedöma omräkningsfaktorn för varje geokonstruktion. Valda och karakteristiska värden kan ses i Tabell 1.5.

Tabell 1.4: η-faktorer för slänter och bankar. ø'=friktionsvinkel, τ=odränerad skjuvhållfasthet.

Delfaktor	Värde för ø'	Värde för τ	Motiv till valda η-faktorer:
$\eta_1\eta_2$	0,95	0,85	CPT-sonderingar, uppskattat 2 per sektion
η_3	1,0	0,9	CPT-sonderingar
η_4 $\eta_5\eta_6$ $\eta_7\eta_8$	1,0	1,0	Stor yta, medelvärde
η_{tot} (prod)	1,0	0,8	

Tabell 1.5: Valda och dimensionerade värden. Nummer vid odränerad skjuvhållfasthet anger djup för värdet. ** av geotekniker antagen morän, under sonderingsstopp. **Empiriska värden redovisas.*

Material	Tyngd	Friktionsvinkel	Odränerad skjuvhållfasthet	
Sand **	γ(γ´)=18 (10) kN/m^3	ø'$_{vald}$ = 33º ø'$_{kar}$ = 33º		
Siltigt, norra sektioner	γ(γ´)= 17 (9) kN/m^3	ø'$_{vald}$ = 28º ø'$_{kar}$ = 28º	τ_{1vald} =10 kPa $\tau_{1\ kar}$ = 8 kPa	τ_{10vald} =20 kPa $\tau_{10\ kar}$ = 16 kPa
Siltigt, södra sektioner	γ(γ´)=17 (9) kN/m^3	ø'$_{vald}$ = 29º ø'$_{kar}$ = 29º	τ_{1vald} =15 kPa $\tau_{1\ kar}$ = 12 kPa	τ_{10vald} =40 kPa $\tau_{10\ kar}$ = 32 kPa
Fast botten* **	γ(γ´)=20 (12) kN/m^3	ø'$_{vald}$ = 40º ø'$_{kar}$ = 40º		

1.4 GRUNDVATTEN

Grundvattennivån i modellen har definierats med ”Piezometric Line” med utgångspunkt i uppmätt vattenyta i Tvärån, 2021 samt med hjälp av modelleringar av vattenståndet i åfåran. Modelleringarna är avgränsade till norra delen av Tvärån. Se Tabell 1.6.

Tabell 1.6. Inmätta och modellerade vattennivåer i ån. ** Interpolerat värde från närmaste inmätningar 2021.*

Sektion	Inmätt nivå [RH2000]	Modellerad nivå [RH2000]			
		Närmaste punkt	Lågvatten[1] LW	Medelvatten[2] MW	Högvatten (50 år)[3] HW_{50}
E-E	+8,6	3	+7,9	+8,2	+9,5
G-G	+8,1	6	+7,6	+7,9	+9,2
I-I	+7,1*	-	-	-	-
K-K	+6,7*	-	-	-	-

[1] Sce_2D_2021_MLQ_MAX_WL
[2] Sce_2D_2021_MQ_MAX_WL
[3] Sce_2D_2021_HQ50_MAX_WL

2 BERÄKNINGSFALL OCH RESULTAT

2.1 DAGENS SLÄNTER, KOMBINERAD OCH ODRÄNERAD ANALYS

Beräkningsfall redovisas i Tabell 2.1 nedan, beräkningsfall har upprättats för inmätt vattennivå 2021 samt för norra sektioner där modellerade flödesnivåer funnits tillgängliga. Se även bilaga 1.

Tabell 2.1. Utförda beräkningsfall. Beräkningsfall 9-12 utförs för att analysera känsligheten för inverkan av förändringar I vattennivån i ån och bankar. * *Kombinerad analys används eftersom denna är dimensionerande (dvs. resulterar i lägre säkerhetsfaktorer).* Resultat från utförda beräkningar i SLOPE/W. Odränerad, FoS – 1,5. Kombinerad, FoS -1,3. **FoS = Factor of Safety, av programmet sökt lägsta värde.* Röd = lågt värde som antyder att slänten inte står/är stabil idag. Svart = värde mellan 1,0 och FoS för aktuell analys i beräkning. Grön = FoS överskrids.

Beräkningsfall	Sektion	Materialmodell		Slänt		FoS	Beskrivning
		Kombinerad	Odränerad	H	V		
1a	E-E	X			X	1,55	Ingångsvärden enligt kapitel 1.2 används vid beräkning. Vattennivån i Tvärån enligt inmätning 2021.
1b	E-E	X		X		1,58	
2a	E-E		X		X	1,69	
2b	E-E		X	X		1,65	
3a	G-G	X			X	1,15	
3b	G-G	X		X		1,07	
4a	G-G		X		X	1,15	
4b	G-G		X	X		1,15	
5	I-I	X		X		1,00	
6	I-I		X	X		1,03	
7	K-K	X		X		0,91	
8	K-K		X	X		0,95	
9	E-E	X			X	1,31	Kombinerad analys* - grundvattennivån i bankarna = HW_{50} medan vattennivån i ån = MW (se tabell 1.6)
10	E-E	X		X		1,44	
11	G-G	X			X	1,00	
12	G-G	X		X		1,01	

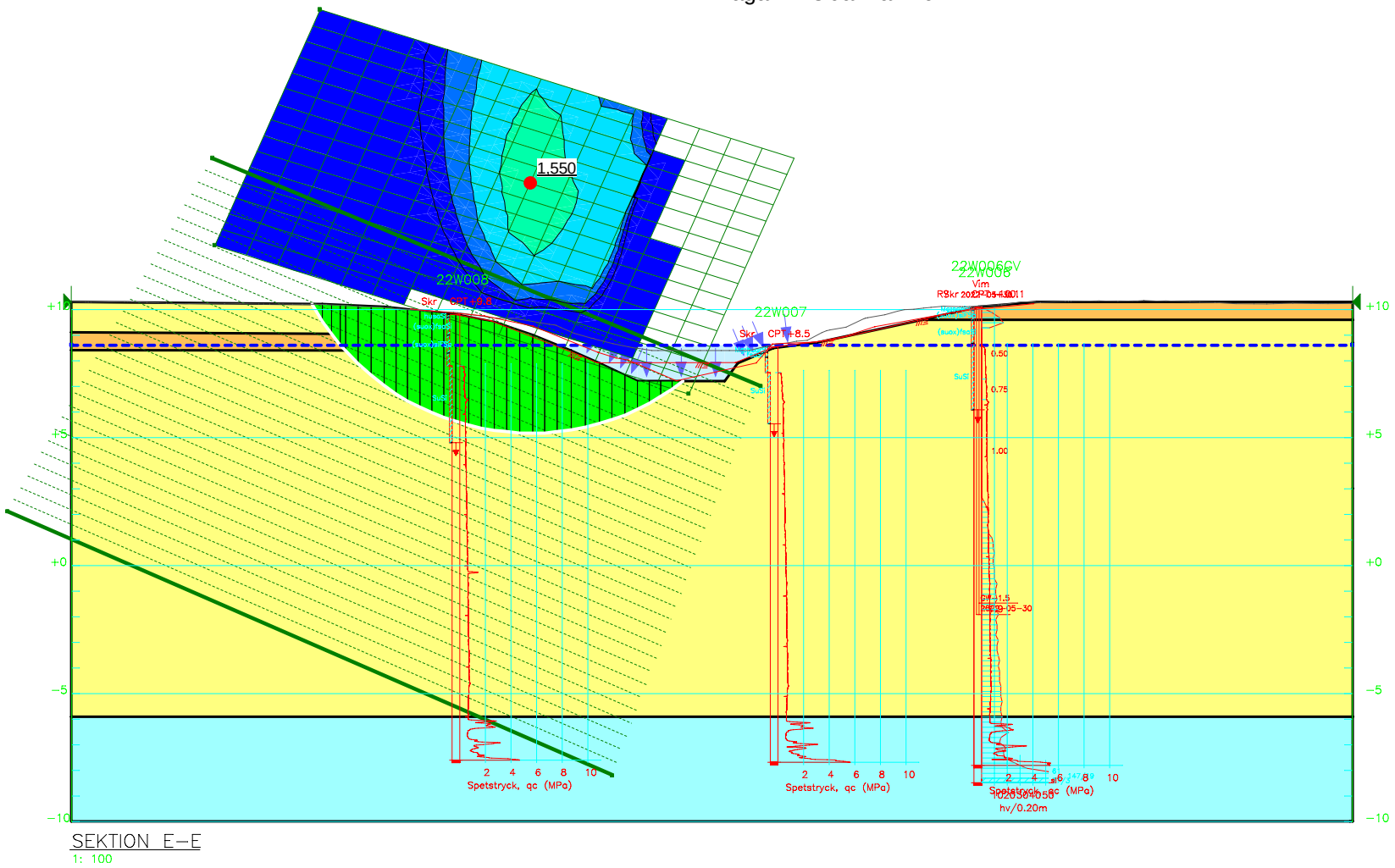
3 SLUTSATS OCH DISKUSSION

Jordlagren i modellen har till största delen homogen och lågpermeabel karaktär. Lasterna som varit kända och inkluderats i stabilitetsberäkningar är permanenta, bestående av egentyngder för ingående material.

Inmätt värde för vattenytan används i grundmodellerna (1-8) till följd av att slänterna varit stabila när mätningarna utförts, därmed har värden minst kring 1,0 förväntats för att representera spegla ”nuläget”. Baserat på utförda översiktliga beräkningar kan ses att slänterna idag står stabilt, men med små marginaler för flera sektioner. Undantaget är sektion K-K där beräkningar tyder på en säkerhetsfaktor under 1,0, vilket alltså inte är stabilt. Växtlighet och rötter kan ha stabiliserande verkan i slänter, vilket inte beaktats vid dessa beräkningar.

Även beräkningar där snabb sänkning av vattennivån i ån från högt flöde till medelvattenstånd sker ger försämring av stabiliteten i de norra sektionerna, om sänkning från hög nivå till låg skulle ske förväntas inte slänternas stabilitet överskrida säkerhetsfaktorn 1,0 vid beräkning, utom möjligtvis i sektion E-E. Nu har snabb sänkning av vattenytan i ån till medelvattenståndet modellerats.

Eftersom stabiliteten idag i flertalet beräknade sektioner ligger under gränsvärden för säkerhet vid dimensionering kan ökning av släntlutning därmed baserat på nu utförda beräkningar inte rekommenderas. Om större lutningar eftersträvas bör detta analyseras vid kommande detaljprojektering för att säkerställa erforderlig stabilitet och eventuella stabilitetshöjande åtgärder. Stabiliteten för brantare slänter än de som mätts in har inte beräknats i detta skede.



SEKTION E–E
1: 100

Skala 1:250

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio
	Sand	Mohr-Coulomb	18	0	33					
	Si, suSi NO comb	Combined, S=f(depth)	17		28	0,8	0	8	0,8	0,1
	Ti	Mohr-Coulomb	20	0	40					

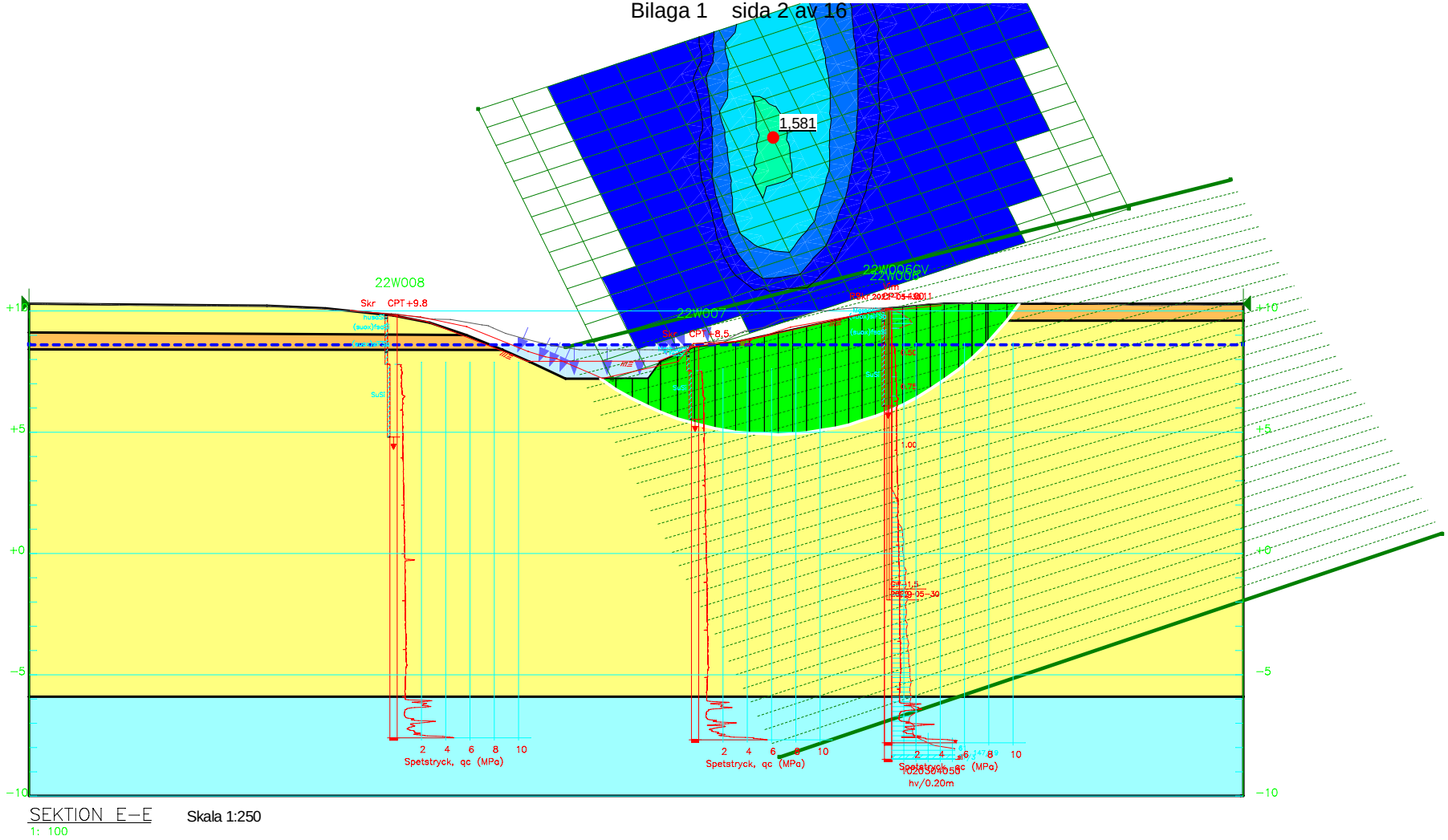
Släntstabilitetsberäkning (totalsäkerhetsanalys)
Förstudie åtgärdsval Tvärån

Sektion E-E

Kombinerad analys

2022-12-22
HR

Beräkning
1a



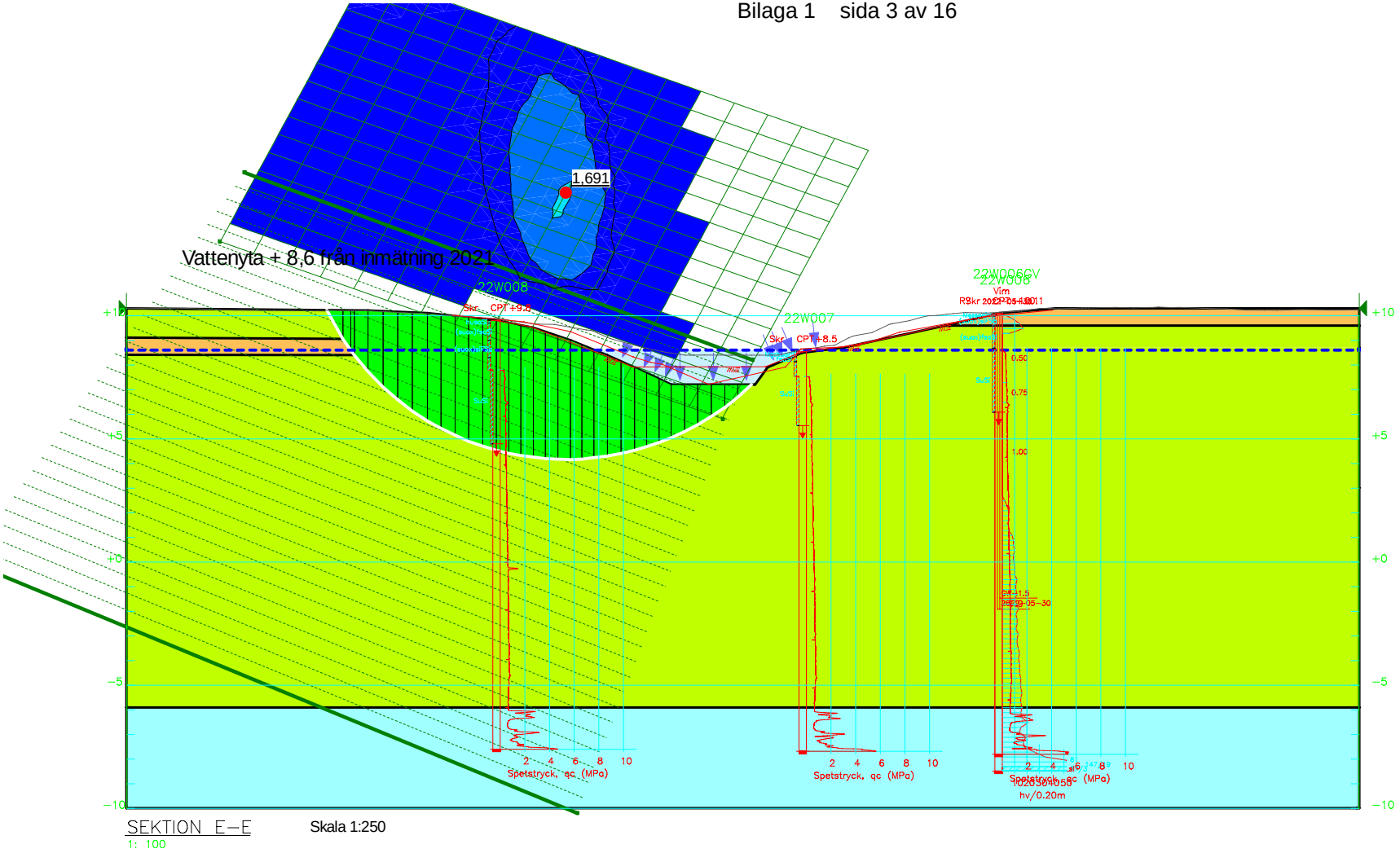
Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio
	Sand	Mohr-Coulomb	18	0	33					
	Si, suSi NO comb	Combined, S=f(depth)	17		28	0,8	0	8	0,8	0,1
	Ti	Mohr-Coulomb	20	0	40					

Släntstabilitetsberäkning (totalsäkerhetsanalys)
Förstudie åtgärdsval Tvärån

Sektion E-E

Kombinerad analys

2022-12-22
HR



Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)
	Sand	Mohr-Coulomb	18			0	33
	Si, suSi NO undr	S=f(depth)	17	8	0,8		
	Ti	Mohr-Coulomb	20			0	40

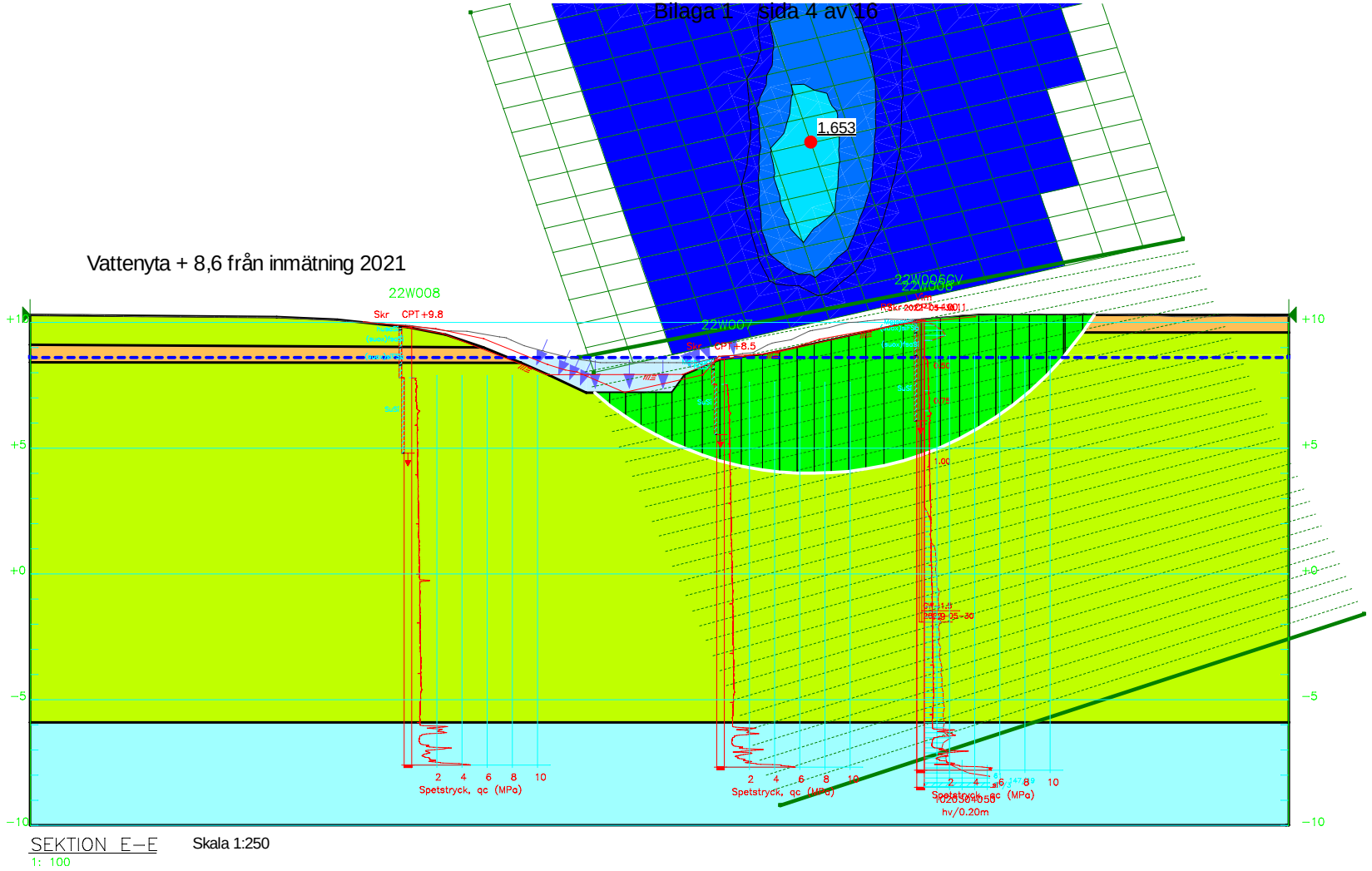
Släntstabilitetsberäkning (totalsäkerhetsanalys)
Förstudie åtgärdsval Tvärån

Sektion E-E

Odränerad analys

2022-12-22
HR

Beräkning
2a



Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)
	Sand	Mohr-Coulomb	18			0	33
	Si, suSi NO undr	S=f(depth)	17	8	0,8		
	Ti	Mohr-Coulomb	20			0	40

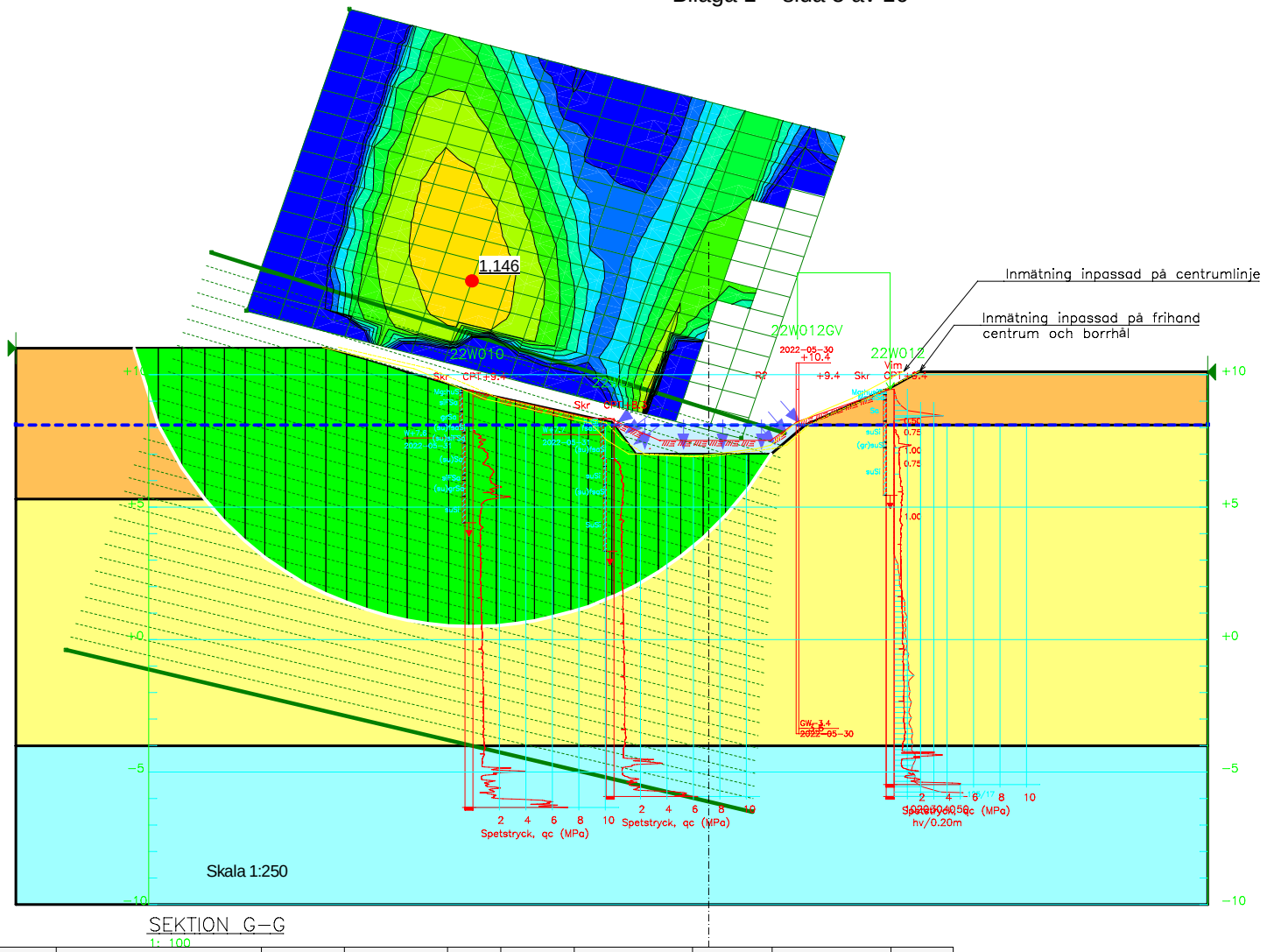
Släntstabilitetsberäkning (totalsäkerhetsanalys)
Förstudie åtgärdsval Tvärån

Sektion E-E

Odränerad analys

2022-12-22
HR

Beräkning
2b



Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio
	Sand	Mohr-Coulomb	18	0	33					
	Si, suSi NO comb	Combined, S=f(depth)	17		28	0,8	0	8	0,8	0,1
	Ti	Mohr-Coulomb	20	0	40					

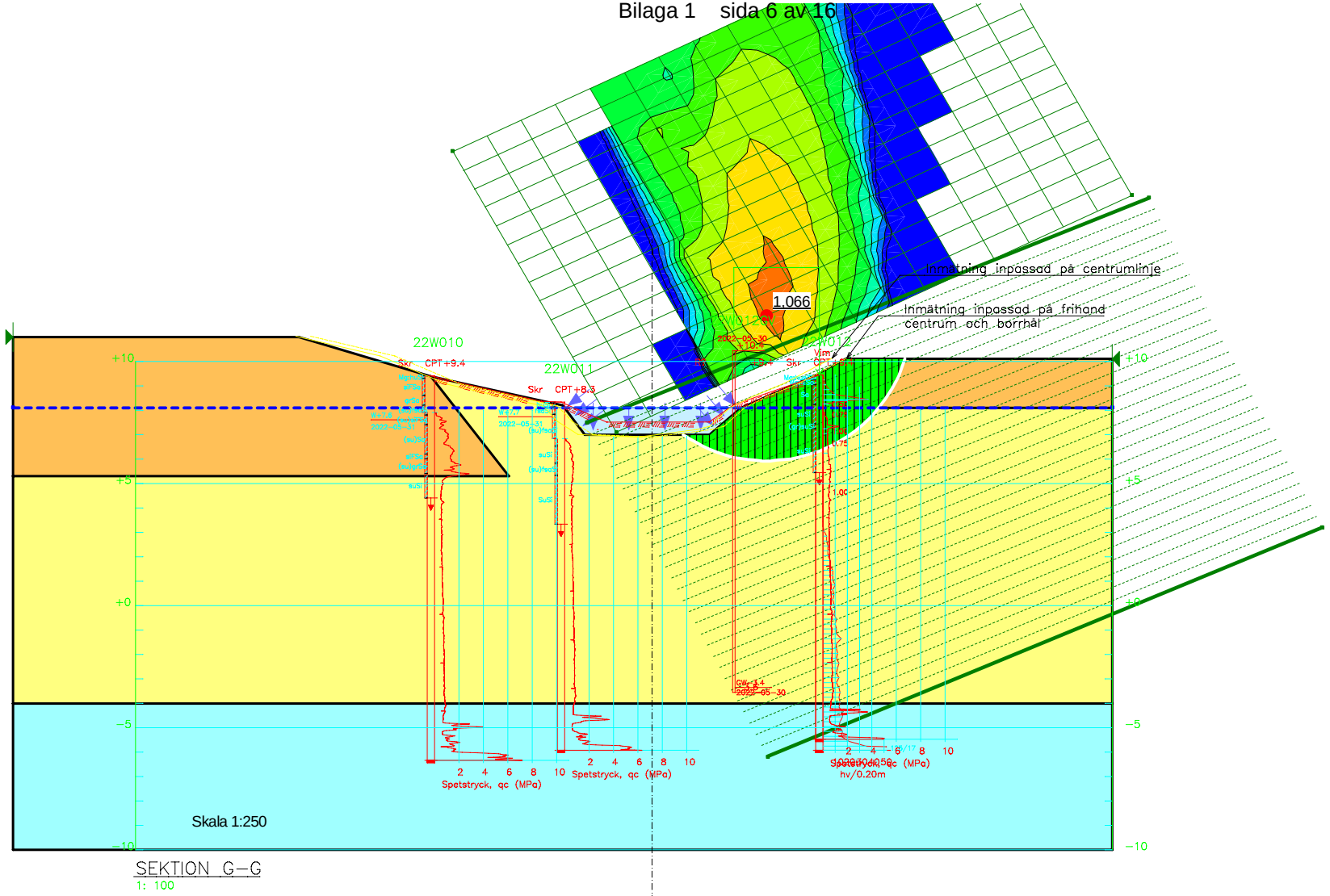
Släntstabilitetsberäkning (totalsäkerhetsanalys)
Förstudie åtgärdsval Tvärån

Sektion G-G

Kombinerad analys

2022-12-22
HR

Beräkning
3a



SEKTION G–G
1: 100

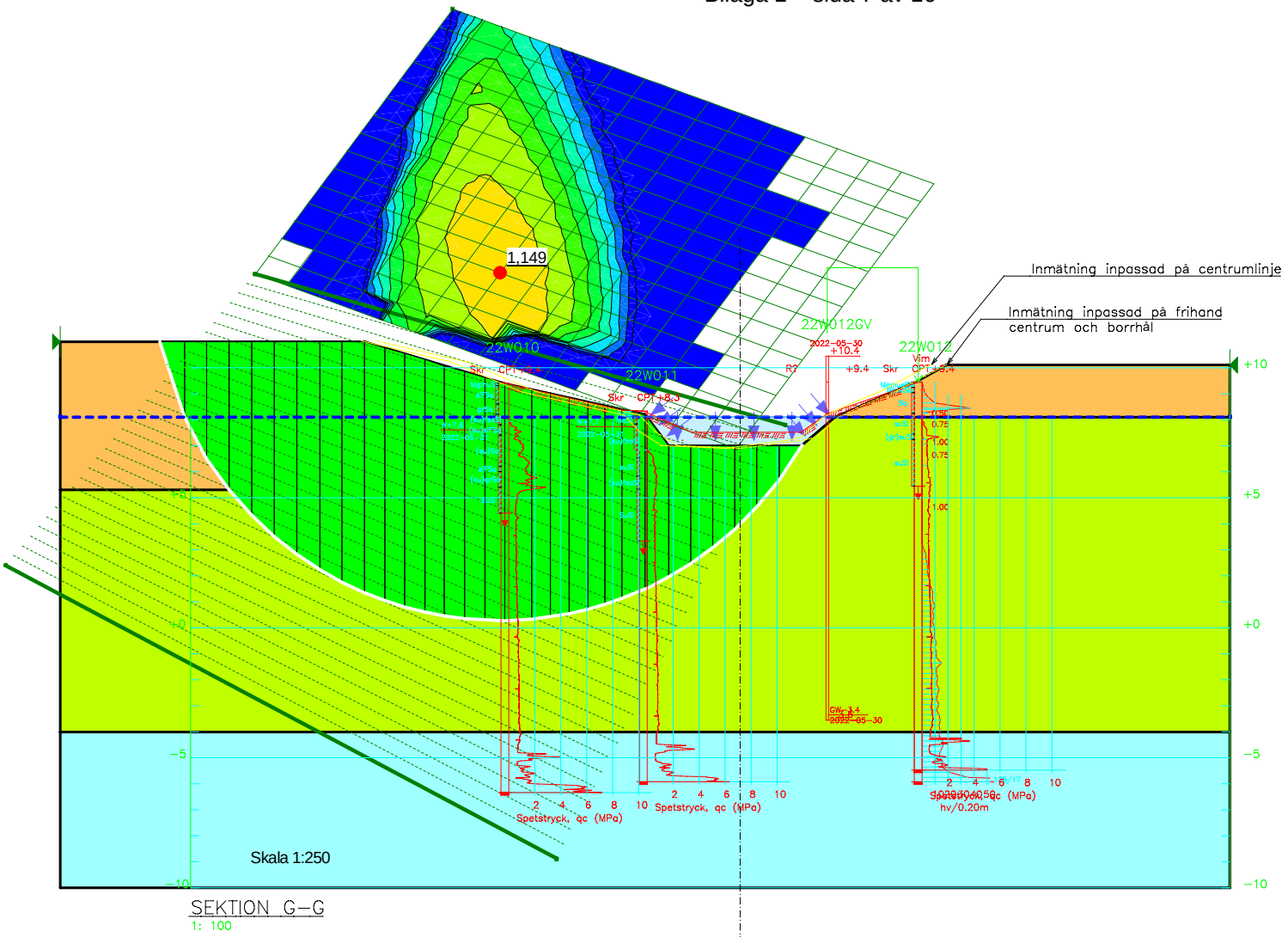
Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio
	Sand	Mohr-Coulomb	18	0	33					
	Si, suSi NO comb	Combined, S=f(depth)	17		28	0,8	0	8	0,8	0,1
	Ti	Mohr-Coulomb	20	0	40					

Släntstabilitetsberäkning (totalsäkerhetsanalys)
Förstudie åtgärdsval Tvärån

Sektion G-G

Kombinerad analys

2022-12-22
HR



Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)
	Sand	Mohr-Coulomb	18			0	33
	Si, suSi NO undr	S=f(depth)	17	8	0,8		
	Ti	Mohr-Coulomb	20			0	40

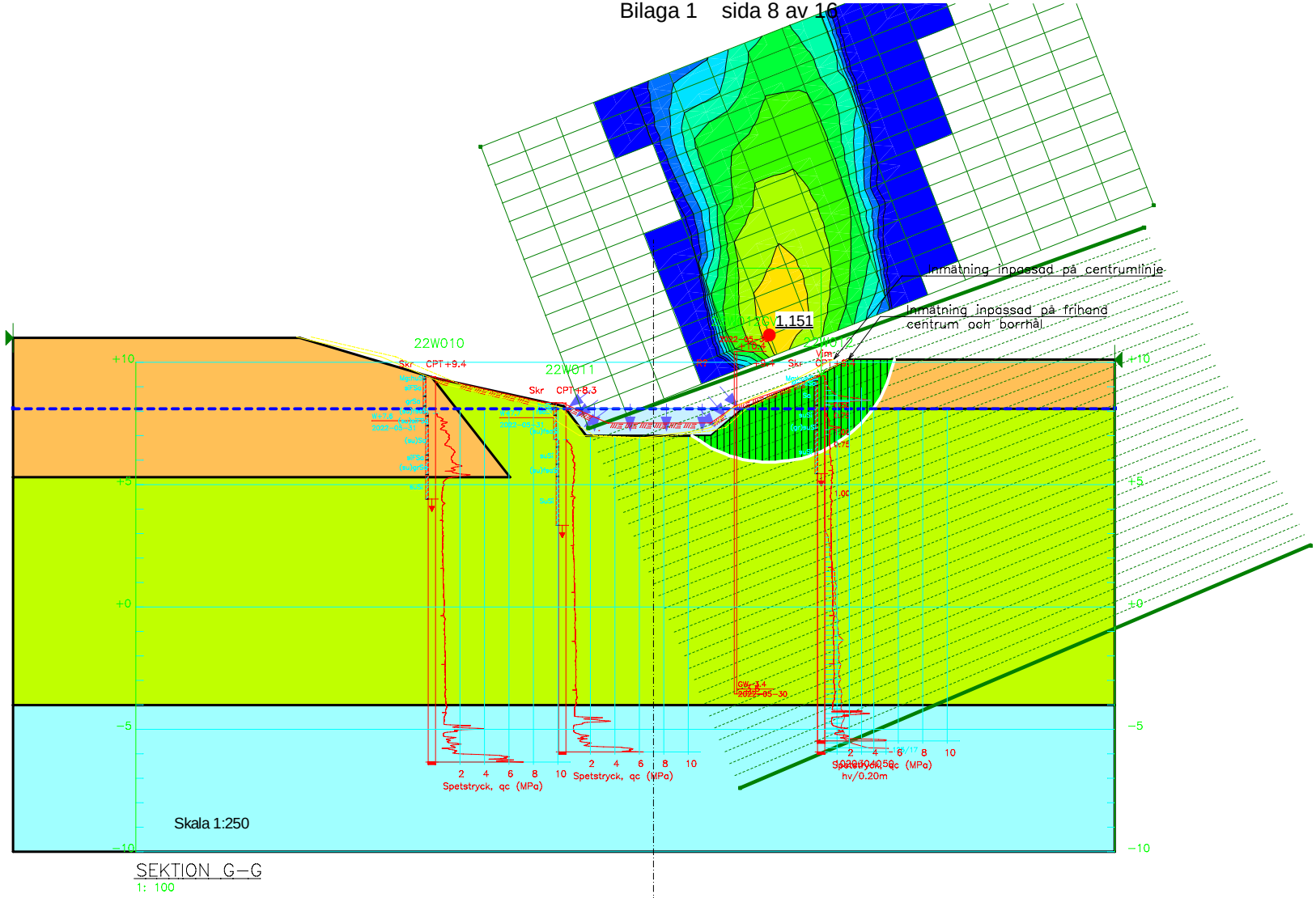
Släntstabilitetsberäkning (totalsäkerhetsanalys)
Förstudie åtgärdsval Tvärån

Sektion G-G

Odränerad analys

2022-12-22
HR

Beräkning
4a



Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)
	Sand	Mohr-Coulomb	18			0	33
	Si, suSi NO undr	S=f(depth)	17	8	0,8		
	Ti	Mohr-Coulomb	20			0	40

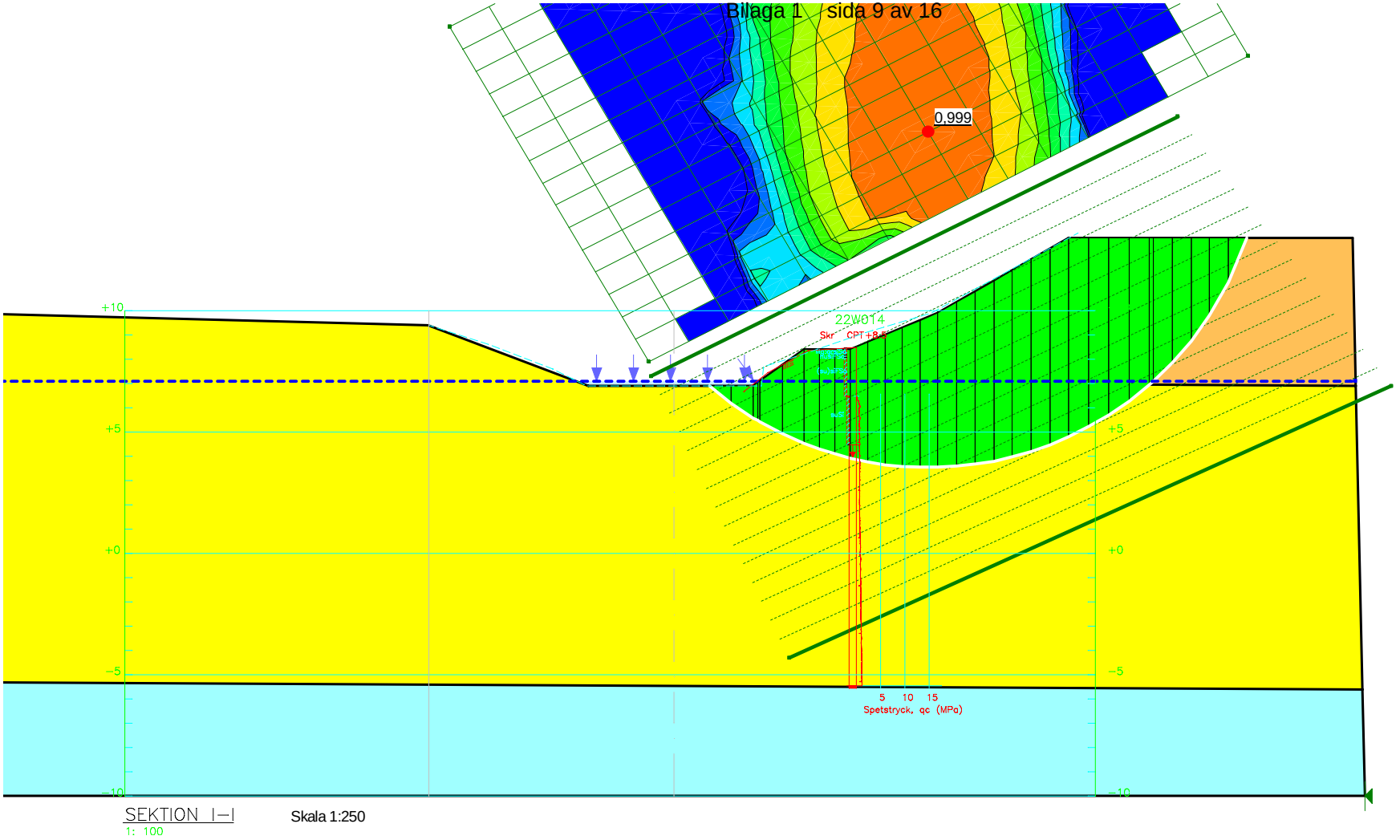
Släntstabilitetsberäkning (totalsäkerhetsanalys)
Förstudie åtgärdsval Tvärån

Sektion G-G

Odränerad analys

2022-12-22
HR

Beräkning
4b



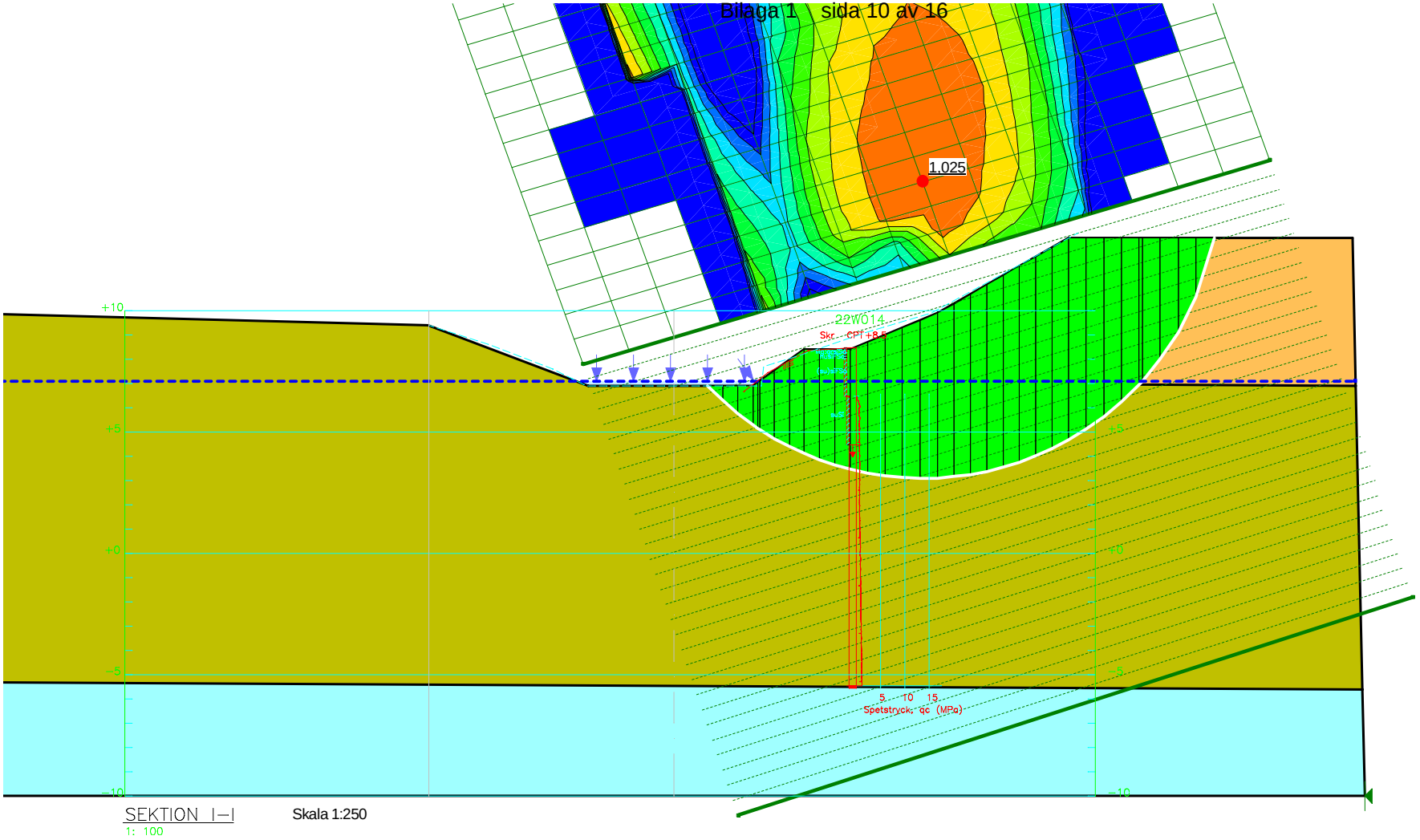
Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio
	Sand	Mohr-Coulomb	18	0	33					
	Si, suSi SÖ comb	Combined, S=f(depth)	17		29	1,2	0	12	2	0,1
	Ti	Mohr-Coulomb	20	0	40					

Släntstabilitetsberäkning (totalsäkerhetsanalys)
Förstudie åtgärdsval Tvärån

Sektion I-I

Kombinerad analys

2022-12-22
HR



SEKTION I–I
1: 100

Skala 1:250

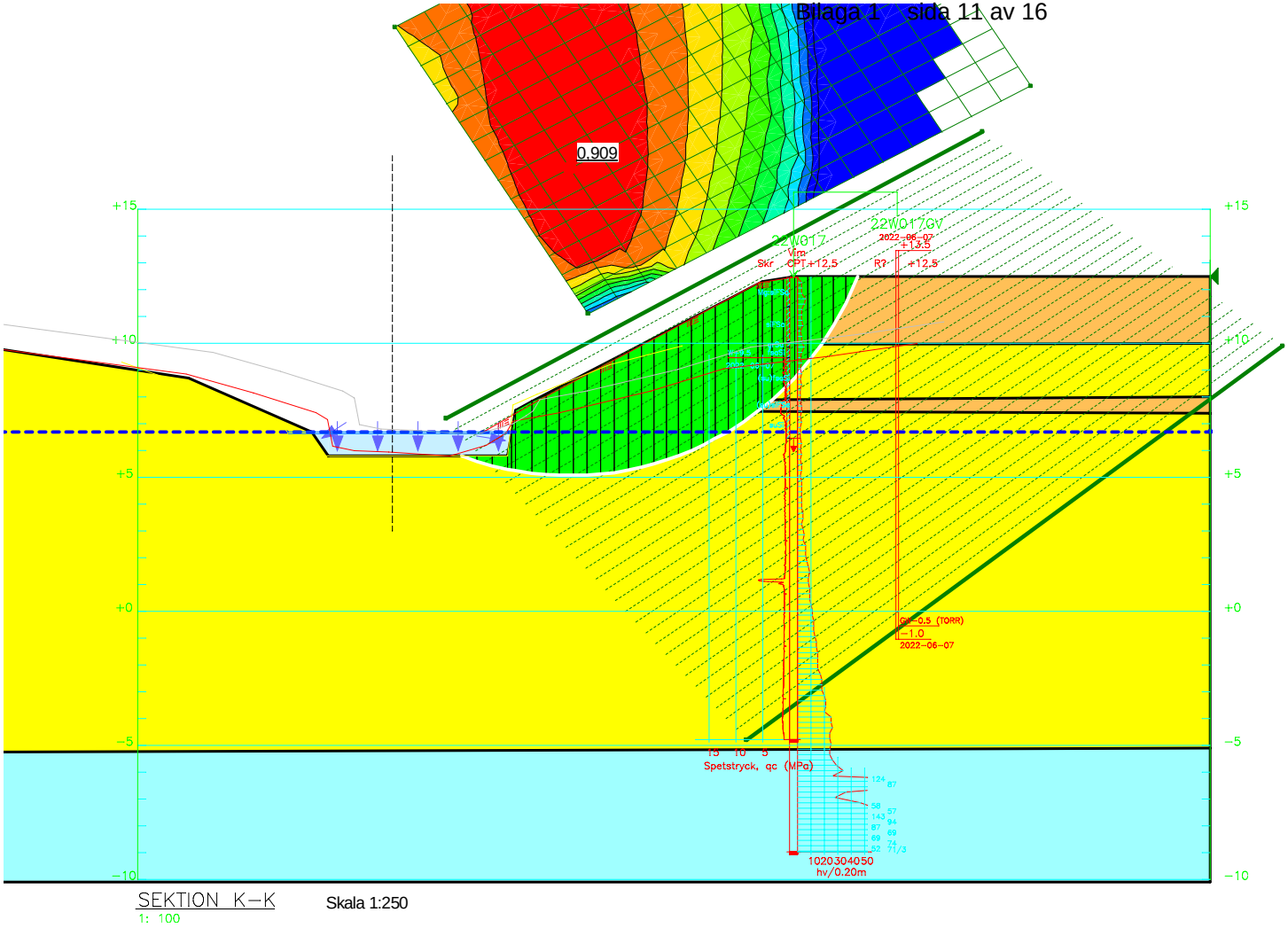
Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)
	Sand	Mohr-Coulomb	18			0	33
	Si, suSi SÖ undr	S=f(depth)	17	12	2		
	Ti	Mohr-Coulomb	20			0	40

Släntstabilitetsberäkning (totalsäkerhetsanalys)
Förstudie åtgärdsval Tvärån

Sektion I-I

Odränerad analys

2022-12-22
HR



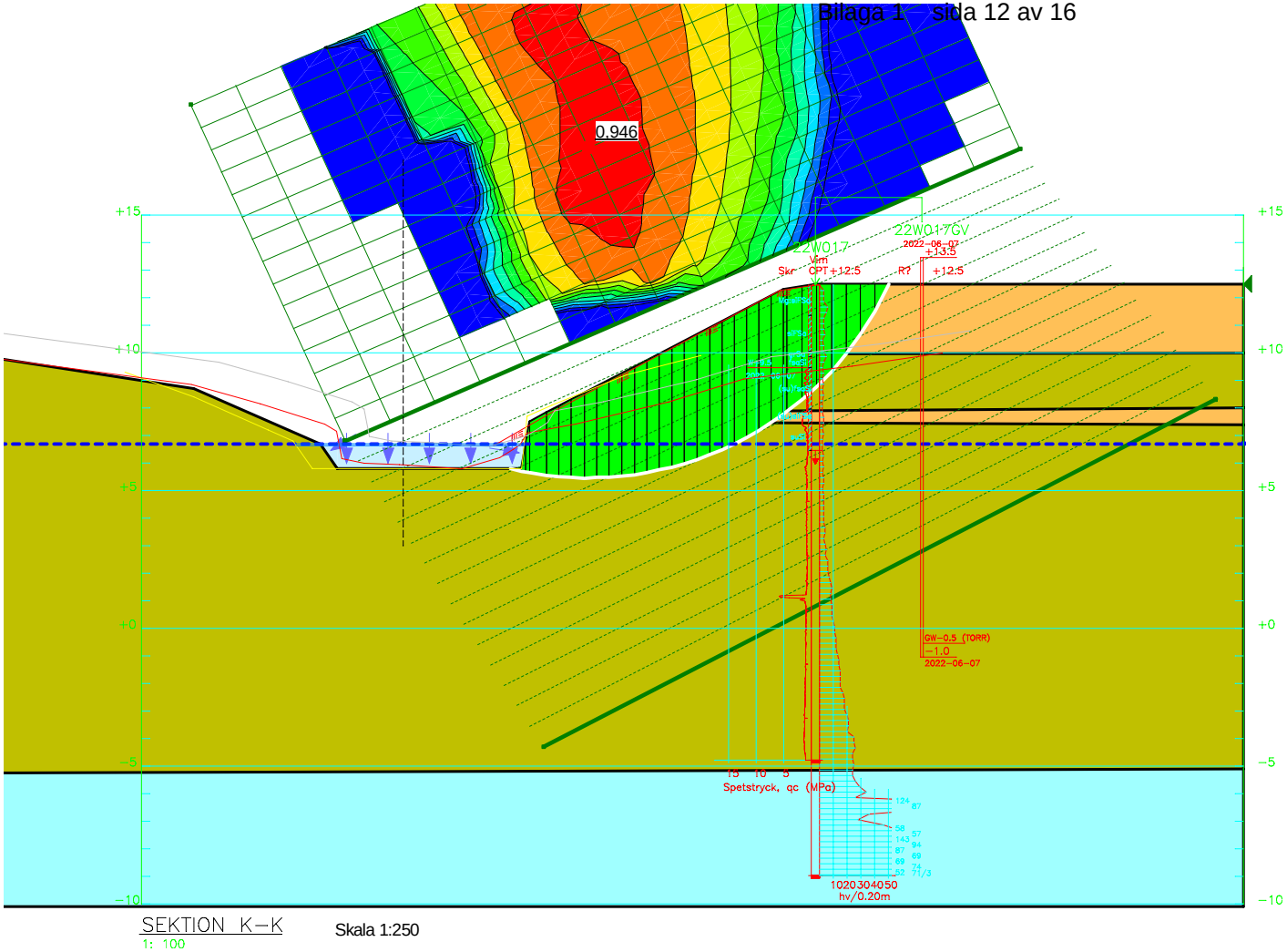
Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio
	Sand	Mohr-Coulomb	18	0	33					
	Si, suSi SÖ comb	Combined, S=f(depth)	17		29	1,2	0	12	2	0,1
	Ti	Mohr-Coulomb	20	0	40					

Släntstabilitetsberäkning (totalsäkerhetsanalys)
Förstudie åtgärdsval Tvärån

Sektion K-K

Kombinerad analys

2022-12-22
HR



SEKTION K–K
1: 100

Skala 1:250

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)
	Sand	Mohr-Coulomb	18			0	33
	Si, suSi SÖ undr	S=f(depth)	17	12	2		
	Ti	Mohr-Coulomb	20			0	40

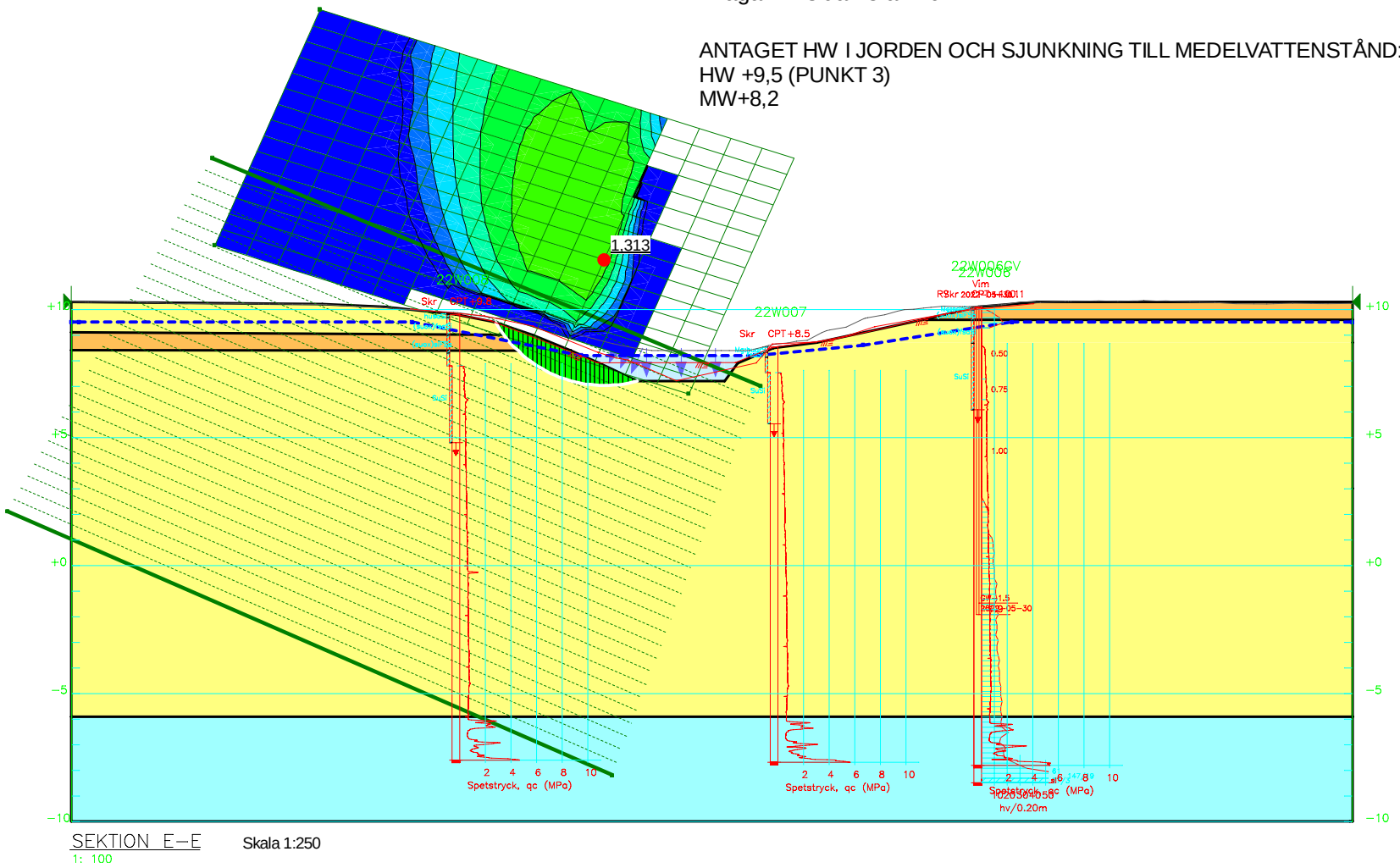
Släntstabilitetsberäkning (totalsäkerhetsanalys)
Förstudie åtgärdsval Tvärån

Sektion K-K

Odränerad analys

2022-12-22
HR

ANTAGET HW I JORDEN OCH SJUNKNING TILL MEDELVATTENSTÅND:
HW +9,5 (PUNKT 3)
MW+8,2



SEKTION E–E
1: 100

Skala 1:250

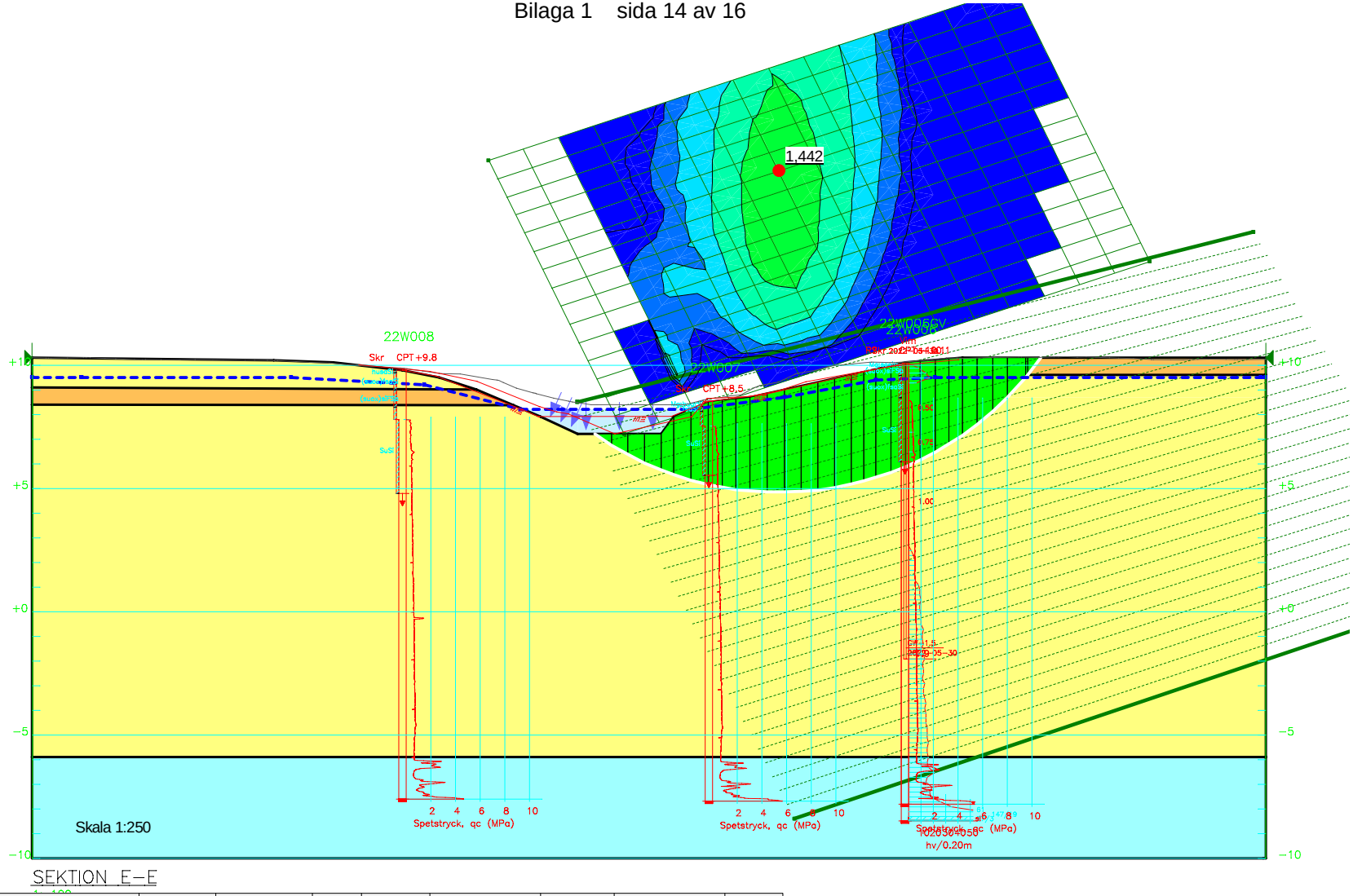
Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio
	Sand	Mohr-Coulomb	18	0	33					
	Si, suSi NO comb	Combined, S=f(depth)	17		28	0,8	0	8	0,8	0,1
	Ti	Mohr-Coulomb	20	0	40					

Släntstabilitetsberäkning (totalsäkerhetsanalys)
Förstudie åtgärdsval Tvärån

Sektion E-E, HW50

Kombinerad analys

2022-12-22
HR



SEKTION E–E

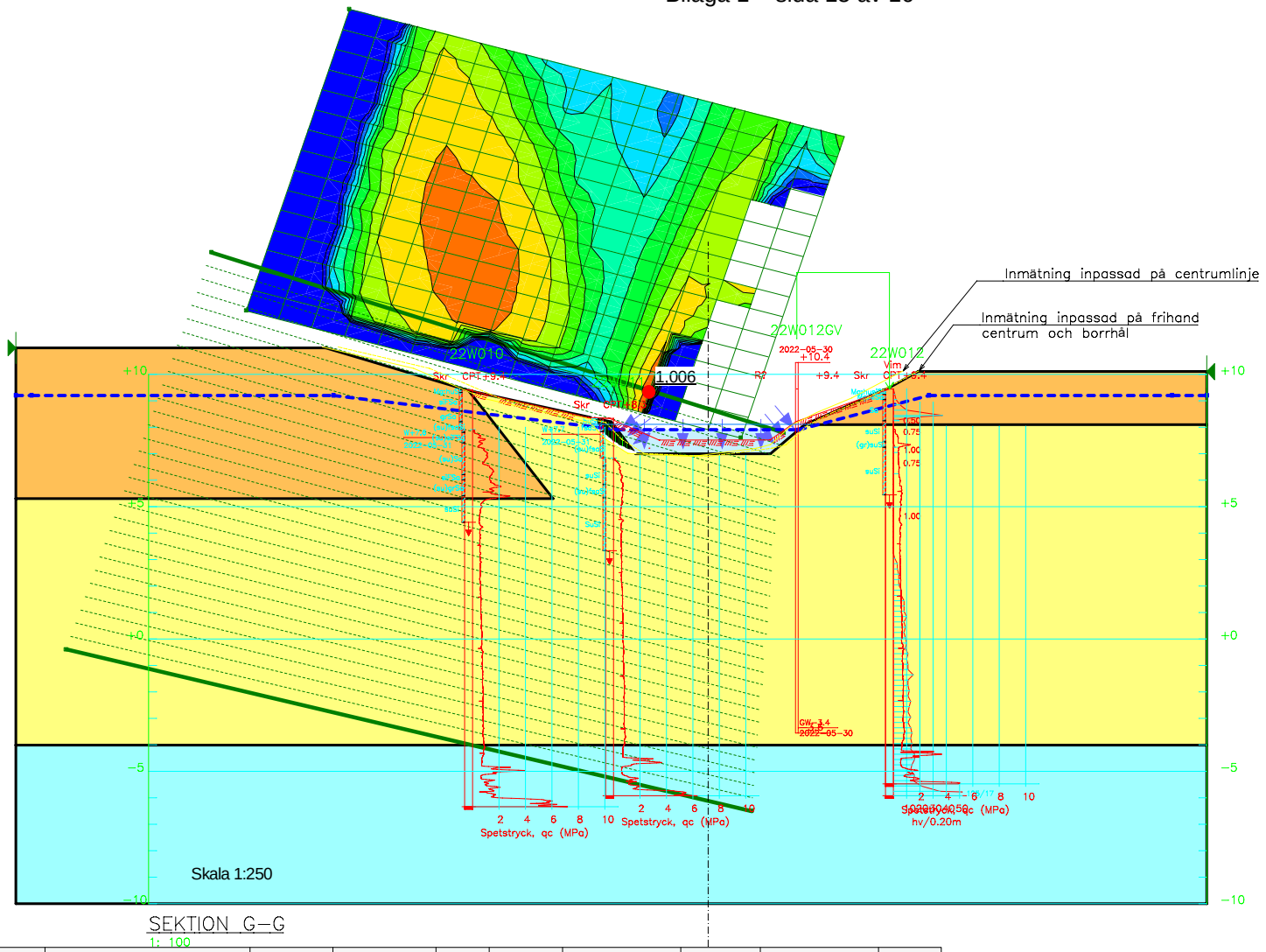
Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio
	Sand	Mohr-Coulomb	18	0	33					
	Si, suSi NO comb	Combined, S=f(depth)	17		28	0,8	0	8	0,8	0,1
	Ti	Mohr-Coulomb	20	0	40					

Släntstabilitetsberäkning (totalsäkerhetsanalys)
Förstudie åtgärdsval Tvärån

Sektion E-E, HW50

Kombinerad analys

2022-12-22
HR



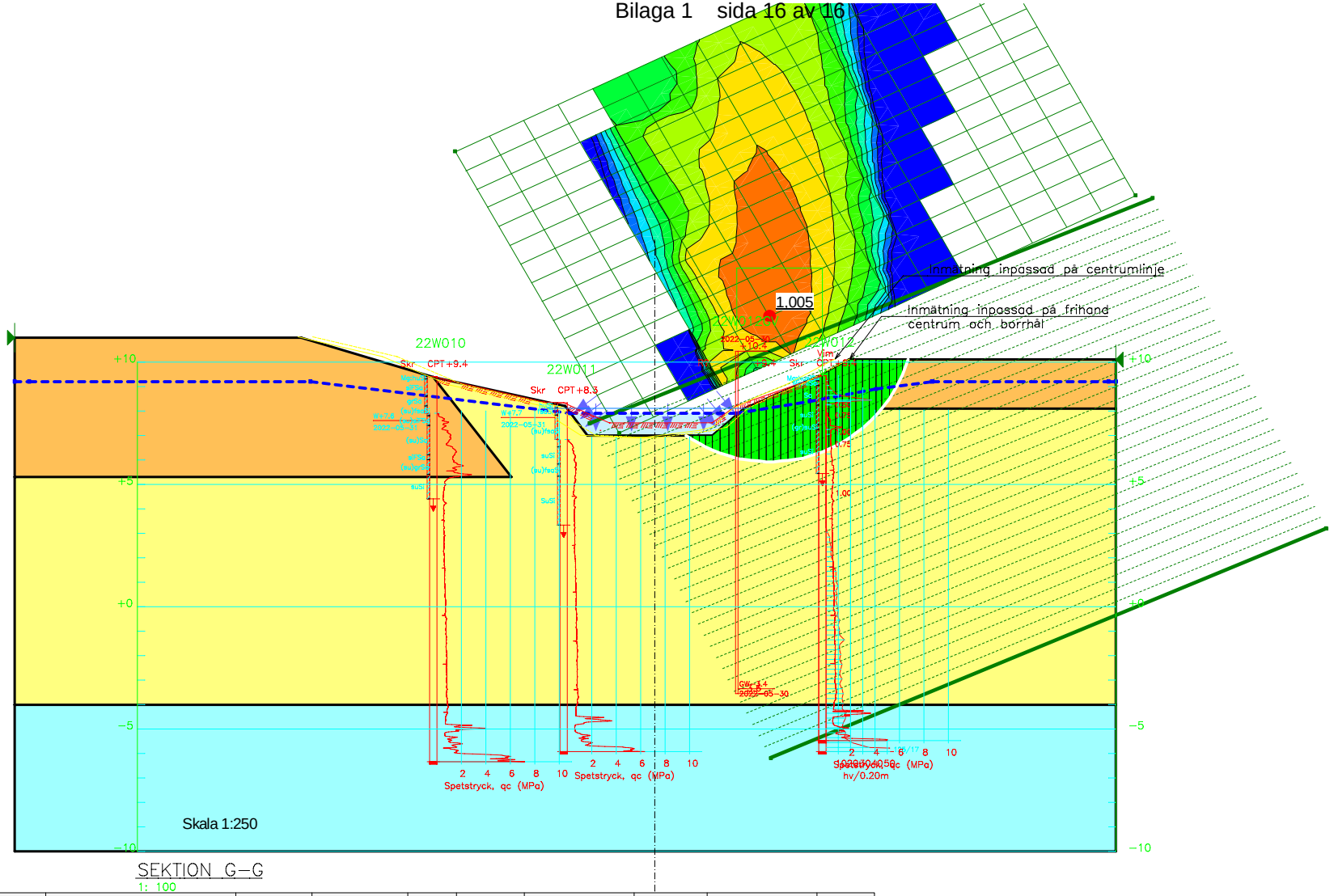
Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio
	Sand	Mohr-Coulomb	18	0	33					
	Si, suSi NO comb	Combined, S=f(depth)	17		28	0,8	0	8	0,8	0,1
	Ti	Mohr-Coulomb	20	0	40					

Släntstabilitetsberäkning (totalsäkerhetsanalys)
Förstudie åtgärdsval Tvärån

Sektion G-G, HW50

Kombinerad analys

2022-12-22
HR



SEKTION G–G
1: 100

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio
	Sand	Mohr-Coulomb	18	0	33					
	Si, suSi NO comb	Combined, S=f(depth)	17		28	0,8	0	8	0,8	0,1
	Ti	Mohr-Coulomb	20	0	40					

Släntstabilitetsberäkning (totalsäkerhetsanalys)
Förstudie åtgärdsval Tvärån

Sektion G-G, HW50

Kombinerad analys

2022-12-22
HR

FÖRSTUDIE ÅTGÄRDSVAL TVÄRÅN

HYDROGEOLOGI



2024-06-14

FÖRSTUDIE ÅTGÄRDSVAL TVÄRÅN

HYDROGEOLOGI

Uppdragsnamn	Förstudie åtgärdsval Tvärån - Hydrogeologi
Uppdragsnummer	10337804
Författare	Xegai Mengestab
Datum	2023-02-09
Ändringsdatum	2024-06-14
Granskad av	Åsa Kristofferson
Godkänd av	Maja Skotte

KUND

Umeå kommun

KONSULT

WSP

121 88 Stockholm-Globen
Besök: Arenavägen 7
Tel: +46 10-722 50 00
WSP Sverige AB
Org nr: 556057-4880
wsp.com

KONTAKTPERSONER

Maja Skotte, Uppdragsansvarig
Tel: +46 10-722 50 00
E-post: Besök: Arenavägen 7

Xegai Mengestab, Hydrogeolog
Besök: Arenavägen 7
Tel: +46 10-722 50 00
E-post: xegai.mengestab@wsp.com

INNEHÅLL

1 Inledning 4

2 Syfte 4

3 Områdesbeskrivning 5

3.1 Topografi 6

3.2 Geologi 7

3.2.1 Jordarter 7

3.2.2 Jorddjup 9

3.2.3 Sulfatjord 9

3.2.4 Hydrogeologi 11

4 Beräkningsmedtodik 14

4.1 Förutsättningar för åtgärder 14

4.1.1 Schaktfri mikrotunnel 14

4.1.2 Fördjupning av Tvärån 14

4.1.3 Hybridalternativ 15

4.1.4 Ny våtmark och mikrotunnel 17

4.2 Vattenbalans 18

4.3 Grundvattenbildning 19

4.4 överslagsberäkningar 19

5 Bedömning av påverkansområde 20

5.1.1 Fördjupning av Tvärån 20

5.1.2 Hybridalternativ 21

6 Skyddsobjekt 23

7 Slutsats 23

7.1 Rekommendation 25

8 REFERENSER 25

1 INLEDNING

WSP Sverige AB har på uppdrag av Umeå Kommun, utfört en hydrogeologisk undersökning inför projektering av åtgärdsalternativ som kan vidtas för att minska risken för översvämningar av Tvärån vid bostadsområdet Rödäng samt Västerslätt norr om E12, se figur 1–1.



Figur 1.1.Aktuell fåra för Tvärån och Umeälven (bakgrundskarta Lantmäteriet, 2022).

2 SYFTE

Tvärån är föremål för åtgärder i syfte att minska riskerna för översvämning vid hög naturmarksavrinning och skyfall. Detta med fokus på bostadsområdena Västerslätt och Rödäng. Fyra olika åtgärdsförslag för att minska översvämningsproblematiken har utretts.

Den hydrogeologiska utredningen omfattar beskrivning av hydrogeologiska förhållanden samt en översiktlig teoretisk analytisk beräkning av influensområde och påverkansområde under driftskede till följd av vald åtgärd. För vissa åtgärdsalternativ utreds även grundvattenpåverkan under byggskede.

2.1 UTREDDA ALTERNATIV

Då den hydrogeologiska utredningen genomfördes var åtgärdsförslagen dimensionerade för ett lägre flöde än vad som slutligen dimensionerades för. Utformningen av åtgärderna har därmed ändrats sedan utredningen utfördes. Följande alternativ har utretts i ett tidigt skede:

Ny utloppstunnel

Leda vatten från Tvärån strax uppströms Rödäng till nedre delen av Tvärån alternativt till Umeälven genom mikrotunnel. Grundvattenpåverkan under bygg- och driftskede utreds.

Fördjupning av ån

Tväråns botten sänkts mellan Industrivägen och fram till bro 2480-66-1 med 1 m på första sträckan (ca 800 m) och 2 m på andra sträckan (ca 1200 m). Enligt resultat av modellering (WSP, 2022) innebär åtgärden en sänkning av vattenståndet med 0,8-1,2 m. Grundvattenpåverkan under driftskede utreds.

Hybridalternativ

- **Sandåkersgatan 1:** Fördjupa botten på Tvärån med 1 meter ca 800 meter från Industrivägen till Blå vägen. Mikrotunnel från Tvärån strax uppströms Blå vägen till nedre delen av Tvärån alternativt till Umeälven. Grundvattenpåverkan under driftskede utreds.
- **Sandåkersgatan 2:** Kombination av ledningsschakt och mikrotunnel. Grundvattenpåverkan under byggskede utreds.

Ny utloppstunnel med våtmark

Anläggande av våtmark som ett fördröjningsmagasin mellan Rödberget och Tvärån. Från våtmarken leds vattnet söderut till nedre delen av Tvärån alternativt till Umeälven. Grundvattenpåverkan under bygg- och driftskede utreds.

2.2 SLUTGILTIGA ALTERNATIV

Efter den tidigare utredningen har åtgärdernas utformning reviderats för att hantera ett högre flöde än vad som initialt beräknades. Dessa åtgärder har inte inkluderats i den hydrogeologiska utredningen.

De åtgärdsalternativ som föreslås för vidare utredning är:

Fördjupning av ån

Fördjupning av botten i Tvärån med 2 m längs totalt ca 2 km av ån (mellan Industrivägen och bron i närheten av gång- och cykelbron vid södra Kvarnvägen). För full kapacitet krävs att ån kontinuerligt rensas med avseende på vegetation.

Ny utloppstunnel

Kulvert (2600 mm innerdiameter) som avleder högflödestoppar från Tvärån till Umeälven. Alternativet har delats upp i två delalternativ för att möjliggöra jämförelse av olika tunneldragningar.

- **Ny utloppstunnel Grisbacka/Hartvigsgatan:** Kulvert med ett inlopp från Tvärån strax uppströms Rödäng. Sträcker sig över Grisbacka eller Hartvigsgatan till Umeälven.
- **Ny utloppstunnel Sandåkersgatan 2:** Kulvert med två inlopp från Tvärån, ett strax uppströms Rödäng och ett strax nedströms Rödäng. Sträcker sig via Sandåkersgatan, under Tvärån, till Umeälven.

Ny utloppstunnel med våtmark

Anläggande av våtmark som ett fördröjningsmagasin mellan Rödberget och Tvärån. Från våtmarken leds en 2600 mm kulvert söderut till Umeälven, som avleder högflödestoppar.

Sandåkersgatan 1

Kombination av *Ny utloppstunnel* och *Fördjupning av ån*. Fördjupning av botten i Tvärån med 2 m längs totalt ca 2 km av ån (mellan Industrivägen och bron i närheten av gång- och cykelbron vid södra Kvarnvägen). Kulvert (2600 mm innerdiameter) från Tvärån strax uppströms Blå vägen till Umeälven.

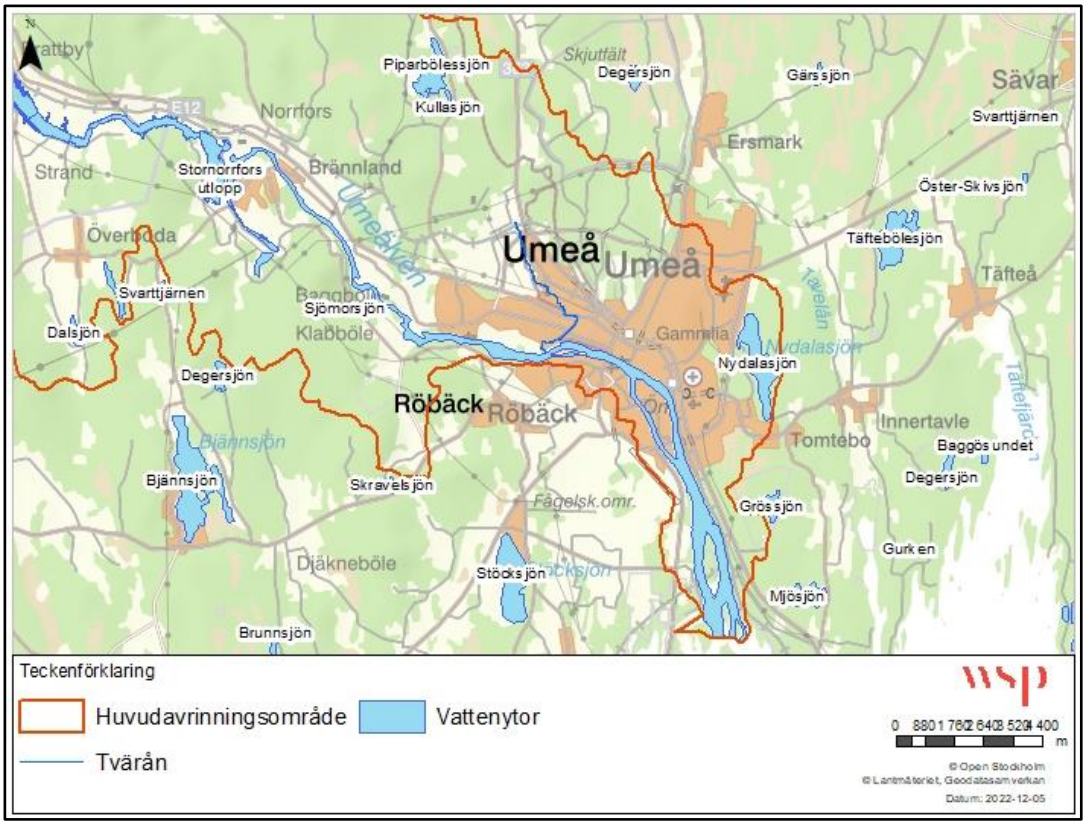
3 OMRÅDESBESKRIVNING

Tvärån utgörs av två vattenförekomster som är 5 km respektive 7 km långa och tillhör huvudavrinningsområdet Umeälven (SE28000) (VISS, 2022). Övre delen av Tvärån utgörs av Kullabäcken som avrinner från Piparbölessjön (SE709505-171338). Kullabäcken övergår till Tvärån (Västerslätt, Umeå) i

höjd med Forslunda. Klockarbäcken (SE709169-171568) mynnar i Tvärån i höjd med Västerslätts återvinningsanläggning. Den delen av Tvärån som berörs av denna utredning är 2 km norr om där Tvärån mynnar ut i Umeälven (Figur 3.1).

Avrinningsområdet består mestadels av skogsmark, men i de områden som ligger nedströms i avrinningsområdet är miljön urban och består av exploaterad mark med stor del hårdgjorda ytor. De övre delarna av Tvärån har en slingrande karaktär, medan de nedre delarna av Tvärån är utdikade och har bitvis dikeskaraktär. Längst söderut vid mynningen i älven går ån som i en ravin. Dikesföretag förekommer på en sträcka i Tvärån (Grubbe – Västerhiske dikningsföretag 1932) samt i biflöden.

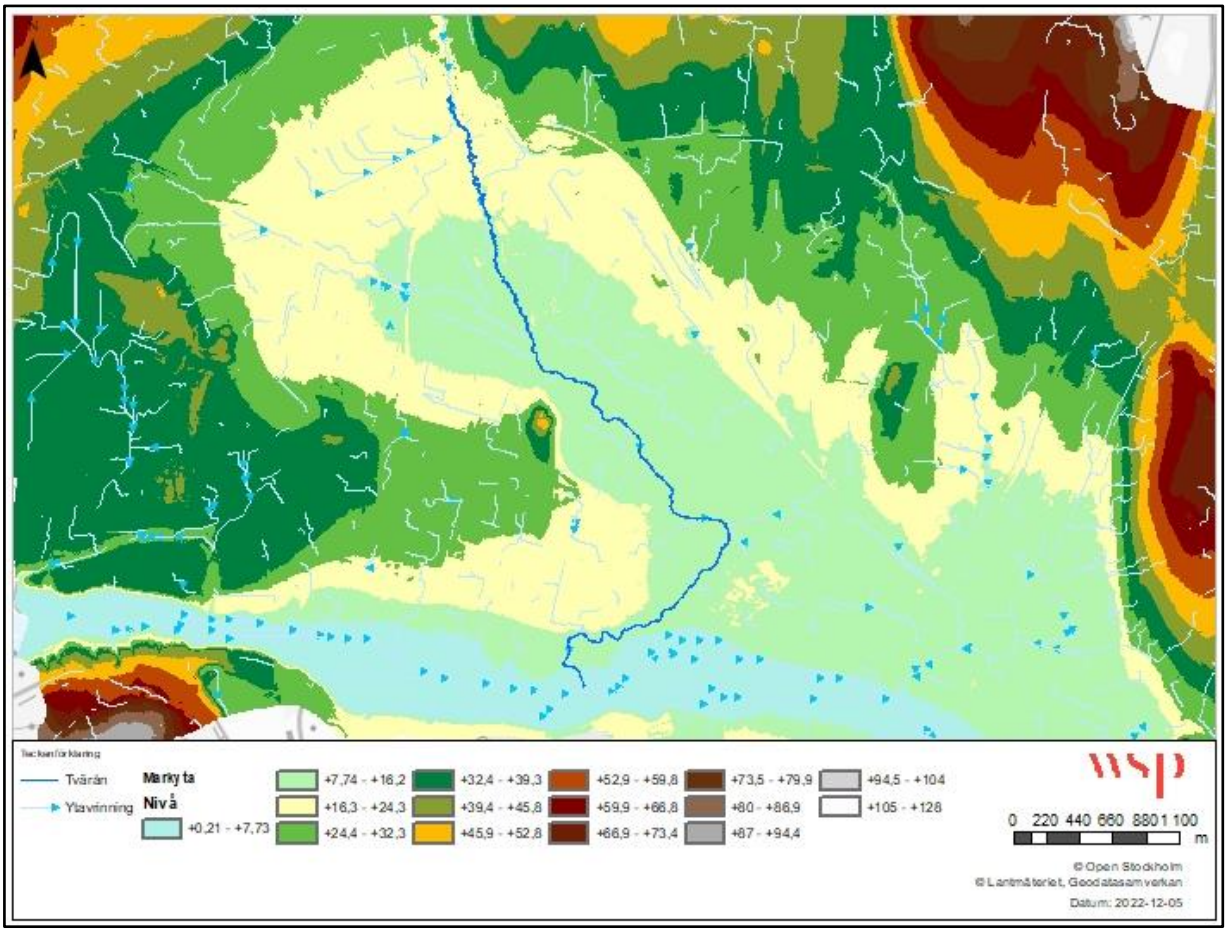
Tvärån är, till skillnad från flera andra av stadens vattendrag, inte kulverterad, utan flyter till största del öppet genom bebyggelsen i stadens västra delar. Vattendraget utgör tillsammans med omgivande park- och naturmiljöer ett attraktivt rekreationsstråk som lockar besökare från hela Umeå.



Figur 3.1 Översiktskarta huvudavrinningsområde, Tvärån och vattenytor. (Lantmäteriet 2022a).

3.1 TOPOGRAFI

Topografin inom Tväråns avrinningsområde är till största del relativt flackt. I höjdområdena som avgränsar avrinningsområdet är marknivån cirka +30 till +40, medan det i dalgången ligger marknivån mellan +25 och ±0 närmast mynningen till Umeälven, se Figur 3.2 (Lantmäteriet 2022).



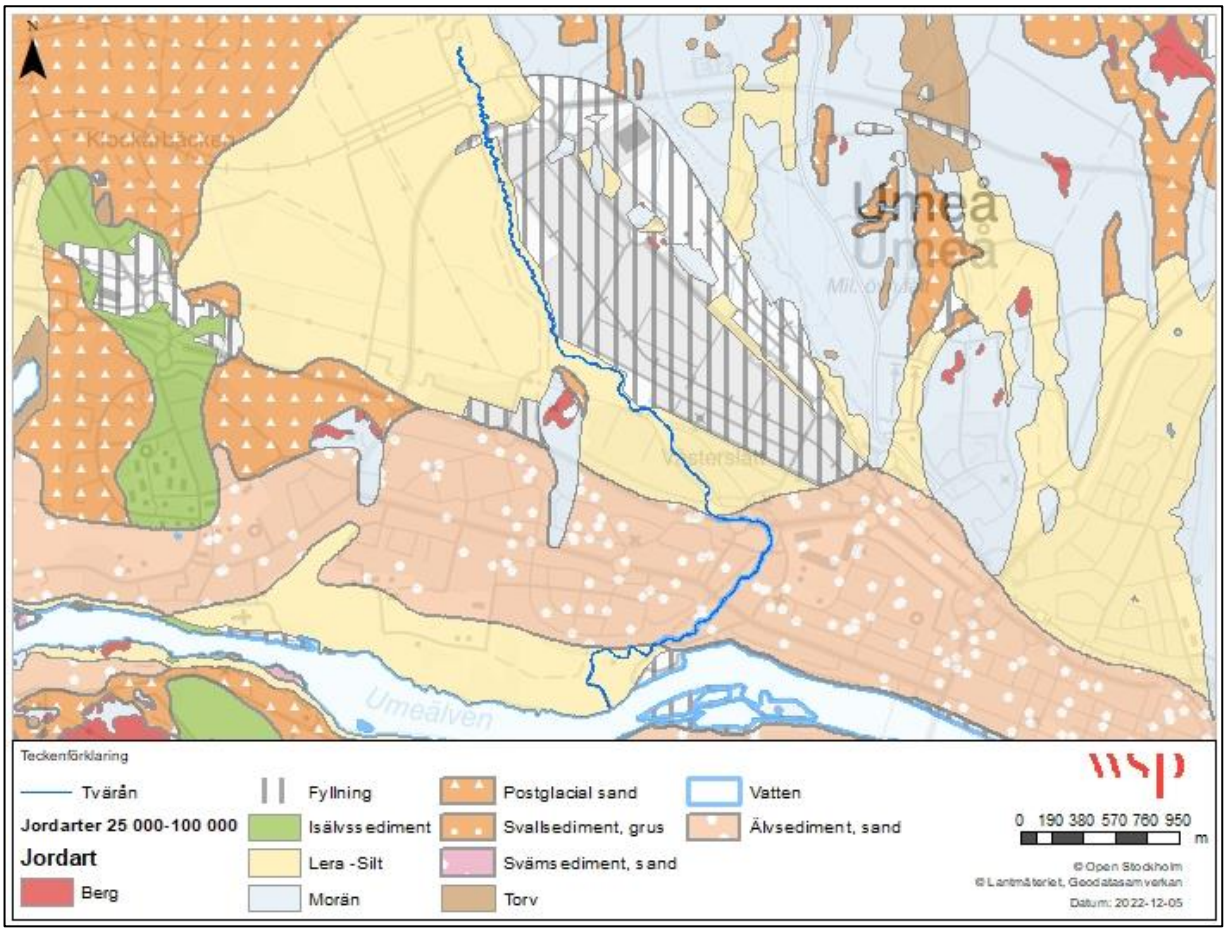
Figur 3.2. Höjdmodell som visar topografin (Lantmäteriet 2022) i området samt Tvärån och ytvattnets förmodade avrinningsvägar.

3.2 GEOLOGI

Nedan beskrivs områdets geologiska förhållanden utifrån information från SGU samt undersökningar utförda av WSP inom ramen för projektet och mätningar av vattenstånd från Umeå kommun.

3.2.1 Jordarter

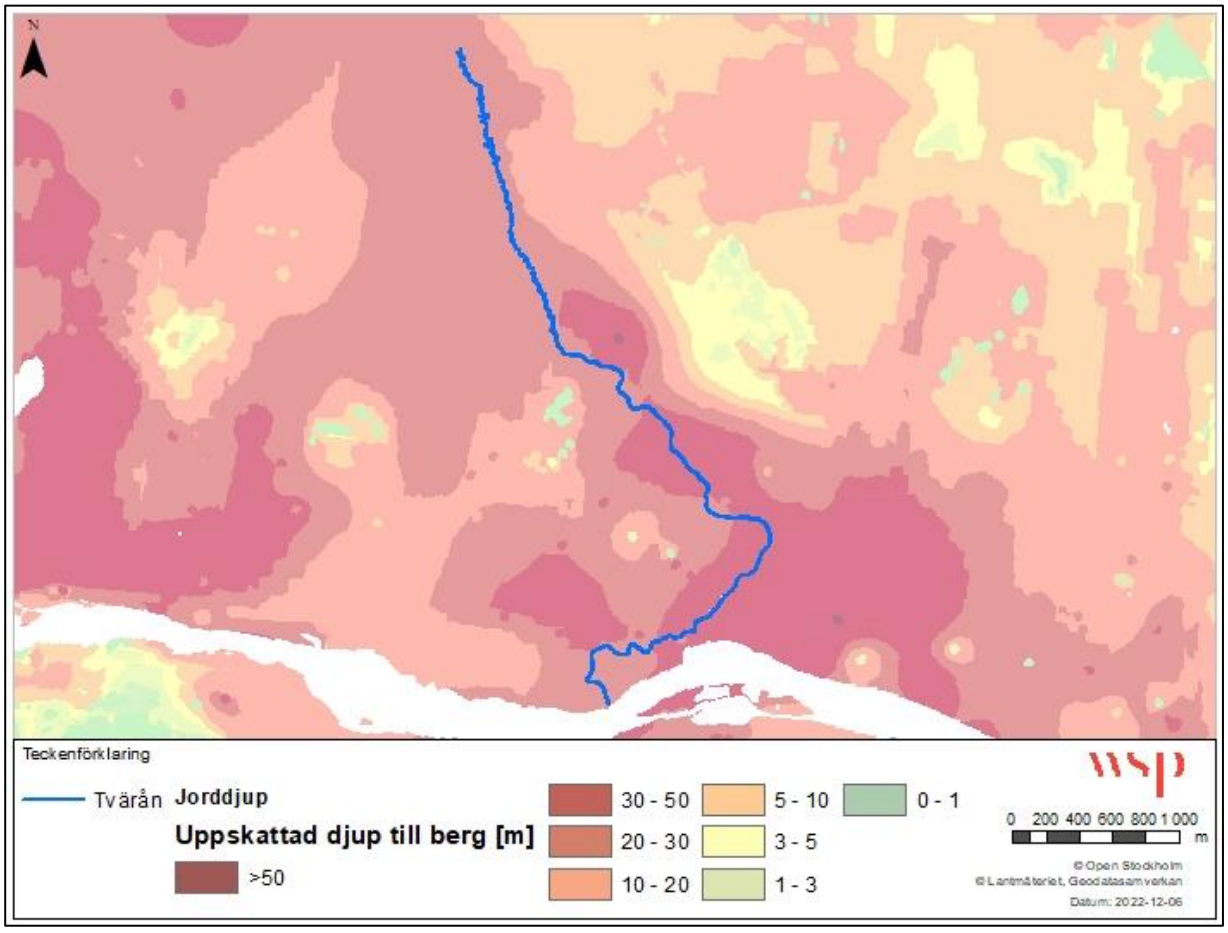
Området som ligger närmast Tvärån karaktäriseras av mäktiga ler-och silt jordar och postglacial sand som underlagras av silt och/eller lera, se Figur 3.3. I geotekniska undersökningar av området har sulfatjordar påträffats i ett flertal punkter. Öster om Tvärån finns även stora områden med fyllnadsmassor och morän.



Figur 3.3. Jordarter i närområdet (SGU 2022b

3.2.2 Jorddjup

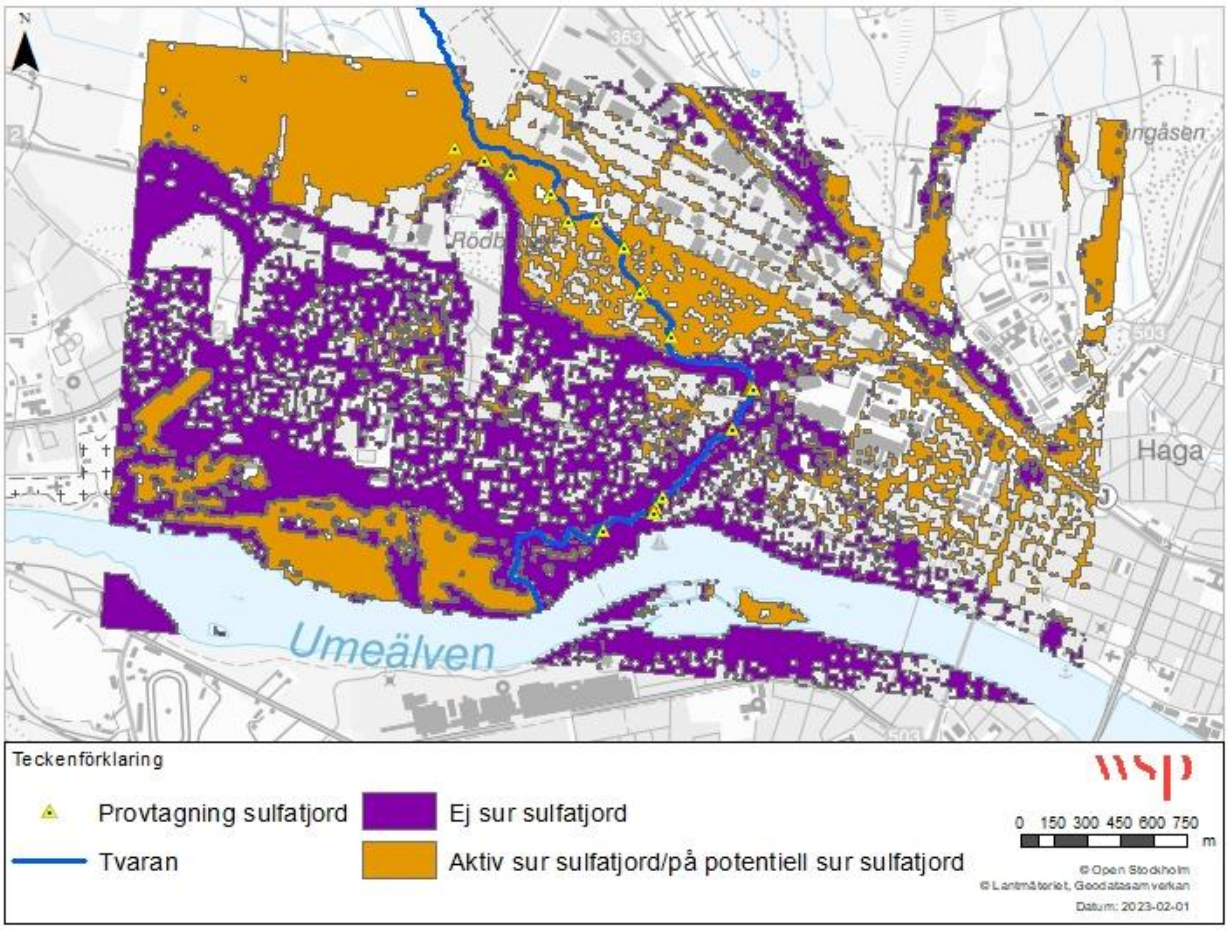
Jordarterna i området som Tvärån rinner igenom bedöms av SGU ha en mäktighet mellan 20–50 m, se Figur 3.4 (SGU 2022a). I de topografiskt högre liggande delarna av avrinningsområdet är jorddjupen cirka 3–20 m.



Figur 3.4. Jorddjup i närområdet samt Tvärån (SGU 2022a).

3.2.3 Sulfatjord

Förekomsten av sur sulfatjord har karterats av SGU (2022e) och visas i Figur 3.5.



Figur 3.5. Översiktskarta av utbredningen av områden med sulfatjord (SGU) och utförda geotekniska undersökningar 2022.

Provtagning av sur sulfatjord utfördes även inom ramen för detta projekt. Resultaten från provtagningen visade på att sur sulfatjord påträffas i många provpunkter, se Tabell 3.1.

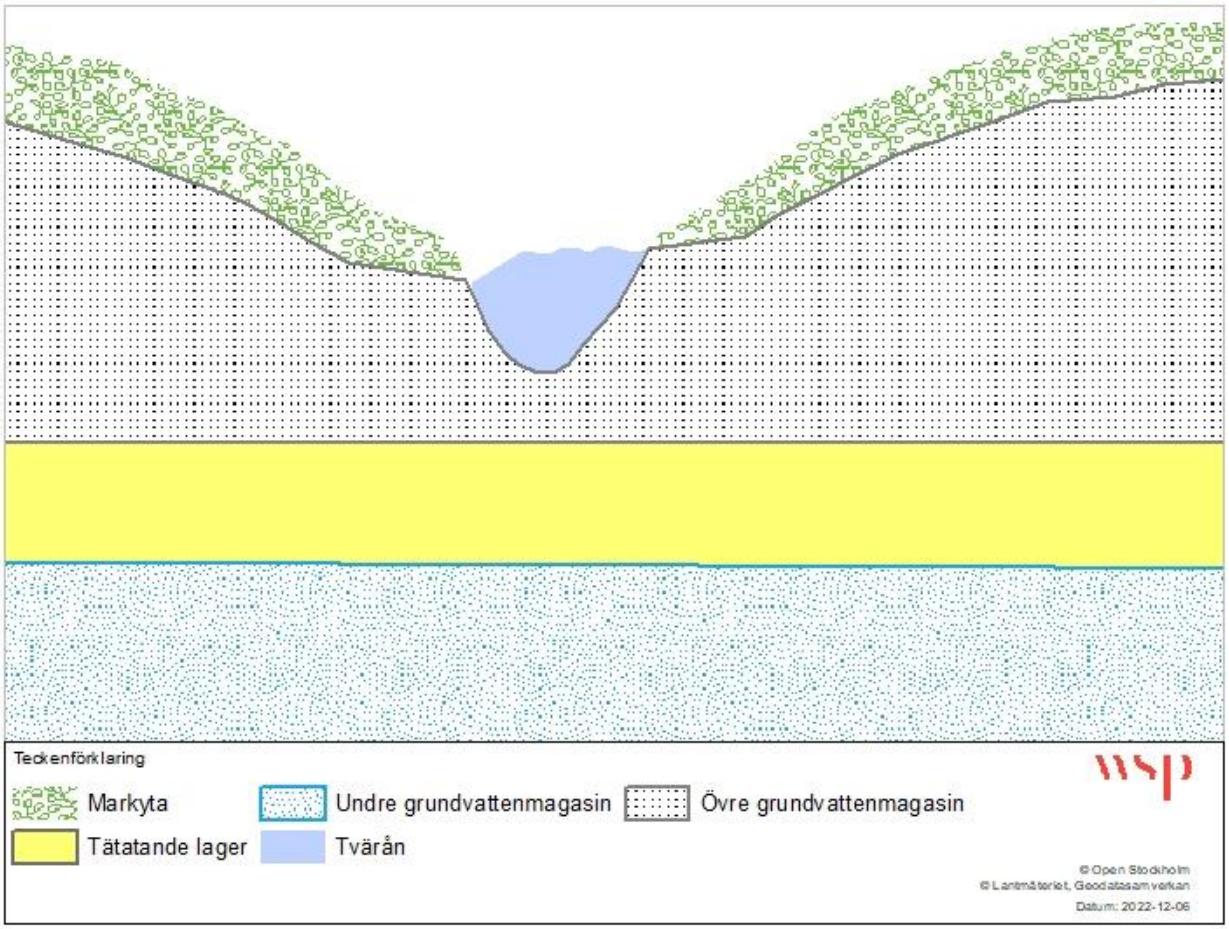
Tabell 3.1. Resultat av provpunkter, påträffad sulfatjord gulmarkerad.

Djup [m]	22W006	22W012	22W013	22W017	22W021	22W023	22W027	22W029
0								
0,1	Mg:sasiHu					Mg:husaSi		
0,2		Mg:husiSa					Mg:Gr	huSi
0,4		Mg:siSa	Mg:hugrSi					saSi
0,5	(suox)siFSa							
0,7			siFSa					
0,8					Mg:grsiSa			
1			siSa					
1,1				Mg:siFSa				
1,2		Sa			siHu			siSa
1,4	(suox)fsaSi							
1,7			CSa			Sa		
1,8							Sa	
2		suSi			suSi		fsaSi	
2,2		(gr)suSi	siFSa					fsaSi
2,4				siFSa				
2,6				grSa				
3			suSi	fsaSi	SuSi	fsaSi	(gr)siFSa	
3,5			siFSa					
3,8								SuSi
4	SuSi	suSi	suSI		clSuSi	siFSa		
4,5				(su)fsaSi			fsaSi	
5				(su)siFSa	SuSi	fsaSi		(su)Si
6				suSi			Si	SuSi

3.2.4 Hydrogeologi

Manuella mätningar av grundvattennivåer i observationsrör och inmätta nivåer av vattenstånd visar att den generella strömningsriktningen för grundvattnet är i riktning mot Tvärån. Jordlagrens mäktighet och jordlagrens sammansättning gör tolkning av var övre grundvattenmagasin slutar och var undre

grundvattenmagasin tar vid komplex. Sonderingspunkt 22W009 ligger till grund för tolkning av förhållandet mellan övre och undre grundvattenmagasin, Figur 3.6.



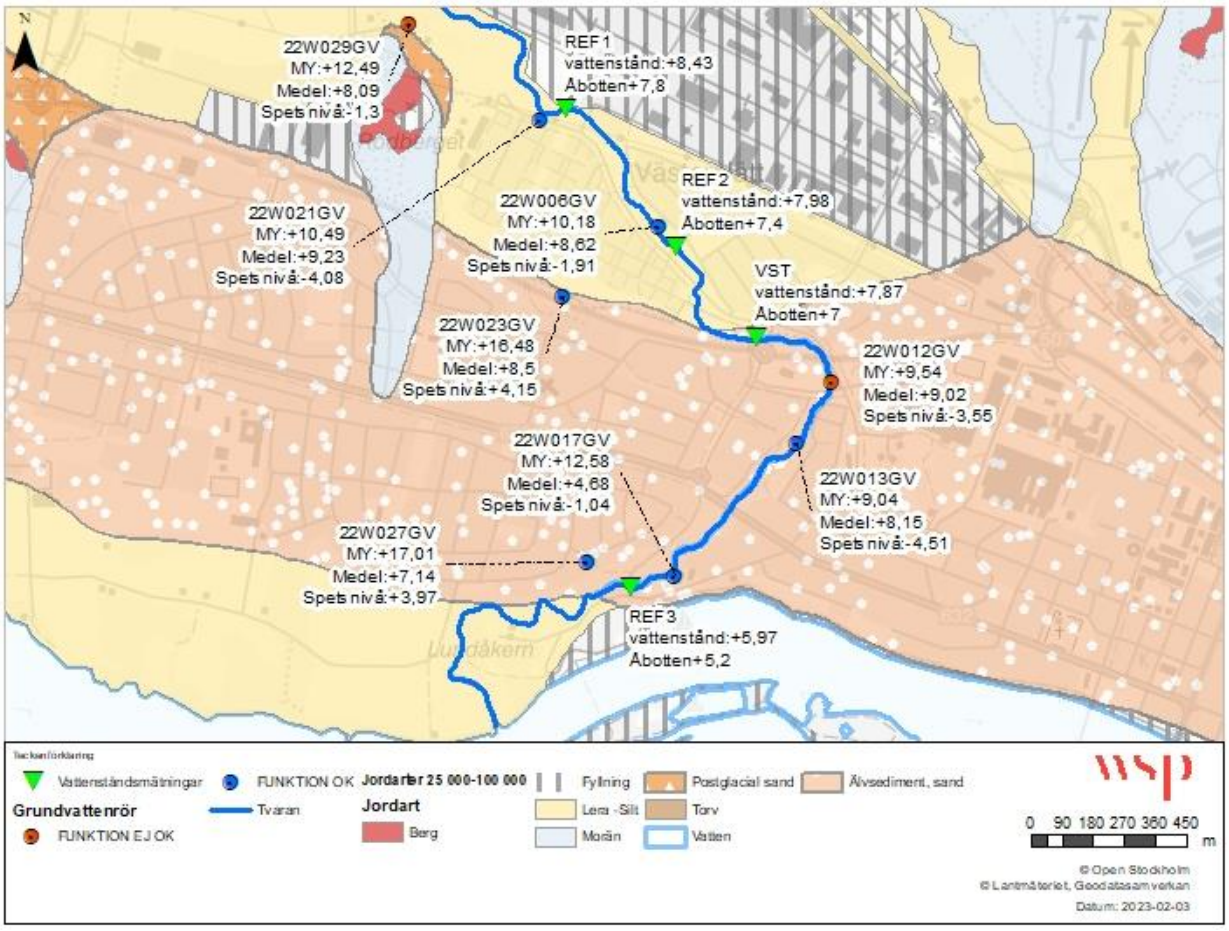
Figur 3.6. Schematisk konceptuell bild av förhållande mellan grundvattenmagasin och Tvärån i profil.

Mellan 2022-05-23 och 2022-06-03 installerades 8 grundvattenrör, se Tabell 3.2. Efter installation upptäcktes det att grundvattenrör 22W012GV och 22W029GV har dålig funktion.

Tabell 3.2. Installerade grundvattenrör längs med och i närheten av Tvärån.

ID	E	N	Z	Toppnivå	Filterlängd	Funktion
22W006GV	148737,56	7081859,84	+10,09	+10,09	0,35	OK
22W012GV	149240,01	7081409,07	+9,45	+10,45	0,35	EJ OK
22W013GV	149138,63	7081228,69	+8,50	+9,49	0,35	OK
22W017GV	148786,39	7080844,52	+12,46	+13,46	0,50	OK
22W021GV	148394,58	7082169,61	+10,42	+10,42	0,50	OK
22W023GV	148459,50	7081654,79	+16,15	+17,15	0,35	OK
22W027GV	148529,71	7080882,51	+16,97	+16,97	0,35	OK
22W029GV	148012,66	7082448,78	+12,20	+13,20	0,50	EJ OK

I kartan (Figur 3.7) visas lägen och medelnivåer för grundvattenrör och punkter för vattenståndsmätningar.



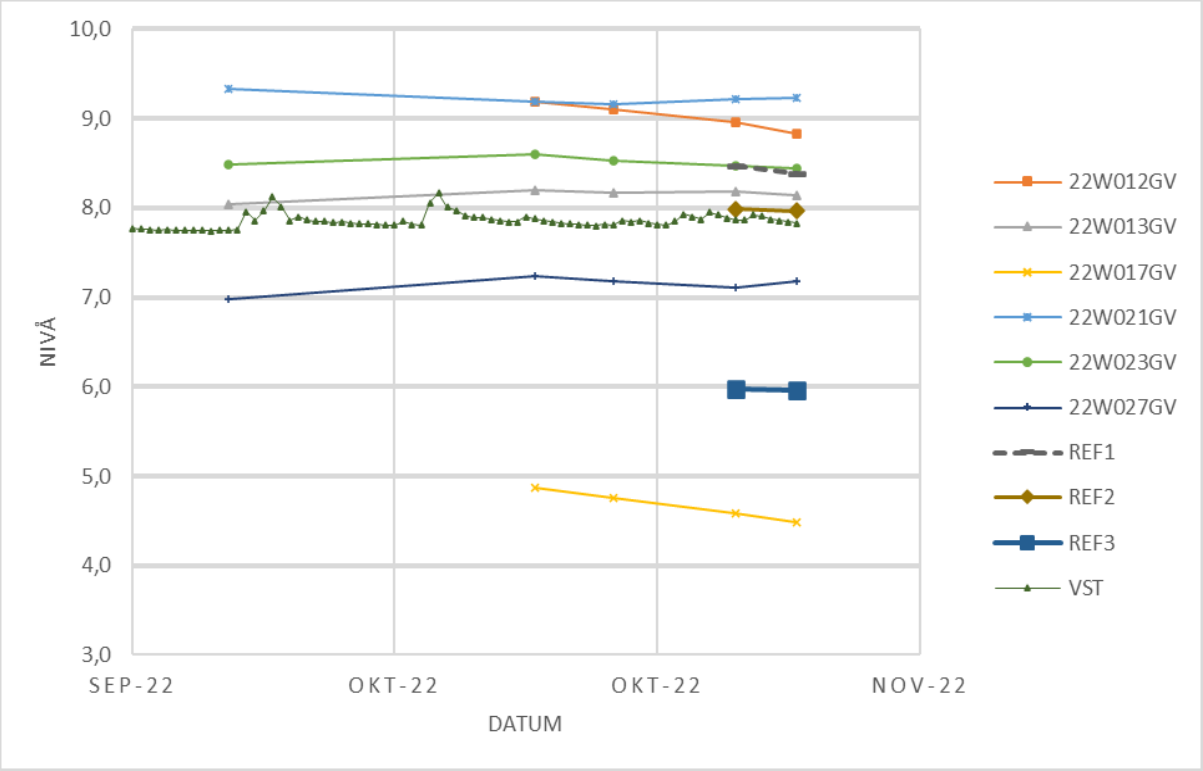
Figur 3.7. Översiktskarta och läge för grundvattenrör, Tvären och läge för vattenståndsmätningspunkter och jordartskarta (SGU).

Trots de stora djup grundvattenrören är installerade i (Spetsnivå) ser grundvattennivån ändå ut att samvariera med vattenståndet i Tvären (Tabell 3.3). Detta kan tyda på att det saknas en tydlig gräns mellan övre och undre grundvattenmagasin. Det kan också tyda på att det tätande jordlagret mellan övre och undre magasin ligger på ett större djup än vad sonderingen kunde uppnå.

Tabell 3.3. Grundvattenrör installerade av WSP under 2022.

ID	MY	Spetsnivå	Min	Medel	Max	Rörlängd [m]	Antal mätningar
22W029GV	+12,20	-1,30	+8,09	+8,09	+8,09	13,5	1
22W021GV	+10,42	-4,08	+9,16	+9,23	+9,34	14,5	5
22W006GV	+10,09	-1,91	+8,36	+8,62	+8,78	12,0	5
22W023GV	+16,15	+4,15	+8,44	+8,50	+8,60	12,0	5
22W012GV	+9,45	-3,55	+8,84	+9,02	+9,20	13,0	4
22W013GV	+8,50	-4,51	+8,04	+8,15	+8,21	13,0	5
22W027GV	+16,97	+3,97	+6,99	+7,14	+7,24	13,0	5
22W017GV	+12,46	-1,04	+4,49	+4,68	+4,88	13,5	4

Diagrammet i Figur 3.8 visar utförda nivåmätningar för grundvatten och vattenståndsmätningar (REF 1, REF 2, REF 3 och VST).



Figur 3.8. Nivåmätningar för grundvatten och vattenståndsmätningar (REF 1, REF 2, REF 3 och VST).

4 BERÄKNINGSMEDTODIK

Följande kapitel redovisar förutsättningar för de olika åtgärdsalternativen samt beräkningsmodellerna som har använts. I avsnitt 4.1 beskrivs förutsättningarna. Vidare redovisas, i kapitel 5, använd beräkningsmetodik för beräkning av inläckage och påverkansområde för ledningsschakt och fördjupning av Tvärån.

4.1 FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR ÅTGÄRDER

Nedan beskrivs förutsättningar, som låg till grund för de hydrogeologiska beräkningar som utfördes för de olika alternativ som gällde innan åtgärdsalternativen reviderades.

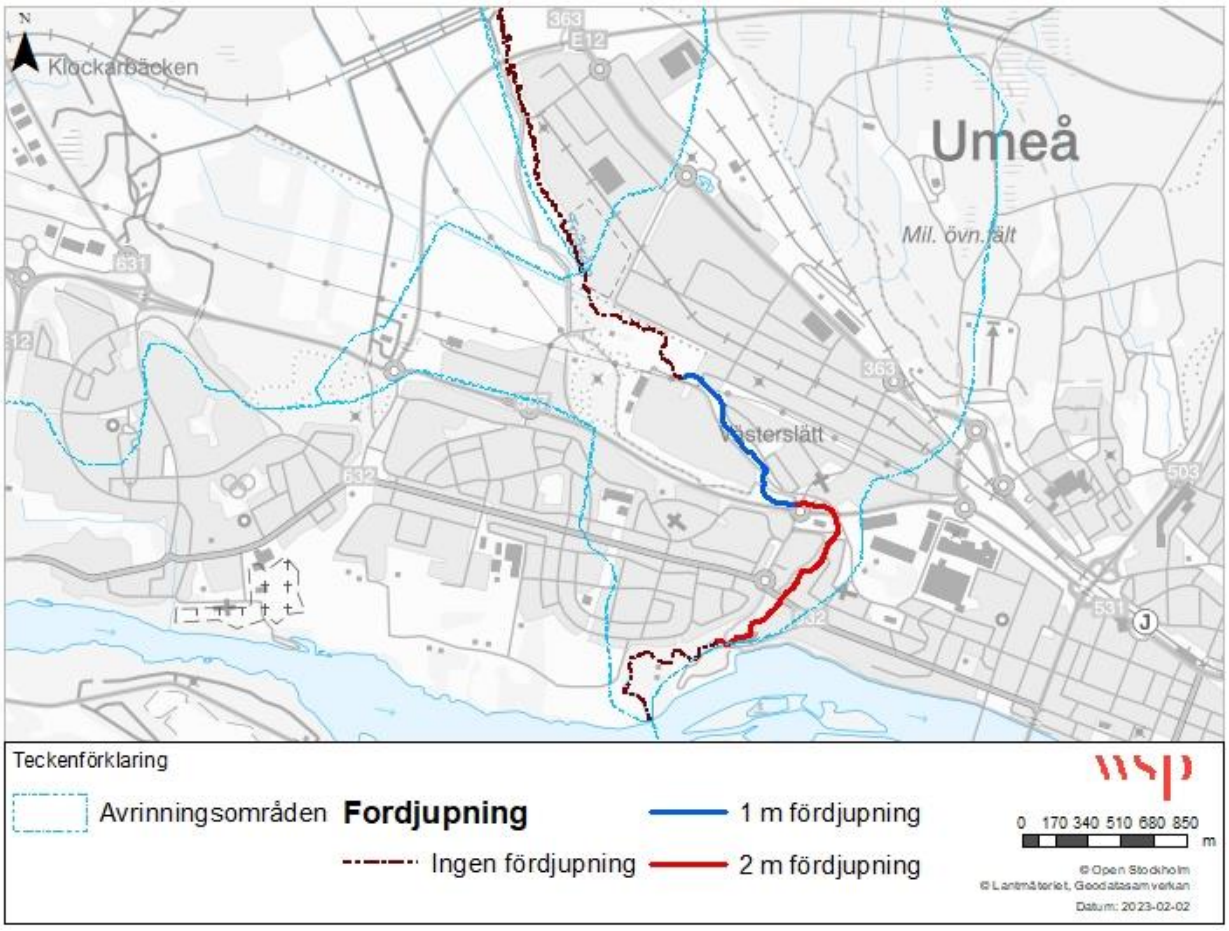
4.1.1 Ny utloppstunnel

Prefabricerade eller platsgjutna betongsegment sänks ner i jorden och invändig urschaktning av jorden genomförs. Brunnens botten tätas med en cementring för att sedan pumpa bort eventuellt grundvatten i brunnen utan att oraska en sänkning av grundvattennivåerna i omgivningen. Mikrotunnel ansluts till sänkbrunn och drivs genom jord. Eftersom mikrotunneln är tät, innebär det att inget inläckage av grundvatten till tunnel kan ske och därmed förväntas ingen avsänkning av grundvattennivån. Detta alternativ orsakar inte avsänkning av grundvattennivåerna varken i bygg-eller driftskede.

4.1.2 Fördjupning av ån

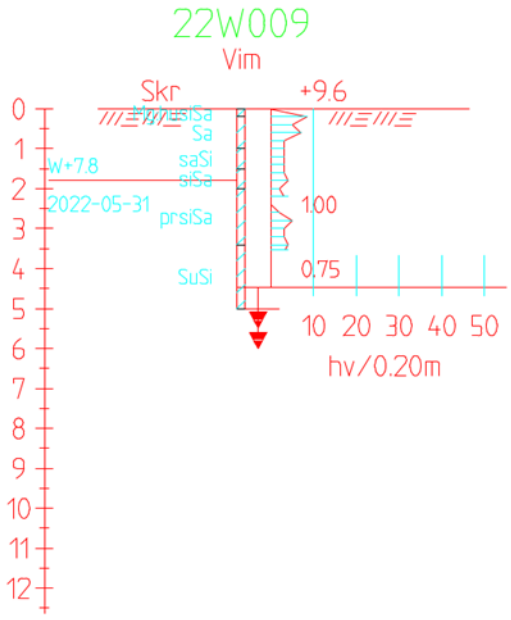
Tvääråns botten sänktes mellan Industrivägen och fram till bro 2480-66-1 med 1 m på första sträckan (ca 800 m) och 2 m på andra sträckan (ca 1200 m), se Figur 4.1.

För beräkning av utbredning influens-och påverkansområde vid en sänkning av åbotten med 1 respektive 2 m antas att vattenståndet sänks med 0,8–1,2 m permanent. Grundvattnet har hydraulisk kontakt med Tvärån vilket innebär att sänkning av vattenståndet får med sig en förändrad hydraulisk gradient för grundvattnet,



Figur 4.1. Fördjupning av Tväråns botten och avrinningsområden.

I beräkningarna har jordlagerföljderna antagits vara som i sonderingspunkt 22W009, se Figur 4.2.

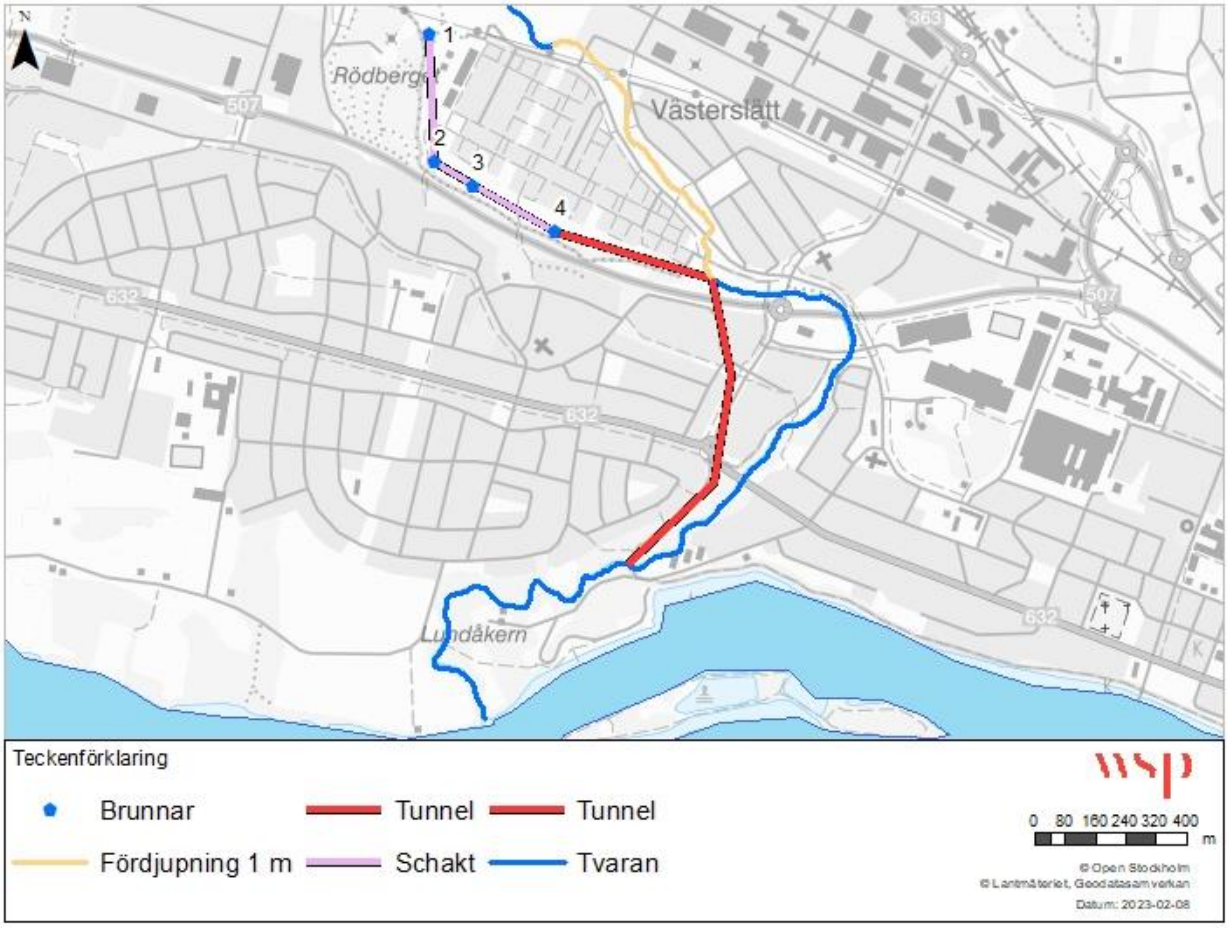


Figur 4.2. Profil av provtagning i sonderingspunkt 22W009.

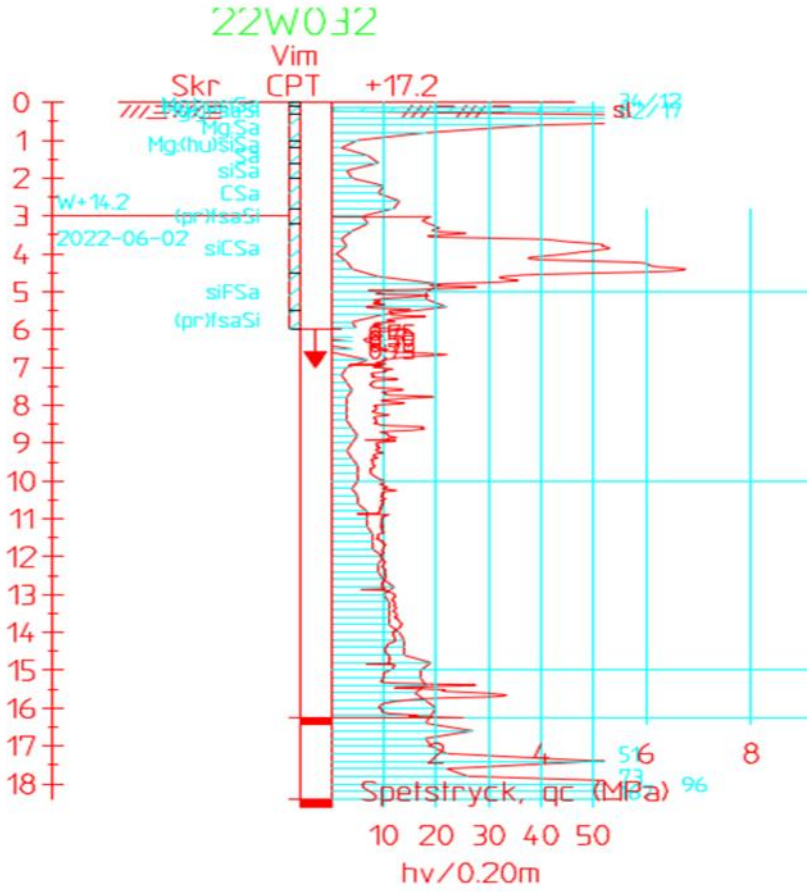
4.1.3 Hybridalternativ

- **Sandåkersgatan 1:** Fördjupa botten på Tvärån med en meter ca 800 meter från Industrivägen till Blå vägen. Mikrotunnel från Tvärån strax uppströms Blå vägen till nedre delen av Tvärån alternativt till Umeälven. För detta alternativ beräknas bara 0,8 m sänkning av vattenståndet i Tvärån.

- **Sandåkersgatan 2:** Kombination av ledningsschakt och mikrotunnel. För detta alternativ görs beräkningar endast för grundvattenpåverkan till följd av ledningsschakt. I beräkningarna antas att grundvattennivån ligger 2 m undermarkytan. Magasinet är öppet enligt jordlagerföljderna för sonderingspunkt 22W032, se Figur 4.4. I ett scenario har schaktdjupet antagits bli 5 m under markytan och i ett annat 8 m under markytan.



Figur 4.3. Hybridalternativ Sandåkersgatan 1 kombinerar fördjupning av Tvärån och mikrotunnel. Hybridalternativ Sandåkersgatan 2 kombinerar ledningsschakt och mikrotunnel.



Figur 4.4. Jordlagerprofil för sonderingspunkt 22W032.

4.1.4 Ny utloppstunnel med våtmark

För tunneln är förutsättningarna samma som beskrivet ovan. Anläggande av våtmark som ett fördröjningsmagasin mellan Rödberget och Tvärån. Från våtmarken leds vattnet söderut till nedre delen av Tvärån alternativt till Umeälven. Grundvattenpåverkan under bygg- och driftskede utreds.

Om grundvattennivån är högre än botten på våtmarken kan våtmarken anläggas så att grundvattnet står i våtmarken. Förmodligen varierar dock grundvattennivåerna stort över året och därmed krävs eventuellt tätskikt som förhindrar att våtmarken torkar ut vid lågt grundvattenstånd. Mycket talar för att våtmarken bör anläggas med tätskikt.



Figur 4.5. Planerat läge för våtmark, Tvärån samt olika förslag på mikrotunnlars sträckning (Lundberg).

4.2 VATTENBALANS

En vattenbalans summerar hur mycket vatten som kommer till, lagras och försvinner från ett område under en given tidsperiod (vanligtvis per år på grund av begränsning i indata). Det finns flera olika modeller och metoder för att göra en vattenbalansberäkning beroende på vilka data som finns tillgängliga för ett område. Vattenbalansen är geografiskt kopplad och avgränsad till det område där man vill beräkna hur mycket grundvatten som finns. Det har antagits att grundvatten liksom ytvatten följer topografin och att varje regndroppe som hamnar inom avrinningsområdet bidrar till grundvattenbildning i samma område. Med en vattenbalans kan grundvattenbildningen i avrinningsområdet uppskattas. En vattenbalans kan beräknas med följande ekvation:

$$\boldsymbol{R = P - ET - \Delta S} \qquad \textit{(Ekvation 1)}$$

Där:

$R = \text{Avrinning [mm]},$
$P = \text{Nederbörd [mm]},$
$ET = \text{Evapotranspiration [mm]},$
$\Delta S = \text{magasinsförändringen [mm]}.$

R, avrinningen, det vill säga yt- eller grundvattenflödet, är den vattenmängd som är tillgänglig för grundvattenbildning inom ett avrinningsområde. Ytvattenflöde eller ytavrinning sker sällan eftersom de ytliga jordlagren normalt har en hög infiltrationskapacitet som överstiger nederbördsmängden. För att erhålla grundvattenbildningen inom ett avrinningsområde multipliceras avrinningen R med avrinningsområdets area och infiltrationskoefficienten i, som anger hur stor andel av det vatten som infiltrerar marken som når ner till grundvattnet.

Ett normalt år är nederbörden P i det aktuella området 737 mm/år och evapotranspirationen ET = 265 mm/år enligt SMHI. I beräkningen antas att det inte sker någon magasinsförändring. Detta ger avrinningen (potentiell grundvattenbildning till undre övre grundvattenmagasin) R = 473 mm/år (SMHI, 2023). Arean för avrinningsområdet uppskattas till ungefär 10,4 km^2.

4.3 GRUNDVATTENBILDNING

För att beräkna potentiell grundvattenbildning i övre grundvattenmagasin inom avrinningsområdet har indata från SMHI, SGU, Naturvårdsverket, stormTac och ”*Grundvattenbildning i svenska typjordar*” (Rohde et al 2006) använts. Jordlagren inom avrinningsområdet består mestadels av lera, silt, postglacial sand och i mindre utsträckning av berg i dagen och morän (se avsnitt 3, Områdesbeskrivning).

Infiltrationskoefficienter för området har tagits fram genom att multiplicera infiltrationskoefficienten för jordart och infiltrationskoefficienten för markanvändningen, se Tabell 4.1.

Tabell 4.1. Kombinerade Infiltrationskoefficienter för markanvändning och jordart. Alla kombinationer som redovisas i tabellen återfinns inte inom området.

Markanvändning	Fyllning	Lera, organisk jord	Sand	Silt
Asfaltsyta	0,18	0,16	0,18	0,04
Begravningsplats	0,81	0,72	0,81	0,18
Centrumområde	0,27	0,24	0,27	0,06
Flerfamiljshusområde	0,45	0,40	0,45	0,10
Fritidshusområde	0,77	0,68	0,77	0,17
Grusig yta	0,54	0,48	0,54	0,12
Grusig yta med träd	0,63	0,56	0,63	0,14
Gräsyta	0,81	0,72	0,81	0,18
Idrottsplats	0,63	0,56	0,63	0,14
Industriområde	0,36	0,32	0,36	0,08
Jordbruksmark	0,81	0,72	0,81	0,18
Koloniområde	0,77	0,68	0,77	0,17
Parkering	0,18	0,16	0,18	0,04
Parkmark	0,81	0,72	0,81	0,18
Radhusområde	0,45	0,40	0,45	0,10
Skogsmark	0,85	0,75	0,85	0,19
Takyta	0,09	0,08	0,09	0,02
Torg	0,18	0,16	0,18	0,04
Våtmark	0,72	0,64	0,72	0,16
Väg	0,18	0,16	0,18	0,04
Ängsmark	0,81	0,72	0,81	0,18

Genom att multiplicera area, kombinerad infiltrationskoefficient för markanvändning och jordart och effektiv nederbörd (potentiell grundvattenbildning) fås den totala grundvattenbildningen i övre magasin till 120 mm/år och 222 mm/år i under magasinet inom avrinningsområdet.

4.4 ÖVERSLAGSBERÄKNINGAR

Detta avsnitt beskriver den metodik som använts för överslagsberäkningar av influensområde samt påverkansområde. I denna rapport definieras influensområde som det radiella området där grundvattenpåverkan kan uppstå. Påverkansområdet i sin tur, avgränsas till det område där påverkan kan bli minst 0,3 m avsänkning av grundvattennivån. Påverkansområdena är också avgränsade utifrån geologin. Påverkansområden har beräknats med antagande om att tät konstruktion inte används.

Eftersom hydraulisk konduktivitet för jordarna i området sannolikt kommer att vara lägre än vad som antagits i beräkningarna, ska resultat av beräkningarna av påverkansområde och inläckage tolkas som konservativa och att inläckage sannolikt kommer att vara lägre och utbredningen av påverkansområde mindre i det verkliga fallet.

Beräkningsmetodiken utgår från antagandet om ett ”oändligt grundvattenmagasin” utan hänsyn till vattendelare eller positiva ränder.

Vidare förutsätter beräkningsmetodiken att schaktarbeten och länshållning sker med en öppen schaktsektion med bredden 5 meter och längden 10 meter i taget. Med samtidig länshållning i flera schaktsektioner kan avsänkningen från schakter pålagras och orsaka en kumulativ avsänkning och att influensområdets utbredning ökar snabbare än vad som beskrivs med föreliggande metodik.

I det första steget beräknas influensområdet L [m] med en stationär lösning (Todd och Mays, 2005), se ekvation 2.

$$L = \sqrt{\frac{K}{w}(H^2 - h^2)} \qquad \textit{(Ekvation 2)}$$

Där w [mm/år] är den beräknade grundvattenbildningen i området, K [m/s] är jordens hydrauliska konduktivitet, H [m] och h [m] är grundvattenytans opåverkade nivå respektive avsänkta nivå i schaktet och L [m] är influensavståndet, det vill säga det radiella avståndet från schaktet (med radien r_w) där avsänkningen är noll.

Inläckage, Q[m^3/s] till schakt beräknas enligt Thiems ekvation.

$$Q = \pi K \frac{(H^2 - h^2)}{Ln\,(L/rw)} \qquad \textit{(Ekvation 3)}$$

Där K [m/s] är geometriskt medel av hydraulisk konduktivitet för jordlagerföljderna, H [m] är ursprunglig vattenpelare, h är vattenpelare efter avsänkning, r_w är schaktets ekvivalensradie och L [m] är influensområdets utbredning.

Med Thiems samband mellan avsänkning och avstånd och beräknat influensområde fås påverkansområdet på avstånd, r, vid ett givet gränsvärde, S.

$$S = 1 - \sqrt{\frac{Ln(r/rw)}{Ln\,(L/rw)}} \qquad \textit{(Ekvation 4)}$$

5 BEDÖMNING AV PÅVERKANSOMRÅDE

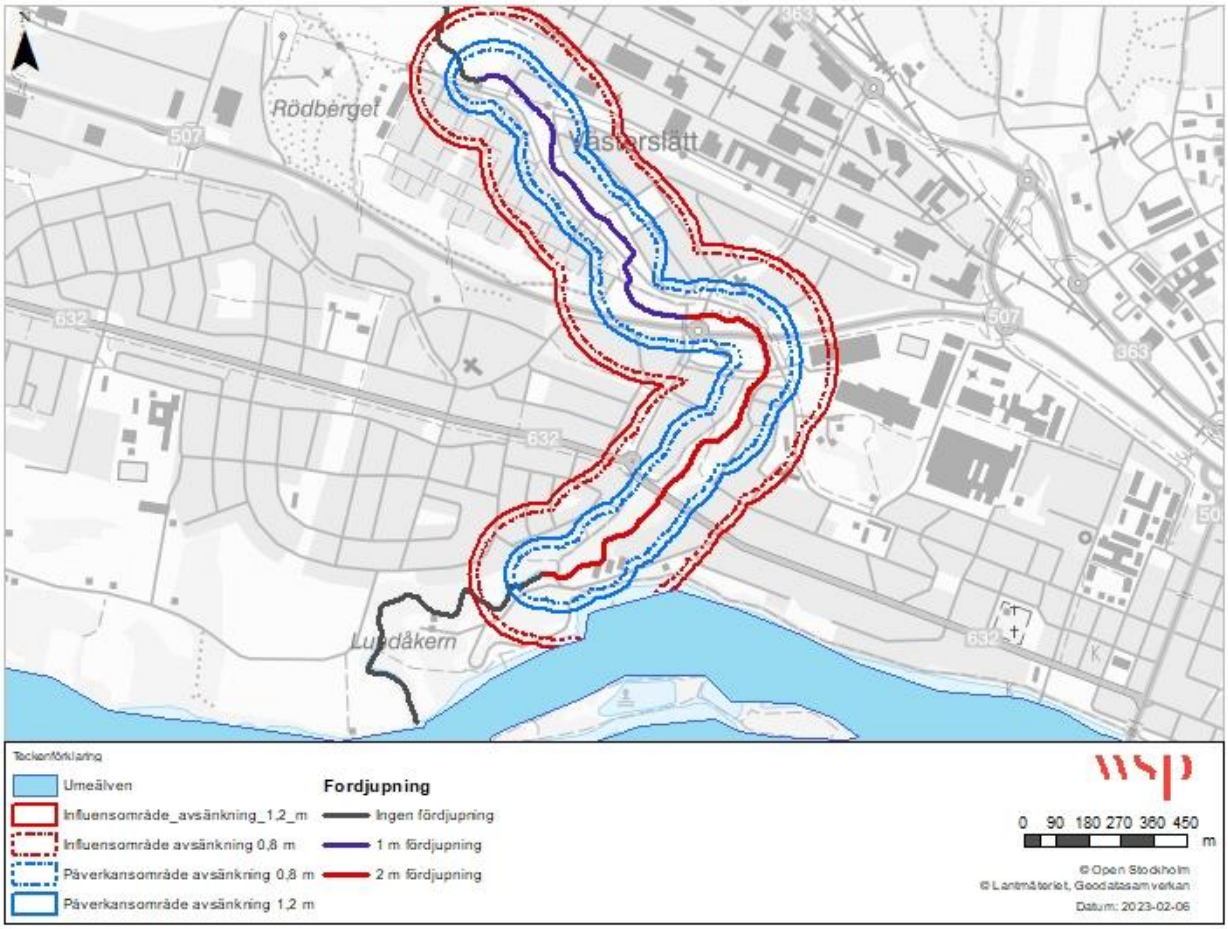
5.1 REVIDERING AV ÅTGÄRDSALTERNATIV

Bedömningarna nedan visar påverkan på de hydrogeologiska förhållandena utifrån de äldre åtgärdsalternativen. Efter revidering av åtgärderna kommer påverkan att vara större för en del av alternativen än vad som redovisas i föreliggande utredning.

5.1.1 Fördjupning av Tvärån

Beräkningarna visar avsänkning av grundvattennivån med 0,8 eller 1,2 m. Influensområdet (cirka 200 m) är som störst vid en avsänkning med 1,2 m. I beräkningarna har typiska K-värden för olika typjordar använts, men för att hålla beräkningarna konservativa har K-värden i det högre spannet valts. Det geometriska medlet

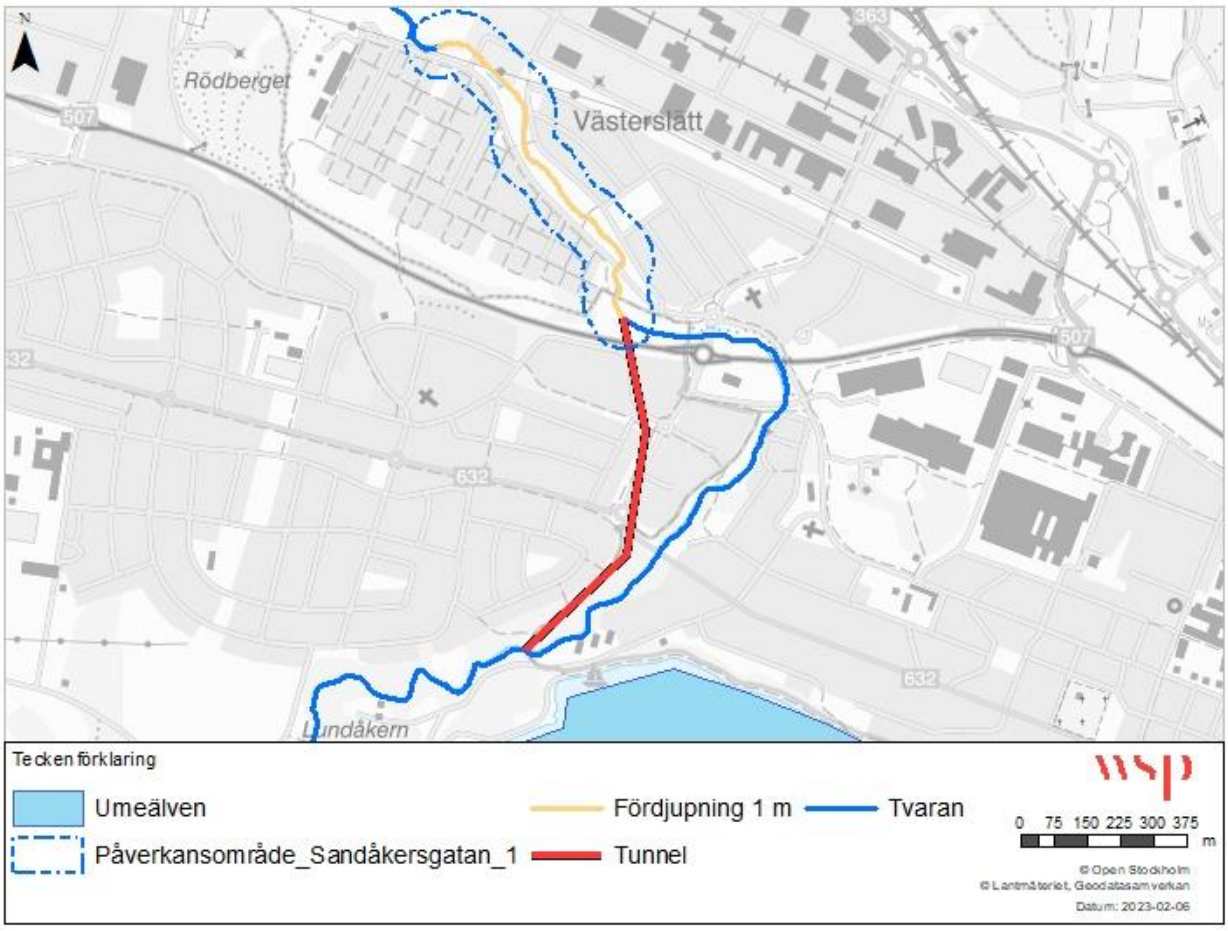
för K-värdet i dessa beräkningar är 5E-5 m/s. Grundvattennivån bedöms ligga på nivå +8,00 och åbotten före utgrävning ligger på nivå +7,40 samt botten av övre magasin +6,20.



Figur 5.1. Resultat av beräknade influens-och påverkansområde i övre grundvattenmagasin vid sänkning av vattenståndet i Tvärån med 0,8 m respektive 1,2 m.

5.1.2 Hybridalternativ

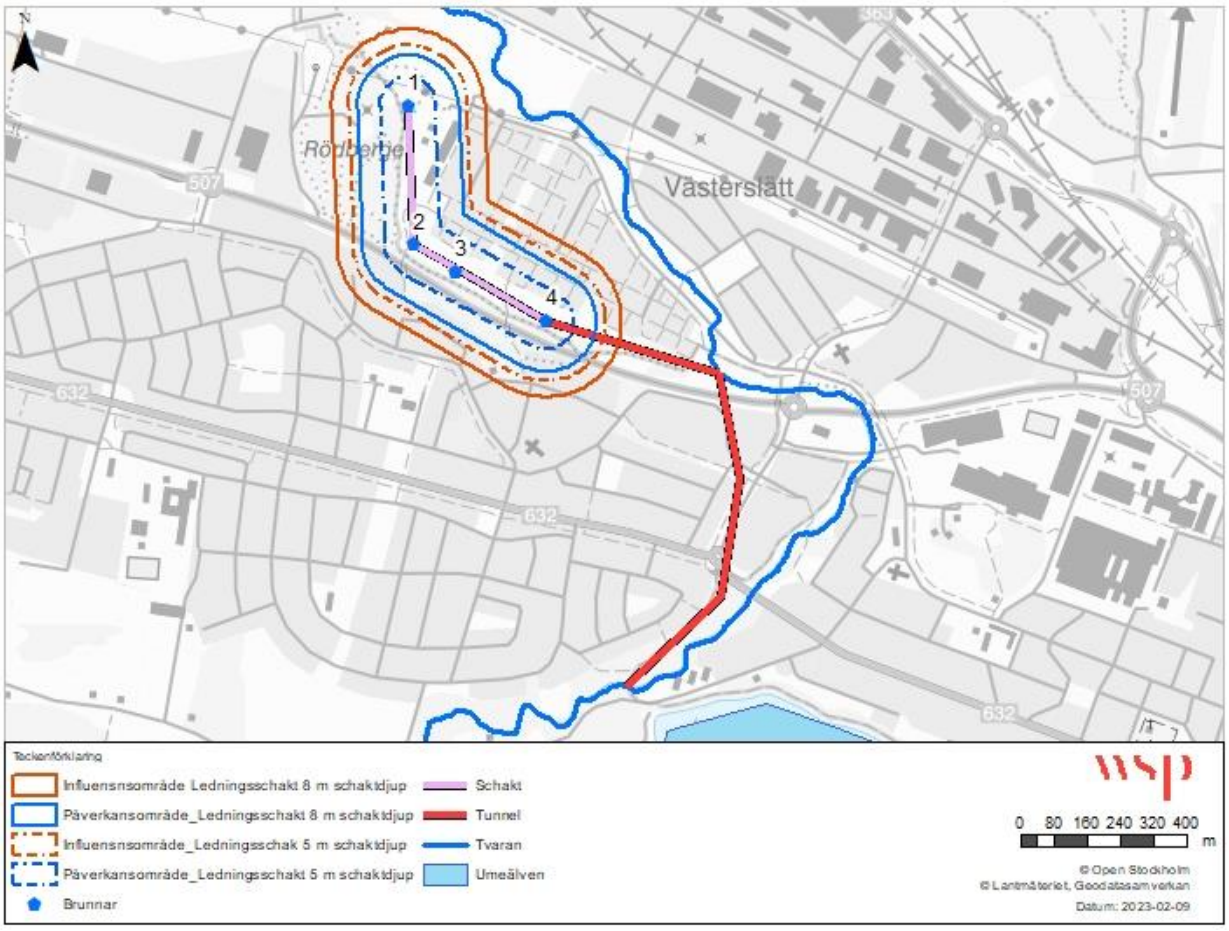
- **Sandåkersgatan 1:** Fördjupa botten på Tvärån 1 meter ca 800 meter från Industrivägen till Blå vägen. Mikrotunnel från Tvärån strax uppströms Blå vägen till nedre delen av Tvärån alternativt till Umeälven. För detta alternativ beräknas 0,8 m sänkning av vattenståndet i Tvärån.



Figur 5.2. Resultat av beräknade influens-och påverkansområde för hybridalternativ Sandåkersgatan 1.

- **Sandåkersgatan 2:** Kombination av ledningsschakt och mikrotunnel. För detta alternativ görs beräkningar endast för grundvattenpåverkan till följd av ledningsschakt.

För beräkning av influens-och påverkansområde för Sandåkersgatan 2 har grundvattenbildningen antagits vara samma som för det undre magasinet. Området väster om Rödäng har inte lika mäktiga sil/ler-jordar, utan domineras av genomsläppliga friktionsjordar, såsom morän och sand.



Figur 5.3. Resultat av beräknade influens-och påverkansområde för hybridalternativ Sandåkersgatan 2, samt läge för sänkbrunnar längs med ledningsschakt.

6 SKYDDSOBJEKT

Skyddsobjekt som kan vara känslig för grundvattennivåavsänkning har inte inventerastas.

Skyddsobjekt är exempelvis:

- Byggnader med sättningskänslig grundläggning
- Sättningskänsliga ledningar
- Infrastruktur
- Naturvärden
- Fornlämningar
- Brunnar

7 SLUTSATS

Innan revidering av åtgärdsalternativen drogs nedanstående slutsatser.

Ny utloppstunnel

Ingen eller mycket liten grundvattenvattenpåverkan under bygg- och driftskede.

Fördjupning av ån

Skillnaden mellan an sänkning med 0,8 meter eller 1,2 m gör en skillnad på tiotal meter. För att minimera influens-och påverkansområdets utbredning kan tät konstruktion användas. Beräknade Utbredningen i

denna rapport gäller enbart om förhållanden i övre magasin är som beskrivna i beräkningsförsättningarna. Grundvattenpåverkan under bygg- och driftskede. Påverkan sker i övre magasin och förväntas inte orsaka sättningsproblematik, men det bör säkerställas att övre och undre magasin inom påverkansområdet inte står i kontakt.

Hybridalternativ

- **Sandåkersgatan 1:** Fördjupa botten på Tvärån 1 meter ca 800 meter från Industrivägen till Blå vägen. Mikrotunnel från Tvärån strax uppströms Blå vägen till nedre delen av Tvärån alternativt till Umeälven.
  Grundvattenpåverkan under driftskede, eftersom övre grundvattenmagasin antas ha hydraulisk kontakt med Tvärån. Påverkan sker i övre magasin och förväntas inte orsaka sättningsproblematik, men det bör säkerställas att övre och undre magasin inom påverkansområdet inte står i kontakt.
- **Sandåkersgatan 2:** Kombination av ledningsschakt och mikrotunnel. Grundvattenpåverkan i undre magasin under byggskede. Sänkning av grundvattennivå kan skada skyddsobjekt som hamnar inom påverkansområdet. Om grundvattennivån ligger lägre och schaktdjup är grundare än vad som antagits i beräkningarna blir resulterar det i att påverkansområdet också får mindre utbredning. Lägre hydraulisk konduktivitet runtomkring ledningsschakt begränsar påverkansområdets utbredning.

Ny utloppstunnel med våtmark

Anläggande av våtmark innebär inte permanent grundvattenbortledning. Om grundvattennivån är högre än botten på våtmarken kan grundvattennivån runtom våtmarken sjunka tillfälligt tills vattennivån inom våtmarken ställer in sig till samma nivå som grundvattnet i omgivningen. Däremot kan val av åtgärd vid anläggande av våtmark begränsas av grad av hydraulisk kontakt mellan våtmark och grundvattenmagasin under olika tidperioder på året. Under den tid på året då grundvattennivån är som lägst finns det risk för att våtmarken torkar ut. Om det inte finns permanent kontakt mellan våtmarken och grundvattnet bör en tät duk läggas i botten på våtmarken. Våtmarken ska fungera som ett fördröjningsmagasin innan vattnet leds via mikrotunneln till utloppet vid Umeälven.

För de reviderade åtgärdsalternativen kan det dras slutsatser med stöd från utredningen av de tidigare alternativen.

- ***Fördjupning av ån*:** *Fördjupning av botten i Tvärån med 2 m längs totalt ca 2 km av ån (mellan Industrivägen och bron i närheten av gång- och cykelbron vid södra Kvarnvägen). För full kapacitet krävs att ån kontinuerligt rensas med avseende på vegetation.*

  Detta alternativ innebär att påverkansområdets utbredning i de delar som tidigare bara skulle ha fördjupats med 1 meter, blir betydligt större. Det kan då innebära att allmänna eller enskilda intressen riskerar att skadas av verksamheten.

- ***Ny utloppstunnel:*** *Kulvert (2600 mm innerdiameter) som avleder högflödestoppar från Tvärån till Umeälven. Alternativet har delats upp i två delalternativ för att möjliggöra jämförelse av olika tunneldragningar.*
  - *Ny utloppstunnel Grisbacka/Hartvigsgatan: Kulvert med ett inlopp från Tvärån strax uppströms Rödäng. Sträcker sig över Grisbacka eller Hartvigsgatan till Umeälven.*
    Ny utloppstunnel Sandåkersgatan 2: Kulvert med två inlopp från Tvärån, ett strax uppströms Rödäng och ett strax nedströms Rödäng. Sträcker sig via Sandåkersgatan, under Tvärån, till Umeälven.

    Med dessa två delalternativ bedöms inte att allmänna eller enskilda intressen riskerar att skadas om inte schakt sker enligt utredning för Hybrisalternativ Sandåkersgatan 2.

Ny utloppstunnel med våtmark: *Anläggande av våtmark som ett fördröjningsmagasin mellan Rödberget och Tvärån. Från våtmarken leds en 2600 mm kulvert söderut till Umeälven, som avleder högflödestoppar.*

Denna bedömning skiljer sig inte från den tidigare bedömningen för Ny utloppstunnel med våtmark.

- ***Sandåkersgatan 1:*** *Kombination av Ny utloppstunnel och Fördjupning av ån. Fördjupning av botten i Tvärån med 2 m längs totalt ca 2 km av ån (mellan Industrivägen och bron i närheten av gång- och cykelbron vid södra Kvarnvägen). Kulvert (2600 mm innerdiameter) från Tvärån strax uppströms Blå vägen till Umeälven.*

  Detta alternativ innebär att påverkansområdets utbredning i de delar som tidigare bara skulle ha fördjupats med 1 meter, blir betydligt större. Det kan då innebära att allmänna eller enskilda intressen riskerar att skadas av verksamheten. Delåtgärden med tunneln bedöms inte innebära att allmänna eller enskilda intressen riskerar att skadas.

7.1 REKOMMENDATION

För en mer djupgående analys av de hydrogeologiska förhållandena inom utredningsområdet, bör det i nästa utredningsfas genomföras fler undersökningspunkter kring det åtgärdsalternativ som väljs. De geotekniska undersökningarna med avseende på Hydrogeologi bör fokusera på att identifiera gränsen (avsaknaden av gräns) mellan övre och undre grundvattenmagasin. Det bör också installeras automatiska trycknivågivare i ett urval av grundvattenrören för att tydligare kunna se trender i grundvattennivåer och jämföra med Umeå kommuns automatiska vattenståndsmätning.

8 REFERENSER

Gustavsson, G. 2009. *Hydrogeologi för bergbyggare*, Värnamo, Fälth & Hassler.

Todd, D. K. & L. W. Mays, 2005. Groundwater Hydrology, 3rd edition, John Wiley & Sons, New York, USA.

Lantmäteriet (2022a). *Ortofoto webbkarta WMS-tjänst.* http://maps,lantmateriet,se/ortofoto/wms/v1,3?request=GetCapabilities&version=1,1,1&service=WMS& [2022-01-25]

Lantmäteriet (2022b). *Topografisk webbkarta WMS-tjänst*. http://maps,lantmateriet,se/topowebb/wms/v1?request=GetCapabilities&version=1,1,1& [2022-01-25]

Rodhe, A., Lindström, G., Rosberg, J., Pers, C,. (2006). *Grundvattenbildning i svenska typjordar - översiktlig beräkning med en vattenbalansmodell*, Uppsala universitet, ISSN 1400-1055, proj nr 60-1375/2004

SGU (2022a). *SGU:s kartvisare-Jorddjup*. https://apps,sgu,se/kartvisare/kartvisare-jorddjup,html?zoom=628316,0709895333,6544388,189315569,641756,0978695871,655115 [2022-01-26]

SGU (2022b). *SGU:s kartvisare – Jordarter*.https://apps,sgu,se/kartvisare/kartvisare-jordarter-25-100,html [2022-01-26]

SGU (2022d). *SGUs kartvisare, Brunnsarkivet*. https://apps,sgu,se/kartvisare/kartvisare-brunnar,html [2022-01-25]

SGU (2022e). https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-sur-sulfatjord.html

SGU (2019). *Handledning Bedömning av influensområde avseende grundvatten-Modell 1.*

https://sgu.se/anvandarstod-for-geologiska-fragor/bedomning-av-influensomrade-avseende-grundvatten/berakningsmodeller/analytiska-modeller/modell-1/ *[2021-11-10]*

SMHI (2021). SMHIs Vattenbalans. http://www.smhi.se/vader/mark-och-vatten/vattenbalans [2022-01-25]

Lundberg (2023), Tvärån – tunnelalternativ sträckning Sandåkersgatan 1 och 2.

VISS (2023), https://viss.lansstyrelsen.se/

WSP (2022), TVÄRÅN ÅTGÄRDSFÖRSLAG FÖR ATT MINSKA ÖVERSVÄMNINGSRISKEN https://www.umea.se/download/18.ad5775117f4981db041384/1646895987261/Slutleverans%20Tv%C3%A4r%C3%A5n%20inkl%20bilagor%202022-02-17.pdf

VI ÄR WSP

WSP är en av världens ledande rådgivare och konsultbolag inom samhällsutveckling. Med cirka 55 000 medarbetare i över 40 länder samlar vi experter inom analys och teknik, för att framtidssäkra världen.

Tillsammans med våra kunder tar vi fram innovativa lösningar för en mänsklig, trygg och välfungerande morgondag. Vi planerar, projekterar, designar och projektleder olika uppdrag inom transport och infrastruktur, fastigheter och byggnader, hållbarhet och miljö, energi och industri samt urban utveckling. Så tar vi ansvar för framtiden.

wsp.com

WSP Sverige AB

121 88 Stockholm-Globen
Besök: Arenavägen 7

T: +46 10-722 50 00
Org nr: 556057-4880
wsp.com

UMEÅ KOMMUN

MILJÖTEKNISK MARKUNDERSÖKNING

TVÄRÅN, UMEÅ KOMMUN

2024-06-14



MILJÖTEKNISK MARKUNDERSÖKNING

Tvärån, UMEÅ KOMMUN

KUND

Umeå kommun

KONSULT

WSP
Östra Strandgatan 24
903 33 Umeå
Besök: Östra Strandgatan 24
Tel: +46 10-722 50 00
WSP Sverige AB
Org nr: 556057-4880
wsp.com

KONTAKTPERSONER

Uppdragsansvarig
Maja Skotte
Telefon: 010- 7211709
E-post: maja.skotte@wsp.com

Markmiljö
Thomas Liljedahl
Telefon: 076-127 70 37
E-post: thomas.liljedahl@wsp.com

UPPDRAGSNAMN
Tvärån åtgärdsval Markmiljö

UPPDRAGSNUMMER
10337804

FÖRFATTARE
Louise Vikman, Thomas Liljedahl

DATUM
2023-09-08

ÄNDRINGSDATUM
2024-06-14

GRANSKAD AV
Yann Berthelot

GODKÄND AV
Maja Skotte

INNEHÅLL

SAMMANFATTNING 5

1 INLEDNING 6

1.1 UPPDRAG OCH SYFTE 6

1.2 BAKGRUND 6

1.3 SYFTE 6

1.4 ORGANISATION 6

1.5 OMFATTNING 7

1.6 BEGRÄNSNINGAR 7

2 OMRÅDESBESKRIVNING 7

2.1 LOKALISERING 7

2.2 GEOLOGISKA OCH HYDROGEOLOGISKA FÖRHÅLLANDEN 7

3 VERKSAMHETSBESKRIVNING 8

3.1 MARKANVÄNDNING 8

4 TIDIGARE UTREDNINGAR OCH UNDERSÖKNINGAR 9

5 GENOMFÖRANDE AV UNDERSÖKNINGEN 9

5.1 AVGRÄNSNING 9

5.2 PROVTAGNING OCH ANALYSER 10

6 JÄMFÖRVÄRDEN 10

6.1.1 Störd provtagning 10

7 RESULTAT 11

7.1 FÄLTOBSERVATIONER OCH FÄLTANALYSER 11

7.2 LABORATORIEANALYSER 12

7.3 SAMMANVÄGD FÖRORENINGSSITUATION 12

7.3.1 Sulfidjord med försurande egenskaper 12

7.3.2 Föroreningssituation 14

7.4 KOSTNADSBEDÖMNING 15

8 REKOMMENDATIONER 15

8.1.1 Kompletteringar 16

8.1.2 Hantering av förorenade schaktmassor och länshållningsvatten 16

9 REFERENSER 17

BILAGOR

Bilaga 1	Provtagningsplan, textdel, daterad 220509
Bilaga 2	Fältprotokoll
Bilaga 3	Bedömning analysresultat jord
Bilaga 4	Bedömning av försurningspotential jord och sediment
Bilaga 5	Bedömning analysresultat sediment
Bilaga 6	Analysprotokoll
Bilaga 7	Översiktliga geokemiska transportberäkningar Tvärån

RITNINGAR

N101	Provtagningsplan, ritning (se Bilaga 1)
N201	Provtagningspunkter, utförd undersökning
N301	Föroreningssituation jord
N302	Försurningspotential

SAMMANFATTNING

WSP har på uppdrag av Umeå kommun undersökt en sträcka av Tvärån i Umeå, mellan Storgatan och i höjd med Kontaktvägen på Västerslätt. Syftet var att undersöka föroreningssituationen i slänterna och sediment med avseende på masshantering i samband med eventuell fördjupning av åsträckan.

Prover togs i ytliga sediment och slänterna och analyserades med avseende på olja, PAH, metaller och potentiell syrabildning.

Resultaten visar på förekomst av potentiellt försurande sulfidsilt/lera längs större delen av åsträckan.

Låga halter av olja, PAH, och bly över riktvärdena för KM påträffades i tre olika provpunkter.

Massor med potentiellt syrabildande sulfidsilt/lera eller andra föroreningar behöver omhändertas på mottagningsanläggning för icke farligt avfall. Andelen av massor och sediment som behöver hanteras vid planerad fördjupning av åsträckan uppskattas i rapportens slutsats.

1 INLEDNING

1.1 UPPDRAG OCH SYFTE

WSP har på uppdrag av Umeå kommun utfört en översiktlig miljöteknisk mark och sedimentundersökning längs en sträcka av ån Tvärån från Västerslätts industriområde ned till bron vid Kvarnvägen.

1.2 BAKGRUND

Umeå drabbades hösten år 2020 av kraftiga översvämningar på grund av höga flöden och regn vid två tillfällen, vilket påskyndade behovet av åtgärder i översvämningsdrabbade vattendrag.

Tvärån rinner genom bostadsområdena Rödäng och Västerslätt i Umeå kommun, som översvämmas när vattennivåerna är höga. WSP har tidigare tagit fram en hydraulisk modell över Tvärån som har använts för att simulera åtgärdsförslag för att undersöka vilka åtgärder som behöver vidtas för att minska risken för översvämningar i Rödäng och Västerslätt. Fyra åtgärder har föreslagits för vidare utredning. Dessa åtgärdsförslag ger en sänkning av vattennivån i Tvärån men kräver en mer detaljerad undersökning i en alternativutredning för att säkerställa att de ger en tillräckligt stor sänkning överallt.

1.3 SYFTE

Syftet med föreliggande undersökning är att utröna eventuell förekomst av föroreningar i jordlagren invid Tvärån för att bedöma hur massor kommer att klassas som avfall om beslutat åtgärdsalternativ skulle innebära schaktning. Undersökning ska även ge svar på föroreningssituationen i sediment i Tvärån. Syftet är dessutom att bedöma effekter av grumling i samband med anläggningsarbeten, och ge underlag för avfallsklassning av muddermassor från ån.

Undersökningen kommer att översiktligt bedöma:

- ❑ Eventuella föroreningars koncentration och utbredning i mark och sediment.
- ❑ Hur överskottsmassor ska hanteras.
- ❑ Effekt av föroreningar vid grumling i samband med muddring

1.4 ORGANISATION

I uppdraget har från WSP ingått:

- Thomas Liljedahl, uppdragsansvarig
- Maja Skotte och Louise Vikman, fälthandläggare
- Louise Vikman, handläggare, rapport
- Yann Berthelot, kvalitetsgranskning

1.5 OMFATTNING

Arbetet har omfattat följande moment:

- Upprättande av provtagningsplan
- Fältarbete
- Laboratorieanalyser
- Rapport

1.6 BEGRÄNSNINGAR

WSP har sammanställt denna rapport enbart för Umeå kommun.

Bedömningarna i rapporten baseras på det underlag som fanns tillgängligt under uppdragstiden. WSP tar inte på sig ansvar för konsekvenser om rapporten används för andra ändamål än den ursprungligen var avsedd för.

Provtagningsstrategi och urval av analysparametrar är grundade på erfarenhetsmässiga bedömningar och branschpraxis. Det kan inte uteslutas att det finns förorening i punkter eller områden som inte har undersökts eller att det förekommer ämnen och föreningar som inte analyserats.

2 OMRÅDESBESKRIVNING

2.1 LOKALISERING

Tvärån utgörs av, enligt Länsstyrelsens Vatteninformationssystem Sverige (VISS), två vattenförekomster: Kullabäcken uppströms Forslunda och Tvärån (Västerslätt, Umeå) nedströms. Klockarbäcken mynnar i Tvärån i höjd med Västerslätts återvinningsanläggning.

2.2 GEOLOGISKA OCH HYDROGEOLOGISKA FÖRHÅLLANDEN

Provtagningsområdet ligger på älvsediment (SGU:s jordartskarta 1:750 000). På norra delen av provtagningsområdet finns enligt SGU en aktiv sur sulfatjord eller potentiell sur sulfatjord, medan på södra delen förekommer potentiellt sur sulfatjord endast närmast Tvärån.

Åns utformning varierar kraftigt över provtagningssträckan. Uppströms Rödäng är fåran smal, brant och djup medan den i höjd med Västerslätts industriområde är bred och mycket grund med fint sediment. Nedströms bostadsområdena är fåran bredare och djupare med högre vattendjup.

Bottenmaterialet i ån varierar mellan lera, silt, sand och grus med övervägande sand och silt genom hela provtagningssträckan. I de djupare delarna av ån finns tecken på bottentransport och deponering med grövre sediment mitt i fåran och finare sediment längs åkanten. Inom denna typ av bottnar kan halterna av föroreningar vara varierande beroende på vilket material som ackumulerats över tid.

3 VERKSAMHETSBESKRIVNING

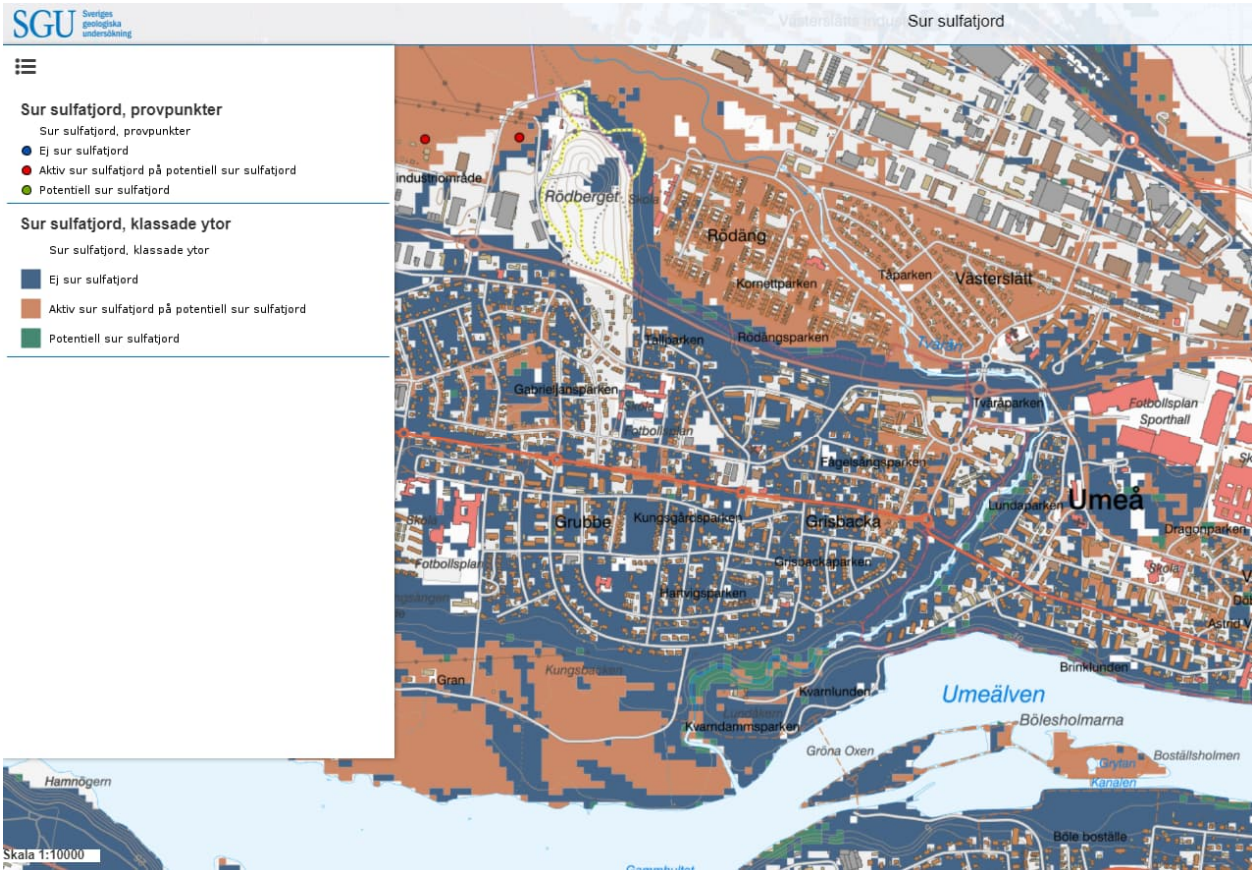
3.1 MARKANVÄNDNING

Västerslätt är ett större industriområde med ett hundratal verksamheter inom en yta på cirka 162 hektar. Vanligt förekommande verksamheter inom industriområdet är skrotverksamheter, fordonsverkstäder, fordonstvättar och återvinningsanläggningar. Eftersom många av verksamheterna inom industriområdet är av mindre karaktär är det vanligt att det sker förändringar över åren gällande vilka verksamheter som bedrivs i området. Många av de mindre verksamheterna drivs i så kallade företagshotell, lokaler som inrymmer flera företag.

Det finns åtta större dagvattenutlopp som avleder dagvatten från Västerslätts industriområde till Tvärån. Enligt mediauppgifter (VK 20220804), förekommer synligt påverkan av olja och oljefilm på ån. Detta ska ske återkommande vid högt vattenstånd och har medfört utryckning av räddningstjänst för sanering.

Nedströms industriområdet finns bostads- och parkområden samt korsande trafik på broarna för Storgatan och Vännäsvägen.

De föroreningar som potentiellt kan förväntas är metaller, oljor, PAH, och PCB. De är de generellt vanligast förekommande föroreningarna i stadsmiljö. Det är sedan tidigare undersökningar känt att det förekommer sulfidlera som naturlig jordart i området kring Tvärån. Sulfidleran frigör försurande ämnen vid kontakt med luft, vilket medför förhöjda halter av metaller, såsom arsenik, zink och kadmium. Enligt SGUs översiktliga kartläggning finns risk för sur sulfatjord vid norra delen av aktuell åsträcka, se figur 1.



Figur 1. Förekomst av sur sulfatjord vid Tvärån. https://apps.sgu.se/kartvisare/ (Hämtad 2022-08-22)

4 TIDIGARE UTREDNINGAR OCH UNDERSÖKNINGAR

Enligt ett tillsynsprojekt som Umeå Kommun bedriver för Tvärån är halter av bland annat arsenik förhöjda, överskrider satta miljökvalitetsnormer (MKN) och sänker åns ekologiska status. Dagvattenutlopp från Västerslätts industriområde pekas ut som en av orsakerna. En generell förklaring är sannolikt förekomsten av sulfidlera som oxideras efter grundvattensänkningar (Tillsynsprojekt Tvärån, Umeå kommun).

5 GENOMFÖRANDE AV UNDERSÖKNINGEN

5.1 AVGRÄNSNING

Provtagningen och analyser inriktades på jordprover i slänter mot ån samt grunda sediment. Inga vatten- eller grundvattenprover insamlades.

5.2 PROVTAGNING OCH ANALYSER

Prover i åslänterna togs upp med skruvborr i samband med geoteknisk provtagning.

Sedimentproverna i ån placerades med ett jämt intervall för att få en översiktlig bild av föroreningar i ytliga lager över aktuell å-sträcka.

6 JÄMFÖRVÄRDEN

6.1.1 Störd provtagning

Resultaten från laboratorieanalyser av jord och sediment jämförs med Naturvårdsverkets generella riktvärden för förorenad mark, KM och MKM (Naturvårdsverket, 2016) som ett verktyg i riskbedömningen. Halter över riktvärdena KM och MKM kan innebära en oacceptabel risk för människor och miljö, men behöver inte göra det.

Som underlag till hantering av överskottsmassor jämförs halterna i jord och sediment utöver de generella riktvärdena för KM och MKM också med nivån för mindre än ringa risk (Naturvårdsverket, 2010) och Avfall Sveriges förslag till gränser för farligt avfall, FA, senaste utgåvan (Avfall Sverige, 2019).

Huruvida jordmassor klassificeras som farligt avfall eller inte beror på vilket eller vilka ämnen med farliga egenskaper som massorna innehåller, vilket kan bestämmas utifrån massornas totalhalter på två olika sätt:

- Jordmassorna innehåller tillräckligt höga totalhalter av ett ämne så att massorna klassificeras som farligt avfall.
- Jordmassorna innehåller en blandning av tillräckligt höga halter av ämnen så att massorna klassificeras som farligt avfall.

Proverna har även jämförts med Trafikverkets rekommendationer 2007 och MoSS-projektet 2017–2020 angående bedömning av sulfidjordmassor.

Faktaruta Naturvårdsverkets generella riktvärdesscenarier, KM och MKM

Naturvårdsverkets riktvärden är uppdelade i två typer av markanvändning:

Känslig Markanvändning (KM): Markkvaliteten begränsar inte val av markanvändning. Marken ska t.ex. kunna användas till bostäder, daghem, odling etc. Grundvatten skyddas som naturresurs inom området och ska kunna används till dricksvatten. De exponerade grupperna antas vara barn, vuxna och äldre som lever inom området under en livstid. De flesta typer av markekosystem skyddas. Ekosystem i närbeläget ytvatten skyddas.

Mindre Känslig Markanvändning (MKM): Markkvaliteten begränsar val av markanvändning. Marken kan t.ex. användas för kontor, industrier eller vägar. Grundvattnet skyddas som naturresurs 200 m nedströms området. De exponerade grupperna antas vara personer som vistas inom området under sin yrkesverksamma tid samt barn och äldre som tillfälligt vistas inom området. Vissa typer av markekosystem skyddas. Ekosystemet i närbeläget ytvatten skyddas.

7 RESULTAT

I detta kapitel redovisas resultaten från nu utförd undersökning.

Resultaten av fältobservationer och fältanalyser redovisas i Bilaga 2.

Jordprover med halter över bakgrundshalter/nivån mindre än ringa risk/laboratoriets rapporteringsgräns presenteras i Bilaga 3 och 4 tillsammans med jämförvärden.

Analysresultaten för sediment redovisas med relevanta jämförvärden i Bilaga 4.

Samtliga analysrapporter redovisas i Bilaga 6.

Provpunkternas lägen framgår av figur 2, ritning N201.



Figur 2. Utförda sediment- och jordprover.

7.1 FÄLTOBSERVATIONER OCH FÄLTANALYSER

Samtliga jordprover bestod av naturligt material. Prover mellan 0–1 meter under markytan (m.u.my.) bestod av sand med ställvis inslag av silt. I djupare delar från 1 till 2 meter påträffades i de flesta jordprover finkornigare material såsom silt och lera.

I de sex första sedimentproverna (22W01s t.o.m. 22W06s) och 22W10s identifierades sand som den dominerande jordarten. Proverna från punkterna 22W07s, 22W08s och 22W09s bestod av siltig jord med inslag av sand.

7.2 LABORATORIEANALYSER

Resultaten av analyserna är sammanställda i bilagorna 3, 4 och 5.

Av totalt 32 jord och sedimentprover har 28 analyserats med avseende på metaller (As, Ba, Pb, Cd, Co, Cu, Cr, Ni, V, Zn), 14 med avseende på organiska ämnen (BTEX, alifatiska kolväten >C5-C35, aromatiska kolväten >C8-C35, 16 polycykliska aromatiska kolväten, PAH-16, och nio avseende PCB.

Utifrån resultaten av laboratorieanalyserna i nu utförd undersökning kan följande noteras för jord:

- Metaller: I ett prov uppmättes halter av koppar och zink som ligger ca 2ggr nivå för MRR. I ett annat prov påträffades halter av arsenik och kadmium som ligger något över gränsvärdet för MRR.
- Organiska ämnen: I ett prov förekommer halter av alifater C16-C35 något över riktvärdet för KM. I ett annat prov överskrider halten PAH-H 1,5 ggr riktvärdet för KM.

Totalt 16 prover har analyserats med avseende på ämnen som styr bedömning av försurande egenskaper för sulfidjordar. Bedömning gjordes enligt TRV rapport 2007:100 samt remissförslag baserat på MoSS-projektet 2017–2020.

- Bedömningen visade att i åtta av proven finns låg/måttlig försurningsrisk klass C1 och C2, i tre av proven hög eller mycket hög risk, klass D1. Övriga fyra prover räknas ej som sulfidjord.

7.3 SAMMANVÄGD FÖRORENINGSSITUATION

7.3.1 Sulfidjord med försurande egenskaper

En indelning av sulfid-/sulfat i jordar och sediment har genomförts med avseende på dess miljöpåverkan. Bedömningen är grundat på en klassning av sulfid/sulfatjordar som använts i MoSS-projektet 2017–2020. I klassificeringen för jord används parametrarna järn och svavelkvot, kalcium och svavelkvot samt initialt pH-värde. I klassningen för sediment används samma parametrar som för jord förutom pH-värde, vilket ger en ökad osäkerhet.

Allmänt om sulfid-/sulfatjordar:

När sulfidjordar kommer i kontakt med syre oxideras jorden och svavel lakas ur samt försurar vattnet. Är däremot kalcium-svavelkvoten hög, har jorden en hög buffringskapacitet vilket minskar risken för försurning. Järn-svavelkvoten används även som en bedömning för försurningseffekt av sulfid-/sulfatjordar. Är alltså svavelhalten hög i förhållande till järnet, finns det mycket svavel kvar som kan försura marken om marken kommer i kontakt med syre.

Resultaten av analyser och fältobservationerna bekräftar att en stor andel av de massor som kan komma att schaktas och muddras i området längs Tvärån utgörs av sulfidjordar med hög eller måttlig försurningsrisk, se figur 3 och figur 1. Klassningen av analyserade prover framgår av tabell 1 nedan.

Tabell 1. Klassning på utvalda jord- och sedimentprover baserat på försurningsrisk. Klassningen grundas på Fe/S-kvot, Ca/S-kvot och MoSS-projektet 2017-2020.

Provpunkt	Djup	Klassning	Försurningsrisk	Motivering
22W004	0,5-1	C1/A0	Måttlig risk	Neutralt pH, låg Fe/S kvot
22W005	0,5-1	A0	Ej risk	Neutralt pH, hög Fe/S kvot
22W006	0,5-1	C1/A0	Måttlig risk	Lågt pH, låg Fe/S kvot
22W008	0,5-1	C1/A0	Ej risk	Neutralt pH, hög Fe/S kvot
22W009	0,5-1	C1/A0		Neutralt pH, hög Fe/S kvot
22W012	1-1,5	C1/A0	Måttlig risk	Neutralt pH, låg Fe/S kvot
22W012	1,5-2	D1	Hög risk	Neutralt pH, hög svavelhalt, låg Fe/S kvot, låg Ca/S kvot
22W013	1-1,5	C1/A0	Ej risk	Lågt pH, hög Fe/S kvot
22W013	1,5-2	C1	Måttlig risk	Lågt pH, låg Fe/S kvot
22W014	1-1,5	D1	Hög risk	Neutralt pH, hög svavelhalt, låg Fe/S kvot, låg Ca/S kvot
22W014	1,5-2	D1		Neutralt pH, hög svavelhalt, låg Fe/S kvot, låg Ca/S kvort
22W021	0,5-1	C2	Måttlig risk	Neutralt pH, hög svavelhalt, låg Fe/S kvot, låg Ca/S kvot
22W01s	0,0-0,1	C1		Låg Fe/S kvot
22W04s	0,0-0,1	C1		Låg Fe/S kvot
22W07s	0,1-0,2	C1		Låg Fe/S kvot
22W08s	0,0-0,1	C1		Låg Fe/S kvot, låg Ca/S kvot

I området norr om bron för Vännäsvägen planeras schakt ner till 0,5 m i slänterna. Jordarten är sandig eller siltig (potentiell sulfidsilt). Bedömningen är att de sandiga lagren ej är sulfidhaltiga. Resterande del uppskattas uppgå till 50% av schaktade massor från slänterna och kommer behöva omhändertas som potentiellt försurande. Sulfidjorden ligger över grundvattenytan och är därmed sannolikt oxiderade med pågående syrabildning.



Figur 3. Försurningspotential

I området söder om bron för Vännäsvägen planeras schakt till en meter i slänterna. Även här bedöms cirka 50% av jorden som potentiellt sulfidmassor med aktiv syrabildning.

Av de analyserna av prover från sedimenten i ån visar samtliga i området norr om vännäsvägens bro på risk för potentiellt försurande sulfidlera. Det är samstämmigt med SGUs kartläggning. I området söder om bron visar en utförd analys på potentiell syrabildande massor. Enligt SGUs kartläggning bedöms detta område dock ej bestå av sulfidjord. Av muddermassor beräknas därför sammantaget 80% behöva omhändertas. Muddermassorna bedöms vara sulfidlera som ej oxiderats och påbörjat syrabildning.

7.3.2 Föroreningssituation

Analyserna av föroreningar i slänterna uppvisar generellt låga halter, se figur 4. I fyra av punkterna finns påverkan som kan betyda att massorna ej kan återanvändas i anläggningsändamål. Bedömningen är att detta berör mindre än 30% av de massor som planeras att schaktas i slänterna. En mer detaljerad undersökning bör utföras före eventuell entreprenad för att avgränsa.

Analyserna av proverna från sedimenten visar ej på förorening med halter över MRR. Dvs det bör kunna återanvändas med avseende på föroreningsrisker, bortsett från försurningsrisken.

Vid fördjupning av å-sträckan kommer grundvattennivåerna in mot ån att sänkas. Detta kommer medföra ökad oxidation av sulfidhaltig jord, vilket innebär pH-sänkning och ökad utlakning av metaller, vilket bedöms ge påverkan på Tväråns vattenkvalité. Omfattningen av denna effekt har kvantifierats genom beräkning av bidragen av vattenflöden till Tväråns avrinningsområden uppströms den påverkade å-sträckan jämfört med bidraget från markområdet med grundvattenavsänkning.

Resultaten av geokemiska transportberäkningar, baserade på modellerade flödesdata och kemiska analyser på prover som tagits i Tvärån under 2017, indikerar att influensområdet bidrar med mellan 0,07 och 0,3 % av respektive undersökt ämne till den totala transporten av ämnen från Tväråns avrinningsområde till Umeälven. Sammanfattningsvis bedöms att influensområdets påverkan på Tväråns kemi i dagsläget är försumbar och att en fördjupning av Tvärån förmodligen kommer ha en mycket liten påverkan på den totala kemiska transporten i Tvärån, se Bilaga 7.



Figur 4. Föroreningssituation

7.4 KOSTNADSBEDÖMNING

Jord över en meters djup i slänterna uppskattas till 50% bestå av sulfidsilt/lera med syrabildande potential. Sulfidjorden bedöms oxiderad med pågående syrabildning.

100% av de ytliga sedimenten anses vara sulfidhaltig silt/lera som ej oxiderats och som ej genererar syra.

20% av jorden uppskattas kunna ha låga halter av andra föroreningar som olja och metaller, och därmed behöva omhändertas som icke farligt avfall.

Omhändertagande av icke-farligt avfall kan ske på DAC deponi Dåva i Umeå. Uppskattat pris är 350 kr/ton.

Aktuell prisuppgift för mottagning av sulfidjord på DAC deponi Dåva är 400/kr ton.

8 REKOMMENDATIONER

Denna undersökning har som syfte att frambringa beslutsunderlag till utredning inom Tväråprojektet, främst vad gäller masshantering i samband med fördjupning av ån.

I ett par punkter har framkommit halter av föroreningar som ligger något över riktvärdet för känslig markanvändning.

Undersökningen visar att jord och sediment i större delen av området består av sulfidhaltig silt med potential för syrabildning, som kan öka vid en grundvattensänkning. En studie som utförts visar dock att influensområdets tillskott av vatten till Tvärån är relativt liten (mindre än 0,21%) och att ökat tillskott av föroreningar vid en grundvattensänkning därför kan bedömas som försumbar, se Bilaga 7.

Utredningen är av översiktlig karaktär och ytterligare mer detaljerad mark- samt grundvattenundersökningar bör utföras i projekteringsfas efter att åtgärdsalternativ valts. Grundvattenundersökning i projekteringsfas bör belysa risk för spridning av förorening vid ev. grundvattensänkning.

Enligt miljöbalken 10 kap 11§ ska den som äger eller brukar en fastighet oavsett om område tidigare ansetts förorenat genast underrätta tillsynsmyndigheten om det upptäcks en förorening på fastigheten och föroreningen kan medföra skada eller olägenhet för människors hälsa eller miljön.

Vi rekommenderar därför att rapporten delges den lokala tillsynsmyndigheten.

8.1.1 Kompletteringar

Inför eventuella vidare arbeten eller entreprenad bör en undersökning utföras för att avgränsa de föroreningar som framkommit i samband med föreliggande undersökning.

Omfattningen av försurningseffekt genom grundvattensänkning i sulfidlerorna kan vara betydande. Vidare arbete bör utföras för att söka ge en prognos av en sådan påverkan på vattnet i Tvärån.

8.1.2 Hantering av förorenade schaktmassor och länshållningsvatten

Förorenade schaktmassor som uppstår i samband med rekommenderad åtgärd eller i form av överskottsmassor i samband med anläggningsarbeten kräver särskild hantering.

Schakt i förorenad jord är anmälningspliktig. Innan schaktarbeten får ske måste en anmälan om avhjälpandeåtgärd enligt § 28 Förordning (1998:899) om miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd göras till tillsynsmyndigheten senast 6 veckor innan arbetena startar.

Inför schaktarbetena bör en kontrollplan som beskriver tillvägagångssätt för klassificering av förorenade massor och omgivningskontroll utarbetas. Dokumentet bifogas lämpligen till anmälan om avhjälpandeåtgärd.

Mängden förorenat länshållningsvatten som behöver omhändertas bör i möjligaste mån minimeras. Om länshållning krävs behöver hantering och utsläpp stämmas av med tillsynsmyndigheten. Vid ett anmälningsförfarande ska hanteringen ingå.

9 REFERENSER

Avfallsförordningen, 2020. Avfallsförordning SFS 2020:614.

Avfall Sverige, 2019. Uppdaterade bedömningsgrunder för förorenade massor. Rapport 2019:01.

Kommissionens tillkännagivande om teknisk vägledning om klassif icering av avfall (2018/C 124/01)

NFS 2004:10. Naturvårdsverkets föreskrifter om deponering, kriterier och förfarande för mottagning av avfall vid anläggningar för deponering av avfall.

Naturvårdsverket, 2009a. Riktvärden för förorenad mark. Rapport 5976.

Naturvårdsverket, 2009c. Att välja efterbehandlingsåtgärd. Rapport 5978.

Naturvårdsverket, 2010. Återvinning av avfall i anläggningsarbeten. Handbok 2010:1, utgåva 1.

Naturvårdsverket, 2016. Naturvårdsverkets generella riktvärden för förorenad mark. Tabell publicerad juni 2016 på www.naturvardsverket.se.

Trafikverket, 2007. Råd och rekommendationer för hantering av sulfidjordmassor. Publikation 2007:100

Umeå Kommun. 2018-04-14. Tvärån- Tillsynsprojekt med utgångspunkt från en prioriterad vattenförekomst. Delprojekt 1. Recipientprovtagning av metaller med miljökvalitetsnormer för ytvatten.

VI ÄR WSP

WSP är en av världens ledande rådgivare och konsultbolag inom samhällsutveckling. Med cirka 50 000 medarbetare i över 40 länder samlar vi experter inom analys och teknik, för att framtidssäkra världen.

Tillsammans med våra kunder tar vi fram innovativa lösningar för en mänsklig, trygg och välfungerande morgondag. Så tar vi ansvar för framtiden.

wsp.com

WSP Sverige AB

Östra Strandgatan 24

903 33 Umeå

Besök: Östra Strandgatan 24

T: +46 10-722 50 00

wsp.com

BILAGA 1

Provtagningsplan Tvärån 220509

UMEÅ KOMMUN

Provtagningsplan

2022-05-09



Provtagningsplan

Tabell 1. Administrativa uppgifter och kontaktuppgifter

Uppdragsledare WSP: Thomas Liljedahl
Handläggare WSP: Thomas Liljedahl
Fälttekniker:
Beställare:
Beställarens kontaktperson praktiska frågor
Kontaktperson entreprenör, telefon:
Kontaktperson tillsynsmyndighet
Fastighetsbeteckning:
Adress/koordinater:
Tider: 09 Maj- 30 Juni, 2022

Syfte och mål med undersökningen

Syftet med undersökningen är att påvisa föroreningar jordlagren invid Tvärån. Undersökningen ska ge svar på om hur massor kommer att klassa som avfall i fall de ska schaktas bort.

Undersökning ska även ge svar på föroreningssituationen i sediment i Tvärån. Syftet är att bedöma effekter av grumling i samband med anläggningsarbeten, och ge underlag för avfallsklassning av muddrade massor från ån.

Områdesbeskrivning och problembeskrivning

Området utgör de närmaste 10 meter längs med en 3 km lång sträcka av Tvärån i Umeå kommun

De föroreningar som eventuellt kan förväntas är metaller, oljor, PAH, och PCB. De är de generellt vanligast förekommande föroreningarna i stadsmiljö.

I området förekommer sulfidlera som naturlig jordart. Sulfidleran frigör försurande ämnen vid kontakt med luft, vilket medför förhöjda halter av metaller, såsom arsenik, zink, bly, nickel, mm.

Tabell 2. Summerande problembeskrivning.

Verksamhet/bransch: Fyllmassor
Misstänkta/påvisade föroreningar: Olja, OAH, Metller, PCB
Misstänkt förorenade matriser. Jord
Skyddsobjekt: Avfallsfråga
Spridningsvägar
Bedömd strömningsriktning för grundvatten
Recipient, avstånd:
Planerad markanvändning: omgrävning av å-slänten pga planerad fördjupning av ån.

Omfattning

Ingående moment, beskrivet per eventuella delområden:

- Skruvprovtagning av jord med borrbandvagn, 10 punkter

- Provtagning av sediment i 10 provpunkter. Prov tas med kolvprovtagare eller spade.

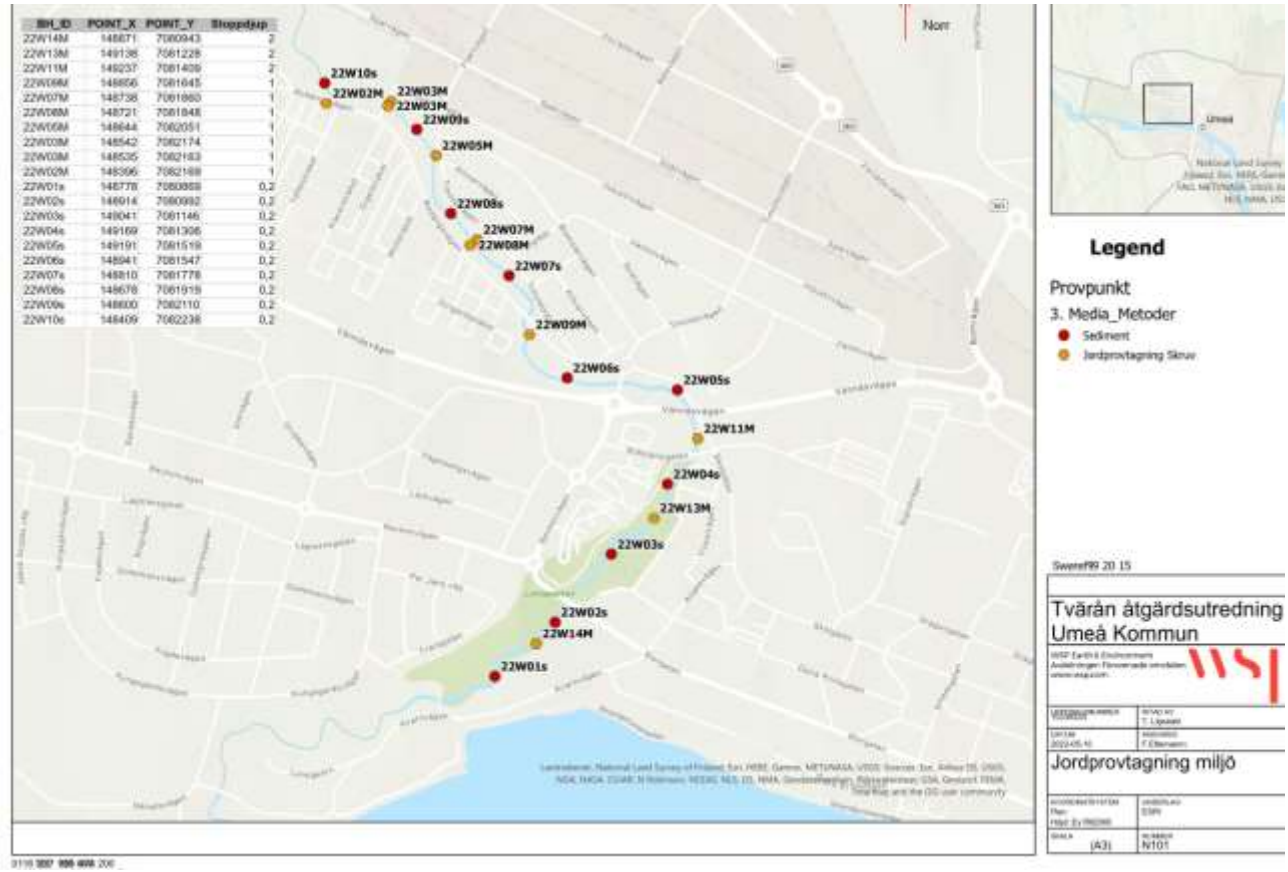
- Installation och provtagning av x grundvattenrör

- Inmätning av provtagningspunkter, samt inmätning och avvägning av grundvattenrör, sweref 99 20 15

- Laboratorieanalys av jord

Provtagningsstrategi och undersökningens omfattning

Bilaga N101 och Figur 1 visar situationsplan för provtagningspunkter.



Tabell 3. Summering av föreslaget fältarbete. Bilaga x visar provpunkternas föreslagna placering.

	Jord	Grundvatten	X (sediment, mfl)
Provtagningsstrategi (riktad eller slumpvis)	Riktad		
Antal provpunkter	10		
Provtagningsmetod:	Skruv		Spade eller kolv
Provtagningsdjup:	1 eller 2 meter		
Nivåindelning:	0,5 m		Min 0,2 m (0,5m om möjligt)
Misstänkta föroreningar:	Olja, PAH, Metaller, PCB (grunda jordprover), Sulfidlera (Svavel och Järn)		Olja, PAH, Metaller, PCB, Sulfidlera (Svavel och Järn)
Fältanalys:	ingen		
Laboratorieanalys:	Ja		Ja
Övrigt:			

Tabell 4. Summering av föreslagna provpunkter, koordinater enligt Sweref99 2015

NAmn	X	Y	Stoppdjup (m)	Media Metod
22W14M	148871	7080943	2	Jord/Skruvborr/samlingsprover halvmetersvid eller efter observerade lager
22W13M	149138	7081228	2	”
22W11M	149237	7081409	2	”
22W09M	148856	7081645	1	”
22W07M	148738	7081860	1	”
22W08M	148721	7081848	1	”
22W05M	148644	7082051	1	”
22W03M	148542	7082174	1	”
22W03M	148535	7082163	1	”
22W02M	148396	7082169	1	”
22W01s	148778	7080869	0,2	Kolv/sediment
22W02s	148914	7080992	0,2	”
22W03s	149041	7081146	0,2	”
22W04s	149169	7081306	0,2	”
22W05s	149191	7081519	0,2	”
22W06s	148941	7081547	0,2	”
22W07s	148810	7081778	0,2	”
22W08s	148678	7081919	0,2	”
22W09s	148600	7082110	0,2	”
22W10s	148409	7082238	0,2	”

Preliminär analysplan

Laboratorieanalyser kommer att utföras på det ackrediterade laboratoriet Eurofins, se föreslagen omfattning nedan.

Tabell 5. Preliminär analysomfattning.

Summering analyser	Svarstid	Antal
JORD och sediment		
PSL51 (Alifater, aromater, BTEX, PAH, metaller inkl Hg).	3 d	30
PSL6Z (PCB)(OBS 10 arb dagar)	10 d	10
Svavel och Järn (metaller i fasta prov) PSLT6	10 d	10

Ledningsutsättning

Tabell beskriver vilka ledningar som finns i området och vem som ansvarar för respektive utsättning.

Ledningsutsättning görs genom Geoteknik

Arbete och Kvalitet

Fältarbetet ska utföras enligt utvalda delar i Naturvårdsverkets rekommendationer (NV rapport 4310, 4311, 4918) samt SGF:s fälthandbok ”Undersökningar av förorenade områden” (SGF Rapport 2:2013) samt tillämpliga delar i Arbetsmiljöverkets publikation ”Marksanering – om hälsa och säkerhet vid arbete i förorenade områden”.

Fältarbetet utförs motsvarande *standardnivå* enligt SGF:s fälthandbok.

Till samtliga fältarbeten görs en riskbedömning för arbetsmiljö i fält, denna finns dokumenterad i WSP verksamhetssystem AU.

Övriga krav och begränsningar

Tidplan

Provtagningen av jord utförs vecka med start 9 Maj. Sedimentprovtagning utförs senast under Juni.

Bilagor

Till kund:

Ritning N101 provtagningspunkter i plan

Interna WSP bilagor:

Bilaga 1 ”Riskbedömning arbetsmiljö”

Referenser

BILAGA 2

Fältnoteringar Tvärån

WSP Environmental

Uppdrag: 10339333

Beställare: Umeå Kommun

Plats: Tvärån

Datum: 2022-05-24

Metod: Spade, skruvborr

Koordinatsystem:

Höjdsystem:

Provtagare Sediment Maja Skotte och Louise Vikman

Provtagare Jord Markus Andersson

Analyspaket:

PSLF8 - Alifater, aromater, BTEX, PAH, metaller inkl. Hg

PSL6Z - PCB (OBS 10 arb dagar)

PSLT6 - Svael och järn (metaller i fasta prover)

Kommentar:

[1] Preliminär geoteknisk benämning enligt SGFs beteckningssystem

[2] Analysresultat redovisas separat

Provpunkt				Nord	Öst	Höjd	Benämning[1]	Anmärkning	PID				Måttlig försurn. Risk
Sediment	Nivå (m u my)			X/Lat	Y/Long	m ö h				PSLF8	PSL6Z	PSLT6	Labanalyser[2]
22W01s	0,00	-	0,10	148778,00	7080869,00			Sand/silt/lera		x	x	x	
22W02s	0,10	-	0,20	148914,00	7080992,00			Sand		x	x		
22W03s	0,00	-	0,10	149041,00	7081146,00			Sediment taget ca 3 m uppströms inmätt punkt, vid västra banken pga djupt vatten. Sand		x	x		
22W04s	0,00	-	0,10	149169,00	7081306,00			Sand/silt		x	x	x	
22W05s	0,00	-	0,10	149191,00	7081519,00			Sand främst, grus vid norra banken		x	x		
22W06s	0,00	-	0,10	148941,00	7081547,00			Sand		x	x		
22W07s	0,10	-	0,20	148810,00	7081778,00			Silt/sand		x	x	x	
22W08s	0,00	-	0,10	148678,00	7081919,00			Silt/sand		x	x	x	
22W09s	0,00	-	0,10	148600,00	7082110,00			Silt/sand. Organiskt material		x	x		
22W10s	0,00	-	0,10	148409,00	7082238,00			Sand/grus		x	x		

Jord	Miljöteknisk bedömning genom påse				Geoteknisk bedömning				GV		PSL51	PSL6Z	PSLVP	SL574	SL574= pH	Måttlig försurn. Risk	Hög försurningsrisk	Ej försurnrisk
22W04M	0,00	-	0,50	grSa	0,00	-	0,5m	Mg:grsiSa	ej mätbart pga ras	x	x							
	0,50	-	1,00	saSi	0,50	-	0,6m	huSi		x		x	x					
	1,00	-	1,50	si/su?	0,60	-	1,5m	(su)Si										
	1,50	-	2,00	si/su?	1,50	-	5m	SuSi										
22W05M	0,00	-	0,50	siSa	0	-	0,2m	Mg:husaSi	ej mätbart pga ras	x	x							
	0,50	-	1,00	siSa	0,20	-	0,8m	(suox)siFSa				x	x					
	1,00	-	1,50	si/su?	0,80	-	1,2m	(suox)fsaSi										
	1,50	-	2,00	si/su?	1,3	-	2,2m	(su)clSi										
22W06M	0,00	-	0,50	siSa	0	-	0,1m	Mg:sasiHu	ej mätbart pga ras	x	x							
	0,50	-	1,00	Sa	0,10	-	0,5m	(suox)siFSa		x		x	x					
	1,00	-	1,50	si/su?	0,50	-	1,4m	(suox)fsaSi										
	1,50	-	2,00	SIsSu	1,4	-	4m	SuSu										
22W08M	0,00	-	0,50	Sa	0	-	0,1m	husaSi	(-)	x	x							
	0,50	-	1,00	siSa	0,10	-	0,8m	(suox)fsaSi				x	x					
	1,00	-	1,50	siSa	0,80	-	1,5m	(suox)siFsa										
	1,50	-	2,00	si/su	1,5	-	5m	SuSi										
22W09M	0,00	-	0,50	siSa	0,00	-	0,2m	Mg:husiSa	1,8	x	x							
	0,50	-	1,00	Sa	0,20	-	1m	Sa		x		x	x					
	1,00	-	1,50	Sa	1,00	-	1,5m	saSi										
	1,50	-	2,00	?	1,50	-	2m	siSa										
					2,00	-	3m	prsiSa										
22W014	0,00	-	0,50	Sa	0,00	-	0,3m	Mg:grsiSa	(-)	x	x							
	0,50	-	1,00	siSa	0,30	-	0,4m	husiFSa										
	1,00	-	1,50	Si	0,40	-	1,5m	(su)siFSa				x	x					
	1,50	-	2,00	leSi	1,50	-	4m	suSi				x	x					
22W012	0,00	-	0,50	Sa	0,00	-	0,2m	Mg:husiSa	(-)	x	x							
	0,50	-	1,00	Sa	0,20	-	0,4	Mg:siSa		x								
	1,00	-	1,50	Sa	0,40	-	1,2	Sa				x	x					
	1,50	-	2,00	si/su?	1,20	-	2m	suSi				x	x					
22W013	0,00	-	0,50	Sa	0,00	-	0,4m	Mg:hugrSi	1	x	x							
	0,50	-	1,00	siSa	0,40	-	0,7m	siFSa										
	1,00	-	1,50	Sa	0,70	-	1m	siSa				x	x					
	1,50	-	2,00	Sa	1,00	-	1,7m	Csa				x	x					
					1,70	-	2,2	siFSa										
22W021	0,00	-	0,50	Sa	0,00	-	0,8m	Mg:grsiSa	ej mätbart pga ras	x	x							
	0,50	-	1,00	siSa/jordig	0,80	-	1,2m	Mg:siHu		x		x	x					
	1,00	-	1,50	Si	1,20	-	2m	suSi										
	1,50	-	2,00	si/su														

BILAGA 3

Bedömning jordprover

Högsta halt		>KM	<MRR	<MRR	<MRR	<MRR	<MRR	*>MRR*	<MRR	<MRR	<MRR	<MRR	<MRR	<MRR	<MRR	<MRR	<MRR	<MRR	>KM	<MRR	>KM	>KM	<MRR				
																									Mindre än ringa risk[1]	KM[2]	MKM[2]	FA[3]
	Provpunkt	**22W004**	**22W004**	**22W005**	**22W005**	**22W006**	**22W006**	**22W008**	**22W008**	**22W009**	**22W009**	**22W012**	**22W012**	**22W012**	**22W012**	**22W013**	**22W013**	**22W013**	**22W014**	**22W014**	**22W014**	**22W021**	**22W021**				
	Datum	2022-06-21	2022-06-21	2022-06-21	2022-06-21	2022-06-21	2022-06-21	2022-06-21	2022-06-21	2022-06-21	2022-06-21	2022-06-21	2022-06-21	2022-06-21	2022-06-21	2022-06-21	2022-06-21	2022-06-21	2022-06-21	2022-06-21	2022-06-21	2022-06-21	2022-06-21				
	Djup	0-0,5	0,5-1	0-0,5	0,5-1	0-0,5	0,5-1	0-0,5	0,5-1	0-0,5	0,5-1	0-0,5	0,5-1	1-1,5	1,5-2	0-0,5	1-1,5	1,5-2	0-0,5	1-1,5	1,5-2	0-0,5	0,5-1				
Ämne	**Enhet**																										
Torrsubstans	%	85,3	64,2	81,5	78,9	86,3	56,6	78,6	83,2	89,5	88	90,5	94,3	84,7	70	75,9	84	85,8	84,6	77,5	55,6	92,3	75,2				
pH			6,1		6,8		4,6		5		5,4			6,1	6,3		5,3	5,2		5,9	6,2		6,7				
Bensen	mg/kg Ts	< 0,0035	< 0,0035	< 0,0035		< 0,0035	< 0,0035	< 0,0035		< 0,0035	< 0,0035	< 0,0035	< 0,0035			< 0,0035			< 0,0035			< 0,0035	< 0,0035	-	0,012	0,04	1000
Toluen	mg/kg Ts	< 0,10	< 0,10	< 0,10		< 0,10	< 0,10	< 0,10		< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10			< 0,10			< 0,10			< 0,10	< 0,10	-	10	40	1000
Etylbensen	mg/kg Ts	< 0,10	< 0,10	< 0,10		< 0,10	< 0,10	< 0,10		< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10			< 0,10			< 0,10			< 0,10	< 0,10	-	10	50	1000
m/p/o-Xylen	mg/kg Ts	< 0,10	< 0,10	< 0,10		< 0,10	< 0,10	< 0,10		< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10			< 0,10			< 0,10			< 0,10	< 0,10	-	10	50	1000
Summa TEX	mg/kg Ts	< 0,20	< 0,20	< 0,20		< 0,20	< 0,20	< 0,20		< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20			< 0,20			< 0,20			< 0,20	< 0,20	-	-	-	-
Alifater >C5-C8	mg/kg Ts	< 5,0	< 5,0	< 5,0		< 5,0	< 5,0	< 5,0		< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0			< 5,0			< 5,0			< 5,0	< 5,0	-	25	150	700
Alifater >C8-C10	mg/kg Ts	< 3,0	< 3,0	< 3,0		< 3,0	< 3,0	< 3,0		< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0			< 3,0			< 3,0			< 3,0	< 3,0	-	25	120	700
Alifater >C10-C12	mg/kg Ts	< 5,0	< 5,0	< 5,0		< 5,0	< 5,0	< 5,0		< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0			< 5,0			< 5,0			< 5,0	< 5,0	-	100	500	1000
Alifater >C12-C16	mg/kg Ts	< 5,0	< 5,0	< 5,0		< 5,0	< 5,0	< 5,0		< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0			< 5,0			< 5,0			< 5,0	< 5,0	-	100	500	10000
Summa Alifater >C5-C16	mg/kg Ts	< 9,0	< 9,0	< 9,0		< 9,0	< 9,0	< 9,0		< 9,0	< 9,0	< 9,0	< 9,0			< 9,0			< 9,0			< 9,0	< 9,0	-	100	500	-
Alifater >C16-C35	mg/kg Ts	< 10	< 10	< 10		< 10	< 10	< 10		< 10	< 10	< 10	< 10			< 10			120			< 10	< 10	-	100	1000	10000
Aromater >C8-C10	mg/kg Ts	< 4,0	< 4,0	< 4,0		< 4,0	< 4,0	< 4,0		< 4,0	< 4,0	< 4,0	< 4,0			< 4,0			< 4,0			< 4,0	< 4,0	-	10	50	1000
Aromater >C10-C16	mg/kg Ts	< 0,90	< 0,90	< 0,90		< 0,90	< 0,90	< 0,90		< 0,90	< 0,90	< 0,90	< 0,90			< 0,90			< 0,90			< 0,90	< 0,90	-	3	15	1000
Summa Aromater >C16-C35	mg/kg Ts	< 0,50	< 0,50	< 0,50		< 0,50	< 0,50	< 0,50		< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50			< 0,50			< 0,50			< 0,50	< 0,50	-	10	30	1000
Summa PAH med låg molekylvik	mg/kg Ts	< 0,045	< 0,045	< 0,045		< 0,045	< 0,045	< 0,045		< 0,045	< 0,045	< 0,045	< 0,045			< 0,045			< 0,045			0,093	< 0,045	0,6	3	15	1000
Summa PAH med medelhög mo	mg/kg Ts	< 0,075	< 0,075	< 0,075		< 0,075	< 0,075	< 0,075		0,16	< 0,075	< 0,075	< 0,075			< 0,075			0,14			1,2	0,11	2	3,5	20	1000
Summa PAH med hög molekylvil	mg/kg Ts	< 0,11	< 0,11	< 0,11		< 0,11	< 0,11	< 0,11		0,14	< 0,11	< 0,11	< 0,11			< 0,11			0,17			1,5	0,13	0,5	1	10	50
Summa PCB7	mg/kg Ts	< 0,0053		< 0,0053		< 0,0053		< 0,0053		< 0,0053		< 0,0053				< 0,0053			0,012			< 0,0053					
Arsenik As	mg/kg Ts	5,8	6,3	5,2	3,4	3,5	8,6	5,4	3,5	3,1	2,8	3,7	< 2,0	3,7	7,8	5,7	< 2,2	< 2,1	3,4	7,6	13	5,3	3,7	10	10	25	1000
Barium Ba	mg/kg Ts	45	69	36	23	32	79	44	35	24	26	22	10	22	32	36	20	16	130	31	59	28	44	-	200	300	50000
Bly Pb	mg/kg Ts	88	6,2	4,2	2,7	2,6	6	6,3	3	6,5	2,4	6	1,3	2,7	5,6	7,8	1,5	1,2	11	4,1	9,2	16	3,9	20	50	400	2500
Järn Fe	mg/kg Ts		18000		7900		21000		13000		7700			8600	14000		6400	4800		15000	32000		12000				
Kadmium Cd	mg/kg Ts	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	***0,23***	< 0,20	< 0,20	0,2	0,8	12	1000
Kalcium Ca	mg/kg Ts		3300		1700		2100		1500		990			890	2200		830	680		2100	4100		2400				
Kobolt Co	mg/kg Ts	4,8	10	5,3	3,4	5,3	10	7,7	5,1	3,1	3,1	3,1	1,4	2,7	7,9	5,4	2,5	2,7	9,8	6,6	12	4,3	6,6	-	15	35	1000
Koppar Cu	mg/kg Ts	11	14	7,8	4,6	6,7	12	8,6	4,7	5,2	4	6,8	1,5	2,7	10	13	2,8	2,6	80	8,6	20	16	7,9	40	80	200	2500
Krom Cr	mg/kg Ts	18	33	22	14	18	27	26	23	13	13	13	5,7	9,9	20	24	11	8,3	***40***	19	35	16	24	40	80	150	10000
Kvicksilver Hg	mg/kg Ts	< 0,011	< 0,015	< 0,012	< 0,012	< 0,011	< 0,016	***0,19***	< 0,011	0,016	< 0,011	< 0,010	< 0,010	< 0,011	< 0,013	0,014	< 0,011	< 0,011	< 0,011	< 0,012	< 0,017	0,034	< 0,012	0,1	0,25	2,5	50
Nickel Ni	mg/kg Ts	7,9	17	8	5,7	7,6	14	10	8,6	5,8	5,9	6,8	3,1	5,3	13	11	5,4	4,8	15	12	22	8,6	12	35	40	120	1000
Svavel S	mg/kg Ts		630		94		570		130		92			150	1600		77	160		1600	3000		1100				
Vanadin V	mg/kg Ts	20	36	24	16	21	30	29	25	17	14	12	5,8	9,8	21	23	11	8,9	25	21	39	16	26	-	100	200	10000
Zink Zn	mg/kg Ts	48	59	32	20	24	54	41	33	26	23	28	12	22	53	35	19	18	***190***	52	81	52	40	120	250	500	2500

Resultaten från laboratorieanalyserna (enhet mg/kg TS) jämförs med:

1. Mindre än ringa risk, NV Handbok 2010:1

2. Naturvårdsverkets generella riktvärden för förorenad mark (NV 5976) känslig markanvändning (KM) och mindre känslig markanvändning (MKM)

3. Farligt avfall (FA) Avfall Sverige 2019:01

BILAGA 4

Bedömning sulfidjord

			177-2022-06210747		177-2022-06210751			177-2022-06210755	7-2022-06210756	7-2022-06210759	7-2022-06210760	7-2022-06210762	7-2022-06210763	7-2022-05260763	7-2022-05260764	7-2022-05260767	7-2022-05260770
	kt	22W004	22W005	22W006	22W008	22W009	22W021	22W014	22W014	22W012	22W012	22W013	22W013	22W08s	22W07s	22W04s	22W01s
			2022-06-21		2022-06-21			2022-06-21	2022-06-21	2022-06-21	2022-06-21	2022-06-21	2022-06-21	2022-05-26	2022-05-26	2022-05-26	2022-05-26
	Nivå	0,5-1	0,5-1	0,5-1	0,5-1	0,5-1	0,5-1	1-1,5	1,5-2	1-1,5	1,5-2	1-1,5	1,5-2				
Ämne	**Enhet**																
Torrsubstans	%		78,9		83,2			77,5	55,6	84,7	70	84	85,8				
	Gv nivå					1,8						1	1				
pH		6,1	6,8	4,6	5	5,4	6,7	5,9	6,2	6,1	6,3	5,3	5,2				
Järn Fe	mg/kg Ts	18000	7900	21000	13000	7700	12000	15000	32000	8600	14000	6400	4800	8600	14000	8900	9500
Kalcium Ca	mg/kg Ts	3300	1700	2100	1500	990	2400	2100	4100	890	2200	830	680				
Svavel S	mg/kg Ts	630	94	570	130	92	1100	1600	3000	150	1600	77	160	400	310	200	280
Fe/S kvot		29	84	37	100	84	11	9	11	57	9	83	30	22	45	45	34
Ca/S kvot		5	18	4	12	11	2	1	1	6	1	11	4				
Klassificering (utan pH		C1/A0	A0	C1	C1/A0	C1/A0	C2	D1	D1	C1	D1	C1/A0	C1	C1	C1	C1	C1
Motivering		Rel. Neutralt pH, låg	Rel. Neutralt pH, hög Fe/S	Rel. Lågt pH, låg Fe/S	Neutralt pH, hög Fe	Rel. Neutralt pH, hö	neutralt pH, hög svav	rel. neutralt pH, hög	rel. neutralt pH, hög	rel. neutralt pH, låg	rel. neutralt pH, hög	rel. lågt pH, hög Fe/	rel. lågt pH, låg Fe/S kvot				
Trolig GV-nivå		ej data	ej data	ej data	ej data	Över gv-nivå	ej data	ej data	ej data	ej data	ej data	Under gv-nivå	Under gv-nivå	sediment	sediment	sediment	sediment

Fe/S kvot	**Bedömning**
≤ 3	Mkt hög försurningseffekt
3 < x > 60	Potentiell försurning
> 60	Ej sulfidjord

Fe/S kvot: Är för att klassificera en jords försurningsegenskaper.

Om Fe/S kvoten är:
1. ≤ 3 har jorden mycket hög försurningseffekt
2. > 60 klassificeras jorden inte som en sulfidjord.

Källa: 2007_100_rad_och_rekommendationer_for_hantering_av_sulfidjordmassor.pdf (ineko.se)

Släntschakt bedömt	**Provpunkt:**
05,m uppströms om bron	05,05,06,08,09,021
1m nedströms om bron	014,012,013

Indelning av sulfid-/sulfatjordar med avseende på miljöpåverkan.
(TRV-remiss, baserat på MoSS-projektet 2017-2020)

Beteckning	Klass	Beskrivning
A0	Ej sulfidjord	Svavelhalt < 1 000 mg/kg TS och pH > 4,3 Inte försurande. Friklassad jord.
A1	Sulfidjord/sulfatjord försumbar försurningsrisk	Svavelhalt > 1 000 mg/kg TS och med hög buffringskapacitet. Försumbar försurningsrisk.
B	Sulfidjord/sulfatjord låg försurningsrisk	Svavelhalt >1 000 mg/kg TS och med buffringskapacitet. Låg försurningsrisk.
C1	Sur sulfatjord låg försurningsrisk	Svavelhalter <1 000 mg/kg, viss buffringskapacitet kvar. pH < 4,3, torrskorpa. Låg försurningsrisk.
C2	Sur sulfatjord med försurningsrisk	Svavelhalt >1 000 mg/kg TS och utan buffringskapacitet. pH < 4,3, torrskorpa - anoxisk. Försurningsrisk – mycket hög försurningsrisk.
D1	Sulfidjord med låg buffringsförmåga, hög försurningsrisk	Svavelhalt mellan 1 000 och 4 000 mg/kg TS, låg buffringskapacitet. Hög försurningsrisk.
D2	Sulfidjord utan buffringsförmåga, mycket hög försurningsrisk	Svavelhalt >4000 mg/kg TS och utan buffringskapacitet. Mycket hög försurningsrisk.

BILAGA 5

Bedömning sediment

Högsta halt		<MRR	<MRR	<MRR	<MRR	<MRR	<MRR	<MRR	<MRR	<MRR	<MRR				
		177-2022-05260761	177-2022-05260762	177-2022-05260763	177-2022-05260764	177-2022-05260765	177-2022-05260766	177-2022-05260767	177-2022-05260768	177-2022-05260769	177-2022-05260770	*Mindre än ringa risk*[1]	KM[2]	MKM[2]	FA[3]
	Provpunkt	**22W10s**	**22W09s**	**22W08s**	**22W07s**	**22W06s**	**22W05s**	**22W04s**	**22W03s**	**22W02s**	**22W01s**				
	Datum	2022-05-26	2022-05-26	2022-05-26	2022-05-26	2022-05-26	2022-05-26	2022-05-26	2022-05-26	2022-05-26	2022-05-26				
Ämne	**Enhet**														
Torrsubstans	%	80,6	81,7	80,2	71,9	84	79,1	86,1	81,4	81,7	78,9				
Bensen	mg/kg Ts	< 0,0035	< 0,0035	< 0,0035	< 0,0035	< 0,0035	< 0,0035	< 0,0035	< 0,0035	< 0,0035	< 0,0035	-	0,012	0,04	1000
Toluen	mg/kg Ts	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	-	10	40	1000
Etylbensen	mg/kg Ts	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	-	10	50	1000
m/p/o-Xylen	mg/kg Ts	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	-	10	50	1000
Summa TEX	mg/kg Ts	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	-	-	-	-
Alifater >C5-C8	mg/kg Ts	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	-	25	150	700
Alifater >C8-C10	mg/kg Ts	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	-	25	120	700
Alifater >C10-C12	mg/kg Ts	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	-	100	500	1000
Alifater >C12-C16	mg/kg Ts	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	-	100	500	10000
Summa Alifater >C5-C16	mg/kg Ts	< 9,0	< 9,0	< 9,0	< 9,0	< 9,0	< 9,0	< 9,0	< 9,0	< 9,0	< 9,0	-	100	500	-
Alifater >C16-C35	mg/kg Ts	< 10	< 10	49	35	< 10	< 10	23	18	< 10	17	-	100	1000	10000
Aromater >C8-C10	mg/kg Ts	< 4,0	< 4,0	< 4,0	< 4,0	< 4,0	< 4,0	< 4,0	< 4,0	< 4,0	< 4,0	-	10	50	1000
Aromater >C10-C16	mg/kg Ts	< 0,90	< 0,90	< 0,90	< 0,90	< 0,90	< 0,90	< 0,90	< 0,90	< 0,90	< 0,90	-	3	15	1000
Summa Aromater >C16-C35	mg/kg Ts	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	-	10	30	1000
Summa PAH med låg molekylvik	mg/kg Ts	< 0,045	< 0,045	< 0,045	< 0,045	< 0,045	< 0,045	< 0,045	< 0,045	< 0,045	< 0,045	0,6	3	15	1000
Summa PAH med medelhög mol	mg/kg Ts	< 0,075	< 0,075	< 0,075	< 0,075	< 0,075	< 0,075	< 0,075	< 0,075	< 0,075	< 0,075	2	3,5	20	1000
Summa PAH med hög molekylvil	mg/kg Ts	< 0,11	< 0,11	< 0,11	< 0,11	< 0,11	< 0,11	< 0,11	0,13	< 0,11	< 0,11	0,5	1	10	50
Summa PCB 7	mg/kg Ts	< 0,0053	< 0,0053	< 0,0053	< 0,0053	< 0,0053	< 0,0053	< 0,0053	< 0,0053	0,0071	< 0,0053	-	0,008	0,2	10
Arsenik As	mg/kg Ts	2,4	3,1	3	4,7	2,8	3,8	4,2	5,6	3,6	2,9	10	10	25	1000
Barium Ba	mg/kg Ts	25	21	26	38	24	29	23	34	30	30	-	200	300	50000
Bly Pb	mg/kg Ts	3,1	2,9	3,5	5,2	3,4	4,8	3,6	4,9	4,5	4,1	20	50	400	2500
Järn Fe	mg/kg Ts			8600	14000			8900			9500				
Kadmium Cd	mg/kg Ts	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	0,2	0,8	12	1000
Kalcium Ca	mg/kg Ts			1100	1600			1200			1300				
Kobolt Co	mg/kg Ts	3,2	3	3,7	4,9	3,4	3,7	3,2	4	3,2	3,8	-	15	35	1000
Koppar Cu	mg/kg Ts	6,5	4,1	7,4	6,9	4,4	4,9	4,8	7,9	4,6	6,7	40	80	200	2500
Krom Cr	mg/kg Ts	12	11	12	16	12	13	14	15	13	13	40	80	150	10000
Kvicksilver Hg	mg/kg Ts	< 0,012	< 0,012	< 0,012	< 0,013	< 0,011	< 0,012	< 0,011	< 0,012	< 0,012	< 0,012	0,1	0,25	2,5	50
Nickel Ni	mg/kg Ts	7	6,7	7,9	11	7,8	8,5	6,7	8,9	7,9	7,5	35	40	120	1000
Svavel S	mg/kg Ts			400	310			200			280				
Vanadin V	mg/kg Ts	13	12	13	19	14	15	12	18	14	15	-	100	200	10000
Zink Zn	mg/kg Ts	28	26	35	45	25	35	37	35	30	34	120	250	500	2500

Resultaten från laboratorieanalyserna (enhet mg/kg TS) jämförs med:

1. Mindre än ringa risk, NV Handbok 2010:1

2. Naturvårdsverkets generella riktvärden för förorenad mark (NV 5976) känslig markanvändning (KM) och mindre känslig markanvändning (MKM)

3. Farligt avfall (FA) Avfall Sverige 2019:01

BILAGA 6

Analysprotokoll. Jord och sediment

Eurofins Environment Testing Sweden AB
Box 737
531 17 Lidköping

Tlf: +46 10 490 8110
Fax: +46 10 490 8051

Ackred. nr 1125
Provning
ISO/IEC 17025

WSP Earth & Environment - [3658]
Louise Vikman
Östra Strandgatan 24
90333 UMEÅ

AR-22-SL-130564-01

EUSELI2-01027873
Kundnummer: SL8436321

Uppdragsmärkn.
10339333

Analysrapport

Provnummer:	**177-2022-06210744**	Djup (m)	0-0,5
Provbeskrivning:		Provtagare	Louise Vikman
Matris:	Jord		
Provet ankom:	2022-06-21		
Utskriftsdatum:	2022-06-28		
Analyserna påbörjades:	2022-06-21		
Provmärkning:	22W004		
Provtagningsplats:	22W004		

Analys	Resultat	Enhet	Mäto.	Metod/ref	
Torrsubstans	**85.3**	%	10%	SS-EN 12880:2000	a)
Bensen	**< 0.0035**	mg/kg Ts	30%	EPA 5021, Intern metod	a)
Toluen	**< 0.10**	mg/kg Ts	35%	EPA 5021, Intern metod	a)
Etylbensen	**< 0.10**	mg/kg Ts	30%	EPA 5021, Intern metod	a)
m/p/o-Xylen	**< 0.10**	mg/kg Ts	35%	EPA 5021, Intern metod	a)
Summa TEX	**< 0.20**	mg/kg Ts	30%	Beräknad från analyserad halt	a)
Alifater >C5-C8	**< 5.0**	mg/kg Ts	35%	SPI 2011	a)
Alifater >C8-C10	**< 3.0**	mg/kg Ts	35%	SPI 2011	a)
Alifater >C10-C12	**< 5.0**	mg/kg Ts	30%	SPI 2011	a)
Alifater >C12-C16	**< 5.0**	mg/kg Ts	30%	SPI 2011	a)
Summa Alifater >C5-C16	**< 9.0**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Alifater >C16-C35	**< 10**	mg/kg Ts	30%	SPI 2011	a)
Aromater >C8-C10	**< 4.0**	mg/kg Ts	40%	SPI 2011	a)
Aromater >C10-C16	**< 0.90**	mg/kg Ts	35%	SPI 2011	a)
Metylkrysener/Metylbenso(a)antracener	**< 0.50**	mg/kg Ts	30%	SIS: TK 535 N 012	a)
Metylpyrener/Metylfluorantener	**< 0.50**	mg/kg Ts	35%	SIS: TK 535 N 012	a)
Summa Aromater >C16-C35	**< 0.50**	mg/kg Ts	25%	SIS: TK 535 N 012	a)
Oljetyp < C10	**Utgår**				a)*
Oljetyp > C10	**Utgår**				a)*
Benso(a)antracen	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Krysen	**< 0.030**	mg/kg Ts	35%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Benso(b,k)fluoranten	**< 0.030**	mg/kg Ts	40%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Benso(a)pyren	**< 0.030**	mg/kg Ts	35%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Indeno(1,2,3-cd)pyren	**< 0.030**	mg/kg Ts	35%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Dibenso(a,h)antracen	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)

Förklaringar

Laboratoriet/laboratorierna är ackrediterade av respektive lands ackrediteringsorgan. Ej ackrediterade analyser är markerade med *

AR-003v58

Mätosäkerheten, om inget annat anges, redovisas som utvidgad mätosäkerhet med täckningsfaktor 2. Undantag relaterat till analyser utförda utanför Sverige kan förekomma. Ytterligare upplysningar samt mätosäkerhet och detektionsnivåer för mikrobiologiska analyser lämnas på begäran.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utförande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten relaterar endast till det insända provet.

Naftalen	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Acenaftylen	**< 0.030**	mg/kg Ts	45%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Acenaften	**< 0.030**	mg/kg Ts	40%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Fluoren	**< 0.030**	mg/kg Ts	35%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Fenantren	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Antracen	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Fluoranten	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Pyren	**< 0.030**	mg/kg Ts	25%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Benso(g,h,i)perylen	**< 0.030**	mg/kg Ts	40%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Summa PAH med låg molekylvikt	**< 0.045**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa PAH med medelhög molekylvikt	**< 0.075**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa PAH med hög molekylvikt	**< 0.11**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa cancerogena PAH	**< 0.090**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa övriga PAH	**< 0.14**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa totala PAH16	**< 0.23**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
PCB 28	**< 0.0015**	mg/kg Ts	30%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
PCB 52	**< 0.0015**	mg/kg Ts	25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
PCB 101	**< 0.0015**	mg/kg Ts	25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
PCB 118	**< 0.0015**	mg/kg Ts	25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
PCB 153	**< 0.0015**	mg/kg Ts	25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
PCB 138	**< 0.0015**	mg/kg Ts	25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
PCB 180	**< 0.0015**	mg/kg Ts	25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
Summa PCB7	**< 0.0053**	mg/kg Ts		SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
Arsenik As	**5.8**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Barium Ba	**45**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Bly Pb	**88**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Kadmium Cd	**< 0.20**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Kobolt Co	**4.8**	mg/kg Ts	30%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Koppar Cu	**11**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Krom Cr	**18**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)

Förklaringar

Laboratoriet/laboratorierna är ackrediterade av respektive lands ackrediteringsorgan. Ej ackrediterade analyser är markerade med *

AR-003v58

Mätosäkerheten, om inget annat anges, redovisas som utvidgad mätosäkerhet med täckningsfaktor 2. Undantag relaterat till analyser utförda utanför Sverige kan förekomma. Ytterligare upplysningar samt mätosäkerhet och detektionsnivåer för mikrobiologiska analyser lämnas på begäran.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utförande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten relaterar endast till det insända provet.

Kvicksilver Hg	**< 0.011**	mg/kg Ts	35%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17852:2008mod	a)
Nickel Ni	**7.9**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Vanadin V	**20**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Zink Zn	**48**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)

Utförande laboratorium/underleverantör:
a) Eurofins Environment Testing Sweden AB, SWEDEN, ISO/IEC 17025:2017 SWEDAC 1125

Kopia till:
Thomas Liljedahl (thomas.liljedahl@wsp.com)

Paola Nilson, Rapportansvarig

Denna rapport är elektroniskt signerad.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utförande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten relaterar endast till det insända provet.

Eurofins Environment Testing Sweden AB
Box 737
531 17 Lidköping

Tlf: +46 10 490 8110
Fax: +46 10 490 8051

Ackred. nr 1125
Provning
ISO/IEC 17025

WSP Earth & Environment - [3658]
Louise Vikman
Östra Strandgatan 24
90333 UMEÅ

AR-22-SL-140869-01

EUSELI2-01027873

Kundnummer: SL8436321

Uppdragsmärkn.
10339333

Analysrapport

Provnummer:	**177-2022-06210745**	Djup (m)	0,5-1
Provbeskrivning:		Provtagare	Louise Vikman
Matris:	Jord		
Provet ankom:	2022-06-21		
Utskriftsdatum:	2022-07-07		
Analyserna påbörjades:	2022-06-21		
Provmärkning:	22W004		
Provtagningsplats:	22W004		

Analys	Resultat	Enhet	Mäto.	Metod/ref	
Torrsubstans	**64.2**	%	10%	SS-EN 12880:2000	a)
pH	**6.1**		0.2	SS-EN 15933:2012	a)
Bensen	**< 0.0035**	mg/kg Ts	30%	EPA 5021, Intern metod	a)
Toluen	**< 0.10**	mg/kg Ts	35%	EPA 5021, Intern metod	a)
Etylbensen	**< 0.10**	mg/kg Ts	30%	EPA 5021, Intern metod	a)
m/p/o-Xylen	**< 0.10**	mg/kg Ts	35%	EPA 5021, Intern metod	a)
Summa TEX	**< 0.20**	mg/kg Ts	30%	Beräknad från analyserad halt	a)
Alifater >C5-C8	**< 5.0**	mg/kg Ts	35%	SPI 2011	a)
Alifater >C8-C10	**< 3.0**	mg/kg Ts	35%	SPI 2011	a)
Alifater >C10-C12	**< 5.0**	mg/kg Ts	30%	SPI 2011	a)
Alifater >C12-C16	**< 5.0**	mg/kg Ts	30%	SPI 2011	a)
Summa Alifater >C5-C16	**< 9.0**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Alifater >C16-C35	**< 10**	mg/kg Ts	30%	SPI 2011	a)
Aromater >C8-C10	**< 4.0**	mg/kg Ts	40%	SPI 2011	a)
Aromater >C10-C16	**< 0.90**	mg/kg Ts	35%	SPI 2011	a)
Metylkrysener/Metylbenso(a)antracener	**< 0.50**	mg/kg Ts	30%	SIS: TK 535 N 012	a)
Metylpyrener/Metylfluorantener	**< 0.50**	mg/kg Ts	35%	SIS: TK 535 N 012	a)
Summa Aromater >C16-C35	**< 0.50**	mg/kg Ts	25%	SIS: TK 535 N 012	a)
Oljetyp < C10	**Utgår**				a)*
Oljetyp > C10	**Utgår**				a)*
Benso(a)antracen	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Krysen	**< 0.030**	mg/kg Ts	35%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Benso(b,k)fluoranten	**< 0.030**	mg/kg Ts	40%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Benso(a)pyren	**< 0.030**	mg/kg Ts	35%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Indeno(1,2,3-cd)pyren	**< 0.030**	mg/kg Ts	35%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)

Förklaringar

Laboratoriet/laboratorierna är ackrediterade av respektive lands ackrediteringsorgan. Ej ackrediterade analyser är markerade med *

AR-003v58

Mätosäkerheten, om inget annat anges, redovisas som utvidgad mätosäkerhet med täckningsfaktor 2. Undantag relaterat till analyser utförda utanför Sverige kan förekomma. Ytterligare upplysningar samt mätosäkerhet och detektionsnivåer för mikrobiologiska analyser lämnas på begäran.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utförande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten relaterar endast till det insända provet.

Dibenso(a,h)antracen	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Naftalen	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Acenaftylen	**< 0.030**	mg/kg Ts	45%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Acenaften	**< 0.030**	mg/kg Ts	40%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Fluoren	**< 0.030**	mg/kg Ts	35%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Fenantren	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Antracen	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Fluoranten	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Pyren	**< 0.030**	mg/kg Ts	25%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Benso(g,h,i)perylen	**< 0.030**	mg/kg Ts	40%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Summa PAH med låg molekylvikt	**< 0.045**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa PAH med medelhög molekylvikt	**< 0.075**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa PAH med hög molekylvikt	**< 0.11**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa cancerogena PAH	**< 0.090**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa övriga PAH	**< 0.14**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa totala PAH16	**< 0.23**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Arsenik As	**6.3**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Barium Ba	**69**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Bly Pb	**6.2**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Järn Fe	**18000**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Kadmium Cd	**< 0.20**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Kalcium Ca	**3300**	mg/kg Ts	30%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Kobolt Co	**10**	mg/kg Ts	30%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Koppar Cu	**14**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Krom Cr	**33**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Kvicksilver Hg	**< 0.015**	mg/kg Ts	35%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17852:2008mod	a)
Nickel Ni	**17**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Svavel S	**630**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)*
Vanadin V	**36**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Zink Zn	**59**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)

Utförande laboratorium/underleverantör:

a) Eurofins Environment Testing Sweden AB, SWEDEN, ISO/IEC 17025:2017 SWEDAC 1125

Förklaringar

Laboratoriet/laboratorierna är ackrediterade av respektive lands ackrediteringsorgan. Ej ackrediterade analyser är markerade med *

AR-003v58

Mätosäkerheten, om inget annat anges, redovisas som utvidgad mätosäkerhet med täckningsfaktor 2. Undantag relaterat till analyser utförda utanför Sverige kan förekomma. Ytterligare upplysningar samt mätosäkerhet och detektionsnivåer för mikrobiologiska analyser lämnas på begäran.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utförande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten relaterar endast till det insända provet.

Kopia till:
Thomas Liljedahl (thomas.liljedahl@wsp.com)

Paola Nilson, Rapportansvarig

Denna rapport är elektroniskt signerad.

Förklaringar

Laboratoriet/laboratorierna är ackrediterade av respektive lands ackrediteringsorgan. Ej ackrediterade analyser är markerade med *

AR-003v58

Mätosäkerheten, om inget annat anges, redovisas som utvidgad mätosäkerhet med täckningsfaktor 2. Undantag relaterat till analyser utförda utanför Sverige kan förekomma. Ytterligare upplysningar samt mätosäkerhet och detektionsnivåer för mikrobiologiska analyser lämnas på begäran.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utförande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten relaterar endast till det insända provet.

Eurofins Environment Testing Sweden AB
Box 737
531 17 Lidköping

Tlf: +46 10 490 8110
Fax: +46 10 490 8051

Ackred. nr 1125
Provning
ISO/IEC 17025

WSP Earth & Environment - [3658]
Louise Vikman
Östra Strandgatan 24
90333 UMEÅ

AR-22-SL-131572-01

EUSELI2-01027873

Kundnummer: SL8436321

Uppdragsmärkn.
10339333

Analysrapport

Provnummer:	**177-2022-06210747**	Djup (m)	0,5-1
Provbeskrivning:		Provtagare	Louise Vikman
Matris:	Jord		
Provet ankom:	2022-06-21		
Utskriftsdatum:	2022-06-28		
Analyserna påbörjades:	2022-06-21		
Provmärkning:	22W005		
Provtagningsplats:	22W005		

Analys	Resultat	Enhet	Mäto.	Metod/ref	
Torrsubstans	**78.9**	%	10%	SS-EN 12880:2000	a)
pH	**6.8**		0.2	SS-EN 15933:2012	a)
Arsenik As	**3.4**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Barium Ba	**23**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Bly Pb	**2.7**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Järn Fe	**7900**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Kadmium Cd	**< 0.20**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Kalcium Ca	**1700**	mg/kg Ts	30%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Kobolt Co	**3.4**	mg/kg Ts	30%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Koppar Cu	**4.6**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Krom Cr	**14**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Kvicksilver Hg	**< 0.012**	mg/kg Ts	35%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17852:2008mod	a)
Nickel Ni	**5.7**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Svavel S	**94**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)*
Vanadin V	**16**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Zink Zn	**20**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)

Utförande laboratorium/underleverantör:

Förklaringar

Laboratoriet/laboratorierna är ackrediterade av respektive lands ackrediteringsorgan. Ej ackrediterade analyser är markerade med *

AR-003v58

Mätosäkerheten, om inget annat anges, redovisas som utvidgad mätosäkerhet med täckningsfaktor 2. Undantag relaterat till analyser utförda utanför Sverige kan förekomma. Ytterligare upplysningar samt mätosäkerhet och detektionsnivåer för mikrobiologiska analyser lämnas på begäran.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utförande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten relaterar endast till det insända provet.

a) Eurofins Environment Testing Sweden AB, SWEDEN, ISO/IEC 17025:2017 SWEDAC 1125

Kopia till:
Thomas Liljedahl (thomas.liljedahl@wsp.com)

Paola Nilson, Rapportansvarig

Denna rapport är elektroniskt signerad.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utförande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten relaterar endast till det insända provet.

Eurofins Environment Testing Sweden AB
Box 737
531 17 Lidköping

Tlf: +46 10 490 8110
Fax: +46 10 490 8051

Ackred. nr 1125
Provning
ISO/IEC 17025

WSP Earth & Environment - [3658]
Louise Vikman
Östra Strandgatan 24
90333 UMEÅ

AR-22-SL-130565-01

EUSELI2-01027873
Kundnummer: SL8436321

Uppdragsmärkn.
10339333

Analysrapport

Provnummer:	**177-2022-06210748**	Djup (m)	0-0,5
Provbeskrivning:		Provtagare	Louise Vikman
Matris:	Jord		
Provet ankom:	2022-06-21		
Utskriftsdatum:	2022-06-28		
Analyserna påbörjades:	2022-06-21		
Provmärkning:	22W006		
Provtagningsplats:	22W006		

Analys	Resultat	Enhet	Mäto.	Metod/ref	
Torrsubstans	**86.3**	%	10%	SS-EN 12880:2000	a)
Bensen	**< 0.0035**	mg/kg Ts	30%	EPA 5021, Intern metod	a)
Toluen	**< 0.10**	mg/kg Ts	35%	EPA 5021, Intern metod	a)
Etylbensen	**< 0.10**	mg/kg Ts	30%	EPA 5021, Intern metod	a)
m/p/o-Xylen	**< 0.10**	mg/kg Ts	35%	EPA 5021, Intern metod	a)
Summa TEX	**< 0.20**	mg/kg Ts	30%	Beräknad från analyserad halt	a)
Alifater >C5-C8	**< 5.0**	mg/kg Ts	35%	SPI 2011	a)
Alifater >C8-C10	**< 3.0**	mg/kg Ts	35%	SPI 2011	a)
Alifater >C10-C12	**< 5.0**	mg/kg Ts	30%	SPI 2011	a)
Alifater >C12-C16	**< 5.0**	mg/kg Ts	30%	SPI 2011	a)
Summa Alifater >C5-C16	**< 9.0**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Alifater >C16-C35	**< 10**	mg/kg Ts	30%	SPI 2011	a)
Aromater >C8-C10	**< 4.0**	mg/kg Ts	40%	SPI 2011	a)
Aromater >C10-C16	**< 0.90**	mg/kg Ts	35%	SPI 2011	a)
Metylkrysener/Metylbenso(a)antracener	**< 0.50**	mg/kg Ts	30%	SIS: TK 535 N 012	a)
Metylpyrener/Metylfluorantener	**< 0.50**	mg/kg Ts	35%	SIS: TK 535 N 012	a)
Summa Aromater >C16-C35	**< 0.50**	mg/kg Ts	25%	SIS: TK 535 N 012	a)
Oljetyp < C10	**Utgår**				a)*
Oljetyp > C10	**Utgår**				a)*
Benso(a)antracen	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Krysen	**< 0.030**	mg/kg Ts	35%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Benso(b,k)fluoranten	**< 0.030**	mg/kg Ts	40%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Benso(a)pyren	**< 0.030**	mg/kg Ts	35%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Indeno(1,2,3-cd)pyren	**< 0.030**	mg/kg Ts	35%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Dibenso(a,h)antracen	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)

Förklaringar

Laboratoriet/laboratorierna är ackrediterade av respektive lands ackrediteringsorgan. Ej ackrediterade analyser är markerade med *

AR-003v58

Mätosäkerheten, om inget annat anges, redovisas som utvidgad mätosäkerhet med täckningsfaktor 2. Undantag relaterat till analyser utförda utanför Sverige kan förekomma. Ytterligare upplysningar samt mätosäkerhet och detektionsnivåer för mikrobiologiska analyser lämnas på begäran.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utförande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten relaterar endast till det insända provet.

Naftalen	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Acenaftylen	**< 0.030**	mg/kg Ts	45%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Acenaften	**< 0.030**	mg/kg Ts	40%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Fluoren	**< 0.030**	mg/kg Ts	35%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Fenantren	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Antracen	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Fluoranten	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Pyren	**< 0.030**	mg/kg Ts	25%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Benso(g,h,i)perylen	**< 0.030**	mg/kg Ts	40%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Summa PAH med låg molekylvikt	**< 0.045**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa PAH med medelhög molekylvikt	**< 0.075**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa PAH med hög molekylvikt	**< 0.11**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa cancerogena PAH	**< 0.090**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa övriga PAH	**< 0.14**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa totala PAH16	**< 0.23**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
PCB 28	**< 0.0015**	mg/kg Ts	30%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
PCB 52	**< 0.0015**	mg/kg Ts	25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
PCB 101	**< 0.0015**	mg/kg Ts	25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
PCB 118	**< 0.0015**	mg/kg Ts	25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
PCB 153	**< 0.0015**	mg/kg Ts	25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
PCB 138	**< 0.0015**	mg/kg Ts	25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
PCB 180	**< 0.0015**	mg/kg Ts	25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
Summa PCB7	**< 0.0053**	mg/kg Ts		SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
Arsenik As	**3.5**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Barium Ba	**32**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Bly Pb	**2.6**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Kadmium Cd	**< 0.20**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Kobolt Co	**5.3**	mg/kg Ts	30%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Koppar Cu	**6.7**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Krom Cr	**18**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)

Förklaringar

Laboratoriet/laboratorierna är ackrediterade av respektive lands ackrediteringsorgan. Ej ackrediterade analyser är markerade med *

AR-003v58

Mätosäkerheten, om inget annat anges, redovisas som utvidgad mätosäkerhet med täckningsfaktor 2. Undantag relaterat till analyser utförda utanför Sverige kan förekomma. Ytterligare upplysningar samt mätosäkerhet och detektionsnivåer för mikrobiologiska analyser lämnas på begäran.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utförande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten relaterar endast till det insända provet.

Kvicksilver Hg	**< 0.011**	mg/kg Ts	35%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17852:2008mod	a)
Nickel Ni	**7.6**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Vanadin V	**21**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Zink Zn	**24**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)

Utförande laboratorium/underleverantör:
a) Eurofins Environment Testing Sweden AB, SWEDEN, ISO/IEC 17025:2017 SWEDAC 1125

Kopia till:
Thomas Liljedahl (thomas.liljedahl@wsp.com)

Paola Nilson, Rapportansvarig

Denna rapport är elektroniskt signerad.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utförande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten relaterar endast till det insända provet.

Eurofins Environment Testing Sweden AB
Box 737
531 17 Lidköping

Tlf: +46 10 490 8110
Fax: +46 10 490 8051

Ackred. nr 1125
Provning
ISO/IEC 17025

WSP Earth & Environment - [3658]
Louise Vikman
Östra Strandgatan 24
90333 UMEÅ

AR-22-SL-140870-01

EUSELI2-01027873

Kundnummer: SL8436321

Uppdragsmärkn.
10339333

Analysrapport

Provnummer:	**177-2022-06210749**	Djup (m)	0,5-1
Provbeskrivning:		Provtagare	Louise Vikman
Matris:	Jord		
Provet ankom:	2022-06-21		
Utskriftsdatum:	2022-07-07		
Analyserna påbörjades:	2022-06-21		
Provmärkning:	22W006		
Provtagningsplats:	22W006		

Analys	Resultat	Enhet	Mäto.	Metod/ref	
Torrsubstans	**56.6**	%	10%	SS-EN 12880:2000	a)
pH	**4.6**		0.2	SS-EN 15933:2012	a)
Bensen	**< 0.0035**	mg/kg Ts	30%	EPA 5021, Intern metod	a)
Toluen	**< 0.10**	mg/kg Ts	35%	EPA 5021, Intern metod	a)
Etylbensen	**< 0.10**	mg/kg Ts	30%	EPA 5021, Intern metod	a)
m/p/o-Xylen	**< 0.10**	mg/kg Ts	35%	EPA 5021, Intern metod	a)
Summa TEX	**< 0.20**	mg/kg Ts	30%	Beräknad från analyserad halt	a)
Alifater >C5-C8	**< 5.0**	mg/kg Ts	35%	SPI 2011	a)
Alifater >C8-C10	**< 3.0**	mg/kg Ts	35%	SPI 2011	a)
Alifater >C10-C12	**< 5.0**	mg/kg Ts	30%	SPI 2011	a)
Alifater >C12-C16	**< 5.0**	mg/kg Ts	30%	SPI 2011	a)
Summa Alifater >C5-C16	**< 9.0**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Alifater >C16-C35	**< 10**	mg/kg Ts	30%	SPI 2011	a)
Aromater >C8-C10	**< 4.0**	mg/kg Ts	40%	SPI 2011	a)
Aromater >C10-C16	**< 0.90**	mg/kg Ts	35%	SPI 2011	a)
Metylkrysener/Metylbenso(a)antracener	**< 0.50**	mg/kg Ts	30%	SIS: TK 535 N 012	a)
Metylpyrener/Metylfluorantener	**< 0.50**	mg/kg Ts	35%	SIS: TK 535 N 012	a)
Summa Aromater >C16-C35	**< 0.50**	mg/kg Ts	25%	SIS: TK 535 N 012	a)
Oljetyp < C10	**Utgår**				a)*
Oljetyp > C10	**Utgår**				a)*
Benso(a)antracen	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Krysen	**< 0.030**	mg/kg Ts	35%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Benso(b,k)fluoranten	**< 0.030**	mg/kg Ts	40%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Benso(a)pyren	**< 0.030**	mg/kg Ts	35%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Indeno(1,2,3-cd)pyren	**< 0.030**	mg/kg Ts	35%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)

Förklaringar

Laboratoriet/laboratorierna är ackrediterade av respektive lands ackrediteringsorgan. Ej ackrediterade analyser är markerade med *

AR-003v58

Mätosäkerheten, om inget annat anges, redovisas som utvidgad mätosäkerhet med täckningsfaktor 2. Undantag relaterat till analyser utförda utanför Sverige kan förekomma. Ytterligare upplysningar samt mätosäkerhet och detektionsnivåer för mikrobiologiska analyser lämnas på begäran.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utförande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten relaterar endast till det insända provet.

Dibenso(a,h)antracen	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Naftalen	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Acenaftylen	**< 0.030**	mg/kg Ts	45%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Acenaften	**< 0.030**	mg/kg Ts	40%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Fluoren	**< 0.030**	mg/kg Ts	35%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Fenantren	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Antracen	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Fluoranten	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Pyren	**< 0.030**	mg/kg Ts	25%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Benso(g,h,i)perylen	**< 0.030**	mg/kg Ts	40%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Summa PAH med låg molekylvikt	**< 0.045**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa PAH med medelhög molekylvikt	**< 0.075**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa PAH med hög molekylvikt	**< 0.11**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa cancerogena PAH	**< 0.090**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa övriga PAH	**< 0.14**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa totala PAH16	**< 0.23**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Arsenik As	**8.6**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Barium Ba	**79**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Bly Pb	**6.0**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Järn Fe	**21000**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Kadmium Cd	**< 0.20**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Kalcium Ca	**2100**	mg/kg Ts	30%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Kobolt Co	**10**	mg/kg Ts	30%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Koppar Cu	**12**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Krom Cr	**27**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Kvicksilver Hg	**< 0.016**	mg/kg Ts	35%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17852:2008mod	a)
Nickel Ni	**14**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Svavel S	**570**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)*
Vanadin V	**30**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Zink Zn	**54**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)

Utförande laboratorium/underleverantör:

a) Eurofins Environment Testing Sweden AB, SWEDEN, ISO/IEC 17025:2017 SWEDAC 1125

Förklaringar

Laboratoriet/laboratorierna är ackrediterade av respektive lands ackrediteringsorgan. Ej ackrediterade analyser är markerade med *

AR-003v58

Mätosäkerheten, om inget annat anges, redovisas som utvidgad mätosäkerhet med täckningsfaktor 2. Undantag relaterat till analyser utförda utanför Sverige kan förekomma. Ytterligare upplysningar samt mätosäkerhet och detektionsnivåer för mikrobiologiska analyser lämnas på begäran.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utförande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten relaterar endast till det insända provet.

Kopia till:
Thomas Liljedahl (thomas.liljedahl@wsp.com)

Paola Nilson, Rapportansvarig

Denna rapport är elektroniskt signerad.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utförande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten relaterar endast till det insända provet.

Eurofins Environment Testing Sweden AB
Box 737
531 17 Lidköping

Tlf: +46 10 490 8110
Fax: +46 10 490 8051

Ackred. nr 1125
Provning
ISO/IEC 17025

WSP Earth & Environment - [3658]
Louise Vikman
Östra Strandgatan 24
90333 UMEÅ

AR-22-SL-130566-01

EUSELI2-01027873
Kundnummer: SL8436321

Uppdragsmärkn.
10339333

Analysrapport

Provnummer:	**177-2022-06210750**	Djup (m)	0-0,5
Provbeskrivning:		Provtagare	Louise Vikman
Matris:	Jord		
Provet ankom:	2022-06-21		
Utskriftsdatum:	2022-06-28		
Analyserna påbörjades:	2022-06-21		
Provmärkning:	22W008		
Provtagningsplats:	22W008		

Analys	Resultat	Enhet	Mäto.	Metod/ref	
Torrsubstans	**78.6**	%	10%	SS-EN 12880:2000	a)
Bensen	**< 0.0035**	mg/kg Ts	30%	EPA 5021, Intern metod	a)
Toluen	**< 0.10**	mg/kg Ts	35%	EPA 5021, Intern metod	a)
Etylbensen	**< 0.10**	mg/kg Ts	30%	EPA 5021, Intern metod	a)
m/p/o-Xylen	**< 0.10**	mg/kg Ts	35%	EPA 5021, Intern metod	a)
Summa TEX	**< 0.20**	mg/kg Ts	30%	Beräknad från analyserad halt	a)
Alifater >C5-C8	**< 5.0**	mg/kg Ts	35%	SPI 2011	a)
Alifater >C8-C10	**< 3.0**	mg/kg Ts	35%	SPI 2011	a)
Alifater >C10-C12	**< 5.0**	mg/kg Ts	30%	SPI 2011	a)
Alifater >C12-C16	**< 5.0**	mg/kg Ts	30%	SPI 2011	a)
Summa Alifater >C5-C16	**< 9.0**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Alifater >C16-C35	**< 10**	mg/kg Ts	30%	SPI 2011	a)
Aromater >C8-C10	**< 4.0**	mg/kg Ts	40%	SPI 2011	a)
Aromater >C10-C16	**< 0.90**	mg/kg Ts	35%	SPI 2011	a)
Metylkrysener/Metylbenso(a)antracener	**< 0.50**	mg/kg Ts	30%	SIS: TK 535 N 012	a)
Metylpyrener/Metylfluorantener	**< 0.50**	mg/kg Ts	35%	SIS: TK 535 N 012	a)
Summa Aromater >C16-C35	**< 0.50**	mg/kg Ts	25%	SIS: TK 535 N 012	a)
Oljetyp < C10	**Utgår**				a)*
Oljetyp > C10	**Utgår**				a)*
Benso(a)antracen	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Krysen	**< 0.030**	mg/kg Ts	35%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Benso(b,k)fluoranten	**< 0.030**	mg/kg Ts	40%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Benso(a)pyren	**< 0.030**	mg/kg Ts	35%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Indeno(1,2,3-cd)pyren	**< 0.030**	mg/kg Ts	35%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Dibenso(a,h)antracen	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)

Förklaringar

Laboratoriet/laboratorierna är ackrediterade av respektive lands ackrediteringsorgan. Ej ackrediterade analyser är markerade med *

AR-003v58

Mätosäkerheten, om inget annat anges, redovisas som utvidgad mätosäkerhet med täckningsfaktor 2. Undantag relaterat till analyser utförda utanför Sverige kan förekomma. Ytterligare upplysningar samt mätosäkerhet och detektionsnivåer för mikrobiologiska analyser lämnas på begäran.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utförande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten relaterar endast till det insända provet.

Naftalen	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Acenaftylen	**< 0.030**	mg/kg Ts	45%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Acenaften	**< 0.030**	mg/kg Ts	40%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Fluoren	**< 0.030**	mg/kg Ts	35%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Fenantren	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Antracen	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Fluoranten	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Pyren	**< 0.030**	mg/kg Ts	25%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Benso(g,h,i)perylen	**< 0.030**	mg/kg Ts	40%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Summa PAH med låg molekylvikt	**< 0.045**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa PAH med medelhög molekylvikt	**< 0.075**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa PAH med hög molekylvikt	**< 0.11**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa cancerogena PAH	**< 0.090**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa övriga PAH	**< 0.14**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa totala PAH16	**< 0.23**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
PCB 28	**< 0.0015**	mg/kg Ts	30%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
PCB 52	**< 0.0015**	mg/kg Ts	25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
PCB 101	**< 0.0015**	mg/kg Ts	25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
PCB 118	**< 0.0015**	mg/kg Ts	25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
PCB 153	**< 0.0015**	mg/kg Ts	25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
PCB 138	**< 0.0015**	mg/kg Ts	25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
PCB 180	**< 0.0015**	mg/kg Ts	25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
Summa PCB7	**< 0.0053**	mg/kg Ts		SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
Arsenik As	**5.4**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Barium Ba	**44**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Bly Pb	**6.3**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Kadmium Cd	**< 0.20**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Kobolt Co	**7.7**	mg/kg Ts	30%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Koppar Cu	**8.6**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Krom Cr	**26**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)

Förklaringar

Laboratoriet/laboratorierna är ackrediterade av respektive lands ackrediteringsorgan. Ej ackrediterade analyser är markerade med *

AR-003v58

Mätosäkerheten, om inget annat anges, redovisas som utvidgad mätosäkerhet med täckningsfaktor 2. Undantag relaterat till analyser utförda utanför Sverige kan förekomma. Ytterligare upplysningar samt mätosäkerhet och detektionsnivåer för mikrobiologiska analyser lämnas på begäran.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utförande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten relaterar endast till det insända provet.

Kvicksilver Hg	**0.19**	mg/kg Ts	35%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17852:2008mod	a)
Nickel Ni	**10**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Vanadin V	**29**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Zink Zn	**41**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)

Utförande laboratorium/underleverantör:
a) Eurofins Environment Testing Sweden AB, SWEDEN, ISO/IEC 17025:2017 SWEDAC 1125

Kopia till:
Thomas Liljedahl (thomas.liljedahl@wsp.com)

Paola Nilson, Rapportansvarig

Denna rapport är elektroniskt signerad.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utförande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten relaterar endast till det insända provet.

Eurofins Environment Testing Sweden AB
Box 737
531 17 Lidköping

Tlf: +46 10 490 8110
Fax: +46 10 490 8051

Ackred. nr 1125
Provning
ISO/IEC 17025

WSP Earth & Environment - [3658]
Louise Vikman
Östra Strandgatan 24
90333 UMEÅ

AR-22-SL-131573-01

EUSELI2-01027873

Kundnummer: SL8436321

Uppdragsmärkn.
10339333

Analysrapport

Provnummer:	**177-2022-06210751**	Djup (m)	0,5-1
Provbeskrivning:		Provtagare	Louise Vikman
Matris:	Jord		
Provet ankom:	2022-06-21		
Utskriftsdatum:	2022-06-28		
Analyserna påbörjades:	2022-06-21		
Provmärkning:	22W008		
Provtagningsplats:	22W008		

Analys	Resultat	Enhet	Mäto.	Metod/ref	
Torrsubstans	**83.2**	%	10%	SS-EN 12880:2000	a)
pH	**5.0**		0.2	SS-EN 15933:2012	a)
Arsenik As	**3.5**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Barium Ba	**35**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Bly Pb	**3.0**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Järn Fe	**13000**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Kadmium Cd	**< 0.20**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Kalcium Ca	**1500**	mg/kg Ts	30%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Kobolt Co	**5.1**	mg/kg Ts	30%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Koppar Cu	**4.7**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Krom Cr	**23**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Kvicksilver Hg	**< 0.011**	mg/kg Ts	35%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17852:2008mod	a)
Nickel Ni	**8.6**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Svavel S	**130**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)*
Vanadin V	**25**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Zink Zn	**33**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)

Utförande laboratorium/underleverantör:

Förklaringar

Laboratoriet/laboratorierna är ackrediterade av respektive lands ackrediteringsorgan. Ej ackrediterade analyser är markerade med *

AR-003v58

Mätosäkerheten, om inget annat anges, redovisas som utvidgad mätosäkerhet med täckningsfaktor 2. Undantag relaterat till analyser utförda utanför Sverige kan förekomma. Ytterligare upplysningar samt mätosäkerhet och detektionsnivåer för mikrobiologiska analyser lämnas på begäran.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utförande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten relaterar endast till det insända provet.

a) Eurofins Environment Testing Sweden AB, SWEDEN, ISO/IEC 17025:2017 SWEDAC 1125

Kopia till:
Thomas Liljedahl (thomas.liljedahl@wsp.com)

Paola Nilson, Rapportansvarig

Denna rapport är elektroniskt signerad.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utförande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten relaterar endast till det insända provet.

Eurofins Environment Testing Sweden AB
Box 737
531 17 Lidköping

Tlf: +46 10 490 8110
Fax: +46 10 490 8051

Ackred. nr 1125
Provning
ISO/IEC 17025

WSP Earth & Environment - [3658]
Louise Vikman
Östra Strandgatan 24
90333 UMEÅ

AR-22-SL-141221-01

EUSELI2-01027873
Kundnummer: SL8436321

Uppdragsmärkn.
10339333

Analysrapport

Provnummer:	**177-2022-06210752**	Djup (m)	0-0,5
Provbeskrivning:		Provtagare	Louise Vikman
Matris:	Jord		
Provet ankom:	2022-06-21		
Utskriftsdatum:	2022-07-08		
Analyserna påbörjades:	2022-06-21		
Provmärkning:	22W009		
Provtagningsplats:	22W009		

Analys	Resultat	Enhet	Mäto.	Metod/ref	
Torrsubstans	**89.5**	%	10%	SS-EN 12880:2000	a)
Bensen	**< 0.0035**	mg/kg Ts	30%	EPA 5021, Intern metod	a)
Toluen	**< 0.10**	mg/kg Ts	35%	EPA 5021, Intern metod	a)
Etylbensen	**< 0.10**	mg/kg Ts	30%	EPA 5021, Intern metod	a)
m/p/o-Xylen	**< 0.10**	mg/kg Ts	35%	EPA 5021, Intern metod	a)
Summa TEX	**< 0.20**	mg/kg Ts	30%	Beräknad från analyserad halt	a)
Alifater >C5-C8	**< 5.0**	mg/kg Ts	35%	SPI 2011	a)
Alifater >C8-C10	**< 3.0**	mg/kg Ts	35%	SPI 2011	a)
Alifater >C10-C12	**< 5.0**	mg/kg Ts	30%	SPI 2011	a)
Alifater >C12-C16	**< 5.0**	mg/kg Ts	30%	SPI 2011	a)
Summa Alifater >C5-C16	**< 9.0**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Alifater >C16-C35	**< 10**	mg/kg Ts	30%	SPI 2011	a)
Aromater >C8-C10	**< 4.0**	mg/kg Ts	40%	SPI 2011	a)
Aromater >C10-C16	**< 0.90**	mg/kg Ts	35%	SPI 2011	a)
Metylkrysener/Metylbenso(a)antracener	**< 0.50**	mg/kg Ts	30%	SIS: TK 535 N 012	a)
Metylpyrener/Metylfluorantener	**< 0.50**	mg/kg Ts	35%	SIS: TK 535 N 012	a)
Summa Aromater >C16-C35	**< 0.50**	mg/kg Ts	25%	SIS: TK 535 N 012	a)
Oljetyp < C10	**Utgår**				a)*
Oljetyp > C10	**Utgår**				a)*
Benso(a)antracen	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Krysen	**< 0.030**	mg/kg Ts	35%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Benso(b,k)fluoranten	**0.052**	mg/kg Ts	40%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Benso(a)pyren	**< 0.030**	mg/kg Ts	35%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Indeno(1,2,3-cd)pyren	**< 0.030**	mg/kg Ts	35%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Dibenso(a,h)antracen	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)

Förklaringar

Laboratoriet/laboratorierna är ackrediterade av respektive lands ackrediteringsorgan. Ej ackrediterade analyser är markerade med *

AR-003v58

Mätosäkerheten, om inget annat anges, redovisas som utvidgad mätosäkerhet med täckningsfaktor 2. Undantag relaterat till analyser utförda utanför Sverige kan förekomma. Ytterligare upplysningar samt mätosäkerhet och detektionsnivåer för mikrobiologiska analyser lämnas på begäran.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utförande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten relaterar endast till det insända provet.

Naftalen	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Acenaftylen	**< 0.030**	mg/kg Ts	45%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Acenaften	**< 0.030**	mg/kg Ts	40%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Fluoren	**< 0.030**	mg/kg Ts	35%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Fenantren	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Antracen	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Fluoranten	**0.060**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Pyren	**0.051**	mg/kg Ts	25%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Benso(g,h,i)perylen	**< 0.030**	mg/kg Ts	40%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Summa PAH med låg molekylvikt	**< 0.045**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa PAH med medelhög molekylvikt	**0.16**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa PAH med hög molekylvikt	**0.14**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa cancerogena PAH	**0.13**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa övriga PAH	**0.22**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa totala PAH16	**0.34**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
PCB 28	**< 0.0015**	mg/kg Ts	30%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
PCB 52	**< 0.0015**	mg/kg Ts	25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
PCB 101	**< 0.0015**	mg/kg Ts	25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
PCB 118	**< 0.0015**	mg/kg Ts	25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
PCB 153	**< 0.0015**	mg/kg Ts	25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
PCB 138	**< 0.0015**	mg/kg Ts	25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
PCB 180	**< 0.0015**	mg/kg Ts	25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
Summa PCB7	**< 0.0053**	mg/kg Ts		SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
Arsenik As	**3.1**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Barium Ba	**24**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Bly Pb	**6.5**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Kadmium Cd	**< 0.20**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Kobolt Co	**3.1**	mg/kg Ts	30%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Koppar Cu	**5.2**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Krom Cr	**13**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)

Förklaringar

Laboratoriet/laboratorierna är ackrediterade av respektive lands ackrediteringsorgan. Ej ackrediterade analyser är markerade med *

AR-003v58

Mätosäkerheten, om inget annat anges, redovisas som utvidgad mätosäkerhet med täckningsfaktor 2. Undantag relaterat till analyser utförda utanför Sverige kan förekomma. Ytterligare upplysningar samt mätosäkerhet och detektionsnivåer för mikrobiologiska analyser lämnas på begäran.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utförande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten relaterar endast till det insända provet.

Kvicksilver Hg	**0.016**	mg/kg Ts	35%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17852:2008mod	a)
Nickel Ni	**5.8**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Vanadin V	**17**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Zink Zn	**26**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)

Utförande laboratorium/underleverantör:
a) Eurofins Environment Testing Sweden AB, SWEDEN, ISO/IEC 17025:2017 SWEDAC 1125

Kopia till:
Thomas Liljedahl (thomas.liljedahl@wsp.com)

Paola Nilson, Rapportansvarig

Denna rapport är elektroniskt signerad.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utförande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten relaterar endast till det insända provet.

Eurofins Environment Testing Sweden AB
Box 737
531 17 Lidköping

Tlf: +46 10 490 8110
Fax: +46 10 490 8051

Ackred. nr 1125
Provning
ISO/IEC 17025

WSP Earth & Environment - [3658]
Louise Vikman
Östra Strandgatan 24
90333 UMEÅ

AR-22-SL-140871-01

EUSELI2-01027873

Kundnummer: SL8436321

Uppdragsmärkn.
10339333

Analysrapport

Provnummer:	**177-2022-06210753**	Djup (m)	0,5-1
Provbeskrivning:		Provtagare	Louise Vikman
Matris:	Jord		
Provet ankom:	2022-06-21		
Utskriftsdatum:	2022-07-07		
Analyserna påbörjades:	2022-06-21		
Provmärkning:	22W009		
Provtagningsplats:	22W009		

Analys	Resultat	Enhet	Mäto.	Metod/ref	
Torrsubstans	**88.0**	%	10%	SS-EN 12880:2000	a)
pH	**5.4**		0.2	SS-EN 15933:2012	a)
Bensen	**< 0.0035**	mg/kg Ts	30%	EPA 5021, Intern metod	a)
Toluen	**< 0.10**	mg/kg Ts	35%	EPA 5021, Intern metod	a)
Etylbensen	**< 0.10**	mg/kg Ts	30%	EPA 5021, Intern metod	a)
m/p/o-Xylen	**< 0.10**	mg/kg Ts	35%	EPA 5021, Intern metod	a)
Summa TEX	**< 0.20**	mg/kg Ts	30%	Beräknad från analyserad halt	a)
Alifater >C5-C8	**< 5.0**	mg/kg Ts	35%	SPI 2011	a)
Alifater >C8-C10	**< 3.0**	mg/kg Ts	35%	SPI 2011	a)
Alifater >C10-C12	**< 5.0**	mg/kg Ts	30%	SPI 2011	a)
Alifater >C12-C16	**< 5.0**	mg/kg Ts	30%	SPI 2011	a)
Summa Alifater >C5-C16	**< 9.0**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Alifater >C16-C35	**< 10**	mg/kg Ts	30%	SPI 2011	a)
Aromater >C8-C10	**< 4.0**	mg/kg Ts	40%	SPI 2011	a)
Aromater >C10-C16	**< 0.90**	mg/kg Ts	35%	SPI 2011	a)
Metylkrysener/Metylbenso(a)antracener	**< 0.50**	mg/kg Ts	30%	SIS: TK 535 N 012	a)
Metylpyrener/Metylfluorantener	**< 0.50**	mg/kg Ts	35%	SIS: TK 535 N 012	a)
Summa Aromater >C16-C35	**< 0.50**	mg/kg Ts	25%	SIS: TK 535 N 012	a)
Oljetyp < C10	**Utgår**				a)*
Oljetyp > C10	**Utgår**				a)*
Benso(a)antracen	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Krysen	**< 0.030**	mg/kg Ts	35%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Benso(b,k)fluoranten	**< 0.030**	mg/kg Ts	40%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Benso(a)pyren	**< 0.030**	mg/kg Ts	35%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Indeno(1,2,3-cd)pyren	**< 0.030**	mg/kg Ts	35%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)

Förklaringar

Laboratoriet/laboratorierna är ackrediterade av respektive lands ackrediteringsorgan. Ej ackrediterade analyser är markerade med *

AR-003v58

Mätosäkerheten, om inget annat anges, redovisas som utvidgad mätosäkerhet med täckningsfaktor 2. Undantag relaterat till analyser utförda utanför Sverige kan förekomma. Ytterligare upplysningar samt mätosäkerhet och detektionsnivåer för mikrobiologiska analyser lämnas på begäran.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utförande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten relaterar endast till det insända provet.

Dibenso(a,h)antracen	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Naftalen	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Acenaftylen	**< 0.030**	mg/kg Ts	45%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Acenaften	**< 0.030**	mg/kg Ts	40%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Fluoren	**< 0.030**	mg/kg Ts	35%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Fenantren	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Antracen	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Fluoranten	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Pyren	**< 0.030**	mg/kg Ts	25%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Benso(g,h,i)perylen	**< 0.030**	mg/kg Ts	40%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Summa PAH med låg molekylvikt	**< 0.045**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa PAH med medelhög molekylvikt	**< 0.075**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa PAH med hög molekylvikt	**< 0.11**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa cancerogena PAH	**< 0.090**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa övriga PAH	**< 0.14**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa totala PAH16	**< 0.23**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Arsenik As	**2.8**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Barium Ba	**26**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Bly Pb	**2.4**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Järn Fe	**7700**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Kadmium Cd	**< 0.20**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Kalcium Ca	**990**	mg/kg Ts	30%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Kobolt Co	**3.1**	mg/kg Ts	30%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Koppar Cu	**4.0**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Krom Cr	**13**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Kvicksilver Hg	**< 0.011**	mg/kg Ts	35%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17852:2008mod	a)
Nickel Ni	**5.9**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Svavel S	**92**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)*
Vanadin V	**14**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Zink Zn	**23**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)

Utförande laboratorium/underleverantör:

a) Eurofins Environment Testing Sweden AB, SWEDEN, ISO/IEC 17025:2017 SWEDAC 1125

Förklaringar

Laboratoriet/laboratorierna är ackrediterade av respektive lands ackrediteringsorgan. Ej ackrediterade analyser är markerade med *

AR-003v58

Mätosäkerheten, om inget annat anges, redovisas som utvidgad mätosäkerhet med täckningsfaktor 2. Undantag relaterat till analyser utförda utanför Sverige kan förekomma. Ytterligare upplysningar samt mätosäkerhet och detektionsnivåer för mikrobiologiska analyser lämnas på begäran.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utförande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten relaterar endast till det insända provet.

Kopia till:
Thomas Liljedahl (thomas.liljedahl@wsp.com)

Paola Nilson, Rapportansvarig

Denna rapport är elektroniskt signerad.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utförande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten relaterar endast till det insända provet.

Eurofins Environment Testing Sweden AB
Box 737
531 17 Lidköping

Tlf: +46 10 490 8110
Fax: +46 10 490 8051

Ackred. nr 1125
Provning
ISO/IEC 17025

WSP Earth & Environment - [3658]
Louise Vikman
Östra Strandgatan 24
90333 UMEÅ

AR-22-SL-130568-01

EUSELI2-01027873
Kundnummer: SL8436321

Uppdragsmärkn.
10339333

Analysrapport

Provnummer:	**177-2022-06210757**	Djup (m)	0-0,5
Provbeskrivning:		Provtagare	Louise Vikman
Matris:	Jord		
Provet ankom:	2022-06-21		
Utskriftsdatum:	2022-06-28		
Analyserna påbörjades:	2022-06-21		
Provmärkning:	22W012		
Provtagningsplats:	22W012		

Analys	Resultat	Enhet	Mäto.	Metod/ref	
Torrsubstans	**90.5**	%	10%	SS-EN 12880:2000	a)
Bensen	**< 0.0035**	mg/kg Ts	30%	EPA 5021, Intern metod	a)
Toluen	**< 0.10**	mg/kg Ts	35%	EPA 5021, Intern metod	a)
Etylbensen	**< 0.10**	mg/kg Ts	30%	EPA 5021, Intern metod	a)
m/p/o-Xylen	**< 0.10**	mg/kg Ts	35%	EPA 5021, Intern metod	a)
Summa TEX	**< 0.20**	mg/kg Ts	30%	Beräknad från analyserad halt	a)
Alifater >C5-C8	**< 5.0**	mg/kg Ts	35%	SPI 2011	a)
Alifater >C8-C10	**< 3.0**	mg/kg Ts	35%	SPI 2011	a)
Alifater >C10-C12	**< 5.0**	mg/kg Ts	30%	SPI 2011	a)
Alifater >C12-C16	**< 5.0**	mg/kg Ts	30%	SPI 2011	a)
Summa Alifater >C5-C16	**< 9.0**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Alifater >C16-C35	**< 10**	mg/kg Ts	30%	SPI 2011	a)
Aromater >C8-C10	**< 4.0**	mg/kg Ts	40%	SPI 2011	a)
Aromater >C10-C16	**< 0.90**	mg/kg Ts	35%	SPI 2011	a)
Metylkrysener/Metylbenso(a)antracener	**< 0.50**	mg/kg Ts	30%	SIS: TK 535 N 012	a)
Metylpyrener/Metylfluorantener	**< 0.50**	mg/kg Ts	35%	SIS: TK 535 N 012	a)
Summa Aromater >C16-C35	**< 0.50**	mg/kg Ts	25%	SIS: TK 535 N 012	a)
Oljetyp < C10	**Utgår**				a)*
Oljetyp > C10	**Utgår**				a)*
Benso(a)antracen	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Krysen	**< 0.030**	mg/kg Ts	35%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Benso(b,k)fluoranten	**< 0.030**	mg/kg Ts	40%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Benso(a)pyren	**< 0.030**	mg/kg Ts	35%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Indeno(1,2,3-cd)pyren	**< 0.030**	mg/kg Ts	35%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Dibenso(a,h)antracen	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)

Förklaringar

Laboratoriet/laboratorierna är ackrediterade av respektive lands ackrediteringsorgan. Ej ackrediterade analyser är markerade med *

AR-003v58

Mätosäkerheten, om inget annat anges, redovisas som utvidgad mätosäkerhet med täckningsfaktor 2. Undantag relaterat till analyser utförda utanför Sverige kan förekomma. Ytterligare upplysningar samt mätosäkerhet och detektionsnivåer för mikrobiologiska analyser lämnas på begäran.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utförande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten relaterar endast till det insända provet.

Naftalen	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Acenaftylen	**< 0.030**	mg/kg Ts	45%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Acenaften	**< 0.030**	mg/kg Ts	40%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Fluoren	**< 0.030**	mg/kg Ts	35%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Fenantren	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Antracen	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Fluoranten	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Pyren	**< 0.030**	mg/kg Ts	25%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Benso(g,h,i)perylen	**< 0.030**	mg/kg Ts	40%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Summa PAH med låg molekylvikt	**< 0.045**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa PAH med medelhög molekylvikt	**< 0.075**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa PAH med hög molekylvikt	**< 0.11**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa cancerogena PAH	**< 0.090**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa övriga PAH	**< 0.14**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa totala PAH16	**< 0.23**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
PCB 28	**< 0.0015**	mg/kg Ts	30%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
PCB 52	**< 0.0015**	mg/kg Ts	25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
PCB 101	**< 0.0015**	mg/kg Ts	25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
PCB 118	**< 0.0015**	mg/kg Ts	25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
PCB 153	**< 0.0015**	mg/kg Ts	25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
PCB 138	**< 0.0015**	mg/kg Ts	25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
PCB 180	**< 0.0015**	mg/kg Ts	25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
Summa PCB7	**< 0.0053**	mg/kg Ts		SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
Arsenik As	**3.7**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Barium Ba	**22**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Bly Pb	**6.0**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Kadmium Cd	**< 0.20**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Kobolt Co	**3.1**	mg/kg Ts	30%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Koppar Cu	**6.8**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Krom Cr	**13**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)

Förklaringar

Laboratoriet/laboratorierna är ackrediterade av respektive lands ackrediteringsorgan. Ej ackrediterade analyser är markerade med *

AR-003v58

Mätosäkerheten, om inget annat anges, redovisas som utvidgad mätosäkerhet med täckningsfaktor 2. Undantag relaterat till analyser utförda utanför Sverige kan förekomma. Ytterligare upplysningar samt mätosäkerhet och detektionsnivåer för mikrobiologiska analyser lämnas på begäran.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utförande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten relaterar endast till det insända provet.

Kvicksilver Hg	**< 0.010**	mg/kg Ts	35%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17852:2008mod	a)
Nickel Ni	**6.8**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Vanadin V	**12**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Zink Zn	**28**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)

Utförande laboratorium/underleverantör:
a) Eurofins Environment Testing Sweden AB, SWEDEN, ISO/IEC 17025:2017 SWEDAC 1125

Kopia till:
Thomas Liljedahl (thomas.liljedahl@wsp.com)

Paola Nilson, Rapportansvarig

Denna rapport är elektroniskt signerad.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utförande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten relaterar endast till det insända provet.

Eurofins Environment Testing Sweden AB
Box 737
531 17 Lidköping

Tlf: +46 10 490 8110
Fax: +46 10 490 8051

Ackred. nr 1125
Provning
ISO/IEC 17025

WSP Earth & Environment - [3658]
Louise Vikman
Östra Strandgatan 24
90333 UMEÅ

AR-22-SL-131453-01

EUSELI2-01027873
Kundnummer: SL8436321

Uppdragsmärkn.
10339333

Analysrapport

Provnummer:	**177-2022-06210758**	Djup (m)	0,5-1
Provbeskrivning:		Provtagare	Louise Vikman
Matris:	Jord		
Provet ankom:	2022-06-21		
Utskriftsdatum:	2022-06-28		
Analyserna påbörjades:	2022-06-21		
Provmärkning:	22W012		
Provtagningsplats:	22W012		

Analys	Resultat	Enhet	Mäto.	Metod/ref	
Torrsubstans	**94.3**	%	10%	SS-EN 12880:2000	a)
Bensen	**< 0.0035**	mg/kg Ts	30%	EPA 5021, Intern metod	a)
Toluen	**< 0.10**	mg/kg Ts	35%	EPA 5021, Intern metod	a)
Etylbensen	**< 0.10**	mg/kg Ts	30%	EPA 5021, Intern metod	a)
m/p/o-Xylen	**< 0.10**	mg/kg Ts	35%	EPA 5021, Intern metod	a)
Summa TEX	**< 0.20**	mg/kg Ts	30%	Beräknad från analyserad halt	a)
Alifater >C5-C8	**< 5.0**	mg/kg Ts	35%	SPI 2011	a)
Alifater >C8-C10	**< 3.0**	mg/kg Ts	35%	SPI 2011	a)
Alifater >C10-C12	**< 5.0**	mg/kg Ts	30%	SPI 2011	a)
Alifater >C12-C16	**< 5.0**	mg/kg Ts	30%	SPI 2011	a)
Summa Alifater >C5-C16	**< 9.0**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Alifater >C16-C35	**< 10**	mg/kg Ts	30%	SPI 2011	a)
Aromater >C8-C10	**< 4.0**	mg/kg Ts	40%	SPI 2011	a)
Aromater >C10-C16	**< 0.90**	mg/kg Ts	35%	SPI 2011	a)
Metylkrysener/Metylbenso(a)antracener	**< 0.50**	mg/kg Ts	30%	SIS: TK 535 N 012	a)
Metylpyrener/Metylfluorantener	**< 0.50**	mg/kg Ts	35%	SIS: TK 535 N 012	a)
Summa Aromater >C16-C35	**< 0.50**	mg/kg Ts	25%	SIS: TK 535 N 012	a)
Oljetyp < C10	**Utgår**				a)*
Oljetyp > C10	**Utgår**				a)*
Benso(a)antracen	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Krysen	**< 0.030**	mg/kg Ts	35%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Benso(b,k)fluoranten	**< 0.030**	mg/kg Ts	40%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Benso(a)pyren	**< 0.030**	mg/kg Ts	35%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Indeno(1,2,3-cd)pyren	**< 0.030**	mg/kg Ts	35%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Dibenso(a,h)antracen	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)

Förklaringar

Laboratoriet/laboratorierna är ackrediterade av respektive lands ackrediteringsorgan. Ej ackrediterade analyser är markerade med *

AR-003v58

Mätosäkerheten, om inget annat anges, redovisas som utvidgad mätosäkerhet med täckningsfaktor 2. Undantag relaterat till analyser utförda utanför Sverige kan förekomma. Ytterligare upplysningar samt mätosäkerhet och detektionsnivåer för mikrobiologiska analyser lämnas på begäran.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utförande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten relaterar endast till det insända provet.

Naftalen	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Acenaftylen	**< 0.030**	mg/kg Ts	45%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Acenaften	**< 0.030**	mg/kg Ts	40%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Fluoren	**< 0.030**	mg/kg Ts	35%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Fenantren	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Antracen	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Fluoranten	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Pyren	**< 0.030**	mg/kg Ts	25%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Benso(g,h,i)perylen	**< 0.030**	mg/kg Ts	40%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Summa PAH med låg molekylvikt	**< 0.045**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa PAH med medelhög molekylvikt	**< 0.075**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa PAH med hög molekylvikt	**< 0.11**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa cancerogena PAH	**< 0.090**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa övriga PAH	**< 0.14**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa totala PAH16	**< 0.23**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Arsenik As	**< 2.0**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Barium Ba	**10**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Bly Pb	**1.3**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Kadmium Cd	**< 0.20**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Kobolt Co	**1.4**	mg/kg Ts	30%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Koppar Cu	**1.5**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Krom Cr	**5.7**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Kvicksilver Hg	**< 0.010**	mg/kg Ts	35%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17852:2008mod	a)
Nickel Ni	**3.1**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Vanadin V	**5.8**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Zink Zn	**12**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)

Utförande laboratorium/underleverantör:

a) Eurofins Environment Testing Sweden AB, SWEDEN, ISO/IEC 17025:2017 SWEDAC 1125

Kopia till:

Thomas Liljedahl (thomas.liljedahl@wsp.com)

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utförande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten relaterar endast till det insända provet.

Paola Nilson, Rapportansvarig

Denna rapport är elektroniskt signerad.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utförande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten relaterar endast till det insända provet.

Eurofins Environment Testing Sweden AB
Box 737
531 17 Lidköping

Tlf: +46 10 490 8110
Fax: +46 10 490 8051

Ackred. nr 1125
Provning
ISO/IEC 17025

WSP Earth & Environment - [3658]
Louise Vikman
Östra Strandgatan 24
90333 UMEÅ

AR-22-SL-131576-01

EUSELI2-01027873

Kundnummer: SL8436321

Uppdragsmärkn.
10339333

Analysrapport

Provnummer:	**177-2022-06210759**	Djup (m)	1-1,5
Provbeskrivning:		Provtagare	Louise Vikman
Matris:	Jord		
Provet ankom:	2022-06-21		
Utskriftsdatum:	2022-06-28		
Analyserna påbörjades:	2022-06-21		
Provmärkning:	22W012		
Provtagningsplats:	22W012		

Analys	Resultat	Enhet	Mäto.	Metod/ref	
Torrsubstans	**84.7**	%	10%	SS-EN 12880:2000	a)
pH	**6.1**		0.2	SS-EN 15933:2012	a)
Arsenik As	**3.7**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Barium Ba	**22**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Bly Pb	**2.7**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Järn Fe	**8600**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Kadmium Cd	**< 0.20**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Kalcium Ca	**890**	mg/kg Ts	30%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Kobolt Co	**2.7**	mg/kg Ts	30%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Koppar Cu	**2.7**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Krom Cr	**9.9**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Kvicksilver Hg	**< 0.011**	mg/kg Ts	35%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17852:2008mod	a)
Nickel Ni	**5.3**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Svavel S	**150**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)*
Vanadin V	**9.8**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Zink Zn	**22**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)

Utförande laboratorium/underleverantör:

Förklaringar

Laboratoriet/laboratorierna är ackrediterade av respektive lands ackrediteringsorgan. Ej ackrediterade analyser är markerade med *

AR-003v58

Mätosäkerheten, om inget annat anges, redovisas som utvidgad mätosäkerhet med täckningsfaktor 2. Undantag relaterat till analyser utförda utanför Sverige kan förekomma. Ytterligare upplysningar samt mätosäkerhet och detektionsnivåer för mikrobiologiska analyser lämnas på begäran.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utförande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten relaterar endast till det insända provet.

a) Eurofins Environment Testing Sweden AB, SWEDEN, ISO/IEC 17025:2017 SWEDAC 1125

Kopia till:
Thomas Liljedahl (thomas.liljedahl@wsp.com)

Paola Nilson, Rapportansvarig

Denna rapport är elektroniskt signerad.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utförande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten relaterar endast till det insända provet.

Eurofins Environment Testing Sweden AB
Box 737
531 17 Lidköping

Tlf: +46 10 490 8110
Fax: +46 10 490 8051

Ackred. nr 1125
Provning
ISO/IEC 17025

WSP Earth & Environment - [3658]
Louise Vikman
Östra Strandgatan 24
90333 UMEÅ

AR-22-SL-131577-01

EUSELI2-01027873

Kundnummer: SL8436321

Uppdragsmärkn.
10339333

Analysrapport

Provnummer:	**177-2022-06210760**	Djup (m)	1,5-2
Provbeskrivning:		Provtagare	Louise Vikman
Matris:	Jord		
Provet ankom:	2022-06-21		
Utskriftsdatum:	2022-06-28		
Analyserna påbörjades:	2022-06-21		
Provmärkning:	22W012		
Provtagningsplats:	22W012		

Analys	Resultat	Enhet	Mäto.	Metod/ref	
Torrsubstans	**70.0**	%	10%	SS-EN 12880:2000	a)
pH	**6.3**		0.2	SS-EN 15933:2012	a)
Arsenik As	**7.8**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Barium Ba	**32**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Bly Pb	**5.6**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Järn Fe	**14000**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Kadmium Cd	**< 0.20**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Kalcium Ca	**2200**	mg/kg Ts	30%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Kobolt Co	**7.9**	mg/kg Ts	30%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Koppar Cu	**10**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Krom Cr	**20**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Kvicksilver Hg	**< 0.013**	mg/kg Ts	35%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17852:2008mod	a)
Nickel Ni	**13**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Svavel S	**1600**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)*
Vanadin V	**21**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Zink Zn	**53**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)

Utförande laboratorium/underleverantör:

Förklaringar

Laboratoriet/laboratorierna är ackrediterade av respektive lands ackrediteringsorgan. Ej ackrediterade analyser är markerade med *

AR-003v58

Mätosäkerheten, om inget annat anges, redovisas som utvidgad mätosäkerhet med täckningsfaktor 2. Undantag relaterat till analyser utförda utanför Sverige kan förekomma. Ytterligare upplysningar samt mätosäkerhet och detektionsnivåer för mikrobiologiska analyser lämnas på begäran.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utförande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten relaterar endast till det insända provet.

a) Eurofins Environment Testing Sweden AB, SWEDEN, ISO/IEC 17025:2017 SWEDAC 1125

Kopia till:
Thomas Liljedahl (thomas.liljedahl@wsp.com)

Paola Nilson, Rapportansvarig

Denna rapport är elektroniskt signerad.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utförande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten relaterar endast till det insända provet.

Eurofins Environment Testing Sweden AB
Box 737
531 17 Lidköping

Tlf: +46 10 490 8110
Fax: +46 10 490 8051

Ackred. nr 1125
Provning
ISO/IEC 17025

WSP Earth & Environment - [3658]
Louise Vikman
Östra Strandgatan 24
90333 UMEÅ

AR-22-SL-131454-01

EUSELI2-01027873
Kundnummer: SL8436321

Uppdragsmärkn.
10339333

Analysrapport

Provnummer:	**177-2022-06210761**	Djup (m)	0-0,5
Provbeskrivning:		Provtagare	Louise Vikman
Matris:	Jord		
Provet ankom:	2022-06-21		
Utskriftsdatum:	2022-06-28		
Analyserna påbörjades:	2022-06-21		
Provmärkning:	22W013		
Provtagningsplats:	22W013		

Analys	Resultat	Enhet	Mäto.	Metod/ref	
Torrsubstans	**75.9**	%	10%	SS-EN 12880:2000	a)
Bensen	**< 0.0035**	mg/kg Ts	30%	EPA 5021, Intern metod	a)
Toluen	**< 0.10**	mg/kg Ts	35%	EPA 5021, Intern metod	a)
Etylbensen	**< 0.10**	mg/kg Ts	30%	EPA 5021, Intern metod	a)
m/p/o-Xylen	**< 0.10**	mg/kg Ts	35%	EPA 5021, Intern metod	a)
Summa TEX	**< 0.20**	mg/kg Ts	30%	Beräknad från analyserad halt	a)
Alifater >C5-C8	**< 5.0**	mg/kg Ts	35%	SPI 2011	a)
Alifater >C8-C10	**< 3.0**	mg/kg Ts	35%	SPI 2011	a)
Alifater >C10-C12	**< 5.0**	mg/kg Ts	30%	SPI 2011	a)
Alifater >C12-C16	**< 5.0**	mg/kg Ts	30%	SPI 2011	a)
Summa Alifater >C5-C16	**< 9.0**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Alifater >C16-C35	**< 10**	mg/kg Ts	30%	SPI 2011	a)
Aromater >C8-C10	**< 4.0**	mg/kg Ts	40%	SPI 2011	a)
Aromater >C10-C16	**< 0.90**	mg/kg Ts	35%	SPI 2011	a)
Metylkrysener/Metylbenso(a)antracener	**< 0.50**	mg/kg Ts	30%	SIS: TK 535 N 012	a)
Metylpyrener/Metylfluorantener	**< 0.50**	mg/kg Ts	35%	SIS: TK 535 N 012	a)
Summa Aromater >C16-C35	**< 0.50**	mg/kg Ts	25%	SIS: TK 535 N 012	a)
Oljetyp < C10	**Utgår**				a)*
Oljetyp > C10	**Utgår**				a)*
Benso(a)antracen	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Krysen	**< 0.030**	mg/kg Ts	35%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Benso(b,k)fluoranten	**< 0.030**	mg/kg Ts	40%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Benso(a)pyren	**< 0.030**	mg/kg Ts	35%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Indeno(1,2,3-cd)pyren	**< 0.030**	mg/kg Ts	35%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Dibenso(a,h)antracen	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)

Förklaringar

Laboratoriet/laboratorierna är ackrediterade av respektive lands ackrediteringsorgan. Ej ackrediterade analyser är markerade med *

AR-003v58

Mätosäkerheten, om inget annat anges, redovisas som utvidgad mätosäkerhet med täckningsfaktor 2. Undantag relaterat till analyser utförda utanför Sverige kan förekomma. Ytterligare upplysningar samt mätosäkerhet och detektionsnivåer för mikrobiologiska analyser lämnas på begäran.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utförande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten relaterar endast till det insända provet.

Naftalen	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Acenaftylen	**< 0.030**	mg/kg Ts	45%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Acenaften	**< 0.030**	mg/kg Ts	40%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Fluoren	**< 0.030**	mg/kg Ts	35%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Fenantren	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Antracen	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Fluoranten	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Pyren	**< 0.030**	mg/kg Ts	25%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Benso(g,h,i)perylen	**< 0.030**	mg/kg Ts	40%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Summa PAH med låg molekylvikt	**< 0.045**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa PAH med medelhög molekylvikt	**< 0.075**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa PAH med hög molekylvikt	**< 0.11**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa cancerogena PAH	**< 0.090**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa övriga PAH	**< 0.14**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa totala PAH16	**< 0.23**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
PCB 28	**< 0.0015**	mg/kg Ts	30%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
PCB 52	**< 0.0015**	mg/kg Ts	25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
PCB 101	**< 0.0015**	mg/kg Ts	25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
PCB 118	**< 0.0015**	mg/kg Ts	25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
PCB 153	**< 0.0015**	mg/kg Ts	25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
PCB 138	**< 0.0015**	mg/kg Ts	25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
PCB 180	**< 0.0015**	mg/kg Ts	25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
Summa PCB7	**< 0.0053**	mg/kg Ts		SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
Arsenik As	**5.7**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Barium Ba	**36**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Bly Pb	**7.8**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Kadmium Cd	**< 0.20**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Kobolt Co	**5.4**	mg/kg Ts	30%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Koppar Cu	**13**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Krom Cr	**24**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)

Förklaringar

Laboratoriet/laboratorierna är ackrediterade av respektive lands ackrediteringsorgan. Ej ackrediterade analyser är markerade med *

AR-003v58

Mätosäkerheten, om inget annat anges, redovisas som utvidgad mätosäkerhet med täckningsfaktor 2. Undantag relaterat till analyser utförda utanför Sverige kan förekomma. Ytterligare upplysningar samt mätosäkerhet och detektionsnivåer för mikrobiologiska analyser lämnas på begäran.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utförande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten relaterar endast till det insända provet.

Kvicksilver Hg	**0.014**	mg/kg Ts	35%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17852:2008mod	a)
Nickel Ni	**11**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Vanadin V	**23**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Zink Zn	**35**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)

Utförande laboratorium/underleverantör:
a) Eurofins Environment Testing Sweden AB, SWEDEN, ISO/IEC 17025:2017 SWEDAC 1125

Kopia till:
Thomas Liljedahl (thomas.liljedahl@wsp.com)

Paola Nilson, Rapportansvarig

Denna rapport är elektroniskt signerad.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utförande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten relaterar endast till det insända provet.

Eurofins Environment Testing Sweden AB
Box 737
531 17 Lidköping

Tlf: +46 10 490 8110
Fax: +46 10 490 8051

Ackred. nr 1125
Provning
ISO/IEC 17025

WSP Earth & Environment - [3658]
Louise Vikman
Östra Strandgatan 24
90333 UMEÅ

AR-22-SL-131578-01

EUSELI2-01027873

Kundnummer: SL8436321

Uppdragsmärkn.
10339333

Analysrapport

Provnummer:	**177-2022-06210762**	Djup (m)	1-1,5
Provbeskrivning:		Provtagare	Louise Vikman
Matris:	Jord		
Provet ankom:	2022-06-21		
Utskriftsdatum:	2022-06-28		
Analyserna påbörjades:	2022-06-21		
Provmärkning:	22W013		
Provtagningsplats:	22W013		

Analys	Resultat	Enhet	Mäto.	Metod/ref	
Torrsubstans	**84.0**	%	10%	SS-EN 12880:2000	a)
pH	**5.3**		0.2	SS-EN 15933:2012	a)
Arsenik As	**< 2.2**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Barium Ba	**20**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Bly Pb	**1.5**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Järn Fe	**6400**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Kadmium Cd	**< 0.20**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Kalcium Ca	**830**	mg/kg Ts	30%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Kobolt Co	**2.5**	mg/kg Ts	30%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Koppar Cu	**2.8**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Krom Cr	**11**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Kvicksilver Hg	**< 0.011**	mg/kg Ts	35%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17852:2008mod	a)
Nickel Ni	**5.4**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Svavel S	**77**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)*
Vanadin V	**11**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Zink Zn	**19**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)

Utförande laboratorium/underleverantör:

Förklaringar

Laboratoriet/laboratorierna är ackrediterade av respektive lands ackrediteringsorgan. Ej ackrediterade analyser är markerade med *

AR-003v58

Mätosäkerheten, om inget annat anges, redovisas som utvidgad mätosäkerhet med täckningsfaktor 2. Undantag relaterat till analyser utförda utanför Sverige kan förekomma. Ytterligare upplysningar samt mätosäkerhet och detektionsnivåer för mikrobiologiska analyser lämnas på begäran.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utförande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten relaterar endast till det insända provet.

a) Eurofins Environment Testing Sweden AB, SWEDEN, ISO/IEC 17025:2017 SWEDAC 1125

Kopia till:
Thomas Liljedahl (thomas.liljedahl@wsp.com)

Paola Nilson, Rapportansvarig

Denna rapport är elektroniskt signerad.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utförande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten relaterar endast till det insända provet.

Eurofins Environment Testing Sweden AB
Box 737
531 17 Lidköping

Tlf: +46 10 490 8110
Fax: +46 10 490 8051

Ackred. nr 1125
Provning
ISO/IEC 17025

WSP Earth & Environment - [3658]
Louise Vikman
Östra Strandgatan 24
90333 UMEÅ

AR-22-SL-131579-01

EUSELI2-01027873

Kundnummer: SL8436321

Uppdragsmärkn.
10339333

Analysrapport

Provnummer:	**177-2022-06210763**	Djup (m)	1,5-2
Provbeskrivning:		Provtagare	Louise Vikman
Matris:	Jord		
Provet ankom:	2022-06-21		
Utskriftsdatum:	2022-06-28		
Analyserna påbörjades:	2022-06-21		
Provmärkning:	22W013		
Provtagningsplats:	22W013		

Analys	Resultat	Enhet	Mäto.	Metod/ref	
Torrsubstans	**85.8**	%	10%	SS-EN 12880:2000	a)
pH	**5.2**		0.2	SS-EN 15933:2012	a)
Arsenik As	**< 2.1**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Barium Ba	**16**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Bly Pb	**1.2**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Järn Fe	**4800**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Kadmium Cd	**< 0.20**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Kalcium Ca	**680**	mg/kg Ts	30%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Kobolt Co	**2.7**	mg/kg Ts	30%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Koppar Cu	**2.6**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Krom Cr	**8.3**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Kvicksilver Hg	**< 0.011**	mg/kg Ts	35%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17852:2008mod	a)
Nickel Ni	**4.8**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Svavel S	**160**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)*
Vanadin V	**8.9**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Zink Zn	**18**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)

Utförande laboratorium/underleverantör:

Förklaringar

Laboratoriet/laboratorierna är ackrediterade av respektive lands ackrediteringsorgan. Ej ackrediterade analyser är markerade med *

AR-003v58

Mätosäkerheten, om inget annat anges, redovisas som utvidgad mätosäkerhet med täckningsfaktor 2. Undantag relaterat till analyser utförda utanför Sverige kan förekomma. Ytterligare upplysningar samt mätosäkerhet och detektionsnivåer för mikrobiologiska analyser lämnas på begäran.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utförande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten relaterar endast till det insända provet.

a) Eurofins Environment Testing Sweden AB, SWEDEN, ISO/IEC 17025:2017 SWEDAC 1125

Kopia till:
Thomas Liljedahl (thomas.liljedahl@wsp.com)

Paola Nilson, Rapportansvarig

Denna rapport är elektroniskt signerad.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utförande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten relaterar endast till det insända provet.

Eurofins Environment Testing Sweden AB
Box 737
531 17 Lidköping

Tlf: +46 10 490 8110
Fax: +46 10 490 8051

Ackred. nr 1125
Provning
ISO/IEC 17025

WSP Earth & Environment - [3658]
Louise Vikman
Östra Strandgatan 24
90333 UMEÅ

AR-22-SL-130567-01

EUSELI2-01027873
Kundnummer: SL8436321

Uppdragsmärkn.
10339333

Analysrapport

Provnummer:	**177-2022-06210754**	Djup (m)	0-0,5
Provbeskrivning:		Provtagare	Louise Vikman
Matris:	Jord		
Provet ankom:	2022-06-21		
Utskriftsdatum:	2022-06-28		
Analyserna påbörjades:	2022-06-21		
Provmärkning:	22W014		
Provtagningsplats:	22W014		

Analys	Resultat	Enhet	Mäto.	Metod/ref	
Torrsubstans	**84.6**	%	10%	SS-EN 12880:2000	a)
Bensen	**< 0.0035**	mg/kg Ts	30%	EPA 5021, Intern metod	a)
Toluen	**< 0.10**	mg/kg Ts	35%	EPA 5021, Intern metod	a)
Etylbensen	**< 0.10**	mg/kg Ts	30%	EPA 5021, Intern metod	a)
m/p/o-Xylen	**< 0.10**	mg/kg Ts	35%	EPA 5021, Intern metod	a)
Summa TEX	**< 0.20**	mg/kg Ts	30%	Beräknad från analyserad halt	a)
Alifater >C5-C8	**< 5.0**	mg/kg Ts	35%	SPI 2011	a)
Alifater >C8-C10	**< 3.0**	mg/kg Ts	35%	SPI 2011	a)
Alifater >C10-C12	**< 5.0**	mg/kg Ts	30%	SPI 2011	a)
Alifater >C12-C16	**< 5.0**	mg/kg Ts	30%	SPI 2011	a)
Summa Alifater >C5-C16	**< 9.0**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Alifater >C16-C35	**120**	mg/kg Ts	30%	SPI 2011	a)
Aromater >C8-C10	**< 4.0**	mg/kg Ts	40%	SPI 2011	a)
Aromater >C10-C16	**< 0.90**	mg/kg Ts	35%	SPI 2011	a)
Metylkrysener/Metylbenso(a)antracener	**< 0.50**	mg/kg Ts	30%	SIS: TK 535 N 012	a)
Metylpyrener/Metylfluorantener	**< 0.50**	mg/kg Ts	35%	SIS: TK 535 N 012	a)
Summa Aromater >C16-C35	**< 0.50**	mg/kg Ts	25%	SIS: TK 535 N 012	a)
Oljetyp < C10	**Utgår**				a)*
Oljetyp > C10	**Ospec**				a)*
Benso(a)antracen	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Krysen	**< 0.030**	mg/kg Ts	35%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Benso(b,k)fluoranten	**0.061**	mg/kg Ts	40%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Benso(a)pyren	**< 0.030**	mg/kg Ts	35%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Indeno(1,2,3-cd)pyren	**< 0.030**	mg/kg Ts	35%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Dibenso(a,h)antracen	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)

Förklaringar

Laboratoriet/laboratorierna är ackrediterade av respektive lands ackrediteringsorgan. Ej ackrediterade analyser är markerade med *

AR-003v58

Mätosäkerheten, om inget annat anges, redovisas som utvidgad mätosäkerhet med täckningsfaktor 2. Undantag relaterat till analyser utförda utanför Sverige kan förekomma. Ytterligare upplysningar samt mätosäkerhet och detektionsnivåer för mikrobiologiska analyser lämnas på begäran.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utförande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten relaterar endast till det insända provet.

Naftalen	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Acenaftylen	**< 0.030**	mg/kg Ts	45%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Acenaften	**< 0.030**	mg/kg Ts	40%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Fluoren	**< 0.030**	mg/kg Ts	35%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Fenantren	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Antracen	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Fluoranten	**0.043**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Pyren	**0.055**	mg/kg Ts	25%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Benso(g,h,i)perylen	**0.038**	mg/kg Ts	40%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Summa PAH med låg molekylvikt	**< 0.045**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa PAH med medelhög molekylvikt	**0.14**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa PAH med hög molekylvikt	**0.17**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa cancerogena PAH	**0.14**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa övriga PAH	**0.23**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa totala PAH16	**0.36**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
PCB 28	**< 0.0015**	mg/kg Ts	30%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
PCB 52	**< 0.0015**	mg/kg Ts	25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
PCB 101	**< 0.0015**	mg/kg Ts	25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
PCB 118	**< 0.0015**	mg/kg Ts	25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
PCB 153	**0.0031**	mg/kg Ts	25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
PCB 138	**0.0028**	mg/kg Ts	25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
PCB 180	**0.0026**	mg/kg Ts	25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
Summa PCB7	**0.012**	mg/kg Ts		SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
Arsenik As	**3.4**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Barium Ba	**130**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Bly Pb	**11**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Kadmium Cd	**< 0.20**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Kobolt Co	**9.8**	mg/kg Ts	30%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Koppar Cu	**80**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Krom Cr	**40**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)

Förklaringar

Laboratoriet/laboratorierna är ackrediterade av respektive lands ackrediteringsorgan. Ej ackrediterade analyser är markerade med *

AR-003v58

Mätosäkerheten, om inget annat anges, redovisas som utvidgad mätosäkerhet med täckningsfaktor 2. Undantag relaterat till analyser utförda utanför Sverige kan förekomma. Ytterligare upplysningar samt mätosäkerhet och detektionsnivåer för mikrobiologiska analyser lämnas på begäran.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utförande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten relaterar endast till det insända provet.

Kvicksilver Hg	**< 0.011**	mg/kg Ts	35%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17852:2008mod	a)
Nickel Ni	**15**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Vanadin V	**25**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Zink Zn	**190**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)

Utförande laboratorium/underleverantör:
a) Eurofins Environment Testing Sweden AB, SWEDEN, ISO/IEC 17025:2017 SWEDAC 1125

Kopia till:
Thomas Liljedahl (thomas.liljedahl@wsp.com)

Paola Nilson, Rapportansvarig

Denna rapport är elektroniskt signerad.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utförande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten relaterar endast till det insända provet.

Eurofins Environment Testing Sweden AB
Box 737
531 17 Lidköping

Tlf: +46 10 490 8110
Fax: +46 10 490 8051

Ackred. nr 1125
Provning
ISO/IEC 17025

WSP Earth & Environment - [3658]
Louise Vikman
Östra Strandgatan 24
90333 UMEÅ

AR-22-SL-131574-01

EUSELI2-01027873

Kundnummer: SL8436321

Uppdragsmärkn.
10339333

Analysrapport

Provnummer:	**177-2022-06210755**	Djup (m)	1-1,5
Provbeskrivning:		Provtagare	Louise Vikman
Matris:	Jord		
Provet ankom:	2022-06-21		
Utskriftsdatum:	2022-06-28		
Analyserna påbörjades:	2022-06-21		
Provmärkning:	22W014		
Provtagningsplats:	22W014		

Analys	Resultat	Enhet	Mäto.	Metod/ref	
Torrsubstans	**77.5**	%	10%	SS-EN 12880:2000	a)
pH	**5.9**		0.2	SS-EN 15933:2012	a)
Arsenik As	**7.6**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Barium Ba	**31**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Bly Pb	**4.1**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Järn Fe	**15000**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Kadmium Cd	**< 0.20**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Kalcium Ca	**2100**	mg/kg Ts	30%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Kobolt Co	**6.6**	mg/kg Ts	30%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Koppar Cu	**8.6**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Krom Cr	**19**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Kvicksilver Hg	**< 0.012**	mg/kg Ts	35%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17852:2008mod	a)
Nickel Ni	**12**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Svavel S	**1600**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)*
Vanadin V	**21**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Zink Zn	**52**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)

Utförande laboratorium/underleverantör:

Förklaringar

Laboratoriet/laboratorierna är ackrediterade av respektive lands ackrediteringsorgan. Ej ackrediterade analyser är markerade med *

AR-003v58

Mätosäkerheten, om inget annat anges, redovisas som utvidgad mätosäkerhet med täckningsfaktor 2. Undantag relaterat till analyser utförda utanför Sverige kan förekomma. Ytterligare upplysningar samt mätosäkerhet och detektionsnivåer för mikrobiologiska analyser lämnas på begäran.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utförande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten relaterar endast till det insända provet.

a) Eurofins Environment Testing Sweden AB, SWEDEN, ISO/IEC 17025:2017 SWEDAC 1125

Kopia till:
Thomas Liljedahl (thomas.liljedahl@wsp.com)

Paola Nilson, Rapportansvarig

Denna rapport är elektroniskt signerad.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utförande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten relaterar endast till det insända provet.

Eurofins Environment Testing Sweden AB
Box 737
531 17 Lidköping

Tlf: +46 10 490 8110
Fax: +46 10 490 8051

Ackred. nr 1125
Provning
ISO/IEC 17025

WSP Earth & Environment - [3658]
Louise Vikman
Östra Strandgatan 24
90333 UMEÅ

AR-22-SL-131575-01

EUSELI2-01027873

Kundnummer: SL8436321

Uppdragsmärkn.
10339333

Analysrapport

Provnummer:	**177-2022-06210756**	Djup (m)	1,5-2
Provbeskrivning:		Provtagare	Louise Vikman
Matris:	Jord		
Provet ankom:	2022-06-21		
Utskriftsdatum:	2022-06-28		
Analyserna påbörjades:	2022-06-21		
Provmärkning:	22W014		
Provtagningsplats:	22W014		

Analys	Resultat	Enhet	Mäto.	Metod/ref	
Torrsubstans	**55.6**	%	10%	SS-EN 12880:2000	a)
pH	**6.2**		0.2	SS-EN 15933:2012	a)
Arsenik As	**13**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Barium Ba	**59**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Bly Pb	**9.2**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Järn Fe	**32000**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Kadmium Cd	**0.23**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Kalcium Ca	**4100**	mg/kg Ts	30%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Kobolt Co	**12**	mg/kg Ts	30%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Koppar Cu	**20**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Krom Cr	**35**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Kvicksilver Hg	**< 0.017**	mg/kg Ts	35%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17852:2008mod	a)
Nickel Ni	**22**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Svavel S	**3000**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)*
Vanadin V	**39**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Zink Zn	**81**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)

Utförande laboratorium/underleverantör:

Förklaringar

Laboratoriet/laboratorierna är ackrediterade av respektive lands ackrediteringsorgan. Ej ackrediterade analyser är markerade med *

AR-003v58

Mätosäkerheten, om inget annat anges, redovisas som utvidgad mätosäkerhet med täckningsfaktor 2. Undantag relaterat till analyser utförda utanför Sverige kan förekomma. Ytterligare upplysningar samt mätosäkerhet och detektionsnivåer för mikrobiologiska analyser lämnas på begäran.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utförande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten relaterar endast till det insända provet.

a) Eurofins Environment Testing Sweden AB, SWEDEN, ISO/IEC 17025:2017 SWEDAC 1125

Kopia till:
Thomas Liljedahl (thomas.liljedahl@wsp.com)

Paola Nilson, Rapportansvarig

Denna rapport är elektroniskt signerad.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utförande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten relaterar endast till det insända provet.

Eurofins Environment Testing Sweden AB
Box 737
531 17 Lidköping

Tlf: +46 10 490 8110
Fax: +46 10 490 8051

Ackred. nr 1125
Provning
ISO/IEC 17025

WSP Earth & Environment - [3658]
Louise Vikman
Östra Strandgatan 24
90333 UMEÅ

AR-22-SL-130569-01

EUSELI2-01027873
Kundnummer: SL8436321

Uppdragsmärkn.
10339333

Analysrapport

Provnummer:	**177-2022-06210764**	Djup (m)	0-0,5
Provbeskrivning:		Provtagare	Louise Vikman
Matris:	Jord		
Provet ankom:	2022-06-21		
Utskriftsdatum:	2022-06-28		
Analyserna påbörjades:	2022-06-21		
Provmärkning:	22W021		
Provtagningsplats:	22W021		

Analys	Resultat	Enhet	Mäto.	Metod/ref	
Torrsubstans	**92.3**	%	10%	SS-EN 12880:2000	a)
Bensen	**< 0.0035**	mg/kg Ts	30%	EPA 5021, Intern metod	a)
Toluen	**< 0.10**	mg/kg Ts	35%	EPA 5021, Intern metod	a)
Etylbensen	**< 0.10**	mg/kg Ts	30%	EPA 5021, Intern metod	a)
m/p/o-Xylen	**< 0.10**	mg/kg Ts	35%	EPA 5021, Intern metod	a)
Summa TEX	**< 0.20**	mg/kg Ts	30%	Beräknad från analyserad halt	a)
Alifater >C5-C8	**< 5.0**	mg/kg Ts	35%	SPI 2011	a)
Alifater >C8-C10	**< 3.0**	mg/kg Ts	35%	SPI 2011	a)
Alifater >C10-C12	**< 5.0**	mg/kg Ts	30%	SPI 2011	a)
Alifater >C12-C16	**< 5.0**	mg/kg Ts	30%	SPI 2011	a)
Summa Alifater >C5-C16	**< 9.0**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Alifater >C16-C35	**< 10**	mg/kg Ts	30%	SPI 2011	a)
Aromater >C8-C10	**< 4.0**	mg/kg Ts	40%	SPI 2011	a)
Aromater >C10-C16	**< 0.90**	mg/kg Ts	35%	SPI 2011	a)
Metylkrysener/Metylbenso(a)antracener	**< 0.50**	mg/kg Ts	30%	SIS: TK 535 N 012	a)
Metylpyrener/Metylfluorantener	**< 0.50**	mg/kg Ts	35%	SIS: TK 535 N 012	a)
Summa Aromater >C16-C35	**< 0.50**	mg/kg Ts	25%	SIS: TK 535 N 012	a)
Oljetyp < C10	**Utgår**				a)*
Oljetyp > C10	**Utgår**				a)*
Benso(a)antracen	**0.17**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Krysen	**0.22**	mg/kg Ts	35%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Benso(b,k)fluoranten	**0.50**	mg/kg Ts	40%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Benso(a)pyren	**0.22**	mg/kg Ts	35%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Indeno(1,2,3-cd)pyren	**0.20**	mg/kg Ts	35%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Dibenso(a,h)antracen	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)

Förklaringar

Laboratoriet/laboratorierna är ackrediterade av respektive lands ackrediteringsorgan. Ej ackrediterade analyser är markerade med *

AR-003v58

Mätosäkerheten, om inget annat anges, redovisas som utvidgad mätosäkerhet med täckningsfaktor 2. Undantag relaterat till analyser utförda utanför Sverige kan förekomma. Ytterligare upplysningar samt mätosäkerhet och detektionsnivåer för mikrobiologiska analyser lämnas på begäran.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utförande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten relaterar endast till det insända provet.

Naftalen	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Acenaftylen	**0.063**	mg/kg Ts	45%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Acenaften	**< 0.030**	mg/kg Ts	40%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Fluoren	**< 0.030**	mg/kg Ts	35%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Fenantren	**0.16**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Antracen	**0.031**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Fluoranten	**0.51**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Pyren	**0.46**	mg/kg Ts	25%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Benso(g,h,i)perylen	**0.19**	mg/kg Ts	40%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Summa PAH med låg molekylvikt	**0.093**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa PAH med medelhög molekylvikt	**1.2**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa PAH med hög molekylvikt	**1.5**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa cancerogena PAH	**1.3**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa övriga PAH	**1.5**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa totala PAH16	**2.8**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
PCB 28	**< 0.0015**	mg/kg Ts	30%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
PCB 52	**< 0.0015**	mg/kg Ts	25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
PCB 101	**< 0.0015**	mg/kg Ts	25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
PCB 118	**< 0.0015**	mg/kg Ts	25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
PCB 153	**< 0.0015**	mg/kg Ts	25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
PCB 138	**< 0.0015**	mg/kg Ts	25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
PCB 180	**< 0.0015**	mg/kg Ts	25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
Summa PCB7	**< 0.0053**	mg/kg Ts		SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
Arsenik As	**5.3**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Barium Ba	**28**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Bly Pb	**16**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Kadmium Cd	**< 0.20**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Kobolt Co	**4.3**	mg/kg Ts	30%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Koppar Cu	**16**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Krom Cr	**16**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)

Förklaringar

Laboratoriet/laboratorierna är ackrediterade av respektive lands ackrediteringsorgan. Ej ackrediterade analyser är markerade med *

AR-003v58

Mätosäkerheten, om inget annat anges, redovisas som utvidgad mätosäkerhet med täckningsfaktor 2. Undantag relaterat till analyser utförda utanför Sverige kan förekomma. Ytterligare upplysningar samt mätosäkerhet och detektionsnivåer för mikrobiologiska analyser lämnas på begäran.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utförande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten relaterar endast till det insända provet.

Kvicksilver Hg	**0.034**	mg/kg Ts	35%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17852:2008mod	a)
Nickel Ni	**8.6**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Vanadin V	**16**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Zink Zn	**52**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)

Utförande laboratorium/underleverantör:
a) Eurofins Environment Testing Sweden AB, SWEDEN, ISO/IEC 17025:2017 SWEDAC 1125

Kopia till:
Thomas Liljedahl (thomas.liljedahl@wsp.com)

Paola Nilson, Rapportansvarig

Denna rapport är elektroniskt signerad.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utförande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten relaterar endast till det insända provet.

Eurofins Environment Testing Sweden AB
Box 737
531 17 Lidköping

Tlf: +46 10 490 8110
Fax: +46 10 490 8051

Ackred. nr 1125
Provning
ISO/IEC 17025

WSP Earth & Environment - [3658]
Louise Vikman
Östra Strandgatan 24
90333 UMEÅ

AR-22-SL-140872-01

EUSELI2-01027873

Kundnummer: SL8436321

Uppdragsmärkn.
10339333

Analysrapport

Provnummer:	**177-2022-06210765**	Djup (m)	0,5-1
Provbeskrivning:		Provtagare	Louise Vikman
Matris:	Jord		
Provet ankom:	2022-06-21		
Utskriftsdatum:	2022-07-07		
Analyserna påbörjades:	2022-06-21		
Provmärkning:	22W021		
Provtagningsplats:	22W021		

Analys	Resultat	Enhet	Mäto.	Metod/ref	
Torrsubstans	**75.2**	%	10%	SS-EN 12880:2000	a)
pH	**6.7**		0.2	SS-EN 15933:2012	a)
Bensen	**< 0.0035**	mg/kg Ts	30%	EPA 5021, Intern metod	a)
Toluen	**< 0.10**	mg/kg Ts	35%	EPA 5021, Intern metod	a)
Etylbensen	**< 0.10**	mg/kg Ts	30%	EPA 5021, Intern metod	a)
m/p/o-Xylen	**< 0.10**	mg/kg Ts	35%	EPA 5021, Intern metod	a)
Summa TEX	**< 0.20**	mg/kg Ts	30%	Beräknad från analyserad halt	a)
Alifater >C5-C8	**< 5.0**	mg/kg Ts	35%	SPI 2011	a)
Alifater >C8-C10	**< 3.0**	mg/kg Ts	35%	SPI 2011	a)
Alifater >C10-C12	**< 5.0**	mg/kg Ts	30%	SPI 2011	a)
Alifater >C12-C16	**< 5.0**	mg/kg Ts	30%	SPI 2011	a)
Summa Alifater >C5-C16	**< 9.0**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Alifater >C16-C35	**< 10**	mg/kg Ts	30%	SPI 2011	a)
Aromater >C8-C10	**< 4.0**	mg/kg Ts	40%	SPI 2011	a)
Aromater >C10-C16	**< 0.90**	mg/kg Ts	35%	SPI 2011	a)
Metylkrysener/Metylbenso(a)antracener	**< 0.50**	mg/kg Ts	30%	SIS: TK 535 N 012	a)
Metylpyrener/Metylfluorantener	**< 0.50**	mg/kg Ts	35%	SIS: TK 535 N 012	a)
Summa Aromater >C16-C35	**< 0.50**	mg/kg Ts	25%	SIS: TK 535 N 012	a)
Oljetyp < C10	**Utgår**				a)*
Oljetyp > C10	**Utgår**				a)*
Benso(a)antracen	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Krysen	**< 0.030**	mg/kg Ts	35%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Benso(b,k)fluoranten	**0.035**	mg/kg Ts	40%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Benso(a)pyren	**< 0.030**	mg/kg Ts	35%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Indeno(1,2,3-cd)pyren	**< 0.030**	mg/kg Ts	35%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)

Förklaringar

Laboratoriet/laboratorierna är ackrediterade av respektive lands ackrediteringsorgan. Ej ackrediterade analyser är markerade med *

AR-003v58

Mätosäkerheten, om inget annat anges, redovisas som utvidgad mätosäkerhet med täckningsfaktor 2. Undantag relaterat till analyser utförda utanför Sverige kan förekomma. Ytterligare upplysningar samt mätosäkerhet och detektionsnivåer för mikrobiologiska analyser lämnas på begäran.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utförande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten relaterar endast till det insända provet.

Dibenso(a,h)antracen	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Naftalen	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Acenaftylen	**< 0.030**	mg/kg Ts	45%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Acenaften	**< 0.030**	mg/kg Ts	40%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Fluoren	**< 0.030**	mg/kg Ts	35%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Fenantren	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Antracen	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Fluoranten	**0.033**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Pyren	**0.031**	mg/kg Ts	25%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Benso(g,h,i)perylen	**< 0.030**	mg/kg Ts	40%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Summa PAH med låg molekylvikt	**< 0.045**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa PAH med medelhög molekylvikt	**0.11**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa PAH med hög molekylvikt	**0.13**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa cancerogena PAH	**0.11**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa övriga PAH	**0.17**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa totala PAH16	**0.28**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Arsenik As	**3.7**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Barium Ba	**44**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Bly Pb	**3.9**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Järn Fe	**12000**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Kadmium Cd	**< 0.20**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Kalcium Ca	**2400**	mg/kg Ts	30%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Kobolt Co	**6.6**	mg/kg Ts	30%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Koppar Cu	**7.9**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Krom Cr	**24**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Kvicksilver Hg	**< 0.012**	mg/kg Ts	35%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17852:2008mod	a)
Nickel Ni	**12**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Svavel S	**1100**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)*
Vanadin V	**26**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Zink Zn	**40**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)

Utförande laboratorium/underleverantör:

a) Eurofins Environment Testing Sweden AB, SWEDEN, ISO/IEC 17025:2017 SWEDAC 1125

Förklaringar

Laboratoriet/laboratorierna är ackrediterade av respektive lands ackrediteringsorgan. Ej ackrediterade analyser är markerade med *

AR-003v58

Mätosäkerheten, om inget annat anges, redovisas som utvidgad mätosäkerhet med täckningsfaktor 2. Undantag relaterat till analyser utförda utanför Sverige kan förekomma. Ytterligare upplysningar samt mätosäkerhet och detektionsnivåer för mikrobiologiska analyser lämnas på begäran.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utförande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten relaterar endast till det insända provet.

Kopia till:
Thomas Liljedahl (thomas.liljedahl@wsp.com)

Paola Nilson, Rapportansvarig

Denna rapport är elektroniskt signerad.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utförande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten relaterar endast till det insända provet.

Eurofins Environment Testing Sweden AB
Box 737
531 17 Lidköping

Tlf: +46 10 490 8110
Fax: +46 10 490 8051

Ackred. nr 1125
Provning
ISO/IEC 17025

WSP Earth & Environment
Louise Vikman
Östra Strandgatan 24
90333 UMEÅ

AR-22-SL-107581-01

EUSELI2-01018284

Kundnummer: SL8436321

Uppdragsmärkn.
10339333-30 Tvärån

Analysrapport

Provnummer:	**177-2022-05260770**	Provtagare	Louise Vikman, Maja Skotte
Provbeskrivning:			
Matris:	Jord		
Provet ankom:	2022-05-26		
Utskriftsdatum:	2022-05-31		
Analyserna påbörjades:	2022-05-26		
Provmärkning:			
Provtagningsplats:	22W01s		

Analys	Resultat	Enhet	Mäto.	Metod/ref	
Torrsubstans	**78.9**	%	10%	SS-EN 12880:2000	a)
Bensen	**< 0.0035**	mg/kg Ts	30%	EPA 5021, Intern metod	a)
Toluen	**< 0.10**	mg/kg Ts	35%	EPA 5021, Intern metod	a)
Etylbensen	**< 0.10**	mg/kg Ts	30%	EPA 5021, Intern metod	a)
m/p/o-Xylen	**< 0.10**	mg/kg Ts	35%	EPA 5021, Intern metod	a)
Summa TEX	**< 0.20**	mg/kg Ts	30%	Beräknad från analyserad halt	a)
Alifater >C5-C8	**< 5.0**	mg/kg Ts	35%	SPI 2011	a)
Alifater >C8-C10	**< 3.0**	mg/kg Ts	35%	SPI 2011	a)
Alifater >C10-C12	**< 5.0**	mg/kg Ts	30%	SPI 2011	a)
Alifater >C12-C16	**< 5.0**	mg/kg Ts	30%	SPI 2011	a)
Summa Alifater >C5-C16	**< 9.0**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Alifater >C16-C35	**17**	mg/kg Ts	30%	SPI 2011	a)
Aromater >C8-C10	**< 4.0**	mg/kg Ts	40%	SPI 2011	a)
Aromater >C10-C16	**< 0.90**	mg/kg Ts	35%	SPI 2011	a)
Metylkrysener/Metylbenso(a)antracener	**< 0.50**	mg/kg Ts	30%	SIS: TK 535 N 012	a)
Metylpyrener/Metylfluorantener	**< 0.50**	mg/kg Ts	35%	SIS: TK 535 N 012	a)
Summa Aromater >C16-C35	**< 0.50**	mg/kg Ts	25%	SIS: TK 535 N 012	a)
Oljetyp < C10	**Utgår**				a)*
Oljetyp > C10	**Ospec**				a)*
Benso(a)antracen	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Krysen	**< 0.030**	mg/kg Ts	35%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Benso(b,k)fluoranten	**< 0.030**	mg/kg Ts	40%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Benso(a)pyren	**< 0.030**	mg/kg Ts	35%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Indeno(1,2,3-cd)pyren	**< 0.030**	mg/kg Ts	35%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Dibenso(a,h)antracen	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)

Förklaringar

Laboratoriet/laboratorierna är ackrediterade av respektive lands ackrediteringsorgan. Ej ackrediterade analyser är markerade med *

AR-003v58

Mätosäkerheten, om inget annat anges, redovisas som utvidgad mätosäkerhet med täckningsfaktor 2. Undantag relaterat till analyser utförda utanför Sverige kan förekomma. Ytterligare upplysningar samt mätosäkerhet och detektionsnivåer för mikrobiologiska analyser lämnas på begäran.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utförande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten relaterar endast till det insända provet.

Naftalen	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Acenaftylen	**< 0.030**	mg/kg Ts	45%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Acenaften	**< 0.030**	mg/kg Ts	40%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Fluoren	**< 0.030**	mg/kg Ts	35%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Fenantren	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Antracen	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Fluoranten	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Pyren	**< 0.030**	mg/kg Ts	25%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Benso(g,h,i)perylen	**< 0.030**	mg/kg Ts	40%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Summa PAH med låg molekylvikt	**< 0.045**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa PAH med medelhög molekylvikt	**< 0.075**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa PAH med hög molekylvikt	**< 0.11**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa cancerogena PAH	**< 0.090**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa övriga PAH	**< 0.14**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa totala PAH16	**< 0.23**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
PCB 28	**< 0.0015**	mg/kg Ts	30%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
PCB 52	**< 0.0015**	mg/kg Ts	25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
PCB 101	**< 0.0015**	mg/kg Ts	25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
PCB 118	**< 0.0015**	mg/kg Ts	25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
PCB 153	**< 0.0015**	mg/kg Ts	25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
PCB 138	**< 0.0015**	mg/kg Ts	25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
PCB 180	**< 0.0015**	mg/kg Ts	25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
Summa PCB7	**< 0.0053**	mg/kg Ts		SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
Arsenik As	**2.9**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Barium Ba	**30**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Bly Pb	**4.1**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Järn Fe	**9500**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Kadmium Cd	**< 0.20**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Kalcium Ca	**1300**	mg/kg Ts	30%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Kobolt Co	**3.8**	mg/kg Ts	30%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Koppar Cu	**6.7**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Krom Cr	**13**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Kvicksilver Hg	**< 0.012**	mg/kg Ts	35%	SS 28311:2017mod/SS-EN	a)

Förklaringar

Laboratoriet/laboratorierna är ackrediterade av respektive lands ackrediteringsorgan. Ej ackrediterade analyser är markerade med *

AR-003v58

Mätosäkerheten, om inget annat anges, redovisas som utvidgad mätosäkerhet med täckningsfaktor 2. Undantag relaterat till analyser utförda utanför Sverige kan förekomma. Ytterligare upplysningar samt mätosäkerhet och detektionsnivåer för mikrobiologiska analyser lämnas på begäran.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utförande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten relaterar endast till det insända provet.

				ISO 17852:2008mod	
Nickel Ni	**7.5**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Svavel S	**280**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)*
Vanadin V	**15**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Zink Zn	**34**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)

Utförande laboratorium/underleverantör:

a) Eurofins Environment Testing Sweden AB, SWEDEN, ISO/IEC 17025:2017 SWEDAC 1125

Kopia till:

Thomas Liljedahl (thomas.liljedahl@wsp.com)

Frida Svensson, Rapportansvarig

Denna rapport är elektroniskt signerad.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utförande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten relaterar endast till det insända provet.

Eurofins Environment Testing Sweden AB
Box 737
531 17 Lidköping

Tlf: +46 10 490 8110
Fax: +46 10 490 8051

Ackred. nr 1125
Provning
ISO/IEC 17025

WSP Earth & Environment
Louise Vikman
Östra Strandgatan 24
90333 UMEÅ

AR-22-SL-106869-01

EUSELI2-01018284
Kundnummer: SL8436321

Uppdragsmärkn.
10339333-30 Tvärån

Analysrapport

Provnummer:	**177-2022-05260769**	Provtagare	Louise Vikman, Maja Skotte
Provbeskrivning:			
Matris:	Jord		
Provet ankom:	2022-05-26		
Utskriftsdatum:	2022-05-31		
Analyserna påbörjades:	2022-05-26		
Provmärkning:			
Provtagningsplats:	22W02s		

Analys	Resultat	Enhet	Mäto.	Metod/ref	
Torrsubstans	**81.7**	%	10%	SS-EN 12880:2000	a)
Bensen	**< 0.0035**	mg/kg Ts	30%	EPA 5021, Intern metod	a)
Toluen	**< 0.10**	mg/kg Ts	35%	EPA 5021, Intern metod	a)
Etylbensen	**< 0.10**	mg/kg Ts	30%	EPA 5021, Intern metod	a)
m/p/o-Xylen	**< 0.10**	mg/kg Ts	35%	EPA 5021, Intern metod	a)
Summa TEX	**< 0.20**	mg/kg Ts	30%	Beräknad från analyserad halt	a)
Alifater >C5-C8	**< 5.0**	mg/kg Ts	35%	SPI 2011	a)
Alifater >C8-C10	**< 3.0**	mg/kg Ts	35%	SPI 2011	a)
Alifater >C10-C12	**< 5.0**	mg/kg Ts	30%	SPI 2011	a)
Alifater >C12-C16	**< 5.0**	mg/kg Ts	30%	SPI 2011	a)
Summa Alifater >C5-C16	**< 9.0**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Alifater >C16-C35	**< 10**	mg/kg Ts	30%	SPI 2011	a)
Aromater >C8-C10	**< 4.0**	mg/kg Ts	40%	SPI 2011	a)
Aromater >C10-C16	**< 0.90**	mg/kg Ts	35%	SPI 2011	a)
Metylkrysener/Metylbenso(a)antracener	**< 0.50**	mg/kg Ts	30%	SIS: TK 535 N 012	a)
Metylpyrener/Metylfluorantener	**< 0.50**	mg/kg Ts	35%	SIS: TK 535 N 012	a)
Summa Aromater >C16-C35	**< 0.50**	mg/kg Ts	25%	SIS: TK 535 N 012	a)
Oljetyp < C10	**Utgår**				a)*
Oljetyp > C10	**Utgår**				a)*
Benso(a)antracen	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Krysen	**< 0.030**	mg/kg Ts	35%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Benso(b,k)fluoranten	**< 0.030**	mg/kg Ts	40%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Benso(a)pyren	**< 0.030**	mg/kg Ts	35%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Indeno(1,2,3-cd)pyren	**< 0.030**	mg/kg Ts	35%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Dibenso(a,h)antracen	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)

Förklaringar

Laboratoriet/laboratorierna är ackrediterade av respektive lands ackrediteringsorgan. Ej ackrediterade analyser är markerade med *

AR-003v58

Mätosäkerheten, om inget annat anges, redovisas som utvidgad mätosäkerhet med täckningsfaktor 2. Undantag relaterat till analyser utförda utanför Sverige kan förekomma. Ytterligare upplysningar samt mätosäkerhet och detektionsnivåer för mikrobiologiska analyser lämnas på begäran.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utförande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten relaterar endast till det insända provet.

Naftalen	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Acenaftylen	**< 0.030**	mg/kg Ts	45%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Acenaften	**< 0.030**	mg/kg Ts	40%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Fluoren	**< 0.030**	mg/kg Ts	35%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Fenantren	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Antracen	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Fluoranten	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Pyren	**< 0.030**	mg/kg Ts	25%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Benso(g,h,i)perylen	**< 0.030**	mg/kg Ts	40%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Summa PAH med låg molekylvikt	**< 0.045**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa PAH med medelhög molekylvikt	**< 0.075**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa PAH med hög molekylvikt	**< 0.11**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa cancerogena PAH	**< 0.090**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa övriga PAH	**< 0.14**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa totala PAH16	**< 0.23**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
PCB 28	**< 0.0015**	mg/kg Ts	30%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
PCB 52	**< 0.0015**	mg/kg Ts	25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
PCB 101	**0.0026**	mg/kg Ts	25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
PCB 118	**< 0.0015**	mg/kg Ts	25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
PCB 153	**< 0.0015**	mg/kg Ts	25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
PCB 138	**< 0.0015**	mg/kg Ts	25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
PCB 180	**< 0.0015**	mg/kg Ts	25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
Summa PCB7	**0.0071**	mg/kg Ts		SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
Arsenik As	**3.6**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Barium Ba	**30**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Bly Pb	**4.5**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Kadmium Cd	**< 0.20**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Kobolt Co	**3.2**	mg/kg Ts	30%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Koppar Cu	**4.6**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Krom Cr	**13**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)

Förklaringar

Laboratoriet/laboratorierna är ackrediterade av respektive lands ackrediteringsorgan. Ej ackrediterade analyser är markerade med *

AR-003v58

Mätosäkerheten, om inget annat anges, redovisas som utvidgad mätosäkerhet med täckningsfaktor 2. Undantag relaterat till analyser utförda utanför Sverige kan förekomma. Ytterligare upplysningar samt mätosäkerhet och detektionsnivåer för mikrobiologiska analyser lämnas på begäran.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utförande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten relaterar endast till det insända provet.

Kvicksilver Hg	**< 0.012**	mg/kg Ts	35%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17852:2008mod	a)
Nickel Ni	**7.9**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Vanadin V	**14**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Zink Zn	**30**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)

Utförande laboratorium/underleverantör:

a) Eurofins Environment Testing Sweden AB, SWEDEN, ISO/IEC 17025:2017 SWEDAC 1125

Kopia till:

Thomas Liljedahl (thomas.liljedahl@wsp.com)

Paola Nilson, Rapportansvarig

Denna rapport är elektroniskt validerad och signerad.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utförande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten relaterar endast till det insända provet.

Eurofins Environment Testing Sweden AB
Box 737
531 17 Lidköping

Tlf: +46 10 490 8110
Fax: +46 10 490 8051

Ackred. nr 1125
Provning
ISO/IEC 17025

WSP Earth & Environment
Louise Vikman
Östra Strandgatan 24
90333 UMEÅ

AR-22-SL-106867-01

EUSELI2-01018284
Kundnummer: SL8436321

Uppdragsmärkn.
10339333-30 Tvärån

Analysrapport

Provnummer:	**177-2022-05260768**	Provtagare	Louise Vikman, Maja Skotte
Provbeskrivning:			
Matris:	Jord		
Provet ankom:	2022-05-26		
Utskriftsdatum:	2022-05-31		
Analyserna påbörjades:	2022-05-26		
Provmärkning:			
Provtagningsplats:	22W03s		

Analys	Resultat	Enhet	Mäto.	Metod/ref	
Torrsubstans	**81.4**	%	10%	SS-EN 12880:2000	a)
Bensen	**< 0.0035**	mg/kg Ts	30%	EPA 5021, Intern metod	a)
Toluen	**< 0.10**	mg/kg Ts	35%	EPA 5021, Intern metod	a)
Etylbensen	**< 0.10**	mg/kg Ts	30%	EPA 5021, Intern metod	a)
m/p/o-Xylen	**< 0.10**	mg/kg Ts	35%	EPA 5021, Intern metod	a)
Summa TEX	**< 0.20**	mg/kg Ts	30%	Beräknad från analyserad halt	a)
Alifater >C5-C8	**< 5.0**	mg/kg Ts	35%	SPI 2011	a)
Alifater >C8-C10	**< 3.0**	mg/kg Ts	35%	SPI 2011	a)
Alifater >C10-C12	**< 5.0**	mg/kg Ts	30%	SPI 2011	a)
Alifater >C12-C16	**< 5.0**	mg/kg Ts	30%	SPI 2011	a)
Summa Alifater >C5-C16	**< 9.0**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Alifater >C16-C35	**18**	mg/kg Ts	30%	SPI 2011	a)
Aromater >C8-C10	**< 4.0**	mg/kg Ts	40%	SPI 2011	a)
Aromater >C10-C16	**< 0.90**	mg/kg Ts	35%	SPI 2011	a)
Metylkrysener/Metylbenso(a)antracener	**< 0.50**	mg/kg Ts	30%	SIS: TK 535 N 012	a)
Metylpyrener/Metylfluorantener	**< 0.50**	mg/kg Ts	35%	SIS: TK 535 N 012	a)
Summa Aromater >C16-C35	**< 0.50**	mg/kg Ts	25%	SIS: TK 535 N 012	a)
Oljetyp < C10	**Utgår**				a)*
Oljetyp > C10	**Ospec**				a)*
Benso(a)antracen	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Krysen	**< 0.030**	mg/kg Ts	35%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Benso(b,k)fluoranten	**0.037**	mg/kg Ts	40%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Benso(a)pyren	**< 0.030**	mg/kg Ts	35%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Indeno(1,2,3-cd)pyren	**< 0.030**	mg/kg Ts	35%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Dibenso(a,h)antracen	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)

Förklaringar

Laboratoriet/laboratorierna är ackrediterade av respektive lands ackrediteringsorgan. Ej ackrediterade analyser är markerade med *

AR-003v58

Mätosäkerheten, om inget annat anges, redovisas som utvidgad mätosäkerhet med täckningsfaktor 2. Undantag relaterat till analyser utförda utanför Sverige kan förekomma. Ytterligare upplysningar samt mätosäkerhet och detektionsnivåer för mikrobiologiska analyser lämnas på begäran.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utförande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten relaterar endast till det insända provet.

Naftalen	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Acenaftylen	**< 0.030**	mg/kg Ts	45%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Acenaften	**< 0.030**	mg/kg Ts	40%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Fluoren	**< 0.030**	mg/kg Ts	35%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Fenantren	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Antracen	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Fluoranten	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Pyren	**< 0.030**	mg/kg Ts	25%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Benso(g,h,i)perylen	**< 0.030**	mg/kg Ts	40%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Summa PAH med låg molekylvikt	**< 0.045**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa PAH med medelhög molekylvikt	**< 0.075**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa PAH med hög molekylvikt	**0.13**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa cancerogena PAH	**0.11**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa övriga PAH	**< 0.14**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa totala PAH16	**0.25**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
PCB 28	**< 0.0015**	mg/kg Ts	30%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
PCB 52	**< 0.0015**	mg/kg Ts	25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
PCB 101	**< 0.0015**	mg/kg Ts	25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
PCB 118	**< 0.0015**	mg/kg Ts	25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
PCB 153	**< 0.0015**	mg/kg Ts	25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
PCB 138	**< 0.0015**	mg/kg Ts	25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
PCB 180	**< 0.0015**	mg/kg Ts	25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
Summa PCB7	**< 0.0053**	mg/kg Ts		SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
Arsenik As	**5.6**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Barium Ba	**34**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Bly Pb	**4.9**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Kadmium Cd	**< 0.20**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Kobolt Co	**4.0**	mg/kg Ts	30%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Koppar Cu	**7.9**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Krom Cr	**15**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)

Förklaringar

Laboratoriet/laboratorierna är ackrediterade av respektive lands ackrediteringsorgan. Ej ackrediterade analyser är markerade med *

AR-003v58

Mätosäkerheten, om inget annat anges, redovisas som utvidgad mätosäkerhet med täckningsfaktor 2. Undantag relaterat till analyser utförda utanför Sverige kan förekomma. Ytterligare upplysningar samt mätosäkerhet och detektionsnivåer för mikrobiologiska analyser lämnas på begäran.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utförande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten relaterar endast till det insända provet.

Kvicksilver Hg	**< 0.012**	mg/kg Ts	35%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17852:2008mod	a)
Nickel Ni	**8.9**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Vanadin V	**18**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Zink Zn	**35**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)

Utförande laboratorium/underleverantör:

a) Eurofins Environment Testing Sweden AB, SWEDEN, ISO/IEC 17025:2017 SWEDAC 1125

Kopia till:

Thomas Liljedahl (thomas.liljedahl@wsp.com)

Paola Nilson, Rapportansvarig

Denna rapport är elektroniskt validerad och signerad.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utförande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten relaterar endast till det insända provet.

Eurofins Environment Testing Sweden AB
Box 737
531 17 Lidköping

Tlf: +46 10 490 8110
Fax: +46 10 490 8051

Ackred. nr 1125
Provning
ISO/IEC 17025

WSP Earth & Environment
Louise Vikman
Östra Strandgatan 24
90333 UMEÅ

AR-22-SL-107580-01

EUSELI2-01018284

Kundnummer: SL8436321

Uppdragsmärkn.
10339333-30 Tvärån

Analysrapport

Provnummer:	**177-2022-05260767**	Provtagare	Louise Vikman, Maja Skotte
Provbeskrivning:			
Matris:	Jord		
Provet ankom:	2022-05-26		
Utskriftsdatum:	2022-05-31		
Analyserna påbörjades:	2022-05-26		
Provmärkning:			
Provtagningsplats:	22W04s		

Analys	Resultat	Enhet	Mäto.	Metod/ref	
Torrsubstans	**86.1**	%	10%	SS-EN 12880:2000	a)
Bensen	**< 0.0035**	mg/kg Ts	30%	EPA 5021, Intern metod	a)
Toluen	**< 0.10**	mg/kg Ts	35%	EPA 5021, Intern metod	a)
Etylbensen	**< 0.10**	mg/kg Ts	30%	EPA 5021, Intern metod	a)
m/p/o-Xylen	**< 0.10**	mg/kg Ts	35%	EPA 5021, Intern metod	a)
Summa TEX	**< 0.20**	mg/kg Ts	30%	Beräknad från analyserad halt	a)
Alifater >C5-C8	**< 5.0**	mg/kg Ts	35%	SPI 2011	a)
Alifater >C8-C10	**< 3.0**	mg/kg Ts	35%	SPI 2011	a)
Alifater >C10-C12	**< 5.0**	mg/kg Ts	30%	SPI 2011	a)
Alifater >C12-C16	**< 5.0**	mg/kg Ts	30%	SPI 2011	a)
Summa Alifater >C5-C16	**< 9.0**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Alifater >C16-C35	**23**	mg/kg Ts	30%	SPI 2011	a)
Aromater >C8-C10	**< 4.0**	mg/kg Ts	40%	SPI 2011	a)
Aromater >C10-C16	**< 0.90**	mg/kg Ts	35%	SPI 2011	a)
Metylkrysener/Metylbenso(a)antracener	**< 0.50**	mg/kg Ts	30%	SIS: TK 535 N 012	a)
Metylpyrener/Metylfluorantener	**< 0.50**	mg/kg Ts	35%	SIS: TK 535 N 012	a)
Summa Aromater >C16-C35	**< 0.50**	mg/kg Ts	25%	SIS: TK 535 N 012	a)
Oljetyp < C10	**Utgår**				a)*
Oljetyp > C10	**Ospec**				a)*
Benso(a)antracen	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Krysen	**< 0.030**	mg/kg Ts	35%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Benso(b,k)fluoranten	**< 0.030**	mg/kg Ts	40%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Benso(a)pyren	**< 0.030**	mg/kg Ts	35%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Indeno(1,2,3-cd)pyren	**< 0.030**	mg/kg Ts	35%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Dibenso(a,h)antracen	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)

Förklaringar

Laboratoriet/laboratorierna är ackrediterade av respektive lands ackrediteringsorgan. Ej ackrediterade analyser är markerade med *

AR-003v58

Mätosäkerheten, om inget annat anges, redovisas som utvidgad mätosäkerhet med täckningsfaktor 2. Undantag relaterat till analyser utförda utanför Sverige kan förekomma. Ytterligare upplysningar samt mätosäkerhet och detektionsnivåer för mikrobiologiska analyser lämnas på begäran.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utförande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten relaterar endast till det insända provet.

Naftalen	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Acenaftylen	**< 0.030**	mg/kg Ts	45%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Acenaften	**< 0.030**	mg/kg Ts	40%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Fluoren	**< 0.030**	mg/kg Ts	35%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Fenantren	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Antracen	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Fluoranten	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Pyren	**< 0.030**	mg/kg Ts	25%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Benso(g,h,i)perylen	**< 0.030**	mg/kg Ts	40%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Summa PAH med låg molekylvikt	**< 0.045**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa PAH med medelhög molekylvikt	**< 0.075**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa PAH med hög molekylvikt	**< 0.11**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa cancerogena PAH	**< 0.090**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa övriga PAH	**< 0.14**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa totala PAH16	**< 0.23**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
PCB 28	**< 0.0015**	mg/kg Ts	30%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
PCB 52	**< 0.0015**	mg/kg Ts	25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
PCB 101	**< 0.0015**	mg/kg Ts	25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
PCB 118	**< 0.0015**	mg/kg Ts	25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
PCB 153	**< 0.0015**	mg/kg Ts	25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
PCB 138	**< 0.0015**	mg/kg Ts	25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
PCB 180	**< 0.0015**	mg/kg Ts	25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
Summa PCB7	**< 0.0053**	mg/kg Ts		SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
Arsenik As	**4.2**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Barium Ba	**23**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Bly Pb	**3.6**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Järn Fe	**8900**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Kadmium Cd	**< 0.20**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Kalcium Ca	**1200**	mg/kg Ts	30%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Kobolt Co	**3.2**	mg/kg Ts	30%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Koppar Cu	**4.8**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Krom Cr	**14**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Kvicksilver Hg	**< 0.011**	mg/kg Ts	35%	SS 28311:2017mod/SS-EN	a)

Förklaringar

Laboratoriet/laboratorierna är ackrediterade av respektive lands ackrediteringsorgan. Ej ackrediterade analyser är markerade med *

AR-003v58

Mätosäkerheten, om inget annat anges, redovisas som utvidgad mätosäkerhet med täckningsfaktor 2. Undantag relaterat till analyser utförda utanför Sverige kan förekomma. Ytterligare upplysningar samt mätosäkerhet och detektionsnivåer för mikrobiologiska analyser lämnas på begäran.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utförande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten relaterar endast till det insända provet.

				ISO 17852:2008mod	
Nickel Ni	**6.7**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Svavel S	**200**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)*
Vanadin V	**12**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Zink Zn	**37**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)

Utförande laboratorium/underleverantör:

a) Eurofins Environment Testing Sweden AB, SWEDEN, ISO/IEC 17025:2017 SWEDAC 1125

Kopia till:

Thomas Liljedahl (thomas.liljedahl@wsp.com)

Frida Svensson, Rapportansvarig

Denna rapport är elektroniskt signerad.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utförande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten relaterar endast till det insända provet.

Eurofins Environment Testing Sweden AB
Box 737
531 17 Lidköping

Tlf: +46 10 490 8110
Fax: +46 10 490 8051

Ackred. nr 1125
Provning
ISO/IEC 17025

WSP Earth & Environment
Louise Vikman
Östra Strandgatan 24
90333 UMEÅ

AR-22-SL-106849-01

EUSELI2-01018284
Kundnummer: SL8436321

Uppdragsmärkn.
10339333-30 Tvärån

Analysrapport

Provnummer:	**177-2022-05260766**	Provtagare	Louise Vikman, Maja Skotte
Provbeskrivning:			
Matris:	Jord		
Provet ankom:	2022-05-26		
Utskriftsdatum:	2022-05-31		
Analyserna påbörjades:	2022-05-26		
Provmärkning:			
Provtagningsplats:	22W05s		

Analys	Resultat	Enhet	Mäto.	Metod/ref	
Torrsubstans	**79.1**	%	10%	SS-EN 12880:2000	a)
Bensen	**< 0.0035**	mg/kg Ts	30%	EPA 5021, Intern metod	a)
Toluen	**< 0.10**	mg/kg Ts	35%	EPA 5021, Intern metod	a)
Etylbensen	**< 0.10**	mg/kg Ts	30%	EPA 5021, Intern metod	a)
m/p/o-Xylen	**< 0.10**	mg/kg Ts	35%	EPA 5021, Intern metod	a)
Summa TEX	**< 0.20**	mg/kg Ts	30%	Beräknad från analyserad halt	a)
Alifater >C5-C8	**< 5.0**	mg/kg Ts	35%	SPI 2011	a)
Alifater >C8-C10	**< 3.0**	mg/kg Ts	35%	SPI 2011	a)
Alifater >C10-C12	**< 5.0**	mg/kg Ts	30%	SPI 2011	a)
Alifater >C12-C16	**< 5.0**	mg/kg Ts	30%	SPI 2011	a)
Summa Alifater >C5-C16	**< 9.0**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Alifater >C16-C35	**< 10**	mg/kg Ts	30%	SPI 2011	a)
Aromater >C8-C10	**< 4.0**	mg/kg Ts	40%	SPI 2011	a)
Aromater >C10-C16	**< 0.90**	mg/kg Ts	35%	SPI 2011	a)
Metylkrysener/Metylbenso(a)antracener	**< 0.50**	mg/kg Ts	30%	SIS: TK 535 N 012	a)
Metylpyrener/Metylfluorantener	**< 0.50**	mg/kg Ts	35%	SIS: TK 535 N 012	a)
Summa Aromater >C16-C35	**< 0.50**	mg/kg Ts	25%	SIS: TK 535 N 012	a)
Oljetyp < C10	**Utgår**				a)*
Oljetyp > C10	**Utgår**				a)*
Benso(a)antracen	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Krysen	**< 0.030**	mg/kg Ts	35%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Benso(b,k)fluoranten	**< 0.030**	mg/kg Ts	40%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Benso(a)pyren	**< 0.030**	mg/kg Ts	35%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Indeno(1,2,3-cd)pyren	**< 0.030**	mg/kg Ts	35%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Dibenso(a,h)antracen	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)

Förklaringar

Laboratoriet/laboratorierna är ackrediterade av respektive lands ackrediteringsorgan. Ej ackrediterade analyser är markerade med *

AR-003v58

Mätosäkerheten, om inget annat anges, redovisas som utvidgad mätosäkerhet med täckningsfaktor 2. Undantag relaterat till analyser utförda utanför Sverige kan förekomma. Ytterligare upplysningar samt mätosäkerhet och detektionsnivåer för mikrobiologiska analyser lämnas på begäran.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utförande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten relaterar endast till det insända provet.

Naftalen	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Acenaftylen	**< 0.030**	mg/kg Ts	45%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Acenaften	**< 0.030**	mg/kg Ts	40%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Fluoren	**< 0.030**	mg/kg Ts	35%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Fenantren	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Antracen	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Fluoranten	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Pyren	**< 0.030**	mg/kg Ts	25%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Benso(g,h,i)perylen	**< 0.030**	mg/kg Ts	40%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Summa PAH med låg molekylvikt	**< 0.045**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa PAH med medelhög molekylvikt	**< 0.075**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa PAH med hög molekylvikt	**< 0.11**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa cancerogena PAH	**< 0.090**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa övriga PAH	**< 0.14**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa totala PAH16	**< 0.23**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
PCB 28	**< 0.0015**	mg/kg Ts	30%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
PCB 52	**< 0.0015**	mg/kg Ts	25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
PCB 101	**< 0.0015**	mg/kg Ts	25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
PCB 118	**< 0.0015**	mg/kg Ts	25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
PCB 153	**< 0.0015**	mg/kg Ts	25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
PCB 138	**< 0.0015**	mg/kg Ts	25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
PCB 180	**< 0.0015**	mg/kg Ts	25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
Summa PCB7	**< 0.0053**	mg/kg Ts		SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
Arsenik As	**3.8**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Barium Ba	**29**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Bly Pb	**4.8**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Kadmium Cd	**< 0.20**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Kobolt Co	**3.7**	mg/kg Ts	30%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Koppar Cu	**4.9**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Krom Cr	**13**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)

Förklaringar

Laboratoriet/laboratorierna är ackrediterade av respektive lands ackrediteringsorgan. Ej ackrediterade analyser är markerade med *

AR-003v58

Mätosäkerheten, om inget annat anges, redovisas som utvidgad mätosäkerhet med täckningsfaktor 2. Undantag relaterat till analyser utförda utanför Sverige kan förekomma. Ytterligare upplysningar samt mätosäkerhet och detektionsnivåer för mikrobiologiska analyser lämnas på begäran.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utförande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten relaterar endast till det insända provet.

Kvicksilver Hg	**< 0.012**	mg/kg Ts	35%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17852:2008mod	a)
Nickel Ni	**8.5**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Vanadin V	**15**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Zink Zn	**35**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)

Utförande laboratorium/underleverantör:

a) Eurofins Environment Testing Sweden AB, SWEDEN, ISO/IEC 17025:2017 SWEDAC 1125

Kopia till:

Thomas Liljedahl (thomas.liljedahl@wsp.com)

Paola Nilson, Rapportansvarig

Denna rapport är elektroniskt validerad och signerad.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utförande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten relaterar endast till det insända provet.

Eurofins Environment Testing Sweden AB
Box 737
531 17 Lidköping

Tlf: +46 10 490 8110
Fax: +46 10 490 8051

Ackred. nr 1125
Provning
ISO/IEC 17025

WSP Earth & Environment
Louise Vikman
Östra Strandgatan 24
90333 UMEÅ

AR-22-SL-107424-01

EUSELI2-01018284
Kundnummer: SL8436321

Uppdragsmärkn.
10339333-30 Tvärån

Analysrapport

Provnummer:	**177-2022-05260765**	Provtagare	Louise Vikman, Maja Skotte
Provbeskrivning:			
Matris:	Jord		
Provet ankom:	2022-05-26		
Utskriftsdatum:	2022-05-31		
Analyserna påbörjades:	2022-05-26		
Provmärkning:			
Provtagningsplats:	22W06s		

Analys	Resultat	Enhet	Mäto.	Metod/ref	
Torrsubstans	**84.0**	%	10%	SS-EN 12880:2000	a)
Bensen	**< 0.0035**	mg/kg Ts	30%	EPA 5021, Intern metod	a)
Toluen	**< 0.10**	mg/kg Ts	35%	EPA 5021, Intern metod	a)
Etylbensen	**< 0.10**	mg/kg Ts	30%	EPA 5021, Intern metod	a)
m/p/o-Xylen	**< 0.10**	mg/kg Ts	35%	EPA 5021, Intern metod	a)
Summa TEX	**< 0.20**	mg/kg Ts	30%	Beräknad från analyserad halt	a)
Alifater >C5-C8	**< 5.0**	mg/kg Ts	35%	SPI 2011	a)
Alifater >C8-C10	**< 3.0**	mg/kg Ts	35%	SPI 2011	a)
Alifater >C10-C12	**< 5.0**	mg/kg Ts	30%	SPI 2011	a)
Alifater >C12-C16	**< 5.0**	mg/kg Ts	30%	SPI 2011	a)
Summa Alifater >C5-C16	**< 9.0**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Alifater >C16-C35	**< 10**	mg/kg Ts	30%	SPI 2011	a)
Aromater >C8-C10	**< 4.0**	mg/kg Ts	40%	SPI 2011	a)
Aromater >C10-C16	**< 0.90**	mg/kg Ts	35%	SPI 2011	a)
Metylkrysener/Metylbenso(a)antracener	**< 0.50**	mg/kg Ts	30%	SIS: TK 535 N 012	a)
Metylpyrener/Metylfluorantener	**< 0.50**	mg/kg Ts	35%	SIS: TK 535 N 012	a)
Summa Aromater >C16-C35	**< 0.50**	mg/kg Ts	25%	SIS: TK 535 N 012	a)
Oljetyp < C10	**Utgår**				a)*
Oljetyp > C10	**Utgår**				a)*
Benso(a)antracen	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Krysen	**< 0.030**	mg/kg Ts	35%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Benso(b,k)fluoranten	**< 0.030**	mg/kg Ts	40%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Benso(a)pyren	**< 0.030**	mg/kg Ts	35%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Indeno(1,2,3-cd)pyren	**< 0.030**	mg/kg Ts	35%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Dibenso(a,h)antracen	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)

Förklaringar

Laboratoriet/laboratorierna är ackrediterade av respektive lands ackrediteringsorgan. Ej ackrediterade analyser är markerade med *

AR-003v58

Mätosäkerheten, om inget annat anges, redovisas som utvidgad mätosäkerhet med täckningsfaktor 2. Undantag relaterat till analyser utförda utanför Sverige kan förekomma. Ytterligare upplysningar samt mätosäkerhet och detektionsnivåer för mikrobiologiska analyser lämnas på begäran.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utförande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten relaterar endast till det insända provet.

Naftalen	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Acenaftylen	**< 0.030**	mg/kg Ts	45%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Acenaften	**< 0.030**	mg/kg Ts	40%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Fluoren	**< 0.030**	mg/kg Ts	35%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Fenantren	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Antracen	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Fluoranten	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Pyren	**< 0.030**	mg/kg Ts	25%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Benso(g,h,i)perylen	**< 0.030**	mg/kg Ts	40%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Summa PAH med låg molekylvikt	**< 0.045**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa PAH med medelhög molekylvikt	**< 0.075**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa PAH med hög molekylvikt	**< 0.11**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa cancerogena PAH	**< 0.090**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa övriga PAH	**< 0.14**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa totala PAH16	**< 0.23**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
PCB 28	**< 0.0015**	mg/kg Ts	30%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
PCB 52	**< 0.0015**	mg/kg Ts	25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
PCB 101	**< 0.0015**	mg/kg Ts	25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
PCB 118	**< 0.0015**	mg/kg Ts	25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
PCB 153	**< 0.0015**	mg/kg Ts	25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
PCB 138	**< 0.0015**	mg/kg Ts	25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
PCB 180	**< 0.0015**	mg/kg Ts	25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
Summa PCB7	**< 0.0053**	mg/kg Ts		SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
Arsenik As	**2.8**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Barium Ba	**24**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Bly Pb	**3.4**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Kadmium Cd	**< 0.20**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Kobolt Co	**3.4**	mg/kg Ts	30%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Koppar Cu	**4.4**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Krom Cr	**12**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)

Förklaringar

Laboratoriet/laboratorierna är ackrediterade av respektive lands ackrediteringsorgan. Ej ackrediterade analyser är markerade med *

AR-003v58

Mätosäkerheten, om inget annat anges, redovisas som utvidgad mätosäkerhet med täckningsfaktor 2. Undantag relaterat till analyser utförda utanför Sverige kan förekomma. Ytterligare upplysningar samt mätosäkerhet och detektionsnivåer för mikrobiologiska analyser lämnas på begäran.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utförande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten relaterar endast till det insända provet.

Kvicksilver Hg	**< 0.011**	mg/kg Ts	35%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17852:2008mod	a)
Nickel Ni	**7.8**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Vanadin V	**14**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Zink Zn	**25**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)

Utförande laboratorium/underleverantör:

a) Eurofins Environment Testing Sweden AB, SWEDEN, ISO/IEC 17025:2017 SWEDAC 1125

Kopia till:

Thomas Liljedahl (thomas.liljedahl@wsp.com)

Paola Nilson, Rapportansvarig

Denna rapport är elektroniskt validerad och signerad.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utförande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten relaterar endast till det insända provet.

Eurofins Environment Testing Sweden AB
Box 737
531 17 Lidköping

Tlf: +46 10 490 8110
Fax: +46 10 490 8051

Ackred. nr 1125
Provning
ISO/IEC 17025

WSP Earth & Environment
Louise Vikman
Östra Strandgatan 24
90333 UMEÅ

AR-22-SL-107578-01

EUSELI2-01018284

Kundnummer: SL8436321

Uppdragsmärkn.
10339333-30 Tvärån

Analysrapport

Provnummer:	**177-2022-05260764**	Provtagare	Louise Vikman, Maja Skotte
Provbeskrivning:			
Matris:	Jord		
Provet ankom:	2022-05-26		
Utskriftsdatum:	2022-05-31		
Analyserna påbörjades:	2022-05-26		
Provmärkning:			
Provtagningsplats:	22W07s		

Analys	Resultat	Enhet	Mäto.	Metod/ref	
Torrsubstans	**71.9**	%	10%	SS-EN 12880:2000	a)
Bensen	**< 0.0035**	mg/kg Ts	30%	EPA 5021, Intern metod	a)
Toluen	**< 0.10**	mg/kg Ts	35%	EPA 5021, Intern metod	a)
Etylbensen	**< 0.10**	mg/kg Ts	30%	EPA 5021, Intern metod	a)
m/p/o-Xylen	**< 0.10**	mg/kg Ts	35%	EPA 5021, Intern metod	a)
Summa TEX	**< 0.20**	mg/kg Ts	30%	Beräknad från analyserad halt	a)
Alifater >C5-C8	**< 5.0**	mg/kg Ts	35%	SPI 2011	a)
Alifater >C8-C10	**< 3.0**	mg/kg Ts	35%	SPI 2011	a)
Alifater >C10-C12	**< 5.0**	mg/kg Ts	30%	SPI 2011	a)
Alifater >C12-C16	**< 5.0**	mg/kg Ts	30%	SPI 2011	a)
Summa Alifater >C5-C16	**< 9.0**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Alifater >C16-C35	**35**	mg/kg Ts	30%	SPI 2011	a)
Aromater >C8-C10	**< 4.0**	mg/kg Ts	40%	SPI 2011	a)
Aromater >C10-C16	**< 0.90**	mg/kg Ts	35%	SPI 2011	a)
Metylkrysener/Metylbenso(a)antracener	**< 0.50**	mg/kg Ts	30%	SIS: TK 535 N 012	a)
Metylpyrener/Metylfluorantener	**< 0.50**	mg/kg Ts	35%	SIS: TK 535 N 012	a)
Summa Aromater >C16-C35	**< 0.50**	mg/kg Ts	25%	SIS: TK 535 N 012	a)
Oljetyp < C10	**Utgår**				a)*
Oljetyp > C10	**Ospec**				a)*
Benso(a)antracen	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Krysen	**< 0.030**	mg/kg Ts	35%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Benso(b,k)fluoranten	**< 0.030**	mg/kg Ts	40%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Benso(a)pyren	**< 0.030**	mg/kg Ts	35%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Indeno(1,2,3-cd)pyren	**< 0.030**	mg/kg Ts	35%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Dibenso(a,h)antracen	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)

Förklaringar

Laboratoriet/laboratorierna är ackrediterade av respektive lands ackrediteringsorgan. Ej ackrediterade analyser är markerade med *

AR-003v58

Mätosäkerheten, om inget annat anges, redovisas som utvidgad mätosäkerhet med täckningsfaktor 2. Undantag relaterat till analyser utförda utanför Sverige kan förekomma. Ytterligare upplysningar samt mätosäkerhet och detektionsnivåer för mikrobiologiska analyser lämnas på begäran.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utförande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten relaterar endast till det insända provet.

Naftalen	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Acenaftylen	**< 0.030**	mg/kg Ts	45%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Acenaften	**< 0.030**	mg/kg Ts	40%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Fluoren	**< 0.030**	mg/kg Ts	35%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Fenantren	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Antracen	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Fluoranten	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Pyren	**< 0.030**	mg/kg Ts	25%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Benso(g,h,i)perylen	**< 0.030**	mg/kg Ts	40%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Summa PAH med låg molekylvikt	**< 0.045**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa PAH med medelhög molekylvikt	**< 0.075**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa PAH med hög molekylvikt	**< 0.11**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa cancerogena PAH	**< 0.090**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa övriga PAH	**< 0.14**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa totala PAH16	**< 0.23**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
PCB 28	**< 0.0015**	mg/kg Ts	30%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
PCB 52	**< 0.0015**	mg/kg Ts	25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
PCB 101	**< 0.0015**	mg/kg Ts	25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
PCB 118	**< 0.0015**	mg/kg Ts	25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
PCB 153	**< 0.0015**	mg/kg Ts	25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
PCB 138	**< 0.0015**	mg/kg Ts	25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
PCB 180	**< 0.0015**	mg/kg Ts	25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
Summa PCB7	**< 0.0053**	mg/kg Ts		SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
Arsenik As	**4.7**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Barium Ba	**38**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Bly Pb	**5.2**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Järn Fe	**14000**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Kadmium Cd	**< 0.20**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Kalcium Ca	**1600**	mg/kg Ts	30%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Kobolt Co	**4.9**	mg/kg Ts	30%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Koppar Cu	**6.9**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Krom Cr	**16**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Kvicksilver Hg	**< 0.013**	mg/kg Ts	35%	SS 28311:2017mod/SS-EN	a)

Förklaringar

Laboratoriet/laboratorierna är ackrediterade av respektive lands ackrediteringsorgan. Ej ackrediterade analyser är markerade med *

AR-003v58

Mätosäkerheten, om inget annat anges, redovisas som utvidgad mätosäkerhet med täckningsfaktor 2. Undantag relaterat till analyser utförda utanför Sverige kan förekomma. Ytterligare upplysningar samt mätosäkerhet och detektionsnivåer för mikrobiologiska analyser lämnas på begäran.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utförande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten relaterar endast till det insända provet.

				ISO 17852:2008mod	
Nickel Ni	**11**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Svavel S	**310**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)*
Vanadin V	**19**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Zink Zn	**45**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)

Utförande laboratorium/underleverantör:

a) Eurofins Environment Testing Sweden AB, SWEDEN, ISO/IEC 17025:2017 SWEDAC 1125

Kopia till:

Thomas Liljedahl (thomas.liljedahl@wsp.com)

Frida Svensson, Rapportansvarig

Denna rapport är elektroniskt signerad.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utförande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten relaterar endast till det insända provet.

Eurofins Environment Testing Sweden AB
Box 737
531 17 Lidköping

Tlf: +46 10 490 8110
Fax: +46 10 490 8051

Ackred. nr 1125
Provning
ISO/IEC 17025

WSP Earth & Environment
Louise Vikman
Östra Strandgatan 24
90333 UMEÅ

AR-22-SL-107579-01

EUSELI2-01018284

Kundnummer: SL8436321

Uppdragsmärkn.
10339333-30 Tvärån

Analysrapport

Provnummer:	**177-2022-05260763**	Provtagare	Louise Vikman, Maja Skotte
Provbeskrivning:			
Matris:	Jord		
Provet ankom:	2022-05-26		
Utskriftsdatum:	2022-05-31		
Analyserna påbörjades:	2022-05-26		
Provmärkning:			
Provtagningsplats:	22W08s		

Analys	Resultat	Enhet	Mäto.	Metod/ref	
Torrsubstans	**80.2**	%	10%	SS-EN 12880:2000	a)
Bensen	**< 0.0035**	mg/kg Ts	30%	EPA 5021, Intern metod	a)
Toluen	**< 0.10**	mg/kg Ts	35%	EPA 5021, Intern metod	a)
Etylbensen	**< 0.10**	mg/kg Ts	30%	EPA 5021, Intern metod	a)
m/p/o-Xylen	**< 0.10**	mg/kg Ts	35%	EPA 5021, Intern metod	a)
Summa TEX	**< 0.20**	mg/kg Ts	30%	Beräknad från analyserad halt	a)
Alifater >C5-C8	**< 5.0**	mg/kg Ts	35%	SPI 2011	a)
Alifater >C8-C10	**< 3.0**	mg/kg Ts	35%	SPI 2011	a)
Alifater >C10-C12	**< 5.0**	mg/kg Ts	30%	SPI 2011	a)
Alifater >C12-C16	**< 5.0**	mg/kg Ts	30%	SPI 2011	a)
Summa Alifater >C5-C16	**< 9.0**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Alifater >C16-C35	**49**	mg/kg Ts	30%	SPI 2011	a)
Aromater >C8-C10	**< 4.0**	mg/kg Ts	40%	SPI 2011	a)
Aromater >C10-C16	**< 0.90**	mg/kg Ts	35%	SPI 2011	a)
Metylkrysener/Metylbenso(a)antracener	**< 0.50**	mg/kg Ts	30%	SIS: TK 535 N 012	a)
Metylpyrener/Metylfluorantener	**< 0.50**	mg/kg Ts	35%	SIS: TK 535 N 012	a)
Summa Aromater >C16-C35	**< 0.50**	mg/kg Ts	25%	SIS: TK 535 N 012	a)
Oljetyp < C10	**Utgår**				a)*
Oljetyp > C10	**Ospec**				a)*
Benso(a)antracen	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Krysen	**< 0.030**	mg/kg Ts	35%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Benso(b,k)fluoranten	**< 0.030**	mg/kg Ts	40%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Benso(a)pyren	**< 0.030**	mg/kg Ts	35%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Indeno(1,2,3-cd)pyren	**< 0.030**	mg/kg Ts	35%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Dibenso(a,h)antracen	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)

Förklaringar

Laboratoriet/laboratorierna är ackrediterade av respektive lands ackrediteringsorgan. Ej ackrediterade analyser är markerade med *

AR-003v58

Mätosäkerheten, om inget annat anges, redovisas som utvidgad mätosäkerhet med täckningsfaktor 2. Undantag relaterat till analyser utförda utanför Sverige kan förekomma. Ytterligare upplysningar samt mätosäkerhet och detektionsnivåer för mikrobiologiska analyser lämnas på begäran.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utförande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten relaterar endast till det insända provet.

Naftalen	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Acenaftylen	**< 0.030**	mg/kg Ts	45%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Acenaften	**< 0.030**	mg/kg Ts	40%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Fluoren	**< 0.030**	mg/kg Ts	35%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Fenantren	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Antracen	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Fluoranten	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Pyren	**< 0.030**	mg/kg Ts	25%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Benso(g,h,i)perylen	**< 0.030**	mg/kg Ts	40%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Summa PAH med låg molekylvikt	**< 0.045**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa PAH med medelhög molekylvikt	**< 0.075**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa PAH med hög molekylvikt	**< 0.11**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa cancerogena PAH	**< 0.090**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa övriga PAH	**< 0.14**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa totala PAH16	**< 0.23**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
PCB 28	**< 0.0015**	mg/kg Ts	30%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
PCB 52	**< 0.0015**	mg/kg Ts	25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
PCB 101	**< 0.0015**	mg/kg Ts	25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
PCB 118	**< 0.0015**	mg/kg Ts	25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
PCB 153	**< 0.0015**	mg/kg Ts	25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
PCB 138	**< 0.0015**	mg/kg Ts	25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
PCB 180	**< 0.0015**	mg/kg Ts	25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
Summa PCB7	**< 0.0053**	mg/kg Ts		SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
Arsenik As	**3.0**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Barium Ba	**26**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Bly Pb	**3.5**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Järn Fe	**8600**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Kadmium Cd	**< 0.20**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Kalcium Ca	**1100**	mg/kg Ts	30%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Kobolt Co	**3.7**	mg/kg Ts	30%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Koppar Cu	**7.4**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Krom Cr	**12**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Kvicksilver Hg	**< 0.012**	mg/kg Ts	35%	SS 28311:2017mod/SS-EN	a)

Förklaringar

Laboratoriet/laboratorierna är ackrediterade av respektive lands ackrediteringsorgan. Ej ackrediterade analyser är markerade med *

AR-003v58

Mätosäkerheten, om inget annat anges, redovisas som utvidgad mätosäkerhet med täckningsfaktor 2. Undantag relaterat till analyser utförda utanför Sverige kan förekomma. Ytterligare upplysningar samt mätosäkerhet och detektionsnivåer för mikrobiologiska analyser lämnas på begäran.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utförande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten relaterar endast till det insända provet.

				ISO 17852:2008mod	
Nickel Ni	**7.9**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Svavel S	**400**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)*
Vanadin V	**13**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Zink Zn	**35**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)

Utförande laboratorium/underleverantör:

a) Eurofins Environment Testing Sweden AB, SWEDEN, ISO/IEC 17025:2017 SWEDAC 1125

Kopia till:

Thomas Liljedahl (thomas.liljedahl@wsp.com)

Frida Svensson, Rapportansvarig

Denna rapport är elektroniskt signerad.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utförande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten relaterar endast till det insända provet.

Eurofins Environment Testing Sweden AB
Box 737
531 17 Lidköping

Tlf: +46 10 490 8110
Fax: +46 10 490 8051

Ackred. nr 1125
Provning
ISO/IEC 17025

WSP Earth & Environment
Louise Vikman
Östra Strandgatan 24
90333 UMEÅ

AR-22-SL-107422-01

EUSELI2-01018284
Kundnummer: SL8436321

Uppdragsmärkn.
10339333-30 Tvärån

Analysrapport

Provnummer:	**177-2022-05260762**	Provtagare	Louise Vikman, Maja Skotte
Provbeskrivning:			
Matris:	Jord		
Provet ankom:	2022-05-26		
Utskriftsdatum:	2022-05-31		
Analyserna påbörjades:	2022-05-26		
Provmärkning:			
Provtagningsplats:	22W09s		

Analys	Resultat	Enhet	Mäto.	Metod/ref	
Torrsubstans	**81.7**	%	10%	SS-EN 12880:2000	a)
Bensen	**< 0.0035**	mg/kg Ts	30%	EPA 5021, Intern metod	a)
Toluen	**< 0.10**	mg/kg Ts	35%	EPA 5021, Intern metod	a)
Etylbensen	**< 0.10**	mg/kg Ts	30%	EPA 5021, Intern metod	a)
m/p/o-Xylen	**< 0.10**	mg/kg Ts	35%	EPA 5021, Intern metod	a)
Summa TEX	**< 0.20**	mg/kg Ts	30%	Beräknad från analyserad halt	a)
Alifater >C5-C8	**< 5.0**	mg/kg Ts	35%	SPI 2011	a)
Alifater >C8-C10	**< 3.0**	mg/kg Ts	35%	SPI 2011	a)
Alifater >C10-C12	**< 5.0**	mg/kg Ts	30%	SPI 2011	a)
Alifater >C12-C16	**< 5.0**	mg/kg Ts	30%	SPI 2011	a)
Summa Alifater >C5-C16	**< 9.0**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Alifater >C16-C35	**< 10**	mg/kg Ts	30%	SPI 2011	a)
Aromater >C8-C10	**< 4.0**	mg/kg Ts	40%	SPI 2011	a)
Aromater >C10-C16	**< 0.90**	mg/kg Ts	35%	SPI 2011	a)
Metylkrysener/Metylbenso(a)antracener	**< 0.50**	mg/kg Ts	30%	SIS: TK 535 N 012	a)
Metylpyrener/Metylfluorantener	**< 0.50**	mg/kg Ts	35%	SIS: TK 535 N 012	a)
Summa Aromater >C16-C35	**< 0.50**	mg/kg Ts	25%	SIS: TK 535 N 012	a)
Oljetyp < C10	**Utgår**				a)*
Oljetyp > C10	**Utgår**				a)*
Benso(a)antracen	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Krysen	**< 0.030**	mg/kg Ts	35%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Benso(b,k)fluoranten	**< 0.030**	mg/kg Ts	40%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Benso(a)pyren	**< 0.030**	mg/kg Ts	35%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Indeno(1,2,3-cd)pyren	**< 0.030**	mg/kg Ts	35%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Dibenso(a,h)antracen	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)

Förklaringar

Laboratoriet/laboratorierna är ackrediterade av respektive lands ackrediteringsorgan. Ej ackrediterade analyser är markerade med *

AR-003v58

Mätosäkerheten, om inget annat anges, redovisas som utvidgad mätosäkerhet med täckningsfaktor 2. Undantag relaterat till analyser utförda utanför Sverige kan förekomma. Ytterligare upplysningar samt mätosäkerhet och detektionsnivåer för mikrobiologiska analyser lämnas på begäran.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utförande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten relaterar endast till det insända provet.

Naftalen	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Acenaftylen	**< 0.030**	mg/kg Ts	45%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Acenaften	**< 0.030**	mg/kg Ts	40%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Fluoren	**< 0.030**	mg/kg Ts	35%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Fenantren	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Antracen	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Fluoranten	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Pyren	**< 0.030**	mg/kg Ts	25%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Benso(g,h,i)perylen	**< 0.030**	mg/kg Ts	40%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Summa PAH med låg molekylvikt	**< 0.045**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa PAH med medelhög molekylvikt	**< 0.075**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa PAH med hög molekylvikt	**< 0.11**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa cancerogena PAH	**< 0.090**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa övriga PAH	**< 0.14**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa totala PAH16	**< 0.23**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
PCB 28	**< 0.0015**	mg/kg Ts	30%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
PCB 52	**< 0.0015**	mg/kg Ts	25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
PCB 101	**< 0.0015**	mg/kg Ts	25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
PCB 118	**< 0.0015**	mg/kg Ts	25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
PCB 153	**< 0.0015**	mg/kg Ts	25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
PCB 138	**< 0.0015**	mg/kg Ts	25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
PCB 180	**< 0.0015**	mg/kg Ts	25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
Summa PCB7	**< 0.0053**	mg/kg Ts		SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
Arsenik As	**3.1**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Barium Ba	**21**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Bly Pb	**2.9**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Kadmium Cd	**< 0.20**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Kobolt Co	**3.0**	mg/kg Ts	30%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Koppar Cu	**4.1**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Krom Cr	**11**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)

Förklaringar

Laboratoriet/laboratorierna är ackrediterade av respektive lands ackrediteringsorgan. Ej ackrediterade analyser är markerade med *

AR-003v58

Mätosäkerheten, om inget annat anges, redovisas som utvidgad mätosäkerhet med täckningsfaktor 2. Undantag relaterat till analyser utförda utanför Sverige kan förekomma. Ytterligare upplysningar samt mätosäkerhet och detektionsnivåer för mikrobiologiska analyser lämnas på begäran.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utförande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten relaterar endast till det insända provet.

Kvicksilver Hg	**< 0.012**	mg/kg Ts	35%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17852:2008mod	a)
Nickel Ni	**6.7**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Vanadin V	**12**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Zink Zn	**26**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)

Utförande laboratorium/underleverantör:

a) Eurofins Environment Testing Sweden AB, SWEDEN, ISO/IEC 17025:2017 SWEDAC 1125

Kopia till:

Thomas Liljedahl (thomas.liljedahl@wsp.com)

Paola Nilson, Rapportansvarig

Denna rapport är elektroniskt validerad och signerad.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utförande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten relaterar endast till det insända provet.

Eurofins Environment Testing Sweden AB
Box 737
531 17 Lidköping

Tlf: +46 10 490 8110
Fax: +46 10 490 8051

Ackred. nr 1125
Provning
ISO/IEC 17025

WSP Earth & Environment
Louise Vikman
Östra Strandgatan 24
90333 UMEÅ

AR-22-SL-106842-01

EUSELI2-01018284
Kundnummer: SL8436321

Uppdragsmärkn.
10339333-30 Tvärån

Analysrapport

Provnummer:	**177-2022-05260761**	Provtagare	Louise Vikman, Maja Skotte
Provbeskrivning:			
Matris:	Jord		
Provet ankom:	2022-05-26		
Utskriftsdatum:	2022-05-31		
Analyserna påbörjades:	2022-05-26		
Provmärkning:			
Provtagningsplats:	22W10s		

Analys	Resultat	Enhet	Mäto.	Metod/ref	
Torrsubstans	**80.6**	%	10%	SS-EN 12880:2000	a)
Bensen	**< 0.0035**	mg/kg Ts	30%	EPA 5021, Intern metod	a)
Toluen	**< 0.10**	mg/kg Ts	35%	EPA 5021, Intern metod	a)
Etylbensen	**< 0.10**	mg/kg Ts	30%	EPA 5021, Intern metod	a)
m/p/o-Xylen	**< 0.10**	mg/kg Ts	35%	EPA 5021, Intern metod	a)
Summa TEX	**< 0.20**	mg/kg Ts	30%	Beräknad från analyserad halt	a)
Alifater >C5-C8	**< 5.0**	mg/kg Ts	35%	SPI 2011	a)
Alifater >C8-C10	**< 3.0**	mg/kg Ts	35%	SPI 2011	a)
Alifater >C10-C12	**< 5.0**	mg/kg Ts	30%	SPI 2011	a)
Alifater >C12-C16	**< 5.0**	mg/kg Ts	30%	SPI 2011	a)
Summa Alifater >C5-C16	**< 9.0**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Alifater >C16-C35	**< 10**	mg/kg Ts	30%	SPI 2011	a)
Aromater >C8-C10	**< 4.0**	mg/kg Ts	40%	SPI 2011	a)
Aromater >C10-C16	**< 0.90**	mg/kg Ts	35%	SPI 2011	a)
Metylkrysener/Metylbenso(a)antracener	**< 0.50**	mg/kg Ts	30%	SIS: TK 535 N 012	a)
Metylpyrener/Metylfluorantener	**< 0.50**	mg/kg Ts	35%	SIS: TK 535 N 012	a)
Summa Aromater >C16-C35	**< 0.50**	mg/kg Ts	25%	SIS: TK 535 N 012	a)
Oljetyp < C10	**Utgår**				a)*
Oljetyp > C10	**Utgår**				a)*
Benso(a)antracen	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Krysen	**< 0.030**	mg/kg Ts	35%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Benso(b,k)fluoranten	**< 0.030**	mg/kg Ts	40%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Benso(a)pyren	**< 0.030**	mg/kg Ts	35%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Indeno(1,2,3-cd)pyren	**< 0.030**	mg/kg Ts	35%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Dibenso(a,h)antracen	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)

Förklaringar

Laboratoriet/laboratorierna är ackrediterade av respektive lands ackrediteringsorgan. Ej ackrediterade analyser är markerade med *

AR-003v58

Mätosäkerheten, om inget annat anges, redovisas som utvidgad mätosäkerhet med täckningsfaktor 2. Undantag relaterat till analyser utförda utanför Sverige kan förekomma. Ytterligare upplysningar samt mätosäkerhet och detektionsnivåer för mikrobiologiska analyser lämnas på begäran.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utförande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten relaterar endast till det insända provet.

Naftalen	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Acenaftylen	**< 0.030**	mg/kg Ts	45%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Acenaften	**< 0.030**	mg/kg Ts	40%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Fluoren	**< 0.030**	mg/kg Ts	35%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Fenantren	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Antracen	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Fluoranten	**< 0.030**	mg/kg Ts	30%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Pyren	**< 0.030**	mg/kg Ts	25%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Benso(g,h,i)perylen	**< 0.030**	mg/kg Ts	40%	SS-ISO 18287:2008, mod	a)
Summa PAH med låg molekylvikt	**< 0.045**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa PAH med medelhög molekylvikt	**< 0.075**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa PAH med hög molekylvikt	**< 0.11**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa cancerogena PAH	**< 0.090**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa övriga PAH	**< 0.14**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
Summa totala PAH16	**< 0.23**	mg/kg Ts		Beräknad från analyserad halt	a)
PCB 28	**< 0.0015**	mg/kg Ts	30%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
PCB 52	**< 0.0015**	mg/kg Ts	25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
PCB 101	**< 0.0015**	mg/kg Ts	25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
PCB 118	**< 0.0015**	mg/kg Ts	25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
PCB 153	**< 0.0015**	mg/kg Ts	25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
PCB 138	**< 0.0015**	mg/kg Ts	25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
PCB 180	**< 0.0015**	mg/kg Ts	25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
Summa PCB7	**< 0.0053**	mg/kg Ts		SS-EN 16167:2018+AC:2019	a)
Arsenik As	**2.4**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Barium Ba	**25**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Bly Pb	**3.1**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Kadmium Cd	**< 0.20**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Kobolt Co	**3.2**	mg/kg Ts	30%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Koppar Cu	**6.5**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Krom Cr	**12**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)

Förklaringar

Laboratoriet/laboratorierna är ackrediterade av respektive lands ackrediteringsorgan. Ej ackrediterade analyser är markerade med *

AR-003v58

Mätosäkerheten, om inget annat anges, redovisas som utvidgad mätosäkerhet med täckningsfaktor 2. Undantag relaterat till analyser utförda utanför Sverige kan förekomma. Ytterligare upplysningar samt mätosäkerhet och detektionsnivåer för mikrobiologiska analyser lämnas på begäran.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utförande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten relaterar endast till det insända provet.

Kvicksilver Hg	**< 0.012**	mg/kg Ts	35%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17852:2008mod	a)
Nickel Ni	**7.0**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Vanadin V	**13**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)
Zink Zn	**28**	mg/kg Ts	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 11885:2009	a)

Utförande laboratorium/underleverantör:

a) Eurofins Environment Testing Sweden AB, SWEDEN, ISO/IEC 17025:2017 SWEDAC 1125

Kopia till:

Thomas Liljedahl (thomas.liljedahl@wsp.com)

Paola Nilson, Rapportansvarig

Denna rapport är elektroniskt validerad och signerad.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utförande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten relaterar endast till det insända provet.

BILAGA 7

Översiktliga geokemiska transportberäkningar Tvärån

Bilaga 7 MMU Tvärån

ÖVERSIKTLIGA GEOKEMISKA TRANSPORTBERÄKNINGAR TVÄRÅN

FÖRSTUDIE ÅTGÄRDSVAL TVÄRÅN, UMEÅ KOMMUN



2024-06-14

ÖVERSIKTLIGA GEOKEMISKA TRANSPORTBERÄKNINGAR TVÄRÅN

Förstudie åtgärdsval Tvärån, Umeå kommun

Uppdragsnamn	Tvärån åtgärdsval Markmiljö
Uppdragsnummer	10339333
Författare	Liselott Kutscher
Datum	2023-09-08
Ändringsdatum	2024-06-14
Granskad av	Thomas Liljedahl
Godkänd av	Maja Skotte

KUND

Umeå kommun

KONSULT

WSP
Dragarbrunnsgatan 41
753 20 Uppsala
Besök: Dragarbrunnsgatan 41
Tel: +46 10-722 50 00
WSP Sverige AB
Org nr: 556057-4880
wsp.com

KONTAKTPERSONER

Uppdragsanvarig
Maja Skotte
Telefon: 010 7211709
E-post: maja.skotte@wsp.com

Markmiljö

Thomas Liljedahl
Telefon: 010 7210814
E-post: thomas.liljedahl@wsp.com

INNEHÅLL

1 Inledning 4

1.1 Uppdrag och syfte 4

1.2 Bakgrund 4

1.3 Omfattning 4

2 Områdesbeskrivning 4

2.1 Geologiska förhållanden 6

2.2 Föroreningssituation 7

3 Genomförande och metodik 7

3.1 Underlag och indata geokemiska beräkningar 7

3.1.1 Indata avrinningsområden och flöden 7

3.1.2 Indata koncentrationer 8

3.2 Metodik för översiktliga geokemiska transportberäkningar 8

4 Resultat 9

5 Osäkerheter 10

6 Slutsats 10

7 Referenser 11

1 INLEDNING

1.1 UPPDRAG OCH SYFTE

WSP har på uppdrag av Umeå kommun utfört översiktliga geokemiska transportberäkningar inom Tväråns avrinningsområde. Syftet har varit att undersöka om tillförseln av metaller från det delavrinningsområde som förväntas påverkas av en fördjupning av Tvärån är försumbar eller ej i jämförelse med tillförseln från resterande del av avrinningsområdet.

1.2 BAKGRUND

Under hösten 2020 drabbades Umeå av kraftiga översvämningar på grund av höga flöden och regn vid två tillfällen. WSP har därmed tagit fram förslag på åtgärder för att minska risken för översvämningar i Tvärån nedströms Västerslätts industriområde i samband med höga flöden.

Enligt ett av förslagen, åtgärdsförslag 11, planerades botten på Tvärån att fördjupas längs en sträcka på totalt 2 km av Tvärån. Fördjupning med 1 meter planerades mellan Industrivägens västra del till Blå vägen mellan rondellerna på Backenvägen och nedströms bron planerades en 2 meters fördjupning fram till bron som går mellan Kvarnstensgatan och Kvarnvägen i närheten av småbåtshamnen (Figur 1). Efter denna rapports färdigställande har förslaget reviderats och innebär nu fördjupning av botten i Tvärån med 2 m längs hela sträcka d.v.s. totalt ca 2 km av ån (mellan Industrivägen och bron i närheten av gång- och cykelbron vid södra Kvarnvägen)

Fördjupningen av Tvärån förväntas sänka grundvattennivån i det övre grundvattenmagasinet som är i kontakt med Tvärån. Det medför att sulfidhaltig silt/lera som kanske inte tidigare varit syresatt kan kommer att syresättas, vilket i sin tur skulle kunna innebära en risk för att det sker en ökning av transporter av metaller och surt vatten till Tvärån.

Området som förväntas att påverkas av grundvattensänkningar, influensområdet, är mycket litet i relationen till storleken av hela Tväråns avrinningsområde. Syftet med föreliggande rapport är att undersöka hur stor påverkan från influensområdet har på den totala transporten av metaller via Tvärån till Umeälven i dagsläget.

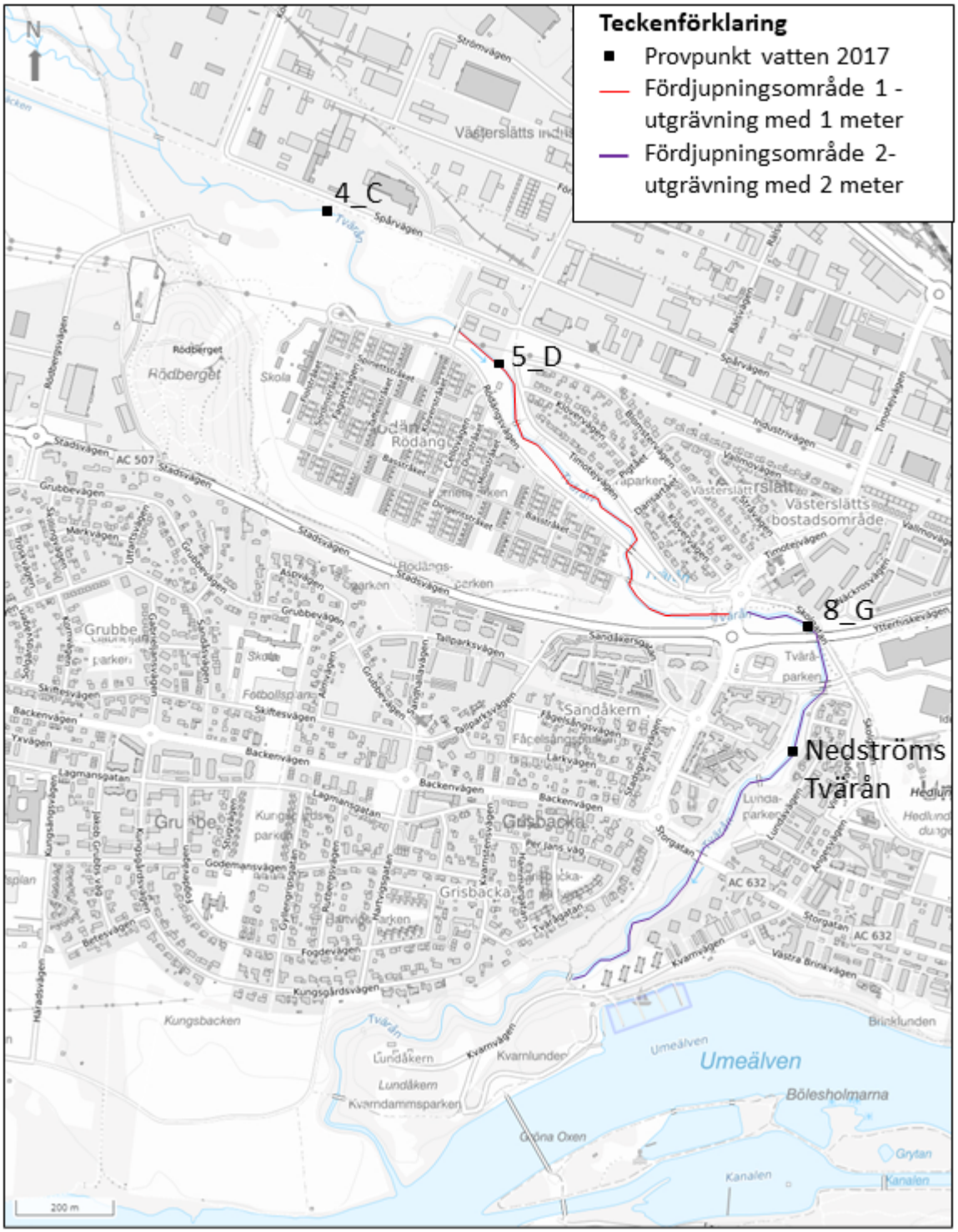
1.3 OMFATTNING

Arbetet har omfattat följande moment

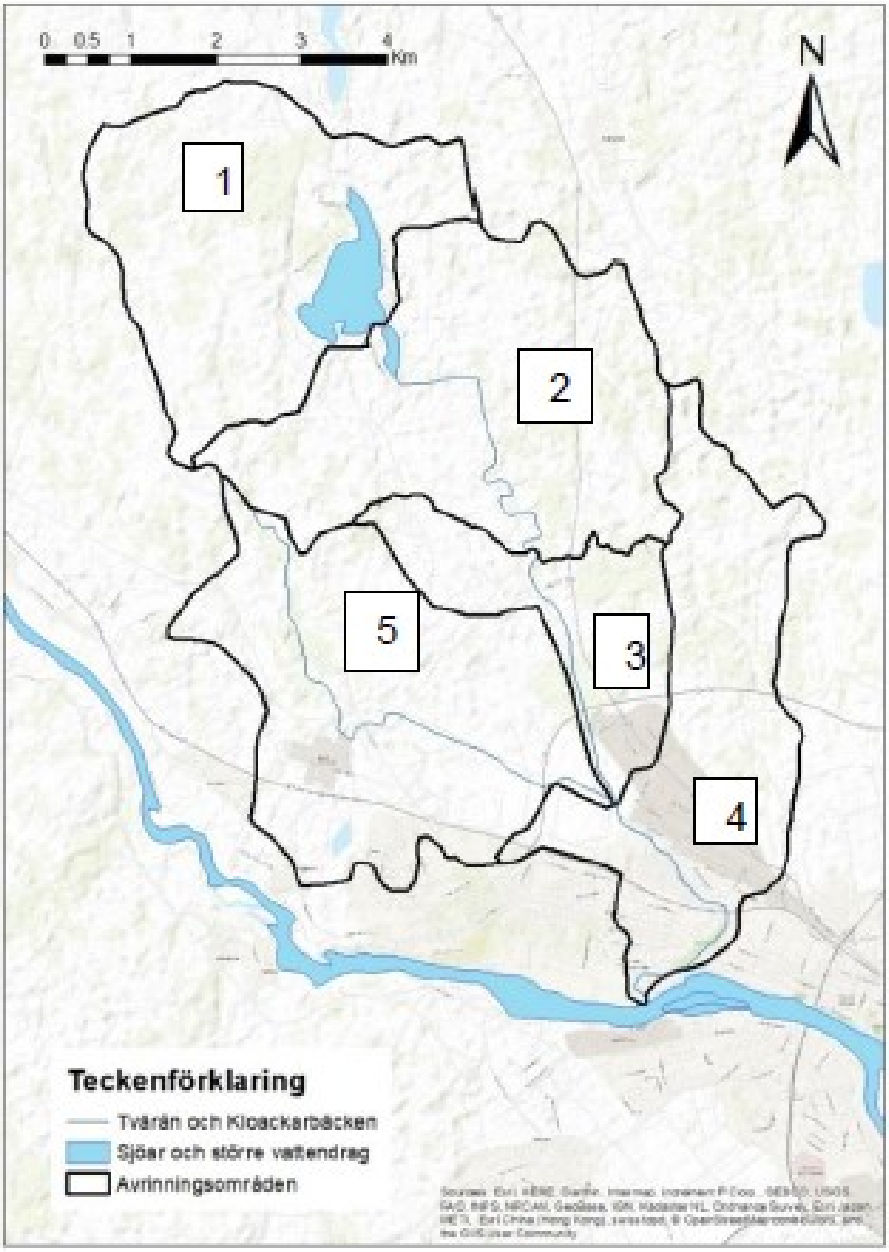
- Inventering inför insamling av underlagsdata
- Sammanställning flödesdata och geokemiska data från Tvärån
- Transportberäkningar
- Rapport

2 OMRÅDESBESKRIVNING

Tväråns avrinningsområdet sträcker sig från Piparebölesjön och Kullasjön nordväst om Umeå och mynnar i huvudavrinningsområdet Umeälven (SE28000) vid Lundåkern. Enligt Länsstyrelsernas Vatteninformationssystem Sverige (VISS) och SMHIs vattenwebb är Tväråns huvudavrinningsområde indelat i totalt 5 avrinningsområden enligt Figur 2 (SMHI, 2023; VISS, 2023). Det aktuella området för fördjupningar av Tvärån ingår delavrinningsområde 4 i Figur 2 (VISS EU_CD: SE708976-171639) och sträcker sig från den punkt där Tvärån korsas av Industrivägen till bron går i närheten av småbåtshamnen Figur 1.



Figur 1. Provtagningspunkter i Tvärån och sträckor för fördjupning av Tvärån med 1 meter respektive 2 meter. Enligt reviderat förslag juni 2024 skall hela sträckan fördjupas två meter.



Figur 2. Tväråns huvudavrinningsområde indelat i delavrinningsområden enligt SMHIs vattenweb, där aktuellt område för fördjupningar av Tvärån ingår delavrinningsområde 4.

2.1 GEOLOGISKA FÖRHÅLLANDEN

Området runt fördjupningsområdet utgörs enligt Sveriges geologiska undersöknings (SGU) jordartskarta av älvsediment. I det närliggande området längs den norra delen av fördjupningsområdet utgörs övervägande av aktiv sur sulfatjord och i den södra delen förekommer främst potentiellt sur sulfatjord närmast Tvärån enligt SGU:s karta för sur sulfatjord.

Tidigare miljöteknisk markundersökning har visat att jorden i nivåer om 0 till 1 meter under markytan består av sand med ställvis inslag av silt och att nivåer om 1 till 2 meter består av finkornigare material så som silt

och ler (WSP, 2022). Resultaten av analyser för bedömning av sulfidjordar inom den miljötekniska markundersökningen, har visat att området utgörs av sulfidjordar med hög eller måttlig försurningsrisk.

2.2 FÖRORENINGSSITUATION

Jordprovsanalyser som utförts i naturligt material i slänter längs hela sträckan för fördjupning av Tväråns visar på generellt låga halter av föroreningar i området. Några enstaka prov har påvisat halter av arsenik, bly eller koppar överstigande Naturvårdsverkets generella riktvärden för känslig markanvändning och några prov som överstiger gränsvärden för mindre än ringa risk avseende kadmium, kvicksilver, krom och zink (WSP, 2022).

Sedimenten i Tvärån visar ej på föroreningar med halter överstigande gränsvärden för mindre än ringa risk.

3 GENOMFÖRANDE OCH METODIK

Översiktliga geokemiska transportberäkningar av arsenik, bly, kadmium, koppar, krom, kvicksilver, nickel och zink har gjorts för avrinningsområdena som bidrar med transport av ämnen inom sträckorna för fördjupningar om 1 och 2 meter. Transport av ämnen har även beräknas i en punkt uppströms fördjupningsområdena för att få reda på hur mycket uppströms avrinningsområde tillför med olika ämnen. Transporten av ämnen från respektive fördjupningsområdes influensområde har jämförts med hur mycket som tillförs från uppströms avrinningsområden, vilket ger indikation hur influensområdenas tillförsel av ämnen till Tvärån står i relation till resterande avrinningsområdes tillförsel med ämnen till Tvärån.

3.1 UNDERLAG OCH INDATA GEOKEMISKA BERÄKNINGAR

De geokemiska transportberäkningarna baseras på uppmätta koncentrationer av ämnen vid provpunkter som ligger i nära anslutning till eller inom fördjupningsområdena (Umeå kommun, 2018) och modellerade flöden från SMHIs S-hype modell (s-hype2016_version_16_h). Uppströms areor från olika beräkningspunkter i Tvärån har tagits ut i Scalgo Live. Influensområdenas areor har beräknats inom hydrogeologisk utredning utförd av WSP (WSP, 2023).

3.1.1 Indata avrinningsområden och flöden

Som underlag för beräkningar av transporter inom det aktuella området för utgrävningar har årsmedelflödet, som baserat på modellerade flödesdata mellan 2010-2020 från SMHIs S-hype modell (SMHI, 2023), använts. De indata som använts för beräkningarna presenteras i Tabell 1. SMHI har delat in Tväråns avrinningsområden i fem olika delområden enligt figur 1. Området där Tvärån planeras att fördjupas ligger inom delavrinningsområdet 4, AROID 709059-171741 (Figur 2), vars flöden i beräkningarna representerar det total utflödet från Tvärån till Umeälven.

Areorna av de områden som förväntas påverkas av en grundvattensänkning, influensområden, vid fördjupning av Tvärån har beräknats fram inom WSPs hydrogeologiska utredning (WSP, 2023) och presenteras i Tabell 1.

Tabell 1. Flöden och area i Tväråns avrinningsområden enligt SMHI S-hype modell (s-hype2016_version_16_h), areor uttagna från Scalgo Live samt beräknade influensareor.

Avrinningsområden	Källa indata	Area	Årsmedelflöden (2010-2020)
		km^2	m^3/s
Tväråns huvudavrinningsområde - (Huvudavrinningsområdet 28 Umeälven)	SMHI, 2023	54,220	0,64
Delavrinningsområde 4 (Figur 2) - Mynnar I Umeälvens vattendragsyta, SMHI AROID 709059-171741.	SMHI, 2023	10,398	0,64
Influensområdet för utgrävningar 1 meter	WSP, 2023	0,4286	
Influensområdet för utgrävningar 2 meter	WSP, 2023	0,5913	
Provpunkt 4_C	Scalgo Live, 2023	47,06	
Inflöde fördjupningsområde 1	Scalgo Live, 2023	47,30	
Inflöde fördjupningsområde 2	Scalgo Live, 2023	57,53	
Provpunkt 8_G	Scalgo Live, 2023	57,54	
Provpunkt Tvärån Nedströms	Scalgo Live, 2023	58,65	
Utflöde fördjupningsområde 2	Scalgo Live, 2023	58,91	

3.1.2 Indata koncentrationer

Årsmedelvärden av ämneskoncentrationer av arsenik, bly, kadmium, koppar, krom, kvicksilver, nickel och zink i Tvärån, som redovisas i Tabell 2, har använts som indata för beräkningar av transporter. De uppmätta ämneskoncentrationerna har utförts inom Umeå kommuns tillsynsprojekt där vattenprovtagning utförts i maj och oktober 2017 (Umeå kommun, 2018).

Tabell 2. Årsmedelkoncentrationer i µg/l vid olika provtagningspunkter längs Tvärån baserat på uppmätta koncentrationer i maj och oktober 2017 (Umeå kommun, 2018).

Provpunkter	**As**	**Pb**	**Cd**	**Cu**	**Cr-tot**	**Hg**	**Ni**	**Zn**
	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
4_C	0,57	0,56	0,06	3,49	0,54	2330,00	7,94	23,00
5_D	0,78	0,77	0,08	4,95	0,78	3400,00	10,35	23,63
Medelvärde 4_C och 5_D	0,68	0,67	0,07	4,22	0,66	2865,00	9,15	23,32
8_G	0,63	0,58	0,06	3,99	0,59	3000,00	8,58	23,25
Nedströms Tvärån	0,63	0,63	0,06	4,21	0,61	2400,00	8,65	23,88

3.2 METODIK FÖR ÖVERSIKTLIGA GEOKEMISKA TRANSPORTBERÄKNINGAR

Transport av kemiska ämnen i vatten beräknas genom att multiplicera koncentrationer av kemiska ämnen med flöden vid den specifika punkt där provtagning utförts.

För att beräkna flödet i de punkter där det tagits prover för kemiska analyser (Figur 1) samt i de punkter där fördjupningarna planeras att startas och slutas för respektive utgrävningsdjup, har den specifika avrinning för

hela Tvärån avrinningsområde beräknats baserat på SMHI:s modellerade flöden. Det specifika flödet har i sin tur använts för att beräkna transporten av ämnen. Beräkningar har gjorts med nedanstående ekvation:

$$Transport\ ämne = C \times Q_{spec} \times A_{delaro}$$

där:

C= uppmätt koncentration av ämnen

Q_{spec} = Specifika avrinningen för Tväråns avrinningsområde, vilket har beräknats med hjälp av modellerade årsmedelflöden för hela Tväråns avrinningsområde delat med arean för hela Tväråns avrinningsområde

A_{delaro} = arean uppströms punkt för beräkning av transport

Flertal antaganden och förenklingar har gjorts då flödes och koncentrationsdata saknas i de punkter där de olika utgrävningsområdena startar och slutar samt att punkter för uppmätta koncentrationer inte sammanfaller med SMHIs gränser för modellerade flöden. Antagande har gjorts att:

- Ämneskoncentrationer vid inflödet i fördjupningsområde 1, där utgrävningar ska utföras med 1 meter, är detsamma som medelvärdet av uppmätta koncentrationerna i provpunkt 4_C och 5_D.
- Ämneskoncentrationer vid gränsen mellan fördjupningsområde 1 och 2, det vill säga vid Bro 2480-66-1 har samma koncentration som provpunkt 8_G.
- Ämneskoncentrationerna i utflödet av fördjupningsområde 2, vid bron i närheten av småbåtshamnen, är detsamma som vid provpunkt Nedströms Tvärån.
- Bidraget av ämnen i hela Tväråns avrinningsområde är konstant per areaenhet.

För att uppskatta ungefär hur mycket ämnen som kommer från influensområdena för fördjupningsområdena, har förhållandet av transporterna beräknats utifrån arean för respektive influensområdes area och hela avrinningsområdets area.

4 RESULTAT

I detta kapitel redovisas resultaten från de översiktliga geokemiska transportberäkningarna. Ämnestransporter vid respektive beräkningspunkter redovisas i Tabell 3 och transporten av ämnen per delavrinningsområde och med procentuell andel av den totala transporten presenteras i Tabell 4.

Resultaten från ämnestransportberäkningarna från olika delavrinningsområden indikerar att influensområdet för fördjupningsområde 1 bidrar med mellan cirka 0,004 och 0,12 % av den totala transporten av de undersökta ämnena från Tväråns avrinningsområde (Tabell 4). Kadmium och krom har negativa värden längs denna sträcka, vilket innebär att ämnena förmodligen sedimenterar längs denna del av Tvärån. Influensområdet för fördjupningsområde 2 bidrar med mellan 0,03 och 0,21 % av den totala transporten av undersökta ämnen från Tväråns avrinningsområde.

Delavrinningsområdet som bidrar med vatten och ämnen till Tvärån innan Tvärån flyter in fördjupningsområdet 1 tillför mellan cirka 78 och 96% av de undersökta ämnena. Det som tillförs därefter utgör mellan cirka 4 och 21% av ämnestransporterna (Tabell 4).

Tabell 3. Ämnestransport i mg/s vid respektive beräkningspunkt

Punkt	As	Pb	Cd	Cu	Cr-tot	Hg	Ni	Zn
Inflöde fördjupningsområde 1 (medelvärde av koncentrationer provpunkt 4_C och 5_D)	0,38	0,37	0,04	2,36	0,37	1599	5,11	13,02
Inflöde fördjupningsområde 2 (koncentrationer från provpunkt 8_G)	0,39	0,38	0,04	2,37	0,37	1582	5,39	15,62
Provpunkt Nedströms Tvärån (koncentrationer från provpunkt Nedströms Tvärån)	0,44	0,44	0,04	2,91	0,42	1661	5,99	16,53
Utflöde fördjupningsområde 2 (koncentrationer från provpunkt Nedströms Tvärån)	0,44	0,44	0,04	2,93	0,42	1668	6,01	16,61

Tabell 4. Transport av ämnen i mg/s till Tvärån från olika delavrinningsområden och den procentuell andel av den totala transporten till Umeälven av ämnen från respektive delavrinningsområde.

Delavrinningsområden		As	Pb	Cd	Cu	Cr-tot	Hg	Ni	Zn
Tvärån innan fördjupningsområde 1	mg/s	0,38	0,37	0,04	2,36	0,37	1599	5,11	13,02
	%	86,0	84,8	93,7	80,5	86,9	95,8	84,9	78,4
Hela fördjupningsområdet exkl. tillförsel från Tvärån uppströms	mg/s	0,06	0,07	0,003	0,57	0,06	69,28	0,91	3,59
	%	14,0	15,2	6,3	19,5	13,1	4,2	15,1	21,6
Influensområdet för fördjupningsområde 1	mg/s	0,0001	0,0001	0,000013	0,0001	-0,00001	-0,1371	0,0023	0,0206
	%	0,02	0,02	0,03	0,004	-0,003	-0,01	0,04	0,12
Influensområdet för fördjupningsområde 2	mg/s	0,001	0,001	0,000011	0,0061	0,0006	0,945	0,007	0,011
	%	0,13	0,14	0,03	0,21	0,15	0,06	0,11	0,06

5 OSÄKERHETER

Resultaten av transportberäkningarna från influensområdet är förmodligen överskattade då all tillförsel av dagvatten inkluderats i beräkningar, eftersom uppgifter om flöden och ämnesinnehåll i dagvatten som tillförs saknats. Tillförseln av ämnen från influensområdena bedöms därmed i verkligheten vara betydligt mindre än beräknat.

Ytterligare osäker i beräkningarna utgörs av de antaganden som presenteras i kapitel 3.2 tillsammans med att vattenprovtagning endast utförts vid några fåtal tillfällen under 2017 och att flödesberäkningar baseras på modellerade flöden. Även laboratorieanalyser brukar ligga på osäkerheter runt cirka 20%.

Efter denna rapports färdigställande har förslaget ändrats så att fördjupning skall bli två meter för hela sträckan. Detta bedöms ha marginell påverkan på slutsatsen nedan.

6 SLUTSATS

Resultaten av geokemiska transportberäkningar, baserade på modellerade flödesdata och kemiska analyser på prover som tagits i Tvärån under 2017, indikerar att bidraget av ämnen från influensområdet varierar mellan 0,05% (kvicksilver) och 0,21% (koppar) av den totala transporten av ämnen från Tväråns avrinningsområde (Tabell 4).

WSP bedömer att tillförseln av undersökta ämnen från influensområde förmodligen är mindre än beräkningarna anger då dagvattentransporten inkluderats i beräkningarna, vilket överskattar transportberäkningarna. Förutsättningarna för att det sker någon större tillförsel av ämnen från influensområdet är förmodligen väldigt låg, då de kemiska analyser som gjorts i jord och sediment längs Tvärån inom området för planerade fördjupningar inte uppvisat några höga halter av metaller. De geologiska förutsättningarna inom influensområdet innebär dessutom att grundvattentillförsel till Tvärån går mycket långsamt, då silt och lera har en mycket låg hydraulisk konduktivitet.

Sammanfattningsvis bedöms därmed att influensområdets påverkan på Tväråns kemi i dagsläget är försumbar och att en fördjupning av Tvärån förmodligen kommer ha en mycket liten påverkan på den totala kemiska transporten i Tvärån.

7 REFERENSER

SMHI, 2023. Modelldata per område, URL: Modelldata per område | SMHI - Vattenwebb

Umeå kommun, 2018. Tvärån – Tillsynsprojekt med utgångspunkt från en prioriterad vattenförekomst, Delprojekt 1. Recipientprovtagning av metaller med miljökvalitetsnormer för ytvatten, Umeå Kommun, 2018-04-10.

VISS, 2023. URL: Tvärån (Västerslätt, Umeå) - Vattendrag - VISS - VattenInformationsSystem för Sverige (lansstyrelsen.se) 2023-01-18

WSP, 2022. Miljöteknisk markundersökning Tvärån, Umeå kommun. WSP Sverige AB, 2022-10-18.

WSP 2023, Förstudie Åtgärdsval Tvärån, Hydrogeologi, WSP Sverige AB, 2023-02-XX.

VI ÄR WSP

WSP är en av världens ledande rådgivare och konsultbolag inom samhällsutveckling. Med cirka 55 000 medarbetare i över 40 länder samlar vi experter inom analys och teknik, för att framtidssäkra världen.

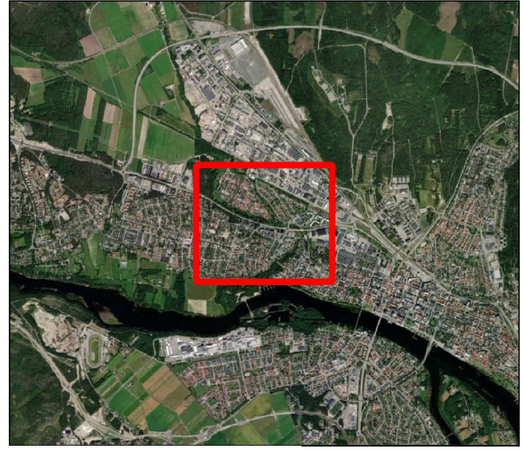
Tillsammans med våra kunder tar vi fram innovativa lösningar för en mänsklig, trygg och välfungerande morgondag. Vi planerar, projekterar, designar och projektleder olika uppdrag inom transport och infrastruktur, fastigheter och byggnader, hållbarhet och miljö, energi och industri samt urban utveckling. Så tar vi ansvar för framtiden.

wsp.com

WSP Sverige AB
Dragarbrunnsgatan 41
753 20 Uppsala
Besök: Dragarbrunnsgatan 41

T: +46 10-722 50 00
Org nr: 556057-4880
wsp.com





Teckenförklaring

- Sedimentprov
- Jordprov

Tvärån åtgärdsutredning
Umeå Kommun

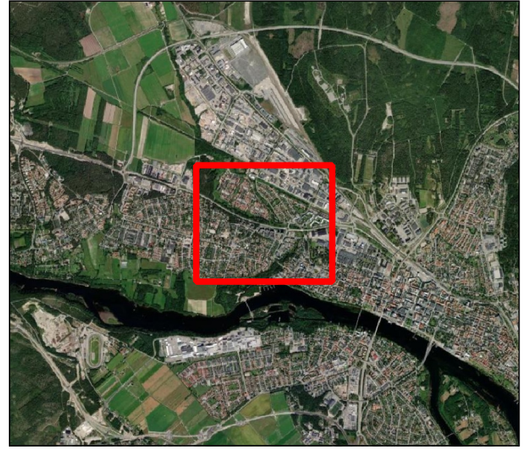
WSP Sverige AB
Org. nr: 556057-4880
T: +46 10-722 50 00
www.wsp.com

UPPDRAGSNUMMER	RITAD AV
10339333	M. Skotte
DATUM	ANSVARIG
2022-08-23	T. Liljedahl

Genomförda provtagningar

KOORDINATSYSTEM	UNDERLAG
Plan: SWEREF99 20 15 Höjd: RH2000	ESRI
SKALA	NUMMER
1:5 568,78 (A3)	N201





Teckenförklaring

- Sedimentprov med halter<KM, MRR
- Jordprov med halter<KM,MRR
- Jordprov med halter>KM, MRR
- Jordprov med halter>MRR

Tvärån åtgärdsutredning
Umeå Kommun

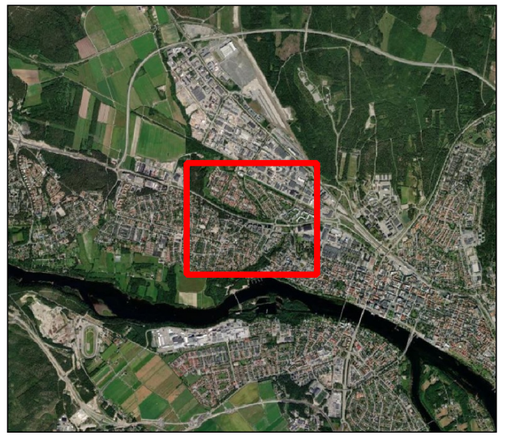
WSP Sverige AB
Org. nr: 556057-4880
T: +46 10-722 50 00
www.wsp.com

UPPDRAGSNUMMER	RITAD AV
10339333	M. Skotte
DATUM	ANSVARIG
2022-08-23	T. Liljedahl

Föroreningssituation

KOORDINATSYSTEM	UNDERLAG
Plan: SWEREF99 20 15 Höjd: RH2000	ESRI
SKALA	NUMMER
1:5 500 (A3)	N301





Teckenförklaring

Sedimentprov

- Potentiell försurningsrisk
- Ej analyserat

Jordprov

- Hög försurningsrisk
- Potenitell försurningsrisk
- Ej försurningsrisk

Tvärån åtgärdsutredning
Umeå Kommun

WSP Sverige AB
Org. nr: 556057-4880
T: +46 10-722 50 00
www.wsp.com

UPPDRAGSNUMMER	RITAD AV
10339333	M. Skotte
DATUM	ANSVARIG
2022-08-23	T. Liljedahl

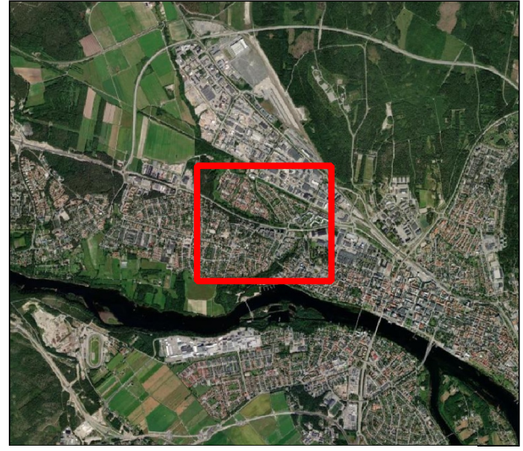
Försurningspotential Sulfidjordar

KOORDINATSYSTEM	UNDERLAG
Plan: SWEREF99 20 15 Höjd: RH2000	ESRI
SKALA	NUMMER
1:5 500 (A3)	N302

N

22W10s
22W021M
22W004M
22W09s
22W005M
22W08s
22W006M
22W008M
22W07s
22W009M
22W06s
22W05s
22W012M
22W04s
22W013M
22W03s
22W02s
22W014M
22W01s

0 100 200 300 400 500 meter



Teckenförklaring

Sedimentprov
- Potentiell försurningrisk
- Ej analyserat

Jordprov
- Ej försurningsrisk
- Potentiell försurningsrisk
- Hög försurningsrisk

Sulfatjord klassificering SGU
- Ej sur sulfatjord
- Aktiv sur sulfatjord på potenitell sur sulfatjord
- Potenitell sur sulfatjord

Tvärån åtgärdsutredning
Umeå Kommun

WSP Sverige AB
Org. nr: 556057-4880
T: +46 10-722 50 00
www.wsp.com

UPPDRAGSNUMMER	RITAD AV
10339333	M. Skotte
DATUM	ANSVARIG
2022-08-31	T. Liljedahl

Försurningspotenital Sulfidjordar

KOORDINATSYSTEM	UNDERLAG
Plan: SWEREF99 20 15 Höjd: RH2000	ESRI
SKALA	NUMMER
1:5 500 (A3)	N303

UMEÅ KOMMUN

MODELLERING SKYFALLSVÄGAR

TVÄRÅN

2024-06-14



MODELLERING SKYFALLSVÄGAR

TVÄRÅN

UMEÅ KOMMUN

KONSULT

WSP
Hamngatan 11B
891 33 Örnsköldsvik
Besök: Samuel Permans gata 8
Tel: +46 10-722 50 00
WSP Sverige AB
Org nr: 556057-4880
wsp.com

KONTAKTPERSONER

Maja Skotte, uppdragledare

maja.skotte@wsp.com 010 721 17 09

Linda Hörnsten, handläggare
linda.hornsten@wsp.com 010 722 78 07

Mohit Jangid, modellering
mohit.a.jangid@wsp.com 010 721 01 39

UPPDRAGSNAMN
Förstudie åtgärdsval Tvärån

UPPDRAGSNUMMER
10337804

FÖRFATTARE
Linda Hörnsten, Mohit Jangid

DATUM
2024-06-14

ÄNDRINGSDATUM

GRANSKAD AV
Lars Nikell

GODKÄND AV
Maja Skotte

INNEHÅLL

1 BAKGRUND OCH SYFTE 4

2 OMRÅDESBESKRIVNING 5

3 ÖVERSVÄMNINGARNA ÅR 2020 6

4 METOD 9

4.1 TERRÄNGANALYS 9

4.2 FÖRUTSÄTTNINGAR OCH ANTAGANDEN 10

4.2.1 Ledningar och brunnar 10

4.2.2 Regn 10

4.2.3 Markanvändning 10

4.2.4 Avrinningsområden 12

4.3 UPPBYGGNAD AV MODELL 12

5 RESULTAT 14

6 SLUTSATSER 17

7 REFERENSER 18

BILAGOR 1–5

1 BAKGRUND OCH SYFTE

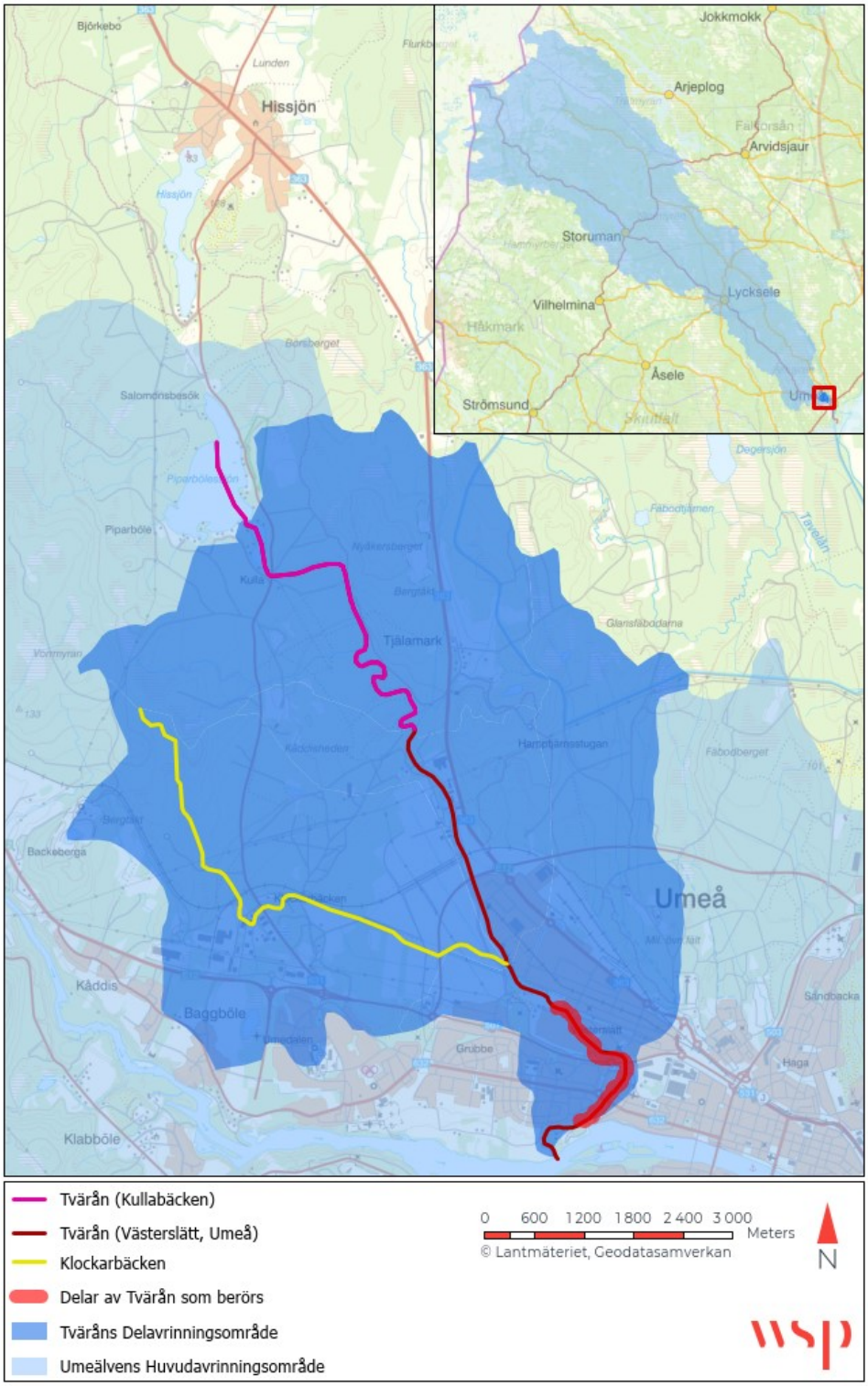
Vid två tillfällen under hösten år 2020 drabbades Umeå av kraftiga översvämningar på grund av höga flöden och regn. Därefter har arbetet med att minska översvämningsproblematiken i Umeå intensifierats, med fokus på översvämningsdrabbade vattendrag.

Tvärån är ett av de vattendrag som översvämmas vid höga vattennivåer, även vid tillfällen då det inte kommer någon nederbörd. Detta beror på att marken i åns avrinningsområde är mättad så att även små regn gör att vattennivån i Tvärån stiger så mycket att det bräddar över åns kanter, även efter att regnet slutat eller i en annan del av ån där det inte ens har regnat. Dessutom har dagvattennäten på Rödäng och Västerslätt utlopp i Tvärån och när ån har höga nivåer står ledningarna dämda. Om det kommer ett regn som ledningarna inte har kapacitet att leda bort ansamlas vattnet i lågpunkter på marken i stället för att ledas vidare på ytan mot Tvärån, det finns flera instängda områden både på Rödäng och Västerslätt. Eftersom delar av bostadsområdena ligger lägre än Tväråns bankar har inte heller översvämmat vatten möjlighet att ta sig någonstans utan det blir stående i lågpunkter och kan först rinna bort via rännstensbrunnar och dagvattenledningar när Tväråns nivå sjunker undan.

Att valla in Tvärån för att förebygga översvämningar vid höga flöden i Tvärån är inte en tänkbar lösning eftersom vatten då skulle ledas via dagvattenledningarna från Tvärån till bostadsområdena, samtidigt som det skulle bli ännu svårare för instängt vatten att ta sig till ån vid regn.

Tvärån börjar vid källsjöarna Piparbölessjön och Kullasjön nordväst om Umeå och mynnar i Umeälven vid Lundåkern, se Figur 1. Avrinningsområdet består mestadels av skogsmark, men i den södra delen passerar ån genom urban miljö med mycket hårdgjorda ytor. Tvärån är, till skillnad från flera andra av Umeås vattendrag, inte kulverterad utan flyter till största del öppet genom bebyggelsen i stadens västra delar (se Figur 2). Ån har mer naturlig meandrande karaktär i de norra delarna medan fåran söderut bitvis är påverkad av rätning och rensning. Längst söderut innan mynningen i Umeälven går Tvärån i ravin.

Se alternativutredningen (WSP, 2023a) för mer information om Tvärån och befintliga förhållanden.



Figur 1. Tväråns delavrinningsområde syns i huvudkartan tillsammans med dess vattenförekomster och den del av ån som berörs av åtgärdsalternativen (WSP, 2023a).



Figur 2. Röd linje visar den del av vattenförekomsten Tvärån (Västerslätt, Umeå) som berörs av utredda åtgärdsalternativ. Områdena Rödäng och Västerslätt är rödmarkerade på var sin sida om ån (WSP, 2023a).

1.1 UPPDRAGET

På uppdrag av Umeå kommun har WSP har tidigare tagit fram en hydraulisk modell över Tvärån och simulerat tjugosex olika åtgärdsalternativ för att minska risken för översvämningar, med fokus på bostadsområdena Rödäng och Västerslätt (WSP, 2022). Utifrån dessa simuleringar har WSP kommit fram till att det finns behov av att kombinera flera olika åtgärdsalternativ för att både minska översvämningarna orsakade av skyfall och för att minska dämningsnivåerna eftersom Tvärån svämmar över.

Enligt den hydrauliska modelleringen (WSP, 2022) bedömdes följande fyra åtgärdsalternativ vara de mest effektiva med avseende på att sänka nivån i ån och de har därför utretts vidare i denna förstudie:

- *Fördjupning av ån*: fördjupning av Tväråns botten längs totalt ca 2 km - först 1 m längs ca 1000 m och sedan 2 m längs ca 1 200 m.
- *Ny utloppstunnel*: en kulvert med dimension 2000 mm anläggs från Tvärån (strax uppströms Rödäng) till nedre delen av Tvärån alternativt till Umeälven. Två olika sträckningar har utretts:
    - *Grisbacka/Hartvigsgatan*
    - *Sandåkersgatan 2*
- *Ny utloppstunnel med våtmark*: anläggning av en kulvert på samma sätt som i *Ny utloppstunnel* och även anläggande av en våtmark som ett fördröjningsmagasin mellan Rödberget och Tvärån.
- *Sandåkersgatan 1*: kombination av *Ny utloppstunnel* och *Fördjupning av ån,* där Tväråns botten fördjupas med 1 m längs ca 1000 m och en kulvert med dimension 2000 mm anläggs från fördjupningens slut till nedre delen av Tvärån alternativt till Umeälven.

I samband med förstudien har behovet att säkerställa att föreslagna åtgärder även klarar att avleda 100-årsregnet från Rödäng och Västerslätt identifierats. Modelleringar har därför utförts med en kombinerad modell (1D och 2D) där ledningar, Tvärån och markytan har kopplats ihop. Syftet med modelleringen är att undersöka om de skyfallsvägar som tidigare föreslagits ger önskad effekt i kombination med de olika åtgärdsalternativ som tagits fram för att sänka dämningsnivån i Tvärån.

Sedan modelleringen genomfördes har utformningen av åtgärderna förändrats för att hantera ett större naturmarksflöde än vad som tidigare dimensionerats för. Ny utformning av åtgärderna är enligt följande:

- *Fördjupning av ån*: Fördjupning av botten i Tvärån med 2 m längs totalt ca 2 km av ån (mellan Industrivägen och bron i närheten av gång- och cykelbron vid södra Kvarnvägen). För full kapacitet krävs att ån kontinuerligt rensas med avseende på vegetation.
- *Ny utloppstunnel*: Kulvert (2600 mm innerdiameter) som avleder högflödestoppar från Tvärån till Umeälven. Alternativet har delats upp i två delalternativ för att möjliggöra jämförelse av olika tunneldragningar.
    - *Ny utloppstunnel Grisbacka/Hartvigsgatan:* Kulvert med ett inlopp från Tvärån strax uppströms Rödäng. Sträcker sig över Grisbacka eller Hartvigsgatan till Umeälven.
    - *Ny utloppstunnel Sandåkersgatan 2*: Kulvert med två inlopp från Tvärån, ett strax uppströms Rödäng och ett strax nedströms Rödäng. Sträcker sig via Sandåkersgatan, under Tvärån, till Umeälven.
- *Ny utloppstunnel med våtmark*: Anläggande av våtmark som ett fördröjningsmagasin mellan Rödberget och Tvärån. Från våtmarken leds en 2600 mm kulvert söderut till Umeälven, som avleder högflödestoppar.
- *Sandåkersgatan 1*: Kombination av *Ny utloppstunnel* och *Fördjupning av ån*. Fördjupning av botten i Tvärån med 2 m längs totalt ca 2 km av ån (mellan Industrivägen och bron i närheten av gång- och cykelbron vid södra Kvarnvägen). Kulvert (2600 mm innerdiameter) från Tvärån strax uppströms Blå vägen till Umeälven.

Trots att åtgärdernas utformning har förändrats bedöms resultatet i föreliggande utredning vara applicerbart på åtgärderna.

2 ÅTGÄRDSALTERNATIV

Av de fyra åtgärdsalternativen har skyfallsvägar simulerats tillsammans med åtgärderna *Ny utloppstunnel* (*Sandåkersgatan 2)*, *Sandåkersgatan 1 (Ny utloppstunnel och Fördjupning av ån)* samt *Fördjupning av ån* enligt den ursprungliga utformningen. Alternativet *Ny utloppstunnel* innebär att Tvärån avlastas genom att flödet till Tvärån begränsas till 4 m^3/s uppströms Rödäng och Västerslätt, flöden över dessa 4 m^3/s rinner genom utloppstunnel istället. Alternativet *Sandåkersgatan 1* innebär att Tvärån sänks med 1 m på en sträcka om ca 1000 m och att en ny tunnel anläggs från sänkningens slut ner till Umeälven. Alternativet innebär att kapaciteten i Tvärån ökar och att den avlastas nedströms Rödäng och Västerslätt genom avledning via tunneln. Alternativet *Fördjupning av ån* innebär att Tvärån sänks med 1 m på en sträcka om ca 1000 m och 2 m på en sträcka om ca 1000 m vilket sänker vattenståndet i ån på denna sträcka.

Två ytterligare alternativ simulerades: *Ny utloppstunnel uppströms och sänkning av ån* samt *Ny utloppstunnel med två inlopp.* Det första alternativet innebär en ny tunnel uppströms Rödäng kombinerat med en sänkning av Tvärån med 1 m på en sträcka om ca 1000 m. Denna simulering gjordes för att utvärdera vad som är avgörande för att skyfallsvägarna ska fungera. Det andra alternativet innebär en ny tunnel med två inlopp från Tvärån - ett strax uppströms Rödäng och ett strax nedströms Rödäng. Denna simulering gjordes till följd av resultatet från *Ny utloppstunnel uppströms och sänkning av ån* för att undersöka om kapaciteten av tunnelalternativen ökade med ett inlopp nedströms Rödäng. Samtliga modellerade alternativ utgår från det ursprungliga formatet av utloppstunneln med dimension 2000 mm och en medellutning på 2 ‰. Alternativet *Ny tunnel med två inlopp* är även simulerat med dimension 2600 mm och lutningen 4 ‰. Flödet till Tvärån begränsas till 4 m^3/s innan det avleds i tunnel.

Tillskapandet av säkra sekundära avrinningsvägar på hela Västerslätt och stora delar av Rödäng är enligt alternativutredningen en förutsättning för att avhjälpa översvämningssituationen för alla åtgärdsalternativ. Detta för att kunna avleda skyfall som annars stängs in i lågpunkter och kan orsaka översvämningar.

Utöver föreslagna skyfallsvägar har även anläggning av en permanent pumpstation som är dimensionerad för 100-årsregn föreslagits. Syftet med pumpstationen är att leda bort vattnet från de instängda områdena på Rödäng, varifrån vatten inte kan ledas till Tvärån med sekundära avrinningsvägar eftersom de är så pass lågt belägna. Pumpstationen är inte inkluderad i modelleringen.

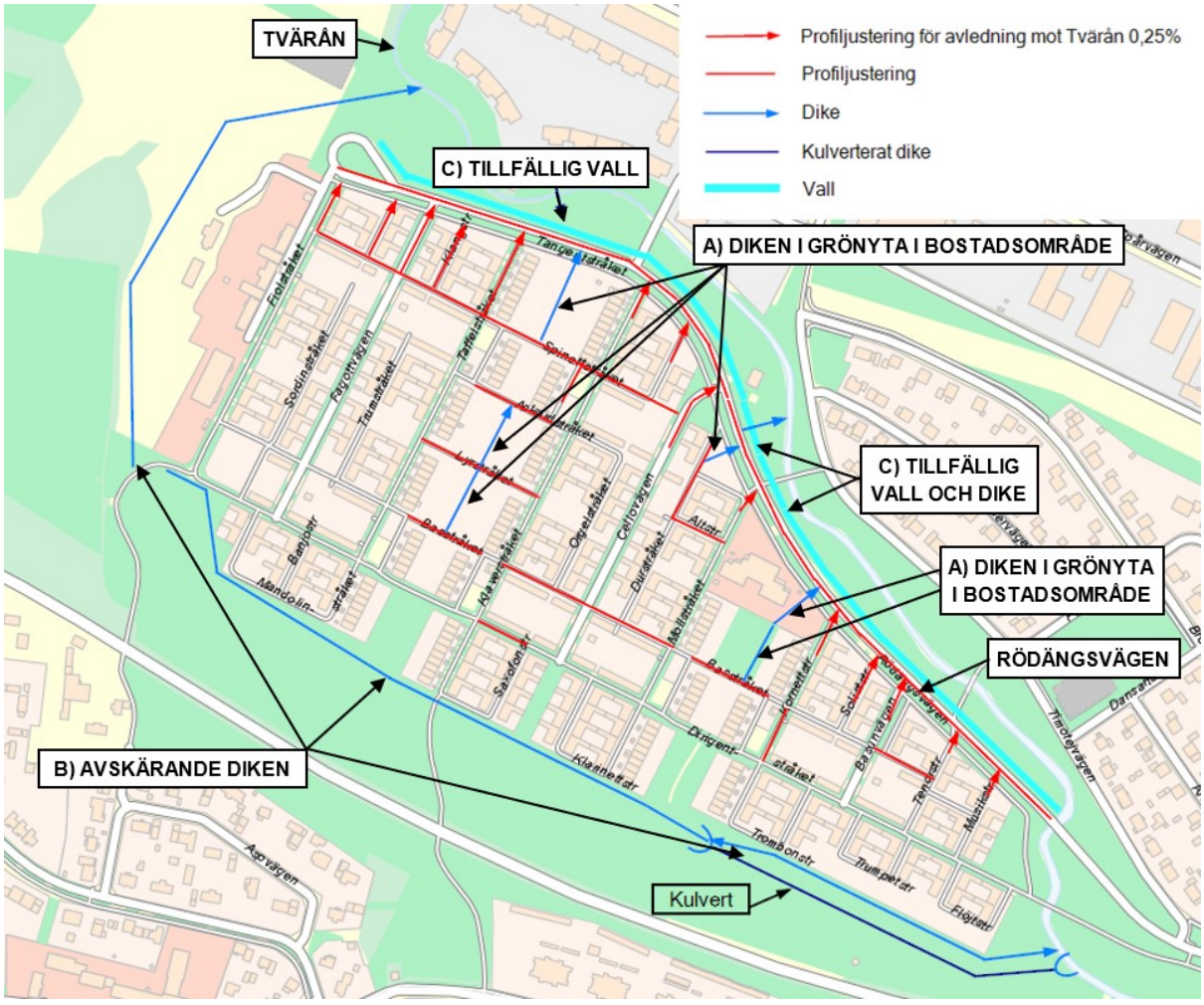
2.1 PROFILJUSTERINGAR FÖR SKYFALLSVÄGAR

För att underlätta dagvattenavrinningen mot Tvärån vid höga flöden eller stora regn har det utretts hur gatuutformningen inom Rödäng och Västerslätt kan förändras genom profiljusteringar (WSP, 2023h), eftersom den nuvarande utformningen medför att vatten blir stående på gator och i lågpunkter.

Föreslagna profiljusteringar på Rödäng redovisas i Figur 3. Dessa innefattar:

- Anpassningar av Rödängsvägen (rött streck i Figur 3), med syfte att ta bort dess barriäreffekt och skapa naturlig avrinning mot Tvärån. Föreslagen sänkning varierar mellan 0,15–1,0 m.

- Profiljusteringar längs gator och GC-vägar (röda streck och pilar i Figur 3), för att skapa en lutning på 0,25 % mot Tvärån på gator och GC-vägar som ansluter till Rödängsvägen. Dessutom behöver lågpunkter på gator och GC-vägar byggas bort.
- Anläggande av diken inom grönytor i bostadsområdet (A i Figur 3).
- Avskärande diken och kulvert (B i Figur 3), för att avlasta området från avrinning från högre omgivande mark. De utförs med utlopp i Tvärån.
- Tillfällig vall längs Rödängsvägen (C i Figur 3). Tills dess att en långsiktig lösning finns för avledning av Tväråns höga flöden vid snösmältning och höstregn kan en tillfällig vall anläggas. Eftersom dagvattennätet blir kommunicerande kärl på ömse sidor vallen har denna vall ingen funktion om inte dagvattenledningarna under vallen tillfälligt proppas eller förses med backventiler. Denna vall är inte med i modelleringen då den endast är en tillfällig lösning.

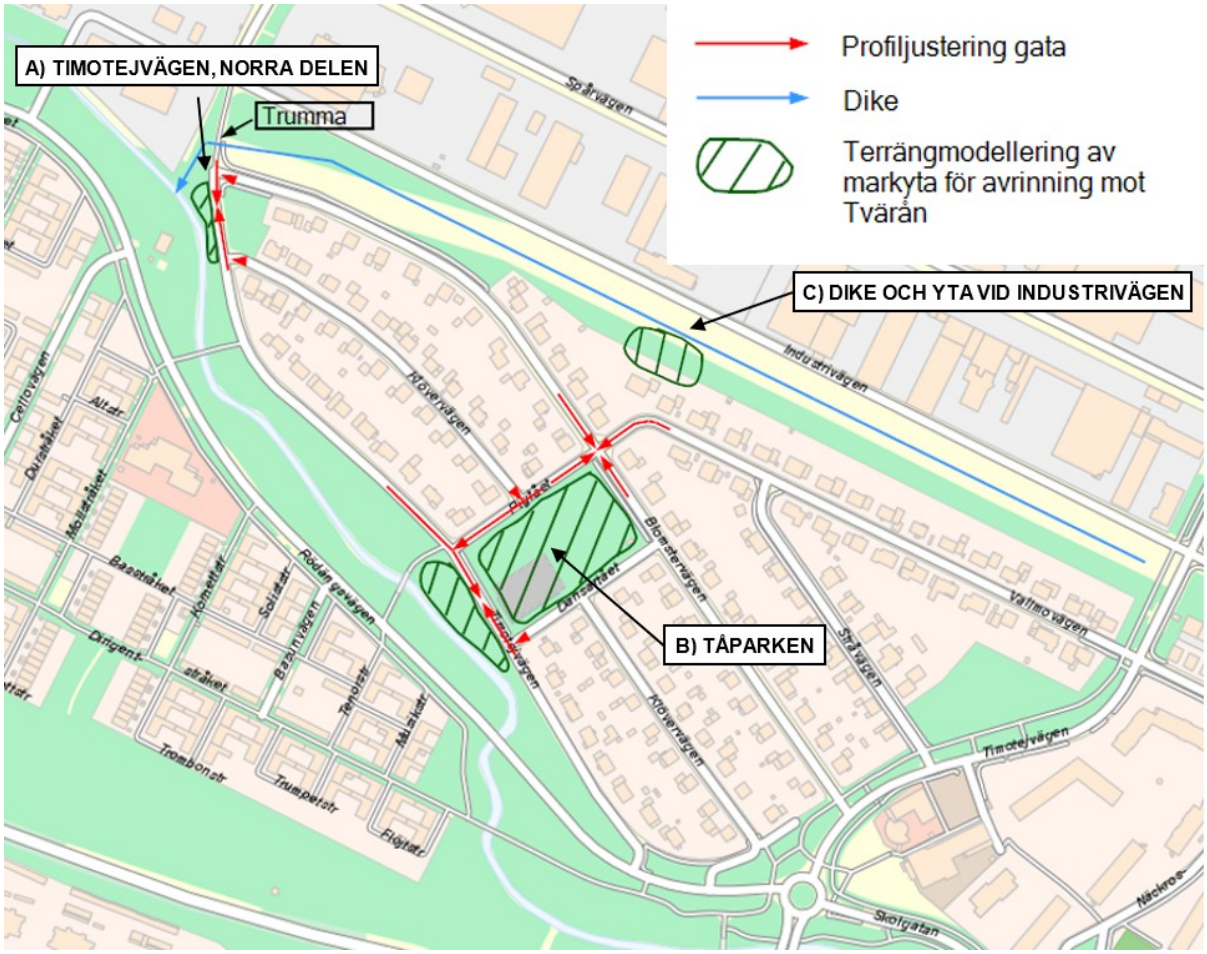


Figur 3. Förslag till profiljusteringar av gata, anläggande av diken, kulvert samt tillfällig vall för att underlätta avrinning från Rödäng.

Föreslagna profiljusteringar på Västerslätt redovisas i Figur 4. Dessa innefattar:

- Lågpunkt på Timotejvägen (röda pilar vid A i Figur 4), samt justering av grönyta med 30–70 cm för att avleda vattnet mot Tvärån.
- Profiljusteringar på gator runt Tåparken (B i Figur 4). Tåparken föreslås utformas för att ta emot vatten från korsningarna och leda det till Timotejvägen och vidare via justerad grönyta med avrinning mot Tvärån.

- Dike och yta vid Industrivägen (C i Figur 4). Ett dike anläggs längs Industrivägen med utlopp till Tvärån. Samtidigt justeras marknivån mot tomter som riskerar att få kvarstående vatten på tomterna.



Figur 4. Förslag till profiljusteringar av gata, anläggande av dike och trumma samt modellering av ytor för att underlätta avrinning från Västerslätt.

3 OMRÅDESBESKRIVNING

De två berörda områdena Rödäng och Västerslätt ligger i den nordvästra delen av Umeå. Vattendraget Tvärån passerar mitt emellan de två områdena och den mynnar sedan i Umeälven längre söderut. Rödäng består till stor del av ett bostadsområde medan Västerslätt består både av bostadsområden och industriområden, se Figur 5.

Området som innefattar Rödäng och Västerslätt avgränsas i söder av väg 92 och i norr av avrinningsområdena för skogsmarkerna. Avrinningsområden och ledningsnät även utanför detta område har däremot inkluderats i modellen, se Figur 8.



Figur 5. Utredningsområdet där dagvattenledningsnätet har inkluderats i modelleringen markerat med orange linje. Tvärån är markerad med blå linje och områdena Rödäng och Västerslätt på vardera sida om Tvärån är markerade.

Tväråns avrinningsområde (SUBID: 24145 enligt SMHI) är ca 54 km^2 stort. Ungefär 6–7 % av detta är urbana områden och resterande består av skogs- och åkermarker. Tväråns karakteristiska flöden (framtagna med den hydrologiska modellen S-HYPE) visas i Tabell 1. MHQ som är medelhögvattenföring uppkommer ungefär vartannat år (och har samma storleksordning som HQ2, 2-årsflödet). MHQ uppkommer ofta i samband med vårflod eller vid långvariga perioder med regn på hösten. Med tanke på att så stora delar av avrinningsområdet består av skog och åkermark reagerar inte vattendraget förrän all mark är mättad, vilken den blir när tillräckligt mycket vatten har kommit under en längre period. MQ är den årligen förekommande medelvattenföringen. Samtliga flöden är dygnsmedelvärden.

Tabell 1. Karakteristiska flöden (m^3/s) för Tväråns enligt SMHI:s Vattenwebb, 2021.

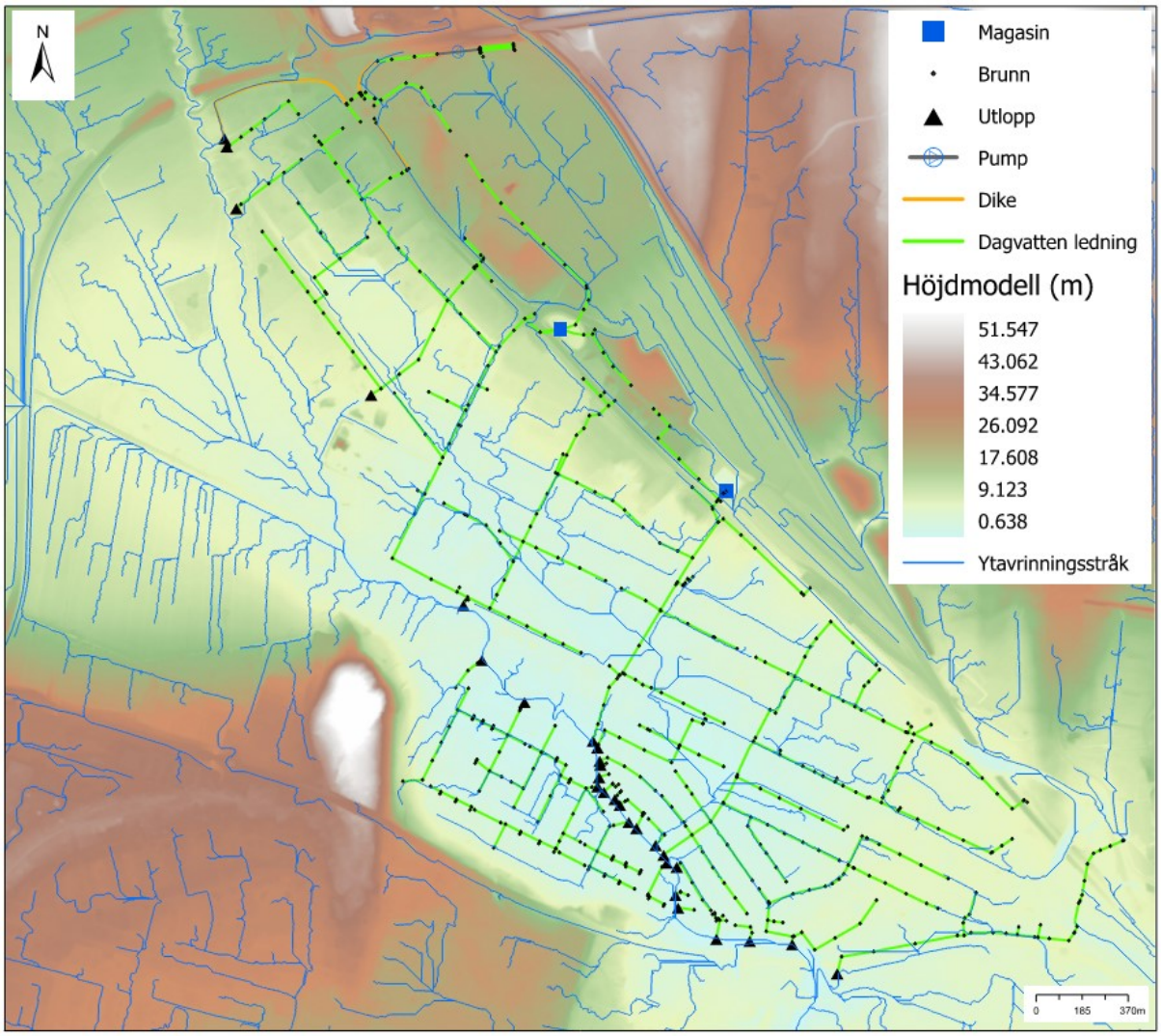
Beteckning	Beskrivning	Flöde (m^3/s)
HQ50	50-årsflöde	6,32
HQ10	10-årsflöde	4,97
HQ2	2-årsflöde	3,43
MHQ	Medelhögvattenföring	3,60
MQ	Medelvattenföring	0,66
MLQ	Medellågvattenföring	0,16

4 METOD

Nedan följer en beskrivning av metoden som använts i modelleringarna och de antaganden som har gjorts.

4.1 TERRÄNGANALYS

En höjdmodell har tagits fram över utredningsområdet och dess intilliggande områden baserat på laserskannade höjddata tillhandahållna av Vakin. En terränganalys har gjorts för att få fram de ytliga rinnvägarna i och omkring utredningsområdet, se Figur 6.



Figur 6. Framtagen höjdmodell över utredningsområdet som visar marknivåer, ytliga flödeslinjer och dagvattenledningsnätet.

Notera att dagvatten som leds till dagvattennätet kommer sluta rinna på ytan och istället ledas via ledningar till Tvärån om inte dagvattennätet är fullt. Är dagvattennätet fullt följer vattnet dock de markerade flödeslinjerna hela vägen till Tvärån. Observera att denna figur inte redovisar hela ledningsnätet som har inkluderats i modellen, hela ledningsnätet redovisas i Figur 8.

4.2 FÖRUTSÄTTNINGAR OCH ANTAGANDEN

4.2.1 Ledningar och brunnar

Uppgifter om ledningar och brunnar för berörda områden har tillhandahållits av Vakin. Information om vattengångar, dimensioner, material m.m. har erhållits från VA-huvudmannens digitala kartunderlag (VA-banken). På de platser där detta har saknats har kvalificerade antaganden gjorts utifrån kännedom om närliggande ledningar.

I Tabell 2 redovisas rekommenderade värden för råhet för ledningar i god kondition enligt publikation P110 (Svenskt Vatten, 2016). I och med att skicket på ledningarna i utredningsområdet är okänt, har i stället värdena för ledningarnas råhet ansatts enligt föreslagna värden från MIKE Urban+, se Tabell 3.

Tabell 2. Tabellen redovisar rekommenderade värden på råhet för ledningar i god kondition, k (mm). Värdena är hämtade från publikation P110 (Svenskt Vatten, 2016).

	Betong	Gjutjärn	Stål	PE, PVC
Ledning i drift, k (mm)	1,0	1,0	1,0	0,2

Tabell 3. Ledningarnas råhet beroende på material (enligt MIKE Urban+).

Material	Råhet, mm
Betong	1,5
PVC, PE, PP	1,0
Lera	1,0
Gjutjärn	1,5

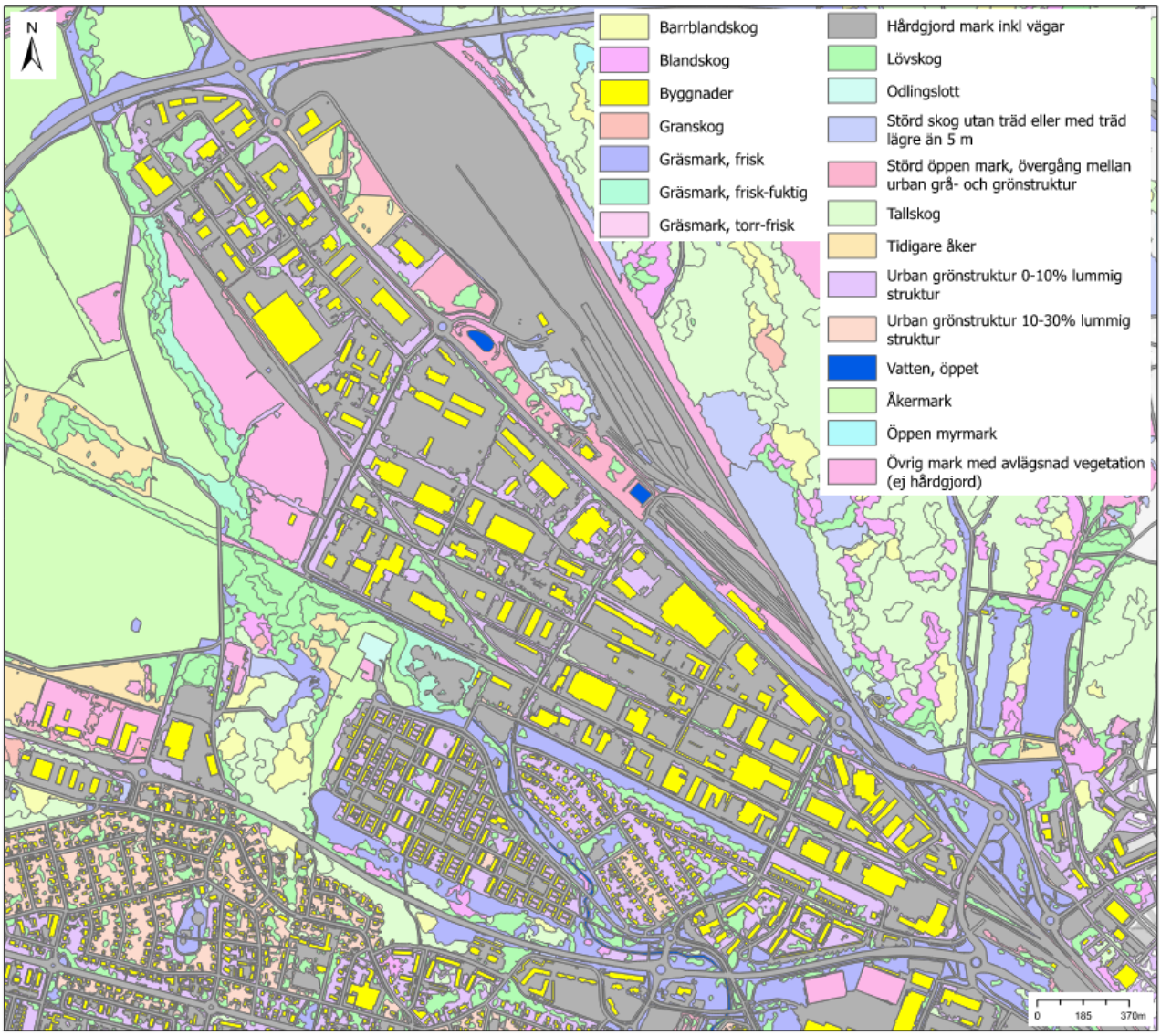
4.2.2 Regn

Det regn som har används vid simulering är ett CDS-regn med 100 års återkomsttid med 6 timmars varaktighet, med ett centralt block på 10 minuters varaktighet.

En klimatfaktor på 1,25 har inkluderats i modelleringarna för att visa på framtida situation i alla scenarier.

4.2.3 Markanvändning

Markanvändningen i området har karterats i GIS utifrån underlag från Vakin, se Figur 7. Avrinningskoefficienter har satts i enlighet med publikation P110 (Svenskt Vatten, 2016), se Tabell 4. Avrinningskoefficienterna representerar hur mycket vatten som avrinner från respektive markanvändning. Det avrinner till exempel mer vatten från en väg eller ett tak jämfört med en gräsyta eftersom en gräsyta kan absorbera mer vatten.



Figur 7. Markanvändning inom utredningsområdet.

Tabell 4. Markanvändning med tillhörande avrinningskoefficienter.

Markanvändning	Avrinningskoefficient
Skog (barrblandskog, granskog m fl)	0,1
Vatten	0,1
Byggnader	0,9
Gräsmark	0,1
Hårdgjord mark inkl vägar	0,8
Åkermark och odlingslott	0,1
Öppen myrmark	0,1
Störd öppen mark, övergång mellan urban grå- och grönstruktur	0,2
Störd skog utan träd eller med träd lägre än 5 m	0,2
Tidigare åker	0,1
Urban grönstruktur 0–50% lummig struktur	0,2
Övrig mark med avlägsnad vegetation (ej hårdgjord)	0,1
Övrig öppen semiakvatisk mark	0,1

4.2.4 Avrinningsområden

En vidare analys av terrängmodellen och de ytliga rinnvägarna har gjorts för att få fram avrinningsområden för framför allt de stora ytterområdena. För de mindre avrinningsområdena har hänsyn främst tagits till ledningsnätet men även markanvändningen. I Figur 8 visas de olika avrinningsområdena som inkluderats i modellen.

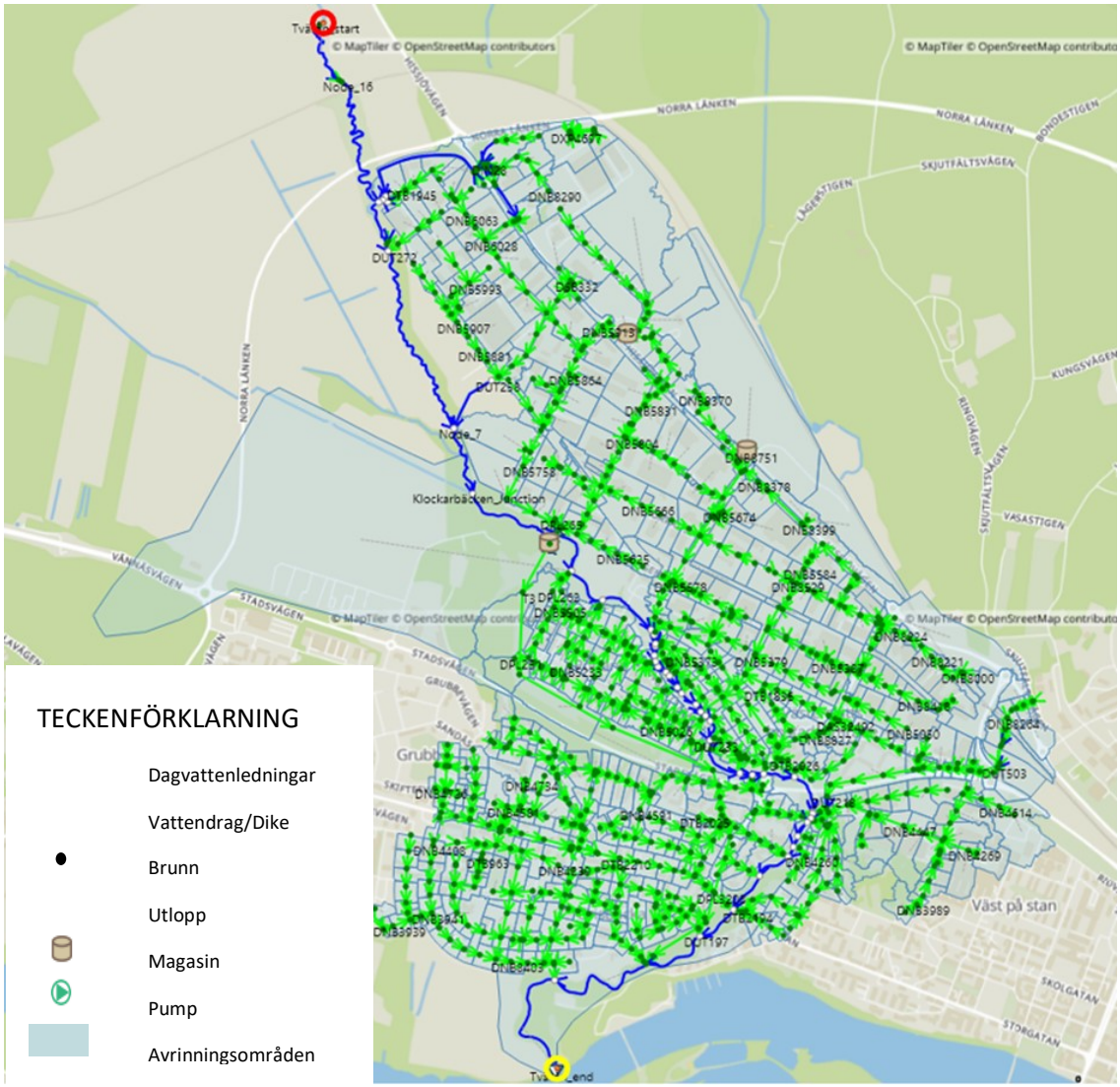
4.3 UPPBYGGNAD AV MODELL

De underlag som har tillhandahållits av Vakin har importerats i MIKE Urban. Antaganden och interpoleringar har gjorts i modellen där information har saknats om dimensioner, material, pumpkapacitet etc. Dessa antaganden har gjorts med utgångspunkt i publikation P110 (Svenskt Vatten, 2016) och AMA. I de fall där information om en ledning har saknats, exempelvis lutning/dimension, så har det antagits att ledningen har samma lutning/dimension som de två ledningar den är ihopkopplad med.

Figur 8 redovisar Tväråns sträckning (med dess start- och slutpunkt i modellen), inflödet från Klockarbäcken, ledningsnätet och dess delavrinningsområden i modellen.

Modellen är en sammansatt modell där vattendrag och ledningsnätet (1D) tillsammans med avrinningsområden är ihopsatt med markytan (2D).

Den hydrauliska modellen för vattendraget Tvärån är uppbyggd med 52 stycken inmätta tvärsektioner och inmätta vattennivåer samt konstruktioner som exempelvis broar. Modellen omfattar en sträcka av cirka 6 km.



Figur 8. Ledningsnätet och avrinningsområden. Röd cirkel markerar startpunkt och gul cirkel markerar slutpunkt för sträckan av Tvärån som har använts i modelleringen.

5 RESULTAT

Tabell 5 redovisar en sammanställning av de resultat av utförda modelleringar som redovisas i detta avsnitt och i bilagor. I Tabell 5 visas också de beräkningsförutsättningar som ligger till grund för respektive figur med resultat.

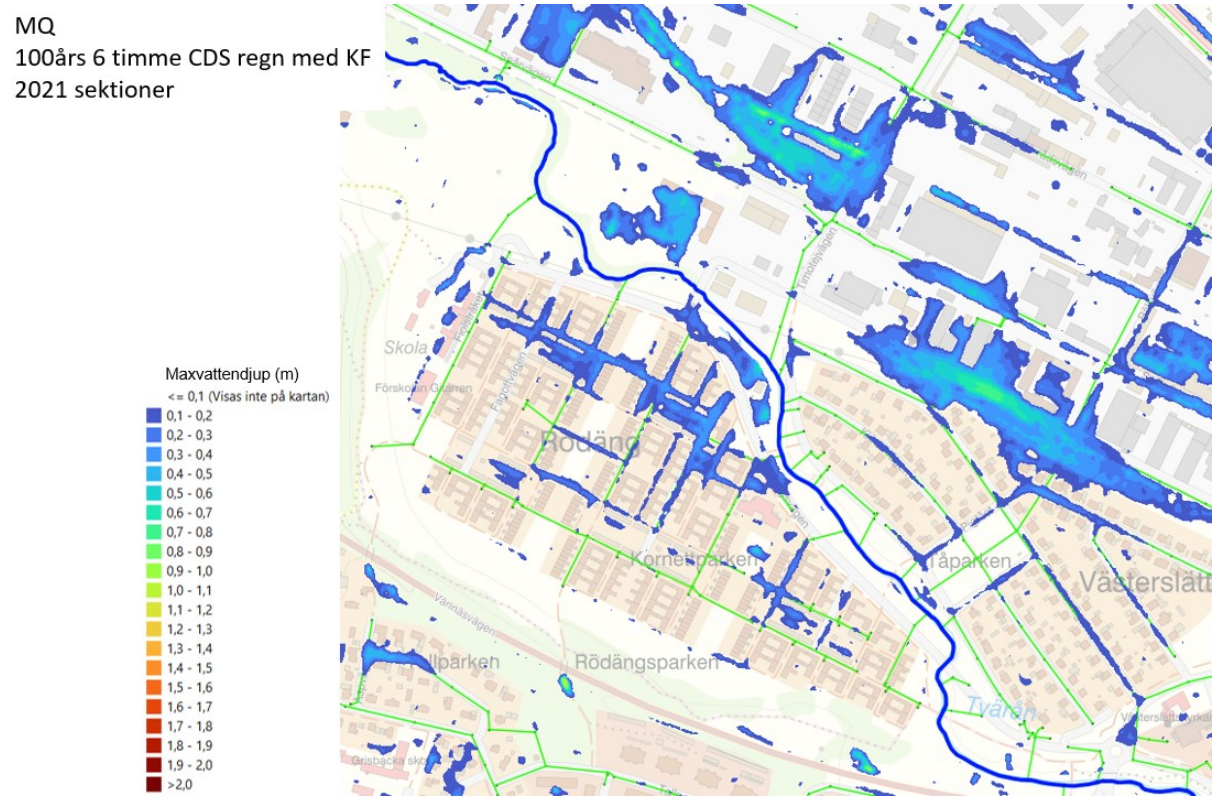
Tabell 5. Sammanställning av resultat från utförda modelleringar med hänvisningar till var resultaten redovisas. Tabellen redovisar de nederbördscenarier och flöden i Tvärån som har använts, samt vilka typer av simulering som har utförts.

Resultattyp	Nederbörd/flöde	Redovisas i	Typ av simulering
Maximalt stående vattendjup på markyta	• 100-års CDS-regn med 6 h varaktighet utan kf • MQ i Tvärån (0,66 m³/s)	Figur 9 till 15	2D-simulering med ledningar, Tvärån och markytan ihopkopplade
Jämförelse stående vattendjup på markytan för åtgärd jämfört med nuläge med skyfallsväg	• 100-års CDS-regn med 6 h varaktighet utan kf • MQ i Tvärån (0,66 m³/s)	Figur 16 till 22	2D-simulering med ledningar, Tvärån och markytan ihopkopplade
Profil för maximal trycknivå i Tvärån	• 100-års CDS-regn med 6 h varaktighet utan kf • MQ i Tvärån (0,66 m³/s)	Bilaga 1-6	2D-simulering med ledningar, Tvärån och markytan ihopkopplade

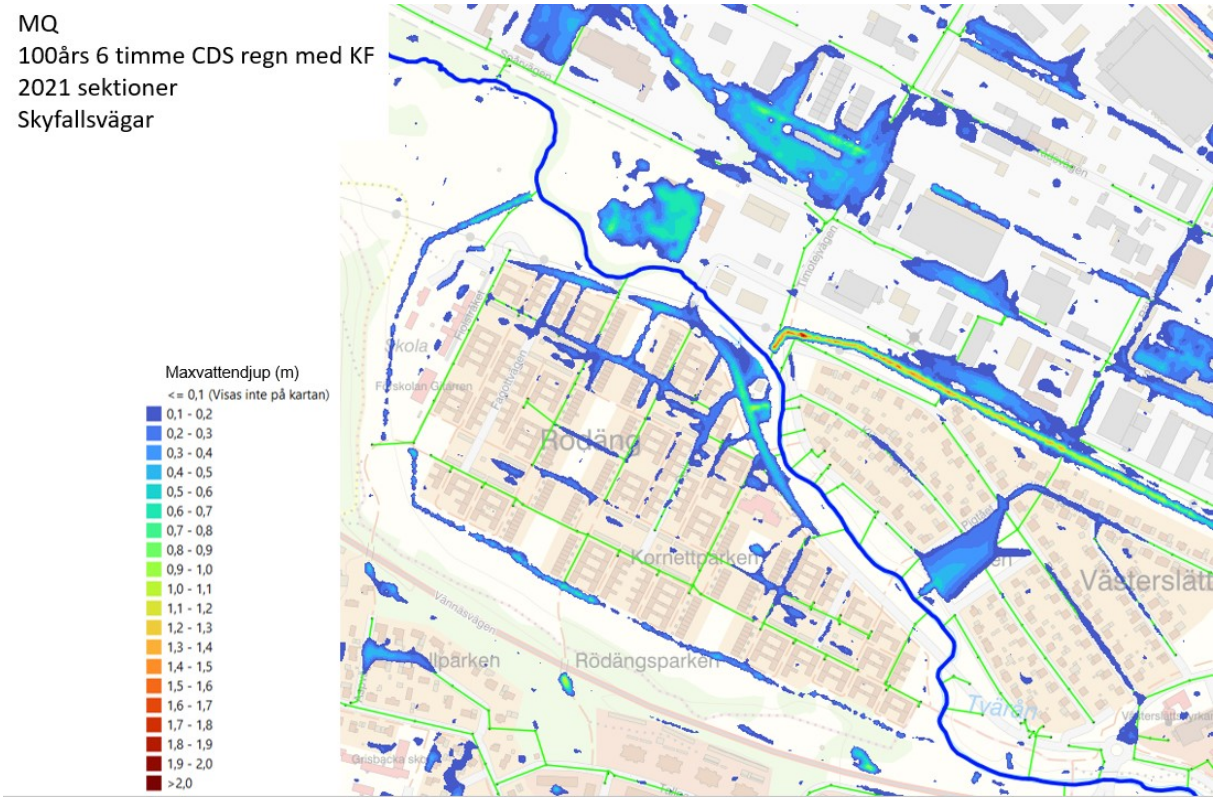
Resultatet för nulägessituationen kan ses i Figur 9 och resultatet för nuläges situationen med skyfallsvägar kan ses i Figur 10. Det är tydligt att översvämningssituationen inom bostadsområdena förbättras vid inkluderande av skyfallsvägar genom att förflytta vattnet ner mot skyfallsytorna och skyfallsvägarna mot Tvärån, vilket kan ses i Figur 16. Profilen i Bilaga 1 visar att maximal trycknivå (vattennivån) i Tvärån inte påverkas av skyfallsvägarna utan är oförändrad och att dämning sker och bräddar tillbaka in på området eftersom Tvärån inte har kapacitet att avleda flödet. Det innebär att för att kunna avleda 100-årsflödet utan dämning behöver Tväråns kapacitet ökas.

Resultatet för åtgärderna tillsammans med skyfallsvägar kan ses i Figur 11 – Figur 15. Det är tydligt att översvämningssituationen förbättras ytterligare då avbördningskapaciteten i Tvärån ökats genom tillämpande av åtgärd. Störst förbättring ses för *Sandåkersgatan 1 (*i figuren kallad *Åtgärd 1*), sänkning av Tvärån 1 m och avbördning via en ny tunnel nedströms Rödäng och Västerslätt. I Figur 16 - Figur 21 kan skillnaden i vattendjup för respektive åtgärd tillsammans med skyfallsväg jämfört med nuläget tillsammans med skyfallsväg ses. I Figur 23 (samt Bilaga 2 – 5) kan vattennivån i Tvärån ses för de olika åtgärderna (ursprunglig utformning) jämfört med vattennivån vid Nuläge. Störst sänkning av vattennivån ses för *Sandåkersgatan 1* (*Åtgärd 1*). Vattennivån i den mest kritiska sektionen/sträckan (se Figur 22) för dämning i Tvärån kan ses för samtliga simuleringar i Figur 23.

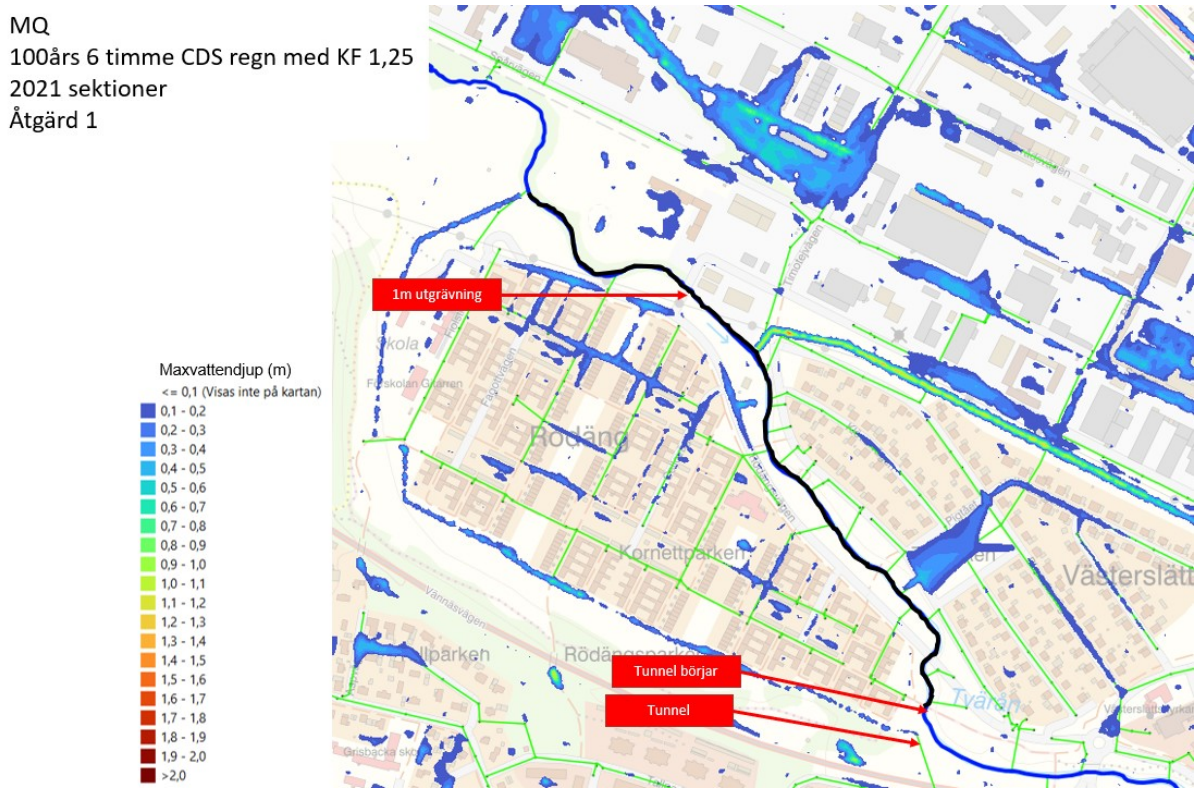
Åtgärden *Ny tunnel med två inlopp från Tvärån* har simulerats med tunneldimensionen 2600 mm och luntningen 4 promille (Åtgärd 5B). Detta för att kontrollera att den nya utformningen av åtgärden ger fullgod effekt. Med en så stor tunnel blir vattennivån i Tvärån lägre än för *Sandåkersgatan 1* med ursprunglig tunneldimension 2000 mm och lutningen 2 promille, se Figur 24.



Figur 9. Marköversvämningar för nulägessituationen vid ett 100-årsregn med klimatfaktor och MQ i Tvärån.



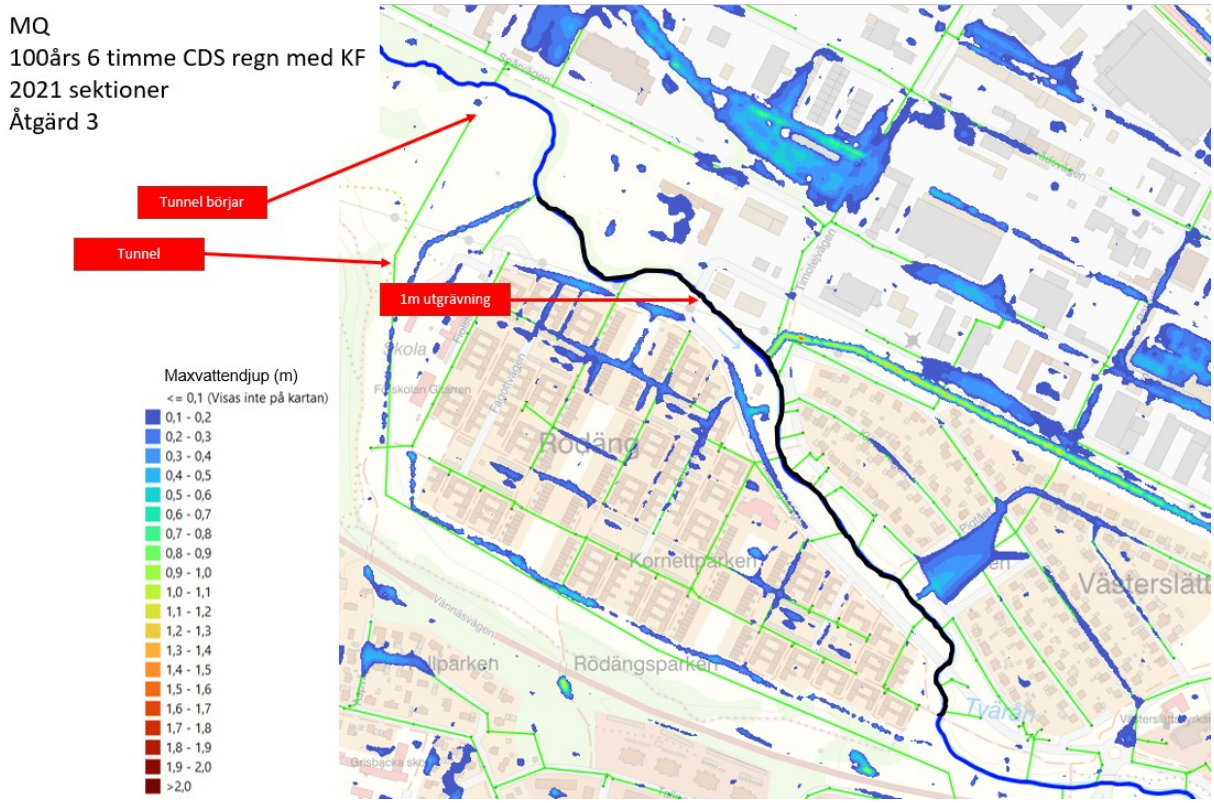
Figur 10. Marköversvämningar för nulägessituationen inkluderat skyfallsvägar vid ett 100-årsregn med klimatfaktor och MQ i Tvärån.



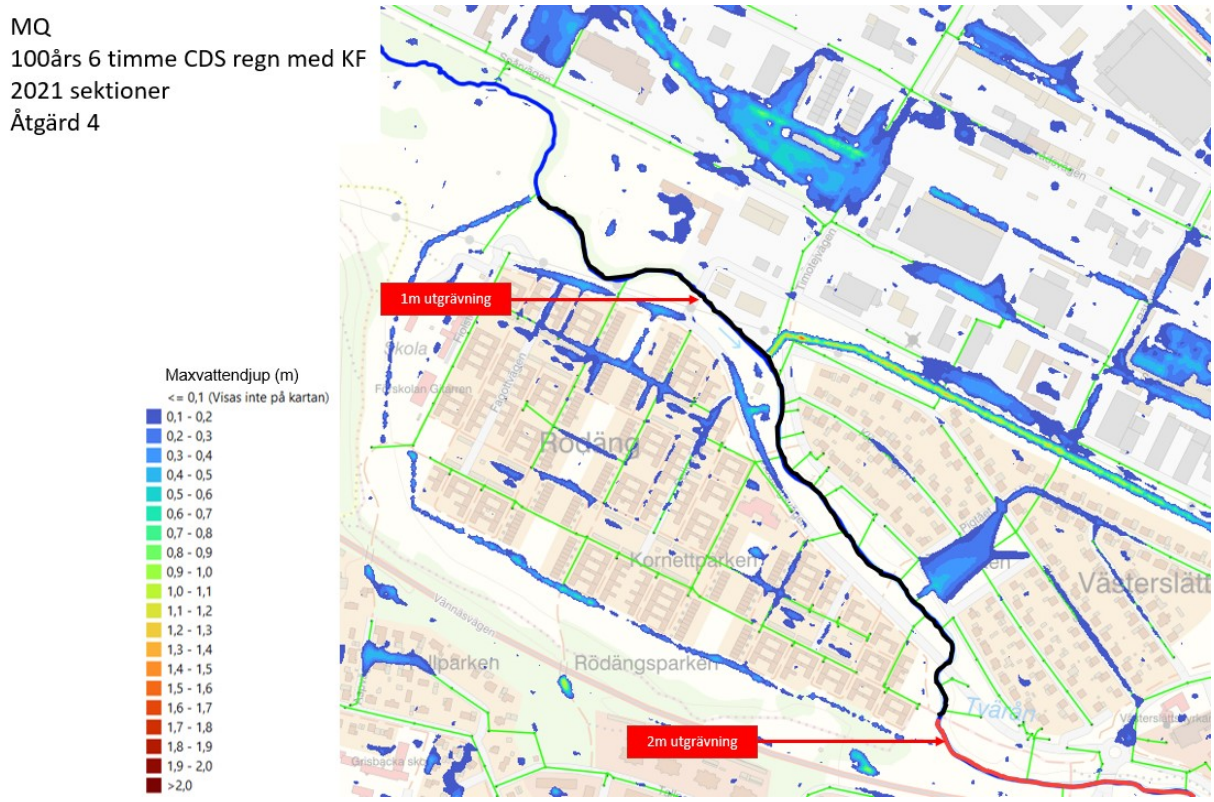
Figur 11. Marköversvämningar för *Sandåkersgatan 1* inkluderat skyfallsvägar vid ett 100-årsregn med klimatfaktor och MQ i Tvärån.



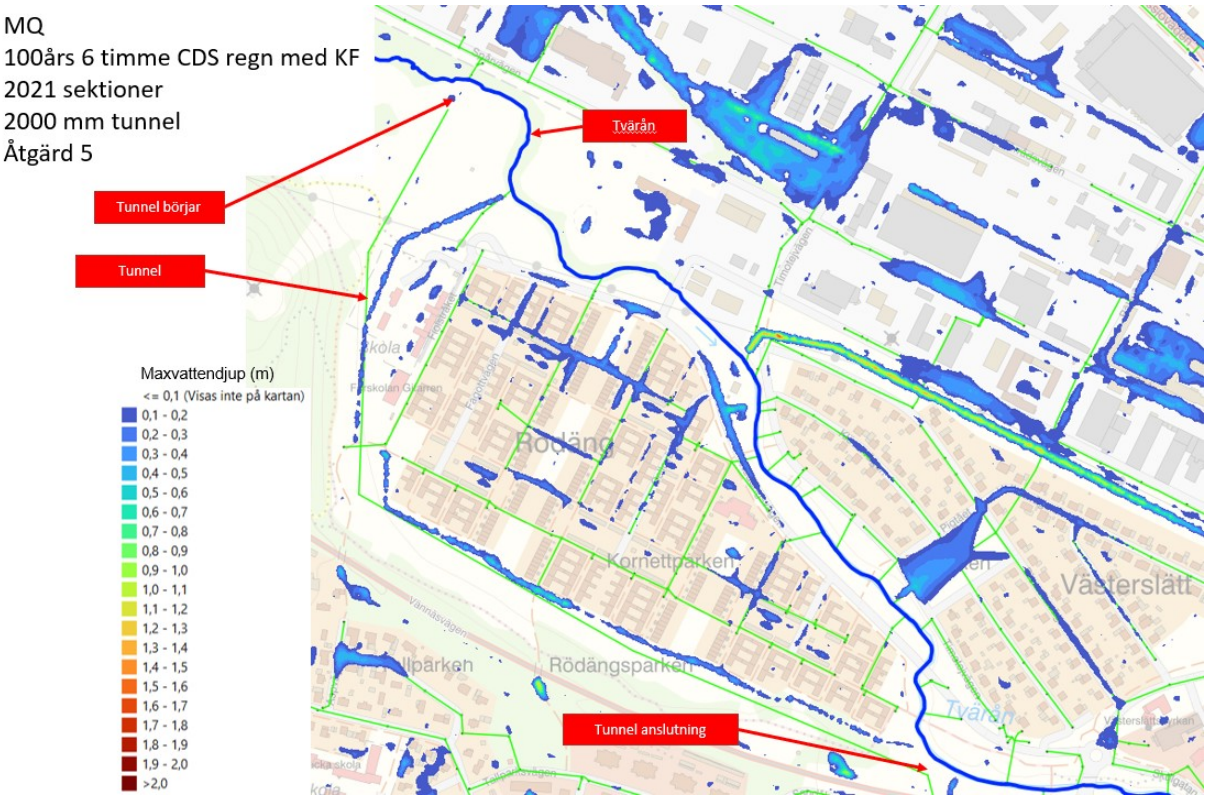
Figur 12. Marköversvämningar för *Ny utloppstunnel* inkluderat skyfallsvägar vid ett 100-årsregn med klimatfaktor och MQ i Tvärån.



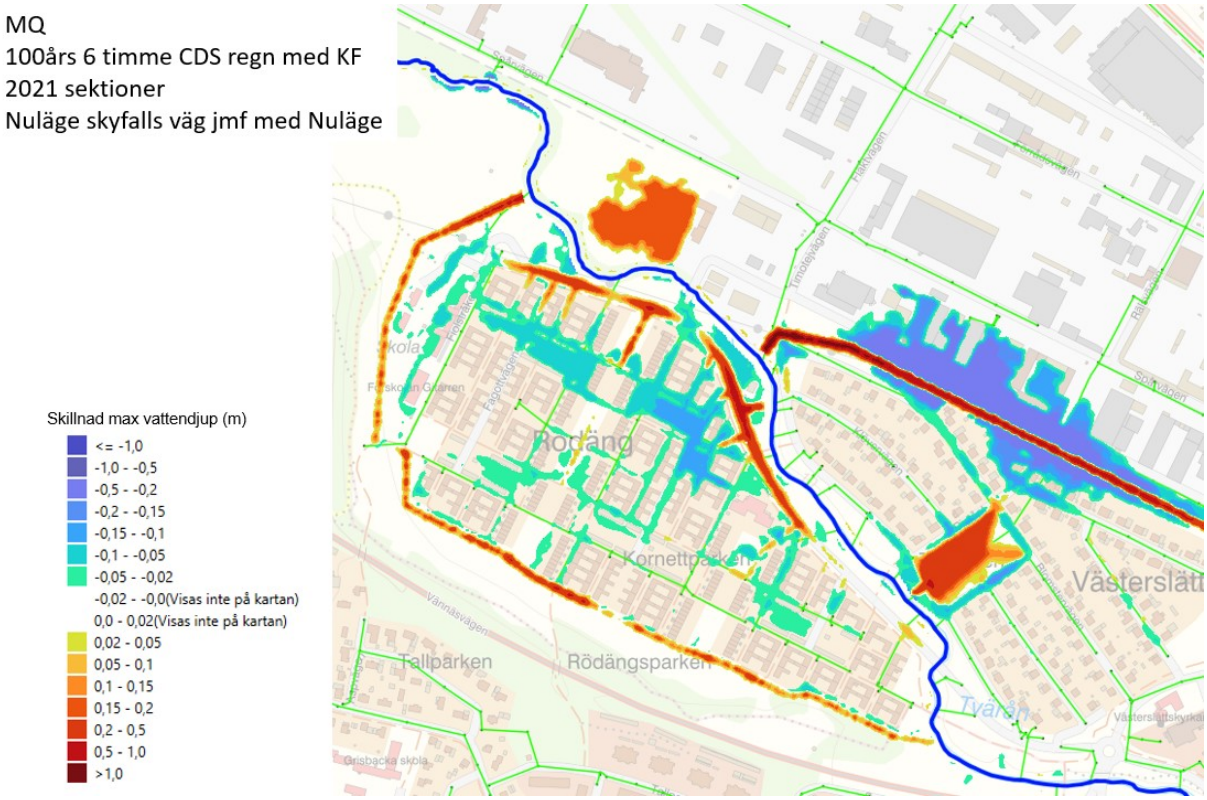
Figur 13. Marköversvämningar för *Ny utloppstunnel uppströms och sänkning av ån* inkluderat skyfallsvägar vid ett 100-årsregn med klimatfaktor och MQ i Tvärån.



Figur 14. Marköversvämningar för *Fördjupning av ån* inkluderat skyfallsvägar vid ett 100-årsregn med klimatfaktor och MQ i Tvärån.



Figur 15. Marköversvämningar för *Ny utloppstunnel med två inlopp* inkluderat skyfallsvägar vid ett 100-årsregn med klimatfaktor och MQ i Tvärån.



Figur 16. Översvämningssituationen i Nuläget jämfört med Nuläget med skyfallsvägar. Röd färg indikerar att vattnet står högre efter skyfallsvägarna implementerats, och blå färg indikerar att vattnet står lägre efter skyfallsvägarna implementerats.



Figur 17. Jämförelse av översvämningssituationen mellan *Sandåkersgatan 1* och Nuläge med skyfallsvägar. Röd färg indikerar att vattnet står högre efter *Sandåkersgatan 1* implementerats, och blå färg indikerar att vattnet står lägre efter Sandåkersgatan 1 implementerats.



Figur 18. Jämförelse av översvämningssituationen mellan *Ny utloppstunnel* och Nuläge med skyfallsvägar. Röd färg indikerar att vattnet står högre efter *Ny utloppstunnel* implementerats, och blå färg indikerar att vattnet står lägre efter Ny utloppstunnel implementerats.



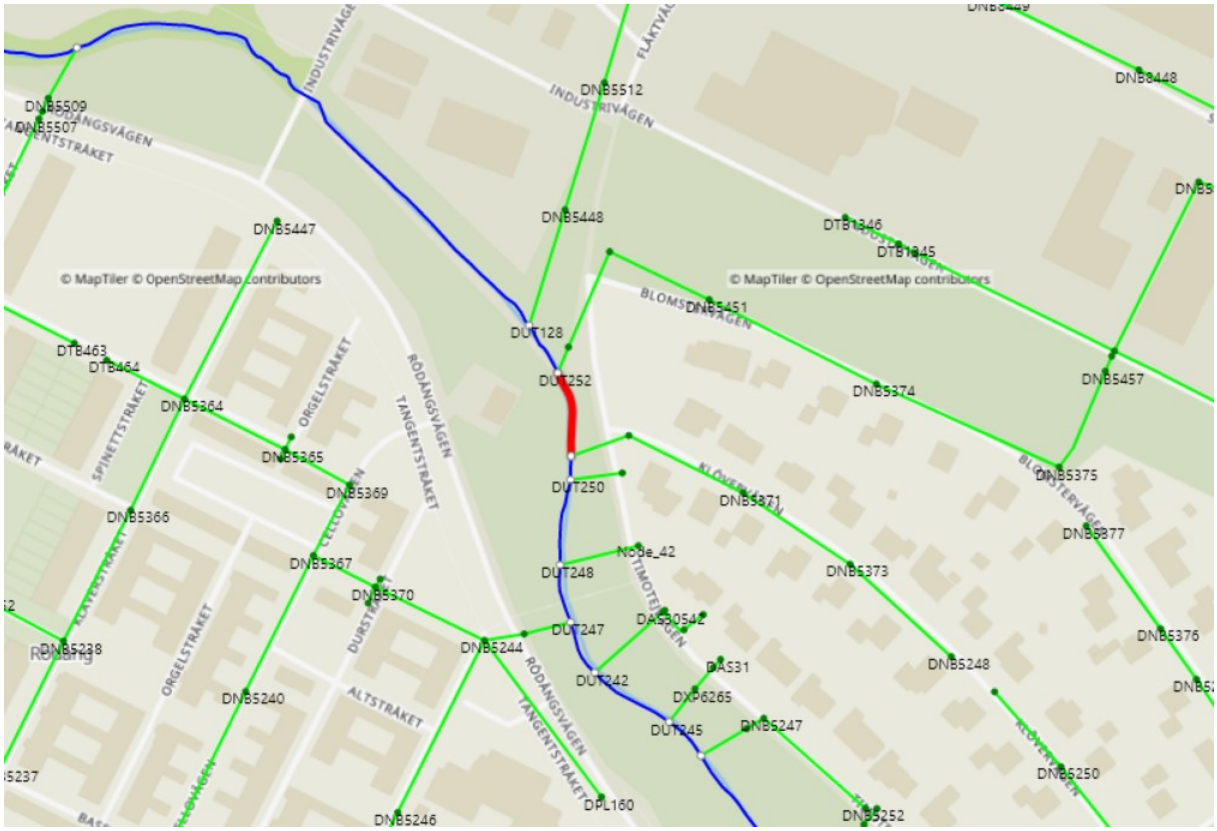
Figur 19. Jämförelse av översvämningssituationen mellan *Ny utloppstunnel uppströms och sänkning av ån* och Nuläge med skyfallsvägar. Röd färg indikerar att vattnet står högre efter *Ny utloppstunnel uppströms och sänkning av ån* implementerats, och blå färg indikerar att vattnet står lägre efter *Ny utloppstunnel uppströms och sänkning av ån* implementerats.



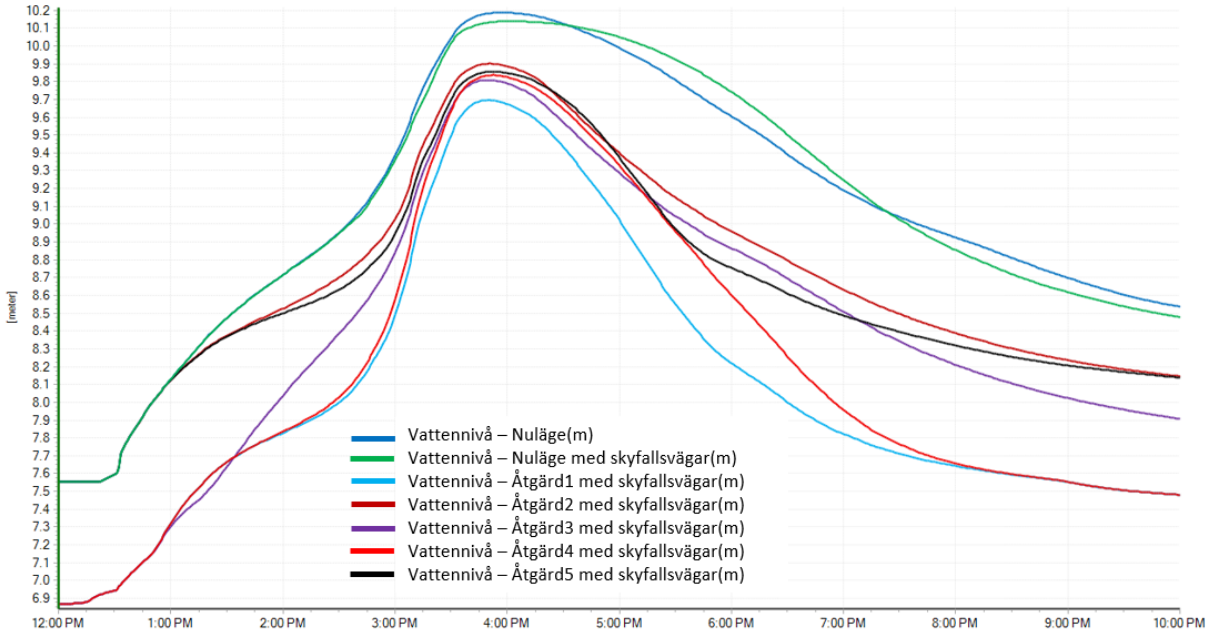
Figur 20. Jämförelse av översvämningssituationen mellan *Fördjupning av ån* och Nuläge med skyfallsvägar. Röd färg indikerar att vattnet står högre efter *Fördjupning av ån* implementerats, och blå färg indikerar att vattnet står lägre efter *Fördjupning av ån* implementerats.



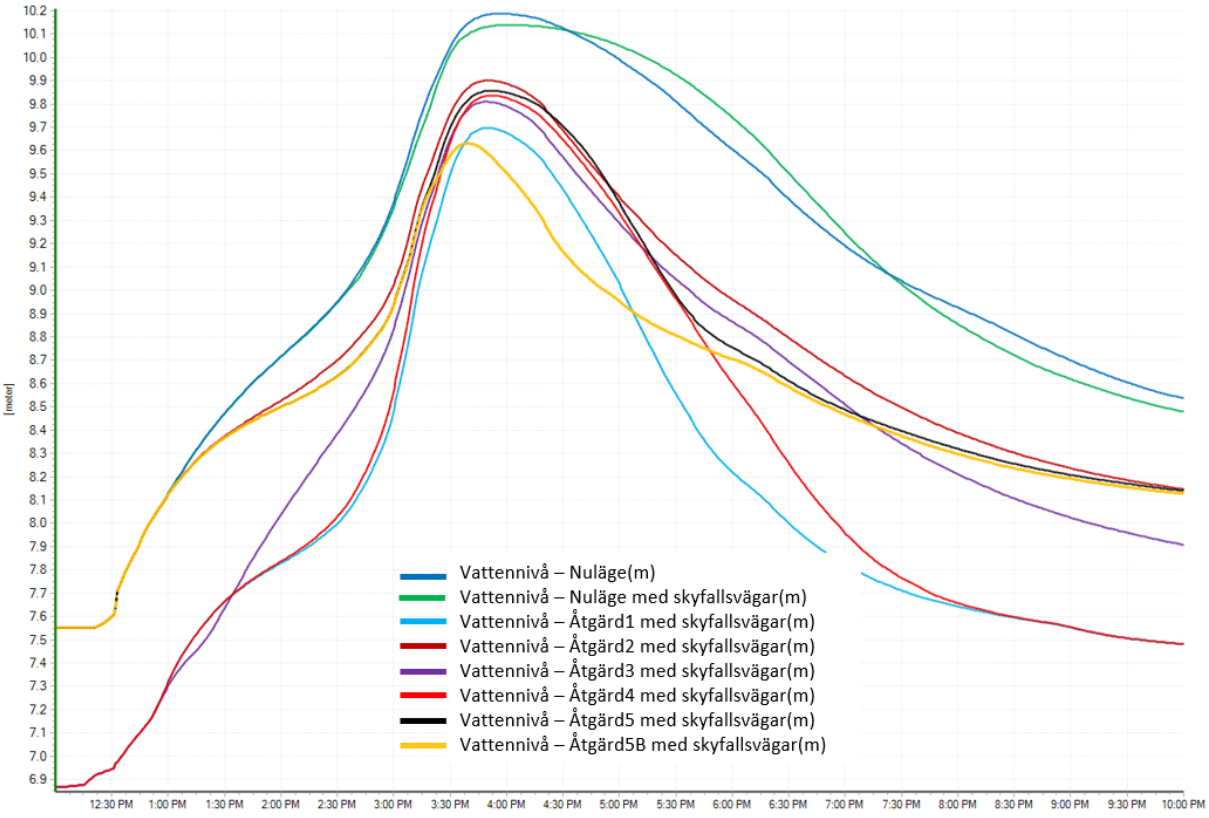
Figur 21. Jämförelse av översvämningssituationen mellan *Ny utloppstunnel med två inlopp* och Nuläge med skyfallsvägar. Röd färg indikerar att vattnet står högre efter *Ny utloppstunnel med två inlopp* implementerats, och blå färg indikerar att vattnet står lägre efter *Ny utloppstunnel med två inlopp* implementerats.



Figur 22. Delsträcka för vilken vattennivå redovisas i Figur 23 och Figur 24.



Figur 23. Vattennivåer i den kritiska sektionen för Tvärån genom Rödäng och Västerslätt.



Figur 24. Vattennivåer i den kritiska sektionen för Tvärån genom Rödäng och Västerslätt med åtgärden *Ny tunnel med två inlopp från Tvärån* med tunneldimensionen 2600 mm och lutningen 4 promille (Åtgärd 5B) presenterad i gul linje.

6 SLUTSATSER

De utförda modelleringarna visar att skyfallsvägarna leder vatten bort från bebyggelsen men för att vattnet ska ledas bort från skyfallsytorna och skyfallsvägarna måste även avbördningskapaciteten i Tvärån höjas. Att avbörda flöden uppströms bostadsområdena via en tunnel (*Ny utloppstunnel* och *Ny utloppstunnel uppströms och sänkning av ån*) för att avlasta Tvärån genom bostadsområdena är inte effektivt för att hantera skyfallsflöden eftersom dessa genereras inom bostadsområdena. För att kunna avleda dessa flöden behöver kapaciteten i Tvärån höjas vilket görs via urgrävning och avledning via tunnel nedströms (*Sandåkersgatan 1*) och *Fördjupning av ån*. *Fördjupning av ån* är dock inte lika effektiv eftersom urgrävningen nedströms området inte har samma avbördningskapacitet som den föreslagna tunneln i *Sandåkersgatan 1*.

Ny tunnel med två inlopp från Tvärån med tunneldimensionen 2000 mm och lutningen 2 promille har sämre effekt att avleda skyfallsflöden än *Sandåkersgatan 1* och *Fördjupning av ån*. Men om man ökar dimensionen till 2600 mm och lutningen till 4 promille får man en effektivare avledning av skyfallsflöden än dessa båda alternativ. Inga andra alternativ har simulerats med den nya utformningen varpå det är okänt hur alternativet *Fördjupning av ån* ska rangordnas i avbördningskapacitet baserat på deras nya utformning. Rangordningen av *Ny utloppstunnel uppströms* och *Sandåkersgatan 1* bedöms bli de samma dvs minst effektiva respektive mest effektiv.

7 REFERENSER

Svenskt Vatten, 2016. *Publikation P110, Avledning av dag-, drän- och spillvatten.* Stockholm: Svenskt Vatten.

SMHI, 2021. *Vattenweb. Delavrinningsområdets SUBID: 24145 och AROID: 709059-171741.* Hämtat från: https://vattenwebb.smhi.se/modelarea/ 2021-02-25.

WSP, 2022. *Tvärån – åtgärdsförslag för att minska översvämningsrisken.,* : .

WSP, 2023a. *Multikriterieanalys - alternativutredning av översvämningsåtgärder i Tvärån. Maja Skotte. 2023-09-08.*

WSP, 2023h. *PM Profiljusteringar Rödäng och Västerslätt. Carina Hansson och Petra Berggrund. 2023-09-08.*

VI ÄR WSP

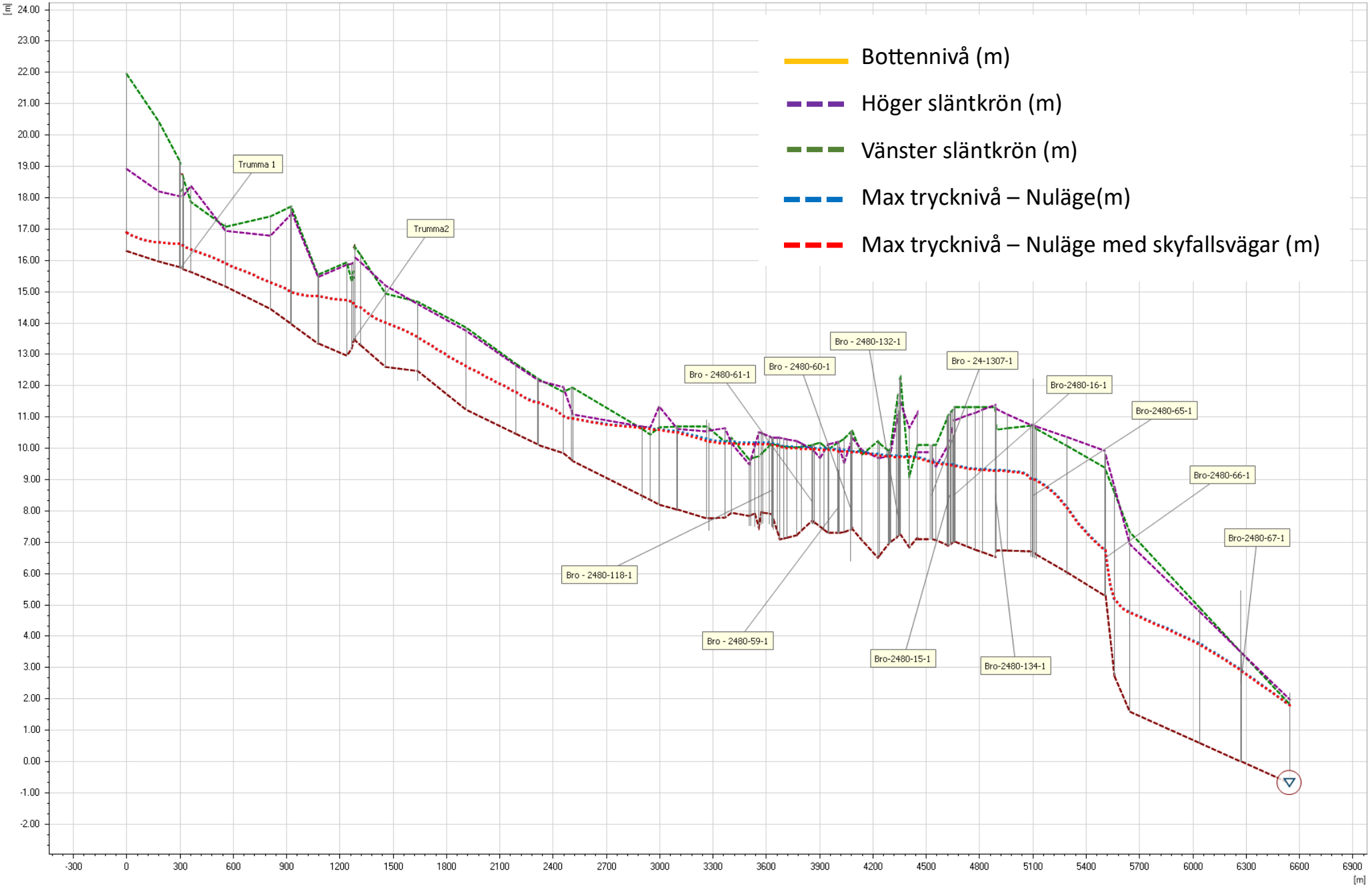
WSP är en av världens ledande rådgivare och konsultbolag inom samhällsutveckling. Med cirka 70 000 medarbetare i över 40 länder samlar vi experter inom analys och teknik, för att framtidssäkra världen.

Tillsammans med våra kunder tar vi fram innovativa lösningar för en mänsklig, trygg och välfungerande morgondag. Så tar vi ansvar för framtiden.

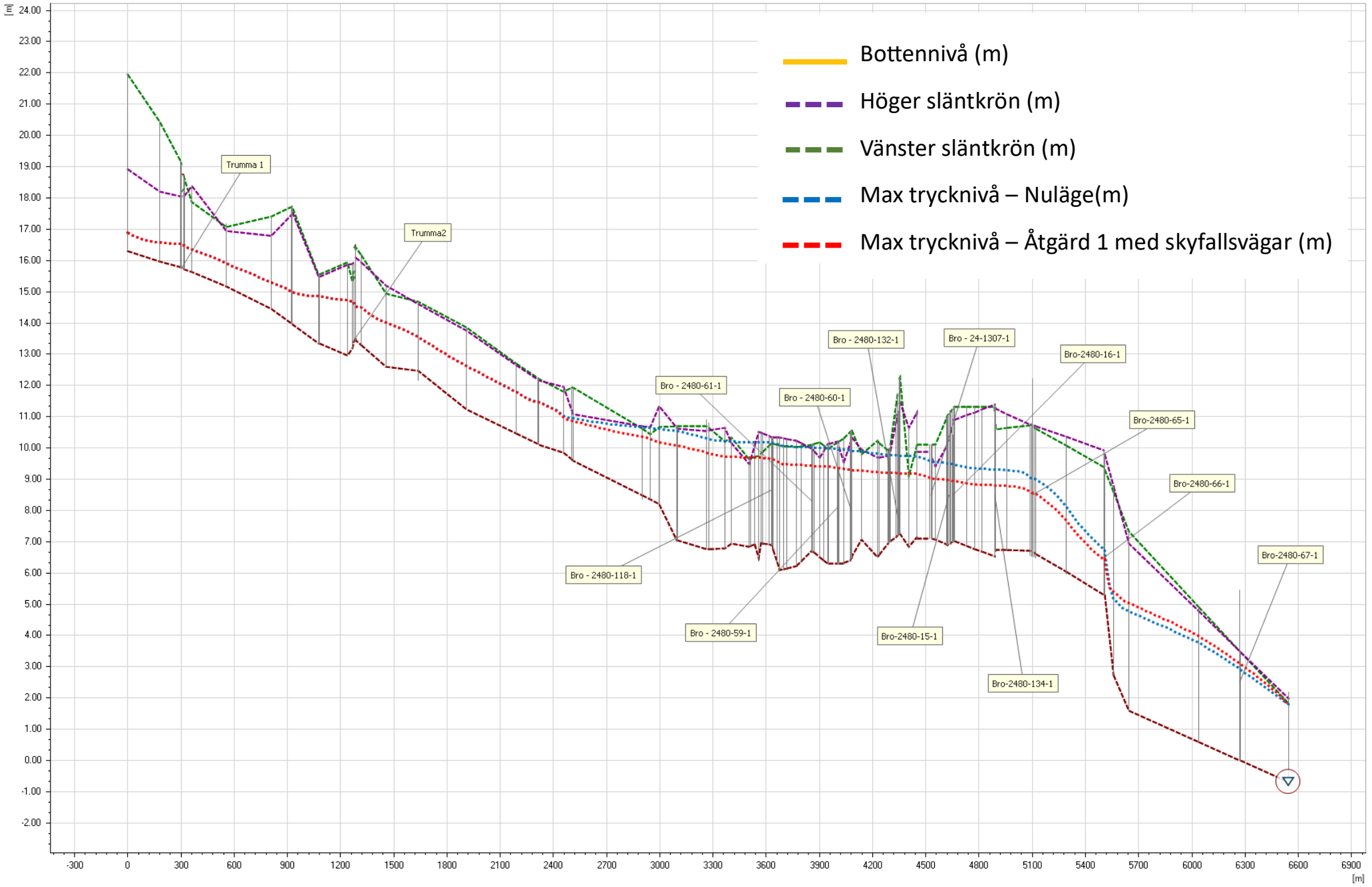
wsp.com

WSP Sverige AB
Samuel Permans gata 8
83131 Östersund
Besök: Samuel Permans gata 8

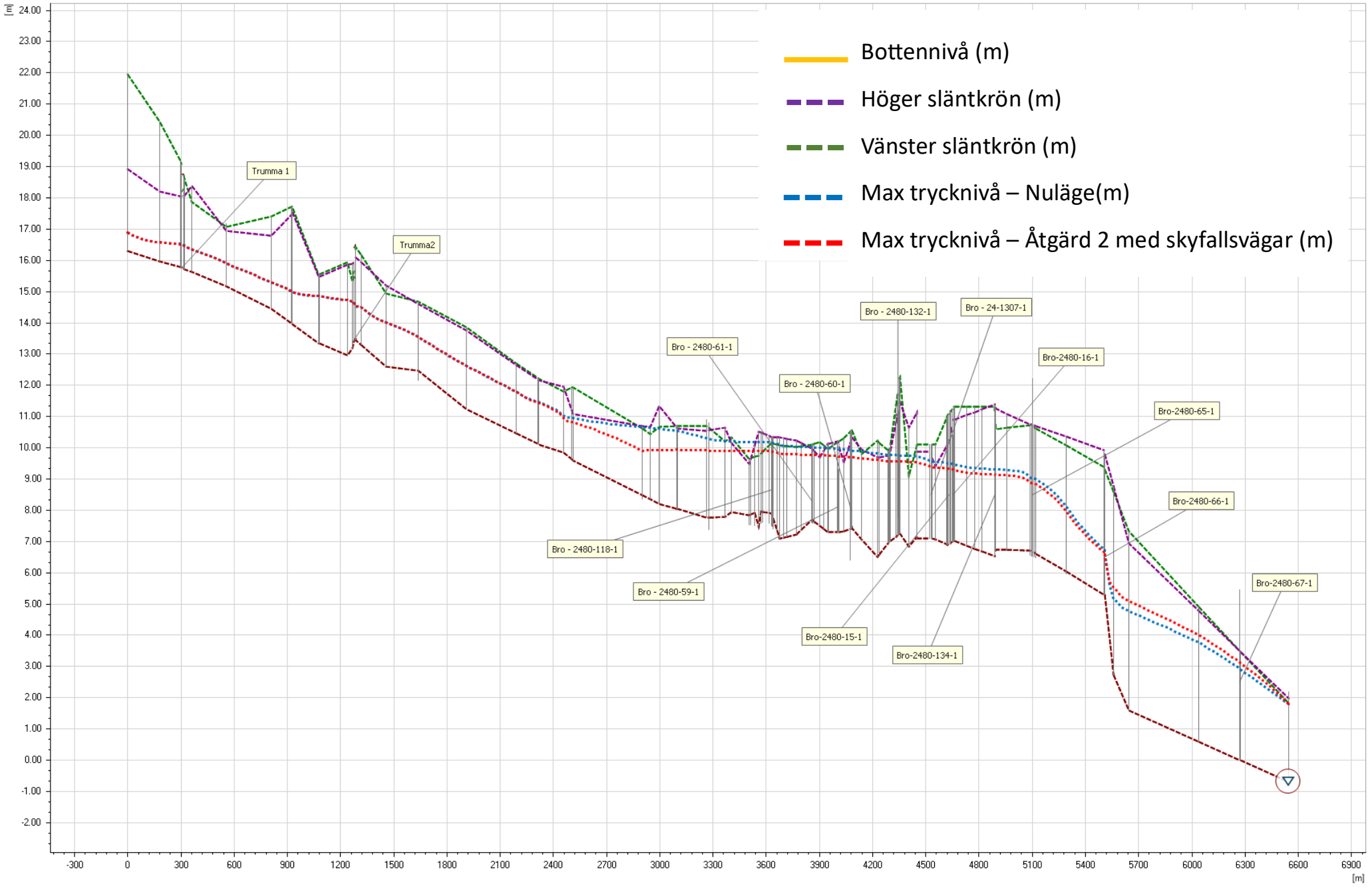
T: +46 10-722 50 00
Org nr: 556057-4880
Styrelsens säte: Stockholm
wsp.com



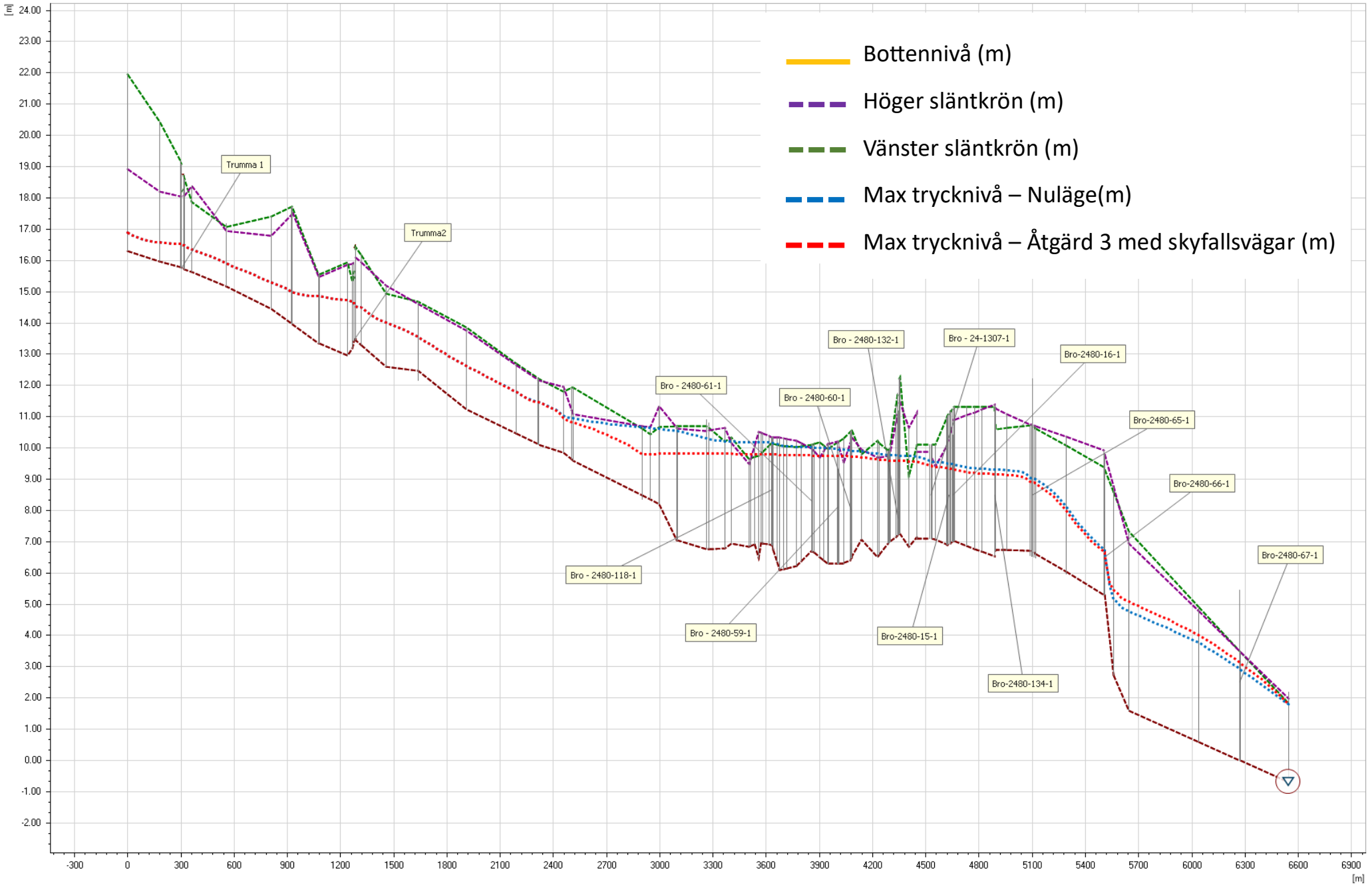
Bilaga 1. Nuläge med skyfallsvägar. MQ, 100års 6 timme CDS regn med KF, 2021 sektioner



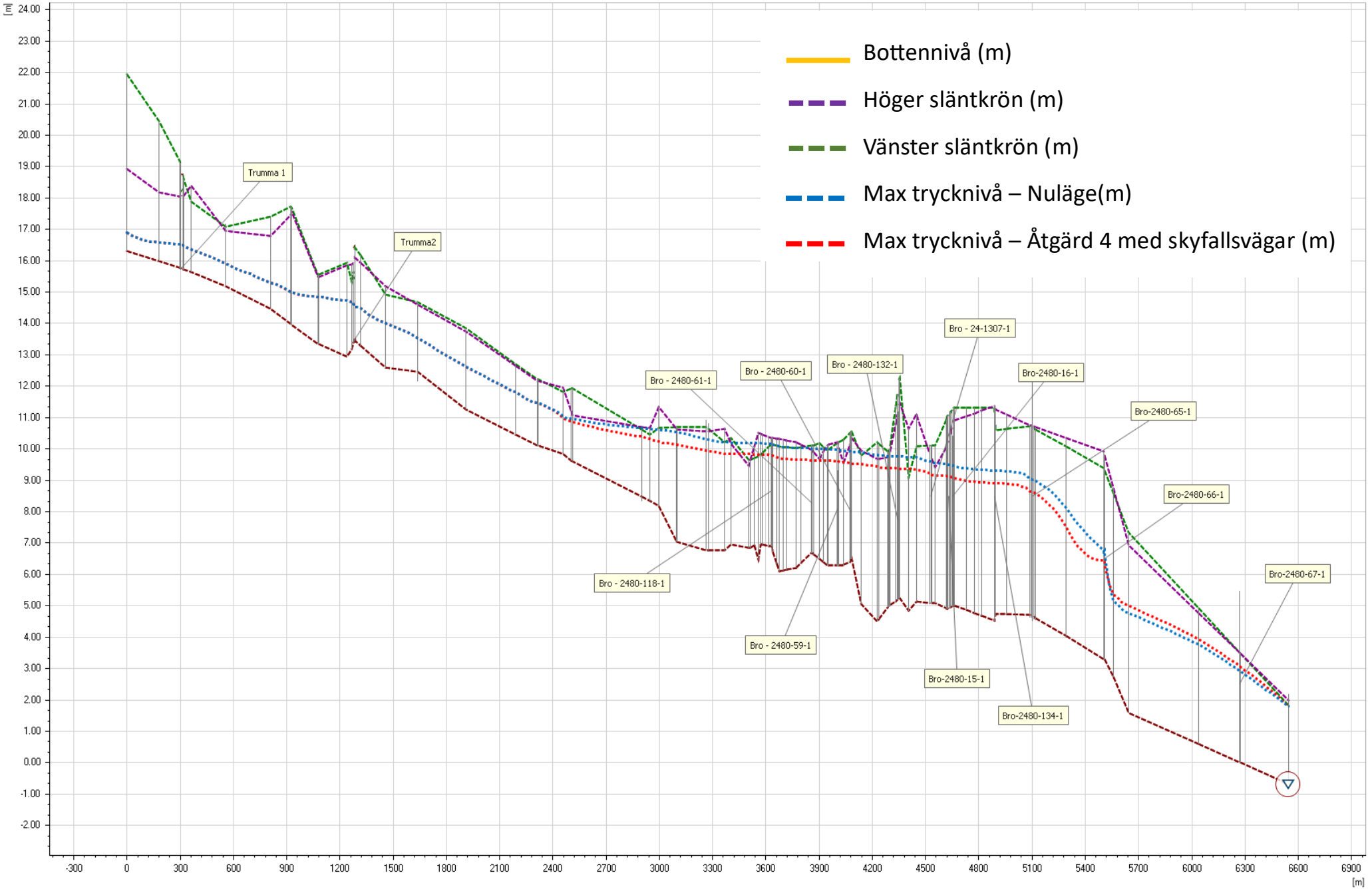
Bilaga 2. Åtgärd 1 med skyfallsvägar. MQ, 100års 6 timme CDS regn med KF, 2021 sektioner.



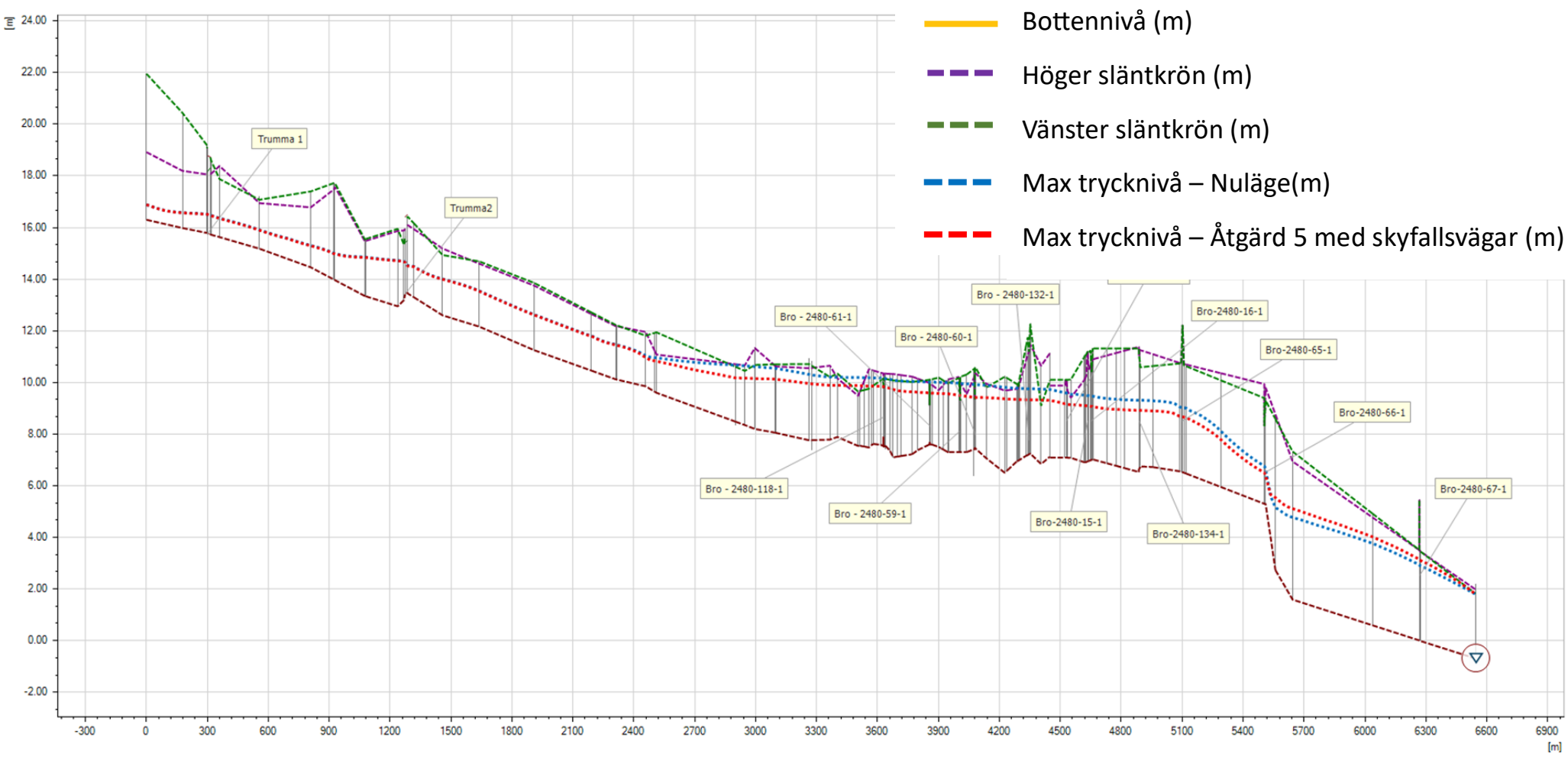
Bilaga 3. Åtgärd 2 med skyfallsvägar. MQ, 100års 6 timme CDS regn med KF, 2021 sektioner.



Bilaga 4. Åtgärd 3 med skyfallsvägar. MQ, 100års 6 timme CDS regn med KF, 2021 sektioner.



Bilaga 5. Åtgärd 4 med skyfallsvägar. MQ, 100års 6 timme CDS regn med KF, 2021 sektioner.



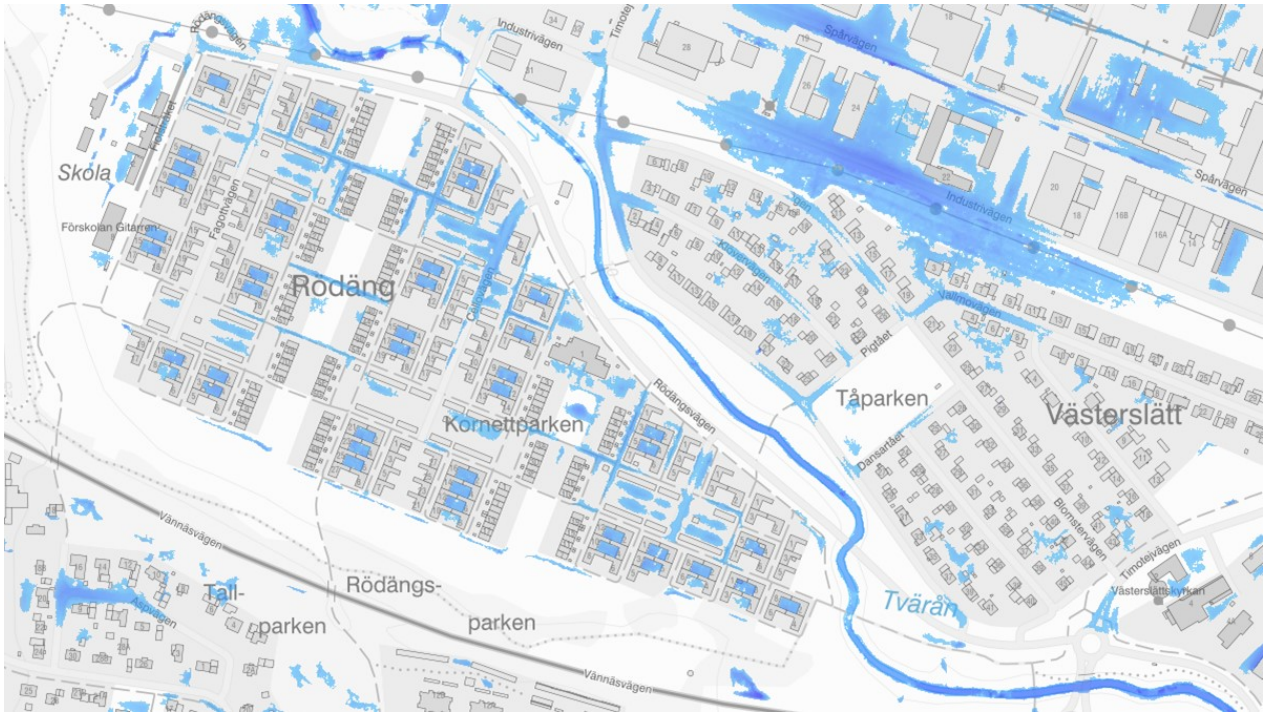
Bilaga 6. Åtgärd 5 med skyfallsvägar. MQ, 100års 6 timme CDS regn med KF, 2021 sektioner.

PM Profiljusteringar Rödäng och Västerslätt

Bakgrund

WSP har fått i uppdrag av Umeå kommun att se över möjligheten att förändra gatuutformningen vid Västerslätt och Rödäng för att underlätta avrinningen mot Tvärån vid höga flöden. Västerslätt och Rödäng påverkas i nuläget av omfattande marköversvämningar vid stora regn. Vatten blir stående på gator eller i lågpunkter vilket antingen direkt kan skapa översvämningsproblematik eller indirekt, via t.ex. inläckage till spillvattennätet, kan orsaka källaröversvämningar.

Utredningen har utgått ifrån översvämmande områden vid en regnhändelse om 100 mm, vilket motsvarar ett 100-års regn, se blå markering i Figur 1.



Figur 1. Översvämningar över Rödäng och Västerslätt vid 100 mm regn visas med blå markering, källa ScalgoLive.

Förutsättningar för utredningen

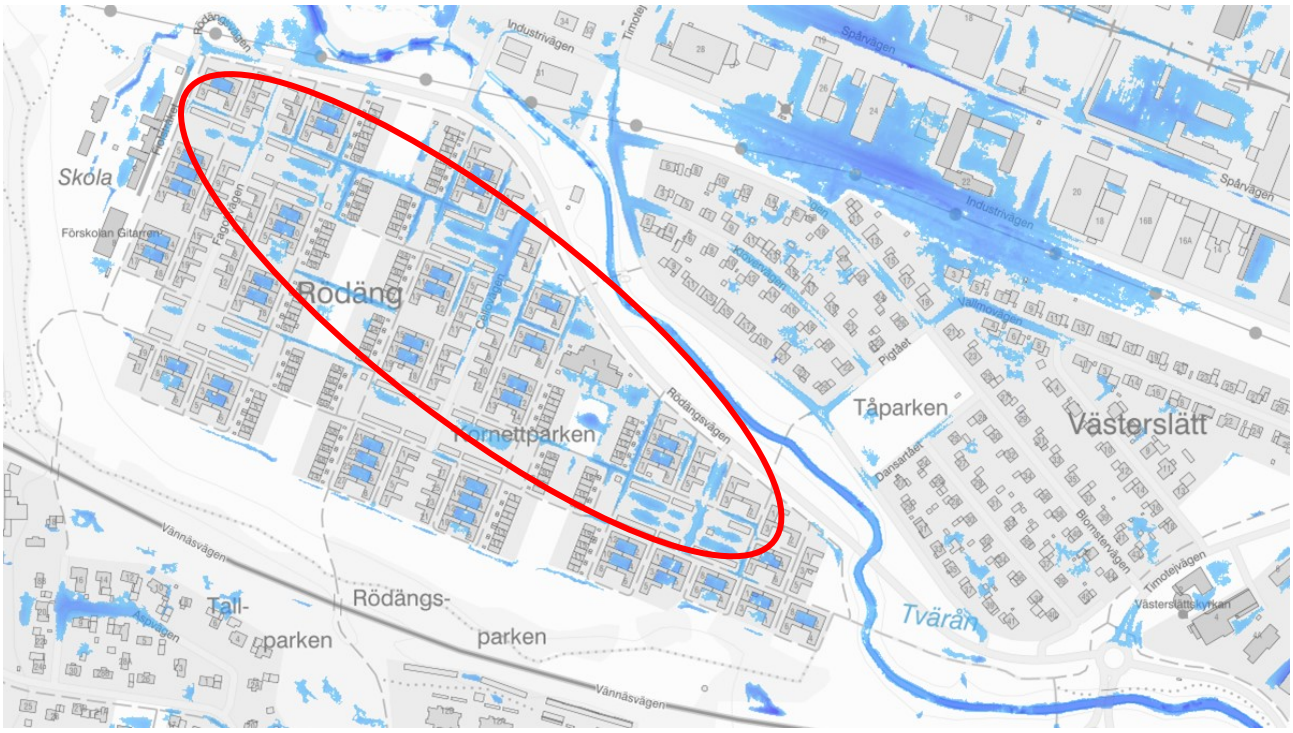
Som underlag till arbetet har en laserscannad terrängmodell använts. I ett detaljprojekteringsskede behövs en noggrannare terrängmodell och även detaljer som kantsten, trappor, träd och häckar. Noggrannheten i det materialet som erhållits via laserscanningen har dock bedömts tillräckligt för det nu aktuella ändamålet.

Underlag i form av befintliga ledningar har erhållits via Ledningskollen och från VAKIN.

I den här aktuella utredningen har fokus legat på de gatuavsnitt som bedömts ha störst inverkan på möjlighet till avrinning.

Rödäng

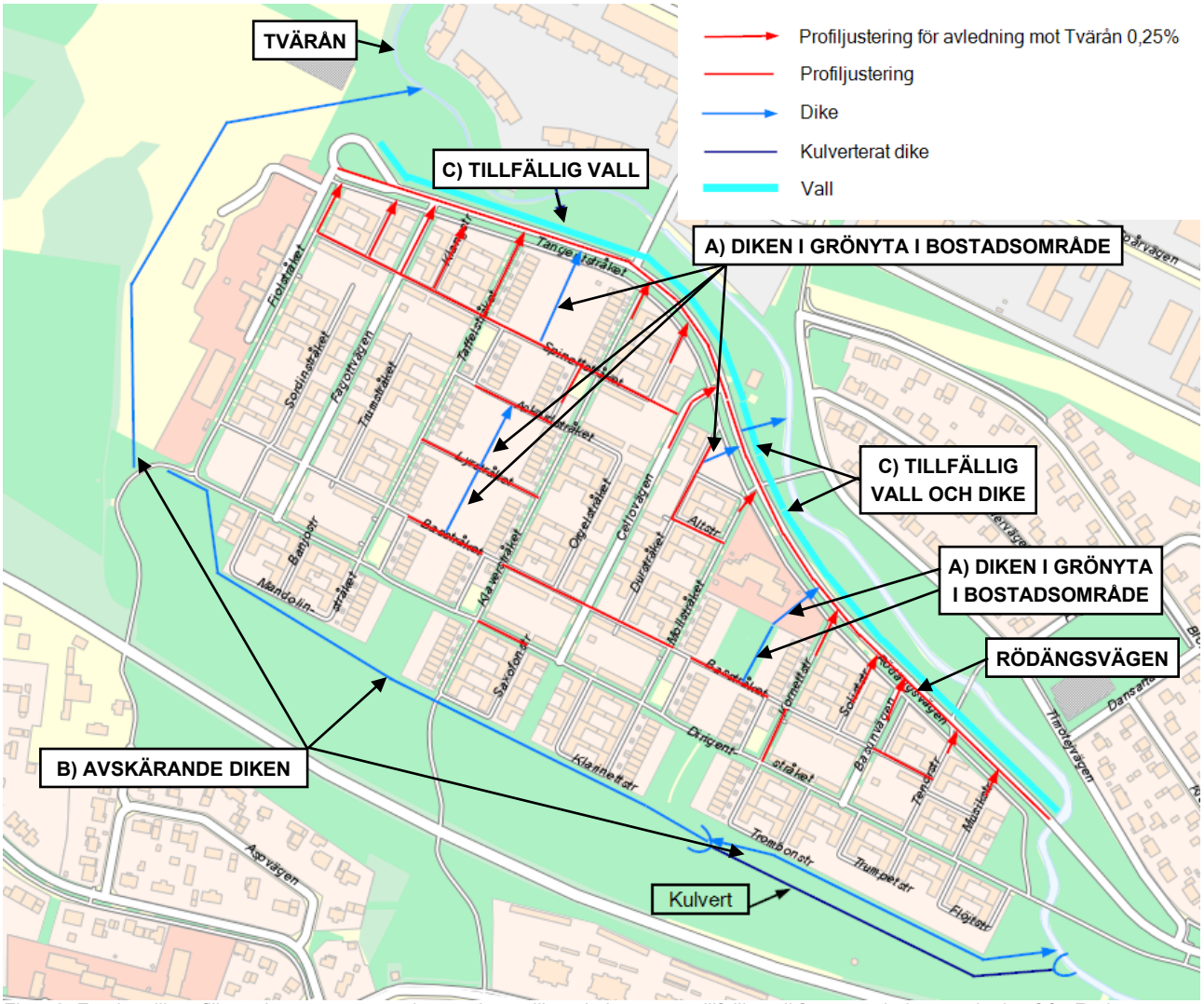
Inom bostadsområdet finns både gator och GC-vägar. Båda vägtyperna är smala och på många partier ojämna vilket innebär att lågpunkter uppstår utan möjlighet till avrinning. I Figur 2 visas det område där huvuddelen av åtgärder föreslås genomföras.



Figur 2. Områden vid Rödäng där vatten blir stående vid kraftiga regn är markerade med röd ring.

Ett antal kortare och längre gatuavsnitt i bostadsområdet har identifierats förhindra avrinning. Åtgärder i form av profiländring har studerats för de gatuavsnitt som bedömts ha störst inverkan på möjlighet till avrinning. För att konsekvenserna på omgivande tomter och omgivande mark inte ska bli alltför omfattande har minimilutningen i längsled på gatorna satts till 0,25%. Det är mindre än det som normalt förutsätts vid gatuprojektering men bedömdes i detta projekt vara tillräckligt. På några korta sträckor uppnåddes inte målsättningen. Föreslagna profiljusteringar redovisas i Figur 3.

I en eventuell framtida detaljprojektering behöver höjdsättningen studeras mer ingående samtidigt som hela området bör ses över. Flera av de åtgärder som föreslås inom gata eller parkmark omfattar mark som ägs privat. Detta innebär att samverkan mellan kommunen, privata fastighetsägare och samfällighetsföreningen behöver genomföras för att åtgärder ska kunna genomföras.



Figur 3. Förslag till profiljusteringar av gata, anläggande av diken, kulvert samt tillfällig vall för att underlätta avrinning från Rödäng.

Anpassningar Rödängsvägen (rött streck i Figur 3)

Rödängsvägen utgör idag en barriär för avrinning mot Tvärån. En förenklad utredning har gjorts för att se vilka åtgärder/profiljusteringar som krävs för att ta bort barriäreffekten och skapa naturlig avrinning mot Tvärån. Föreslagen sänkning varierar mellan 0,15 m och 1,0 m längs sträckan. Förändringen avser hela sträckan på Rödängsvägen från väster till den punkt i öster där vägen korsar Tvärån. Intilliggande GC-väg har inte utretts men kommer att behöva motsvarande förändringar som Rödängsvägen.

Profiljusteringar längs gator och GC-vägar (se röda streck och pilar i Figur 3)

Till Rödäng kommer man via Rödängsvägen och den cykelväg som löper parallellt. Profilen på gator och GC-vägar som ansluter till Rödängsvägen har justerats så att de lutar 0,25% mot Tvärån (röda pilar i Figur 3). Förändringarnas längd varierar mellan 10–70 m och i höjd sänks gatunivån som mest 55 cm. Inom bostadsområdet behöver lågpunkter på gator och GC-vägar byggas bort (röda streck i Figur 3). För det behövs nivåjusteringar på +-20 cm. I detta projekt har 1 030 m identifierats. Samtliga gator och GC-vägar inom Rödäng rekommenderas få en översyn.

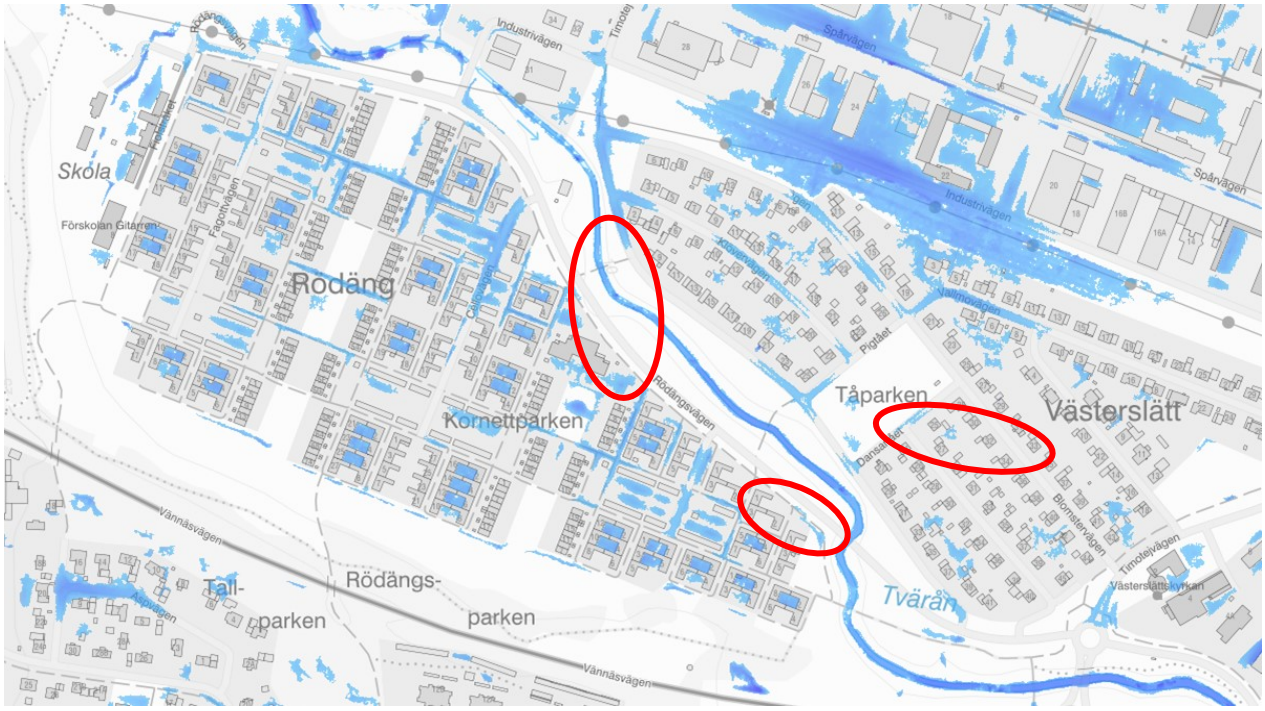
Diken inom grönytor i bostadsområdet (se A i Figur 3)
På grönytor inom bostadsområdet föreslås diken för avledning av dagvatten. I denna utredning har 330 m dike (fördelat på tre olika platser) skapats med djup mellan 30–75 cm.

Avskärande diken och kulvert (se B i Figur 3)
För att avlasta området från avrinning från högre omgivande mark föreslås avskärande diken väster och söder om bostadsområdet med utlopp i Tvärån. För att inte skapa djupa diken med stor utbredning föreslås en del av det södra diket att kulverteras. Ett grunt avskärande dike anläggs ovanpå. Den kulverterade delen är ca 300 m, trummans dimension föreslås få diametern 600–800 mm. Det öppna diket i söder görs ca 900 m långt med ett dikesdjup om 0,5–1,0 m. Diket i väster blir ca 450 m långt och djupet varierar mellan 0,6-1,0m.

Tillfällig vall längs Rödängsvägen (se C i Figur 3)
Till dess att en långsiktig lösning finns på plats avseende avledning av Tväråns höga flöden (vid snösmältning och höstregn) kan en tillfällig vall byggas längs Rödängsvägen från busshållplatsen längst i väster till där Tvärån rinner under Rödängsvägen. Den kan förslagsvis utföras som en tät vall till vilken en ledning med backventil av typ WaStop eller likvärdigt ansluts för avledning till Tvärån. Mellan Rödängsvägen och vallen behövs ett dike för avledning av vatten.

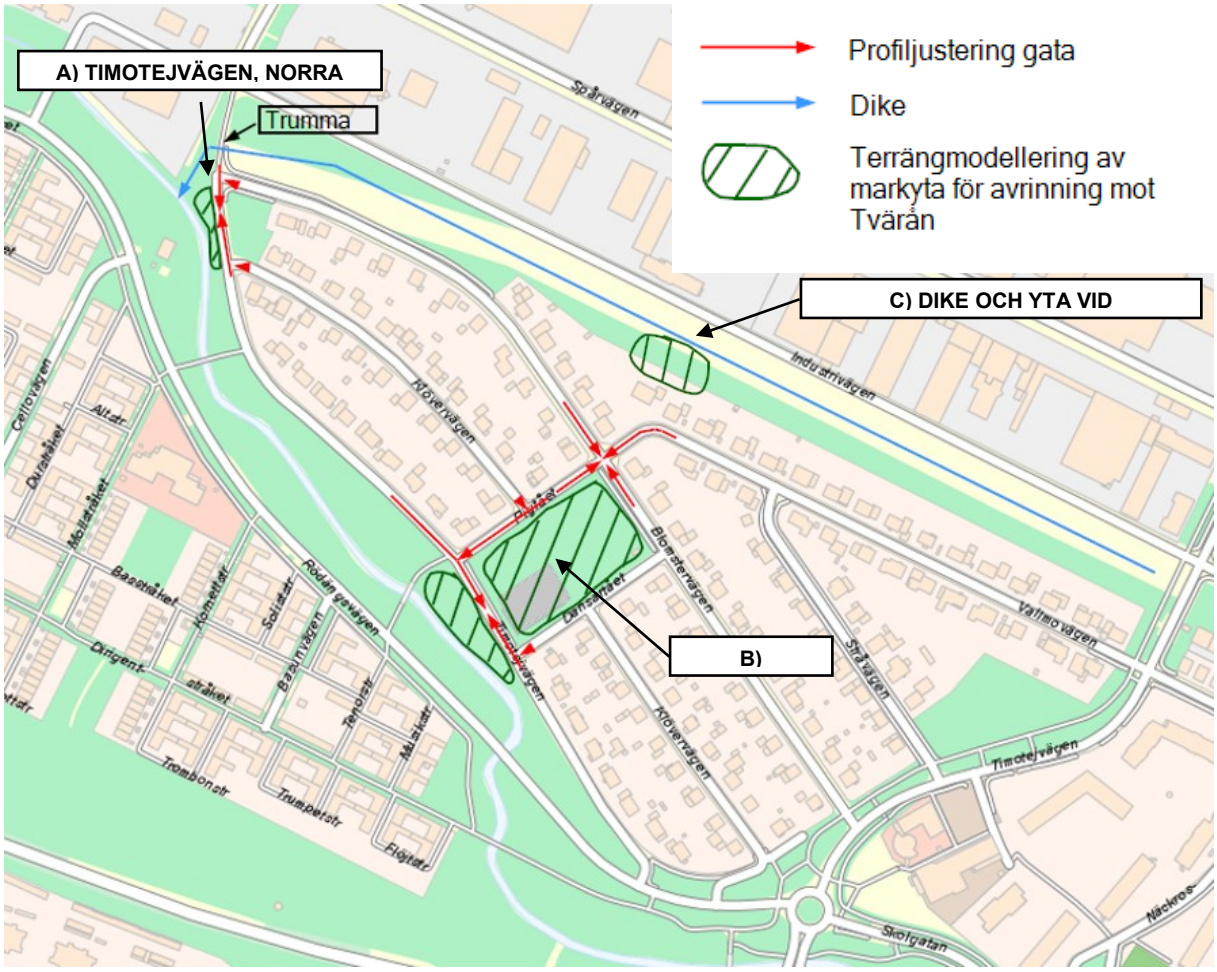
Västerslätt

I bostadsområdet finns villagator med gångbanor mot tomterna. Inom området har tre huvudsakliga punkter identifierats där vatten blir stående vid kraftiga regn. Dessa är markerade i Figur 4.



Figur 4. Områden vid Västerslätt där vatten blir stående vid kraftiga regn är markerade med röda ringar.

Åtgärder i form av profiländring av gator har studerats. För att konsekvenserna på omgivande tomter och infarter inte ska bli alltför omfattande har minimilutningen i längsled på gatorna satts till 0,25%. Det är mindre än det som normalt förutsätts vid gatuprojektering men bedömdes i detta projekt vara tillräckligt. Föreslagna profiljusteringarna visas i Figur 5.



Figur 5. Förslag till profiljusteringar av gata, anläggande av dike och trumma samt modellering av ytor för att underlätta avrinning från Västerslätt.

Timotejvägen, norra delen (se A i* Figur 5*)

I nordväst föreslås en lågpunkt på Timotejvägen till vilken vatten kanavledas. En 85 m lång sträcka justeras och sänks som mest 30 cm. Ytan mot Tvärån (se grön rastermarkering i Figur 5) modelleras sedan så att vattnet leds ut i Tvärån. 30–70 cm nivåjustering erfordras.

Tåparken (se B i Figur 5)
Kring Tåparken föreslås profiljustering av gatan Pigtået (gatan norr om Tåparken) och delar av Vallmovägen (i förlängningen av Pigtået) men även Timotejvägen (sydväst om Tåparken och Blomstervägen) föreslås profiljusteras, se röda pilar i Figur 5.

En lågpunkt skapas i korsningen Pigtået-Blomstervägen. Befintlig korsning sänks ca 50 cm. Korsningen Pigtået-Klövervägen sänks 20 cm. Tåparken föreslås utformas att ta emot vattnet från korsningarna och leda det mot Timotejvägen. Vattnet kan exempelvis ledas genom Tåparken via dike/lågpunkter. En lågpunkt skapas även på Timotejvägen mitt för Tåparken och markytan mellan Timotejvägen och Tvärån (se grön rastermarkering i Figur 5*)* modelleras för att möjliggöra att vattnet rinner över Timotejvägen till Tvärån. Timotejvägen sänks som mest ca 75 cm och befintlig gräsyta som mest 60 cm.

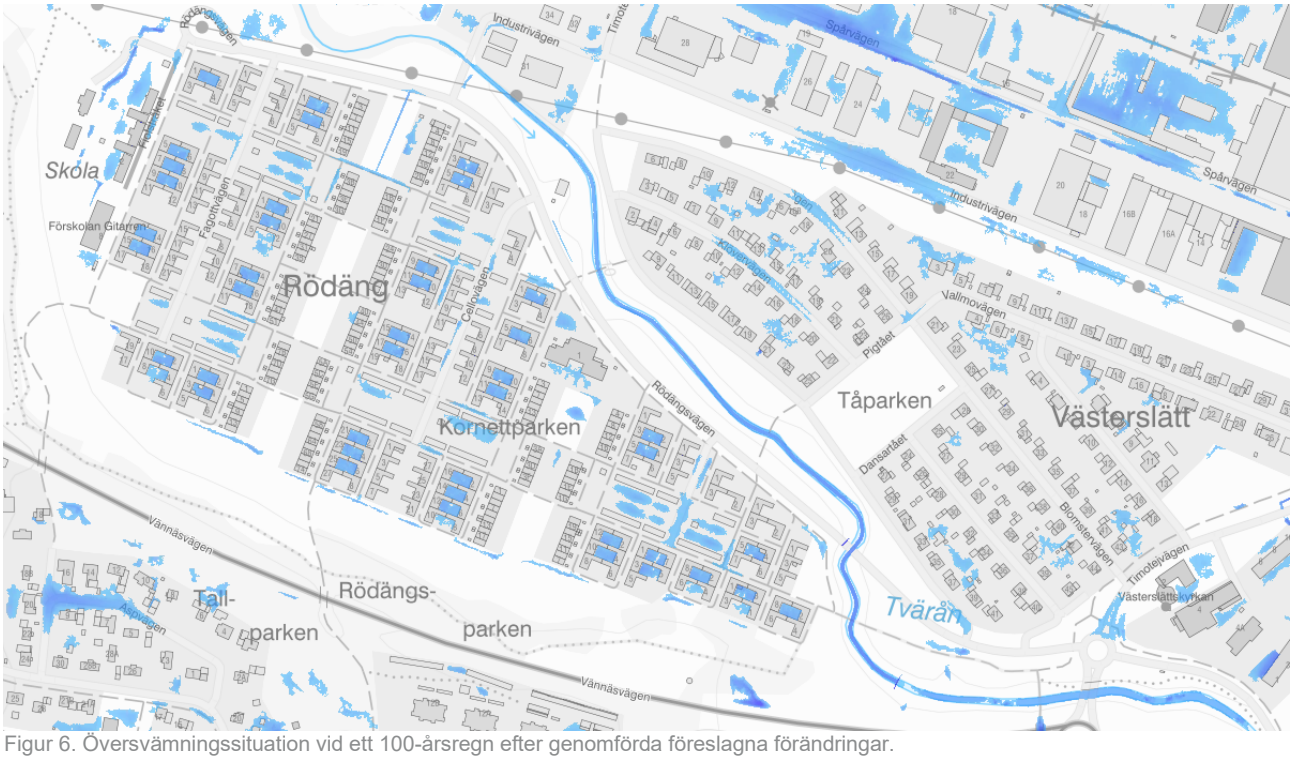
Dike och yta vid Industrivägen (se C i Figur 5)
Både norr och söder om Industrivägen blir vatten stående efter ett kraftigt regn. Ett dike föreslås anläggas längs Industrivägen med utlopp till Tvärån enligt Figur 5. Diket blir ca 800 m långt och får ett djup om 0,6-1,5 m. En trumma läggs under GC-vägen som förbinder industriområdet med bostadsområdet (se markering vid A i Figur 5*)*. En modellering av ytan mellan det tillskapade diket och de fastigheter som får kvarstående vatten på tomten föreslås. Marknivån mot tomterna bedöms behöva förändras 0,2–0,7 m.

I en eventuell framtida detaljprojektering behöver höjdsättningen studeras mer ingående samt att hela området bör ses över.

Slutresultat

Baserat på det underlag i form av höjddata som legat till grund för föreslagna profiljusteringarna samt utifrån de förutsättningar avseende lutningar som bedömts rimliga att utgå ifrån har simuleringar av översvämningssituationen efter utförda åtgärder genomförts. I Figur 6 visas förväntad översvämningssituation vid ett 100-årsregn efter genomförda föreslagna förändringar.

Det är viktigt att beakta att utredningen inte har studerat hur marken kring berörda fastigheter kan byggas om med hänsyn till att gatorna profiljusteras.



Figur 6. Översvämningssituation vid ett 100-årsregn efter genomförda föreslagna förändringar.

Fortsatt arbete

Vid en eventuell framtida detaljprojektering behöver höjdsättningen studeras mer ingående med ett mer detaljerat underlag. Dels behövs inmätningar av höjder både vad gäller gatumark, parkmark samt anslutningar till fastigheter, dels behövs detaljerad information om befintliga ledningar. Utformningen mot befintliga fastigheter behöver studeras mer ingående och för det behövs detaljerad information om kantsten, trappor, träd och häckar.

Det är också viktigt att båda de aktuella områdena, Rödäng och Västerslätt, ses över i sin helhet. I den här aktuella utredningen har fokus legat endast på de gatuavsnitt som bedömts ha störst inverkan på möjlighet till avrinning.

Umeå 2024-06-14

WSP Sverige AB

Carina Hansson

PM DAGVATTENPUMPSTATION OCH MAGASIN

BAKGRUND

Området Rödäng ligger i en lågpunkt där regnvatten vid höga flöden i Tvärån inte har möjlighet att avvattnas genom självfall i dagsläget, vilket leder till omfattande översvämningar i området. WSP har fått i uppdrag att bl.a. titta på en lösning där Rödäng avvattnas med hjälp av att regnvattnet pumpas ut i Tvärån. Detta PM omfattar utredning av kapacitet och storlek på pumpar för att avvattna området samt eventuell magasinsvolym kopplat till pumpstorlek.

FÖRUTSÄTTNINGAR

Det aktuella området som inte kan avvattnas med hjälp av självfall vid höga flöden i Tvärån är beläget i nordvästra delen av Rödäng. En uppskattning har gjorts av ytorna i avrinningsområdet för att kunna karakterisera de olika ytorna och därigenom få fram en reducerad area för beräkning av flödet från området vid olika regntyper. En anslutningspunkt är antagen vid områdets lägsta nivå mot Tvärån.



	Avrinningsområden	Avrinningskoefficient	Area (ha)	Reducerad area (ha)
1	Barrblandskog	0,1	0,0007	0,00
2	Byggnader	0,9	1,4410	1,30
3	Gräsmark, frisk	0,1	0,7818	0,08
4	Hårdgjord mark inkl vägar	0,8	3,4714	2,78
5	Åkermark	0,1	0,0993	0,01
6	Lövskog	0,1	0,3640	0,04
7	Tallskog	0,1	0,9425	0,09
8	Urban grönstruktur 0-10% lummig struktur	0,2	1,6038	0,32
9	Urban grönstruktur 10-30% lummig struktur	0,2	0,0203	0,00
10				
11				
12				
	SUMMA		8,72	4,62

Figur 1: Avrinningsområdet nordvästra Rödäng

PUMPAR, FLÖDEN OCH VOLYMER

Den reducerade arean (Figur 1) är beräknad till 4,62ha.

Nedan visas en tabell på flöden vid olika varaktigheter och återkomsttider för avrinningsområdet beräknat med den reducerade arean enligt ovan samt klimatfaktor 1,3.

Maxflöde med KF		Varaktighet										
Återkomsttid, år	mån	10	20	30	40	50	60	120	240	360	720	tim min
0,5	6	511,7	341,6	263,5	217,8	187,4	165,5	103,0	64,8	50,1	33,6	l/s
1	12	641,6	427,3	328,9	271,3	232,9	205,4	126,7	78,5	60,0	39,2	l/s
2	24	805,3	535,2	411,3	338,6	290,4	255,7	156,5	95,8	72,5	46,3	l/s
5	60	1088,6	722,1	553,9	455,3	389,8	342,7	208,0	125,8	94,1	58,5	l/s
10	120	1368,4	906,7	694,7	570,6	488,0	428,7	259,0	155,4	115,5	70,6	l/s
20	240	1721,0	1139,3	872,2	715,7	611,7	537,0	323,2	192,6	142,4	85,9	l/s
30	360	1968,3	1302,4	996,6	817,6	698,5	612,9	368,2	218,8	161,2	96,6	l/s
50	600	2331,5	1541,9	1179,4	967,1	825,9	724,5	434,4	257,1	188,9	112,3	l/s
100	1200	2934,4	1939,6	1482,9	1215,4	1037,5	909,7	544,1	320,9	234,9	138,3	l/s

Figur 2: Flöden vid olika återkomsttider och varaktigheter.

Enligt tabellen Figur 2 är det värsta scenariot ett regn med 100 års återkomsttid och 10 min varaktighet. Flödet på 2 934 l/s uppstår då i anslutningspunkten.

Nedan redovisas den volym som skulle behövas för olika regnscenarion enligt ovan om ingen pumpning sker.

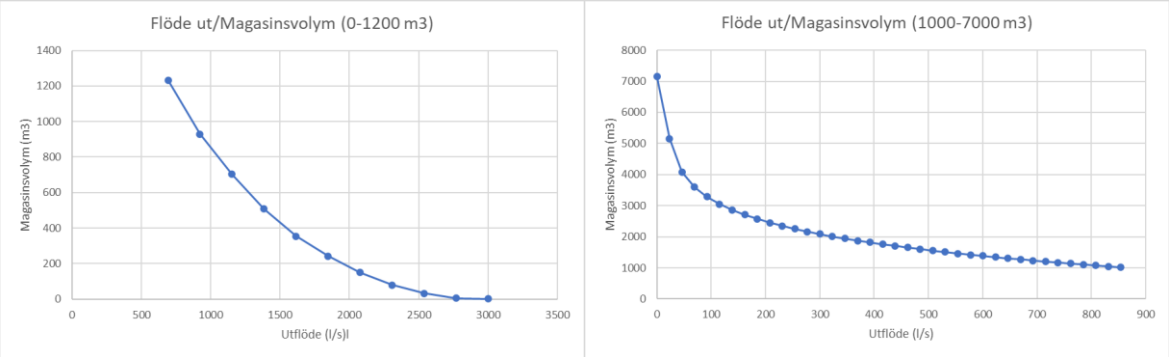
Volym med KF		Varaktighet										
Återkomsttid, år	mån	10	20	30	40	50	60	120	240	360	720	tim min
0,5	6	307,0	409,9	474,3	522,7	562,1	595,8	741,6	933,4	1082,7	1451,9	m3
1	12	385,0	512,7	592,0	651,0	698,8	739,4	911,9	1131,0	1296,8	1694,4	m3
2	24	483,2	642,3	740,3	812,7	871,1	920,4	1126,4	1380,1	1566,4	2000,0	m3
5	60	653,2	866,6	997,0	1092,8	1169,4	1233,7	1497,9	1811,3	2033,3	2529,2	m3
10	120	821,1	1088,0	1250,5	1369,3	1464,0	1543,2	1864,8	2237,2	2494,4	3051,8	m3
20	240	1032,6	1367,1	1569,9	1717,8	1835,1	1933,1	2327,1	2773,7	3075,3	3710,2	m3
30	360	1181,0	1562,9	1794,0	1962,2	2095,5	2206,5	2651,3	3150,1	3482,8	4172,1	m3
50	600	1398,9	1850,3	2123,0	2321,1	2477,8	2608,1	3127,4	3702,8	4081,2	4850,3	m3
100	1200	1760,6	2327,5	2669,1	2916,9	3112,5	3274,8	3917,9	4620,3	5074,6	5976,1	m3

Figur 3: erforderlig magasinsvolym utan pumpning

Enligt tabell i Figur 3 är det största volymbehovet vid ett regn med 100 års återkomsttid och 720 min varaktighet.

Om en pump ska avbörda hela det flöde som kommer till anslutningspunkten krävs det stora pumpar. Om ett utjämningsmagasin kan anläggas i anslutning till pumpstationen kan pumpstorleken reduceras avsevärt.

Nedan redovisas erforderlig kapacitet på pumparna i förhållande till fördröjningsmagasinets volym.



Figur 4: Magasinsvolym i förhållande till pumpkapacitet Magasin 0 - 1200 m^3 respektive 1000 - 7000 m^3.

För att reducera pumpstorleken behöver ett fördröjningsmagasin anläggas intill anslutningspunkten. Placeringen av utjämningsmagasinet är knuten till lågpunkten/anslutningspunkten till Tvärån för att kunna utnyttjas för hela avrinningsområdet. Alternativt kan flera mindre magasin anläggas inom eller intill avrinningsområdet men pumpstationens placering är knuten till anslutningspunkten till Tvärån.

Storleken (volymen) på magasinet reducerar pumpstorleken avsevärt, se Figur 4.

Intill anslutningspunkten finns en grönyta på 1200 m^2 som t.ex. skulle kunna användas som ett utjämningsmagasin, se Figur 5.



Figur 5: Förslag på placering utjämningsmagasin och pumpstation

Om denna yta t.ex. kan sänkas med 1,0–1,5 kan man inom området få en utjämningsvolym på ca 1200 till 1500 m^3 vilket skulle reducera pumparnas erforderliga kapacitet från ca 3000 l/s till ca 750 l/s.

Exakt placering av pumpstation och utjämningsmagasin får utföras i vidare projektering.

UTFORMNING

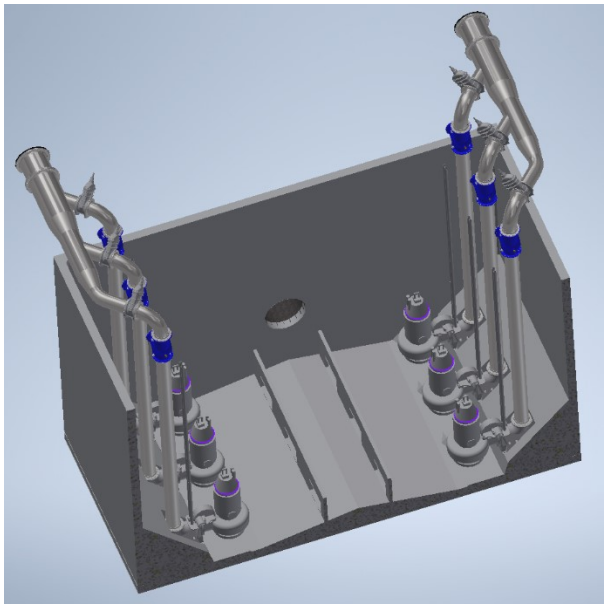
Ett utjämningsmagasin skulle t.ex. kunna anläggas för att när det inte utnyttjas smälta in i miljön enligt bilderna nedan.



Figur 6: förslag utformning utjämningsmagasin.

Pumpstationen förses med fördel med flertalet dränkbara centrifugalpumpar som tillsammans har erforderlig kapacitet för att klara av att avbörda det vatten som kommer till utjämningsmagasinet. Pumparna kan då var för sig avbörda mindre volymer och stegvis kopplas in allt eftersom nivån i utjämningsmagasinet stiger. På detta sätt säkerställer man att pumparna genom alternering motionskörs även vid mindre regnmängder och sannolikheten ökar att de fungerar när de verkligen behövs. Pumpstationen dimensioneras så att full kapacitet erhålls med en pump i reserv.

Nedan visas förslag på utformning av dagvattenpumpstation med ett inlopp kopplat till fördröjningsmagasin, 2 tryckutlopp till Tvärån och 6 st dränkbara pumpar, varav en i reserv.



Figur 7: förslag utformning dagvattenpumpstation med 5+1 dränkbara pumpar.

Karlskrona 2024-06-14

WSP Sverige AB

Mattias Svensson

PM Sociala konsekvenser

Bakgrund

WSP har fått i uppdrag av Umeå kommun att se över möjligheten att förändra gatuutformningen på Västerslätt och Rödäng för att underlätta avrinningen mot Tvärån vid stora regn eller regnhändelser som sammanfaller med höga flöden i Tvärån. I *PM Profiljusteringar Rödäng och Västerslätt* har WSP föreslagit möjliga åtgärder för att minska påverkan på aktuella bostadsområden vid stora regn. Åtgärdsförslagen bygger på att dagvatten kan ledas genom Tåparken, Kornettparken, Tväråparken, Rödängsparken och ett antal mindre grönytor på både kommunal och privat mark. I detta PM beskrivs de konsekvenser som kan väntas till följd av dagvattenåtgärderna sett ur ett socialt perspektiv och förslag på hur man kan balansera de olika behoven för att upprätthålla eller stärka kulturella ekosystemtjänster.

Utredningen är gjord för att identifiera möjliga åtgärder för översvämmande områden vid en regnhändelse om 100 mm, vilket motsvarar ett 100-års regn, se Figur 1.



Figur 1. Översvämningar över Rödäng och Västerslätt vid 100 mm regn visas med blå markering, källa ScalgoLive. Ungefärliga områden som fick problem med stående vatten hösten 2020 är markerade med röd linje. Dagvattenåtgärderna är koncentrerade till samma ytor.

Underlag

De åtgärdsförslag som *PM Profiljusteringar Rödäng och Västerslätt* utgår från är grundade på en laserscannad terrängmodell. I ett detaljprojekteringsskede behövs en noggrannare terrängmodell och även detaljer som kantsten, trappor, träd och häckar. Noggrannheten i det materialet som erhållits via laserscanningen har dock bedömts tillräckligt för det nu aktuella ändamålet. Information om markinnehav, parkutrustning m.m. har hämtats ur kommunens öppna kartdatabas samt hemsida.

Landskapsanalys

En enklare landskapsanalys har gjorts för att teckna en bild av nuläget avseende stadsbilden, grönstrukturen och den sociala hållbarheten. Detta i syfte att utifrån denna kunna bedöma vilka konsekvenser genomförandet av dagvattenåtgärderna kan väntas få. Analysen utgår delvis från resultatet av de enkäter gällande socialt kapital samt stadsdelsdialoger som utförts av kommunen i samband med översiktsplanearbetet.

Social stadsrumsanalys

Bostadsområdena inom Västerslätt och Rödäng är byggda på 1950- respektive 1970-talet utifrån två olika stadsbyggnadsprinciper: trädgårdsstaden/egnahemsrörelsen och miljonprogrammet[1]. Den del av Västerslätt som berörs av föreslagna dagvattenåtgärder består idag av ett lummigt och relativt glest villaområde, medan Rödäng är betydligt tätare med låg, sluten bebyggelse i form av rad- och atriumhus samt en trafikstruktur baserad på den så kallade SCAFT-modellen. En av de viktigaste riktlinjerna inom SCAFT-modellen var separering av trafikslag, det vill säga att gång- och cykelvägar skulle skiljas från bilvägar och bilvägarna i sig skulle ha olika ändamål. I och med denna trafikplaneringsmodell blev planering med återvändsgator vanligt, så kallade säckgator, vilket exemplifieras på Rödäng. Tanken var att dela in bostadsområdena i "enklaver" där trafiken endast genererades av de boende och deras eventuella besökare. Trafiken mellan enklaverna skulle ske på större matarleder placerade med visst avstånd från bostäderna, i detta fall Rödängsvägen. Från Rödängsvägen utgår tre entrégator utförda som återvändsgränder. Denna struktur ger en låg trafikintensitet inne bland bostäderna och skapar en trygg miljö där barnen kan leka fritt med grannar och lekkamrater, utan att hindras av farliga trafikbarriärer. När Rödäng byggdes var intentionen vidare att mindre lekplatser (i detaljplanen kallat ”sandlekplatser”) skulle finnas inom högst 60–70 meters avstånd från varje bostadsentré vilket torde uppfyllas då det finns ett flertal mindre lekplatser med bland annat sandlådor, rutschkanor och gungställningar på samfällighetens mark, liksom lös utrustning som studsmattor, pingisbord och fotbollsmål som står utställda här och var på gräsytorna mellan husen, även på ytor som tillhör kommunen. Större så kallade ”kvarterslekplatser” placerades dels i områdets ytterkanter, dels centralt i bostadsområdet. Sammantaget utmärker sig Rödäng därför som särskilt barnvänligt. Överlag är stadsbilden småskalig och trivsam men svår att överblicka och orientera sig i på grund av de många smala gatorna som alla har samma hierarki och den täta bebyggelsen med begränsad sikt runt hushörnen. Gränsen mellan privat och offentligt är otydlig och det kan vara svårt för utomstående att hitta till och skilja kommunens lekplatser från de som tillhör samfälligheten.

Den svenska trädgårdsstaden å andra sidan var villa- och småhusområden med måttlig täthet och inslag av offentliga byggnader, små torg med butiker och eventuellt en kyrka. Till varje bostad skulle det finnas en trädgård. I Västerslätts fall ligger dess stadsdelscentrum beläget i den sydöstra delen av området, mellan villaområdet och flerbostadskvarteren. Den övergripande strukturen i området präglas av anpassning till terrängen med mjukt utformade gatusträckningar som löper parallellt med Tvärån. Stadsbilden är lättolkad med breda gaturum och tydlig uppdelning mellan privat och offentligt. Området gränsar till Västerslätts industriområde och i den nordöstra delen av området finns ett unikt område med så kallade ”kombitomter”,

[1] https://www.umea.se/byggaboochmiljo/stadsplaneringochbyggande/stadsdelarochomraden/vasterslattochrodang.4.4ff54ec174f999469c7f6.html

där bostad kombineras med en industridel. Umeås starka utveckling märks även i denna stadsdel och just nu byggs det bostäder i form av flerfamiljshus direkt väster om villaområdet i ett kvarter kallat Rödängs trädgårdar. På sikt planeras också nya bostäder i anslutning till Västerslätts centrum. Även skolområdet på Rödäng är tänkt att utvecklas med utbyggnad av skola och förskola, en större skolgård samt bättre trafiksituation för transporter. Naturmark sätts av för dagvattenhantering.

Större delen av nuvarande hustyper inom både Västerslätt och Rödäng är privata och mer eller mindre kringgärdade av utemiljöer i direkt anslutning till boendet. På Rödäng finns även halvprivata ytor som ägs och förvaltas av samfälligheten medan de befintliga flerfamiljshusen på Västerslätt har bostadsgårdar av privat/halvprivat karaktär som ligger omslutna av bebyggelsen inne i kvarteren. De offentliga parkmiljöerna på allmän platsmark kompletterar de privata och fungerar som sociala mötesplatser som möjliggör spontana möten och där alla kan vistas på lika villkor. Tväråparken har en tydligt offentlig karaktär vars höga kvaliteter även lockar boende från andra stadsdelar. Sammantaget bedöms tillgången på gröna miljöer i dagsläget vara god men besökstrycket på de offentliga parkerna kan väntas öka i takt med att staden förtätas.

Socialt kapital

Sammantaget skapar den nuvarande stadsmiljön goda förutsättningar för byggande och upprätthållande av sociala relationer inom respektive grannskap, vilket också speglas i kommunens enkätundersökningar om socialt kapital. Dessa tyder på att Västerslätt/Rödäng har mycket högt socialt kapital, det vill säga att de är platser som kännetecknas av att där finns *”starka sociala nätverk och en hög nivå av tillit, förtroende och stöd mellan de boende*”[2]. Eftersom Västerslätt/Rödäng placerar sig i den grupp stadsdelar med det högsta sociala kapitalet i både 2006 års och 2020 års enkätundersökning kan man konstatera att det sociala kapitalet varit högt och oförändrat över tid. Att bo på en sådan plats tros vara hälsofrämjande och det finns studier som visar att de som bor i områden med högt socialt kapital har bättre hälsa än de som bor i områden med lågt socialt kapital. Socialt kapital kan således vara en indikator på social hållbarhet och genom att mäta det kan man få en uppfattning om hur socialt hållbart ett område är.

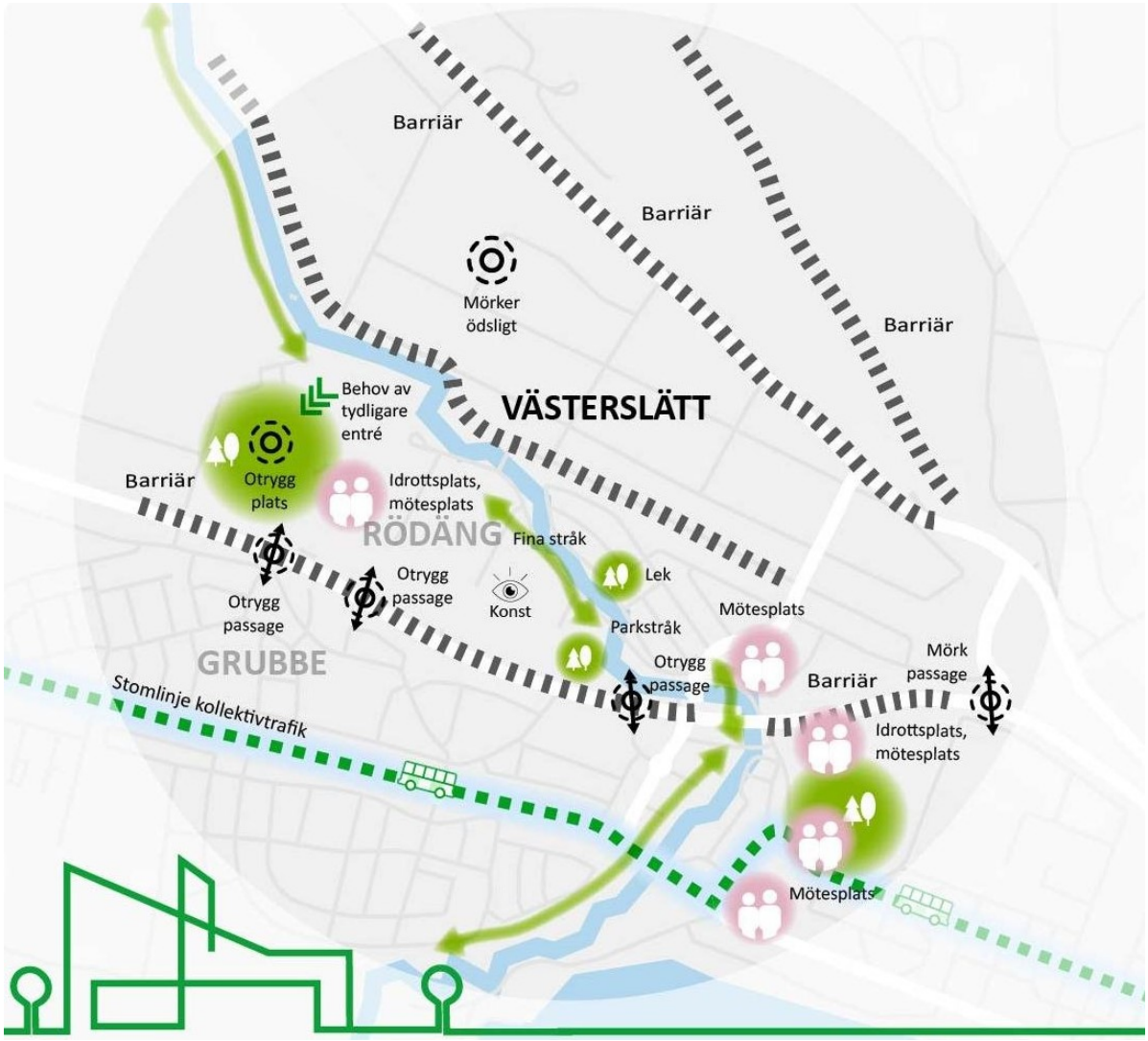
I samband med den stadsdelsdialog som kommunen genomförde under hösten 2019[3] kunde man vidare konstatera att Västerslätts centrum utgör en naturlig mötesplats och knutpunkt som är av stor betydelse inom stadsdelen, det vill säga helt i enlighet med ursprungsintentionen. Västerslättskyrkan S:t Staffan var vid tiden för stadsdelsdialogen tillfälligt nedlagd men verksamheten återupptogs under 2022, i uppfyllelse med önskemål från en stor andel av respondenterna. I övrigt visade dialogresultatet på att det finns en måttlig täthet av offentliga målpunkter, men att dessa är ”relativt få och rumsligt utspridda”, se Figur 2.

Av de idéer som framförs på kommunens hemsida gällande utveckling av social hållbarhet inom Västerslätt och Rödäng berörs grönstrukturen av följande förslag[4]:

- En strävan kan vara att sammanföra stadsdelen med grannstadsdelar genom att överbrygga barriärer och skapa tryggare kopplingar mot Väst på stan, Grubbe och centrum. Exempelvis kan de så kallade “koportarna” ägnas omsorg.
- Mötesplatser kan generellt stärkas och utvecklas.
- Park- och grönområdena längs Tvärån kan utvecklas och kompletteras för att åstadkomma ett än bättre stråk och tydligare länka till intilliggande stadsdelar. Sträckan berörs också av initiativ

[2] https://www.umea.se/download/18.ad5775117f4981db04634/1646380436676/Bilaga%205D:%20Nul%C3%A4gesbeskrivning%20f%C3%B6r%20social%20h%C3%A5llbarhet_november%202021.pdf (201117)
[3] https://www.umea.se/byggaboochmiljo/stadsplaneringochbyggande/stadsdelarochomraden/vasterslattochrodang/stadsdelsdialogvasterslattochrodang.4.4ff54ec174f999469cc86.html
[4] https://www.umea.se/byggaboochmiljo/stadsplaneringochbyggande/stadsdelarochomraden/vasterslattochrodang.4.4ff54ec174f999469c7f6.html#Satyckteboende

om att koppla samman stråk som gör det möjligt att vandra till Hamptjärnsstugan från Rådhusparken.



Figur 2. Illustration rumslig analys Västerslätt-Rödäng (Bild: Umeå kommun, 2021). Bilden är beskuren.

Befintliga parkkvaliteter

I Umeå kommuns parkprogram[5] identifieras elva olika kvaliteter som är viktiga för att parkerna ska kunna tillhandahålla en trivsam och fungerande livsmiljö för umeborna. Dessa är *motionsaktivitet*, *plats för fest*, *lugn och ro*, *mötesplatser*, *blomprakt*, *artrikedom*, *årstidsväxlingar*, *aktiviteter året runt*, *lek*, *vatten* och *odling*. Parkerna delas in i olika typer beroende på deras storlek och sammanhang i staden (exempelvis stadspark, stadsdelspark, närområdespark, etc.) och ska utifrån detta erbjuda ett minimum av olika kvaliteter och funktioner. Generellt gäller att ju fler kvaliteter en park tillhandahåller, desto mer välfungerande och attraktiv är den. En del kvaliteter är dock svåra att förena med andra eller kräver särskilda förutsättningar för att fungera, som till exempel odling. Kontakt med vatten klassas oftast som en mycket positiv aspekt men kan innebära en säkerhetsrisk i anslutning till lekmiljöer. Om en kvalitet saknas i en viss park kan detta ibland kompenseras genom att den förekommer någon annanstans i närområdet.

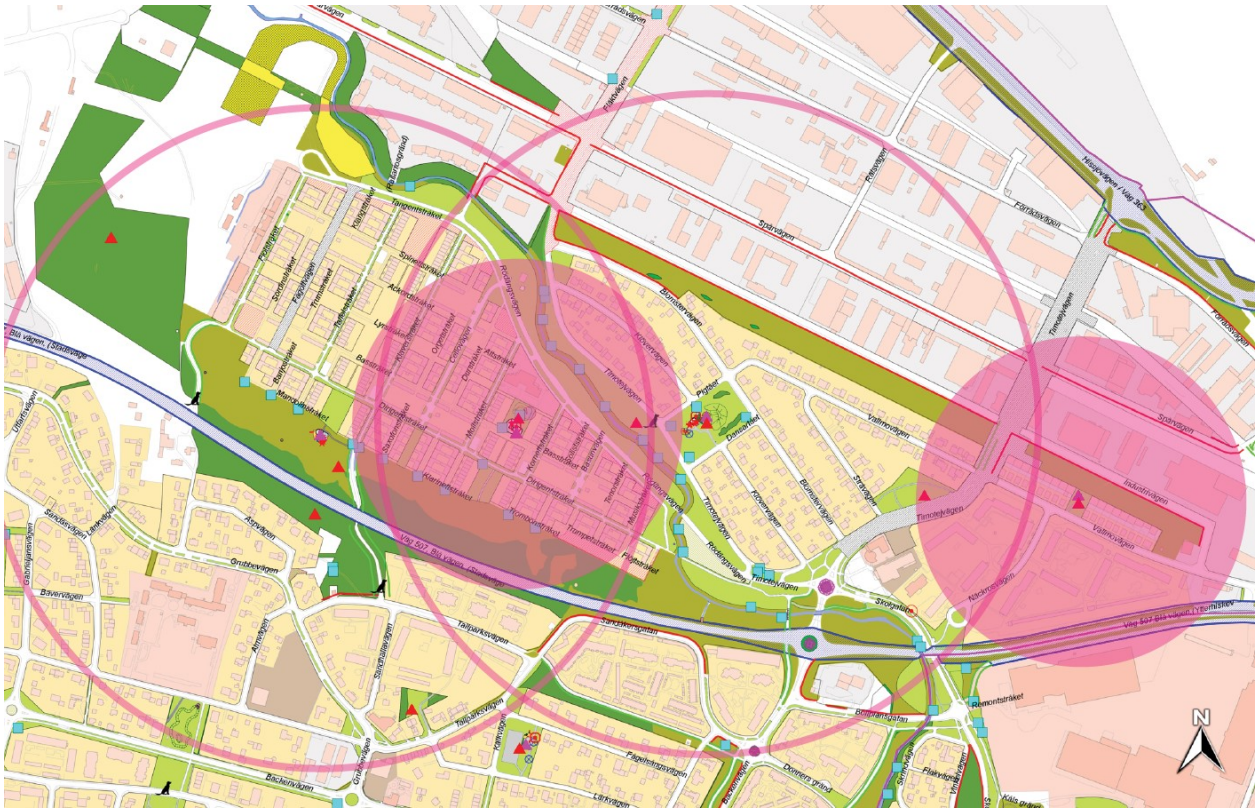
[5] Arbetsmaterial, ännu ej antaget. Uppgifter tillhandahållna i samband med annat projekt (2022).

Övergripande för Rödäng och Västerslätt kan sägas att tillgången på motionsaktiviteter och aktiviteter året runt är god, främst tack vare närheten till Rödberget och dess elljusspår. Möjlighet till arrangerade motionsaktiviteter finns bland annat på Tåparkens bollplan. Tväråparken ingår i ett rekreativt gång- och cykelstråk som sträcker sig ner till Lundåkern och i förlängningen älvspromenaden och lockar till användning året om. Artrikedomen är hög inom detta stråk då det fungerar som en spridningskorridor för en mångfald av arter, både på land, i luften och under vattenytan. En stor del av Rödängsparken respektive grönstråket söder om Industrivägen sköts som slaghackyta vilket ger en varierad örtflora där gräset tillåts gå i blom, och i Tväråparken finns en nära 3 000 kvadratmeter stor ängsyta. I anslutning till Tväråparkens norra del finns dessutom betesmark vilket ytterligare understödjer artrikedomen i området. Parkerna har funnits så länge att många träd, både grupper och solitärer, har hunnit växa sig stora och byggt upp mäktiga lövkronor. Detta ger en skyddad miljö för fåglar och gör att årstidsväxlingarna blir påtagliga i takt med att löven bildas och förändras över växtsäsongen. Behovet av odlingsmöjligheter på kommunal mark bedöms vara lågt då detta i stor utsträckning kan tillgodoses på privat mark.

Parkmiljöerna utgör i sig mötesplatser för barn och vuxna och kan nyttjas både för festliga tillställningar liksom en stunds lugn och ro. Rödängsparken klassas som bullerpåverkad av Blå vägen med ett dygnsmedelvärde på 55–60 dBA i större delen av parken, men resterande parkområden har relativt låga bullernivåer som varierar mellan 45–55 dBA. De bästa förutsättningarna för stillsam kontemplation i allmänhet finns i anslutning till Tvärån, som samtidigt erbjuder kontakt med vatten. Gräsytorna inom Tåparken, Kornettparken och Tväråparken sköts som bruksgräs, vilket innebär att de ska hållas till en klipplängd som möjliggör spontana aktiviteter som picknick, lek och spel samt ställer krav på en robust markunderbyggnad som varken är ojämn eller vattensjuk.

Vad gäller lek så bär de kommunala parkerna generellt en viktig funktion i att tillgodose barnens behov av lekmiljöer som understödjer fysisk aktivitet. Kommunens riktlinjer anger att alla barn ska ha tillgång till stimulerande och utvecklande lekmiljöer på parkmark, naturmark och lekplatser inom 250 meter till bostad och utan barriärer som upplevs hindrande för barn[6]. Lekmiljöer är ett brett begrepp och definieras som *”alla platser för barns lek”.* De behöver inte vara iordningställda eller gestaltade utan kan finnas exempelvis i ett naturområde, under förutsättning att det inte är svårgenomträngligt eller utgör en särskilt riskfylld miljö. En lekplats däremot är en tydligt gestaltad lekmiljö som innehåller lekredskap. Om antalet barn i ett område bedöms som tillräckligt stort så bör en områdeslekplats för barn 0–9 år finnas inom ca 250 meter till barnens bostad. Vidare bör det inom varje stadsdel finnas en större stadsdelslekplats som kan fungera som utflyktsmål för barn 0–12 år boende inom en radie på ca 500 meter från densamma. Lekutrustningen i Kornettparken är anpassad för mindre barn och faller inom definitionen för närområdeslek, medan Tåparken och Rödängsparken nyligen har försetts med lekutrustning som inspirerar och utmanar barn upp till 12 år vilket gör att de kan klassas som stadsdelslekplatser, se Figur 3. Utöver dessa finns en liten lekutrustning för barn upp till ca 3–5 år placerad i Vallmoparken i den östra delen av Västerslätt. För att denna ska kunna kategoriseras som en närområdeslekplats och duga för barn upp till 9 år behöver den dock förses med ytterligare lekvärden. Rödberget fungerar som en naturlig lekmiljö som kompletterar de programmerade ytorna mellan bebyggelsen.

6 https://www.umea.se/upplevaochgora/idrottmotionochfriluftsliv/friluftslivochmotion/lekplatser/riktlinjerforlekplatser.4.27a2de8b172da059ace132.html



Figur 3. Tillgång på lekmiljöer inom Rödäng och Västerslätt. Områdeslekplatser är markerade med fylld rosa cirkel motsvarande en radie om ca 250 meter. Rosa linje markerar ett upptagningsområde om ca 500 meters radie från stadsdelsleken i Tåparken.

Dagvattenproblematik och föreslagna åtgärder

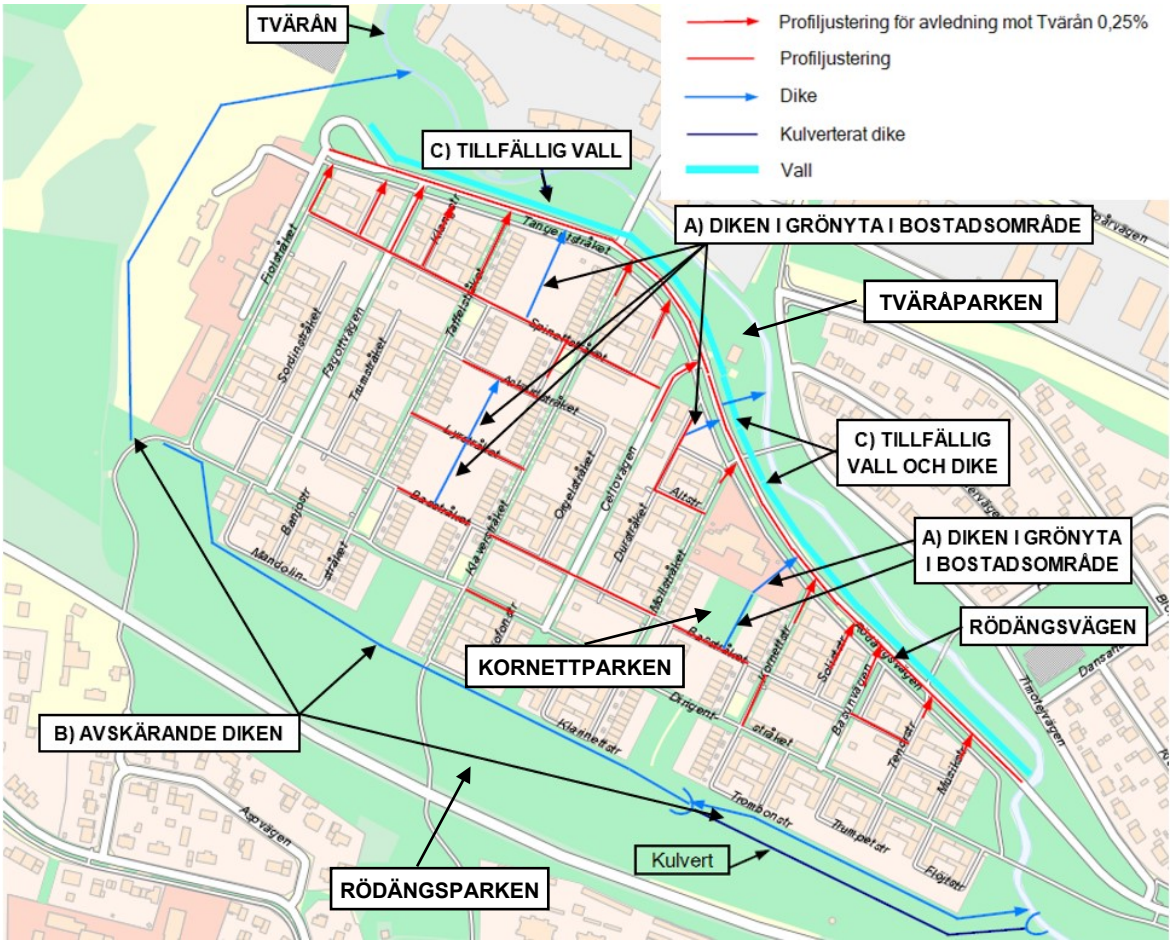
Västerslätt och Rödäng påverkas i nuläget av marköversvämningar vid stora regn eller höga flöden i Tvärån. Vatten blir stående på gator eller i lågpunkter vilket leder till skador på både infrastruktur och privat egendom, med stora samhällskostnader som följd. Översvämningarna leder även till ytterligare föroreningar av Tvärån, som enligt Umeå kommuns egen bedömning är mycket känslig för miljögifter och näringstillförsel. Med anledning av detta inledde kommunen 2017 ett särskilt tillsynsprojekt för Tvärån[7].

I *PM Profiljusteringar Rödäng och Västerslätt* ger WSP har WSP översiktligt studerat ett antal åtgärdsförslag med fokus på de gatuavsnitt som bedöms ha störst inverkan på möjlighet till avrinning. Åtgärdsförslagen sammanfattas kortfattat nedan. Det är dock viktigt att beakta att utredningen inte har studerat hur marken kring berörda fastigheter kan byggas om med hänsyn till att gator och parker justeras. Vid en eventuell framtida detaljprojektering behöver höjdsättningen därför studeras mer ingående utifrån ett mer detaljerat underlag, både vad gäller gatumark, parkmark och anslutning till omgivande fastigheter samt befintliga ledningar. Det är också viktigt att båda de aktuella områdena, Rödäng och Västerslätt, ses över i sin helhet.

7 https://www.umea.se/byggaboochmiljo/naturvardparker/sjoarkustochvattendrag/vattenkvalitetochekologiskstatus/tillsynsprojekttvaran.4.1b4d24fb1752122eb842129.html

Förslag åtgärder Rödäng

Gatustrukturen inom Rödäng utgörs av smala och bitvis ojämna lokalgator respektive gång- och cykelvägar. Ojämnheterna bildar lågpunkter där dagvatten ansamlas utan möjlighet att ta sig vidare. För att adressera dagvattenproblematiken föreslår WSP åtgärder i form av profiljusteringar av gator, anläggande av diken och kulvert, se Figur 4.



Figur 4. Förslag till profiljusteringar av gata, anläggande av diken, kulvert samt vall för att underlätta avrinning från Rödäng.

Anpassningar Rödängsvägen (rött streck)

Rödängsvägen utgör idag en barriär för avrinning mot Tvärån. En förenklad utredning har gjorts för att se vilka åtgärder/profiljusteringar som krävs för att ta bort barriäreffekten och skapa naturlig avrinning mot Tvärån. Intilliggande GC-väg kommer att behöva motsvarande förändringar som Rödängsvägen.

Profiljusteringar längs gator och GC-vägar (röda streck och pilar)

Inom bostadsområdet behöver lågpunkter på gator och GC-vägar byggas bort. För det behövs nivåjusteringar på +-20 cm. Samtliga gator och GC-vägar rekommenderas få en översyn.

Anläggande av diken i bostadsområdet (A)

Möjlighet till anläggande av diken för avledande av vatten har studerats. Möjlighet till anläggande av totalt 330 m dike, fördelat på tre olika platser, med djup mellan 30–75 cm har studerats.

Avskärande diken och kulvert (B)

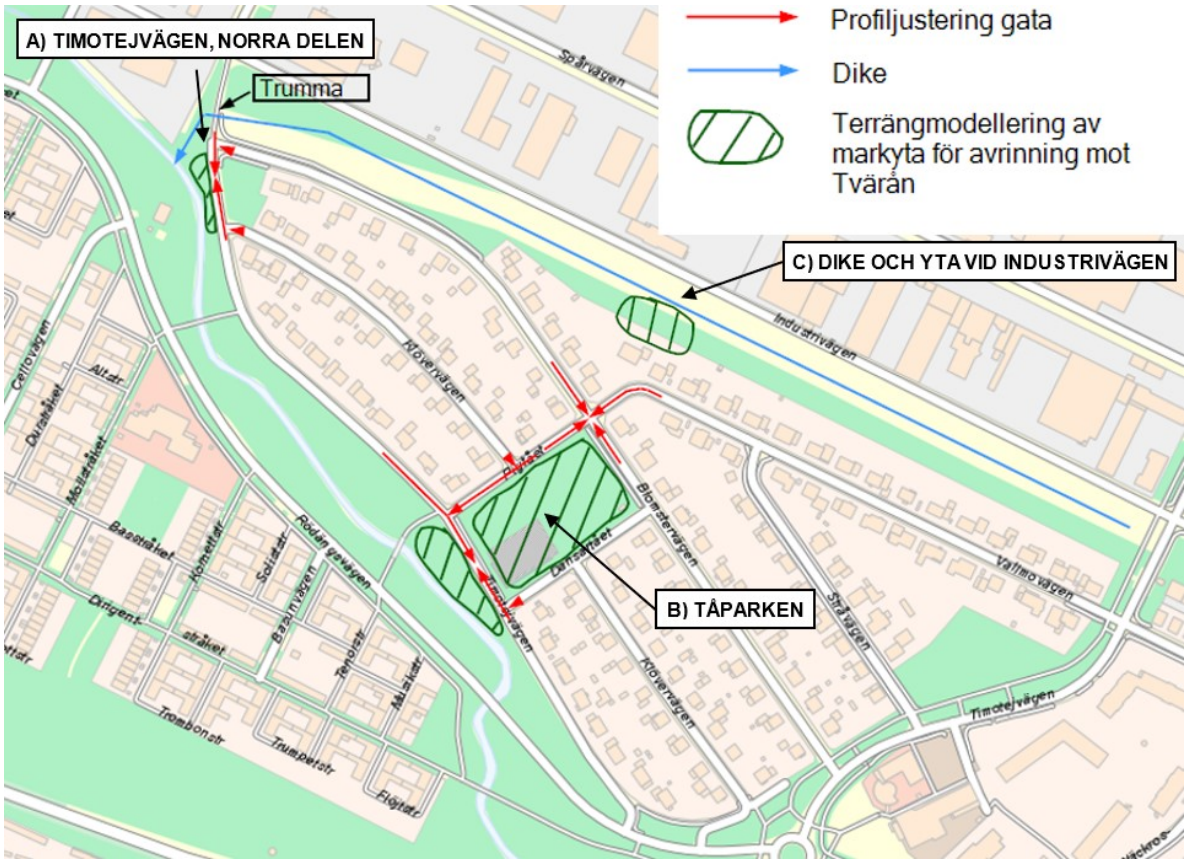
För att avlasta området från avrinning från högre omgivande mark föreslås avskärande diken väster och söder om Rödäng med utlopp i Tvärån. Det öppna diket i söder görs ca 900 m långt med ett dikesdjup om 0,5–1,0 m. Diket i väster blir ca 450 m långt och 0,6–1,0 m djupt. För att inte skapa djupa diken med stor utbredning föreslås en del av det södra diket att kulverteras. Ett grunt avskärande dike anläggs ovanpå. Den kulverterade delen är ca 300 m lång.

Tillfällig vall längs Rödängsvägen (C)

Till dess att en långsiktig lösning finns på plats avseende avledning av Tväråns höga flöden (vid snösmältning och höstregn) kan en tillfällig vall byggas längs Rödängsvägen från busshållplatsen längst i väster till där Tvärån rinner under Rödängsvägen. Mellan Rödängsvägen och vallen behövs ett dike för avledning av vatten.

Förslag åtgärder Västerslätt

Inom Västerslätt har tre huvudsakliga punkter identifierats där vatten blir stående vid kraftiga regn. Åtgärderna syftar till att förhindra detta genom att leda vidare vattnet mot Tvärån, se Figur 5.



Figur 5. Förslag till profiljusteringar av gata, anläggande av dike och trumma samt modellering av ytor för att underlätta avrinning från Västerslätt.

Timotejvägen, norra delen (A)

I nordväst föreslås en lågpunkt på Timotejvägen till vilken vatten kan avledas. Ytan mot Tvärån (se grön rastermarkering) modelleras sedan så att vattnet leds ut i Tvärån.

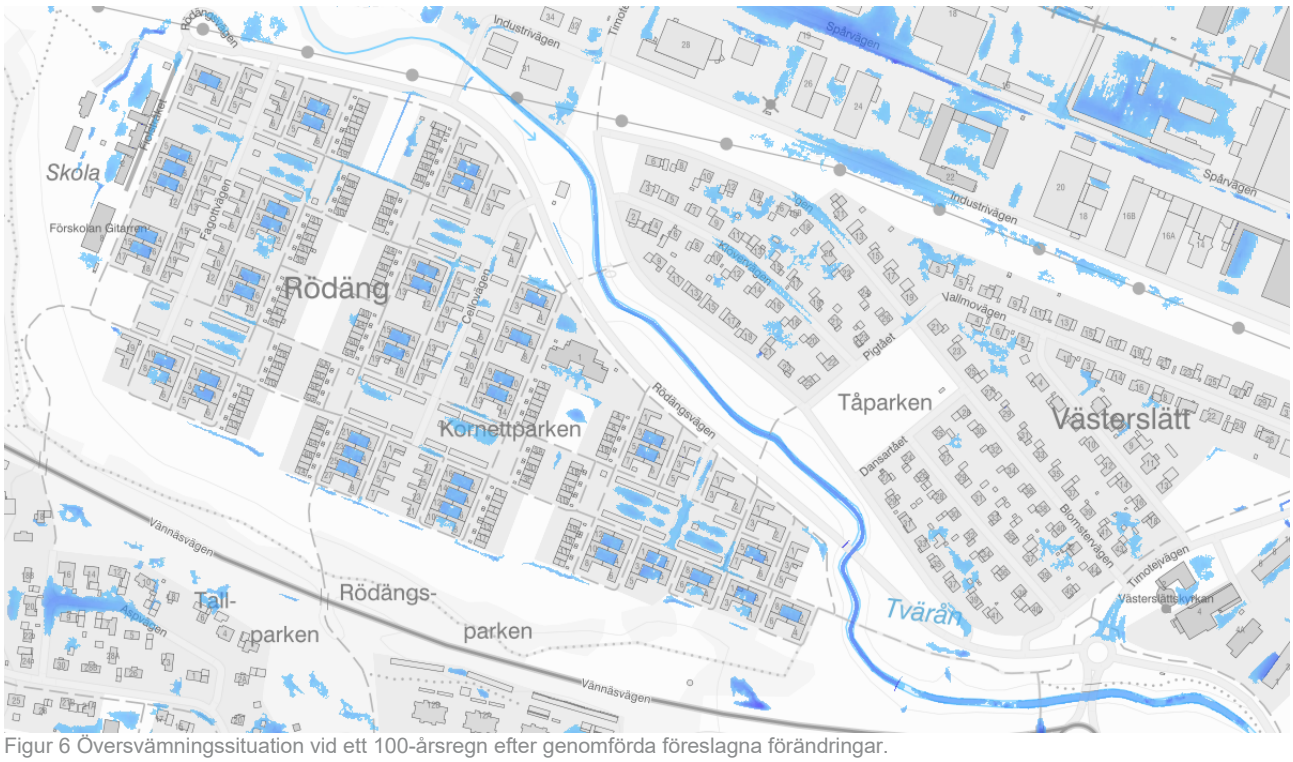
Tåparken (B)

Kring Tåparken föreslås profiljustering av gatorna främst norr om parken men justeringar föreslås även längs Timotejvägen. Tåparken föreslås utformas att ta emot vattnet från korsningarna och leda det mot Timotejvägen. Vattnet kan exempelvis ledas genom Tåparken via dike/lågpunkter. En lågpunkt skapas på Timotejvägen mitt för Tåparken och markytan mellan Timotejvägen och Tvärån modelleras för att möjliggöra att vattnet rinner över från lågpunkten till Tvärån.

Dike och yta vid Industrivägen (C)

Både norr och söder om Industrivägen blir vatten stående efter ett kraftigt regn. Ett dike föreslås anläggas längs Industrivägen med utlopp till Tvärån (blå linje). Diket blir ca 800 m långt och får ett djup om 0,6–1,5 m. En trumma läggs under GC-vägen som förbinder industriområdet med bostadsområdet. En modellering av ytan mellan diket och de fastigheter som får kvarstående vatten på tomten föreslås. Marknivån mot tomterna bedöms behöva förändras med ca 0,2–0,7 m.

I Figur 6 redovisas förväntad översvämningssituation vid ett 100-årsregn efter genomförda åtgärder (i Figur 1 visas översvämningssituationen utan åtgärder). Simuleringen visar på en kraftigt reducerad översvämningsrisk. En stor del av de föreslagna åtgärderna består av öppna dagvattenlösningar vilket möjliggör rening av vattnet innan det når recipienten och alltså minskar tillförseln av föroreningar och näringsämnen till Tvärån.



Figur 6 Översvämningssituation vid ett 100-årsregn efter genomförda föreslagna förändringar.

Kompensationsåtgärder grönstruktur

Dagvatten och skyfallshantering är en systemkritisk samhällsplaneringsfråga, som berörs av både klimatförändringar och ökade miljökrav. Traditionellt har det handlat om att leda bort vattnet så fort som möjligt men med ökade miljökrav och kraftigare skyfall måste dagvattenhanteringen förändras. Ansvaret för normala flöden av dagvatten ligger på VA-huvudmannen men eftersom dagvatten uppstår både på privat och allmän mark måste kommunen kunna hantera vattnets flöden på all mark, oavsett vem som äger den. Alla aktörer, privata som offentliga, måste bidra i åtgärdsarbetet. Umeå kommun har på sin hemsida sammanfattat de åtgärder som genomförts och planeras för att förbättra situationen vid Tvärån.[8]

Samtidigt arbetar Umeå kommun på olika sätt för att klara av en social, ekonomisk och ekologiskt hållbar utveckling och konstaterar att de tre dimensionerna är lika betydelsefulla och ömsesidigt beroende av varandra[9]. De föreslagna åtgärderna för en hållbar dagvattenhantering inom Rödäng och Västerslätt består främst av tekniska lösningar inriktade på att adressera de ekonomiska och ekologiska dimensionerna då dessa har hög prioritet på grund av den akuta situationen. Dagvattenåtgärderna innebär dock betydande ingrepp i grönstrukturen, främst i form av de öppna dagvattendikena som påverkar grönytornas utseende och funktion. Grönstrukturen bidrar idag med kulturella ekosystemtjänster[10], det vill säga alla typer av immateriella funktioner som naturen tillhandahåller. Exempel på detta är olika upplevelsevärden, naturens betydelse för människors hälsa och kognitiva utveckling, rekreation och estetiska värden. Det är därför viktigt att anpassningarna utförs på ett sätt som inte inverkar negativt jämfört med dagens situation utan allra helst tvärtom kan vändas till en tillgång.

I välfungerande, multifunktionella dagvattenlösningar kombineras synliggjorda hydrologiska processer med sociala mötesplatser och tillför värden som estetik, rekreation, platsanknytning och naturpedagogik. Att på detta sätt arbeta aktivt med kulturella ekosystemtjänster går i linje med regeringens etappmål att en majoritet av Sveriges kommuner senast 2025 ska ”*ta tillvara och integrera stadsgrönska och ekosystemtjänster i planering, byggande och förvaltning av den byggda miljön i städer och tätorter*”[11], liksom med kommunens eget dagvattenprogram. I det sistnämnda framhålls möjligheten att ta tillvara dagvatten som ett medel för resurs- och värdeskapande i staden som en av tre huvudmålsättningar, ihop med förbättrad vattenkvalitet och minskad risk för översvämningsskador[12].

Umeå kommuns formulering lyder:

> *”Vi vill möjliggöra fortsatta satsningar på offentliga rum och parker. Vattennära rekreationsområden är viktiga för Umeås utveckling. Därtill vill vi inspirera till hållbar dagvattenhantering, eftersom dagvatten berör alla och alla kan hjälpa till.”*

Under rubrikerna nedan presenteras förslag på lösningar som i enlighet med denna ambition på bästa sätt integrerar eller kompenserar för de nödvändiga dagvattenåtgärderna inom respektive stadsdel/grönområde. Dagvattenåtgärderna bygger till stor del på att det är möjligt att genomföra justeringar av markprofilen inom gatustrukturen. Varje område behöver utredas mer ingående i kommande skeden. Bättre underlag krävs i form av bl.a. inmätningar för att kunna avgöra genomförbarheten i respektive åtgärd.

[8] https://www.umea.se/byggaboochmiljo/oversiktsplanochdetaljplaner/oversiktsplan/samlad bedomningavoversiktsplanenshallbarhet/dagvatten/tvarandjupbacken.4.36f9421117a985a587f1b9c.html
[9] https://www.umea.se/byggaboochmiljo/samhallsutvecklingochhallbarhet.4.88db09b1724ee319ca253.html
[10] https://www.boverket.se/sv/samhallsplanering/sa-planeras-sverige/planeringsfragor/ekosystemtjanster/olika-typer-av-ekosystemtjanster/kulturella-ekosystemtjanster/
[11] https://www.boverket.se/sv/samhallsplanering/sa-planeras-sverige/planeringsfragor/ekosystemtjanster/
[12] https://www.umea.se/byggaboochmiljo/oversiktsplanochdetaljplaner/oversiktsplan/samlad bedomningavoversiktsplanenshallbarhet/dagvatten.4.250f9659174ae4b9794798.html

Rödäng - Profiljusteringar av gaturum

Landskapsanalysen visar att det råder otydlighet mellan privata och offentliga miljöer inom Rödäng. En stor del av de partier som omfattas av dagvattenåtgärder förvaltas av kommunens parkavdelning, inklusive mark som tillhör samfällighetsföreningen. Detta medför utmaningar sett ur förvaltningssynpunkt och det råder idag en problematik kring skötseln av de smala lokalgator som berörs av profiljusteringar på grund av det bristande utrymmet. De smala gräsremsorna mellan asfaltsytor och husliv tillhör och sköts av kommunen men används ofta av de boende för parkering av cyklar, barnvagnsförvaring och andra typer av ändamål.

Möjligheten att justera profilen på gator och GC-vägar som ansluter till Rödängsvägen så att de lutar mot Tvärån har studerats. Som mest föreslås en sänkning av gatunivån med 55 cm. Vidare behöver lågpunkter på gator och GC-vägar byggas bort. För detta behövs nivåjusteringar på +-20 cm. Hela gatustrukturen inom Rödäng rekommenderas få en översyn, men klart står att lutningsändringarna måste undersökas i detalj och kan komma att kräva olika typer av tillgänglighetsanpassningar, till exempel att man bygger ramper, trappor, stödmurar eller sluttar av gräsytor för att skapa ett fall från husfasaden ner mot gatan, vilket i så fall kräver samverkan mellan fastighetsägarna/samfälligheten och kommunen. Befintliga träd kan till följd av planerade åtgärder/utrymmesskäl komma att behöva tas bort vilket förändrar stadsbilden och tar bort de positiva aspekter som träden medför, så som årstidsaspekter, grönska och understödjande av biologisk mångfald. Möjligheten att ersätta träd med t.ex. perenn- eller buskplanteringar behöver utredas vidare. Profiljusteringarna behöver vidare samordnas med de dikesanläggningar som är tänkta att genomföras inom kvartersmark.

En lösning skulle kunna vara att kommunen efter genomförda åtgärder överlåter hela eller delar av gatustrukturen inom bostadsområdet till Rödängs samfällighetsförening, vilket är det normala. På så sätt hamnar större delen av markavvattningssystemet inom bostadsområdet hos samma markägare, samtidigt som beslutskedjorna kortas och hanteringen av träd och andra frågor hamnar närmare de direkt berörda. Åtgärden förutsätter en detaljplaneändring samt efterföljande lantmäteriförrättning.

Summering förslag åtgärder: Befintliga gatuträd (björk, syren) kommer att påverkas vid profiljusteringar. Vilken påverkan detta i sådana fall får för stadsbilden och de upplevelsevärden som finns behöver utredas vidare. Då kan också behov av att ersätta träden som ej kan vara kvar till följd av planerade åtgärder eller av utrymmesskäl utredas. Samråd mellan kommunen, privata fastighetsägare samt samfällighetsföreningen behöver genomföras för att besluta om hur åtgärder ska genomföras.

Rödäng - Kornettparken

I Kornettparken som är en närområdespark finns en lekplats med äldre lekutrustning (gungställning, gungdjur, karusell, sandbord, klätterställning med rutschkana). Här finns även parksoffor och ett parkbord. Lekplatsen inramas av buskplanteringar.

I den norra delen av parken finns ett grönområde med en höjd som används som pulkabacke. Pulkabacken är en tillgång med högt lekvärde men backen är inte lättillgänglig från lekparken (man måste klämma sig förbi mellan buskagen i parken och tomtgränserna på ömse sidor för att ta sig till den). I slutet av backen där marken planat ut finns en dagvattenbrunn som sticker upp och kan utgöra en säkerhetsrisk med risk för inåkning. Parken innehåller lekvärden för små barn från hela Rödäng. Norr om parken ligger en förskola vars utemiljö gränsar mot Kornettparken.

För att avleda vatten från gator och gång- och cykelvägen söder om parken föreslås ett dike anläggas längs Kornettparken för att avleda vatten norrut mot Tvärån. Yta för detta behöver i sådana fall skapas både längs

lekplatsen, vilket påverkar befintliga buskplanteringar, och längs pulkabacken. Det behöver utredas hur vattnet vidare kan ledas förbi förskolegårdens utemiljö.

Om ett dike anläggs här finns möjlighet att i samband med detta förbättra tillgängligheten till pulkabacken som idag ligger undanskymd och svår för utomstående att hitta till. Vidare kan dagvattenbrunnen i pulkabackens slut ses över. Vid utformning av diket behöver risk för negativa konsekvenser i form av drunkningsrisk beaktas och hanteras.

Andra alternativ som skulle kunna utredas vidare är att helt flytta lekutrustningen från Kornettparken till annan plats eller annan park och i stället nyttja Kornettparken som grönyta i kombination med ytor för dagvattenhantering.

Summering förslag åtgärder: Fortsatt utredning avseende möjlighet att nyttja Kornettparken för dagvattenhantering behövs. Vid anläggande av dike i Kornettparken eller vid genomförande av andra åtgärder för att kunna nyttja parken för dagvattenhantering kommer befintliga buskplanteringar att påverkas.

Rödäng - Rödängsparken

Mellan väg 92 (Blå vägen) och Rödäng ligger ett slingrande parkstråk som har både en rekreationsrelaterad och bullerskyddande funktion. Genom stråket går Tavelsjöleden[13] som är ca 42 km lång och som har sin startpunkt vid Umeälven nedanför Väven i centrala Umeå och slutpunkt vid Tavelsjöberget. I den västra delen av Rödängsparken ligger Klaverets lekplats med bland annat sandytor, släntrusch, gungställning och lekhus.

Det avskärande dike som redovisas som förslag i Figur 4 är redan anlagt. Tavelsjöleden påverkas inte av diket. Lekplatsen (Klaveret) är fortsatt tillgänglig. Däremot så gör diket att det blir en fysisk barriär, en vallgrav, mellan de mer offentliga områdena och bostadsområdet.

För att förstärka de rekreations- och upplevelsevärden som finns idag kan åtgärder i form av busk- och trädplanteringar samt anläggande av sittplatser i anslutning till diket ses över, särskilt i anslutning till där diket passerar de kopplingar som finns till Grisbacka. Viktigt är att se över att tillgängligheten till området inte försämras vid anläggandet av dike och kulvert.

Övriga åtgärder som skulle kunna stärka parken och dess värden, men som ligger utanför åtgärder kopplade till dagvattenhanteringen, är följande:

- Stärka kopplingar och därmed möjligheten till sociala relationer mellan boende på Rödäng och Grisbacka genom att se över GC-vägarna och koportarna mellan områdena. Detta skulle möjligen göra denna zon lite tryggare och göra det lättare för utomstående att hitta till lekplatsen.
- Möjlighet till anläggande av fler lekmöjligheter, exempelvis om lekplatsen i Kornettparken ska flyttas.
- Anläggande av vistelseytor för att utveckla naturpedagogik runt diket.
- Anlägga ett konst- och dagvattenstråk som passeras även för de som vandrar längs Tavelsjöleden.

Summering förslag åtgärder: Anläggande av busk- och trädplanteringar samt sittplatser. Se över och säkerställa tillgängligheten till grönområden och lekpark.

[13] https://www.naturkartan.se/sv/vasterbottens-lan/tavelsjoleden

Västerslätt - Profiljusteringar av gaturum

För att konsekvenserna på omgivande tomter och infarter inte ska bli alltför omfattande har minimilutningen i längsled på gatorna satts till 0,25%. Detta är mindre än vad som normalt förutsätts vid gatuprojektering men bedömds i detta fall vara tillräckligt för att åstadkomma önskvärd effekt. Åtgärderna kan komma att påverka även de delar av grönstrukturen som ligger på privat mark och möjliga lösningar för möten mot häckar och befintliga träd mm behöver studeras i detalj. Även gatuträdens rotsystem kan påverkas vid profiljusteringarna. Om åtgärder i form av byte av vägbelysning till moderna armaturer planeras kan åtgärderna samordnas. En indirekt positiv effekt av dagvattenåtgärderna blir då bättre ljusbild.

Summering förslag åtgärder: Befintliga gatuträd kan komma att kommer att påverkas vid profiljusteringar. Vilken påverkan detta i sådana fall får för stadsbilden och de privata fastighetsägarna behöver utredas vidare liksom behovet av att ersätta träden. Samråd mellan kommunen, privata fastighetsägare samt samfällighetsföreningen behöver genomföras för att besluta om hur åtgärder ska genomföras och vilka träd som ska ersättas.

Västerslätt - Tåparken

Tåparken ligger i en frilagd del av villaområdet, avsatt för allmänt ändamål i gällande stadsplan från 1958. Namnet syftar på Grisbackaböndernas kreatursväg (tå) som ledde från byn upp till fäbodställena norr om byn vilket förlänar parken en kulturhistorisk koppling. I parken finns en lekplats som uppfyller kommunens kriterier för en så kallad stadsdelslekplats, med utrustning som passar barn från 0–12 år. I parken finns även en pulkabacke samt större sammanhängande gräsytor som kan nyttjas för flexibel användning. Tidigare fanns en grusplan i den sydvästra delen som relativt nyligen lagts om till gräsmatta på grund av låg användning. Två fotbollsmål står uppställda i den bakre delen av parken. En stenmjölsstig ansluter till Klövervägen på ömse sidor om parken.

Utifrån förslag till profiljusteringar är det önskvärt att ändra lutningarna i anslutning till Tåparken för att kunna avleda vatten som uppstår vid höga flöden mot Tvärån. Förutom profiljusteringar i gata finns möjlighet att skapa lågstråk genom parken för att nyttja detta som flödesstråk. Längs lågstråket kan komplettering av parkutrustning ske för att förbättra möjligheten till lek. Det skulle exempelvis kunna vara dämmen, kvarnhjul och broar.

Summering förslag åtgärder: Anläggande av lågstråk genom Tåparken med lekutrustning för avledande av dagvatten.

Västerslätt - Grönstråk längs kraftledningsstråket längs Industrivägen

Påverkan från verksamhet inom industriområdet samt kraftledningarna i grönstråket längs Industrivägen gör detta grönstråk olämpligt för längre tids vistelse. Området måste p.g.a. kraftledningen hållas fritt från högre vegetation och vara åtkomligt för servicearbeten. Vintertid används ytan längs Industrivägen olovligen som snöupplag av fastighetsägare inom industriområdet.

Det bör vara möjligt att anlägga ett dagvattendike längs grönstråket. En yta för dagvattendike kan förslagsvis skötas som slaghackyta och möjligen skulle en fuktäng kunna anläggas här. Vidare skulle en salixplantering längs stråket kunna ta upp och rena dagvatten, samtidigt som det skapar en biologiskt värdefull miljö ihop med dagvattendiket. En salixplantering eller annan buskplantering på kraftledningens norra sida skulle även förhindra nyttjandet av ytan som snöupplag. Planteringar skulle även visuellt minska intrycket av industriområdet för de boende vid Västerslätt. Möjligen skulle även en enklare gångväg (stenmjölsstig)

kunna anläggas längs stråket. Även om grönstråket längs Industrivägen idag inte innehåller höga upplevelsevärden kan ovan föreslagna åtgärder ge viss förbättring av området som grönområde.

Summering förslag åtgärder: Anlägga stenmjölsstig samt Salixplanteringar/buskplanteringar.

Tväråparken

Som en del av det pågående arbetet utreds för närvarande framför allt två möjligheter för att minska översvämningsrisken runt Tvärån. De alternativ som utreds är följande:

A) Urgrävning (bredd och djup) av Tvärån för att öka kapaciteten i ån.
B) Skapandet av en tunnel som leder extremflödet i Tvärån förbi Rödäng och Västerslätt.

Oavsett vilket alternativ som väljs kommer entreprenaden att skapa tillfälliga störningar på vägar samt gång- och cykelstråk. Detta dels till följd av själva grävarbetena, dels till följd av upplag av material och massor samt byggvägar.

Alternativ A) med urgrävning av Tvärån innebär en betydande påverkan på den befintliga grönytan i Tväråparken vilket även innebär att den kommer att bli mindre än den är idag. Detta eftersom Tvärån kommer att få en större utbredning jämfört med idag till följd av urgrävningen. Åtgärden innebär att befintliga naturmiljövärden närmast ån går förlorade.

Om alternativ A) väljs och en urgrävning genomförs finns möjlighet att kompensera för de värden som går förlorade genom olika typer av åtgärder. Tvärån har idag på den aktuella sträckan liten variation varför den inte har goda förutsättningar för fisk att trivas i. Om urgrävning av ån ska göras kan ån ges en mer varierande karaktär. Utformningen kan göras så att det längs den aktuella delen finns variation i form av strömmande och lugna delar, delar med skugga och delar med sol. Exempelvis kan bredområden vävas in där steniga partier anläggs. Möjligheterna för fisk att trivas skulle öka. Vid en urgrävning behöver de grönytor som blir kvar och de som behöver återställas ses över. Promenadstigars och sittplatsers placering och utformning behöver ses över utifrån de nya förutsättningarna och möjligheten till rekreation kan förbättras. Även plantering av träd och buskar behöver ses över för att kompensera för de värden som går förlorade vid urgrävningen. Genom åtgärderna finns möjlighet att skapa en trivsam varierande miljö längs Tvärån. För de södra delarna av ån, nedströms Tväråparken, kan de byggvägar som anläggs i och med urgrävningen utformas så att de efteråt kan omformas till tillgängliga stråk. De kan exempelvis utformas med sittplatser för att göra vattendraget mer tillgängligt för fler närboende. Utformning av åtgärder föreslås göras samordnat med utformningen av urgrävningen. Vidare föreslås åtgärderna samsynkas med de åtgärder som föreslås i den utvecklingsplan som tagits fram för Tvärån.

Alternativ B) med anläggande av en tunnel innebär en mycket mindre påverkan på Tväråparken jämfört med alternativ A). En tunnel skulle ha som syfte att leda extremflödet, d.v.s. det vatten som tillkommer utöver det normala, förbi Rödäng och Västerslätt samtidigt som vatten upp till normalnivå fortsatt leds i Tvärån. Åtgärden med en tunnel innebär en påverkan på Tväråparken vid framför allt inlopp till tunneln. Vid inloppet till tunneln behöver en konstruktion anläggas där vatten kan rinna in i tunneln via ett överfall. Detta kan utformas på flera olika sätt. För att den ska smälta in så bra som möjligt i parkmiljön är det lämpligt att denna utförs i naturlika material. Det är viktigt att utformningen av inloppet utreds när plats för tunnelinloppet är bestämt så att gestaltningen kan anpassas till den aktuella platsen. Även vid tunnelns utlopp måste en utformning väljas som smälter in i närmiljön. Entreprenaden kommer innebära anläggande av byggvägar och röjning av växtlighet, som i detaljprojekteringen föreslås gestaltas för att kompensera för förlorade värden.

Det är även möjligt att en kombination av ovanstående åtgärder (alternativ A och B) kan bli aktuell.

Summering förslag åtgärder: Utformning och gestaltning av åtgärder föreslås göras samordnat med utformningen av urgrävningen respektive tunnels in- och utlopp. I ett detaljprojekteringsskede behöver de sociala konsekvenser av åtgärderna utredas mer i detalj. Åtgärder som innebär påverkan på mark genom t.ex. grävning/schakt ska där så är möjligt i första hand undvikas där detta innebär påverkan på värden som är svåra att återställas. Åtgärderna föreslås samsynkas med de åtgärder som föreslås i den utvecklingsplan som tagits fram för Tvärån. Det är viktigt att åtgärderna gestaltas på ett sådant sätt att de naturligt passar in i den miljö som finns vid Tvärån. För framför allt alternativ A finns stora möjligheter att genomföra kompensationsåtgärder som förbättrar miljön kring Tvärån.

Umeå 2024-06-14

WSP Sverige AB

Sari Lindvall

UMEÅ KOMMUN

PM SVÄMPLAN ÅKERMARK VÄSTERSLÄTT

2024-06-14



PM SVÄMPLAN ÅKERMARK VÄSTERSLÄTT

Umeå kommun

KONSULT

WSP
Samuel Permans gata 8
83 131 Östersund
Besök: Samuel Permans gata 8
Tel: +46 10-722 50 00
WSP Sverige AB
Org nr: 556057-4880
wsp.com

KONTAKTPERSONER

Petter Berglund
petter.berglund@wsp.com
+46 72 5271042

Maja Skotte
maja.skotte@wsp.com
+46 72 5471039

PROJEKT
Förstudie åtgärdsval Tvärån

UPPDRAGSNAMN
Svämplan åkermark västerslätt

UPPDRAGSNUMMER
10337804

FÖRFATTARE
Petter Berglund, Maja Skotte, Lars Nikell

DATUM
2023-12-01

ÄNDRINGSDATUM
2024-06-14

GRANSKAD AV
Linda Hörnsten

GODKÄND AV
Maja Skotte

INNEHÅLL

Sammanfattning 4

Bakgrund 5

Syfte 7

Tidigare utredningar 8

Befintliga förhållanden 9

Övergripande beskrivning 9

Topografi 10

Geologi 11

- SGU 11
- Förstudie åtgärdsval Tvärån 11
- Magneten 12
- Grubbe 9:21 12
- Rödbergsvägen 13
- Norra länken 13
- Slutsats 13

Hydrogeologi 14

- Förstudie åtgärdsval Tvärån 14
- Magneten 14
- Grubbe 9:21 14
- Rödbergsvägen 14
- Slutsats 14

Utformning 15

Möjlig utformning av magsinsytan 15

Förkastat alternativ 18

Modellering 20

Modelluppbyggnad 20

Flödesberäkning 22

verifiering av data från smhi 22

resultat 23

Kostnadsuppskattning 25

Bedömning av föreslagna åtgärder 26

Behov av vidare utredning 26

Slutsatser 27

Referenser 28

SAMMANFATTNING

Tvärån rinner genom bostadsområdena Rödäng och Västerslätt i västra Umeå, och vid höga flöden och regn har ån tidigare översvämmats. För att framtidssäkra bostadsområdena och minska risken för översvämningar har WSP på uppdrag av Umeå kommun tidigare tagit fram en hydraulisk modell över Tvärån. I tidigare utredningar har tjugosex olika åtgärdsalternativ simulerats varav fyra har studerats vidare i en tidigare framtagen förstudie.

Utöver de tidigare framtagna åtgärdsalternativen, har en åtgärd diskuterats gällande anläggande av en översvämningsyta på åkermarken mellan Rödäng och Norra länken. I detta PM har möjligheterna för detta utretts avseende magasineringsvolym, genomförbarhet och kostnad. Bedömningarna utgår från befintligt underlag avseende topografi, geologi och hydrogeologi samt modellering av de volymer som måste finnas tillgängliga som avlastning av vattendraget om maximalt önskat flöde i Tvärån förbi Rödäng/Västerslätt skall kunna hållas.

För att skapa en magasineringsvolym inom åkermarksområdet har en hög vall utmed den gång- och cykelväg som följer östra delen av området simulerats i SCALGO. Vallen är ca 2,5 m hög och ca 1 km lång. Mot vallen skapas ett stort vattendjup som sedan avtar västerut. En magasineringsvolym av ca 350 000 m^3 bedöms skapas.

För att kunna beräkna utnyttjandegraden (volym och återkomsttid) har SMHI:s så kallade S-Hype avrinningsmodell för delområdet konverterats till Mike+ så kallade NAM-modell. Denna har kalibrerats för att ge ett likartat resultat på avrinningen som SMHI-modellen. Den kalibrerade modellen har sedan beräknats för 110 års data på regn, temperatur och avdunstning. På detta sätt kan återkomsttider för olika flöde analyseras.

Utifrån modellering bedöms ovanstående magasin tas i bruk 73 gånger under 110 års tid. Erforderlig volym för att klara de aktuella flödena för tidperioden överstiger tillgänglig volym med en faktor 8 (2 800 000 m^3). Antalet tillfällen då 350 000 m^3 räcker till är 54 utav 73, vilket innebär att kapaciteten på föreslaget svämplan överstigs 19 gånger under den studerade 110-årsperioden. Efter att karakteristiska flöden beräknade utifrån lokala förutsättningar beställts från SMHI har det konstaterats att flödena överstiger beräknade flöden från öppna data från SMHI:s Vattenwebb. SMHI:s beräknade flöden är cirka 2,3 gånger högre än de i SMHI:s Vattenwebb. Inga nya magasineringsvolymer har beräknats utifrån uppdaterade flöden med hänsyn till att den maximala möjliga kapaciteten på svämplanet redan för tidigare beräkningar konstaterats sakna tillräcklig kapacitet för att hantera höga naturmarksflöden i Tvärån.

Varaktigheter för magasineringar upp till 350 000 m^3 är cirka 7 dagar. För maximalt beräknad volym är varaktigheten för största tillfället 5 veckor.

De geotekniska förutsättningarna gör att utformningen av vallen är något osäker, och sättningar är att förvänta.

Kostnaden för att bygga vallen beräknas uppgå till mellan 55 – 75 Mkr. Utöver detta tillkommer kostnader för återställning efter byggnation, utformning av vattenvägar (till och från) samt eventuellt löpande återställning av marken som utnyttjas.

Sammanfattningsvis konstateras att det finns flertalet nackdelar med föreslagen åtgärd, framför allt de geotekniska svårigheterna samt den otillräckliga volymen. Åtgärden bedöms inte på egen hand vara tillräcklig för att minska översvämningsproblematiken i de utsatta bostadsområdena.

BAKGRUND

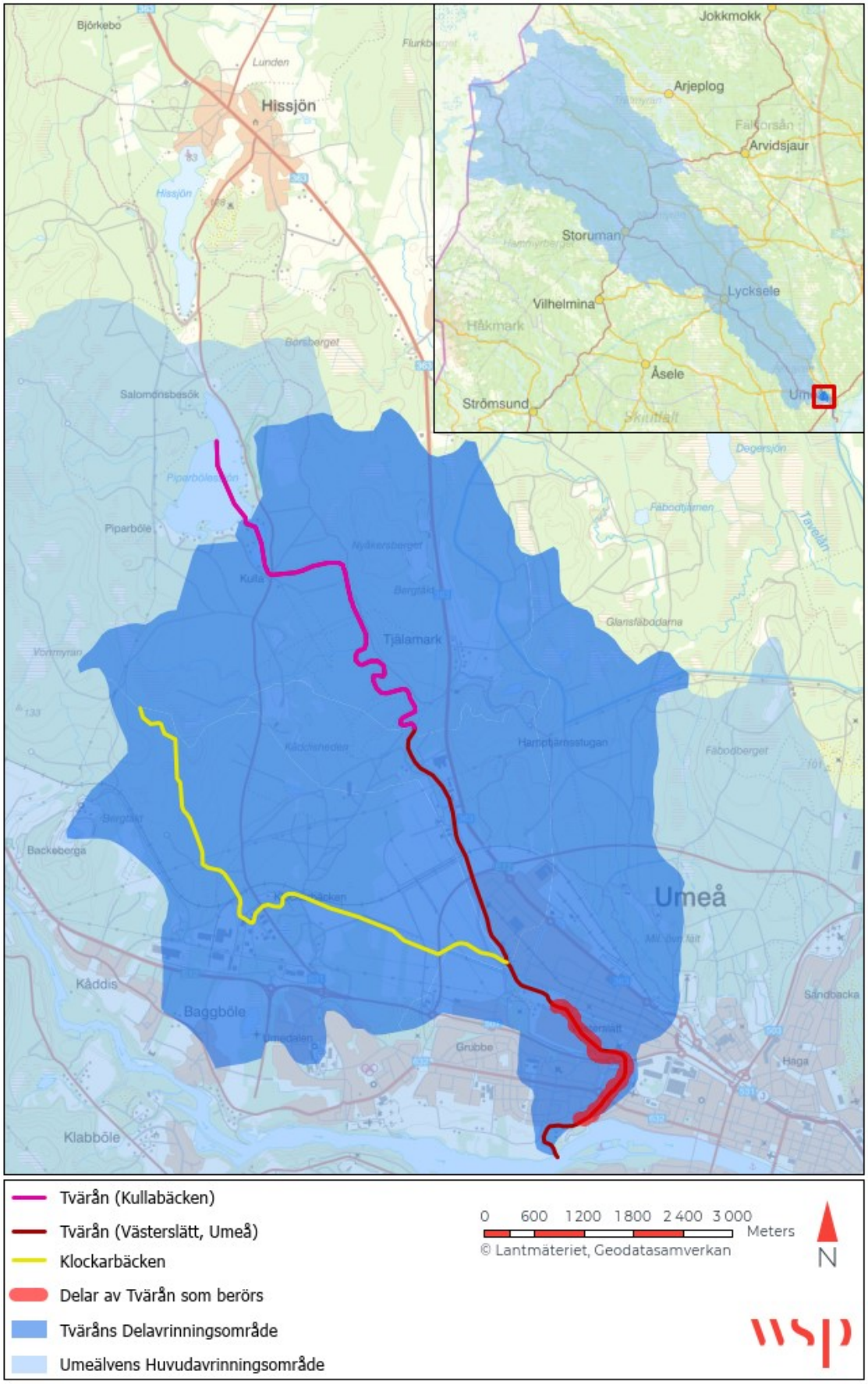
Vid två tillfällen under hösten år 2020 drabbades Umeå av kraftiga översvämningar på grund av höga flöden och regn. Därefter har arbetet med att minska översvämningsproblematiken i Umeå intensifierats, med fokus på översvämningsdrabbade vattendrag.

Tvärån är ett av de vattendrag som översvämmas vid höga vattennivåer, även vid tillfällen då det inte kommer någon nederbörd. Detta beror på att marken i åns avrinningsområde är mättad så att även små regn gör att vattennivån i Tvärån stiger så mycket att det bräddar över åns kanter, även efter att regnet slutat eller i en annan del av ån där det inte ens har regnat. Dessutom har dagvattennäten på Rödäng och Västerslätt utlopp i Tvärån och när ån har höga nivåer står ledningarna dämda. Om det kommer ett regn som ledningarna inte har kapacitet att leda bort ansamlas vattnet i lågpunkter på marken istället för att ledas vidare på ytan mot Tvärån, det finns flera instängda områden både på Rödäng och Västerslätt. Eftersom delar av bostadsområdena ligger lägre än Tväråns bankar har inte heller översvämmat vatten möjlighet att ta sig någonstans, det blir stående i lågpunkter och kan först rinna bort via rännstensbrunnar och dagvattenledningar när Tväråns nivå sjunker undan.

Att valla in Tvärån för att förebygga översvämningar vid höga flöden i Tvärån är inte en tänkbar lösning eftersom vatten då skulle ledas via dagvattenledningarna från Tvärån till bostadsområdena, samtidigt som det skulle bli ännu svårare för instängt vatten att ta sig till ån vid regn.

Tvärån börjar vid källsjöarna Piparbölessjön och Kullasjön nordväst om Umeå och mynnar i Umeälven vid Lundåkern, se Figur 1. Avrinningsområdet består mestadels av skogsmark, men i den södra delen passerar ån genom urban miljö med mycket hårdgjorda ytor. Tvärån är, till skillnad från flera andra av Umeås vattendrag, inte kulverterad utan flyter till största del öppet genom bebyggelsen i stadens västra delar. Ån har mer naturlig meandrande karaktär i de norra delarna medan fåran söderut bitvis är påverkad av rätning och rensning. Längst söderut innan mynningen i Umeälven går Tvärån i ravin.

Se alternativutredningen (WSP, 2023) för mer information om Tvärån och befintliga förhållanden.



Figur 1. Tväråns delavrinningsområde syns i huvudkartan tillsammans med dess vattenförekomster och den del av ån där det råder översvämningsproblematik och planeras för åtgärder (WSP, 2023).

SYFTE

Tvärån rinner genom bostadsområdena Rödäng och Västerslätt i västra Umeå, och vid höga flöden och regn har ån tidigare översvämmats. För att framtidssäkra bostadsområdena och minska risken för översvämningar har WSP på uppdrag av Umeå kommun tidigare tagit fram en hydraulisk modell över Tvärån. I tidigare utredningar har tjugosex olika åtgärdsalternativ simulerats varav fyra har studerats vidare i en tidigare framtagen förstudie (WSP, 2023).

Utöver de tidigare framtagna åtgärdsalternativen, har en åtgärd diskuterats gällande implementering av en översvämningsyta på åkermarken mellan Rödäng och Norra länken, se rödmarkerat område i Figur 2. Svämplanet på åkermarken skulle syfta till att åtgärda problematiken med höga naturmarksflöden i Tvärån och inte skyfallsproblematiken i Rödäng och Västerslätt. Detta PM avser att utreda möjligheterna för detta genom att via modellering av historiska flöden i Tvärån definiera erforderlig fördröjningsvolym inom åkermarken. Därutöver görs en sammanställning av befintliga förutsättningarför att anlägga en vall avseende topografi, geologi och hydrogeologi. Kostnader, genomförbarhet och riskerna med att anlägga en vall bedöms utifrån dessa förutsättningar.

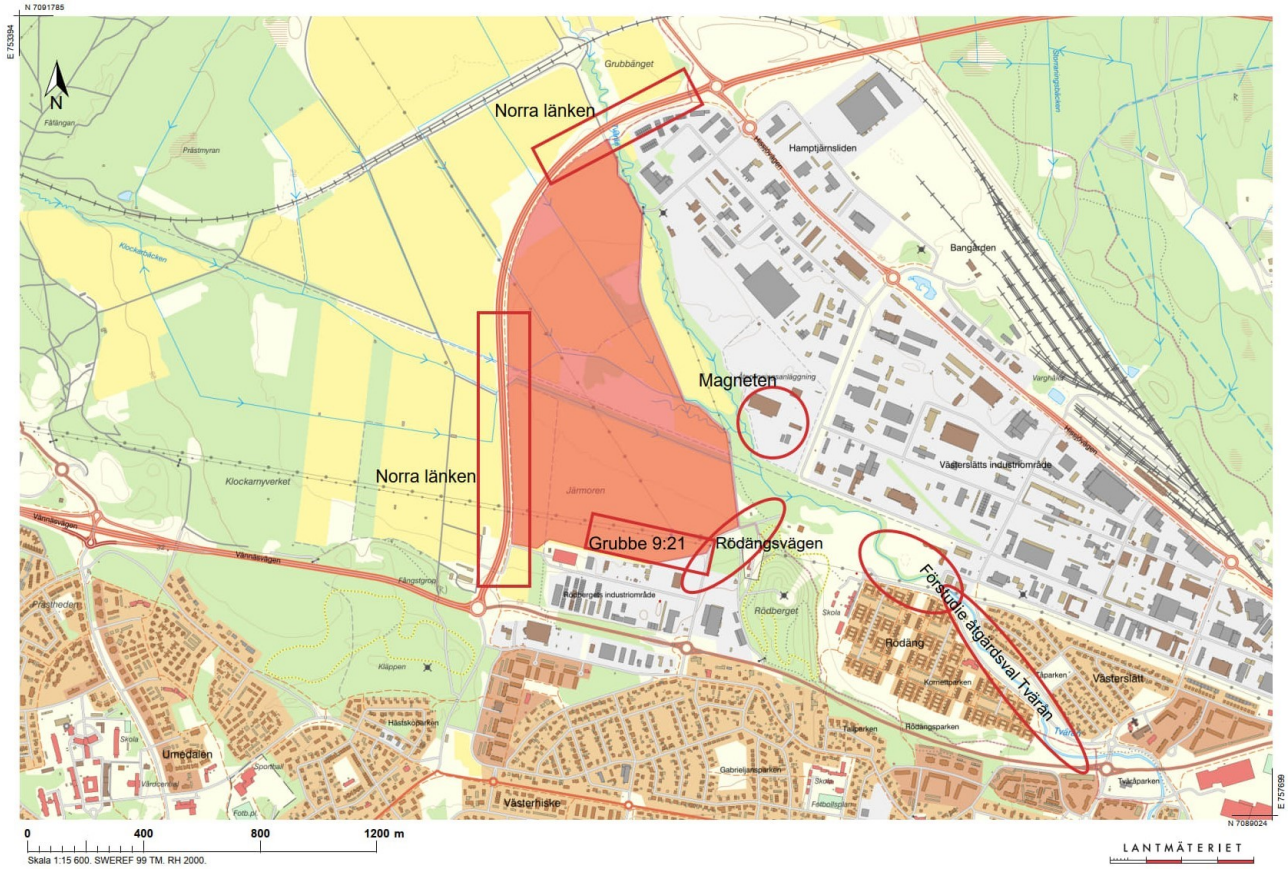


Figur 2. Aktuellt område för utredning ses markerat med rött. Tvärån rinner öster om berört område och Klockarbäcken rinner genom området i väst-östlig riktning.

TIDIGARE UTREDNINGAR

För bedömning om områdets potential som översvämningsmark har sammanställning gjort av tidigare studier inom eller i när anslutning till området. Nedan följer presentation av de utredningar som använts samt lokalisering av utredningarna (Figur 3).

- LONA-utredning av våtmarksåtgärder i Tväråns avrinningsområde
- Förstudie åtgärdsval Tvärån: I den förstudie som tagits fram för de fyra åtgärdsalternativ som utretts för att åtgärda Tväråns översvämningsproblematik har geoteknisk undersökning genomförts. Grundvattenmätningar har utförts i åtta punkter längs med Tvärån samt inom Rödäng.
- Magneten: Två geotekniska undersökningar har utförts av WSP inom kvarteret Magneten öster om Tvärån - en inom fastighet Magneten 2 år 2007 och en inom fastighet Magneten 1 år 2021.
- Grubbe 9:21: År 2011 utfördes översiktliga geotekniska undersökningar inom ett ca 5,5 ha stort område norr om Spinnvägen, i södra delen av aktuellt område.
- Rödbergsvägen: Strax intill undersökningen för Grubbe 9:21 utfördes år 2014 en geoteknisk undersökning för en förlängning av Rödbergsvägen.
- Norra länken: WSP har tagit del av ritningar från de geotekniska undersökningar som utfördes i samband med projektering av Norra länken år 2006.



Figur 3. Områden där geotekniska undersökningar har genomförts i samband med andra utredningar.

BEFINTLIGA FÖRHÅLLANDEN

ÖVERGRIPANDE BESKRIVNING

Den översvämningsyta som utreds föreslås anläggas inom åkermarken väster om Tvärån och norr om industriområdet vid Spinnvägen. I väst och norr avgränsas området av väg E12, se Figur 4.



Figur 4. Översikt över utredningsområdet. Längs med den västra utredningsområdesgränsen löper E12 och Klockarbäcken rinner genom utredningsområdet (Lantmäteriet, 2023).

I östra delen av området korsar en gångväg som sträcker sig från Rödbergsvägen i söder till Forslunda i norr. Rakt genom området i öst-västlig riktning går en gammal järnvägsbank som idag används som gångväg. Genom utredningsområdet norr om järnvägsbanken rinner Klockarbäcken i sydostlig riktning mot Tvärån. Intill Klockarbäcken finns ett våtmarksområde som ofta står torrt. Väster om utredningsområdet rinner Kolbäcken söder om järnvägsbanken.

TOPOGRAFI

Den generella lutningen är i sydostlig riktning mot Tvärån. Marknivån varierar mellan cirka +12,5 i de östra delarna närmast Tvärån och till +17,5 längs med E12. Ett område mitt i åkermarken är uppfyllt med gamla massor till en nivå av cirka +15.



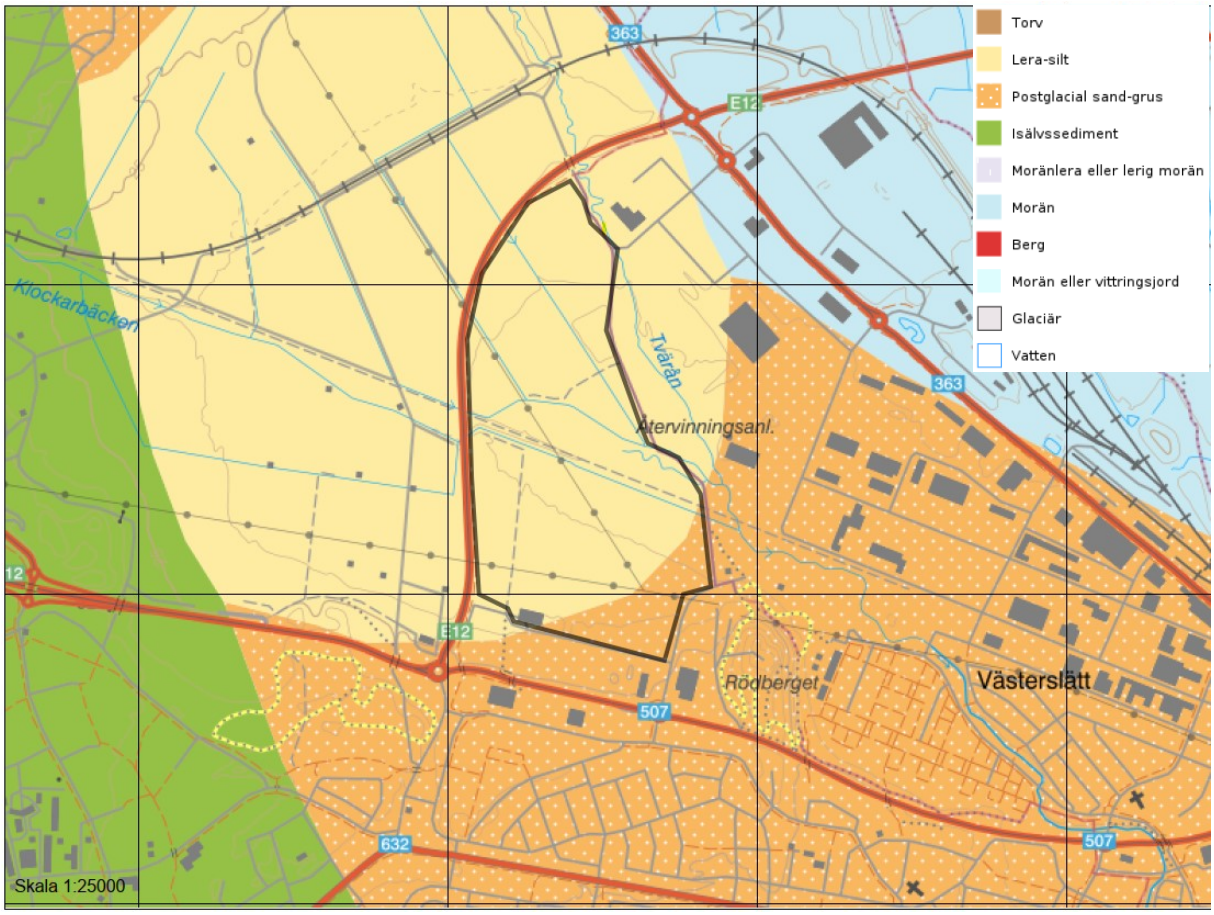
Figur 5. Topografi och höjdkurvor inom utredningsområdet (SCALGO, 2023). Ungefärlig utredningsområdesgräns är markerad i rött.

GEOLOGI

Nedan beskrivs områdets geologiska förhållanden utifrån information från SGU samt de undersökningar som presenterats i avsnittet *Tidigare utredningar.*

SGU

Enligt SGU:s jordartskarta utgörs aktuellt område främst av ler- och siltjordar, se Figur 6. I södra delen finns postglacial sand-grus. Enligt sonderingar som presenteras i SGU:s kartvisare består jordlagerföljden i nordöstra samt södra delen av sand till 0,4 m djup och därefter silt. I nordvästra delen påvisas grovsilt-finsand till 0,5 m djup, lerig grovsilt-finsand till 1,5 m djup och därefter siltig lera till 8,4 m djup.

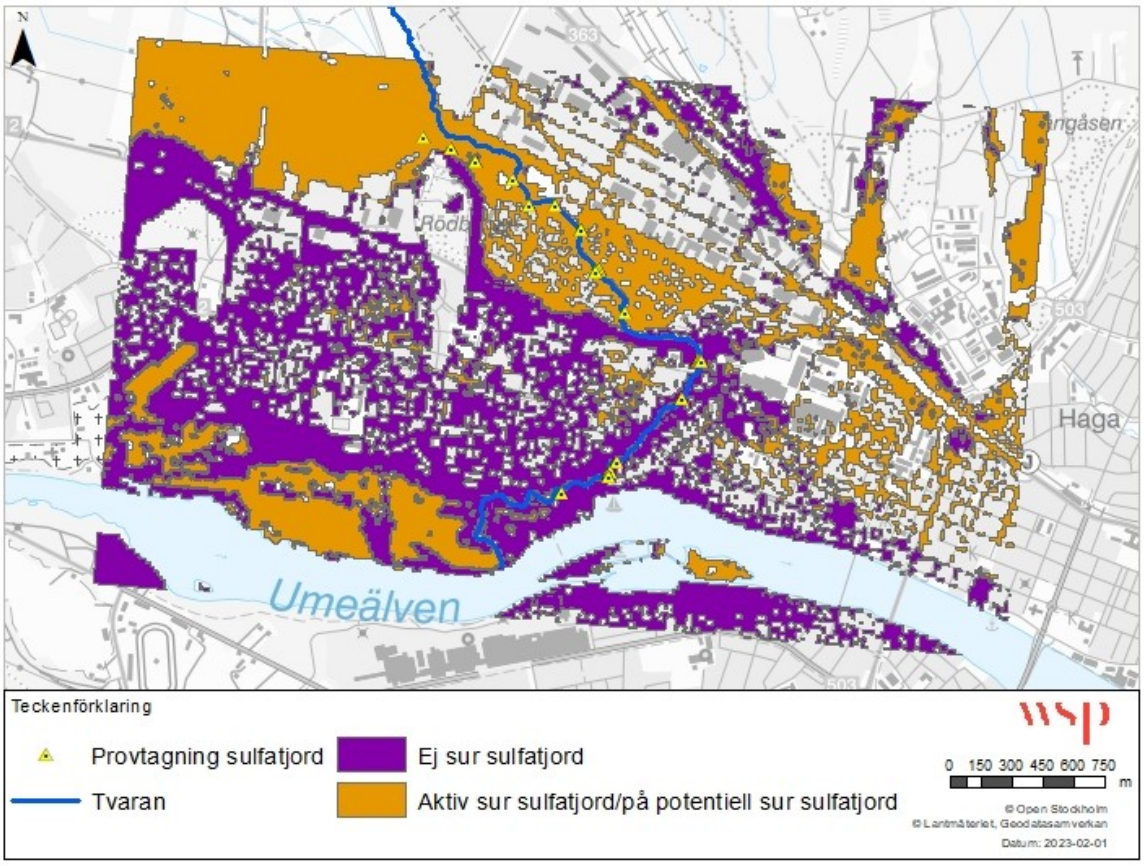


Figur 6. Jordarter inom berört område. Ungefärlig utredning av området ses markerat med rött.

Enligt kartvisaren finns aktiv sur sulfatjord ovanpå potentiell sur sulfatjord i hela området.

Förstudie åtgärdsval Tvärån

Utförda geotekniska undersökningar längsmed Tvärån visar en generell jordprofil bestående av ett topplager av sand efterföljt av sulfidsilt över morän. Sulfatjord har påträffats i ett flertal punkter, se Figur 7. Öster om Tvärån finns även stora områden med fyllnadsmassor och morän.



Figur 7. Översiktskarta av utbredningen av områden med sulfatjord (SGU) och utförda geotekniska undersökningar 2022. Endast nedre delen av aktuellt utredningsområde syns i kartan.

Magneten

Det har utförts geotekniska undersökningar på fastigheterna Magneten 1 och Magneten 2 intill Tväråns östra sida. I undersökta borrpunkter inom bägge fastigheterna utgörs jorden generellt överst av fyllning ned till 0,5–2 m djup. Fyllningens innehåll varierar och utgörs bland annat av grusig sand, grusig siltig sand, siltig grusig sand. Därefter fann man ca 0,5–1,5 m sand- och siltsediment inom Magneten 1 och ca 1 m torrskopefast sandig lerig silt inom Magneten 2 som underlagras av ca 12–13 m mycket löst lagrad sulfidsilt inom bägge fastigheterna. Inom Magneten 2 fann man därefter ca 3 m sannolikt sand- och siltsediment ovan morän medan man inom Magneten 1 fann förmodad friktionsjord.

I bägge utredningarna konstaterades att förekommande jordarter är mycket sättningskänsliga. Naturligt lagrade sediment har mycket låg lagringstäthet och risken för brott vid ökad belastning av jorden i området bedöms vara stor.

CPT-sondering visar en odränerad skjuvhållfasthet ca 2 m under markytan på ca 15 kPa som därunder gradvis stiger till 25 kPa ca 14 m under markytan.

Grubbe 9:21

Översiktlig geoteknisk markundersökning genomfördes norr om Spinnvägen inför detaljplaneskedet av området (Grubbe 9:21 m fl). Inom det undersökta området består den naturliga jorden, från markytan räknat, av 0,2–0,4 m mulljord överlagrande 0,6–1 m finkorniga torrskorpematerial (lerig silt eller lera) överlagrande 0,4–3,5 m något sulfidhaltig finsandig silt.

De ytliga skikten överlagrar ett 6,5–12 m tjockt lager sulfidhaltig lerig silt/lerig sulfidsilt vilande på fast friktionsjord. Ler-/siltlagrets tjocklek ökar mot norr.

Förekommande finkorniga sediment är mycket tjälfarliga samt sättningsbenägna. Vid mekanisk bearbetning och samtidigt vattenöverskott är de även flytbenägna. De undersökta jordarna har mycket låg relativ fasthet ned till ca 10–13 m djup under markytan.

Skjuvhållfastheten, som reducerats med avseende på sulfidinnehåll (i enlighet med SGI Rapport 69), ökar från ca 10,5–11,5 kPa mellan 3 och 5 m djup till ca 30 kPa på 11 m djup.

Rödbergsvägen

Geoteknisk undersökning utfördes på sträckan för Rödbergsvägen, längsmed ca 480 m. Undersökningarna visade på 0,5–1 meter sandfyllning av grusig eller siltig karaktär i översta lagret vid befintlig grusväg. Under fyllning och ett materialskiljande lager låg ett ca 1 meter tjockt skikt torvinblandad finsandig silt ovan ca 8 meter lerig sulfidsilt.

I åkermarken bestod jorden överst av 0,2–0,3 m mulljord ovan ca 1 m finsandig torrskorpesilt överlagrande ca 0,5 m torvinblandad finsandig lerig sulfidsilt ovan minst 13 m lerig sulfidsilt.

Skjuvhållfastheten, som reducerats med avseende på sulfidinnehåll (i enlighet med SGI Rapport 69), ökar från 10 kPa på 2 m djup under markytan till 20 kPa på 12 m djup under markytan.

Förekommande finkorniga sediment är mycket tjälfarliga samt sättningsbenägna. Vid bearbetning och samtidigt vattenöverskott är de även flytbenägna.

Norra länken

Resultaten avseende jordlagerföljderna är osäkra och baseras främst på fastheten av materialet. Undersökningarna visar på att det generellt i området finns sulfidjord på ca 3–13 m djup med ovanliggande silt/lera. På vissa platser överlagras lagret med silt/lera av vad som tros vara sand.

Jorden bedöms vara sättningsbenägen.

Slutsats

Sammanfattningsvis visar samtliga undersökningar på sättningsbenägna finkorniga jordarter som även kan vara flytbenägna. Detta bedöms vara representativt även för aktuellt område.

Sulfidjordar har påträffats i samtliga undersökningar. Skjuvhållfastheten i sulfidjordarna varierar mellan 10–15 kPa i de övre lagren och ökar till mellan 20–25 kPa på större djup.

HYDROGEOLOGI

Nedan beskrivs områdets hydrogeologiska förhållanden utifrån de undersökningar som presenterats i *Tidigare utredningar.*

Förstudie åtgärdsval Tvärån

Inför förstudien för Tvärån installerades åtta grundvattenrör längsmed Tvärån och inom Rödäng. Den mätpunkt som är belägen närmast den planerade översvämningsytan mättes vid ett tillfälle och konstaterats ha dålig funktion. Även ett annat grundvattenrör längre söderut bedömdes ha dålig funktion. Resterande grundvattenmätningar inom projektet genomfördes vid 4–5 tillfällen.

Generellt uppmättes grundvattennivåer runt 0,5–1,5 m under markytan. Inom Rödäng uppmättes dock grundvattennivåer långt under markytan (7–10 m).

Manuella mätningar av grundvattennivåer i observationsrör och inmätta nivåer av vattenstånd visar att den generella strömningsriktningen för grundvattnet i området kring Tvärån är i riktning mot ån.

Trots de stora djup grundvattenrören är installerade på ser grundvattennivån ändå ut att samvariera med vattenståndet i Tvärån. Detta kan tyda på att det saknas en tydlig gräns mellan övre och undre grundvattenmagasin. Det kan också tyda på att det tätande jordlagret mellan övre och undre magasin ligger på ett större djup än vad sonderingen kunde uppnå.

Magneten

Vid undersökning av Magneten 1 år 2021 uppmättes grundvattennivån på 0,9–1,4 m djup under markytan i installerade grundvattenrör. Grundvatten observerades i borrhål på ca 1–1,5 m djup under markytan. I tidigare utförda provgropar i området rann vatten in i provgropar på ca 0,5–1,3 m djupunder markytan vilket indikerar på högt grundvattenflöde i de ytliga skikten.

Grundvattennivån dokumenterades inte i undersökningen för Magneten 2.

Grubbe 9:21

I samband med de geotekniska undersökningarna på platsen har grundvattenytan i öppna borrhål uppmätts på mellan 0,7–1,4 m djup under markytan i tre borrhål. I ett öppet grundvattenrör har grundvatten uppmätts på 0 - 0,8 m djup under markytan. I portrycksmätaren har grundvatten uppmätts på 0–0,6 m djup under markytan.

Grundvattennivåerna varierar under året och både högre och lägre grundvattennivåer än den noterade kan förekomma. Tidigare undersökningar i området indikerar att grundvattenströmningen sker mot norr, samt att det aktuella området sannolikt tillförs rikligt med vatten som kan strömma i de ytliga sandlagren.

Rödbergsvägen

I samband med de geotekniska undersökningarna på platsen har grundvattenytan i öppna borrhål uppmätts på mellan 0,5–1,2 m djup under markytan. I ett öppet grundvattenrör uppmättes en grundvattenyta på 0,2 m djup under markytan. Vid ett tidigare tillfälle uppmättes en grundvattenyta på 0,8 meter under markytan.

Slutsats

Grundvattnet står generellt mycket ytligt inom berört område, och antas vara på liknande nivåer (0–1,5 m under markytan) inom området för översvämningsytan.

UTFORMNING

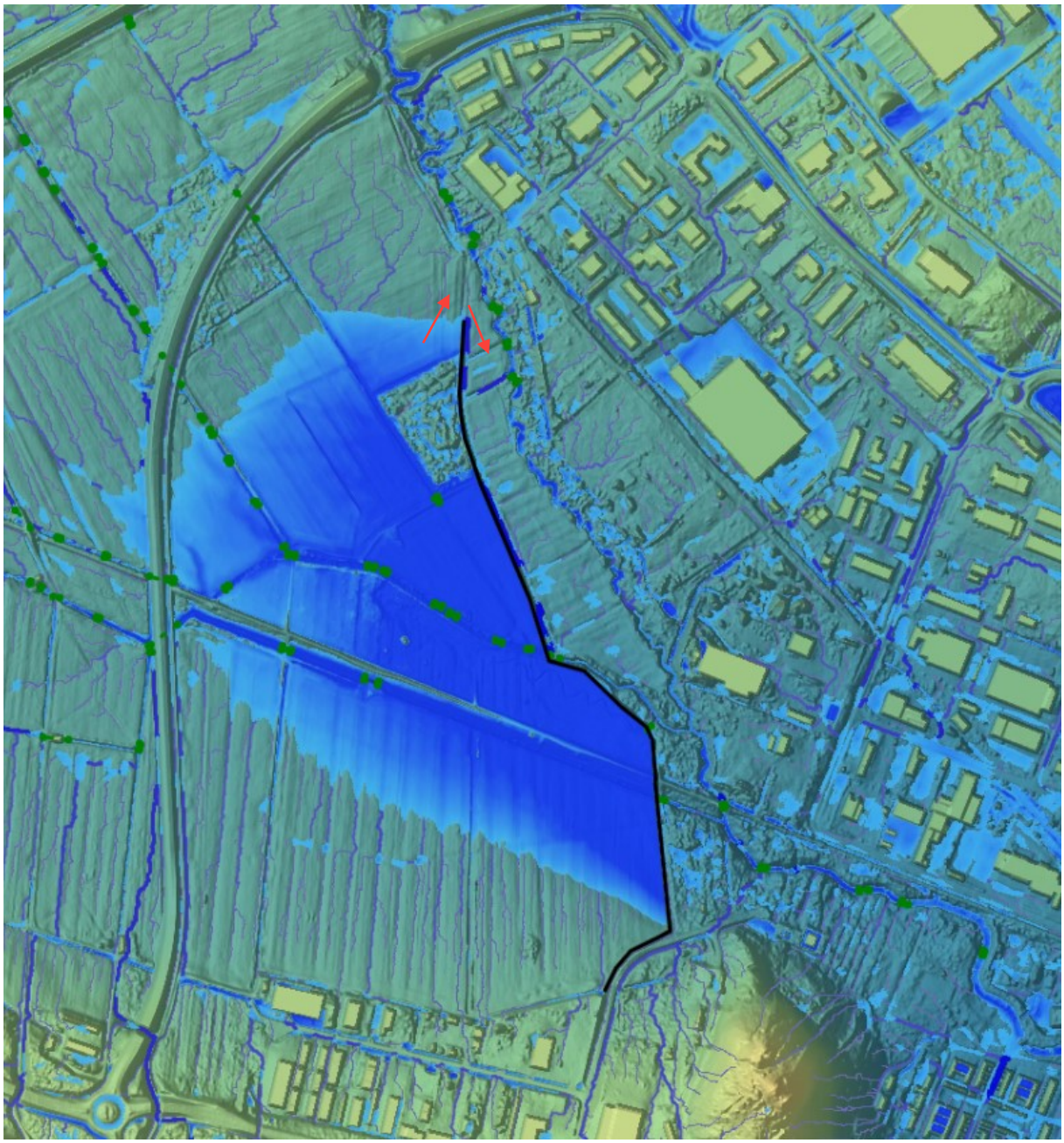
MÖJLIG UTFORMNING AV MAGSINSYTAN

För att skapa en fördröjningsvolym inom föreslagen översvämningsyta har vallar simulerats i SCALGO. Att vallar har simulerats beror på att en urschaktning i befintlig mark inte har bedömts vara ett lämpligt alternativ att utreda vidare med hänsyn till höga grundvattennivåer och ostabila geologiska förhållandena. Eftersom schaktning utesluts och marken lutar ned mot Tvärån krävs vallar för att dämma in området och förhindra att vattnet rinner tillbaka till Tvärån.

Begränsande faktorer som har utgåtts från är:

- Vatten ska inte bli stående mot vägbanken av E12 (Norra länken), dvs inte på en nivå högre än cirka +15.
- Invallning görs väster om befintligt gång- och cykelstråk.
- Vallen simuleras i SCALGO som en tät konstruktion och därav sker ingen genomledning av inkommande flöden förrän vattennivån stiger över vallens höjd eller bräddar förbi.

För att nå en nivå av +15 innebär det att en 2,5 m hög vall anläggs utmed den västra sidan av befintligt gång- och cykelstråk, vilket innebär att en volym av cirka 350 000 m^3 skapas. Eftersom marken lutar ned mot Tvärån innebär detta att det skapas ett stort vattendjup (2,5 m) intill vallen som gradvis avtar västerut, se Figur 8.



Figur 8. Simulering av vall konstruktion till en nivå av cirka +15 och en total volym på cirka 350 000 m^3. Vatten blir stående upp till E12. I denna simulering bräddar vattnet över den norra delen av vallen.

Inledning av vattnet från Tvärån sker norrifrån eftersom vallen följer hela områdets östra kant. Klockarbäcken leds in västerifrån och passage av normalflöden av bäcken behöver upprätthållas även efter byggnation av eventuell vall. Hur vatten planeras att ledas in och ut har inte studerats i detalj i detta skede. Vallens längd uppskattas till 1 km.

Inför projektering och anläggning av vallen är det viktigt att definiera krav på konstruktion vad gäller stabilitet och risk för sättning. Det har inte gjorts i detta tidiga skede utan utifrån befintlig geoteknik från närliggande områden ges förslag på konstruktion.

Utifrån de tidigare geotekniska studier som gjorts i området antas att vallen kan utformas med släntlutningarna 1:3 med 1 m plan yta på toppen. Erosionsskydd bedöms krävas i slänten för att förhindra att vallen eroderar då vatten från Tvärån flödar in.

Vallen föreslås bestå främst av lera, vilket medför en relativt tät konstruktion. Med hänsyn till de geotekniska förutsättningar som bedöms råda på platsen, finns stor risk för sättningar till följd av belastningen av vallen. För en oförstärkt vall ska sättningar förväntas, i såväl bankmaterialet som i underliggande jord.

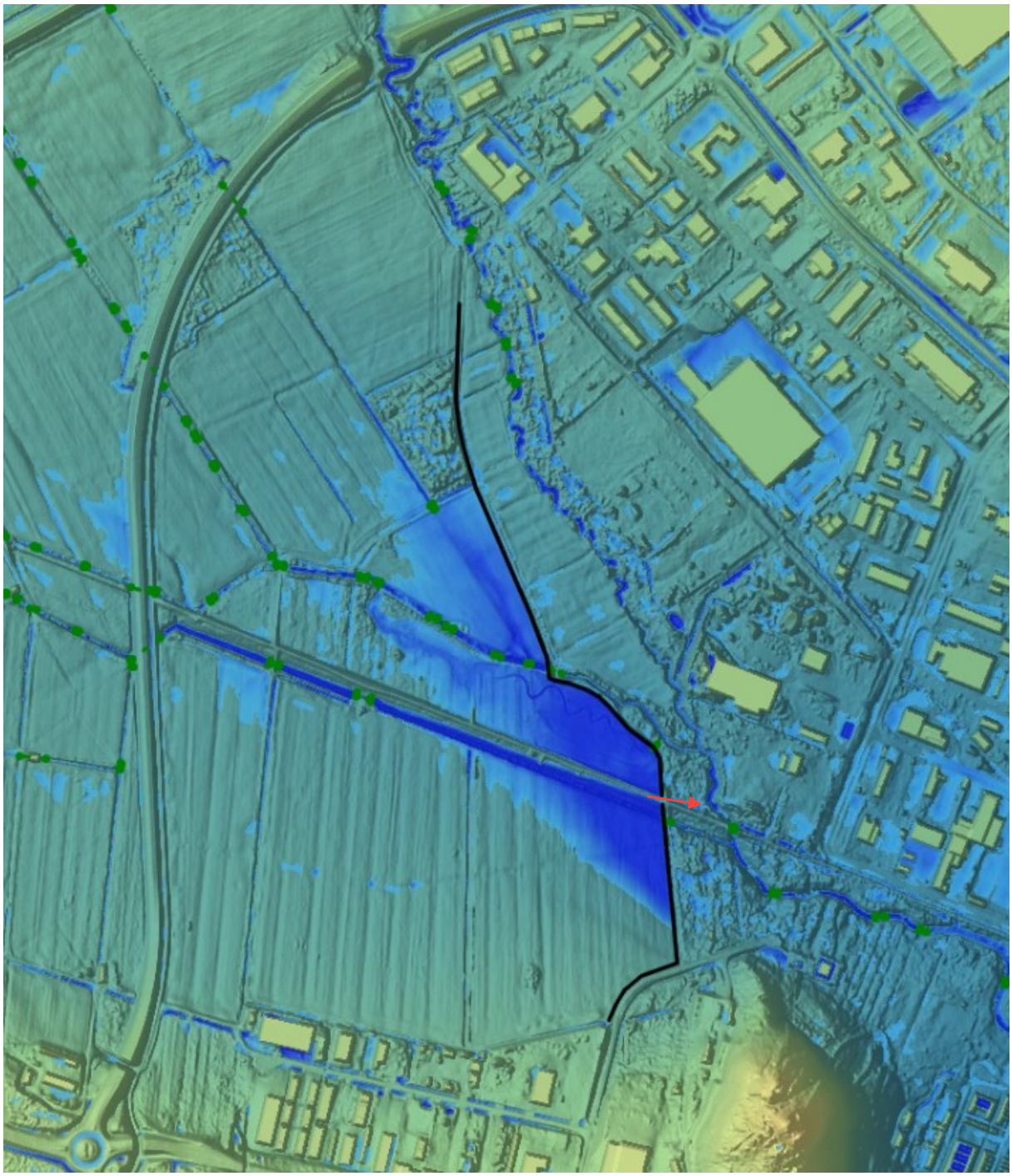
I de områden där markanvändningen endast medför dygnsvistelse och/eller anläggningar av mindre betydelse bedöms inga övriga åtgärder krävas för att uppfylla kraven. I dessa områden bedöms sättning vara acceptabelt. Inom befintlig bebyggelse bör dock förstärkning av undergrunden förutsättas. Inom områden med lutande topografi eller närliggande å/större dike kan kalkcementpelarförstärkning prövas. Inom känslig, men plan, befintlig bebyggelse kan förstärkning ske exempelvis genom att ”bättre” friktionsjord med tätkärna används.

Sättningar i bankmaterialet är svåra att förutspå, lera går inte att packa och materialet kommer självkompakteras genom uttorkning med tiden. Sättningar i bankmaterialet är dock svårt att bygga bort utan att materialet stabiliseras vid utläggning (masstabilisering), och kommer vara ett bekymmer oavsett hur undergrunden förstärks.

Sättningar i undergrunden, som uppkommer under lång tid, tillsammans med sättningar i vallen kommer medföra att justering av vallen kommer erfordras efter det att vallen är färdigställd.

FÖRKASTAT ALTERNATIV

Ett flertal olika typer av vallar har modellerats i SCALGO. I ett första skede användes den järnvägsbank, som idag används som gångväg, som begränsning avseende höjden på vallen. Detta för att inte begränsa tillgängligheten till gångvägen. Med befintlig gång- och cykelväg som begränsningslinje är bräddnivån över banken cirka +13,9–14,0 m, se Figur 9. Det innebar att vatten som mest blir stående på ett djup av cirka 1,5 m. En vall på denna höjd medför en tillgänglig volym av ca 75 000 m^3 innan det svämmar över mot Tvärån, vilket bedömdes vara för en för liten volym och därmed förkastades alternativet.



Figur 9. Simulering av vall konstruktion till en nivå av cirka +14 och en total volym på cirka 75 000 m^3. Vatten blir stående upp till nivån på tidigare järnvägsbank och idag gångstråk innan vattnet bräddar österut mot Tvärån.

För att frångå det stora vattendjupet och störningen i landskapsbilden som en hög vall medför, har terrassering med hjälp av flera lägra vallar undersökts. Vallarnas höjd sattes till 0,5 m och de anpassades till befintliga tegar inom jordbruksmarken för att minimera påverkan på befintlig jordbruksmark. Detta alternativ skulle innebära mindre risk för exempelvis dammbrott eftersom belastningen som vattnet medför skulle fördelas över fler vallar. Efter modellering i SCLAGO konstaterades att denna lösning medförde en mycket liten magasineringsvolym, cirka 35 000 m^3, och därmed utreddes inte detta alternativ vidare.

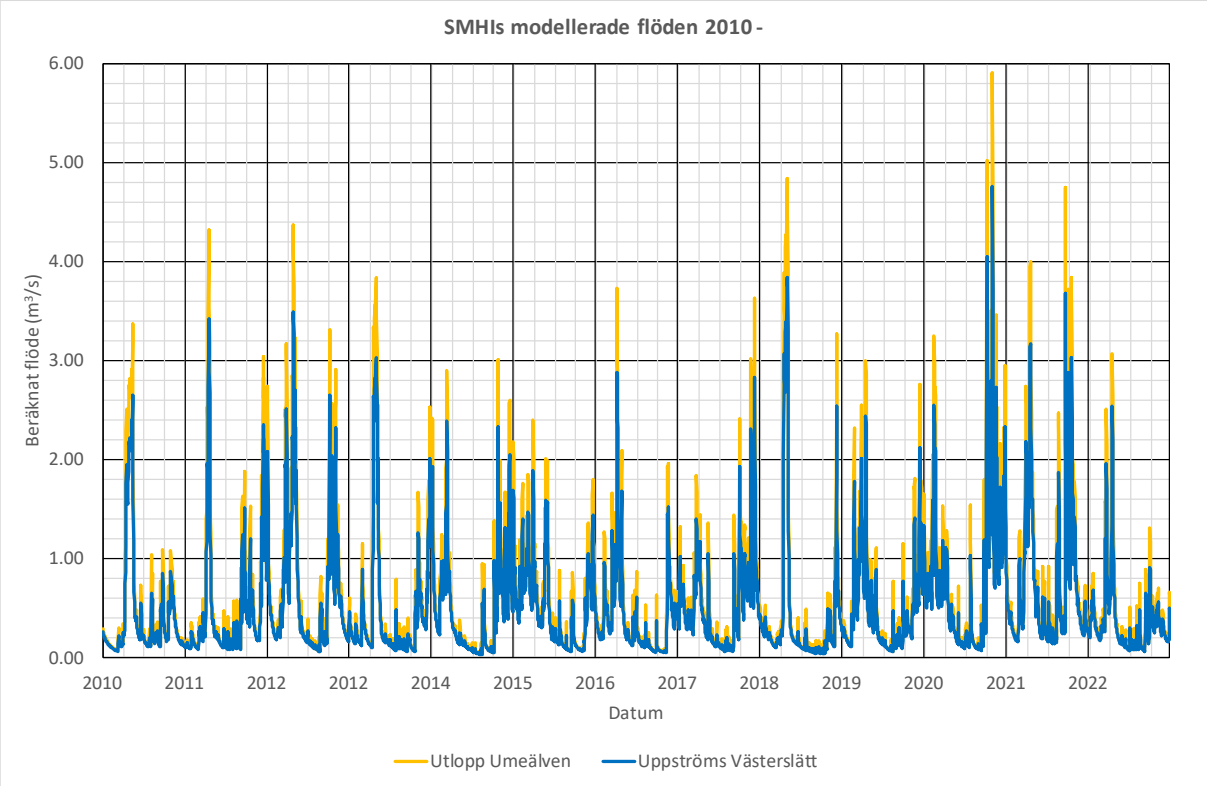
MODELLERING

MODELLUPPBYGGNAD

Utgångspunkten för denna modellering är de uppgifter om avrinningsområdet som finns att hämta via SMHI:s Vattenwebb. Där redovisas Tväråns avrinningsområde som fem delområden, varav fyra ligger uppströms Västerslätt. Data från dessa områden (dygnsmedelvärden) har hämtats hem och redovisas i Figur 10.

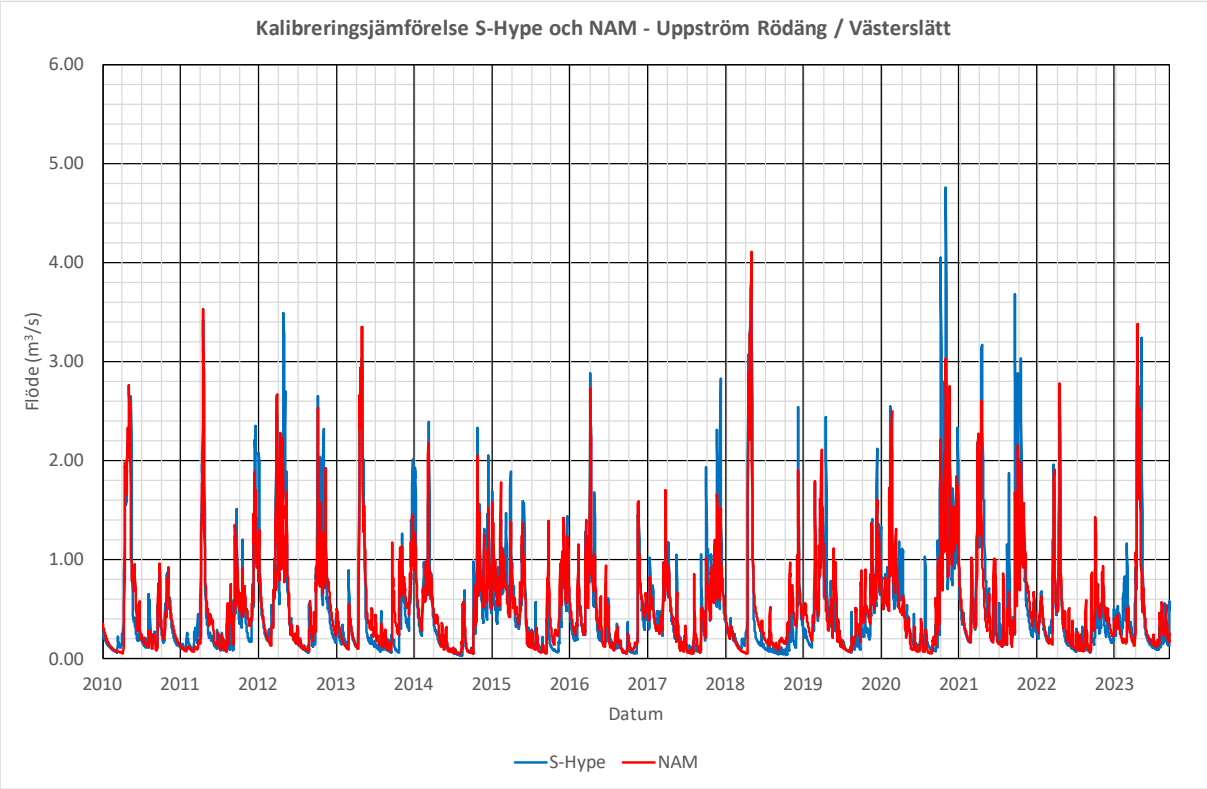
Notera att SMHI:s modell inte är kalibrerad mot några mätningar utan erfarenhetsmässigt uppbyggd baserat på kartering av markanvändning, jordarter och höjdförhållanden. I beräkningen ingår, förutom nederbörd, uppgifter om temperatur och avdunstning. S-Hype är den i dagsläget bästa beskrivning som finns om man studerar avrinningsförlopp för rurala områden.

SMHI anger i sina data att osäkerheten i flödesberäkningen för dessa områden ligger på cirka 40% vilket kan tyckas vara relativt stort tal, men bättre uppskattning finns inte att hitta.



Figur 10. Tillgängliga flödesdata för avrinningsområdet från SMHI:s Vattenweb.

I programmet Mike+ har en liknande avrinningsmodell byggts upp (NAM-modell). Denna beskriver flödet på ett snarlikt sätt. Modellen som består av samma delområden som i S-Hype har kalibrerats så att resultatet i stora drag liknar SMHI:s modell (Figur 11). Anledningen till att denna modell används är att med den kan en mycket längre tidsserie på flödesvariationen beräknas.



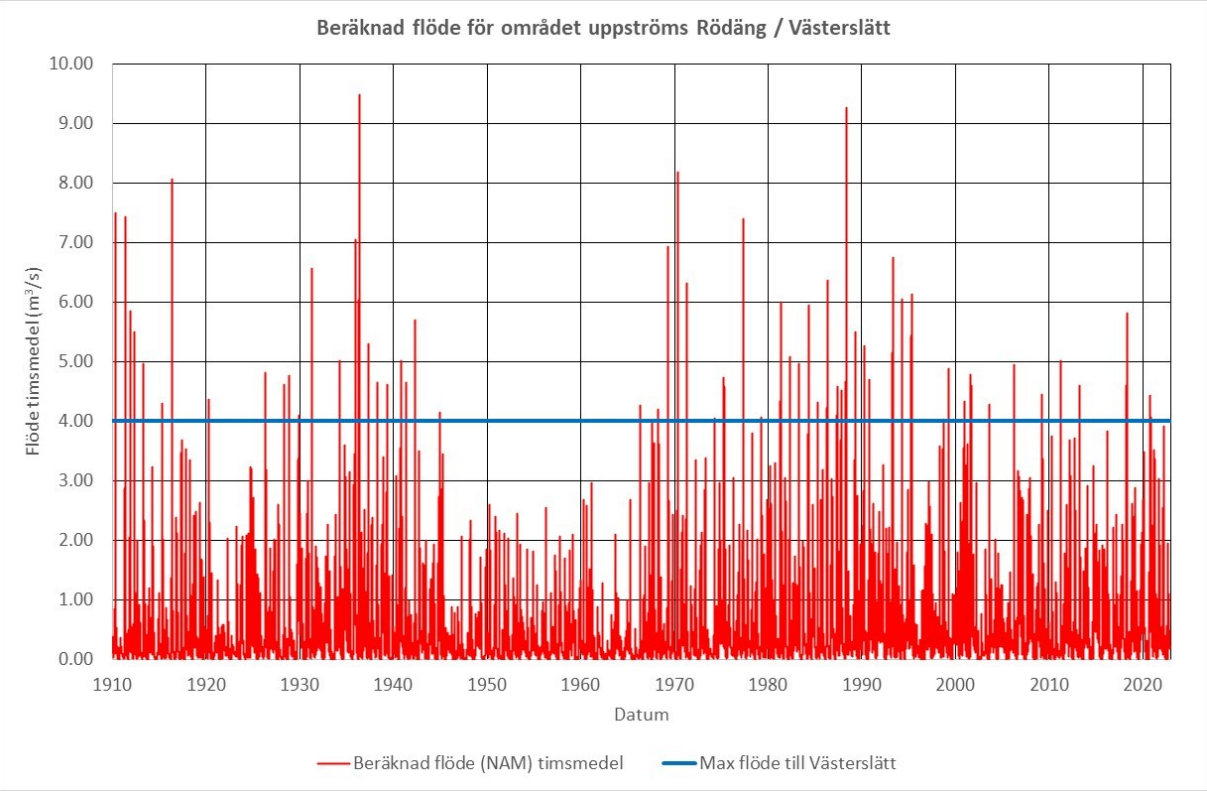
Figur 11. Kalibrering av NAM-modellen – jämförelse med S-Hype (SMHI).

Som framgår av figuren följer de båda modellerna varandra bra. Störst avvikelse finns vid stora regn då det inte förekommer snösmältning. För dessa tillfällen underskattar NAM-modellen flödena något. Speciellt flödessituationen i november 2020 vara lite i underkant i NAM. Bedömningen är dock att dessa tillfällen inte ger alltför stor magasinsvolym, då varaktigheten av flöde över 4 m^3/s är kortvarig.

En kontroll av SMHI:s beräkning under dagarna 2–3 november visar på flöden mellan 4,4 och 4,7 m^3/s, vilket ger ett magasin på 100 000 m^3 medan NAM-modellen ger drygt 23 000 m^3 under samma tillfälle.

FLÖDESBERÄKNING

Efter kalibrering har NAM-modell beräknats med meteorologiska data från SMHI:s öppna data. Indata utgörs av nederbörd, temperatur och avdunstningsparametrar och omfattar perioden från 1900 – 2023. Från beräkningen har sedan ett 110 år långt resultat tagits ut i form av timmedelvärden för den sammanlagda avrinningen (Figur 12).



Figur 12. Beräknade flöden (timmedelvärde) för hela perioden (110 år).

Som framgår av figuren måste alla flöden ovanför den blå linjen magasineras. Den vanligaste orsaken till överstigande flöde är snösmältning, men även vissa större regnperioder (oftast på hösten) ger flöden som behöver begränsas genom magasinering av överskottsflödet.

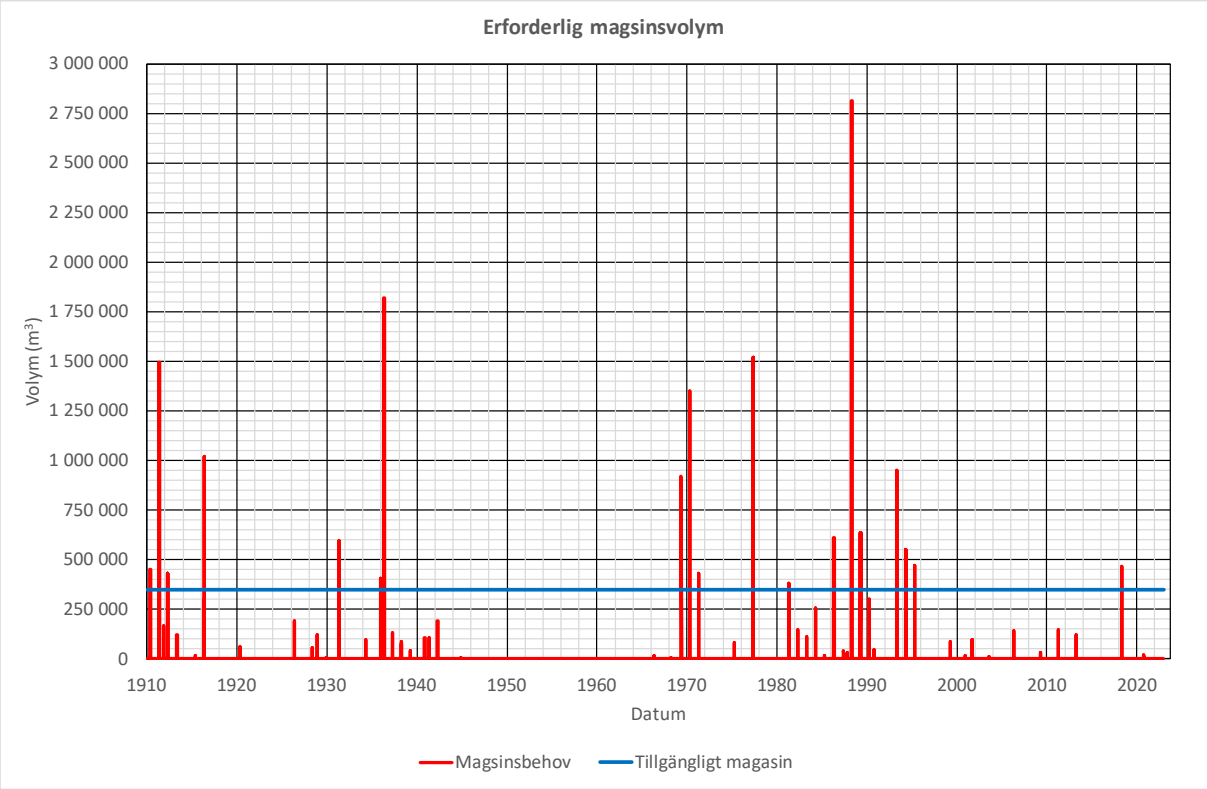
VERIFIERING AV DATA FRÅN SMHI

För att verifiera beräknade flöden från data från SMHI:s Vattenwebb har karakteristiska flöden i Tvärån utifrån lokala förutsättningar beställts från SMHI, detta för att se att modellerade data inte är en underskattning. SMHI:s beräkningar visade att det karakteristiska 50-årsflödet är cirka 2,3 gånger större än beräknat flöde baserat på underlag från öppen data på Vattenwebb.

RESULTAT

Genom att räkna igenom hela flödesserien fås resultatet att flödet, under den beräknade perioden, behövs magasineras vid 73 olika tillfällen då flödet överstiger 4 m^3/s. Varaktigheten av magasineringarna varar mellan 7 timmar och 30 dagar. Den sistnämnda magasinering behövdes i maj och juni det extremt snörika året 1988, då snösmältningen pågick under 3 veckor och magasinet efter det behövde två veckor för att tömmas. Total teoretisk magasinvolym uppgick 1988 till 2,8 miljoner m^3.

En sammanställning av magasineringsbehoven under den beräknade perioden (110 år) visas i Figur 13 och mer data om de olika tillfällena ses i Tabell 1. I Figur 14 visas varaktigheten för de beräknade magasineringarna. Som ses i Figur 13 och Tabell 1 överstigs kapaciteten hos det tillgängliga magasinet (350 000 m^3) 19 gånger under den studerade tidsperioden på 110 år. Volymen 350 000 m^3 är den volym som bedömts kunna inrymmas inom åkermarken i detta PM utifrån de begränsande faktorer som identifierats vid bedömning av möjlig utformning av magasinsytan.

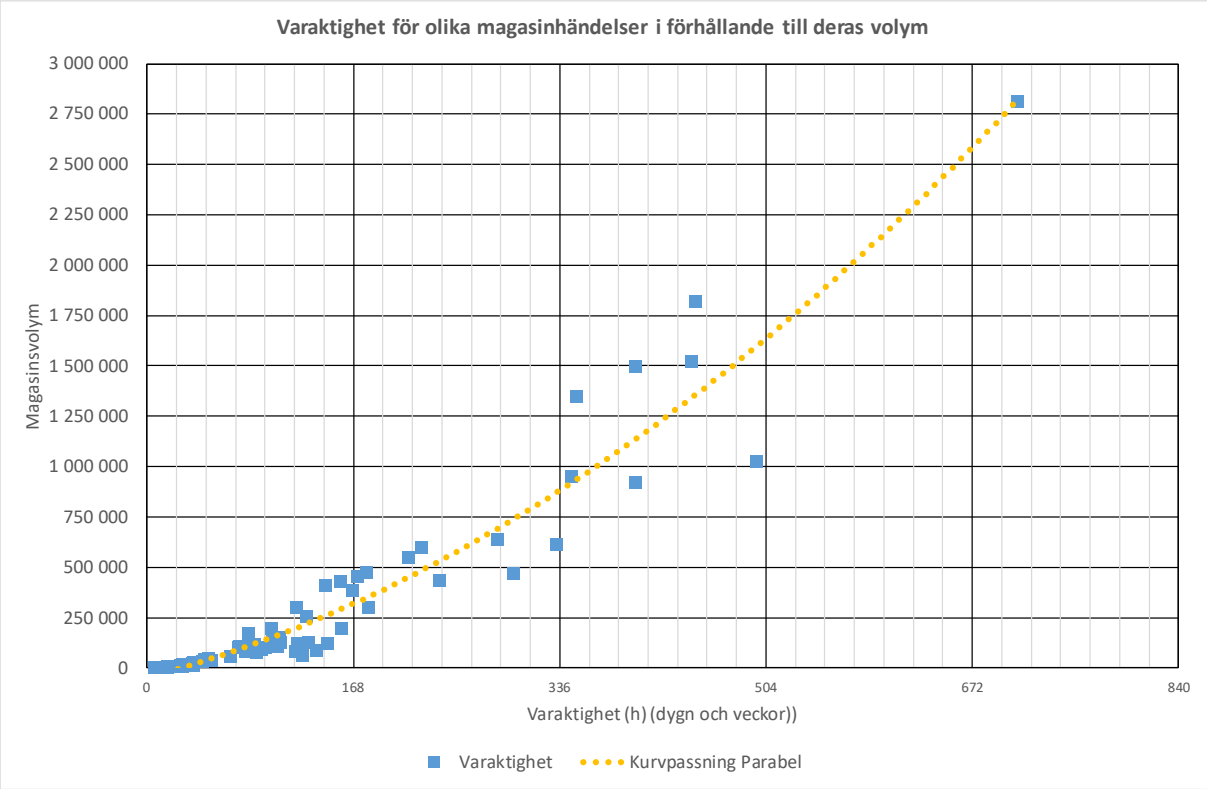


Figur 13. Beräknat magasinsbehov under åren 1910 – 2023.

Tabell 1. Erforderligt magasinsbehov och återkomsttid för de olika händelserna. Röd text markerar tillfällen då volymen överstiger 350 000 m^3, grön text markerar tillfällen då volymen understiger 350 000 m^3.

Erforderligt magasin	**Antal händelser över angiven volym**	**Anmärkning**
(m^3)	(st)	(årtal)
2 800 000	1	1988
1 800 000	2	1936
1 500 000	3	1977
1 250 000	5	1911 och 1970
1 000 000	6	1916
750 000	8	1969 och 1993
500 000	12	1931, 1986, 1989, 1994
Mer än 350 000	19	1910, 1912, 1935, 1971, 1981, 1995, 2018
Mindre än 350 000	20	
200 000	22	
150 000	25	
100 000	36	
50 000	46	
> 0	73	

Som framgår av Figur 14 kan varaktigheten för extrema händelser vara upp till 5 veckor. För händelser upp till 350 000 m^3 är varaktigheten cirka en vecka per tillfälle.



Figur 14. Varaktighet för olika magasin i förhållande till deras volym

KOSTNADSUPPSKATTNING

En tidig kostnadsuppskattning har tagits fram för olika scenarion avseende utformning av vallen. Kostnadsuppskattningen baseras på ovan presenterade antaganden avseende utformningen av vallen, vilket innebär en mycket grov och osäker kostnadsuppskattning. För att med säkerhet fastställa den föreslagna vallens utformning krävs en mer detaljerad geoteknisk och topografisk studie där eventuella problemområden identifieras. Eventuella krav på vallen (exempelvis ej sättningskänsligt material i kombination med tätkärna) behöver även definieras. Det behöver även klargöras om framtida justeringar av vallen accepteras. Konstruktion för överflödningsfunktion av Tvärån till översvämningsytan är ej utredda och många antaganden har gjorts.

Enligt kalkylen uppgår kostnaden till 55–75 Mkr beroende på hur vallen anläggs. Mest troligt är en kombinerad lösning med markförstärkning inom vissa delar av vallen, vilket ingår i den kostnadsuppskattning som gjorts.

Kostnadsuppskattningen avser endast entreprenadkostnaden. Därutöver tillkommer flera åtgärder som inte beräknats i denna uppskattning.

Exempelvis:

- Projekteringskostnader och byggherrekostnader
- Eventuell återställning av gång- och cykelvägen som används vid anläggning
- Anordning för att leda in Tväråns vatten (med lämplig begränsning av flödet i ån)
- Anordning för att leda tillbaka vatten till Tvärån när tillgänglig kapacitet överskrids
- Eventuell förbikoppling av Klockarbäcken som samordnas med styrningen av Tvärån
- Åtgärder för att klara vattentransport i samband med snösmältning och isbildning
- Driftskostnader kan tillkomma för att återställa åkermark efter magasinering

Eftersom föreslagen åtgärd inte är tillräcklig för att lösa hela översvämningsproblematiken i Tvärån kommer betydande kostnader tillkomma för eventuella kompletterande åtgärder.

BEDÖMNING AV FÖRESLAGNA ÅTGÄRDER

Den magasineringsvolym som kan skapas på åkermarken är mycket mindre än de volymer som måste hanteras för att förhindra översvämningar på Rödäng och Västerslätt. Detta är även fallet utan att ta hänsyn till de högre beräknade karakteristiska flödena i Tvärån som beställts från SMHI. Avledning av vatten från Tvärån krävs ca 75 gånger under en 110-årsperiod men 20 av dessa gånger är magasineringsvolymen på åkermarken inte tillräcklig utifrån det tidigare uppskattade flödet i Tvärån. Den volym som kvarstår då översvämningsytan går full måste därmed ledas tillbaka till Tvärån, vilket innebär att översvämning sannolikt sker vid Rödäng och Västerslätt trots att översvämningsytan implementerats. Åtgärden är därmed inte en fullgod lösning för att åtgärda översvämningarna i bostadsområdena. För att överhuvudtaget fungera långsiktigt måste den därför kompletteras med andra lösningar. Detta dels för höga nivåer i Tvärån vid naturmarksflöden då svämplanet saknar kapacitet, dels för situationen vid skyfall där svämplanet saknar effekt.

Därutöver skapar de geotekniska förutsättningarna svårigheter och osäkerheter avseende vallens utformning, vilket gör att denna vid vidare utredning kan komma att förändras i utformning. Tidigare erfarenheter från platsen visar på att marken är känslig avseende belastning och ytterligare åtgärder kan krävas för att säkerställa stabiliteten av vallen, vilket kan ha en påverkan på framtagen kostnadsuppskattning.

Den vall som krävs är mycket hög (2,5 m) varpå tillgängligheten till området samt landskapsbilden påverkas. Den banvall som idag används som gångväg blir mindre tillgänglig eftersom vallen skapar en barriär.

Markägarfrågan blir även aktuell eftersom marken blir obrukbar under den period som den översvämmas. De allra flesta magasineringarna beror på stora och ofta långvariga flöden i samband med snösmältning som oftast sker i maj månad. Hur marken som används som översvämningsområde kommer att kunna nyttjas för jordbruk emellan översvämningstillfällena har inte beaktats i denna utredning. Det finns en risk att området blir otillgängligt även en period efter översvämning till dess att marken torkat så pass mycket att den kan brukas.

BEHOV AV VIDARE UTREDNING

Det är inte möjligt i nuläget att exakt fastställa åtgärdens utformning. För att med säkerhet bestämma hur vallen ska utformas krävs en mer detaljerad geoteknisk och topografisk studie där eventuella problemområden identifieras. Utformning av överfall från Tvärån samt hur vattnet ska ledas till översvämningsområdet är inte utrett i detta skede och kan därmed medföra oförutsedda svårigheter vid vidare projektering. Hur vattnet, i de fall som volymerna överstiger kapaciteten, ska ledas tillbaka till Tvärån utan att skapa okontrollerad översvämning vid bebyggelse är också en osäkerhet som inte utretts i detta skede, liksom genomledningen av normalflöden i Klockarbäcken. Det är en faktor som kan bli kostnadsdrivande och som behöver tas hänsyn till ifall åtgärden ska gås vidare med.

Åtgärden bedöms inte på egen hand vara tillräcklig för att minska översvämningsproblematiken i de utsatta bostadsområdena utan bör i sådana fall vidtas i kombination med andra åtgärder. Om vidare utredning av alternativet bedöms vara relevant, bör modellering genomföras där översvämningsytan kombineras med exempelvis utgrävning av Tvärån för att säkerställa att översvämningsproblematiken åtgärdas.

SLUTSATSER

Sammanfattningsvis konstateras att det finns flertalet nackdelar med föreslagen åtgärd, bland annat de geotekniska svårigheterna samt den otillräckliga volymen. Modellerade flöden visar att åtgärden inte ger en tillräckligt stor reducering av maxflödet i Tvärån, detta även utan att ta hänsyn till de högre beräknade karakteristiska flödena från SMHI. Åtgärden bedöms inte på egen hand vara tillräcklig för att minska översvämningsproblematiken i de utsatta bostadsområdena utan bör i sådana fall vidtas i kombination med andra åtgärder.

REFERENSER

SGU, 2023. *Kartvisaren.* [Online]
Available at: https://apps.sgu.se/kartvisare/
[Använd 24 november 2023].

Trafikverket, 2006. *Förfrågningsunderlag Umeråprojektet 2 Etapp 1 - Norra länken.* Umeå: Vägverket Region Norr.

WSP, 2007. *Umeå, Kv Magneten 2 - Översiktlig geoteknisk undersökning,* Umeå: WSP.

WSP, 2011. *PM Geoteknik Grubbe 9:21 - Översiktliga geotekniska undersökningar,* Umeå: WSP.

WSP, 2014. *Geotekniskt PM Rödbergsvägen,* Umeå: WSP.

WSP, 2021. *Returpappersbyggnad PM Geoteknik,* Umeå: WSP.

WSP, 2022. *LONA - utredning av våtmarksåtgärder. Tväråns avrinningsområde,* Umeå: WSP.

WSP, 2023. *Multikriterieanalys - alternativutredning av översvämningsåtgärder i Tvärån.,* Umeå: WSP.

VI ÄR WSP

WSP är en av världens ledande rådgivare och konsultbolag inom samhällsutveckling. Med cirka 70 000 medarbetare i över 40 länder samlar vi experter inom analys och teknik, för att framtidssäkra världen.

Tillsammans med våra kunder tar vi fram innovativa lösningar för en mänsklig, trygg och välfungerande morgondag. Så tar vi ansvar för framtiden.

wsp.com

T: +46 10-722 50 00
Org nr: 556057-4880
Styrelsens säte: Stockholm
wsp.com

2024-05-31

Kompletterande uppgifter till Förstudie Tvärån tunnel



Rev.	Avser	Rev. Datum

Status	Upprättad av	Granskad av
Förstudie	Mattias Lindgren	Johan Lundberg

Post- och besöksadress
Johan Lundberg AB
Fyrisborgstatan 3
754 50 Uppsala

Hemsida
johanlundberg.se

FÖRSTUDIERAPPORT

Uppdragsnamn
Tvärån dagvattentunnel

Kund

WSP Sverige AB

Kontaktpersoner

Johan Lundberg AB

Johan Lundberg	Johan.lundberg@johanlundberg.se 070-320 35 86
Mattias Lindgren	Mattias.lindgren@johanlundberg.se 070-388 82 44

Kund

Maja Skotte	Maja.skotte@wsp.com 072-547 10 39

Innehållsförteckning

KONTAKTPERSONER **2**

1 UPPDRAG **2**

2 FÖRUTSÄTTNINGAR **2**

2.1 Förutsättningar och avgränsningar för uppdraget 2

2.2 Underlag 2

3 RISKER OCH FÖRSLAG PÅ ÅTGÄRDER **3**

3.1 Geoteknik 3

3.2 Bergnivåer 3

3.3 Anslutning till Tvärån nedströms 3

3.4 Borrlängder – plats för omtagsgropar 3

4 KOSTNADSBEDÖMNING **5**

5 UTLÅTANDE **5**

OM JOHAN LUNDBERG AB **6**

1 Uppdrag

Johan Lundberg AB har på uppdrag av WSP tidigare utfört en förstudie gällande schaktfritt förläggande av ny dagvattentunnel DN2000, lutning 2-3 ‰, från västra Rödäng till Tväråns utlopp i Umeälven. Detta PM skall läsas tillsammans med den ursprungliga utredningen Förstudie Tvärån 2023-01-20.

Hydrauliska beräkningar har efter ovan nämnd förstudies framtagande visat på ett större flöde i Tvärån än tidigare beräknat. De nya flödesberäkningarna föreslår att dimensionering av tunneln skall beräknas till ⌀ 2600 mm. Denna ledning beräknas borras längst samma ledningssträcka som tidigare föreslaget, med ökad lutning till 4 ‰.

Förstudien gav vägledande information som visade att ledningssträckan via Sandåkersgatan ansågs vara mer fördelaktig. Med den nya lutningen på 4 ‰ bedöms en anslutning till Ume Älv - efter vidare diskussioner med WSP - vara det bästa alternativet.

Information som kommuniceras i detta PM relaterar till Sandåkersgatans ledningssträcka.

Syftet med detta PM är att – efter nya hydrauliska beräkningar – revidera tidigare slutsats, risker, grov kostnadsanalys och vidare rekommendationer kopplat till tidigare utförd förstudie.

2 Förutsättningar

2.1 Förutsättningar och avgränsningar för uppdraget

- Dimension: ⌀ 2600 mm
- Lutning: 4 ‰

Eftersom många frågor kvarstår i den övergripande utredningen, såsom hur vattnet uppströms ska ledas in i en tunnel samt hur en tunnel lämpligast avslutas i Ume älv, har förstudien begränsats till att redovisa och bedöma kostnad för de huvudsakliga tunnelsträckningarna och utesluta inlopp och utlopp.

2.2 Underlag

- Höjddata, Lantmäteriet, 2022-08-26
- Baskarta, från WSP, 2022-09-12
- Geoteknisk PM för detaljplan Gitarren 1 m fl, WSP 2018-10-15
- Markteknisk undersökningsrapport, Gitarren 1 m fl, WSP 2018-09-28
- Erforderliga kartor från SGU:s Kartvisare, 2022-08-26
- Pågående och planerade projekt i Umeå kommun, Umeå kommuns hemsida, 2022-08-26
- Natur- och kulturvärden, Skogens Pärlor, Skogsstyrelsen 2022-08-26
- Trafikverkets planer i området, Trafikverkets hemsida, 2022-08-25
- Platsbesök 2022-10-07, inklusive arbetsmöte med WSP.
- Flödesrapport 100 år med KF 1.25, WSP.

3 Risker och förslag på åtgärder

3.1 Geoteknik

Kunskap om förutsättningar
De geotekniska förutsättningarna är helt avgörande för val av lämplig schaktfri lösning. I denna förstudie har vi gjort antaganden om geotekniska förhållanden, baserat på ett femtontal sonderingspunkter, varav de flesta är tagna i Rödäng, samt SGU:s översiktliga material. Geotekniska förutsättningar påverkar val av metod och dess framdrift och därmed kostnad i avgörande grad.

Med ett ökat djup för tunnel och brunnar som skall anläggas så kommer en större yta i och under mark att beröras. Risker för att lokala avvikelser från indikativa geotekniska bedömningar bedöms därmed öka.

I vidare arbete måste därför tillgängliga underlag kompletteras med anpassade geotekniska markundersökningar för det aktuella projektet.

Marktäckning
För att tunneln skall kunna borras krävs en marktäckning från överkant borrad ledning till marköveryta som är minst 6 m. För att bedöma sträckor där risker uppstår pga. brist på marktäckning har denna utredning använt den profil, gjord av WSP (Flödesberäkning 100 år med KF) som använts till flödesberäkning.

Sträckor där ökade risker vid mikrotunnling bedömts pga. låg marktäckning: T3-T4

Sträckor där marktäckning bedöms som tillräcklig: T4-T9

3.2 Bergnivåer

För samtliga sträckor bör bergnivå verifieras i kommande projektering.

3.3 Anslutning till Tvärån nedströms

Anslutning till Tvärån nedströms har efter diskussioner med WSP uteslutits. Med 4‰ lutning på ledningen så hamnar ledningen under Tvääråns nivå. En anslutning till Tvärån skulle därmed innebära en hydraulisk kapacitetsförlust.

3.4 Borrlängder – plats för omtagsgropar

Borrlängder i förstudien är relativt långa. Det är tekniskt möjligt att utföra dem så långa genom användande av s.k. mellantryckstationer - specialrör med hydraulcylindrar. Alternativet är att göra omtag med ca 100 m mellanrum. Men eftersom djupet är stort blir dessa omtagsgropar (sänkbrunnar) djupa och kostnadsdrivande.

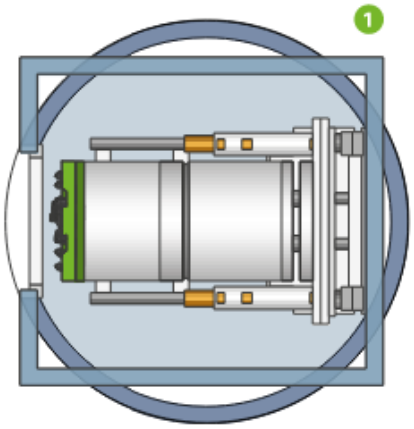
Vi har i dagsläget planerat omtagsgropar där vi bedömer det vara möjligt utifrån utrymme och andra förutsättningar på aktuell plats. Dess lägen kan justeras i ett senare skede för att optimera sträckan.

Vilka längder mellan brunnarna som kan godtas ur driftsynpunkt måste diskuteras. Avloppstunnlar i mindre dimensioner och långa längder förekommer visserligen, men åtkomstfrågan bör beaktas.

Tidigare beräknade tryck- och mottagningsstationer beräknades kunna nyttja en s.k. Compact jacking frame. Detta skapar förutsättningar att minska dimensionen på sänkbrunnarna. Med dimension DN2600 är detta i dagsläget inte ett möjligt alternativ, vilket ökar dimensionen på brunnarna avsevärt.

Johan Lundberg AB vill påpeka att denna typ av borrutrustning är under kraftig utveckling. Compact jacking frame med betong DN2600 kan bli ett alternativ inom en snar framtid. Detta skulle kunna medföra kostnadsbesparingar för Tvärån tunnel eftersom brunnarnas dimension sannolikt då kan minskas med ca 2 meter. Men i nuläget måste vi räkna med det marknaden erbjuder.

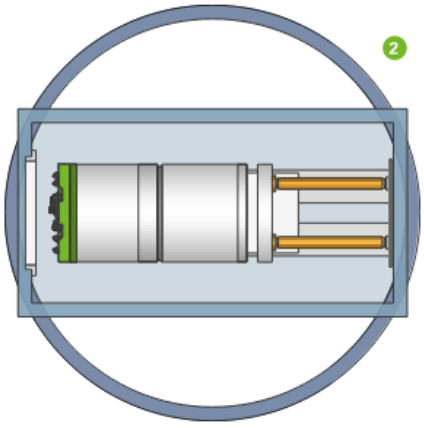
Ursprunglig tryckstation för alternativ DN2000:



Notera att de hydrauliska kolvar som trycker ledningen framåt är monterade på yttersidan av ledningen.

Uppdaterad tryckstation- mottagningsstation för alternativ DN2600:

Tryckstationer för rörtryckning DN2600: 12 m i diameter invändigt
Mottagningsstationer för rörtryckning DN2600: 8,5 m i diameter invändigt



I denna illustration är de hydrauliska kolvar som pressar ledningen framåt monterad bakom ledningen som skall pressas.

4 Kostnadsbedömning

Sänkbrunnar blir uppskattningsvis 75 % dyrare än tidigare beräknat.

DN2000 – DN2600 blir ca 40 % dyrare än tidigare beräknat.

Korta sträckan:

Bedömd kostnad för mikrotunnlad ledning mellan Blå vägen (pkt 4) – Utlopp mot Umeälven (pkt 9)
DN2600 mm samt sänkbrunnar: **250 Mkr.**

Om jordmaterialet tillåter att delar av sträckan kan utföras med den mindre kostsamma metoden rörtryckning, enligt samma resonemang i tidigare förstudie blir kostnaden något lägre: **200 Mkr.**

Långa sträckan:

Bedömd kostnad för mikrotunnlad ledning mellan Rödäng (pkt 1) – Utlopp mot Umeälven (pkt 9)
DN2600 mm samt sänkbrunnar: **520 Mkr.**

Om jordmaterialet tillåter att delar av sträckan kan utföras med den mindre kostsamma metoden rörtryckning, enligt samma resonemang i tidigare förstudie blir kostnaden något lägre: **400 Mkr.**

5 Utlåtande

Johan Lundberg AB bedömer att den nya dimensionerade tunneln fortfarande är möjlig att bygga för att avlasta de höga vattenflödena i Tvärån. Vi bedömer det möjligt att bygga denna tunnel sett till de indikativa data och antaganden som använts vid bedömningen. För att lösningen skall fungera som helhet återstår fördjupat utredningsarbete. Det är inte otänkbart att den totalt bästa lösningen kan vara en kombination av konventionell schakt med schaktfritt.

Följande aspekter bör utredas vidare:

- Befintliga ledningar kan komma att påverkas i ökad omfattning än tidigare antaget med de större dimensioner som beräknas för både brunnar samt tunnel.
- Kartläggning av befintligheter, jordlager, jordlagerdjup, grundvatten och bergnivåer blir vägledande för positioneringen av tryck- och mottagningsstationer.
- Sträcka T3-T4 (305 meter lång) innebär ökade risker då brist på marktäckning innebär att ytterligare åtgärd krävs för tunnling.
- Johan Lundberg AB vill inte utesluta alternativa metoder för tryck- och mottagningsstationer. Alternativa lösningar skulle kunna vara tillfällig spontkonstruktion, sekant pålvägg mm. En fördel med tillfällig spontkonstruktion skulle kunna vara att den permanenta brunnen blir mindre. Detta är inte utrett inom ramen för denna förstudie. Konstruktioner för tryck- och mottagningsstationer bör utredas vidare.

Om Johan Lundberg AB

Johan Lundberg AB är oberoende specialistkonsulter inom schaktfri teknik. Vi är med i hela processens alla steg; från förstudie, projektering, upphandling och genomförande fram till avslutat projekt. Vi genomför utbildningar i schaktfri teknik och tillhandahåller olika hjälpmedel så att fler kan dra nytta av den schaktfria teknikens alla fördelar. Johan Lundberg AB medverkar även aktivt vid framtagande av normer och riktlinjer för branschen.

2023-01-20

Förstudie Tvärån

Schaktfritt byggande av tunnel för att avlasta Tväråns flöde – alternativ sträckning Sandåkersgatan 1 och 2



Rev.	Avser	Rev. Datum
1	Nytt stycke om eventuell konflikt med planerad ny spillvattenledning, kap 4.3.1	230216

Status	Upprättad av	Granskad av
Förstudie	Johan Lundberg	Angela Gremyr

Postadress
Johan Lundberg AB
Box 62
751 03 Uppsala

Besöksadress
Fyrisborgsgatan 3
754 50 Uppsala

Hemsida
johanlundberg.se

FÖRSTUDIERAPPORT

Uppdragsnamn
Tvärån – tunnel- *alternativ sträckning Sandåkersgatan 1 och 2*

Kund

WSP

Kontaktpersoner

Johan Lundberg AB

Johan Lundberg, Uppdragsansvarig	johan@johanlundberg.se 070-320 35 86
Angela Gremyr, Handläggare	angela@johanlundberg.se 070-625 25 93

WSP

Ricky Olars	ricky.olars@wsp.com 010-721 00 37

Innehållsförteckning

KONTAKTPERSONER 2

1 OBJEKTSBESKRIVNING OCH UPPDRAG 2
1.1 Erhållna förutsättningar och avgränsningar. 2
1.2 Underlag 3

2 GEOTEKNIK OCH GRUNDVATTEN 3

3 NATURVÄRDEN 3

4 TEKNISK LÖSNING / FÖRSLAG TILL UTFÖRANDE 4
4.1 Sträckan Sandåkersgatan 1 (*Blå vägen till Kvarnbron)* 4
4.2 Sträckan Sandåkersgatan 2 *(Rödäng till Kvarnbron)* 4
4.3 Alternativt utlopp mot Ume älv 5
4.3.1 Eventuell konflikt med planerad ny spillvattenledning 5

5 ALLMÄN METODBESKRIVNING OCH GENERELLA RIKTLINJER 6
5.1 *Rörtryckning – lös lera* 6
5.2 *Mikrotunnling – friktionsmaterial respektive homogent berg* 7
5.3 Sänkbrunnar – start- och mottagningsgropar för rörtryckning och mikrotunnling 8

6 RISKER OCH FÖRSLAG PÅ ÅTGÄRDER 10
6.1 Geoteknik 10
6.2 Bergnivåer 10
6.3 Anslutning till Tvärån nedströms 10
6.4 Borrlängder – plats för omtagsgropar 10
6.5 Befintliga ledningar och anläggningar 11

7 KOSTNADSBEDÖMNING 11
7.1 Sträckan Sandåkersgatan 1 (*Blå vägen till Kvarnbron)* 11
7.1.1 Alternativ Mikrotunnling: 11
7.1.2 Alternativ Mikrotunnling + Rörtryckning: 11
7.2 Sträckan Sandåkersgatan 2 *(Rödäng till Kvarnbron)* 12
7.2.1 Alternativ Mikrotunnling: 12
7.2.2 Alternativ Mikrotunnling + Rörtryckning: 12
7.3 Alternativt utlopp mot Ume älv 12

8 UTLÅTANDE 12

9 BILAGOR 12

OM JOHAN LUNDBERG AB 13

1 Objektsbeskrivning och uppdrag

Johan Lundberg AB har på uppdrag av WSP utfört en förstudie gällande schaktfritt förläggande av ny dagvattentunnel DN2000 från västra Rödäng längs med Tväråns sträckning mot dess utlopp i Ume älven. Ledningen ska avlasta Tvärån vid kraftig nederbörd. Denna förstudie är ett tilläggsarbete till tidigare förstudie *Tvärån – tunnel*, daterad 2022-10-21, som beskrev två andra alternativa sträckningar.


Rödäng
Västerslätt
Regementet
Soldattorpet
Sandbacka
Umeå
Haga
Gammlia
Dragonfältet
Grubbe
Grisbacka
Tväråparken
Rödängsparken
Täparken
Fågelsångsparken
Grisbackaparken
Lundaparken
Hägaparken
Stavargården
Centrum
Väst på stan
Öst på stan
Vanortsparken
Döbelns park
Lars Widdings park
Kvarndammsparken
Brinklunden
Dunkerslunden
Sparken
Boställsholmen
Böle
Böle boställe
Böleäng
Teg
Östermalm
Öbacka
Vännäsv.
Hissgöv.
Tväråparken
Lundaparken
Grisbackaparken
Rödängsparken
Rödängsv.
Västerslätts industriområde
Rödbergets industriområde
Järmoren
Jaberget
Långsen
Västra gården
Brånparken
Sandparken
Hägaparken
Rosendalsparken
Trädgårdsv.
Riddareg.
Hemv.
Parkv.
Hägagr.
Villav.
Gubbav.
Rosendalsv.
Fridhemsv.
Stengårdsv.
Blå v.
Nyg.
Storg.
Västra Strandg.
Östra Strandg.
Skeppsbr.
Tånnövägen
Bolev.
Blockv.
Nipv.
Gammhultet
Lundaåsen
Grönan Qvarn
Gran
Kungsänget
Västerhiske
Hästskoparken
Kläppen
Uv.
Rödbergsv.
Grubbev.
Vännäsv.
Sandav.
Rödängsparken
Gabrielsjansparken
Fågelsångsparken
Härvigsparken
Kungsängsv.
Kungsängsparken
Bryggav.
Kvarnbolsv.
Åkerbyv.
Rådv.
Avlyset
Ostra Promenaden
Ostra Promenaden
Lövstigsparken
Sandbackav.
Sandbackaparken
N. Ekmansg.
Hyvlesv.
Oxeg.
Oxeg.
Paradv.
Övergv.
Kasernv.
Fröding
Nya Mejerig.
Sandparken
Sandbergsv.
Parkv.
Kapellesv.
Bjurholmsv.
Bjurholmsv.
Bjurholms

1.2 Underlag

- Höjddata, Lantmäteriet, 2022-08-26
- Baskarta, från WSP, 2022-09-12
- Befintligt avloppsledningsnät, Vakin, erhållen via WSP 2022-12-08
- Geoteknisk PM för detaljplan Gitarren 1 m fl, WSP 2018-10-15
- Markteknisk undersökningsrapport, Gitarren 1 m fl, WSP 2018-09-28
- Befintliga geotekniska borrpunkter i området, dwg, WSP 2022-12-19
- Erforderliga kartor från SGU:s Kartvisare, 2022-08-26
- Borrpunkter i Rödäng, SGU:s Kartvisare Jordlagerföljder, 2022-12-05
- Pågående och planerade projekt i Umeå kommun, Umeå kommuns hemsida, 2022-08-26
- Detaljplanekartor för Gitarren 1; Plogen 16 och Välten 1:5; Veden 1 samt Backen 4:8. Umeå Kommuns hemsida 2022-08-26 samt 2022-12-07.
- Natur- och kulturvärden, Skogens Pärlor, Skogsstyrelsen 2022-08-26
- Föreslaget biotopskyddsområde för Tvärån, Naturvärdesinventering 2020, erhållen som GIS-fil 2022-12-20, från WSP.
- Trafikverkets planer i området, Trafikverkets hemsida, 2022-08-25
- Platsbesök 2022-10-07, inklusive arbetsmöte med WSP.
- Planerad ny spillvattenledning under Tvärån, modellfil från Vakin 2023-02-01

2 Geoteknik och grundvatten

Inga geotekniska undersökningar har utförts inom ramen för förstudien men det finns geotekniska undersökningar i närheten av den aktuella sträckan, bland annat för detaljplan Gitarren 1 i Rödäng (WSP 2018) samt borrpunkter i Rödäng redovisade i SGU:s jordlagerföljdskarta. För delprojekt Sandåkersgatan har WSP bidragit med digitala undersökningspunkter för DP Gitarren 1 samt punkter utförda för Tvärå-projektet. Geoteknisk information är för övrigt hämtade ur SGU:s kartvisningstjänst och observationer vid platsbesök.

För Sandåkersgatan redovisar befintliga geopunkter i huvudsak sulfidhaltig silt, från finsilt till mellansilt med tänkbart inslag av sand.

Jorddjup och närhet till berg har betydelse. I nuläget har vi inte funnit några indikationer att det förekommer risk för påträffande av berg i tunnelns nivå. Undantaget kan vara om ledning förläggs för nära Rödängsberget.

Inga geohydrologiska undersökningar har utförts inom ramen för förstudien.

3 Naturvärden

Efter den naturinventering som WSP utfört 2020 är Tväråns dalgång föreslaget som område för biotopskydd. I ritningsbilagan är detta område markerat med grönt fält. Hur en anläggning kan påverka naturvärden har inte hanterats i denna förstudie, men i föreslagna alternativ är det enbart anslutningen till Tvärån som sker inom ”grönt” område.

4 Teknisk lösning / Förslag till utförande

Utifrån inhämtat material har två alternativa sträckningar/lösningar studerats. Alternativ Sandåkersgatan 1 innebär urschakt av Tvärån på halva sträckan i kombination med schaktfritt byggande av tunnel på den andra halvan. Alternativ Sandåkersgatan 2 innebär schaktfritt byggande av tunnel på hela sträckan.

Tunnelns avslut mot Tvärån nedströms liknar den som beskrevs i tidigare förstudie, men ett par varianter som ansluter mot Ume älv presenteras ytligt.

4.1 Sträckan Sandåkersgatan 1 (*Blå vägen till Kvarnbron)*

Sträckan beskrivs mer utförligt i bilaga 1 och 2 med förklarande texter.

Den kan dock sammanfattas med nedan:

Alternativet består av ett schaktfritt tunnelalternativ i kombination med en konventionell schaktad lösning. Den schaktade sträckan utgörs av urschakt av Tvärån på sträckan Rödäng fram till Blå vägen, en sträcka på ca 1 km. Avsikten med åtgärden är att öka Tväråns avledningskapacitet. Denna åtgärd utreds inte inom denna förstudie, utan utförs av WSP som ett separat arbete. Det är viktigt att förstå att för att detta alternativ, Sandåkersgatan 1 skall vara jämförbart med Sandåkersgatan 2, måste helheten beaktas.

I denna förstudie beskrivs härefter endast delen som innehåller schaktfritt byggande av tunnel. Sträckan är ca 900 m lång och börjar strax norr om Blå vägen.

Under det höglänta Backenområdet ligger tunneln på ca 10 m djup i eller i direkt närhet till tät bebyggelse. På denna sträcka bedöms inte konventionell schakt som något alternativ. Sträckning har valts för att i möjligaste mån ligga i gatumark eller allmän platsmark. Kollision med borrade brunnar har försökt att undvikas.

På delsträckan i själva Sandåkersgatan är gatuutrymmet trångt samtidigt som gatan svänger. Vid borrning av en i plan rak tunnel är det gränsfall om man klarar lägga tunneln så att den inte inkräktar på något hörn av fastigheterna Barken 5, Veden 1 eller Linden 7. Om detta behöver undvikas kan en lösning med utförande av tunnel med radie i plan utföras, och/eller genom att utföra en ytterligare brytpunkt i plan på ledningssträckningen, genom ett omtag och riktningsändring. Denna lösning och merkostnad är inte inkluderad i denna förstudie.

Teknisk lösning i tunnelns start och anslutning mot Tvärån har inte utretts inom ramen för denna förstudie, inte heller dess avslut mot Tvärån nedströms eller mot Ume älv.

4.2 Sträckan Sandåkersgatan 2 *(Rödäng till Kvarnbron)*

Sträckan beskrivs mer utförligt i bilaga 1 och 2 med förklarande texter.

Den kan dock sammanfattas enligt nedan:

Alternativet består av ett schaktfritt tunnelalternativ i hela dess längd. Sträckan är ca 2 km lång. Delar av sträckan skulle kunna schaktas om det bedöms vara mer fördelaktigt. Det gäller början av sträckan i Rödäng. I denna förstudie beskrivs dock endast ett schaktfritt tunnelalternativ.

För den första delsträckan från Rödäng ned till Blå vägen ligger tunneln väster- respektive söder om bebyggelsen i Rödäng samt i ängsmark på ett djup av 6,0-9,5 m. Djupet innebär att krav om minimitäckning för schaktfritt utförande av aktuell dimension uppfylls.

För andra delsträckan, strax norr om Blå vägen och ca 900 m söder ut, gäller samma förutsättningar som för Sandåkersgatan 1 ovan.

Teknisk lösning i tunnelns start och anslutning mot Tvärån har inte utretts inom ramen för denna förstudie, inte heller dess avslut mot Tvärån nedströms eller mot Ume älv.

4.3 Alternativt utlopp mot Ume älv

Som alternativ till utlopp i Tvärån har vi skissat på en förlängning av tunneln där flödet i stället ansluter direkt mot Ume älv.

Erosionsrisk i Tvärån vid kraftigt anslutande flöde från tunneln skulle kunna undvikas om flödet ansluter mot Ume älv i stället.

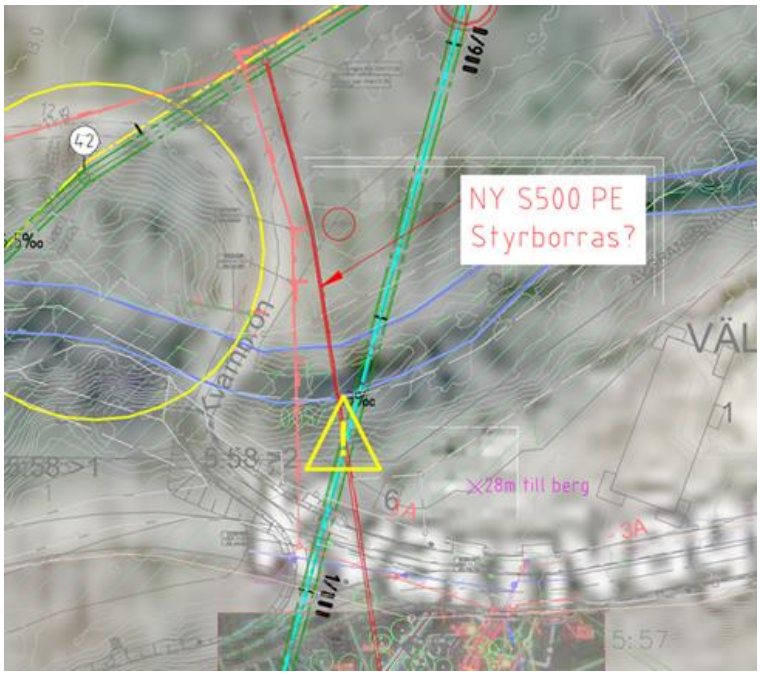
Passage av Tvärån med tunnelutrustningen innebär dock en för låg marktäckning under åns botten. Detta skulle kunna hanteras genom en temporär åtgärd i ån. Genom exempelvis utläggning av tillfällig trumma som överfylls med massor skapas det marktryck som krävs vid schaktfritt utförande av denna dimension. En alternativ lösning till detta är att utföra denna delsträcka på ett större djup. Det innebär att tunneln blir en dykarledning med andra hydrauliska egenskaper. Se båda alternativen, utlopp B, i profil mellan nod 8 och 9 i bilaga 2.

Sista sträckan mot älven utförs med schakt och utgörs av öppet dike/tråg alternativt grunt förlagd ledning.

4.3.1 Eventuell konflikt med planerad ny spillvattenledning

Befintlig spillvattenledning som korsar Tvärån är planerad att bytas ut mot ny ledning förlagd med styrd borrning. Den nya spillvattenledningen är planerad att förläggas djupare än den befintliga, vilket innebär att den ser ut att hamna i konflikt med ny dagvattentunnel i alternativet med självfallsledning. Om så är fallet kommer istället alternativet med dykarledning på dagvattentunneln vid korsning med Tvärån bli aktuell.

Vidare utredningsarbete, med att finna justerad sträckning och nivå på dagvattentunneln och/eller justerat läge och nivå på planerad ny spillvattenledning, kan ge förutsättningar för att undvika dykarledning för dagvattentunneln. Då uppgiften om planerad ny spillvattenledning inkom sent kommer inte detta utredas mera i nuläget.



Figur 2 Tänkbar konfliktpunkt med planerad ny spillvattenledning.

5 Allmän metodbeskrivning och generella riktlinjer

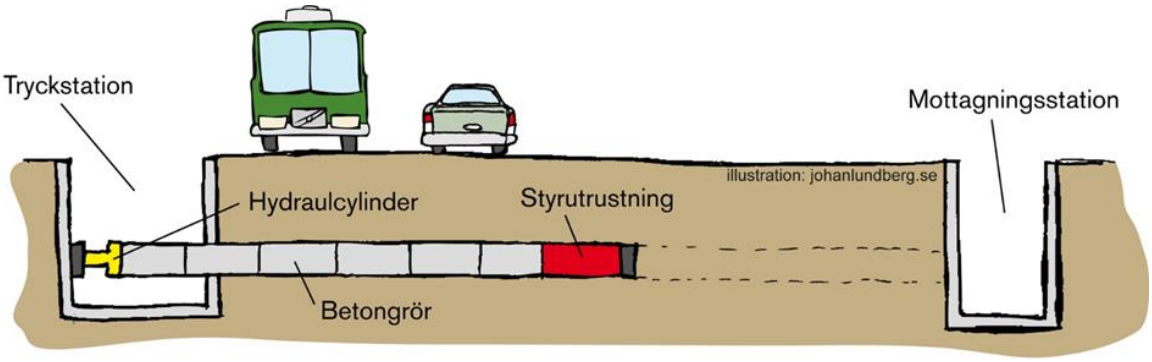
5.1 *Rörtryckning – lös lera*

Metoden, även kallad betongrörstryckning, används normalt för installation av självfallsledningar under vägar och järnvägar, samt byggnation av längre självfallsledningar i svårschaktade förhållanden på stora djup. Metoden är endast avsedd för lös lera. Från en tryckstation, vanligtvis en sänkbrunn, trycks betongrör med hydraulcylindrar in i leran. I fronten sitter en styrutrustning som korrigerar för avvikelser ifrån den raka linjen. Lera tas ut ur röret kontinuerligt med en skruv, skrapspel, transportband e.d. När föregående rör är installerat lyfts nästa rör på plats i tryckutrustningen. Proceduren upprepas till dess att rörsträngen nått mottagningsstationen.

Metoden har aktiv styrning, varför tryckning i långa längder med mycket hög noggrannhet är möjlig.

Rörtryckning används till självfallsledningar för spill- och dagvatten. Även till skyddsrör för el, tele, gas, fjärrvärme, vatten och tryckspillvatten. Vanligtvis installeras betongledningar, men även andra rörmaterial såsom GAP och polymerbetong förekommer.

Metoden används vanligen i dimensioner Ø 300–2000 mm och längder 0-100 m. Dimensioner upp till Ø 3000 mm och längder upp till 500 m förekommer, vilket dock kräver användning av mellantryckstationer.



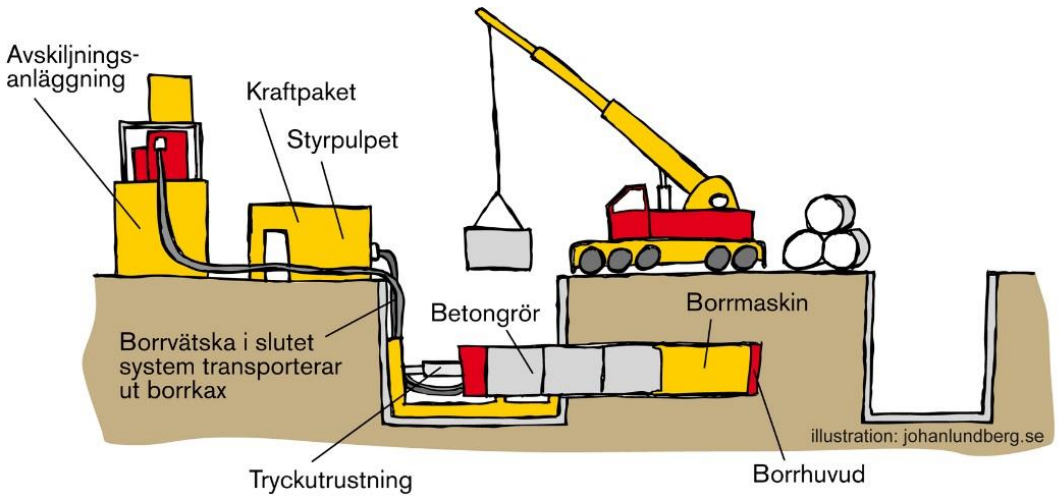
5.2 *Mikrotunnling – friktionsmaterial respektive homogent berg*

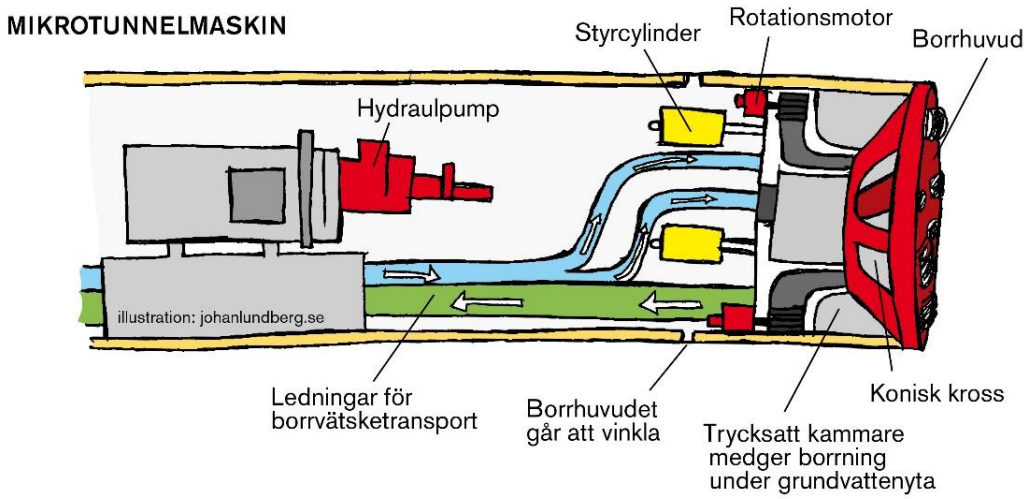
Metoden används normalt för installation av självfallsledningar under vägar och järnvägar, samt byggnation av längre självfallsledningar i svårschaktade förhållanden på stora djup. Metoden klarar de flesta jordmaterial såsom lera, sand, grus och stenigt material samt block och berg. Från en tryckstation, vanligtvis en sänkbrunn, trycks betongrör med hydraulcylindrar in i jorden. I fronten sitter en borrutrustning som lösgör jorden. Hårdmetalldiskar sönderdelar block och berg. En konisk kross maler ned materialet till små fraktioner som sedan blandas med borrvätska bestående av huvudsakligen vatten och bentonit. Borrkaxet pumpas ut med borrvätskan i ett slutet system till en avskiljningsanläggning placerad ovan mark. Borrmaskinen innehåller även en styrutrustning som korrigerar för avvikelser ifrån den raka linjen. När föregående rör är installerat lyfts nästa rör på plats i tryckutrustningen. Proceduren upprepas till dess att rörsträngen nått mottagningsstationen.

Metoden har aktiv styrning, varför tryckning i långa längder med mycket hög noggrannhet är möjlig.

Mikrotunnling används till självfallsledningar för spill- och dagvatten. Även till skyddsrör för el, tele, gas, fjärrvärme, vatten och tryckspillvatten. Vanligtvis installeras betongledningar, men även andra rörmaterial såsom GAP och polymerbetong förekommer.

Metoden används vanligen i dimensioner Ø 300–2000 mm och längder 0-100 m. Dimensioner upp till Ø 4000 mm och längder upp till 1000 m förekommer, vilket dock kräver användning av mellantryckstationer.





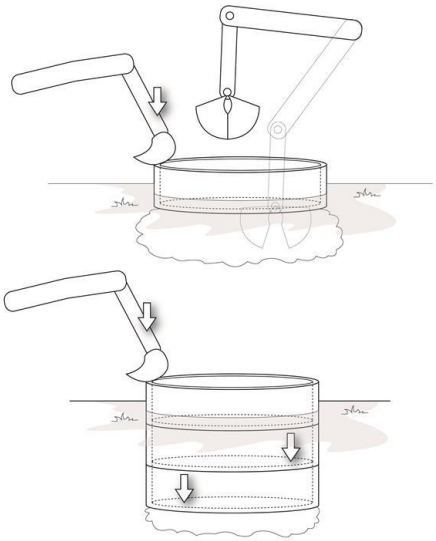
5.3 Sänkbrunnar – start- och mottagningsgropar för rörtryckning och mikrotunnling

Metoden används normalt för byggnation av pumpstationer eller tryck- och mottagningsstation för rörtryckning och mikrotunnling, som efter avslutat arbete konverteras till nedstigningsbrunn.

Sänkbrunnen byggs genom att en betongring gjuts ovanpå marken. Vid mindre brunnar används prefabricerade betongelement. Brunnsringen sänks ner genom invändig urschaktning av jordmaterial. Ny brunnsring placeras eller gjuts ovanpå, varefter urschaktning och nedsänkning fortgår. Proceduren upprepas till fullt djup uppnåtts. För att motverka bottenupptryckning kan brunnen fyllas med vatten under arbetets gång. När sänkning är klar gjuts en bottenplatta, i förekommande fall under vatten. När botten är klar töms brunnen på vatten.

Sänkbrunnar används med fördel i lera som ett alternativ till spontade schakter. De byggs då som en flytande konstruktion och dimensioneras mot uppflytning respektive sättning och fixeras av omgivande jordmassor.

Metoden används vanligen i dimensioner Ø 1400-4000 mm och djup 0-10 m. Dimensioner upp till Ø 10 000 mm och djup upp till 20 m förekommer. Sänkbrunnar finns även i ovala och rektangulära utföranden.




CAT





6 Risker och förslag på åtgärder

6.1 Geoteknik

De geotekniska förutsättningarna är helt avgörande för val av lämplig schaktfri lösning. I denna förstudie har vi gjort antaganden om geotekniska förhållanden, baserat på ett femtontal sonderingspunkter, varav de flesta är tagna i Rödäng, samt SGU:s översiktliga material. I vidare arbete måste detta givetvis kompletteras med anpassade geotekniska markundersökningar. Geotekniska förutsättningar påverkar val av metod och dess framdrift och därmed kostnad i avgörande grad.

6.2 Bergnivåer

Utförande av mikrotunnel i homogent berg är möjligt. Av naturliga skäl är borrarbetet mer påfrestande, tar längre tid med högre slitage, därmed är kostnaden högre än vid borrning i friktionsjord. I nuläget har vi dock inte funnit några indikationer på att det förekommer risk för påträffande av berg i tunnelns nivå för sträckan Sandåkersvägen 1. För Sandåkersvägen 2 ser vi att läge och nivåer behöver utredas vidare inom Gitarren 1 p g a närheten till Rödängsberget. För alla sträckor gäller att bergnivån behöver verifieras.

6.3 Anslutning till Tvärån nedströms

Teknisk lösning för anslutning av tunneln nedströms mot Tvärån har inte utretts inom ramen för denna förstudie. Den spontana bedömningen är dock att anslutning mot Tvärån nedströms kan bli komplicerad. Den sista delen av Tvärån ligger i en ravin med djupa och branta slänter. Erosionsrisken vid förändrade förutsättningar för ån måste beaktas, inte minst då stora vattenflöden skall ansluta mot ån.

6.4 Borrlängder – plats för omtagsgropar

Borrlängder i förstudien är relativt långa. Det är tekniskt möjligt att utföra dem så långa genom användande av s.k. mellantryckstationer - specialrör med hydraulcylindrar. Alternativet är att göra omtag med ca 100 m mellanrum. Men eftersom djupet är stort blir dessa omtagsgropar (sänkbrunnar) djupa och kostnadsdrivande.

Vi har i dagsläget placerat omtagsgropar där vi bedömer det vara möjligt utifrån utrymme och andra förutsättningar på aktuell plats. Dess lägen kan givetvis justeras i ett senare skede för att optimera sträckan.

Vilka längder mellan brunnarna som kan godtas ur driftsynpunkt måste diskuteras. Avloppstunnlar i mindre dimensioner och långa längder förekommer visserligen, men åtkomstfrågan bör beaktas.

Tunneln är dock möjlig att komma åt för driftåtgärder inifrån då den bara behöver leda vatten vid höga vattenflöden i Tvärån.

6.5 Befintliga ledningar och anläggningar

Eftersom tunneln förläggs på så pass stort djup verkar det som att vi kan korsa befintliga ledningar med marginal. Däremot kommer omtagsgroparnas (sänkbrunnarnas) placering och utformning behöva beakta befintliga ledningar, men detta bedömer vi i nuläget kunna finna lämpliga lösningar för.

Att passera Trafikverkets vägar hör till standarduppdrag inom schaktfri ledningsbyggnad. Passage av Trafikverkets väg på aktuell plats ser vi initialt inga bekymmer med. Korsningsvinkel med vägen kan vara föremål för synpunkt från Trafikverket och dess krav. Detta går i så fall åtgärda genom att lägga till ytterligare en brytpunkt på tunneln.

7 Kostnadsbedömning

Avser byggkostnadsbedömning, inte projektering eller tillståndsutredningar.

Utifrån de geotekniska indata som varit tillgängliga under förstudien kan vi finna att jordmaterialet är sådant att metoden mikrotunnel bedöms vara lämplig. Den är dock förhållandevis kostsam. Från ett nyligen avslutat schaktfritt projekt med mycket gott resultat på Nygatan i Umeå, som vi projekterat, har vi upplevt goda erfarenheter från den mindre kostsamma metoden rörtryckning. Trots att jordmaterialet där är lite tuffare än vad metoden vanligtvis är avsedd för. Det går inte att dra direkta paralleller mellan dessa två projekt, men det vore ändå intressant att undersöka om det går att finna någon enklare utrustning än traditionell mikrotunnel. På den internationella marknaden finns enklare typer av mikrotunnel som kan tänkas vara lämpliga på delar av sträckan. Om sådan teknik skulle kunna fungera och dess kostnadsbild får utredas i en senare fas.

En sådan lösning bedöms ligga någonstans i kostnadsspannet mellan rörtryckning och mikrotunnel. För jämförelse har vi nedan räknat på ett alternativ där ett fiktivt värde av 50 % av mängden skulle kunna genomföras med den billigare rörtryckningen. Detta för att erhålla ett ekonomiskt spann för lösningarna.

7.1 Sträckan Sandåkersgatan 1 (*Blå vägen till Kvarnbron)*

Sträckan är ca 900 m. Avser sträckan pkt 4-7, utlopp A.

7.1.1 Alternativ Mikrotunnling:

Tunneln utförs med Mikrotunnling i hela dess längd.

4 st sänkbrunnar som tryck- respektive mottagningsstationer. Djup i spannet 7-10 m.

Bedömd kostnad: 140 Mkr.

7.1.2 Alternativ Mikrotunnling + Rörtryckning:

Tunneln utförs till 50 % av längden med Mikrotunnling och till 50 % med Rörtryckning.

4 st sänkbrunnar som tryck- respektive mottagningsstationer. Djup i spannet 7-10 m.

Bedömd kostnad: 110 Mkr.

7.2 Sträckan Sandåkersgatan 2 *(Rödäng till Kvarnbron)*

Sträckan är ca 2000 m. Avser sträckan pkt 1-7, utlopp A.

7.2.1 Alternativ Mikrotunnling:

Tunneln utförs med Mikrotunnling i hela dess längd.

7 st sänkbrunnar som tryck- respektive mottagningsstationer. Djup i spannet 6-10 m.

Bedömd kostnad: 310 Mkr.

7.2.2 Alternativ Mikrotunnling + Rörtryckning:

Tunneln utförs till 50 % av längden med Mikrotunnling och till 50 % med Rörtryckning.

7 st sänkbrunnar som tryck- respektive mottagningsstationer. Djup i spannet 6-10 m.

Bedömd kostnad: 230 Mkr.

7.3 Alternativt utlopp mot Ume älv

Avser sista sträckan fram till pkt 9, utlopp B.

Istället för att sträckan avslutas i pkt 7 så utförs tunneln med en brytpunkt i pkt 8 och avslutas istället i pkt 9.

Den totala sträckan blir något längre samt att en sänkbrunn tillkommer.

Merkostnad bedöms till 10 Mkr.

Kostnadsuppskattningen skall anses grov. Stora prisvariationer förekommer idag på grund av världsmarknadsläget; tillgång till cement, stål och energi. Även de geotekniska förutsättningarna blir helt avgörande för kostnadsbilden.

8 Utlåtande

Denna förstudie visar på ett par tänkbara schaktfria alternativ för anläggande av tunnel för att avlasta höga vattenflöden i Tvärån. Vi bedömer det fullt möjligt att bygga denna tunnel beskriven i förstudien. Men för att lösningen skall fungera som helhet återstår fördjupat utredningsarbete. Det är inte otänkbart att den totalt bästa lösningen kan vara en kombination av konventionell schakt med schaktfritt.

9 Bilagor

Bilaga 1 Sandåkersgatan översikt 2023-01-20.pdf

Bilaga 2 Sandåkersgatan profiler 2023-01-20.pdf

Om Johan Lundberg AB

Johan Lundberg AB är oberoende specialistkonsulter inom schaktfri teknik. Vi är med i hela processens alla steg; från förstudie, projektering, upphandling och genomförande fram till avslutat projekt. Vi genomför utbildningar i schaktfri teknik och tillhandahåller olika hjälpmedel så att fler kan dra nytta av den schaktfria teknikens alla fördelar. Johan Lundberg AB medverkar även aktivt vid framtagande av normer och riktlinjer för branschen.

Bilaga 1

Tvärån Sandåkersgatan

Punkterna 1–9 avser start– eller mottagningsstationer för schaktfritt utförande. De byggs som sänkbrunnar. De behövs även vid riktningsändring samt uppdelning av längder.

Erhållen uppgift VG IN +10.5

1. Fiktiv startpunkt. Nivå i tunnelns start- och slutpunkt påverkar lutning och flödeskapacitet. Dessa förhållanden måste utredas vidare i senare läge. I dagläget utgår vi från DN2000 på tunneln.

2. Sträckan förläggs i jord med tillräcklig täckning. Morän från kullen i väster försvinner ner och möts upp av mer finjordar i öster. Berg kan förekomma och ska undvikas. Sträckan behöver markundersökas vidare och lägesanpassas vid projektering.

3. Om lera på sträckan kan den billigare metoden rörtryckning vara aktuell. Även konventionell schakt om stabilitet och grundvatten kan hanteras på rimligt sätt.

SANDÅKERSGATAN 2

4. Startpunkt för alternativ Sandåkersgatan 1. Tunneln startar från sänkbrunn i punkt 4 och Tvärån ansluter uppströms med ett anpassat intag.

SANDÅKERSGATAN 1

5. Passage av väg på stort djup. Väg ligger på upphöjd bank. Ser inga konstigheter med vägpassage Blå vägen. Korsningsvinkel mot Trafikverkets väg utreds i nästa fas.

U-område

6. Fri passage under befintlig känd VA ser möjligt ut. Okända ledningar i korsande U-område behöver beaktas.

7. Trångt i gatumark. Tunneln riskerar inkräkta på någon av fastigheterna Barken 5, Veden 1 eller Linden 7, även om det blir minimalt. Berör inte någon byggnad. Intrång kan undvikas med en förläggning i radie och/eller fler brytpunkter i plan.

8. Gott om plats i allmän platsmark längs sträckan.

9. Tunneln avslutas i sänkbrunn i denna punkt 7.

ALT A

10. Anslutning till Tvärån behöver utredas vidare. Har inte gjorts i denna fas. Tvärån har skurit sig ned i terrängen i en djup ravin där kanternas stabilitet behöver hanteras.

11. Brytpunkt för alternativt utlopp i Umeälv.

12. Denna delsträcka får låg täckning under åbotten. Tillfällig åtgärd i åfåran går att utföra vid passage med tunnelmaskinen. Som alternativ kan denna delsträcka utföras som dykarledning genom att nivån sänks här.

ALT B

13. Tunneln avslutas i sänkbrunn i denna punkt 9.

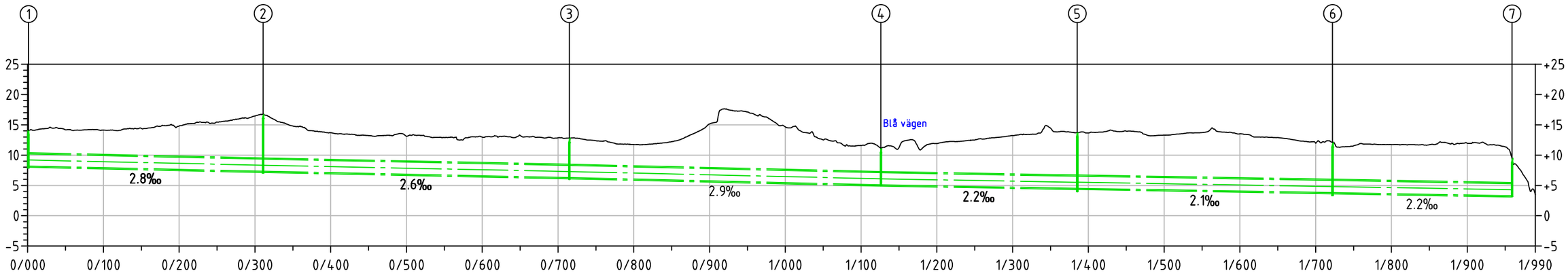
14. Sista sträckan utförs med schakt och utgörs av öppet dike/tråg alternativt grunt förlagd ledning.

Grönt fält är föreslaget område för biotopskydd (WSP 2020). Väg är projekterad omdragning av Kvarnvägen.

Erhållen uppgift nivå älv +1,5

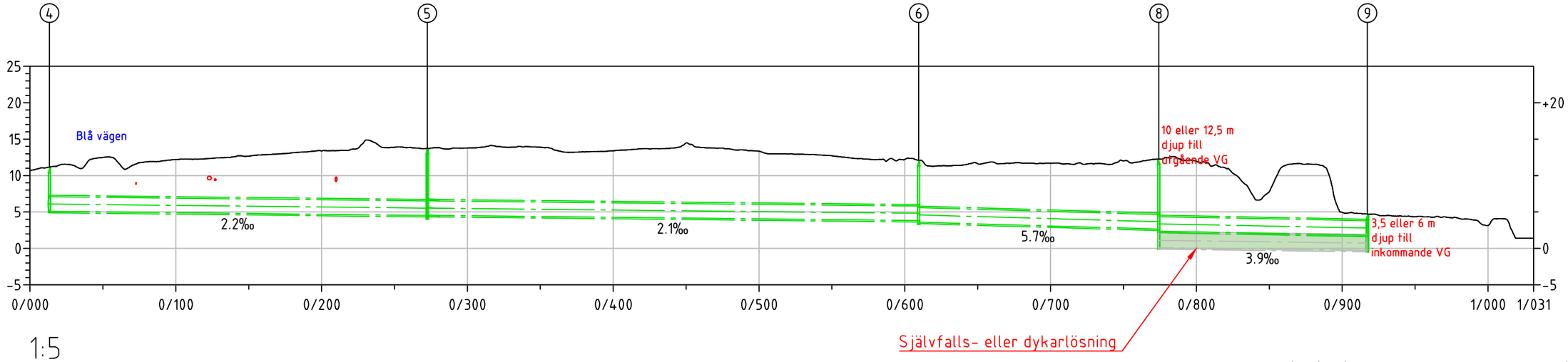
Johan Lundberg AB
Box 62, 751 03 Uppsala www.johanlundberg.se

Sandåkersgatan 2, alternativt utlopp A



1:8

Sandåkersgatan 1, alternativt utlopp B



1:5

UTREDNINGSHANDLING

REV	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN

RITAD AV A. GREMYR	HANDLÄGGARE J. LUNDBERG	GRANSKAD AV J. LUNDBERG	DATUM 2023-01-20 REV
	johanLundbergAB Box 62, 751 03 Uppsala www.johanlundberg.se		
KOORDINATSYSTEM SWEREF 99 20 15	HÖJDSYSTEM RH 2000		
RITNINGSNR Bilaga 2 / FORMAT A3	SKALA		

TVÄRÅN TUNNEL

Del Sandåkersgatan

Borrad dagvattenledning DN2000

Profilritning

Bilaga 1

Tvärån Sandåkersgatan

Punkterna 1–9 avser start– eller mottagningsstationer för schaktfritt utförande. De byggs som sänkbrunnar. De behövs även vid riktningsändring samt uppdelning av längder.

Erhållen uppgift VG IN +10.5

1. Fiktiv startpunkt. Nivå i tunnelns start- och slutpunkt påverkar lutning och flödeskapacitet. Dessa förhållanden måste utredas vidare i senare läge. I dagläget utgår vi från DN2000 på tunneln.

2. Sträckan förläggs i jord med tillräcklig täckning. Morän från kullen i väster försvinner ner och möts upp av mer finjordar i öster. Berg kan förekomma och ska undvikas. Sträckan behöver markundersökas vidare och lägesanpassas vid projektering.

3. Om lera på sträckan kan den billigare metoden rörtryckning vara aktuell. Även konventionell schakt om stabilitet och grundvatten kan hanteras på rimligt sätt.

SANDÅKERSGATAN 2

4. Startpunkt för alternativ Sandåkersgatan 1. Tunneln startar från sänkbrunn i punkt 4 och Tvärån ansluter uppströms med ett anpassat intag.

SANDÅKERSGATAN 1

5. Passage av väg på stort djup. Väg ligger på upphöjd bank. Ser inga konstigheter med vägpassage Blå vägen. Korsningsvinkel mot Trafikverkets väg utreds i nästa fas.

U-område

6. Fri passage under befintlig känd VA ser möjligt ut. Okända ledningar i korsande U-område behöver beaktas.

7. Trångt i gatumark. Tunneln riskerar inkräkta på någon av fastigheterna Barken 5, Veden 1 eller Linden 7, även om det blir minimalt. Berör inte någon byggnad. Intrång kan undvikas med en förläggning i radie och/eller fler brytpunkter i plan.

8. Gott om plats i allmän platsmark längs sträckan.

9. Tunneln avslutas i sänkbrunn i denna punkt 7.

ALT A

10. Anslutning till Tvärån behöver utredas vidare. Har inte gjorts i denna fas. Tvärån har skurit sig ned i terrängen i en djup ravin där kanternas stabilitet behöver hanteras.

11. Brytpunkt för alternativt utlopp i Umeälv.

12. Denna delsträcka får låg täckning under åbotten. Tillfällig åtgärd i åfåran går att utföra vid passage med tunnelmaskinen. Som alternativ kan denna delsträcka utföras som dykarledning genom att nivån sänks här.

ALT B

13. Tunneln avslutas i sänkbrunn i denna punkt 9.

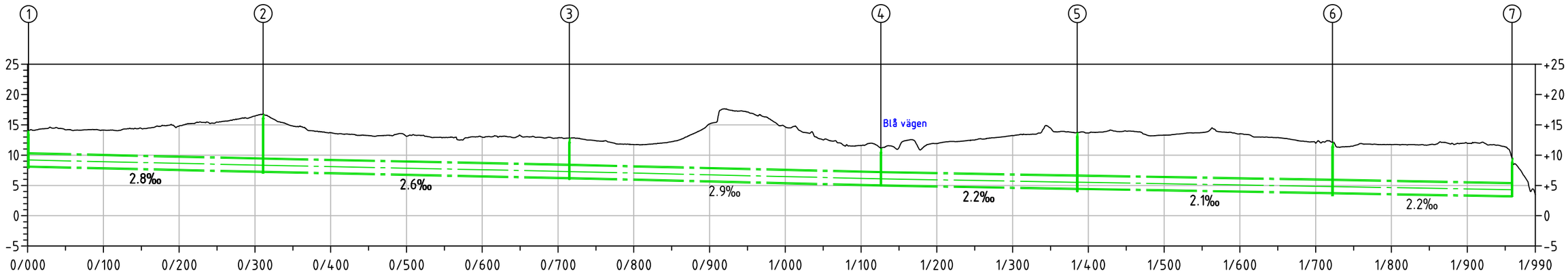
14. Sista sträckan utförs med schakt och utgörs av öppet dike/tråg alternativt grunt förlagd ledning.

Grönt fält är föreslaget område för biotopskydd (WSP 2020). Väg är projekterad omdragning av Kvarnvägen.

Erhållen uppgift nivå älv +1,5

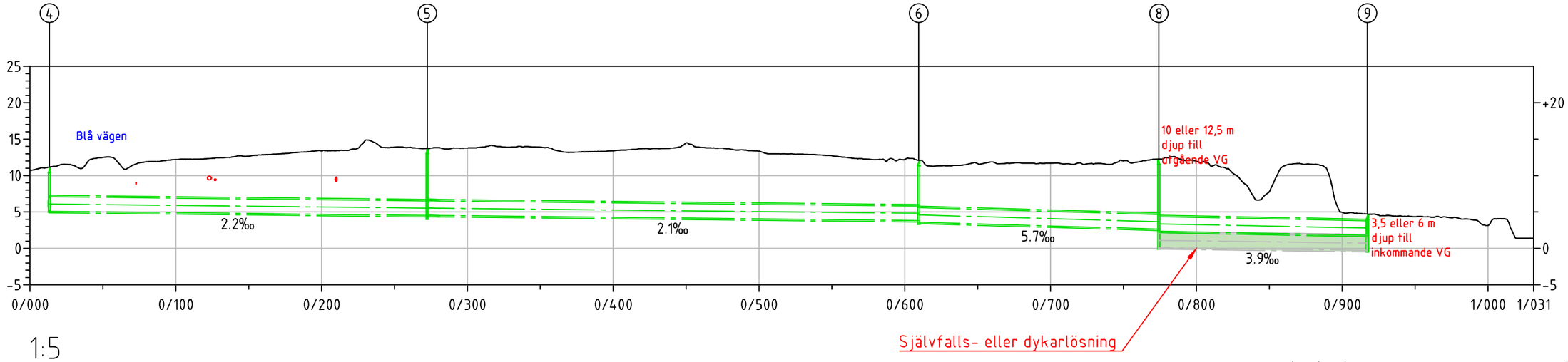
Johan Lundberg AB
Box 62, 751 03 Uppsala www.johanlundberg.se

Sandåkersgatan 2, alternativt utlopp A



1:8

Sandåkersgatan 1, alternativt utlopp B



1:5

UTREDNINGSHANDLING

REV	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN

RITAD AV A. GREMYR	HANDLÄGGARE J. LUNDBERG	GRANSKAD AV J. LUNDBERG	DATUM 2023-01-20 REV
	johanLundbergAB Box 62, 751 03 Uppsala www.johanlundberg.se		
KOORDINATSYSTEM SWEREF 99 20 15	HÖJDSYSTEM RH 2000		
RITNINGSNR Bilaga 2 / FORMAT A3	SKALA		

TVÄRÅN TUNNEL

Del Sandåkersgatan

Borrad dagvattenledning DN2000

Profilritning

2022-10-21

Förstudie Tvärån

Schaktfritt byggande av tunnel för att avlasta Tväråns flöde



Rev.	Avser	Rev. Datum
1	Nytt stycke om alternativ Tväråns dalgång, se kap 3.4	230120

Status	Upprättad av	Granskad av
Förstudie	Johan Lundberg	Angela Gremyr

Postadress
Johan Lundberg AB
Box 62
751 03 Uppsala

Besöksadress
Fyrisborgsgatan 3
754 50 Uppsala

Hemsida
johanlundberg.se

FÖRSTUDIERAPPORT

Uppdragsnamn
Tvärån - tunnel

Kund

WSP

Kontaktpersoner

Johan Lundberg AB

Johan Lundberg, Uppdragsansvarig	johan@johanlundberg.se 070-320 35 86
Angela Gremyr, Handläggare	angela@johanlundberg.se 070-625 25 93

WSP

Ricky Olars	ricky.olars@wsp.com 010-721 00 37

Innehållsförteckning

KONTAKTPERSONER 2

1 OBJEKTSBESKRIVNING OCH UPPDRAG 2
1.1 Erhållna förutsättningar och avgränsningar. 2
1.2 Underlag 3

2 GEOTEKNIK OCH GRUNDVATTEN 3

3 TEKNISK LÖSNING / FÖRSLAG TILL UTFÖRANDE 3
3.1 Sträckan Grisbacka skola, alternativ 1 3
3.2 Sträckan Grisbacka skola, alternativ 2 4
3.3 Sträckan Hartvigsgatan 4
3.4 Sträckan Tväråns dalgång 5

4 ALLMÄN METODBESKRIVNING OCH GENERELLA RIKTLINJER 6
4.1 *Rörtryckning – lös lera* 6
4.2 *Mikrotunnling – friktionsmaterial respektive homogent berg* 7
4.3 Sänkbrunnar – start- och mottagningsgropar för rörtryckning och mikrotunnling 8

5 RISKER OCH FÖRSLAG PÅ ÅTGÄRDER 10
5.1 Geoteknik 10
5.2 Bergnivåer 10
5.3 Anslutning till Tvärån nedströms 10
5.4 Borrlängder – plats för omtagsgropar 10
5.5 Befintliga ledningar och anläggningar 11

6 KOSTNADSBEDÖMNING 11
6.1 Sträckan Grisbacka skola, alternativ 1 11
6.1.1 Alternativ Mikrotunnling: 11
6.1.2 Alternativ Mikrotunnling + Rörtryckning: 11
6.2 Sträckan Grisbacka skola, alternativ 2 11
6.2.1 Alternativ Mikrotunnling: 11
6.2.2 Alternativ Mikrotunnling + Rörtryckning: 12
6.3 Sträckan Hartvigsgatan 12
6.3.1 Alternativ Mikrotunnling: 12
6.3.2 Alternativ Mikrotunnling + Rörtryckning: 12

7 UTLÅTANDE 12

8 BILAGOR 13

OM JOHAN LUNDBERG AB 14

1 Objektsbeskrivning och uppdrag

Johan Lundberg AB har på uppdrag av WSP utfört en förstudie gällande schaktfritt förläggande av ny dagvattentunnel DN2000 från västra Rödäng till Tväråns utlopp i Umeälven. Ledningen ska avlasta Tvärån vid kraftig nederbörd.


Rödäng
Västerslätt
Grubbe
Grisbacka
Dragonfältet
Soldattorpet
Regementet
Sandbacka
Umeå
Haga
Gammlia
Centrum
Öst på stan
Östermalm
Böle
Böleäng
Teg
Öbacka
Vännäsv.
Hissjöv.
Tvärån
Tvärån
Lundaparken
Kvarndammsparken
Brinklunden
Lars Widdings park
Sparken
Gröna Ön
Lundaån
Gammhultet
Grisbackaparken
Hartvigsparken
Kungsängsparken
Rödängsparken
Täparken
Gabrielsparken
Hästskoparken
Sandaparken
Hagaparken
Rödbergets industriområde
Västerslätts industriområde
Jabergel
Jämvägsallen
Dunkerslunden
Riddareg.
Sävargården
Rosendalsparken
Vårdcentralen
Vårdcentralen
Vårdcentralen

1.2 Underlag

- Höjddata, Lantmäteriet, 2022-08-26
- Baskarta, från WSP, 2022-09-12
- Geoteknisk PM för detaljplan Gitarren 1 m fl, WSP 2018-10-15
- Markteknisk undersökningsrapport, Gitarren 1 m fl, WSP 2018-09-28
- Erforderliga kartor från SGU:s Kartvisare, 2022-08-26
- Pågående och planerade projekt i Umeå kommun, Umeå kommuns hemsida, 2022-08-26
- Natur- och kulturvärden, Skogens Pärlor, Skogsstyrelsen 2022-08-26
- Trafikverkets planer i området, Trafikverkets hemsida, 2022-08-25
- Platsbesök 2022-10-07, inklusive arbetsmöte med WSP.

2 Geoteknik och grundvatten

Inga geotekniska undersökningar har utförts inom ramen för förstudien men det finns geotekniska undersökningar i närheten av den aktuella sträckan, bland annat för detaljplan Gitarren i Rödäng (WSP 2018) samt borrpunkter i Rödäng redovisade i SGU:s jordlagerföljdskarta. Geoteknisk information är för övrigt hämtade ur SGU:s kartvisningstjänst och observationer vid platsbesök.

I stora drag har vi utgått ifrån att jord i aktuellt tunnelläge består av sulfidhaltig lera-silt i området kring Rödäng med övergång till friktionsjord i närheten av Rödberget och Vännäsvägen. Jorden i det höglänta Backenområdet består enligt SGU av älvsediment-sand. För området från Kungsbacken och ned mot Ume älv utgår vi ifrån redovisad sulfidhaltig lera-silt.

Jorddjup och närhet till berg har betydelse på delar av sträckan där risk för påträffande av berg förekommer i tunnelns nivå.

Inga geohydrologiska undersökningar har utförts inom ramen för förstudien.

3 Teknisk lösning / Förslag till utförande

Utifrån inhämtat material har 3 alternativa sträckningar studerats. Vid platsbesök utfört 2022-10-07 kunde det tredje alternativet, att följa Tväråns dalgång, strykas, eftersom inga direkta fördelar bedömdes finnas. Alternativet ansågs som komplicerat och riskfyllt och skulle kräva en stor andel utredningsarbete om det skulle vara intressant. Däremot identifierades på plats ett nytt ”hybridalternativ”. Detta är en kombination av urschakt av Tvärån och schaktfritt byggande av tunnel på en alternativ delsträcka. Detta alternativ ”3b” bedöms som mycket intressant, men har inte arbetats vidare med inom ramen för detta uppdrag.

Denna förstudie beskriver därför de övriga 2 alternativa huvudsträckningarna, varav den ena har en variant på sträckning mitt på, samt alternativ sträckning på slutet.

3.1 Sträckan Grisbacka skola, alternativ 1

Sträckan beskrivs mer utförligt i bilaga 1 och 2 med förklarande texter.

Den kan dock sammanfattas med nedan:

Sträckan är ca 1,8 respektive 1,9 km lång. Delar av sträckan skulle kunna schaktas om det bedöms vara mer fördelaktigt. Det gäller den första sträckan i Rödäng samt den sista sträckan från Kungsbacken och nedströms. I denna förstudie beskrivs dock ett schaktfritt tunnelalternativ.

Under det höglänta Backenområdet ligger tunneln på ca 17 m djup samt i tät bebyggelse. På denna sträcka bedöms inte konventionell schakt som något alternativ. Sträckning har valts för att i möjligaste mån ligga i gatumark eller allmän platsmark. Kollision med borrade brunnar har försökt att undvikas.

På en delsträcka ligger tunneln under privata fastigheter. Tunneln ligger visserligen på 15 m djup under mark men utrednings- och tillståndsprocessen för att hantera denna fråga måste beaktas. Som alternativ har vi föreslagit en alternativ delsträckning i gatumark, se Grisbacka skola, alternativ 2 nedan.

Teknisk lösning i tunnelns start och anslutning mot Tvärån har inte utretts inom ramen för denna förstudie, inte heller dess avslut mot Umeälv eller Tvärån nedströms.

3.2 Sträckan Grisbacka skola, alternativ 2

Sträckan beskrivs mer utförligt i bifogad ritning med förklarande texter.

Den kan dock sammanfattas med nedan:

Den följer sträckan Grisbacka skola, alternativ 1, med undantag för en delsträcka som inte ligger under privata fastigheter. Här ligger tunneln i stället i gatumark. Dessvärre riskerar berg påträffas på denna delsträcka som gör borrning mer kostsamt, men dock fullt möjligt.

3.3 Sträckan Hartvigsgatan

Sträckan beskrivs mer utförligt i bilaga 1 och 2 med förklarande texter.

Den kan dock sammanfattas med nedan:

Sträckan är ca 1,7 km lång. Delar av sträckan skulle kunna schaktas om det bedöms vara mer fördelaktigt. Det gäller den första sträckan i Rödäng. I denna förstudie beskrivs dock ett schaktfritt tunnelalternativ.

Under det höglänta Backenområdet ligger tunneln på ca 17 m djup samt i tät bebyggelse. På denna sträcka bedöms inte konventionell schakt som något alternativ. Sträckning har valts för att i möjligaste mån ligga i gatumark eller allmän platsmark. Kollision med borrade brunnar har försökt att undvikas.

På en delsträcka ligger tunneln under privata fastigheter, framför allt kan den komma att korsa under hörnet på Grisbacka kyrka. Tunneln ligger visserligen på 15 m djup under mark men utrednings- och tillståndsprocessen för att hantera denna fråga måste beaktas.

På en delsträcka riskerar berg påträffas som gör borrning mer kostsamt, men dock fullt möjligt. Området för berg ligger vid kyrkan. Eventuellt kan man argumentera för att

påverkan är begränsad där tunneln ligger i berg, likt en tunnelbana som byggs i berg under fastigheter.

Teknisk lösning i tunnelns start och anslutning mot Tvärån har inte utretts inom ramen för denna förstudie, inte heller dess avslut mot Umeälv eller Tvärån nedströms.

3.4 Sträckan Tväråns dalgång

Sträckan framgår bilaga 1. Den finns bara skissad i plan.

Vi har inte arbetat vidare med detta alternativ av anledningar som framgår nedan. Sträckningen kan dock sammanfattas med nedan:

Sträckan är ca 2,0 km lång och följer Tvärån från en punkt uppströms ån i Rödäng ned till kvarnbron.

Anledningen till att denna sträckning initialt bedömdes intressant, trots att sträckan är längre än sträckorna alternativ 1 och 2, är att de geotekniska förutsättningarna kan tänkas vara gynnsammare och möjliggöra användning av en mindre kostsam lösning – framför allt förhoppningen att undvika kontakt med berg i tunnelns läge.

Den långa sträckningen med en fast nivå att förhålla sig till uppströms och nedströms gör att det blev begränsat med hur mycket lutning tunneln skulle kunna ha om en ren självfallslösning önskades. Under utredningen var målet att kunna hålla åtminstone 2 promilles lutning hela vägen.

Den första hälften av sträckan ligger i Rödäng norr om Blå vägen. På denna del ligger ledningen längs med Tvärån. Området är flackt vilket innebär att man inte kan dra så mycket nytta av hur marknivån faller för att behålla erforderlig marktäckning på borrningen. Initialt såg det ut som om vi skulle behöva korsa ån på ett par platser, med undermålig marktäckning under åns botten. Jorden närmast under åbotten är ofta svag vilket innebär ännu sämre förutsättning för att uppnå tillräcklig markstabilitet.

Ett alternativ till korsning av ån är att göra fler omtag på sträckan och skapa brytpunkter i plan för att kunna förlägga ledningen längs med och på sidan av ån i stället för att korsa den. Fler omtag innebär dock en högre kostnad.

I Tväråns dalgång från korsningen av Timotejvägen (i höjd med Blå vägens cirkulationsplats) och nedströms är dalgången brantare och smalare. Här måste ledningen förläggas mycket nära Tvärån, och behöver ändå klara utmaningen att uppnå tillräcklig stabilitet för ett schaktfritt utförande utan att Tväråns slänter kollapsar. Här finns även ett antal broar vars fundament inte får hindra eller störas av en borrad DN2000. Dessutom bedöms access till omtagspunkterna komplicerade i det begränsade utrymmet längs Tväråns dalgång. Det var även tveksamt om 2 promilles lutning skulle kunna upprätthållas hela vägen.

Den otillräckliga marktäckningen, behov av säkerhetsavstånd till brofundament samt säkerhetsavstånd till Tvärån av stabilitetsskäl skulle kunna åtgärdas genom att sänka lednings nivå ytterligare ett flertal meter. Men detta skulle innebära att ledningen inte töms på vatten med självfall, utan i stället ligger dämd. En sådan lösning innebär en annan hydraulisk förutsättning som kräver ytterligare utredning. Att förlägga ledningen djupare innebär dessutom en högre risk att komma i kontakt med berg i ledningens läge.

Alternativet ansågs som komplicerat och riskfyllt och skulle kräva en stor del ytterligare utredningsarbete för att se om det skulle vara intressant.

Under platsbesöket identifierades dock ett nytt ”hybridalternativ” - en kombination av urschakt av Tvärån och schaktfritt byggande av tunnel på en alternativ delsträcka. Detta alternativ bedömdes som intressant, dels på grund av framkomlighet och dels på grund av att den totala sträckan med schaktfritt utförande skulle kunna förkortas. Alternativet dock har inte arbetats vidare med inom ramen för detta uppdrag.

Vi ser i nuläget inga uppenbara fördelar med alternativ Tväråns dalgång i förhållande till ”hybridalternativet”, av det skälet har detta alternativ i nuläget strukits.

4 Allmän metodbeskrivning och generella riktlinjer

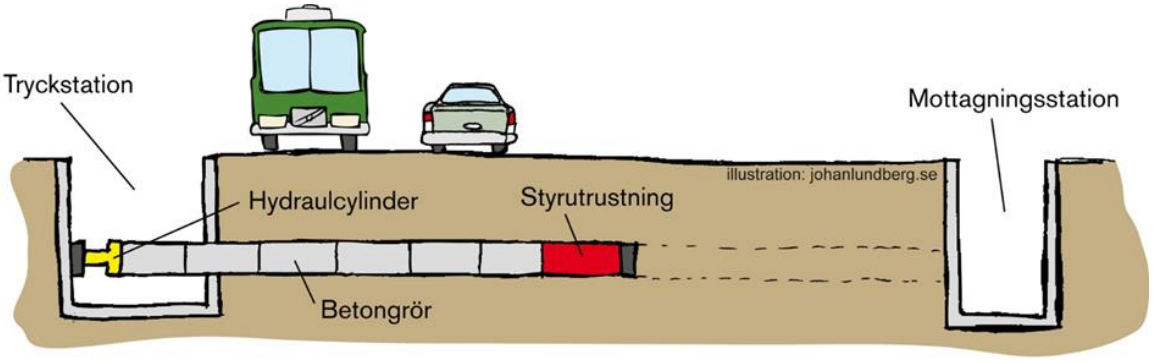
4.1 *Rörtryckning – lös lera*

Metoden, även kallad betongrörstryckning, används normalt för installation av självfallsledningar under vägar och järnvägar, samt byggnation av längre självfallsledningar i svårschaktade förhållanden på stora djup. Metoden är endast avsedd för lös lera. Från en tryckstation, vanligtvis en sänkbrunn, trycks betongrör med hydraulcylindrar in i leran. I fronten sitter en styrutrustning som korrigerar för avvikelser ifrån den raka linjen. Lera tas ut ur röret kontinuerligt med en skruv, skrapspel, transportband e.d. När föregående rör är installerat lyfts nästa rör på plats i tryckutrustningen. Proceduren upprepas till dess att rörsträngen nått mottagningsstationen.

Metoden har aktiv styrning, varför tryckning i långa längder med mycket hög noggrannhet är möjlig.

Rörtryckning används till självfallsledningar för spill- och dagvatten. Även till skyddsrör för el, tele, gas, fjärrvärme, vatten och tryckspillvatten. Vanligtvis installeras betongledningar, men även andra rörmaterial såsom GAP och polymerbetong förekommer.

Metoden används vanligen i dimensioner Ø 300–2000 mm och längder 0-100 m. Dimensioner upp till Ø 3000 mm och längder upp till 500 m förekommer, vilket dock kräver användning av mellantryckstationer.



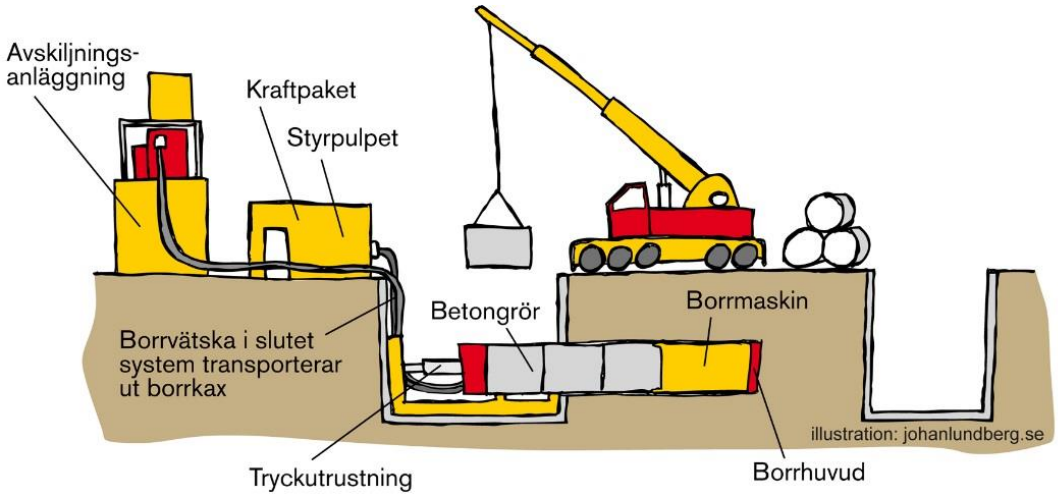
4.2 *Mikrotunnling – friktionsmaterial respektive homogent berg*

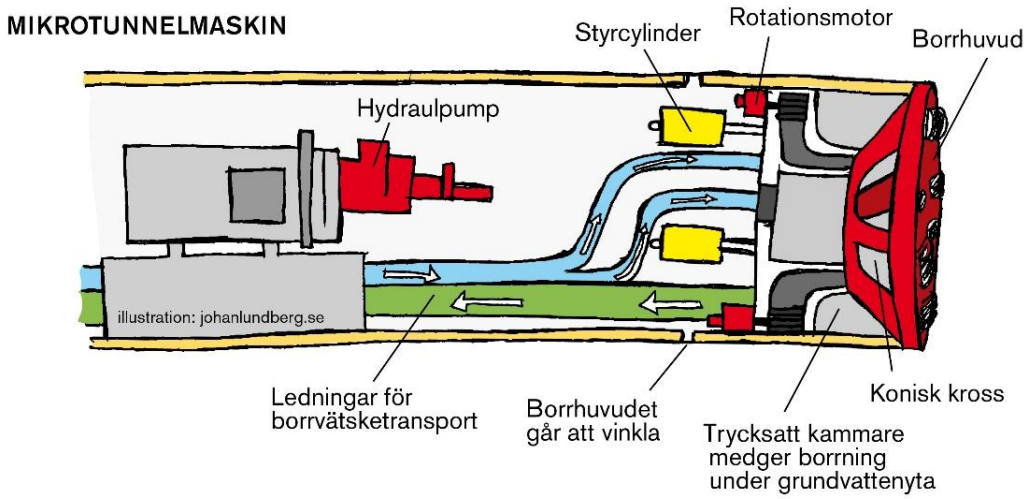
Metoden används normalt för installation av självfallsledningar under vägar och järnvägar, samt byggnation av längre självfallsledningar i svårschaktade förhållanden på stora djup. Metoden klarar de flesta jordmaterial såsom lera, sand, grus och stenigt material samt block och berg. Från en tryckstation, vanligtvis en sänkbrunn, trycks betongrör med hydraulcylindrar in i jorden. I fronten sitter en borrutrustning som lösgör jorden. Hårdmetalldiskar sönderdelar block och berg. En konisk kross maler ned materialet till små fraktioner som sedan blandas med borrvätska bestående av huvudsakligen vatten och bentonit. Borrkaxet pumpas ut med borrvätskan i ett slutet system till en avskiljningsanläggning placerad ovan mark. Borrmaskinen innehåller även en styrutrustning som korrigerar för avvikelser ifrån den raka linjen. När föregående rör är installerat lyfts nästa rör på plats i tryckutrustningen. Proceduren upprepas till dess att rörsträngen nått mottagningsstationen.

Metoden har aktiv styrning, varför tryckning i långa längder med mycket hög noggrannhet är möjlig.

Mikrotunnling används till självfallsledningar för spill- och dagvatten. Även till skyddsrör för el, tele, gas, fjärrvärme, vatten och tryckspillvatten. Vanligtvis installeras betongledningar, men även andra rörmaterial såsom GAP och polymerbetong förekommer.

Metoden används vanligen i dimensioner Ø 300–2000 mm och längder 0-100 m. Dimensioner upp till Ø 4000 mm och längder upp till 1000 m förekommer, vilket dock kräver användning av mellantryckstationer.





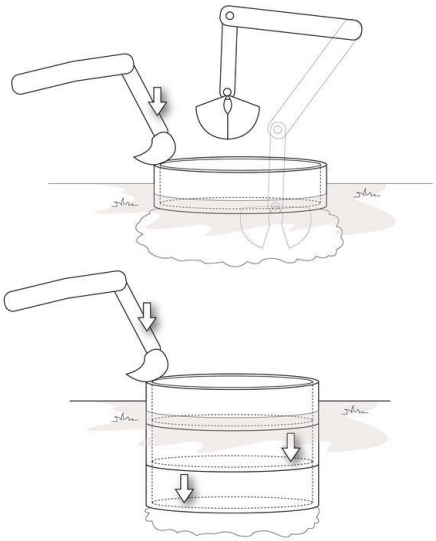
4.3 Sänkbrunnar – start- och mottagningsgropar för rörtryckning och mikrotunnling

Metoden används normalt för byggnation av pumpstationer eller tryck- och mottagningsstation för rörtryckning och mikrotunnling, som efter avslutat arbete konverteras till nedstigningsbrunn.

Sänkbrunnen byggs genom att en betongring gjuts ovanpå marken. Vid mindre brunnar används prefabricerade betongelement. Brunnsringen sänks ner genom invändig urschaktning av jordmaterial. Ny brunnsring placeras eller gjuts ovanpå, varefter urschaktning och nedsänkning fortgår. Proceduren upprepas till fullt djup uppnåtts. För att motverka bottenupptryckning kan brunnen fyllas med vatten under arbetets gång. När sänkning är klar gjuts en bottenplatta, i förekommande fall under vatten. När botten är klar töms brunnen på vatten.

Sänkbrunnar används med fördel i lera som ett alternativ till spontade schakter. De byggs då som en flytande konstruktion och dimensioneras mot uppflytning respektive sättning och fixeras av omgivande jordmassor.

Metoden används vanligen i dimensioner Ø 1400-4000 mm och djup 0-10 m. Dimensioner upp till Ø 10 000 mm och djup upp till 20 m förekommer. Sänkbrunnar finns även i ovala och rektangulära utföranden.




CAT





5 Risker och förslag på åtgärder

5.1 Geoteknik

De geotekniska förutsättningarna är helt avgörande för val av lämplig schaktfri lösning. I denna förstudie har vi gjort antaganden om geotekniska förhållanden, baserat på SGU:s material, samt befintligt material som varit tillgängligt under förstudien. I vidare arbete måste detta givetvis undersökas med geotekniska undersökningar. Geotekniska förutsättningar påverkar val av metod och dess framdrift och därmed kostnad i avgörande grad.

5.2 Bergnivåer

Utförande av mikrotunnel i homogent berg är möjligt. Av naturliga skäl är borrarbetet mer påfrestande, tar längre tid med högre slitage, därmed är kostnaden högre än vid borrning i friktionsjord. Att utföra mikrotunnel i delvis berg delvis jord är mycket riskabelt och måste undvikas. Det krävs noggranna geotekniska undersökningar för att lokalisera de platser där övergång mellan friktionsjord och berg förekommer. Vid dessa övergångar måste borrutrustning skiftas så att homogent berg förekommer i ena tunnelriktningen, respektive homogen friktionsjord i andra riktningen. Viktigt är dessutom att dessa platser där övergång sker skall vara möjlig att komma åt med omtagsgropar ovanifrån. Detta kan infalla naturligt, eller så kan detta innebära stora utmaningar. Jordförstärkning som exempelvis jet-grouting kan vara möjligt i vissa fall.

5.3 Anslutning till Tvärån nedströms

Teknisk lösning för anslutning av tunneln nedströms mot Tvärån har inte utretts inom ramen för denna förstudie. Den spontana bedömningen är dock att anslutning mot Tvärån nedströms kan bli komplicerad, sannolikt blir en anslutning direkt mot Umeälv enklare. Den sista delen av Tvärån ligger i en ravin med djupa och branta slänter. Erosionsrisken vid förändrade förutsättningar för ån måste beaktas, inte minst då stora vattenflöden skall ansluta mot ån.

5.4 Borrlängder – plats för omtagsgropar

Borrlängder i förstudien är relativt långa. Det är tekniskt möjligt att utföra dem så långa genom användande av s.k. mellantryckstationer - specialrör med hydraulcylindrar. Alternativet är att göra omtag med ca 100 m mellanrum. Men eftersom djupet är stort blir dessa omtagsgropar (sänkbrunnar) djupa och kostnadsdrivande.

Vi har i dagsläget placerat omtagsgropar där vi bedömer det vara möjligt utifrån utrymme och andra förutsättningar på aktuell plats. Dess lägen kan givetvis justeras i ett senare skede för att finna mest optimal lösning.

Vilka längder mellan brunnar och därmed åtkomst på tunneln ur driftsynpunkt måste diskuteras. Avloppstunnlar i mindre dimensioner och långa längder förekommer visserligen, men åtkomstfrågan bör beaktas.

Tunneln är dock möjlig att komma åt för driftåtgärder inifrån då den bara behöver användas vid höga vattenflöden i Tvärån.

5.5 Befintliga ledningar och anläggningar

Eftersom tunneln förläggs på så pass stort djup kommer kollision med befintliga ledningar inte vara ett bekymmer. Däremot kommer omtagsgroparnas (sänkbrunnarnas) placering och utformning behöva beakta befintliga ledningar, men detta bedömer vi i nuläget kunna finna lämpliga lösningar för.

Att passera Trafikverkets vägar hör till standarduppdrag inom schaktfri ledningsbyggnad. Passage av Trafikverkets väg på aktuell plats ser vi initialt inga bekymmer med. Det är möjligt att med förslagen lösning uppfylla Trafikverkets krav.

6 Kostnadsbedömning

Avser byggkostnadsbedömning, inte projektering eller tillståndsutredningar.

6.1 Sträckan Grisbacka skola, alternativ 1

Sträckan är ca 1800m.

6.1.1 Alternativ Mikrotunnling:

Tunneln utförs med Mikrotunnling i hela dess längd.

6 st sänkbrunnar som tryck- respektive mottagningsstationer. Djup i spannet 6-16m.

Bedömd kostnad: 270 Mkr.

6.1.2 Alternativ Mikrotunnling + Rörtryckning:

Tunneln utförs med Mikrotunnling i Backenområdet.

Tunneln utförs med Rörtryckning i Rödäng samt sträckan från Kungsbacken och ned mot Umeälv.

6 st sänkbrunnar som tryck- respektive mottagningsstationer. Djup i spannet 6-16m.

Bedömd kostnad: 220 Mkr.

6.2 Sträckan Grisbacka skola, alternativ 2

Sträckan är ca 1900m.

6.2.1 Alternativ Mikrotunnling:

Tunneln utförs med Mikrotunnling i friktionsjord med undantag för delsträckan pkt 3-4-5 där borrning sker i homogent berg.

8 st sänkbrunnar som tryck- respektive mottagningsstationer. Djup i spannet 6-17m.

Bedömd kostnad: 330 Mkr.

6.2.2 Alternativ Mikrotunnling + Rörtryckning:

Tunneln utförs med Mikrotunnling i Backenområdet i friktionsjord med undantag för delsträckan pkt 3-4-5 där borrning sker i homogent berg.

Tunneln utförs med Rörtryckning i Rödäng samt sträckan från Kungsbacken och ned mot Umeälv.

8 st sänkbrunnar som tryck- respektive mottagningsstationer. Djup i spannet 6-17m.

Bedömd kostnad: 280 Mkr.

6.3 Sträckan Hartvigsgatan

Sträckan är ca 1650m.

6.3.1 Alternativ Mikrotunnling:

Tunneln utförs med Mikrotunnling i friktionsjord med undantag för delsträckan pkt 20-21 där borrning sker i homogent berg.

5 st sänkbrunnar som tryck- respektive mottagningsstationer. Djup i spannet 7-17m.

Bedömd kostnad: 300 Mkr.

6.3.2 Alternativ Mikrotunnling + Rörtryckning:

Tunneln utförs med Mikrotunnling i Backenområdet i friktionsjord med undantag för delsträckan pkt 20-21 där borrning sker i homogent berg.

Tunneln utförs med Rörtryckning i Rödäng samt sträckan från Kungsbacken och ned mot Umeälv.

5 st sänkbrunnar som tryck- respektive mottagningsstationer. Djup i spannet 7-17m.

Bedömd kostnad: 240 Mkr.

Kostnadsuppskattningen skall anses grov. Stora prisvariationer förekommer idag på grund av världsmarknadsläget; tillgång till cement, stål och energi. Även de geotekniska förutsättningarna blir helt avgörande för kostnadsbilden.

7 Utlåtande

Denna förstudie visar på ett par tänkbara schaktfria alternativ för anläggande av tunnel för att avlasta höga vattenflöden i Tvärån. Vi bedömer det fullt möjligt att bygga denna tunnel beskriven i förstudien. Men för att lösningen skall fungera som helhet återstår fördjupat utredningsarbete. Det är inte otänkbart att den totalt bästa lösningen kan vara en kombination av konventionell schakt med schaktfritt.

8 Bilagor

Bilaga 1 Översikt utredningssträckningar.pdf

Bilaga 2 Profil.pdf

Bilaga 3 Markförutsättningar.pdf

Om Johan Lundberg AB

Johan Lundberg AB är oberoende specialistkonsulter inom schaktfri teknik. Vi är med i hela processens alla steg; från förstudie, projektering, upphandling och genomförande fram till avslutat projekt. Vi genomför utbildningar i schaktfri teknik och tillhandahåller olika hjälpmedel så att fler kan dra nytta av den schaktfria teknikens alla fördelar. Johan Lundberg AB medverkar även aktivt vid framtagande av normer och riktlinjer för branschen.

BILAGA 1

TVÄRÅN TUNNEL

Punkterna 1–22 avser start– eller mottagningsstationer för schaktfritt utförande. De byggs som sänkbrunnar. De behövs även vid riktningsändring samt uppdelning av längder.

Erhållen uppgift VG IN +10.5

1. Fiktiv startpunkt. Nivå i tunnelns start– och slutpunkt påverkar lutning och flödeskapacitet. Dessa förhållanden måste utredas vidare i senare läge. I dagsläget utgår vi från DN2000 på tunneln.

2. Sträckan förläggs i jord med tillräcklig täckning. Undvik berg. Bedömer att morän från kullen i väster försvinner ner och möts upp av mer finjordar i ledningsläget.

3. Om lera på sträckan kan den billigare metoden rörtryckning vara aktuell. Även konventionell schakt om stabilitet och grundvatten kan hanteras på rimligt sätt.

4. Passage av väg på stort djup. Marknivå stiger kraftigt. Ser inga konstigheter med vägpassage.

13. Övergång till berg. Omtagsgrop krävs.

14. Borrning i berg på sträckan pkt 3–4–5.

5. Passage under privata fastigheter kan innebära tillståndshantering/juridisk hantering även om vi är på 15 m djup. Behöver utredas vidare.

6. Gott om plats för omtagsgrop.

15. Övergång från berg till friktionsjord. Omtagsgrop krävs. Behövs även för riktningsändring.

7. Gott om plats i parkmark längs sträckan, bör inte vara i intressekonflikt med någon.

8. Förslag på plats för omtagsgrop. Finns stora möjlighet till att justera läget.

9. Svag radie i plan på tunneln är möjlig utan att göra omtag.

10. Plats för omtag. Marktäckning är betydligt mindre från denna punkt och ned mot älven.

11. Marktäckning lägre samt gott om plats. Schakt denna sträcka kan vara ett alternativ.

12. Anslutning av tunneln till Tvärån behöver utredas vidare. Har inte gjorts i denna fas. Tvärån har skurit sig ned i terrängen i en djup ravin. Bedömer det i nuläget komplicerat att arbeta här.

16. Anslutning av tunneln till älven behöver utredas vidare. Har inte gjorts i denna fas. Anslutning till älven bedöms ändå enklare än motsvarande anslutning till Tvärån i pkt 11. Höga vattenflöden från tunneln bedömer vi som enklare att ta hand om vid älven, än att i Tvåråns anslutning behöva hantera erosionsrisk från kraftigt anslutande flöde från tunneln.

17. Om tillräcklig mäktighet med lera på sträckan kan den billigare metoden rörtryckning vara aktuell. Även konventionell schakt om stabilitet och grundvatten kan hanteras på rimligt sätt.

18. Passage av väg på stort djup. Marknivå stiger kraftigt. Ser inga konstigheter med vägpassage.

19. På sträckan pkt 20–21 finns risk för berg. Vi har antagit bergborrning på denna delsträcka. Om det stämmer gör det detta alternativ mer kostsamt.

20. Tunneln kan gå under del av kyrkan. Passage under privata fastigheter kan innebära tillståndshantering/juridisk hantering. Om borrning sker i berg kan resonemang liknande anläggande av tunnelbana i berg kanske tillämpas.

21. Övergång från berg till friktionsjord. Omtagsgrop krävs.

22. Sträckan pkt 21–22 är lång. I nuläget räknar vi med att detta ändå blir billigare än att anlägga omtagsgrop på sträckan.

23. Anslutning av tunneln till Tvärån behöver utredas vidare. Har inte gjorts i denna fas. Tvärån har skurit sig ned i terrängen i en djup ravin. Bedömer det i nuläget komplicerat att arbeta här. Ett tänkbart alternativ är att förlänga tunneln för att ansluta mot älven istället.

Erhållen uppgift VG UT +2.5

Erhållen uppgift nivå älv +1,5

GRISBACKA SKOLA 2

GRISBACKA SKOLA 1

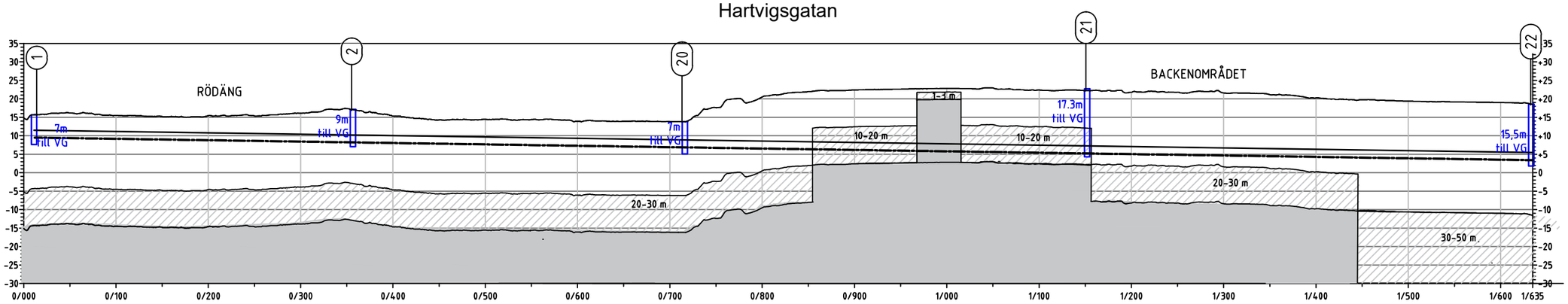
HARTVIGSGATAN

TVÄRÅN

johanlundbergAB
Box 62, 751 03 Uppsala www.johanlundberg.se

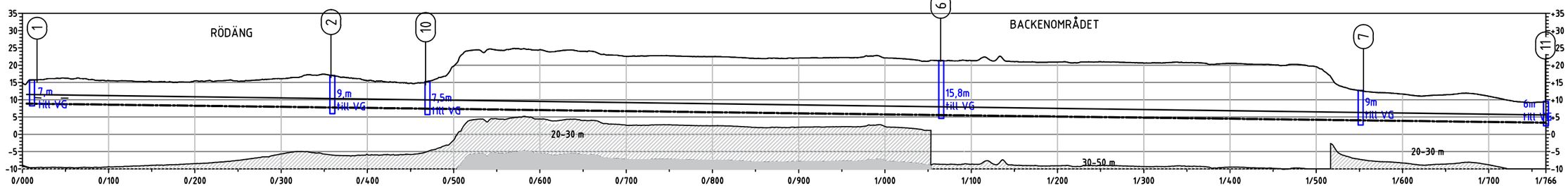
© 2022 Microsoft Corporation© 2022 Maxar ©CNES (2022) Distribution Airbus DS

Hartvigsgatan



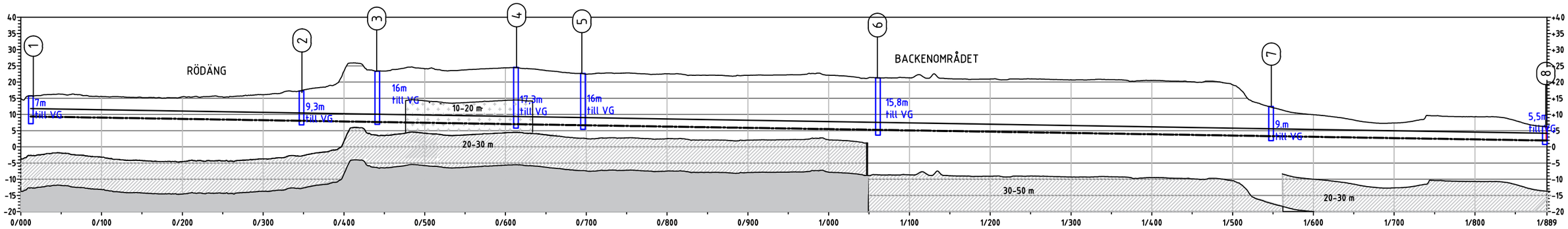
1:4

Grisbacka skola 1



1:4

Grisbacka skola alt 2



1:4

FÖRSTUDIEHANDLING

REV	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN

RITAD AV	HANDLÄGGARE	GRANSKAD AV	DATUM	REV
A. GREMYR	J. LUNDBERG	J. LUNDBERG	2022-10-21	

johanLundbergAB
Box 62, 751 03 Uppsala www.johanlundberg.se

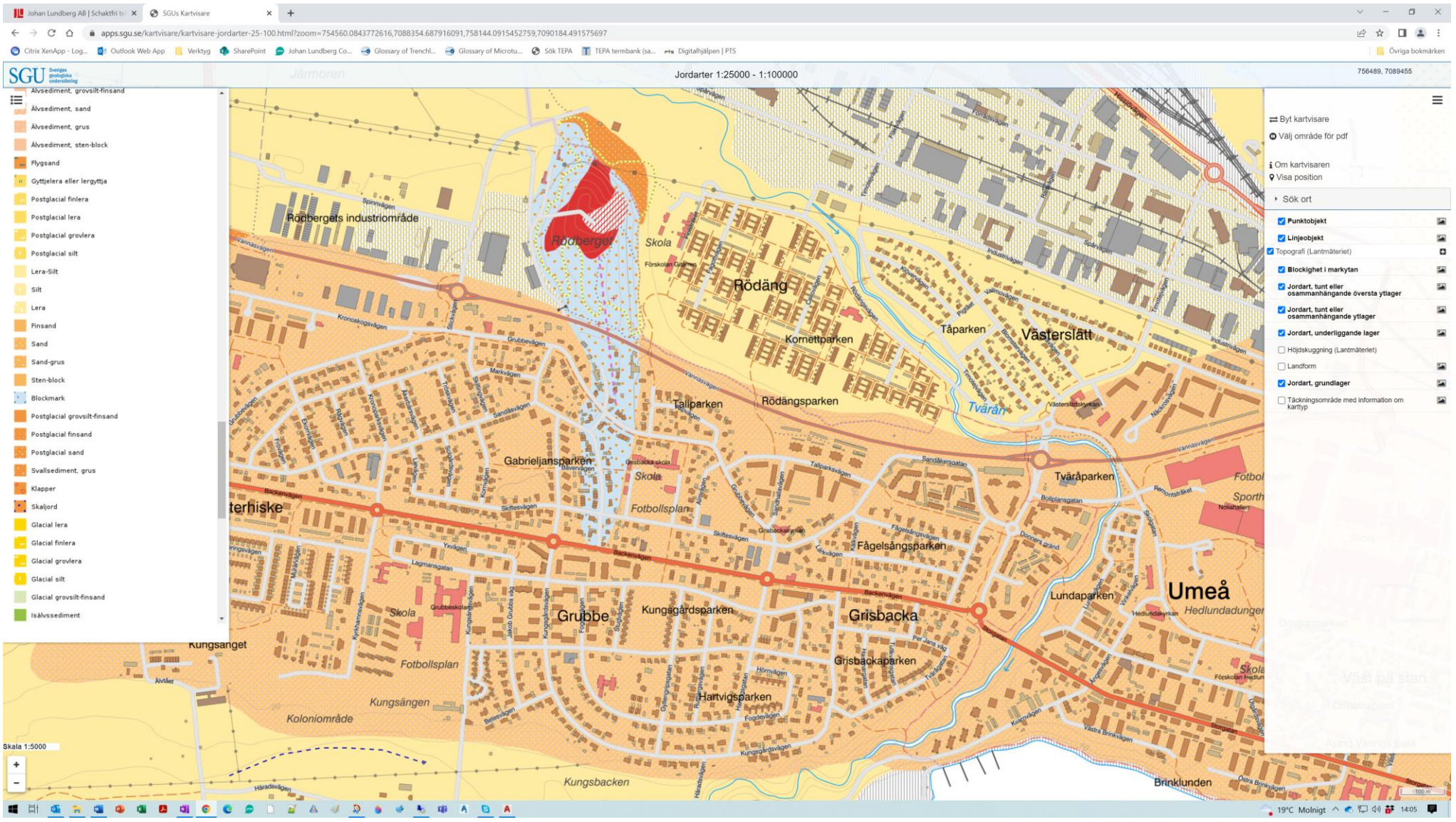
TVÄRÅN TUNNEL

Borrad dagvattenledning DN2000

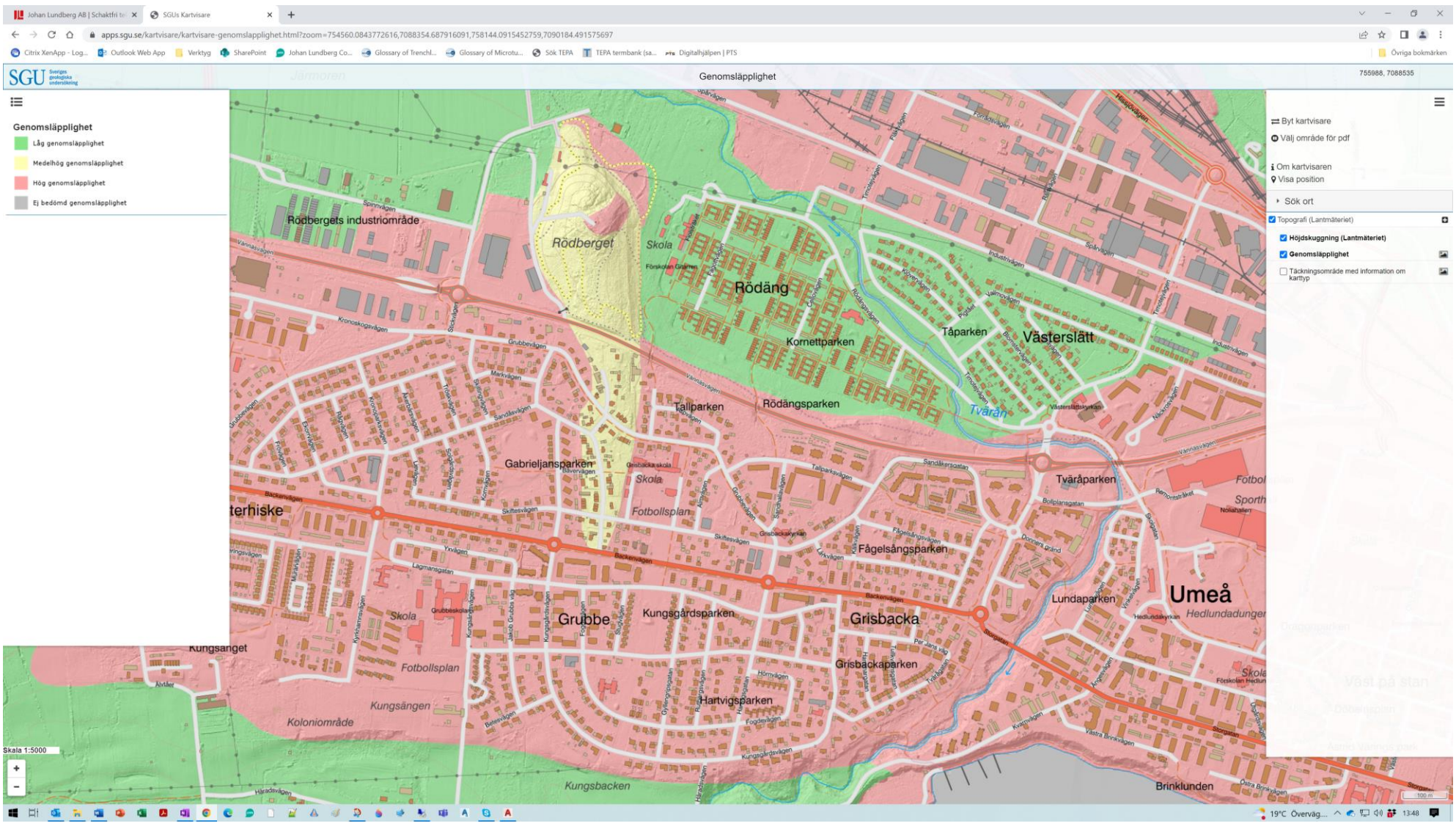
KOORDINATSYSTEM	HÖJDSYSTEM
SWEREF 99 20 15	RH 2000

RITNINGSNR	FORMAT	SKALA
Bilaga 2	A3	

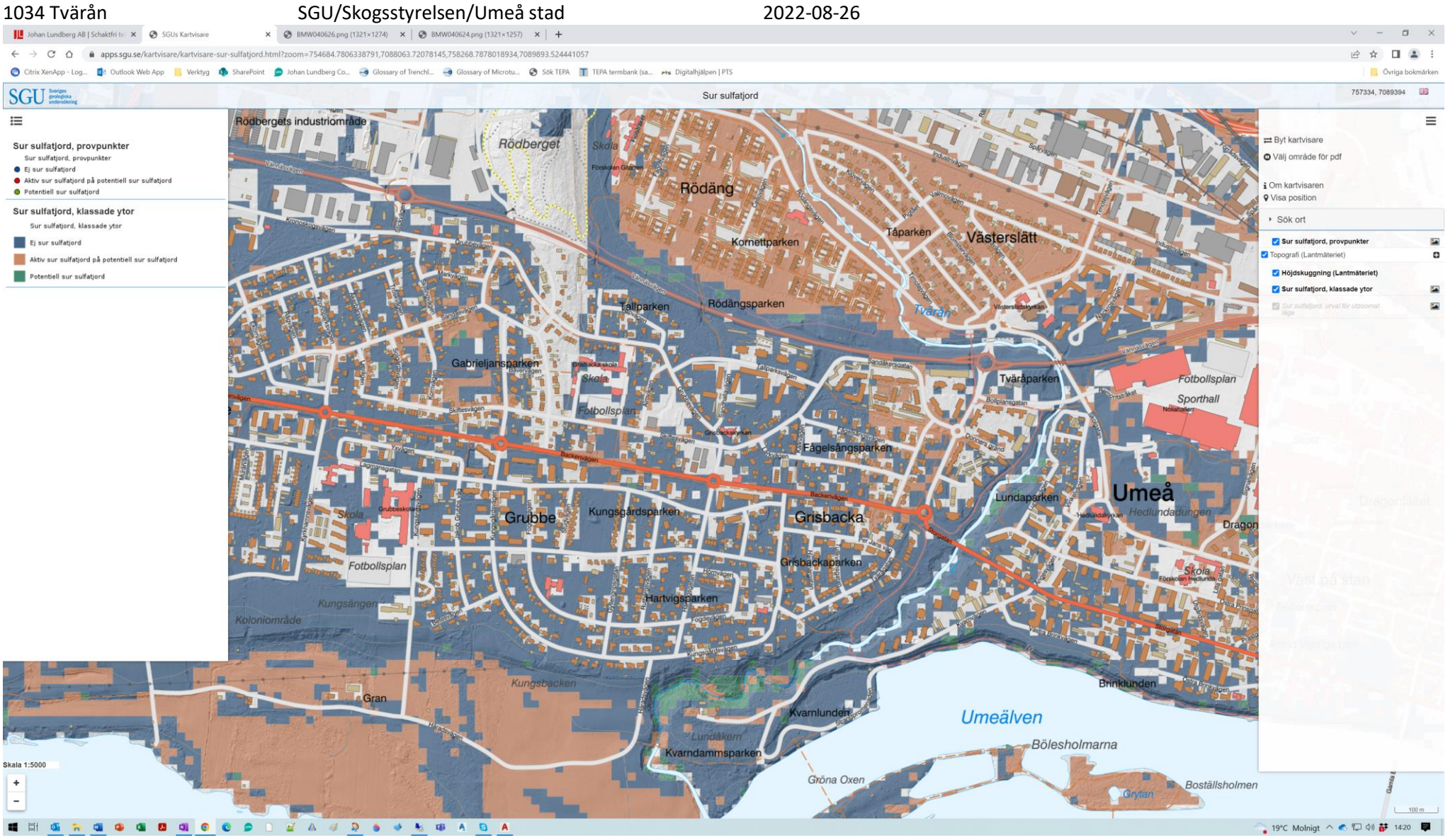
Profilritning



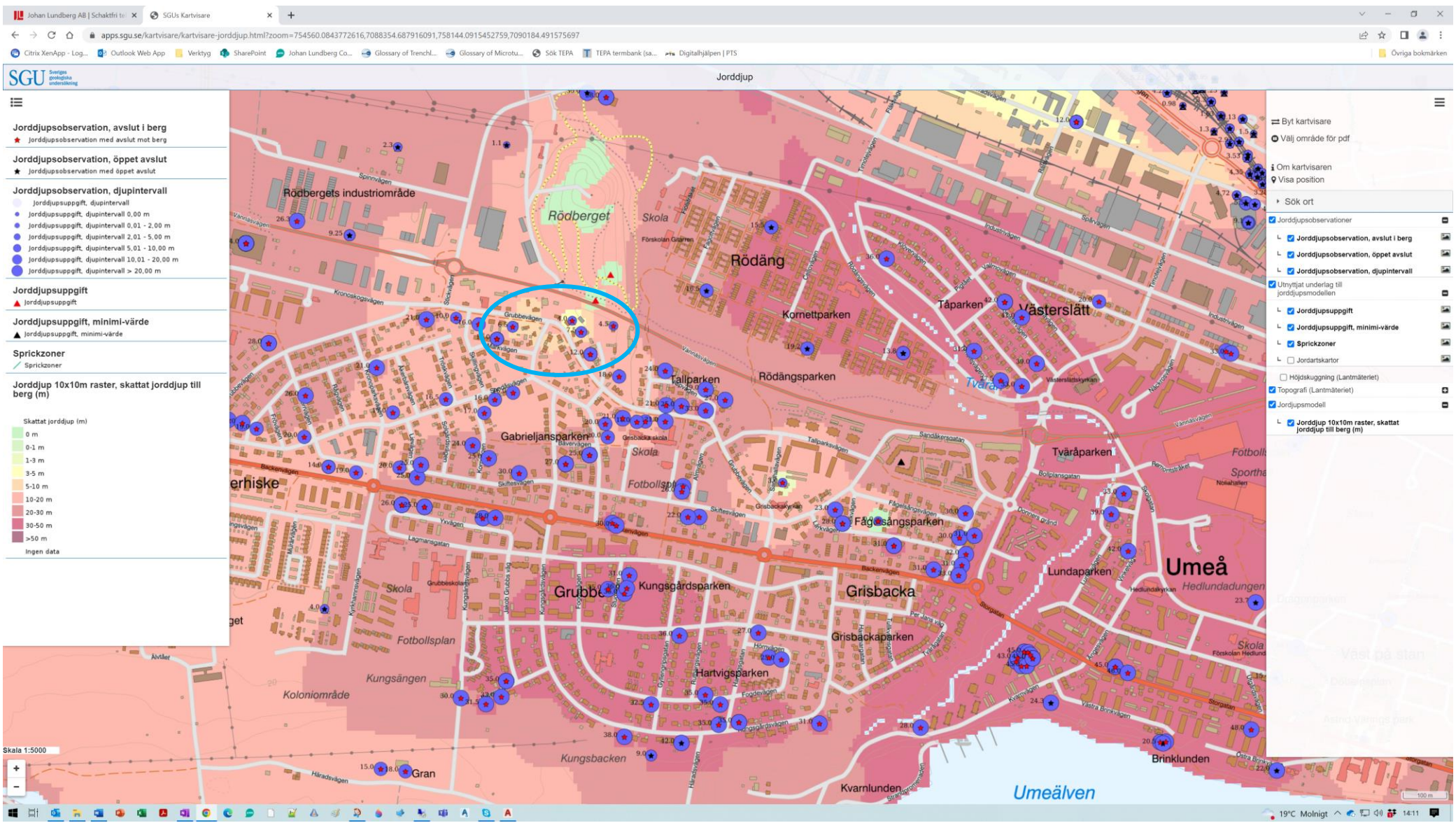
Figur 1 Jordarter – Grubbe/Grisbackaområdet verkar vara älvsediment (syns bättre i SGU när man släckt översta lagret.



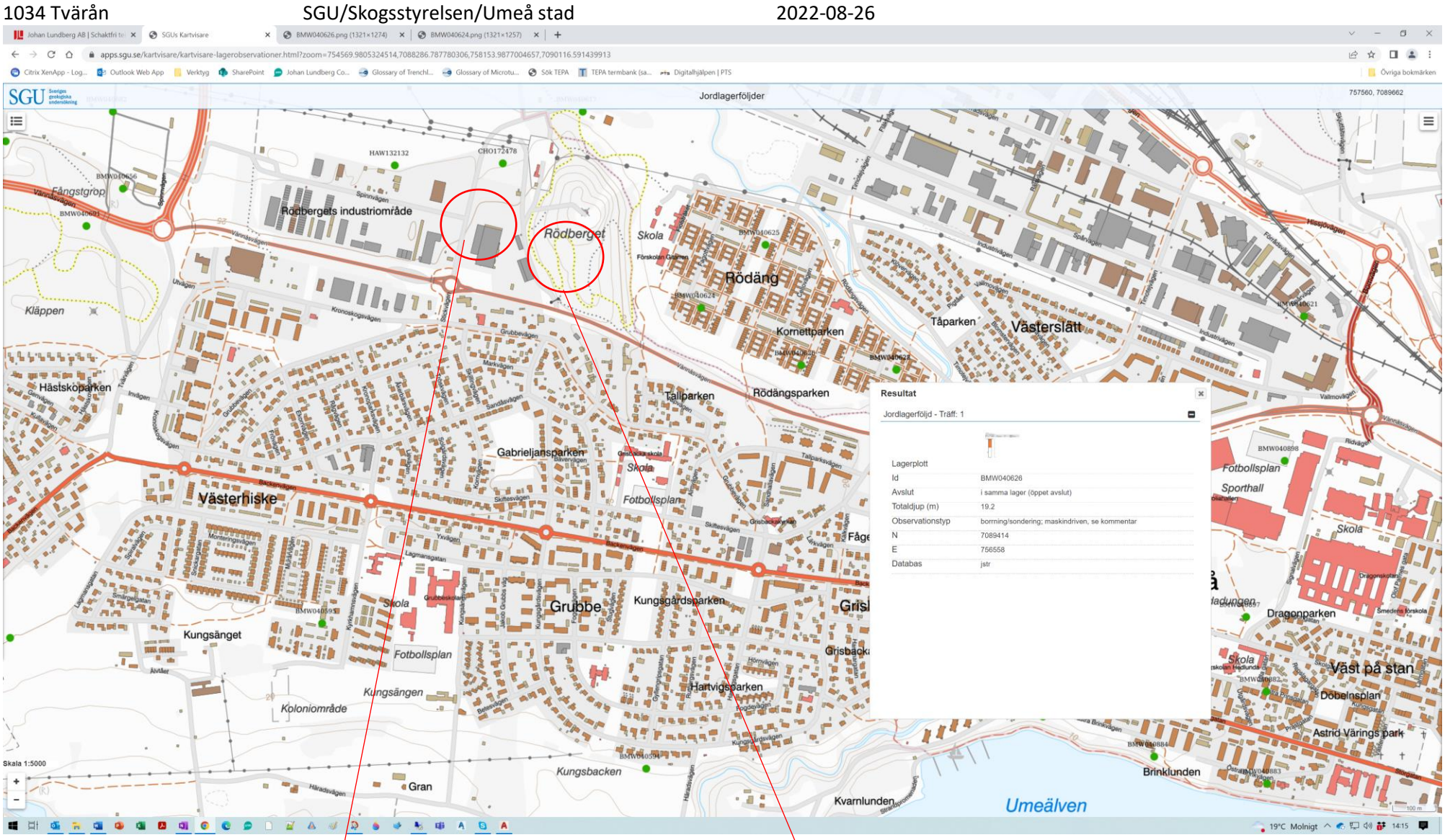
Figur 2 Genomsläpplighet . Backenområdet (Grubbe/Grisbacka/Västerhiske) kan ha hög genomsläpplighet medan Rödäng har låg



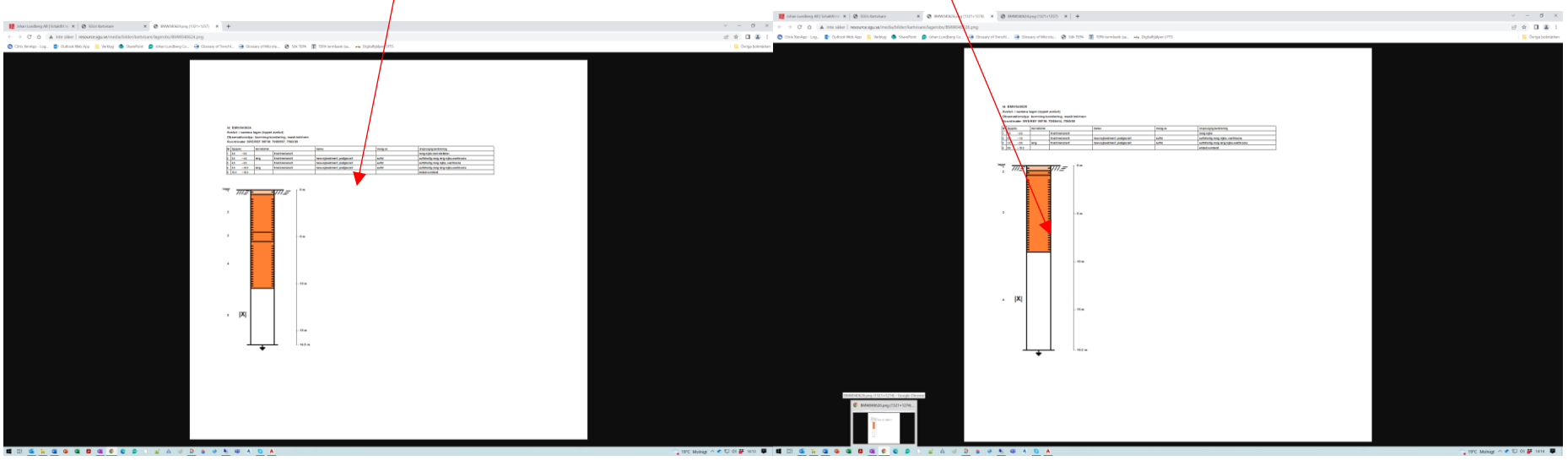
Figur 3 Sur sulfatjord – Blått innebär att det ej är sur sulfatjord, brunt är aktiv sur sulfatjord. Grön, potentiell sur sulfatj.

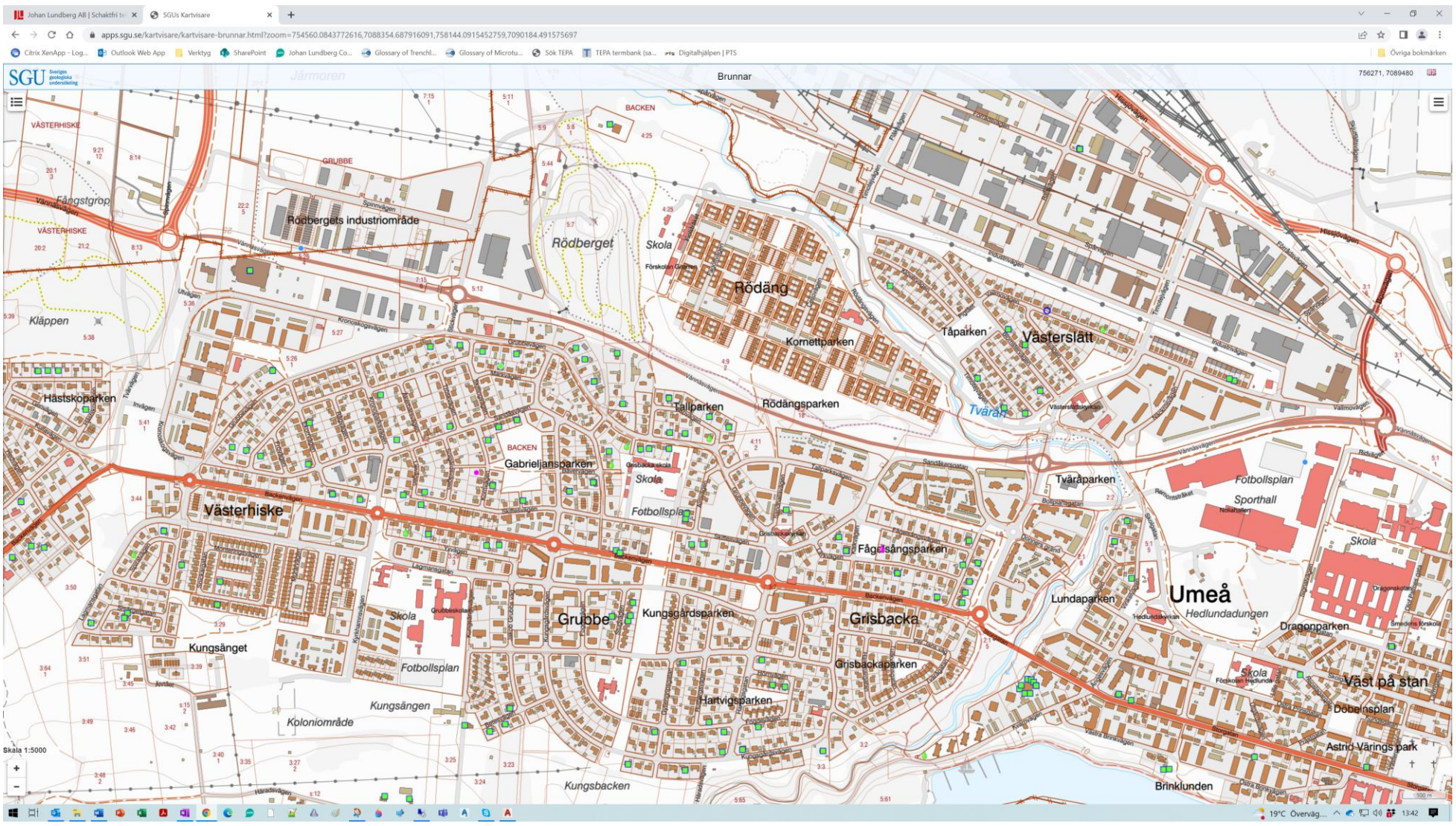


Figur 4 Jorddjup inkl djup bef borrhål/brunnar. Observera en topp i norra Grisbacka (+ Rödbergsområdet). Annars ligger djup till berg under vårt ledningsläge.

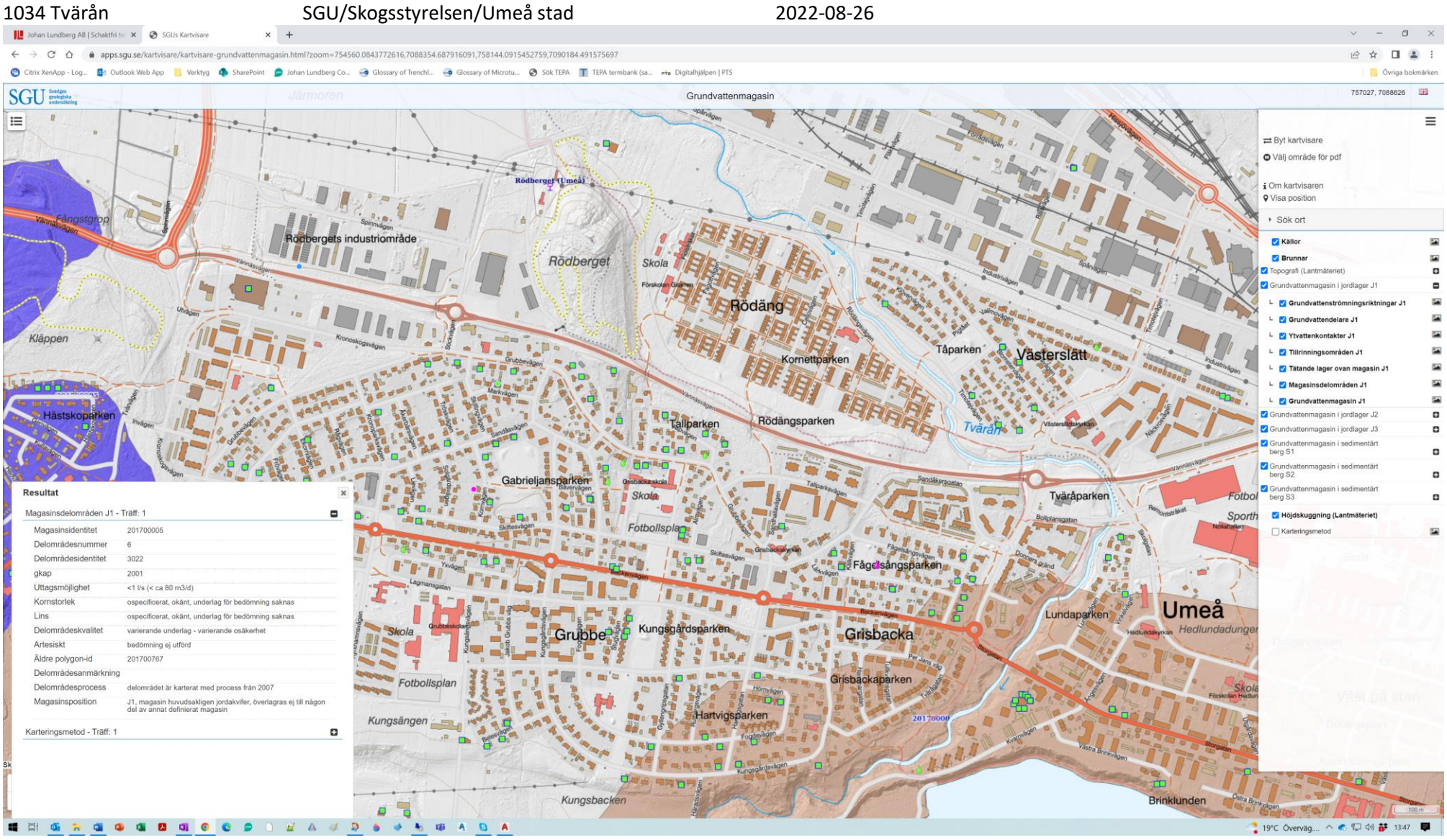


Figur 5 Jordlagerföljder -bef borrhål i Rödäng

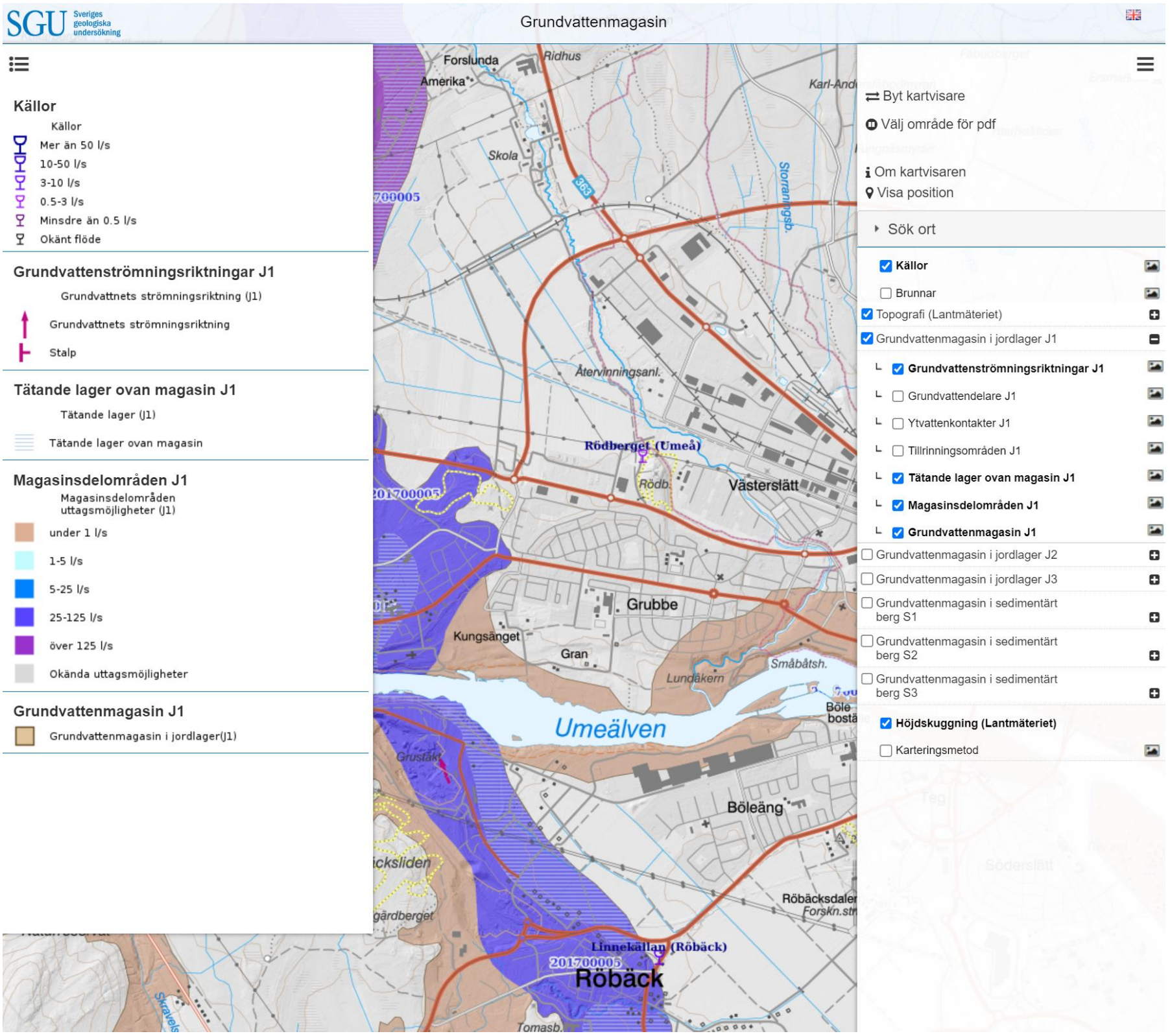


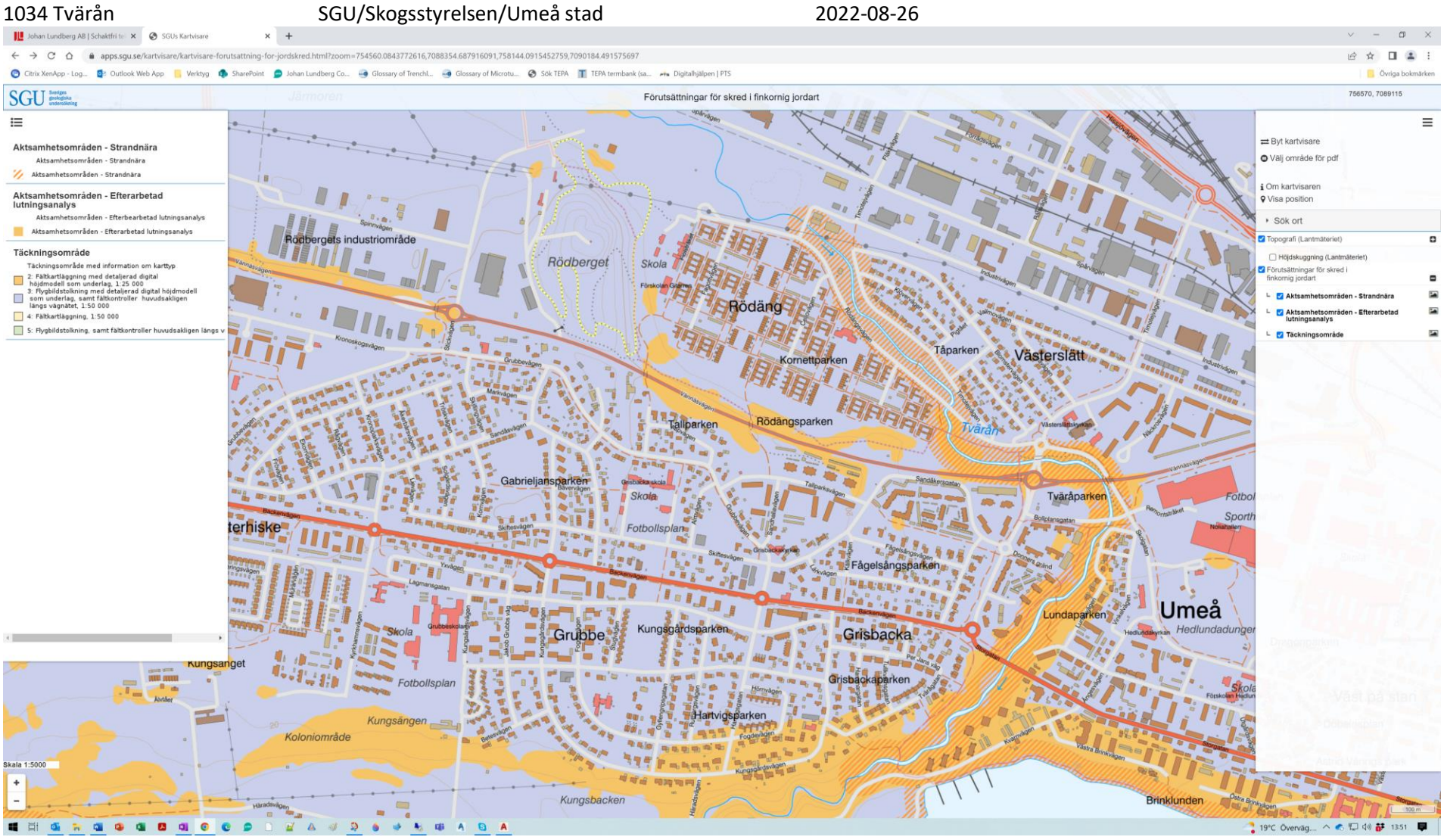


Figur 6 Brunnar och källor

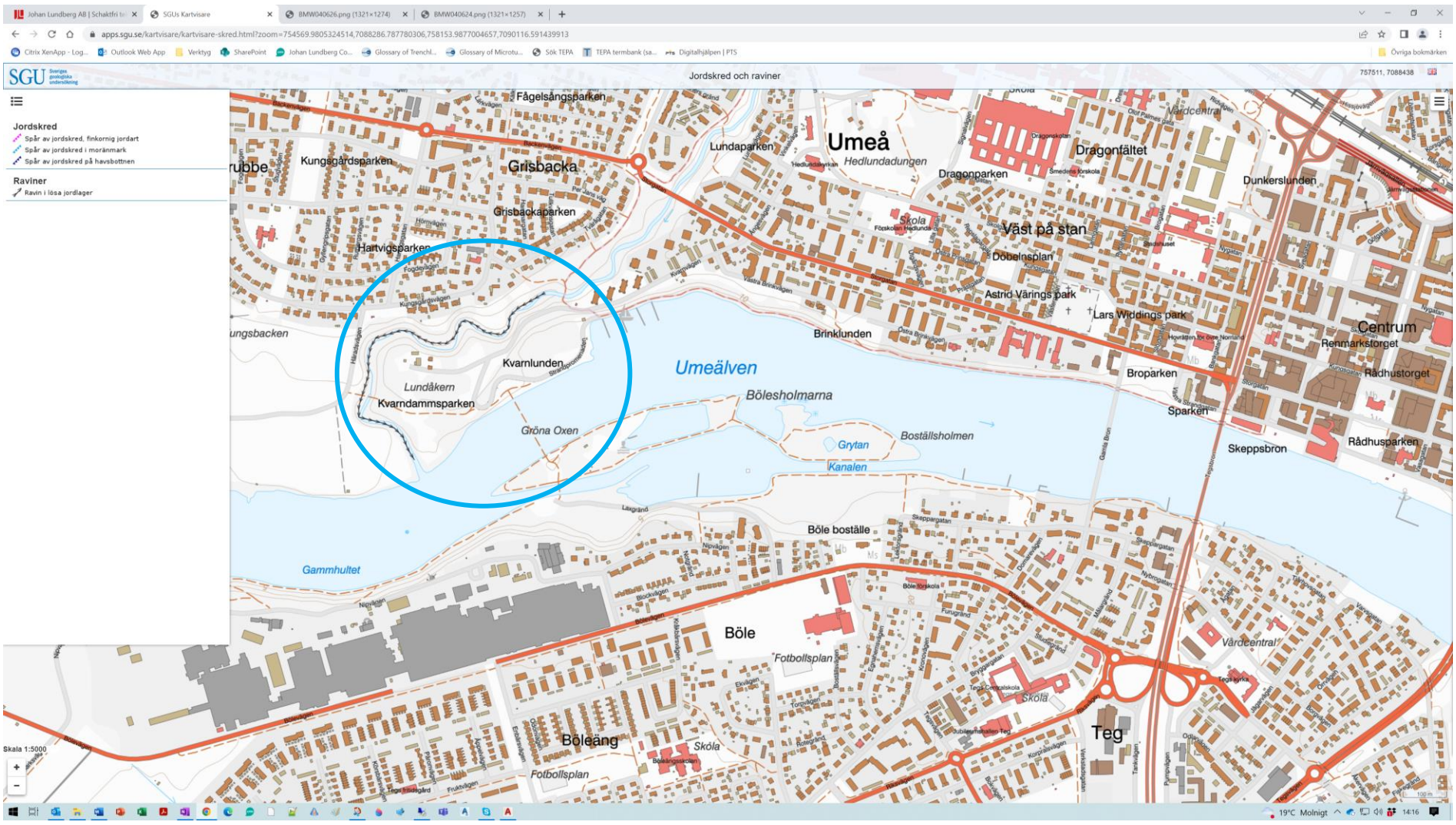


Figur 7 Grundvattenmagasin.

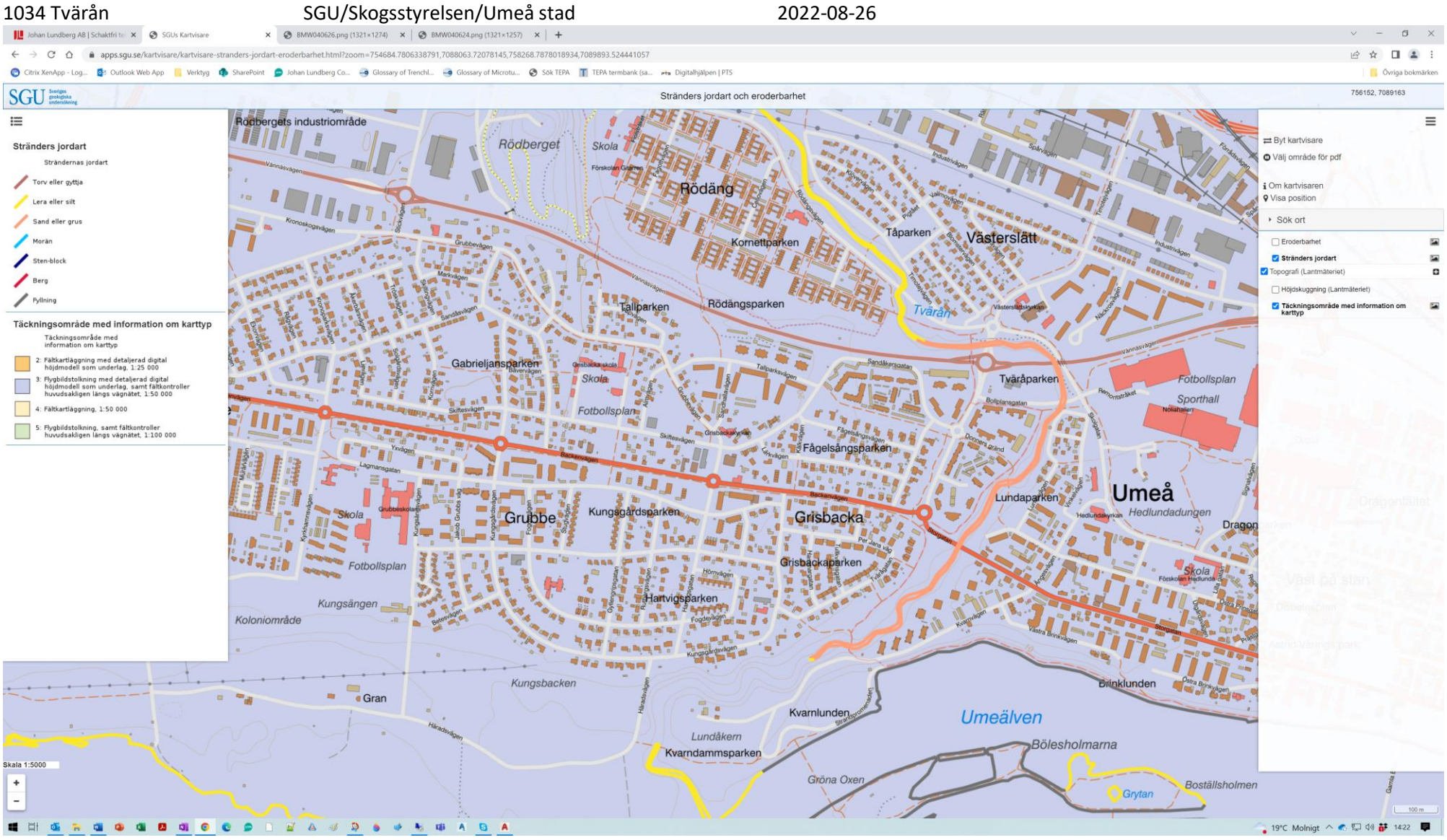




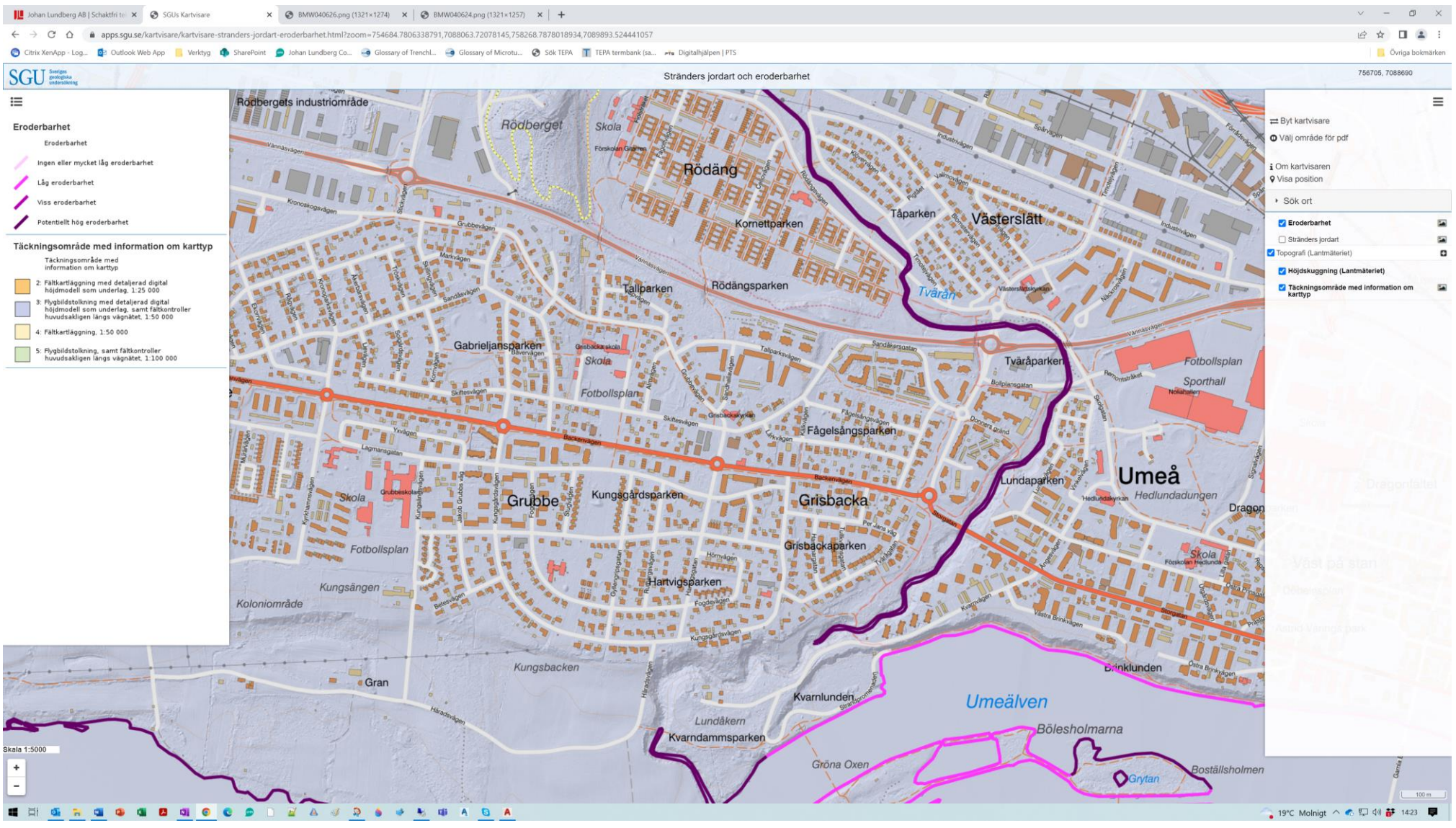
Figur 8 Förutsättningar för skred i finkornig jordart. Aktsamhetsområden i orange. Streckat för strandnära.



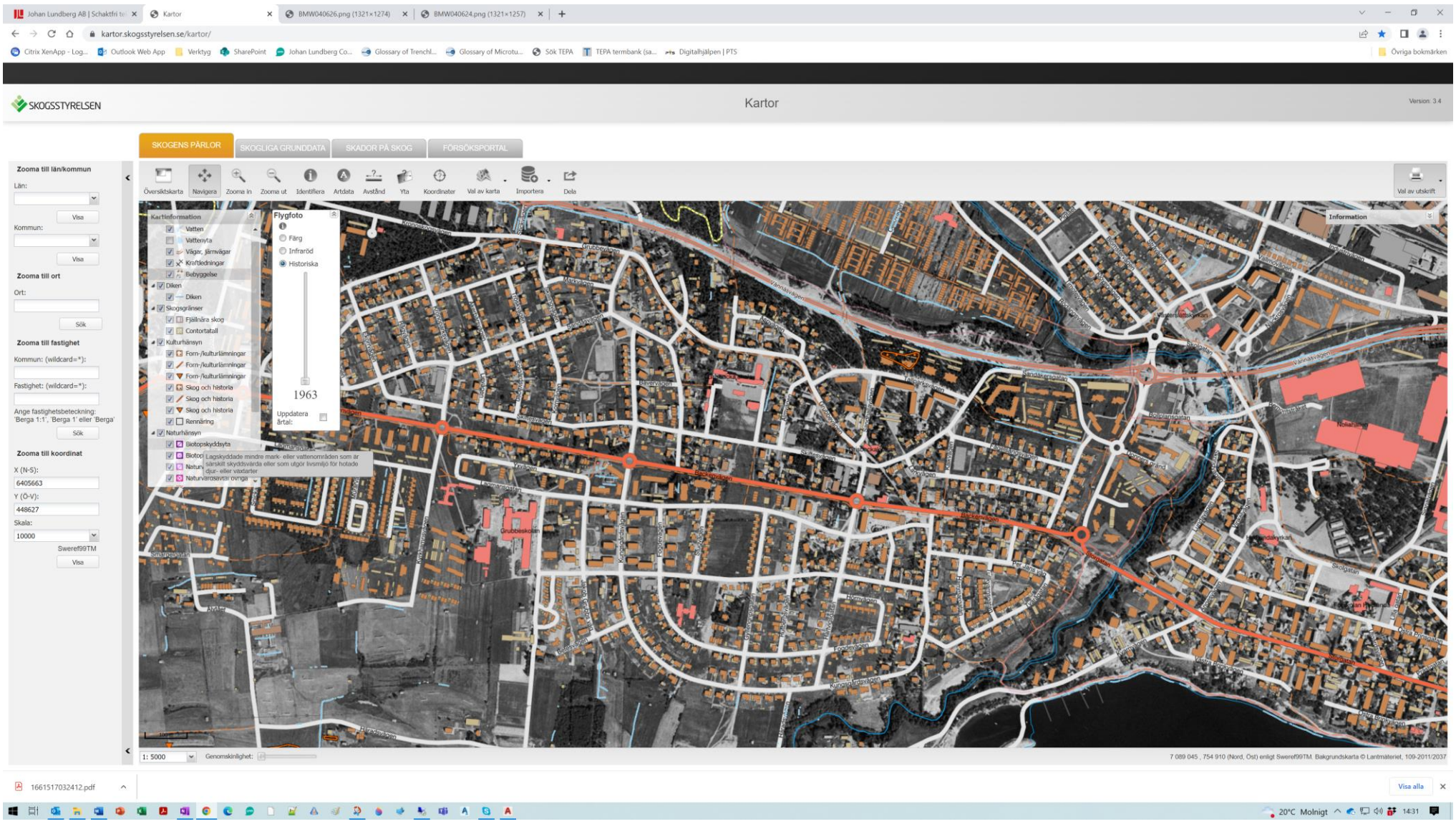
Figur 9 Jordskred och raviner – slutet av Tvärån ligger i en ravin i lösa jordlager.



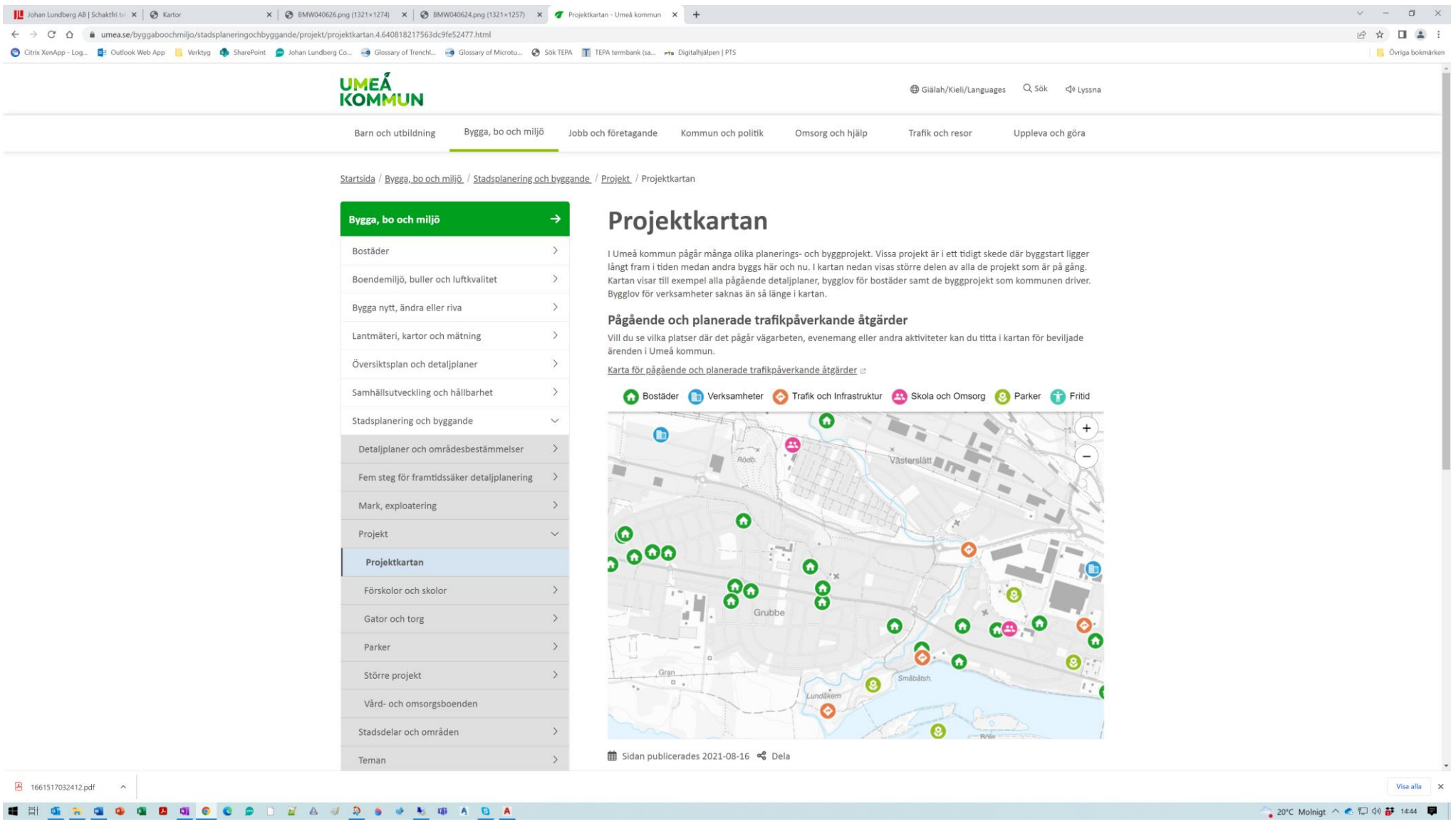
Figur 10 Stränders jordart och eroderbarhet 1: Stränders jordart - Gult för lera/silt. Orange för sand/grus



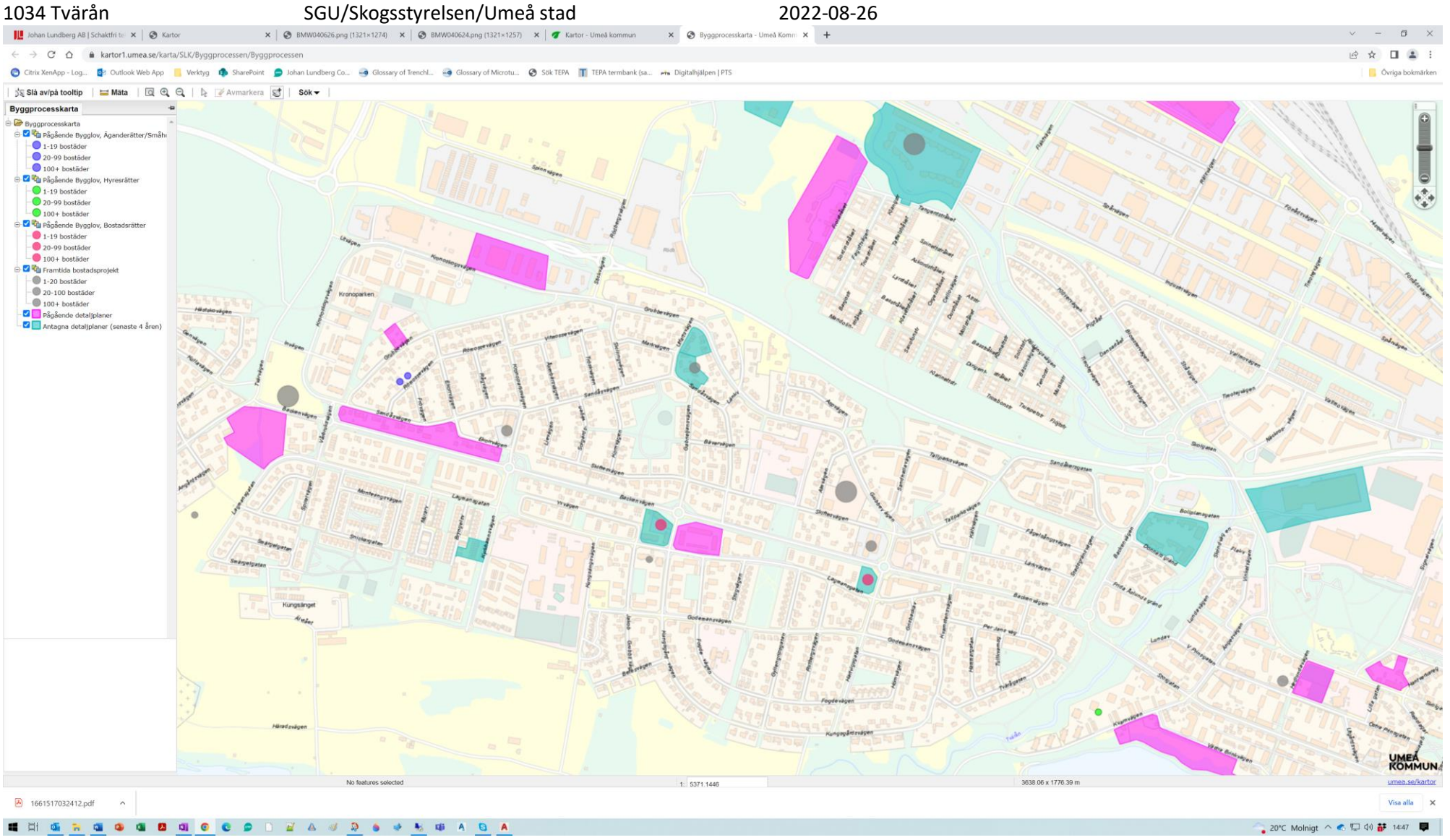
Figur 11 Stränders eroderbarhet – lila för potentiell hög eroderbarhet



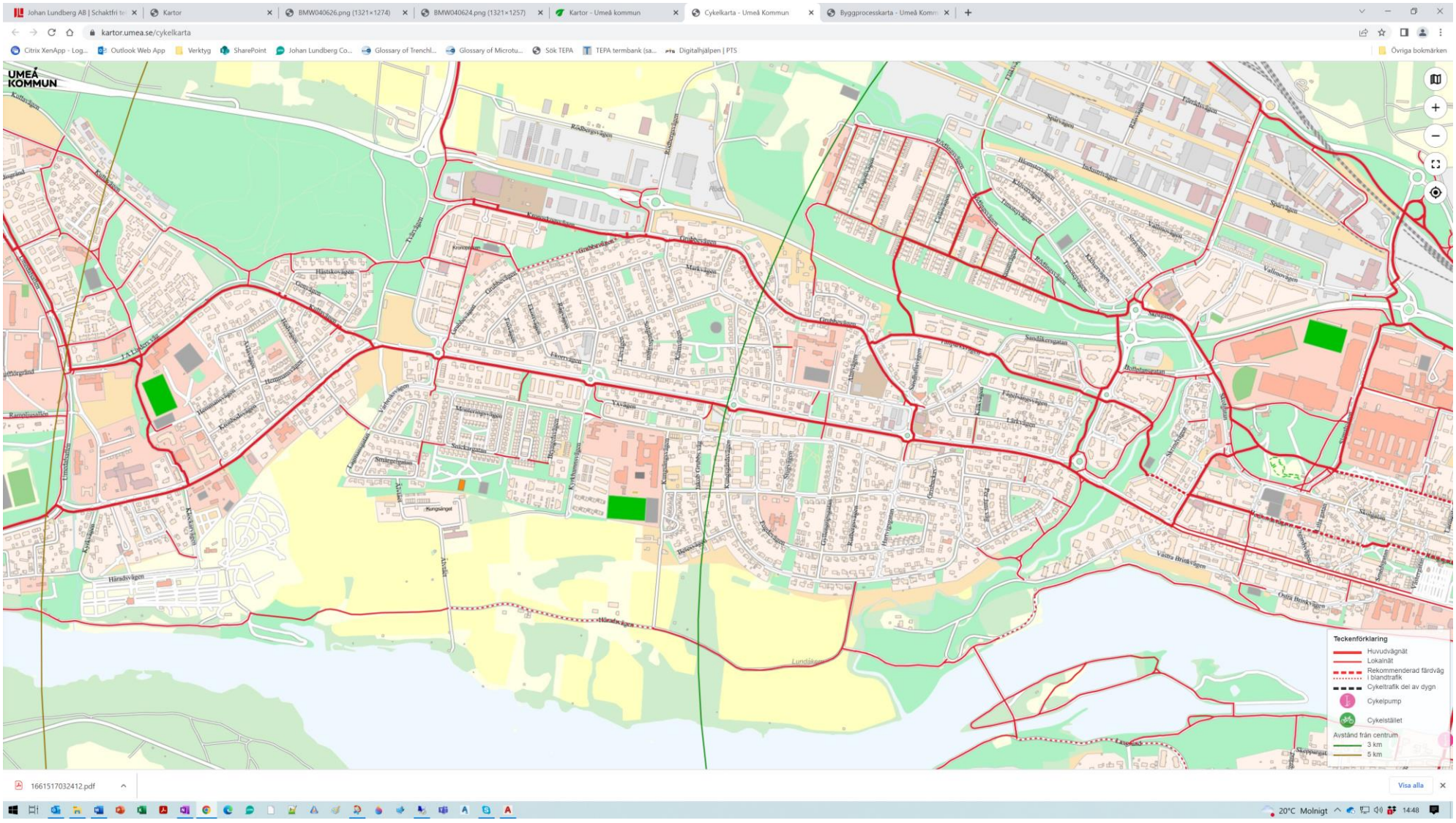
Figur 12 Området 1963 med bef vägar och hus



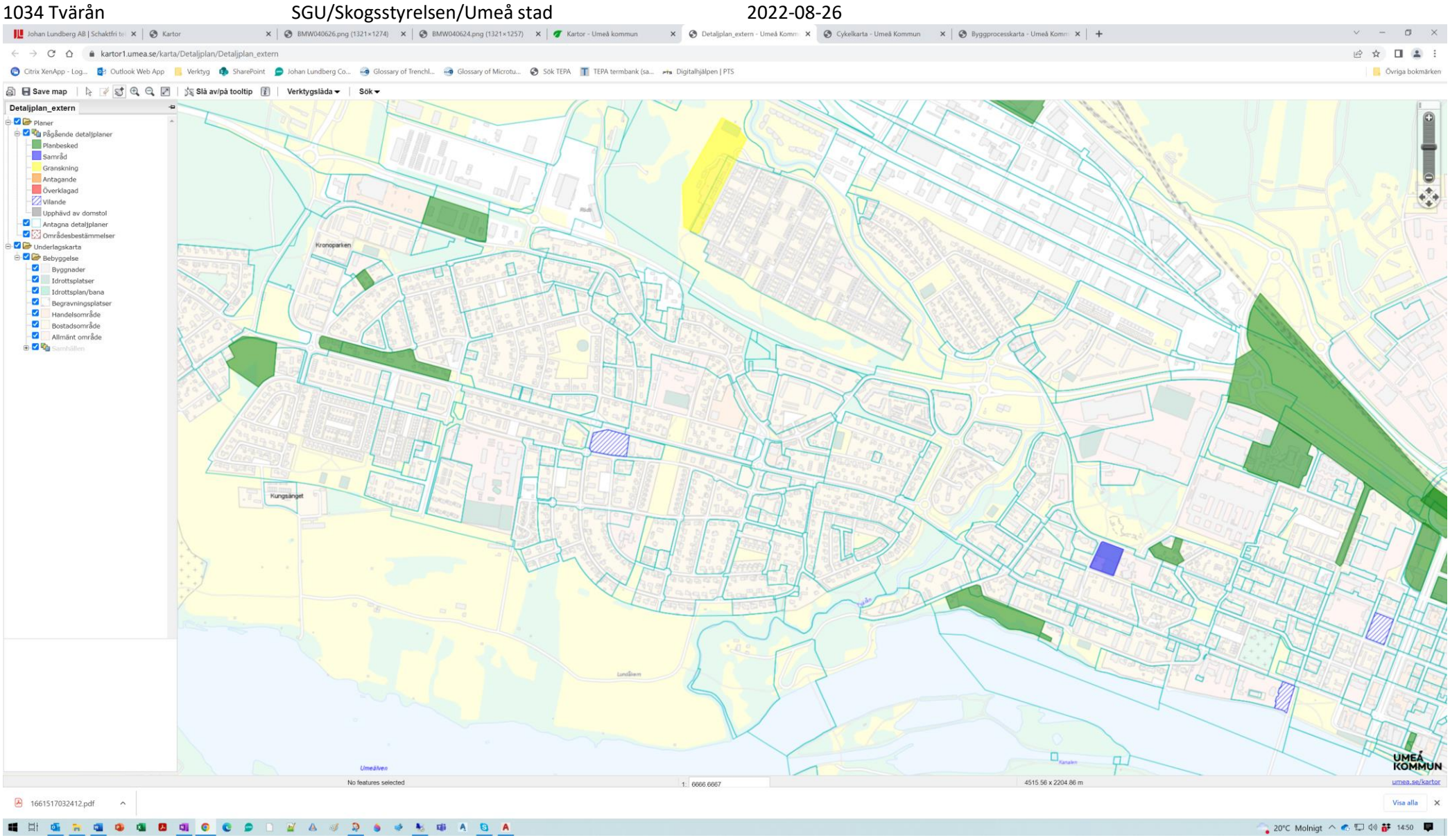
Figur 13 Pågående och planerade projekt i kommunen



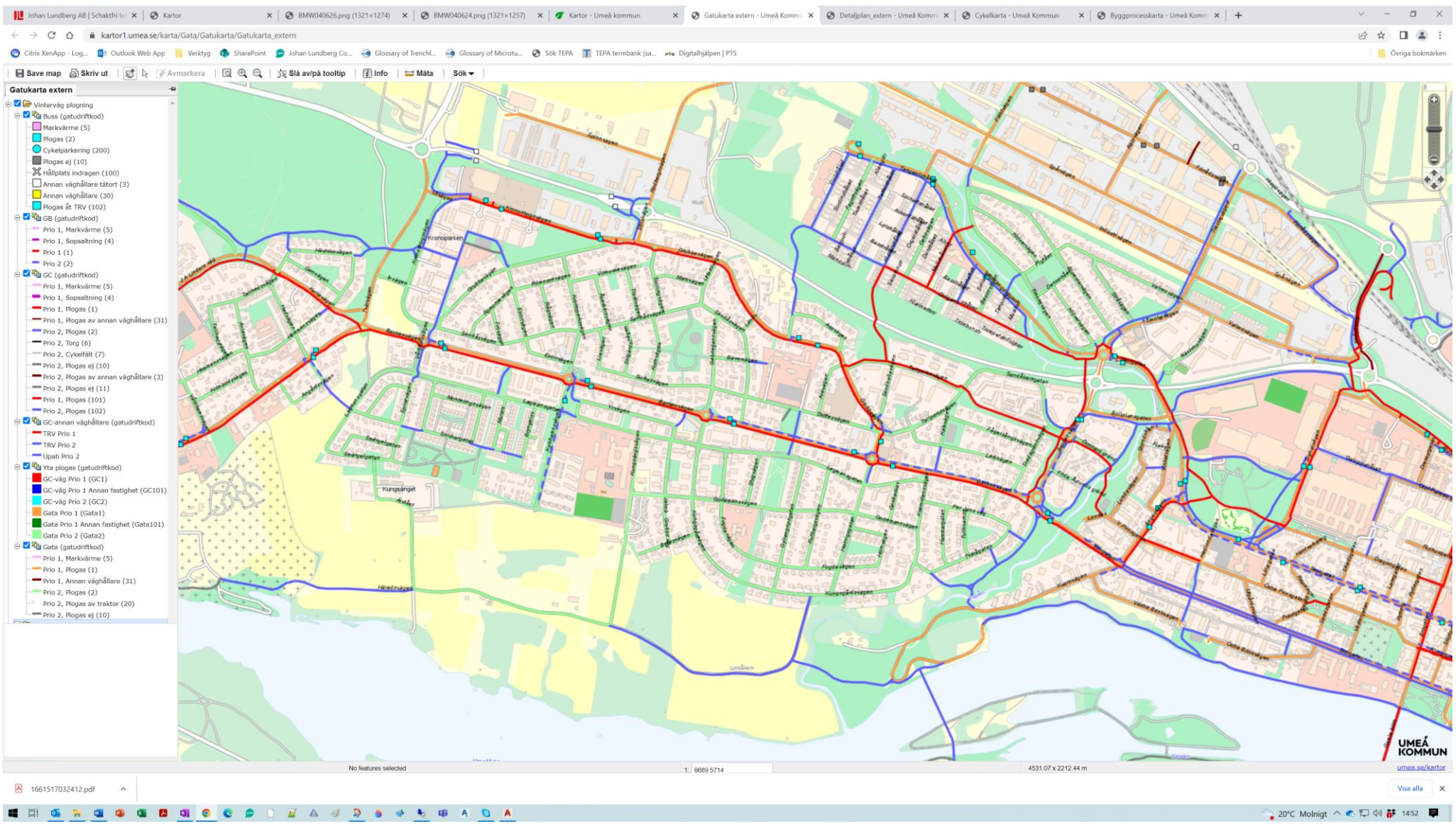
Figur 14 Byggprocesskarta Umeå kommun



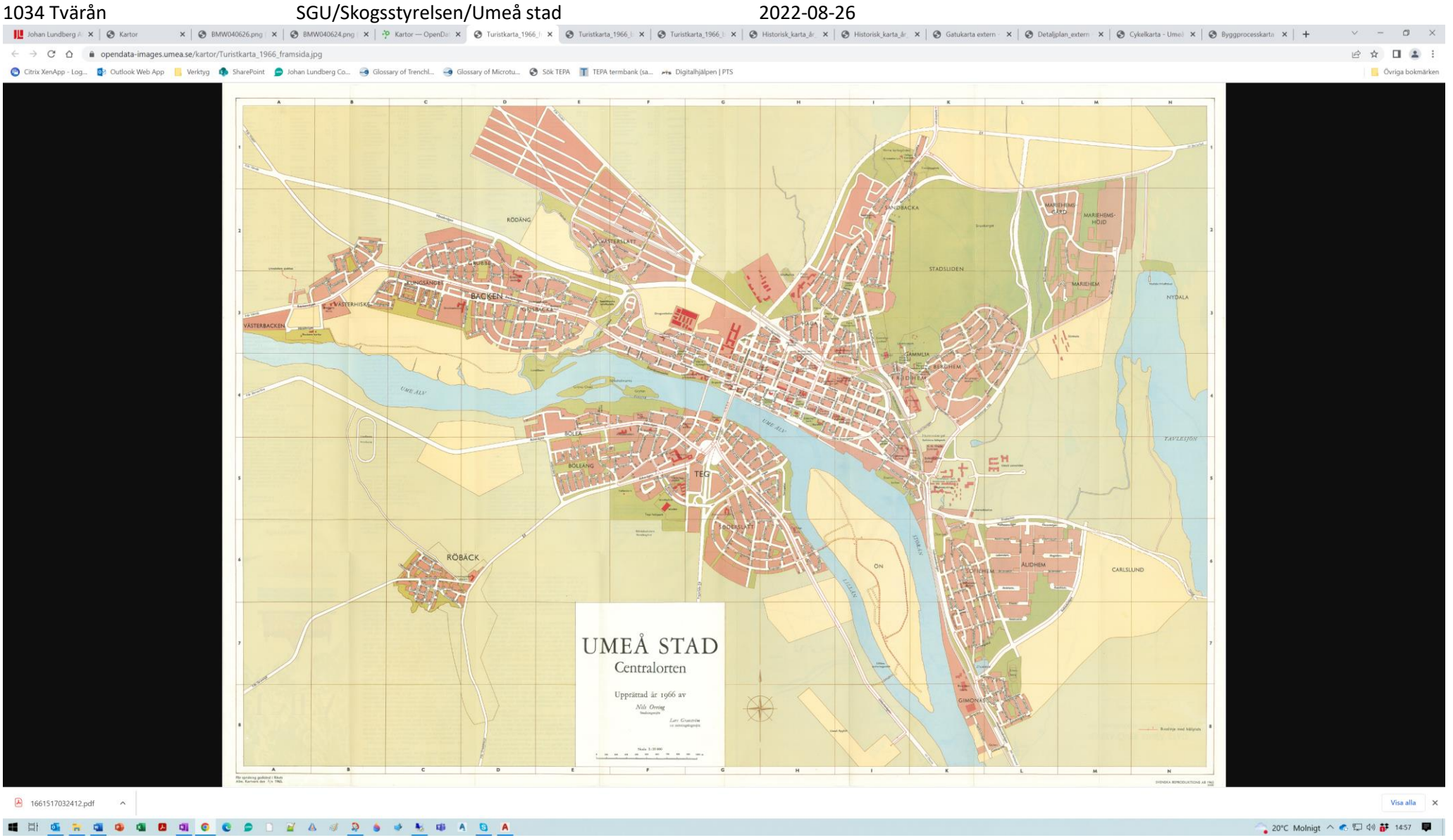
Figur 15 Cykelstråk Umeå Kommun



Figur 16 Detaljplanegränser



Figur 17 Gatukarta, kommunalt vägansvar



Figur 18 Stadskarta 1966



Karta Umeå socken 1851

BILAGA 1

TVÄRÅN TUNNEL

Punkterna 1–22 avser start– eller mottagningsstationer för schaktfritt utförande. De byggs som sänkbrunnar. De behövs även vid riktningsändring samt uppdelning av längder.

Erhållen uppgift VG IN +10.5

1. Fiktiv startpunkt. Nivå i tunnelns start– och slutpunkt påverkar lutning och flödeskapacitet. Dessa förhållanden måste utredas vidare i senare läge. I dagsläget utgår vi från DN2000 på tunneln.

2. Sträckan förläggs i jord med tillräcklig täckning. Undvik berg. Bedömer att morän från kullen i väster försvinner ner och möts upp av mer finjordar i ledningsläget.

3. Om lera på sträckan kan den billigare metoden rörtryckning vara aktuell. Även konventionell schakt om stabilitet och grundvatten kan hanteras på rimligt sätt.

4. Passage av väg på stort djup. Marknivå stiger kraftigt. Ser inga konstigheter med vägpassage.

13. Övergång till berg. Omtagsgrop krävs.

14. Borrning i berg på sträckan pkt 3–4–5.

5. Passage under privata fastigheter kan innebära tillståndshantering/juridisk hantering även om vi är på 15 m djup. Behöver utredas vidare.

6. Gott om plats för omtagsgrop.

15. Övergång från berg till friktionsjord. Omtagsgrop krävs. Behövs även för riktningsändring.

7. Gott om plats i parkmark längs sträckan, bör inte vara i intressekonflikt med någon.

8. Förslag på plats för omtagsgrop. Finns stora möjlighet till att justera läget.

9. Svag radie i plan på tunneln är möjlig utan att göra omtag.

10. Plats för omtag. Marktäckning är betydligt mindre från denna punkt och ned mot älven.

11. Marktäckning lägre samt gott om plats. Schakt denna sträcka kan vara ett alternativ.

12. Anslutning av tunneln till Tvärån behöver utredas vidare. Har inte gjorts i denna fas. Tvärån har skurit sig ned i terrängen i en djup ravin. Bedömer det i nuläget komplicerat att arbeta här.

16. Anslutning av tunneln till älven behöver utredas vidare. Har inte gjorts i denna fas. Anslutning till älven bedöms ändå enklare än motsvarande anslutning till Tvärån i pkt 11. Höga vattenflöden från tunneln bedömer vi som enklare att ta hand om vid älven, än att i Tvåråns anslutning behöva hantera erosionsrisk från kraftigt anslutande flöde från tunneln.

17. Om tillräcklig mäktighet med lera på sträckan kan den billigare metoden rörtryckning vara aktuell. Även konventionell schakt om stabilitet och grundvatten kan hanteras på rimligt sätt.

18. Passage av väg på stort djup. Marknivå stiger kraftigt. Ser inga konstigheter med vägpassage.

19. På sträckan pkt 20–21 finns risk för berg. Vi har antagit bergborrning på denna delsträcka. Om det stämmer gör det detta alternativ mer kostsamt.

20. Tunneln kan gå under del av kyrkan. Passage under privata fastigheter kan innebära tillståndshantering/juridisk hantering. Om borrning sker i berg kan resonemang liknande anläggande av tunnelbana i berg kanske tillämpas.

21. Övergång från berg till friktionsjord. Omtagsgrop krävs.

22. Sträckan pkt 21–22 är lång. I nuläget räknar vi med att detta ändå blir billigare än att anlägga omtagsgrop på sträckan.

23. Anslutning av tunneln till Tvärån behöver utredas vidare. Har inte gjorts i denna fas. Tvärån har skurit sig ned i terrängen i en djup ravin. Bedömer det i nuläget komplicerat att arbeta här. Ett tänkbart alternativ är att förlänga tunneln för att ansluta mot älven istället.

Erhållen uppgift VG UT +2.5

Erhållen uppgift nivå älv +1,5

GRISBACKA SKOLA 2

GRISBACKA SKOLA 1

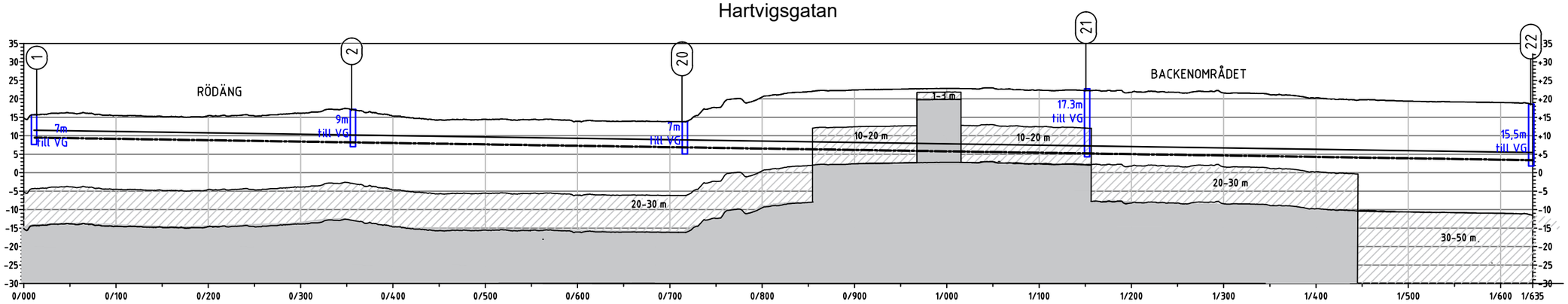
HARTVIGSGATAN

TVÄRÅN

johanlundbergAB
Box 62, 751 03 Uppsala www.johanlundberg.se

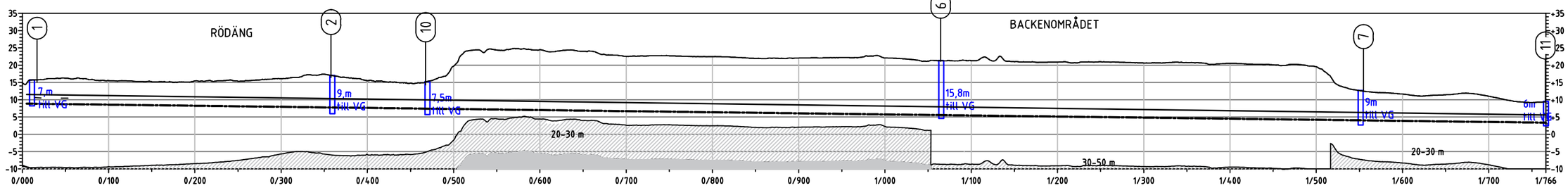
© 2022 Microsoft Corporation© 2022 Maxar ©CNES (2022) Distribution Airbus DS

Hartvigsgatan



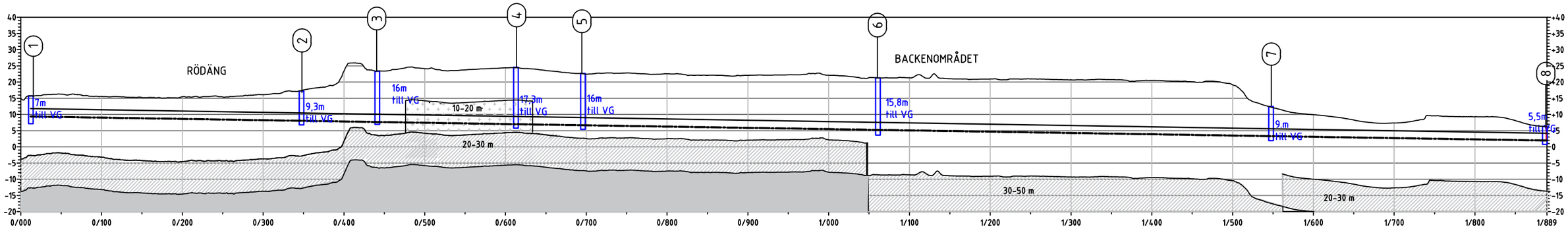
1:4

Grisbacka skola 1



1:4

Grisbacka skola alt 2



1:4

FÖRSTUDIEHANDLING

REV	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN

RITAD AV	HANDLÄGGARE	GRANSKAD AV	DATUM	REV
A. GREMYR	J. LUNDBERG	J. LUNDBERG	2022-10-21	

johanLundbergAB
Box 62, 751 03 Uppsala www.johanlundberg.se

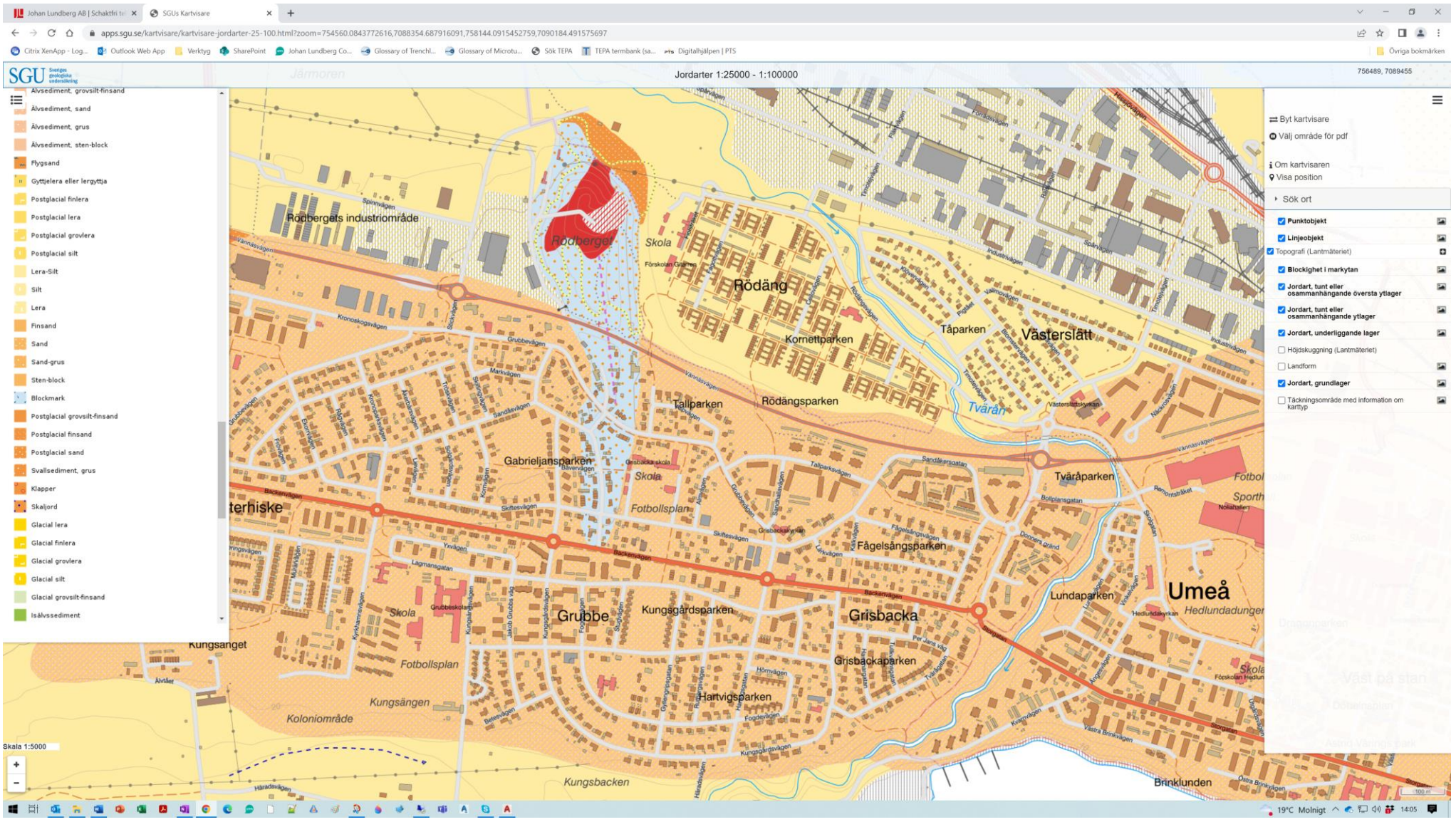
TVÄRÅN TUNNEL

Borrad dagvattenledning DN2000

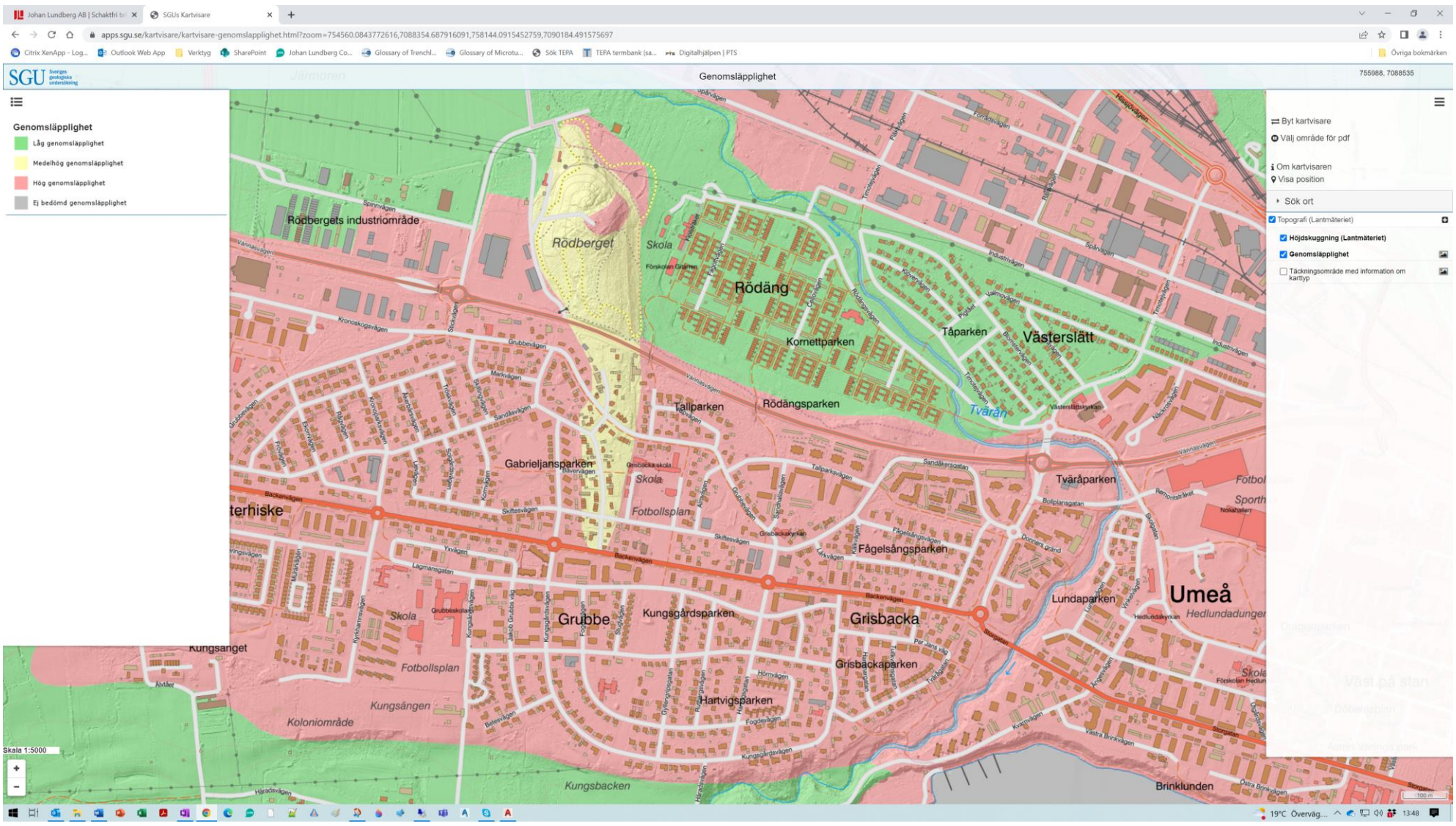
KOORDINATSYSTEM	HÖJDSYSTEM
SWEREF 99 20 15	RH 2000

RITNINGSNR	FORMAT	SKALA
Bilaga 2	A3	

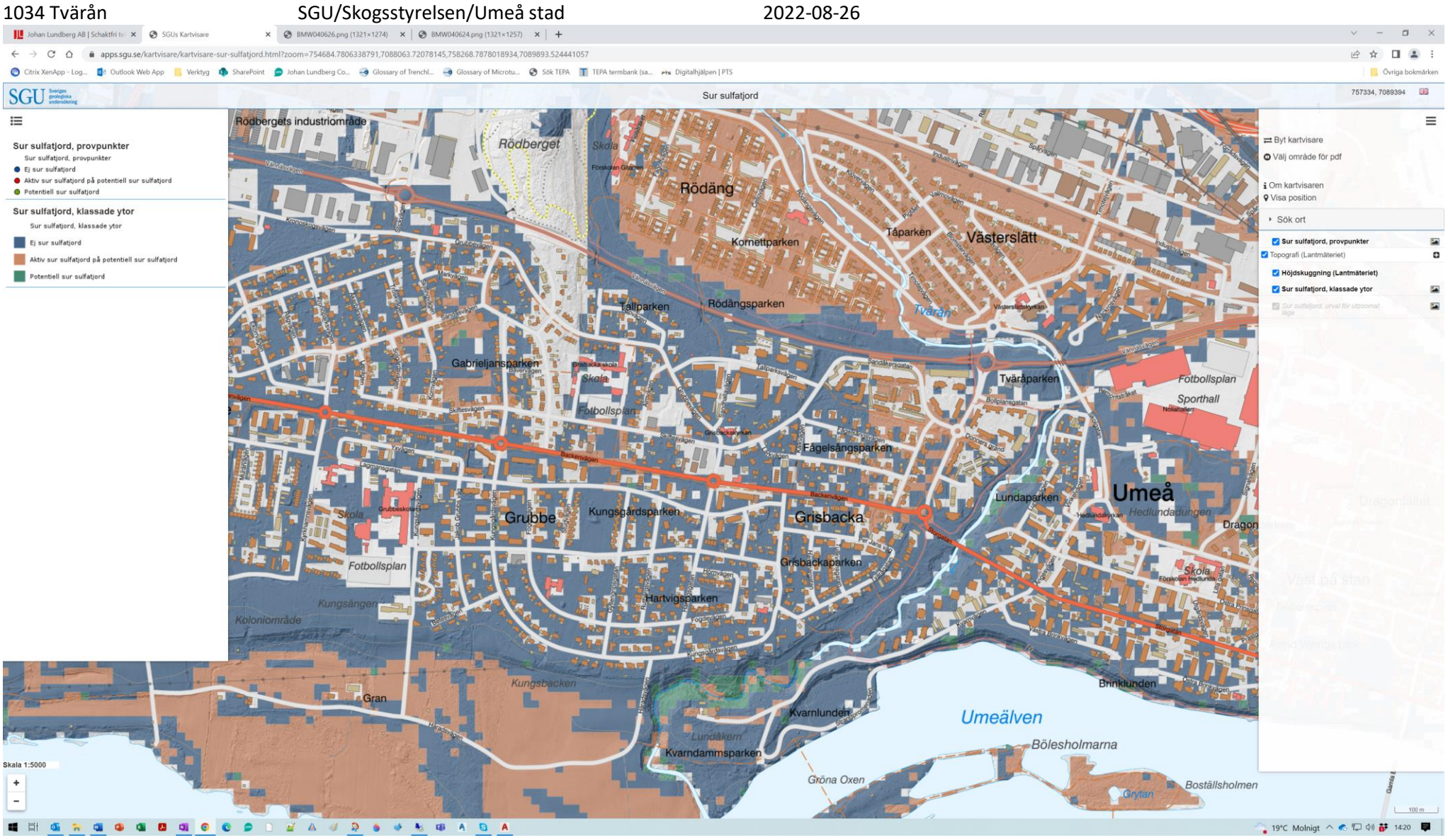
Profilritning



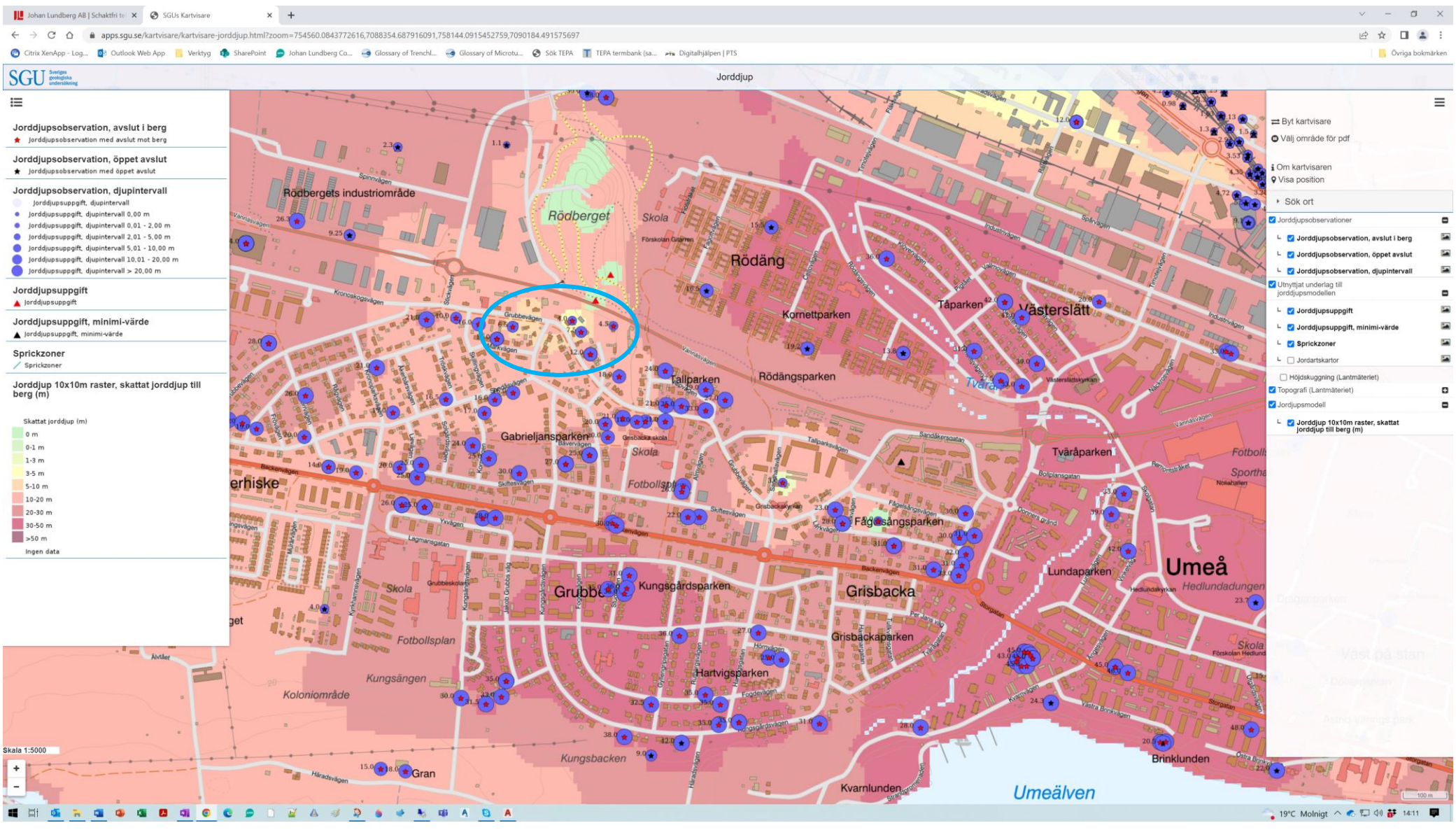
Figur 1 Jordarter – Grubbe/Grisbackaområdet verkar vara älvsediment (syns bättre i SGU när man släckt översta lagret.



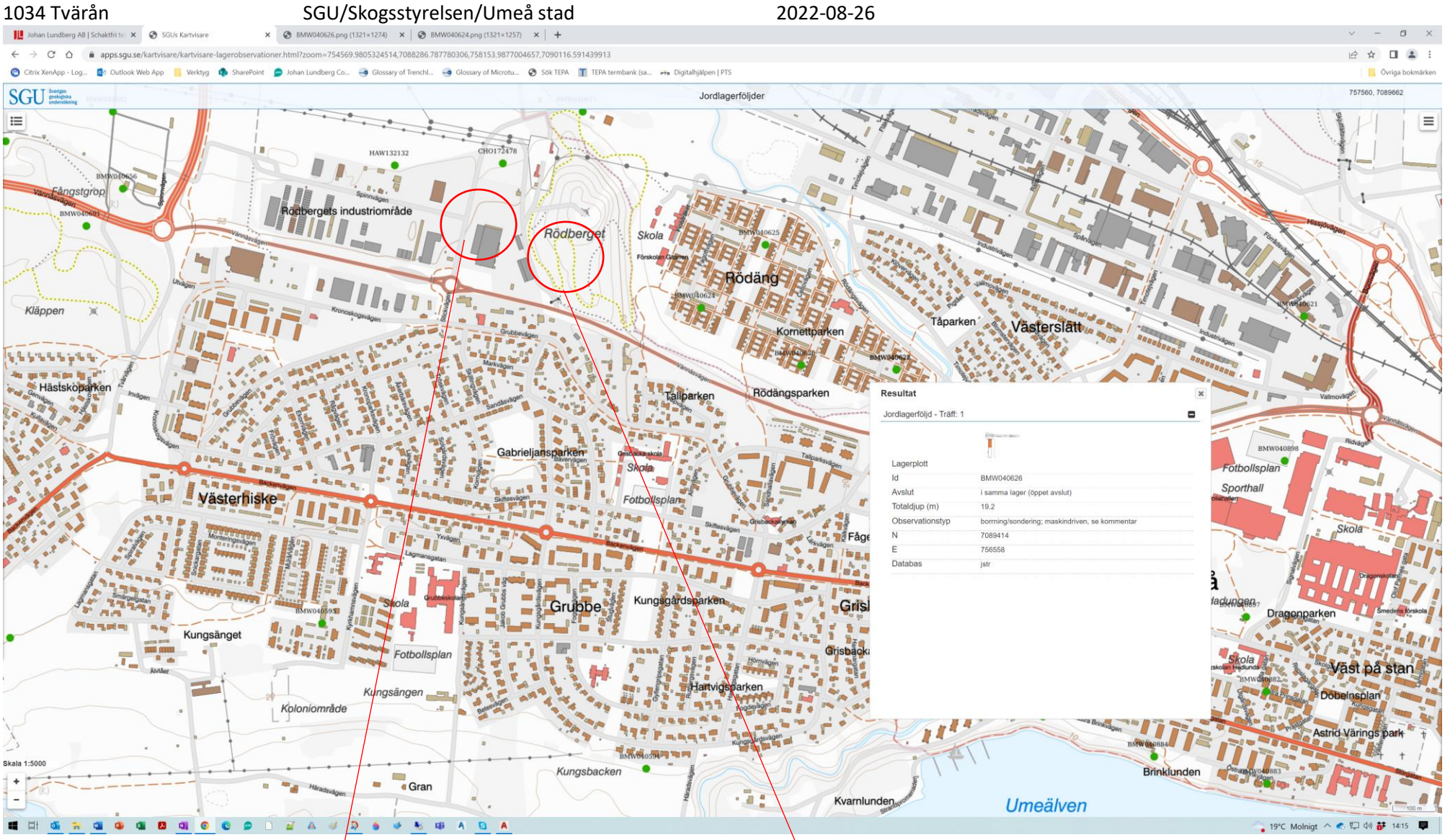
Figur 2 Genomsläpplighet . Backenområdet (Grubbe/Grisbacka/Västerhiske) kan ha hög genomsläpplighet medan Rödäng har låg



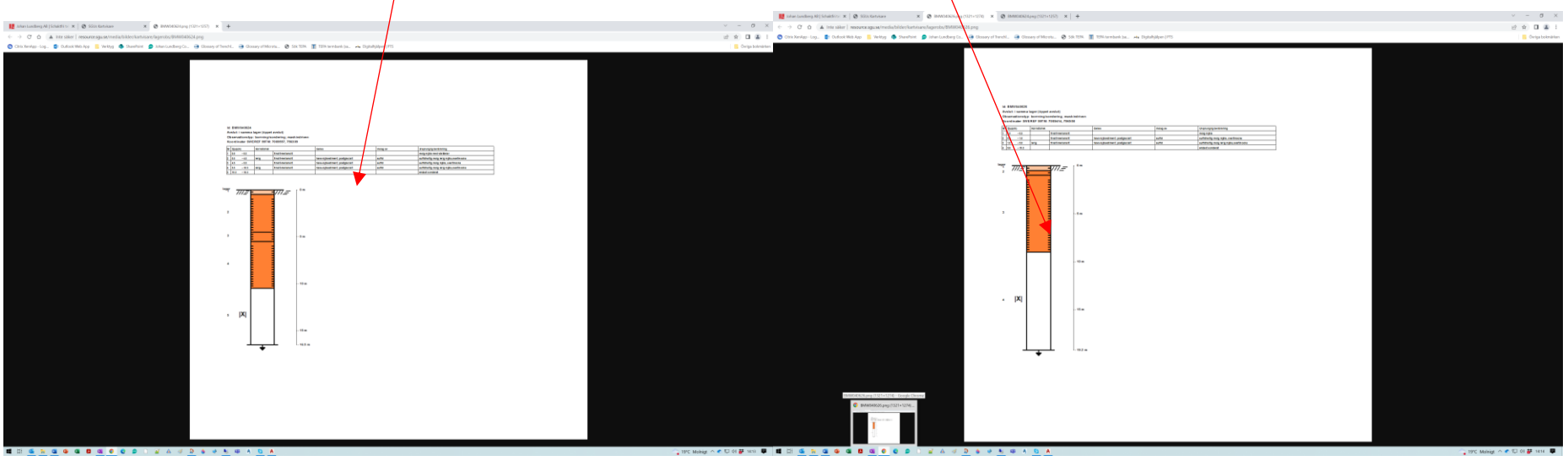
Figur 3 Sur sulfatjord – Blått innebär att det ej är sur sulfatjord, brunt är aktiv sur sulfatjord. Grön, potentiell sur sulfatj.

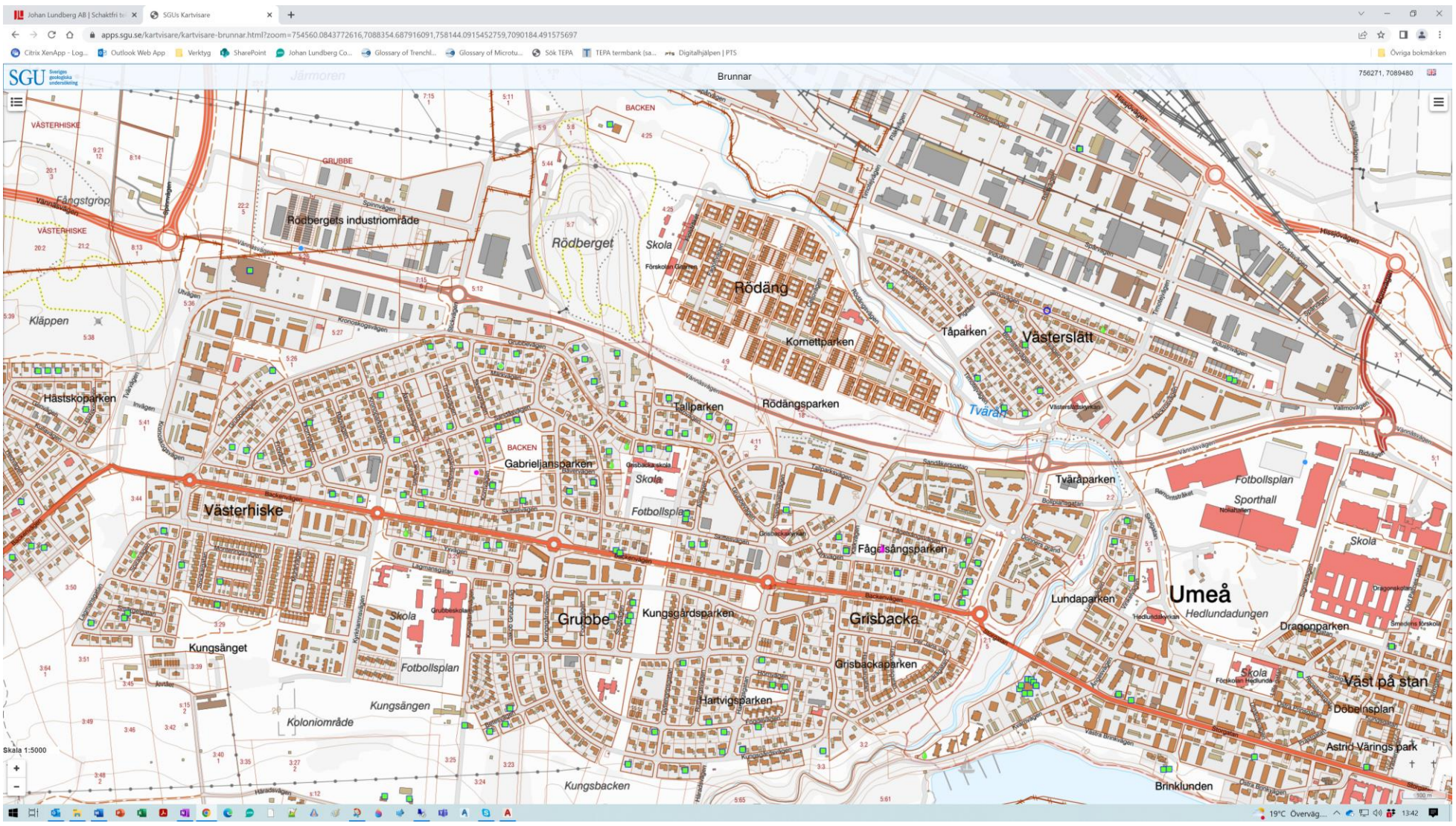


Figur 4 Jorddjup inkl djup bef borrhål/brunnar. Observera en topp i norra Grisbacka (+ Rödbergsområdet). Annars ligger djup till berg under vårt ledningsläge.

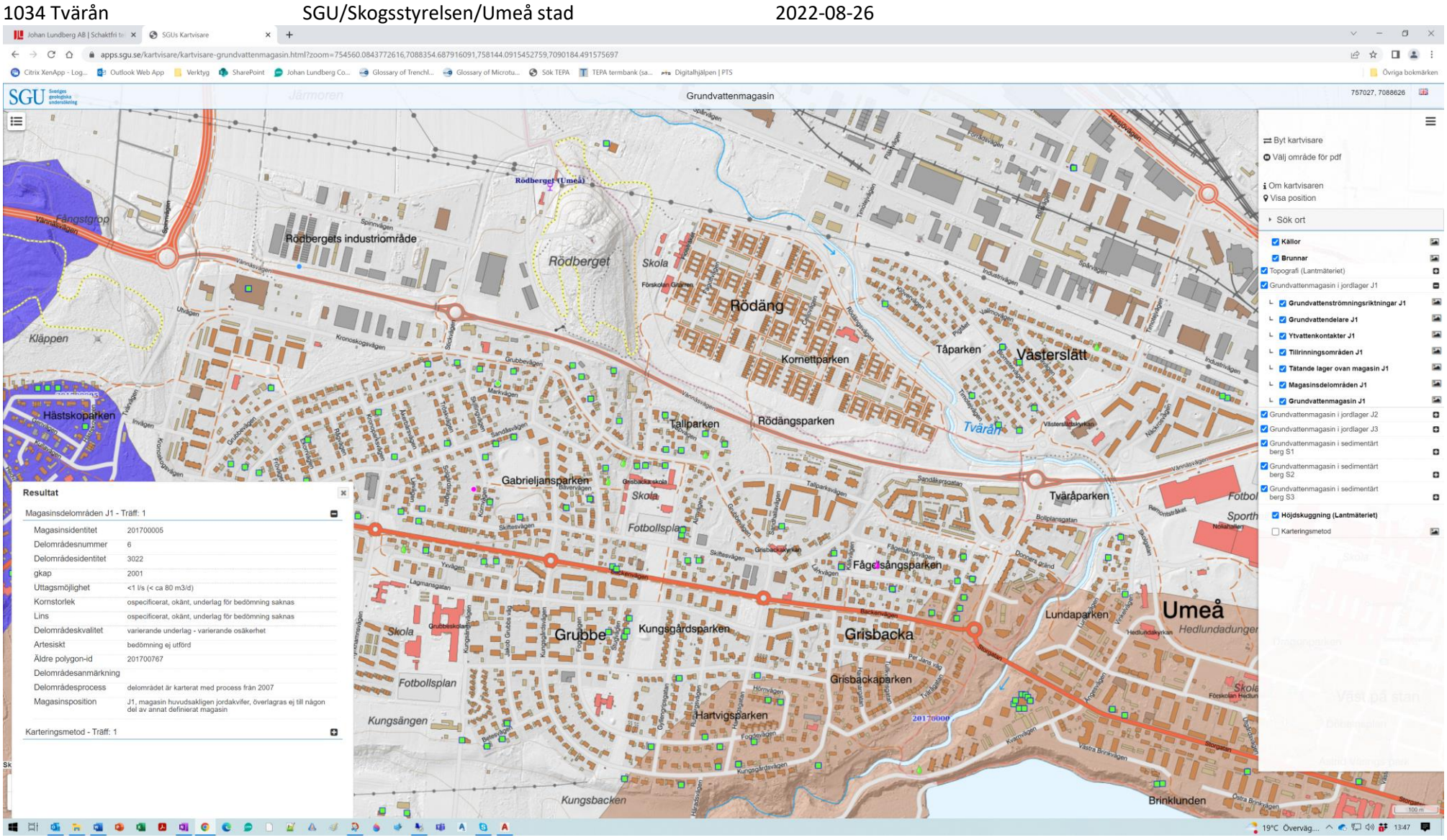


Figur 5 Jordlagerföljder -bef borrhål i Rödäng

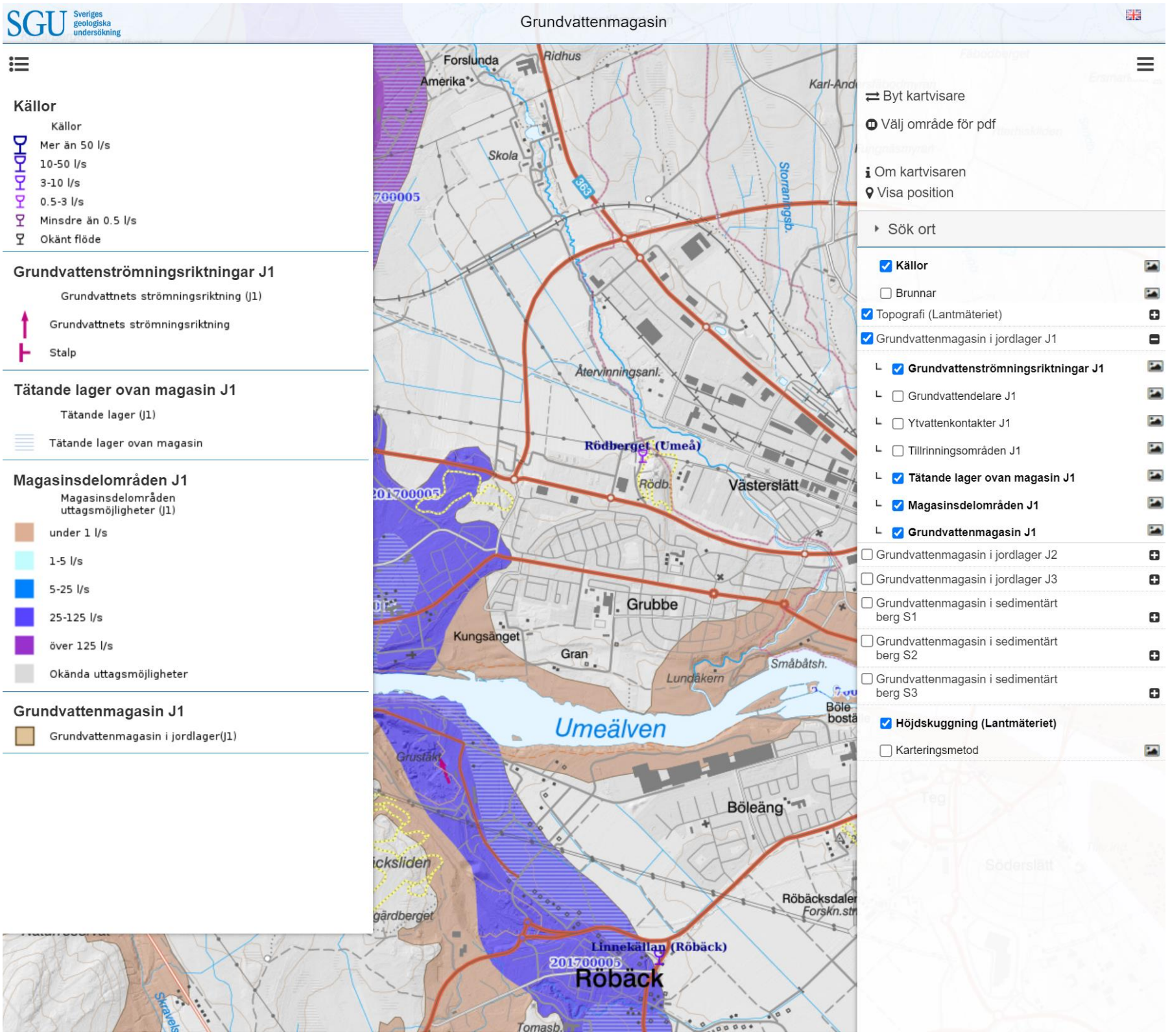


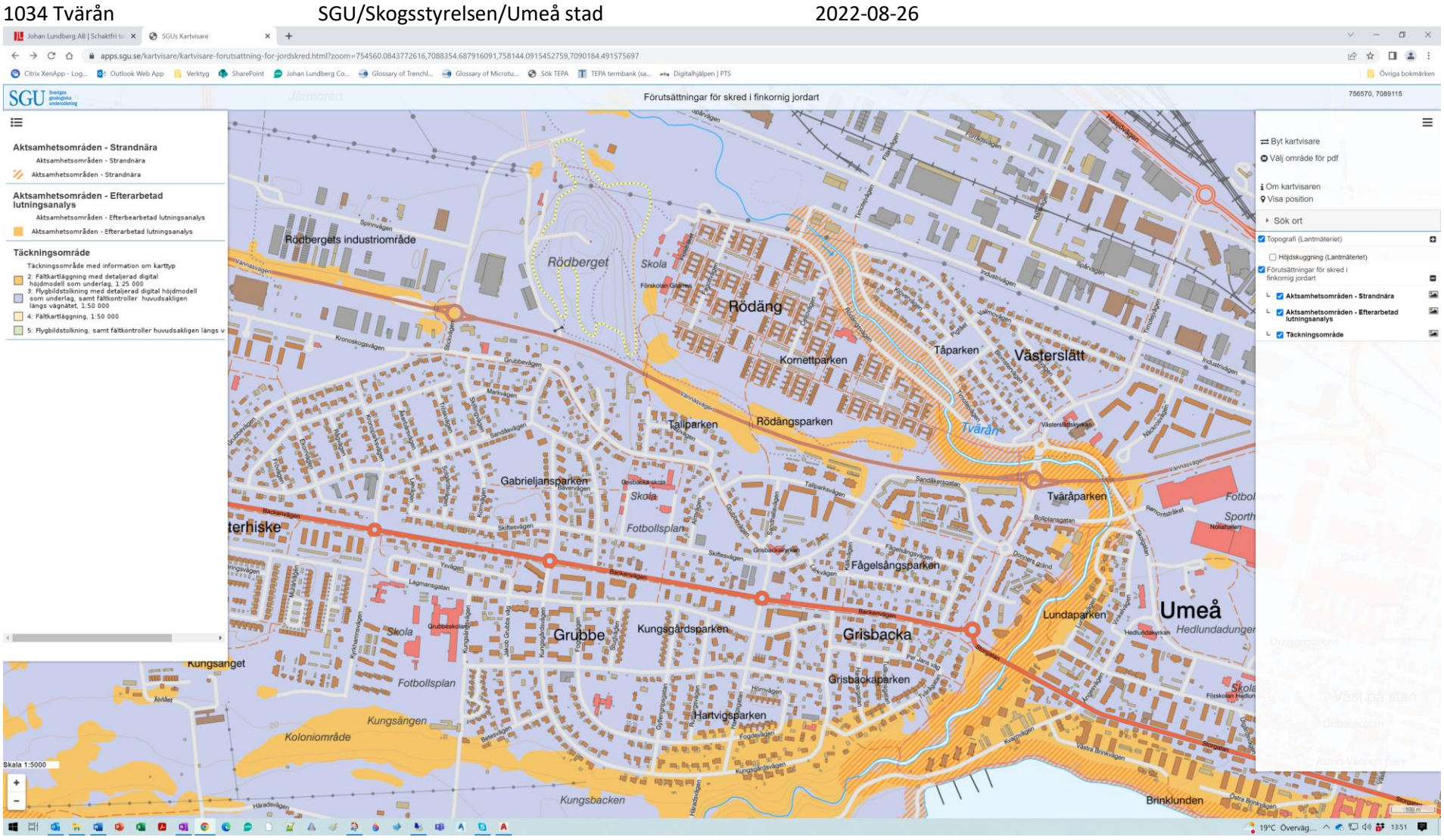


Figur 6 Brunnar och källor

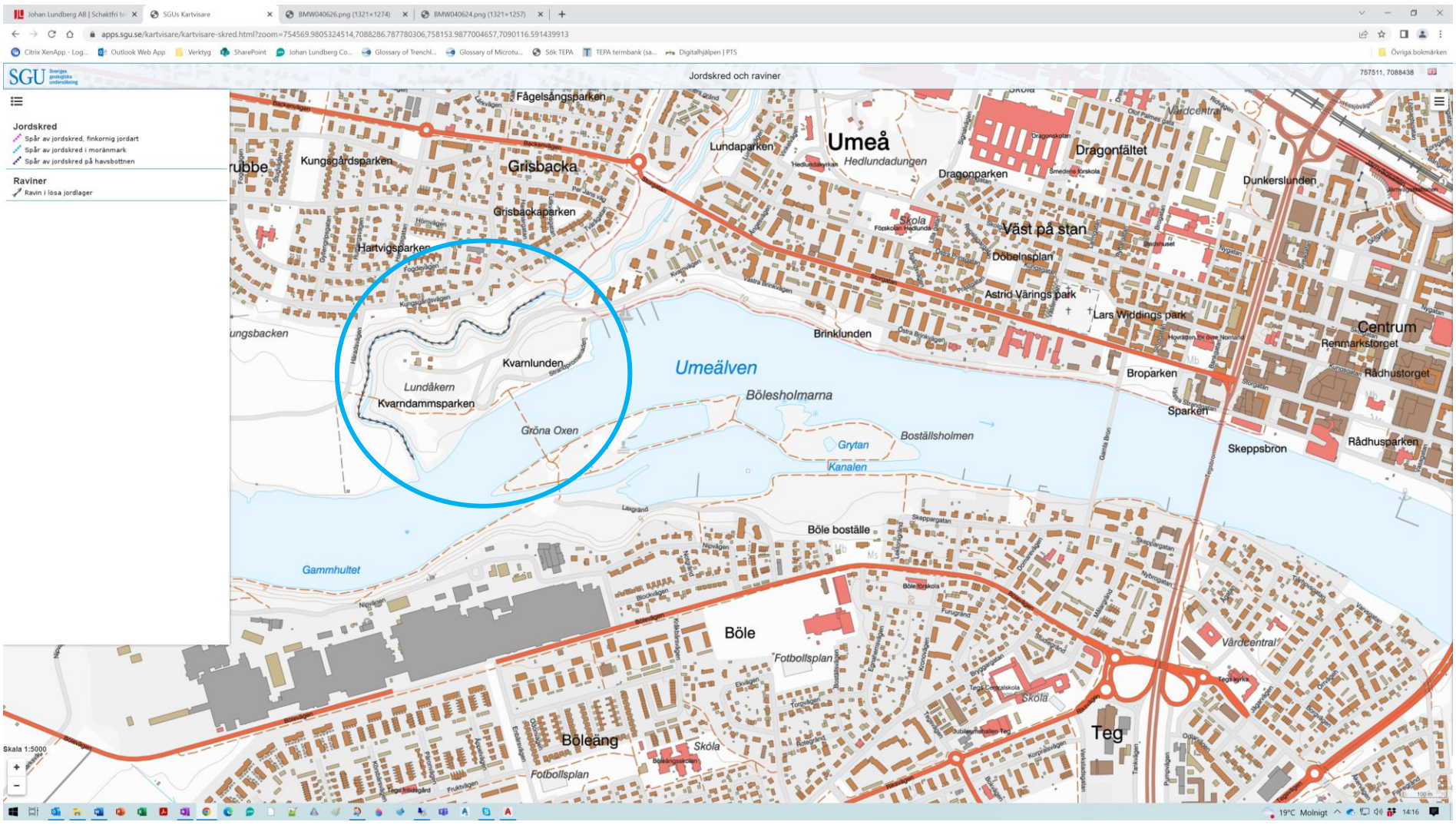


Figur 7 Grundvattenmagasin.

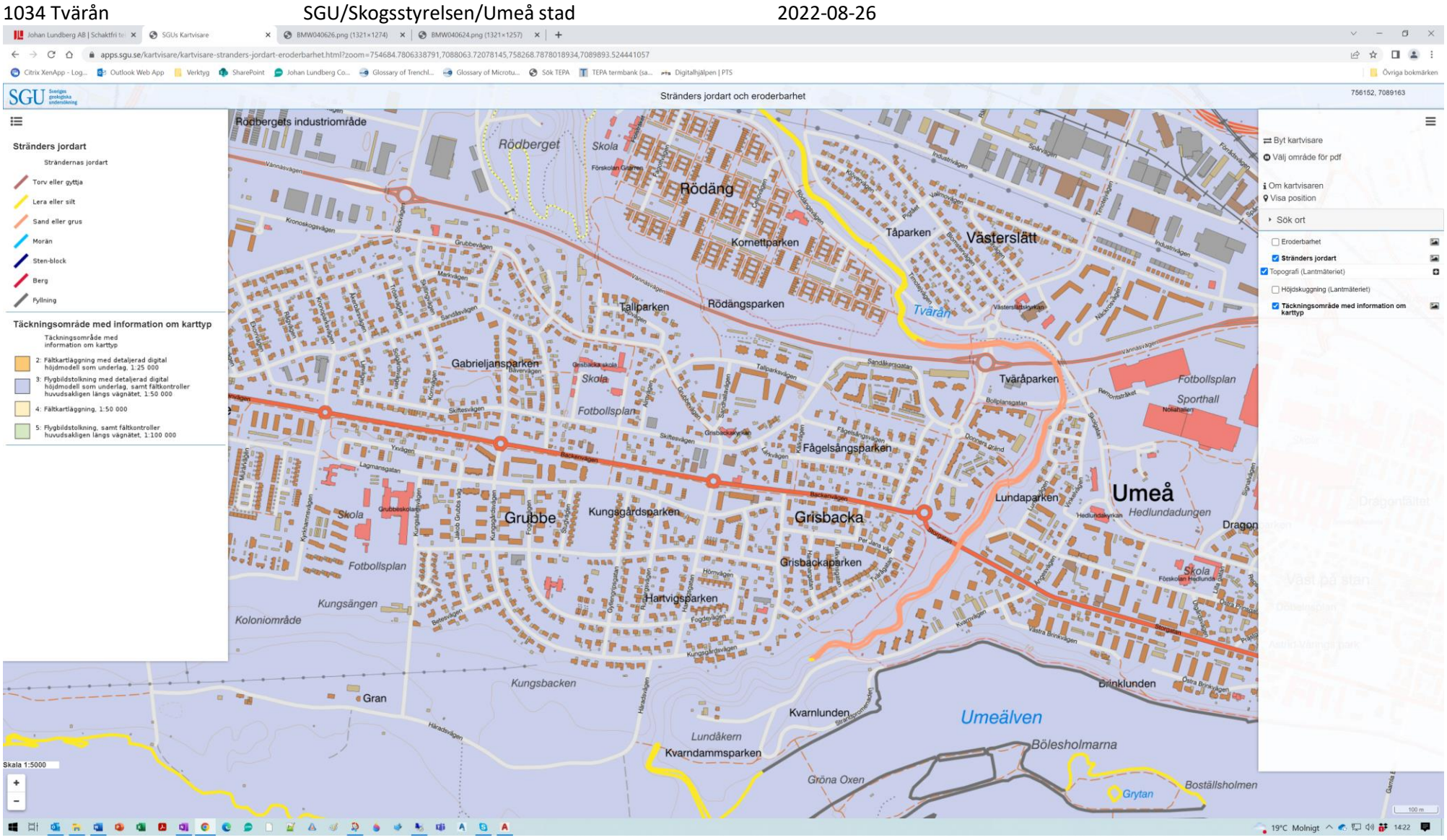




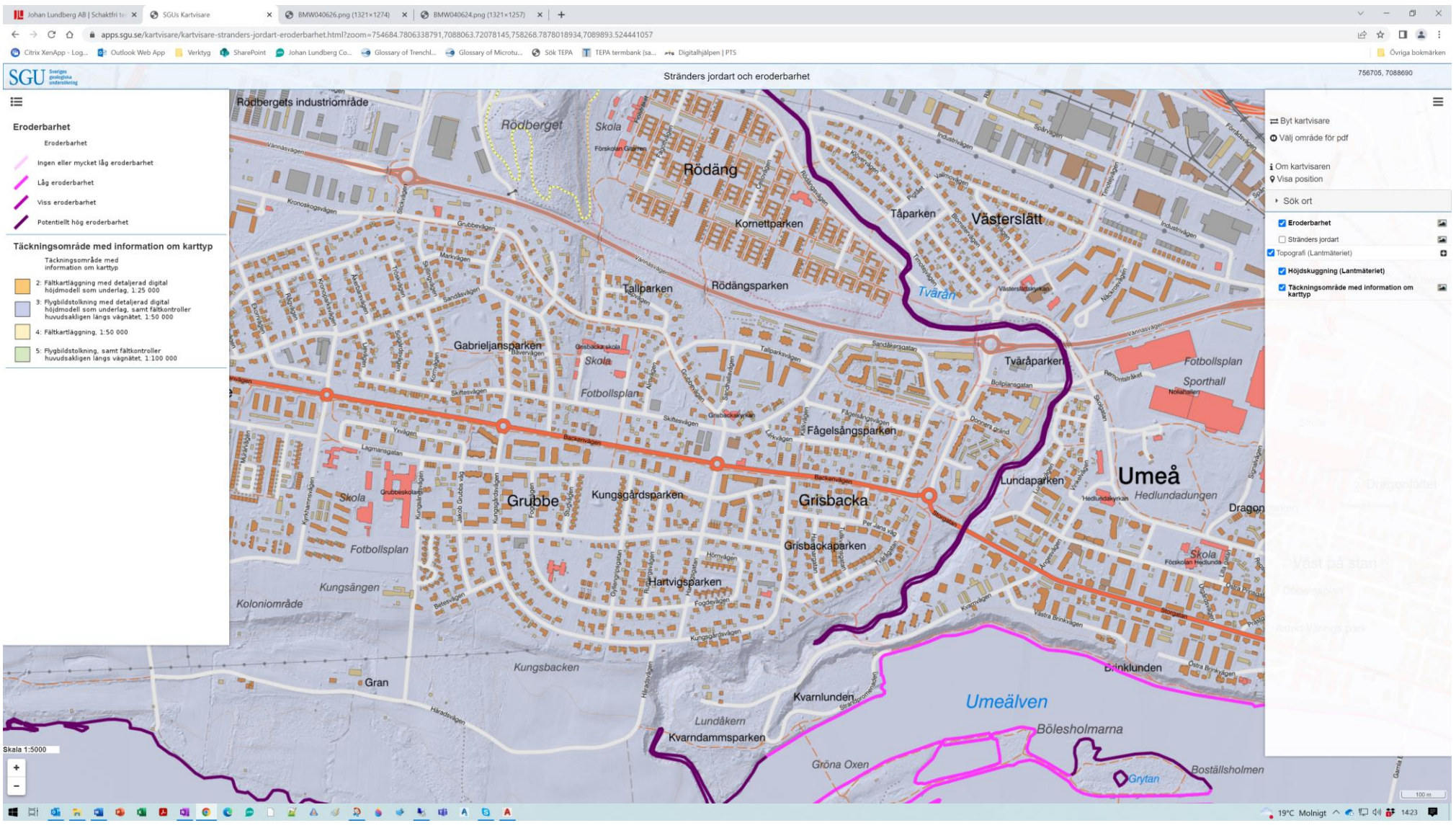
Figur 8 Förutsättningar för skred i finkornig jordart. Aktsamhetsområden i orange. Streckat för strandnära.



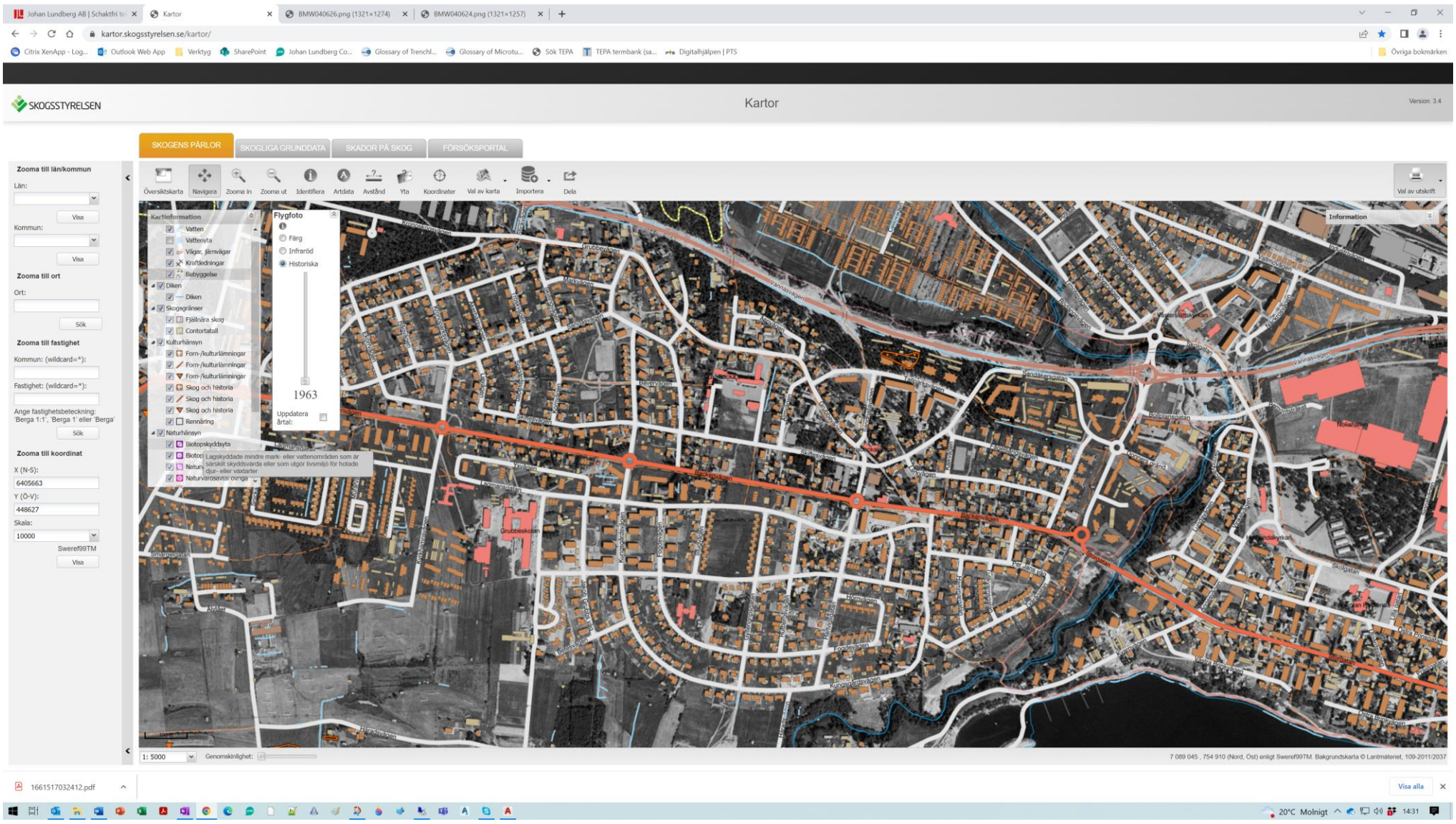
Figur 9 Jordskred och raviner – slutet av Tvärån ligger i en ravin i lösa jordlager.



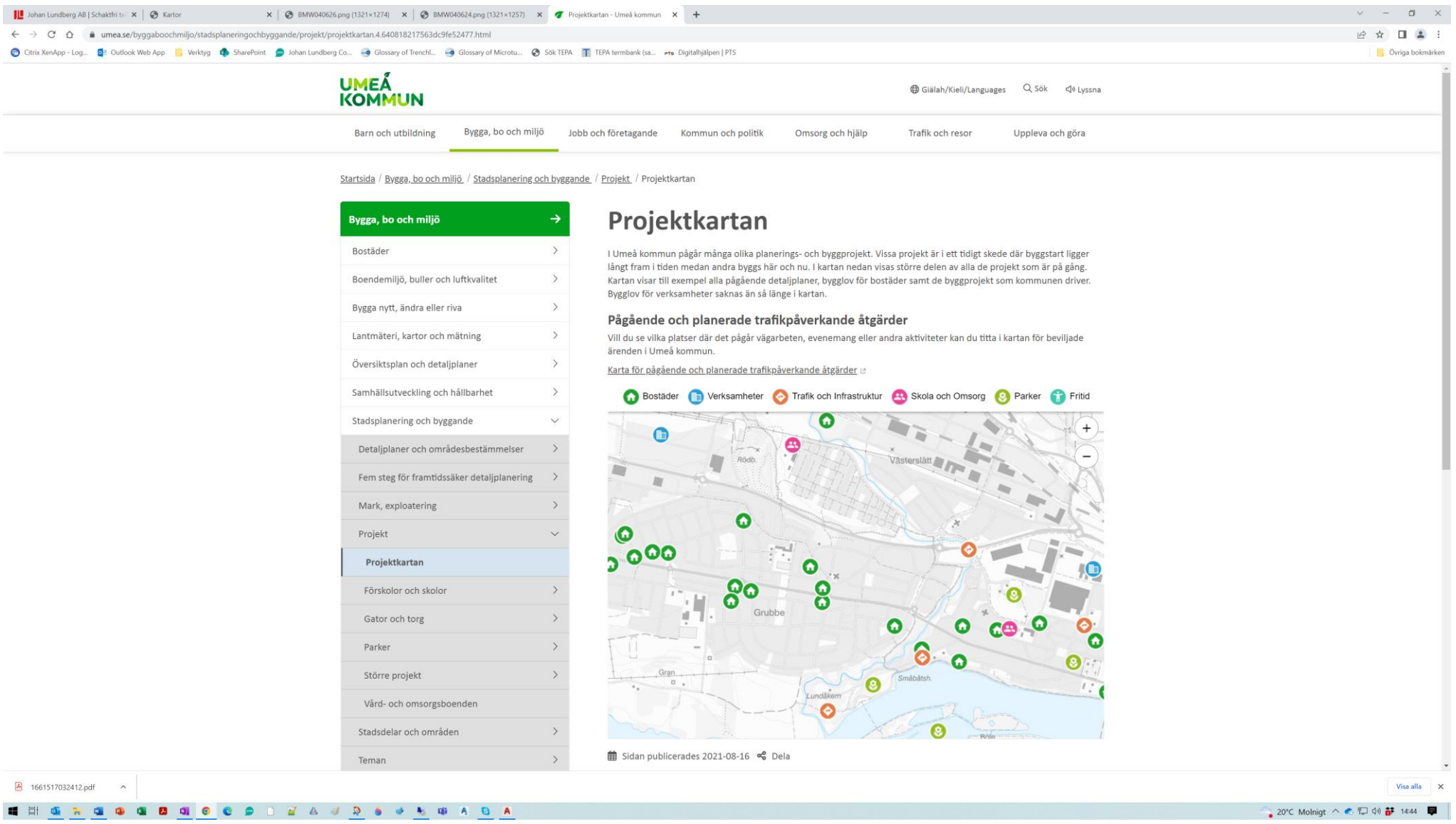
Figur 10 Stränders jordart och eroderbarhet 1: Stränders jordart - Gult för lera/silt. Orange för sand/grus



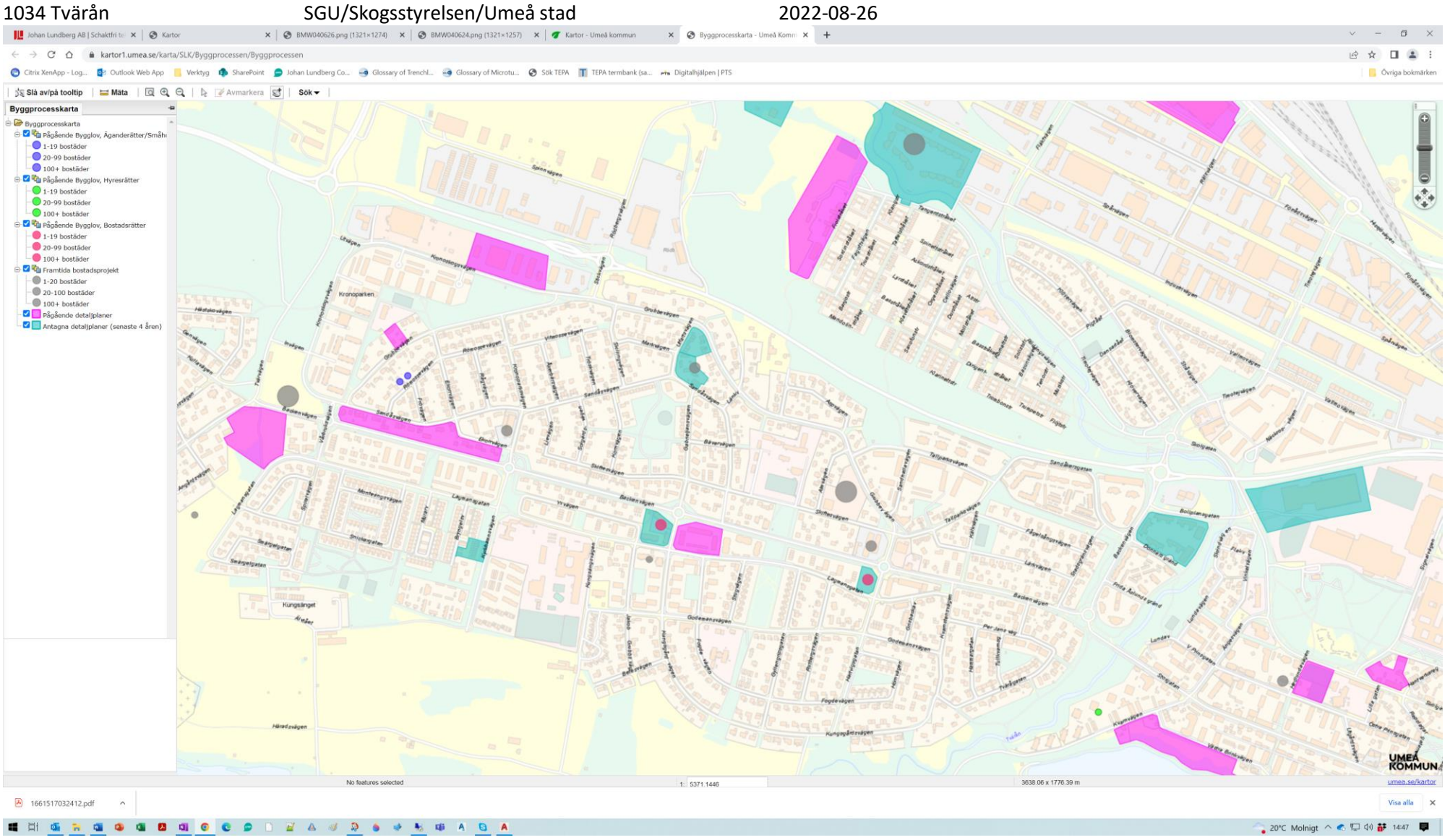
Figur 11 Stränders eroderbarhet – lila för potentiell hög eroderbarhet



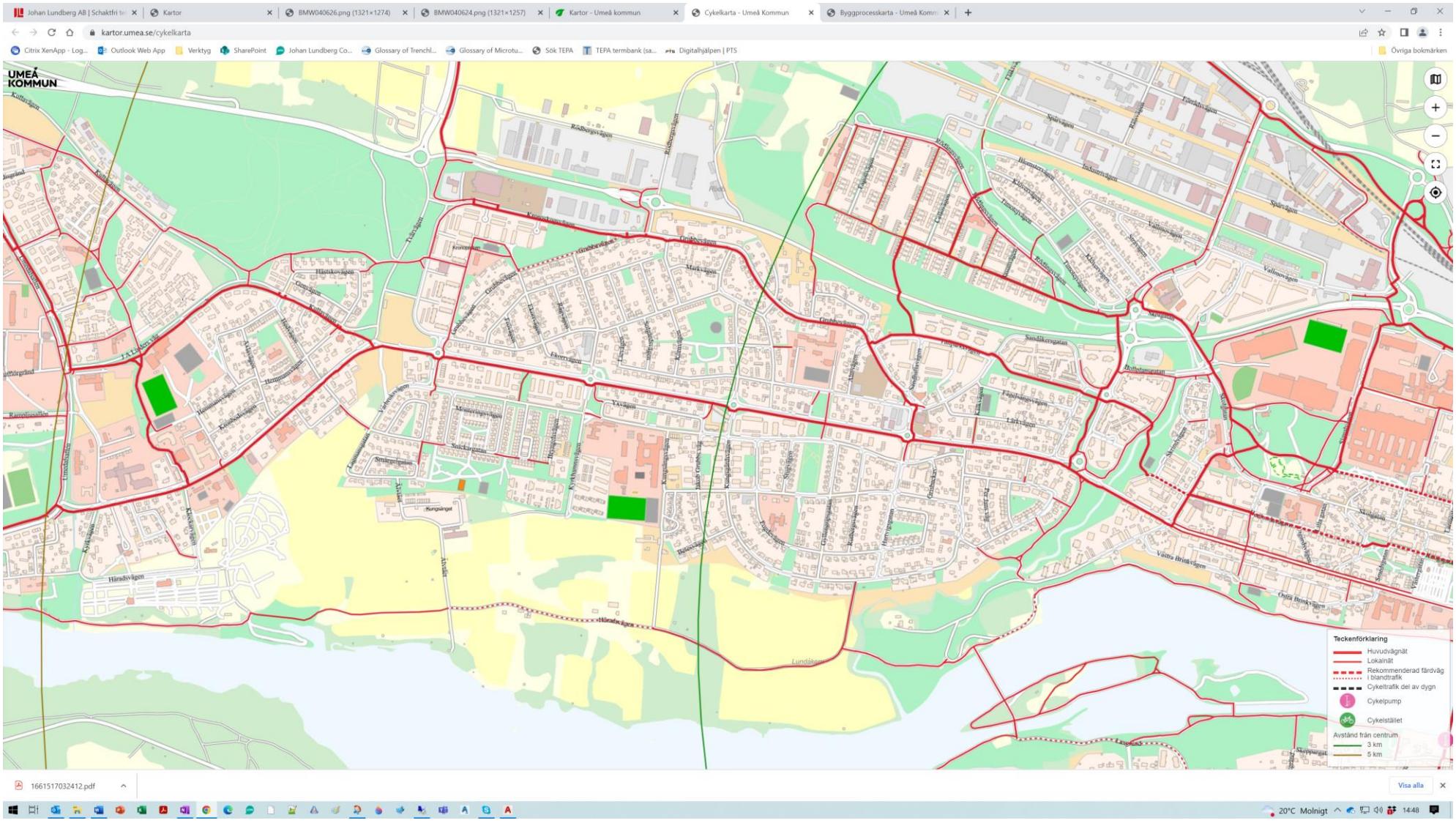
Figur 12 Området 1963 med bef vägar och hus



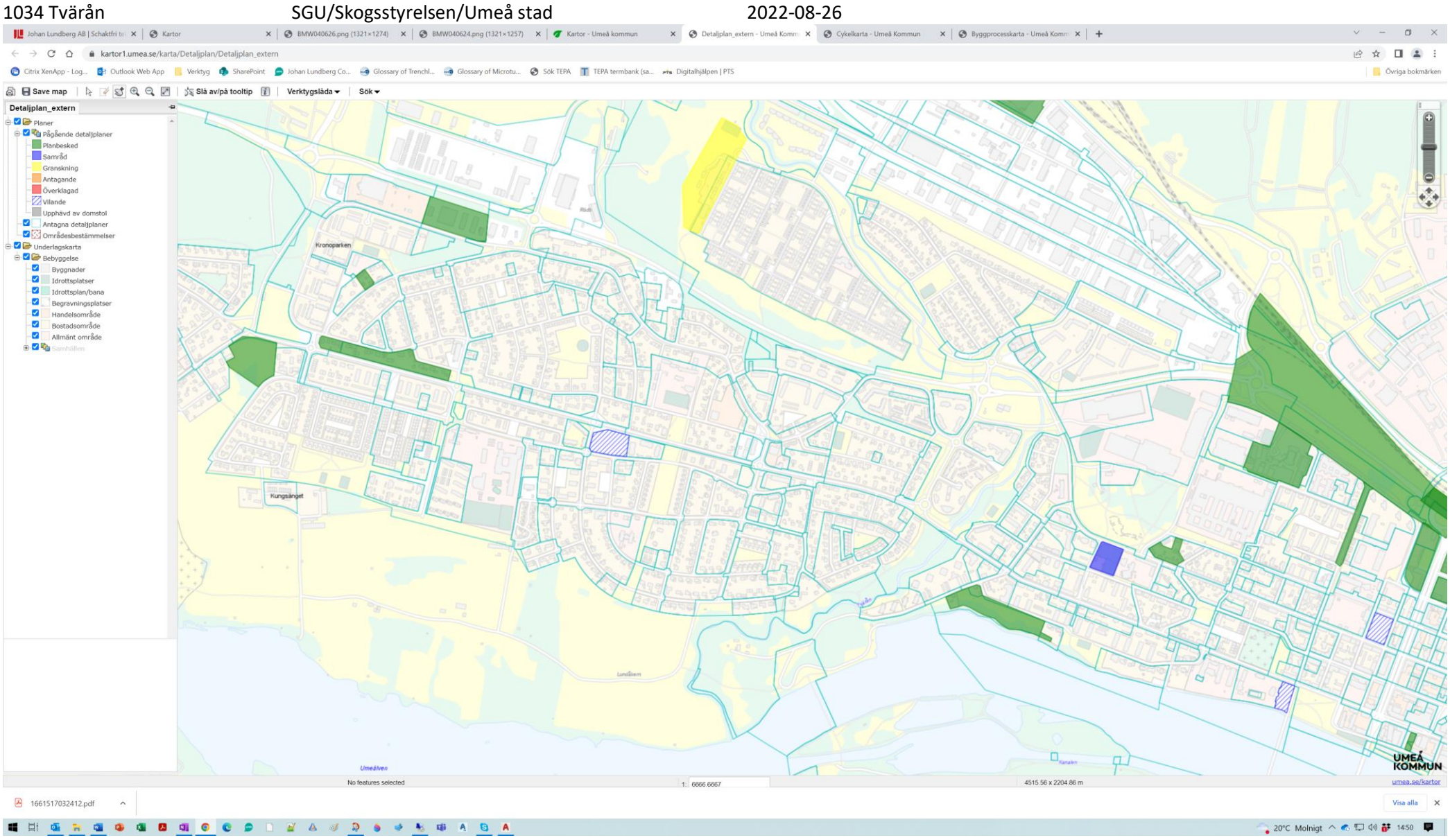
Figur 13 Pågående och planerade projekt i kommunen



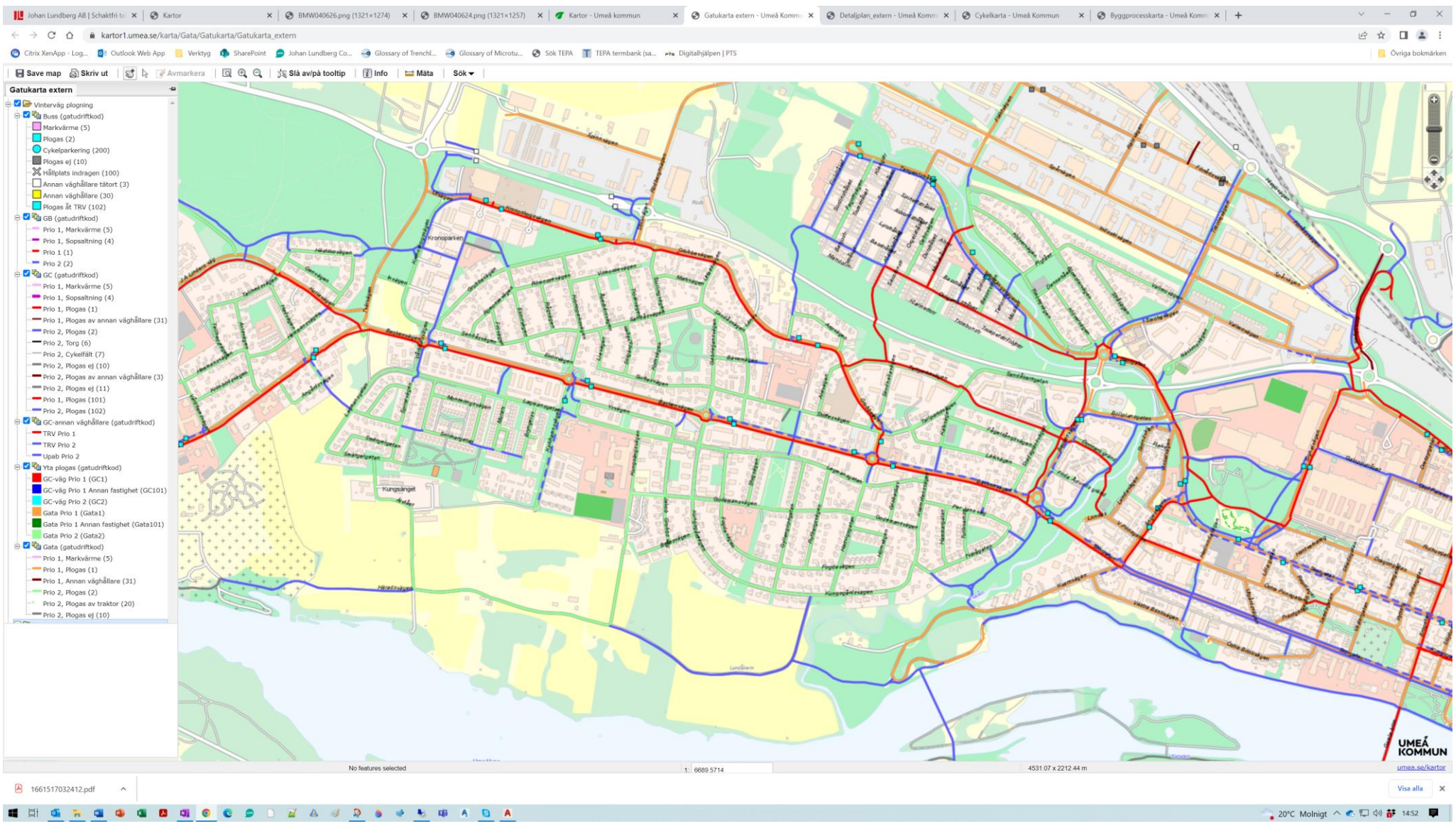
Figur 14 Byggprocesskarta Umeå kommun



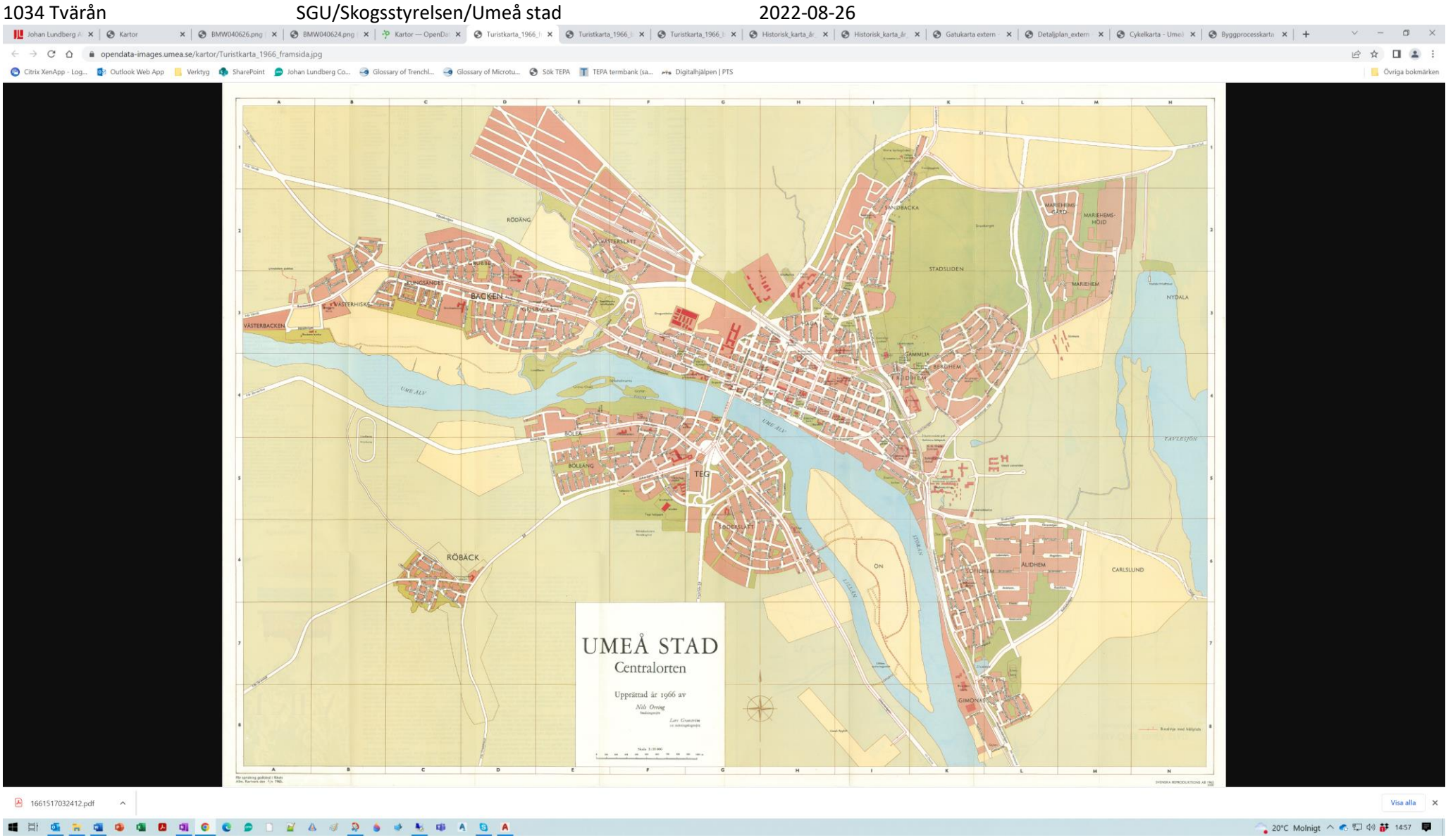
Figur 15 Cykelstråk Umeå Kommun



Figur 16 Detaljplanegränser



Figur 17 Gatukarta, kommunalt vägansvar



Figur 18 Stadskarta 1966



Karta Umeå socken 1851