

ARENDAL - RAPPORT
DAGVATTENUTREDNING FÖR
TILLSTÅNDSANSÖKAN OCH NY
DETALJPLAN



Slutrapport

2023-06-16

Rev. 2024-03-27

Uppdrag: 321683C3 Framtagande av plan-MKB
Titel på rapport: ARENDAL – RAPPORT DAGVATTENUTREDNING
FÖR TILLSTÅNDSANSÖKAN OCH NY
DETALJPLAN
Status: Slutrapport
Datum: 2023-06-16
Rev. 2024-03-27

Medverkande

Beställare: Göteborgs Hamn AB
Kontaktperson: Fredrik Ternström
Konsult: Raquel Ruiz Miñán, Ece Duran, Linda Oscarsson
Olov Sjöbergh, Robert Olsson Anna Thyren

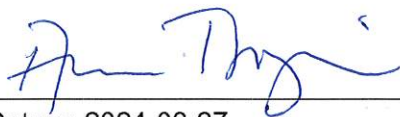
Linda Oscarsson

Kvalitetsgranskare: Robert Olsson/Olov Sjöbergh

Revideringar

Revideringsdatum: Revideringsdatum.
Version: Version.
Initialer Initialer.

Uppdragsledare: Anna Thyren



Datum: 2024-03-27

Granskare och teknikansvarig: Robert Olsson/Olov Sjöbergh



Datum: 2024-03-27

Sammanfattning

Tyréns har på uppdrag av GHAB utfört en dagvattenutredning för framtaget skissförslag på planerad förändrad och utökad hamnverksamhet inom kvartersmark, som har ingått i tillståndsansökan. Dessutom har komplettering av dagvattenutredningen utförts för tillkommande ytor för allmän platsmark inom nytt detaljplaneområde. Det totala utredningsområdet framgår av Bilaga 1. Denna rapport är en systemhandling med principförslag på dagvattenlösningar för utredningsområdet.

Dagvattenutredningen har beräknat flöden, halter och mängder av föroreningar för befintlig och blivande verksamhet. Med utökad hamnverksamhet enligt skissförslag bedöms området få större dagvattenflöden. Det beror på delvis förändrad markanvändning men också på rådande klimatförändring. Dagvattnet föreslås att avledas till havet efter rening. Där avledning av dagvatten sker på allmän platsmark och till stadens ledningsnät har viss fördröjning föreslagits. Viss fördröjningseffekt kommer även erhållas för föreslagna reningsanläggningar på kvartersmark.

På kvartersmark föreslås dagvattenrening ske genom rening i 2-steg innan utsläpp till havet. Dagvattenreningen inom kvartersmark föreslås bestå av en EcoVault-anläggning följt av en oljeavskiljare klass 1. Ett litet rörmagasin innan Eco-Vault föreslås för att bättra rena "First Flush- regnet", det tidiga avrunna mest förorenade dagvattnet. För allmän platsmark föreslås rening ske med biofilter.

Utförda föroreningsberäkningar i programvaran StormTac visar att förslag till utökad hamnverksamhet leder till ökade föroreningshalter och mängder om ingen rening utförs. Föreslagen rening har främst anpassats till status och miljö kvalitetsnorm (MKN) för recipienten, ytvattenförekomst Rivö Fjord Nord. Jämförelse har också gjorts mot Göteborgs Stads krav och riktlinjer för dagvattenhantering. Med föreslagna dagvattenlösningar förbättras kvaliteten på utgående dagvatten till recipient jämfört med nuläget.

För kvartersmark överskrider halten av fosfor, kväve och zink Göteborgs Stads riktvärden men övriga parametrar är under riktvärdena. För allmän platsmark klaras alla riktvärden. Beräknade totalmängder efter rening som avleds per år är lägre än nuvarande totalmängder. Föreslagna dagvattenlösningar bedöms bidra till att förbättra statusen på och öka möjligheterna för vattenförekomsten att uppnå miljö kvalitetsnormerna. Andra dagvattenlösningar kan väljas i detaljprojekteringsskedet som ger samma eller högre effekt på rening av utgående halter och mängder till recipient.

Det föreslås att skyfall hanteras genom att möjliggöra ytlig avrinning genom höjdsättning mot havet och inte skapa instängda områden. Avledning av höga flöden har här föreslagits ske främst via gatorna Arendals Skans och Dockvallsgatan. Översvämningssituationen förväntas inte förvärras uppströms utredningsområdet, förutsatt att höjdsättning sker mot havet. En översiktlig skyfallsmodellering utförs av Tyréns under första kvartalet 2024.

Släckvatten innehåller en mängd olika föroreningsämnen som kräver omfattande reningsinsatser. Inom kvartersmark föreslås därför släckvatten hanteras genom anläggande av avstängningsventiler på ledningar, efter EcoVault filter men innan oljeavskiljare. Uppsamlat släckvatten skall transporteras bort för destruktions på grund av dess betydande föroreningsinnehåll (MSB 2013).

Innehållsförteckning

1 Uppdragsbeskrivning	6
1.1 Inledning	6
1.1.1 Dagvattenutredning för tillståndsansökan	7
1.1.2 Dagvattenutredning för ny detaljplan.....	8
1.2 Avgränsning.....	8
2 Förutsättningar	9
2.1 Utformning blivande område	9
2.2 Underlag och riktlinjer	10
2.2.1 Underlag	10
2.2.2 Funktionskrav på dagvattensystem	11
2.2.3 Krav på skyfallshantering	11
2.2.4 Krav på släckvattenhantering	12
2.2.5 Nuvarande markanvändning	13
2.3 Trafikflöden	13
2.3.1 Trafikflöden för tillståndsansökan.....	13
2.3.2 Trafikflöden för ny detaljplan	14
2.4 Dagvattenutredning för Arendal II	15
2.5 Geologi, grundvatten och markmiljö	16
2.6 Miljöfarlig verksamhet	19
2.7 Topografi	20
2.8 Avvattning och recipient	20
2.9 Släckvattenhantering	22
2.10 Markavvattningsföretag.....	22
2.11 Fördröjnings- och reningskrav för dagvatten	23
2.12 Vattenförekomst med MKN	26
2.13 Höga vattennivåer i havet	28
2.14 Strukturplansåtgärder	29
3 Blivande förhållanden.....	30
3.1 Utökad och förändrad verksamhet	30
3.2 Blivande dagvattenavledning	31
4 Analys	34
4.1 Dagvattenflöde.....	34
4.1.1 Dimensioneringsförutsättningar.....	34
4.1.2 Beräknade flöden.....	35
4.2 Fördröjningsbehov	35
4.3 Dagvattenkvalitet	36
4.3.1 Reningsbehov av dagvatten.....	36
4.3.2 Reningsanläggningar	38
4.3.3 Föroreningsberäkning	42

4.4 Skyfall	46
4.4.1 Dimensioneringsförutsättningar	46
4.4.2 Markanvändning	47
4.4.3 Nulägesanalys	48
4.4.4 Framtida exploatering	51
4.5 Höga vattennivåer i havet	53
4.6 Släckvattenhantering	54
5 Föreslagna åtgärder.....	56
5.1 Dagvatten- och släckvattenhantering	56
5.2 Investerings- och driftkostnader	60
5.3 Bortvald dagvattenhantering	61
5.4 Skyfallsåtgärder	61
6 Slutsatser och rekommendationer	62
6.1 Dagvattenhantering	62
6.2 Skyfall	64
6.3 Släckvatten på kvartersmark	64
6.4 Övrigt	65
7 Referenser	65

Bilaga

Bilaga 1	Blivande utformning – layout
Bilaga 2	Ytor befintligt och blivande – tabeller och kartor, Bilaga 2:1 – 2:2
Bilaga 3	Flöden, befintliga förhållanden – tabell, Bilaga 3:1 – 3:5
Bilaga 4	Flöden blivande förhållanden – tabell, Bilaga 4:1 – 4:4
Bilaga 5	Flöden för korta och långa regn
Bilaga 6	Årsnederbörd och årsflöden
Bilaga 7	Föroreningsberäkning.
Bilaga 8	Förslag till renings- och fördröjningsåtgärder – skiss, Bilaga 8:1-8:4

1 Uppdragsbeskrivning

1.1 Inledning

Göteborgs Hamn AB (GHAB) ser ett behov av att utöka området för hamnverksamhet i Arendal. Arendalshamnen är belägen i Göteborgs yttre hamn, väster om Älvsborgsbron, Ryahamnen, Skarvikshamnen, Skandiahamnen och Älvsborgshamnen, se rödmarkerat område i Figur 1.



Figur 1. Läget för Arendalshamnen (rödmarkerat).

Idag finns det funktioner i Innerhamnarna som bättre passar att vara lokaliserade i Ytterhamnarna. I Ytterhamnarna finns bland annat god elkapacitet och koppling till järnväg som saknas i Innerhamnarna. På sikt ska stadsutveckling ske i nuvarande hamnområden i Innerhamnarna. För att hamnverksamheten ska kunna lämna de inre delarna av staden är det viktigt att hamnen får växa i Ytterhamnarna. Åtgärder behöver därför göras i Arendal för att tillskapa tillräckliga ytor för hamnverksamheten.

GHAB har ett befintligt tillstånd för hamnverksamhet sedan 2009 för Arendalshamnen. De planerade åtgärderna utgör tillståndspliktig hamnverksamhet enligt 9 kap. miljöbalken och tillståndspliktig vattenverksamhet enligt 11 kap. miljöbalken. Den tillståndspliktiga hamnverksamheten omfattar utökat område för hamnverksamhet gällande lastning och lossning av gods-, person- och fordonstransporter. Vattenverksamheten omfattar om- och utbyggnad av befintliga kajer.

1.1.1 Dagvattenutredning för tillståndsansökan

Tyréns Sverige AB har under perioden 2022 - 2023 utfört uppdrag åt Göteborgs Hamn AB, med att ta fram tillståndsansökan med tillhörande Miljökonsekvensbeskrivning (MKB). Till MKB:n togs en Teknisk Beskrivning (TB) fram. Som del av underlag till TB:n togs också en dagvattenutredning fram under åren 2022 och 2023. Dagvattenutredningen utfördes för del av Arendalshamnen, här kallad Arendal I.

Utredningsområdet för dagvattenutredning inför tillståndsansökan, framgår av Figur 2. Utredningsområdets yta uppgår till cirka 30 hektar. Området används idag framför allt som RoRo-verksamhet, tyngre verkstadsindustri, Volvos museum och kontor.

Utredningsområdet gränsar i öster till Arendalsberget och till Arendal II området. I norr gränsar utredningsområdet huvudsakligen till Arendals Allé men även till kontorsbyggnader i nordväst. I väster gränsar utredningsområdet till gatan Arendal Skans. I söder gränsar utredningsområdet till ytvattenförekomst Rivö fjord med miljökvalitetsnormer.



Figur 2. Utredningsområde för dagvattenutredning till tillståndsansökan med nuvarande markanvändning. Kaj 750-752 markerade med blå rutor. Bild från programvaran Scalgo Live.

1.1.2 Dagvattenutredning för ny detaljplan

Samtidigt med tillståndsansökan utför Göteborgs Stad en omarbetning av delar av nu gällande detaljplan för del av Arendalsområdet. Detaljplanen tas fram eftersom verksamheten i del av Arendalsområdet omvandlas från att vara industriverksamhet till att bli hamnverksamhet.

Del av tillståndssökt område, tillkommande ytor och allmän platsmark behöver fastslås i ny detaljplan för Arendal. Detaljplaneområdet framgår som gula och vita områden inom avgränsat område (grön linje) i Figur 3. För samma gula och vita områden har Tyréns på uppdrag av GHAB under hösten 2023 och vintern 2024 utfört denna kompletterande dagvattenutredning.



Figur 3. Område för ny detaljplan (gult och vitt område) och kompletterande dagvattenutredning. Blått område tillhör del av tidigare dagvattenutredning för tillståndsansökan.

1.2 Avgränsning

I denna rapport redovisas resultat av dagvattenutredning för tillståndsansökan och resultat från kompletterande dagvattenutredning för ny detaljplan.

I denna rapport benämns huvudsakligen nuvarande och blivande hamnområde som Arendal I eller kvartersmark. Cirkulationsplats benämns som allmän platsmark. Enligt uppgift från beställaren kommer Arendals Allé och Arendals Skans att omvandlas till gemensamhetsanläggning för fastigheterna i Arendalsområdet.

Dagvattenutredningar görs som systemhandlingar som visar förslag och principer för dagvattenlösningar. Utredningarna presenterar principlösningar för att rena och fördröja dimensionerande nederbörd.

Andra lösningar kan föreslås i detaljplaneskedet när höjder, behov och övriga förutsättningar för området är mer kända. Avgörande vid dimensionering av reningsbehov har varit föreslagen verksamhet inom utredningsområdet, recipientens känslighet, status och miljökvalitetsnormer (ytvattenförekomst), samt krav och riktlinjer från Göteborgs Stad.

Rapporten visar också hur vattnet rör sig och ansamlas i samband med en skyfallsliknande situation inom tillståndssökt område. Enligt Göteborg Stads krav (2019) skall skyfallsutredning utföras vid framtagande av ny detaljplan. Översiktlig skyfallsutredning för området utförs av Tyréns parallellt i ett separat uppdrag under första kvartalet 2024.

Föreliggande rapport föreslår också enklare åtgärder inom tillståndssökt område, för att kunna minska risken för spridning av förorenat släckvatten till recipient.

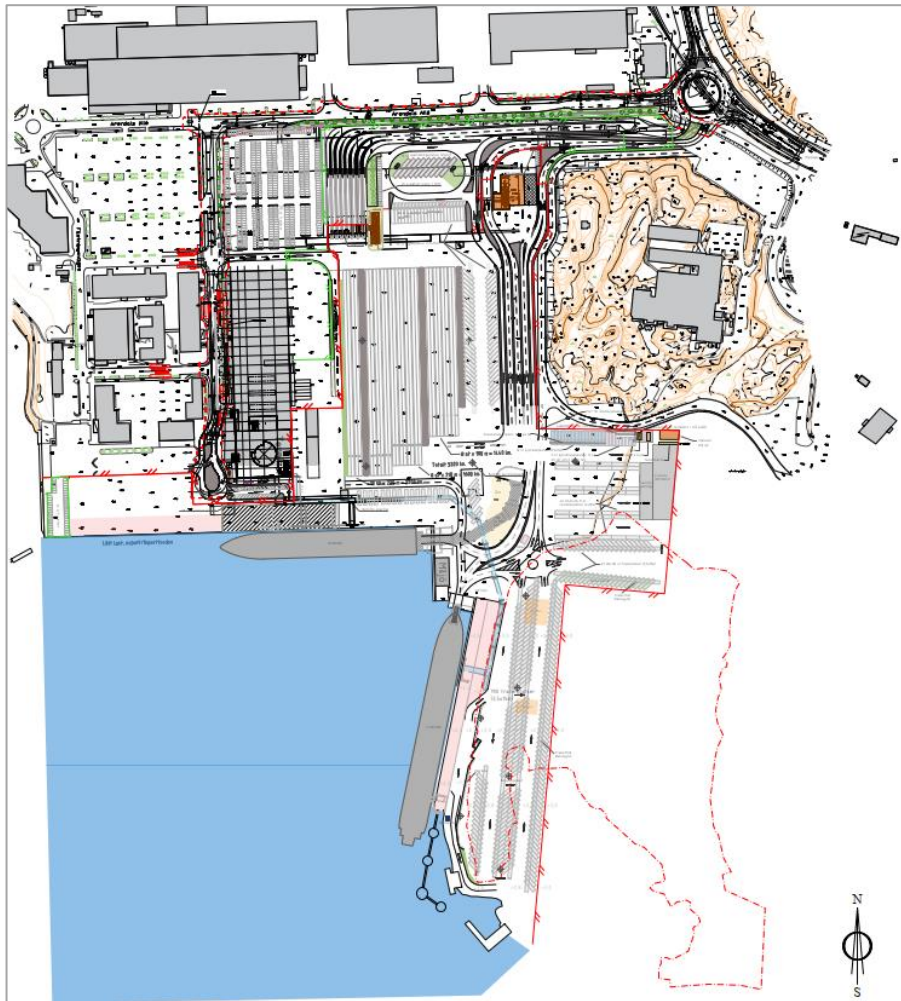
Tyréns utredningar har utförts i samarbete med såväl Göteborgs Hamn AB, Stena Line AB och Göteborgs Stads arbete med ny detaljplan för området.

I denna utredning utförd avgränsning av ytavrinningsområden har gjorts utifrån nuvarande kända uppgifter om höjder för nuvarande och blivande utformning av utredningsområdet. Avrinningsområdena kan komma att förändras om det inom detaljprojekteringsarbetet föreslås förändringar av markhöjder, alternativt anläggande eller borttagande av byggnader och konstruktioner. Avgränsningen av ytavrinningsområdena bör därför ses över efter att höjdsättning utförts som del av detaljprojekteringen. Specifikt gäller för blivande cirkulationsplats med ramper, att höjdsättning kan komma att påverka flödesriktning på ytavrinningen i samband med extremnederbörd/skyfall.

2 Förutsättningar

2.1 Utformning blivande område

Som utgångspunkt till beräkningar har en layout över området från 2023-12-08 används, se Figur 4. Layouten för området kommer med största sannolikhet att förändras. Slutgiltig dagvatten- och skyfallslösning kommer att studeras i samband med detaljprojektering av området. Justeringar av utformningen på Arendals Allé och Arendals Skans kommer att göras men det ingår inte i detaljplanen. Utformning av gatorna är endast illustrerad i utredningen.



Figur 4. Utformningsförslag för blivande verksamhetsområde och allmän platsmark (Ramboll)

2.2 Underlag och riktlinjer

2.2.1 Underlag

Nedan listas några av de handlingar som varit underlag till denna dagvattenutredning. Referenser framgår av avsnitt Referenser.

- Trafikutredning Tyréns
- PM Trafikanalys Förändrad hamnverksamhet Arendal, Sweco (2023-11-24) ("kallad Bilaga 1-Trafik på vägar")
- Trafikmängder 2023-2040, Sweco (2023-11-24), materialet i ppt-format.
- Avgränsningssamråd med Länsstyrelsen om planerad och fortsatt hamnverksamhet vid Arendal i Göteborgs kommun
- Reningskrav för dagvatten, Göteborgs Stad
- Dagvattenhandbok, Göteborgs Stad
- Riktlinjer och riktvärden för utsläpp, Göteborgs Stad
- Göteborgs Stads krav på dagvattenutredning ("kallad Bilaga 1")
- Förslag till översiktsplan för Göteborg - Tillägg för översvämningsrisker
- VISS, VattenInformationsSystem Sverige med Miljökvalitetsnormer (MKN)

- PM Geoteknik, Förstudie kajplats 751 & 752 Arendal
- Tillstånd för dagvattenhantering på Arendal II
- Ritningar från Göteborgs Hamn med underkonsulter
- SMHI Vattenweb
- Tillstånd enligt miljöbalken till hamnverksamhet vid kaj 752, Arendal i Göteborgs hamn
- Tillstånd enligt miljöbalken till hamnverksamhet i Skandiahallen, Älvsborgshamnen och Arendalshamnen, Göteborgs hamn
- Deldom. Tillstånd enligt miljöbalken till hamn- och vattenverksamhet m. m på fastigheten 1:7 m. fl. "Arendal II" i Göteborgs kommun

2.2.2 Funktionskrav på dagvattensystem

Rening av dagvatten skall ske så att ekologisk och kemisk status på recipient inte försämras och så att recipienten ges möjlighet att uppnå ställda tidsfrister gällande kvalitetskrav och miljö kvalitetsnormer (MKN).

Utöver Svenskt Vattens publikation P110 har Göteborgs Stad följande huvudsakliga funktionskrav på dagvattensystem (*Reningskrav för dagvatten 2021-03-11, Riktlinjer och riktvärden för utsläpp av förorenat vatten till dagvattennät och recipient R2020:13, Förslag till översiktsplan för Göteborg - Tillägg för översvämningsrisker 2019*):

- Ny exploatering får inte försämra status på vattenförekomst eller försämra möjligheterna att uppnå miljö kvalitetsnormer, MKN. Det innebär att rening av dagvatten ska bidra till att bibehålla eller förbättra vattnets status, vilket ofta innebär att minska tillförsel av näringsämnen kväve och fosfor samt metaller och organiska föroreningar (PAH).
- För att minska flödestopparna och belastningen på befintligt ledningssystem ställer Göteborgs stad krav på att dagvatten inom kvartersmark ska fördröjas med motsvarande 10 mm dagvatten per kvadratmeter reducerad yta (efter hänsyn till markslag).
- På allmän plats ska fördröjning eftersträvas så att kapaciteten i ledningsnätet inte överskrids vid dimensionerande regn alternativt så att befintligt flöde inte överskrids.
- Ny exploatering skall uppfylla Göteborgs Stads reningskrav och rikt- och målvärden

2.2.3 Krav på skyfallshantering

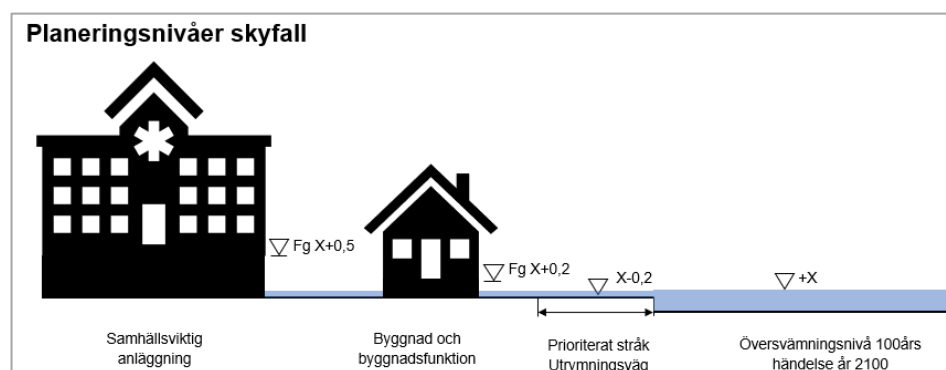
Enligt plan- och bygglagen (PBL) (2010:900) ska bebyggelse lokaliseras till mark som är lämpad för ändamålet med hänsyn till bland annat risken för översvämning. Översvämningsrisker kan ske i samband med skyfall eller till följd av höga vattennivåer i sjöar, vattendrag och hav. För befintlig bebyggelse är det fastighetsägare och verksamhetsutövare som har ansvaret att skydda sin egendom.

Göteborgs stad (2019), ställer följande krav på skyfallshanteringen för att nå målen och övergripande strategier för att staden ska klara av dagens och framtidens översvämningsrisker:

- Ny bebyggelse ska inte skadas vid skyfall. Samhällsviktig infrastruktur ska ha en marginal på minst 0,5 m till högsta vattennivån som uppstår vid ett klimatanpassat 100-årsregn. För övriga byggnader räcker ett minsta avstånd på 0,2 m, se Tabell 1.
- Tillgänglighet ska säkerställas till nya byggnaders entréer.
- För att säkerställa framkomlighet till och från utredningsområdet får ett vattendjup på maximalt 0,2 m tillåtas på vägar som ansluter till uttryckningsvägar och högprioriterade vägnät, se Figur 5.
- Översvämningssituationen inom eller utanför planen ska inte försämrast.

Tabell 1. Underlag för föreslagna planeringsnivåer vid dimensionerande händelse. Angivna nivåer visar marginal till vital del för funktion/byggnadsfunktion samt maximalt vattendjup för framkomlighet (Göteborgs Stad 2019).

	Högvatten, återkomsttid 200 år	Höga flöden, återkomsttid 200 år	Skyfall, återkomsttid 100 år
Samhällsviktig anläggning, - nyanläggning	1,5 m	0,5 m	0,5 m
Samhällsviktig anläggning - befintlig	0,5 m	0,5 m	0,5 m
Byggnad och byggnadsfunktion, - nyanläggning	0,5 m	0,2 m	0,2 m
Framkomlighet - nyanläggning högprioriterade vägnätstråk och utrymningsvägar	0,2 m djup	0,2 m djup	0,2 m djup



Figur 5. Planeringsnivåer för olika funktioner/skyddsobjekt vid ett dimensionerande skyfall. Angivna höjder är relativa höjder. Figur från mall för dagvatten- och skyfallsutredning av Göteborgs Stad (hämtat 2023-01-12)

2.2.4 Krav på släckvattenhantering

Vid hantering av bränder används begreppen brandvatten och släckvatten. Brandvatten är det vatten som används för att släcka en brand. Släckvatten är det vatten som avrinner efter brandsläckningen (Törneke 2021). Kommunen ansvarar för att i detaljplanen säkerställa tillgången till brandvatten.

Länsstyrelsen har i utfört avgränsningssamråd i samband med tillståndsansökan, meddelat följande gällande släckvattenhantering (Länsstyrelsen 2022-10-07):

- "Utförlig beskrivning av hur släckvatten kan omhändertas och förväntade volymer."
- "Att en riskanalys/riskutredning bör utföras: "Enligt riskutredningen i den fördjupade översiktsplanen anges att det medför vissa risker att kombinera lastning och lossning av energiprodukter med färjetrafik i samma hamnbassäng. Att använda Arendalskajen som färjeterminal för persontrafik förutsätter att ett antal skyddsåtgärder genomförs."

Miljöbalken anger att för en verksamhet eller åtgärd som tar i anspråk ett mark- eller vattenområde ska det väljas en plats som är lämplig med hänsyn till att ändamålet ska kunna uppnås med minsta intrång och olägenhet för människors hälsa och miljön. Sökanden ska därför beskriva vilka avvägningar som ur ett olycksperspektiv har gjorts vid valet av plats."

- "Genomförd utredning skall mynna ut i en beredskapsplan som även omfattar beredskap för brand och släckvatten"

I denna handling föreslås översiktligt hur hantering av släckvatten kan utföras, se avsnitt 4.6 . Dimensionering av brandvatten, förväntade volymer släckvatten, riskutredning och beredskapsplan föreslås ske i samband med detaljprojektering och i samråd med Miljöförvaltningen, Kretslopp och Vatten och Räddningstjänsten i Göteborg.

2.2.5 Nuvarande markanvändning

Inom utredningsområdet förekommer idag hamnverksamhet, konstruktionsarbeten i Skrovhallen, tullverksamhet i tullhuset, kontorsverksamhet, fordonsverkstad och museum för Volvo. Ytorna är till övervägande del hårdgjorda med asfalt, betong och tak. Mindre ytor med gräs förekommer i anslutning till husentréer och på Arkenberget.

2.3 Trafikflöden

2.3.1 Trafikflöden för tillståndsansökan

Inför tillståndsansökan lät GHAB Tyréns utföra en trafikutredning (Göteborgs Hamn/Tyréns 2023).

I trafikutredning för tillståndsansökan antogs det vara samma trafikflöden på ytor för blivande hamnverksamhet år 2030, som det idag är på Stenas Danmarks- och Tysklandsterminaler. Med Tyskland och Danmark avses alltså nuvarande färjeterminaler i centrala Göteborg.

Totalt under ett genomsnittligt dygn uppgår dagens fordonstrafik och för den nya terminalen år 2030 (till och från), till ca 1650 fordon/dygn (ÅDT), varav knappt 45% utgör tung trafik.

Vid en procentuppräknig av flöden baserat på tidigare volymutvecklingar så skulle trafikmängden under ett genomsnittligt dygn 2040 vara 1800 fordon, varav 45% tung trafik. En bedömning av den framtida trafiken har även gjorts utifrån tillgängligt underlag – statistik, nya lanemeters, utökat turutbud, utrymme för volymökningar, tidigare utredningar mm.

Trafikmängderna skulle då kunna uppgå till runt 2500 fordon/dygn (ÅDT), drygt 52% utgörs av tung trafik, se Tabell 2. Troligtvis ligger framtida trafikmängder någonstans mitt emellan dessa siffror. Bedömningen i utredningen har gjorts utifrån ett värsta scenario och då har trafikmängden för 2040 utgått från trafikmängden 2500 fordon/dygn. Dessa siffror avser alltså bedömt antal fordon till och från ny färjeterminal.

Tabell 2. Bedömda genomsnittliga trafikmängder till färjeterminal år 2030 och 2040

Transporter 2030/2040	Totalt	Person	Tung
2030	1 650	900	750
2040 med uppräknig i %	1 800	1000	800
2040 med extra anlöp osv	2 500	1 200	1 300

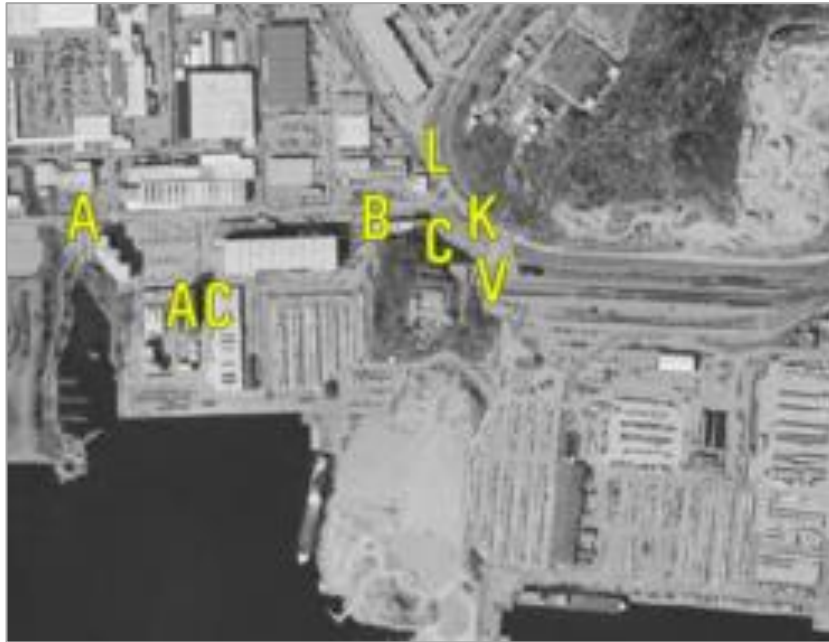
Ur anmälan för dagvattenanläggning för Arendal II (Sweco 2022) framgår att den verksamhetsytan är en blandning av uppställningsyta, parkeringsyta och väg/hamnområde. Med Arendal II avses markyta öster om kaj 750, se Figur 7. Utifrån Göteborgs Stads Riktlinjer (2021) har ytan Arendal II valts till "Hårt belastad yta", som enligt samma riktlinjer motsvarar industriområde och en uppskattad ÅDT på mellan 8000 - 20 000 fordonsrörelser per dygn.

Det är bland annat antalet fordonsrörelser inom området som påverkar föroreningsbelastningen i dagvattnet. Det bedöms att Arendal I (kvartersmark) efter ökad hamnverksamhet totalt kommer ha liknande antal fordonsrörelser som Arendal II. Antalet fordon avser inte bara fordon till/från terminalen utan alltså även övriga fordonsrörelser inom Arendal, såsom intern förflyttning av trailers inom området och RoRo-verksamhet.

Tyréns har bedömt att Arendal I (kvartersmarken) hamnar i kategorien "Hårt belastad yta" som kan jämföras med industriområde (Göteborgs Stad Reningskrav för dagvatten, 2021-03-11). För beräkningar i StormTac har hamnverksamhet valts.

2.3.2 Trafikflöden för ny detaljplan

I trafikutredning PM Trafikanalys Förändrad hamnverksamhet Arendal (Sweco 2023), antas trafikflöden för vägar runt cirkulationsplatsen för blivande hamnverksamhet år 2040, se Figur 6.



Figur 6. Orienteringskarta. Bild från PM Trafikanalys Förändrad hamnverksamhet Arendal (Sweco 2023).

I Tabell 3 redovisas trafikmängder för nuläge och år 2040 för två utredningsalternativ UAb40 och UAbs40.

Tabell 3. Bedömda genomsnittliga trafikmängder nuläge och år 2040.

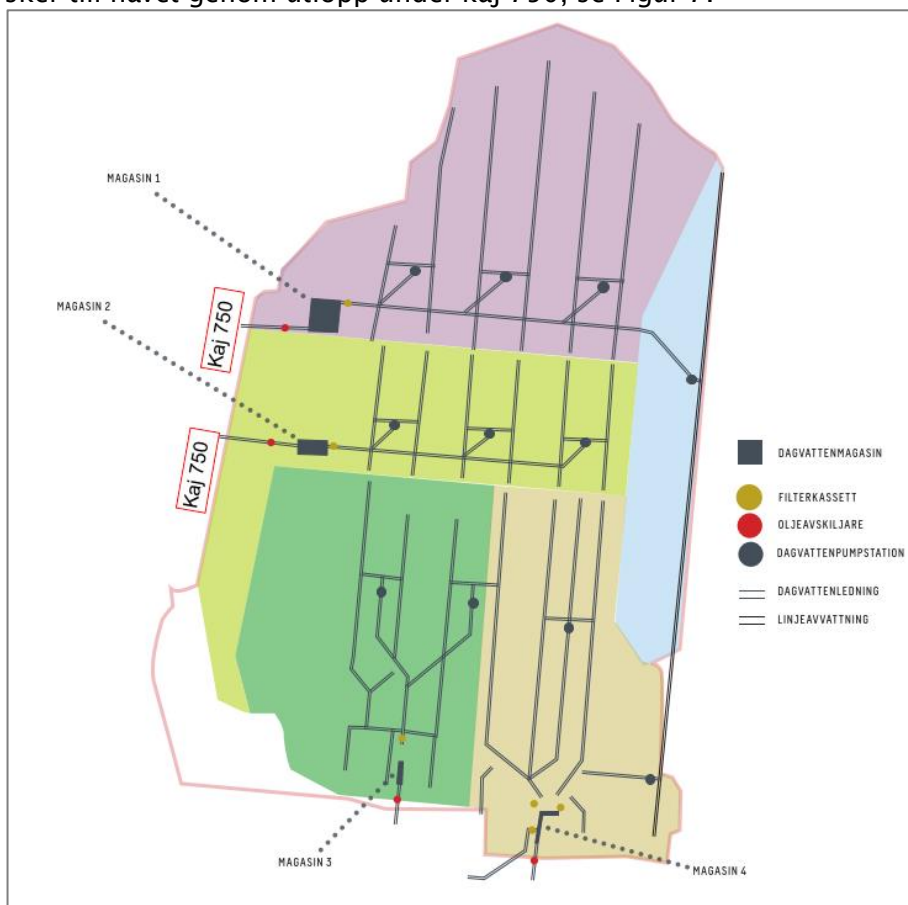
Markering karta	Vägsträcka	ÅDT		
		Nuläge	UAb40	UAbs40
B	Arendals Allé, Väst om Oljevägen	8 900	10 700	10 700
C	Ny väg till Färjeterminal	-	2500	2500
K	Oljevägen, Söder om Arendals Allé	6900	10800	8900
L	Oljevägen, Norr om Arendals Allé	3700	4000	5900

2.4 Dagvattenutredning för Arendal II

Göteborgs Hamn har låtit utföra en dagvattenutredning för det nya området Arendal II (Sweco 2022), som i väster gränsar till utredningsområdet för denna handling. Området Arendal II har anlagts genom att en före detta havsvik har fyllts igen. I denna handling har det föreslagits att vissa avvattningsytor inom utredningsområdet för Arendal I, samordnas med dagvattenlösningar för Arendal II.

Verksamheten på Arendal II kommer främst att bestå av RoRo-verksamhet med uppställning av trailers. Förutsättningarna är likartade med del av Arendal I, med liknande behov av hänsyn till recipienten. Utfyllnaden av Arendal II har slutförts tillsammans med arbetet med att installera de nya dagvattensystemet.

Markytan på Arendal II är flack. Avledning av dagvatten från Arendal II sker med ledningar, pumpbrunnar, filterbrunnar, underjordiska sedimenteringsmagasin och oljeavskiljare, innan avledning av dagvattnet sker till havet genom utlopp under kaj 750, se Figur 7.



Figur 7. Förslag till dagvattensystem på Arendal II (Sweco 2022).

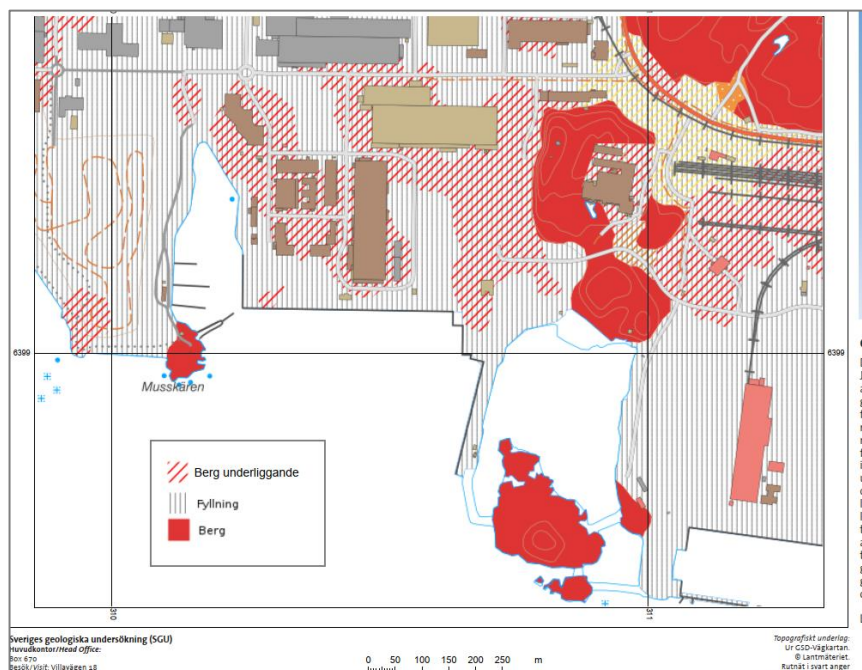
2.5 Geologi, grundvatten och markmiljö

Arendalsområdet har tidigare bestått av öar och havsvikar. Hur området såg ut innan det exploaterades kan anas i Figur 8. De utfyllda massorna inom området (grönstreckad yta) är sannolikt av olika karaktär och utfyllda vid olika tidpunkter.



Figur 8. Hur området såg ut innan det exploaterades.

Under framförallt 1960 – 1980 talen nyttjades området för skeppsbyggeri och byggnation av olika typer av plattformar för oljeindustrin. Utsnitt av SGU:s jordartskarta över området framgår av Figur 9. Kartan visar att området huvudsakligen är utfyllt och att underliggande bergstrukturer finns under fyllningen (nedsprängt berg). Kartan visar också kvarvarande berg i dagen där framförallt Arendalsberget kvarstår. Det röda berget i södra delen av kartan är idag plansprängt inför anläggandet av Arendal II ytan, öster om kaj 750.

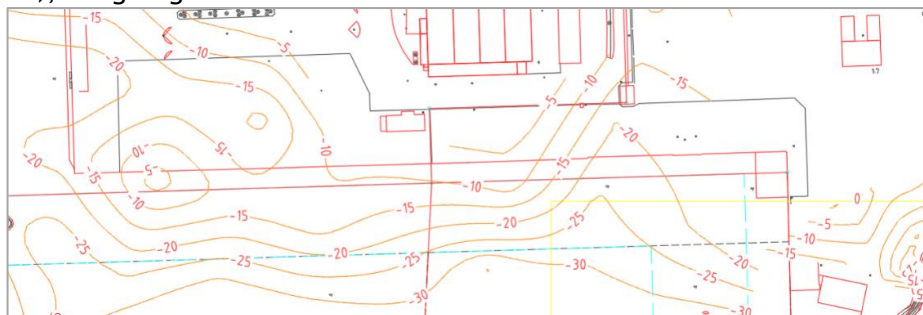


Figur 9. SGU:s jordartskarta över Arendal.

Geoteknisk utredning har utförts för området vid kaj 751 och 752 (Göteborgs Hamn/WSP 2022). Denna terminalyta för hamntrafik utgörs delvis av asfalterade ytor och delvis av ett kajdäck av betong. Nivån för dessa kajers överyta ligger på ca +3,5.

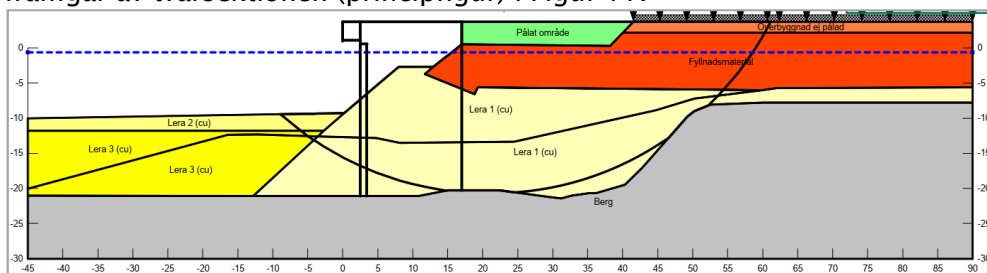
Jordlagren utgörs överst av fyllnadsjord ner till nivån ca -4 möh. Under fyllnadslagret finns ett lerlager med huvudsakligen ca 5-15 m mäktighet, innan berget tar vid. Under leran bedöms det förekomma ett tunnare lager med friktionsjord ovan berget.

Bergnivån varierar generellt mellan ca -10 till ca -20 längs med kajplats 751 och 752. Bergdjupet ökar mot söder (ut från kajlinjen). I västra delen av kajplats 752 finns dock ett område där berget ligger mycket ytligt (nivån ca +0), enligt Figur 10.



Figur 10. Tolkade bergnivåer vid kajplats 751 och 752 (observera att bergmodellen främst är baserad på tolkningar från borrhöjningar utförda år 1949 med glest avstånd mellan punkterna och att det därmed finns osäkerheter i bergmodellen).

Principfigur av de olika jordlagren, berggrund och kajkonstruktionen framgår av tvärsektionen (principfigur) i Figur 11.



Figur 11. Tvärsektion med jordlager, berggrund och kajkonstruktion (principfigur).

Portrycket i leran bedöms ha en hydrostatisk profil i hela lerlagret med en trycknivå som motsvarar medelvattennivån i området. Grundvattennivåer i fyllnadsmaterialet närmast kajerna bedöms ligga på ungefär samma nivå som medelvattennivån i havet. Gradienten på grundvattnet bedöms vara riktad från de nordliga delarna av utredningsområdet söderut mot havet. Inga andra uppgifter om grundvattennivåer har hittats i underlaget.

Eftersom innehållet på fyllnadsmaterialet under asfalten är okänt, kan det inte heller sägas något om hur god marklagrens infiltrationskapacitet är.

För Arendal II och del av Arendal I gjordes en utredning om förorenad mark (GHAB/Ramboll 2013), som en del av underlaget till miljökonsekvensbeskrivning för Arendal II. På fastigheten Arendal 1:7 gjordes 2008 en miljöteknisk utredning (Golder 2008). Arendal 1:7 är den stora plana ytan väst/sydväst om Arkens konferensanläggning, vilket motsvarar största delen av aktuellt utredningsområde, förutom Skrovhallen, tullhuset, blivande cirkulationsplats, västligaste delen av kaj 752 och delar av Arkenberget, se Figur 12. Inom rödmarkerat område har

det tidigare hittats petroleumförorenande massor i samband med tidigare ledningsschakt (Golder 2008).



Figur 12. Fastigheten Arendal 1:7 i centrala delen av kartan. Ungefärligt läge för funna petroleumföroreningar inom rödmarkerat område (Golder 2008).

Det är inte känt om det finns några markföroreningar i övriga delar av Arendal I men det kan inte uteslutas att fyllnadsmaterial och jordlager kan innehålla föroreningar från tidigare verksamheter. PAH, tungmetaller och TBT (Tributyltenn) bedöms kunna förekomma i området.

Vid de numera igenfyllda torrdockorna på Arendal I har t ex målning och blästring utförts. Sedan år 2000 har området använts för uppställningsyta för RoRo-verksamheten.

Sedimenten i Arendalsviken har visat sig ha förhöjda halter av tributyltenn (TBT) och olja. Metallhalterna är låga och bedöms inte vara orsakade av någon närliggande punktkälla.

2.6 Miljöfarlig verksamhet

Tyréns har tagit del av nuvarande tillstånd för verksamheten, som är från 2009-06-12. Av tillståndet framgår bland annat att det inom det tillståndsgivna hamnområdet finns truckverkstäder och att det hanteras miljöfarligt avfall från fartyg. Nedan utdrag ur tillståndet:

"Kemiska produkter förvaras i truckverkstäderna. I truckverkstäderna finns centrala cisterner för motorolja, hydraulolja och transmissionsolja. Från de centrala cisternerna går ledningar till olika tappställen runt om i verkstäderna. I grensletruckverkstaden finns även en central cistern för glykol och återvinningsglykol. Oljor, smörjfett och spolarvätska m.m. som hanteras i fat och dunkar lagras i centrallagret."

Avfall som tas emot från fartyg samlas upp på återvinningsstation (ÅVS) och kan enligt tillståndet (2009-06-12) bestå av:

"Det kvantitativt största avfallsslaget är sludge, oljehaltigt slam (ca 14 000 ton). Övriga avfallsslag som hanteras i större mängder är brännbart, blandat skrot, annat oljeavfall, ej brännbart och ras i större mängder är brännbart, blandat skrotarmat oljeavfall, ej brännbart och maskinrumsolja."

För närvarande finns det varken truckverkstäder eller återvinningsstation inom det utredda Arendalsområdet men det bedöms troligt att det kommer finnas det när området har byggts om.

2.7 Topografi

Generellt sluttar marknivåerna svagt från norra delen av utredningsområdet (kvartersmark och allmän platsmark) ner mot kajerna. Lokala mindre avvikelser kan förekomma.

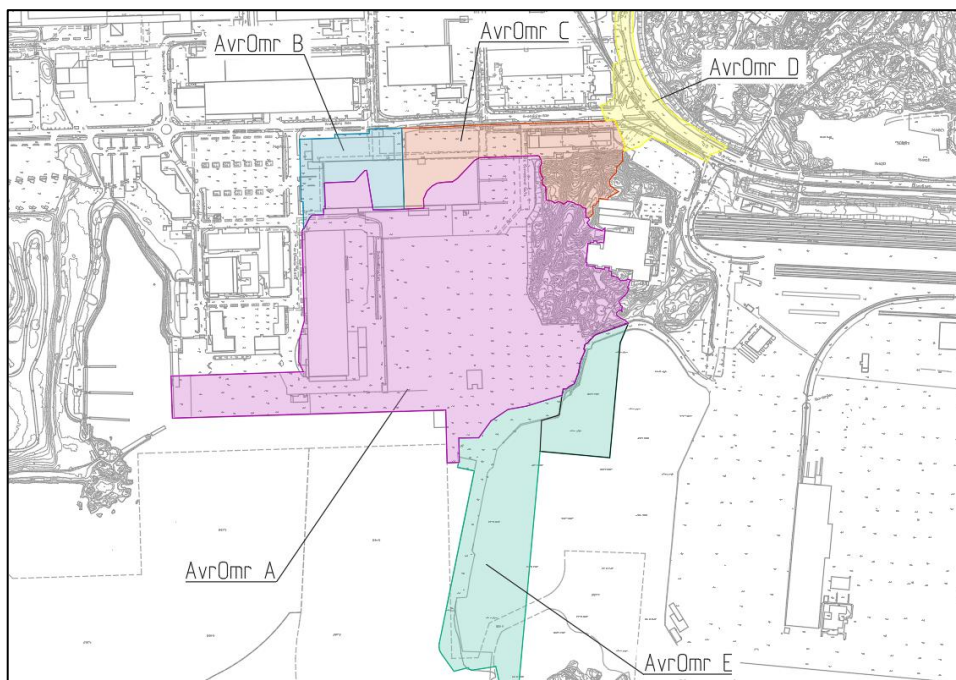
2.8 Avvattning och recipient

Dagvattnet från utredningsområdet (tillståndssökt område och detaljplaneområde) avleds idag utan fördröjning, via dagvattenledningar till havet. Rening förekommer på enstaka platser i form av oljeavskiljare.

Ett fältbesök utfördes 2022-11-17 av två medarbetare från Tyréns, tillsammans med en medarbetare från Göteborgs Hamn. Syftet med fältbesöket var att översiktligt studera området och dess nuvarande dagvattensystem. Medarbetaren från Göteborgs Hamn AB redogjorde för dagvattensystemens uppbyggnad inom utredningsområdet. Dokumentation gjordes med fotografier.

Vid fältbesöket studerades också avrinningen från Arkenberget. Det konstaterades att naturvatten som avrinner från västra sidan av Arkenberget rinner ut på den stora centrala asfaltsytan inom Arendal I och att inget avskärande dike fanns vid bergets fot. Det konstaterades också att norra delen av Arkenberget avrinner mot nuvarande Tullhus. Södra och nordöstra delen av Arkenberget avrinner till andra delar utanför aktuellt utredningsområde.

Aktuellt utredningsområde har delats in i lämpliga avrinningsområden, se Figur 13 och Bilaga 2.



Figur 13. Nuvarande avrinningsområden inom utredningsområdet.

Del av Arkenbergets avvattningsområde har inarbetats i denna utredning, eftersom ytavrinning därifrån sker till det aktuella utredningsområdet.

På Arendal I sker idag ingen fördröjning av dagvattnet innan avledning till havet. Rening sker på några platser med oljeavskiljare. Från korsningen mellan Arendals Allé och Oljevägen går även en dagvattenkylvert till hamnbassängen.

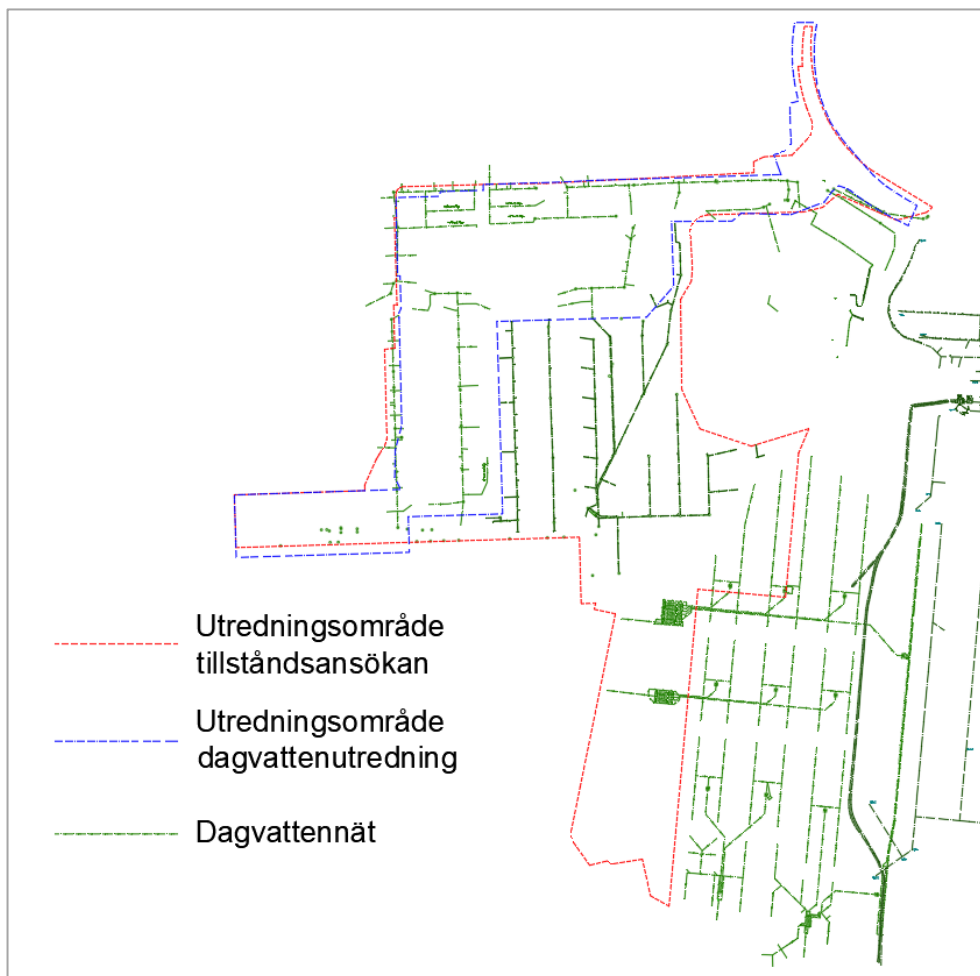
För befintliga förhållanden har de olika avrinningsområdenas avvattningsområde antagits ske utifrån av GHAB erhållet ritningsunderlag, se Figur 14 och Tabell 4.

Tabell 4. Bedömd befintlig avrinning i delområdena, enligt ritningsunderlag, se Figur 14.

Delområde	Avrinner idag enligt:
A	I ledningar mot kaj och ut i havet
B	I ledningar norrut och österut och till kylvert vid korsning Arendals Allé/ Oljevägen. Därefter i Göteborgs Stads kylvert till havet.
C	Utefter Arendals Allé österut till kylvert vid Oljevägen. Därefter i stadens kylvert till havet. Del av Arkenberget bedöms idag avrinna till makadamdike vid bergets fot i norr och därefter också vidare till samma kylvert.
D	Till rännstensbrunnar utmed Oljevägen och därefter till Göteborgs Stads kylvert och ut till havet.
E	Delar av område E avrinner idag till yta för Arendal II. Andra delar avrinner till havet.

Det östra dagvattennätet (Arendal II) färdigställdes under år 2023. Där kommer dagvattnet att pumpas till reningsanläggningar innan det släpps ut i recipienten Rivö fjord vid kaj 750. På Arendal II området består reningsstegen av brunnsfilter, avsättningsmagasin och oljeavskiljare.

Dagvattensystem för Arendal II är utformat för att även kunna omhänderta och rena hela område E, som är del av tillståndssökt delområde.



Figur 14. Befintligt dagvattennät för Arendal I samt för ny utfyllnadsyta Arendal II.

2.9 Släckvattenhantering

GHAB:s nuvarande rutiner rörande släckvattenhantering framgår av Länsstyrelsens beslut om tillstånd enligt miljöbalken (Länsstyrelsen 2009). Där har GHAB bemött Räddningstjänstens yttrande rörande släckvatten:

"Beträffande omhändertagande av släckvatten i händelse av brand är det tillgodosett genom gängse rutiner i bolagets verksamhetssystem för miljö och kvalitet. I sammandrag innebär rutinerna bl.a. att dagvattenbrunnar skall täckas och området vallas in. Bolaget samråder kontinuerligt med Räddningstjänsten om behovet av ytterligare förstärkning av insatserna i händelse av brand eller annan olycka."

2.10 Markavvattningsföretag

Av Vattenarkivet (Länsstyrelsen 2022) framgår att det idag finns ett markavvattningsföretag (O-E1 a-0555) inom del av utredningsområdet, se Figur 15. Markavvattningsföretaget fastställdes 1926 och var då på 12,4 hektar.

Dagvattnet från utredningsområdet avleds idag inte till ett markavvattningsföretag. På möte med Göteborgs Stad 2022-12-15 uttalades från kommunen att detta markavvattningsföretag troligen inte längre fyller någon funktion. Normalt är det ägarna i markavvattningsföretaget som skall ompröva markavvattningsföretaget för nedläggning.



Figur 15. Fastställt markavvattningsföretag delvis inom utredningsområdet (Länsstyrelsen 2022).

GHAB har under 2023 lämnat in en ansökan om avveckling till Mark- och miljödomstolen i Vänersborg. Mark- och miljödomstolen godkände 2024-01-08 ansökan om upphörande av torrlägningsföretaget.

2.11 Fördröjnings- och reningskrav för dagvatten

Fördröjningskrav för utredningsområdet är bara aktuellt vid planerad cirkulationsplats, där avledning av dagvatten sker till kommunens dagvattennät. Inom övriga delar av utredningsområdet kommer avledning av dagvatten att ske till havet, varför fördröjningskrav inte är relevanta. Viss fördröjning kommer ändå att ske i de föreslagna reningsanläggningarna.

Krav på rening av dagvatten styrs av markanvändning, vilken föroreningsbelastning som yterna genererar till dagvattnet och recipientens känslighet.

Tyréns gör bedömningen att det huvudsakligen är status och miljökvalitetsnorm (MKN) för ytvattenförekomsten som avgör vilken typ av rening av dagvattnet som är lämplig för GHAB:s hamnverksamhet, se avsnitt 2.12

Kraven i miljökvalitetsnormen (MKN) uttrycker att status för vattenförekomsten inte får försämrats och förutsättningarna för vattenförekomsten att uppnå ställda mål och kvalitetskrav (MiljöKvalitetsNorm, MKN), inte heller får försämrats. Eftersom det anges i VISS att recipienten är kraftigt påverkad av transporter och infrastruktur och eftersom kvalitetskrav, tidsfrister och miljökvalitetsnormer skall kunna uppnås, bör tillräckligt bra rening säkerställas för kommande verksamhet.

Utifrån Göteborgs Stads handling (Reningskrav för dagvatten 2021) finns det vid rening av dagvatten, två krav som ska vara uppfyllda:

- Att riktvärden och/eller målvärden är uppfyllda
- Att utsläppsmängderna inte riskerar att påverka status och möjligheten att uppnå MKN negativt, vilket enklast visas genom att minska totalmängderna

Enligt Göteborgs Stad (Reningskrav för dagvatten, 2021-03-11) tillhör recipient Rivö Fjord Nord "Havsområden" och skall därmed klassas som", "Mycket känslig" recipient, se Tabell 5.

Tabell 5. Göteborgs Stads klassning av recipienter.

<u>Mycket känslig</u>	<u>Känslig</u>	<u>Mindre känslig</u>
Stora Än	Mölnbäcksån	Göta Älv söder om intaget
Kvibergsbäcken	Säveån	Kombinerat system
Vitsippsbäcken	Kvillebäcken	Madbäcken
Havsområden	Låssbybäcken	Hovåsbäcken
Lärjeån	Haga Å	Finngösabäcken
Göta Älv norr om intaget	Delsjöbäcken	
Delsjöarna	Hamnkanaler/Fattighusån	
	Osbäcken	
	Ottebäcken	
	Kvillen	
	Krogabäcken	
	Härlanda Tjärn	

Arendal I (kvartersmark) kommer att nyttjas som en blandning av in- och utfart från färjeterrin, uppställningsyta för trailers (RoRo-verksamhet), parkeringsyta, väg/hamnområde och kontorsverksamhet. In- och utfart har bedömts generera en ÅDT på ca 2500 medan övrig kvartersmark bedöms vara en "Hårt belastad yta" och därmed komma ha ett ÅDT motsvarande spannet mellan 8000 - 20000, se avsnitt 2.3.1 . För dessa ytor bedöms markanvändningen kategoriseras som "Hårt belastad yta", se Tabell 6.

Allmän platsmark förekommer främst vid blivande cirkulationsplats, där Arendal Allé möter Oljevägen. Arendals Allé kommer huvudsakligen att nyttjas för transporter till industri- och kontorsverksamhet. Verksamheten bedöms medföra en ÅDT på mellan 8000 - 20 000 (10 700 fordon/dygn) fordonsrörelser per dygn För dessa ytor bedöms markanvändningen kategoriseras som "Hårt belastad yta" se Tabell 6. Sifferspannet refererar till Göteborgs Stads riktlinjer, se även avsnitt 2.3.2 .

Tabell 6. Göteborgs Stads tabell för typ av markanvändning.

<u>Hårt belastad yta</u>	<u>Medelbelastad yta</u>	<u>Mindre belastad yta:</u>
Väg 8000-20 000 ÅDT	Väg 2000-8000 ÅDT	Vägar <2000 ÅDT
(Industri)	Parkeringsplats	Villaområden
Koppar och zinkytor	Flerfamiljshusområde	Torg
	Kontorsområde	
	Centrumområde	
	Skola/förskola	

Utifrån Göteborgs Stads reningskrav krävs "Omfattande Rening" för Arendal I (kvartersmark) samt för cirkulationsplats, se Tabell 7. Verksamhetens kommande dagvattenhantering behöver också anmälas till Miljöförvaltningen enligt samma kravhandling.

Tabell 7. Matris för dagvattenrening.

Recipient	Hårt belastad yta	Medelbelastad yta	Mindre belastad yta
Mycket känslig	Omfattande rening	Rening	Enklare rening*
Känslig	Rening	Enklare rening	Fördröjning
Mindre känslig	Rening	Enklare rening	Fördröjning

*Villor, park och andra grönytor undantas anmälningsplikten.

Utöver dessa krav har Länsstyrelsen också formulerat krav i samband med avgränsningssamrådet för tillståndsansökan (Länsstyrelsen 2022).

Dagvattenutredning för tillståndsansökan skall enligt Länsstyrelsen bland annat redovisa:

- Anläggningar för hantering av dagvatten och det interna dagvattensystemet.
- Förväntade flöden, halter och mängder av förekommande föroreningar som kan förväntas att avledas till dagvattnet. Fokus ska inte vara enbart på hantering av oljespill.
- Möjligheten att skilja på olika typer av dagvatten och till avstängning av utgående dagvattenledningar som kan innehålla andra föroreningar än normalt förorenat dagvatten.
- Utredning ska utgå från både uppställning av fordon och arbetsmaskiner samt fordonsrörelser och identifierade risker. Exempel på områden som särskilt bör utredas är områden med hantering av farligt gods.
- Hur säkerställs att tillräckliga ytor för dagvattenhanteringen avsätts.
- Hur man tagit hänsyn till framtida ändrat klimat med större nederbörd och hantering av eventuella skyfall.

Länsstyrelsen motiverar sina krav på dagvattenhantering enligt följande:

"Dagvattenhantering är i befintliga tillstånd i huvudsak inriktat på oljespill och rening genom oljeavskiljare. Det saknas uppgifter om övrigt föroreningsinnehåll som också kan behöva hanteras för att minska påverkan på vattenmiljön. Även förekomsten och hanteringen av andra

förorenade vatten och skyddsåtgärder för att motverka utsläpp till recipient ska redovisas.”

2.12 Vattenförekomst med MKN

Recipient för utredningsområdet är Rivö fjord nord i Västerhavets kustvatten, se Figur 16. Rivö fjord nord är en vattenförekomst (WA83017720) och har beslutade miljö kvalitetsnormer (MKN) (VISS 2022-04-01). Utredningsområdena kommer att avvattnas till ytvattenförekomst Rivö fjord nord som har en yta på cirka 17 km².



Figur 16. Ytvattenförekomst Rivö fjord nord (ljusblå markering, röd prick utredningsområdet)

Enligt VISS (VattenInformationsSystem Sverige) bedöms vattenförekomsten framförallt vara påverkad av vägtrafik, Göteborgs hamns infrastruktur och sjöfartsverksamhet.

Enligt Göteborgs krav och riktlinjer (Dagvatten och skyfallshantering, "Bilaga 1") skall ny exploatering inte försämra vattenförekomstens status eller möjligheterna att uppnå MKN. Det innebär att rening av dagvatten ska bidra till att bibehålla eller förbättra vattnets status, vilket ofta innebär att minska tillförsel av näringsämnen kväve och fosfor samt metaller och organiska föroreningar.

Statusklassning och miljö kvalitetsnorm beslutades för Rivö Fjord Nord under förvaltningscykel 3, 2017 – 2021 och framgår av Tabell 8.

Tabell 8. Statusklassning och miljö kvalitetsnorm för Rivö fjord nord.

Statusklassning	Miljö kvalitetsnorm
<i>Måttlig ekologisk status</i>	Ekologisk status Kvalitetskrav: Måttlig ekologisk status 2039
<i>Uppnår ej god kemisk status</i>	Kemisk ytvattenstatus Kvalitetskrav: God kemisk ytvattenstatus 2027 <i>Undantag/mindre stränga krav</i> Uppnår ej god kemisk ytvattenstatus: • Kvicksilver och kvicksilverföreningar • Bromerad difenyleter <i>Undantag tidsfrister</i> Kvalitetskrav: God kemisk ytvattenstatus 2027 • Antracen (PAH) • Tributyltenn föreningar Punktkällor: Förorenade områden Diffusa källor: Transport och infrastruktur Diffusa källor: Urban markanvändning
	Skyddade områden: Torsviken, Natura 2000, SPA Fågeldirektivet Kvalitetskrav: Gynnsam bevarandestatus

Ekologisk status

Den ekologiska statusklassningen för Rivö fjord nord är "Måttlig ekologisk status". Kvalitetskravet i miljö kvalitetsnormen är att den skall ha samma "måttlig ekologisk status 2039". God ekologisk status bedöms inte vara möjligt att uppnå då vattenförekomsten Rivö fjord nord är påverkad av övergödning och befintliga artificiella strukturer kopplade till sjöfart (kajer, hamn och farled).

Kemisk status

Statusklassning för kemisk ytvattenstatus är bedömd till "Uppnår ej god status". Miljö kvalitetsnormen för kemisk ytvattenstatus är formulerad till kvalitetskravet "God kemisk ytvattenstatus" år 2027 och har undantag i form av mindre stränga krav för kvicksilver, kvicksilverföreningar och för flamskyddsmedlet bromerade difenyleter (BPDE).

Diffusa källor för den kemiska ytvattensstatusen är bland annat transport och infrastruktur. Dessa påverkansfaktorer bedöms ha "betydande påverkan". Citat ur statusklassningen:

"Bedömningen baseras på att trafikintensiteten i vattenförekomstens avrinningsområde är hög, enligt en analys baserad på data från

Trafikverket. Ämnen som ofta förekommer i höga halter i dagvatten och där dagvatten därmed ensamt eller tillsammans med andra källor kan leda till att miljökvalitetsnormerna för vatten inte följs är främst PAH:er och metaller, som koppar, zink, bly och kadmium."

För både kväve och fosfor ligger observerad halt i provtagningar över referensvärden/bakgrundshalt. I statusklassningen för zink står det:

"Årsmedelvärdet överskrider gränsvärdet, men eftersom data för naturlig bakgrundshalt saknas har detta inte kunnat tas hänsyn till". Status för zink är därför inte klassad. Zink är en tydlig markering från vägdagvatten."

Antracen (en typ av PAH) förekommer bland annat i fordonsdäck, färg, smörjolja, vattentäta ytbeläggningar, takpapp och impregnerat trä. Antracen uppnår ej god kemisk status i nuläget. Antracen är därför undantagen med tidsfrist från att ha god kemisk ytvattenstatus nu. Kvalitetskravet är dock att Antracen skall ha god kemisk ytvattenstatus år 2027, om 4 år. Påverkanstryck är bland annat "Transport och infrastruktur", både på land och i vatten.

Bromerad difenyleter (PBDE) tillhör också undantagen i den kemiska ytvattenstatusen och uppnår inte heller god kemisk status. Det beror bland annat på långväga luftburen, atmosfärisk spridning men kommer också från möbler, kläder och fordon. Kvicksilver och kvicksilverföreningar tillhör också undantagen och uppnår inte heller god kemisk status. Det beror huvudsakligen på långväga luftburen, atmosfärisk spridning och utlakning från Svensk jord- och berggrund på grund av surt nedfall.

Tributyltenn (TBT) föreningar uppnår inte heller god kemisk status och tillhör undantagen till 2027. Bedömningen grundar sig på sediment- och ytvattenprovtagning och halten i sedimenten är över gränsvärdena medan ytvattenproverna är under gränsvärdena. Tributyltenn är förbjudet i Sverige och har tidigare använts till båtbottnfärger. Som påverkanstryck anges för tributyltenn "Diffusa källor – transport och infrastruktur" samt "Punktkällor – förorenade områden". Halt av tributyltenn redovisas inte i beräkningarna i denna utredning eftersom detta ämnen inte genereras eller hanteras inom utredningsområdet. Ämnet kan komma att träffas på i samband med schakt- och muddrarbeten vid kommande byggnation, se avsnitt 6.4 .

Med ökade fartygsrörelser och färjeverksamhet inom verksamhetsområdet ökar risken för uppslamning av avsatta föroreningar i sedimenten. Ytterligare tillskott av nämnda förorenande ämnen gör det svårare för vattenförekomsten att uppnå miljökvalitetsnormen (MKN).

2.13 Höga vattennivåer i havet

Ny verksamhet och dagvattenhantering behöver förberedas för att klara kommande höga vattennivåer i havet, orsakade av klimatförändringar och extrema vädersituationer. Enligt Göteborg Stads databas (Vatten i staden, 2023) har följande två scenarier tagits fram:

- Högvatten år 2070, +2,30/H200
- Högvatten 2100, +2,65/H200

Dessa kan jämföras med tidigare beräknat scenario för år 2014, +2,00/H200. Av Göteborgs stad angivna högvatten i havet år 2070

respektive 2100, baseras på scenarier med modellresultat från Göteborgs Stads "Hydromodell" och MSB:s översvämningskartering för en händelse som inträffar 1 gång på 200 år.

Karakteristiska historiskt uppmätta vattenstånd i älven/Rivö fjord/havet framgår av Tabell 9.

Tabell 9. Uppmätta karakteristiska vattennivåer i Göteborg, Torshamnen (GHAB/Port Engineering 2022)

Vattenstånd	Vattennivå (RH2000)
HHW	+1,53
MHW	+1,07
MW	+0,03
MLW	-0,59
LLW	-1,08

Nivåerna på kajernas överyta kommer att behållas. Överkant på kaj 750 är idag cirka +2,5. Blivande utökade delen av kaj 750 kommer sannolikt att få en kaj överkant som ligger nånstans mellan + 2,5 till +2,8 möh. Överkant på kaj 751 och 752 är idag +3,7 och den nivån skall också behållas.

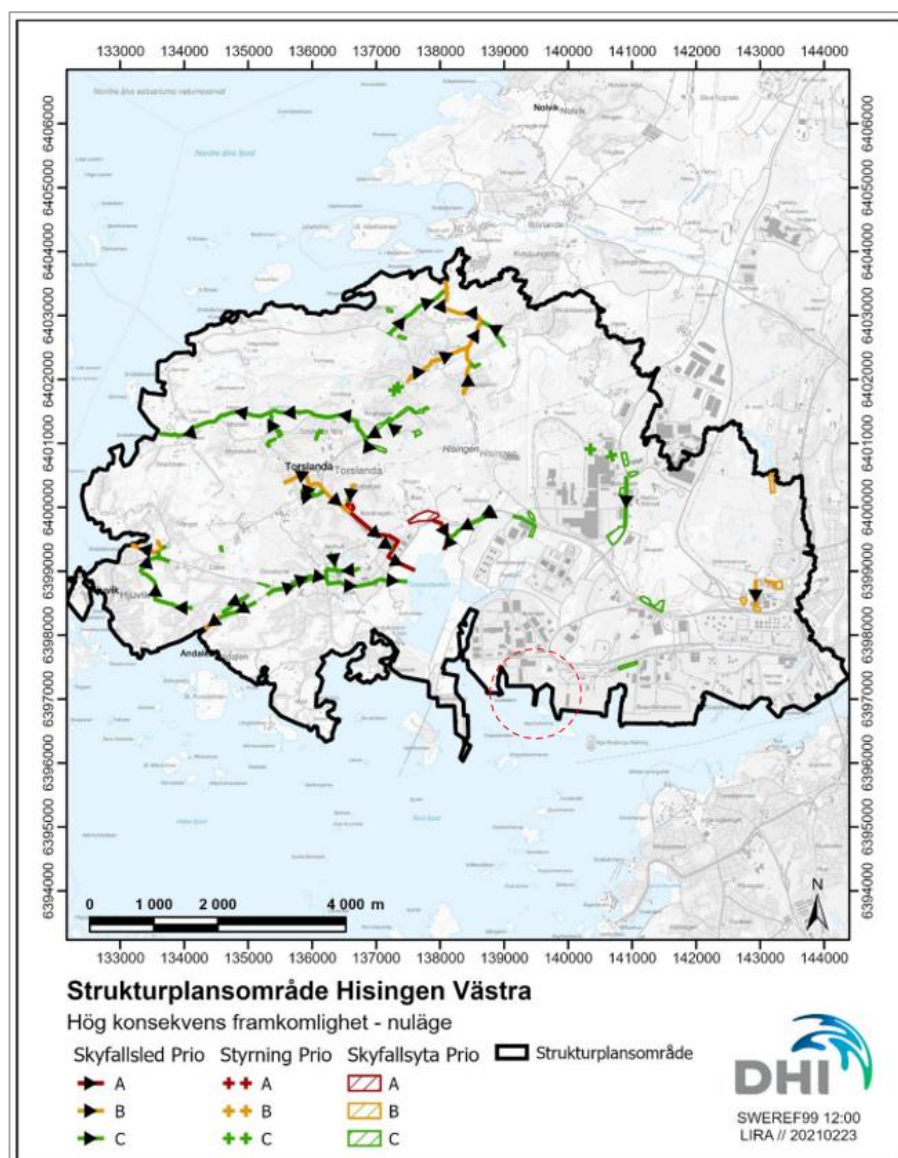
I detaljprojekteringsskedet kommer nivå för utlopp från nytt dagvattensystem att tas fram. Nivå för utlopp får i möjligaste mån bestämmas utifrån markytor, dagvattensystem uppström och reningsanläggningar. Om möjligt tas även hänsyn till havets högsta nivåer. Behovet av backventiler vid utlopp till havet bör därför utredas i detaljprojekteringsskedet.

2.14 Strukturplansåtgärder

Som ett led i klimatsäkringsarbetet har Göteborg Stad tagit fram ett geografiskt planeringsunderlag, strukturplan för översvämningsrisker. Metoden beskrivs i Strukturplan för hantering av översvämningsrisker – Metodbeskrivning (Kretslopp och vatten; DHI, 2021). Strukturplanen innehåller åtgärder som fördröjer och avleder skyfallsvatten i syfte att minska negativa konsekvenser på den befintliga bebyggelsen.

Utredningsområdet kvartersmark och allmän platsmark omfattas av strukturplansåtgärder för Göteborg och är del av avrinningsområde Hisingen Västra, vilket visas i Figur 17 (Kretslopp och vatten; DHI, 2021).

Inga strukturplansåtgärder finns i anslutning till utredningsområdet eller inom avrinningsområden uppströms utredningsområdet. Befintlig framkomlighet till och från utredningsområdet har ingen prioritetsklass, vilket indikerar att det i dagsläget inte finns några av Göteborgs Stad prioriterade skyfallsproblem i anslutning till utredningsområdet.



Figur 17. Strukturplansområde där utredningsområdet ingår (Kretslopp och vatten; DHI, 2021). Utredningsområdet är markerat med röd streckad cirkel.

3 Blivande förhållanden

3.1 Utökad och förändrad verksamhet

GHAB har tagit fram förslag till utformning av blivande verksamheter. Arbetet med hur områdets utformning pågår fortfarande och förändringar i layout kan komma att ske framöver. Nuvarande skissartade förslag framgår av Figur 4 och Bilaga 1.

De största förändringarna med föreslagen ny verksamhet är att Skrovhallen och Tullhuset föreslås att rivas för att möjliggöra anläggning av filer för in- och utfart från terminalområdet. På västra delen av tidigare Skrovhallen föreslås parkeringsplatser att anläggas. I nordost föreslås också en cirkulationsplats med ramper anläggas för att underlätta in- och utflödet av trafik från Arendals Allé till Oljevägen. Från cirkulationsplatsen föreslås också två separata filer för in- och utfart till färjeterminalen. Den centrala

delen kommer att nyttjas för uppställning av fordon i väntan på att få köra ombord på fartyg.

Kaj 750 planeras att förlängas söderut. Det skall förutsättas att farligt gods kommer att förekomma inom hela utredningsområdet. Del av ytorna innanför kaj 750 och 751 planeras för att nyttjas för återvinningsstation (ÅVS). I norra änden av kaj 750 föreslås en miljöbod att placeras. I miljöboden kommer det enligt uppgift att kunna förvaras huvudsakligen smörjolja, lösningsmedel och färg.

Nuvarande byggnad för Volvo museet planeras att byggas om till terminalbyggnad. Mindre byggnader för expedition och tullkontroll planeras att anläggas vid infart och utfart från terminalområdet.

Den centrala delen av område A planeras inte att förändras nämnvärt. Här planeras endast för nyasfaltering av ytan och anpassning av ytan till banor för uppställning av fordon inför ombordkörning på fartygen.

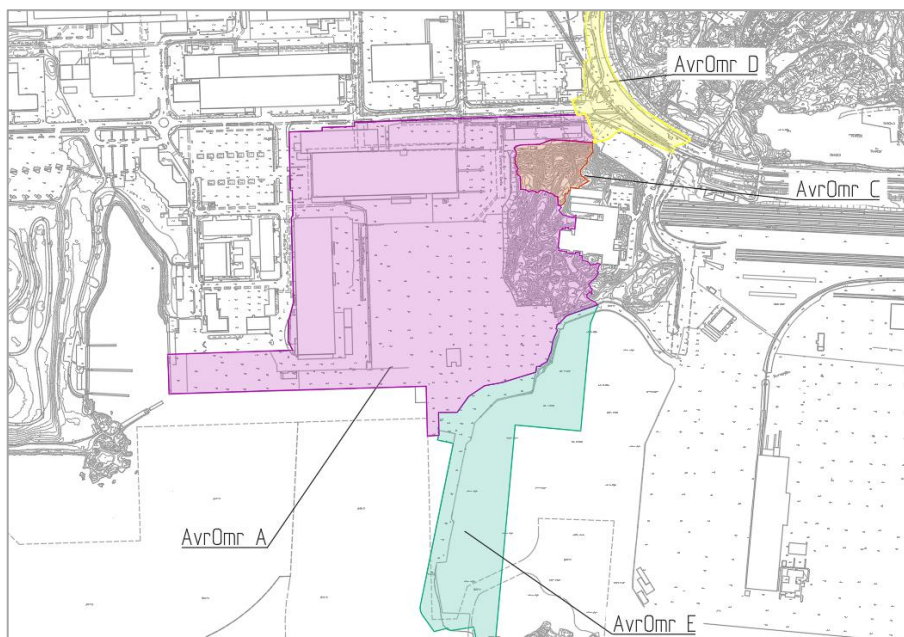
Alla ytor inom utredningsområdet föreslås vara hårdgjorda med asfalt, betong eller tak. Andelen tak i området kommer enligt föreslagen skiss att minska mot nuvarande förhållanden och ersättas med asfalt och betong. Gröna tak föreslås inte eftersom de stora ytorna med tak förekommer på befintliga byggnader som skall bevaras.

Områdets speciella förutsättningar ställer särskilda krav på utformning av dagvattenhanteringen i det blivande verksamhetsområdet. Följande punkter är några av de viktigaste som påverkar valet av dagvattenlösning för området:

- Betydande fordonsrörelser/hög trafiklast som genererar mycket föroreningar
- Farligt gods inom hela området
- Förvaring av färg, smörjmedel, lösningsmedel
- Hög andel hårdgjord yta
- Flackt område
- Recipient med status och MKN, miljökvalitetsnormer/krav
- Höga vattennivåer i recipient
- Begränsat behov av fördröjning

3.2 Blivande dagvattenavledning

För blivande förhållanden har avrinningsområdena tagits fram enligt Figur 18. Det bör betonas att avgränsningen bör ses över efter att höjdsättning utförts som del av detaljprojekteringen.



Figur 18. Delavrinningsområden enligt skissförslag för nytt verksamhetsområde.

För blivande förhållanden förväntas de olika avrinningsområdenas avvattning ske utifrån beskrivning i Tabell 10.

Tabell 10. Föreslagen avledning av dagvatten i delområdena.

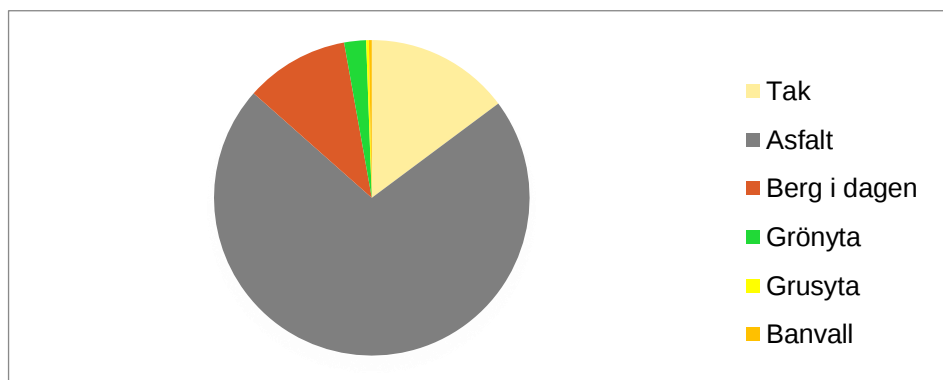
Delområde	Förändrad avrinning
A huvudsakligen hamnområdet Arendal I (kvarters-mark)	Markytor väster om byggnad för nuvarande Volvomuseet föreslås höjdsättas och dagvattnet ledas i gatan Arendals Skans mot kaj 752 för rening och därefter till havet. Norra delen av område A (tidigare Skrovhall och Tullhus m.m.) föreslås renas där och därefter ledas i egen ny ledning till havet vid kaj 751. Övriga delar av område A leds i befintlig dagvattensystem till rening innanför kaj 751 och därefter till havet.
C (Arkenberget, del av) (kvarters-mark)	Ytor på norra delen av Arkenberget föreslås fortsatt avledas till befintlig ledning/makadamdike vid bergets norra fot och vidare till stadens större befintliga dagvattenkulvert vid blivande cirkulationsplats. Dessa ytor består huvudsakligen av naturmark och mindre ytor av hustak. Kulverten går till havet.
D Cirkulationsplats med ramper (Allmän platsmark)	Till rening och fördröjning och därefter till stadens befintliga kulvert och vidare till havet.

E Kaj 750 samt ytor väster om Arendal II (kvartersmark)	Samtliga ytor föreslås avvattnas till dagvattensystem på Arendal II.
---	---

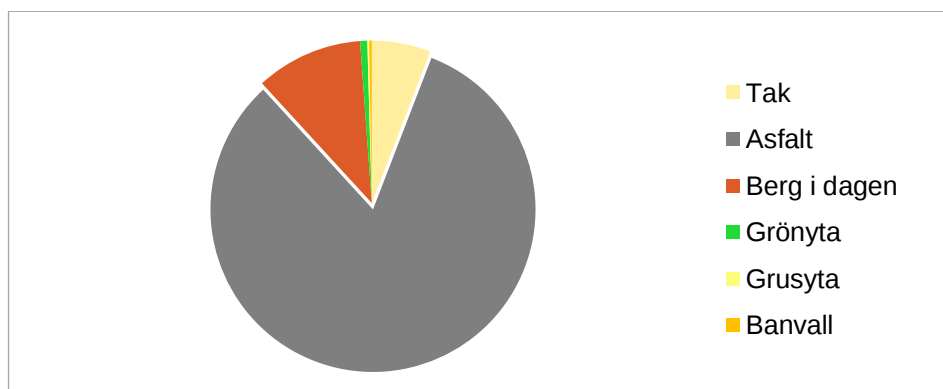
Blivande markanvändning kommer enligt skissförslag till stor del att bestå av hårdgjorda ytor. Skissförslaget medför att andelen asfalt och betong kommer att öka och andelen tak kommer att minska jämfört med idag, se Tabell 11 och Bilaga 2. Föreslagen förändring av markanvändningen framgår av Figur 19 och Figur 20.

Tabell 11. Förändring av markytor med förslag till ny verksamhet.

Sammanlagt befintligt			Sammanlagt blivande		Förändring	
Typ av yta	Area [m ²]	Procent-del [%]	Area [m ²]	Procent-del [%]	Area [m ²]	[%]
Tak	42158	14,8%	16696	5,9%	-25462,3	-8,9
Asfalt/betong	204187	71,7%	234382	82,3%	30195	10,6
Berg i dagen	30344	10,7%	30343	10,7%	-1	0,0
Grönyta	6371	2,2%	2032	0,7%	-4339	-1,5
Grusyta	785	0,3%	501	0,18%	-284,3	-0,1
Banvall	851	0,3%	743	0,3%	-108	0,0
	284696,6	100%	284697	100%		



Figur 19. Markytornas fördelning för befintliga förhållanden.



Figur 20. Markytornas fördelning för blivande förhållanden enligt skissförslag.

Mängden tak minskar mest men också grönyta, grusad yta och banvall minskar något med blivande föreslagen exploatering. Ytan med berg i dagen kvarstår.

4 Analys

4.1 Dagvattenflöde

4.1.1 Dimensioneringsförutsättningar

För beräkning av dimensionerande vattenflöden har rationella metoden använts. Dimensionerande vattenföringar har beräknats ur formeln:

$$Q_{\text{dim}} = q \cdot A_r$$

där:

q = regnintensitet vid vald återkomsttid och varaktighet

A_r = reducerad area, $A_r = j \times F$

F = avrinningsområdets storlek

φ = avrinningskoefficient

Utredningsområdet har delats in i lämpliga delområden. För respektive delområden har det bestämts en reducerad area som en fiktiv yta. Vid beräkning av arean tillämpas avrinningskoefficienter för olika ytor enligt följande:

- | | |
|-------------------------|------------|
| • Tak | $j = 0,90$ |
| • Asfalt | $j = 0,80$ |
| • Berg i dagen, kuperad | $j = 0,40$ |
| • Banvall | $j = 0,30$ |
| • Grusyta | $j = 0,20$ |
| • Grönyta | $j = 0,10$ |

Avrinningskoefficient för berg i dagen har valts till $\varphi = 0,40$. Detta är något högre än brukligt för berg i dagen ($\varphi = 0,30$). Detta eftersom Arendsberget sluttar relativt brant ner mot närliggande ytor med hamnverksamhet.

Utredningsområdet har delats upp i delområden med hänsyn till nuvarande markanvändning och skissförslag till blivande markanvändning, se Figur 13 och Figur 18. Delytorna mättes in på kartan och storleken på områdena redovisas i Bilaga 2.

Rationella metoden bygger på att regnets varaktighet sätts till den erforderliga rinntiden för att hela delavrinningsområdet skall medverka till vattenföringen i beräkningspunkten. Rinntider och beräkningspunkter för respektive avrinningsområde framgår av Bilaga 3 och Bilaga 4. För samtliga avrinningsområden har rinntid och varaktighet valts till 10 minuter, enligt Svenskt Vattens publikation (P110, 2016).

Aktuell regnintensitet och återkomsttid har bestämts utifrån kraven i P110. Klimatfaktorn är satt enligt Göteborgs Stads rekommendationer till 1,25. För beräknad regnvaraktighet på 10 minuter och vald återkomsttid ($T = 10$ år) har motsvarande regnintensitet bestämts:

- Befintliga förhållanden 228 l/s*hektar
- Blivande förhållanden enligt skissförslag = 285 l/s*hektar

Dimensionerande flöden har beräknats med förutsättningarna ovan för befintliga och blivande förhållanden, se Bilaga 3 och Bilaga 4.

Nuvarande årsnederbörd på platsen uppgår till cirka 900 mm. Korrigerat för mätfel uppgår årsnederbörden till cirka 990 mm och med klimatkompensation så uppgår den till cirka 1361 mm/år (SMHI VattenWeb 2022)

4.1.2 Beräknade flöden

Dagvattenflöde för befintliga och blivande förhållanden enligt skissförslag har beräknats och redovisas i Tabell 12.

Tabell 12. Beräknade flöden med nuvarande och blivande förhållanden.

Delområde	Befintliga flöden [l/s]	Blivande flöden [l/s]	Förändrade flöden [l/s]
A	2869	4391	779
B	300	_*	_*
C	443	109	-334
D	183	264	81
E	1096	1370	274
Summa:	4890	6133	1243

* Befintligt område B och delar av C ingår för blivande i område A

Flödet med dimensionerande regn för blivande verksamhet- och detaljplaneområde ökar med cirka 25%. Den beräknade ökningen beror huvudsakligen på effekten av klimatpåverkan, även om den ökade hårdgöringsgraden och minskningen av grönytorna också bidrar.

Det har beräknats totala flöden för blivande markanvändning, för hela utredningsområdet med korta och långa regn, se Tabell 13 och Bilaga 5.

Tabell 13. Beräknade flöden för hela nya verksamhetsområdet med olika varaktighet och återkomsttid på regn.

Regnets varaktighet [min]	Återkomsttid [år]	Flöde [l/s]
5	10	8436
10	10	6133
20	10	4067

Det har också tagits fram årsnederbörd och från dem beräknats årsflöden för befintliga och blivande föreslagna förhållanden, utan fördröjningsåtgärder samt utan och med klimatkompensation, se Bilaga 6.

4.2 Fördröjningsbehov

Det dagvatten som skall ledas till havet behöver inte fördröjas av flödesskäl. Viss fördröjning kommer ändå ske som en effekt av de reningsanläggningar som föreslås. Dagvatten från allmän platsmark och vatten som föreslås avledas till befintlig kommunal dagvattenkylvert, fördröjs och renas enligt krav.

Dagvattenledningar i den centrala delen av område A kommer enligt beställaren behållas. För att inte överbelasta dessa befintliga ledningar

efter exploatering, föreslås att den norra delen av område A avleds med ny ledning och rening innan utlopp vid kaj 751.

Dagvatten vid område D vid cirkulationsplatsen föreslås avledas till stadens dagvattenkylvert. Fördröjningskravet (10 mm/reducerad area) för område D vid cirkulationsplatsen uppgår till minst cirka 93 m³. Fördröjning behövs för att inte öka flödet till kylverten efter ombyggnationen av cirkulationsplatsen. Fördröjningsvolymen 93 m³ bedöms vara tillräcklig för att hantera volymökningen, se Tabell 12.

4.3 Dagvattenkvalitet

4.3.1 Reningsbehov av dagvatten

I cirkulationsplatsen vid Oljevägen samt på Arendals Allé bedöms betydande fordonstrafik bli aktuellt framöver.

Kommande färje- och hamnverksamhet kommer innebära betydande fordonsrörelser vilket i sig genererar föroreningar till dagvattnet. Verksamheten kommer att medföra uppställning och passage av platsen med farligt gods. Verksamheten kommer också behöva hantera bland annat färg, oljor, lösningsmedel och bränslen. Läckage av fordonsbränslen eller farligt gods kan inte uteslutas. I vägdagvatten är bland annat följande föroreningar vanligt förekommande:

- Kolväten/oljeprodukter (PAH)
- Tungmetaller (bl.a. Bly, Zink, Koppar, Kadmium)
- Kväve
- Fosfor

Ämnena härrör huvudsakligen från vägmateriäl (asfalt, betong), bromsbelägg, avgaser, däck, korrosion, fordonsdelar, vägutrustning, oljor, bränslen, katalysatorer, räcken, takkonstruktioner och färg.

Reningsbehov för kommande tillståndssökt verksamhet och allmän platsmark har främst anpassats till status och MKN för ytvattenförekomsten. Jämförelser har också gjorts mot Göteborgs Stads krav och riktlinjer för dagvattenhantering/dagvattenrening.

Göteborgs Stads krav gäller vid dagvattenutredning för detaljplan och vid betydande ombyggnation. Aktuellt utredningsområde kommer omfattas av betydande ombyggnation i främst norra delen av Arendalshamnen. I södra delen av Arendalshamnen kommer huvudsakligen nyasfaltering av ytan att utföras. Den södra delen omfattas inte av dagvattenutredning för detaljplan utan för tillståndsansökan. Oavsett stadens krav behöver tillräcklig rening ordnas även här för att säkerställa att status för recipienten inte försämras och att MKN för recipienten uppfylls.

Göteborgs Stad har reningskrav samt rikt- och målvärden beroende på olika typer av recipienter, se Tabell 14. För mycket känsliga recipienter gäller Göteborgs Stads riktvärden. För känsliga och mindre känsliga recipienter ("övriga recipienter") tillämpas Göteborgs Stads målvärden, vilket har tagits fram för de vanligaste föroreningarna i dagvatten. Det finns enbart målvärden för 6 ämnen. För övriga ämnen gäller riktvärden även för känsliga och mindre känsliga recipienter. Vattenförekomst Rivö Fjord Nord klassas av Göteborgs Stad som en mycket känslig recipient och därför tillämpas riktvärden.

Tabell 14. Riktvärden och målvärden för utgående dagvatten till recipient (Göteborgs Stad Reningskrav för dagvatten 2021).

	Riktvärden - mycket känslig recipient (µg/l)	Målvärden - övriga recipienter (µg/l)
Arsenik	16	
Bly	28	
Kadmium	0,9	
Koppar	10	22
Krom	7	
Kvikksilver	0,07	
Nickel	68	
Zink	30	60
Oljeindex	1000 µg/ 500 µg/l inom Göta älvs vattenskyddsområde 100 µg/l nära råvattenintag (ca 1-2 km uppströms)	
Suspenderat material	25 000	60 000
pH	6,5-9	
Fosfor (P)	50	150
Kväve (N)	1250	2500

I Tabell 15 nedan anges riktvärden för ämnen som, utöver minimikraven i Tabell 14, bör kontrolleras i utgående dagvatten beroende på verksamhetens art. För verksamheten på Arendal är det lämpligt att kontrolleras även i ett urval av dessa ämnen i samband med kommande kontrollprogram och provtagningar.

Några av dessa parametrar har studerats vid beräkningar av föroreningsbelastning i denna dagvattenutredning (Bensen och Bens(a)pyren. Bens(a)pyren är speciellt intressant eftersom det ämnet räknas som indikator för förekomst av PAH:er.

Vid kommande provtagningar kan det vara intressant att även provta och analysera Triklorytylen eftersom det har förekommit verkstadsindustrier i utredningsområdet. PFAS är också bra att analysera eftersom det är ett ämne som är mycket skadligt för allt levande. Det har nyligen föreslagits att ämnet/ämnena (flera tusental) kommer att förbjudas inom EU, inom något år. PFAS förekommer bland annat i brandsläckningsskum och kläder.

Tabell 15. Tillägg av ämnen som bör kontrolleras beroende på verksamhet (Riktlinjer och riktvärden för utsläpp av förorenat vatten till dagvattennät och recipient, 2020).

Ämne/parameter	Riktvärde
Bens(a)pyren, indikator för PAH	0,27 µg/l
Bensen	50 µg/l
Metyl-tert-butyleter (MTBE)	2600 µg/l 500 µg/l inom Göta älvs vattenskyddsområde 15 µg/l nära råvattenintag (ca 1-2 km uppströms)
Polyklorerade bifenyler (PCB)	0,014 µg/l
Poly- och perfluorerade alkylsubstanser (PFAS)	0,09 µg/l
TOC	Platsspecifikt vid behov, utgå från 12 mg/l
Tributylenn (TBT)	0,0015 µg/l
Triklöretylen	10 µg/l

Näringsämnena kväve och fosfor förekommer ofta i förhöjda halter i vägdagvatten. Tyréns bedömer att oljeavskiljare inte ensamt räcker som reningsmetod för de aktuella verksamheterna i Göteborgs Hamn.

I Göteborgs Stads reningskrav (Reningskrav för dagvatten 2021) för dagvatten står följande om oljeavskiljare:

- "Användning av oljeavskiljare för dagvatten är främst som ett katastrofskydd mot oljespill, för en bra avskiljningseffekt krävs höga koncentrationer av olja."

4.3.2 Reningsanläggningar

För mycket känslig recipient rekommenderar Göteborgs Stads riktlinjer för dagvattenutredningar att "omfattande rening" utförs när ytorna är att betrakta som "hårt belastade", se avsnitt 2.11 2.11 ovan.

En lämplig reningsanläggning för området bedöms vara underjordiska system. Anledningen är att användningen av området blir mindre begränsad då marken ovan anläggningen kan användas för trafikerade ytor eller för parkeringar. System under mark passar också där avvattningen går via dagvattenledningar och brunnar. Vid anläggande av dagvattensystem under markytan behöver hänsyn tas till grundvattennivåer i området. För grundvattennivåer i området, se avsnitt 2.5

Utredningsområdet för kvartersmark och allmän platsmark har huvudsakligen dimensionerats för reningsfunktion. Med det menas utan fördröjningsvolym för toppflöden. Detta eftersom området avvattnas till havet. Där avledning av dagvatten sker till stadens ledningsnät, har reningen även utformats med fördröjningsfunktion. Det gäller fördagvatten från ny cirkulationsplats och som avleds till stadens kulvert.

Underjordiska anläggningar kan vara i form av kammare med filter (EcoVault), makadammagasin eller rörmagasin/avsättningsmagasin. För området föreslås en 2-stegslösning med en EcoVault (eller liknande) som efterföljs av oljeavskiljare klass 1, se Figur 21. Alternativ/liknande

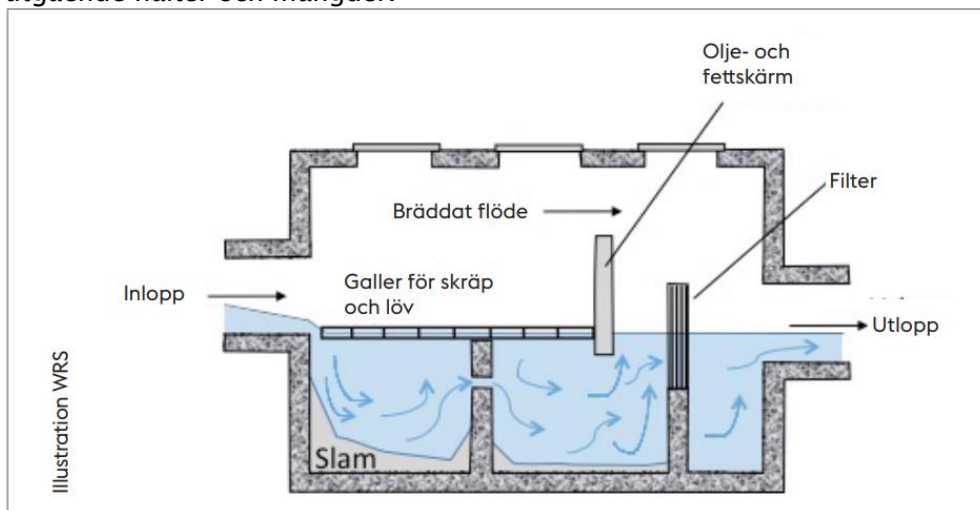
anläggning kan väljas som uppfyller samma effekt på rening och utgående halter och mängder till recipient, i förhållande till MKN och skydd för recipienten. Som tidigare nämnts är oljeavskiljare av klass 1 viktig främst som katastrofskydd.

Filtren i en EcoVault är anpassningsbara efter flöde samt vilka föroreningar som skall avskiljas. EcoVault är platseffektiv och har en god avsättnings- och filtreringskapacitet.

Det finns en rad olika EcoVault-liknande produkter och de utförs med olika dimensioner. EcoVault går att köpa prefabricerade men de kan också platsbyggas. För att välja rätt dimension ska det tas hänsyn till den volym som kammaren kan magasinera, samt det flödet som kan passera genom de olika filtren. Beroende på val av produkt kan ett fördröjningssteg behövas före reningen. Därför har mindre avsättningsmagasin föreslagits före EcoVault på norra delen av område A, se avsnitt 5.1 .

För att uppnå bra rening bedöms att minst "first flush" ska passera genom filtret och renas. "First flush" definieras som de första 10-15 mm regn, vilket är den volym som innehåller de flesta dagvattenföroreningar. Efter att "first flush" omhändertagits kan resterande flöde bräddas.

Reningsförmåga i EcoVault styrs av filtermaterialet samt om det finns flera reningssteg inom kammaren. Valet av filtermaterialet men också skötsel och underhåll av hela EcoVaulten är viktigt för att uppnå önskade krav på utgående halter och mängder.



Figur 21. Principskiss kammare med filter (EcoVault). Bild från Stockholm Vatten och Avfall.

Cirkulationsplatsen

Efter att ombyggnaden av cirkulationsplatsen har utförts kommer andelen hårdgjord yta att öka, samtidigt som trafikmängden längs vägarna har intensifierats.

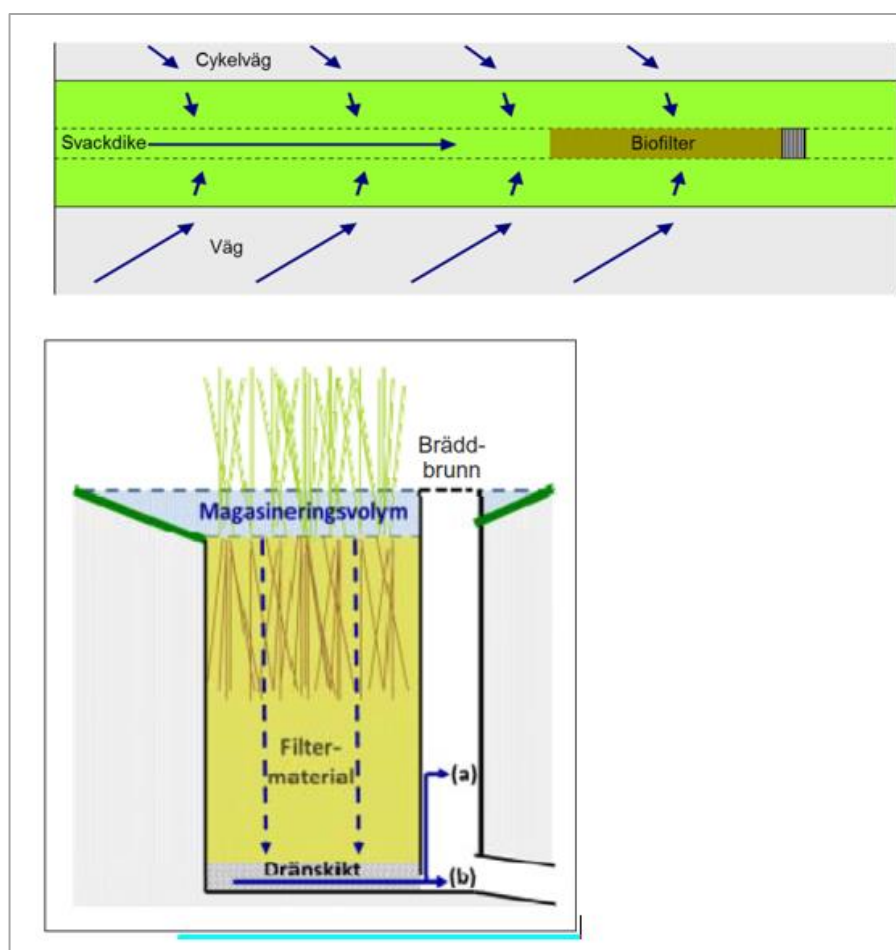
Biofilter föreslås som reningsanläggning längs med cirkulationsplatsen, se Figur 22. Biofilter är nedsänkta planteringsytor som utförs av ett sandbaserat filtermaterial som bidrar till hög avskiljningsgrad av partikelbundna föroreningar, och även en viss grad av lösta ämnen.

Biologisk rening kan även ske med hjälp av växter i biofiltret. Biofilter som utförs med en vattenmättad zon, innehållande en kolkälla (Svenskt Vatten, Rapport Nr 2016-05), har visat sig ha bra förmåga att kunna reducera

halter av fosfor och kväve, se Figur 23. Kolkällan kan bestå av klippt tidningspapper, halmstrån eller sågspån.



Figur 22. Exempel på biofilter i gatumiljö (Svenskt Vatten 2016)

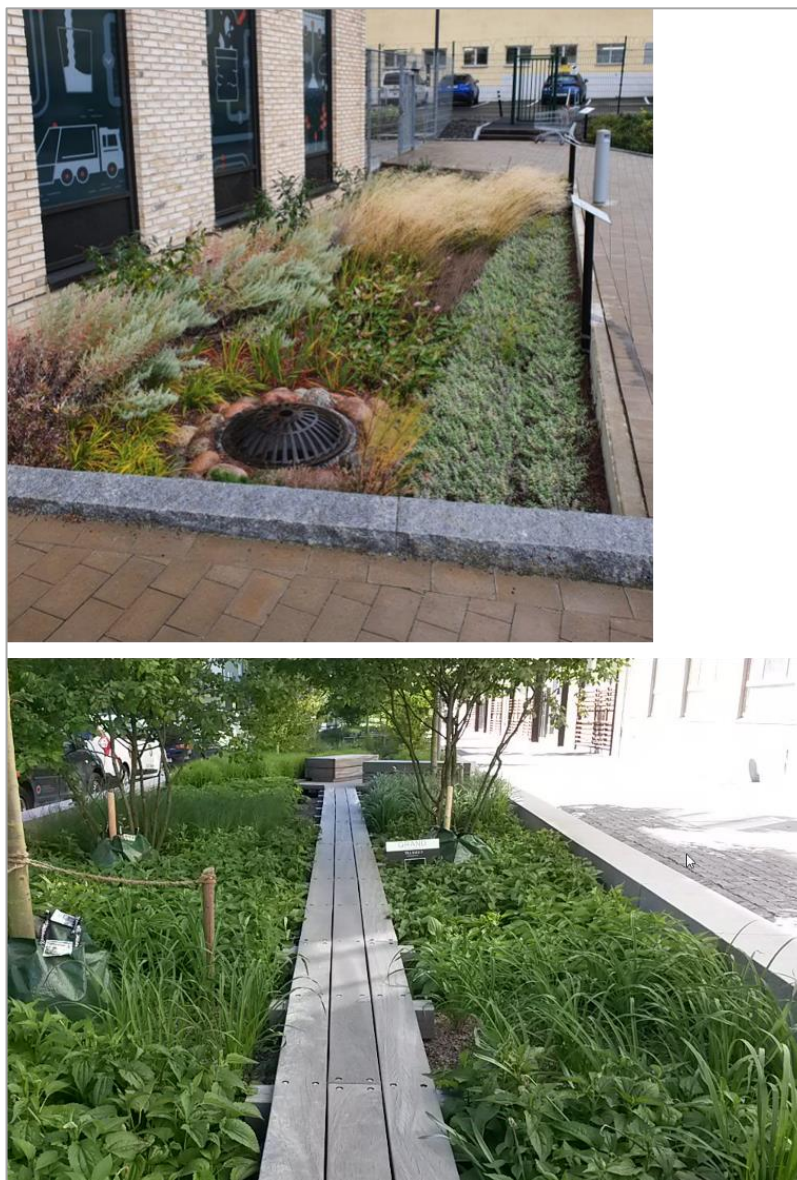


Figur 23. Principfigur biofilter i svackdike, med (a) och utan (b) vattenmättad zon, (Svenskt Vatten 2016).

Biofilter rekommenderas att dimensioneras i förhållande till avrinningsområdets storlek. Göteborg Stad rekommenderar att använda cirka 5% av den totala ytan för rening för att åstadkomma tillräcklig rening, se Tabell 16. Nedsänkningen i biofiltret skapar också en fördröjningsvolym. Fler exempel på biofilter framgår av Figur 24.

Tabell 16. Tabell med ytbehov för cirkulationen

Delområde	Totala yta	Ytbehov
	[ha]	[m ²]
Cirkulation	1,42	400 (2,8 %)



Figur 24. Inspirationsbilder växtbädd/biofilter. Bild från Tyréns.

Alternativ till biofilter är krossdike, se Figur 25. Krossdike är ett dike fyllt med makadam som bidrar främst till rening av sediment och partikelbundna föroreningar. Krossdike har en mindre reningsförmåga som leder till att ytbehovet blir betydande större för att uppnå tillräcklig rening,

4.3.3 Föroreningsberäkning

StormTac är ett webbaserat verktyg som indikerar föroreningsbelastning från dagvatten från olika typer av ytor. Programmet kan även användas för att bedöma reningseffekt i olika typer av anläggningar. Beräkningarna utgår från schablonvärden och ska därför tolkas som en indikation på vilka halter och mängder som riskerar att transporteras med dagvatten från ett visst område och inte som exakta värden.

För noggrannare beräkningsresultat av halter och mängder krävs mer omfattande arbete med modellering. Alternativt kan också platsspecifika riktvärden användas, vilket förutsätter resultat från vattenprover tagna vid flera tillfällen och under olika årstider/klimatförhållanden.

Vid föroreningsberäkningar i StormTac har dessa utförts med föreslagen reningsanläggning EcoVault med kompletterande efterföljande oljeavskiliare. Reningseffekten för EcoVault i StormTac baseras på frekvensen i hur ofta filtret byts ut. För beräkningar har standard reduktion använts, dvs normal frekvens på filterbyte. Som markanvändning har "Hamnområde" valts i programmet. I Tabell 17 nedan redovisas föroreningar till recipient från område A. Sammanställning av beräknade halter och mängder framgår av Bilaga 7.

Tabell 17. Föroreningsberäkningar från StormTac för Område A (Arendal I). Röda siffror är ämne som överskrider riktvärde (Göteborgs Stad Reningskrav för dagvatten 2021).

Parameter	Riktvärde ¹ [µg/l]	Arendal I, före exploatering [µg/l]	Arendal I, efter exploatering utan rening [µg/l]	Arendal I, efter rening med EcoVault och oljeavskiljare klass 1 [µg/l]	Älvsborgs- hamnen 4 st prover tagna 220512 [µg/l]
Fosfor, P	50	200	230	110	Ej analyserat
Kväve, N	1 250	1600	1700	1500	Ej analyserat
Bly, Pb	28	8,1	11	1,7	0,44/1,5/0,51/0,48
Koppar, Cu	10	32	35	10	6,7/17/3,9/7,5
Zink, Zn	30	160	170	34	66/124/150/229
Kadmium, Cd	0,9	0,095	0,13	0,039	<0,1 i alla 4 punkter
Krom, Cr	7	3,1	3,3	1,2	1,3/1,9/1,3/<1
Nickel, Ni	68	3,9	4,5	2	1,6/3/1,8/1,9
Kvicksilver, Hg	0,07	0,007	0,0092	0,004	<0,04 i alla 4 punkter
Suspenderat material, SS	25 000	81 000	88 000	6400	Ej analyserat
Olja	1 000	510	630	31	Ej analyserat
Bens(a)pyren, BaP	0,27	0,015	0,021	0,0053	Ej analyserat
Antracen, ANT	0,1 ²	0,0089	0,0089	0,0014	Ej analyserat
Bensen, Benz	50	0,08	0,08	0,03	Ej analyserat
Arsenik, As	16	0,31	0,33	0,25	0,48/0,73/0,52/0,42
TOC	12 000	18 000	18 000	7200	Ej analyserat
Polyklorerade bifenyler, PCB 28	0,014	0,02	0,02	0,0016	Ej analyserat
*Metyl-tert-butyleter, MTBE	2 600	-	-	-	Ej analyserat
*Poly- och perfluorerade alkylsubstanter, PFAS	0,09	-	-	-	Ej analyserat
*Triklloretylen	10	-	-	-	Ej analyserat

*Ämnet finns inte i StormTac

¹ Göteborgs Stad (Reningskrav för dagvatten 2021)

² "Gränsvärde" (HVMS 2019:25)

Efter exploatering med EcoVault och oljeavskiljare överstiger kväve och fosfor riktvärdet. Zink ligger strax över riktvärdet. Det är dock viktigt att komma ihåg att StormTac ger indikation på halter och att det förekommer osäkerheter i beräknade halter. För kväve är till exempel den absoluta osäkerheten i resultaten (*/-) 700 µg/l. För fosfor är absoluta osäkerheten (+/-) 54 µg/l. För zink är den beräknade absoluta osäkerheten (+/-) 24 µg/l. Enligt StormTacs beräkningar blir reningseffekten cirka 50% för fosfor.

I Älvsborgshamnen utfördes provtagning av utgående dagvatten efter oljeavskiljare 2022-05-12. Provtagningen utfördes i fyra punkter. I

Älvsborgshamnen saknas andra reningssteg än oljeavskiljare. Jämförelse mellan beräknade halter efter föreslagen rening för Arendal I visar att halterna mellan prover och beräkningar varierar. Generellt är beräknade halten med rening lägre än analysresultaten från vattenproverna som togs i Älvsborgshamnen, se Tabell 17 och Bilaga 7. Utan rening för Arendal är halterna mer jämförbara med Älvsborgshamnen.

Det för vattenförekomsten prioriterade ämnet Antracen har en halt, efter föreslagen rening, som ligger under gränsvärde (HVMS 2019:25), vid ett dimensionerande 10-års regn. Det bedöms att halten kan komma att vara något högre i början av ett regn ("First-flush") men föreslaget reningssystem bedöms kunna hantera även de halterna. Halten av zink är hög idag och innan rening men med föreslagen rening hamnar halten strax över riktvärdet. Beräknad halt zink är med felmarginalen dock lägre än riktvärdet. Zink är inte klassad i MKN för vattenförekomsten eftersom det enligt VISS: "saknas data för naturlig bakgrundshalt".

Miljökonsekvenstypen Övergödning har i VISS bedömts till Måttlig status baserat på kvalitetsfaktorerna Växtplankton och Näringsämnen. Båda kvalitetsfaktorerna har tillförlitligheten låg men den sammanvägda bedömningen visar att näringsbelastningen är stor och vattenförekomsten har övergödningssproblematik. Det understryker vikten av att utföra tillräckligt bra reningsåtgärder för dagvatten och minska belastningen av bland annat kväve och fosfor till recipienten, vilket också sker med föreslagen anläggning.

Mängden fosfor som leds till recipienten mer än halveras, den minskar med 52%. Mängden Kväve minskar med cirka 20% och mängden zink minskar med 80 %, jämfört med mängderna innan ombyggnation.

Enligt VISS uppnår inte vattenförekomsten kraven för en god ekologisk status då det finns betydande påverkan på kvalitetsfaktorn näringsämnen från urban markanvändning. Utsläppsbehandlande åtgärder ska genomföras för att minska påverkan så att god status kan uppnås. Vattenförekomsten får en tidsfrist till 2027 med skälet tekniskt omöjligt att nå god status tidigare. Vattenförekomstens återhämtning tar lång tid och åtgärder bör därför sättas in så snart som möjligt för att nå målet om en god ekologisk status till 2027. Föreslagna reningsåtgärder i denna utredning bedöms kunna bidra till vattenförekomstens återhämtning.

Halten av TBT redovisas inte eftersom det inte förekommer någon föroreningskälla för TBT för nuvarande eller planerad kommande hamnverksamhet.

Med avseende på miljökvalitetsnormerna görs bedömningen att planförslaget, med föreslagen dagvattenrening, inte kommer påverka statusen för vattenförekomsten negativt. Denna bedömning grundar sig i att halterna minskar jämfört med nuläget, se Bilaga 7. Beräknade totalmängder som släpps ut per år är låga och lägre än nuvarande totalmängder.

Cirkulationsplatsen

Separata föroreningsberäkningar med StormTac har tagits fram för cirkulationsplatsen, det vill säga område D. I Tabell 18 redovisas föroreningar till recipient från område D.

Tabell 18. Föroreningsberäkningar från StormTac för område D (Cirkulationsplatsen, CP). Röda siffror är ämne som överskrider riktvärde. (Göteborgs Stad Reningskrav för dagvatten 2021).

Parameter	Riktvärde ¹ [µg/l]	CP, före exploatering	CP, efter exploatering utan rening	CP, efter rening med biofilter
Fosfor, P	50	97	100	46
Kväve, N	1 250	1 600	1 700	900
Bly, Pb	28	6,4	8,1	1,9
Koppar, Cu	10	18	21	7,7
Zink, Zn	30	49	66	14
Kadmium, Cd	0,9	0,27	0,32	0,066
Krom, Cr	7	8,9	12	4,9
Nickel, Ni	68	75,3	6,8	1,6
Kvicksilver, Hg	0,07	0,050	0,062	0,028
Suspenderat material, SS	25 000	31 000	40 000	13 000
Olja	1 000	660	800	260
Bens(a)pyren, BaP	0,27	0,047	0,064	0,011
Antracen, ANT	0,1 ²	0,014	0,017	0,0079
Bensen, Benz	50	1,4	1,9	0,86
Arsenik, As	16	2,4	2,8	1,3
TOC	12 000	14 000	17 000	7 500
Polyklorerade bifenyl, PCB 28	0,014	0,018	0,020	0,0090
*Metyl-tert-butyleter ,MTBE	2 600	-	-	-
*Poly- och perfluorerade alkylsubstanter, PFAS	0,09	-	-	-
*Trikloretalen	10	-	-	-

*Ämnet finns inte i StormTac

¹ Göteborgs Stad (Reningskrav för dagvatten 2021)

² "Gränsvärde" (HVMS 2019:25)

Enligt StormTacs beräkningar blir reningseffekten cirka 56% för fosfor. Efter exploatering med rening i biofilter ligger halten fosfor under riktvärdena. Även övriga parametrar har beräknade halter under riktvärdena. Beräknade totalmängder som släpps ut per år är låga och lägre än nuvarande förhållanden, se Bilaga 7. Generellt sett är ovanjordlösningar för rening av dagvatten bra på att sänka halt och mängden näringsämnen.

4.4 Skyfall

En översiktlig skyfallsanalys har gjorts för tillståndsansökan med hjälp av lågpunktskartering i programvaran Scalgo Live samt teoretiska flödesberäkningar. För skyfallsanalys används andra avrinningsområden än för dagvatten då skyfall består av större regnhändelser och större områden tas i beaktande för beräkningar och analyser.

Resulterande rinnvägar och vattenvolymer baseras på höjddata samt antagna avrinningskoefficienter för olika ytor. Resultaten från Scalgo Live ger en översiktlig bild av avrinningen och ska inte förväxlas med resultat från en hydraulisk skyfallskartering/modellering.

Under första kvartalet 2024 utför Tyréns på uppdrag av GHAB en översiktlig skyfallsutredning för detaljplaneområdet.

4.4.1 Dimensioneringsförutsättningar

Dimensionerande flöden har beräknats enligt tid-area metoden. Beräknade flöden har tagits fram för ett klimatanpassat 100-års regn med en klimatfaktor på 1,2 enligt standard från Göteborgs Stad (2019). Enligt Länsstyrelsen i Västra Götalands och Stockholms län behöver varaktigheten minst motsvara rinntiden för avrinningsområdet för att säkerställa att dagvatten från hela avrinningsområdet har passerat. Vid skyfallsanalyser är det ovanligt att varaktigheter mindre än 1 timme används. Rinntider baseras på längsta rinnväg i avrinningsområdet och beräknas utifrån vilket underlag rinnvägen går över.

Beräknade rinntider för avrinningsområden U-Z är sammanställda i Tabell 19. Avrinningsområden för skyfall visas i Figur 26. Observera att dessa avrinningsområden är annorlunda än de för dagvattenberäkningar.

Tabell 19. Rinnvägar och rinntider för skyfallets avrinningsområden. Justerad rinntid används för de avrinningsområden där rinntiden är mindre än 1 timme.

Avrinningsområde	Längsta rinnväg	Rinntid	Justerad rinntid
	[m]	[min]	[min]
U	1305	73	
V	385	21	60
W	330	18	60
X	701	39	60
Y	1746	97	
Z	1870	208	

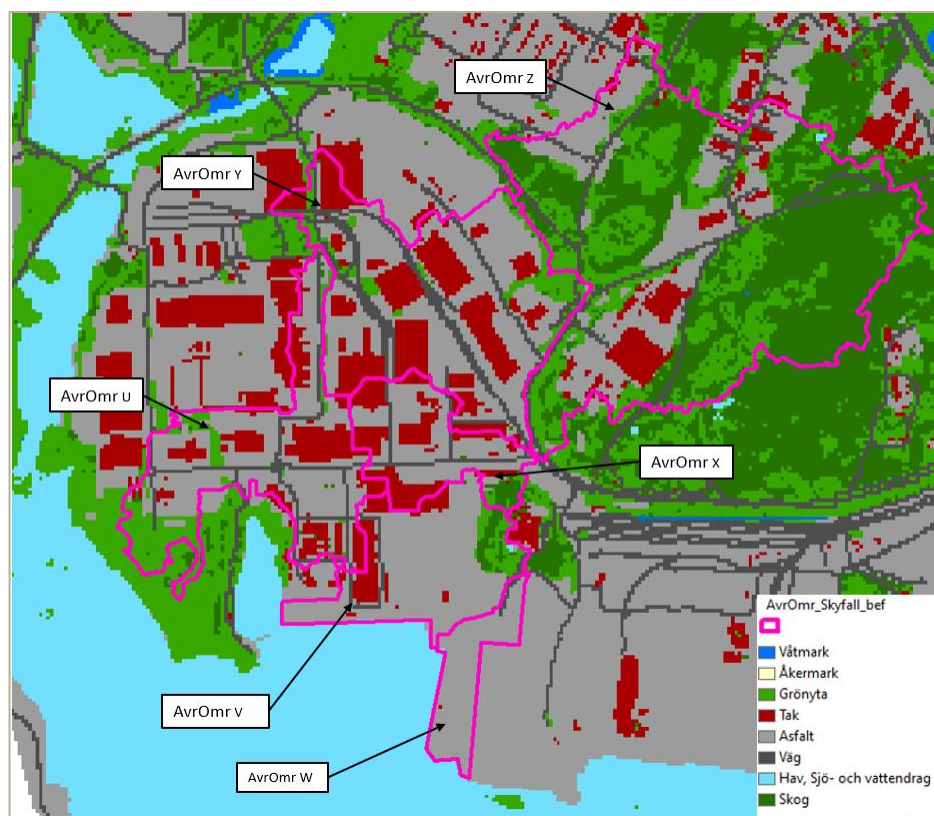
Analysen har genomförts genom att jämföra rinnvägar, flöden och översvämningsvolymer vid befintlig exploatering och framtida exploatering. Efter exploatering har marknivåer justerats ungefärligt enligt exploateringsskiss/layout, se Figur 4.

4.4.2 Markanvändning

Markanvändningen inom avrinningsområdena har tagits fram med hjälp av Nationell marktäckningsdata (NMD) som finns i Scalgo Live.

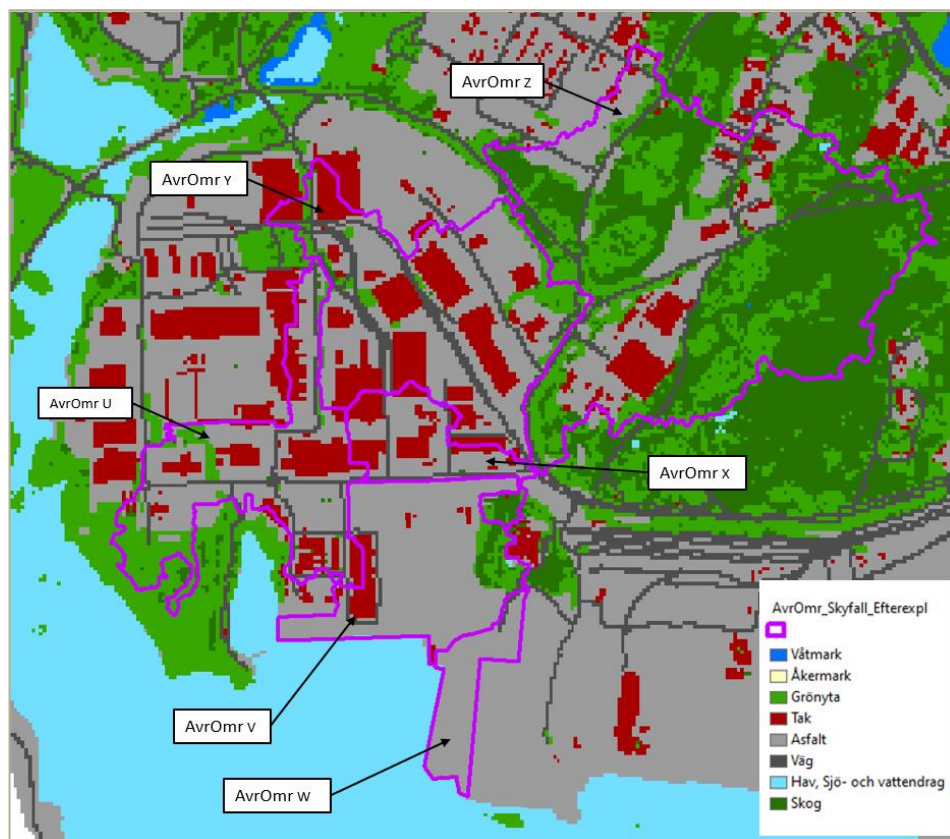
Markanvändningen har använts för att beräkna befintliga och framtida flöden som kan påverka utredningsområdet.

Markanvändningen inom utredningsområdet består främst utav hårdgjorda ytor som asfalt och tak med liten möjlighet till infiltration, se Figur 26 där även avrinningsområden för skyfall visas.



Figur 26. Markanvändning för befintliga förhållanden. Rosa markering är avrinningsområdena före exploatering som berör utredningsområdet.

Efter exploatering inom avrinningsområde V ändras markanvändningen, se Figur 27. I avrinningsområde V rivs några byggnader och det byggs nya mindre byggnader, resterande mark asfalteras över. Det medför att hårdgörningsgraden i stort sett förblir densamma efter exploatering som före. Markanvändningen i övriga avrinningsområden förblir densamma som före förändringen.



Figur 27. Markanvändning med blivande förhållanden. Lila markering är avrinningsområden för skyfallet efter exploatering.

Avrinningskoefficient för olika markanvändning presenteras i Tabell 20. Avrinningskoefficient är ett mått på den maximala andel av ett område som kan bidra till avrinning. Hög koefficient medför att lite vatten infiltrerar i marken vid skyfall.

Tabell 20. Markanvändning med tillhörande avrinningskoefficient

Markanvändning	Avrinningskoefficient
Tak	1
Vägar	1
Asfalt	1
Åkermark	0,3
Skog	0,3
Grönyta	0,3

4.4.3 Nulägesanalys

Skyfallsberäkningar och analys är uppdelad för utredningsområdet i hamnområdet och för cirkulationsplatsen separat. Hamnområdet inklusive Arendals Skans består av avrinningsområden U, V och W vilka visas i Figur 26. Avrinningsområden X, Y och Z rinner till cirkulationsplatsen och Arendals Allé, se Figur 27. Resultat för befintliga flöden visas i Tabell 21 för hamnområdet och Tabell 22 för cirkulationsplatsen.

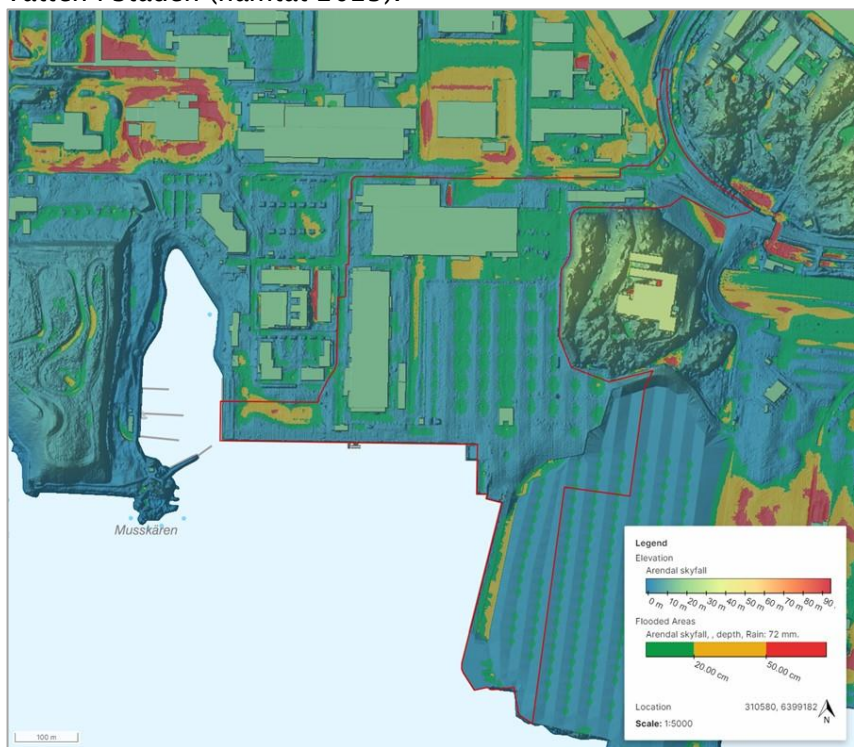
Tabell 21. Flöde hamnområde före exploatering. Summan visar den totala vattenföringen genom hamnområdet vid max deltagande area. Områden U och V har liknande rinnvägar.

Avrinningsområde	Area	ϕ	Red area	Max flöde
	[ha]		[ha]	[l/s]
U	26	0,89	22,09	4 061
V	16,78	1	16,78	9 338
W	6,08	1	6,08	4 006
Summa:	48,86	0,88	46	14 970

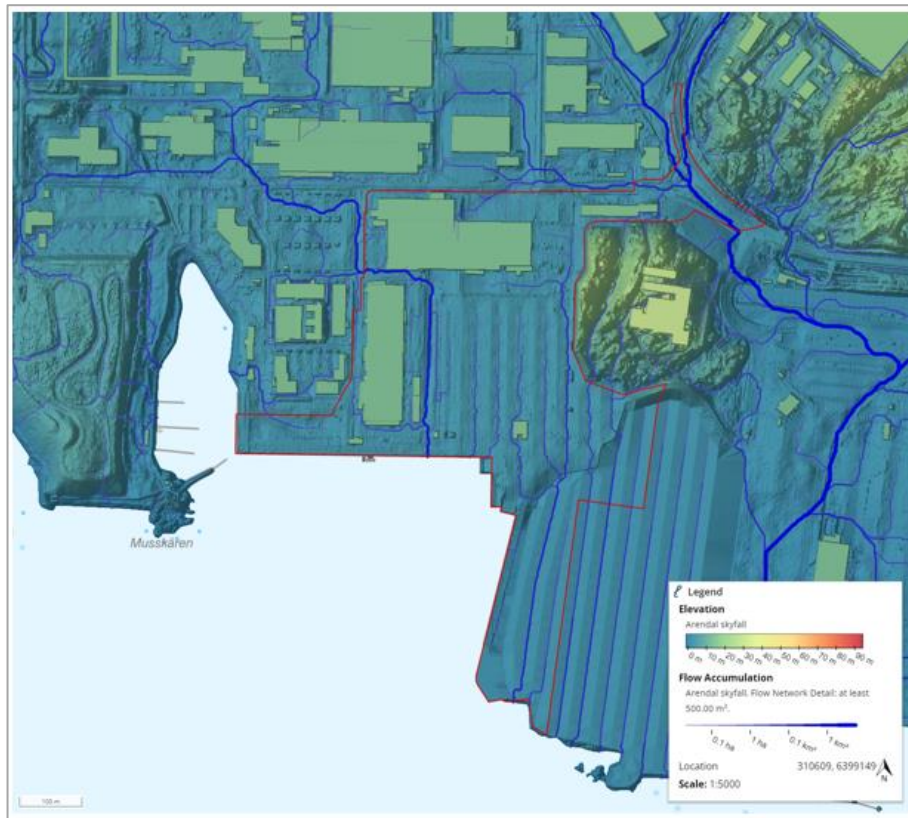
Tabell 22. Flöde cirkulationsplats före exploatering.

Avrinningsområde	Area	ϕ	Red area	Max flöde
	[ha]		[ha]	[l/s]
X	12	0,95	11,4	3 458
Y	37,4	0,94	35,16	4 865
Z	76,4	0,52	39,73	2 953
Summa	125,8	0,69	86,28	8 859

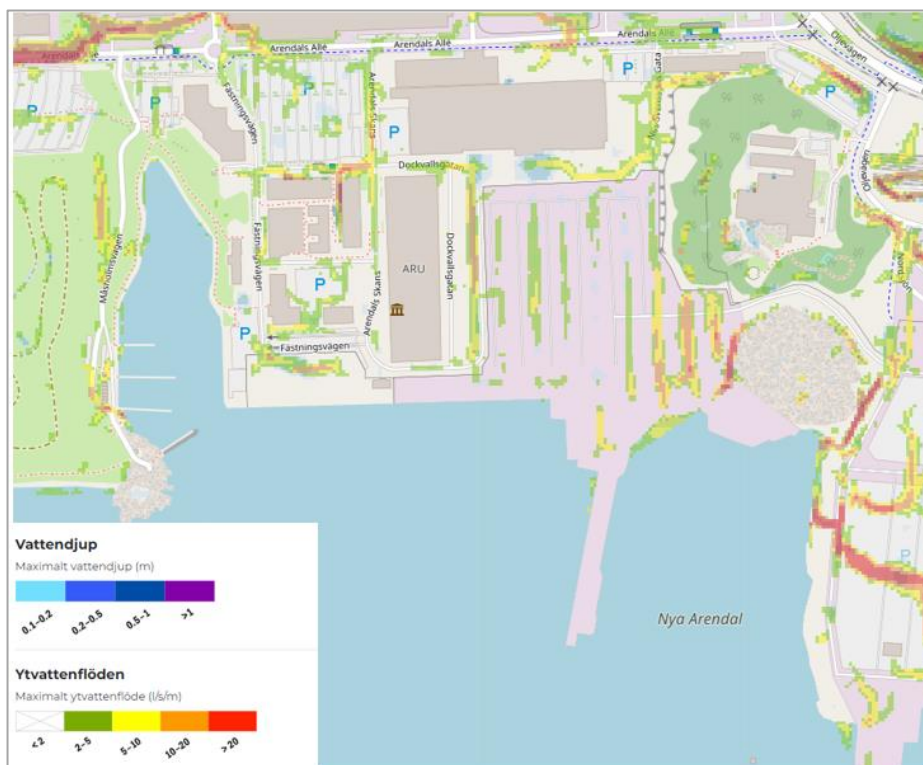
I Figur 28 nedan visas översvämmade ytor och i Figur 29 rinnvägar för nuvarande markanvändning från Scalgo Live. I Figur 30 visas översvämmade ytor och ytvattenflöden från Göteborgs Stads skyfallsmodell Vatten i Staden (hämtat 2023).



Figur 28. Översvämmade ytor för befintlig markanvändning med klimatanpassat 100-årsregn enligt lågpunktskartering i Scalgo Live. Röd linje är utredningsområdet.



Figur 29. Rinnvägar enligt depression free flow för befintlig markanvändning. Röd linje är utredningsområdet. Bild från Scalgo Live.



Figur 30. Resultat av skyfallsmodellering med översvämning och ytvattenflöden från Vatten i staden (Göteborgs Stad, hämtat 2023-01-30). Nuvarande förutsättningar med klimatanpassat 100-årsregn visas.

Resultaten från de två analysverktygen är liknande och visar på översvämmade ytor nordväst om utredningsområdet. Även rinnvägarna visar på liknande resultat.

I Figur 28 med analysresultat från Scalgo Live visas översvämmade ytor norr om gatan Arendals Allé vilket inte får försämrats vid framtida exploatering samt norr om nuvarande Skrovhallen. Den lilla översvämmade ytan direkt norr om Skrovhallen är en nedfart och försvinner troligtvis i samband med exploatering. Resultatet från Vatten i Göteborg visar även översvämmade ytor sydväst om Arkenberget.

4.4.4 Framtida exploatering

Vid framtida ändrade markförhållanden förändras avrinningsområden både till hamnområdet och vid cirkulationsplatsen. Avrinningsområde V utökas och inkorporerar södra delarna av avrinningsområde X från innan exploatering, samt viss yta från avrinningsområde U, se Figur 26 och Figur 27. Det innebär att mindre mängder vatten tillrinner cirkulationsplatsen och mer avleds via hamnområdet direkt till recipienten. Resultaten av flödesberäkningar visas i Tabell 23 för hamnområdet och Tabell 24 för cirkulationsplatsen.

Tabell 23. Flöde hamnområde efter exploatering. Summan visar den totala vattenföringen genom hamnområdet vid max deltagande area.

Avrinningsområde	Area	ϕ	Red. area	Max flöde
	[ha]		[ha]	[l/s]
U	25,1	0,88	22,09	3 877
V	20,19	1	20,19	11 236
W	6,01	1	6,01	3 960
Summa	51,3	0,9	48,3	16 726

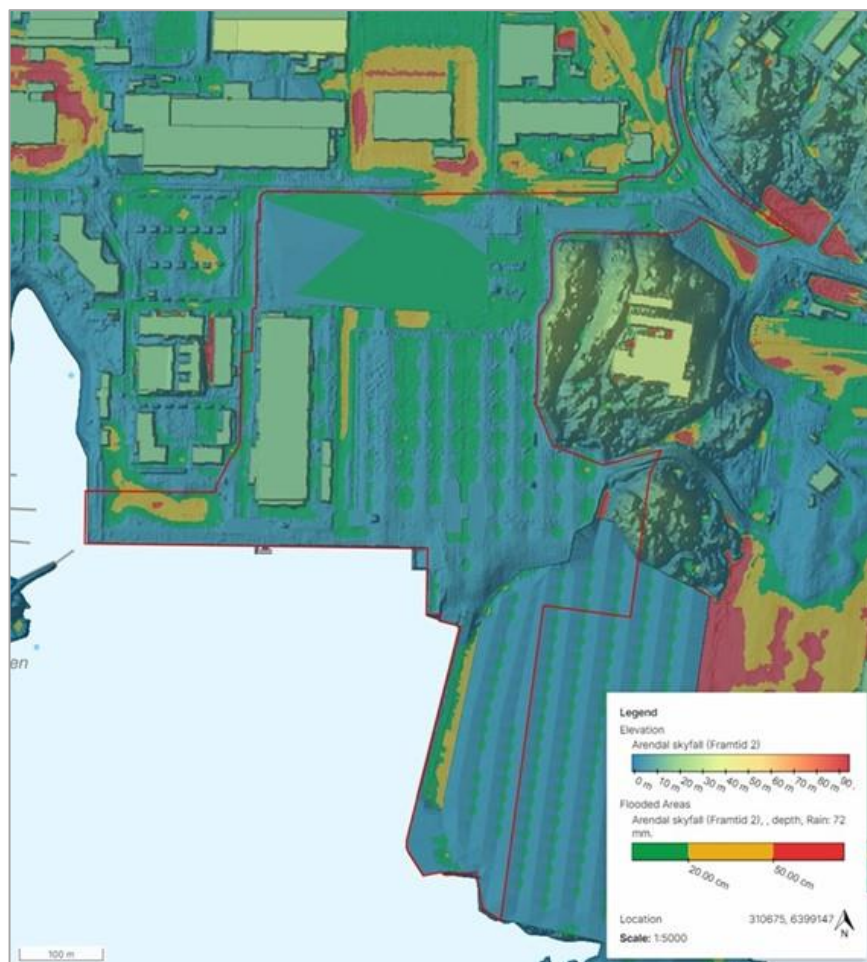
Tabell 24. Flöde cirkulationsplats efter exploatering.

Avrinningsområde	Area	ϕ	Red. area	Max flöde
	[ha]		[ha]	[l/s]
X	9,32	0,95	8,85	2 686
Y	37,4	0,94	35,16	4 865
Z	76,4	0,52	39,73	2 953
Summa	123,1	0,7	83,7	8 506

Det totala flödet till cirkulationsplatsen kommer enligt beräkning troligtvis minska något då delar av avrinningsområde X istället avrinner söderut direkt till recipient. Rinnvägar för framtida förutsättningar påverkas dock av utformning och höjdsättning av cirkulationsplatsen. Pågående skyfallsmodellering bedöms kunna ge annorlunda resultat än en lågpunktskartering.

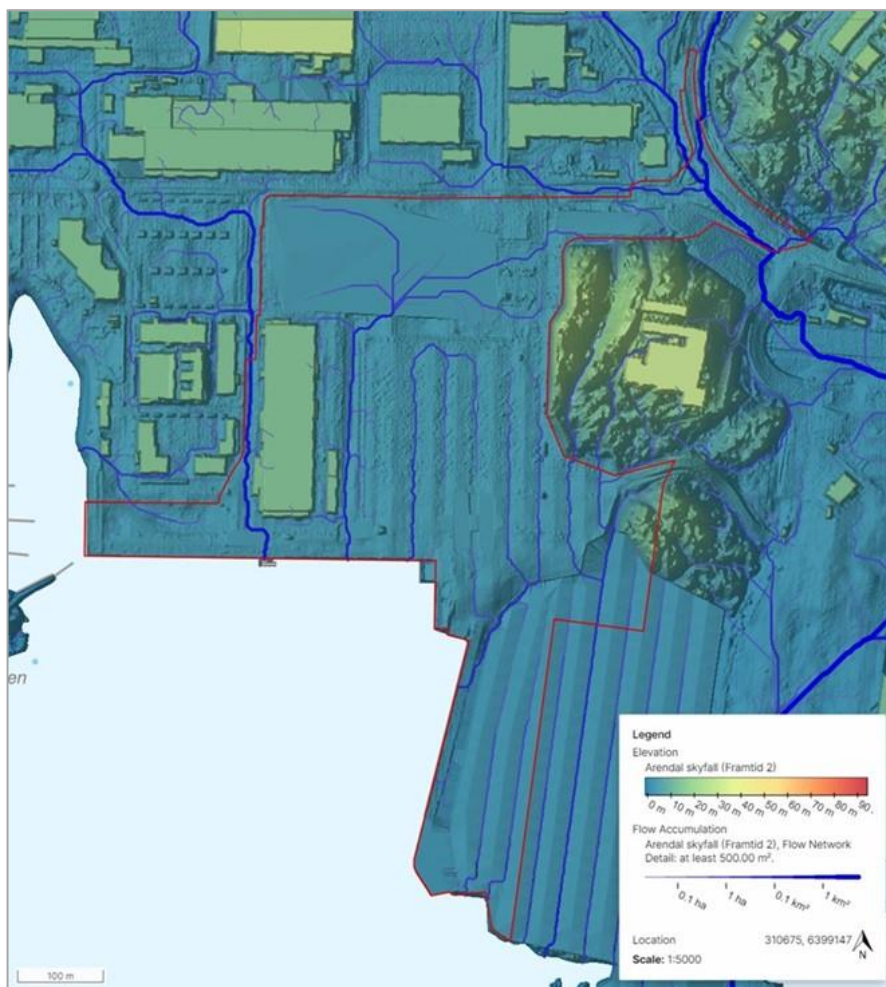
Avrinningsområden Y och Z som rinner till cirkulationsplatsen ligger uppströms utredningsområdet och påverkas inte av den framtida exploateringen. Flöden från avrinningsområdena är därför oförändrade i lågpunktskarteringen.

Utformningen förväntas inte förvärpa skyfallssituationen för byggnader inom avrinningsområde U nordväst om exploateringsområdet, se Figur 31.



Figur 31. Översvämmade områden efter exploatering där Skrovhallen och Tullhuset är borttagna. Bild från Scalgo Live. Röd linje är utredningsområdet.

Den framtida exploateringen kan ge förändrade rinnvägar inom hamnområdet. Höjdsättning vid nuvarande Skrovhallen bör utformas så ingen ökning av flöde sker till Arendals Allé, utan så att skyfall avrinner söderut mot recipient. Beroende på höjdsättning av marken efter borttagande av Skrovhallen kan skyfallet ledas till recipient via Dockvallsgatan eller Arendals Skans vilket visas i Figur 32. Arendals Skans avleder fortsatt skyfall även för framtida exploatering.



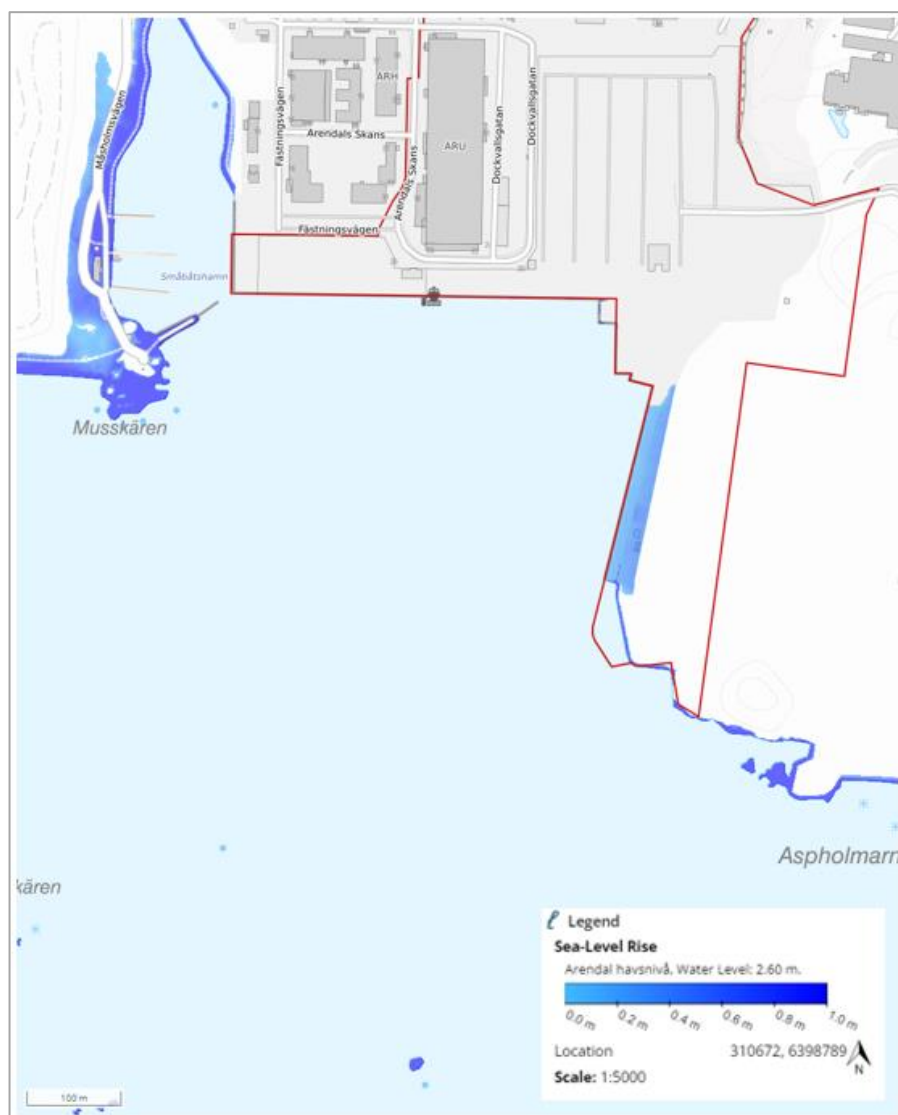
Figur 32. Depression free flow för framtida exploatering där Skrovhallen och Tullhuset är borttagna. Bild från Scalgo Live. Röd linje är utredningsområdet.

Borttagandet av Skrovhallen och Tullhuset och effekter på rinnvägar som det medför, kommer framgå av den skyfallsutredning som Tyréns utför på uppdrag av GHAB.

4.5 Höga vattennivåer i havet

Området kan riskera att påverkas av höga nivåer i havet. För att undersöka påverkan används data för högsta havsnivå från Översiktsplan för Göteborg (Stadsbyggnadskontoret Göteborgs Stad, 2019). Havsnivåerna är där satta till +1,8 m år 2014 och +2,6 m år 2100 för högvatten med 200 års återkomsttid.

Resultatet för höga havsnivåer på +2,6 m visas i Figur 33. Enligt höjdsättning och beräknade högsta havsnivåer är det inte troligt att översvämning från havet har påverkan på större delen av utredningsområdet. Kaj 750 med befintlig höjdsättning kan komma att påverkas av höga havsnivåer. Här ligger kajens överkant på nivån cirka +2,5. Nivå överyta för kaj 751 och 752 ligger på ca +3,5.



Figur 33. Översvämning från höga havsnivåer om +2,6 m år 2100. Bild från Scalgo Live. Röd linje visar utredningsområdet.

4.6 Släckvattenhantering

Släckvatten innehåller många olika föroreningar som kräver omfattande rening till exempel med omvänd osmos, jonbytare, nanofiltrering, kemisk fällning och kolfilter (MSB 2013).

Dimensionering av brandvattenbehov och förväntade volymer släckvatten, samt slutligt förslag till omhändertagande av släckvatten och läckande farligt gods eller läckande bränsletank, föreslås utredas i detaljprojekteringskedje tillsammans med Räddningstjänst, Miljöförvaltningen och Kretslopp och Vatten på Göteborgs Stad.

Tyréns föreslår att släckvatten, läckande farligt gods och bränsletankar hanteras på följande sätt:

- Om möjligt flyttas läckande/droppande fordon till en yta för "droppzon". Droppzon höjdsätts så att läckage kan samlas upp genom till exempel nedsänkt, invallad kuvertyta. I lägsta punkten av droppzonen anläggs en brunn med avstängningsventil och ledning

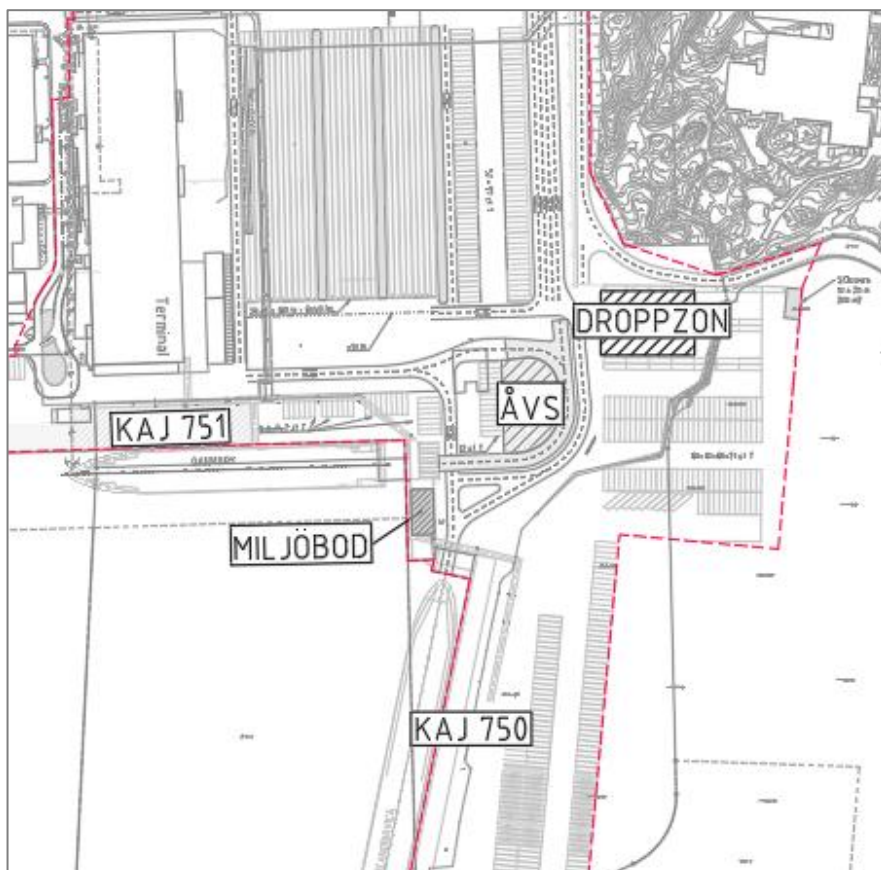
som i normalfallet avleder dagvatten till ett mindre rörmagasin, EcoVault och oljeavskiljare klass 1. Invallning av ytan kan komma att lokalt påverka avledning av skyfallsvatten. Höjdsättning runt invallning bör därför ske för att underlätta avledning av skyfallsvatten till havet.

När ytan behöver nyttjas för läckage/dropp stängs ventil så att dropp, spill och eventuellt släckvatten samlas upp inom invallad droppzon. Därefter kan uppsamlat spill hämtas med slamsug och skickas för rening/destruktion. Huvudsyftet med droppzonen är att uppsamling, sanering och avskärmning skall kunna ske utan att avledning sker till havet eller att reningsanläggningar skadas.

- Som komplement/alternativ till droppzon kan en spillkarsvagn användas. En spillkarsvagn kan enligt GHAB användas för läckande containrar/tankar. En skadad läckande enhet lyfts då på plats ovanpå spillkarsvagnen så att läckage samlas upp i densamma.
- I de områden inom terminalen där hälso- och miljöfarliga produkter hanteras (ÄVS och Miljöbod), rekommenderas detta ske på liknande sätt som för droppzonen med uppsamling inom invallad kuvertyta. I lägsta punkten av dessa bägge ytor anläggs varsin brunn med avstängningsventil och ledning som i normalfallet avleder dagvatten till EcoVault och oljeavskiljare klass 1. Höjdsättning runt invallningen bör anpassas på samma sätt som för droppzonen ovan.

När brand eller läckage uppstår stängs ventil så att läckage och släckvatten kan samlas upp inom invallad yta. Huvudsyftet med lösningen är att uppsamling och sanering skall kunna ske utan utsläpp till havet eller att reningsanläggningar skadas.

- För alla övriga ytor ordnas med avstängningsventiler på ledningar, före oljeavskiljare (område A). Avstängningsventil medför att släckvattnet inte når recipient, utan kan sugas upp i lågpunkter, rörmagasin, EcoVault och ur ledningssystem. För område D ordnas med avstängningsventil mellan biofilter och ledning till stadens kulvert.
- Täck-/skyddslock för dagvattenbrunnarna ska finnas lättillgängliga för att förhindra att släckvatten når dagvattennätet.
- Absorptionsmaterial och utrustning (inklusive andningsskydd) för insamling av oljeprodukter och andra förorenande ämnen skall finnas i tillräcklig mängd och vara lättillgängligt för all personal.



Figur 34. Markering av föreslagna ungefärlig placering för droppzon, samt läge för ÅVS och Miljöbod. Droppzonens storlek och placering är ett förslag och kan anpassas efter förutsättningar.

Släckvatten, avlopp och reningsanläggning (exempelvis oljeavskiljare) för befintlig och utökad verksamhet med truckverkstäder och tvätthall bör utredas i detaljprojekteringsskede tillsammans med Räddningstjänst och Göteborgs Stads Miljöförvaltning. Spill-, spol-, tvätt- och dagvatten från denna verksamhet föreslås tillsammans med släckvatten avledas till avloppsledningsnät och därefter till Ryaverket. Höjdsättning av golv i tvätthall och verkstad skall utformas så att släckvatten inte når ytor utanför byggnaden.

5 Föreslagna åtgärder

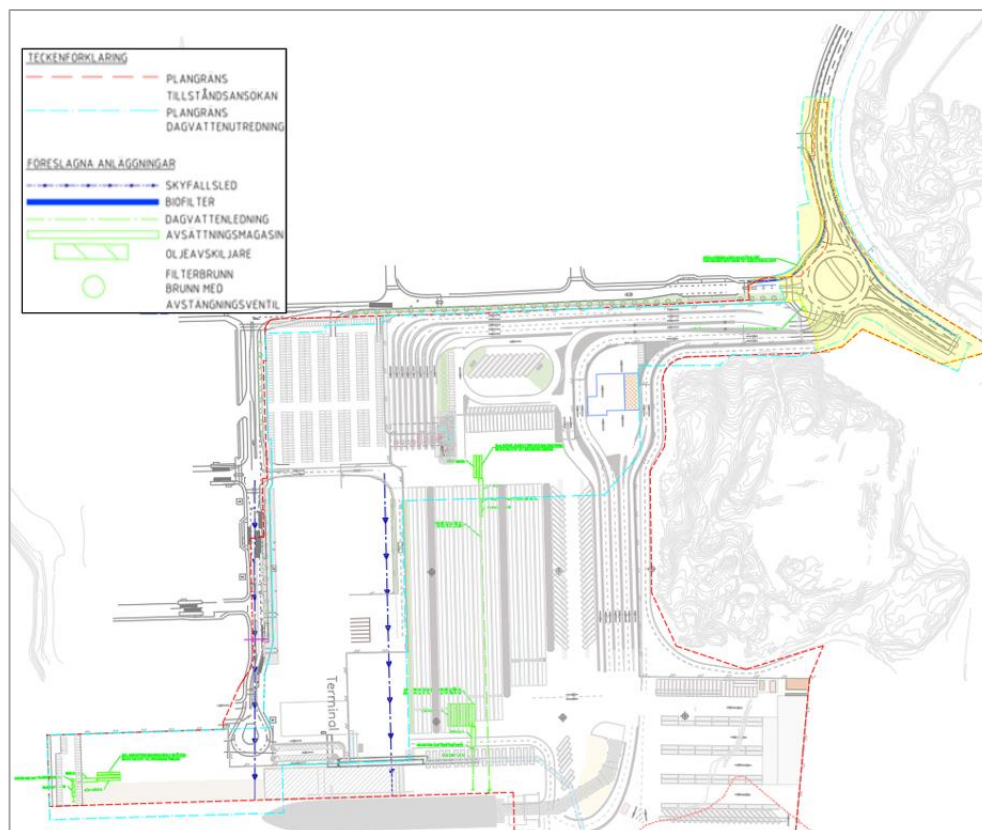
5.1 Dagvatten- och släckvattenhantering

Generellt föreslås inga fördröjningsåtgärder för utredningsområdet eftersom dagvattnet efter rening leds till havet. Däremot sker en indirekt fördröjning i föreslagna reningsanläggningar. Det är bara område D vid blivande cirkulationsplats som föreslås utföras med både rening och fördröjning. Detta eftersom delar av avledning av dagvatten från dessa ytor sker till Göteborgs Stads dagvattenkylvert och därefter vidare till havet.

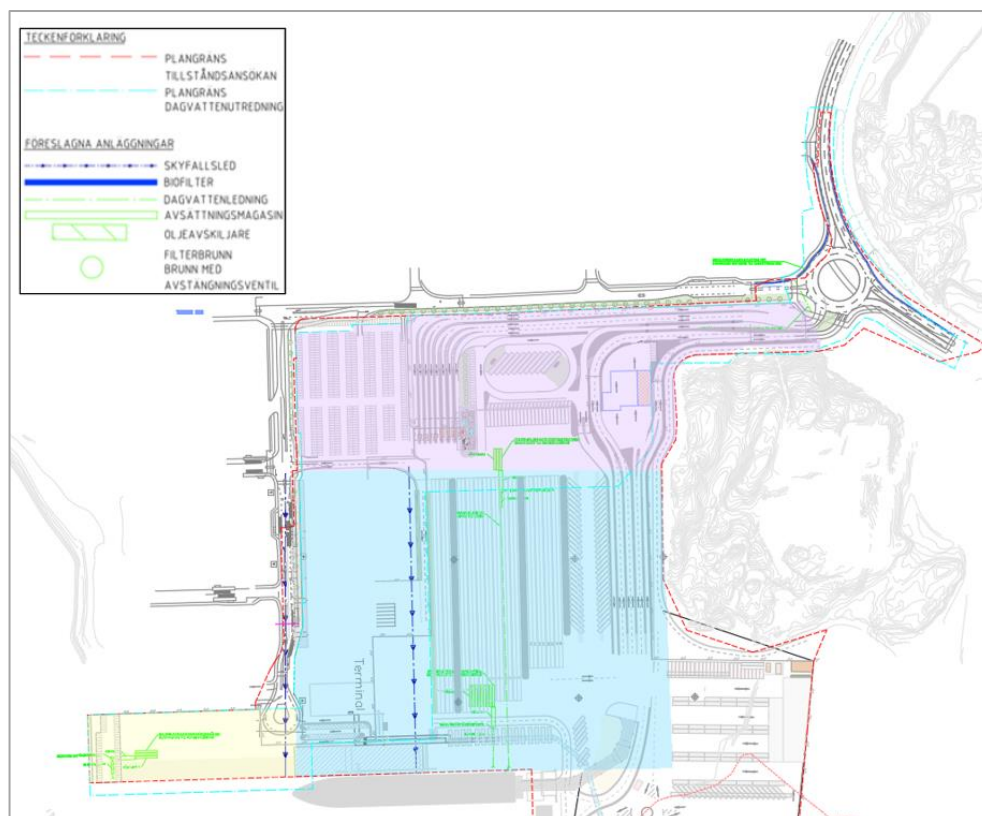
Förslag till dagvattenhantering framgår av Bilaga 8 och översiktligt i Figur 35 och Figur 36. Vad som är kvartermark och allmän platsmark framgår av Tabell 10 och Figur 18.

Varje reningsanläggning inom kvartersmark är ett system av tvåstegsrening, bestående av EcoVault-filter och oljeavskiljare (klass 1). I Figur 36 illustrerar färgerna gult, blått och lila områden som omhändertas av respektive reningsanläggning, då anläggningar behövs i olika delar av området för att omhänderta allt dagvatten. Det har bedömts att det behövs ett kompletterande mindre rörmagasin inom kvartersmark, dvs Arendal I. Detta för att fördröja vatten in till EcoVaulten så att minst "first flush" renas.

Volymen som ska fördröjas beror på hur EcoVault utformas samt filtrens kapacitet. Denna utredning har uppskattat ungefärligt fördröjningsbehov, vilket har varit underlag för kostnadsberäkningar. Det rekommenderas att erforderliga volymer dimensioneras i detaljprojekteringsskedet.



Figur 35. Karta med föreslagna dagvattenlösningar för allmän platsmark. Föreslagen principlösning för dagvatten- och skyfallshantering. Gul område: ny reningsanläggning (biofilter) i cirkulation.



Figur 36. Karta med föreslagna dagvattenlösningar för kvartersmark. Föreslagen principlösning för storskalig dagvatten- och skyfallshantering. Lila område: norr, nytt dagvattennät och reningsanläggning. Blått område: söder, utnyttjar befintligt dagvattennät och ny reningsanläggning anläggs. Gul: sydväst, nytt dagvattennät och reningsanläggning.

För utredningsområdet föreslås följande dagvattenlösningar:

- Utifrån nu gällande skissförslag för ny utökad verksamhet (Figur 4) föreslås rening med EcoVault-filter och oljeavskiljare i de norra delarna av område A (där tidigare Skrovhallen och Tullhuset låg), innan avledning sker genom ny ledning till havet vid kaj 751. Detta eftersom befintliga ledningar söder om det norra området inte klarar av att omhänderta (är underdimensionerat) för dagvatten från norra området.
- Rening föreslås som är bestående av EcoVault-filter och oljeavskiljare utföras för befintligt dagvattensystem i centrala/södra delen av område A. Reningen föreslås placeras innanför kaj 751, innan avledning sker till havet.
- Fördröjning och rening av området runt ny cirkulationsplats (område D), innan avledning till Göteborgs Stads befintliga dagvattenkulvert, som i sin tur avleder vattnet till havet. Höjdsättning av område D kommer utföras i detaljprojekteringsskedet. Då får det säkerställas att avrinning från område D sker till rening och fördröjning i form av biofilter och vidare till stadens kulvert.
- Område C föreslås fortsatt avledas till befintligt makadamdike vid norra änden av Arkenberget.

- Rening föreslås ske för område E. Ytorna omhändertas av planerat dagvattensystem för Arendal II, enligt önskemål från GHAB.
- Backventiler föreslås installeras på utgående ledning till havet men får beslutas i detaljprojekteringsskede eftersom de beror på kommande höjdsättning.
- Det föreslås att en särskild yta för "droppzon" iordningsställs, där fordon som droppar och läcker förorenande ämnen kan placeras så att det ansamlas genom avrinning till nedsänkt, invallad kuvertyta. I botten av droppzonen anläggs en brunn med avstängningsventil och ledning som i normalfallet avleder dagvatten till rörmagasin, EcoVault och oljeavskiljare klass 1.

När ytan behöver nyttjas för läckage/dropp stängs ventil så att dropp, spill och eventuellt även släckvatten samlas upp inom invallad droppzon. Därefter kan uppsamlat spill hämtas med slamsug och skickas för rening/destruktion. Huvudsyftet med droppzonen är att avskärmning, uppsamling och sanering skall kunna ske utan utsläpp till havet. Som komplement/alternativ skulle en spillkarsvagn kunna användas. Förslaget stäms av med Miljöförvaltningen och Kretslopp och Vatten på Göteborgs Stad och med Räddningstjänsten.

- Markytan vid blivande Miljöbod och återvinningsstation (ÅVS) föreslås höjdsättas på liknande sätt som för droppzon med nedsänkt, invallad kuvertyta. I lägsta punkten av ytorna anläggs en brunn med avstängningsventil och ledning som i normalfallet avleder dagvatten till rörmagasin, EcoVault och oljeavskiljare klass 1.

När ytan behöver nyttjas för läckage/dropp stängs ventilen så att läckage, spill och eventuellt släckvatten samlas upp inom invallad, svacka med något högre kanter. Lösningen föreslås stämmas av med Räddningstjänsten och med Miljöförvaltningen, Göteborgs Stad.

- Förslag till hantering av släckvatten från denna utredning föreslås implementeras i verksamhetens handlingsplaner vid brand. Avstämning bör ske på plats tillsammans med Räddningstjänsten samt med Göteborgs Stad, Miljöförvaltningen och Kretslopp och Vatten.

Täckande mattor skall finnas lättillgängligt för att täcka dagvattenbrunnar och därmed förhindra spridning i samband med brand, bränsle- eller oljeläckage eller läckage av farlig gods.

- Drift- och underhållsplan som tillser behovet av kontroll, skötsel och underhåll av föreslaget dagvattensystem betonas. Detta för att säkerställa att anläggningen fungerar som tänkt med avseende på rening men också för att underlätta för vattenförekomsten att klara miljökvalitetsnormer och tidfrister och uppnå bättre ekologisk och kemisk status.
- Enligt äldre tillstånd (Länsstyrelsen 2009) skall GHAB ta fram och utföra kontrollprogram för Arendalshamnen. Det föreslås att kontrollprogram för utgående vattenkvalité till recipient tas fram/uppdateras och att

rutin för återkommande vattenprovtagning med analys utförs.

Kontrollprogram föreslås stämmas av kontinuerligt med Miljöförvaltningen och Länsstyrelsen. Resultat från vattenanalyser kan användas vid utvärdering av föreslagen dagvattenrening och ger underlag för förbättringar och bedömning av påverkan på ytvattenförekomstens status och MKN.

5.2 Investerings- och driftkostnader

En översiktlig kostnadsuppskattning för dagvattenanläggningar har gjorts, se Tabell 25. EcoVault och oljeavskiljare måste inspekteras, tömmas och bytas filter på regelbundet. Rörmagasin kräver liten drift- och skötselinsats. För att uppskatta kostnaden har det räknats med regelbunden kontroll.

Tömning av sediment sker med några års mellanrum men de behöver kontrolleras årligen. Kontroll och skötsel krävs även för biofilter för att säkerställa reningsfunktionen. Regelbunden bevattning krävs vid etablering, därefter behövs växtskötsel, ogrärensning och underhåll av inlopp samt bräddavlopp. Även ytskikt kan behövas bytas och luckras för att undvika igensättning och frysskador.

Kostnader för växtbäddar (Biofilter) varierar kraftig beroende på hur det utformas och vilka material som används. Därför har det använts ett intervall för att visa variationen.

Tabell 25. Översiktliga drifts- och investeringskostnader för föreslagen dagvattenhantering

Anläggning	Mängd	Kostnad	Investerings-kostnad [kronor]	Drift-kostnad [kr/år]
Magasin med filter (EcoVault)		50 000 kr/st	150 000	20 000
Oljeavskiljare	3 st	150 000 kr/st	450 000	10 000
Rörmagasin (Ø2000 mm) inkl. brunnar	293 m	6 150 kr/m	1 801 950	5 000
Biofilter	400 m ²	1 800-9 200 kr/m ²	720 000-3 680 000	10 000
Dagvattenledning (Ø800 mm btg)	260 m	2 500 kr/m	650 000	10 000
Schakt och återfyllning	6 400 m ³	620 kr/m ³	3 968 000	
Markåterställning	2 740 m ²	250 kr/m ²	685 000	
Summa			8 424 950-11 384 950	55 000

5.3 Bortvald dagvattenhantering

Som en del av denna utredning har alternativa reningsmetoder utretts för kvartersmarken. Ett annat alternativ istället för litet rörmagasin följt av EcoVault och oljeavskiljare hade varit att installera mycket stora rörmagasin, filterbrunn och oljeavskiljare under mark. Systemet med mycket stora rörmagasin skulle bidra till något bättre rening och medföra något lägre fosfor- och kvävehalter. I Bilaga 7 redovisas föroreningshalter som resultat av den här beskrivna alternativa lösningen.

För att rena dagvatten i dessa rörmagasin krävs det en permanent vattenvolym samt en reglervolym. Eftersom det är betydande hårdgjorda ytor som skall omhändertas och renas skulle det kräva mycket stora dimensioner på rörmagasinen för tillräcklig rening och därmed också stora schaktvolymmer.

Sammantaget skulle det medföra mycket höga kostnader för det alternativet för att uppfylla riktvärden för fosfor och kväve. Det har beräknats att kostnaden skulle bli cirka tre gånger större. Det anses inte tillräckligt motiverat med den högre kostnaden och därmed inte vara förenligt med rimlighetsavvägningen i Miljöbalkens kap 2§7.

Alternativt skulle man inom kvartersmark, likt förslaget för allmän platsmark, kunna anlägga inslag av blågröna ytligt förlagda dagvattenlösningar. Blågröna dagvattenlösningar upplevs som positiva inslag i gatu- och stadsmiljöer. Exempelvis har biofilter med en vattenmättad zon, innehållande en kolkälla (Svenskt Vatten, Rapport Nr 2016-05), visat sig ha bra förmåga att kunna reducera halter av fosfor och kväve. GHAB och Stena Line önskar dock utnyttja blivande markytor optimalt för kommande verksamhet och har därför uttryckt önskemål om att dagvattenlösningar skall utformas under mark.

Krossdike skulle kunna anläggas inom allmän platsmark. Krossdike har dock en mindre reningsförmåga som leder till att ytbehovet blir betydligt större för att uppnå tillräcklig rening. Krossdiken har därför valts bort.

5.4 Skyfallsåtgärder

Skyfallsåtgärder för utredningsområdet innebär generellt att höjdsätta ny exploatering för att säkerställa avrinning mot recipienten. Enligt utförd lågpunktsanalys ökas avrinningen mot havet med förändrade avrinningsområden. Vid detaljprojekteringen bör det säkerställas att inga instängda områden skapas, både vid kajkant där skyfall leds ut i havet och inom området där översvämningar kan skapas. Robust höjdsättning av byggnader föreslås. Lågpunktsanalysen visar att skyfallssituationen för kringliggande områden inte förvärras efter exploatering.

Avledning av skyfall föreslås främst ske via gatorna Arendals Skans och Dockvallsgatan då det är naturliga rinnvägar för majoriteten av flödet i hamnområdet. För att möjliggöra effektiv skyfallsavledning bör avledning via någon eller båda dessa gator möjliggöras.

För att säkerställa att vatten inte blir stående vid cirkulationsplatsen eller förändrar situationen uppströms eller nedströms, bör skyfallsmodellering utföras, då en lågpunktskartering ej bedöms tillräcklig för det fallet. Tyréns utför därför på uppdrag av GHAB en översiktligt skyfallsmodellering under första kvartalet 2024.

6 Slutsatser och rekommendationer

6.1 Dagvattenhantering

Blivande verksamhet kommer generera högre dagvattenflöden än vad nuvarande verksamhet gör. Andelen hårdgjorda ytor ökar något mot tidigare och dessutom bedöms klimatförändringen bidra till högre flöden. Där dagvattnet kommer ledas till havet i ledningar på kvartersmark behövs inga fördröjningsåtgärder men där dagvattnet leds till stadens ledningssystem föreslås en viss fördröjning.

Ny verksamhet kommer utan rening generera högre halter och större mängder föroreningar än vad nuvarande verksamhet gör. Därför föreslås reningsåtgärder utföras för att sänka halter och mängder till acceptabla nivåer. Avgörande vid val av reningsåtgärder har varit status och miljökvalitetsnorm för recipient Rivö Fjord Nord, som är en ytvattenförekomst. I bedömningen har hänsyn också tagits till Göteborgs Stads krav på rening av dagvatten.

Stadens krav på rening vid dagvattenutredning för detaljplan är kopplad till betydande ombyggnation. Det är främst de norra delarna av Arendalshamnen som kommer omfattas av betydande ombyggnation. De södra delarna av Arendalshamnen ingår inte i detaljplanen och bedöms enligt GHAB inte komma att omfattas av betydande ombyggnation. Eftersom dessa delar ingår i tillståndsansökan omfattas de dock av kraven kopplat till status och MKN för recipient, likt hela det utredda området i denna utredning.

För kvartersmark har generellt ett reningssystem med EcoVault-anläggning och efterföljande oljeavskiljare klass 1 valts. En mindre fördröjningsåtgärd (rörmagasin) föreslås innan EcoVault för att EcoVault bättre skall kunna rena/omhänderta "first flush" nederbörd. För allmän platsmark vid cirkulationsplats föreslås rening av dagvatten i ovanjordslösning i form av biofilter. Generellt sett är ovanjordslösningar för rening av dagvatten bra på att sänka halt och mängden näringsämnen.

Med föreslagna dagvattenlösningar förbättras kvalitén på utgående dagvatten till recipient, för samtliga parametrar jämfört med nuläget. Detta förutsatt att föreslagna dagvattenlösningar utförs, sköts och driftas enligt branschens rekommendationer och kunskapsläge. Beräknade totalmängder som föreslås avledas från utredningsområdet per år är lägre än nuvarande totalmängder.

Om föreslagna åtgärder genomförs, bedöms tänkt exploatering bidra till att förbättra statusen och öka möjligheterna för vattenförekomsten att uppnå miljö kvalitetsnormerna och angivna tidfrister. Med föreslagen rening uppnås Göteborgs Stads rikt- och målvärden för de flesta parametrar, förutom för fosfor, kväve och zink. Halten av zink ligger strax över riktvärdet medan fosfor och kväve beräknats till att ligga en bit över riktvärdet. Programvaran StormTac ger indikation på halter och mängder. Det är allmänt känt i branschen att beräkningsprogrammet StormTac innehåller osäkerheter i tillgängliga referensvärden/ bakgrundsdata och att felmarginaler kan antas i beräkningsresultaten.

Noggranna halter och mängder kan modelleras med mer omfattande arbetsinsats i annan programvara. Alternativt kan också platsspecifika riktvärden användas, vilket förutsätter resultat från vattenprover tagna vid flera tillfällen och under olika årstider/klimatförhållanden, exempelvis som del av ett kontrollprogram för verksamheten.

För att få ner halten av fosfor och kväve under riktvärdet krävs installationer till en kostnad som bedöms bli tre gånger högre, än för här föreslagen lösning. Det anses inte förenligt med Miljöbalkens princip om ekonomiskt rimliga lösningar, se Miljöbalken kap 2§7. Alternativt kan ytliga blågröna lösningar sänka fosfor- och kvävehalter inom kvartersmark men det finns en önskan från GHAB och Stena Line om att verksamhetsytorna skall vara hårdgjorda och att reningsåtgärder skall utföras under mark på kvartersmark. Blågröna dagvattenlösningar har därför valts bort för kvartersmarken. Denna utredning har uppskattat ungefärligt renings- och fördröjningsbehov, vilket har varit underlag för kostnadsberäkningar. I detaljprojekteringsskedet kan andra reningsförslag föreslås.

Befintliga tillstånd för verksamheten är gamla och kunskapen om vad vägdagvatten innehåller och hur de kan renas är idag större än de var när tillstånden gavs. Kunskapen om recipienternas ekologiska och kemiska status har ökat men också kraven på kvalitén på dagvatten som skall avledas dit.

Tyréns utredning visar att vägdagvatten från hamnens trafikintensiva, blivande och utökade verksamhet behöver tillräcklig och rimlig rening av dagvatten innan utsläpp sker till vattenförekomst Rivö Fjord Nord. Detta så att den kemiska statusen förbättras och möjligheten att uppnå miljö kvalitetsnorm och tidfrist underlättas. Det är inte möjligt eller rimligt att aktuellt utredningsområde ensamt kan säkerställa att detta blir möjligt. Det är därför angeläget att fortsatt arbete med rening av vägdagvatten i Göteborg bör utföras för att på sikt kunna uppfylla status och tidsfrister i miljö kvalitetsnormen för vattenförekomsten.

Enligt Göteborgs Stad är ambitionen att arbetet med detaljplanen skall bidra med en förbättring av statusen för vattenförekomsten. Det görs genom att relatera planområdets verksamhet och storlek till avrinningsområdet för hela recipienten. Föreslagna reningsåtgärder bedöms vara rimliga i förhållande till avrinningsområdets totala storlek för vattenförekomsten.

Tyréns gör bedömningen att föreslagen dagvattenlösning är "good enough" i sammanhanget och att de uppfyller kraven i MKN. Rimlig reningseffekt uppnås till en rimlig kostnad och därmed uppfylls Miljöbalkens kap 2, §2-3 och §7, i "Allmänna hänsynsregler":

- "Skydd för människa och miljö"
- "Bästa möjliga teknik till en rimlig kostnad"

I sammanhanget vill Tyréns betona att denna rapport och föreslagen dagvattenlösning är en systemhandling med principförslag och att andra dagvattenlösningar kan väljas som ger samma eller högre effekt på rening av utgående halter och mängder till recipient.

I denna utredning utförd avgränsning av ytvavrinningsområden har gjorts utifrån nuvarande kända uppgifter om höjder för nuvarande och blivande utformning av utredningsområdet. Avrinningsområdena kan komma att förändras om det inom detaljprojekteringsarbetet föreslås förändringar av markhöjder, alternativt anläggande eller borttagande av byggnader och konstruktioner. Avgränsningen av ytvavrinningsområdena bör därför ses över efter att höjdsättning utförts som del av detaljprojekteringen.

6.2 Skyfall

Det föreslås att skyfall hanteras genom att möjliggöra fortsatt ytlig avrinning genom höjdsättning mot havet och inte skapa instängda områden. Avrinning föreslås ske främst via gatorna Arendals Skans och Dockvallsgatan.

Översvämningssituationen förväntas inte förvärras uppströms utredningsområdet, förutsatt att höjdsättning sker mot havet. För skyfallshantering i och vid cirkulationsplatsen utförs en översiktlig skyfallsutredning av Tyréns under första kvartalet 2024.

Invallning av kuvertytor vid Droppzon, ÅVS och Miljöbod kan komma att lokalt påverka avledning av skyfallsvatten. Höjdsättning runt invallningar bör därför ske för att undvika instängda områden och underlätta avledning av skyfallsvatten till havet. Arbetet med höjdsättning görs senare i detaljprojekteringskedet. Då bör det säkerställas att kraven i Göteborgs Stads tematiska tillägg för översvämningssrisker uppnås (Göteborgs Stad, 2019).

6.3 Släckvatten på kvartersmark

Släckvatten hanteras på de större ytorna inom kvartersmark, genom att dagvattensystemet där utformas med avstängningsventil efter rörmagasin och EcoVault men innan oljeavskiljare (område A). Med avstängningsventil försvåras möjligheten för släckvattnet att nå recipient. Istället medför avstängningsventil möjlighet att suga upp släckvatten i lågpunkter, rörmagasin, EcoVault och ur ledningssystem. För område D, vid cirkulationsplats, anläggs avstängningsventil efter befintlig krossdike men innan nytt biofilter och ledning till stadens kulvert.

Dessutom föreslås att utloppsbrunnar i höjdsatta lågpunkter skyndsamt skall kunna täckas över med lättillgängligt tätt material.

Absorptionsmaterial, andningsskydd, stövlar, skyddskläder, borstar, spadar och kärl skall finnas lättillgängligt för all personal.

Det föreslås att en "droppzon" anläggs dit läckande/droppande fordon flyttas. Droppzon höjdsätts så att läckage kan samlas upp i en nedsänkt, invallad kuvertyta. I lägsta punkten av droppzonen anläggs en brunn med avstängningsventil och ledning som i normalfallet avleder dagvatten till ett mindre rörmagasin, EcoVault och oljeavskiljare klass 1.

När ytan behöver nyttjas för läckage/dropp stängs ventil så att dropp, spill och eventuellt släckvatten samlas upp inom invallad droppzon. Därefter kan uppsamlat spill hämtas med slamsug och skickas för rening/destruktion.

Markytorna vid blivande Miljöbod och återvinningsstation (ÅVS) föreslås utformas på liknande sätt som för droppzonen beskriven ovan.

Förslag till lösningar, dimensionering och detaljprojektering stäms av i god tid innan beslut med Räddningstjänst, Kretslopp och Vatten och Miljöförvaltningen, Göteborgs Stad. Vid planering av brand- och släckvattenbehov, bör hänsyn även tas för förändrad fordonsflotta med fler bilar och lastbilar som har batterier och drivs med el. Skumläggning är en vanlig åtgärd vid fordonsbränder. Det bör säkerställas att inte släckmedel med PFAS används.

6.4 Övrigt

Vid kommande schaktarbeten ska eventuella massor som är förorenade hanteras enligt riktvärdena för förorenad mark. Markförhållandena föreslås att klarläggas i samband med detaljprojekteringsskedet. Eftersom det har bedöms förekomma inhomogena utfyllnadsmassor finns risken att mark och/eller vattenföroreningar påträffas vid arbeten. Massorna kan komma att innehålla bland annat PAH, tungmetaller och tributyltenn (TBT). Som försiktighetsmått bör därför särskild uppmärksamhet finnas på förorenad mark och vatten vid arbetena.

Där dagvattenlösningar med infiltration till marklagren föreslås ske, bör det i samband med detaljprojekteringsskedet eller innan byggskedet säkerställas att jordlagren är tillräckligt rena. Risk finns annars för spridning av markföroreningar till andra områden och i förlängningen till recipienten.

7 Referenser

- Svensk Vattens publikation P110. Avledning av dag-, drän- och spillvatten. Funktionskrav, hydraulisk dimensionering och utformning av allmänna avloppssystem. Svenskt Vatten Januari 2016.
- Riktlinjer och riktvärden för utsläpp av förorenat vatten till dagvattennät och recipient. R2020:13. Miljöförvaltningen Göteborgs Stad.
- Reningskrav för dagvatten. Göteborgs Stad. Version 2.0, 2021-03-11.
- Avgränsningssamråd om planerad och fortsatt hamnverksamhet vid Arendal i Göteborgs kommun. Länsstyrelsen i Västra Götaland. 2022-10-07.

- Nytt färjeläge för Stena. Förstudie. Rev B. Port Engineering. Göteborgs Hamn AB. 2022-06-08
- PM Geoteknik. Förstudie kaj 751 och 752, Arendal. Göteborgs Hamn/WSP. 2022-06-20.
- Anmälan om dagvattenanläggning, Arendal, etappyta 1C (Arendal II). Sweco. 2022-09-09.
- PM Dagvattenrening. Arendal II. Sweco Sverige AB. 2022-09-09.
- Statusklassning och Miljökvalitetsnorm för ytvattenförekomst Rivö fjord nord. VattenInformationssystem Sverige (VISS). Datautsnitt 2022-12-16: Rivö fjord nord - Kust - VISS - VattenInformationssystem för Sverige (lansstyrelsen.se)
- SMHI VattenWebb. Digitalt utsnitt 2022-12-20: Modelldata per område | SMHI - Vattenwebb
- Vattenarkivet. Länsstyrelsen i Västra Götaland. Digitalt utsnitt 2022-12-15: <https://ext-geoportal.lansstyrelsen.se/standard/?appid=6ab7fcca7c3e45ad8d84ebd38bd962ad>
- Miljökonsekvensbeskrivning, Arendal II. Göteborgs Hamn AB/Ramboll. 2013-12-10,
- Scalgo Live, programvara.
- SGU (Sveriges Geologiska Undersökning) Kartvisaren jordartskartan.
- SGU, Jorddjupskartan.
- SGU Kartvisaren genomsläpplighet.
- StormTac, programvara. Beräkning av föroreningar.
- VISS (VattenInformationSystem Sverige). Utdrag ur databasen för vattenförekomsten Rivö Fjord Norra.
- Länsstyrelsen Informationskartan
- SMHI årsnederbörd.
- Utformning och dimensionering av anläggningar för rening och flödesutjämning av dagvatten. Rapport Nr 2019-20. Thomas Larm, Godecke Blecken. Svenskt Vatten.
- Rapport Hamnterminal Arendal Trafikutredning. Göteborgs Hamn AB/Tyréns, 2023-04-24.
- Vattenprovtagning i oljeavskiljare i Älvsborgshamnen. Gothenburg RoRo Terminal AB. 2022-05-12.
- Vatten i staden. Digitalt utsnitt 2023-02-01. <https://www.vattenigoteborg.se/SeaAndWaterways/ScenarioResult>. Göteborgs Stad.
- Dagvatten- och skyfallshantering. Bilaga 1, Riktlinjer och styrande dokument. Kretslopp och Vatten. Göteborgs Stad.
- Tillstånd enligt miljöbalken till hamnverksamhet i Skandiahamnen, Älvsborgshamnen och Arendalshamnen, Göteborgs hamn. Beslut 2009-

06-12. Länsstyrelsen i Västra Götalands län.

Miljöprövningsdelegationen.

- Tillstånd enligt miljöbalken till hamnverksamhet vid kaj 752, Arendal i Göteborgs hamn, Länsstyrelsen i Västra Götaland, Miljöprövningsenheten, 2011-02-17.
- Deldom. Tillstånd enligt miljöbalken till hamn- och vattenverksamhet m. m på fastigheten 1:7 m. fl. "Arendal II" i Göteborgs kommun. Vänersborgs Tingsrätt, 2015-11-24.
- Miljöteknisk utredning av detaljplaneområde – Lilla Aspholmen och Arken konferensanläggning, Göteborg. Golder Associates. 2008-03-12
- Förslag till översiktsplan för Göteborg. Tematiskt tillägg för översvämningsrisker. Göteborgs Stad, Stadsbyggnadskontoret, 2019-04-25.
- Strukturplan för hantering av översvämningsrisker avrinningsområde Hisingen Västra, Göteborg. Kretslopp och Vatten, 2020-12
- Distribution av dricksvatten, P114. Svenskt Vatten AB. Publikation, oktober 2020.
- Planering för brand- och släckvatten. Svenskt Vatten. Krister Törneke et al. 2021.
- Mätkampanj 2017 – Miljögifter i ytvattenförekomster. Länsstyrelsen, Västra Götalands Län. Rapport 2018:44.
- Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om klassificering och miljökvalitetsnormer avseende ytvatten. HVMFS 2019:25. Havs och Vattenmyndigheten. 2019-12-17.
- Dagvattenhantering inom starkt hårdgjord radhustomt med jord av begränsade infiltrationsegenskaper. Jönköping Universitet 2016.
- Hantering av dagvatten sambandet mellan dagvattenanläggningens storlek och dess total kostnad. Uppsala Universitet 2020.
- Mall för dagvatten- och skyfallsutredning för detaljplan. Göteborgs Stad. Hämtat 2023-01-12
- Rening och destruktion av kontaminerat släckvatten. Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB). MSB 2013.
- Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om klassificering och miljökvalitetsnormer avseende ytvatten. HVMFS 2019:25. HAV 2019-12-10.
- Upponor produktinformation, Rening av dagvatten. 75096 03/2022
- "TTÖP", Översiktsplan för Göteborg. Tematiskt tillägg för översvämningsrisker. Stadsbyggnadskontoret. Göteborgs Stad. 2019-04-25.
- Kunskapssammanställning Dagvattenrening. Rapport Nr 2016-05. Godecke Blecken. Svenskt Vatten Utveckling, 2016.
- Kunskapssammanställning Dagvattenkvalité. Rapport Nr 2019-02. Svenskt Vatten Utveckling, 2019.