

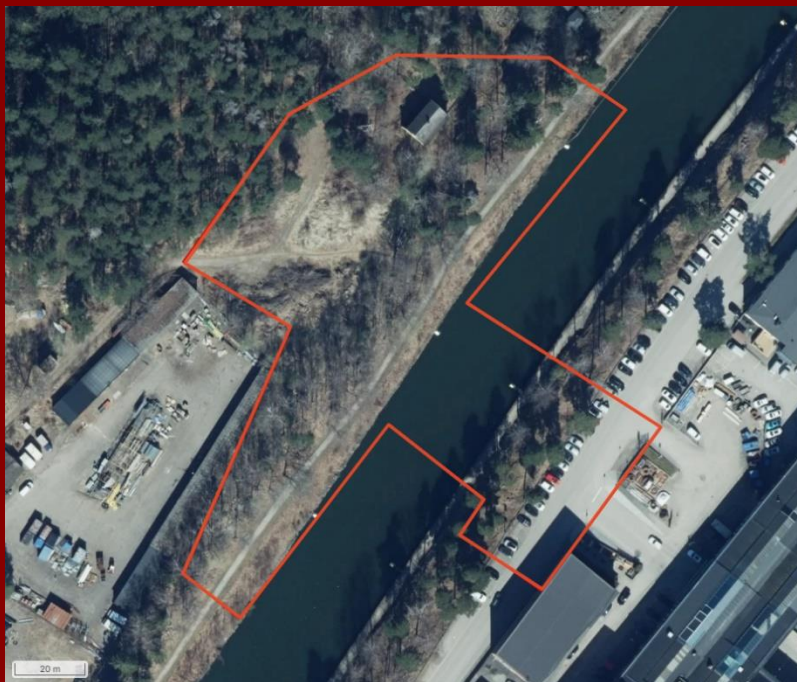
Underlag till detaljplan för Västergårdetsbron

PM Dagvattenhantering

Slussar i Trollhätte kanal

Anläggande av slussar i Trollhättans kommun,
Västra Götalands län

2024-11-27



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: PM Dagvattenhantering

Författare: Sofia Westergren, Linn Ihrefjord, Leo Köbbel, WSP

Kontaktperson: Erik Andersson, WSP

Dokumentdatum: 2024-11-27

Innehåll

1	Bakgrund och Syfte	6
2	Förutsättningar för dagvattenhantering	6
2.1	Dagvattenhantering i Trollhättan	6
2.1.1	Riktlinjer för rening	7
2.2	Vattendirektivet	8
2.3	Dimensioneringsförutsättningar	8
3	Befintliga förhållanden	9
3.1	Topografi och markförhållanden	11
3.2	Avrinningsområden och avvattningsvägar	13
3.2.1	Preliminära resultat geoteknik	15
3.3	Hydrologi och grundvatten	15
3.3.1	Preliminära resultat geoteknik	16
3.4	Markavvattningsföretag	16
3.5	Områdesskydd	16
3.5.1	Statligt byggnadsminne	16
3.6	Recipient och miljö kvalitetsnormer	17
3.7	Befintliga ledningar och anslutningspunkter	19
3.8	Observationer vid fältbesök	19
4	Framtida förhållanden	19
5	Beräkningar	22
5.1	Dimensionerande flöden	22
5.2	Fördröjningsvolym	24
5.3	Föroreningsberäkningar	26
6	Förslag till dagvattenhantering	27
6.1	Övergripande principer	27
6.2	Systemlösning	27
6.3	Föroreningsberäkningar framtida förhållanden	28
6.4	Utformning	29
7	Skyfall	31
7.1	Befintlig situation skyfall	32
7.2	Framtida situation skyfall	33
8	Slutsats	35
9	Referenser	36

Sammanfattning av PM

WSP har fått i uppdrag av Trafikverket att genomföra en översiktlig förorenings- och skyfallsutredning för utbyggnad av befintlig slusskanal i Trollhättan samt därmed följande arbeten och konstruktioner. Detta PM avser en ny bro, Västergårdetsbron, med tillhörande anslutningar. Syftet är att pröva planens lämplighet med avseende på dagvatten och skyfall.

Utredningsområdet är cirka 1,3 hektar och karaktäriseras huvudsakligen av en blandning av vatten, gång- och cykelväg, parkering, väg och skogsmark. I framtiden ska en bro byggas över befintlig kanal, på vilken gång-, cykel- och biltrafik ska ske.

Slutrecipient för planområdet är vattenförekomsten '*Göta Älv - Slumpån till Stallbackaån*'. Den ekologiska statusen i vattenförekomsten klassades år 2021 till otillfredsställande ekologisk potential och den ekologiska statusen klassades år 2019 till måttlig. Den kemiska statusen i vattenförekomsten klassades år 2020 till uppnår ej god.

Magasinsbehovet har beräknats utifrån att ett framtida 2-årsregn, vilket motsvarar fylld ledning, respektive 10-årsregn, vilket motsvarar trycklinje i marknivå, inklusive klimatkraft på 1,4 ska fördröjas till ett befintligt 2-årsregn, eftersom det är det flöde de befintliga ledningarna kan antas klara ta emot. Det skulle betyda att den totala erforderliga fördröjningsvolymen för planområdet blir ca 50 m³ (10-årsregn).

Under befintliga förhållanden ligger samtliga föroreningshalter (µg/l) under Trollhättans Stads riktvärden för dagvatten. För framtida markanvändning ligger samtliga studerade ämnen utom kväve under riktvärdet. Sett till föroreningsbelastningen (kg/år) till recipient så ökar den för samtliga ämnen utom suspenderat material (SS). Således krävs rening av dagvattnet.

Eftersom planområdet lutar åt tre håll – nord, syd och ost – föreslås tre dagvattenanläggningar av typen makadamkista/dike.

Efter rening i makadamdike/kista understiger samtliga halter (µg/l) riktvärdena såväl som motsvarande värden för befintliga förhållanden. Även mängder (kg/år) minskar under befintliga halter med föreslagen rening, förutom kväve som ökar så pass marginellt att det anses inom beräkningarnas felmarginal. Exploateringen påverkar således inte recipientens möjlighet att uppnå miljö kvalitetsnormerna (MKN).

63 mm regn motsvarar ett 100-årsregn med 30 min varaktighet. Framtida höjdsättning innebär att flera befintliga lågpunkter försvinner, men att nya skapas. Inom eller i anslutning till planområdet bildas inga områden som utgör ett hinder för framkomligheten (vattendjup >20 cm) eller kan skada egendom. Framtida höjdsättning kräver dock viss justering bredvid det planerade teknikhuset, vilka det i analysen ställer sig vatten intill.

1 Bakgrund och Syfte

WSP har fått i uppdrag av Trafikverket att genomföra en översiktlig förorenings- och skyfalls-utredning för utbyggnad av befintlig slusskanal i Trollhättan samt därmed följande arbeten och konstruktioner. Detta PM avser en ny bro, Västergårdetsbron, med tillhörande anslutningar (Figur 1). Syftet är att pröva planens lämplighet med avseende på dagvatten och skyfall.



Figur 1. Utredningsområdet för Västergårdetsbron (Scalgo Live, 2024)

2 Förutsättningar för dagvattenhantering

Nedan beskrivs de generella förutsättningarna för uppdraget samt de platsspecifika förutsättningarna för att hantera dagvattnet.

2.1 Dagvattenhantering i Trollhättan

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 ansvars-fördelning mellan stadens förvaltningar, bolag, exploitörer och fastighetsägare. Enligt Stadens riktlinjer bör fördröjning av dagvatten ske inom kvartersmark och dagvattenanläggningar dimensioneras för en fördröjningsvolym motsvarande 10 mm per kvadratmeter hårdgjord yta (Trollhättans Stad, 2024).

2.1.1 Riktlinjer för rening

Recipienten för det aktuella planområdet är vattendraget 'Göta älv - Slumpån till Stallbackaån', som ligger cirka 350 meter väster om planerad exploatering. Trollhättans Stad utgår ifrån Göteborgs Stads riktlinjer och riktvärden för utsläpp av förorenat vatten till dagvattennät och recipient (*R2020:13*) (Göteborgs Stad, 2021), Tabell 1.

Tabell 1. Riktvärden för utsläpp av förorenat vatten och dagvatten i Göteborg (Göteborgs Stad, 2021).

Ämne	Riktvärde [µg/l]
Fosfor	50
Kväve	1250
Bly	28
Koppar	10
Zink	30
Kadmium	0,9
Krom	7
Nickel	68
Kvicksilver	0,07
Suspenderad substans	25 000
Olja	1 000
Bens(a)pyren	0,27

2.2 Vattendirektivet

År 2009 infördes miljökvalitetsnormer (MKN) för Sveriges så kallade vattenförekomster som en följd av EU:s ramdirektiv för vatten. Dessa normer anger vilken ekologisk och kemisk kvalitet en vattenförekomst ska ha senast vid utgången av ett visst årtal. Ingen försämring av vattenförekomsternas ekologiska eller kemiska status får ske. Detaljplanering ska genomföras enligt plan- och bygglagen så att den bidrar till att MKN för vatten ska kunna följas.

Havs- och vattenmyndigheten gör följande bedömningar utifrån vad som framgår av EU-domstolens domslut i den s.k. Weser-domen och efterföljande svenska domar:

- Det räcker med en försämring av en kvalitetsfaktor för att en försämring av status ska ha skett.
- Dagvattenutredningen måste innehålla en beskrivning av hur markanvändningen påverkar relevanta kvalitetsfaktorer.
- Miljökvalitetsnormerna för ekologisk och kemisk status har samma rättsverkan.

Därför måste varje projekt se till att dagvattnet från utredningsområdet blir lika rent eller renare efter exploatering.

2.3 Dimensioneringsförutsättningar

Dimensionering sker i enlighet med Svenskt Vattens P110 där rekommenderade säkerhetsnivåer anges för skador vid översvämningar. 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, se tabell 2. **Fel! Hittar inte referensskälla..** För skydd mot skyfall ska åtminstone ett 100-årsregn kunna avledas eller tillfälligt fördröjas utan att skada byggnader. För att klara en ökad framtida nederbördsintensitet på grund av klimatförändringar används klimatfaktorn 1,4. Detta är högre än Svenskt Vattens rekommendationer på grund av exploateringsplanerade livslängd.

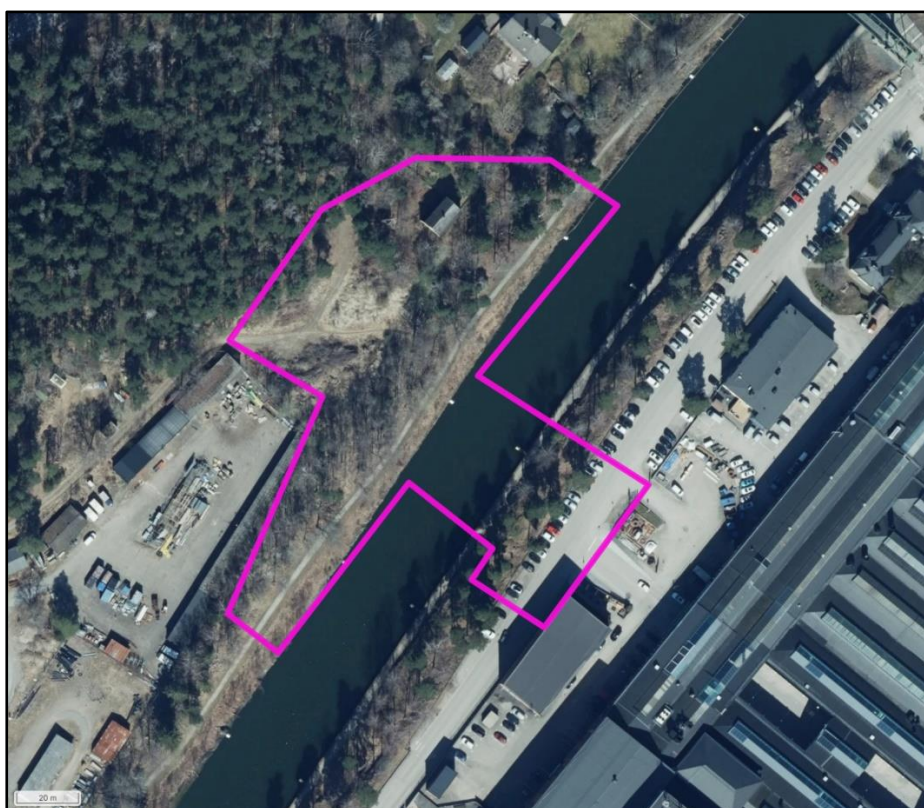
Förutom VA-huvudmannens ansvar att hantera det dimensionerande regnet har Trollhättans Stad, enligt P110, ett ansvar för att säkerställa att marköversvämning vid skyfall inte orsakar skador på byggnader vid minst ett 100-årsregn med inkluderad klimatfaktor. För att undvika skador på ny bebyggelse inom utredningsområdet bör området höjdsättas på sådant vis att skador inte uppstår vid skyfall.

Tabell 2. Minimikrav på återkomsttider 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

3 Befintliga förhållanden

Utredningsområdet är cirka 1,3 hektar och karaktäriseras huvudsakligen av en blandning av vatten, gång- och cykelväg, parkering, väg och skogsmark, se figur 2, figur 3 och tabell 4. I framtiden ska en bro byggas över befintlig kanal, på vilken gång-, cykel- och biltrafik ska ske.



Figur 2. Befintligt område (Scalco Live, 2024).



Figur 3. Befintlig markanvändning inom utredningsområdet.

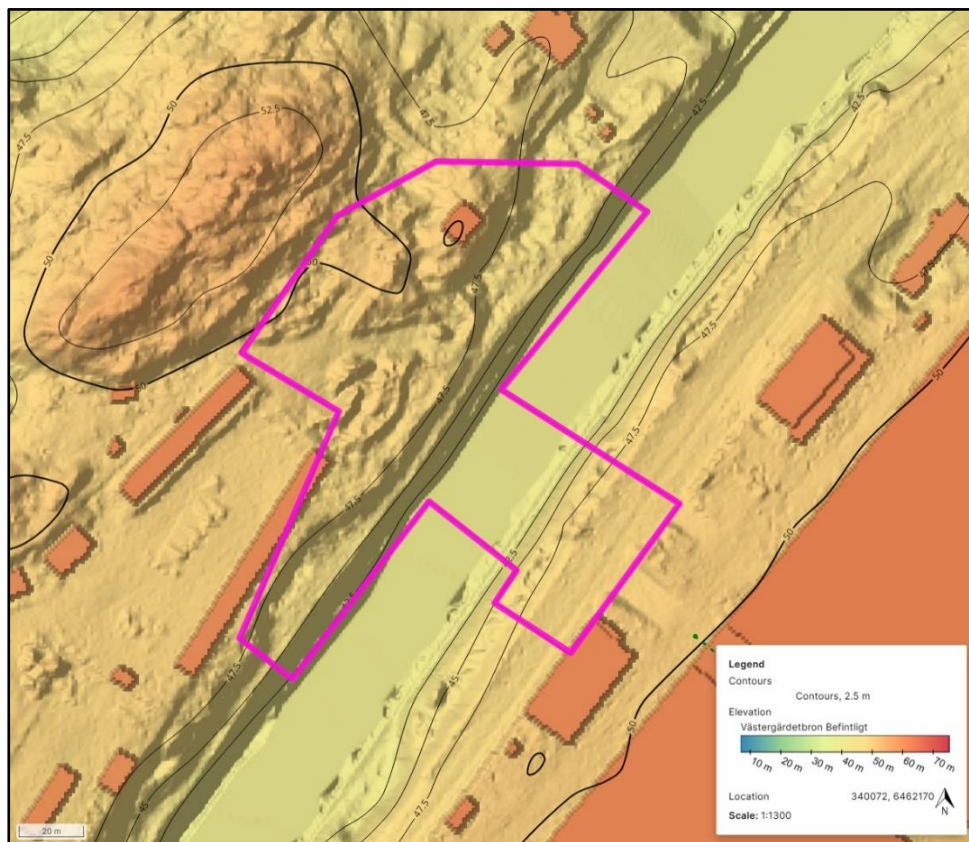
Tabell 3. Befintliga beräknade markytor, avrinningskoefficienter och reducerad area. .

Befintligt			
Markanvändning	Area [ha]	ϕ	Red area [ha]
GC-väg	0,073	0,80	0,058
Vatten*	0,178	1,00	0,178
Parkering	0,038	0,85	0,032
Väg (asfalt)	0,038	0,85	0,033
Väg (grus)	0,044	0,80	0,035
Skogsmark	0,874	0,10	0,087
Tak	0,012	0,9	0,011
Summa	1,257		0,434

*Den totala vattenytan används inte vid beräkningar. Endast den del som är lokaliserad precis under den nya bron ingår i beräkningarna. Detta eftersom Bergkanalen leder direkt till utredningsområdets recipient.

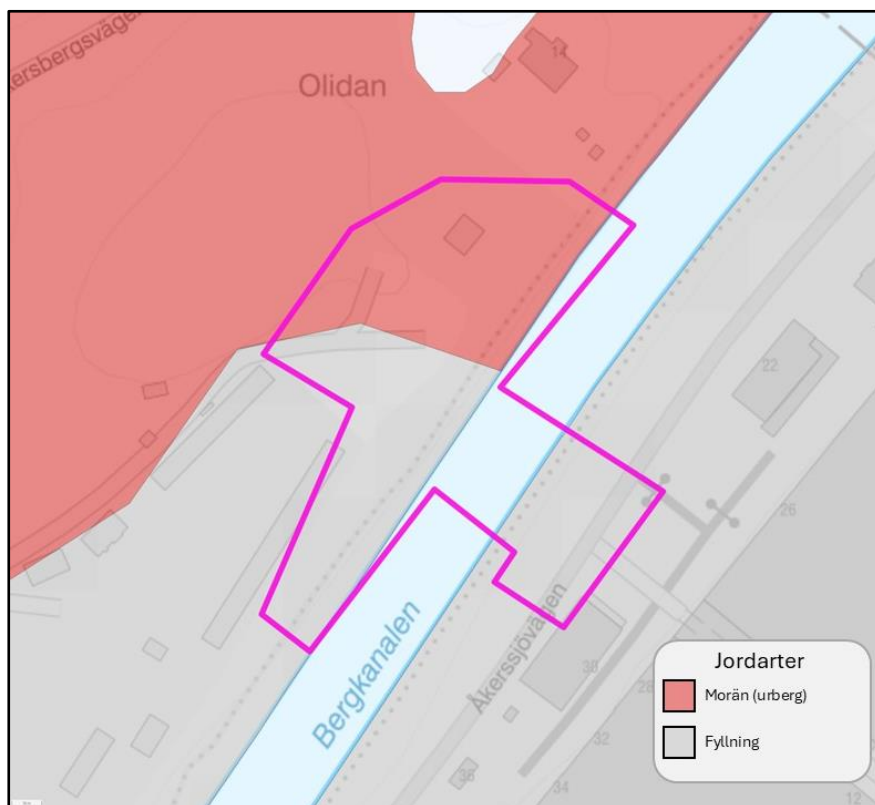
3.1 Topografi och markförhållanden

Längsmed vattenkanten i den västra delen av området börjar höjdprofilen på ungefär +50 m.ö.h.. Längs med vattenkanten i östra delen av området börjar höjdprofilen på ungefär +42 m.ö.h. och stiger till cirka 49 m.ö.h. (Figur 4).

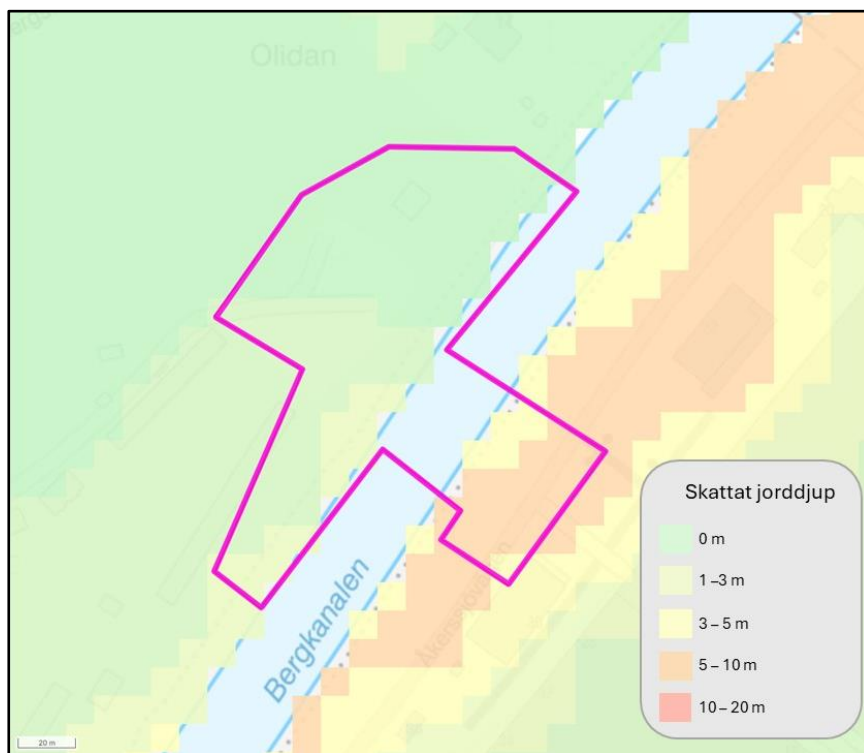


Figur 4. Höjddata över utredningsområdet (Scalgo Live, 2024).

Enligt SGU:s jordartskarta består utredningsområdet av morän och fyllning (Figur 5). Morän återfinns väster om kanalen, medan fyllnadsmaterial återfinns både väster öster om kanalen. Jorddjupet är ca 0 m väster om kanalen, medan jorddjup upp till 10 m återfinns öster om kanalen (Figur 6).



Figur 5. Jordartskarta (SGU, 2024). Utredningsområdet markerat med magentafärgad linje.



Figur 6. Jorddjupskarta (SGU, 2024). Utredningsområdet markerat med magentafärgad linje.

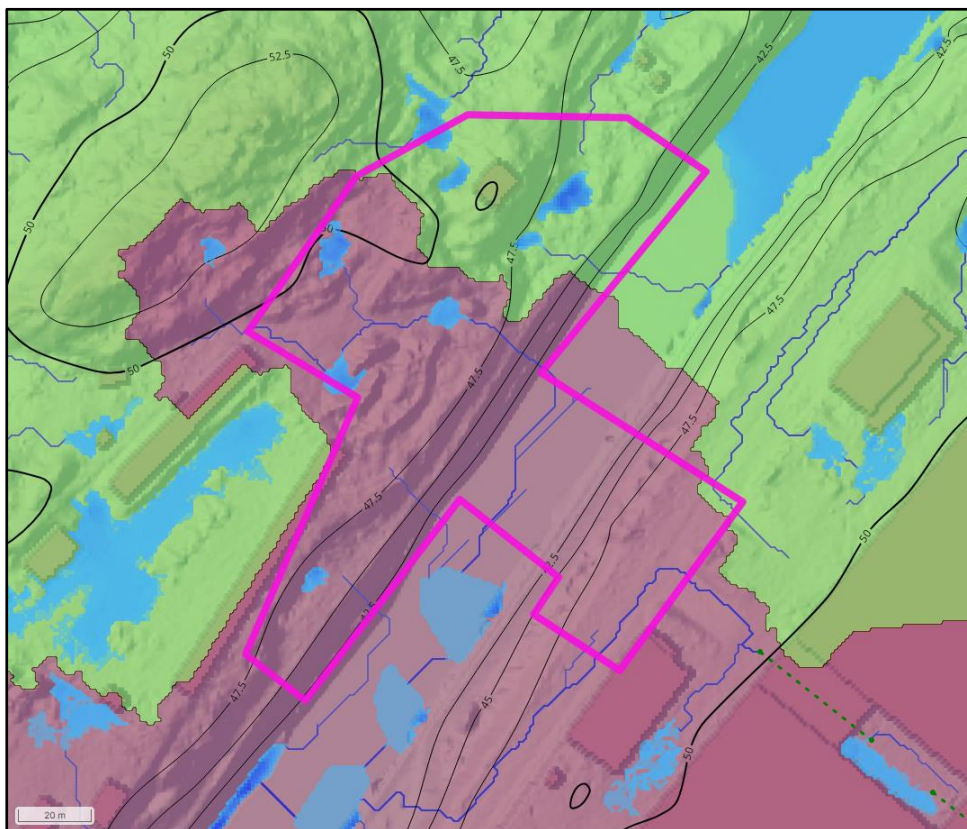
Enligt SGU:s genomsläpplighetskarta (SGU, 2024) varierar genomsläppligheten i området från medelhög till hög genomsläpplighet, Figur 7. Infiltration från dagvattenanläggning är i första hand aktuellt öster om kanalen.



Figur 7. Genomsläpplighetskarta (SGU, 2024). Utredningsområdet markerat med magentafärgad linje.

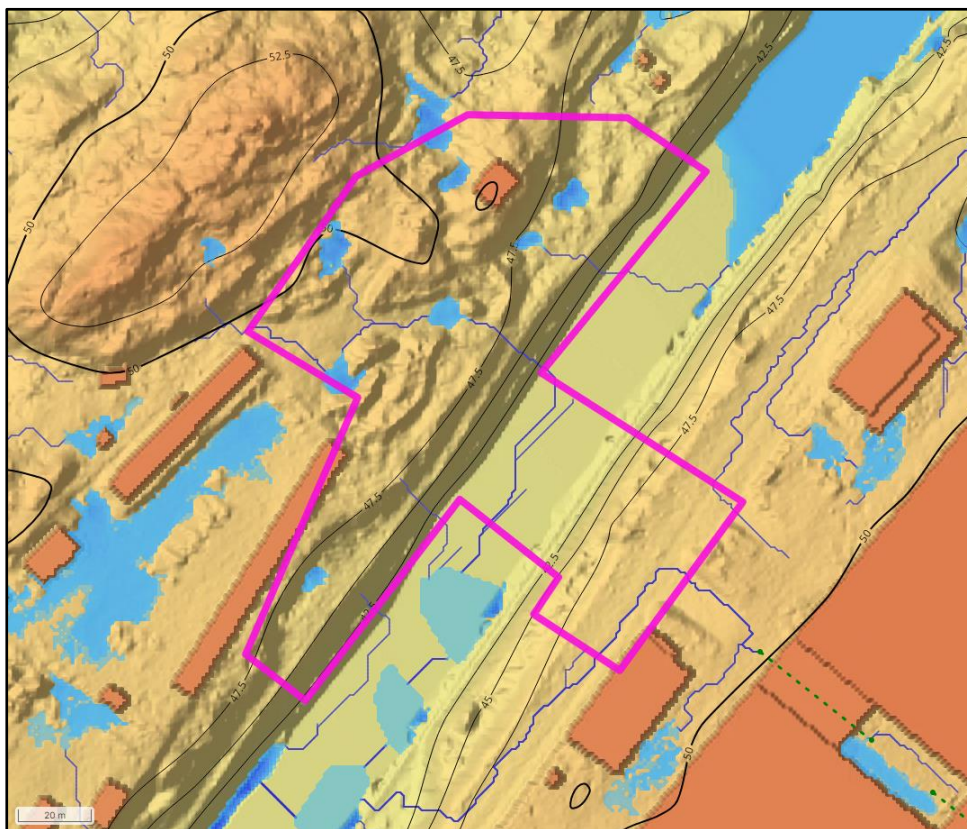
3.2 Avrinningsområden och avvattningsvägar

Under befintliga förhållanden utgörs planområdet i huvudsak av ett avrinningsområde, men i den norra delen finns ett lågområde, se Figur 8.



Figur 8. Avrinningsområden vid befintlig terräng (Scalگو Live, 2024). Observera att Scalگو Live inkluderar Bergkanalen och anser inte denna som en permanent vattenyta.

I 9 illustreras rinnv gar i m rktbl  linje. Den ytliga avrinningen f r en del av området sker mot Olideh lan vidare till Flottbergsstr mmen och slutligen G ta  lv.  vriga fl den tar sig via Bergkanalen, H ljan och Gamle Dal och slutligen till G ta  lv d r de olika ytliga rinnv garna fr n området samlas upp.



Figur 9. Rinnvägar vid befintlig terräng (Scalgo Live, 2024). Utredningsområdesgräns i magenta.

3.2.1 Preliminära resultat geoteknik

Enligt pågående geoteknisk undersökning (WSP, 2024) består jordlagerföljden generellt av jordfyllning lagrad antingen direkt på berg eller på en fast lagrad friktionsjord. Vissa lösare ytliga jordlager återfinns i områdets mittre del mot kanalen. Jorddjupet varierar mellan 1,5-8 m och är generellt cirka 3-5 m.

3.3 Hydrologi och grundvatten

Resultat från pågående hydrogeologisk undersökning krävs för att grundvattenytans påverkan på dagvattenanläggningarnas utformning ska kunna bestämmas.

Enligt SGU:s kartvisare (besökt 2024-09-16) finns det två brunnar strax norr om planområdet (ID 923512671 samt 923512662). Där har grundvattennivån uppmätts ligga 1,5 respektive 4 m under markytan.

3.3.1 Preliminära resultat geoteknik

I 'PM Geoteknik: Detaljplan bro över bergkanalen' (WSP, 2024) gäller att på grund av närheten och höjdskillnaden på cirka 10 m ner till vatten, i kombination med låga uppmätta grundvattennivåer, bedöms grundvattennivån vara belägen i underkant av friktionsjorden, det vill säga på ca 1,5–8 m djup. Bedömningen är baserad enstaka jordrör.

3.4 Markavvattningsföretag

De finns inga markavvattningsföretag inom eller i anslutning till planområdet.

3.5 Områdesskydd

Planområdet ligger inom vattenskyddsområdet 'Vänersborgsviken och Göta Älv', som totalt omfattar 111 448 ha.

Ett vattenskyddsområde är ett geografiskt avgränsat område runt en vattentäkt. Området upprättas av länsstyrelsen eller kommunen. De bestämmer också vilka regler, så kallade föreskrifter, som gäller för alla som bor eller verkar inom området.

Det aktuella vattenskyddsområdet omfattar en inre och en yttre skyddszon. Inom den inre skyddszonen kommer det finnas föreskrifter för verksamheter som hanterar och lagrar petroleumprodukter eller andra miljö- och hälsofarliga produkter. Västergårdetsbron kommer att anläggas inom den inre skyddszonen. Inom den zonen gäller krav på tillstånd för till exempel:

- anmälningspliktig miljöfarlig verksamhet
- deponering och lagring av farligt avfall
- utsläpp av avloppsvatten och spridning av avloppsslam
- ny eller utökad dagvattenanläggning
- mark- och anläggningsarbeten

3.5.1 Statligt byggnadsminne

Delar av planområdet på båda sidor av kanalen ligger inom fastigheten Olidan 3:2 som ingår i det statliga byggnadsminnet Trollhättans kanal-

och slussområde. Byggnadsminnet omfattar delar av Trollhättans kanal- och slussområde med byggnader och anläggningar.

Av skyddsbestämmelserna framgår att bland annat att byggnadsminnet inte ytterligare får bebyggas eller på annat sätt förändras. Mark, träd, annan vegetation och öppna ytor inom området ska vårdas och underhållas så att det kulturhistoriska värdet inte minskar. Markbeläggning, vägbankar, samt promenad- och dragvägar tillhör de delar som inte får ändras.

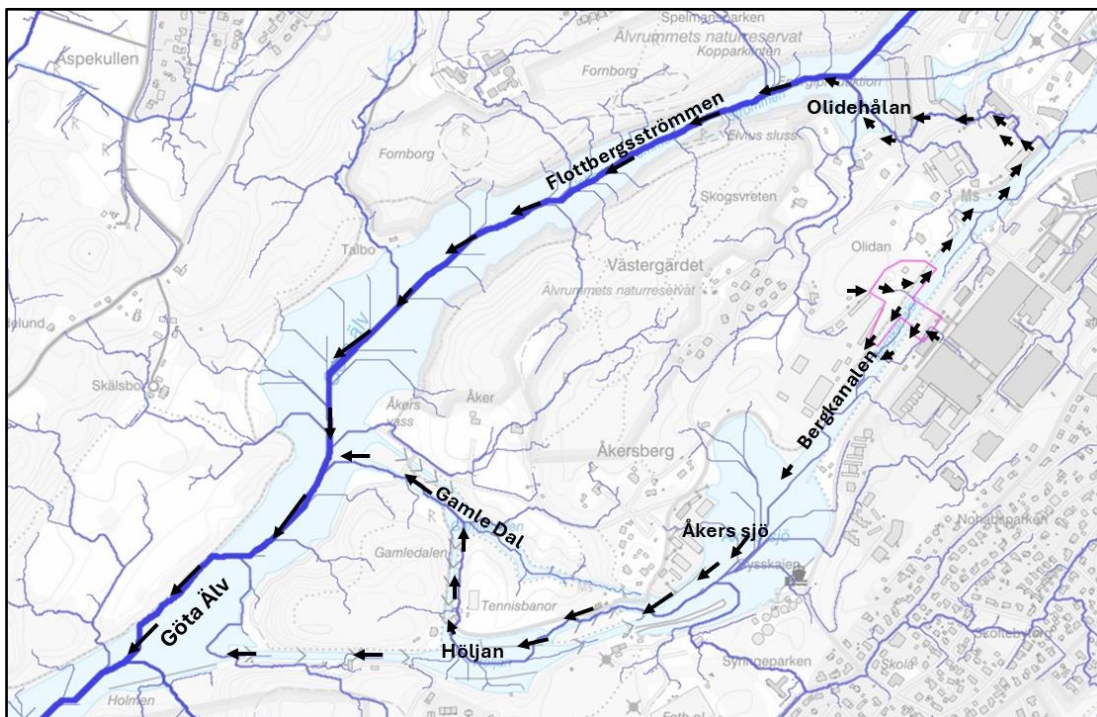
Anläggande av ny bro samråds med Riksantikvarieämbetet. Tillstånd kommer att sökas för de åtgärder som ny bro över Bergkanalen innebär. Planerade åtgärder ska anpassas för att minimera påverkan på värdebärande karaktärerna.

3.6 Recipient och miljökvalitetsnormer

MKN för ytvatten omfattar ekologisk och kemisk ytvattenstatus samt kemisk och kvantitativ grundvattenstatus. Den ekologiska statusen bedöms på en femgradig skala: hög, god, måttlig, otillfredsställande och dålig medan kemisk ytvattenstatus har två klasser: god och uppnår ej god.

Den så kallade Weserdomen (C461/13) har tydliggjort att försämringsförbud för status gäller även på kvalitetsfaktornivå och inte bara på den övergripande nivån ekologisk status. En kvalitetsfaktor som redan har dålig status får inte försämrats överhuvudtaget. En följd av domen har varit att större krav ställs på underlag som till exempel dagvattenutredningar och miljökonsekvensbeskrivningar (HaV, 2016). Det ska redovisas om möjligheten att uppnå MKN äventyras på grund av detaljplanen eller om den riskerar att leda till en statusförsämring.

De befintliga ytliga rinnstråken inom utredningsområdet sprider sig i olika riktningar men når alla samma slutrecipient 'Göta Älv - Slumpån till Stallbackaån', se Figur 10.



Figur 10. Vattnets väg från utredningsområdet till 'Göta Älv - Slumpån till Stallbackaån' markerat med svarta pilar (Scalgo Live, 2024)

Den ekologiska statusen i vattenförekomsten klassades år 2021 till otillfredsställande ekologisk potential och den ekologiska statusen klassades år 2019 till måttlig. Skillnaden mellan ekologisk status och ekologisk potential är att för ytvattenförekomster som har förklarats som kraftigt modifierade bedöms ekologisk potential i stället för ekologisk status. I praktiken innebär det att det ställs lägre krav på växt- och djurlivet för att uppnå god ekologisk potential jämfört med ekologisk status (VISS, 2024) Kvalitetsfaktorerna fisk och bottenfauna är utslagsgivande för bedömningen. Kvalitetsfaktorn fisk är bedömd till måttlig status eftersom fiskar inte kan vandra naturligt i vattensystemet och vattendragets flöden regleras på ett sätt som är negativt för fiskbestånden. Vattenförekomsten har däremot inte problem med näringsämnen/övergödning eller förorening, något som visas av bland annat kvalitetsfaktorerna näringsämnen och bottenfauna (VISS, 2024).

Den kemiska statusen i vattenförekomsten klassades år 2020 till uppnår ej god. Bedömningen grundas på uppmätt halt av PFOS i biota samt en extrapolering av halten av kvicksilver (Hg) i biota som baseras på mätningar i sjöar i länet.

Uppmätt halt av PFOS samt nationell extrapolering av överskridande halter av kvicksilver och PBDE i leder till att god kemisk status ej uppnås. Gränsvärdet för Hg och PBDE överskrider i alla Sveriges undersökta ytvattenförekomster; sjöar, vattendrag och kustvatten. Utsläpp av Hg har

under lång tid skett i både Sverige och utomlands vilket lett till långväga luftburen spridning och storskalig atmosfärisk deposition (VISS, 2024).

Ett undantag i form av mindre strängt krav har satts för PBDE och Hg. Problemet bedöms ha en sådan omfattning och karaktär att det i dagsläget saknas tekniska förutsättningar att åtgärda det. De nuvarande halterna av Hg och PBDE (december 2015) får dock inte öka. Lokala påverkanskällor som bidrar till sänkt status för Hg och PBDE ska åtgärdas oavsett det mindre stränga kravet för atmosfärisk deposition. Ett undantag i form av senare målår har satts för PFOS till år 2027. Åtgärder bör sättas in så snart som möjligt för att nå målet om en god kemisk status (VISS, 2024).

Tabell 4 redovisar statusklassning och miljökvalitetsnormer för recipienten.

Tabell 4. Aktuell status och miljökvalitetsnormer för Göta älv – Slumpån till Stallbackaån.

Recipient Göta älv	Aktuell status	Miljökvalitetsnorm
Ekologisk status	Otillfredsställande ekologisk potential Måttlig ekologisk status	God ekologisk potential 2039
Kemisk status	Uppnår ej god kemisk ytvattenstatus	God kemisk ytvattenstatus

3.7 Befintliga ledningar och anslutningspunkter

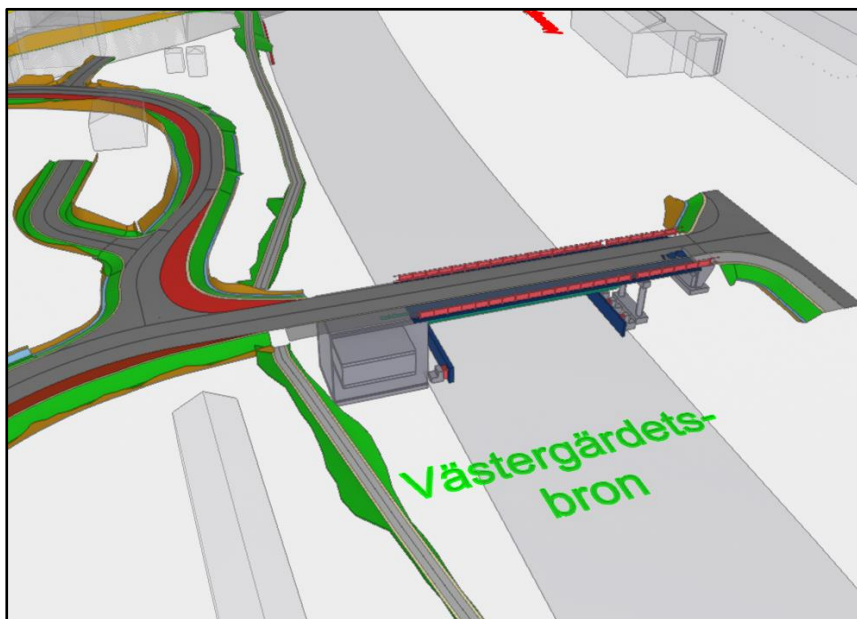
Inom utredningsområdet finns inga större dagvattenledningar eller anslutningspunkter. Endast kortare ledningar leder vatten från Åkerssjövägen direkt till Brokanalen.

3.8 Observationer vid fältbesök

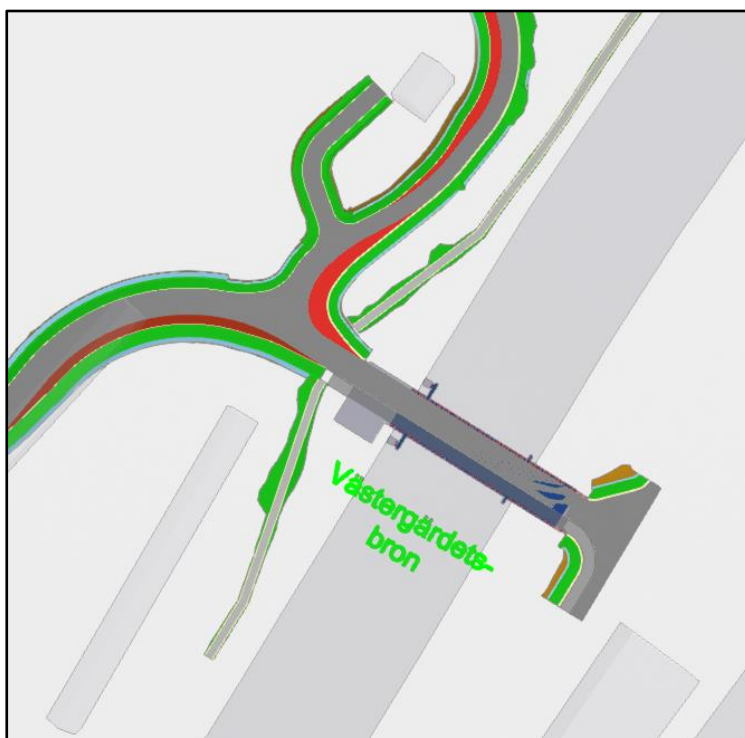
Fältbesök har inte utförts.

4 Framtida förhållanden

Framtida exploatering medför att en bro kommer att byggas med tillhörande GC-väg, Figur 11 och Figur 12 för 3D rendering och Figur 13 och Tabell 5 för framtida markanvändning.



Figur 11. 3D-visualisering över planerad väg samt bro över bergkanalen.



Figur 12. Planvy över planerad väg samt bro över bergkanalen.



Figur 13. Planerad markanvändning inom utredningsområdet.

Tabell 5. Befintliga beräknade markytor, avrinningskoefficienter och reducerade area.

Planerat			
Markanvändning	Area [ha]	ϕ	Red area [ha]
GC-väg	0,121	0,80	0,097
Vatten*	0,149	1,00	0,149
Parkering	0,008	0,85	0,007
Väg (asfalt)	0,202	0,85	0,171
Gräsyta	0,037	0,10	0,004
Skogsmark	0,720	0,10	0,072
Takyta	0,020	0,9	0,018
Summa	1,257		0,518

5 Beräkningar

5.1 Dimensionerande flöden

Dagvattenflöden för utredningsområdet har beräknats för att utreda hur flödena påverkas av den förändring i markanvändning som exploateringen innebär. Trollhättans Stads dagvattenstrategi uppger att flödesberäkningar för framtida 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 publikationer P110 (2019) med följande formel:

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

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 och utan 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 10 min tillämpats utifrån bedömd rinntid. Rinntiden är den tid det tar för att hela området ska nå förbindelsepunkten och är därav även dimensionerad varaktighet. Enligt P110 bör varaktigheten däremot inte vara mindre än 10 min. Flöden vid både befintlig och planerad situation bedöms till dimensionerande varaktighet på 10 min.

Observera att avrinningskoefficient för ett 100-årsflöde 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-års och 10-års regn. För 100-års regn är avrinningskoefficient 1 och reducerad area motsvarar då area.

Beräknade dagvattenflöden för befintlig och framtida situation redovisas i Tabell 6 och Tabell 7. Efter exploatering ökar framtida flöden.

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

Befintligt						
Markanvändning	Area [ha]	ϕ	Red area	Flöde [l/s] 2-år	Flöde [l/s] 10-år	Flöde [l/s] 100-år
GC-väg	0,073	0,80	0,058	7,8	13,3	35,6
Vatten	0,028	1,00	0,028	3,8	6,4	13,3
Parkering	0,038	0,85	0,032	4,3	7,3	18,4
Väg (asfalt)	0,038	0,85	0,033	4,4	7,4	18,8
Väg (grus)	0,044	0,80	0,035	4,7	7,9	21,3
Takyta	0,012	0,90	0,011	1,5	2,5	6,0
Skogsmark	0,874	0,10	0,087	11,7	19,9	427,1
Summa	1,106		0,284	38,1	64,7	540,8

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

Planerat						
Markanvändning	Area [ha]	ϕ	Red area	Flöde [l/s] 2-år	Flöde [l/s] 10-år	Flöde [l/s] 100-år
Gräsyta	0,037	0,10	0,004	0,7	1,2	25,0
GC-väg	0,121	0,80	0,097	18,2	31,0	83,1
Väg (asfalt)	0,202	0,85	0,171	34,2	54,7	137,9
Parkering	0,008	0,85	0,007	1,3	2,2	5,5
Takyta	0,019	0,90	0,017	3,2	5,4	12,8
Skogsmark	0,720	0,10	0,072	13,5	23,0	492,6
Summa	1,106			69,1	117,4	757,1

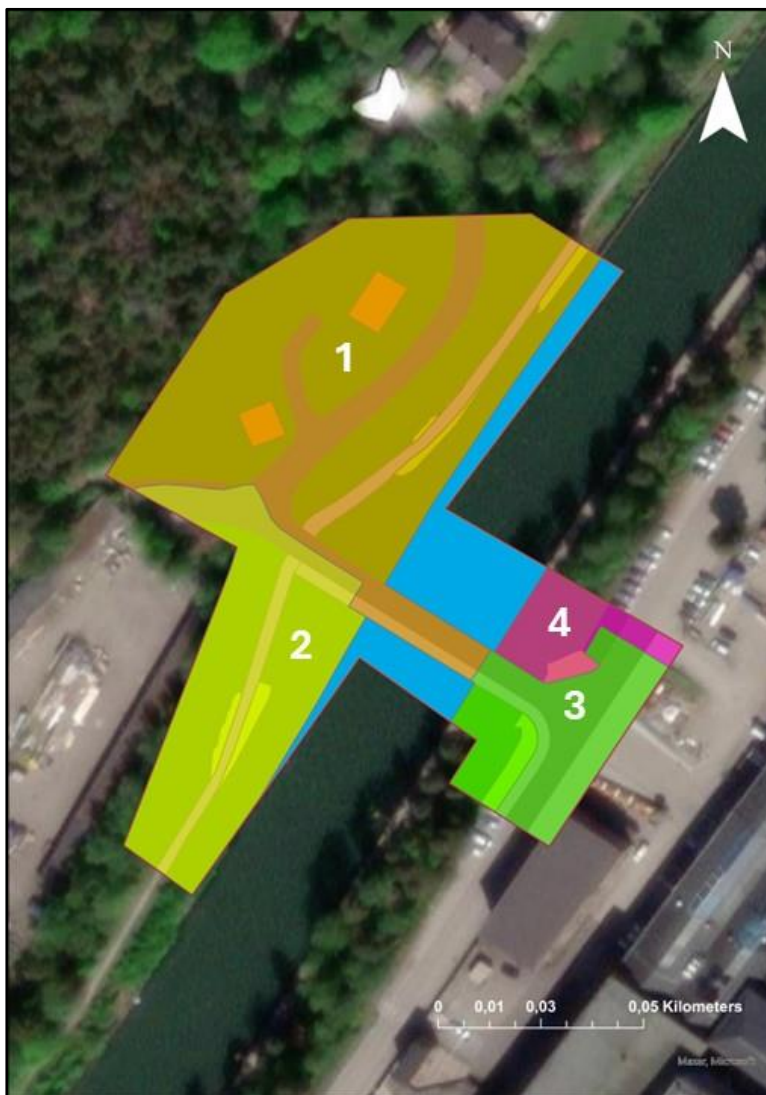
5.2 Fördröjningsvolymer

För att säkerställa att dagvattenflödet från utredningsområdet inte ökar och därmed överbelastar recipient eller skapar översvämningssproblem inom eller nedströms utredningsområdet behöver dagvattnet fördröjas. Fördröjningsberäkningar har utförts enligt Trollhättans Stads dimensioneringsföresättningar samt enligt Svenskt Vattens Publikation P110 (Svenskt Vatten, 2019).

Kravet på rening av de första 10 mm nederbörd ger ett fördröjningsbehov som beräknas för den reducerade arean. Behovet beräknas genom att multiplicera den reducerade arean med 10 mm. Kravet på rening av de första 10 mm nederbörd ger ett en erforderlig fördröjningsvolym på 37 m³.

Enligt Svenskt Vattens Publikation P110 baseras beräkningarna på rationella metoden samt intensitets-varaktighetsdiagram enligt Dahlström (2010). Magasinsbehovet har beräknats utifrån att ett framtida 2- respektive 10-årsregn inklusive klimatfaktor på 1,4 ska fördröjas till ett befintligt 2-årsregn. Det skulle betyda att den totala erforderliga fördröjningsvolymen för planområdet blir ca 50 m³ (10-årsregn). Fördröjning föreslås anläggas enligt Svenskt Vattens Publikation P110, då denna ger en större volym än 10 mm-kravet.

Eftersom utredningsområdet är del av flera avrinningsområden har fördröjningsbehovet för varje delområde beräknats var för sig. I Figur 14 presenteras hur delområdena har delats upp.



Figur 14. Delavrinningsområden inom utredningsområdet.

Tabell 8. Dimensionerande fördröjningsvolym för hela utredningsområdet samt respektive delområde baserat på flödes- och magasinberäkningar.

Område	Fördröjningsvolym [m ³]
Delområde 1	26
Delområde 2	11
Delområde 3 + 4	11+2 = 13
Summa	50

5.3 Föroreningsberäkningar

Föroreningsberäkningarna har utförts med dagvatten- och recipientmodellen StormTac. För att uppskatta mängden föroreningar som kan förväntas efter exploatering används schablonhalter för specifika typer av markanvändning. Dessa föroreningshalter tillsammans med avrinningskoefficienter och areor för de olika typerna av markanvändning och den årliga nederbörden för området ger mängden föroreningar som området genererar på ett år. Värden erhållna från StormTac bör därför ses som en uppskattning av föroreningssituationen i området, snarare än exakta värden. En årsnederbörd på 917 mm/år har använts, vilket är en korrigerad årsnederbörd för Trollhättan utifrån uppmätt nederbörd för Trollhättan (865,4 mm/år) och korrektionsfaktor (1,06) för Uddevalla (närmst kommun med angiven korrektionsfaktor).

Samma markanvändning som redovisas för flödesberäkningarna ovan har använts även för föroreningsberäkningarna, Tabell 6 och Tabell 7.

Under befintliga förhållanden ligger samtliga föroreningshalter (µg/l) under Trollhättans Stads riktvärden för dagvatten, Tabell 9. För framtida markanvändning ligger samtliga studerade ämnen utom kväve under riktvärdet. Sett till föroreningsbelastningen (kg/år) till recipient så ökar den för samtliga ämnen utom suspenderat material (SS). Således krävs rening av dagvattnet.

Tabell 9. Föroreningskoncentrationer och -mängder för befintlig och framtida situation.

Föroreningskoncentrationer (µg/l)												
Ämne	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP
Befintlig markanvändning (µg/l)	41	770	4,2	9,7	26	0,17	4,5	3,4	0,023	25000	280	0,014
Planerad markanvändning (µg/l)	57	980	4,4	11	27	0,22	6,4	4,4	0,034	29000	430	0,022
Riktvärde Göteborgs Stad (µg/l)	50	1250	28	10	30	0,90	7	68	0,70	25000	1000	0,270
Förändring utan rening (µg/l)	16	210	0,2	1,3	1	0,05	1,9	1	0,011	4000	150	0,008
Förändring utan rening (%)	39%	27%	5%	13%	4%	29%	42%	29%	48%	16%	54%	57%
Föroreningsmängder (kg/år)												
Ämne	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP
Befintlig markanvändning (kg/år)	0,22	4,1	0,022	0,051	0,14	0,00089	0,024	0,018	0,00012	130	1,5	0,000072
Planerad markanvändning (kg/år)	0,33	5,7	0,025	0,065	0,15	0,0013	0,037	0,025	0,00019	170	2,5	0,00013
Förändring utan rening (kg/år)	0,11	1,6	0,003	0,014	0,01	0,00041	0,013	0,007	0,00007	40	1	0,000058
Förändring utan rening (%)	50%	39%	14%	27%	7%	46%	54%	39%	58%	31%	67%	81%

6 Förslag till dagvattenhantering

6.1 Övergripande principer

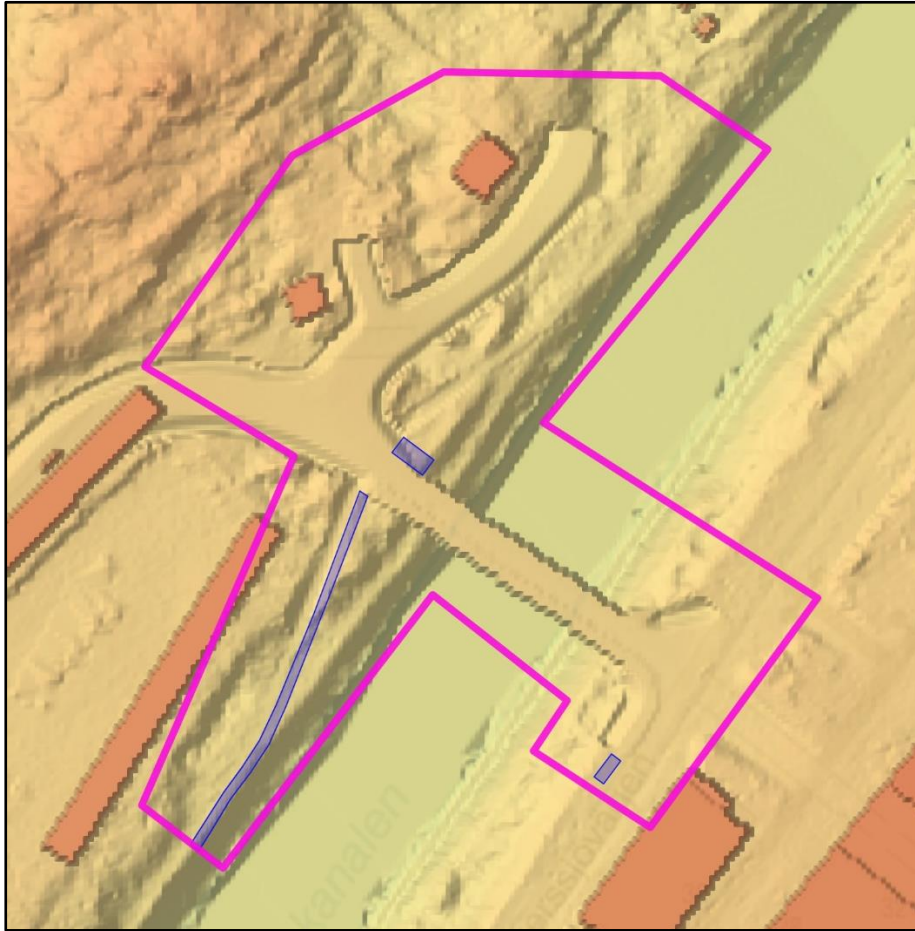
Grundprincipen för att säkerställa en långsiktig hållbar dagvattenhantering är att:

1. Byggnader ska placeras på höjdparter och grönytor i lågstråken.
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.

6.2 Systemlösning

Eftersom planområdet lutar åt tre håll, nord, syd och ost, föreslås tre dagvattenanläggningar av typen makadamkista och -dike (Figur 15):

- En makadamkista på den västra sidan av utredningsområdet dit vatten från en större del av bron, dess anslutningar samt vatten från den nya vägen leds. Troligtvis sker avledningen via gallerbrunnar, ledningssystem och från ytan. Efter rening och fördröjning sker anslutning till kanalen.
- En makadamkista på den östra sidan av utredningsområdet dit vattnet från en mindre del av bron och dess anslutning leds, vilket troligen sker via gallerbrunnar och ledningssystem. Efter rening och fördröjning sker anslutning till kanalen.
- Ett makamdike som löper längs med den södra gång- och cykelbanan. Efter rening och fördröjning sker anslutning till kanalen.



Figur 15. Principskiss dagvattenanläggningar. Observera att dimensionerna på anläggningarna inte är korrekta.

Eftersom makadam har en porvolym på 30% måste anläggningarna vara större än den erforderliga fördröjningsvolymen.

6.3 Föroreningsberäkningar framtida förhållanden

Efter rening i makadamdike och -kista understiger samtliga föroreningshalter riktvärdena såväl som motsvarande värden för befintliga förhållanden, se Tabell 10 och Tabell 11. Nästan samtliga mängder (kg/år) minskar under befintliga halter med föreslagen rening. Ökningen av fosfor bedöms så pass marginell att ökningen ligger inom en acceptabel felmarginal. Exploateringen påverkar således inte recipientens möjlighet att uppnå sin MKN.

Tabell 10. Föroreningskoncentrationer i dagvatten efter rening.

Föroreningskoncentrationer (µg/l)												
Ämne	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP
Befintlig markanvändning (µg/l)	41	770	4,2	9,7	26	0,17	4,5	3,4	0,023	25000	280	0,014
Planerad markanvändning (µg/l)	57	980	4,4	11	27	0,22	6,4	4,4	0,034	29000	430	0,022
Riktvärde Göteborgs Stad (µg/l)	50	1250	28	10	30	0,90	7	68	0,070	2500	1000	0,270
Förändring utan rening (µg/l)	16	210	0,2	1,3	1	0,05	1,9	1	0,011	4000	150	0,008
Förändring utan rening (%)	39%	27%	5%	13%	4%	29%	42%	29%	48%	16%	54%	57%
Framtida markanvändning efter rening												
Framtida efter rening (µg/l)	41	580	1,3	5,4	9,9	0,097	2,8	2	0,02	11000	120	0,0097
Förändring efter rening (µg/l)	0	-190	-2,9	-4,3	-16,1	-0,073	-1,7	-1,4	-0,003	-14000	-160	-0,0043
Förändring efter rening (%)	0%	-25%	-69%	-44%	-62%	-43%	-38%	-41%	-13%	-56%	-57%	-31%

Tabell 11. Föroreningsmängder i dagvatten efter rening.

Föroreningsmängder (kg/år)												
Ämne	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP
Befintlig markanvändning (kg/år)	0,2 2	4,1	0,022	0,0 51	0,1 4	0,000 89	0,024	0,0 18	0,0 12	130	1,5	0,000 072
Planerad markanvändning (kg/år)	0,3 3	5,7	0,025	0,0 65	0,1 5	0,001 3	0,037	0,0 25	0,0 19	170	2,5	0,000 13
Förändring utan rening (kg/år)	0,1 1	1,6	0,003	0,0 14	0,0 1	0,000 41	0,013	0,0 07	0,0 07	40	1	0,000 058
Förändring utan rening (%)	50 %	39%	14%	27 %	7%	46%	54%	39 %	58 %	31%	67%	81%
Framtida markanvändning efter rening												
Framtida efter rening (kg/år)	0,2 4	3,4	0,007 7	0,0 31	0,0 57	0,000 56	0,016	0,0 12	0,0 11	65	0,71	0,000 056
Förändring efter rening (kg/år)	0,0 2	-0,7	0,014 3	0,0 2	0,0 83	0,000 33	0,008	0,0 06	0,0 01	-65	-0,79	-1,6E- 05
Förändring efter rening (%)	9%	-17%	-65%	39 %	59 %	-37%	-33%	33 %	-8%	-50%	-53%	-22%

6.4 Utformning

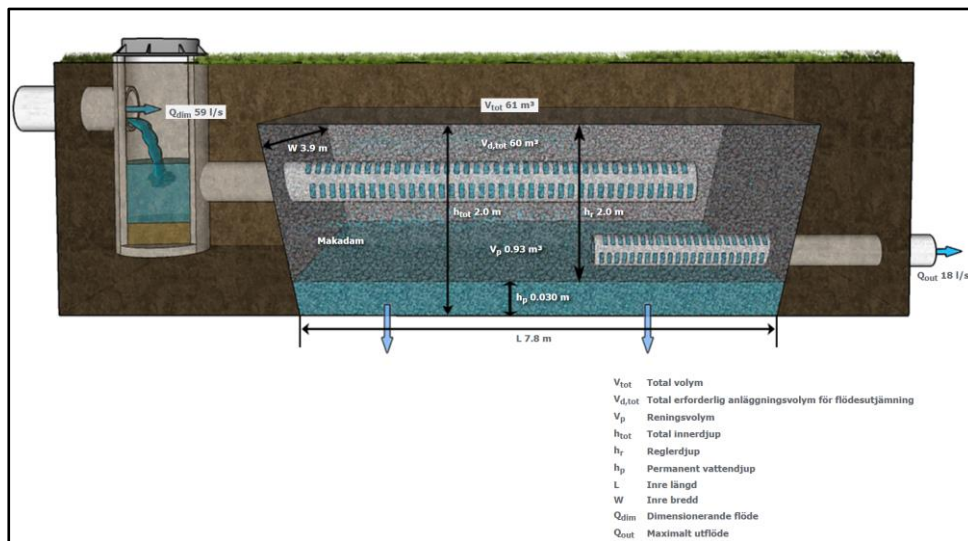
Makadamdiken eller -kistor anläggs genom att ett grävt hål fylls med makadam, det vill säga krossad och storlekssorterad sten utan nollfraktion. På botten placeras som regel ett. Detta skapar förutsättningar för infiltration och avledning av dagvatten även vid höga flöden. Om röret läggs ett par decimeter ovanför botten skapas ett magasin under röret där partiklar som passerat makadamlagret kan sedimentera. Makadamdiken kan både ha en tät eller en öppen botten. Föroreningsbelastningen och/eller infiltrationskapaciteten i underliggande mark avgör. Diket, eller kistans, bottenbredd bör vara minst 0,5 m. Lutningen i längdled bör vara svag (högst en procent).

Fördröjningsvolymen i makadamen skapas av porvolymen i fyllningsmassorna, normalt cirka 30 procent av den totala volymen. Fördröjningsvolymen anpassas efter dimensionerande regnflöden från de ytor som ska avledas till makadamdiket. Nederbörd som överskrider magasinvolymen och dikets avledningskapacitet behöver bräddas till dagvattennätet. Det finns alltid risk för isbildning/igenfrysning vid låga temperaturer, vilket både minskar infiltrationskapacitet och reningseffekt. Är infiltrationskapaciteten från början god fryser diket inte lika lätt.

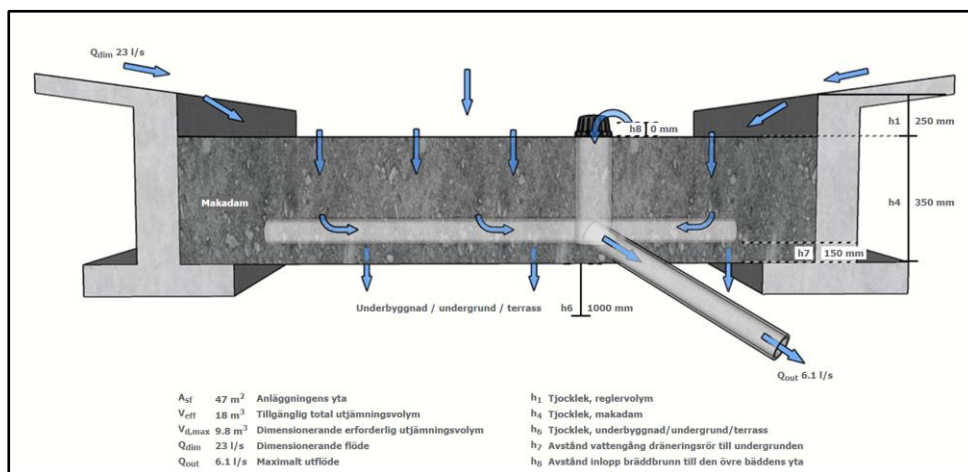
Makadamdiken och -kistor kan utformas med olika överytor. De kan ha makadam i dagen; vara gräsbeklädda; anläggas i kombination med växtbäddar; ha gräs- eller grusarmering; eller vara underjordisk och nås bara av ledningar.

Det löpande underhållet innefattar renhållning och ogrärensning. Yta och översvämningsskydd måste kontrolleras regelbundet så att de inte sätter igen. På längre sikt kan det finnas behov av att byta ut makadamfyllningen. Sedimenterade partiklar kan sätta igen porer och därmed minska infiltrationskapaciteten, särskilt om belastningen är hög.

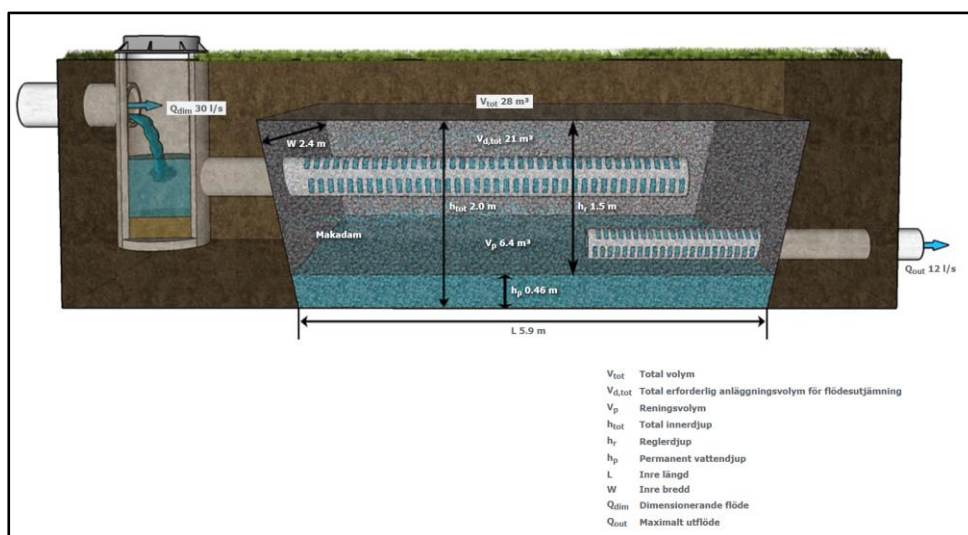
Rekommenderad dimensionering av anläggningarna för lämplig reningseffekt presenteras i Figur 16, Figur 17 och Figur 18.



Figur 16. Föreslagna dimensioner för makadamkista i delområde 1 (Stormtac, 2024).



Figur 17. Föreslagna dimensioner för makadamdike i delområde 2 (StormTac, 2024).



Figur 18. Föreslagna dimensioner för makadamkista i delområde 3 (StormTac, 2024).

7 Skyfall

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.

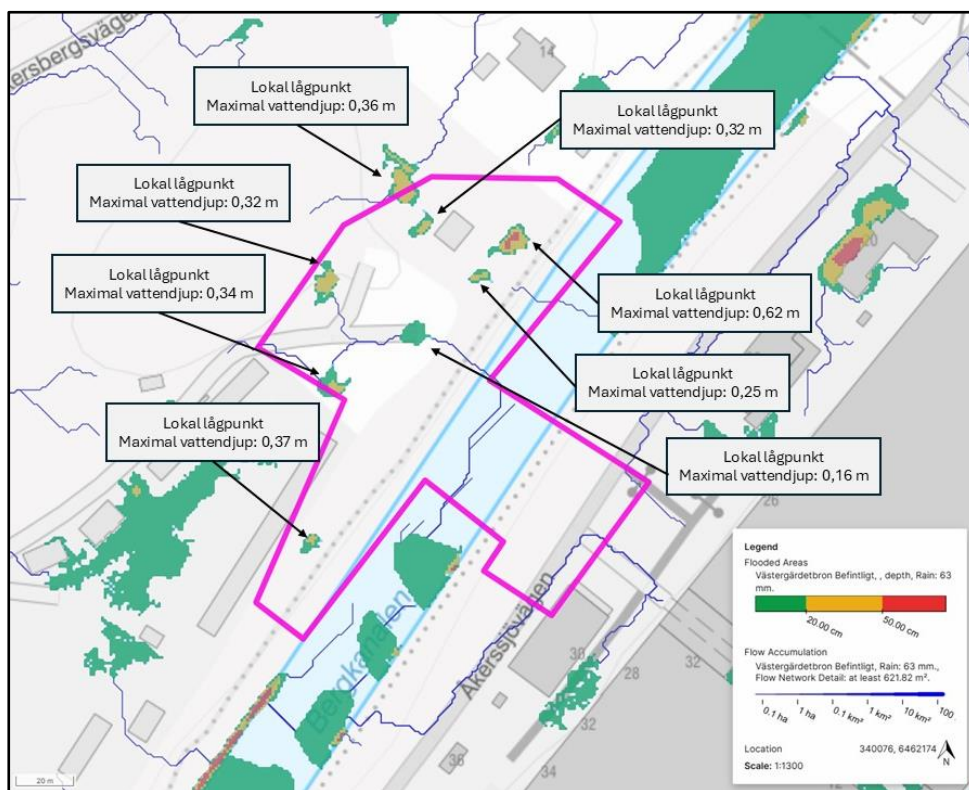
SMHI definierar skyfall som minst 50 mm nederbörd på en timme, eller minst 1 millimeter på en minut. Ett skyfall med SMHI:s definition skulle kunna innebära ett kortvarigt tvåårsregn. Den mängd vatten som faller avgör därmed inte om nederbörden klassas som skyfall eller inte då 50 mm nederbörd kan falla under olika lång tid.

För att förenklat beskriva flödesvägar och var vatten ansamlas, har simuleringsverktyget Scalgo Live använts. Verktöget använder sig av höjddata erhållit av Lantmäteriet med en upplösning på 1x1 meter och simulerar för olika regnmängder hur lågpunkter i utredningsområdet fylls upp och avrinner till nästa lågpunkt. I denna utredning har nederbörds mängden 63 mm använts, vilket kan motsvara ett 100-årsregn med varaktighet på 30 min, inklusive en klimatfaktor på 1,4. 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 mättas marken gradvis och därmed ökar avrinningskoefficienterna. En större del av det nedfallande regnet bidrar då till flödet.

7.1 Befintlig situation skyfall

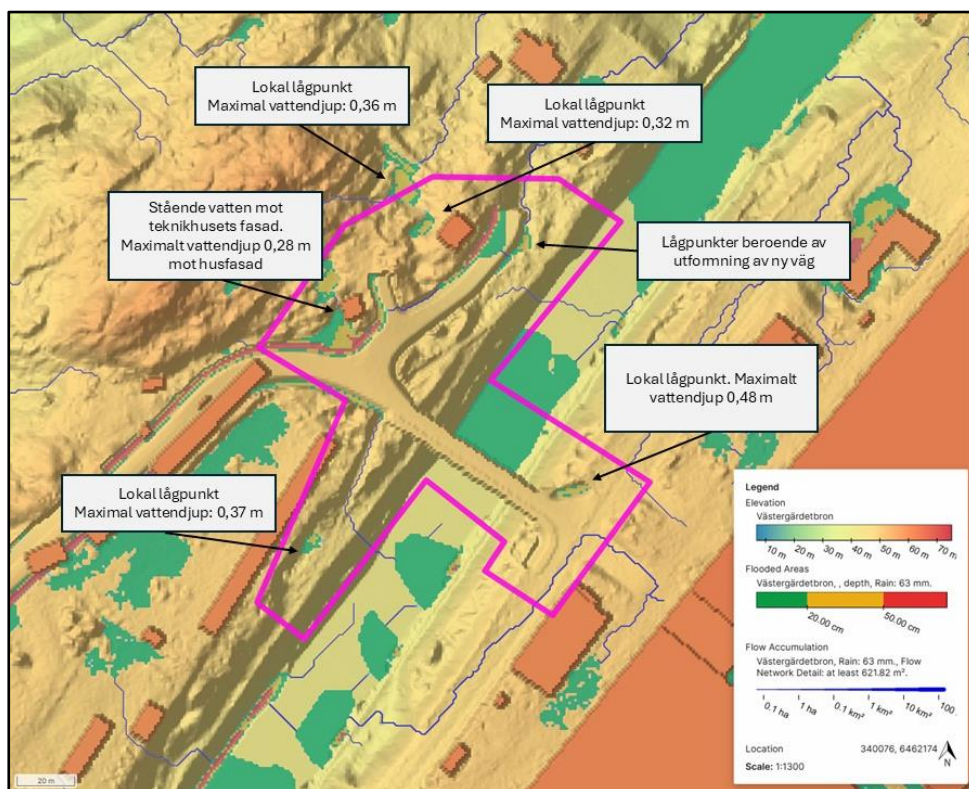
Dagvatten ansamlas i lågpunkter inom området och avrinner sedan åt öster ner mot kanalen. Lågpunkternas djup och utbredning illustreras i Figur 19.



Figur 19. Översvämningsutbredning vid en nederbörds mängd på 56 mm, motsvarande ett 100-årsregn med klimatfaktor 1,4 och varaktighet 30 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).

7.2 Framtida situation skyfall

63 mm regn motsvarar ett 100-årsregn med 30 min varaktighet. Framtida höjdsättning innebär att flera befintliga lågpunkter försvinner, men att nya skapas. Inom eller i anslutning till planområdet bildas inga områden som utgör ett hinder för framkomligheten (vattendjup >20 cm) eller kan skada egendom (Figur 20). Framtida höjdsättning kräver dock viss justering i anslutning till det planerade teknikhuset, vilket det i analysen ställer sig vatten intill. Att notera är att vatten inte tillåts flöda under den nya bron i Scalgo analysen.



Figur 20. Framtida skyfallssituation. Grönt <20 cm; gult 20-50 cm; rött >50 cm djup (Scalگو Live, 2024).

Den framtida höjdsättningen av området får stor inverkan på avrinningsområdena (Figur 21). Bron delar ett det större avrinningsområdet i två delar. Bron planeras att avvattas via ledningssystem emot den västra sidan. Vid skyfall kommer ledningarnas kapacitet överstigas och vid dessa tillfällen kommer främst ytlig avrinning ske och följa de avrinningsområden som visas nedan. Som tidigare poängterat ingår Brokanalen i dessa avrinningsområden enligt Scalگو analysen trots att kanalen har en permanent vattenyta.



Figur 21. Avrinningsområden efter exploatering (Scalgo Live, 2024).

8 Slutsats

- Den framtida höjdsättningen av området får stor inverkan på avrinningsområdena.
- Preliminär höjdsättning måste justeras något, så att vatten inte ställer sig intill det planerade teknikhuset.
- Eftersom inga lämpliga dagvattenledningar är lokaliserad inom eller nära utredningsområdet föreslås det renade dagvatten släppas till Bergkanalen.
- Magasinsbehovet har beräknats utifrån att ett framtida 2- respektive 10-årsregn inklusive klimatfaktor på 1,4 ska fördröjas till ett befintligt 2-årsregn, eftersom det är det flöde de befintliga ledningarna kan antas klara ta emot. Det skulle betyda att den totala erforderliga fördröjningsvolymen för planområdet blir ca 50 m³ (10-årsregn).
- För framtida markanvändning ligger samtliga studerade ämnen utom kväve under riktvärdet. Sett till föroreningsbelastningen (kg/år) till recipient så ökar den för samtliga ämnen utom suspenderat material (SS). Således krävs rening av dagvattnet.
- Rening och fördröjning föreslås ske i makadamkista och -dike. Efter rening i makadamdike/kista understiger eller sammanstämmer samtliga halter (µg/l) riktvärdena såväl som motsvarande värden för befintliga förhållanden. Även föroreningsmängder (kg/år) minskar under befintliga halter med föreslagen rening förutom för kväve som kan bedöms vara oförändrad.

9 Referenser

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

Scalgo Live. (2024).

SGU. (2024). *Sveriges geologiska undersökning - Genomsläpplighet*. Hämtat från <https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-genomslapplighet.html?zoom=338472.5461550717,6459981.906473712,344296.55780309497,6462986.312482524>

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

VISS. (2024). *Vatteninformationssystem Sverige*. Hämtat från <https://visshjalp.lansstyrelsen.se/detta-beskrivs-i-viss/miljokvalitetsnormer/ekologisk-status-och-potential/>

VISS. (2024). *Vatteninformationssystem Sverige*. Hämtat från <https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA16165459>

Trafikverket, 781 89 Borlänge. Besöksadress: Röda vägen 1

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

trafikverket.se