

Rapport Dagvattenutredning

Handläggare
Magnus Melander

Tel
+46 105 055 711

Mobil
+46 702 267 769

E-post
magnus.melander@afry.com

Datum
2025-09-05

Projekt-ID
D0238747

Kund
Umeå kommun

Tavelsjö 6:43, dagvattenutredning



Status: Slutleverans

Rapport Dagvattenutredning

Innehåll

1	Inledning.....	5
1.1	Bakgrund	5
1.2	Syfte	5
1.2.1	Beskrivning av befintlig dagvattensituation i området	5
1.2.2	Analys av dagvatten och skyfall efter exploatering	6
1.2.3	Förslag till åtgärder	6
2	Förutsättningar	6
2.1	Underlag	6
2.2	Dagvattenstrategi och riktlinjer	7
2.2.1	Funktionskrav enligt P110	7
2.2.2	Krav enligt miljö kvalitetsnormer (MKN).....	8
2.3	Hydrologiska beräkningsmetoder.....	8
2.3.1	Flöden	9
2.3.2	Hydraulisk beräkning av öppna diken.....	9
2.3.3	Magasinsvolym	9
3	Beskrivning av förutsättningar och befintlig situation	10
3.1	Platsbeskrivning.....	10
3.2	Skyddad natur	11
3.3	Geotekniska förhållanden	12
3.3.1	Delområde 1.....	12
3.3.2	Delområde 2.....	12
3.3.3	Delområde 3.....	13
3.3.4	Delområde 4.....	13
3.3.5	Underlag från SGU	13
3.4	Avrinning och recipienter.....	14
3.4.1	Dagvattenledningssystem	14
3.4.2	Avrinningsområden och rinnvägar	14
3.5	Miljöföroreningar.....	16
3.6	Sandgärdesbäcken	17
3.6.1	Markavvattningsföretag	18
3.6.2	Recipienter och MKN för vatten samt statusklassning.....	18
3.6.3	Fastighetsägare nedströms.....	20
3.7	Befintliga ledningar	20
4	Flödesberäkningar	21
4.1	Befintlig situation	21
4.1.1	Markanvändning befintligt	21

4.1.2	Flöden befintligt	22
	Planerad utformning	23
4.1.3	Markanvändning planerad utformning	23
4.1.4	Flöden planerad utformning	24
4.2	Behov av utjämning	24
4.2.1	Erforderlig fördröjning hänsyn till Trafikverkets anläggning	25
4.2.2	Erforderlig fördröjning hänsyn markavvattningsföretag	25
4.2.3	Sammanfattning behov av utjämning	25
5	Förslag dagvattenhantering	26
5.1	Delområde Öst.....	27
5.2	Delområde Väst	28
5.3	Delområde Sydväst	28
5.4	Generell beskrivning av dagvattenlösningar	29
5.4.1	Krossdike (förslag A)	29
5.4.2	Dagvattendamm (förslag B)	30
5.4.3	Översilningsytor (förslag C)	31
5.4.4	Torrdamm (förslag D).....	31
5.4.5	Träd i skelettjord.....	32
5.4.6	Genomsläppliga beläggningar	33
5.4.7	Regnbädd/växtbädd	34
5.5	Sammanfattning dagvattenförslag	35
6	Bedömning påverkan markavvattningsföretag	36
7	Verksamhetsområde för dagvatten	36
8	Snöupplag	37
9	Föroreningsberäkningar.....	38
9.1	Dagvattenlösningar inom delområde Sydväst.....	38
9.2	Föroreningsberäkningar	39
9.3	Slutsats föroreningsberäkningar.....	48
9.4	Påverkan MKN	48
10	Skyfallsanalys och skyfallshantering	48
10.1	Instängda områden	50
10.2	Sandgärdesbäcken	51
10.3	Slutsats skyfall.....	52
11	Slutsats och rekommendationer	52
12	Referenser.....	52

Sammanfattning

I samband med detaljplanearbetet för Tavel sjö 6:43 har AFRY fått i uppdrag att upprätta en dagvattenutredning. Utredningen visar på befintligheter, dimensionerande flöden, dagvattenförslag, förorenings- och skyfallsanalys.

Området består i dagsläget främst skogsmark men även jordbruks- och ängsmark med en mindre grusväg. Genom planområdet rinner en bäck som passerar via en trumma under Tavel sjövägen (förvaltd av Trafikverket) och mynnar i recipienten Tavel sjön, cirka 500 meter söder om området. Planområdets dagvatten kommer att ansluta till denna bäck. En geoteknisk undersökning visar på att området har lokalt högt grundvatten och leriga jordar med låg infiltrationsförmåga, vilket medför att underjordiska perkolationsanläggningar bör undvikas. Särskilda dagvattenförutsättningar som råder i området är att ett markavvattningsföretag med båtnadsområde ligger inom planområdet.

Planen bedöms inte påverka markavvattningsföretaget som har syfte att avvattna vattensjukt område uppströms. Utredningsområdet ligger längst nedströms båtnadsområdet, planen bedöms därmed inte påverka avvattningskapaciteten för markavvattningsföretaget då även naturmark bevaras runt bäcken. Erforderlig fördröjning tar hänsyn till Trafikverkets anvisningar och uppgår till ca 65 m³ inom utredningsområdet.

För att uppnå önskvärd rening i linje med MKN (miljökvalitetsnorm) bedöms området behöva tillämpa lokalt omhändertagande av dagvatten med rening i flera steg. Generellt gäller att dagvattenlösningar ska hållas ytliga och grunda med hänsyn till grundvattennivå och infiltrationsförmåga samt hänsyn till att planen prövas för förskoleverksamhet. Inom området bör dagvattenanläggningar utformas med maximalt 0,2 m vattendjup i linje med MSB:s riktlinjer.

Utredningsområdet är påverkat av ytavrinning från grannfastigheten som avleder dagvatten till dike inom området. Förslagsvis avleds detta dike i sydlig riktning vilket även ger möjligheten till att rena dagvatten från ett större område. Detta bedöms som gynnsamt då dagvattenhanteringen kan optimeras med hänsyn till recipienten. Vid skyfall sker utbredning av sandgärdesbäcken centralt i området. En säkerhetszon på 20 m längst med bäcken rekommenderas samt att planerad gc-väg anläggs med sin lågpunkt på +127 m, vilken utgör bräddpunkt i marknivå vid skyfall.

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Umeå kommun planerar att ta fram en detaljplan för fastigheten Tavelsjö 6:43, se Figur 1-1. Syftet med planläggningen är att möjliggöra etablering av en ny förskola med åtta avdelningar inom området, samtidigt som ett naturområde i den östra delen bevaras. För fastigheten har en tomtskiss tagits fram, vilken illustrerar en möjlig utformning av området. Skissen är vägledande och ska inte ses som slutgiltig.



Figur 1-1. Utredningsområdet beläget norr om Tavelssjön längs med Våsteråkersvägen i Tavelssjö.

1.2 Syfte

I denna rapport kommer AFRY enligt uppdrag att redovisa:

1.2.1 Beskrivning av befintlig dagvattensituation i området

- Avrinningsområdet ska definieras.
- En redovisning av flöden till och via planområdet före exploatering.
- Redovisning av föroreningsnivåer före exploatering.
- Geologiska förutsättningar.

1.2.2 Analys av dagvatten och skyfall efter exploatering

- Redovisning av de dagvattenmässiga konsekvenserna efter exploatering; avrinningsområde, flöden och föroreningsnivåer. Beräkningar är utförda för dimensionerande 10- och 100-årsregn och med en klimatfaktor på 1,3.
- Finns det risk för stående vatten vid skyfall inom planområdet?
- Vilket utrymme bör bäcken ges för att inte riskera att skada byggnader inom skolgården vid skyfall?
- Hur påverkas bäcken av dagvatten och upplagad snö? Hur påverkas bäcken av parkeringsytan enligt föreslagen placering i tomtskiss? Utgångspunkt om möjligt är att minska föroreningar/näringsämnen nedströms planområdet jämfört med situationen uppströms planområdet?
- Förutsättningar att begränsa föroreningar utifrån relevanta parametrar.
- Bedöm påverkan av Taveljön utifrån punkterna ovan.
- Påverkan på MKN.

1.2.3 Förslag till åtgärder

- Förslag på systemlösning för dagvatten som krävs för planerad exploatering (med tomtskissen som utgångspunkt) samt eventuella ytor som behöver reserveras vid planläggning av området. Lösningen bör i första hand vara LOD-lösning (lokalt omhändertagande av dagvatten), om det inte är möjligt ska andra lösningar föreslås. Förslaget ska beakta barns möjlighet att på ett säkert sätt leka med vatten inom skolgården.
- Förslag på rening om behov finns.
- Föreslå hur påverkan och föroreningsbelastning från parkerings- och körytor kan begränsas med så liten påverkan som möjligt på skolgården och skogsområdet.
- Bedömning om området bör ingå i verksamhetsområde för dagvatten.
- Utgångsläget är att hantera dagvattnet utan att det medför någon påverkan på det som är reglerat i markavvattningsföretaget.
- Om markavvattningsföretaget AC 3816 ändå påverkas ska förslag på tekniska och juridiska åtgärder beskrivas.
- Utredningen ska visa om markavvattningsföretaget ska vara kvar och hur det i sådana fall hanteras med utgångspunkt att det inte ska belastas negativt avseende flöden.
- Befintligt dagvattenutlopp ska tas i beaktning.

2 Förutsättningar

2.1 Underlag

Följande underlag har erhållits i samband med utredningen:

Tabell 2-1. Erhållet underlag som använts i utredningen.

Underlag	Erhållet	Reviderad
Grundkarta Taveljö_6_43 (dwg)	2025-04-08	
Dagvattenledningar Taveljö (dwg)	2025-04-28	
Akter AC3816 (markavvattningsföretag)	2025-04-29	
Förskola tomtutredning, Tyrens 231023 (pdf)	2024-04-28	
MUR och PM geoteknik, LejonGeo 230731	2025-04-08	

Tabell 2-2. Underlag som ställer upp krav, villkor och råd m.m.

Övriga underlag och verktyg	Utgivare	Version
P110	Svenskt Vatten	2016
P105	Svenskt Vatten	2011
VISS, Vatteninformationssystem Sverige	Länsstyrelsen	-
Jordart- & genomsläpplighetskarta	SGU	-
StormTac web	StormTac	v.25.1.4
SCALGO live	Scalgo ApS	-
SMHI vattenwebb	SMHI	-
TRVINFRA-00231, Avvattning, Dimensionering och utformning	Trafikverket	1.0

2.2 Dagvattenstrategi och riktlinjer

Umeå kommun har ett dagvattenprogram som beskriver utmaningar, ansvarsförhållanden och strategier i befintlig miljö samt vid planering och uppföljning. Framför allt vill kommunen åstadkomma tre saker:

1. Förbättrad vattenkvalitet - Kommunen strävar efter att alla vattenförekomster på sikt ska uppnå en god status. Vi vill också minska tillförseln av föroreningar och näringsämnen, för att klara miljökvalitetsnormerna och inte försämra vattenkvaliteten.
2. Minskad risk för översvämningsskador - Umeå kommun ska vara en trygg plats att bo och verka i. Det innebär att vi strävar efter att begränsa effekten av stora och extrema regnmängder, med väl tilltagen säkerhetsnivå.
3. Resurs- och värdeskapande i staden - Kommunen vill möjliggöra fortsatta satsningar på offentliga rum och parker. Vattennära rekreations-områden är viktiga för Umeås utveckling. Därtill vill vi inspirera till hållbar dagvattenhantering, eftersom dagvatten berör alla och alla kan hjälpa till.

Umeå kommuns dagvattenprogram har tagits fram av representanter från Gator och parker, Miljö- och hälsoskydd, Mark och exploatering, Detaljplanering, Bygglov, Övergripande planering och VA-huvudmannen Vatten och Avfallskompetens i Norr AB (VAKIN) utifrån ett uppdrag från kommunstyrelsens planeringsutskott.

2.2.1 Funktionskrav enligt P110

Funktionskraven för nya dagvattensystem regleras i Svenskt Vattens publikation P110 Avledning av dag- drän- och spillvatten (Svenskt Vatten, 2016). I och med denna publikation ökar funktionskraven (säkerheten) i det allmänna dagvattensystemet jämfört med tidigare. Enligt P110 ska även tillkommande dagvattensystem (= förtätning av befintligt) ha samma funktionskrav som nya system, vilket medför att tillkommande system behöver ta mer ytor i anspråk än tidigare. Dessutom måste planering ske för framtida klimatförändringar, eftersom nederbörden och därmed belastningen på dagvattensystemen förväntas öka. Funktionskraven för dagvattensystem vid förtätning och/eller nybyggnation sammanfattas i Tabell 2-3.

Tabell 2-3. Minimikrav för återkomsttider för regn vid dimensionering av nya dagvattensystem enligt P110. (Svenskt Vatten, 2016)

Nya duplikatsystem	Återkomsttid för regn vid fylld ledning (VA-huvudmannens ansvar)	Återkomsttid för trycklinje i marknivå (VA-huvudmannens ansvar)	Återkomsttid för marköversvämning med skador på byggnader
Gles bostadsbebyggelse	2 år	10 år	>100 år
Tät bostadsbebyggelse	5 år	20 år	>100 år
Centrum- och affärsområden	10 år	30 år	>100 år

2.2.2 Krav enligt miljö kvalitetsnormer (MKN)

EU:s vattendirektiv, ramdirektivet för vatten, införlivades i svensk lagstiftning år 2004 som Vattenförvaltningen. Arbetet med Vattenförvaltningen utförs med hjälp av så kallade miljö kvalitetsnormer (MKN), normerna fungerar som ett juridiskt styrmedel som införts i svensk lag för att komma till rätta med miljö påverkan från diffusa utsläppskällor.

Normerna för vatten beskriver vilken vattenkvalitet en vattenförekomst ska ha vid en viss tidpunkt. Varje vattenförekomst statusklassificeras i syfte att beskriva vattenförekomstens vattenkvalitet i dagsläget. Miljö kvalitetsnormer klassas inom två områden för vattenförekomster, ekologisk status och kemisk status. Ingen vattenförekomsts status får försämrats (Havs- och vattenmyndigheten, 2019).

Vattenmyndigheterna har reviderat indelningen av vattenförekomster, vilket utgör grunden för mycket av arbetet inom svensk vattenförvaltning inför den kommande förvaltningscykeln som sträcker sig från 2027 till 2033 (Vattenmyndigheterna, u.d.).

Miljö kvalitetsnormerna för vatten revideras med sexårsintervall och kan resultera i ändrade normer för specifika vattenförekomster, antingen till följd av ny vetenskaplig kunskap eller förändringar i miljöns status. Förändringar i normerna kan i sin tur påverka förutsättningar när tillstånd för olika verksamheter omprövas (Vattenmyndigheterna, u.å). (Vattenmyndigheterna, u.d.).

Efter EU-domstolens utslag i den så kallade Weserdomen har kraven skärpts så att statusen för enskilda kvalitetsfaktorer som används för att klassificera vattenförekomster inte får försämrats. Projekt eller verksamheter som kan leda till en försämring av vattenkvaliteten riskerar därför att inte tillåtas enligt de skärpta kraven. Om en kvalitetsfaktor redan har den sämsta statusklassen, vilket innebär att den är klassad som dålig, tillåts ingen ytterligare försämring ens på parameternivå enligt de skärpta kraven. (Havs- och vattenmyndigheten, 2016).

2.3 Hydrologiska beräkningsmetoder

Flödesberäkningar utförs för 10-årsregn i samråd med Vakin vilket ligger i linje med Svenskt Vattens rekommendationer. Beräkningar/analys utförs även för 50 och 100-årsregn med hänsyn till Trafikverkets anvisningar samt för skyfallsanalys. Hänsyn tas till ökade flöden till följd av klimatförändringarna. För olika återkomsttider förväntas ökningen bli cirka 5 – 30 procent vilket ger ett spann på klimatfaktorn för det

beräknade regnet på 1,05 – 1,30. (Svenskt Vatten, 2016). Denna utredning använder sig av klimatfaktor 1,25 för Trafikverkets beräkningar och 1,3 för övriga beräkningar i linje med Umeå kommuns krav.

2.3.1 Flöden

För beräkning av regnintensitet används ekvation (1) enligt Svenskt Vatten P110 kap 4.4.1 använts (Svenskt Vatten, 2016). Formeln gäller för regnvaraktigheter upp till ett dygn.

$$i_{\bar{A}} = 190 * \sqrt[3]{\bar{A}} * \frac{\ln(T_R)}{T_R^{0,98}} + 2 \quad (1)$$

där:

$i_{\bar{A}}$ = regnintensitet [l/s, ha]

T_R = regnvaraktighet [minuter]

\bar{A} = återkomsttid [månader]

Vid beräkning av dagvattenflöden före och efter exploatering används rationella metoden, ekvation (2) med regnintensitet enligt Dahlströms formel ovan.

$$q_{dim} = A * \varphi * i_{\bar{A}} * k \quad (2)$$

där:

q_{dim} = dimensionerande flöde [l/s]

A = avrinningsområdets area [ha]

φ = avrinningskoefficient [-]

$i_{\bar{A}}$ = regnintensitet [l/s, ha]

k = klimatfaktor

(Svenskt Vatten, 2016)

2.3.2 Hydraulisk beräkning av öppna diken

Kapaciteten i diken beräknas med hjälp av ekvation (3), Mannings formel.

$$q = A * R^{\frac{2}{3}} * M * \sqrt{S_0} \quad (3)$$

där:

q = flöde [l/s]

A = tvärsnittsarea [m²]

R = hydraulisk radie = A/P [m]

P = våta perimetern [m]

S_0 = bottenlutning [m/m]

M = Mannings tal

Ett dike bör ha en säkerhetsfaktor vilken uttrycks i procent som kvoten mellan kapaciteten vid fyllt dike och dimensionerande flöde enligt ekvation (4).

$$\text{Säkerhetsfaktor [\%]} = \frac{q_{\text{fylld sektion}}}{q_{\text{dim}}} \quad (4)$$

2.3.3 Magasinsvolym

Vid beräkning av erforderlig fördröjningsvolym används Svenskt Vattens beräkningsverktyg som använder sig av ekvation (5) (Svenskt Vatten, 2016). Genom att ansätta det befintliga flödet som avtappning går det att härleda ett generellt

uttryck för magasinvolymen, V , som funktion av regnet varaktighet, t_{regn} . Erforderlig magasinvolym erhålls som maxvärdet av ekvationen nedan.

$$V = 0,06 * \left[i_{regn} * t_{regn} - K * t_{regn} - K * t_{rinn} + \frac{K^2 * t_{rinn}}{i_{regn}} \right] \quad (5)$$

där:

$$V = \text{specifik magasinvolym [m}^3/\text{ha}_{red}]$$

$$i_{regn} = \text{regnintensitet för aktuell varaktighet [l/s ha]}$$

$$t_{regn} = \text{regnvaraktighet [min]}$$

$$t_{rinn} = \text{rinntid [min]}$$

$$K = \text{specifik avtappning från magasinet [l/s ha}_{red}]$$

(Svenskt Vatten, 2016)

Om magasinet förses med strypt utlopp rekommenderas att magasinet dimensioneras för det genomsnittliga utflödet eftersom det varierar med fyllningstiden (Svenskt Vatten, 2016). Det genomsnittliga utflödet kan då enligt Svenskt Vatten antas vara ca 2/3 av det maximala utflödet.

Vidare jämförelse av erforderlig fördröjning utförs med hjälp av ekvation (6) där beräkningar utför för den dimensionerande varaktigheten 10 minuter. Denna beräkningsmetodik ger den faktiska tillkommande regnvolymen vid den dimensionerande varaktigheten. Detta bör tas i beaktning då tidigare metodik (ekvation 5) kan ge en orimlig fördröjningsvolym då avtappningen antingen är för kraftig eller för strypt i förhållande till den reducerade arean vilket ger för korta eller för långa uppehållstider.

$$U_i = k * d_r * A_i * \varphi_{i,exp} - d_{r,bef} * A_i * \varphi_{i,bef} \quad (6)$$

där:

$$U_i = \text{erforderlig fördröjningsvolym [m}^3]$$

$$d_r = \text{regndjup [m]}$$

$$A_i = \text{områdesarea [m}^2]$$

$$\varphi = \text{avrinningskoefficient [-]}$$

$$A_{red} = \text{avrinningsområdets reducerade area [m}^2]$$

$$k = \text{klimatfaktor}$$

3 Beskrivning av förutsättningar och befintlig situation

3.1 Platsbeskrivning

Utredningsområdet är ca 1,8 ha stort och beläget väster om Västeråkersvägen. Området består idag av skogsmark, ängsmark och ett mindre område med jordbruksmark. I de centrala delarna passerar en grusväg från Västeråkersvägen vilken ansluter till en fastighet väster om utredningsområdet. Markanvändningen inom den fastigheten består av jordbruksverksamhet utan bostadshus och innefattar förrådsbyggnader, grusplan och upplag, se Figur 3-1.

Centralt genom området (norr till syd) passerar sandgärdesbäcken som ansluter till Taveljön ca 500 m söder om utredningsområdet.

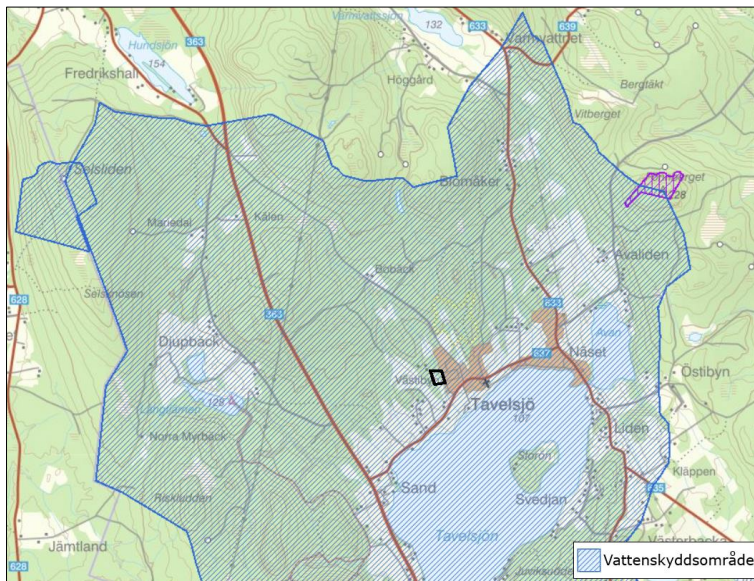


Figur 3-1. Ortofoto med utredningsområdet (gul markering) längs med Västeråkersvägen.

3.2 Skyddad natur

Området kring Tavelnsjön inklusive utredningsområdet tillhör Vindelälvsåsens vattenskyddsområde, se Figur 3-2. Vattenskyddsområdet är ca 114 km² stort och sträcker sig hela vägen till Umeå.

Parallellt med dagvattenutredningen pågår en naturvärdesinventering och artskyddsutredning inom utredningsområdet.



Figur 3-2. Blå skrafferad yta redovisar Vindelälvsåsens vattenskyddsområde och utredningsområdet i svart markering.

3.3 Geotekniska förhållanden

En geoteknisk utredning är utförd i området av LejonGEO (2023-07-31). Utredningen har delat in området i fyra delar med avseende på geoteknisk karaktär, se Figur 3-3. Nedan redovisas resultatet av undersökningspunkterna.

Sammanfattningsvis bedöms området ha högt grundvatten och utgörs av jordarter med låg genomsläpplighet.



Figur 3-3. Områdesindelning med avseende på beskrivning av markförhållanden och skiss av undersökningspunkter (L1 till L12).

3.3.1 Delområde 1

I område 1 har undersökningspunkterna L1, L2, L4 och L5 utförts. I den västra och södra delen av området påvisar punkterna L1, L4 och L5 lösa till mycket lösa sedimentlager av lerig silt och silt till ca 1–2 m djup där fast grusig sandig siltig morän påträffats.

De ytliga lösa sedimentens tjocklek minskar i nordostlig riktning och försvinner helt i undersökningspunkt L2 där marken påträffades utgörs av yttlig torv och bedömda siltfyllningar till endast ca 0,5 m djup och sedan underlagras av fast grusig sandig siltig morän till ca 1,2 m djup där berg påträffats med jordbergsondering.

Grundvattenrör har installerats i punkt L1 och L5. Grundvattenytan har påträffats ligga på mellan ca 0,2–0,9 m under markytan motsvarande nivå +126,1 till +128,0.

3.3.2 Delområde 2

Inom fastighetens nordöstra del påträffas en lokal mindre förhöjning i terrängen. Ytan ligger i nivå med befintlig väg i öst och nord och har slänter mot lägre terräng i väst och syd. Utförd undersökningspunkt L3 visar på tunna ytliga lager av humus ovan lösa till mycket lösa lager av lerig silt och siltig lera ner till ca 3 m djup där fast sandig siltmorän påträffats.

Markradon har påträffats med låga värden (6,3 kBq/m³) i uppmätt punkt.

Påträffade jordar är täta. Yt- och smältvatten bedöms snabbt vattenmätta ytliga delar av jordprofilen och därefter avrinna mot lägre terräng i väst och söder.

3.3.3 Delområde 3

Fastighetens sydvästra del utgörs av åkermark med svag lutning mot öst. Utförda undersökningspunkter L7-L8 samt L10-L11 visar på tunna ytliga lager av humus ovan fasta till lösa lager av silt och siltig lera ner till mellan ca 0,5–1,5 m djup där fast sandig siltig morän påträffats.

Markradon har påträffats med höga värden (46,4–55,2 kBq/m³) i uppmätta punkter.

Påträffade jordar är täta. Yt- och smältvatten bedöms snabbt vattenmätta ytliga delar av jordprofilen och därefter avrinna mot lägre terräng i öster.

3.3.4 Delområde 4

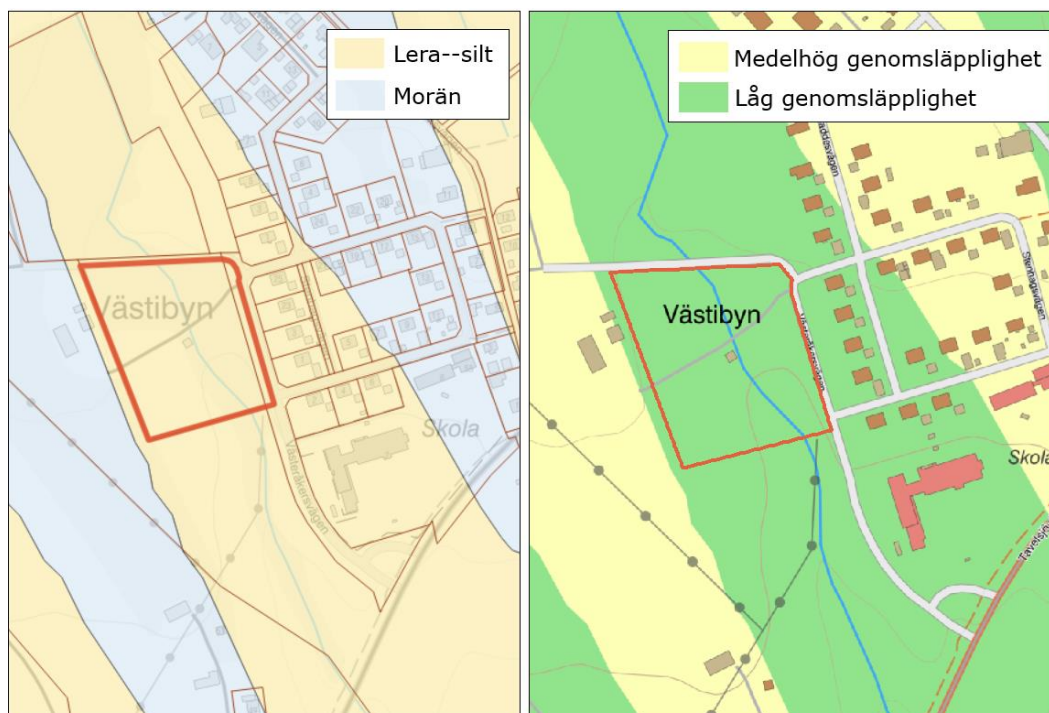
Fastighetens östra del utgörs av ett mindre vattendrag/dike med sträckning i nord-sydlig riktning. Diket har eroderats ner och ligger lågt runt omgivande terräng med slänter upp mot både befintlig väg i öster som upp mot åkermarker i väster. Utförda undersökningspunkter L6, L9 samt L12 visar på tunna ytliga lager av humus ovan lösa lager av silt till mellan ca 0,5 - 1,5 m djup där sandig siltig morän påträffats. Utförda vikt- och cpt sonderingar har påvisat varierande fasthet i moränen mellan fast till mycket lös.

Sonderingar har stoppat på mellan 3–7 m djup.

Installerat grundvattenrör i punkt L12 har påvisat grundvatten på varierande djup mellan ca 1,3–1,7 m djup under markytan motsvarande nivå +121,3 till +121,7.

3.3.5 Underlag från SGU

Underlag från SGU visar på att område består av lera-silt med låg genomsläpplighet vilket stämmer överens med den geotekniska undersökningen.



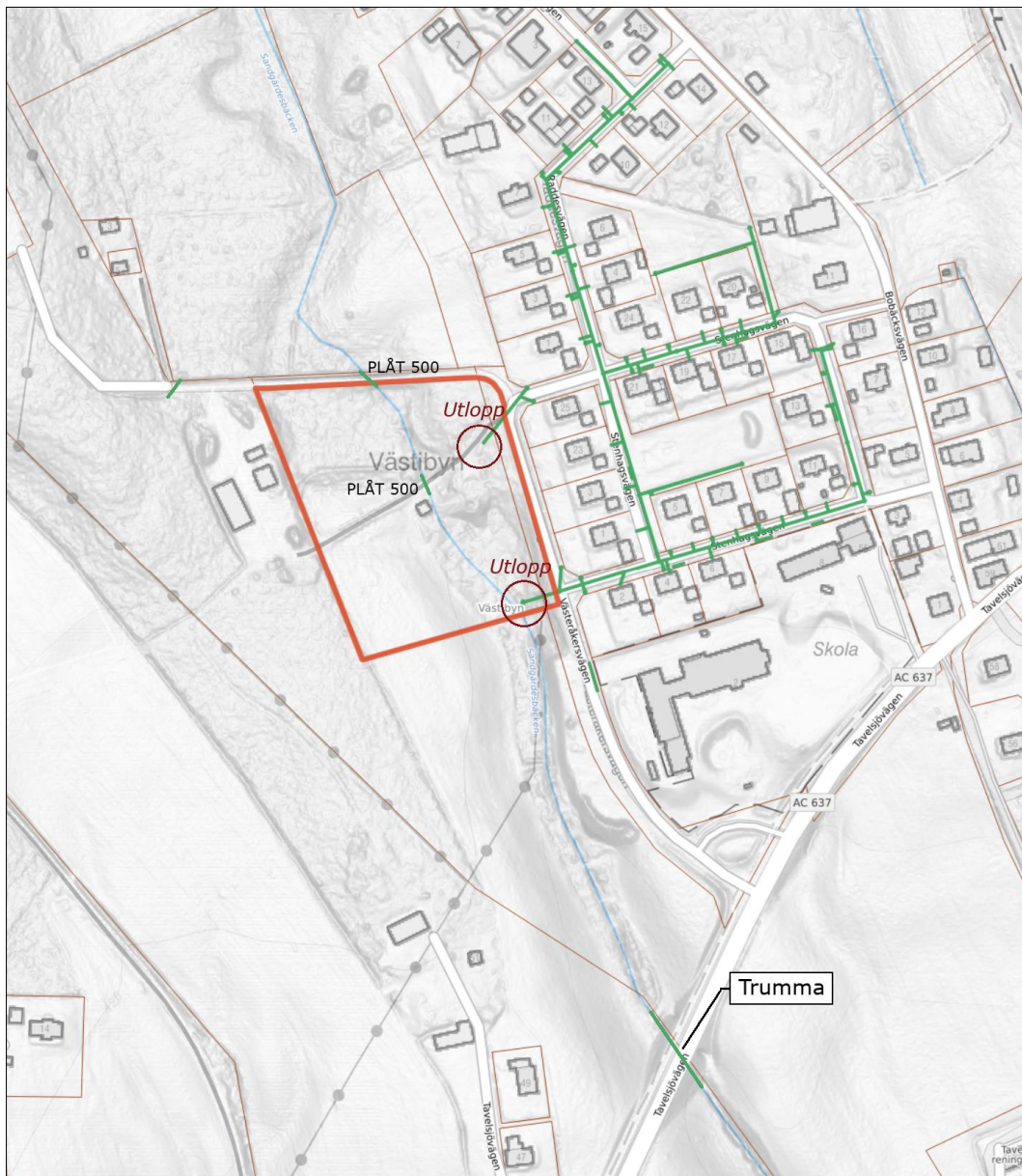
Figur 3-4. Underlag från SGU, till vänster jordartskarta och till höger genomsläpplighet.

3.4 Avrinning och recipienter

3.4.1 Dagvattenledningssystem

Utredningsområdet innefattas inte av verksamhetsområde för dagvatten och utgör utloppspunkt för två befintliga dagvattenledningssystem i nordost och sydost, se Figur 3-5.

Sandgärdesbäcken passerar utredningsområdet och fortsätter vidare nedströms genom Trafikverkets trumma under Tavelsjövägen, innan bäcken ansluter till Tavelsjön.



Figur 3-5. Befintligt dagvattenledningssystem med utlopp (cirkelmarkeringar) inom utredningsområdet. Sandgärdesbäcken illustreras med blå linje.

3.4.2 Avrinningsområden och rinnvägar

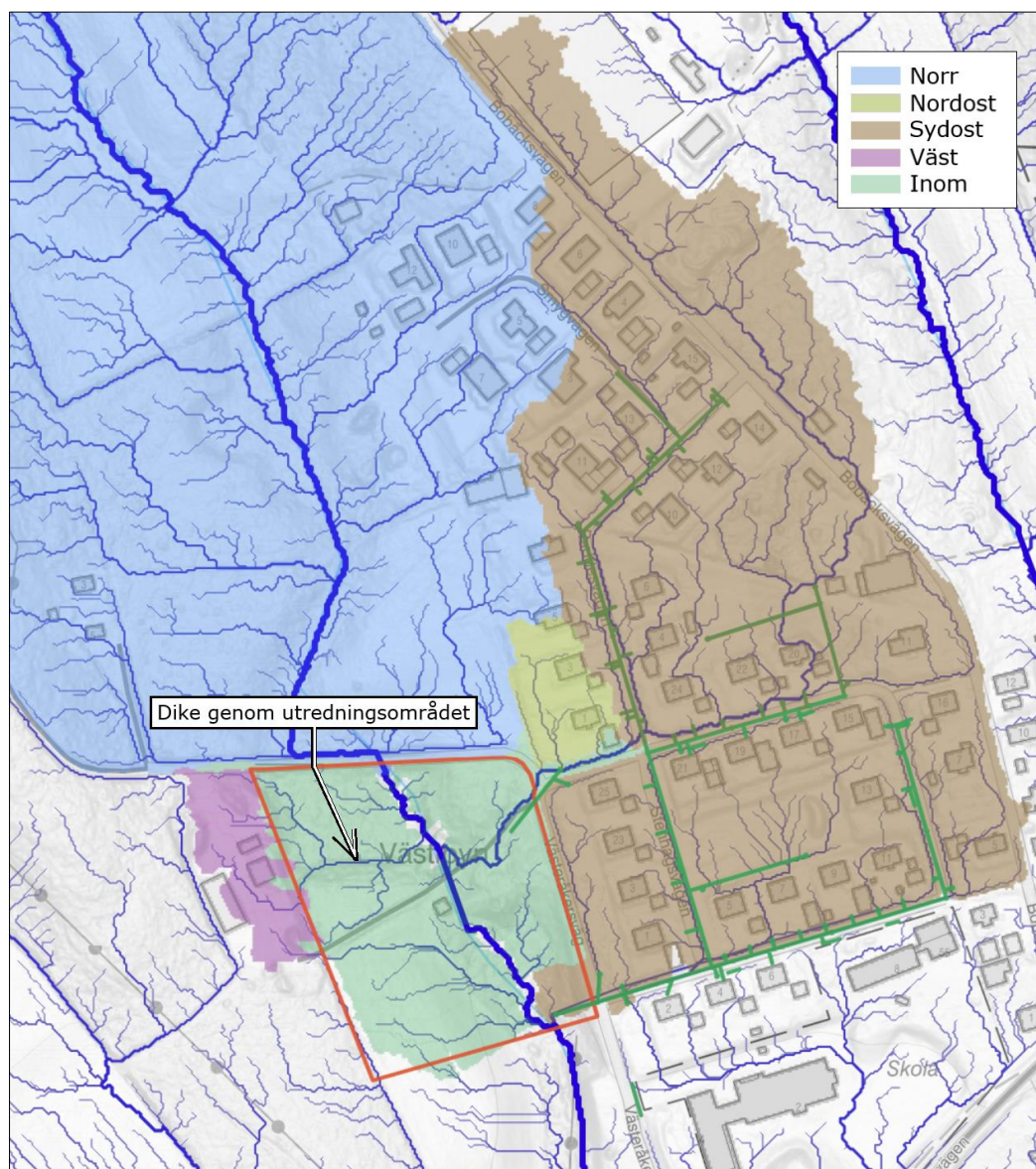
Inom utredningsområdet sker ytavrinning mot de centrala delarna (östlig-västlig riktning) där sandgärdesbäcken rinner från norr till söder, se Figur 3-6 och Figur 3-7.

Uppströms utredningsområdet finns ett ca 87 ha stort avrinningsområde som skapar sandgärdesbäcken.

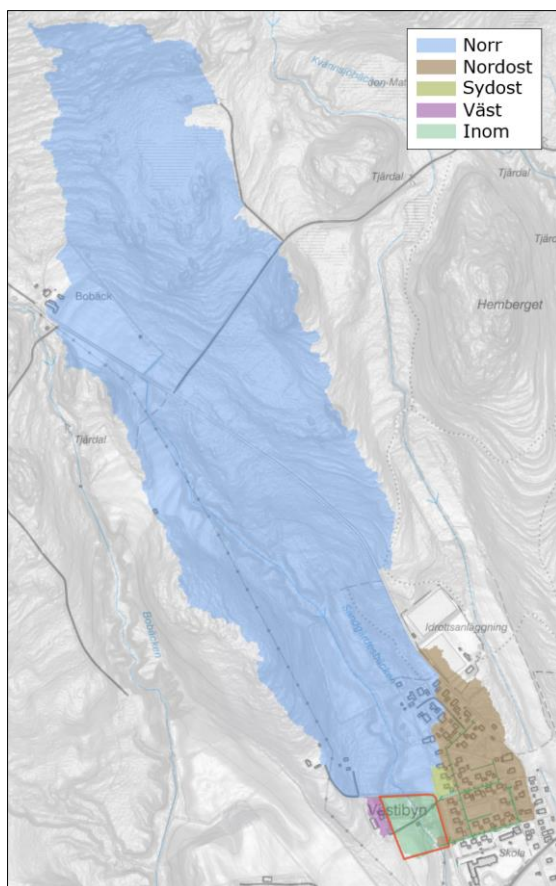
Ledningssystem nordost avvattnar närliggande diken och kvartersmark från ett mindre avrinningsområde (nordost) som uppgår till ca 3000 m².

Ledningsområde sydost avvattnar närliggande diken och kvartersmark på ett större avrinningsområde (sydost) som uppgår till ca 6,9 ha.

Från väst sker ytavrinning från grannfastigheten från ett ca 2500 m² stort avrinningsområde (väst) vilket avleds genom området via dike.



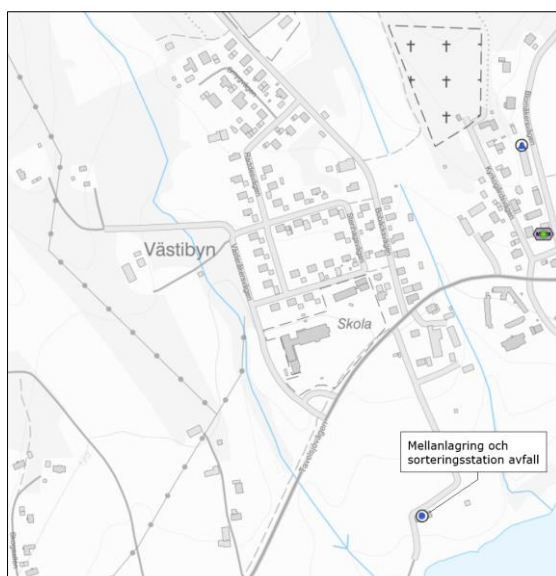
Figur 3-6. Avrinningsområden som belastar planområdet med rinnvägar (blå linjer) kopplade till avrinningsområden från 100 m² och uppåt. Tjockare linjer illustrerar rinnvägar med större avrinningsområden och sannolikt större flöden.



Figur 3-7. Avrinningsområden som belastar utredningsområdet.

3.5 Miljöföroreningar

Underlag från EBH-stödet (länsstyrelsen tjänst för karta över förorenade områden) visar på att det inte förekommer några potentiellt förorenade områden i direkt närhet till utredningsområdet. Sydost om utredningsområdet finns en mellanlagring och sorteringsstation för avfall. Det potentiellt förorenade området bedöms inte påverkas av planen då det inte ligger inom etableringens avrinningsområde.



Figur 3-8. Områden med potentiellt förorenad mark.

3.6 Sandgärdesbäcken

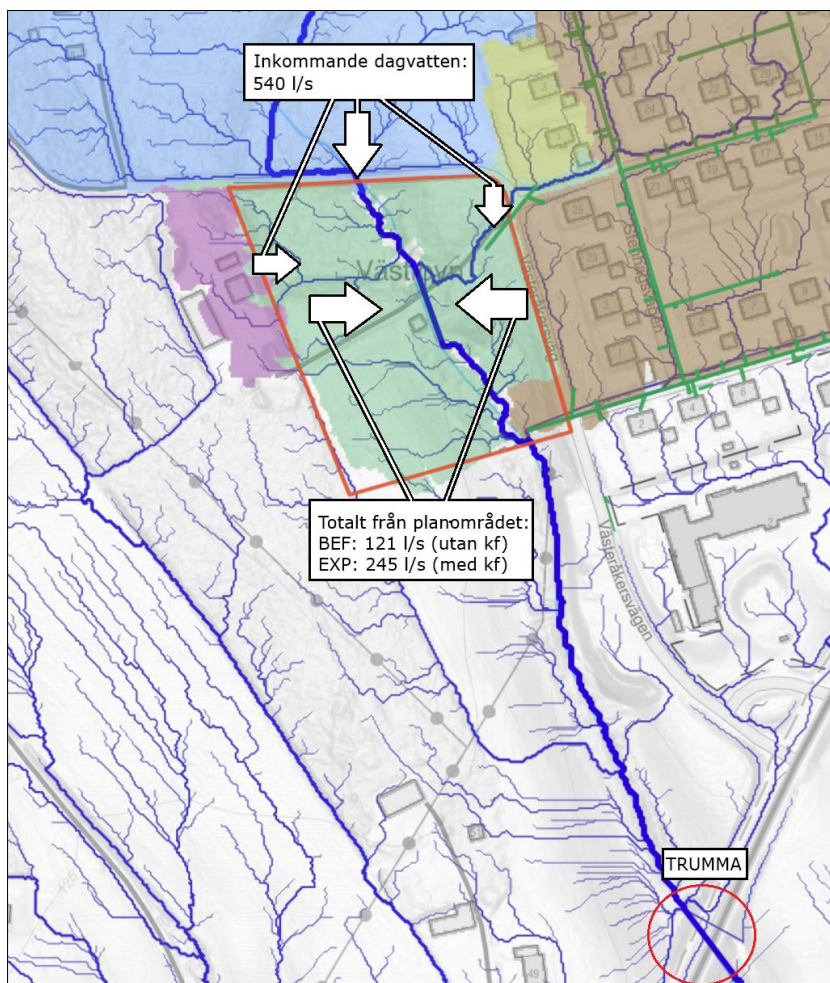
Trafikverket använder konsekvensklasser 1, 2 och 3 vid dimensionering av dagvattenanläggningar. Tabell 3-1 redovisar en kort sammanfattning av Trafikverkets konsekvensklasser.

Tabell 3-1. Sammanfattning konsekvensklasser Trafikverket.

Konsekvensklass	Dimensionering	Exempel
1 - Låg	10- till 20-årsflöde	Trumma, påverkan skog och åkermark
2 - Måttlig	50-årsflöde	Trumma landsväg
3 - Hög	HQ100 eller mer	Trumma/broar större trafikled

Flödesberäkningar utförs för 50-årsregn gällande sandgärdesbäcken då Trafikverket har trumma under Tavelsjövägen med bedömd konsekvensklass 2.

Vid ett 50-årsregn bedöms flödet uppgå till ca 540 l/s till trumma uppströms utredningsområdet i dagsläget. Inom utredningsområdet genereras ca 245 l/s (befintligt ca 120 l/s) vid ett 50-årsregn efter exploatering vilket ger ett gemensamt flöde på ca 790 l/s (befintligt ca 660 l/s). Vid ett 50-årsregn bedöms alltså flödet i bäcken vara ca 800 l/s genom området efter exploatering utan dagvattenlösningar.



Figur 3-9. Flöden till sandgärdesbäcken.

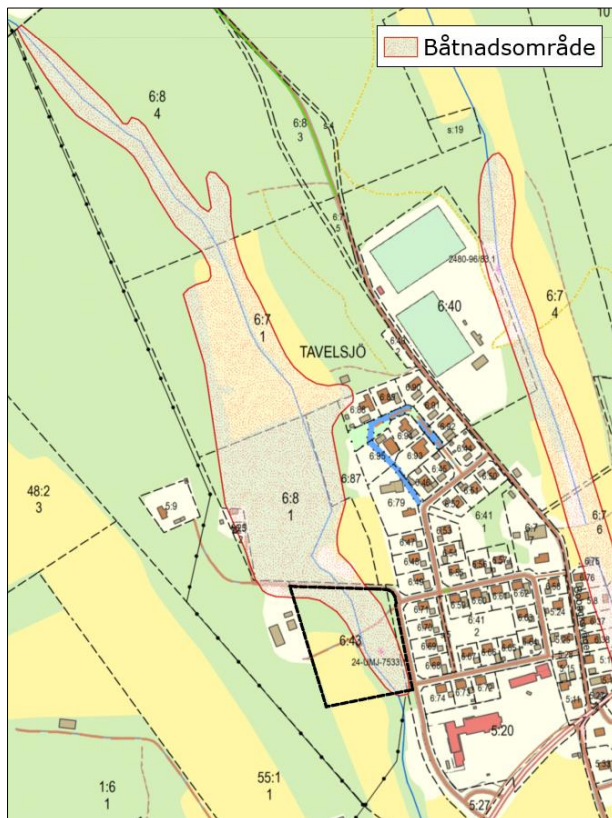
3.6.1 Markavvattningsföretag

Markavvattningsföretag har varit en vanlig företeelse i Sverige från 1800-talet fram till idag. Markavvattningsföretagen regleras under LVV (Lag om särskilda bestämmelser om vattenverksamhet) och kan till följd av det inte inrättas som gemensamhetsanläggning (AL 1§ 2st). Enligt Miljöbalken (1998:808) 11 kap. 2 § definieras markavvattningsföretag som 'åtgärder som utförs för att avvattna mark, [...] eller som utförs för att sänka eller tappa ur ett vattenområde eller för att skydda mot vatten, när syftet med åtgärden är att varaktigt öka en fastighets lämplighet för något visst ändamål'. Markavvattningsföretaget måste omprövas eller avvecklas om flöden till företaget överskrider flödeskapaciteten, om den fysiska utformningen ändras väsentligt eller för att motverka skada på allmänna eller enskilda intressen. (Länsstyrelsen, 2015)

Utredningsområdet är inom markavvattningsföretag (AC3816) upprättat 1926 med syftet utdikning p.g.a. vattenskadade marker, se Figur 3-10. Enligt akter syftar markavvattningsföretaget på utdikning som avser dels åstadkommande av förbättrad torrläggning av den redan odlade jorden, dels den icke odlade men odlingsbara markens torrläggning för uppodling.

Dimensioneringsanvisningar från akt AC3816

Diken bedöms inte behöva dimensioneras p.g.a. goda marklutningar. Generella anvisningar är; medeldjup 0,8–1,5 m, släntlutning 1:1 och bottenbredd på 0,3 m.



Figur 3-10. Markavvattningsföretag med båtnadsområde.

3.6.2 Recipienter och MKN för vatten samt statusklassning

Ytlig dagvattenrecipient för området är Tavelnsjön belägen ca 500 m söder om utredningsområdet. Anslutning sker via sandgärdesbäcken illustrerat med blå linje, se Figur 3-11.



Figur 3-11. Planområdet (röd markering) beläget ca 500 m från recipienten Tavelnsjön.

Tavelnsjön har miljö kvalitetsnorm med ett kvalitetskrav på "God ekologisk status 2027" och "God kemisk ytvattenstatus". Nuvarande status är "måttlig ekologisk status" och "Uppnår ej god kemisk ytvattenstatus", se sammanställning i Tabell 3-2.

Vattenförekomstens ekologiska status har bedömts som måttlig med låg tillförlitlighet. Bedömningen grundar sig på en samlad analys av de bästa tillgängliga uppgifterna om biologiska förhållanden, vattenkemi och fysiska miljöfaktorer. Den ekologiska statusen återspeglar aktuell kunskap om påverkan från näringsämnen, försurning, förekomst av särskilt förorenande ämnen samt fysiska förändringar i vattenmiljön.

Under den tredje vattenförvaltningscykeln (2021–2027) har åtgärdsbehov endast kvantifierats för miljöproblemet övergödning. För sjöar och vattendrag utgår behovsbedömningen från den fosforreduktion som krävs, medan den för kustvatten omfattar både fosfor- och kvävereduktion. Metodrapport samt aktuella uppskattningar av åtgärdsbehov för fosfor och kväve finns tillgängliga via länkarna nedan. Det är viktigt att notera att dessa behov är beräknade på nationell nivå, och att lokala utredningar ofta kan ge mer träffsäkra bedömningar.

Anledningen till att den kemiska ytvattenstatusen bedöms till ej god beror på att gränsvärden för PBDE och kvicksilver överskrids för samtliga undersökta ytvattenförekomster; sjöar, vattendrag och kustvatten i Sverige. Föroreningarna kommer från atmosfärisk deposition genom långväga luftburen spridning från både Sverige och utomlands. De nuvarande halterna av kvicksilver och PBDE (december 2015) får dock inte öka. Lokala påverkanskällor som bidrar till sänkt status för Hg ska åtgärdas oavsett det mindre stränga kravet för atmosfärisk deposition

Tabell 3-2. Miljö kvalitetsnorm (MKN) för Tavelnsjön (Vatten-ID: SE710401-171080).

Vattenförekomst	Ekologisk status		Kemisk status	
	Status (2020)	MKN (2027)	Status (2020)	MKN (framtida mål)
Tavelnsjön	Måttlig	God ekologisk status	Ej god kemisk ytvattenstatus	God kemisk ytvattenstatus
Kommentar	Låg tillförlitlighet, måttlig status med avseende på näringsämnen, försurning, förekomst av särskilt förorenande ämnen samt fysiska förändringar		Medel tillförlitlighet, sannolikt gränsoverskridande värden för PBDE, Hg & Hg-föreningar	

3.6.3 Fastighetsägare nedströms

Mellan planområdet och recipienten passerar sandgärdesbäcken privat fastighetsmark (Umeå Tavelsjö 5:22, 55:1 och 48:2). Huvudprincip i Sverige för äganderätt, är att fastighetsägaren äger marken inklusive bäckenbotten för vattendraget. Däremot äger man inte vattnet vilket ses som en allmän resurs som regleras genom vattenlagen/miljöbalken. Man får alltså inte fritt "äga" eller hindra vattnet.

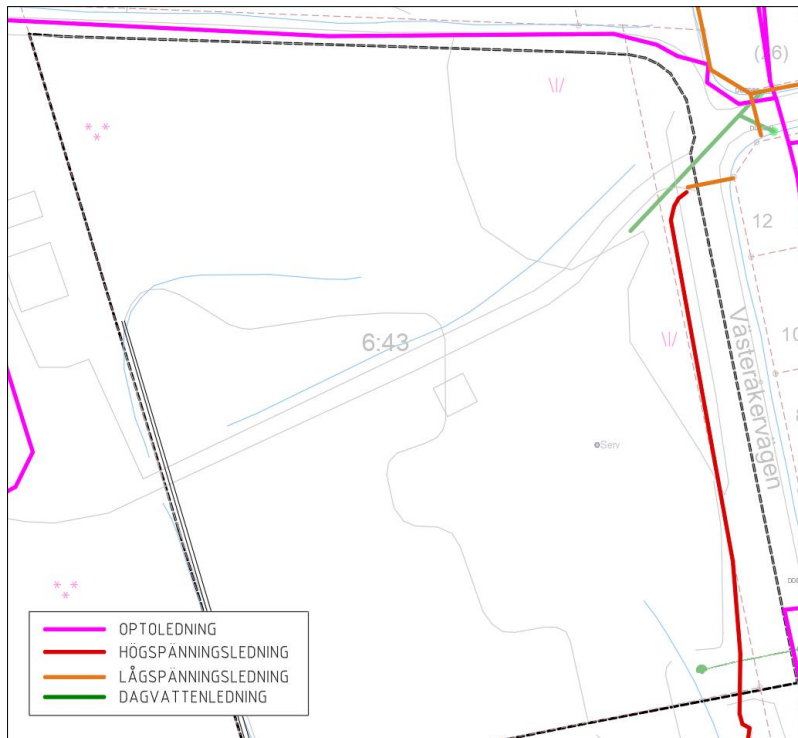
När en fastighetsägare ansluter till bäcken kan det krävas en anmälan eller tillstånd om det sker en påverkan av vattenkvaliteten eller flödet i bäcken. Detta regleras av miljöbalken och ibland också vattenlagen (10–11 kap. miljöbalken, om vattenverksamhet). Den som äger marken där bäcken rinner kan inte själv bestämma över vattnet, men marken är skyddad. Ingen får orsaka olägenheter eller skada i bäcken i form av erosion, översvämning eller förorening.



Figur 3-12. Tre fastighetsägare nedströms planområdet med tomtmark inom sandgärdesbäcken

3.7 Befintliga ledningar

Underlag från ledningskollen visar på att ledningar finns i den östra delen av utredningsområdet, se Figur 3-13. VA-ledningar redovisas inte p.g.a. sekretess.



Figur 3-13. Skiss av befintliga ledningar i området. Obs! VA-ledningar redovisas inte.

4 Flödesberäkningar

För den befintliga situationen bedöms rinntiden inom området uppgå till ca 10 minuter då rinnsträckorna är korta innan de ansluter till bäcken. Den längsta rinnsträckan uppgår till ca 120 m med en lutning på ca 5–6%. Vid beräkning av flöden i bäck beräknas rinntiden uppgå till ca 4,5 timme kopplat till en rinnsträcka på ca 2950 m och en lutning på 2,4% genom avrinningsområdet (se Figur 3-7).

Efter exploatering är rinntiden under 10 minuter då rinnsträckorna är korta och sker över exploaterade ytor. Detta medför att området har den dimensionerande varaktigheten 10 minuter, då 10 minuter är lägsta varaktighet enligt branschstandard.

I enlighet med Svenskt Vatten (P1110) är beräkningarna utförda för dimensionerande 10- och 100-årsregn då området kan definieras som gles bostadsbebyggelse.

Regnintensiteten för dimensionerande regn med varaktigheten är:

- $i_{10\text{-årsregn},10\text{ min}} = 228 \text{ [l/s, ha]}$
- $i_{100\text{-årsregn},10\text{ min}} = 489 \text{ [l/s, ha]}$

Vid beräkning av bäckflöden bedöms regnintensiteten vara:

- $i_{50\text{-årsregn},4,5\text{ h}} = 39 \text{ [l/s, ha]}$

4.1 Befintlig situation

4.1.1 Markanvändning befintligt

Figur 4-1 redovisar markanvändning i området utifrån ortofoto. Markanvändning inom utredningsområdet består huvudsakligen av skogsmark följt av ängsmark och jordbruksmark. Genom området passerar också även en grusväg som ansluter till grannfastigheten i väst. Området är relativt kuperat vilket resulterar i en uppskattad

relativt hög avrinningskoefficient för naturmark på 0,15, se Tabell 4-1 för markanvändning kopplat till avrinningskoefficient.



Figur 4-1. Ortofoto för bedömning av markanvändning inom utredningsområdet (röd markering).

Tabell 4-1. Befintlig markanvändning och reducerad area kopplat till avrinningskoefficienten (ϕ).

Markanvändning	Area [ha]	10-årsregn		100-årsregn	
		Avrinningskoefficient ϕ	Red. area [ha]	Avrinningskoefficient ϕ	Red. area [ha]
Tak	0,005	0,9	0,004	1	0,005
Grusyta	0,050	0,6	0,030	0,8	0,040
Jordbruksmark	0,123	0,3	0,037	0,5	0,061
Ängsmark	0,010	0,2	0,002	0,4	0,004
Skogsmark	1,596	0,15	0,239	0,3	0,479
Totalt	1,78	0,2	0,31	0,3	0,59

4.1.2 Flöden befintligt

Flödesberäkningar har utförts enligt ekvationer i avsnitt 2.3.1 med ytor från Tabell 4-1. Flöden beräknas för 10- och 100-årsregn, se Tabell 4-2.

Tabell 4-2. Befintliga dagvattenflöden för dimensionerande regn utan klimatfaktor.

Markanvändning	Area [ha]	10-årsregn [l/s]	100-årsregn [l/s]
Tak	0,005	1	2
Grusyta	0,050	7	20
Jordbruksmark	0,123	8	30
Ängsmark	0,010	0	2
Skogsmark	1,596	55	234
Totalt	1,78	71	288

Planerad utformning

4.1.3 Markanvändning planerad utformning

Figur 4-2 redovisar framtagna skisser över planerad utformning som varit till underlag för bedömning av markanvändning. Skissen innefattar en större parkering i de östra delarna som ansluter till de västra delarna via GC-väg genom omvandling av befintlig grusväg. I de nordvästra delarna planeras förskolebyggnaden med en anslutande vändplan/varuintag. Vidare i de sydvästra delarna anläggs samvaro/utemiljö med öppna ytor.

Stora delar av området planeras att bevaras som naturmark längs med sandgärdesbäcken samt i de sydöstra delarna där terrängen är brant och svår att exploatera.



Figur 4-2. Markanvändning efter exploatering utifrån tomtutredning Tyrens 231023.

Tabell 4-3. Planerad markanvändning och reducerad area kopplat till avrinningskoefficienten (φ).

Markanvändning	Area [ha]	10-årsregn		100-årsregn	
		Avrinningskoefficient φ	Red. area [ha]	Avrinningskoefficient φ	Red. area [ha]
Tak	0,12	0,9	0,11	1	0,12
Parkering	0,06	0,8	0,05	1	0,06
Asfalt	0,10	0,8	0,08	1	0,10
GC-väg	0,14	0,8	0,11	1	0,14
Grönyta	0,25	0,1	0,03	0,3	0,08
Blandat grönområde	0,44	0,15	0,07	0,3	0,13
Skogsmark	0,67	0,15	0,10	0,3	0,20
Totalt	1,78	0,3	0,54	0,5	0,83

4.1.4 Flöden planerad utformning

Flödesberäkningar har utförts enligt ekvationer i avsnitt 2.3.1 med ytor från Tabell 4-3. Flöden beräknas för 10- och 100-årsregn, se Tabell 4-4.

Flödesberäkningarna visar att flödet efter exploateringen blir ungefär dubbelt så stort jämfört med dagsläget. Detta beror främst på planerad parkerings- och takyta men även på att en klimatfaktor på 1,3 är applicerad efter exploatering.

Tabell 4-4. Framtida dagvattenflöden för dimensionerande regn med klimatfaktor 1,3.

Markanvändning	Area [ha]	10-årsregn [l/s]	100-årsregn [l/s]
Tak	0,12	32	76
Parkering	0,06	14	36
Asfalt	0,10	24	65
GC-väg	0,14	34	90
Grönyta	0,25	8	48
Blandat grönområde	0,44	20	84
Skogsmark	0,67	30	127
Totalt	1,78	160	526

4.2 Behov av utjämning

Planområdet ligger i anslutning till recipienten vilket medför att anslutning kan ske utan att övrigt dagvattenledningssystem påverkas. Däremot påverkas trumman nedströms (som ägs av Trafikverket) och vattenflödet ökar inom markavvattningsföretagets båtnadsområde.

Erforderlig fördröjning beräknas därför utifrån två aspekter, hänsyn till Trafikverkets trumma och markavvattningsföretag.

4.2.1 Erforderlig fördröjning hänsyn till Trafikverkets anläggning

Trumman under Tavelsjövägen, nedströms utredningsområdet, bedöms inte ligga inom ett särskilt utsatt område. Detta för att trummans vattengång ligger ca 4 m under Tavelsjövägens vägbanan vilket medför en mycket stor överkapacitet vid händelse av att trycklinjen höjs i trumman. En översvämning över vägbanan bedöms som mycket osannolik kopplat till höjder och avrinningsområdets storlek. Dimensionering för erforderlig fördröjningsvolym bör därför uppgå till den lägsta återkomsttid på 50 år enligt Trafikverkets anvisningar.

Beräkningar m.h.a. ekvationer i avsnitt 2.3.3 visar på att erforderlig fördröjningsvolym med anpassning efter Trafikverkets anvisningar upp går till ca 66 m³, se Tabell 4-5. Obs! Fördröjningsberäkningar beräknas endast för exploaterat område eftersom delar av utredningsområdet kommer att bevaras som naturmark.

Tabell 4-5. Erforderlig fördröjning för att inte öka befintliga flödet vid ett 50-årsregn för exploaterat område. Som utflöde används 2/3 av det befintliga flödet (genomsnittligt flöde*).

Återkomsttid	Utflöde för exploatering* [l/s]	Reducerad area efter exploatering [ha _{red}]	Specifik avtappning** [l/s ha _{red}]	Genomsnittlig specifikavtappning* ** [l/s ha _{red}]	Erforderlig magasinvolym strypt utlopp [m ³]
50 år	69	0,44	235	195	66

* Motsvarar det maximala tillåtna utflödet ur föreslaget magasin.

** Beräknas genom (flödet före exploatering) / (reducerad area efter exploatering).

*** Motsvarar den avtappning som magasinet dimensioneras efter, dvs. 2/3 av den specifika avtappningen

4.2.2 Erforderlig fördröjning hänsyn markavvattningsföretag

Berört markavvattningsföretag (AC3816) har inga specifika krav på maximala vattenflöden. Enligt Svenskt Vatten P105 kan vanliga krav på äldre dikningsföretag uppgå till ett vattenflöde i storleksordningen 2 l/s,ha vid en återkomsttid på ca 1–2 år.

Beräkningar m.h.a. ekvationer i avsnitt 2.3.3 visar på att erforderlig fördröjningsvolym med anpassning efter Svenskt Vattens anvisningar upp går till ca 65 m³, se Tabell 4-6. Obs! Fördröjningsberäkningar beräknas endast för exploaterat område eftersom delar av utredningsområdet kommer att bevaras som naturmark.

Tabell 4-6. Erforderlig fördröjning för att inte öka befintliga flödet vid ett 1 till 2-årsregn för exploaterat område med hänsyn till markavvattningsföretag. Som utflöde använde 2/3 av det befintliga flödet (genomsnittligt flöde*).

Återkomsttid	Utflöde för exploatering* [l/s]	Reducerad area efter exploatering [ha _{red}]	Specifik avtappning** [l/s ha _{red}]	Genomsnittlig specifikavtappning*** [l/s ha _{red}]	Erforderlig magasinvolym strypt utlopp [m ³]
1 år	2	0,44	4,7	3,2	56
2 år	2	0,44	4,7	3,2	74
Genomsnitt:					65

4.2.3 Sammanfattning behov av utjämning

Två aktörer berörs av exploateringsanslutning till sandgärdesbäcken, Trafikverket och ett markavvattningsföretag. Aktörerna har olika dimensioneringskrav med avseende på dimensionerande regn och anslutningsflöde. Beräkningarna visar på erforderlig fördröjningsvolym är likvärdiga för båda och uppgår till ca 65 m³.

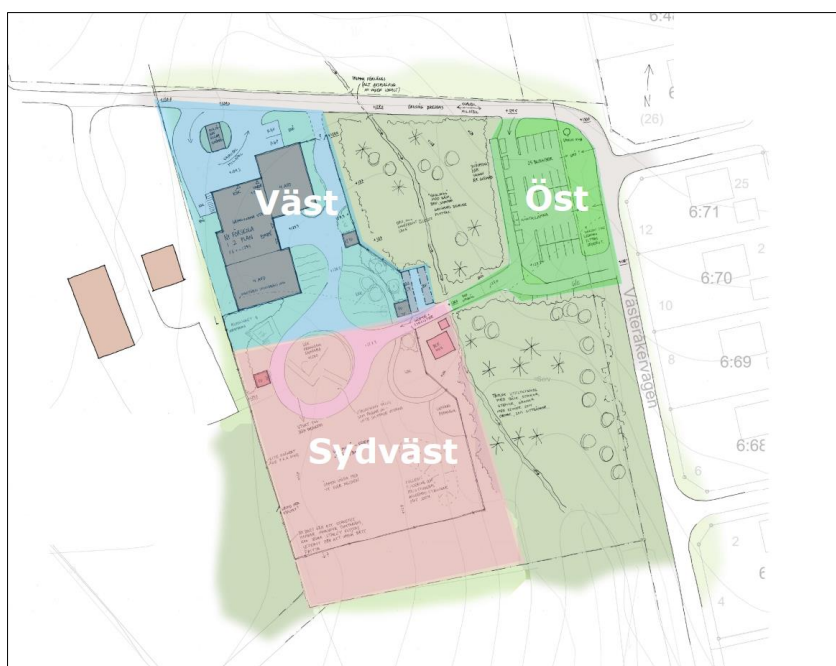
Anledning till att det blir likvärdiga resultat är att Trafikverket har högre krav på dimensionerande regn men med ett högre utflöde (befintligt flöde). Jämfört med

markavvattningsföretaget som dimensioneras för mindre regn men med hårdare strypt flöde.

5 Förslag dagvattenhantering

De föreslagna dagvattenlösningarna ska ses en systemlösning vilka har baserats på i dagsläget tillgänglig information om planerad utformning, höjdsättning, riktlinjer och krav samt lokala förutsättningar för fördröjning och rening av dagvatten. Då planområdets utformning ännu inte är fastställt måste de föreslagna lösningarna ses som principförslag. Exakt anläggning, utformning, placering och dimensionering av systemkomponenter utförs i ett senare skede vid detaljprojekteringen. Syftet med en dagvattenutredning är att se om dagvattenhanteringen kan lösas inom området samt att MKN i mottagande recipient inte äventyras.

Utredningsområdets anslutningspunkt utgörs av sandgärdesbäcken som rinner centralt genom området. Detta medför att området delas in tre delar; Öst, Väst och Sydväst med avseende på dagvatten, se Figur 5-1.



Figur 5-1. Delområden med avseende på dagvattenhantering.

För att uppnå en nödvändig reningseffekt som minskar eller ger oförändrade föroreningsbelastning (i linje med weserdomen) behöver dagvatten omhändertaras lokalt och delvis avledas till en flerstegslösning. Att avleda allt dagvatten till en gemensam lösning bedöms inte kunna vara genomförbart för att uppnå en tillräcklig reningseffekt för att nå MKN.

Dagvattenanläggningar ska också anläggas ytligt med hänsyn till grundvatten och möjlighet till vidare anslutning/utlopp.

Delområde Väst och Sydväst inkluderar förskoleverksamhet och extra hänsyn bör tas till stående vattenvolymer p.g.a. drunkningsrisk. Öppna dagvattenlösningar bör ha en maximal stående vattenvolym på 0-0,2 m för att begränsa riskerna, detta i linje med MSB:s föreskrifter.

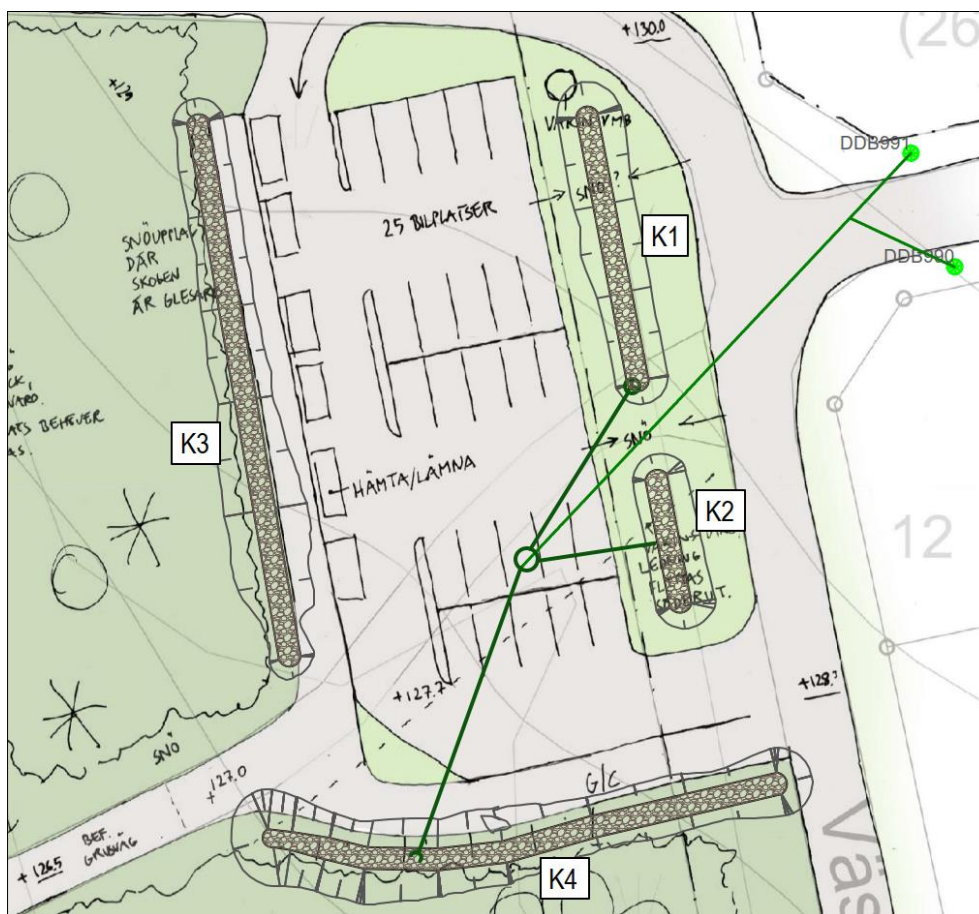
Föreslagna dagvattenslöningar kan omhänderta ta ca 80 m³ vilket medför att erforderlig fördröjningsvolym på ca 66 m³ kan fördröjas inom området.

5.1 Delområde Öst

Område Öst föreslås utformas med krossdiken (K1, K2, K3 och K4) vilket ger en robust dagvattenhantering med avseende på fördröjning och rening. Delområdet antas ligga utanför förskolegården vilket medför att extra hänsyn till stående vattenvolymer och barn inte behöver tas i beaktning. Diken kan därmed utformas med en öppen volym ovanför krossbotten vilket är gynnsamt för att skapa en extra fördröjningsvolym samt för hantering av snöupplag och snösmältning.

Förslagsvis utformas parkeringsytan i öst som bomberad yta (upphöjd på mitten), med ytavrinning i västlig och östlig riktning. Detta medför att dagvattenhantering bör anläggas på båda sidorna av parkeringsytan (K1, K2 och K3). Alternativt utformas parkeringsytan med skevning i västlig riktning mot dagvattenhantering (endast K3 och K4).

Befintligt dagvattenutlopp infinner sig mitt under föreslagen parkeringsyta. Förslagsvis anläggs en brunn som även föreslagna krossdiken kan ansluta dagvatten med vidare utlopp i västlig riktning.



Figur 5-2. Förslag dagvattenhantering på den östra sidan av området. Bräddning från dike K# och K4 sker vidare mot naturmark och sandgärdesbäcken.

5.2 Delområde Väst

Som tidigare nämnts bör delar av områdets dagvatten avledas till en flerstegslösning för att uppnå önskvärd reningseffekt. Förslagsvis sker detta inom planerat område för varuintag enligt illustrationsplanen där marken föreslås höjas till +129,3, vilket är en förutsättning för att kunna anlägga grunda perkolationsdagvattenlösningar. Detta område skulle kunna anläggas med skelettjordar, diken, genomsläpplig beläggning eller regnbäddar för vidare anslutning till krossdiken nedströms. Alternativt skulle delar av takavvattningen kunna ske till regnbäddar som också vidare ansluts till krossdiken nedströms. En viktig aspekt är att den lokala dagvattenhanteringen måste ske ytligt eller grunt (som t.ex. skelettjordar) för att kunna ansluta till nedströms krossdike (K5) och ta hänsyn till grundvattennivån.

Nedströms krossdike (K5) bör anläggas i gränsen mellan förskole området och naturmark, då detta dike kan utgöra anslutningspunkt för både ledningar och ytavrinning för de nordvästra delarna av området.



Figur 5-3. Förslag dagvattenhantering på den västra sidan av området. Takavvattning kan med fördel omhändertas i regnbäddar för vidare anslutning till krossdike (K5). Skolgård avvattnas också mot krossdike (K5) ytligt eller med brunnar/ledning.

5.3 Delområde Sydväst

För att skydda planerad exploatering vid skyfall bör ett dike (K6) anläggas längs med den sydvästra sidan som leds vidare österut till dike K7, se Figur 5-4. I de södra delarna kan en större dagvattenanläggning anläggas för omhändertagande av dagvatten från K7. Det primära syftet med denna större anläggning ("DAG", se Figur 5-4) skulle dock vara att omhänderta dagvatten från övrigt område inom de sydvästra delarna.

Fördröjningsvolymen i krossdiket skapas av porvolymen i fyllningsmassorna, normalt cirka 30 procent av dikets totala volym. Fördröjningsvolymen anpassas genom justeringar av dikets geometri efter dimensionerande regnflöden från de ytor som ska avledas till krossdiket. Nederbörd som överskrider magasinvolymen och dikets avledningskapacitet behöver bräddas till dagvattennätet. Det är viktigt att bräddbrunnen ligger i nivå med den maximalt tillåtna vattennivån i dikets lågpunkt så att bräddning inte sker i onödan.

Krossdiken avskiljer främst partikelbundna föroreningar genom sedimentation. I diken med dräneringsrör stärks reningseffekten om en sedimentationsvolym skapas genom att röret placeras en bit ovanför dikets botten. En högre andel finare fraktioner i krossdiket ökar också reningsskapaciteten, men minskar samtidigt den fördröjande volymen och infiltrationskapaciteten (Stockholm Vatten och Avfall, 2022e).

Krossdiken kan utformas på flera sätt och anläggs ofta i anslutning till vägar och parkeringar. För parkeringsytor kan krossmaterialet ligga jämnt med vägen/parkeringen vilket skapar ett mindre markanspråk (ca 1m). För vägar är det vanligare med en dikesanvisning med slänter vilket innebär ett större markanspråk. För att rymma slänter och en botten (bottenbredd minst 0,5 m) bör då markanspråket vara minst ca 1,5 m. Detta är dock mycket platsspecifikt beroende på terrängen.



Figur 5-5 Krossdike (Larm & Blecken, 2019)

5.4.2 Dagvattendamm (förslag B)

En av de vanligaste reningsanläggningarna för dagvatten är dammar. Dammar används främst som ett sista steg i ett dagvattensystem, där de är det sista reningssteget innan vattnet når recipienten (VA-guiden, 2022a).

Syftet med en dagvattendamm är att utjämna dagvattenflödet, reducera dagvattnets innehåll av föroreningar samt minska belastningen på recipienten i samband med t.ex. en ökad exploatering i avrinningsområdet. Reningen sker till största del mellan regntillfällena i form av sedimentation av suspenderat material och växtupptag. Ett växtparti kan anläggas i en damm för att avskilja finare partiklar. För att en damm ska fungera optimalt ur reningssynpunkt ska den vara långsmal och ha inlopp och utlopp placerat i varsin ände av dammen.

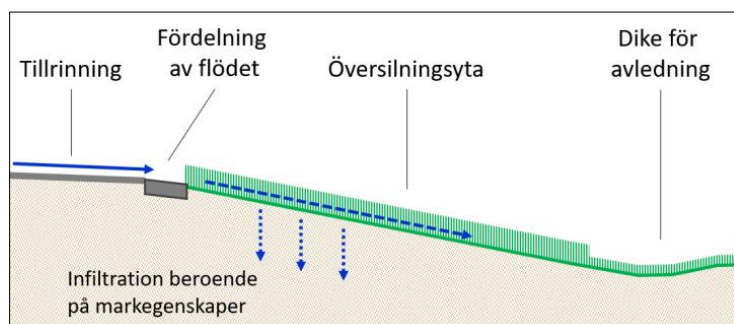
Förhållandet mellan dammens längd och bredd rekommenderas i CIRIA SuDS Manual (CIRIA, 2015) vara 3:1 om det är ett inlopp och 4:1 eller 5:1 när det finns flera inlopp. Normalt är djupet på den permanenta vattenytan 1,2 meter. Rekommenderat ytbehov är 1,5–2,5 m² per 100 m² av hårdgjord avrinningsyta (VA-guiden, 2022a). För en liten till mellanstor damm är ett lämpligt djup på den temporära volymen ca 0,5 meter. Det är viktigt att ha en tillräckligt bred och stor bottenyta så att

sedimenten inte ackumuleras för snabbt, vilket snabbare skulle minska vattendjupet och därmed reningseffekten med tiden (Larm & Blecken, 2019).

5.4.3 Översilningsytor (förslag C)

En översilningsyta är en lätt sluttande gräsyta dit dagvatten från vägar och andra hårda ytor avrinner. Med en svag lutning rinner dagvattnet från toppen av slänt, genom en fördelningsanordning och sedan över själva översilningsytan, se Figur 5-6. Översilningsytor är utformade för att ta emot ett jämnt utspritt dagvattenflöde över ytans hela bredd istället för ett koncentrerat inflöde från en punkt. Beroende på markförhållandena rinner en del av dagvattnet på ytan och en del infiltrerar genom marken och bidrar till den naturliga grundvattenbildningen (Larm & Blecken, 2019).

Syftet med översilningsytor är främst att avskilja sediment och partikelbundna föroreningar samt bryta ned organiska ämnen. Ytorna har även en viss kapacitet att fördröja flöden som inte är alltför höga (VA-guiden, 2022b). Livslängden för en översilningsyta är oftast över 50 år. Efter en tid kommer dock den övre markprofilen troligtvis sättas igen av föroreningar. Översilningsytor kan till exempel anläggas i anslutning till vägar och parkeringsytor, men också som en samlad lösning för ett större tillrinningsområde (Stockholm Vatten och Avfall, 2022b).



Figur 5-6 Principskiss av en översilningsyta (Larm & Blecken, 2019)

5.4.4 Torrdamm (förslag D)

Torrdammar är större nedsänkta gräsytor som används för att fördröja och till viss grad rena dagvatten. Ytorna är dimensionerade för att kunna fördröja och rena mer extrema flöden, till skillnad från mindre grönytor som endast infiltrerar dagvatten med rening som primär funktion (Stockholm Vatten och Avfall, 2022c). Dimensioneringen görs utifrån de utjämningsbehov som finns. De utformas med bottenutlopp som kan strypas, vilket innebär att flödet nedströms regleras. Vid hög avrinning av vatten bildas en tillfällig vattenspegel som sedan försvinner successivt då tillrinningen avtar (Larm & Blecken, 2019).

Torrdammar kan ha en viss reningseffekt på dagvattnet, främst genom sedimentation och infiltration och varierar beroende på utformning och fördröjningstid. Generellt kan dock en stor del av de partikelbundna föroreningarna avskiljas. Även lösta ämnen kan avskiljas om infiltration möjliggörs (VA-guiden, 2022c). Reningskapaciteten beror på hur ytan är utformad och dagvattnets uppehållstid. Är volymen stor och utloppet kraftigt strypt kan förmågan att avskilja partikelbundna föroreningar bli nästan lika hög som i en konventionell damm under de perioder anläggningen är vattenfylld.

Dagvattenlösningen används främst som ett komplement till andra dagvattenlösningar där kapacitet för att hantera mer extrema dagvattenflöden saknas. Torrdammar kan exempelvis anläggas före en dagvattendamm med permanent vattenyta eller ett infiltrationsstråk. Torra dammar är enkla, billiga och driftstabla. De kan användas för

att på plats ta hand om dagvatten från vägar, gator, parkeringsplatser, tak och bostadsgårdar med hårdgjord yta (Stockholm Vatten och Avfall, 2022c).

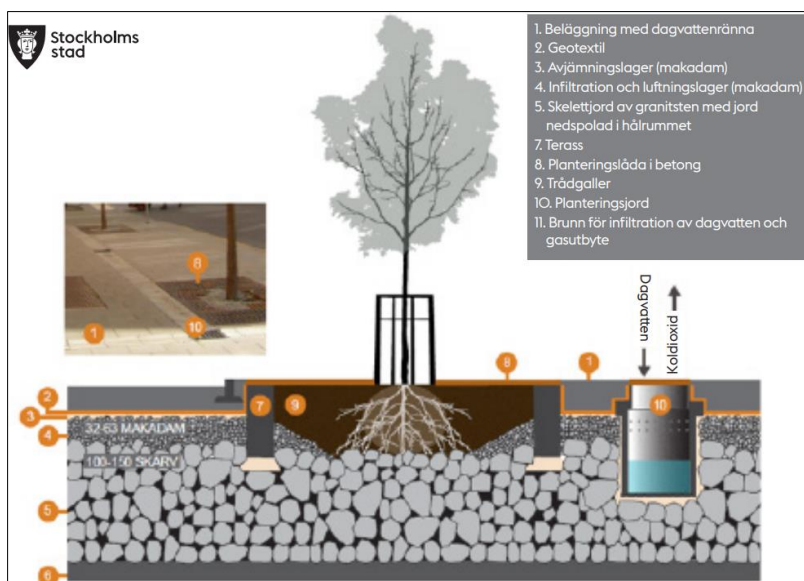
5.4.5 Träd i skelettjord

Skelettjord är en teknik som har tagits fram för att skapa goda förutsättningar för träd som planteras i en hårdgjord stadsmiljö. Skelettjord kan även fungera som ett underjordiskt magasin för dagvatten och bidra med fördröjning och rening. Dagvattnet leds oftast till anläggningen via rännstensbrunnar med sandfång. Dagvattnet renas då det infiltrerar genom skelettjorden, men även med hjälp av växtupptag. Kan vattnet perkolera vidare till marken under skelettjorden bidrar det till ytterligare fastläggning av lösta föroreningar.

Det finns två olika typer av skelettjordar: vanlig skelettjord och luftig skelettjord. Båda byggs upp genom att en utschaktad grop fylls med grov makadam. Luftiga skelettjordar innehåller endast makadam och har en hög porositet i hela volymen. I en vanlig skelettjord vattnas jord ner i makadamlagret som sedan överlagras av ett luftigt bärlager. Det luftiga bärlagret har hög porositet, medan den nedvattnade jorden sänker porositeten i underliggande makadamlager (Stockholm Vatten och Avfall, 2022d).

Fördröjningsvolymen i skelettjorden skapas av porvolymen som i den vanliga skelettjorden är omkring 10 procent och i luftig skelettjord cirka 30 procent av den totala volymen. Finns ett ytmagasin ökar kapaciteten. Med en dimensionerande nederbörd på 20 mm är ytbehovet för en luftig skelettjord två till fyra procent och för en vanlig skelettjord cirka sex till tolv procent per 100 m² avrinningsyta. Träd som är planterade i skelettjorden kan ta hand om en del av avrinningen (Stockholm Vatten och Avfall, 2022d).

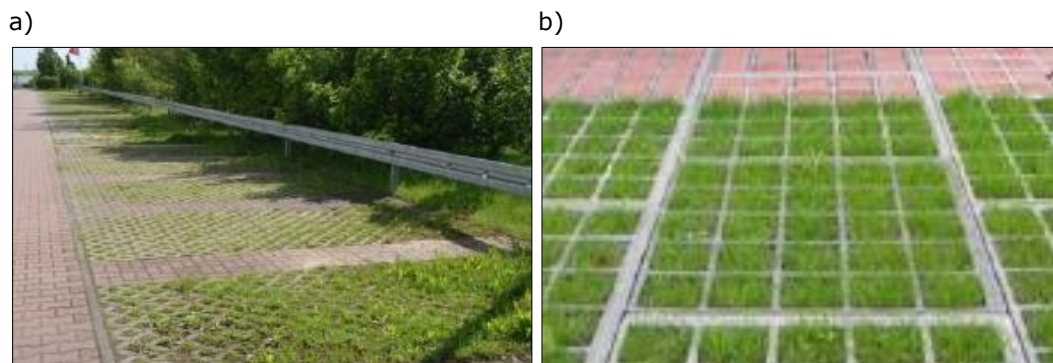
Figur 5-7 Schematisk illustration över plantering av träd i skelettjord visar en schematisk skiss över plantering av träd i skelettjord. Vid tät beläggning på skelettjorden krävs regelbunden rensning av brunnar så att vattentillförseln kan upprätthållas. Vid hög belastning av föroreningar kan skelettjorden behöva bytas ut med jämna mellanrum (Stockholm Vatten och Avfall, 2022d).



Figur 5-7 Schematisk illustration över plantering av träd i skelettjord (Stockholm Vatten och Avfall, 2022d)

5.4.6 Genomsläppliga beläggningar

En genomsläpplig beläggning kan användas som alternativ till traditionell asfalt och bidrar med flödesutjämning och rening av dagvatten. Ytor som släpper igenom vatten minskar även risken för översvämningar vid kraftiga regn. Exempel på genomsläppliga beläggningar kan ses i Figur 5-8. Detta kan vara alternativ inom delområde Väst för att minska dagvattenflödet.

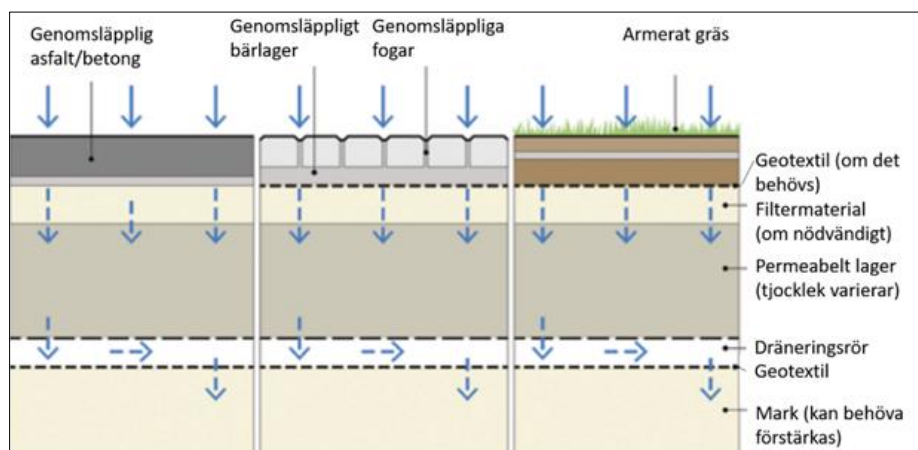


Figur 5-8 Exempel på genomsläppliga beläggningar med gräs från alltimark.se.

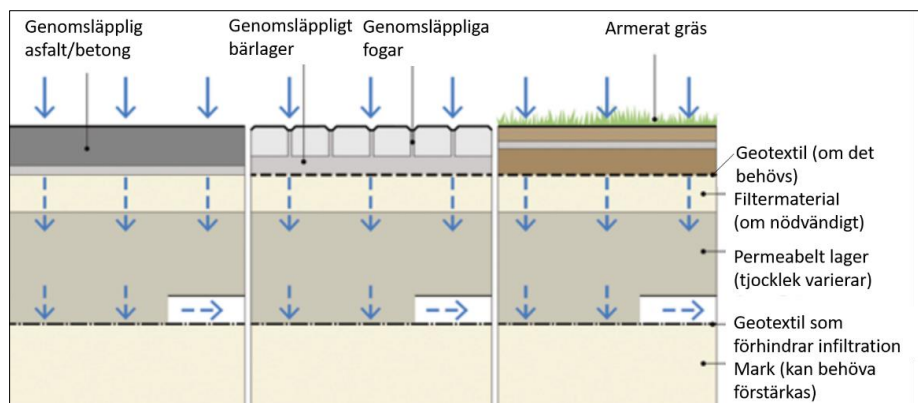
Grus, hålstensbeläggning, beläggningar med genomsläppliga fogar och genomsläpplig asfalt är några beläggningsexempel. Under den översta beläggningen finns lager av makadam i olika grovlekar som släpper igenom och infiltrerar dagvattnet. När dagvattnet rinner genom beläggningen och underlaget renas det i flera steg genom sedimentation, filtrering och fastläggning. En genomsläpplig beläggning bidrar till effektiv ytanvändning då flödesutjämning skapas direkt under beläggningssytan. För att funktionen på genomsläppliga beläggningar ska bibehållas krävs kontinuerligt underhåll så de inte sätter igen.

Anläggningen har potential att rena 50–95 procent av partikelbundna och lösta föroreningar.

Beroende på markens infiltrationskapacitet kan genomsläppliga beläggningar anläggas på olika sätt. Är infiltrationskapaciteten begränsad kan dräneringsledningar anläggas. Är det mindre än en meter till grundvattnet under överbyggnaden bör vattnet inte infiltreras och kan då anläggas med exempelvis en tät duk och ledningar som avleder vattnet som infiltrerar. Se Figur 5-9 och Figur 5-10 för exempel på hur system med genomsläppliga beläggningar kan utformas.



Figur 5-9 Genomsläppliga beläggningar med infiltration och dräneringssystem (CIRIA, 2015)

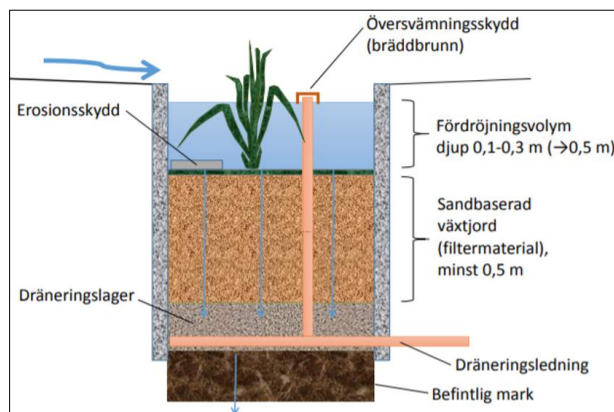


Figur 5-10 genomsläppliga beläggningar utan infiltration (CIRIA, 2015)

5.4.7 Regnbädd/växtbädd

Växtbäddar används för att fördröja, infiltrera och rena dagvatten från omgivande hårdgjorda ytor. De byggs upp så att dagvatten kan magasineras under en kort tid i samband med regn. Reningen uppstår när dagvattnet passerar växtbäddens filtermaterial. Växterna i en växtbädd bör anpassas till områdets förutsättningar och vegetationen kan bestå av gräs, buskar, träd, örter etc. Med en välkomponerad växtmix får man en växtbädd som fyller en teknisk funktion samtidigt som den även medför estetiska och miljömässiga mervärden. Ytterligare fördelar med växtbäddar är växternas förmåga att avdunsta vatten vilket bidrar till ett ännu effektivare omhändertagande av dagvattnet. Växtbäddar kan bidra med grönska och biologisk mångfald, de är även estetiskt tilltalande. Regnbäddar kan oftast ersätta krossdiken för en utökad reningseffekt. Regnbäddar skulle kunna tillämpas inom delområde Öst och Väst.

När de naturligt förekommande jordlagren har en begränsad infiltrationskapacitet ska en ledning kopplas från växtbädden till befintligt dagvattensystem. Ledningen bör ha en liten dimension för att fördröja dagvattnet men den ska säkerställa att vattnet kan dräneras inom 12 timmar. Det bör även installeras en bräddledning eller brunn för att undvika översvämningar vid kraftigare regn. Vid anläggning av växtbäddar i gata är det viktigt att det utformas så att vatten kan ledas in i växtbädden via exempelvis nedsänkt kantsten eller speciella brunnar. Figur 5-11 visar en principskiss över en växtbädd och Figur 5-12 visar exempel på nedsänkt växtbädd, se Figur 5-13.



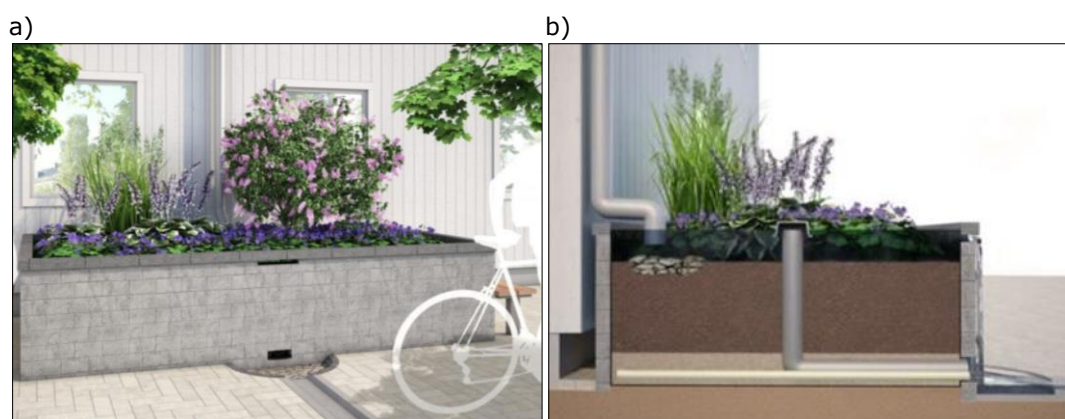
Figur 5-11 Principskiss på växtbädd (Stockholm Vatten och Avfall, 2022f)

Vid lägre temperaturer, t ex på vintern, fungerar fortfarande rening av suspenderade partiklar och metaller däremot blir reningen av fosfor och kväve sämre. Utformningen

av inlopp och bräddfunktion samt en god infiltrationskapacitet är viktig för att frysriskerna ska minimeras (Stockholm Vatten och Avfall, 2022f).



Figur 5-12 Exempel på nedsänkt växtbädd (Solna Stad, 2019)



Figur 5-13 Exempel på upphöjd växtbädd som tar emot dagvatten från tak via stuprör (T. Lindfors, 2014)

5.5 Sammanfattning dagvattenförslag

En vattendelare passerar genom planområdet, sandgärdesbäcken, som utgör anslutningspunkt för områdets dagvatten. Dagvatten behöver kunna omhändertas lokalt innan anslutning till bäcken vilket medför att olika dagvattenlösningar behöver tillämpas inom de tre delområdena Öst, Väst och Sydväst.

I delområde Öst föreslås att krossdiken anläggs (alternativt regnbäddar) som omger hela parkeringsytan med omgivande vägar.

I delområde Väst hanteras dagvatten lokalt inom vändplanen i form av skelettjordar, regnbäddar, genomsläpplig beläggning eller krossdiken. Det kan också ske genom en kombination av dessa. En alternativ lösning är att takavvattning från förskolan omhändertas vilket kan ske i regnbäddar. Vidare ansluts dessa områden till ett krossdike innan det når bäcken. Skolgård öster om byggnaden ansluts också till krossdiket.

I delområde Sydväst sker ytavrinning i sydostlig riktning vilket medför att dagvattenhantering bör anläggas inom området "DAG". Förslagsvis anläggs ett

dikessystem med krossbotten inom detta område men det finns även andra alternativ som torrdamm, våtdamm och översilningsyta.

6 Bedömning påverkan markavvattningsföretag

Syftet med markavvattningsföretaget är att avvatta och torrlägga mark för att skapa bättre förutsättning för jordbruk. Utredningsområdet ligger i den nedströms belägna delen av markavvattningsföretagets båtnadsområde, se Figur 6-1. Inom utredningsområdet kommer mark för uppodling försvinna i och med exploateringen. För att inte påverka kvarstående jordbruksmark norr om utredningsområdet, och därmed markavvattningsföretaget, behöver det säkerställas att exploateringen inte försämrar avvattningen uppströms.

Genom att naturmark bevaras längs med sandgärdesbäcken kommer avledningskapaciteten bevaras i bäcken vilket medför att uppströms trumma (se Figur 6-1) som ansluter till utredningsområdet får en opåverkad kapacitet. Vidare beräknas erforderlig fördröjning uppgå till ca 65 m³ för att fördröja enligt krav. Föreslagen dagvattenhantering har mer fördröjningskapacitet (ca 80 m³) vilket är gynnsamt för att kunna uppnå kravet.

Markavvattningsföretaget bedöms, under förutsättning att åtgärder enligt denna utredning genomförs, snarare gynnas av exploateringen än påverkas negativt.



Figur 6-1. Skiss båtnadsområde tillsammans med planerad exploatering.

7 Verksamhetsområde för dagvatten

Verksamhetsområdet för dagvatten bedöms inte nödvändigt att utökas i och med planen. Dagvattenhantering och avledning bedöms kunna hanteras inom utredningsområdet med anslutning till sandgärdesbäcken. Detta beror på att naturmarken runt bäcken bevaras för att ge utrymme vid högre vattenflöden.

Båtnadsområdet tillhör markavvattningsföretaget som därmed bör vara fortsatt ansvarig. Kommunen uppfyller generella krav på rening och fördröjning vilket medför att ingen påverkan bedöms ske för markavvattningsföretagets anläggning.

Däremot finns det en funktion för kommunen att ta över ansvaret för trummor inom planområdet längs med bäcken. Vid händelse av att trummor tappar kapacitet vid t.ex. bristfällig skötsel, blir det fastigheten Tavelsjö 6:43 (planområdet) som påverkas och inte markavvattningsföretaget. Detta genom sämre avledning av dagvatten och större påverkan vid skyfall inom planområdet.

8 Snöupplag

Föreslagen skiss av området ger goda förutsättningar för snöupplag då stora natur- och grönytor planeras. För planerad parkering i nordöst finns utrymme mellan parkering och bäck. Förslagsvis används samma säkerhetszon som vid höga vattennivåer (se avsnitt 3.6) med tillägg att inga snöupplag anläggs vid planerad trumma för GC-väg. Detta skulle kunna medföra att trumman sätts igen vilket skulle kunna skapa en översvämningssituation uppströms.

Föreslagen dagvattenhantering sammanfaller med planerade ytor för snöupplag. Detta är gynnsamt då smältvatten kan passera genom dagvattenanläggningarna på samma sätt som dagvatten. Smältvattenflödet är lägre än det dimensionerande årsregnet vilket medför att även smältvatten kan omhändertas inom området. Detta så länge som snöupplaget är beläget inom exploaterat område och inte inom naturmark. Rening av smältvatten kan då ske i föreslagna diken på samma sätt som dagvatten. Skulle diken vara bottenfrusna kommer smältvatten ändå passera en viss rening då utloppsdikena har bräddning i marknivå och inte är anslutna till ett ledningssystem.

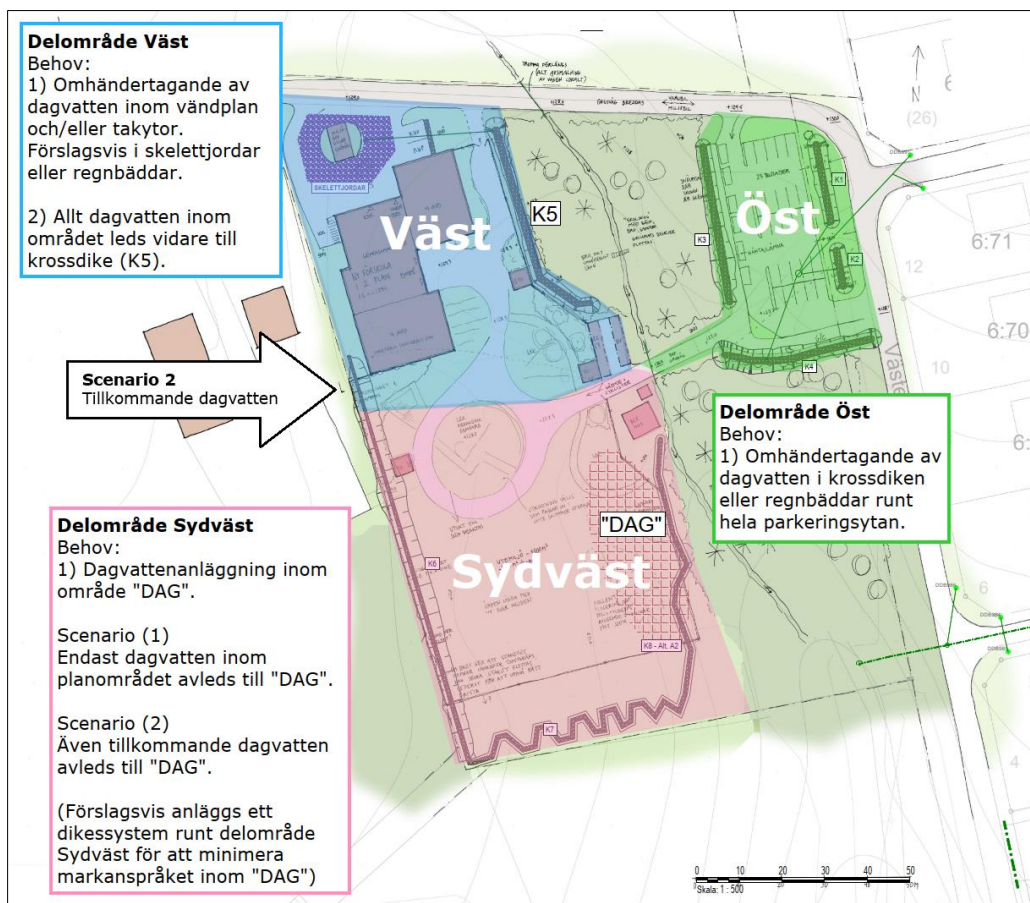


Figur 8-1. Områden inom orangea och röd skraffering där inga snöupplag bör tillämpas. Detta för att smältvatten ska kunna passera genom dagvattenanläggningarna.

9 Föroreningsberäkningar

Föroreningsberäkningar är utförda med StormTac v25.1.4. StormTac är en programvara som teoretiskt beräknar föroreningsbelastningen från olika typer av markanvändningar baserat på typhalter. Resultatet av beräkningarna ska ses som ungefärliga värden och inte som faktiska mätvärden. För exakta värden krävs mätningar före och efter en exploatering då föroreningsbelastningen är påverkad av den platsspecifika situationen. Årsnederbörden är satt till 630 mm/år med en utifrån underlag från SMHI.

För att uppnå en rening i linje med MKN kan planen utformas enligt Figur 9-1.



Figur 9-1. Dagvattenförslag för att nå MKN (miljökvalitetsnorm).

9.1 Dagvattenlösningar inom delområde Sydväst

Inom delområde Sydväst kan två scenarion genomföras. Antingen omhändertas dagvatten endast inom utredningsområdet, scenario (1). Eller omhändertas även tillkommande dagvatten från grannfastigheten, scenario (2). Att även ta hand om tillkommande dagvatten, scenario (2), rekommenderas för en mer effektiv hantering av dagvattnet, se vidare under avsnitt 5.2. Vid bedömning av MKN är hela recipientens avrinningsområde en påverkanskälla. Det är därför generellt mer effektivt att rena dagvatten från ett större avrinningsområde, än att anlägga större reningsanläggningar för ett mindre avrinningsområde. En viktig aspekt är därför att se till helheten när det gäller dagvattenrening.

För att kunna bedöma påverkan av dagvattenlösning och dimensionering i relation till reningseffekten har åtta alternativ tagits fram inom område "DAG", där scenario 1 och scenario 2 har samma dagvattenlösningar.

Föroreningsberäkningar är utförda för nedanstående åtta alternativ 1A till 1D samt 2A till 2D. Alla beräkningar innefattar föreslagen dagvattenlösning inom delområde Öst, krossdiken samt omhändertagande av dagvatten i nordväst (skelettjord och krossdike K5). Tabell 9-1 redovisar storleken på respektive dagvattenlösning och scenario kopplat till att rena ner till befintliga nivåer eller lägre.

Scenario 1 - dagvatten endast inom utredningsområdet, utan tillkommande dagvatten från grannfastigheten:

- 1A - Större krossdike
- 1B - Våtdamm
- 1C - Mindre krossdike kopplat till översilningsyta
- 1D - Mindre krossdike kopplat till torrdamm

Scenario 2 - dagvatten inom området och från grannfastigheten

- 2A - Större krossdike:
- 2B - Våtdamm
- 2C - Mindre krossdike kopplat till översilningsyta
- 2D - Mindre krossdike kopplat till torrdamm

Tabell 9-1. Storlek för fyra olika dagvattenlösningar inom område "DAG" för scenarion utan (1) och med (2) tillkommande dagvatten. Värden inom parentes () är uppskattat total yta för anläggning inklusive slänter.

Dagvattenlösning	Scenario	(1)	(2)
		Utan tillkommande dagvatten [m ²]	Med tillkommande dagvatten [m ²]
A - Större krossdike		100 (340)	30 (180)
B - Våtdamm		40 (150)	20 (100)
C - Mindre krossdike kopplat till översilningsyta		-	200 (230)
D - Mindre krossdike kopplat till torrdamm		-	70 (230)

9.2 Föroreningsberäkningar

Utan reningsanläggningar visar föroreningsberäkningarna på att samtliga kontrollerade ämnen ökar i halter ($\mu\text{g/l}$) och mängder ($\text{kg}/\text{år}$) efter exploatering, se Tabell 9-2 till Tabell 9-17. Föroreningsberäkningar har utförts för alla ovan beskrivna scenarion 1A till 1D samt 2A till 2D.

Tabell 9-2. Föroreningshalter ($\mu\text{g/l}$) för utredningsområdet scenario 1A där grönt fält indikerar ett minskat värde jämfört med den befintliga situationen.

Scenario		1A – Utan tillkommande dagvatten Större krossdike		
Ämne	Befintlig situation [$\mu\text{g/l}$]	Exploatering -Ej rening [$\mu\text{g/l}$]	Exploatering -Rening [$\mu\text{g/l}$]	Reningseffekt [%]
P	31	45	23	49%
N	810	940	360	62%
Pb	3,8	4,3	1,3	70%
Cu	7,4	9,2	4,4	52%
Zn	23	30	7,5	75%
Cd	0,18	0,21	0,083	60%
Cr	2,7	3,1	1,5	52%
Ni	3,2	3,4	2	41%
Hg	0,0076	0,0088	0,0076	14%
SS	26000	26000	8700	67%
BaP	0,0062	0,01	0,0052	48%
BDE 47	0,00014	0,00015	0,000065	57%
BDE 99	0,00017	0,00018	0,00008	56%
BDE 209	0,015	0,015	0,0067	55%

Tabell 9-3. Föroreningsmängder ($\text{kg}/\text{år}$) för utredningsområdet scenario 1A där grönt fält indikerar ett minskat värde jämfört med den befintliga situationen.

Scenario		1A – Utan tillkommande dagvatten Större krossdike		
Ämne	Befintlig situation [$\text{kg}/\text{år}$]	Exploatering -Ej rening [$\text{kg}/\text{år}$]	Exploatering -Rening [$\text{kg}/\text{år}$]	Reningseffekt [%]
P	0,11	0,32	0,1	69%
N	2,8	5,8	1,7	71%
Pb	0,013	0,024	0,0058	76%
Cu	0,025	0,062	0,02	68%
Zn	0,078	0,17	0,035	79%
Cd	0,00061	0,0012	0,00038	68%
Cr	0,0092	0,02	0,0068	66%
Ni	0,011	0,016	0,0094	41%
Hg	0,000026	0,0001	0,000035	65%
SS	90	110	40	64%
BaP	0,000021	0,000057	0,000024	58%
BDE 47	0,00000047	0,00000072	0,0000003	58%
BDE 99	0,00000057	0,00000089	0,00000037	58%
BDE 209	0,000051	0,000069	0,000031	55%

Tabell 9-4. Föroreningshalter ($\mu\text{g/l}$) för utredningsområdet scenario 1B där grönt fält indikerar ett minskat värde jämfört med den befintliga situationen.

Scenario		1B – Utan tillkommande dagvatten		
		Våt damm		
Ämne	Befintlig situation [$\mu\text{g/l}$]	Exploatering -Ej rening [$\mu\text{g/l}$]	Exploatering -Rening [$\mu\text{g/l}$]	Reningseffekt [%]
P	31	45	22	51%
N	810	940	470	50%
Pb	3,8	4,3	1,3	70%
Cu	7,4	9,2	3,9	58%
Zn	23	30	7,2	76%
Cd	0,18	0,21	0,063	70%
Cr	2,7	3,1	1,3	58%
Ni	3,2	3,4	1,6	53%
Hg	0,0076	0,0088	0,0076	14%
SS	26000	26000	8600	67%
BaP	0,0062	0,01	0,0052	48%
BDE 47	0,00014	0,00015	0,000063	58%
BDE 99	0,00017	0,00018	0,000078	57%
BDE 209	0,015	0,015	0,0066	56%

Tabell 9-5. Föroreningsmängder (kg/år) för utredningsområdet scenario 1B där grönt fält indikerar ett minskat värde jämfört med den befintliga situationen.

Scenario		1B – Utan tillkommande dagvatten		
		Våt damm		
Ämne	Befintlig situation [kg/år]	Exploatering -Ej rening [kg/år]	Exploatering -Rening [kg/år]	Reningseffekt [%]
P	0,11	0,32	0,1	69%
N	2,8	5,8	2,2	62%
Pb	0,013	0,024	0,0059	75%
Cu	0,025	0,062	0,018	71%
Zn	0,078	0,17	0,033	81%
Cd	0,00061	0,0012	0,00029	76%
Cr	0,0092	0,02	0,0059	71%
Ni	0,011	0,016	0,0073	54%
Hg	0,000026	0,0001	0,000035	65%
SS	90	110	39	65%
BaP	0,000021	0,000057	0,000024	58%
BDE 47	0,00000047	0,00000072	0,00000029	60%
BDE 99	0,00000057	0,00000089	0,00000036	60%
BDE 209	0,000051	0,000069	0,00003	57%

Tabell 9-6. Föroreningshalter ($\mu\text{g/l}$) för utredningsområdet scenario 1C där grönt fält indikerar ett minskat värde jämfört med den befintliga situationen.

Scenario		1C - Utan tillkommande dagvatten Mindre krossdike kopplat till översilningsyta		
Ämne	Befintlig situation [$\mu\text{g/l}$]	Exploatering -Ej rening [$\mu\text{g/l}$]	Exploatering -Rening [$\mu\text{g/l}$]	Reningseffekt [%]
P	31	70	24	66%
N	810	1300	430	67%
Pb	3,8	5,3	1,4	74%
Cu	7,4	14	3,7	74%
Zn	23	37	7,8	79%
Cd	0,18	0,27	0,052	81%
Cr	2,7	4,3	1,3	70%
Ni	3,2	3,4	1,4	59%
Hg	0,0076	0,022	0,0092	58%
SS	26000	25000	8600	66%
BaP	0,0062	0,012	0,0028	77%
BDE 47	0,00014	0,00016	0,000066	59%
BDE 99	0,00017	0,00019	0,000081	57%
BDE 209	0,015	0,015	0,0068	55%

Tabell 9-7. Föroreningsmängder ($\text{kg}/\text{år}$) för utredningsområdet scenario 1C där grönt fält indikerar ett minskat värde jämfört med den befintliga situationen.

Scenario		1C - Utan tillkommande dagvatten Mindre krossdike kopplat till översilningsyta		
Ämne	Befintlig situation [$\text{kg}/\text{år}$]	Exploatering -Ej rening [$\text{kg}/\text{år}$]	Exploatering -Rening [$\text{kg}/\text{år}$]	Reningseffekt [%]
P	0,11	0,32	0,11	66%
N	2,8	5,8	2	66%
Pb	0,013	0,024	0,0066	73%
Cu	0,025	0,062	0,017	73%
Zn	0,078	0,17	0,036	79%
Cd	0,00061	0,0012	0,00024	80%
Cr	0,0092	0,02	0,0061	70%
Ni	0,011	0,016	0,0063	61%
Hg	0,000026	0,0001	0,000042	58%
SS	90	110	40	64%
BaP	0,000021	0,000057	0,000013	77%
BDE 47	0,00000047	0,00000072	0,0000003	58%
BDE 99	0,00000057	0,00000089	0,00000037	58%
BDE 209	0,000051	0,000069	0,000031	55%

Tabell 9-8. Föroreningshalter ($\mu\text{g/l}$) för utredningsområdet scenario 1D där grönt fält indikerar ett minskat värde jämfört med den befintliga situationen.

Scenario		1D - Utan tillkommande dagvatten Mindre krossdike kopplat till torrdamm		
Ämne	Befintlig situation [$\mu\text{g/l}$]	Exploatering -Ej rening [$\mu\text{g/l}$]	Exploatering -Rening [$\mu\text{g/l}$]	Reningseffekt [%]
P	31	70	28	60%
N	810	1300	400	69%
Pb	3,8	5,3	1,3	75%
Cu	7,4	14	4,1	71%
Zn	23	37	8,7	76%
Cd	0,18	0,27	0,055	80%
Cr	2,7	4,3	1,2	72%
Ni	3,2	3,4	1,3	62%
Hg	0,0076	0,022	0,0088	60%
SS	26000	25000	8300	67%
BaP	0,0062	0,012	0,0031	74%
BDE 47	0,00014	0,00016	0,000054	66%
BDE 99	0,00017	0,00019	0,000067	65%
BDE 209	0,015	0,015	0,0057	62%

Tabell 9-9. Föroreningsmängder ($\text{kg}/\text{år}$) för utredningsområdet scenario 1D där grönt fält indikerar ett minskat värde jämfört med den befintliga situationen.

Scenario		1D - Utan tillkommande dagvatten Mindre krossdike kopplat till torrdamm		
Ämne	Befintlig situation [$\text{kg}/\text{år}$]	Exploatering -Ej rening [$\text{kg}/\text{år}$]	Exploatering -Rening [$\text{kg}/\text{år}$]	Reningseffekt [%]
P	0,11	0,32	0,13	59%
N	2,8	5,8	1,8	69%
Pb	0,013	0,024	0,0061	75%
Cu	0,025	0,062	0,019	69%
Zn	0,078	0,17	0,04	76%
Cd	0,00061	0,0012	0,00025	79%
Cr	0,0092	0,02	0,0056	72%
Ni	0,011	0,016	0,006	63%
Hg	0,000026	0,0001	0,00004	60%
SS	90	110	38	65%
BaP	0,000021	0,000057	0,000014	75%
BDE 47	0,00000047	0,00000072	0,00000025	65%
BDE 99	0,00000057	0,00000089	0,00000031	65%
BDE 209	0,000051	0,000069	0,000026	62%

Tabell 9-10. Föroreningshalter ($\mu\text{g/l}$) för utredningsområdet scenario 2A där grönt fält indikerar ett minskat värde jämfört med den befintliga situationen.

Scenario		2A – Med tillkommande dagvatten Större krossdike		
Ämne	Befintlig situation [$\mu\text{g/l}$]	Exploatering -Ej rening [$\mu\text{g/l}$]	Exploatering -Rening [$\mu\text{g/l}$]	Reningseffekt [%]
P	45	69	32	54%
N	940	1200	480	60%
Pb	4,3	5,3	1,5	72%
Cu	9,2	13	4,5	65%
Zn	30	39	7,6	81%
Cd	0,21	0,27	0,08	70%
Cr	3,1	4,1	1,5	63%
Ni	3,4	3,5	2	43%
Hg	0,0088	0,019	0,0084	56%
SS	26000	25000	9900	60%
BaP	0,01	0,014	0,0058	59%
BDE 47	0,00015	0,00016	0,000082	49%
BDE 99	0,00018	0,0002	0,0001	50%
BDE 209	0,015	0,015	0,0081	46%

Tabell 9-11. Föroreningsmängder ($\text{kg}/\text{år}$) för utredningsområdet scenario 2A där grönt fält indikerar ett minskat värde jämfört med den befintliga situationen.

Scenario		2A – Med tillkommande dagvatten Större krossdike		
Ämne	Befintlig situation [$\text{kg}/\text{år}$]	Exploatering -Ej rening [$\text{kg}/\text{år}$]	Exploatering -Rening [$\text{kg}/\text{år}$]	Reningseffekt [%]
P	0,24	0,46	0,21	54%
N	5,1	8,2	3,2	61%
Pb	0,024	0,035	0,0097	72%
Cu	0,05	0,087	0,03	66%
Zn	0,17	0,26	0,051	80%
Cd	0,0012	0,0018	0,00053	71%
Cr	0,017	0,027	0,01	63%
Ni	0,019	0,023	0,013	43%
Hg	0,000048	0,00012	0,000056	53%
SS	140	160	65	59%
BaP	0,000054	0,00009	0,000039	57%
BDE 47	0,00000079	0,000001	0,00000054	46%
BDE 99	0,00000098	0,0000013	0,00000067	48%
BDE 209	0,000082	0,000099	0,000054	45%

Tabell 9-12. Föroreningshalter ($\mu\text{g/l}$) för utredningsområdet scenario 2B där grönt fält indikerar ett minskat värde jämfört med den befintliga situationen.

Scenario		2B – Med tillkommande dagvatten våtdamm		
Ämne	Befintlig situation [$\mu\text{g/l}$]	Exploatering -Ej rening [$\mu\text{g/l}$]	Exploatering -Rening [$\mu\text{g/l}$]	Reningseffekt [%]
P	45	69	34	51%
N	940	1200	730	39%
Pb	4,3	5,3	1,6	70%
Cu	9,2	13	5	62%
Zn	30	39	11	72%
Cd	0,21	0,27	0,11	59%
Cr	3,1	4,1	1,5	63%
Ni	3,4	3,5	1,9	46%
Hg	0,0088	0,019	0,0088	54%
SS	26000	25000	9100	64%
BaP	0,01	0,014	0,0051	64%
BDE 47	0,00015	0,00016	0,000075	53%
BDE 99	0,00018	0,0002	0,000093	54%
BDE 209	0,015	0,015	0,0075	50%

Tabell 9-13. Föroreningsmängder (kg/år) för utredningsområdet scenario 2B där grönt fält indikerar ett minskat värde jämfört med den befintliga situationen.

Scenario		2B – Med tillkommande dagvatten våtdamm		
Ämne	Befintlig situation [kg/år]	Exploatering -Ej rening [kg/år]	Exploatering -Rening [kg/år]	Reningseffekt [%]
P	0,24	0,46	0,23	50%
N	5,1	8,2	4,9	40%
Pb	0,024	0,035	0,011	69%
Cu	0,05	0,087	0,033	62%
Zn	0,17	0,26	0,071	73%
Cd	0,0012	0,0018	0,00073	59%
Cr	0,017	0,027	0,01	63%
Ni	0,019	0,023	0,013	43%
Hg	0,000048	0,00012	0,000058	52%
SS	140	160	60	63%
BaP	0,000054	0,00009	0,000034	62%
BDE 47	0,00000079	0,000001	0,0000005	50%
BDE 99	0,00000098	0,0000013	0,00000062	52%
BDE 209	0,000082	0,000099	0,00005	49%

Tabell 9-14. Föroreningshalter ($\mu\text{g/l}$) för utredningsområdet scenario 3B där grönt fält indikerar ett minskat värde jämfört med den befintliga situationen.

Scenario		2C – Med tillkommande dagvatten Mindre krossdike kopplat till översilningsyta		
Ämne	Befintlig situation [$\mu\text{g/l}$]	Exploatering -Ej rening [$\mu\text{g/l}$]	Exploatering -Rening [$\mu\text{g/l}$]	Reningseffekt [%]
P	45	69	31	55%
N	940	1200	540	55%
Pb	4,3	5,3	1,6	70%
Cu	9,2	13	4,2	68%
Zn	30	39	9	77%
Cd	0,21	0,27	0,055	80%
Cr	3,1	4,1	1,5	63%
Ni	3,4	3,5	1,5	57%
Hg	0,0088	0,019	0,0087	54%
SS	26000	25000	8900	64%
BaP	0,01	0,014	0,0032	77%
BDE 47	0,00015	0,00016	0,000073	54%
BDE 99	0,00018	0,0002	0,000089	56%
BDE 209	0,015	0,015	0,0072	52%

Tabell 9-15. Föroreningsmängder (kg/år) för utredningsområdet scenario 2C där grönt fält indikerar ett minskat värde jämfört med den befintliga situationen.

Scenario		2C – Med tillkommande dagvatten Mindre krossdike kopplat till översilningsyta		
Ämne	Befintlig situation [kg/år]	Exploatering -Ej rening [kg/år]	Exploatering -Rening [kg/år]	Reningseffekt [%]
P	0,24	0,46	0,2	57%
N	5,1	8,2	3,6	56%
Pb	0,024	0,035	0,01	71%
Cu	0,05	0,087	0,028	68%
Zn	0,17	0,26	0,06	77%
Cd	0,0012	0,0018	0,00036	80%
Cr	0,017	0,027	0,0096	64%
Ni	0,019	0,023	0,01	57%
Hg	0,000048	0,00012	0,000058	52%
SS	140	160	59	63%
BaP	0,000054	0,00009	0,000021	77%
BDE 47	0,00000079	0,000001	0,00000048	52%
BDE 99	0,00000098	0,0000013	0,00000059	55%
BDE 209	0,000082	0,000099	0,000048	52%

Tabell 9-16. Föroreningshalter ($\mu\text{g/l}$) för utredningsområdet scenario 2D där grönt fält indikerar ett minskat värde jämfört med den befintliga situationen.

Scenario		2D – Med tillkommande dagvatten Mindre krossdike kopplat till torrdamm		
Ämne	Befintlig situation [$\mu\text{g/l}$]	Exploatering -Ej rening [$\mu\text{g/l}$]	Exploatering -Rening [$\mu\text{g/l}$]	Reningseffekt [%]
P	45	69	35	49%
N	940	1200	480	60%
Pb	4,3	5,3	1,4	74%
Cu	9,2	13	4,6	65%
Zn	30	39	9,7	75%
Cd	0,21	0,27	0,057	79%
Cr	3,1	4,1	1,3	68%
Ni	3,4	3,5	1,4	60%
Hg	0,0088	0,019	0,0084	56%
SS	26000	25000	8500	66%
BaP	0,01	0,014	0,0041	71%
BDE 47	0,00015	0,00016	0,000059	63%
BDE 99	0,00018	0,0002	0,000073	64%
BDE 209	0,015	0,015	0,006	60%

Tabell 9-17. Föroreningsmängder (kg/år) för utredningsområdet scenario 2D där grönt fält indikerar ett minskat värde jämfört med den befintliga situationen.

Scenario		2D – Med tillkommande dagvatten Mindre krossdike kopplat till torrdamm		
Ämne	Befintlig situation [kg/år]	Exploatering -Ej rening [kg/år]	Exploatering -Rening [kg/år]	Reningseffekt [%]
P	0,24	0,46	0,23	50%
N	5,1	8,2	3,2	61%
Pb	0,024	0,035	0,0096	73%
Cu	0,05	0,087	0,031	64%
Zn	0,17	0,26	0,064	75%
Cd	0,0012	0,0018	0,00038	79%
Cr	0,017	0,027	0,0089	67%
Ni	0,019	0,023	0,0095	59%
Hg	0,000048	0,00012	0,000056	53%
SS	140	160	57	64%
BaP	0,000054	0,00009	0,000027	70%
BDE 47	0,00000079	0,000001	0,00000039	61%
BDE 99	0,00000098	0,0000013	0,00000048	63%
BDE 209	0,000082	0,000099	0,00004	60%

9.3 Slutsats föroreningsberäkningar

Föroreningsberäkningarna visar att dagvattenhanteringen inom delområde Sydväst, med scenario 1C (översilningsyta) och 1D (torrdamm), inte uppnår önskad rening med hänsyn till miljö kvalitetsnormerna (MKN) och kravet på att kvicksilverhalter inte får öka. Anläggs en översilningsyta eller torrdam inom område "DAG" behöver alltså även scenario 2 tillämpas.

De övriga dagvattenlösningarna inom "DAG", kompletterade med dagvattenhantering i delområdena Öst och Väst, bedöms kunna utformas så att samtliga halter ($\mu\text{g/l}$) minskar i belastning. Gällande mängder (kg/år) minskar samtliga ämnen utom kvicksilver som har en mindre ökning. Att rena kvicksilvermängder ner till befintliga nivåer skulle kräva betydligt kostsammare dagvattenlösningar då reningseffekten behöver uppgå till 74%.

9.4 Påverkan MKN

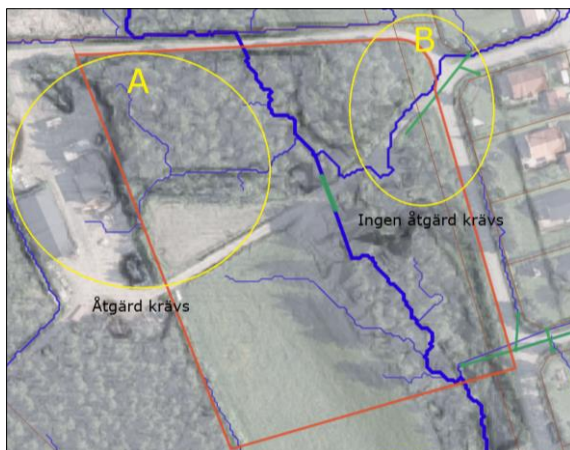
Med föreslagen dagvattenhantering (inom delområde Öst, Väst och Sydväst) bedöms planen vara genomförbar utan att försvåra recipienternas mål för MKN. Detta med en bedömning utifrån att flödet kan strypas ner till befintliga nivåer, föroreningsberäkningarna samt att planerad verksamhet inte utgör en miljöstörande verksamhet.

För sjöar och vattendrag beskrivs behovet utifrån reduktion av fosfor vilket teoretiskt bedöms kunna minska med föreslagna dagvattenlösningar. Vidare sker en minskning av halter för kvicksilver och PBDE som har krav på att halterna inte får öka hos recipienten efter 2015, vilket är gynnsamt för den kemiska ytwaterstatusen.

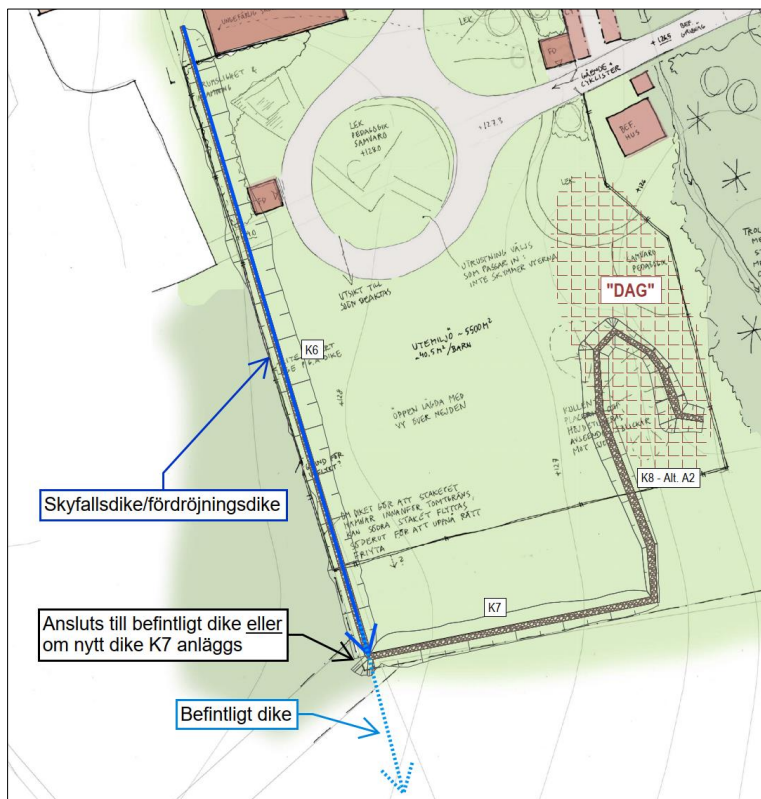
10 Skyfallsanalys och skyfallshantering

Utredningsområdet påverkas av inkommande dagvatten från väst (A) och från öst (B), se Figur 10-1. Påverkan från öst (B) bedöms inte behöva utformas på något specifikt sätt då föreslagna diken kommer att kunna avleda ytavrinning.

Inom delområde A bedöms det krävas en åtgärd för att inte planerad exploatering ska få skyfallsproblem. Förslagsvis anläggs ett dike i sydlig riktning längs med fastighetsgräns (K6), se Figur 10-2. Ett sekundärt syfte med denna avledning är att dagvatten även kan renas enligt scenario 2 vilket bidrar till en ökad reningseffekt för recipienten, se avsnitt 9.1.

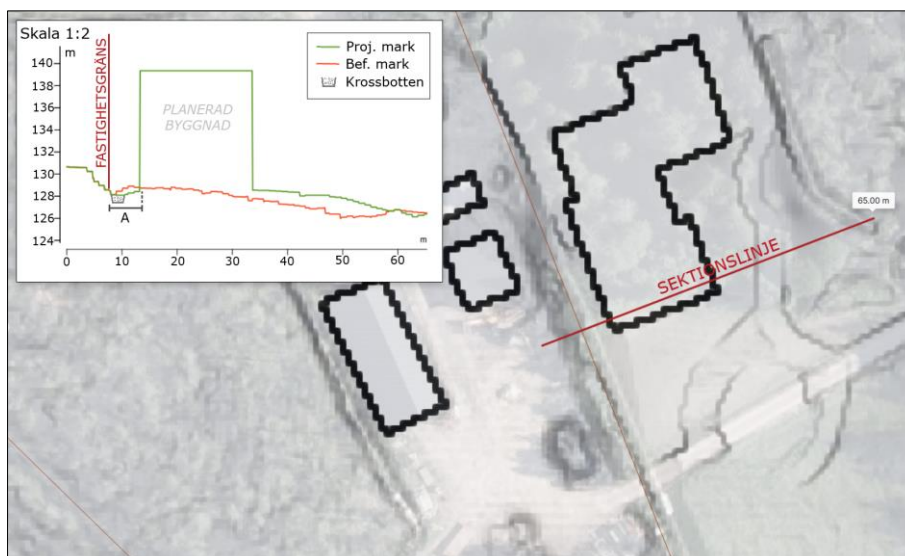


Figur 10-1. Påverkansområden vid skyfall med sekundära rinnvägar genom planområdet från väst (A) och från öst (B).



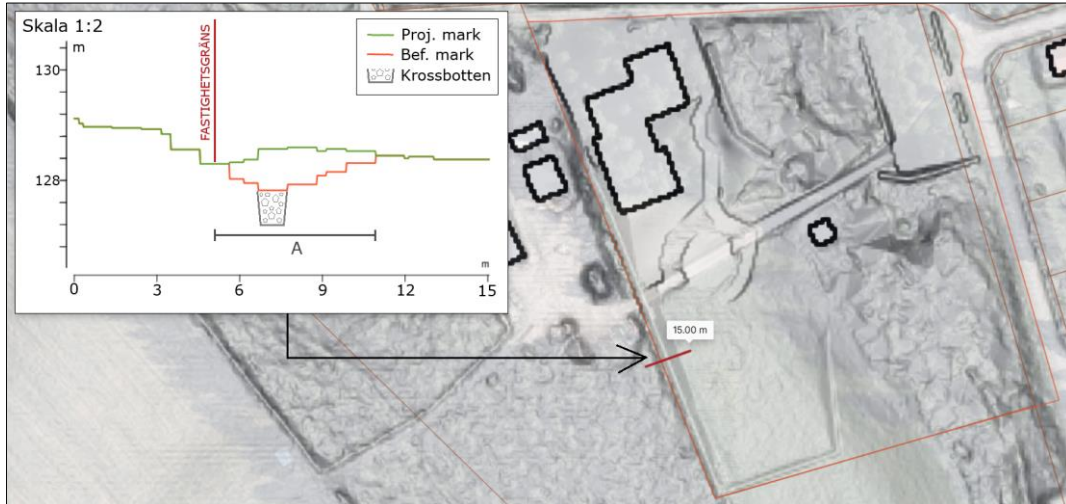
Figur 10-2. Skyfallsväg längs med fastighetsgräns.

Diket bedöms uppta ca 6 m från fastighetsgräns till dikeskrön med dikeslänter på 1:4 (svackdike minst 1:4). Anläggs brantare slänter minskar detta avstånd. Från dikeskrön till byggnad bör ytterligare avstånd anläggas utifrån flera aspekter som t.ex. åtkomst, stängsel och dagvattenhantering. Med avseende på dagvattenhantering bör avståndet mellan fasad och dikeskrön vara minst 2,5 m. Detta ger totalt ett önskvärt avstånd på ca 9 m från fastighetsgräns till byggnad om hela diket ligger inom fastigheten.



Figur 10-3. Dike (K6) längs med fastighetsgräns för avvattning av inkommande dagvatten. Avstånd A, från fastighetsgräns till dikeskrön blir ca 6 m vid en släntlutning på 1:4 och ett önskvärt avstånd uppgår till ca 9 m till byggnad

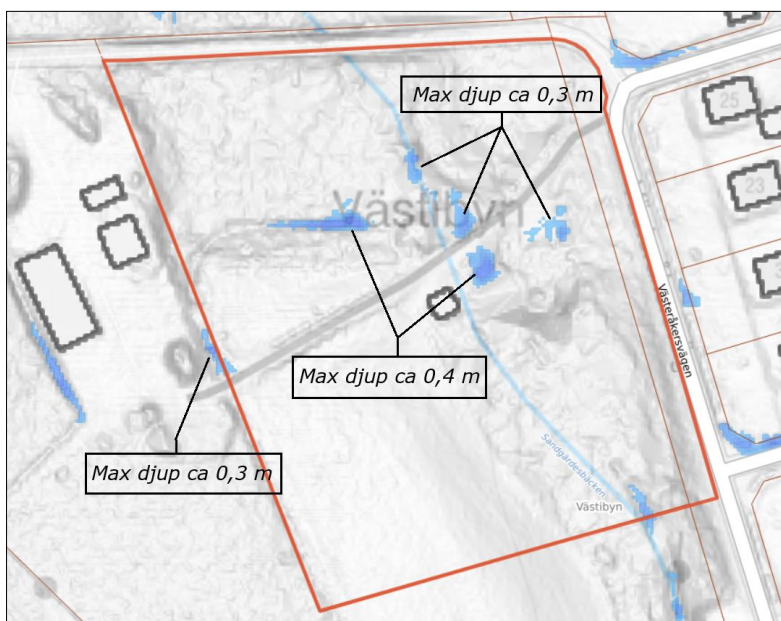
Diket utformas förslagsvis med en dikesbotten på 0,5 m vid planerad byggnad för att begränsa den totala dikesbredden. Längre nedströms föreslås dikesbotten öka till 1 m för att uppnå en önskvärd reningseffekt med föreslagen dikesutbredning. Dikets markanspråk från fastighetsgräns uppgår till ca 6 m även nedströms, se Figur 10-4.



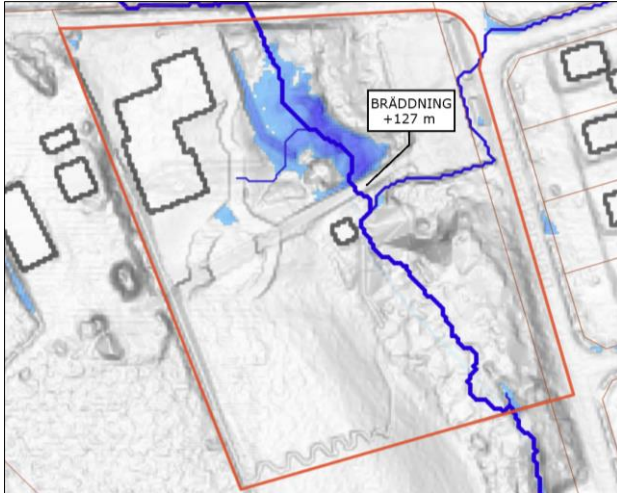
Figur 10-4. Dikessektion för avledning av dagvatten längs med fastighetsgräns (K6). Avstånd A, från fastighetsgräns till dikeskrön blir ca 6 m vid en släntlutning på 1:4.

10.1 Instängda områden

Inga större instängda områden/lågpunkter har identifierats inom planområdet i dagsläget, se Figur 10-5. Lågpunkter infinner sig främst i de centrala delarna kring sandgårdesbäcken. Maximala stående vattendjupet inom utredningsområdet uppgår till ca 0,4 m. Med föreslagen höjdsättning har en skyfallssimulering utförts där trumman centralt i området har tagits bort, se Figur 10-6. GC-vägen mellan område Öst och Väst utgör lågpunkt/bräddpunkt vid skyfall. Simuleringen illustrerar ett skyfallsscenario där lågpunkten på gc-vägen är satt på +127 m vilket är ca 0,5 m över befintlig väg (+126,5 m). Gc-vägen rekommenderas att ej överstiga +127 m vid dess lågpunkt, detta för att begränsa en eventuell översvämning utanför naturmark.



Figur 10-5. Instängda områden/lågpunkter i området i dagsläget.



Figur 10-6. Instängda områden/lågpunkter i området efter exploatering då bräddning sker i marknivå vid +127 m längst med gc-väg.

10.2 Sandgärdesbäcken

Terrängen inom utredningsområdet runt bäcken är varierande vilket medför att vid stora flöden så får bäcken olika stor utbredning. Vid de flackare områdena bedöms bäcken kunna uppta ett markanspråk på ca 15 m vid ett skyfall. Dock behöver en dynamisk skyfallsutredning tillämpas för att se var denna utbredning hamnar. För att ge lite extra marginal kan man förslagsvis tillämpa en skyddszon på ca 20 m för att ge utrymme för skyfallsutbredning, detta utifrån befintliga marknivåer, se Figur 10-7. Inom skydds-zonen finns planerade byggnader som skulle kunna vara utsatta vid skyfall, se Figur 10-7. Byggnaderna bör placeras på marknivå om minst cirka +127,5 m för att undvika påverkan vid skyfall.



Figur 10-7. Uppskattad säkerhetszon inom orangea skraffering för utbredning av bäck vid skyfall (100-årsregn).

10.3 Slutsats skyfall

Ett dike bör anläggas i väst längst med fastighetsgränsen för att skydda planerad exploatering.

En skyddszon bör tillämpas på ca 20 m (10 m vardera håll) längst med sandgärdesbäcken. Inom detta område bedöms dagvatten kunna ansamlas vid skyfall. Som en extra åtgärd bör den planerade gc-vägen mellan östra och västra området utformas så att den lägsta punkten inte överstiger +127 m. Planeras byggnader nära/inom skydds-zonen bör dessa placeras på en marknivå över ca +127,5 m.

11 Slutsats och rekommendationer

Flera dagvattenlösningar bedöms som möjliga inom utredningsområdet men behöver utformas som flerstegslösning i de västra delarna för att uppnå önskvärd reningseffekt. För att uppnå en effektivare reningslösning bör även inkommande dagvatten från grannfastigheten avledas till dagvattenlösningar inom utredningsområdet. En sådan åtgärd har också nytta ur ett skyfallsperspektiv eftersom större vattenflöden på så sätt leds bort från planerad bebyggelse. Vidare skyfallsåtgärder är att anlägga en säkerhetszon på ca 20 m längs med sandgärdesbäcken som också bör kunna bräddas över gc-väg vid högst +127 m.

Föroreningsberäkningar har genomförts för flera olika kombinationer av dagvattenlösningar som visar på att föroreningsbelastningen är tillämpningsbar mot MKN. Dagvattenlösningarna är relativt omfattande och kan omhänderta stora dagvattenvolymer. Den erforderliga fördröjningsvolymen uppgår till cirka 65 m³ enligt Trafikverkets krav och markavvattningsföretagets krav. Dessa volymer ryms med god marginal inom föreslagen dagvattenhantering, oavsett val av kombination.

Generellt ska dagvattenlösningarna ta hänsyn till höga grundvattennivåer och låg infiltrationsförmåga vilket innebär ytliga grunda dagvattenlösningar. Grunda dagvattenlösningar är även viktigt då det planeras förskoleverksamhet i området. De föreslagna djupare dikena bör placeras utanför ytor för lek och samvaro och avgränsas med stängsel.

Planen bedöms inte påverka markavvattningsföretagets syfte då utredningsområdet ligger längst nedströms i båtadsområdet och utformningen säkerställer att sandgärdesbäcken bevarar samma kapacitet.

Sandgärdesbäcken passerar genom tre fastighetsägare nedströms planområdet. För att planområdet ska kunna ansluta dagvatten till bäcken behöver dagvattenhantering utformas så att inte erosion, översvämning eller förorening sker inom vattendraget. Detta bedöms som genomförbart utifrån föreslagen fördröjning och rening.

12 Referenser

CIRIA. (2015). CIRIA. The SuDs Manual, 2015 . *CIRIA. The SuDs Manual, 2015* .

Havs- och vattenmyndigheten. (den 17 november 2016). *Följder av Weserdomen Analys av rättsläget med sammanställning av domar Havs- och vattenmyndighetens rapport 2016:30*. Hämtat från [www.havochvatten.se: https://www.havochvatten.se/download/18.53aacfc115874884dc91f2e8/1708800060733/hav-rapport-2016-30-foljder-av-weserdomen.pdf](https://www.havochvatten.se/download/18.53aacfc115874884dc91f2e8/1708800060733/hav-rapport-2016-30-foljder-av-weserdomen.pdf)

- Havs- och vattenmyndigheten. (den 11 december 2019). *Havs- och vattenmyndigheten*. Hämtat från Miljö kvalitetsnormer för vatten vid tillsyn och provning: <https://www.havochvatten.se/hav/vagledning--lagar/vagledning/provning-och-tillsyn/miljokvalitetsnormer-vid-provning-och-tillsyn.html>
- Helthy Waterways. (oktober 2014). *Bioretention Technical Design Guidelines*. Hämtat från Water by Design: <https://waterbydesign.com.au/download/bioretention-technical-design-guidelines>
- Larm, T., & Blecken, G. (2019). *Utformning och dimensionering av anläggningar för rening och flödesutjämning av dagvatten*. Bromma: Svenskt vatten Utveckling. Hämtat från Vattenbokhandeln.
- Länsstyrelsen. (2023). *Länsstyrelsen*. Hämtat från <https://viss.lansstyrelsen.se/News.aspx>
- Länsstyrelsen. (2023). *VISS*. Hämtat från <https://viss.lansstyrelsen.se/>
- Solna Stad. (den 11 december 2019). *Solna Stad, dagvattenstrategi*. Hämtat från Solna Stad, dagvattenstrategi: <https://www.solna.se/download/18.67fd55f16b98feab9411b9/1561721777180/Solna%20stads%20dagvattenstrategi%20inkl.%20bilagor.pdf>
- Stockholm Vatten och Avfall. (den 12 september 2022a). *Svackdike*. Hämtat från Stockholm Vatten och Avfall: https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/svd_h.pdf
- Stockholm Vatten och Avfall. (den 12 september 2022b). *Översilningsyta*. Hämtat från Stockholm Vatten och Avfall: https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/oversilning_h.pdf
- Stockholm Vatten och Avfall. (den 12 september 2022c). *Överdämningsytor/torra dammar*. Hämtat från Stockholm Vatten och Avfall: https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/subsajter/dagvatten/pdf/overdamning_h.pdf
- Stockholm Vatten och Avfall. (den 12 september 2022d). *Skelettjord*. Hämtat från Stockholm Vatten och Avfall: https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/subsajter/dagvatten/pdf/skelett_h.pdf
- Stockholm Vatten och Avfall. (den 12 september 2022e). *Makadamdike*. Hämtat från Stockholm Vatten och Avfall: https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/subsajter/dagvatten/pdf/md_h.pdf
- Stockholm Vatten och Avfall. (den 12 september 2022f). *Nedsänkt växtbädd*. Hämtat från Stockholm Vatten och Avfall: <https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/subsajter/dagvatten/pdf/nvb.pdf>
- Stockholm Vatten och Avfall. (den 15 mars 2022h). *Tekniska lösningar*. Hämtat från Stockholm Vatten och Avfall:

<https://www.stockholmvattenochavfall.se/dagvatten/tekniska-losningar2/anlaggningar-for-kvartersmark/under-mark/>

Svenskt Vatten. (2016). *Avledning av dag -, drän- och spillvatten P110*. Stockholm: Svenskt Vatten AB.

Sveriges geologiska undersökning. (u.d.). Hämtat från SGU:
<https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-jordarter-1-miljon.html>

Sveriges geologiska undersökning. (u.d.). Hämtat från SGU:
<https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-genomslapplighet.html>

T. Lindfors, H. B.-S. (2014). *Grågröna systemlösningar för hållbara städer - Inventering av dagvattenlösningar för urbana miljöer*. Vinnova.






VA-guiden. (den 12 september 2022a). *Dammar och våtmarker*. Hämtat från VA-guiden: <https://vaguiden.se/dagvatten/anlaggningswiki/dammar-och-vatmarker/>

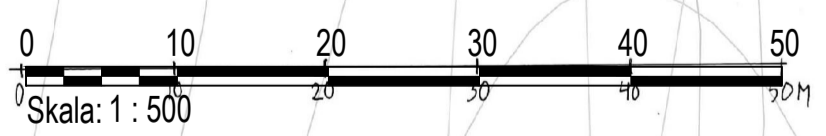
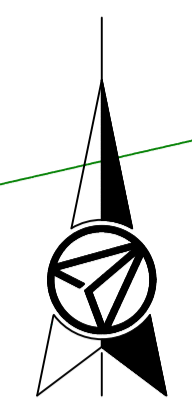
VA-guiden. (den 12 september 2022b). *Översilningsytor*. Hämtat från VA-guiden: <https://vaguiden.se/dagvatten/anlaggningswiki/oversilningsyta/>

VA-guiden. (den 12 september 2022c). *Överdämningsytor*. Hämtat från VA-guiden: <https://vaguiden.se/dagvatten/anlaggningswiki/overdamningsytor/>

Vattenmyndigheterna. (u.d.). *Vattenmyndigheterna*. Hämtat från <https://www.vattenmyndigheterna.se/vattenforvaltning/miljokvalitetsnormer-for-vatten.html>

TECKENFÖRKLARING

-  KROSSDIKE
-  SKELETTJORD
-  PROJ. LEDNING
-  BEF. LEDNING
-  OMR. DAGVATTENHANTERING



BET	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN



UPPDRAG NR D0200450	RITAD/KONSTR AV	HANDLÄGGARE M.MELANDER
DATUM 2025-09-05	ANSVARIG	

FÖRSLAG DAGVATTENHANTERING
ALTERNATIV A2

SKALA 1:500	NUMMER BILAGA 1	BET
----------------	--------------------	-----