

Underlag till detaljplan Slussled/Bergkanalen

PM Dagvatten- och skyfallsanalys

Slussar i Trollhätte kanal

Anläggande av sluss i Trollhättans kommun,
Västra Götalands län

2025-04-15



Trafikverket

Postadress: Vikingsgatan 4, 411 01 Göteborg

E-post: trafikverket@trafikverket.se

Telefon: 0771-921 921, Texttelefon: 010-123 50 00

Konfidentialitetsnivå: 1 Ej känslig

Dokumenttitel: Underlag till detaljplan Slussled/Bergkanal - PM Dagvatten- och skyfallsanalys

Författare: Linn Ihrefjord, Sofia Westergren, Fatemeh Shayan, Jiri Navrátil, Leo Köbbel

Dokumentdatum: 2025-04-15

Ärendenummer: TRV 2021/84231

Kontaktperson: Emil Josefsson

Filnamn: S.14+TK.N.A00-VCF.T.003

Rev.	Ändringen avser	Godkänd av	Ändringsdatum
A	Justerat planområde för mer info se Ändrings-PM - S.14+TK.N.A00-VAP.T.003	E. Josefsson	2025-06-19

Innehåll

1 Bakgrund	6
1.1.1 Trollhättan.....	6
1.2 Syfte	7
2 Underlag, koordinatsystem och förutsättningar	8
2.1 Kartor, ortofoto, mätdata.....	8
2.2 Koordinat- och höjdsystem	8
2.3 Dagvattenhantering i Trollhättan.....	8
2.3.1 Trollhättan stads dagvattenstrategi	8
2.3.2 Riktlinjer för rening	8
2.4 Dimensioneringsförutsättningar	9
3 Befintliga förhållanden.....	11
3.1 Topografi och markförhållanden	13
3.2 Geologiska förhållanden	15
3.3 Avvattningssvågar och recipient.....	18
3.4 Skyfall i befintlig situation.....	20
3.5 Hydrologi och grundvatten.....	22
3.6 Markavvattningsföretag	23
3.7 Förorenad mark.....	23
3.8 Områdesskydd	24
3.8.1 Naturreservat.....	24
3.8.2 Naturvärdesobjekt.....	26
3.9 Befintliga ledningar	26
3.10 Observationer vid fältbesök	26
4 Framtida förhållanden.....	27
5 Beräkningar	30
5.1 Dimensionerande flöden.....	30
5.1.1 Delområde 1	32
5.1.2 Delområde 2	34
5.1.3 Delområde 3.....	36
5.1.4 Delområde 4.....	38
5.1.5 Delområde 5.....	39

5.2 Fördröjningsvolym	42
5.3 Föroreningsinnehåll	42
6 Förslag till dagvattenhantering	45
6.1 Övergripande principer och anläggningstyper	45
6.1.1 Makadamdiken och svackdiken	46
6.1.2 Filterbrunn	47
6.1.3 Underjordiskt magasin	47
6.2 Systemlösning	48
6.2.1 Delområde 1	50
6.2.2 Delområde 2	50
6.2.3 Delområde 3	51
6.2.4 Delområde 4	52
6.2.5 Delområde 5	53
6.3 Fördröjningsvolym	53
6.4 Reningsgrad	53
7 Hantering av dagvatten under byggprocessen	56
8 Skyfall	58
8.1 Övergripande principer	58
8.2 Skyfallshantering för aktuellt område	59
8.3 Ras, skred och erosion	63
9 Slutsatser	64
9.1 Vidare utredning	64
Referenser	65

Sammanfattning av PM

Befintliga slussar i Trollhätte kanal är över 100 år gamla och bedöms ha nått slutet av sin tekniska livslängd år 2030. Slussarna behöver därmed förnyas i syfte att upprätthålla farledens funktion för sjöfarten samt en fullgod dammsäkerhet. Totalt planeras fem slussar anläggas.

Det aktuella området ligger inom stadsdelen Åker i Trollhättan stad där tre av slussarna planeras. Området består huvudsakligen av naturmark och kanal men det finns även ett villaområde, kolonilotter samt industrier. Planområdet sträcker sig från klaffbron i Bergkanalen till Göta älv. Syftet med dagvatten- och skyfallsutredningen är att kartlägga befintliga förhållanden för dagvatten och skyfall för att sedan utreda hur planerad exploatering kommer att påverka omgivningen, samt hur dagvattenhantering bör ske inom området för slussverksamheten.

Recipienten för dagvattnet är Göta älv. Den ekologiska statusen i vattenförekomsten klassades år 2021 som otillfredsställande ekologisk potential och den ekologiska statusen klassades år 2019 till måttlig. Kemisk status är klassats som Uppnår ej god, enligt VISS.

Den planerade exploateringen innebär att framtida dagvattenflöden förväntas öka från Västergärdet och slussverksamheten, men minska från området längs med Bergkanalen i nordöst. Rening av dagvattnet anses nödvändigt för att inte öka föroreningsbelastningen till Göta älv. Utan reningsåtgärder ökar utsläpp av 3 av 11 studerade föroreningsämnen.

Dagvatten föreslås hanteras genom makadamdiken, svackdiken, rörmagasin, filterbrunn och linjeavattning. Utlopp rekommenderas direkt till Göta älv utan koppling till befintligt dagvattenledningsnät. Med föreslagna åtgärder visar beräkningsresultat att föroreningsbelastningen minskar efter exploatering och riktvärden för föroreningshalter underskrids.

Riskerna med skyfall kan förebyggas med en korrekt höjdsättning, säkerhetsmarginaler till kritiska komponenter och konstruktion av slussportar som klarar bräddning.

1 Bakgrund

Projektet Slussar Trollhätte kanal syftar till att säkra Vänersjöfartens framtid genom att skapa förutsättningar för fortsatt sjöfart. Projektet omfattar byggnation av nya slussar i Lilla Edet, Trollhättan och Vänersborg.

Trollhätte kanal är den allmänna farleden mellan Vänersborg och Göteborg. Av dess totala längd på cirka 82 km lång är cirka 10 km grävd och sprängd kanal, resterande del utgörs av en naturlig fåra i Göta älv. Idag finns sex slussar i stråket mellan Göteborg och Vänern, en i Brinkebergskulle, fyra i Trollhättan och en i Lilla Edet. Slussarna kompenserar för den nivåskillnad på 44 meter som råder mellan Vänern och Kattegatt. I stråket finns tretton broar som trafikeras under hela dygnet, året om. Tio av dessa broar är öppningsbara.

Befintliga slussar i Trollhätte kanal bedöms ha nått slutet av sin tekniska livslängd år 2030 och behöver därför förnyas i syfte att kunna upprätthålla farledens funktion för sjöfarten, samt en fullgod dammsäkerhet.

Nya slussar är en förutsättning för att kunna säkerställa det nuvarande och framtida behovet av sjötrafik, där vissa industrier är helt beroende av sjöfarten. De är också en nödvändighet för att kunna realisera sjöfartens potential i stråket och därigenom på sikt avlasta järnvägen och minska andelen transporter med lastbil. Nya slussar möjliggör en framtida kapacitetshöjning, genom att större fartyg kan trafikera kanalen. Detta bedöms ge minskade transportkostnader och därmed bättre förutsättningar för näringslivet i regionen. Nya slussar gynnar även båtturen och den lokala turistnäringen.

1.1.1 Trollhättan

Den befintliga slussanläggningen i Trollhättan består av en slusstrappa med tre steg samt en enkel sluss högre upp i kanalen. Trollhättans översiktsplan från 2013 anger en ny sträckning för sluss och kanal söder om befintliga slussar.

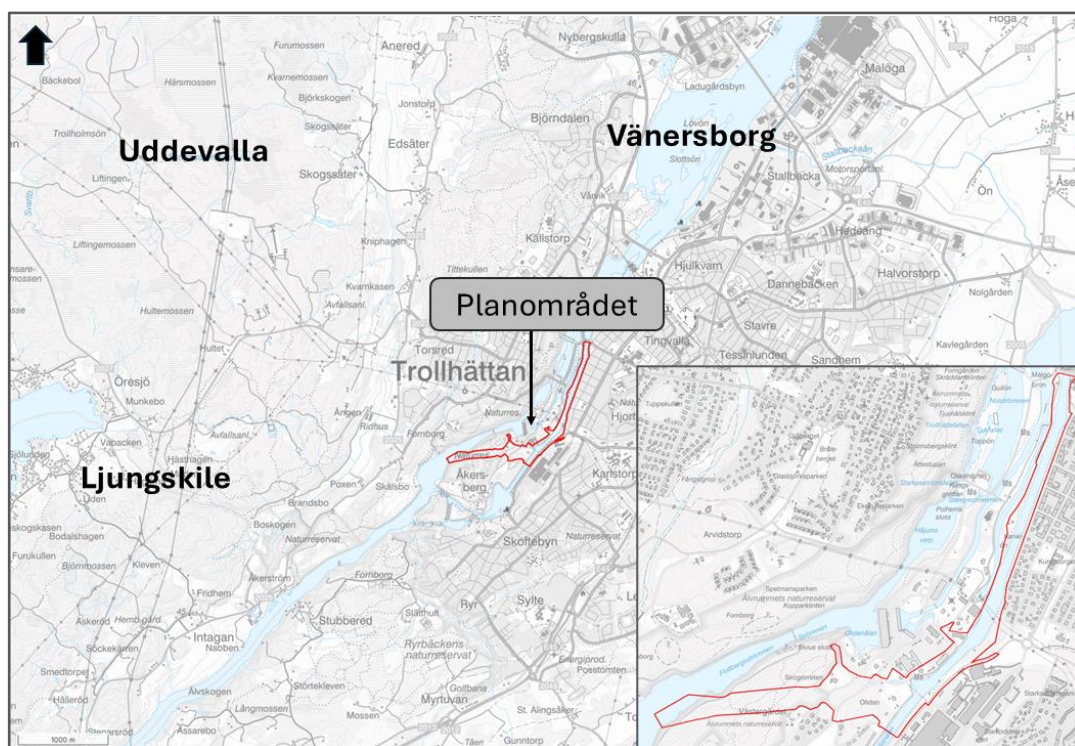
Göta älv rinner genom en kanjon med branta sidor väster om Trollhättans stadskärna. Området kring kanalen har en stadsmässig karaktär med bebyggelse kopplad till sluss- och kanalverksamheten. Olidans kraftstation ligger i älvens fåra och tar upp en nivåskillnad på cirka 33 meter.

Planerade slussar i Trollhättan berör flera riksintressen, inklusive kulturmiljövård, naturvård, friluftsliv och kommunikation. Området kring Trollhättefallen vittnar om en lång kulturhistorisk utveckling med lämningar från olika tidsperioder, och slussområdet samt Bergkanalen är viktiga kulturmiljöer med flera byggnadsminnen och värdefulla byggnader. Det finns också flera äldre slussanläggningar och andra

fornlämningar i området. Naturreservaten Ryrbäcken och Älvrummet är viktiga för bevarande av värdefulla skogsmiljöer och friluftsliv.

Området kring Trollhättan är ett riksintresse för friluftsliv med goda förutsättningar för berikande naturupplevelser, med flera vandringsleder, promenadstråk och utsiktsplatser. Trollhättans centrala delar ligger nära Bergkanalen och bostadsområdet Västergärdet ligger i direkt anslutning till planområdet för de nya slussarna

Det aktuella området ligger i Västergärdet i Trollhättan stad, Figur 1. Området omfattar ungefär 40 ha från en klaffbro i Bergkanalen till Göta älv.



Figur 1. Lokaliseringskarta över ungefärligt planområde. Ungefärlig avgränsning av planområdet markerat i röd linje.

1.2 Syfte

Syftet med dagvatten- och skyfallsutredningen är att kartlägga befintliga förhållanden för dagvatten och skyfall för att sedan utreda hur planerad exploatering kommer att påverka omgivningen. Föroreningsbelastning för befintliga och planerade förhållanden inom planområdet undersöks och åtgärder föreslås för att säkerställa att gällande riktlinjer följs. Utredningen utgår från Trollhättans Stads dagvattenstrategi, Vattendirektivet, Svenskt Vattens publikation P110 (2019) och rekommendationer för klimatanpassning av Sjöfartsverkets kommande anläggningar som sammanställs i PM Klimatanpassning som parallellt tas fram av WSP (ska levereras under 2025).

2 Underlag, koordinatsystem och förutsättningar

2.1 Kartor, ortofoto, mätdata

Som underlag för denna dagvatten- och skyfallsutredning för detaljplan har nedan listade underlag använts:

- Flygfoton erhållna från Lantmäteriet
- SGU kartunderlag hämtade från Scalgo Live
- Plangräns daterad 25-05-21
- 2D-modeller av projekterade anläggningar enligt projektets samordningsmodell (2025-03-01)
- 3D-modeller av projekterade anläggningar enligt projektets samordningsmodell (2024-12-15)
- Ledningsunderlag erhållna från Trollhättan energi AB

2.2 Koordinat- och höjdsystem

För projektet används koordinatsystemet SWEREF 99 1200 och höjdsystem RH2000.

2.3 Dagvattenhantering i Trollhättan

Nedan redovisas kortfattat vilka miljömål och styrdokument som påverkar dagvattenhanteringen i Trollhättan.

2.3.1 Trollhättan stads dagvattenstrategi

Trollhättans Stads dagvattenstrategi antogs av kommunfullmäktige 2021-06-21. De övergripande målen med strategin är att skapa robusta bebyggelsemiljöer och bevara vattenbalansen, att främja välmående yt- och grundvatten, att berika stadslandskapet samt att skapa god samverkan och tydlig ansvarsfördelning mellan stadens förvaltningar, bolag, exploatörer och fastighetsägare (Trollhättans Stad, 2024).

2.3.2 Riktlinjer för rening

Recipienten för området är vattendraget Göta älv - Slumpån till Stallbackaån, som ligger i direkt anslutning i väster om planerad exploatering. I dagvattenstrategin beskrivs att i brist på nationella riktlinjer gällande rening av dagvatten bedömer miljökontoret för Trollhättans stad reningsbehovet för varje enskilt fall. Enligt

samtal med VA-huvudman tillämpar miljökontoret i majoriteten av fallen Göteborgs stads riktlinjer och riktvärden för utsläpp av förorenat vatten till dagvattennät och recipient (R2020:13) (Göteborgs stad, 2021), se Tabell 1.

Tabell 1. Riktvärden för utsläpp av förorenat vatten till recipient och dagvatten i Göteborg och Trollhättan.

Ämne	Riktvärde [$\mu\text{g/l}$]
Fosfor	50
Kväve	1 250
Bly	28
Koppar	10
Zink	30
Kadmium	0,9
Krom	7
Nickel	68
Kvicksilver	0,07
Suspenderad substans	25 000
Olja	1 000

2.4 Dimensioneringsförutsättningar

Dimensionering sker i enlighet med Svenskt Vattens P110 (2019) och rekommendationer för klimatanpassning av Sjöfartsverkets kommande anläggningar som sammanställs i PM Klimatanpassning som tas fram parallellt av WSP och ska levereras under 2025. Riktlinjer för dimensionering anges som återkomsttid i år för nederbörd.

Dimensionering sker i enlighet med Svenskt Vattens P110 (2019) där rekommenderade säkerhetsnivåer anges för skador vid översvämningar, se Tabell 2. Dessa anges som återkomsttider för nederbörd och vattennivåer i sjöar och vattendrag. För gles bostadsbebyggelse gäller dimensionering för ett 10-årsregn för trycklinje i marknivå. För skydd mot skyfall ska åtminstone ett 100-årsregn kunna avledas eller tillfälligt fördröjas utan att skada byggnader.

På grund av klimatförändringar förväntas nederbördsintensitet öka i framtiden. Eftersom den tekniska livslängden av de nya slussarna beräknas till 2150 behövs en tidshorisont på mer än 100 år. Analys av lämplig klimatanpassningsnivå har baserats på resultat av klimatmodeller som har gjorts i PM klimatanpassning som tas fram av WSP parallellt och ska levereras under 2025. Vid det scenario med högst utsläppsnivå, RCP 8,5, förväntas extrem nederbörd öka med 30–40 %. Ökningen förväntas vara stabil för olika återkomsttider och regioner i Sverige. För att ta hänsyn

till dessa förutsättningar kommer en klimatkfaktor på 1,4 användas, vilket är något högre än branschpraxis. Denna klimatkfaktor stämmer även överens med resultat från SMHI:s analyser redovisade i Klimatologi nr.47 (SMHI, 2017) där regnvolym vid skyfall förväntas öka med en faktor 1,4 mot senare delen av 2000-talet.

Trollhättans stad har, enligt P110, ett ansvar för att säkerställa att marköversvämning vid skyfall inte orsakar skador på byggnader vid minst ett 100-årsregn med inkluderad klimatkfaktor. Kommunen har även ansvar för att nya exploateringar i kommunen inte försämrar skyfallssituationen för befintlig bebyggelse vid ett 100-årsregn. För att undvika skador på ny bebyggelse inom planområdet bör planområdet höjdsättas på sådant vis att skador inte uppstår vid skyfall.

Tabell 2. Minimikrav på återkomsttider i år för regn vid dimensionering av nya dagvattensystem, antagen återkomsttid markerad i rött (Svenskt Vatten, 2019).

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

En konsekvensanalys genomförs för ett skyfall för värsta beräknad situation, i samma storleksordning som extremregnet i Gävle 2021, med beräknad återkomsttid på över 200 år. Volymen för värsta beräknad situation är mer än 2,4 gånger större än ett 100-årsregn och presenteras i Tabell 3. Konsekvensanalysen genomförs för att avgöra om ett annat dimensionerande regn vid skyfall bör användas än ett 100-årsregn med klimatkfaktor 1,4. För mer detaljerad beskrivning och beräkning av regnintensiteten refereras till PM klimatanpassning som tas fram av WSP parallellt och ska levereras under 2025.

Tabell 3. Dimensionerande regn för beräknad värsta situation. Klimatkfaktor bör inte användas vid användande av detta typregn

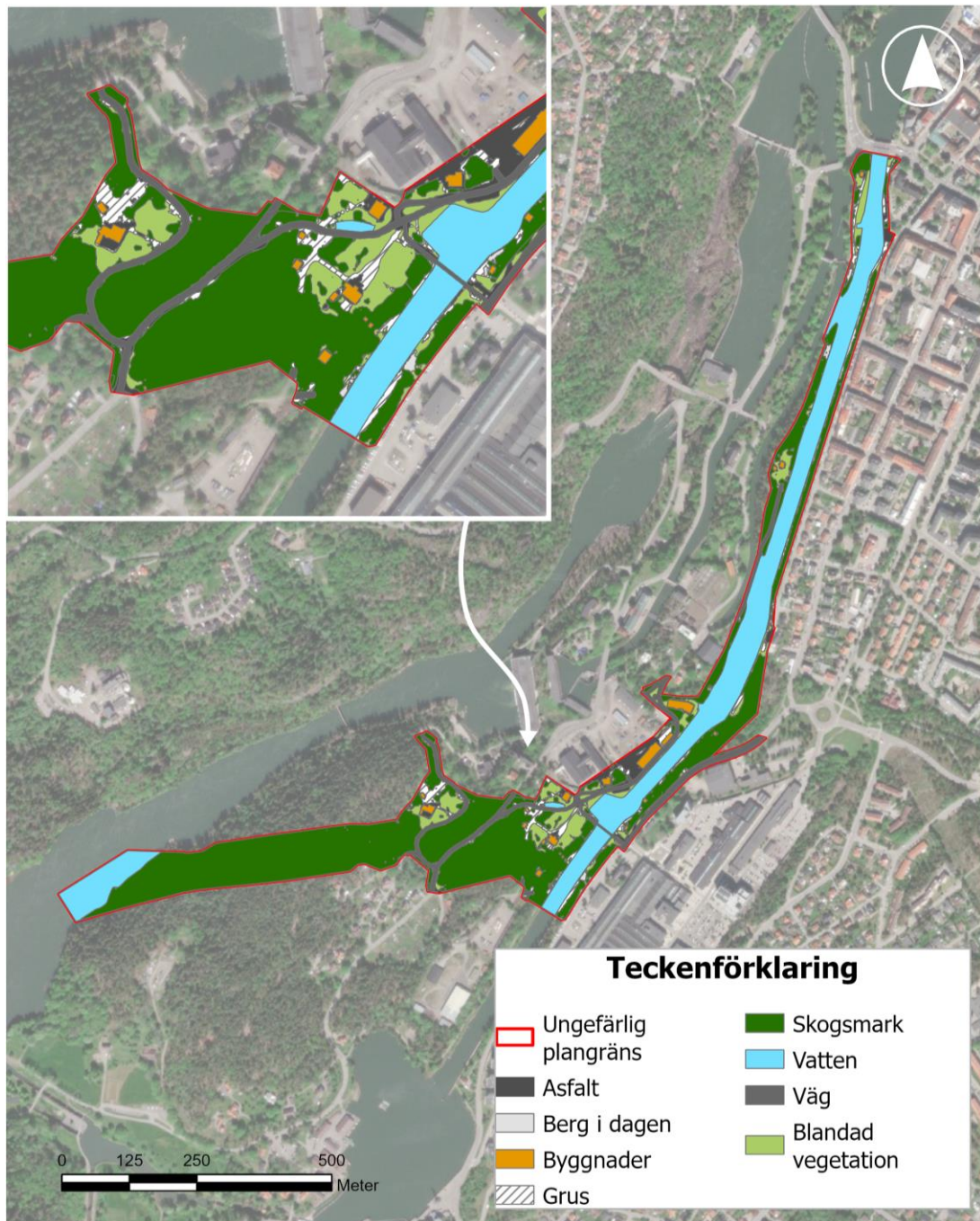
Block	Regnmängd (mm)
10 min	71
30 min	108
60 min	132
2 timmar	157
3 timmar	172
6 timmar	200

3 Befintliga förhållanden

Planområdet täcker in delar av Göta älv, Västergärdet och Bergkanalen. I väster ligger flottbergströmmen och i öster finns Bergkanalen som leder till de befintliga slussarna, Figur 2. Området består huvudsakligen av naturmark och kanal men det finns även ett villaområde, kolonilotter samt verksamhetsmark och vattenkraftverk med tillhörande anläggningar, se Figur 3. Befintlig markanvändning har karterats med hjälp av *Land Cover* lager i Scalgo Live (2024) som baseras på data från Lantmäteriet, Jordbruksverket och OpenStreetMap.



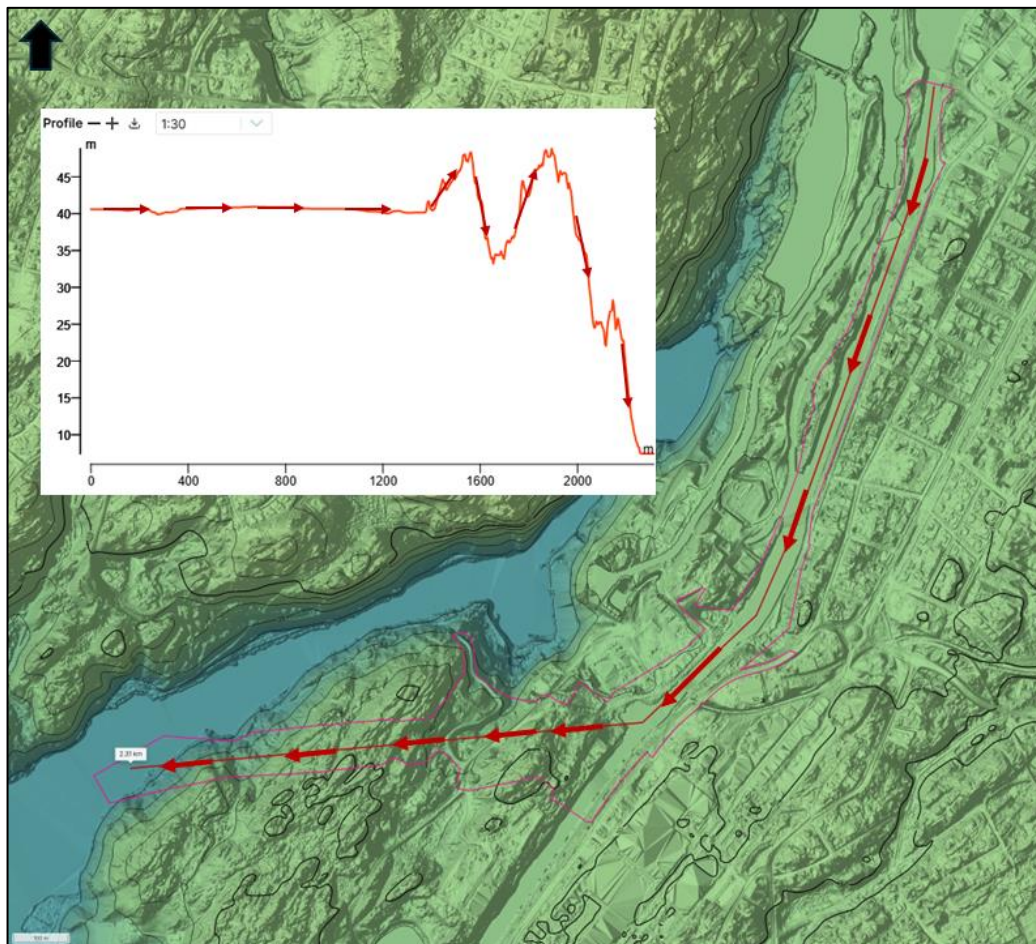
Figur 2. Planområdets lokalisering.



Figur 3. Befintlig markanvändning inom planområdet (Scalco Live, 2024).

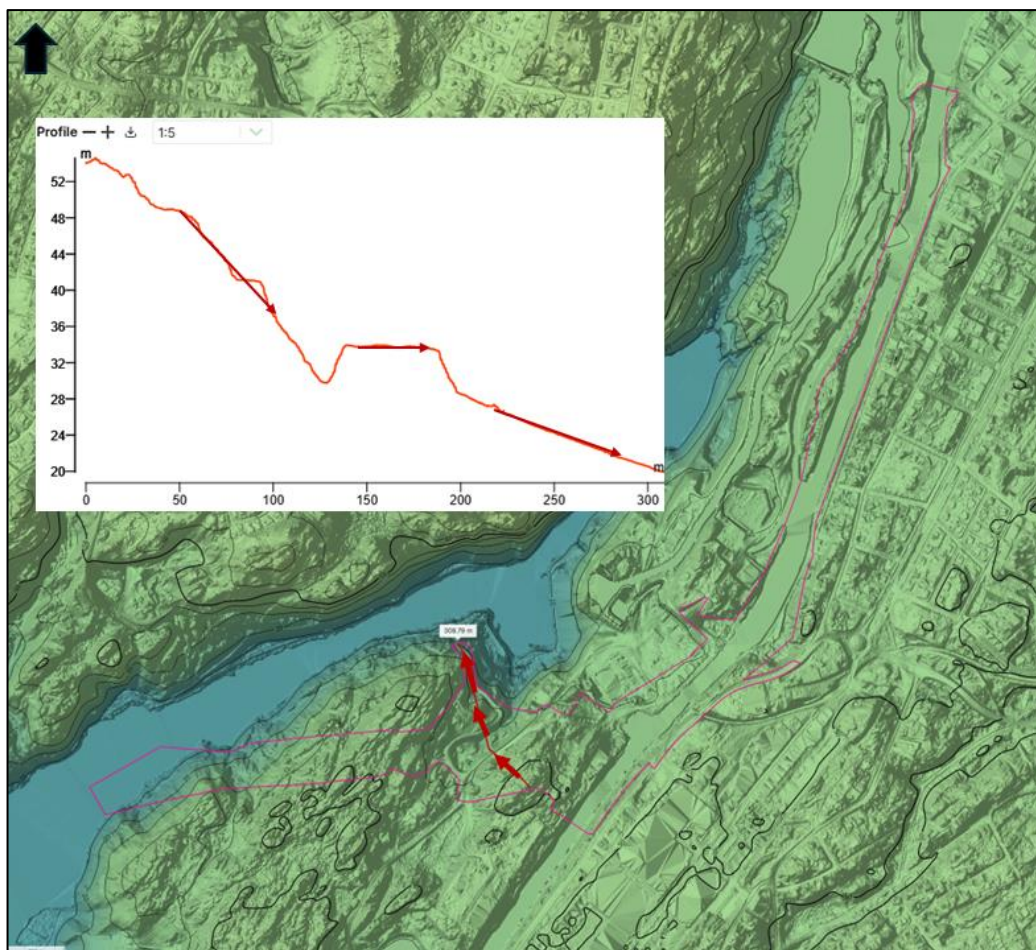
3.1 Topografi och markförhållanden

Topografin i området är varierande. I den nordligaste delen utgörs av Bergkanalen och över land, där slussen planeras, finns en höjd som går upp till ungefär +47 m. Åkersbergsvägen som går igenom området ligger i en dalgång. Sedan går höjdkurvorna nedåt till Göta älv, Figur 4.



Figur 4. Höjdprofil från nordöst till sydväst (Lantmäteriet, 2024).

I nordlig riktning över centrala Västergärdet, se Figur 5, varierar höjderna mellan + 21 m och + 53 m.

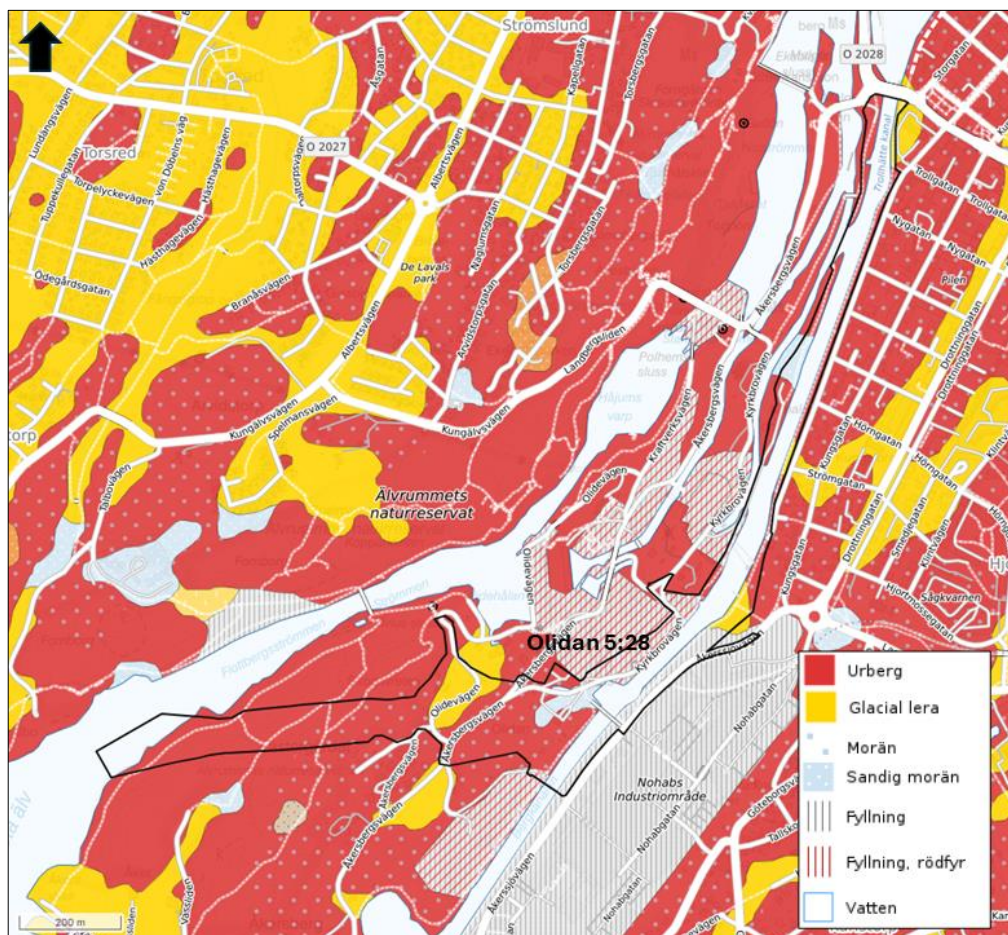


Figur 5. Höjdprofil i nordlig riktning (Lantmäteriet, 2024).

3.2 Geologiska förhållanden

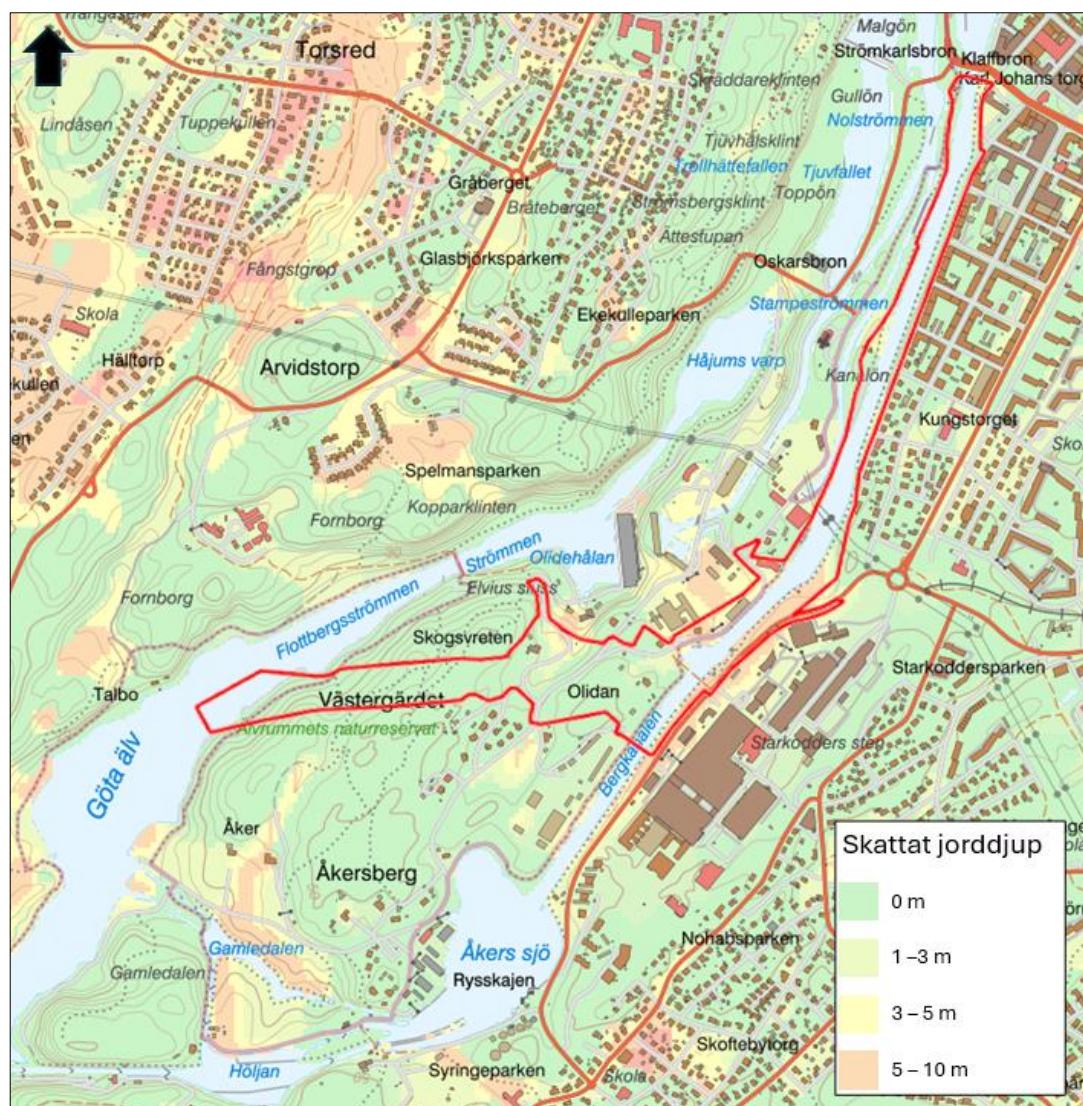
Enligt SGU:s jordartskarta består planområdet överhängande av urberg samt urberg med ytlager av morän och ytlager av fyllning med rödfyr. Inom området förekommer även inslag av glacial lera och sandig morän, Figur 6. I och med att SGU:s jordartskarta ger en översiktlig bild, bör den användas med försiktighet vid analyser och bedömningar av markförhållanden (SGU, 2023).

Rödfyr är en restprodukt från när alunskiffer bränns vid kalkbrott och kan förorena mark och grundvatten. Det kan innehålla ämnen som uran, arsenik och vanadin. I ”PM Bergteknik – Underlag till detaljplan Slussled/Bergkanal” (WSP, 2025a) beskrivs hur gammaspektrometer använts som visar på låga halter och ingen uranproblematik. Resultat presenterade i ”PM Föroreningar i jord och grundvatten” (WSP, 2025b) indikerar att halter av vanadin inte utgör problem men att riktvärden avseende arsenik överskrids i två provpunkter (på djupet och i ytliga fyllnadslagret) inom fastigheten Olidan 5:28.



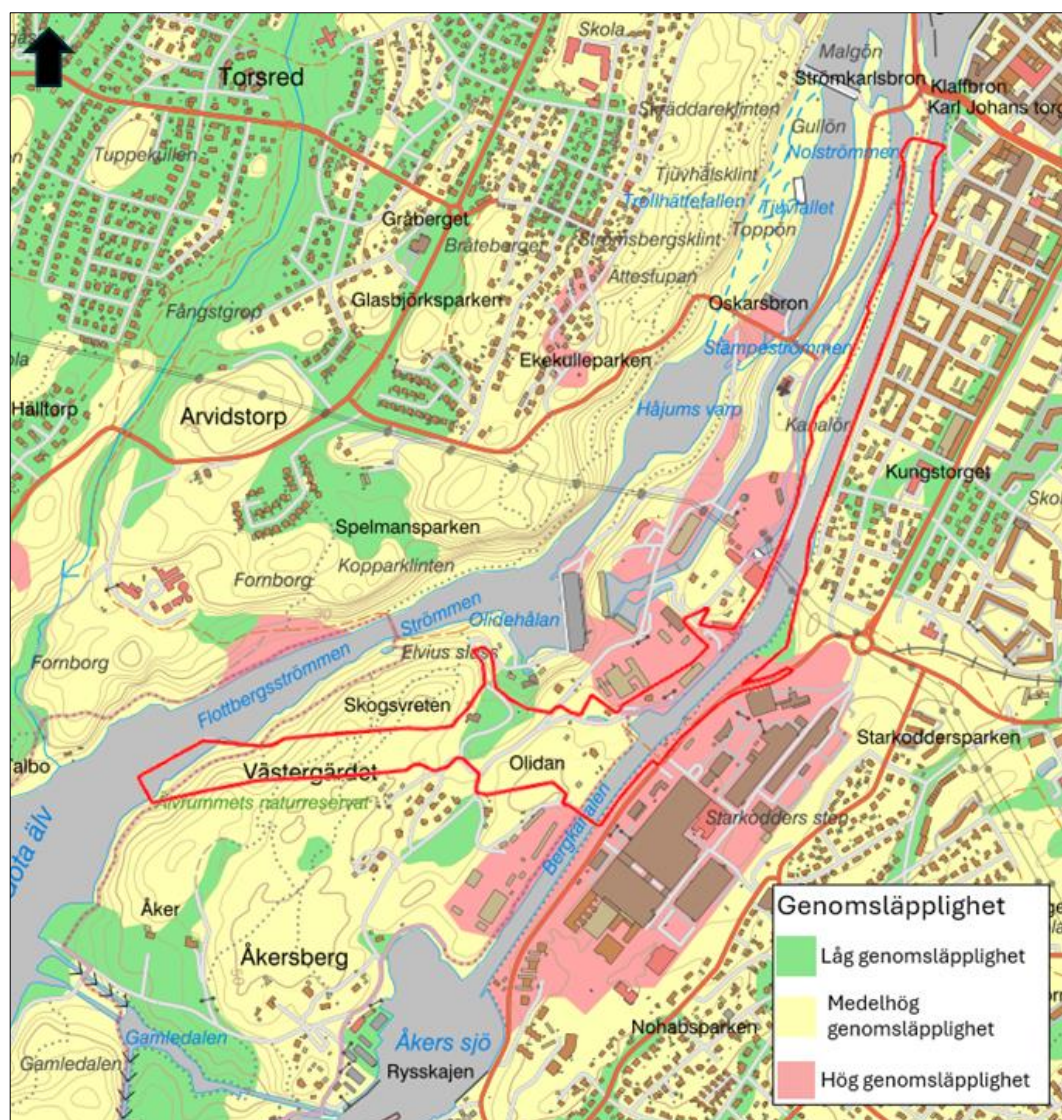
Figur 6. Jordartskarta (SGU, 2024). Planområdet markerat med svart linje.

Enligt SGU:s jorddjupskarta varierer jorddjupen inom planområdet från 0–10 m (SGU, 2024), se Figur 7.



Figur 7. Jorddjupskarta (SGU, 2024). Planområdet är markerat med röd linje.

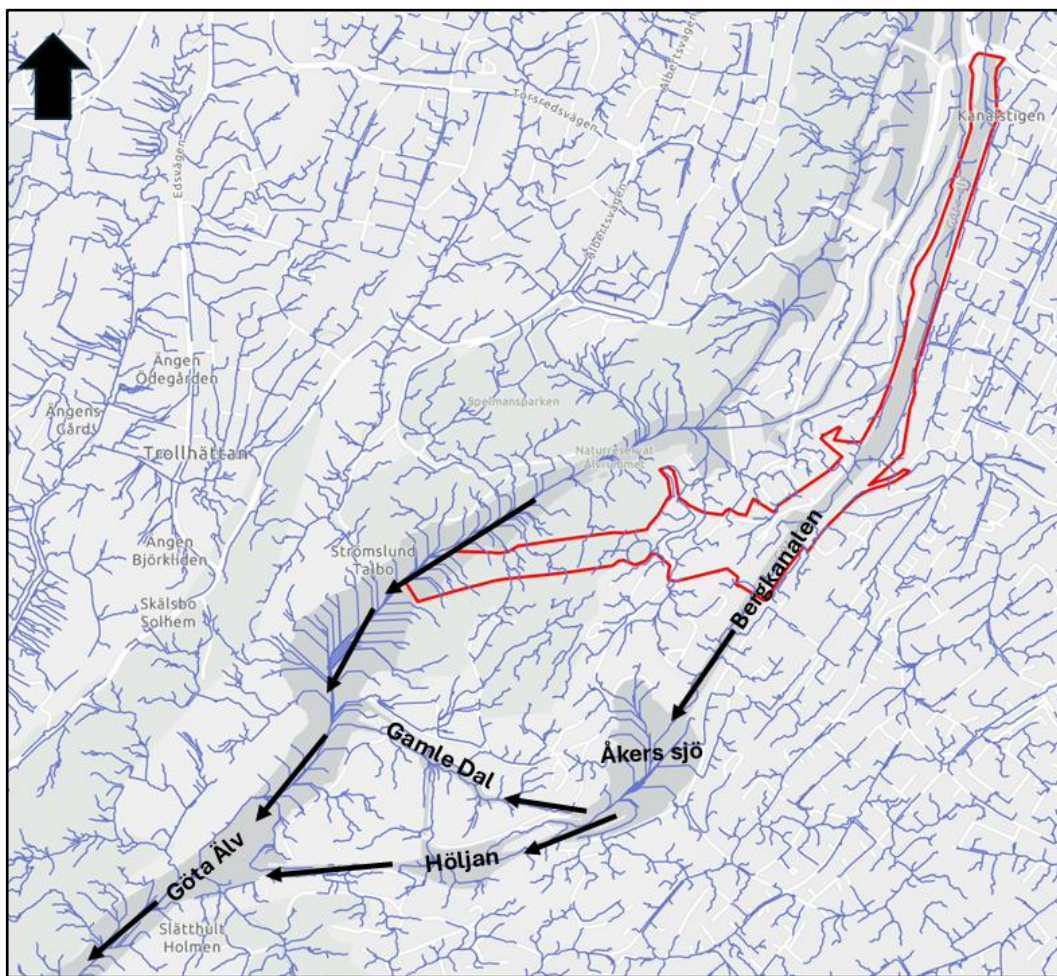
Enligt SGU:s genomsläpplighetskarta (SGU, 2024) bedöms majoriteten av området till medelhög genomsläpplighet, Figur 8.



Figur 8. Genomsläpplighetskarta (SGU, 2024). Planområdet är markerat med röd linje.

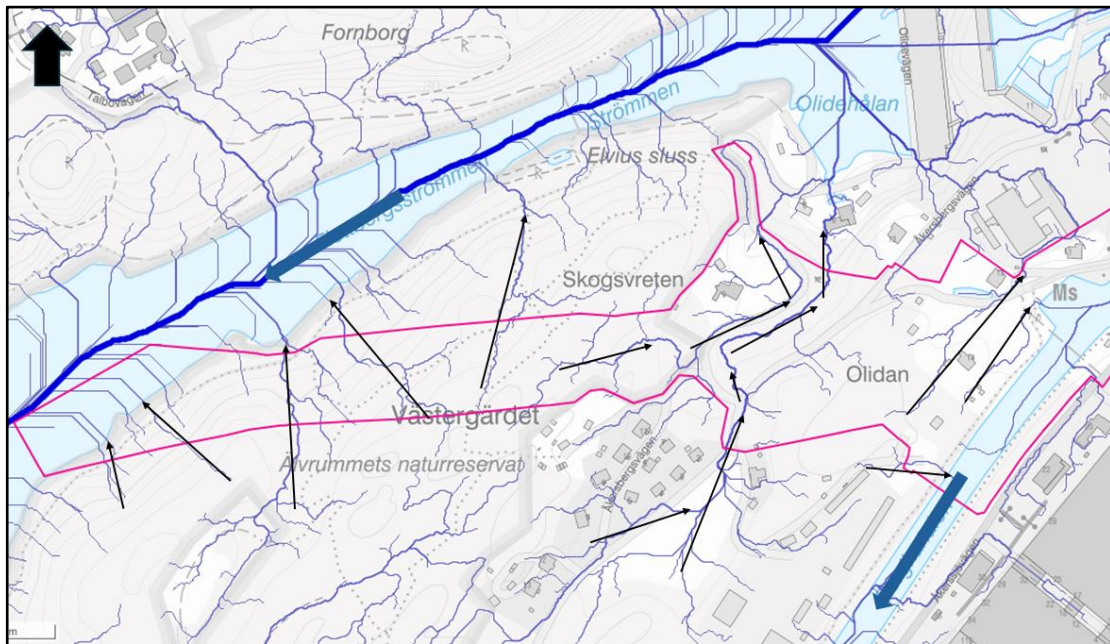
3.3 Avvattningsvägar och recipient

De befintliga ytliga rinnstråken inom planområdet sprider sig i olika riktningar men når alla samma slutrecipient Göta älv - Slumpån till Stallbackaån, se Figur 9.

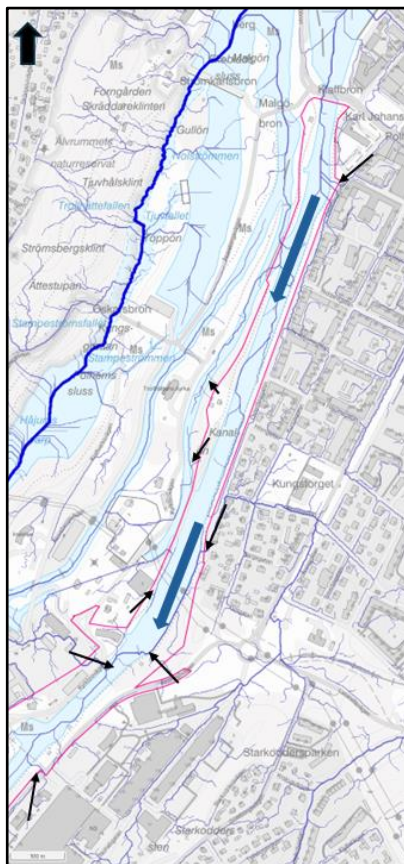


Figur 9. Rinnvägar till recipient.

I Figur 10 och Figur 11 illustreras rinnvägar i vattendrag i mörkblå linje och flödesriktningen över mark med svarta pilar. Breda blåa pilar visar flödesriktning i vattendragen som går söderut. I västra Västergärdet avrinner dagvatten direkt ner mot Göta älv. I norra Västergärdet följer rinnvägar dalgången ner mot Olidan kraftverk. I södra Västergärdet rinner vatten mot en lågpunkt nära bostadsområdet "Västergärdet" vid Åkersbergsvägen. I nordöstra planområdet (Figur 11) avrinner vatten direkt ner till Bergkanalen.



Figur 10. Rinnvägar och avrinningsriktning inom och i anslutning till mitten av planområdet (Scalگو Live, 2024). Planområdesgräns i magentafärgad linje.



Figur 11. Rinnvägar och avrinningsriktning inom och i anslutning till nordöstra planområdet (Scalگو Live, 2024). Planområdesgräns i magentafärgad linje.

3.4 Skyfall i befintlig situation

Skyfall inträffar i regel sommartid när luftlagren värmts upp och då en större andel fukt ansamlas i de höga luftlagren innan den slutligen tvärt faller till marken. Detta sker ofta i samband med att svalare luftmassor kommer in över det område som sedan drabbas. Skyfall kan inträffa var som helst och uppstår ofta med kort förvarning. Bristen på goda möjligheter till förvarning gör att anordning av temporära skyddsåtgärder inte är att rekommendera. Konsekvenserna kan även vara mycket kostsamma.

Delar av system för dagvattenhantering kan även hantera skyfall. Däremot är de dimensionerade för att hantera vardagliga händelser, inte extrema nederbörds-händelser. Vid skyfall sker majoriteten av avrinningen över markytan.

Ofta beskrivs storleken av ett skyfall i form av återkomsttid av en händelse, t.ex. ett 100-årsregn. Det ger en indikation för sannolikheten av en händelse. Exempelvis är sannolikheten att en 100-årshändelse inträffar under en tidsperiod av 10 år 10 %, en tidsperiod av 100 år 63 % och under 500 år 99 % (se Tabell 4).

Tabell 4. Sannolikheten för att händelser (20-, 50-, 100-, 200-, 1000-, 10000-årshändelse) inträffar under olika tidsperioder.

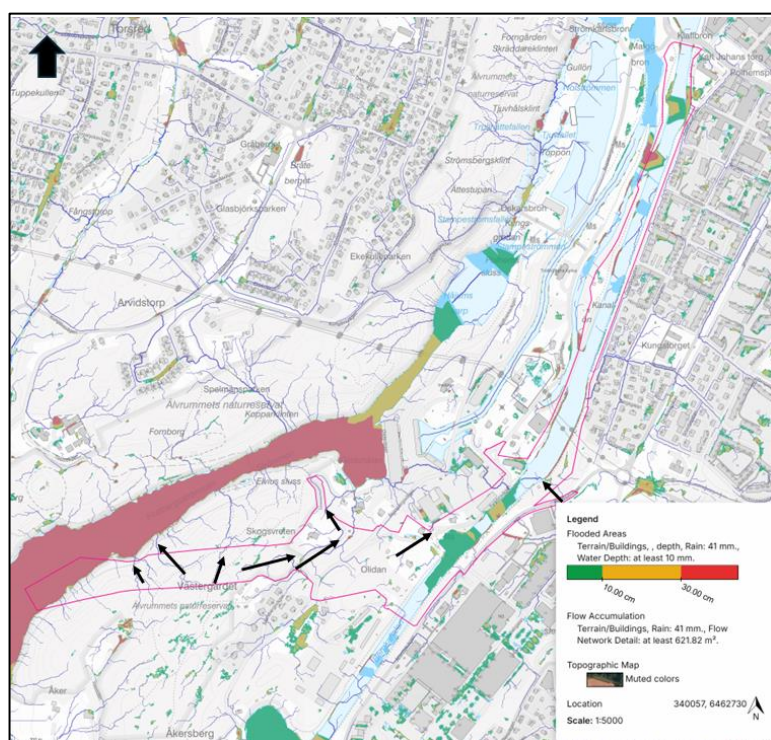
Period av år	10 år	50 år	100 år	200 år	500 år	1000 år
20-årshändelse	40 %	92 %	99 %	100 %	100 %	100 %
50-årshändelse	18 %	64 %	87 %	98 %	100 %	100 %
100-årshändelse	10 %	40 %	63 %	87 %	99 %	100 %
200-årshändelse	5 %	22 %	39 %	63 %	92 %	99 %
1000-årshändelse	1 %	5 %	10 %	18 %	39 %	63 %
10000-årshändelse	0,1 %	0,5 %	1 %	2 %	5 %	9,5 %

För att förenklat beskriva flödesvägar och var vatten ansamlas, har simulerings-verktyget Scalgo Live använts. Verktöget använder sig av höjddata erhållet av Lantmäteriet med en upplösning på 1x1 meter och simulerar för olika regnmängder hur lågpunkter i planområdet fylls upp och avrinner till nästa lågpunkt. I denna utredning har nederbördsmängden 41 mm använts, vilket kan motsvara ett 100-årsregn med varaktighet på 10 min, inklusive en klimatfaktor på 1,4 beräknat med Dahlströms formel (2010). Metoden tar inte hänsyn till dynamiken i avrinningsförloppet, och inte heller till markinfiltration eller ledningsnät, och innebär således vissa förenklingar. Resultatet ger trots förenklingen en god

indikation på var problem kan tänkas uppstå vid skyfall, till exempel till följd av vattenansamling eller att planerade förändringar påverkar befintliga flödesvägar.

Vid extrema regnhändelser mätas marken gradvis och därmed ökar avrinningskoefficienterna. En större del av det nedfallande regnet bidrar då till flödet. Eftersom befintliga dagvattensystem inte har kapacitet att omgående omhänderta flöden från skyfall kommer ledningssystem vid kraftfulla regn att gå fulla och dagvatten kommer att rinna ytledes till lågpunkter i området.

Dagvatten ansamlas i lågpunkter inom området och avrinner sedan mot Göta älv och Bergkanalen, se Figur 12. Västra Västergärdet avrinner direkt mot Göta älv. Mellersta Västergärdet avvattnas norrut genom dalgången till Göta älv. Östra Västergärdet avrinner till Bergkanalen. Flödena samlas sedan upp i Göta älv nedströms.

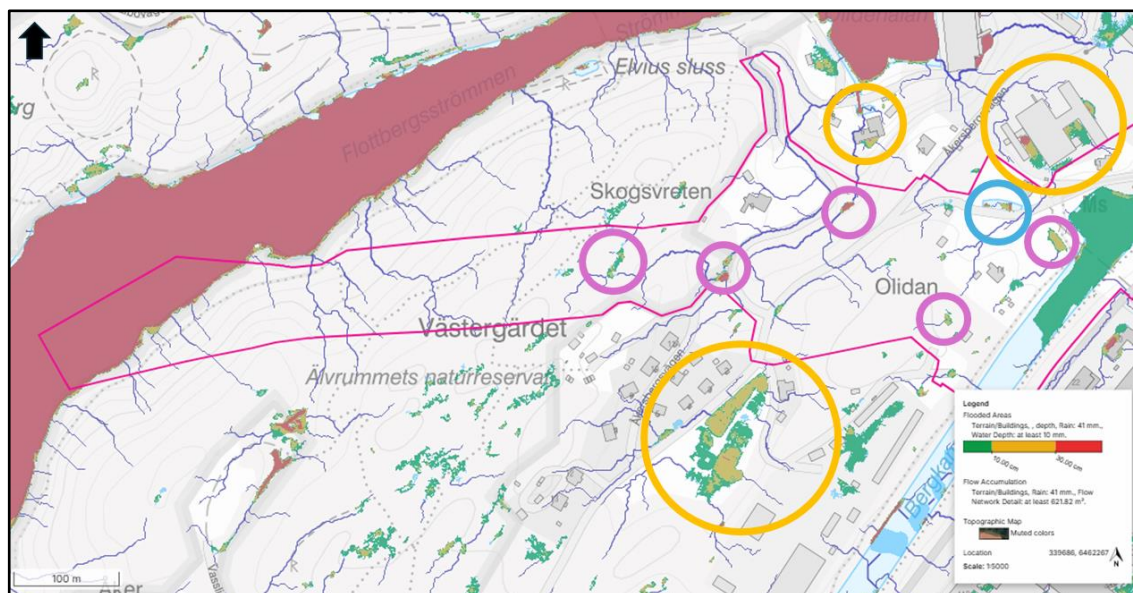


Figur 12. Översvämningsutbredning vid en nederbörds mängd på 41 mm, motsvarande ett 100-årsregn med klimatfaktor 1,4 och varaktighet 10 minuter. Maximalt vattendjup har delats in med intervallen <10 cm i grönt, 10–30 cm i gult och >30 cm i rött (Scalgo Live, 2024).

Det finns sex lågpunkter på Västergärdet lokaliserade inom planområdet. En av dem, markerad i blått i Figur 13, är ett öppet vattenmagasin som brukade vara kopplat till en forskningsstation för turbiner. De övriga fyra lågpunkterna, markerade i magenta, där vattendjupet vid skyfall överskrider 20 cm är i skogsområden.

Nedströms planområdet finns tre lågpunkter som är lokaliserade i anslutning till bebyggelse, markerade i orange i Figur 13. Enligt analys av befintlig situation

bedöms det finnas risk för stående vatten mot fasaderna (maximalt vattendjup >50 cm) för fastigheterna TROLLHÄTTAN OLIDAN 3:14 och TROLLHÄTTAN OLIDAN 5:28. Den största lågpunkten är lokaliserad vid koloniområdet bredvid fastigheter längs Åkersbergsvägen. Där kan vatten enligt analys bli stående i lågpunkten med djup upp till 65 cm.



Figur 13. Sex lågpunkter på Västergärdet inom planområdet (Scalگو Live, 2024).

3.5 Hydrologi och grundvatten

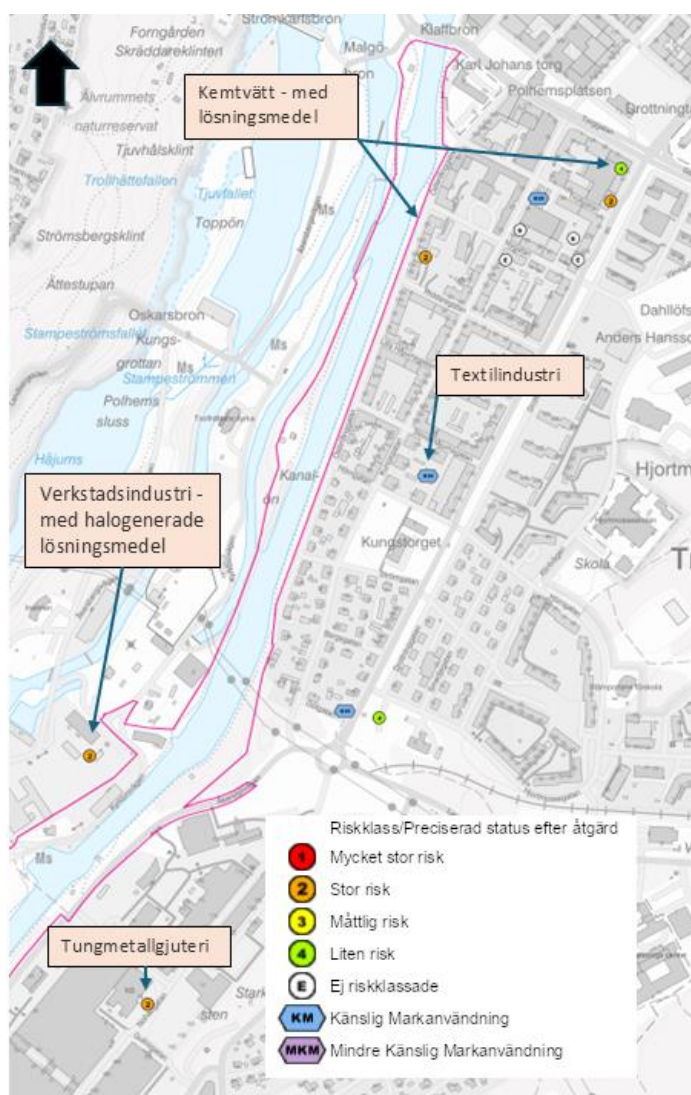
Enligt PM Nulägesbeskrivning hydrogeologi och bergteknik (2024) har mätningar av grundvattennivåer påbörjats, men några längre mätserier finns ännu inte. Uppmätta nivåer i jord i området mellan Västergärdet och Bergkanalen ligger generellt mellan +31 och +40. I berg är grundvattennivåerna ännu inte kända. Generellt kan dock följande översiktliga grundvattensituation bedömas föreligga. Grundvattennivåerna i jordlager och berg vid Västergärdet styrs till stor del av topografi och av nivån hos befintlig kanal, ca +39 i Bergkanalen och av nivån i Göta älv väster om Västergärdet, ca +7. Grundvattenflödet bedöms vara huvudsakligen riktat från höjdområdet vid Västergärdet mot Göta älv. Lokalt kan grundvattnets flödesriktning vara mot Bergkanalen från höjdområdet på västra sidan av kanalen mellan Olidebron och Åkerssjö. För Bergkanalen bedöms grundvattenflödet österifrån mellan Åkerssjö och Klaffbron vara riktat mot kanalen. På västra sidan är grundvattenflödet huvudsakligen riktat västerut där marken faller ner mot Göta älv. Det finns inga utpekade grundvattenmagasin eller grundvattenförekomster i området angivna i SGU:s kartvisare Grundvattenmagasin eller i VISS, Vatten-informationssystem Sverige. Det finns ingen allmän vattentäkt av grundvatten i området.

3.6 Markavvattningsföretag

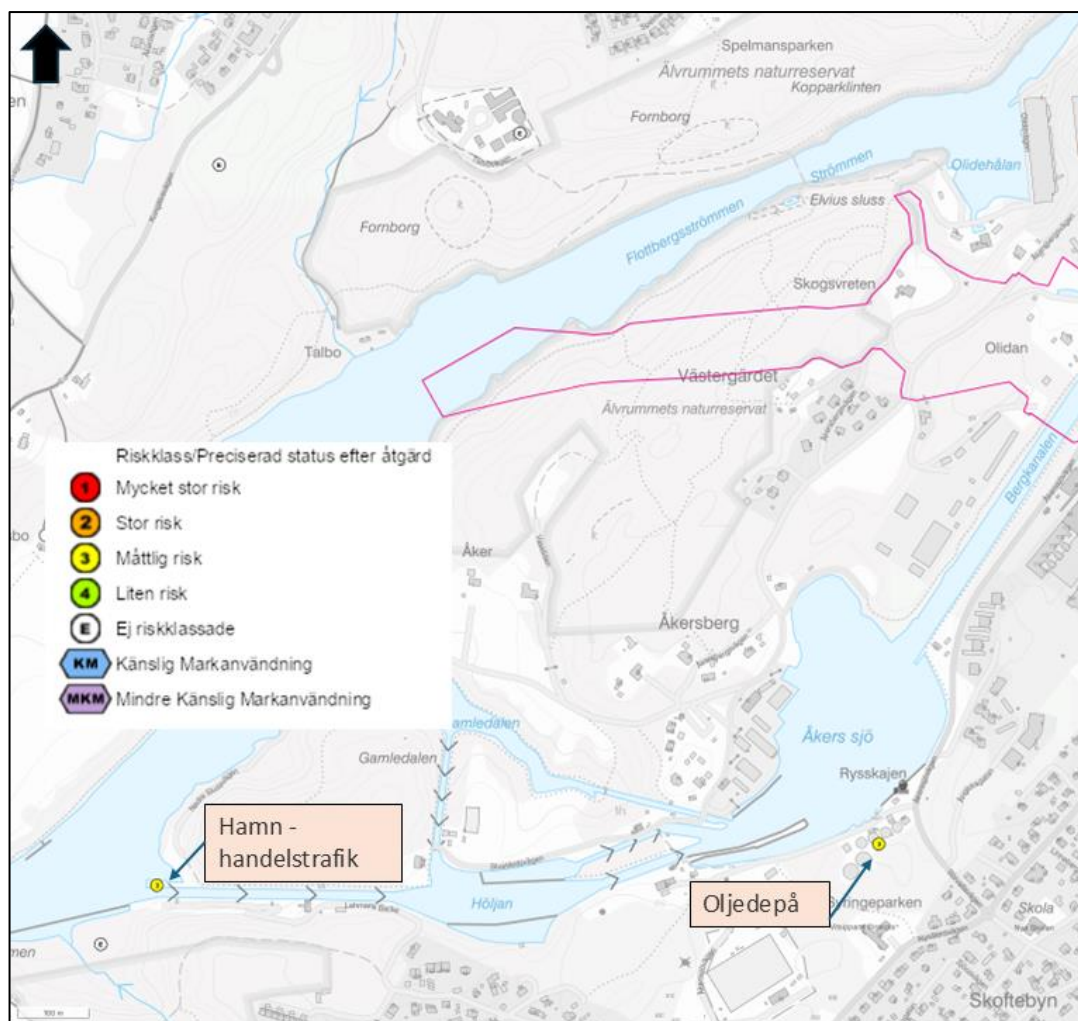
Det finns inga markavvattningsföretag inom eller i anslutning till planområdet som bedöms påverkas av planerad bebyggelse (Länsstyrelsen i Västra Götalands län, 2024).

3.7 Förorenad mark

Enligt Länsstyrelsens EBH-karta (Figur 14 och Figur 15) finns inga potentiellt förorenade områden inom planområdet (Länsstyrelsen i Västra Götalands län, 2024). Längs med det aktuella planområdet ligger ett flertal potentiellt förorenade områden. Se ”PM Historisk inventering förorenad mark” (WSP, 2025c) för en mer detaljerad beskrivning.



Figur 14. Potentiellt förorenade områden i planrådets nordöstra del (Länsstyrelsen i Västra Götalands län, 2024). Orange markering indikerar ”stor risk” och blå markering ”känslig markanvändning”.

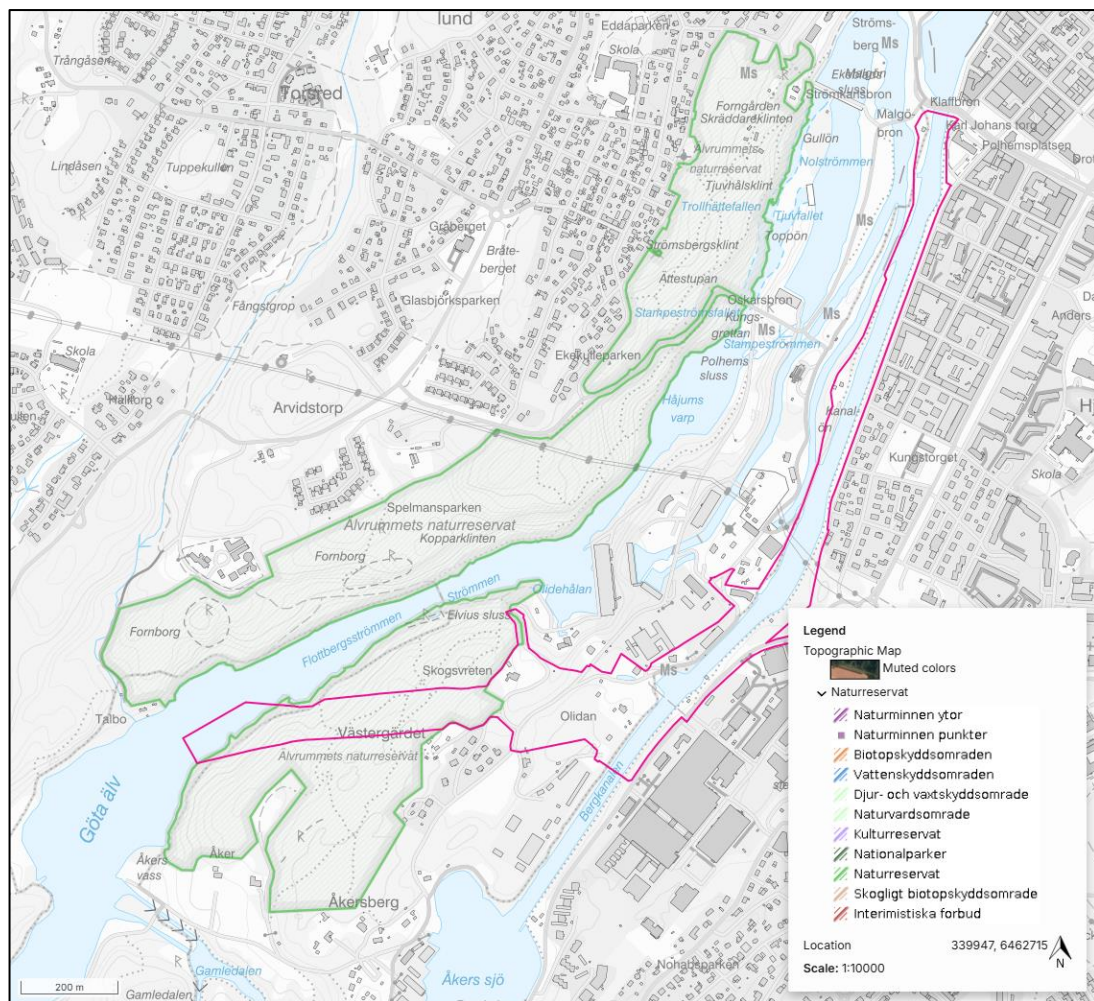


Figur 15. Potentiellt förorenade områden i planområdets sydvästra del (Länsstyrelsen i Västra Götalands län, 2024). Gul markering indikerar "måttlig risk".

3.8 Områdesskydd

3.8.1 Naturreservat

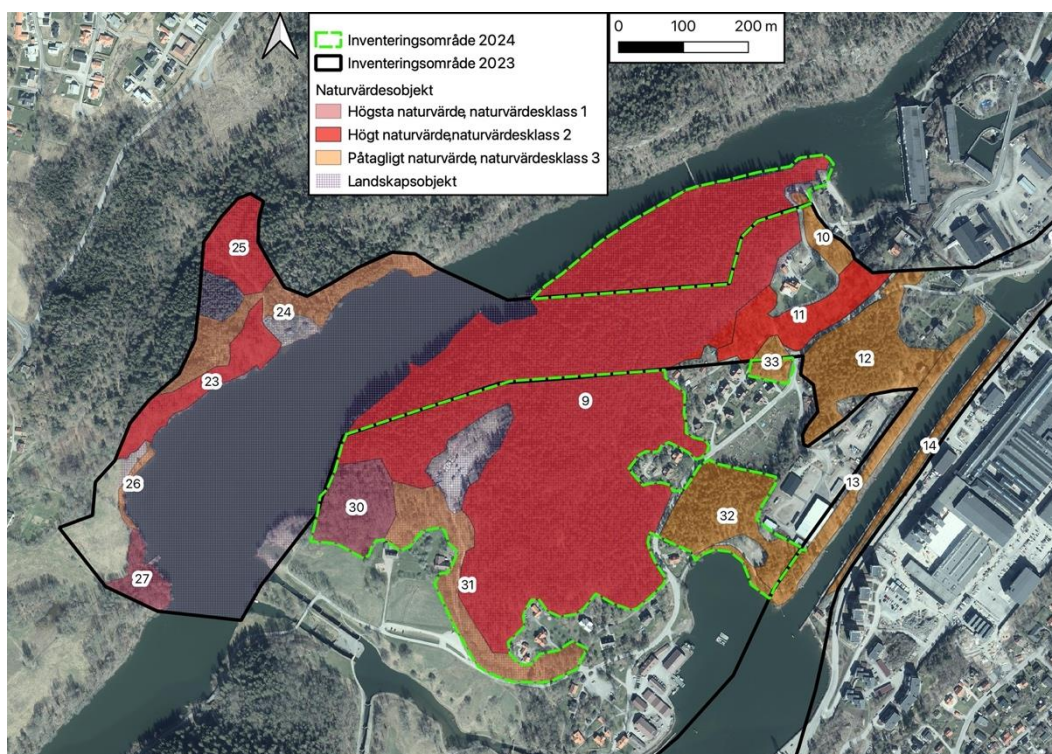
Planområdet sträcker sig genom området Älvrummet, som är av riksintresse för naturvård, kulturmiljövård och friluftsliv. Delar av området är skyddade som naturreservat (Figur 16). Syftet med naturreservatet är att bevara och utveckla värdefulla rasbranter och skogsmiljöer utmed Göta älv. Syftet är också se till att området kan fortsätta att användas för friluftsliv och naturmiljöstudier.



Figur 16. Den nya slussleden sträcker sig genom Älvrummets naturreservat. Grön linje visar naturreservatets gräns (Scalگو Live, 2024).

3.8.2 Naturvärdesobjekt

Större delen av planområdet utgörs av mark med högt naturvärde/naturvärdesklass 2 (Figur 17).



Figur 17. Naturvärdesobjekt inom och i anslutning till aktuellt planområde. Utsnitt ur NVI (Naturcentrum AB, 2024).

3.9 Befintliga ledningar

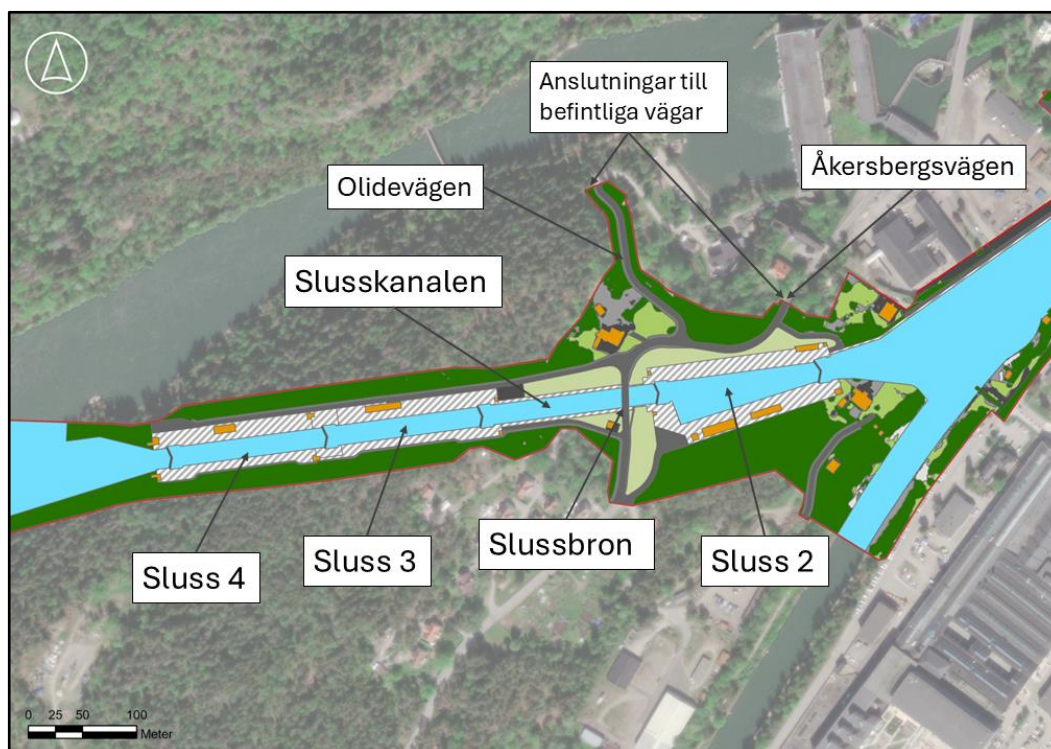
Inom planområdet finns en begränsad mängd dagvattenledningar. Endast kortare ledningssträckor vid bostadsområdet kring bostadsområdet ”Västergärdet”.

3.10 Observationer vid fältbesök

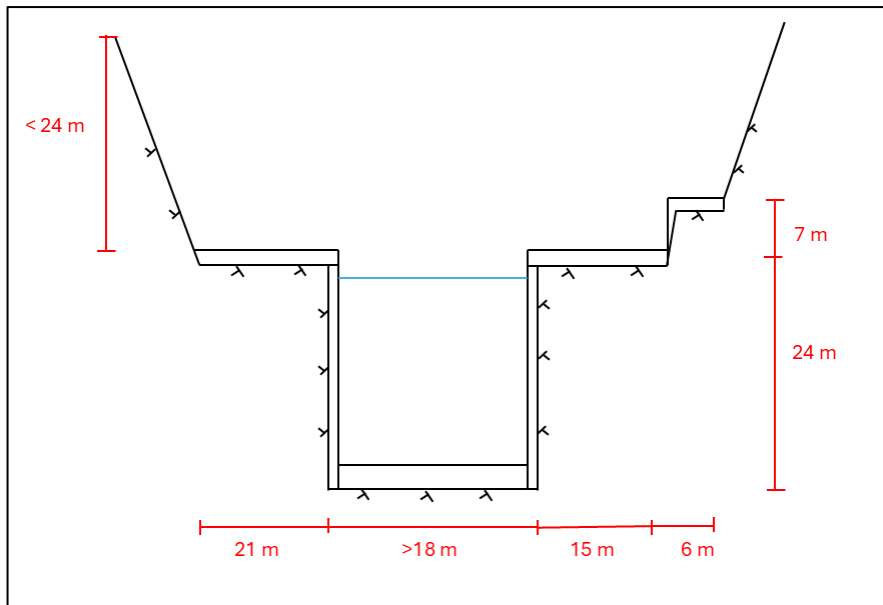
Fältbesök har inte genomförts.

4 Framtida förhållanden

Framtida exploatering innebär konstruktion av nya slussar genom Västergärdet. Slussarna sammankopplar Bergkanalen och Göta älv genom tre slussar varav en är en triangelsluss. En bro över Höljan sammankopplar Åkersbergsvägen. För tillgång till transportzoner på slussområdet planeras servicevägar som möjliggör fordons åtkomst till samtliga slussar (Figur 18). I Figur 19 presenteras ett schematiskt tvärsnitt av slussarna som illustrerar planerad utformning av slussområde och schaktning.

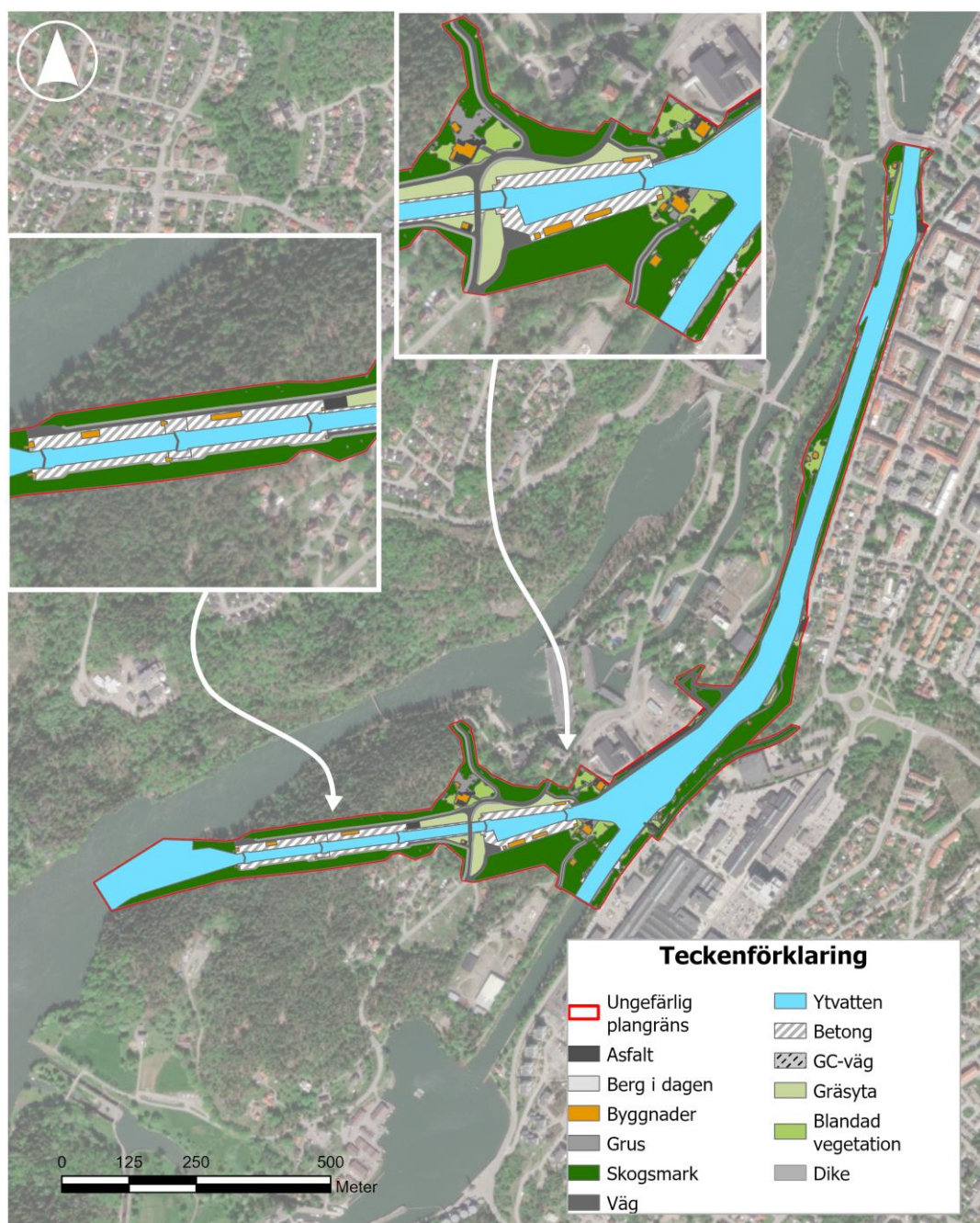


Figur 18. Preliminär framtida utformning av slussområdet.



Figur 19. Schematiskt tvärsnitt av planerade slussar sett från Bergkanalen mot Göta älv. Dimensioner är preliminära och ungefärliga.

Figur 20 redovisar framtida markanvändning inom planområdet. Framtida exploatering kommer fortsatt huvudsakligen bestå av skogsmark men med större andel hårdgjorda ytor. Befintliga vägar inom området kommer att utökas och ändra sin sträckning och anläggning av den nya slussleden medför tillkommande betongytor och byggnader. Vissa befintliga byggnader i området kommer omlokaliseras och Bergkanalen kommer bräddas längs några sträckor. Det planeras även för ny gångbana längs Bergkanalen. Markanvändningen utgår från 2D-modeller av projekterade anläggningar enligt projektets samordningsmodell (2025-03-01)



Figur 20. Planerad markanvändning inom planområdet.

5 Beräkningar

Flödes- och fördröjningsberäkningar har skett enligt Svenskt Vattens branchstandard.

5.1 Dimensionerande flöden

Dagvattenflöden för planområdet har beräknats för att utreda hur flöden påverkas av den förändring i markanvändning som exploateringen innebär. Trollhättans Stads dagvattenstrategi uppger att flödesberäkningar för planerad situation ska utföras med en klimatkfaktor på 1,4 för att ta hänsyn till klimatförändringar och en ökad nederbörd. Beräkning av dimensionerande dagvattenflöden beräknas med rationella metoden enligt Svenskt Vattens publikation P110 (2019) med följande formel:

$$Q = A \times i \times \phi \times k_f$$

Där Q = Dimensionerade flöde [l/s]

A = Avrinningsområdets area [ha]

i = Dimensionerade nederbördsintensitet [l/s, ha]

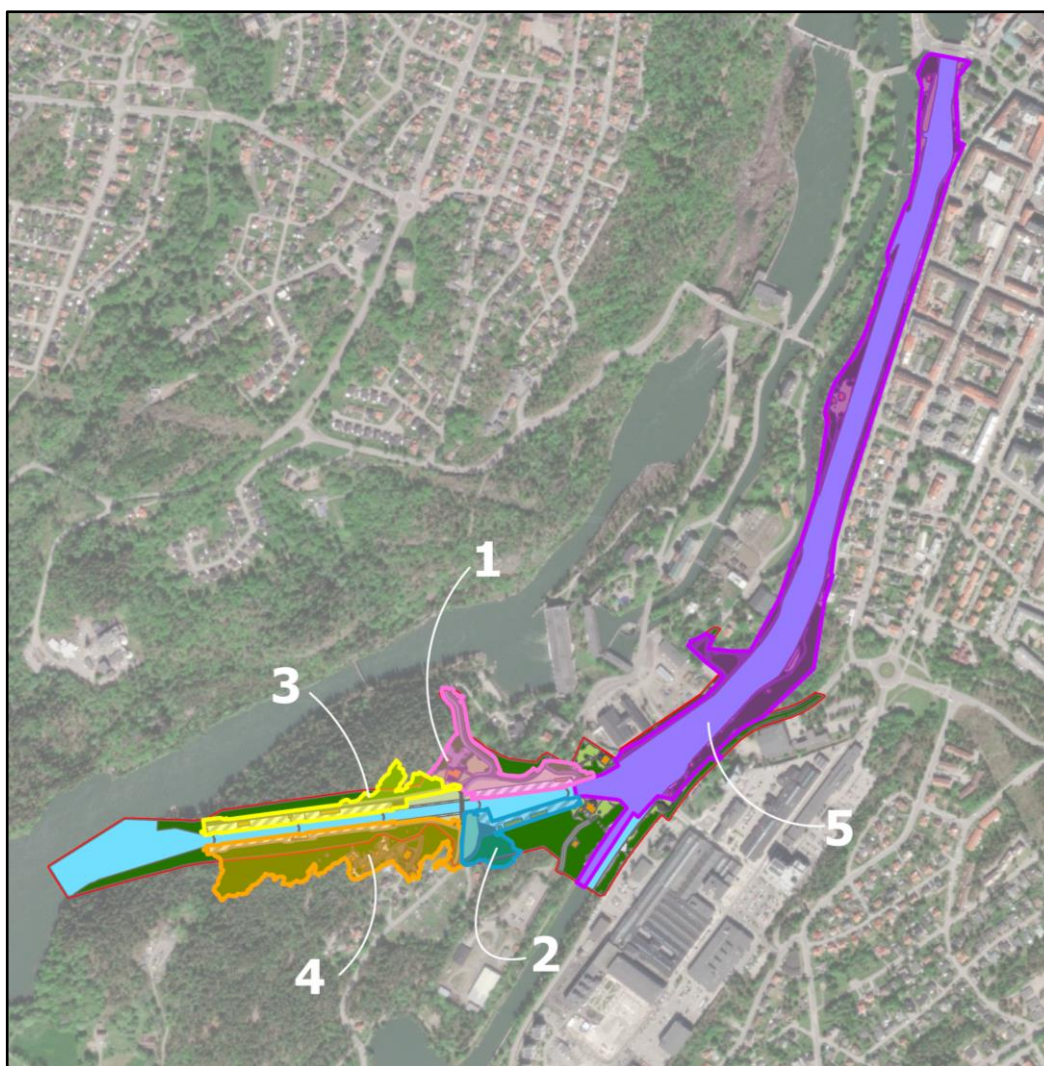
ϕ = avrinningskoefficient [-]

k_f = klimatkfaktor [-]

Avrinningskoefficienten anger hur stor del av regnet som faller på ytan som behöver tas om hand och den varierar mellan 0–1 där en mer genomsläpplig yta får en lägre avrinningskoefficient. Dagvattenflöden har beräknats för 2,- 10,- och 100-årsregn med klimatkfaktor på 1,4. Vid beräkning av mycket stora regn, till exempel 100-årsregn har en avrinningskoefficient på 1 antagits.

För beräkning av dimensionerande flöden har varaktigheten tillämpats utifrån bedömd rinntid. På grund av områdets storlek har planområdet delats upp i mindre delområden baserat på avrinningsområden, se Figur 21. Områden som avrinner in till planområdet har även inkluderats för lämplig dimensionering av dagvattenanläggningar. Rinntiden är den tid det tar för att hela området ska nå förbindelsepunkten och är därav även dimensionerad varaktighet. Enligt P110 (Svenskt Vatten, 2019) bör varaktigheten däremot inte vara mindre än 10 min.

Befintlig markanvändning har karterats med hjälp av data från Scalgo Live (2024), specifikt lagret ”Land Cover” som baseras på data från Lantmäteriet, Trafikverket, jordbruksverket och OpenSteetMap. Framtida markanvändning har karterats med hjälp av 2D-modeller av projekterade anläggningar enligt projektets samordningsmodell.



Figur 21. Delområde 1–5 inom planområdet.

Observera att avrinningskoefficient för ett 100-års flöde beräknas vara 1 eftersom vid en sådan kraftig regnhändelse minskar markens infiltrationsförmåga väsentligt jämfört med mindre intensiva regn. De redovisade avrinningskoefficienterna samt reducerade areorna avser därför bara parametrar för beräkning av 2-årsregn och 10-årsregn. För 100-årsregn är avrinningskoefficient 1 och reducerad area motsvarar då area. Att använda sig av avrinningskoefficient 1 för samtliga ytor vid 100-års regn kan anses som ett konservativt antagande eftersom grönytor kan ha lägre avrinningskoefficient än 1 även vid sänkt infiltrationsförmåga till följd av en sådan kraftig regnhändelse. Detta antagande leder därmed till en eventuell överskattning av beräknade 100-års flöden.

5.1.1 Delområde 1

Delområde 1 innefattar den nordliga delarna kring Sluss 2. I befintlig situation av flertalet byggnader, Åkersbergsvägen och Olidevägen samt skogsmark, se Figur 22. Den planerade exploateringen innebär förändringar av Åkersbergsvägen och Olidevägen som planeras kopplas samman med en bro över slussområdet samt servicevägen i Delområde 2, se Figur 23. Efter exploatering ökar samtliga studerade flöden (Tabell 5 och Tabell 6).



Figur 22. Befintlig markanvändning inom delområde 1.



Figur 23. Planerad markanvändning inom delområde 1.

Tabell 5. Befintlig markanvändning, area, avrinningskoefficient, reducerad area och flöden för 2-, 10,- och 100-årsregn.

Markanvändning	Area [ha]	ϕ^*	Red. area [ha]	Flöde [l/s] 2-år	Flöde [l/s] 10-år	Flöde [l/s] 100-år
Asfalt	0,07	0,85	0,06	8	14	35
Berg i dagen	0,00	0,75	0,00	0	0	0
Blandad vegetation	0,22	0,1	0,02	3	5	106
Byggnad	0,04	0,9	0,04	5	8	20
Grus	0,19	0,2	0,04	5	9	92
Skogsmark	0,77	0,6	0,46	62	106	379
Väg	0,25	0,85	0,21	28	48	120
Totalt	1,54	-	0,83	112	190	753

*För 100-årsregn är $\phi=1$

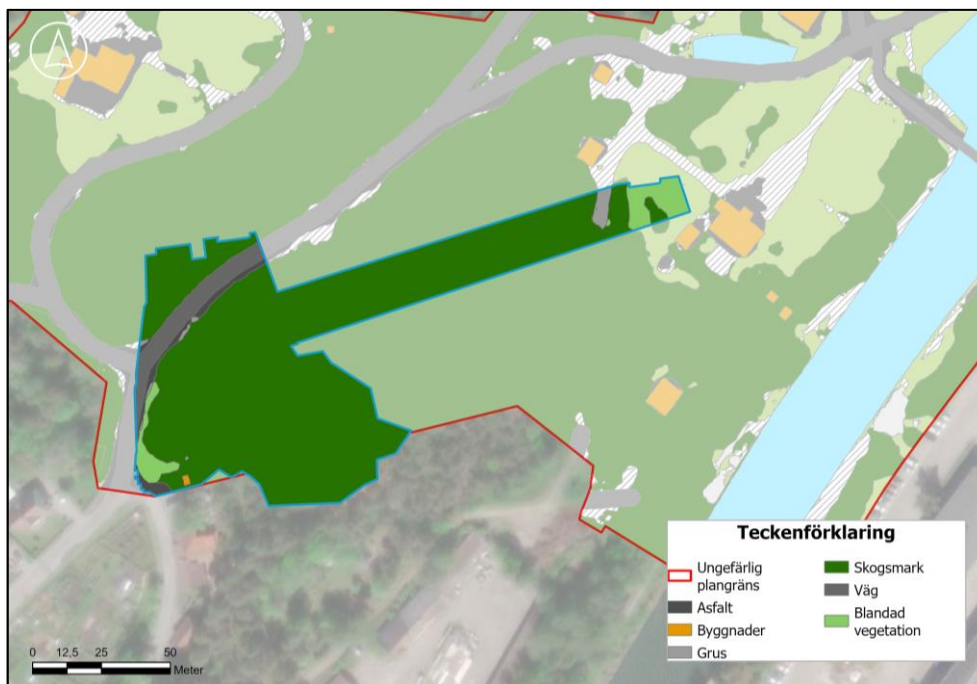
Tabell 6. Framtida markanvändning, area, avrinningskoefficient, reducerad area och flöden för 2-, 10,- och 100-årsregn.

Markanvändning	Area [ha]	ϕ^*	Red. area [ha]	Flöde [l/s] 2-år	Flöde [l/s] 10-år	Flöde [l/s] 100-år
Asfalt	0,04	0,85	0,04	7	11	29
Berg i dagen	0,00	0,75	0,00	0	0	0
Betong	0,24	0,8	0,20	37	63	168
Blandad vegetation	0,14	0,1	0,01	3	4	95
Byggnad	0,05	0,9	0,05	9	14	34
Grus	0,11	0,2	0,02	4	7	77
Skogsmark	0,42	0,6	0,25	48	81	289
Väg	0,26	0,85	0,22	42	71	179
Gräsyta	0,28	0,1	0,03	5	9	192
Totalt	1,55	-	0,82	153	261	1063

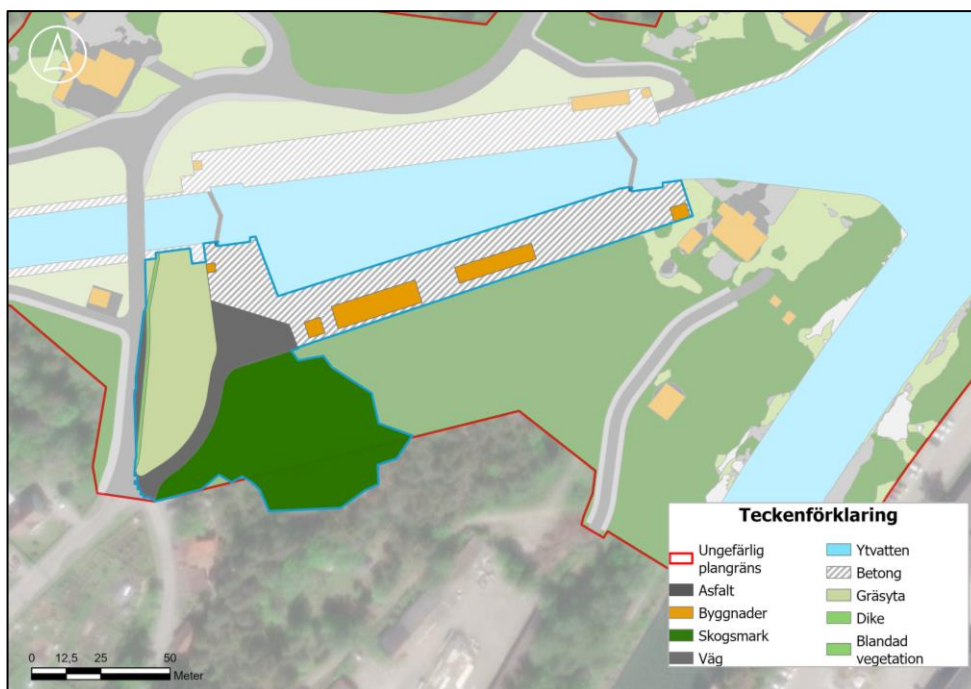
*För 100-årsregn är $\phi=1$

5.1.2 Delområde 2

I delområde 2 planeras den södra delen av Sluss 2, det vill säga triangelslussen. Framtida markanvändning kommer utgöras av betong och servicebyggnader (Figur 25). I befintlig situation utgörs området av skogsmark och väg (Figur 24). Efter exploatering ökar dagvattenflöden, resultat redovisas i Tabell 7 och Tabell 8.



Figur 24. Befintlig markanvändning inom delområde 2.



Figur 25. Planerad markanvändning inom delområde 2.

Tabell 7. Befintlig markanvändning, area, avrinningskoefficient, reducerad area och flöden för 2-, 10,- och 100-årsregn.

Markanvändning	Area [ha]	ϕ^*	Red. area [ha]	Flöde [l/s] 2-år	Flöde [l/s] 10-år	Flöde [l/s] 100-år
Asfalt	0,02	0,85	0,02	2	4	9
Blandad vegetation	0,04	0,1	0,00	1	1	21
Byggnad	0,00	0,9	0,00	0	0	0
Grus	0,01	0,2	0,00	0	0	5
Skogsmark	0,79	0,6	0,47	63	108	385
Väg	0,05	0,85	0,04	5	9	22
Totalt	0,90	-	0,53	72	122	442

*För 100-årsregn är $\phi=1$

Tabell 8. Framtida markanvändning, area, avrinningskoefficient, reducerad area och flöden för 2-, 10,- och 100-årsregn.

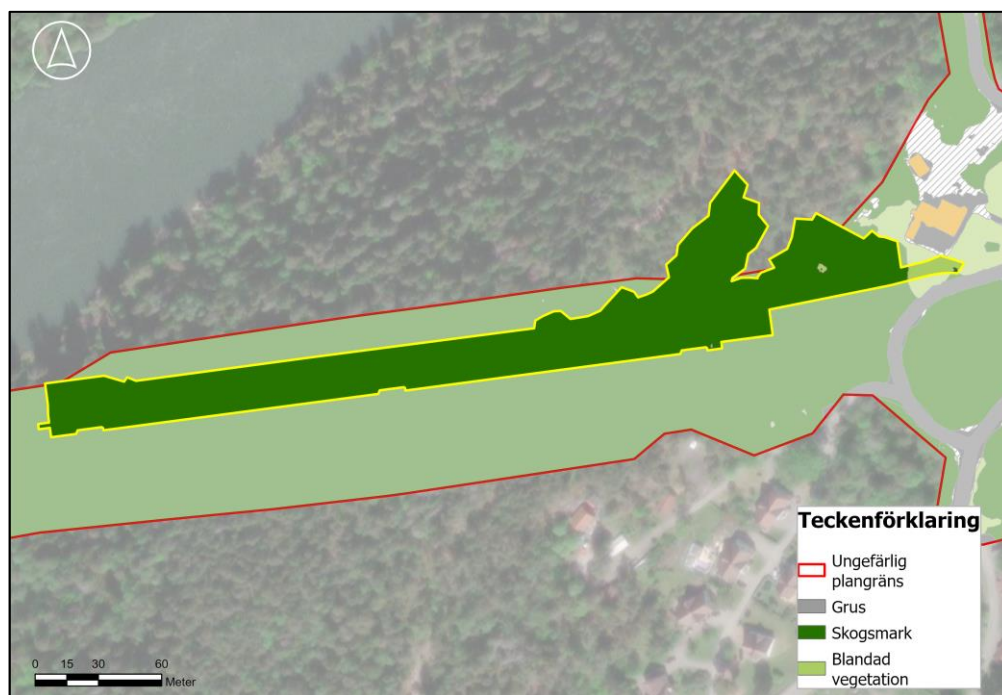
Markanvändning	Area [ha]	ϕ^*	Red. area [ha]	Flöde [l/s] 2-år	Flöde [l/s] 10-år	Flöde [l/s] 100-år
Betong	0,28	0,8	0,00	42	71	191
Blandad vegetation	0,00	0,1	0,22	0	0	0
Byggnad	0,05	0,9	0,05	9	15	36
Gräsyta	0,18	0,1	0,05	3	6	124
Skogsmark	0,31	0,6	0,02	35	59	212
Väg	0,09	0,85	0,19	14	25	62
Totalt	0,91	-	0,55	103	176	624

*För 100-årsregn är $\phi=1$

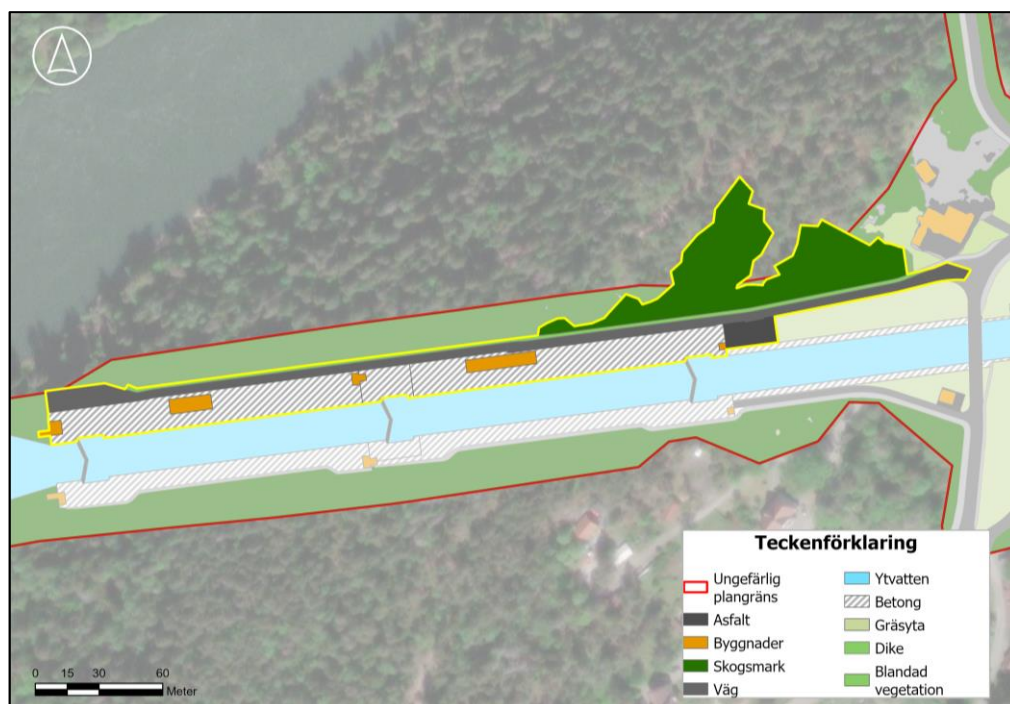
** För ytvatten har avrinningskoefficient o använts. Nederbörd som faller på denna yta kommer i detta fall inte skapa någon ytlig avrinning över mark utan flöda vidare direkt till recipienten Göta älv.

5.1.3 Delområde 3

Delområde 3 innefattar den nordliga delarna kring Sluss 3 och 4 samt en serviceväg som sträcker sig till Åkersbergsvägen i öst (Figur 27). Det befintliga området består främst av skogsmark samt en mindre sträcka väg (Figur 26). Efter exploatering ökar dagvattenflöden, se Tabell 9 och Tabell 10.



Figur 26. Befintlig markanvändning inom delområde 3.



Figur 27. Planerad markanvändning inom delområde 3.

Tabell 9. Befintlig markanvändning, area, avrinningskoefficient, reducerad area och flöden för 2-, 10,- och 100-årsregn.

Markanvändning	Area [ha]	ϕ^*	Red. area [ha]	Flöde [l/s] 2-år	Flöde [l/s] 10-år	Flöde [l/s] 100-år
Blandad vegetation	0,02	0,1	0,00	0	0	1
Skogsmark	1,17	0,6	0,70	94	160	570
Totalt	1,19	-	0,70	94	160	580

*För 100-årsregn är $\phi=1$

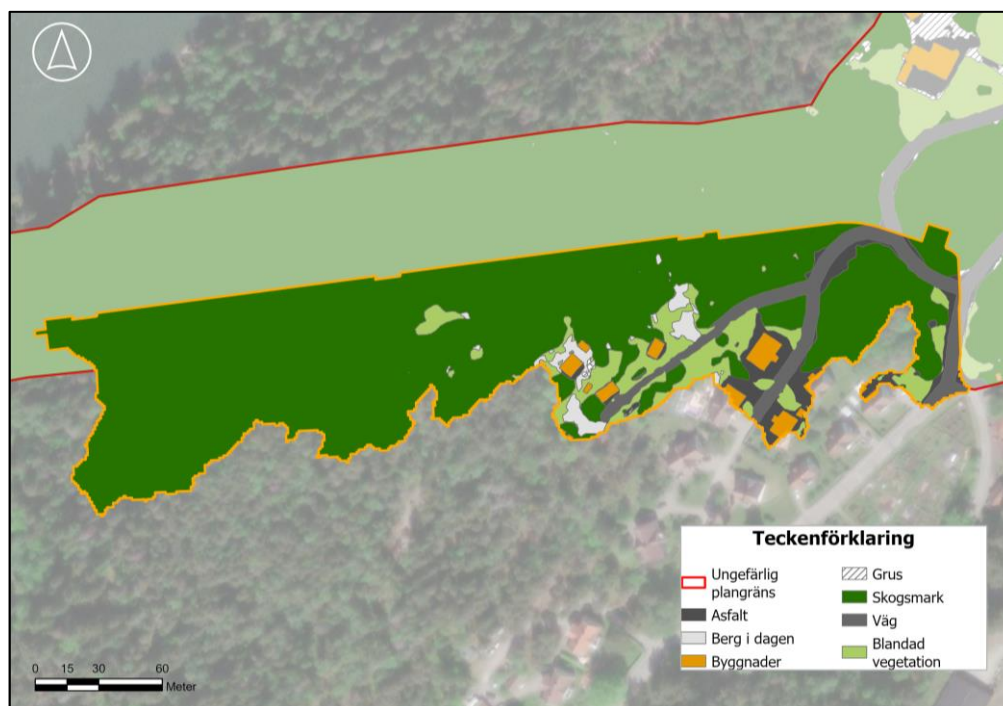
Tabell 10. Framtida markanvändning, area, avrinningskoefficient, reducerad area och flöden för 2-, 10,- och 100-årsregn.

Markanvändning	Area [ha]	ϕ^*	Red. area [ha]	Flöde [l/s] 2-år	Flöde [l/s] 10-år	Flöde [l/s] 100-år
Asfalt	0,03	0,85	0,03	5	8	20
Betong	0,45	0,8	0,36	67	114	305
Blandad vegetation	0,00	0,1	0,00	0	0	0
Byggnad	0,04	0,9	0,04	7	12	30
Gräsyta	0,07	0,1	0,01	1	2	46
Skogsmark	0,39	0,6	0,23	44	74	266
Väg	0,21	0,85	0,18	34	57	144
Totalt	1,19	-	0,84	158	268	812

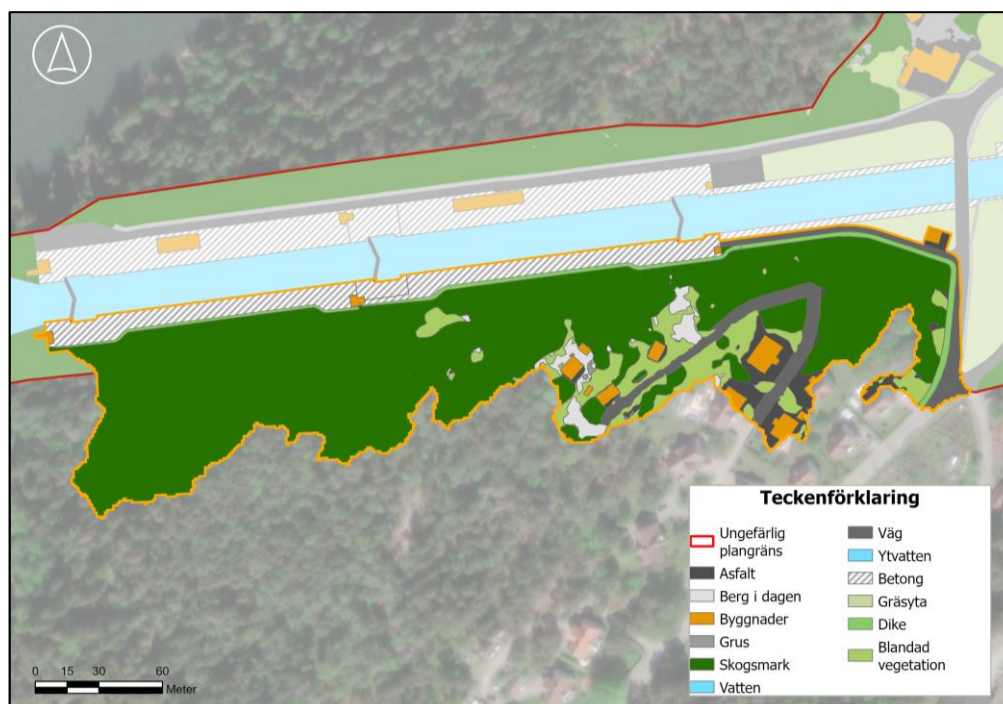
*För 100-årsregn är $\phi=1$

5.1.4 Delområde 4

Delområde 4 utgörs av den södra delen av Sluss 4 som planeras innehålla betongytor och en byggnad, se Figur 29. I befintlig situation består området endast av skogsmark (Figur 28). Den planerade exploateringen leder till ökade dagvattenflöden (Tabell 11 och Tabell 12).



Figur 28. Befintlig markanvändning inom delområde 4.



Figur 29. Planerad markanvändning inom delområde 4.

Tabell 11. Befintlig markanvändning, area, avrinningskoefficient, reducerad area och flöden för 2-, 10,- och 100-årsregn.

Markanvändning	Area [ha]	ϕ^*	Red. area [ha]	Flöde [l/s] 2-år	Flöde [l/s] 10-år	Flöde [l/s] 100-år
Skogsmark	0,337	0,1	0,034	4,5	7,7	165,0
Totalt	0,337		0,034	4,5	7,7	165,0

*För 100-årsregn är $\phi=1$

Tabell 12. Framtida markanvändning, area, avrinningskoefficient, reducerad area och flöden för 2-, 10,- och 100-årsregn.

Markanvändning	Area [ha]	ϕ^*	Red. area [ha]	Flöde [l/s] 2-år	Flöde [l/s] 10-år	Flöde [l/s] 100-år
Takyta	0,002	0,9	0,001	0,3	0,5	1,1
Betong	0,207	0,85	0,176	33,1	56,2	141,8
Ytvatten**	0,123	0	0,000	0,0	0,0	0,0
Skogsmark	0,006	0,1	0,001	0,1	0,2	3,8
Totalt	0,337		0,178	33,5	56,9	146,7

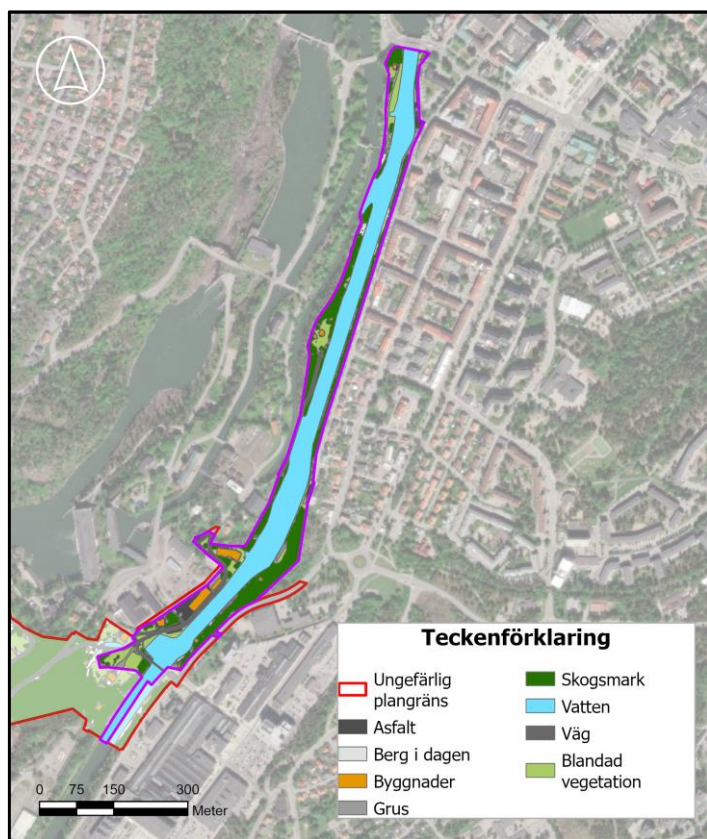
*För 100-årsregn är $\phi=1$

** För ytvatten har avrinningskoefficient 0 använts. Nederbörd som faller på denna yta kommer i detta fall inte skapa någon ytlig avrinning över mark utan flöda vidare direkt till recipienten Göta älv.

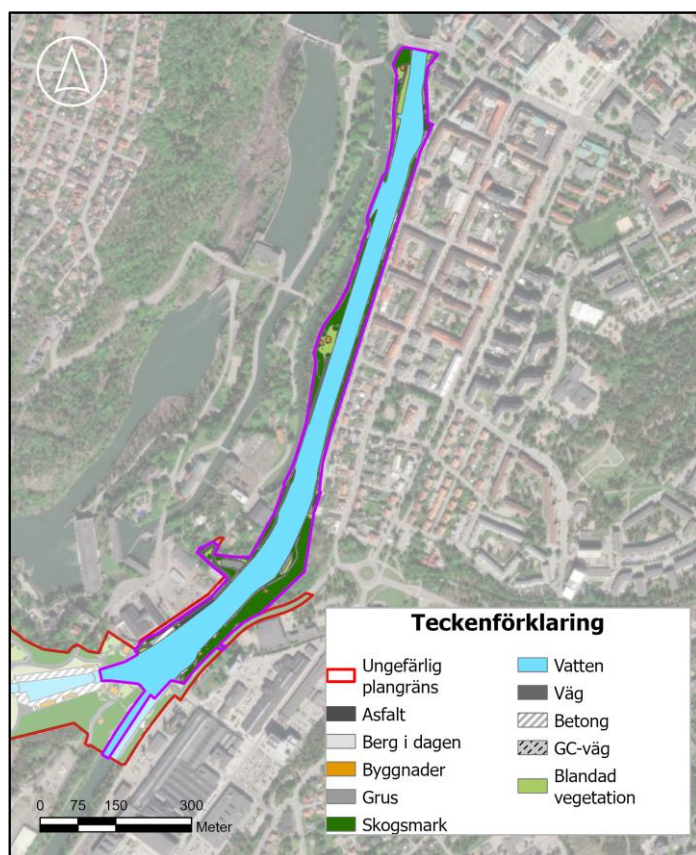
5.1.5 Delområde 5

I Delområde 5 planeras en bräddning av Bergkanalen, konstruktion av en ny gångbana längs kanalens västra sida, stödkonstruktioner för infart till slussarna samt omlokalisering av några byggnader. Den minskade hårdgjorda ytan och bräddning av kanalen leder till att dagvattenflödet från området minskar för det dimensionerande 2- och 10-årsregnet. Befintlig och planerad markanvändning presenteras i Figur 30 och Figur 31 och beräknade flöden i Tabell 13 och Tabell 14).

100-årsregnet ökar på grund av klimatfaktorn. Diskussion och presentation av föreslagen skyfallshantering presenteras i Kapitel 8.



Figur 30. Befintlig markanvändning inom delområde 5.



Figur 31. Planerad markanvändning inom delområde 5.

Tabell 13. Befintlig markanvändning, area, avrinningskoefficient, reducerad area och flöden för 2-, 10,- och 100-årsregn.

Markanvändning	Area [ha]	ϕ^*	Red. area [ha]	Flöde [l/s] 2-år	Flöde [l/s] 10-år	Flöde [l/s] 100-år
Väg 1 (asfalterad)	0,852	0,85	0,724	97,2	165,1	416,6
Bergsyta	0,137	0,75	0,103	13,8	23,5	67,1
Blandat grönområde	0,879	0,1	0,088	11,8	20,0	429,8
Takyta	0,232	0,9	0,209	28,0	47,6	113,5
Grusyta	0,479	0,4	0,192	25,7	43,7	234,4
Skogsmark	3,089	0,1***	0,309	41,4	70,4	1509,7
Ytvatten**	5,451	0	0,000	0,0	0,0	0,0
Totalt	11,120		1,625	218,0	370,4	2771,1

*För 100-årsregn är $\phi=1$

** För ytvatten har avrinningskoefficient 0 använts. Nederbörd som faller på denna yta kommer i detta fall inte skapa någon ytlig avrinning över mark utan flöda vidare direkt till recipienten Göta älv.

***För skogsmark har detta delområde en lägre avrinningskoefficient på grund av den lägre terränglutningen.

Tabell 14. Framtida markanvändning, area, avrinningskoefficient, reducerad area och flöden för 2-, 10,- och 100-årsregn

Markanvändning	Area [ha]	ϕ^*	Red. area [ha]	Flöde [l/s] 2-år	Flöde [l/s] 10-år	Flöde [l/s] 100-år
Väg (asfalterad)	0,468	0,85	0,398	74,8	127,0	320,5
Bergsyta	0,104	0,75	0,078	14,7	25,0	71,5
Betongplatta	0,056	0,85	0,048	9,0	15,3	38,7
Blandat grönområde	0,436	0,1	0,044	8,2	13,9	298,6
Takyta	0,033	0,9	0,030	5,6	9,6	22,8
Gång & cykelväg	0,264	0,6	0,211	29,7	50,5	180,5
Grusyta	0,383	0,4	0,153	28,7	48,8	261,8
Skogsmark	2,401	0,1***	0,240	45,1	76,6	1643,3
Ytvatten**	6,974	0	0,000	0,0	0,0	0,0
Summa	11,120		1,202	215,9	366,8	2837,7

*För 100-årsregn är $\phi=1$

** För ytvatten har avrinningskoefficient 0 använts. Nederbörd som faller på denna yta kommer i detta fall inte skapa någon ytlig avrinning över mark utan flöda vidare direkt till recipienten Göta älv.

***För skogsmark har detta delområde en lägre avrinningskoefficient på grund av den lägre terränglutningen.

5.2 Fördröjningsvolymer

För att säkerställa att dagvattenflödet från planområdet inte ökar och därmed överbelastar recipient eller skapar översvämningssproblem inom eller nedströms planområdet behöver dagvattnet fördröjas. Fördröjningsberäkningar har utförts enligt Svenskt Vattens Publikation P110 (2019).

Enligt Svenskt Vattens Publikation P110 (2019) baseras beräkningarna på rationella metoden samt intensitets-varaktighetsdiagram enligt Dahlström (2010). Magasinsbehovet har beräknats utifrån att ett framtida 10-årsregn inklusive klimatfaktor på 1,4 ska fördröjas till ett befintligt 10-årsregn. Beräknade fördröjningsvolymer presenteras för respektive delområde i Tabell 15. Delområde 5 har uteslutits eftersom de framtida flödena minskar i jämförelse med befintlig situation och därför inte kräver någon fördröjande åtgärd.

Tabell 15. Fördröjningsvolym som behövs inom respektive delområde för att fördröja ett framtida 10-årsregn till ett befintligt 10-årsregn.

Delområde	Fördröjningsvolym [m ³]
Delområde 1	43
Delområde 2	32
Delområde 3	63
Delområde 4	104
Totalt	242

5.3 Föroreningsinnehåll

Föroreningsberäkningar har utförts med dagvatten- och recipientmodellen StormTac 2024. För att uppskatta mängden och halten föroreningar som kommer från planområdet används schablonhalter för specifika typer av markanvändning. Dessa föroreningshalter tillsammans med avrinningskoefficienter och areor för de olika typerna av markanvändning samt den årliga nederbörden för området ger mängden föroreningar som området genererar i genomsnitt på ett år. Modellen tar hänsyn till dagvatten och schablonmässigt basflöde (inläckande grundvatten). Värden erhållna från de använda schablonerna bör ses som en uppskattning av föroreningssituationen i området, snarare än exakta värden. En årsnederbörd på 917 mm för befintlig situation har använts vilket är en korrigerad årsmedelnederbörd. Korrektionsfaktorn har angivits till 1,06 vilket baseras på referensnormalvärden för Uddevalla samt den uppmätta nederbördsvolymen för Trollhättan på 865,4 mm. För framtida årsnederbörd har 1033 mm använts baserat på uppskattad årsnederbörd under årt 2071–2100 vid utsläppsscenario RCP 8,5, se vidare beskrivning i PM Klimatanpassning.

Samma markanvändning som redovisas för flödesberäkningarna ovan har använts även för föroreningsberäkningarna, se avsnitt 5.1.1-**Fel! Hittar inte referensälla..** En justering har dock gjorts för att inkludera den trafik som tillkommer i transportszonen på betongytorna. Vid föroreningsberäkningar har därför 10 % av betongytor i delområdena 1,2,5 och 7 beräknats som "Väg". För delområde 4 har inte detta gjorts eftersom det inte finns någon serviceväg till den södra betongytan vid Sluss 4. För vägar har trafikintensitet specificerats för två typer av vägar. Åkersbergsvägen, Slussbron och Olidevägen har angetts med ÅDT 1,4 som motsvarar 1400 fordon/dygn. För servicevägar har minimal ÅDT angivits i StormTac vilket motsvarar mindre ungefär 100 fordon/dygn. Tabell 16 och Tabell 17 redovisar föroreningskoncentrationer och föroreningsmängder för befintlig markanvändning, planerad markanvändning utan reningsåtgärder samt beräknad förändring.

Tabell 16. Föroreningskoncentrationer [$\mu\text{g/l}$] för befintlig markanvändning samt planerad markanvändning utan reningsåtgärder. Röda siffror markerar en försämring av föroreningssituationen, gröna siffror en förbättring

Föroreningskoncentrationer [$\mu\text{g/l}$]					
Ämne	Befintlig markanv-ändring	Planerad markanv-ändring	Riktvärde Göteborgs Stad	Förändring utan rening	Förändring utan rening
P	41	44	50	3	7%
N	800	880	1 250	80	10%
Pb	3,3	2,7	28	-0,6	-18%
Cu	8,9	8,1	10	-0,8	-9%
Zn	23	18	30	-5	-22%
Cd	0,17	0,14	0,9	-0,03	-18%
Cr	4	3,2	7	-0,8	-20%
Ni	3,3	2,5	68	-0,8	-24%
Hg	0,02	0,02	0,07	0	0%
SS	21 000	15 000	25 000	-6000	-29%
Olja	250	220	1 000	-30	-12%

Tabell 17. Föroreningsmängder (kg/år) för befintlig markanvändning samt planerad markanvändning utan reningsåtgärder. Röda siffror markerar en försämring av föroreningsituationen, gröna siffror en förbättring

Föroreningsmängder [kg/år]				
Ämne	Befintlig markanvändning	Planerad markanvändning	Förändring utan rening	Förändring utan rening
P	3,5	3,9	0,4	11%
N	69	78	9	13%
Pb	0,28	0,24	-0,04	-14%
Cu	0,77	0,72	-0,05	-6%
Zn	2	1,6	-0,4	-20%
Cd	0,014	0,012	-0,002	-14%
Cr	0,35	0,28	-0,07	-20%
Ni	0,28	0,22	-0,06	-21%
Hg	0,0017	0,0018	0,0001	6%
SS	1 800	1 300	-500	-28%
Olja	22	19	-3	-14%

Av resultat redovisade i Tabell 16 och Tabell 17. framgår att utan reningsåtgärder ökar föroreningsbelastningen till följd av exploateringen för fosfor (P), kväve (N) och kvicksilver (Hg). Orsakerna kan anses vara en större andel av hårdgjorda ytor, fler ytor avsedda för trafik med mera. Däremot är det värt att poängtera att även utan några reningsåtgärder efter exploatering håller sig de beräknade föroreningskoncentrationerna under Göteborgs stads riktvärden för samtliga studerade ämnen utom fosfor (P).

6 Förslag till dagvattenhantering

I detta kapitel presenteras övergripande principer vid dagvattenhantering, generella beskrivningar av utvalda anläggningstyper, systemlösning för hela planområdet samt specifika åtgärder inom respektive delområde presenterade i Kapitel 5.

6.1 Övergripande principer och anläggningstyper

Grundprinciperna för att säkerställa en långsiktig hållbar dagvattenhantering är att:

1. Byggnader ska placeras på höjdparter och grönytor i lågstråk.
2. Dagvattenflöden ska begränsas genom i första hand att undvika onödiga hårdgjorda ytor, och i andra hand genom infiltration och fördröjning.
3. Dagvattnets föroreningsbelastning ska begränsas genom naturlig rening på väg till recipient.

Beroende på vilken typ av anläggning som används för att omhänderta dagvatten inom området, skiljer sig faktorer som exempelvis reningseffekt, anläggningsteknik och ekonomi de olika anläggningarna emellan. En övergripande jämförelse av anläggningarna avseende reningseffekt, ytbehov, fördröjningskapacitet redovisas i Figur 32.

Anläggningstyp	Reningseffekt	Ytbehov	Fördröjning	Grönska
Genomsläpplig beläggning			Ja	
Makadamdike			Ja	
Nedsänkta växtbäddar			Ja	
Skelettjord (vanlig/luftig)			Ja	
Svackdike			Ja	
Vegetationsklädda tak		-	Ja	
Översilningsytor		D	Ja	

Teckenförklaring		Gradering av reningsförmåga		Ytbehov	
Partikelstorlek					
	Grova partiklar (> 1mm)		Hög		Försumbart
	Fina partiklar (1,5 µm – 1 mm)		Medel		2-10 % avrinningsyta
	Kolloider (< 1,5 µm) och lösta föroreningar (< 0,45 µm)		Låg		> 10 % avrinningsyta
					Ej relevant
					D Beror på dimensionering

Figur 32. Översiktlig jämförelse av olika anläggningstyper (Stockholm Vatten och Avfall, 2023).

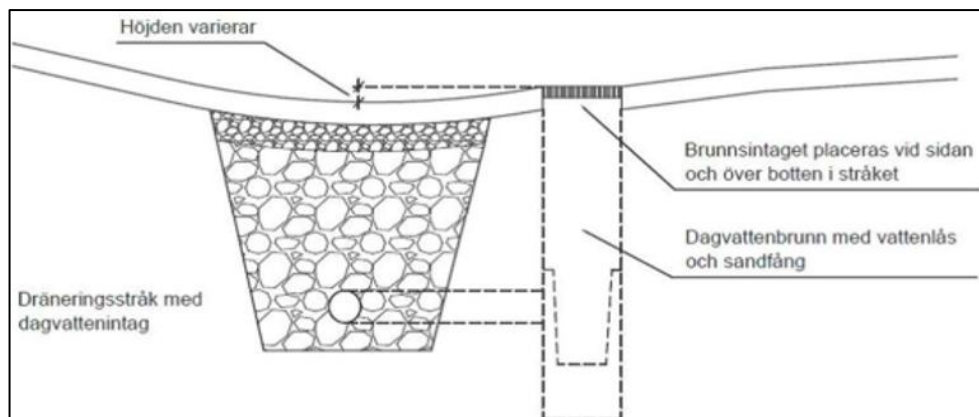
6.1.1 Makadamdiken och svackdiken

Diken kan utföras som öppna eller makadamfyllda. Ett öppet dike har större kapacitet men kräver att släntlutningen anpassas så att diket kan underhållas. Släntlutning och utformning är även viktigt av säkerhetsskäl.

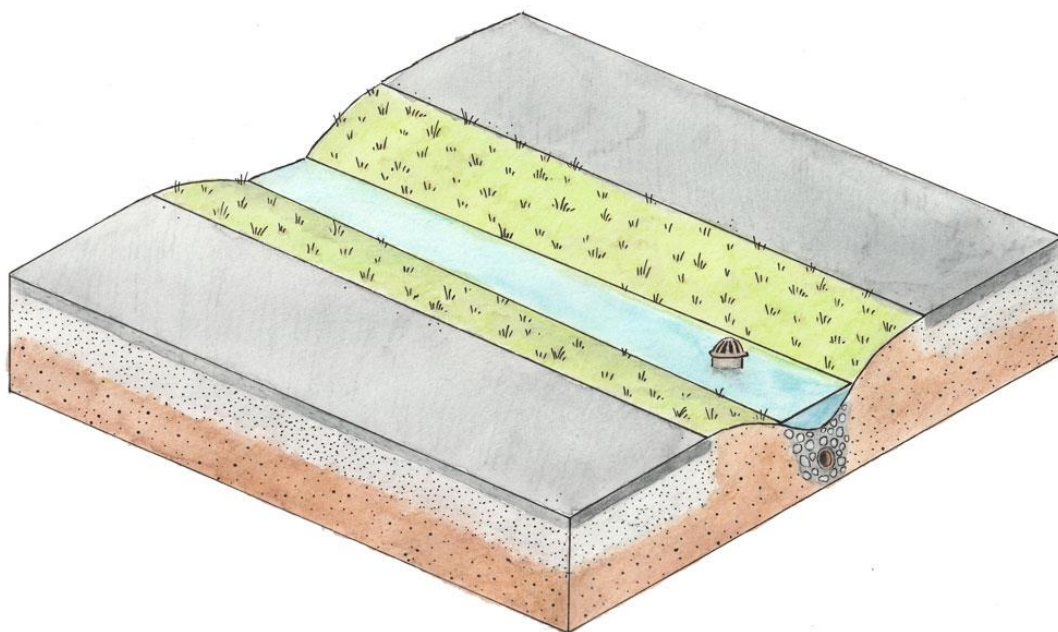
Svackdiken är gräsklädda diken med relativt svag släntlutning. Rening i svackdiken sker genom sedimentering och absorption via översilning av den gräsklädda ytan (Göteborgs stad, 2022). Dessutom sker viss rening av tungmetaller vid infiltration genom marken och svackdiken bidrar även med oljeavskiljning (Halmstad kommun, 2022). När det gäller underhåll kan nämnas att ett gräsdike behöver klippas regelbundet för att kapaciteten ska kunna bibehållas. Det är dock en fördel om gräset är något högre än en klippt gräsmatta eftersom mer fastläggning av partiklar då sker samt att avrinningen blir trögare. En släntlutning på 1:3 eller flackare är att föredra för öppna diken, detta beror även på hur djupt diket är. För anläggningen av gräsklädda ytan rekommenderas vegetation på rulle eller erosionsskydd tills vegetationen etablerar sig (Göteborgs stad, 2022). Svackdiken kan också fungera som skyfallsstråk vid större regn samt som snöupplag

I ett makadamfyllt dike kan en dräneringsledning läggas i botten för att säkerställa att diket töms mellan regntillfällena. Kapaciteten i ett makadamdike uppgår till ungefär 30 % av fyllningsvolymen eftersom vattenvolymen utgörs av hålrummen i makadamfyllningen. Ovanpå diket kan gräsytor anläggas om genomsläpplig matjord används. Diket kan även förses med brunnsintag vid sidan och högre än dikesbotten. Brunnen fungerar då som bräddintag när diket går fullt. Principskiss för detta syns i Figur 33. Makadamen kläs med geotextil för att inte den dränerande förmågan i krossmaterialet ska minska. Efter ett trettital år kan dock delar av makadamlagret behöva grävas om eftersom den hydrauliska förmågan avtar gradvis.

Rening i makadamdiken sker huvudsakligen genom sedimentation i botten. Avskilda partiklar fyller allt eftersom hålrummen i makadammet. Detta ställer dock krav för regelbunden drift så att diketets kapacitet inte fylls av sedimenterade partiklarna. I samma syfte behöver ogräset, som har lätt att etablera sig i makadamdiken, tas hand om så att dess rötter inte minskar diketets kapacitet i hålrummen, precis som allt annat eventuellt skräp såsom bortblåsta löv. Precis som svackdiken kan även makadamdiken fungera som skyfallsstråk (Halmstad kommun, 2022).



Figur 33. Principskiss för makadamdike (Svenskt Vatten P105, 2011).



Figur 34. Svackdike (VA-guiden, 2024)

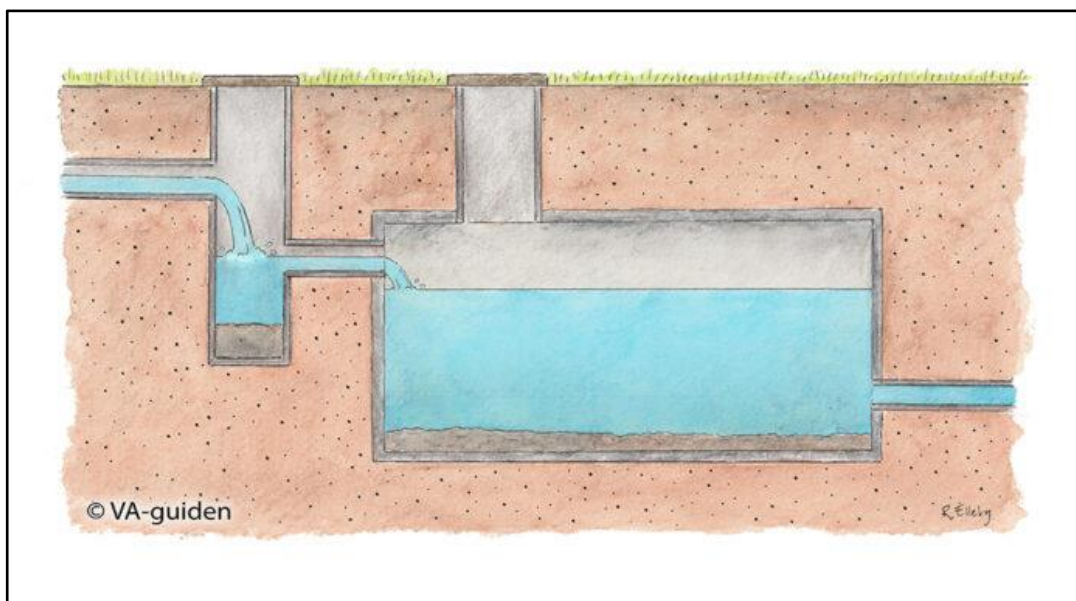
6.1.2 Filterbrunn

Filterbrunnar används för att rena och eventuellt fördröja dagvatten nära källor till föroreningar. Föroreningar avskiljs i filtermaterial när dagvattnet passerar. Denna typ av anläggning är lämplig i områden med hög föroreningsbelastning och det finns begränsat med plats för dagvattenhantering. Beroende på filtertyp kan olika föroreningar avskiljas. Regelbundet underhåll är nödvändigt för att säkerställa att filtermaterialet inte blir igensatt och för att bibehålla brunnens effektivitet.

6.1.3 Underjordiskt magasin

Ett underjordiskt magasin som kan vara ihåligt eller fyllt med ett poröst innehåll som makadam. Dagvattnet leds in till magasinet via brunnar och ledningar, varefter det fördröjs och renas, främst genom sedimentation. Tömning kan ske via

pumpning eller kontinuerligt genom ett strypt utlopp. Underjordiska magasin har relativt dyra anläggningskostnader, men kan vara ett möjligt val då plats saknas för en öppen dagvattenlösning ovan mark, samt när dagvatten inte anses lämpligt att perkolera ner till grundvattnet. Ett rörmagasin med svag lutning och förhöjt utlopp kan fungera som sedimentationsmagasin. Sådana magasin är billigare eftersom de inte byggs på plats. Underjordiska magasin anläggs oftast i anslutning till vägar, gator, parkeringsytor och bostadsgårdar (VA-guiden, 2024). Principskiss på ett underjordiskt magasin visas i Figur 35.



Figur 35. Principskiss på ett underjordiskt magasin (VA-guiden, 2024).

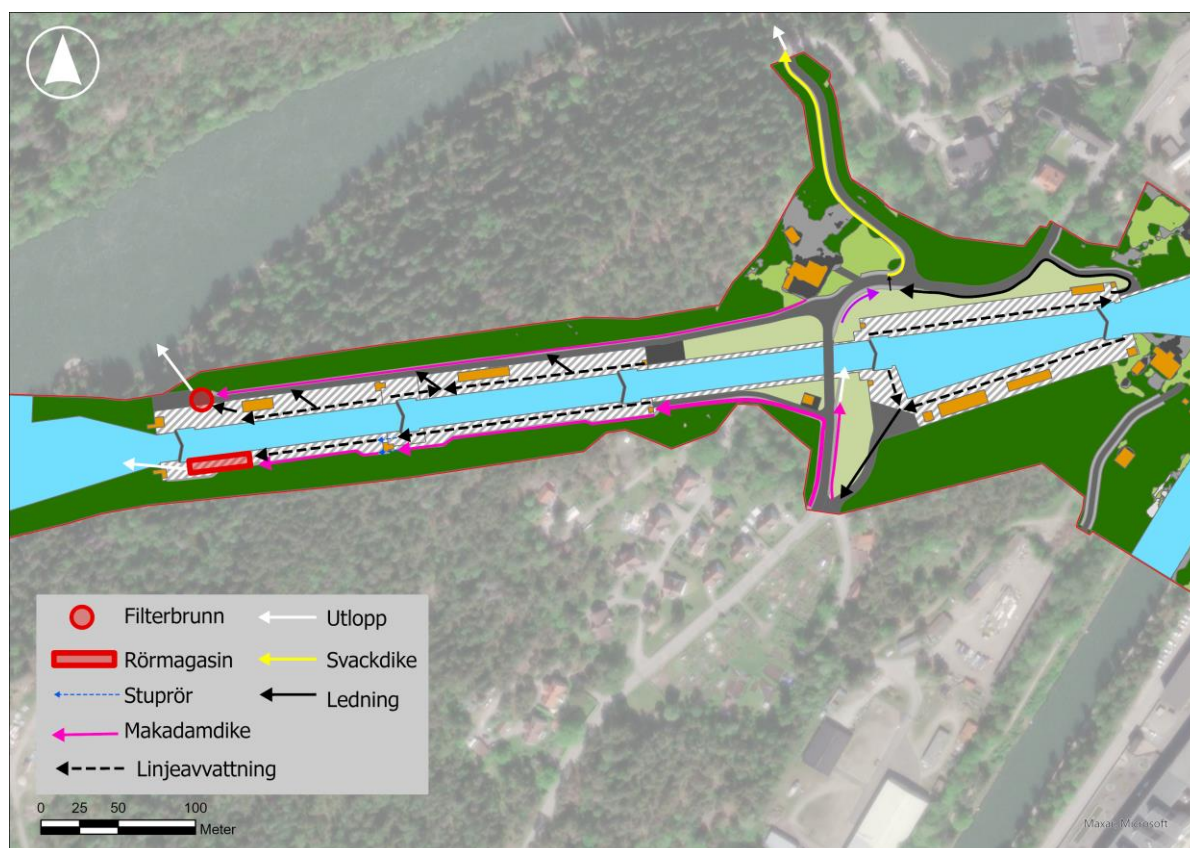
6.2 Systemlösning

Primärt syfte av den föreslagna dagvattenhanteringen är att säkerställa att exploateringen inte ska äventyra recipientens möjlighet att uppnå beslutade miljö kvalitetsnormer. Recipienten uppnår i nuläget inte miljö kvalitetsnormerna och dagvattenanläggningar rekommenderas därför utformas för inte öka föroreningsbelastning från området i jämförelse med befintlig situation. Mängden föroreningar som genereras från området har beräknats med dagvatten- och recipientsmodellen StormTac. Resultatet av beräkningarna presenteras i avsnitt 6.4. För att uppnå tillräcklig reningsgrad innebär det att dagvattnet fördröjs inom vissa anläggningar. Däremot rekommenderas inga anslutningar till ledningsnät och flöden behöver därför inte strypas för att anpassa till ledningars kapacitet.

Dagvattensystemet som rekommenderas har utformats efter slussområdets unika förutsättningar. Några av de begränsningar som är styrande vid utformningen är följande:

- Dagvatten ska om möjligt inte avledas in i slusskammare för att inte störa styrningen av slussarna.
- Betongplattformarna bredvid slussarna är begränsade i utrymme och är omgivna av bergväggar som uppgår till 25 m höga. Även under betongplattorna är utrymmet mycket begränsat.
- Dagvattenhantering ska inte ske i naturområden omkringliggande slussområdet för att minimera intrång i naturen i området Åker.
- Det finns inga befintliga kommunala dagvattenledningar dit dagvatten kan ledas.
- Vid infart till Sluss 2 (i Bergkanalen) planeras en stödkonstruktion genom vilken inga utlopp kan ledas genom.

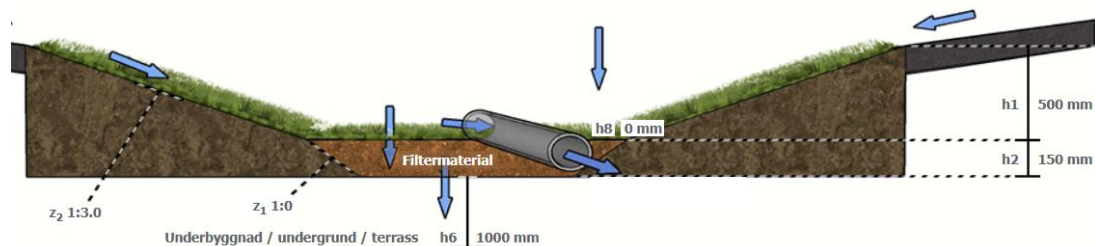
På grund av dessa begränsningar och varje delområdes unika förutsättningar rekommenderas olika anläggningar för respektive område. Dessa presenteras i efterföljande avsnitt, se Figur 36 för översikt av systemlösningen. Samtliga åtgärder behöver detaljprojekteras i senare skede. Genomförbarheten och effektiviteten hos åtgärderna kan påverkas av förändringar i lokalisering, yta, utformning av byggnader, sluss eller förändrad markanvändning. Andra alternativa åtgärder för dagvattenhantering kan användas, så länge krav på rening och fördröjning uppfylls samt slussområdets specifika begränsningar beaktas. Korrekt skötsel av samtliga anläggningar är av vikt för att dess funktion ska upprätthållas över tid.



Figur 36. Systemlösning för dagvattenhantering.

6.2.1 Delområde 1

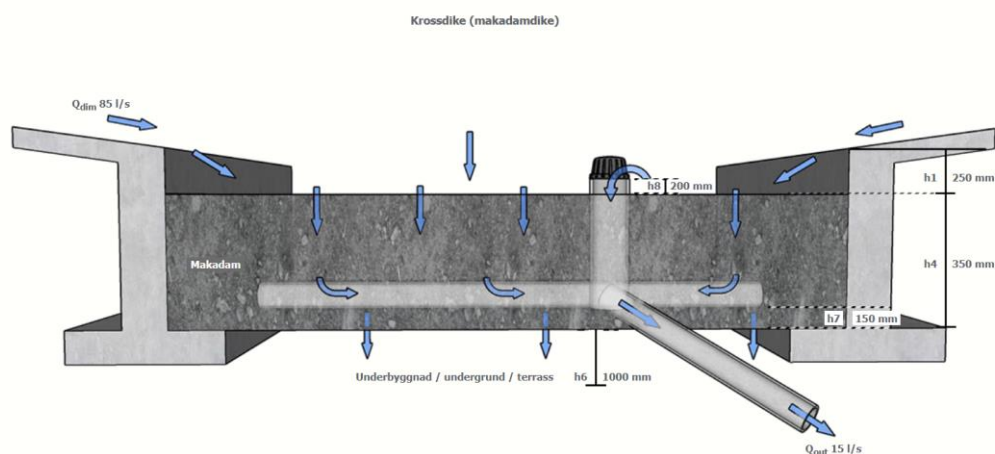
I Delområde 1 rekommenderas linjeavvattning med lutning mot Bergkanalen. För att uppnå tillräcklig reningseffekt krävs ett svackdike med en total area på ungefär 1 500 m². Svackdiket föreslås placeras längs med den västra sidan av Olidevägen. I svackdiket kan dagvatten från väg och kajen norr om Sluss 2 renas. Svackdiket bör ha en bottenbredd på 0,8 m och ha en minsta fördröjningsvolym på 43 m³, se principförslag på utformning i Figur 37. Utlopp sker mot Göta älv.



Figur 37. Svackdike med rekommenderade dimensioner (StormTac, 2024).

6.2.2 Delområde 2

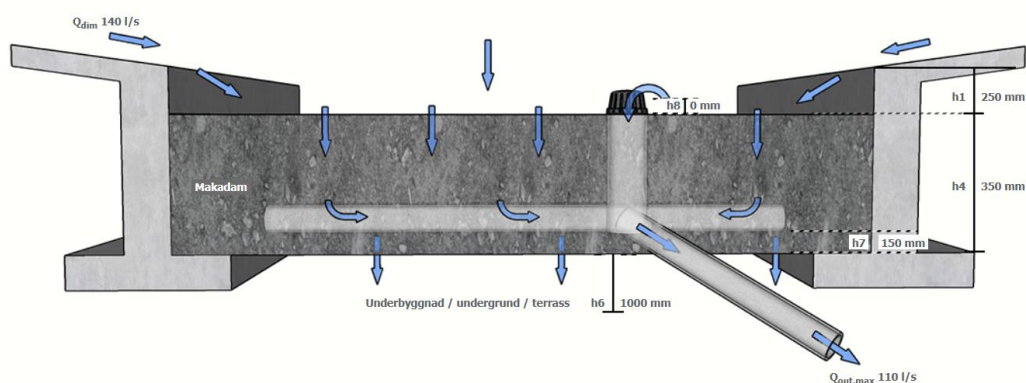
I Delområde 2 rekommenderas linjeavvattning av kaj men avledning till makadamdike öster om Åkersbergsvägen (**Fel! Hittar inte referenskölla.**). För att uppnå tillräcklig rening behöver makadamdiket ha en area på 150 m² och en minsta fördröjningsvolym på 32 m³, se principförslag på utformning i Figur 38. Utlopp från makadamdiket bör vara i slusskanalen.



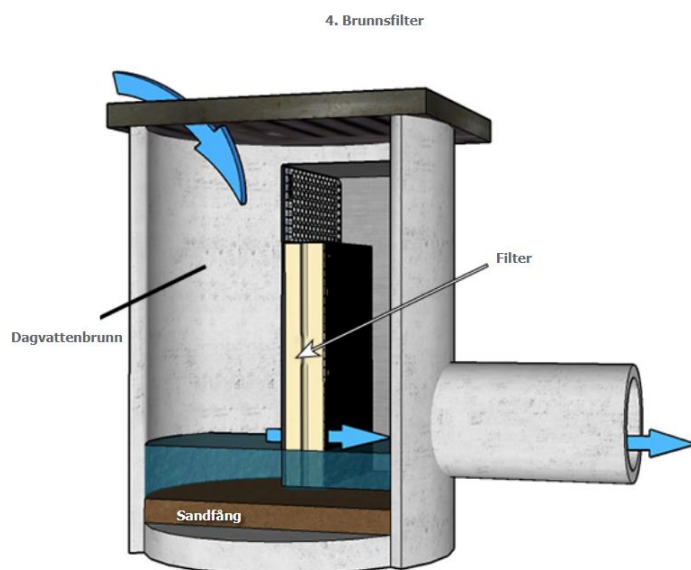
Figur 38. Makadamdike med rekommenderade dimensioner.

6.2.3 Delområde 3

I Delområde 3 rekommenderas ett makadamdike för att hantera dagvatten från servicevägen. För att uppnå tillräcklig rening behöver makadamdiket ha en area på 990 m^2 och ha en fördröjningsvolym på 24 m^3 ; se principförslag på utformning i Figur 39. Vidare rekommenderas linjeavvattning för att avvattna betongytorna längs sluss 3 och 4 och hantera takvatten. Dagvatten från rännor och dike föreslås ledas till en filterbrunn placerad vid vändplatsen i slutet av servicevägen. För tillräcklig rening av fosfor föreslås att extra fosforfilter installeras i brunnen. Dimensionering av brunn beror på tillverkningsspecifika egenskaper, ett exempel är Uponor Filterbrunn med 1,2 m i diameter, 3 m hög med maximalt utflöde på 50 l/s. Se principförslag på utformning i Figur 40. Utlopp från brunn rekommenderas ske ut från området till Göta älv.



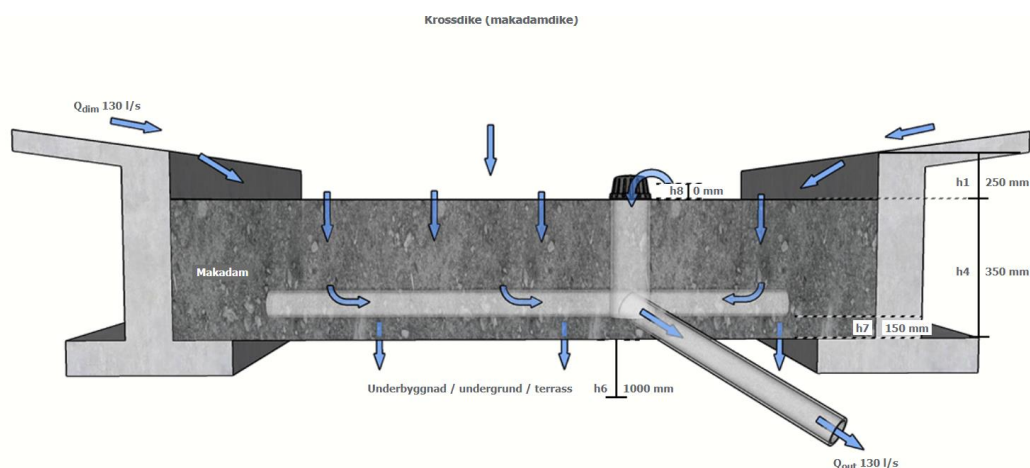
Figur 39. Makadamdiken med rekommenderade dimensioner.



Figur 40. Filterbrunn

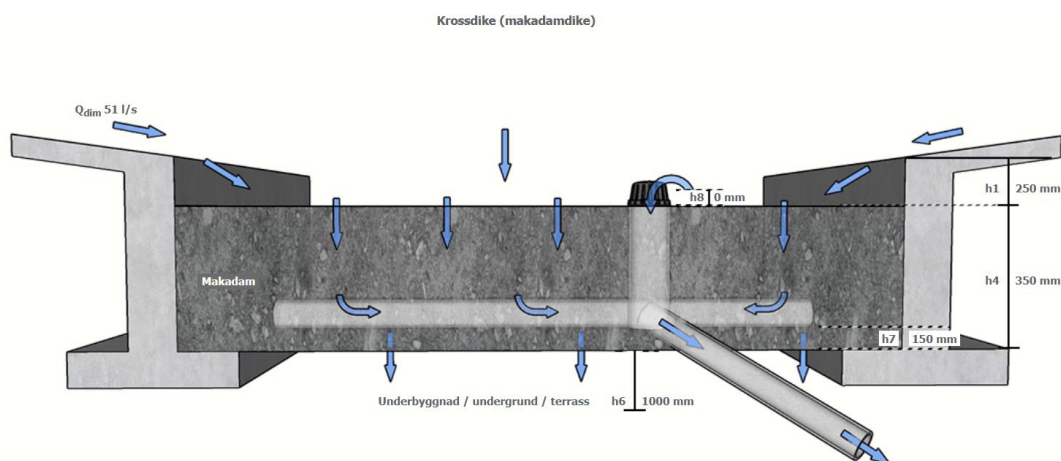
6.2.4 Delområde 4

I Delområde 4 rekommenderas ett makadamdike som anläggs längs med Åkersbergsvägen och serviceväg som ansluter till Sluss 3. För att uppnå tillräcklig rening behöver makadamdiket ha en area på 180 m^2 , vilket ger en fördröjningsvolym på 70 m^3 . Se principförslag på utformning i Figur 41. Vid makadamdikets slut bör vattnet avledas vidare genom ledningssystem för linjeavvattning i avkaj vid Sluss 3.



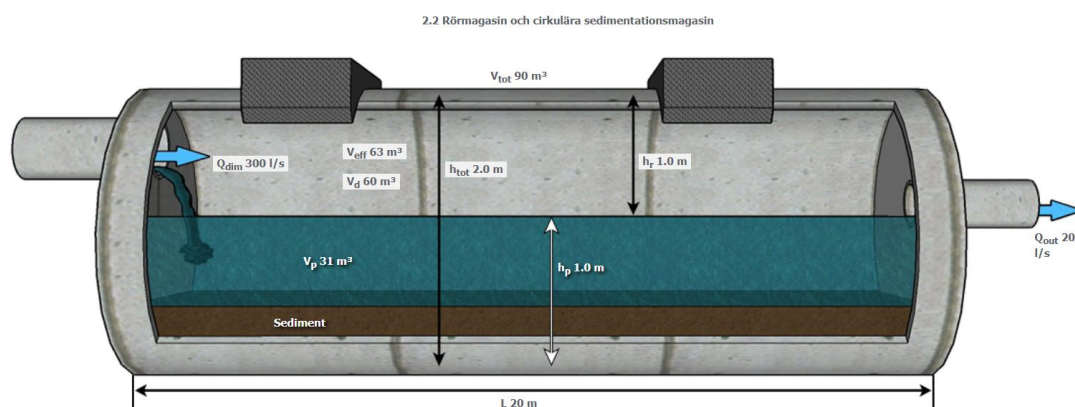
Figur 41. Makadamdike med rekommenderade dimensioner.

Gällande det vatten som avrinner ner i slussen längs bergskärningen från omgivande naturmark rekommenderas makadamdike längs med botten av bergskärningen inom Delområde 4 för att avleda dagvatten som avrinner från naturmark uppströms. Tillräcklig rening uppnås med ett makadamdike med total yta av 300 m^2 och 120 m^3 fördröjningsvolym. Se principförslag på utformning i Figur 42.



Figur 42. Makadamdike med rekommenderade dimensioner.

För Delområde 4 rekommenderas linjeavattning och vidare ledning av dagvatten genom stuprör ner till kaj vid Sluss 4. I västra delen av Delområde 4 föreslås ett rörmagasin där rening av dagvatten sker genom sedimentation (**Fel! Hittar inte referenskälla.**). Rörmagasinet placeras närmast västra slussporten och utlopp utformas för att släppa ut dagvatten direkt till Göta älv. Till rörmagasinet leds vatten från linjeavattning längs betongplattform samt från Delområde 5. Tillräcklig reningseffekt uppnås av ett rörmagasin med 1,2 m i diameter och 20 m längd. Anläggningen utformas för 23 m³ fördröjningsvolym (Figur 43).



Figur 43. Rörmagasin med rekommenderade dimensioner.

6.2.5 Delområde 5

För delområde 5 rekommenderas unga åtgärder. Flöden minskar och eventuella ökningarna i föroreningar kompenseras för med åtgärder presenterat ovan.

6.3 Fördröjningsvolym

Vid anläggning av reningsåtgärder dimensionerade utifrån reningsbehov uppstår även fördröjningsvolym i de respektive delområdena. Sammanlagt ger alla åtgärder föreslagna i avsnitt 6.2.3-6.2.5 en total fördröjningsvolym på 312 m³. Därmed skapar reningsåtgärder en total fördröjningsvolym som är större än summan av de beräknade fördröjningsvolymerna för delområdena, totalt 242 m³. Det är summan av de volymerna som behövs för att fördröja ett klimatanpassat 10-års regn efter exploatering till ett 10-års regn innan exploatering (se Tabell 15 i avsnitt 5.2 för redovisning av de volymerna per delområde).

6.4 Reningsgrad

I StormTacs databas har resultat från fallstudier sammanställts. Resultaten ger en indikation på reningseffekter hos dagvattenanläggningar för olika

föroreningsämnen. I Tabell 18 presenteras ett urdrag ur databasen med reningseffekter för de anläggningar som rekommenderas i avsnitt 6.2. För brunnsfilter presenteras även resultatet av simuleringar gjorda i StormTac av Uponor (2022). Uponor simulerade produkten *Uponor Filterbrunn* med hjälp av anläggningstypen "Brunnsfilter" med anpassad filtertyp samt filtermaterial anpassat för effektiv fosforrening. Dessa simuleringar uppnådde generellt högre reningsgrad än sammanlagda resultat från fallstudier i StormTacs databas. För att uppnå hög reningseffekt i ett brunnsfilter är det även viktigt att anläggningens skötsel genomförs korrekt.

Tabell 18. Generella reningsgrader för utvalda anläggningstyper baserat på fallstudier samlade i StormTacs databas och Uponor (2022).

Ämne	Brunnsfilter (StormTac)	Anpassat brunnsfilter (Uponor)	Rörmagasin	Makadamdike	Svackdike
P	35%	50%	70%	60%	35%
N	10%	73%	15%	55%	35%
Pb	55%	70%	75%	80%	65%
Cu	40%	72%	70%	65%	50%
Zn	55%	63%	70%	85%	65%
Cd	35%	37%	60%	85%	65%
Cr	55%	57%	70%	55%	50%
Ni	50%	55%	55%	65%	50%
Hg	35%	49%	60%	45%	15%
SS	10%	34%	75%	80%	70%
Olja	40%	94%	65%	90%	85%

Föroreningsberäkningar gjorda med hjälp av StormTac för planområdet indikerar en minskning av samtliga föroreningar vid planerad markanvändning med föreslagna reningsanläggningar i jämförelse med föroreningsbelastningen i befintlig situation. Beräkningar är genomförda för respektive delområde och har kombinerats för att redovisa totala utsläppen av föroreningar från området till recipienten. Reningseffekter varierar mellan 12–48 % för genomsnittliga föroreningskoncentrationer (Tabell 19) och 9–45 % för årliga föroreningsmängder (Tabell 20). Med föreslagna anläggningar, eller liknande med motsvarande effekt, underskrids samtliga riktvärden för föroreningshalter antagna av Trollhättan stad.

Tabell 19. Föroreningskoncentrationer [$\mu\text{g/l}$] för befintlig markanvändning samt planerad markanvändning med reningsåtgärder. Röda siffror markerar en försämring av föroreningssituationen, gröna siffror en förbättring.

Föroreningskoncentrationer [$\mu\text{g/l}$]					
Ämne	Befintlig markanvändning	Planerad markanvändning med rening	Riktvärde Göteborgs Stad	Förändring med rening	Förändring med rening [%]
P	41	36	50	-5	-12%
N	800	670	1 250	-130	-16%
Pb	3,3	2	28	-1,3	-39%
Cu	8,9	6,3	10	-2,6	-29%
Zn	23	13	30	-10	-43%
Cd	0,17	0,11	0,9	-0,06	-35%
Cr	4	2,4	7	-1,6	-40%
Ni	3,3	2,1	68	-1,2	-36%
Hg	0,02	0,016	0,07	-0,004	-20%
SS	21 000	12 000	25 000	-9000	-43%
Olja	250	130	1 000	-120	-48%

Tabell 20. Föroreningsmängder (kg/år) för befintlig markanvändning samt planerad markanvändning med reningsåtgärder.

Föroreningsmängder [kg/år]				
Ämne	Befintlig markanvändning	Planerad markanvändning med rening	Förändring med rening	Förändring med rening [%]
P	3,5	3,2	-0,3	-9%
N	69	60	-9	-13%
Pb	0,28	0,18	-0,1	-36%
Cu	0,77	0,56	-0,21	-27%
Zn	2	1,2	-0,8	-40%
Cd	0,014	0,0094	-0,0046	-33%
Cr	0,35	0,22	-0,13	-37%
Ni	0,28	0,19	-0,09	-32%
Hg	0,0017	0,0014	-0,0003	-18%
SS	1800	1100	-700	-39%
Olja	22	12	-10	-45%

7 Hantering av dagvatten under byggprocessen

Att göra en uppskattning av vilka dagvattenflöden som kan uppkomma under genomförandefasen är behäftat med osäkerheter. Markens lutning ändras i efterhand vilket innebär att avrinningen också förändras. En yta med skog och naturmark tas bort och svackor fylls ut, vilket sannolikt innebär att flödet ökar. Innan byggandet av de nya slussarna kommer det att göras omfattande schaktarbeten och detta innebär att ytan för avvattning minskar. Ovanstående inverkan är skäl till att ingen beräkning eller uppskattning av dagvattenflöden under genomförandefasen görs. Samma resonemang kan tillämpas avseende skyfallspåverkan under byggtiden. För att få någon slags referens till flöden hänvisas till beräkningar avseende befintliga flöden.

Dagvattnet bör huvudsakligen hanteras lokalt under byggprocessen. Åtgärder ska vidtas för att åstadkomma effektiv avskiljning av sand, slam, föroreningar och eventuell olja innan dagvatten släpps ut från området.

Eftersom fordon kan komma att köra över dagvattenlösningar är det viktigt att vidta lämpliga åtgärder för att förhindra att lösningarna körs sönder eller kompakteras. Det är även viktigt att tänka på att körspår kan skapa tillfälliga rinnvägar vid kraftiga regn. Några exempel på hur dagvatten kan omhändertas under byggskedet:

- Anlägga de permanenta dagvattenåtgärderna först så att dagvattnet omhändertas från början. För att undvika att dagvattenåtgärderna sätts igen under byggskedet kan åtgärderna göras nästan helt färdiga i början av byggskedet och slutföras efteråt. Om svackdiken ska anläggas kan översta lagret med matjord och växter anläggas i slutet av byggskedet. Under byggskedet kan detta lager tillfälligt ersättas med en fiberduk.
- Anlägga tillfälliga dagvattenåtgärder i början av byggskedet, för att sedan ersätta dessa med de permanenta åtgärderna. Exempel på tillfälliga lösningar är sedimentations-bassänger/containers som kan anläggas för att fördröja och rena dagvattnet. Om detta alternativ väljs rekommenderas att sedimentationsbassängerna anläggs så snart det är fysiskt möjligt under markbearbetningsprocessen. Det ska säkerställas att den avrinning som sker under genomförandefasen når dessa sedimenteringsanläggningar. Eventuella åtgärder som motverkar damning (vattenbegjutning) samt nederbörd som faller under genomförandefasen behöver kunna omhändertas via sedimentationsbassängerna. En fullständig föroreningsbelastning kan ej göras i simuleringsprogrammet StormTac. Se Tabell 21 för generella reningseffekter för sedimentationsbassänger.

Tabell 21. Generella reningseffekter för sedimentationsbassänger enligt StormTacs databas.

Ämne	Reningseffekt [%]
P	70
N	15
Pb	75
Cu	70
Zn	70
Cd	60
Cr	70
Ni	55
Hg	60
SS	75
Olja	65

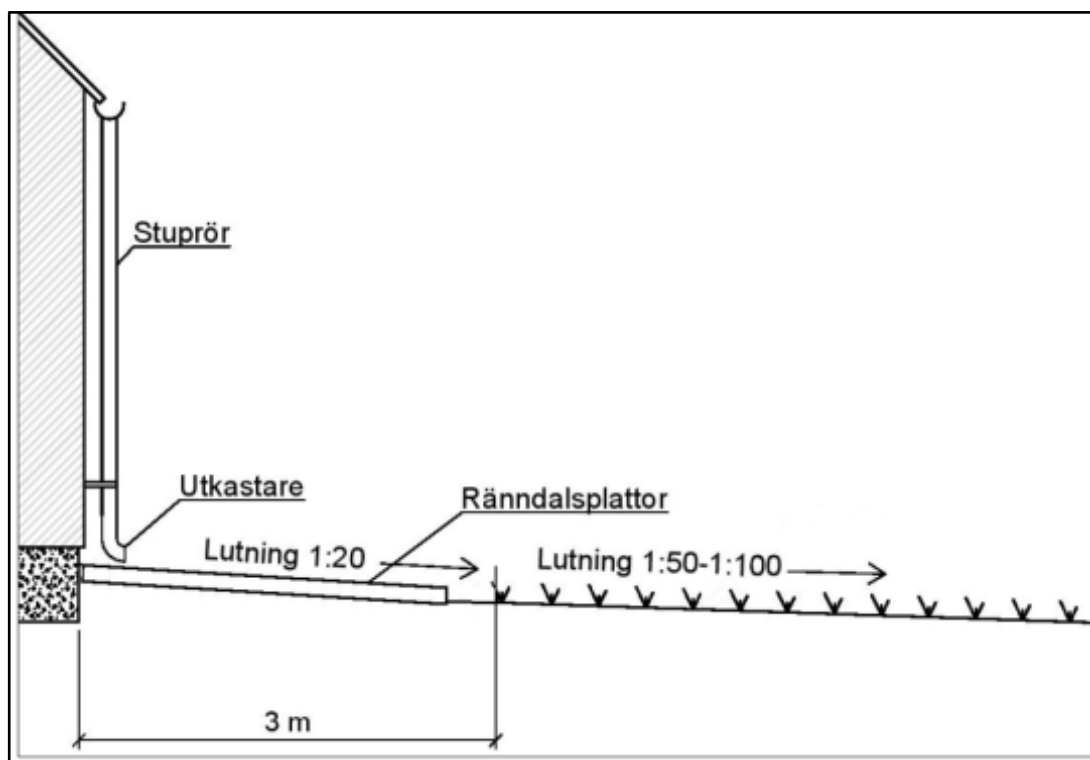
Vattnet leds i bassängen och partiklarna i vattnet sedimenteras ner på botten. För att öka bassängens reningseffekter ska rensning av sedimenteringsbassängens botten genomföras löpande. Vatten som magasineras i bassängen innan den blir fylld ska pumpas till Göta älv.

8 Skyfall

Vid extrema regnhändelser mätas marken gradvis och därmed ökar avrinningskoefficienterna. En större del av det nedfallande regnet bidrar då till flödet. Eftersom befintliga dagvattensystem inte har kapacitet att omgående omhänderta flöden från skyfall kommer ledningssystem vid kraftfulla regn att gå fulla och dagvatten kommer att rinna ytledes till lågpunkter i området.

8.1 Övergripande principer

För skyfallshantering är höjdsättningen viktig. Generella principer är att byggnader höjdsätts högre än gator och omkringliggande mark samt att inga instängda områden skapas. Se generell höjdsättningsprincip för mark intill byggnader i Figur 44. Därtill behöver dagvattenanläggningar utformas så att bräddning kan ske ytligt mot gator eller lågstråk när fördröjningskapaciteten i anläggningen överskrids. På så sätt kan de flöden som uppstår vid ett skyfall avledas ut från området utan risk för skador på planerad bebyggelse.



Figur 44. Princip för höjdsättning vid exploatering av byggnader och omkringliggande mark för skydd mot översvämningar (Svenskt Vatten P105).

8.2 Skyfallshantering för aktuellt område

När nederbördsintensiteten blir högre än vad dagvattenförande avloppssystem är dimensionerade för, sker avrinningen i hög grad på markytan. Vattnets väg över markytan behöver säkerställas, så att skador på anläggningen och omkringliggande mark som påverkas av anläggningen undviks, eller håller sig på en acceptabel nivå.

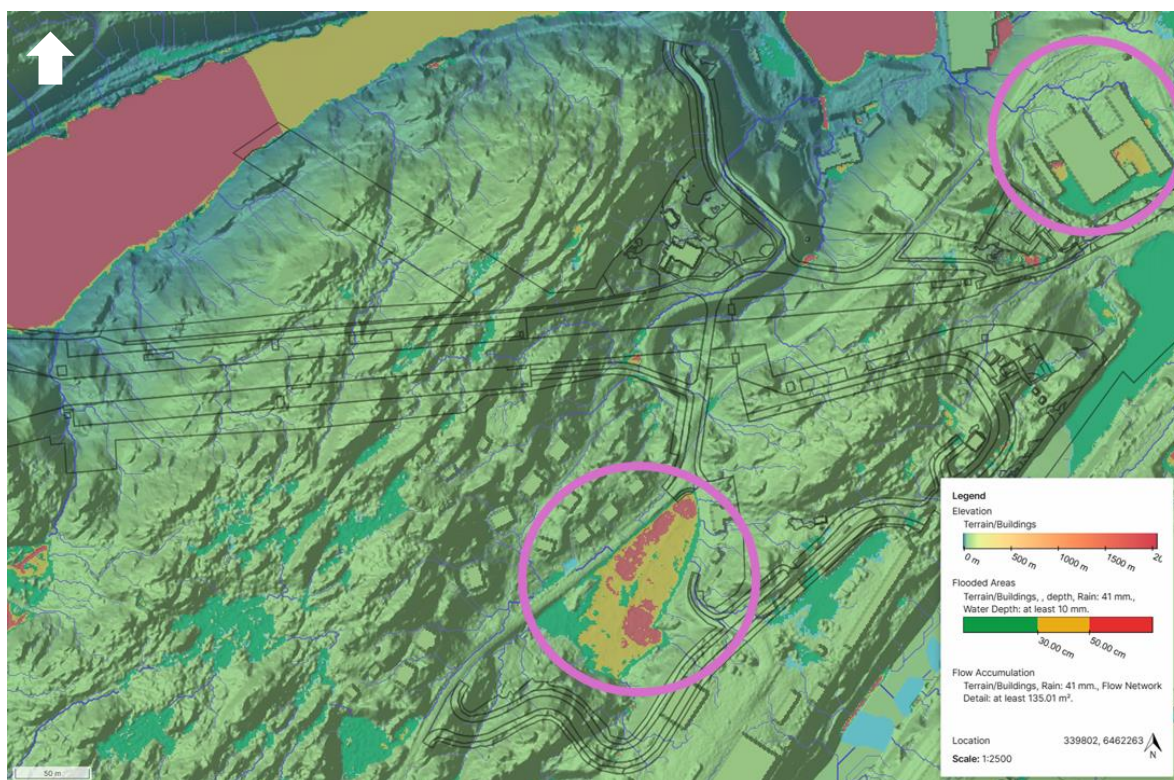
Recipienten är Göta älv och dess stora volym och flöde gör att ett skyfall knappt påverkar vattenståndet i älven alls.

Skyfall kan påverka olika delar av slussprojektet. Exempel på konsekvenser identifierade i PM Klimatanpassning som tas fram av WSP parallellt och ska levereras under 2025 är:

- Större risk för frostsprängning på grund av vattenintrång i sprickor och porer. Det kan drabba murade konstruktioner som slussar, husgrunder och tegelbyggnader
- Strömbortfall för kritiska anläggningsdelar om känsliga komponenter står under vatten
- Förlorad framkomlighet till anläggningen och längs stigar som anläggs i området
- Material som vid översvämning transporteras från landområden ner i farleden och utgöra fara
- Ras och skred kan leda till indirekta konsekvenser

Med utgångspunkt i Svenskt Vattens riktlinjer för dimensionering studeras ett framtida 100-årsregn. I Figur 45 och Figur 46 presenteras översvämningsnivå vid ett 100-årsregn med klimatfaktor 1,4 och 10 minuters varaktighet. Analysen har genomförts i Scalgo Live med antagandet att vattennivån i samtliga slussar och Höljan är som högst, det vill säga 1,2 m under kajkant eller upp till slussportarnas högsta nivå. Antagandet har gjorts eftersom det inte går att avgöra vilken sluss som kommer att vara fylld vid händelse av skyfall.

I befintlig situation finns två områden där vatten ansamlas vid skyfall. Markerade i Figur 45 är kolonilottsområdet söder om slussarna samt fastigheten TROLLHÄTTAN OLIDAN 5:28 vid infarten nordöst om slussarna. I dessa lågpunkter och instängda områden överstiger vattendjupet 50 cm.



Figur 45. Översvämningsnivå och flödesvägar vid ett framtida 100-årsregn med klimatfaktor 1,4 i befintlig situation. Rosa ringar markerar områdena med översvämningsproblematik. Grön färg indikerar 0–30 cm, gult 30–50 cm och rött >50 cm vattendjup (Scalco Live, 2024).

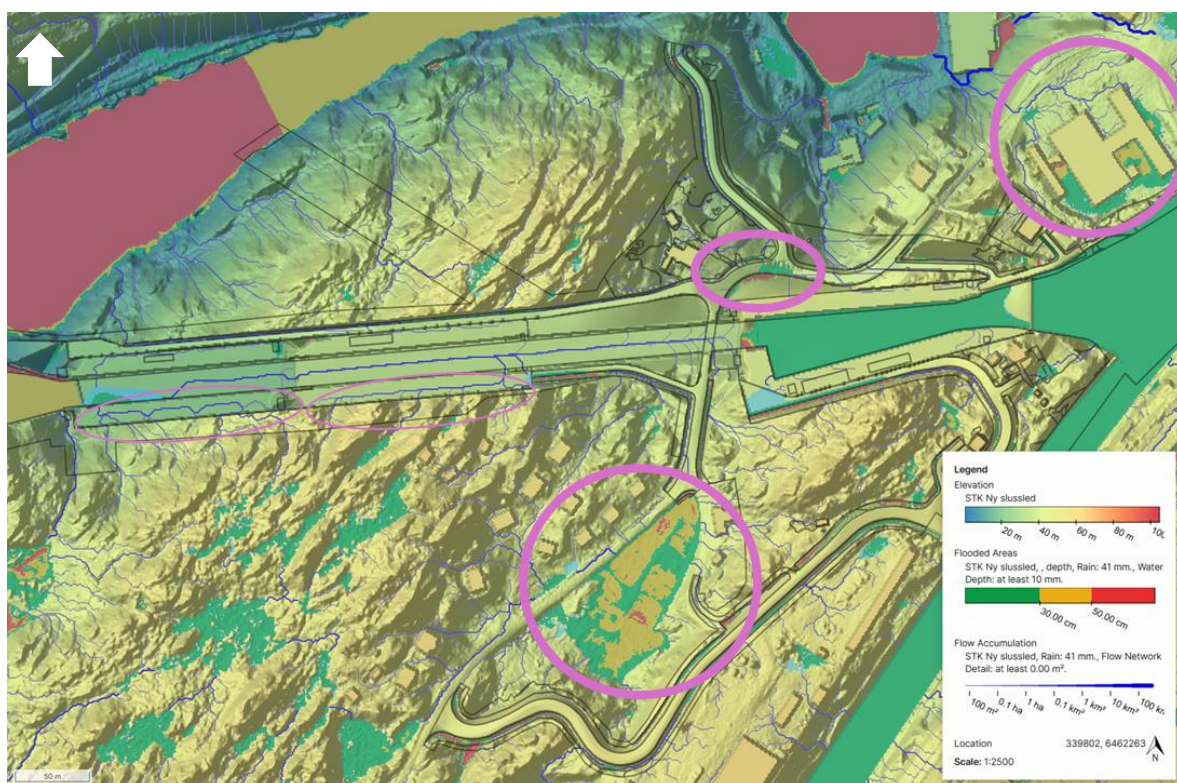
Med planerad exploatering (Figur 46) förbättras översvämningsproblematiken i de två områdena. Vattendjupet kring kolonilotts-området minskar och detsamma gäller för fastigheten TROLLHÄTTAN OLIDAN 5:28. Mängden vatten som ansamlas i lågpunkten vid kolonilotterna minskar eftersom förändringen av Åkersbergsvägen innebär möjlighet till bräddning ner mot slussområdet.

Inom slussområdet sker snabb avrinning ner i slussarna där vatten sedan bräddar över slussportarna ner till Göta älv. Eftersom slussportarnas högsta nivå är 0,9–1,4 m under kajkant bräddas vattnet i första hand ner mot Göta älv i stället för över kajkant och upp på betongplattformarna.

Det uppstår endast en lågpunkt inom slussområdet, nämligen vid norra sidan av Slussbron i diket bredvid Åkersbergsvägen där vattendjup överstiger 50 cm. Här behöver vägprofil och höjdsättning i dike och gräsområde justeras för att vattnet inte ska bli stående på Åkersbergsvägen och blockera framkomligheten.

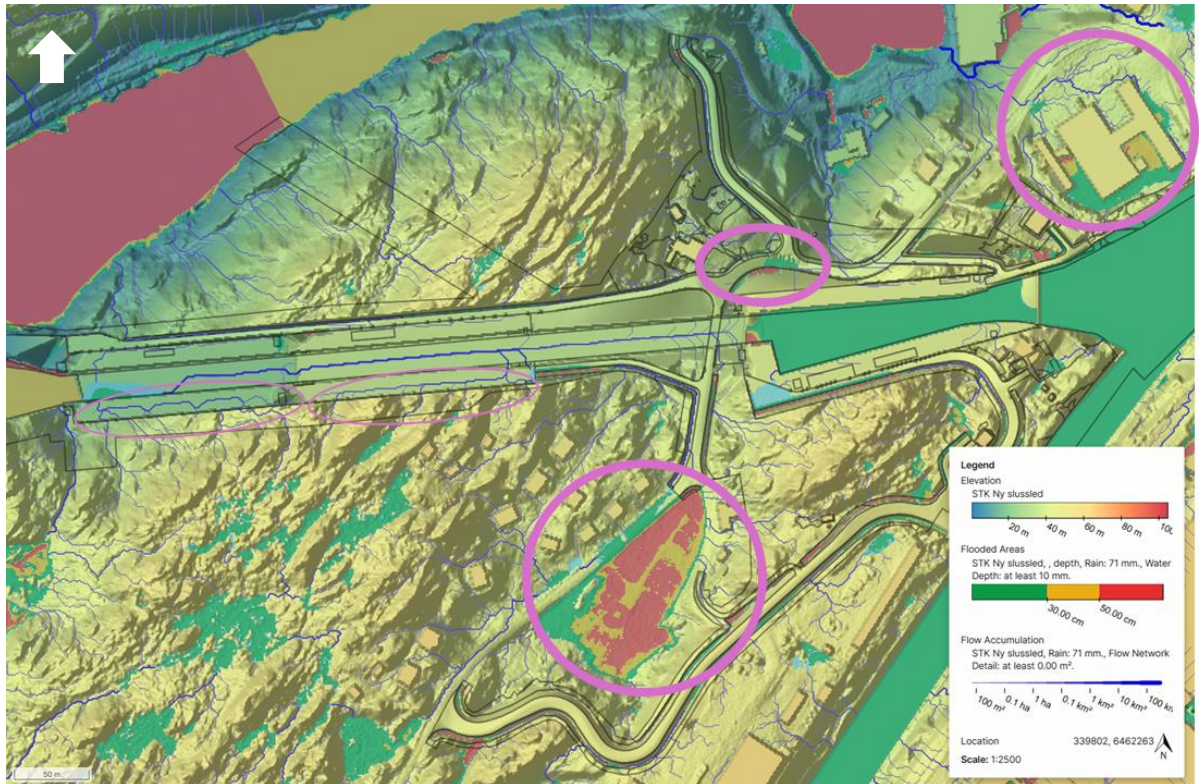
I övriga delar av slussområdet finns inga ytor där vatten blir stående med över 20 cm vattendjup. Däremot uppstår flödesvägar över betongplattformen i delområde 4 och 5 där vatten ansamlas från uppströms naturmark.

Det föreslagna makadamdiket längs med bergsväggen kombinerat med justerad lutning av plattformen kan ändra flödesvägar till en viss grad. I senare projekteringsskeden när höjdsättning och utformning av slussområdet specificeras skulle en dynamisk modellering kunna utföras för att studera flödeshastigheter längs betongplattformen. På grund av områdets korta rinnsträckor kan mindre flödeshastigheter förväntas.



Figur 46. Översvämningsnivå och flödesvägar vid ett framtida 100-årsregn med klimatfaktor 1,4 i planerad situation. Rosa ringar markerar områden med översvämningsproblematik. Grön färg indikerar 0–30 cm, gult 30–50 cm och rött >50 cm vattendjup (Scalco Live, 2024).

Vid analys av värsta tänkbara situation, i detta fall ett blockregn på 71 mm, förändras inte konsekvenserna nämnvärt inom slussområdet. Översvämnningen i diket nära Slussbron och flödesvägarna över plattformar bredvid Sluss 3 och 4 kvarstår. De två lågpunkterna utanför slussområdet markerade i Figur 47 är inte förvärrade i relation till befintlig situation belastad med samma regnhändelse.



Figur 47. Översvämningsnivå och flödesvägar vid värsta tänkbara situation med planerad exploatering. Rosa ringar markerar områden med översvämningsproblematik. Grön färg indikerar 0–30 cm, gult 30–50 cm och rött >50 cm vattendjup (Scalco Live, 2024).

Eftersom konsekvenser av skyfall inte anses förvärras för värsta tänkbara situation i jämförelse med ett framtida 100-årsregn rekommenderas dimensionering för ett 100-årsregn. I form av riskreducerande åtgärder bör följande tas i beaktning:

- Slussportar bör konstrueras för att hantera bräddning.
- Isutskov kan öppnas i Höljan vid händelse av skyfall för att möjliggöra en till flödesväg till Göta älv och minska belastningen på slussportarna.
- Placering av elcentraler bör ej placeras i skyfallsstråk, exempelvis längs dike väster om Åkerbergsvägen söder om slussarna.

Gällande Bergkanalen påverkas ingen befintlig eller planerad infrastruktur eller bebyggelse av skyfall eftersom förändringarna sker i så pass nära anslutning till kanalen. Därför rekommenderas inga åtgärder.

8.3 Ras, skred och erosion

Risken för ras, skred och erosion i samband med skyfall måste beaktas. När det regnar kraftigt sker erosion i varierande omfattning längs vattnets väg över markytan. Erosionen riskerar att leda till att vattnet rör sig andra vägar än förväntat. Där risk för erosion finns, och konsekvenserna bedöms som problematiska, bör åtgärder ske. Konsekvensutredning ska göras för ras, skred och erosion vid regn med lägst 200 års återkomsttid. Denna rapport begränsar sig till att beskriva att erosion kan inträffa vid skyfall, och att vattnets väg därigenom kan förändras. Övriga aspekter av erosion behandlas inte i denna rapport. Ras och skred behandlas inte alls här, utan i geotekniska utredningar.

9 Slutsatser

Följande slutsatser kan sammanfattas utifrån ett dagvatten- och skyfallsperspektiv:

- Utförda beräkningar av mängder för olika föroreningar i dagvatten indikerar att föroreningsbelastningen minskar efter exploatering med föreslagna dagvattenanläggningar. Förslaget innebär även att fördröjningskrav uppfylls och riktvärden för föroreningshalter underskrids.
- Systemlösning för dagvattenhantering är en kombination av flera olika anläggningstyper på grund av respektive delområdes unika förutsättningar. System bestående av makadamdiken, filterbrunn, rörmagasin och svackdike rekommenderas.
- Riskerna med skyfall kan förebyggas med en korrekt höjdsättning, säkerhetsmarginaler till kritiska komponenter och konstruktion av slussportar som klarar bräddning.

9.1 Vidare utredning

Utredning gällande mark förorenad med rödfyr behövs för att minska risken att dagvattenanläggningar anläggs på sådant sätt att föroreningar sprids vidare till recipient, grundvatten och tidigare oförorenad mark.

Dynamisk modellering av skyfall bör genomföras i senare skeden för att studera flödes hastigheter över slussområdet när fastställning av vägarnas utformning har skett för att bedöma risk för skador och begränsning av framkomlighet.

Referenser

Göteborgs stad. (2021). *Reningskrav för dagvatten*. Göteborg.

Göteborgs stad. (den 14 April 2022). *12EA3.3 Svackdike*. Hämtat från Teknisk handbok 2024:2: <https://tekniskhandbok.goteborg.se/12-projektering/12e-dagvatten-skyfall-och-hogvatten/12ea-dagvatten/12ea3-fordrojnings-och-reningsanlaggningar/12ea3-3-svackdike/>

Halmstad kommun. (2022). *Rutin för hållbar dagvattenhantering*.

Länsstyrelsen i Västra Götalands län. (2024). *Informationskartan Västra Götaland*. Hämtat från Informationskartan Västra Götaland: <https://ext-geoportal.lansstyrelsen.se/standard/?appid=023f6dde755f41c5a719b111ddfb80ed>

Naturcentrum AB. (2024). *Naturvärdesinventering för nya slussar i Göta älv, Trollhättan*. . Rapport i PDF-format till WSP Sverige Ab och Trafikverket.

Scalgo Live. (2024).

SGU. (den 23 11 2023). *Kartvisaren Jordarter 1:25 000-1:100 000*. Hämtat från SGU. Sveriges geologiska undersökning: <https://www.sgu.se/produkter-och-tjanster/kartor/kartvisaren/jordkartvisare/jordarter-125-000-1100-000/>

SGU. (2024). *Sveriges geologiska undersökning - Genomsläpplighet*. Hämtat från <https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-genomslapplighet.html>

SGU. (2024). *Sveriges geologiska undersökning - Jorddjup*. Hämtat från <https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-jorddjup.html?zoom=338246.7766078932,6461308.590398268,341357.58282950567,6462924.193629474>

SMHI. (2017). *Klimatologi Nr 47. Extremregn i nuvarande och framtida klimat. Analyser av observationer och framtidsscenarier*.

Stockholm Vatten och Avfall. (2023). Hämtat från <https://www.stockholmvattenochavfall.se/dagvatten/bibliotek2/dokument-om-dagvatten/anlaggningsjamforelser/>

Svenskt Vatten. (2019). P110 - Avledning av dag-, drän- och spillvatten.

Trafikverket. (2020). *TRVINFRA-00231*. Hämtat från Avvattning: <https://bransch.trafikverket.se/tjanster/publikationer-och-styrande-dokument/trafikverkets-styrande-dokument/>

Trollhättans Stad. (2024). *Dagvattenstrategi*. Hämtat från <https://www.trollhattan.se/startsidea/bygga-bo-och-miljo/vatten-och-avlopp/dagvatten/>

Uponor. (03 2022). *Rening av dagvatten - Produktinformation (PDF)*.

- VA-guiden. (2024). *Avsättningsmagasin*. Hämtat från
<https://vaguiden.se/dagvatten/anlaggningswiki/avsattningsmagasin/>
- VISS. (2024a). *Vatteninformationssystem Sverige*. Hämtat från Ekologisk status och potential: <https://visshjalp.lansstyrelsen.se/detta-beskrivs-i-viss/miljokvalitetsnormer/ekologisk-status-och-potential/>
- VISS. (2024b). *Vatteninformationssystem Sverige*. Hämtat från Göta älv - Slumpån till Stallbackaån: <https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA16165459>
- WSP. (2025a). *PM Bergteknik - Underlag till detaljplan Slussled/Bergkanal*.
- WSP. (2025b). *PM Föroreningar i jord och grundvattem - Underlag för detaljplan Slussled/Bergkanal*.
- WSP. (2025c). *PM Historisk inventering förorenad mark - Underlag till detaljplan Slussled/Bergkanal*.

Trafikverket, 781 89 Borlänge. Besöksadress: Röda vägen 1

Telefon: 0771-921 921, Texttelefon: 010-123 50 00

[trafikverket.se](https://www.trafikverket.se)