

A woman with long blonde hair is shown in profile, looking out over a cityscape at dusk. The city lights are visible in the background, and the sky is a mix of blue and orange. The woman's face is partially obscured by the text.

△ REJLERS

HOME OF THE
LEARNING MINDS

Dagvatten- och skyfallsutredning kv. Anoden & kaminen i Stallbacka

Trollhättans terminal AB

Emelie Stengård, Isabella Viking

2023-05-31

Sammanfattning

Denna dagvattenutredning har tagits fram för att utvärdera dagvatten- och skyfallsrelaterade frågor i samband med planarbete av utbyggnation av verksamhetsbyggnad för Trollhättans terminal AB inom Trollhättans kommun. Markytan inom fastigheten uppgår till 7,28 ha och består till stor del av hårdgjorda ytor. Marken för planerad utbyggnad består idag av grusmark och blandat grönområde. Dagvatten som genereras inom fastigheten avrinner först till befintliga dagvattenledningar eller rinner direkt till recipient Göta älv som ingår i vattenskyddsområdet Vänersborgsviken och Göta Älv. Den ekologiska statusen för recipienten har bedömts till otillfredsställande och den sammanvägda bedömningen för den kemiska statusen av alla prioriterade ämnen resulterar i att god kemisk status inte uppnås i vattenförekomsten. Då utredningsområdet är beläget i den inre skyddszonen till vattenskyddsområdet finns det föreskrifter att förhålla sig till. Föreskriften som gäller dagvatten innebär att inrättande av ny eller utökad anläggning för avledning av dagvatten kräver tillstånd. Utredningen tar hänsyn till Trollhättans kommuns dagvattenstrategi där planerad exploatering inte ska öka flödena från utredningsområdet och inte leda till en försämrad vattenstatus i recipienten. Planerad exploatering ska i stället främja att god vattenstatus kan uppnås på sikt. Planerad exploatering ska klara av förändrade klimatförhållanden med intensivare nederbörd utan skador orsakade av dagvatten.

Det finns en stor föroreningsproblematik inom Stallbacka industriområde där tidigare verksamheter föranlett stor spridning av bland annat ferrokromslag. Miljöskyddsmyndigheten på Länsstyrelsen i Västra Götalands län har därför tagit fram vägledning vid markarbeten inom Stallbacka industriområde. Så länge marken ligger intakt uppskattas spridningsrisken till Göta älv vara begränsad. Trollhättans stad och Länsstyrelsen eftersträvar att dagvatten inom området inte ska infiltreras i marklagren. Markytor ska i stället så långt det är möjligt tätas (asfalteras) och avrinning ska avledas till dagvattensystem. Beräkningar av dagvattenflöden för befintlig samt planerad markanvändning inom fastigheten visar på att dagvattenflödena ökar med planerad markanvändning. Detta på grund av en ökad areal hårdgjord yta. Det erforderliga fördröjningskravet för fastigheten för att tillgodose både fördröjning och reningskrav har beräknats uppgå till 529 m³ för hela området. Denna volym uppnås med föreslagna dagvattenlösningar i form av befintliga nedsänkta asfaltsytor som fungerar som torr dammar med oljeavskiljare samt filterbrunn. De befintliga nedsänkta hårdgjorda ytorna inom området rymmer idag ca 700m³ samt 250m³ vilket därmed är tillräckligt för att fördröja dagvattnet enligt Trollhättans krav på 10mm/A_{red}.

Vid skyfall står vatten på ett flertal lågpunktområden inom utredningsområdet. I de nedsänkta asfaltsytor vid lastkajen i väst, bräddar vattnet över mot recipienten vid ett djup på ca 0,5m. Entréer för fasaden vid lastkajen är idag något upphöjda vilket minimerar risk för att vattnet rinner in i byggnaden och ger större ekonomisk skada. Vid höjdsättning av utbyggnad av fastigheten rekommenderas att vatten inte blir stående mot husfasader vid skyfall. Vatten ska vid skyfall ledas mot föreslagna dagvattenlösningar eller Göta älv.

Då området redan idag är mycket förorenat, visar analys i StormTac att det sker en minskning av nästan alla undersökta föroreningsämnen för både halter och mängder, enbart efter exploatering genom ökad hårdgörandegrad. Efter fördröjning och rening genom nedsänkta asfalterade ytor (torrdamm) med oljeavskiljare och filterbrunn minskar alla ämnen under befintliga och riktvärden för halter och mängder förutom för fosfor och koppar, som ligger något över riktvärdet. Dessa ämnen anses däremot inte minska recipientens chanser att uppnå MKN.

Resultatet visar att enbart exploatering genom ökad hårdgörandegrad inom området minimerar spridning av samtliga föroreningsämnen. Befintliga system om de integreras med dagvattenhanteringen för det nya området, tillsammans med en ny filterbrunn är tillräckliga för att kraven för rening och fördröjning kommer att uppfyllas.

Revisionshistorik

Revision	Datum	Beskrivning	Författare	Granskad av
1.0	2023-02-15	Intern granskning	Emelie Stengård, Isabella Viking	Anna Bachman



INNEHÅLL

1	Inledning	5
1.1	Bakgrund	5
1.2	Syfte	5
1.3	Styrande dokument	6
1.4	Allmänt om dagvatten och skyfall	6
2	Material och metod	8
2.1	Material och datainsamling	8
2.2	Platsbesök	8
2.3	Flödesberäkning	14
2.4	Beräkning av den totala nederbördsvolymen	14
2.5	Föroreningsbedömning	14
3	Områdesbeskrivning och avgränsning	15
3.1	Avrinningsområden, avvattningsvägar och tillkommande vatten	15
3.1.1	Befintligt dagvattensystem	15
3.1.2	Skyfallskartering befintliga förhållanden 100-års regn	16
3.2	Markförutsättningar	18
3.3	Recipienter, vattenförekomster och miljö kvalitetsnormer (MKN)	20
3.4	Markavvattningsföretag	21
3.5	Strandskydd	22
3.6	Markanvändning – befintlig och planerad	22
4	Flödesberäkningar och föroreningsbelastning	23
4.1	Flödesberäkningar	23
4.2	Dimensionerande utjämningsvolym	24
4.3	Föroreningsbelastning	25
4.3.1	Slutsats föroreningsanalys	28
4.3.2	Föreslagna reningsåtgärder och fördröjningsvolym för rening	28
5	Lösningförslag för dagvatten- och skyfallshantering	30
5.1	Föreslagen dagvattenhantering	30
5.2	Principlösningar för dagvattenhantering	31
5.2.1	Torrdamm / Fördröjningsyta vid lastkajsområde	31
5.2.2	Oljeavskiljare	32
5.2.3	Filterbrunn	33
5.3	Skyfallshantering vid 100-årsregn	34
6	Referenser	35

Bilaga – Lösningförslag dagvattenhantering Stallbacka

1 Inledning

1.1 Bakgrund

I direkt anslutning till Trollhättans centrala delar ligger området Stallbacka som är ett industriområde med verksamheter och tillhörande byggnader. Utredningsområdet är ca 7,28 ha stort och utgörs främst av tak, asfalt, naturmark, grus, och parkering, se Figur 1. Inom utredningsområdet planeras utbyggnad av befintlig verksamhetsbyggnad i nordlig och östlig riktning. Väster om utredningsområdet rinner Stallbackastömmen som är en del av Göta älv. Kringliggande områden utgörs av industriområden visar även utredningsområdets plats i staden samt kringliggande gator som Grundbergsvägen, Stallbackavägen samt Grafitvägen. Områdesindelningar är grovt uppskattade på bilderna i utredningen. Marken inom utredningsområdet utgörs idag av kommunal mark i norr samt fastighetsägaren för verksamheten, Fastighetsägaren planerar att köpa mark norr om verksamheten där utbyggnaden planeras.



Figur 1: Fastighetsindelningar i gult med utredningsområdet i rött. Bildkälla: Lantmäteriet, 2023-01-20.

1.2 Syfte

Dagvattenutredningen syftar till att:

- Utreda vilken påverkan den planerade förändringen i utredningsområdet kan ha på dagvattenbildningen, befintliga vattendrag och grundvatten.
- Bedöma förutsättningarna för lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD).
- Beräkna flöden och ge lämpliga förslag på dagvattenlösningar för att fördröja ett 10-årsregn till befintliga flöden på kvartersmark.

- Ge lämpliga förslag på dagvattenlösningar för att så effektivt som är tekniskt och ekonomiskt rimligt rena ett 10-årsregn.
- Göra en bedömning av hur stor översvämningsvolym som maximalt skulle krävas för att även ta emot ett 100-årsregn för hela utredningsområdet efter exploatering och var översvämningsmöjligheter skulle kunna finnas.
- Erhålla en så effektiv användning som möjligt av tillgängliga ytor och därefter reducera belastningen av föroreningar på recipienten.

1.3 Styrande dokument

För att skapa en säker och miljöanpassad dagvattenhantering som bidrar till en attraktiv stadsmiljö i Trollhättan har Trollhättans stad tagit fram en dagvattenstrategi. Dagvattenstrategin ersätter Riktlinjer för dagvattenhantering som antogs av kommunfullmäktige 2010 (Trollhättans stad, 2021). Strategin består av fyra övergripande mål:

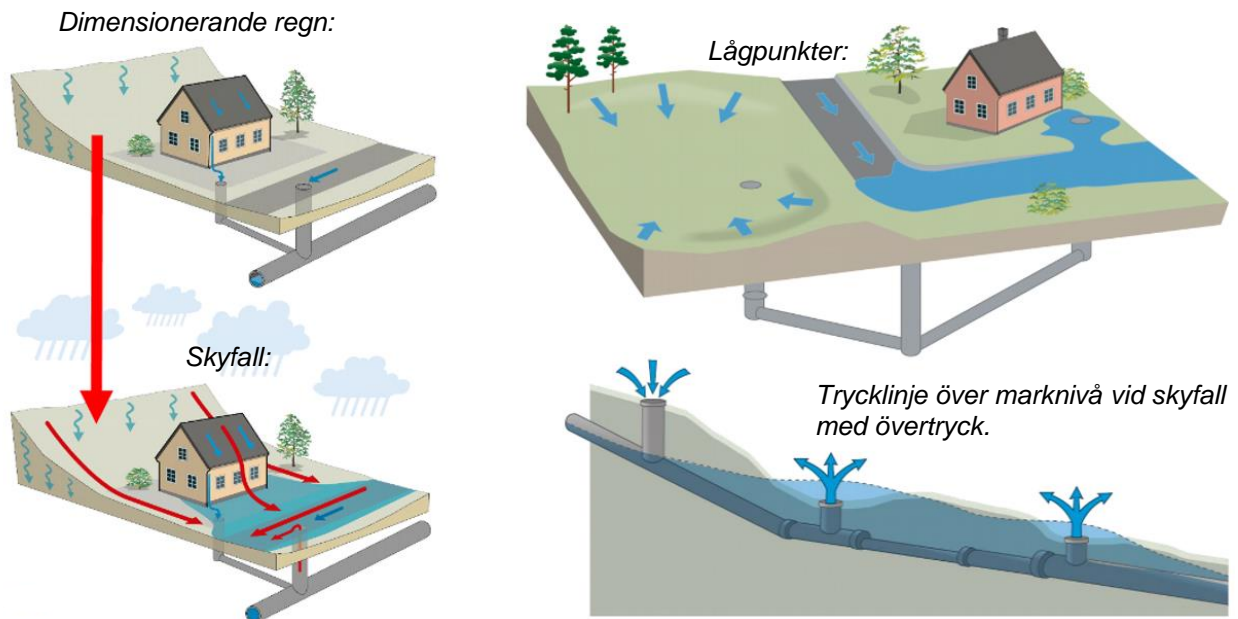
- Bebyggelsen ska klara av förändrade klimatförhållanden med intensivare nederbörd utan skador orsakade av dagvatten. Dagvattenhanteringen ska utformas så att den efterliknar naturlig infiltration och avrinning så mycket som möjligt. På det sättet bevaras vattenbalansen, och negativ påverkan på grundvattennivåer och ytvattenflöden minimeras.
- Dagvattenhanteringen ska inte leda till en försämrad vattenstatus i kommunens vattenområden. Den ska i stället främja att god vattenstatus kan uppnås på sikt.
- Dagvatten ska användas som en resurs för att skapa attraktiva inslag i den bebyggda miljön.
- För att nå miljömålen om en hållbar dagvattenhantering behöver samsyn, samordning och en genomtänkt ansvarsfördelning ske mellan stadens förvaltning och bolag samt exploatörer och fastighetsägare.

I dagvattenpolicyn står det även att en fördröjning om 10mm per hårdgjord area (reducerad area, Ared) bör fördröjas innan dagvattnet rinner ut ur området och vidare mot recipienten. Takvatten anses inte vara smutsiga ytor och behöver inte renas.

1.4 Allmänt om dagvatten och skyfall

Dagvatten definieras som ett tillfälligt förekommande vatten som avrinner markytan vid regn och snösmältning. Generellt är ytavrinningens flöde och föroreningshalt kopplad till markanvändningen i ett område. Främst är det dagvatten från industriområden, vägar och parkeringsytor som innehåller föroreningar. Exploatering av ett tidigare naturområde leder till större areal av hårdgjorda ytor som både ökar flödena och leder till högre föroreningsbelastning. Därför är det värdefullt att i ett tidigt skede utreda vilka konsekvenser detta har för dagvattensituationen.

Vid extrema regn, exempelvis ett 100-årsregn, överskrider ledningssystemets kapacitet då markens infiltrationsförmåga är mättad. Vilket medför en större avrinning på markytan, som i sin tur medför fördröjningsvolymmer som inte är rimligt att utredningsområdets dagvattenlösningar ska kunna fördröja. Figur 2 visar skillnaden på konsekvenser av dagvatten och skyfallsvatten.



Figur 2: Skillnader på konsekvenser av vatten vid dimensionerande regn och skyfall. MSB, augusti 2017.

Dessa skyfallsvolymer ansamlas och skapar översvämning inom områdets lågpunkter. Om det inte finns möjlighet för vattnet i lågpunkter att rinna vidare, på grund av exempelvis barriärer som vägar, blir lågpunkten ett så kallat instängt område. Instängda områden kan orsaka materiella skador och medföra risk för hälsa och liv. Därför är det viktigt att dessa identifieras inom utredningsområdet så att de kan magasineras på ett säkert sätt och inte förvärra översvämningens problematiken nedströms.

Vid lokalt omhändertagande av dagvatten, LOD (lokalt omhändertagande av dagvatten), används dagvattenlösningar som efterliknar vattnets naturliga kretslopp, såsom infiltration i mark, i stället för att leda bort dagvattnet i konventionella ledningar. På så sätt minskas mängden dagvatten som behöver tas omhand i dagvattennätet och det sker en naturlig rening av dagvattnet. Om inte dagvattnet kan tillåtas att infiltrera ned i marken, till exempel på grund av föroreningar i marken eller för att platsen ligger inom vattenskyddsområde, kan det ändå renas lokalt innan det leds bort.

2 Material och metod

2.1 Material och datainsamling

Bakgrundsmaterial och data som använts för att genomföra utredningen är angivna i Tabell 1.

Tabell 1. Bakgrundsmaterial och data

Jordartskarta och jorddjupskarta framtagna med SGU:s WMS tjänster	Hämtade 2023-01-30
Underlag för vattenförekomster i VISS, Vatteninformationssystem Sverige	Hämtade 2023-01-30
DWG-fil över utredningsområdet med utredningsområdesgräns	Erhölls av beställare 2023-01-17
DWG-fil över VA-system	Erhölls av beställare 2023-01-17
Dagvattenstrategi, Trollhättans stad.	2021
Lågpunktskartering med hjälp av Scalgo Live	Genomförd 2023-01-20
Underlag markavvattningsföretag från Länsstyrelsens WebGIS	Hämtat 2023-01-30
Miljöteknisk markundersökning Stallbacka 4:5, Trollhättan. Rejlers Sverige AB.	2023-02-24
PM Referenser till StormTacs Schablonhalter för dagvatten. Sweco.	2008-06-30
Vägledning vid markarbeten inom Stallbacka industriområde. Trollhättans stad miljöförvaltningen & Länsstyrelsen västra götaland län	2014

2.2 Platsbesök

Ett platsbesök genomfördes den 31:a januari 2023 för att utreda befintliga förhållanden beträffande markanvändning, avrinning och tillkommande vatten. Utredningsområdet består idag främst av asfalterade ytor som väg och parkeringar, naturmark samt tak. Fastighetsområdet inom utredningsområdet är omslutet av staket. Bilder från platsbesöket visar även utredningsområdets verkliga terräng och karaktär, vilket ökar förståelse vid planering av lösningsförslag gällande fördröjning och rening av dagvatten samt avledning gällande skyfall. Figur 3 - Figur 6 visar flygbilder från verksamhetens hemsida hämtade 2023-01-27.

Innan platsbesöket analyserades utredningsområdets avrinning med hjälp av Scalgo live samt underlag erhållen av beställaren på grundkarta med befintligt VA-system för att dokumentera viktiga platser ur ett dagvatten- och skyfallsperspektiv. Marken inom utredningsområdet sluttar generellt från öst till väst mot vattendraget Göta älv. Brunnar,

rännor, lågpunkter samt utlopp har även dokumenterats under platsbesöket, se Figur 7 till Figur 16. Vid varje figur finns en karta som visar var bilden är tagen.



Figur 3: Flygbild verksamhet inom utredningsområdet (röd markering). Bildkälla: Katoen Natie, 2023-01-27.



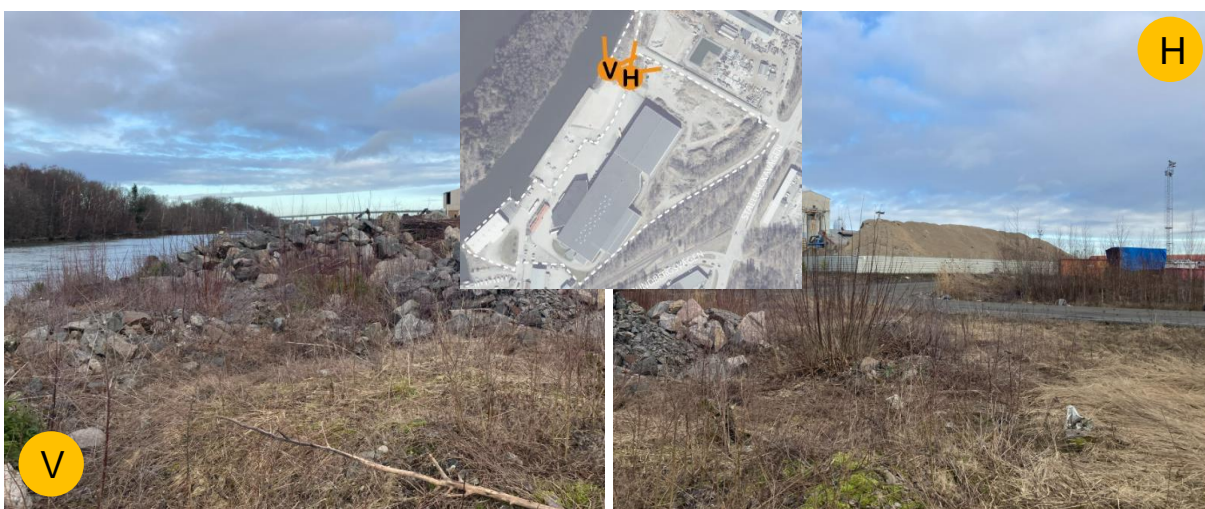
Figur 4: Flygbild verksamhet inom utredningsområdet (röd markering). Bildkälla: Katoen Natie, 2023-01-27.



Figur 5: Flygbild verksamhet inom utredningsområdet (röd markering). Bildkälla: Katoen Natie, 2023-01-27.



Figur 6: Flygbild verksamhet inom utredningsområdet (röd markering). Bildkälla: Katoen Natie, 2023-01-27.



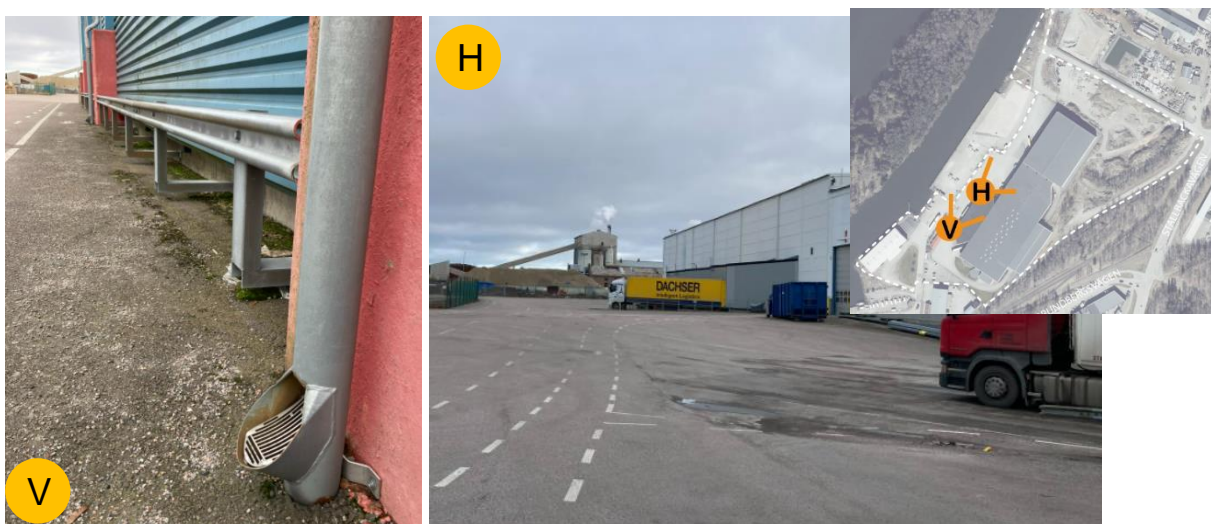
Figur 7: Bilderna visar naturmark med större grusupplag samt stenar nordväst om utredningsområdet.



Figur 8: Vänster bild visar område under markberedning. Höger bild visar verksamhetsbyggnad samt taklutning.



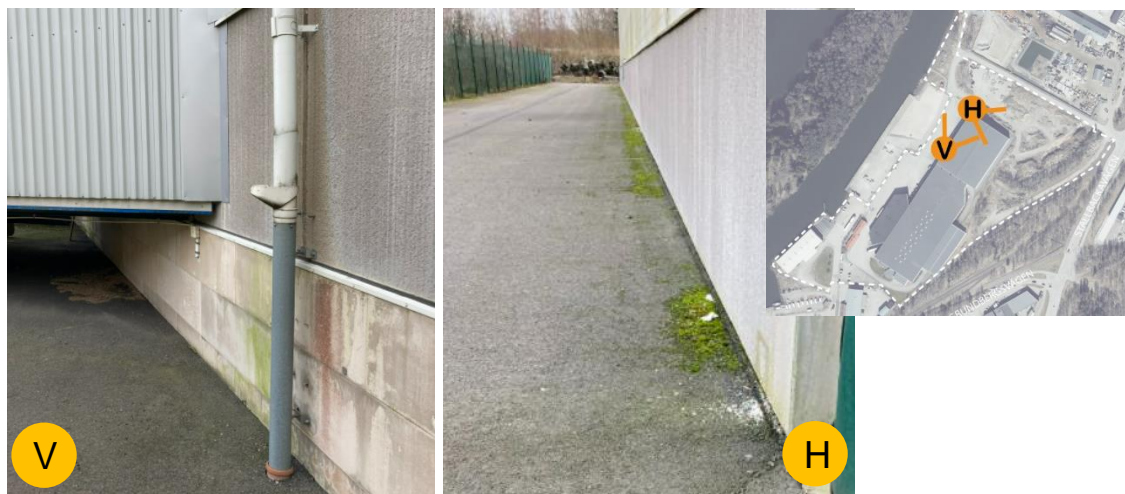
Figur 9: Vänster bild visar stuprör som går ner i marken. Höger bild visar rännstensbrunn.



Figur 10: Vänster bild visar stuprör med utkastare som även fortsätter under mark. Höger bild visar marklutning in mot fasad.



Figur 11: Vänster bild visar dagvattenbrunn med beteckning D400. Vänster bild visar ACO-dränledning som finns på flertal uppställningsplatser för lastbilar lägst med fasaden.



Figur 12: Höger bild visar stuprör ner till marken. Vänster bild visar marklutning från norra fasaden.



Figur 13: Vänster bild visar stuprör ner till marken. Höger bild visar naturmark och jordhög/kulle.



Figur 14: Vänster bild visar anslutningsbrunn. Höger bild visar grönyta framför fasad.



Figur 15: Vänster bild visar fasad med takavvattning via stuprör. Höger bild visar parkering vid hamn med rännstensbrunn.



Figur 16: Bilden visar större grönyta vid entré till verksamhetsområdet.

2.3 Flödesberäkning

Då verksamheten idag till stor del består av grusyta och grönområden har utredningsområdet klassats som gles bostadsbebyggelse, enligt P110. Beräkningar av flöden i dagvattenutredningen utförs därför för ett 10-årsregn.

Dimensionerande varaktighet på årsregnen har uppskattats till 10 min för hela utredningsområdet för både befintlig och planerad markanvändning. Hänsyn tas till ökade flöden till följd av klimatförändringarna och en klimattfaktor på 1,25 används därför vid beräkningar för framtida scenarion i enlighet med P110 och efter önskemål från kommunens VA-avdelning.

För beräkning av regnintensitet har nedanstående Ekvation 1 enligt Svenskt Vatten P110 kap 10.1 använts. Formeln gäller för regnvaraktigheter upp till ett dygn.

Ekvation 1

$$i_A = 190 * \sqrt[3]{\text{Å}} * \frac{\ln(T_R)}{T_R^{0,98}} + 2$$

i_A = regnintensitet [l/s, ha]

T_R = regnvaraktighet [minuter]

Å = återkomsttid [månader]

Vid beräkning av dagvattenflöden före och efter exploatering används rationella metoden med regnintensitet enligt Dahlströms formel ovan. Dagvattenflödena beräknas med följande formel. (Svenskt Vatten AB)

Ekvation 2

$$q_{dim} = A * \varphi * i_A * k$$

q_{dim} = dimensionerande flöde [l/s]

A = avrinningsområdets area [ha]

φ = avrinningskoefficient [-]

i_A = regnintensitet [l/s, ha]

k = klimattfaktor

2.4 Beräkning av den totala nederbördsvolymen

I Bilaga 10.1a till P110 ges nederbördsvolymen, uttryckt i mm, för olika regnvaraktigheter för ett regn med en viss återkomsttid. Med denna volym beräknas den totala nederbördsvolymen enligt följande:

Ekvation 3

$$V_{tot} = \frac{V_{nb} \cdot A_{red}}{1000}$$

V_{tot} = total nederbördsvolym [m^3]

V_{nb} = nederbördsvolym uttryckt i millimeter [m^3]

A_{red} = reducerad yta [m^2]

2.5 Föroreningsbedömning

Bedömning av framtida föroreningsbelastning har utförts med modellverktyget StormTac v.23.04.11 och baseras på modellens schablonhalter. Schablonhalterna är framtagna inom ramen för olika forskningsprojekt och längre utredningar och bygger på långa mätserier från olika typer av markanvändningsområden (Larm, 2000). Halterna av olika ämnen kan momentant variera beroende på flödet och lokala förhållanden.

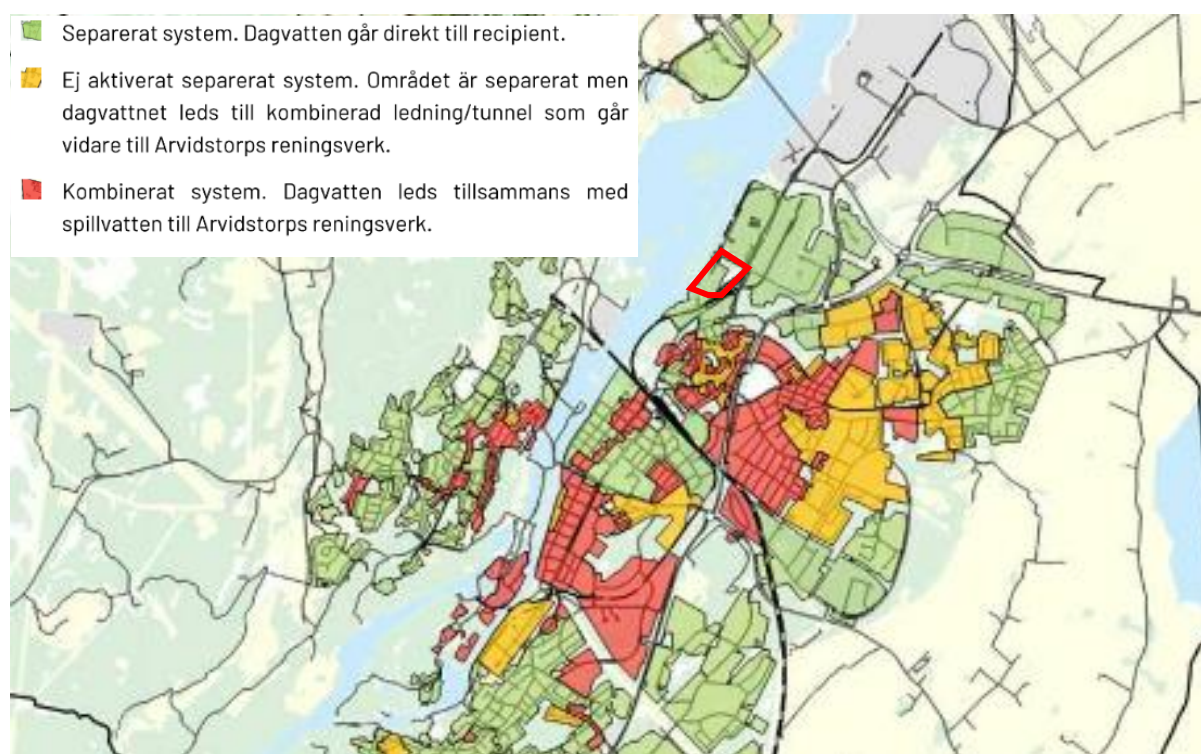
3 Områdesbeskrivning och avgränsning

3.1 Avrinningsområden, avvattningsvägar och tillkommande vatten

För vidare beräkningar behöver utredningsområdets avrinningsområden fastställas. Det görs genom att studera det befintliga tekniska dagvattensystemet tillsammans med markens lutning mot recipienten. Även avrinningsområden vid skyfall studeras för att få en bättre förståelse för hur dagvattnet rinner på platser där dagvattensystem inte finns eller är mättad och avrinnings enbart sker ytligt på marken.

3.1.1 Befintligt dagvattensystem

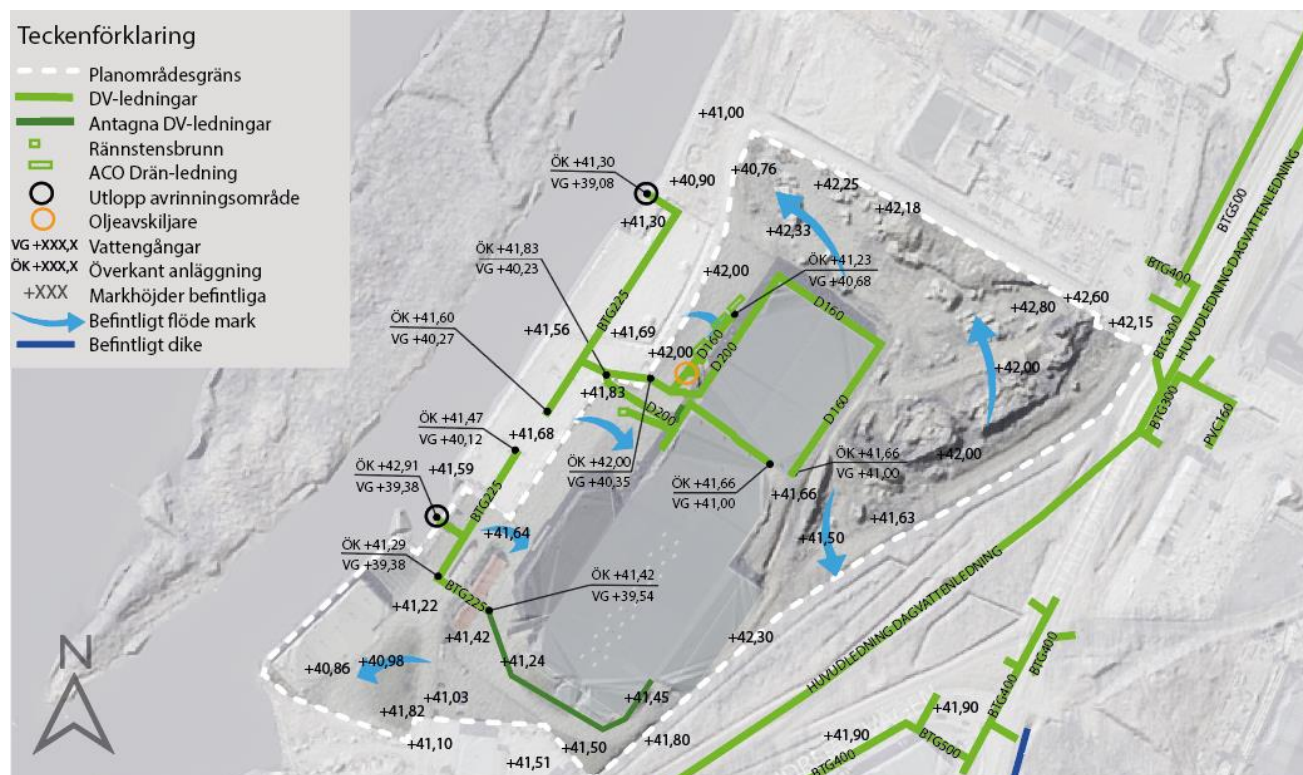
Inom Trollhättans stad leds dagvattnet genom tre olika system. Avrinningen sker via dagvattenledningar eller kombinerade system till Arvidstorps reningsverk eller direkt till recipienten. För utredningsområdet, markerat i rött i Figur 17, leds dagvattnet direkt mot recipienten.



Figur 17: Kartor över dagvattenhantering i tätort. Utredningsområdet för Stallbacka är markerat med rött. Trollhättans stad, 2021-06-21.

Idag finns ett lokalt ledningssystem inom utredningsområdet som går direkt till recipienten. Ledningarnas dimensioner vid slutet av systemet är 225 mm och är i betong och utgörs av två utlopp mot recipienten, se Figur 18. Takvattnet bedöms rinna direkt via struprör från taken ner i marken via dagvattenledningar mot båda utloppen i norr och söder. Dagvattnet från den norra delen av byggnaden med tillhörande asfalterade lastkaj avrinner in mot fasaden i väst och vidare via ACO-dränledningar till en oljeavskiljare med stängningsventil vid större läckage. Markavrinningen från kringliggande mark inom utredningsområdet anses avrinna med självfall som flödespilarna visar i figuren.

Trollhättans terminal AB bekräftar även att marken är nedsänkt vid lastkajen i väst för att vattnet ska ansamlas där för fördröjning innan rening genom oljeavskiljare. Området för den nedsänkta ytan kan därmed klassas som en hårdjord torrdamm vid vidare beräkning.

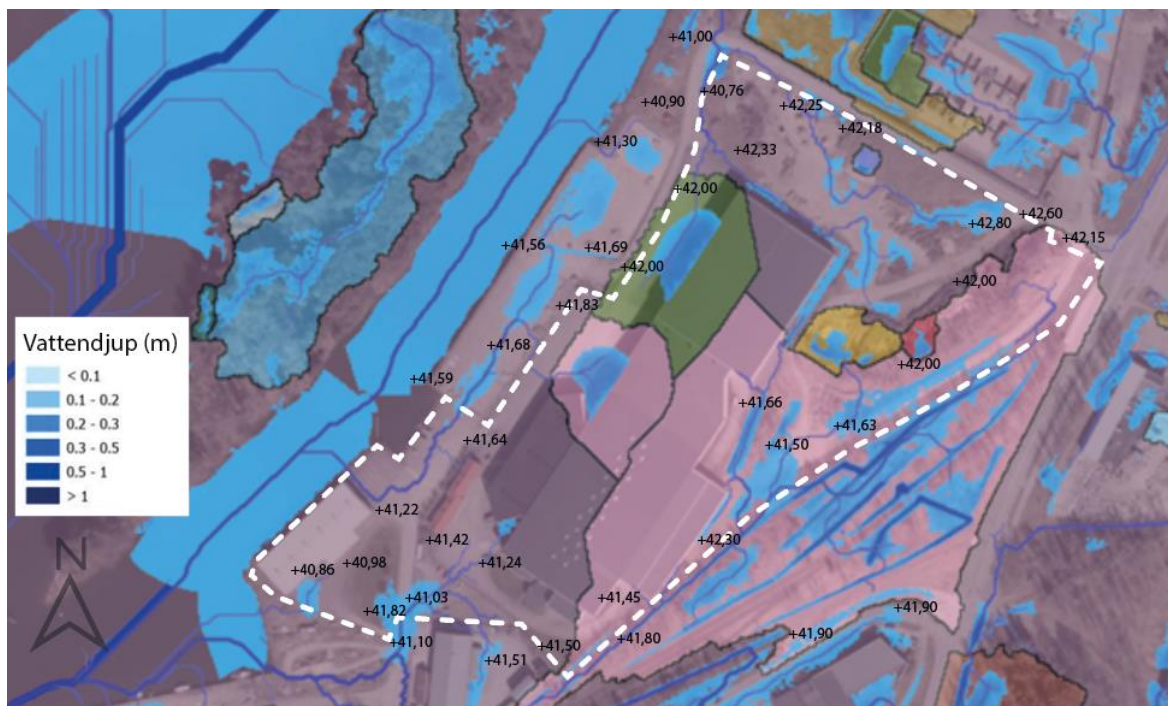


Figur 18: Tekniska dagvattensystemet med befintliga dagvattenledningar i ljusgrönt och antagna dagvattenledningar efter fältbesök i mörkgrönt. Källa för ort foto och terrängskuggning är lantmäteriet, 2023-05-26.

3.1.2 Skyfallskartering befintliga förhållanden 100-års regn

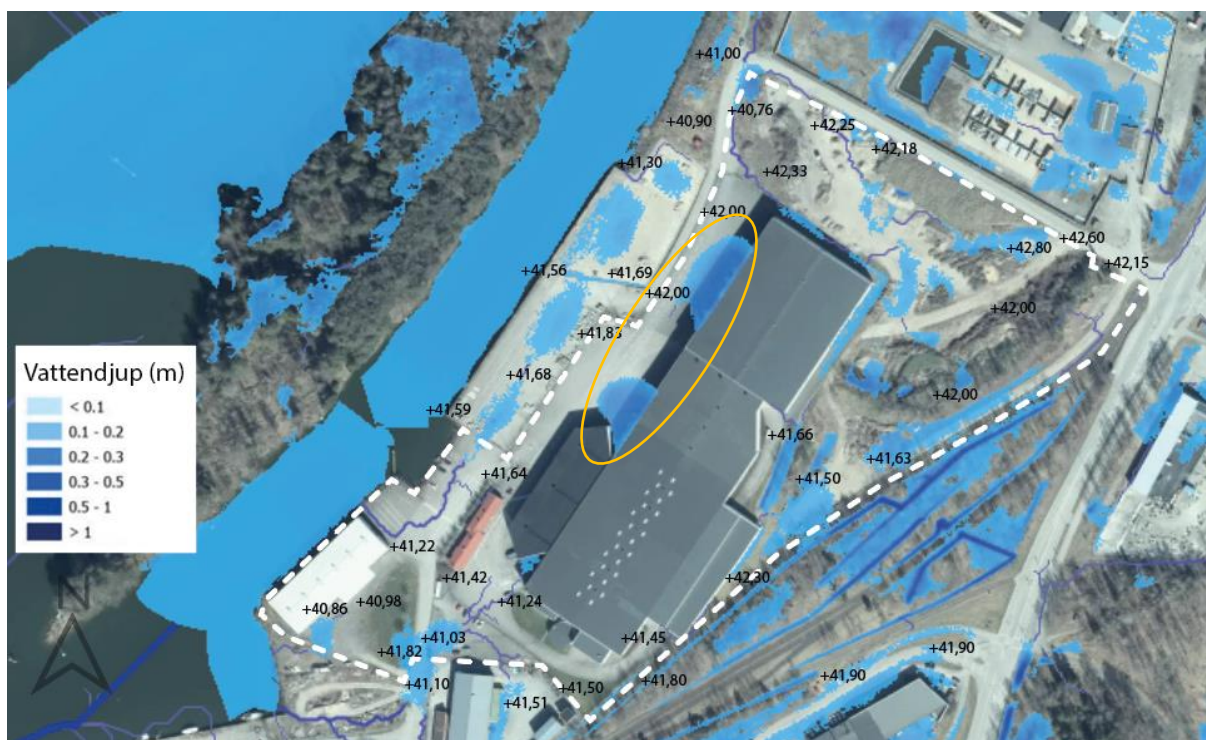
En översiktlig undersökning av översvämningsrisken vid extremregn har gjorts på utredningsområdet med hjälp av programmet SCALGO Live, som är en plattform som med hjälp av höjddata från Lantmäteriet tillsammans med valda nederbördsuppgifter visualiserar bland annat lågpunkter och flödesvägar. I modellen är terrängen likställd med en yta utan avledning i ledningsnät och infiltration, det vill säga avrinningskoefficienten sätts till 1. Detta gör att modellens resultat, utan justering för infiltration och ledningsnät, representerar värsta möjliga scenario. MSB (2017) anger att ett 100-årsregn med en varaktighet på 30 minuter motsvarar 44 mm (inklusive klimatfaktor) regn och att ledningar kan avleda 40 % av detta vatten innan de är mättade. Detta motsvarar att det vid skyfall faller ca 30 mm vatten som avrinner ytligt och ansamlas i lågpunkter. Figur 19 visar översvämningsdjup, flödesvägar och riskområden vid skyfall inom utredningsområdet vid ett 100-års regn och är genomfört i SCALGO Live.

Det bedöms inte tillkomma ytavrinning från kringliggande områden till utredningsområdet. Järnvägsområdet sydöst om utredningsområdet är idag en lågpunkt där vatten ansamlas från kringliggande områden och delar av utredningsområdet. Avrinningsområden vid skyfall finns redovisade enligt Figur 19. Förutom instängda områden i rosa och grönt avrinner vatten vid skyfall från utredningsområdet både i norr och söder vid hamnområdet mot Göta älv.



Figur 19: Avrinningsområden vid skyfall med instängda områden i olika färger. Källa: Scalgo Live, hämtat 2022-12-06.

Instängda områden där vatten ansamlas som de markerade med orange ring i Figur 20, anses vara riskområden om de medför risk för hälsa och liv, ekonomisk skada på byggnader eller blockerar vägar för räddningsfordons framkomlighet.

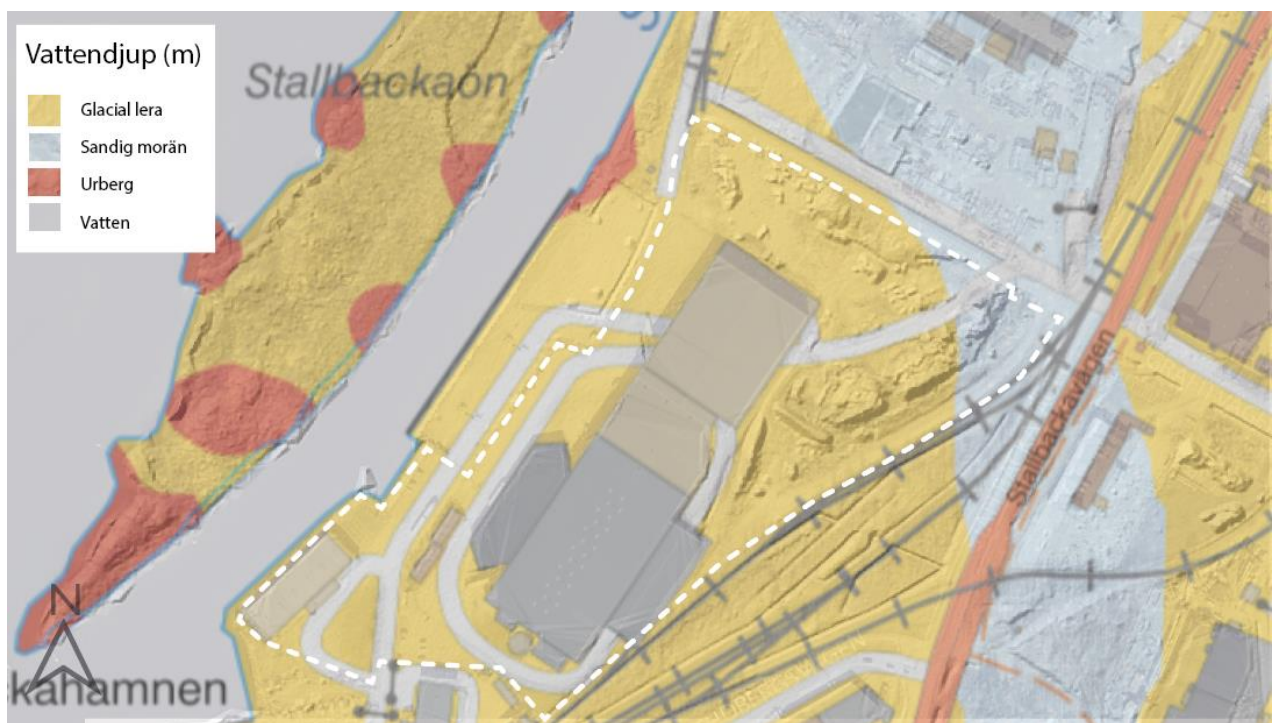


Figur 20: Vattenansamlingar i lågpunkter samt flödesvägar inom samt strax utanför utredningsområdet med utredningsområdet i vit streckning samt markhöjder. Riskområde har markerats med orange ring. Källa: Scalgo Live, hämtat 2022-12-06.

Ett riskområde finns inom utredningsområdet med vattenansamlingar i lågpunkt mot verksamhetsbyggnadens västra fasad, där det idag finns lastkajer för lastbilar. Högsta vattendjupet inom vattenansamlingen är 0,5 m. Riskområdet är på befintlig bebyggelse och entréer för fasaden är idag något upphöjda vilket minimerar risk för att vattnet tränger sig in i byggnaden vid skyfall. Detta område är dock medvetet konstruerat som en lågpunkt för att rena och fördröja dagvatten. Entréer vid lastkajen är även förhöjda för att minimera risk för att vattnet ska kunna tränga sig in i byggnaden. Vid större skyfall än 100-års regn kommer vattnet att bräddas över direkt mot väst och recipienten, när vattendjupet blir högre än 0,5m enligt skyfallskarteringen i Scalgo Live.

3.2 Markförutsättningar

Enligt SGUs jordartskarta består jordarten i utredningsområdet främst utav glacial lera (Figur 21). Två fläckar av berg i dagen förekommer i utredningsområdet, under befintlig byggnad och intill strandkanten i nordöst. Jorddjupet varierar mellan 0 - 5 m inom utredningsområdet (Figur 22). Enligt SGUs genomsläpplighetskarta har marken låg genomsläpplighet där lera förekommer och medelhög genomsläpplighet där berg i dagen förekommer. Förutsättningarna för infiltration i området är dåliga. Grundvattenytan inom Stallbacka industriområde bedöms ligga mellan 0,1 - 2,5 m under markytan (Länsstyrelsen, 2014).



Figur 21: Jordartskarta med utredningsområdet markerat med vit streckad linje. Källa: SGU. 2023-05-26.



Figur 22: Jorddjupskarta med utredningsområdet markerat med vit streckad linje. Källa: SGU.

Det finns en stor föroreningsproblematik inom Stallbacka industriområde där tidigare verksamhet under 1927 - 1986 föranlett stor spridning av ferrokromslag. Slaggen har bland annat använts som fyllnadsmaterial i området. Ämnen som är kopplade till ferrokromslag är främst krom, zink, koppar och bly. Det finns dock andra föroreningar som blandats med slaggföroreningarna. Miljöskyddsenheten på Länsstyrelsen i Västra Götalands län har därför tagit fram vägledning vid markarbeten inom Stallbacka industriområde. Så länge marken ligger intakt uppskattas spridningsrisken till Göta älv vara begränsad.

Länsstyrelsens vägledning gällande dagvattenhantering inom Stallbacka industriområde presenteras nedan.

- För att minska spridning av föroreningar genom urlakning är det viktigt att dagvatten inte infiltrerar marklagren utan avleds till dagvattensystemet.
- Markytor bör så långt möjligt tätas (asfalt/betong) och förses med insamling och avledning av dagvatten. Utsläppen till dagvatten bör inte ske till Stallbackaån utan till profilregleringstunneln eller Göta älv.
- Inga dränerande konstruktioner (t.ex. dagvattenledningar) bör anläggas i kontakt med Göta Älv. Detta kan leda till betydande inströmning och omsättning av älvvatten i de förorenade fyllnadsmassorna. Ledningsgravar som mynnar i älven behöver således tätas omsorgsfullt och förläggas ovan högsta älvvattenyta (+39,7 möh enligt vattendom).
- Dränering av förorenat grundvatten från omkringliggande jord via dräneringsledningar/-schakter bör förhindras.

Samtidigt som framtagning av dagvattenutredningen pågår en miljöteknisk markundersökning på fastigheten som tas fram av Rejlers miljösektion. Preliminära resultat bekräftar föroreningsproblematiken i området. Då risk finns för förorenings-spridning om dagvatten tillåts infiltrera i marken skall föreslagna dagvattenlösningar konstrueras

vattenkvalitet i dagsläget. Huvudregeln är att alla vattenförekomster ska uppnå god status eller potential innan år 2039 samt att ingen vattenförekomsts status får försämrats, den ska i stället förbättras eller bevaras. Miljökvalitetsnormer klassas inom två områden för vattenförekomster, ekologisk status och kemisk status (HaV, 2021).

Efter att EU-domstolen meddelade den så kallade Weserdomen (2015) har kraven skärpts på att vattenkvaliteten inte får försämrats samt att målen gällande kemisk och ekologisk status ska uppnås. Det innebär att statusen för en enskild kvalitetsfaktor, som används för statusklassificering av vattenförekomsten, inte får försämrats. Projekt eller verksamheter som orsakar en försämring riskerar således att inte tillåtas.

Recipienten är enligt vattendirektivet en vattenförekomst och klassas i VISS enligt Tabell 2.

Tabell 2. VISS statusklassificering av recipienten Göta älv.

Vattenförekomst	Ekologisk status		Kemisk status	
	Status (dagsläge)	MKN (framtida mål)	Status (dagsläge)	MKN (framtida mål)
Göta älv WA16165459	Otillfredsställande ekologisk status	God ekologisk potential 2039	Uppnår ej god kemisk ytvattenstatus	God kemisk ytvattenstatus

Den ekologiska statusen i recipienten Göta älv klassas som otillfredsställande (Tabell 2) på grund av dålig konnektivitet och förändringstakt av flödet i vattendraget. Dålig konnektivitet innebär att möjlighet för fiskar och andra vattenlevande djur att vandra naturligt i upp- och nedströms riktning i vattensystemet är dålig. Vattenförekomsten uppnår ej god kemisk status då gränsvärdena överskrider för de utslagsgivande ämnena perfluoroktansulfon (PFOS), kvicksilver (Hg) och difenyleterar (PBDE). Halter av Hg och PBDE överskrider i Sveriges samtliga vattenförekomster och orsakas av långväga atmosfärisk deposition och bedöms inte kunna lösas på detaljplanenivå. När det gäller föroreningar som PFOS finns det riktvärden för halter av PFOS som Göteborgs stad har tagit fram (Göteborgs stad, 2022). Utgående dagvatten kan behöva kontrolleras i särskilda fall beroende på verksamhet och åtgärd. Då verksamheten inte bedöms vara en källa till PFOS anses inte en sådan kontroll behövas.

Markanvändningen i utredningsområdet kommer att förändras i det planerade förslaget till mer hårdgjorda ytor. Detta bidrar i regel till större halt av föroreningar i dagvattnet, i jämförelse med dagens oexploaterade grus och grönområden. Dock som nämnts under avsnitt 3.2 Markförutsättningar finns en föroreningsproblematik och om dagvatten tillåts infiltrera, vilket det gör idag, finns stor risk för föroreningsspredning. Möjligheterna att uppnå god ekologisk och god kemisk status i recipienten får inte försämrats i och med planerad exploatering. Dessutom ska ingen kvalitetsfaktor få en försämrad status.

3.4 Markavvattningsföretag

Markavvattningsföretag är gemensamhetsföreläggningar enligt anläggningslagen och är en vanlig företeelse i Sverige där bönder under sent 1800-tal och tidigt 1900-tal dikade ut stora ytor för att odla upp kärr, mosse eller annan vattendränkt mark. Företaget måste omprövas eller avvecklas om flöden till företaget avleds eller förändras.

Det finns inga registrerade markavvattningsföretag i nära anslutning till utredningsområdet.

3.5 Strandskydd

Strandskyddet gäller i hela Sverige och går 100 meter från strandkant både ut i vattnet och upp på land. ”Strandskyddet syftar till att långsiktigt 1) trygga förutsättningarna för allemansrättslig tillgång till strandområden och 2) bevara goda livsvillkor för djur- och växtlivet på land och i vatten.” (Naturvårdsverket, 2023). Strandskyddet gäller dock inte vid platsen för utredningen (se Figur 24).



Figur 24: Strandskyddet i förhållande till utredningsområdet, Länsstyrelsen. Hämtad 2023-02-14

3.6 Markanvändning – befintlig och planerad

Figur 25 visar den befintliga markanvändningen och den planerade inom utredningsområdet. Markanvändningen vid befintliga förhållanden utgörs av ca 30 % tak, 19 % asfalt, 3 % gräsyta, 19 % blandat grönområde, 5 % lastkaj, 21 % grus och 3 % parkeringsplats. Det planeras utökande av verksamhetsbyggnaden åt norr, med tillhörande hårdgjorda ytor. Efter planerad exploatering utgörs marken av ca 47 % tak, 36 % asfalt, 5 % gräsyta, 34 % blandat grönområde, 5 % lastkaj och 3 % parkeringsplats.



Figur 25: Befintliga användning och planerad markanvändning inom utredningsområdet. Bildkälla: Lantmäteriets webbtjänst min karta. Hämtad 2023-01-20.

4 Flödesberäkningar och föroreningsbelastning

4.1 Flödesberäkningar

Flödesberäkningar har utförts enligt ekvationer i kap 2.3. Regnintensitet har beräknats med specifikt flöde för ett 10- och 100-årsregn för hela utredningsområdet enligt Trollhättans dagvattenstrategi (Göteborgs stad, 2020).

En rinntid på 28min före och 10min efter har använts i flödesberäkningarna, detta för att både befintlig och planerad markanvändning utgörs av mycket hårdgjord yta och dagvatten bedöms snabbt lämna utredningsområdet via befintliga dagvattenledningar sett till hela området. Takvattnet exempelvis rinner direkt från struprör ner till dagvattenledningar mot recipienten. Däremot tåls det att tillägga att flödet är strypt till de dagvattenledningar som finns i områdets två utlopp (225mm i betong). Enligt beräkningsverktyget Pipelife med hjälp av colebrooks formel har ett dagvattenrör med dimensionen 250mm med 0,5% lutning och 100% vattenfylld, en flödes hastighet på ca 51 l/s. Detta ger en uppfattning om vad flödet från området mest troligt belastar recipienten och att om den befintliga nedsänkta ytan vid lastkajen inte skulle finnas ökar flödet till värdet till de som kommer presenteras i detta kapitel. Flödesberäkningarna kommer alltså presenteras för befintliga förhållanden som om inte de befintliga fördröjnings- och reningsåtgärderna är implementerade, då flödet beräknad för hela området och inte enbart för ytan som exploateras.

Dagvattenflödet har beräknats utan klimatfaktor för befintlig markanvändning och med klimatfaktor 1,25 för planerad markanvändning.

$$i_{10\text{-årsregn}} = 228 \text{ l/s, ha}$$

$$i_{100\text{-årsregn}} = 489 \text{ l/s, ha}$$

$$i_{10\text{-årsregn}} * 1,25 = 285 \text{ l/s, ha}$$

$$i_{100\text{-årsregn}} * 1,25 = 611 \text{ l/s, ha}$$

I flödesberäkningarna har vedertagna avrinningskoefficienter enligt Svenskt Vatten P110 och StormTac till största delen använts. Avrinningskoefficienterna för respektive markanvändningsområde, samt areor för befintlig och planerad markanvändning presenteras i Tabell 3. Resultaten för utredningsområdet redovisas i Tabell 4. Enligt beräkningarna kommer flödena öka inom utredningsområdet efter exploatering. Det bör noteras att små förändringar i avrinningskoefficienter och förändringar i höjdsättning kan ge relativt stora skillnader i flöde. De redovisade flödena bör därför främst ses som indikatorer på hur dagvattenflödet kan förändras vid den planerade markanvändningen (Tabell 3 - Tabell 4).

Tabell 3: Markanvändning före och efter exploateringen med avrinningskoefficienter och areor för respektive delområde.

Markanvändning	Avrinningskoefficient [φ]	Befintlig area [ha]	Efter exploatering [ha]	Reducerad area efter exploatering [ha _{red}]
Tak	0,9	2,22	3,45	3,10
Asfalt	0,8	1,36	2,65	2,12
Gräsyta	0,1	0,25	0,34	0,03
Blandat grönområde	0,12	1,35	0,25	0,03
Lastkaj	0,8	0,35	0,35	0,28
Grus	0,8	1,51	-	-
Parkeringsplats	0,8	0,24	0,24	0,19
Totalt		7,28	7,28	5,29

Tabell 4: Sammanställning av dimensionerande flöden för utredningsområdet före, efter och efter exploatering med klimatfaktor för dimensionerande regn.

Yta [ha]	Återkomsttid [År]	Flöde före exploatering [l/s]	Flöde efter exploatering inkl klimatfaktor 1,25 [l/s]	Ökning av flöde efter exploatering [l/s]
7,28	10	1129	1507	378

Flödet kommer att öka från utredningsområdet med 378 l/s om ingen fördröjande åtgärd implementeras för dagvattnet innan vattnet lämnar området mot recipienten.

4.2 Dimensionerande utjämningsvolym

Förändringen av markanvändning medför en ökad dagvattenbildning och ett högre dagvattenflöde jämfört med den befintliga situationen. Därför vill Trollhättans kommun att dessa flöden minskar och har enligt deras dagvattenpolicy ett krav på att 10mm vatten bör fördröjas per hårdgjord area. Den hårdgjorda arean är den reducerade arean för området efter exploatering efter beräkning med antagna avrinningskoefficienter som står för hårdgörandegraden eller hur snabbt vatten avrinner från ytan.

Den reducerade arean för området beräknades till 5,25 ha vilket ger en fördröjningsvolym på 529 m³ för hela utredningsområdet. Dessa magasinvolymen behöver i sin tur jämföras med dagvattenanläggningarnas magasinvolym för att uppnå tillfredställande rening enligt kapitel 4.3.

4.3 Föroreningsbelastning

Översiktliga beräkningar har utförts i det webbaserade modellverktyget StormTac för föroreningshalter och -mängder inom området före och efter exploatering. Vid rening av dagvattnet har dagvattenanläggningar som torr damm, oljeavskiljare och filterbrunn används. Enligt Trollhättans dagvattenpolicy finns det inte krav på att takytor bör renas då dessa inte anses bidra med större halter och mängder föroreningar som kan belasta recipienten.

Definitionen av de markanvändningar som använts i beräkningarna för både befintlig situation och för planerad situation presenteras nedan.

Markanvändning Definition enligt StormTac

Takyta	Takyta utan specificering av takmaterial.
Asfalt	Yta med asfaltsbeläggning som ej är trafikerad.
Lastkaj	En exteriör area av en byggnad där lastfordon lastas eller avlastas, normalt funna vid handels- och industribyggnader.
Parkeringsplats	Separat parkeringsyta som ligger utanför bebyggelse.
Grusyta	Grusyta utan specificerad användning.
Gräsyta	Enbart gräsyta utan gångvägar m.m.
Blandat grönområde	Ett grönområde med en blandad vegetation av både träd (mindre skogspartier), ängsmark eller parkmark.

För att spegla den verkliga bilden av den befintliga situation gällande höga halter av föroreningar inom utredningsområdet idag har nya schablonvärden plottats in i StormTac efter konsultation med StormTac support (2023-14-19). Värdena är baserad efter antagna värden från StormTacs markanvändningskategorier för Industriområde (mer förorenat), Återvinningsstation för metallskrot, Bilskröt och Återvinningscentral. Värdena är även antagna efter en parallellt utförd miljötekniska utredningen genomförd av Rejlers AB våren 2023 för Stallbacka samt maxvärden från PM; Referenser StormTac har för schablonvärden gällande beräkning av föroreningar i dagvatten, utförd av Sweco 2008-06-30. Värdena som har plottats in redovisas enligt Tabell 5 nedan. Det är enbart markanvändning för naturmark, grus och gräs som har justerats med dessa värden. Hårdgjorda ytor anses kapsla in basflödesvärdet och StormTacs standardvärde har används för resterade markanvändning.

Tabell 5: Antagna Shablonvärden för utredningsområdet vid befintliga förhållanden för öppna ytor som naturmark, gräs och grus.

Ämne	Enhet	Nya schablonvärden	Källa för antagna värde
Fosfor [P]	µg/l	87	Antaget värde från markanvändning i StormTac med hög föroreningshalt som antas likna befintliga förhållanden
Kväve [N]	µg/l	2600	Antaget värde från markanvändning i StormTac med hög föroreningshalt som antas likna befintliga förhållanden
Bly [Pb]	µg/l	416	Medianvärde från miljötekniska utredningen genomförd av Rejlers AB våren 2023
Koppar [Cu]	µg/l	179	Medianvärde från miljötekniska utredningen genomförd av Rejlers AB våren 2023
Zink [Zn]	µg/l	60	Maxvärde inmätt för industrier enligt Swecos rapport 2008.
Kadmium [Cd]	µg/l	17,2	Medianvärde från miljötekniska utredningen genomförd av Rejlers AB våren 2023
Krom [Cr]	µg/l	202	Medianvärde från miljötekniska utredningen genomförd av Rejlers AB våren 2023
Nickel [Ni]	µg/l	30	Maxvärde inmätt för industrier enligt Swecos rapport 2008.
Kviksilver [Hg]	µg/l	0,044	Antaget värde från markanvändning i StormTac med hög föroreningshalt som antas likna befintliga förhållanden
Suspenderad substans [SS]	µg/l	24 000	Antaget värde från markanvändning i StormTac med hög föroreningshalt som antas likna befintliga förhållanden
Olja	µg/l	150	Antaget värde från markanvändning i StormTac med hög föroreningshalt som antas likna befintliga förhållanden

Då Trollhättans kommun inte tagit fram egna riktvärden för dagvatten har riktvärden framtagna av Göteborgs stad använts (Göteborgs stad, 2020). Det är 11 föroreningsämnen som undersöks in denna utredning. Recipienten Göta älv norr om intaget enligt dokumentet Reningskrav för dagvatten av Göteborg stad (2021) klassas som en mycket känslig recipient och riktvärdena är satta därefter i denna utredning. Däremot anses intaget vara så långt ifrån platsen för denna utredning, så om riktvärdena bör sättas efter en känslig recipient med tanke på avståndet till intaget för dricksvattenprocessen i Gamlestan kan ifrågasättas. Värden för övriga recipienter kan se i Figur 26.

	Riktvärden - mycket känslig recipient (µg/l)	Målvärden - övriga recipienter (µg/l)
Fosfor (P)	50	150
Kväve (N)	1250	2500
Koppar (Cu)	10	22
Zink (Zn)	30	60
Suspenderat material (SS)	25 000	60 000
TOC	12 000	20 000

Figur 26: Göteborgs riktvärden och målvärden för mycket känslig recipient och övriga recipienter. Göteborgs stad, 2021-03-11.

Halterna och mängderna har beräknats för hela utredningsområdet och redovisas i Tabell 6 och Tabell 7.

Tabell 6: Föroreningshalter (µg/l) före exploatering och efter exploatering, utan respektive med föreslagna dagvattenlösningar. Halter som överskrider riktvärdena är markerade med röd cell. Cellerna ökar eller minskar med röd färg efter exploatering om halten ökar eller minskar i förhållande till befintliga halter för området.

Föroreningshalter hela Utredningsområdet						
Ämne	Enhet	Riktvärden	Befintlig	Efter exploatering	Efter exploatering med rening	Förändring % efter rening
Fosfor [P]	µg/l	50	86	92	54	-41
Kväve [N]	µg/l	1 250	1900	1700	1100	-38
Bly [Pb]	µg/l	28	70	31	5,3	-83
Koppar [Cu]	µg/l	10	42	26	11	-59
Zink [Zn]	µg/l	30	130	73	22	-70
Kadmium [Cd]	µg/l	0,9	2,8	1,2	0,44	-64
Krom [Cr]	µg/l	7	36	18	3,2	-82
Nickel [Ni]	µg/l	68	7,4	5,4	1,5	-72
Kvicksilver [Hg]	µg/l	0,07	0,041	0,046	0,020	-57
Suspenderad substans [SS]	µg/l	25 000	30 000	26 000	11 000	-58
Olja	µg/l	500	510	680	34	-95

Tabell 7: Föroreningsmängder (kg/år) före exploatering och efter exploatering, utan respektive med föreslagna dagvattenlösningar. Mängder som överskrider befintliga värden efter exploatering är markerad med röda celler.

Föroreningsmängder hela utredningsområdet					
Ämne	Enhet	Befintlig	Efter exploatering	Efter exploatering med rening	Förändring % efter rening
Fosfor [P]	kg/år	2,3	2,7	1,6	-30
Kväve [N]	kg/år	50	51	32	-36
Bly [Pb]	kg/år	1,9	0,93	0,16	-92
Koppar [Cu]	kg/år	1,1	0,78	0,32	-71
Zink [Zn]	kg/år	3,5	2,2	0,65	-82
Kadmium [Cd]	kg/år	0,076	0,037	0,013	-83
Krom [Cr]	kg/år	0,96	0,54	0,097	-90
Nickel [Ni]	kg/år	0,20	0,16	0,045	-78
Kvicksilver [Hg]	kg/år	0,0011	0,0014	0,00059	-46
Suspenderad substans [SS]	kg/år	810	780	330	-59
Olja	kg/år	14	20	1	-93

4.3.1 Slutsats föroreningsanalys

Resultaten från föroreningsberäkningarna som redovisats i Tabell 6 och Tabell 7 visar att föroreningshalter och föroreningsmängder minskar efter exploatering förutom för halter för fosfor och olja. Enbart 2 av 11 av de undersökta ämnena före exploatering är under riktvärdena. Efter exploatering och rening minskar alla ämnen under riktvärdena förutom för fosfor och koppar som är något förhöjda jämfört med riktvärdena. De halter som inte minskar till värden under riktvärdena anses inte förvärra recipientens förmåga att uppnå MKN.

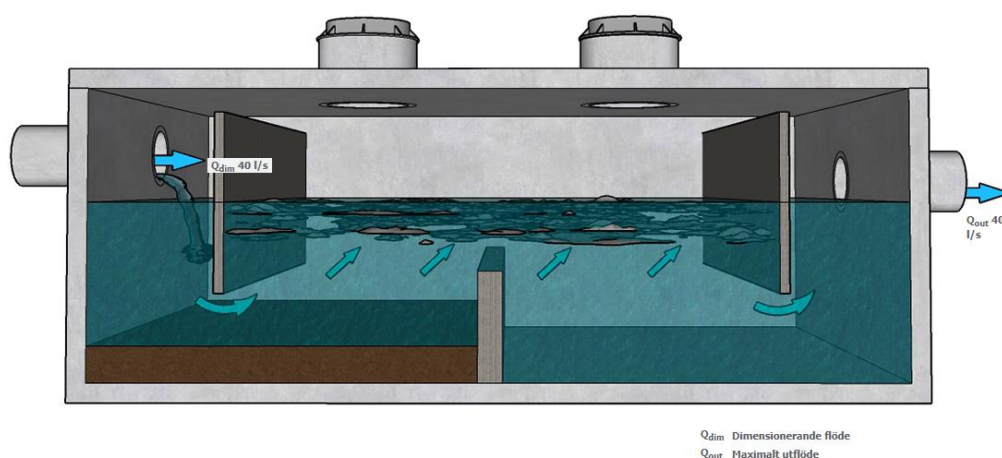
Föroreningsmängden ökar efter exploatering för fosfor, kväve och Olja, men minskar efter reningsåtgärder för alla ämnen till värden under befintliga. Att föroreningsmängder minskar i en sådan grad enbart efter exploatering bör ses som exceptionellt bra, då exploatering från naturmark oftast medför ökning av mängder även om föroreningshalter förbättras efter rening till under riktvärden.

Föroreningsprogrammet Stormtac bör ses som en indikator på hur föroreningshalter och mängder kan förändras men är inte en exakt vetenskap. Schablonvärdena i detta fall har justerats för rådande situation inom området och de förinställda schablonvärdena i StormTac utgår i vissa fall från ett fåtal studier som givit indatavärden, vilket bör beaktas.

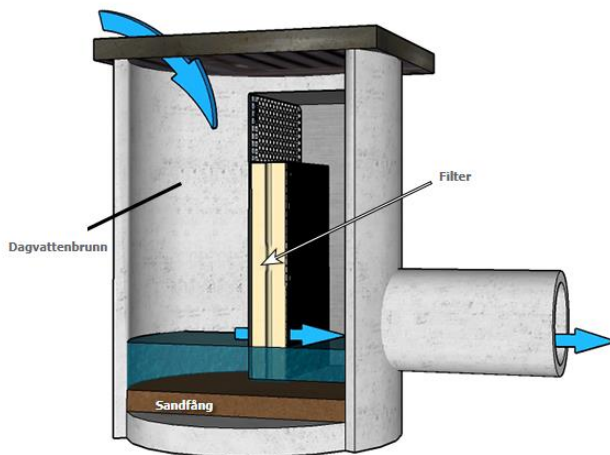
Enbart genom att området hårdgörs minskar belastningen till recipienten enligt StormTac. Efter exploatering med reningsåtgärder klarar området även nästa alla halter till under riktvärdena förutom två med mindre marginal. Den samlade bedömningen är därmed att effekten på recipienten som görs, om föreslagna dagvattenåtgärder tillämpas (samt enbart genom att öka hårdgörandegrad), motsvarar på det stora hela en förbättring av det utgående dagvattnet och där igenom bättre förutsättningar för recipienten att uppnå dess MKN.

4.3.2 Föreslagna reningsåtgärder och fördröjningsvolym för rening

I föroreningsprogrammet Stormtac har Oljeavskiljare och filterbrunn används förutom torrdamm som redan finns inom området vid lastkajen som en nedsänkt asfaltsyta. Hur oljeavskiljare och filterbrunn kan se ut visas i Figur 27 och Figur 28. Vid beräkning har ett strypt flöde på 40 l/s används för att spegla flödet genom utloppet via dagvattenledningar med dimensioner på 225 mm. Detta flöde har antagits efter att en dagvattenrör med dimensionen 250mm med 0,5% lutning och 100% vattenfylld, en flödes hastighet på ca 51 l/s, enligt beräkningsverktyget Pipelife med hjälp av colebrooks formel, som redovisades tidigare i kapitel 4.1.



Figur 27: Oljeavskiljare. Källa: StormTac, 2023-05-24.



Figur 28: Filterbrunn med sandfång. Källa: StormTac, 2023-05-24.

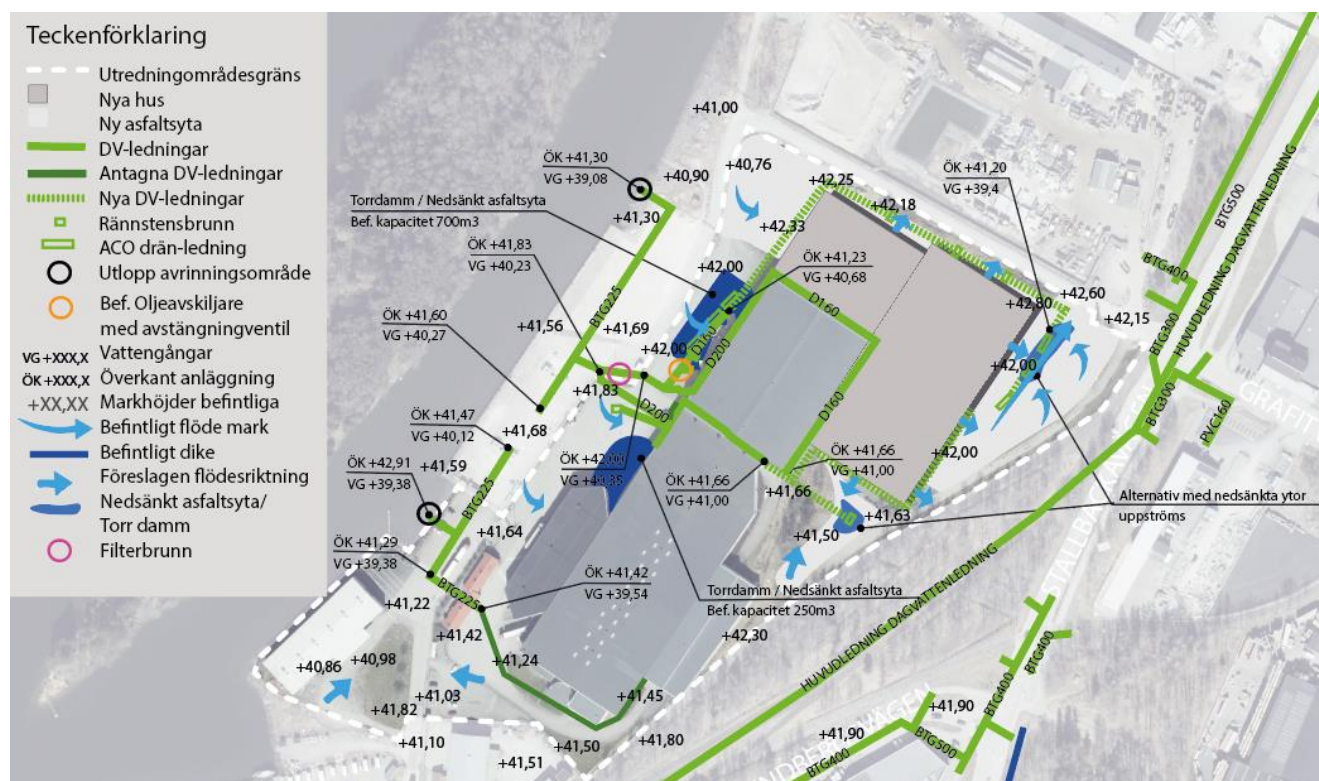
De erforderliga fördröjningsvolymerna som behövs för att uppfylla Trollhättans kommuns krav på 10mm enligt tidigare kapitel 4.2 är 529 m³. Vid beräkning av rening i StormTac användes en torrdamm med ett djup på 0,4m utan infiltration för att representera den befintliga nedsänkta asfaltsytan. Denna torrdamm behöver enligt programmet vara på minst 800m² och ha en kapacitet på minst 420m³ för att upprätthålla redovisad reningseffekt. Det betyder att fördröjningsvolymen på 529m³ är den dimensionerande för området då denna är större än 420m³.

Den befintliga nedsänkta ytan vid lastkajen rymmer idag ca 700m³ efter modellering i Scalgo. Det finns även en till nedsänkt yta på asfalten, sydväst om denna som rymmer ytterligare 250m³. Däremot är denna inte kopplad till den befintliga oljeavskiljaren med avstängningsventil. Ytanspråket på den nedsänkta ytan som rymmer ca 700m³ är även större än de 800m² som rekommenderas enligt StormTac. Ytanspråket är för denna ca 1600m².

5 Lösningförslag för dagvatten- och skyfallshantering

5.1 Föreslagen dagvattenhantering

För att uppfylla de krav som finns gällande fördröjning och rening har analys och beräkningar genomförts för hela utredningsområdet med befintlig bebyggelse och planerad bebyggelse. I Figur 29 ses en skiss över föreslagen dagvattenhantering för utredningsområdet (se även bilaga 1 för större bild). Här ges en ungefärlig bild av dagvattensystemens storlek och placering. För att möta det erforderliga fördröjningskravet för utredningsområdet på 529m³ enligt kommunens krav på 10mm per hårdgjord area samt att dagvattnet från området inte försämrar recipientens förmåga att uppnå MKN har områdets befintliga dagvattensystem kompletterats med en filterbrunn efter oljeavskiljaren. Dagvattnet som rinner på de hårdgjorda ytorna från det exploaterade området förestås ledas via exempelvis ACO-dränledningar och rännstensbrunnar till den befintliga nedsänkte området väster om lastkajen. Denna yta fungerar idag som en hårdgjord torrdamm och är försedd med oljeavskiljare med avstängningsventil. Torrdammen rymmer idag 700m³.



Figur 29: Lösningförslag för dagvattenhantering inom utredningsområdet efter exploatering.

Det finns ytterligare en nedsänkt asfalterad yta söder om torrdammen, som rymmer 250m² dagvatten. Om denna yta också önskas fungera som en torrdamm, behöver denna kopplas till en oljeavskiljare och eventuellt en filterbrunn för god rening. Detta är inte ett krav då marken som avvattnas mot denna är inom befintlig exploatering.

Markavrinningen från de planerade asfalterade områdena kan alternativt fördröjas lokalt genom nedsänkta ytor innan de rinner vidare genom dagvattenledningar mot torrdammen. Detta skulle underlätta för att dagvattnet hinner rinna undan mot torrdammen utan att alternativa flödesvägar skapas mot fasader med eventuella entréer eller ut från området

okontrollerat. Detta behöver i framtiden detaljprojekteras gällande marklutning för att smutsigt vatten inte rinner ut från området innan det har renats och vattenansamlingar bildas på platser som kan medföra risk för människors hälsa och liv. I lösningsförslaget har en lutning på 0,5% används till norra utloppen med en vattengång på + 39,08 m.ö.h. Vattengångarna i skissen bör ses som en fingervisning på hur dagvattensystemet kan utformas för självfall, men en detaljerad projektering är viktig för att säkerställa att vattnet rinner korrekt för att kraven på rening och fördröjning ska uppnås.

Takvattnet behöver inte renas enligt Trollhättans kommuns dagvattenpolicy och kan därmed ledas direkt via struprör och dagvattenledningar mot utloppen och recipienten.

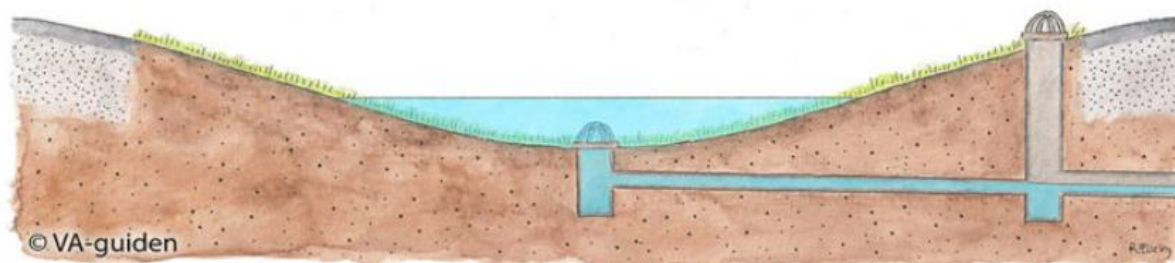
Det tåls att tillägga att området idag som är naturmark är extremt förorenat och att både kommunen och länsstyrelsen för västra Götaland förespråkar om området hårdgörs till största möjliga mån. Detta medför att en dagvattenlösning som inte är beroende av infiltration rekommenderas. Att gräva i marken även vid anläggning bör därmed undvikas, vilket innebär att täta konstruktioner som med fördröjning under markytan inte är att rekommendera. Dagvattenanläggningar som medför risk för spridning av föroreningarna från marken är exempelvis traditionella dagvattenlösningar som våt damm, diken och biofilteranläggningar.

5.2 Principlösningar för dagvattenhantering

5.2.1 Torrdamm / Fördröjningsyta vid lastkajsområde

En översilningsyta eller torrdamm som det även kallas, är en yta som fördröjer och till en viss grad renar dagvattnet. Ytornas funktion är primärt för att hantera höga flöden, där vattnet hinner fördröjas innan det rinner vidare från området, i jämförelse med mindre gröna dagvattenhanteringsalternativ som infiltrerar och renar dagvattnet som sin primära funktion. Anläggningen kan vara gräsbeklädd men även hårdgjord och har ett stryp utlopp i botten. Översilningsytor kan exempelvis i parker fungera som en nedsänkt gräsyta som vid större regn kan fyllas upp och tillfälligt ha en vattenspiegel under en kortare tid. I kombination med en våt damm kan översilningsytan vara en torrare zon strax utanför den våta dammen.

Tekniken som används för denna typ av anläggning är främst som ett komplement till andra dagvattenlösningar för att hantera större tillfälliga dagvattenflöden. Denna typ av anläggning kan anläggas exempelvis före en dagvattendamm eller infiltrationsstråk, se Figur 31.



Figur 30: Översilningsytor. Bildkälla: VA-Guiden. Hämtad 2023-05-29.

Minsta anläggningsdjup som rekommenderas är ca 0,5m. Reningen i dammen sker främst genom sedimentation och infiltration, men detta är beroende på utformningen. En tät översilningsyta där ingen infiltration sker kan kompletteras med andra partikelavskiljande åtgärder som exempelvis oljeavskiljare eller filterbrunn.

Vid skötsel och underhåll bör eventuell vegetation klippas regelbundet och träd, buskar och sly bör avlägsnas. Om området har en hög föroreningsbelastning bör även sediment regelbundet avlägsnas från ytan. Vid utlopp och nedströms dagvattensystem bör igensättning åtgärdas och filter bytas med jämna mellanrum för att säkerställa god avledning, fördröjning och rening.

Hur torrdammen kan se ut på plats vid fyllt system, har illustrerats i Figur 31.

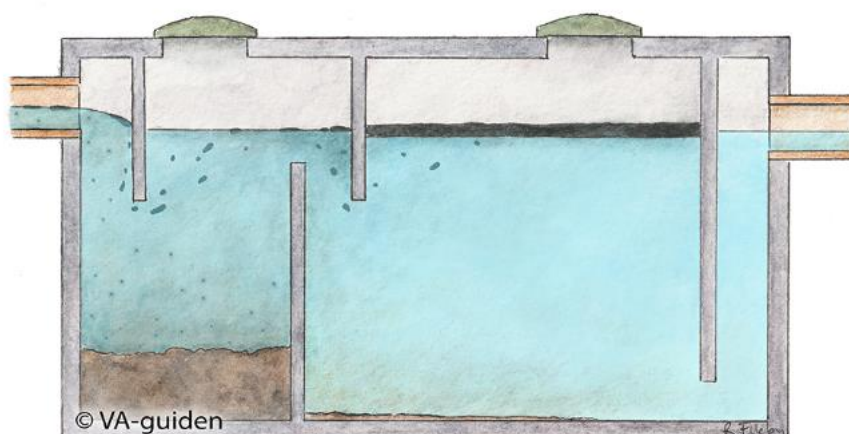


Figur 31: Illustration av befintlig torrdamm vid fyllt dagvattensystem.

5.2.2 Oljeavskiljare

Oljeavskiljare fördröjer och renar dagvatten från främst olja. Tekniken används för att komplettera andra dagvattenanläggningar och som skydd mot större oljeutsläpp och olyckor. Anläggningen består ofta av en inledande behållare med slamavskiljare. Vattnet leds sedan ut under en oljeskärm och vidare genom ett rör eller avloppsränna, se Figur 32. En oljeavskiljare kan anläggas i områden med risk för oljespill, exempelvis vid en bensinstation, eller där miljön är extra känslig, såsom vid en reningsanläggning eller dagvattendamm. Då oljeavskiljare placeras under mark är ytbehovet minimalt. Minsta anläggningsdjup är vanligtvis 1–2 meter. Oljeavskiljaren måste dimensioneras så den kan magasinera vatten i minst två timmar, vid kortare uppehållstid sker inte tillräcklig avskiljning av oljeföreningar.

Olja i dagvatten reduceras med cirka 80 % beroende på utformning. Oljeavskiljare kan även avskilja cirka 5 – 15 % av olika partikelbundna metallföreningar genom sedimentation.

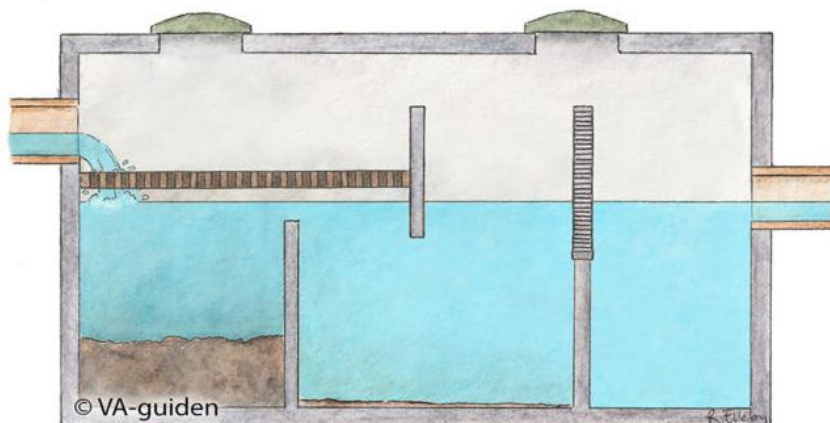


Figur 32: Oljeavskiljare. VA-guiden, 2023-03-17.

5.2.3 Filterbrunn

Det finns många typer av filteranläggningar, men gemensamt är deras huvudsyfte att rena dagvatten genom mekanisk, kemisk och/eller biologisk filtrering. Anläggningarna kan vara sektionerade i olika steg med varierande ändamål, exempelvis för avskiljning av skräp, olja och suspenderat material. Detta är därför en väldigt anpassningsbar reningsteknik. De flesta filteranläggningar placeras under mark och passar därför väl i tät bebyggelse.

Vanligtvis är den underjordiska kammaren 2 – 6 m lång och 1 – 4 m bred. Ytbehovet är försumbart då systemet anläggs under mark. Anläggningsdjupet bör vara vid tjälfritt djup eller minst två meter under jord. Sedimentationssteg avskiljer cirka 80 % av de partikelbundna föroreningarna, såsom metaller och fosfor. För god avskiljning av lösta föroreningar bör filter som exempelvis lecakulor, kalksten eller rostjord appliceras. Kemiska och biologiska reningssteg kan öka reningseffekten.



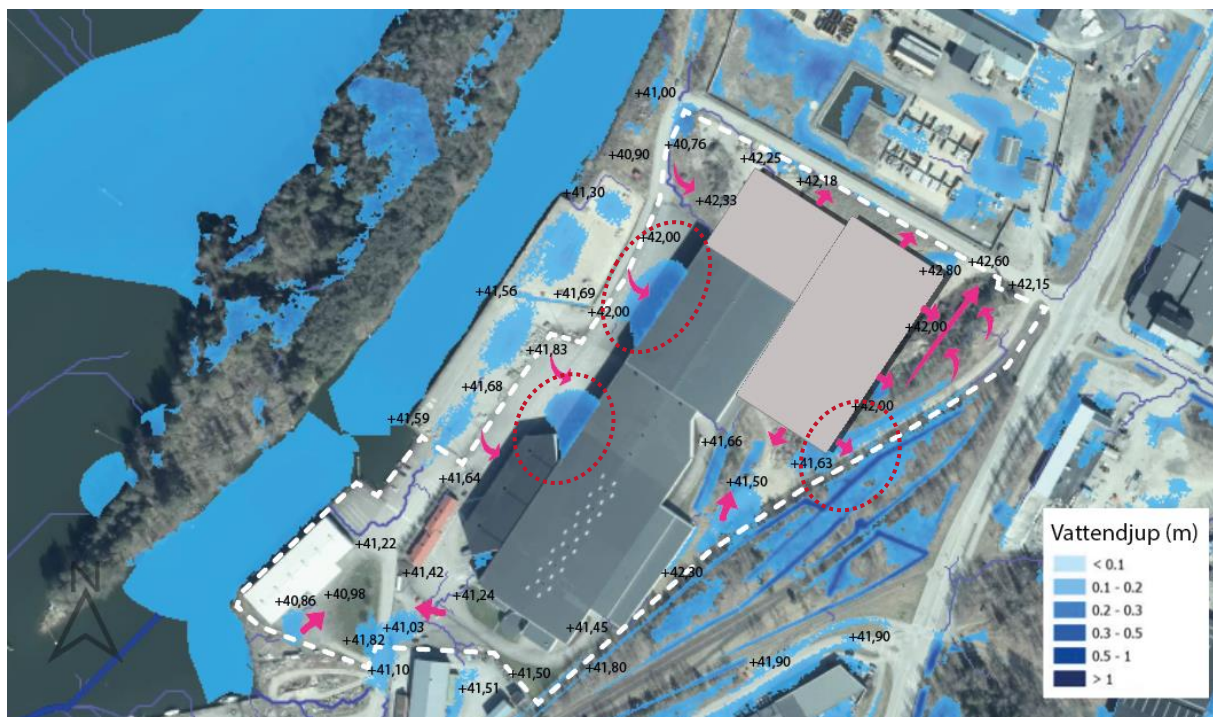
Figur 33: Filterbrunn. VA-guiden, 2023-03-17.

5.3 Skyfallshantering vid 100-årsregn

Skyfallsytorna som identifierades under skyfallskarteringen innebär inte ökad risk för räddningsfordons framkomlighet eller människors liv eller hälsa, se Figur 34. De vattenansamlingar som idag finns mot fastighetens västra fasader mot lastkajerna har idag upphöjda entréer. De tillfällen då vatten kan ansamlas mot fasaden är vid skyfall vilket innebär en tillfällig vattenansamling som exempelvis kan pågå under några timmar. När vattnet ansamlats i de nedsänkta asfalterade ytorna når ett djup på 0,6m bräddas de naturligt över mot recipienten Göta älv. För att säkerställa att denna bräddning fortsätter att fungera rekommenderas att barriärer byggs mellan lastkajerna och recipienten som exempelvis murar eller höga kantstenar.

Riskområdet för lågpunkten för den nya utbyggnaden anses kunna byggas bort genom att anpassa så marken lutar bort från fasaden och ut på de nya asfaltsyorna. Vid större regn kan dessa även höjd sättas så de bräddas ut mot den lokala vägen i norr eller alternativt området i söder. Generellt bör marken från fasaderna lutar ca 5% de 3 första metrarna.

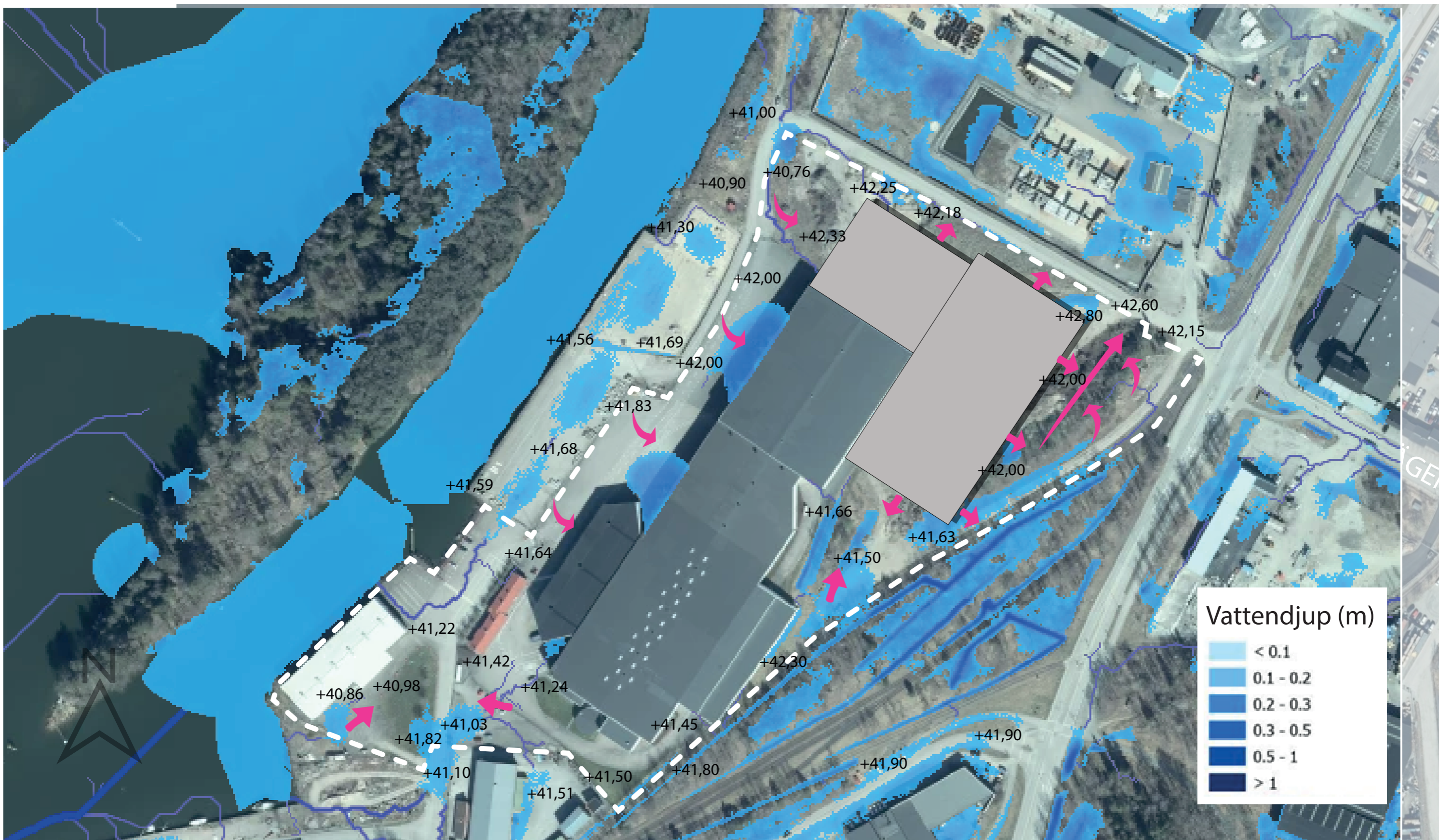
Infartsvägar och andra viktiga vägar där räddningsfordon kör bör inte blockeras genom översvämning mer än ca 0,3 m.



Figur 34: Skyfallskartering med lågpunkter, flödesvägar, markhöjder och riskområden (markerade med röd streckad ring). Källa: Scalgo live, hämtat 2022-12-06.

6 Referenser

- Riktlinjer och riktvärden för utsläpp av förorenat vatten till dagvattennät och recipient, Göteborgs stad, 2020.
- Beslut om vattenskyddsområde för Vänersborgsviken och Göta älvs vattentäkter. lansstyrelsen.se, Länsstyrelsen Västra Götaland, 2022.
- Vägledning vid markarbeten inom Stallbacka industriområde. Länsstyrelsen i Västra Götalands län, Miljöskydds-enheten, 2014. Hämtad 2023-02-14 <https://www.lansstyrelsen.se/vastragotaland>
- Strandskydd, Naturvårdsverket, 2023. Hämtad 2023-02-14. [Strandskydd - så fungerar det \(naturvardsverket.se\)](#)
- Anläggningswiki, VA-guiden. Hämtad 2023-02-01. <https://vaquiden.se/dagvatten/anlaggningswiki>
- Beskrivning av markanvändning i StormTav, v.2015-12, StormTac, Hämtad 2023-05-24. [Beskrivning av markanv i StormTac v2015-12.pdf](#)
- Flödesförlustberäkning (colebrook-white) för delvis fyllda rör.Pipe life beräkningsverktyg. Hämtad 2023-05-26. <https://www.pipelife.se/service/beraekningsverktyg/floedesoerlustberaekning-foer-delvis-fyllda-roer.html>



Vattendjup (m)

Light Blue	< 0.1
Medium-Light Blue	0.1 - 0.2
Medium Blue	0.2 - 0.3
Dark Blue	0.3 - 0.5
Very Dark Blue	0.5 - 1
Black	> 1