



# Dagvatten- och skyfallsutredning

Detaljplan för utbyggnad av avloppsreningsverk  
vid Rya

2023-06-12

## **Göteborgs Stad**

Dokumenttitel: Dagvatten- och skyfallsutredning

Underrubrik: Detaljplan för utbyggnad av avloppsreningsverk vid Rya

Datum: 2023-06-12

Kontaktperson: Sirpa Antti-Hilli, Stadsbyggnadsförvaltningen

Projektledare: Elias Olofsson, Kretslopp och vatten

Handläggare: Adam Santesson, Kretslopp och vatten

Kvalitetsgranskare: Linnéa Adiels Lundberg Kretslopp och vatten

Kontakt: [dagvatten@kretsloppochvatten.goteborg.se](mailto:dagvatten@kretsloppochvatten.goteborg.se)

# Sammanfattning

Kretslopp och vatten har på uppdrag av Stadsbyggnadsförvaltningen genomfört en dagvatten- och skyfallsutredning för framtagandet av ny och uppdaterad detaljplan för att möjliggöra utbyggnad av avloppsreningsverket Ryaverket. Utredningsområdet omfattar dels befintligt reningsverk (område 1) med utbyggnad och tillbyggnad av det befintliga reningsverket (område 2b), dels exploatering av två närliggande tomter, Rya 2 (område 2a) och banantomten (område 2c).

I utredningen presenteras dimensionering för att avleda dagvatten och skyfall från område 2a. Område 1, 2b och 2c har redan avvattning via privat ledningsnät och för dessa områden har de ökade flödena beräknats samt alternativ för avledning av dagvattnet och hantering av skyfall beskrivs.

För område 2a presenteras olika alternativ på hur dagvattnet kan avledas. Två alternativ som båda anses genomförbara är att antingen leda vattnet till område 1 och utgående tunnel för renat avloppsvatten eller att anlägga en ny ledning i Ryanäsvägen ut till havet.

För all tillkommande bebyggelse krävs en robust höjdsättning där marken lutar bort från byggnader samt 50 cm marginal mellan förväntad vattennivå och färdigt golv vid ett skyfall.

Olika förslag på dagvattenreningsanläggningar samt dimensionering och uppnådd reningsgrad med förslagen presenteras i utredningen. Den begränsade arean inom planområdet innebär att ytor för dagvattenrening kan konkurrera med yta som behövs för reningsverkets processer. Siffrorna för dagvattenrening behöver därför ställas i relation till reningsgraden som uppnås av reningsverket. Kretslopp och vattens, Stadsbyggnadsförvaltningens och Gryaab samlade bedömning är att ytor avsatta för dagvattenrening skulle innebära en mindre miljönytta sett till helheten då Gryaab behöver all tillgänglig yta för reningsverkets processer.

Eftersom dagvattnet inte leds till några kommunala ledningar och områdena avvattnas direkt till havet så ställs inte stadens krav på 10 mm fördröjning.

Gryaab har ambition att anlägga dagvattenanläggningar i mån av plats. Detta kommer ses över i ett senare skede.

## Versionshantering

2023.02.17	1	Konceptrapport	Adam Santesson
2023.05.04	2	Konceptrapport	Adam Santesson
2023.05.17	3	Konceptrapport	Adam Santesson
2023.06.12	4	Färdig rapport	Adam Santesson

# Innehåll

<b>1</b>	<b>Inledning</b>	<b>7</b>
1.1	Syfte och mål	9
1.1.1	Rain Gothenburg	10
1.2	Planförslag	10
<b>2</b>	<b>Förutsättningar</b>	<b>13</b>
2.1	Fältbesök	13
2.1.1	Område 1 och 2b	13
2.1.2	Område 2a	13
2.1.3	Område 2c	13
2.2	Tidigare utredningar och pågående projekt	16
2.3	Geologi, grundvatten och markmiljö	17
2.3.1	Område 1 och 2b	17
2.3.2	Område 2a	18
2.3.3	Område 2c	19
2.4	Dagvatten	20
2.4.1	Område 1 och 2b	20
2.4.2	Område 2a	22
2.4.3	Område 2c	22
2.4.4	Funktionskrav	22
2.4.5	Fördröjningskrav	23
2.4.6	Markavvattningsföretag	23
2.4.1	Miljö kvalitetsnormer och reningskrav	23
2.5	Skyfall	26
2.5.1	Skyfallssäkring och klimatanpassning	26
2.5.2	Befintlig skyfallssituation område 1 och 2b	30
2.5.3	Befintlig skyfallssituation område 2a	32
2.5.4	Befintlig skyfallssituation område 2c	35

2.5.5	Strukturplansåtgärder .....	39
2.6	Högvatten .....	39
<b>3</b>	<b>Analys.....</b>	<b>41</b>
3.1	Markanvändning .....	41
3.1.1	Område 1 .....	41
3.1.2	Område 2a .....	41
3.1.3	Område 2b .....	42
3.1.4	Område 2c.....	43
3.1.5	Område 1 och 2b.....	43
3.1.6	Område 2a, 2b och 2c .....	43
3.1.7	Område 1, 2a, 2b och 2c .....	44
3.2	Fördröjningsbehov dagvatten .....	45
3.2.1	Fördröjning på kvartersmark .....	46
3.2.2	Område 1 .....	46
3.2.3	Område 2a .....	46
3.2.4	Område 2b .....	46
3.2.5	Område 2c.....	46
3.2.6	Område 1 + 2b .....	46
3.3	Dimensionerande flöde - dagvatten .....	47
3.3.1	Område 1 .....	47
3.3.2	Område 2a .....	47
3.3.3	Område 2b .....	48
3.3.4	Område 2c.....	48
3.3.5	Område 1 och 2b.....	48
3.3.6	Område 2a, 2b och 2c .....	48
3.3.7	Område 1, 2a, 2b och 2c .....	49
3.4	Dimensionerande flöde - skyfall.....	49
3.4.1	Område 1 .....	50
3.4.2	Område 2a .....	50
3.4.3	Område 2b .....	50
3.4.4	Område 2c.....	50
3.4.5	Område 1 och 2b.....	50
3.4.6	Område 2a, 2b och 2c .....	50
3.4.7	Område 1, 2a, 2b och 2c .....	51
3.5	Skyfallsanalys.....	51
3.5.1	Risker .....	51

3.5.2	Område 1 och 2b.....	52
3.5.3	Område 2a .....	52
3.5.4	Område 2c.....	56
3.6	Dagvattenkvalitet .....	57
3.6.1	Föroreningsberäkning.....	58
3.6.2	Område 1 .....	58
3.6.3	Område 2a .....	58
3.6.4	Område 2b .....	59
3.6.5	Område 2c.....	61
3.6.6	Total belastning för område 2a, 2b och 2c.....	62
3.6.7	Miljönytta av dagvatten - kontra spillvattenrening.....	62
<b>4</b>	<b>Föreslagna åtgärder .....</b>	<b>67</b>
4.1	Kvartersmark .....	67
4.1.1	Lösningförslag .....	69
4.1.2	Område 1 och 2b, befintligt reningsverk .....	71
4.1.3	Område 2a, Nya Rya.....	73
4.1.4	Område 2c, Banantomten.....	75
4.2	Allmän platsmark .....	<b>Fel! Bokmärket är inte definierat.</b>
4.3	Ansvarsfördelning.....	76
4.4	Alternativa lösningar .....	76
4.4.1	Område 2a - Alternativ reningsåtgärd.....	77
4.4.2	Område 2b - Alternativ reningsåtgärd .....	77
4.4.3	Område 2c - Alternativ reningsåtgärd .....	78
<b>5</b>	<b>Slutsats och rekommendationer .....</b>	<b>80</b>
<b>6</b>	<b>Referenser.....</b>	<b>82</b>

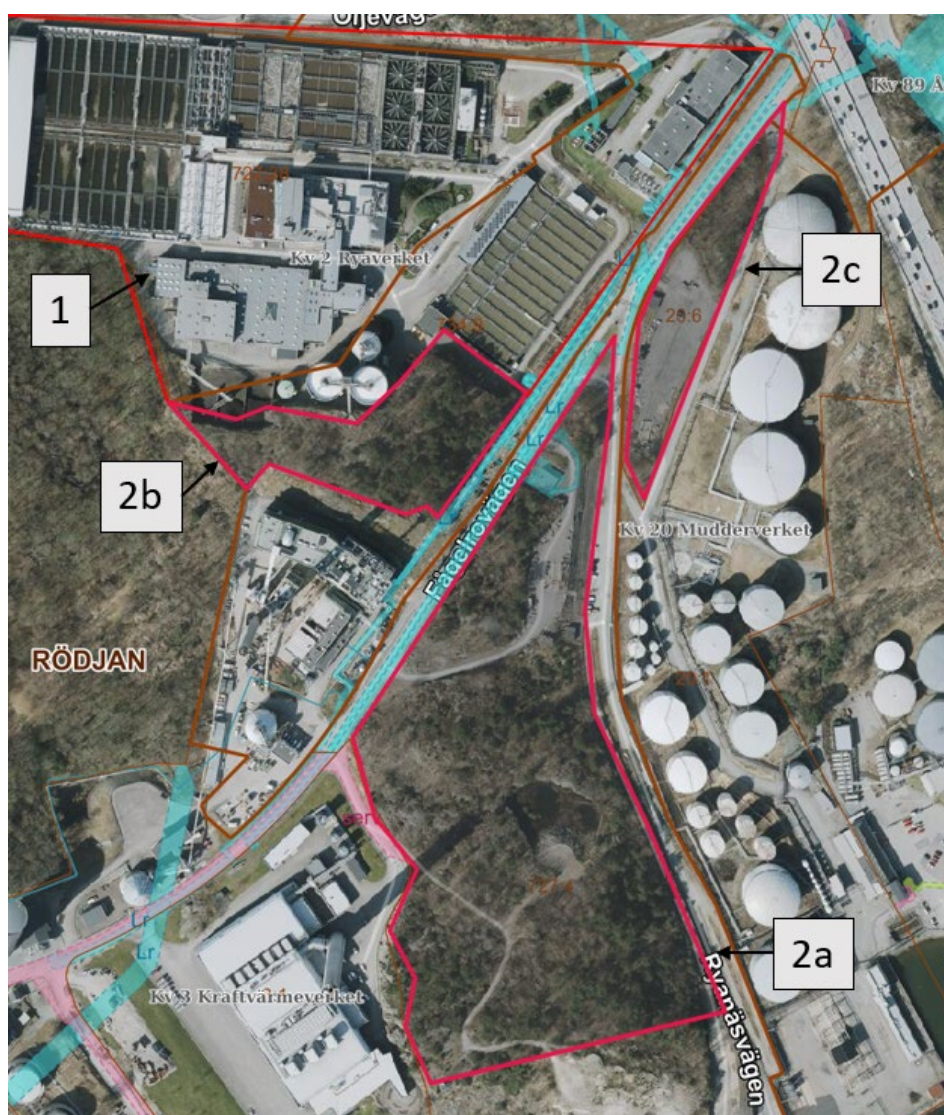
# 1 Inledning

Dagvatten är tillfälligt förekommande, avrinnande vatten på markytan med ursprung i regn, smältvatten eller framträngande grundvatten. I det här sammanhanget är skyfall ett regn vars höga intensitet överstiger belastningen som dagvattensystemet är dimensionerat för.

För att få en säker stadsmiljö måste vatten hanteras som den samlade struktur de är. Vid hantering av vattenfrågor är det viktigt att det görs med ett helhetsperspektiv över större geografiska områden med samordning av skyfalls- och dagvattenhantering, höga vattenstånd och höga flöden. Hänsyn måste tas till vattnets rörelse och behov i geografin, där utgångspunkten bör vara att utgå från vattnets naturliga förutsättningar. Naturliga strukturer i form av lågpunkter och öppna markområden i terrängen bör nyttjas i största möjliga mån där det går då nya är kostsamma och svårigenomförbara. (Göteborgs stad, 2022).

Kretslopp och vatten har fått uppdrag av Stadsbyggnadsförvaltningen att ta fram en dagvatten- och skyfallsutredning inför en ny detaljplan för utbyggnad av avloppsreningsverk vid Rya, se Figur 1. Utredningen omfattar fyra olika områden som finns på tre olika tomter och som har tilldelats olika arbetsnamn.

- Område 1 - befintligt reningsverk. Tillhör fastighet Sannegården 734:9 och Sannegården 727:38
- Område 2a - Nya Rya/Rya 2. Tillhör fastigheten Rödjan 727:4.
- Område 2b – tillkommande befintligt reningsverk. Tillhör fastighet Sannegården 734:9
- Område 2c – Banantomten. Tillhör Färjestaden 20:6.



Figur 1. De olika områdena som berörs av utredningen. (1 +2b) utbyggnad av befintligt reningsverk. (2a) Nya Rya 2a. (2c) Banantomten. Bild hämtad ifrån avropsförfrågan.

Orienteringsbild visas i Figur 2.



Figur 2. Utredningsområdets placering i staden. Rödmarkering indikerar områdena som berörs av utredningen. Precis öster om området är Älvsborgsbron. Bild hämtad ifrån GoKart (2022).

Utbyggnaden av avloppsreningsverket är av stor miljönytta för Göteborgs stad och övriga ägar- och brukarkommuner. Då det finns begränsat med yta inom utredningsområdet är det viktigt att den används på ett effektivt sätt och att det som ger störst miljönytta prioriteras.

## 1.1 Syfte och mål

Huvudsyftet med dagvatten- och skyfallsutredningen är att avgöra om marken är eller kan göras lämplig för bebyggelse (Boverket, 2015).

Utredningen ska säkerställa att följande krav med avseende på dagvatten kan uppfyllas:

- Dagvattenavledning ska kunna ske från planområdet utan att orsaka översvämning vid dimensionerande regn.
- Detaljplanens genomförande ska bidra till förbättrad eller oförändrad vattenkvalitet i recipienten, i enlighet med miljökvalitetsnormer (MKN).

För att säkerställa kraven (Göteborgs Stad, Stadsbyggnadskontoret, 2019) med avseende på skyfall ska följande punkter uppfyllas:

- Ny bebyggelse ska inte skadas vid skyfall (klimatanpassat 100-årsregn). Samhällsviktiga funktioner och golvnivåer ska ha en marginal till högsta vattennivån som uppstår vid skyfall.
- Tillgänglighet till nya byggnaders entréer.
- Framkomlighet till och från planområdet.

- Översvämningssituationen inom eller utanför planen skall inte försämrats.
- Planen ska beakta strukturplaner.

Utöver ovanstående är det önskvärt att dagvatten- och skyfallshantering bidrar till grönska, estetiska värden och upplevelser av regnet.

De två viktigaste dokumenten för dagvatten- och skyfallshantering utgår från är TTTÖP (Förslag till översiktsplan för Göteborg Tillägg för översvämningssrisker) (Göteborgs Stad, Stadsbyggnadskontoret, 2019) och Svenskt vattens publikation P110 (Svenskt vatten, 2016). Utöver dessa rapporter är ett flertal riktlinjer styrande i arbetet med dagvatten- och skyfallsfrågor inom och i anslutning till utredningsområdet. Dessa sammanställs i efterföljande stycken.

### 1.1.1 Rain Gothenburg

Jubileumssatsningen Rain Gothenburg ingår i Göteborgs Stads fyrahundraårsfirande 2021. Det regnar i snitt var tredje dag i Göteborg, och med klimatförändringarna kommer de svåra skyfallen att öka. Därför satsar Göteborg på att bli en internationell förebild som regnstad, både i att bygga en hållbar stad som tar hand om stora regnmängder och att ta tillvara regnets möjlighet till att ge unika upplevelser (Göteborgs Stad, 2018).

Projektet inbegriper tre huvudområden där dagvatten- och skyfallshantering är ett av dem. De två andra fokuserar på konst och design samt individens upplevelse. Tanken är att genom konst, arkitektur, stadsplanering, lek, multifunktion och pedagogik kopplat till regnvattnet locka människor till utevistelse, upplevelser och möten i en stad som är levande även när det regnar. Detta perspektiv får gärna präglade de nya lösningar som tas fram för dagvatten och skyfall i planområdet.

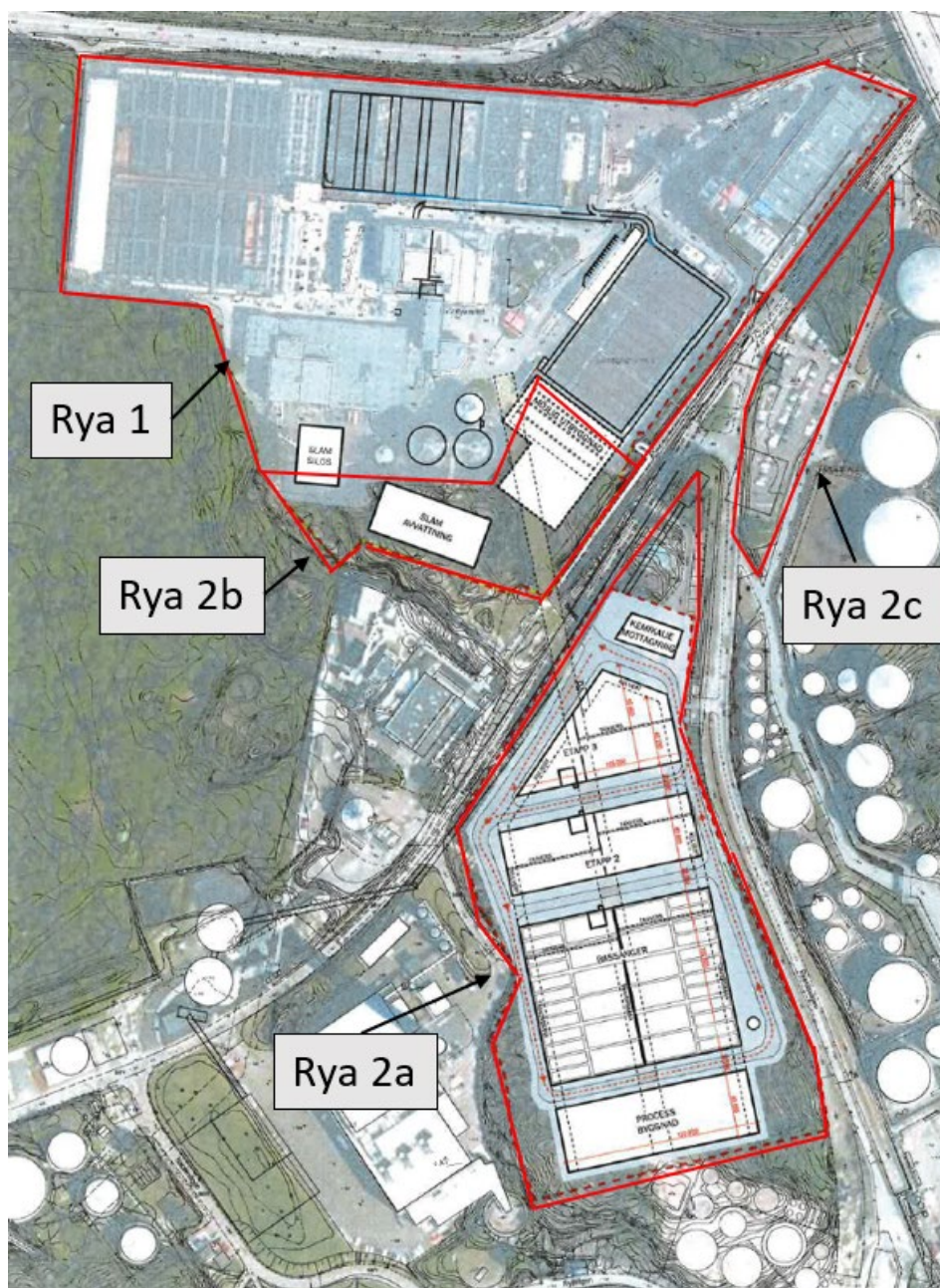
## 1.2 Planförslag

Planområdet ligger i anslutning till befintligt avloppsreningsverk vid Rya och Rya skog. Området avgränsas av Fågelrovägen i väster och Ryanäsvägen i öster. Väster om planområdet pågår planarbetet för Bioeldat kraftvärmeverk (Dnr 0723/20). Område 2b ligger mellan Fågelrovägen och befintligt avloppsreningsverk. Befintligt reningsverk omfattas också av utredningen, här finns detaljplan som antingen ska uppdateras eller eventuellt ingå i den nu aktuella nya detaljplanen, för övriga områden tas ny detaljplan fram.

Detaljplanens läge är mycket fördelaktigt ur teknisk synvinkel med tillgång till nästan 100 % av allt spillvatten som genereras inom Gryaab's upptagningsområde samt med möjlighet till samordningsvinster med befintligt avloppsreningsverk.

Planområdet omfattar cirka 17 hektar och marken ägs av Göteborg stad (Sannegården 734:9), Gryaab (Färjestaden 20:6) och Göteborgs hamn AB (Rödjan 727:4).

Efter exploatering kommer planområdet att bestå av ett avloppsreningsverk och tillhörande byggnader. Alla ytor inom planområdet planeras att bebyggas eller bli hårdgjorda ytor, se Figur 3.



Figur 3. Skiss över förslagen byggnation och tomtindelning. Framtagen av Liljewall åt Gryaab.

En stor del av ytan inom område 2a, Nya Rya, kommer utgöras av bassänger. Vilken konstruktion bassängerna kommer att ha är i dagsläget inte bestämt och två olika alternativ har diskuterats. Ett alternativ är att ha stängda bassänger, det vill säga bassängerna förses med tak och då kommer dagvattnet ledas ytligt på taken till dagvattensystemet och tas omhand tillsammans med resterande dagvattenhantering för området. Alternativ två är öppna bassänger vilket innebär att bassängerna inte har något tak och dagvattnet kommer falla ned i

bassängerna och hanteras som en del av vattnet i reningsprocessen och följa det till utsläppspunkten. Utredningen kommer studera båda alternativen.

## 2 Förutsättningar

I följande avsnitt beskrivs platsspecifika förutsättningar som påverkar framtida förslag till dagvatten- och skyfallshantering.

### 2.1 Fältbesök

Delar av Göteborgs hamn, där exploateringen är planerad, omfattas av fotoförbud. Det gäller område 2a, Rya 2 och 2c, Banantomten. Inom område 1 och 2b råder inte fotoförbud. Observationer från platsbesök som berör område 2a och 2c kommer därför lyftas i text.

#### 2.1.1 Område 1 och 2b

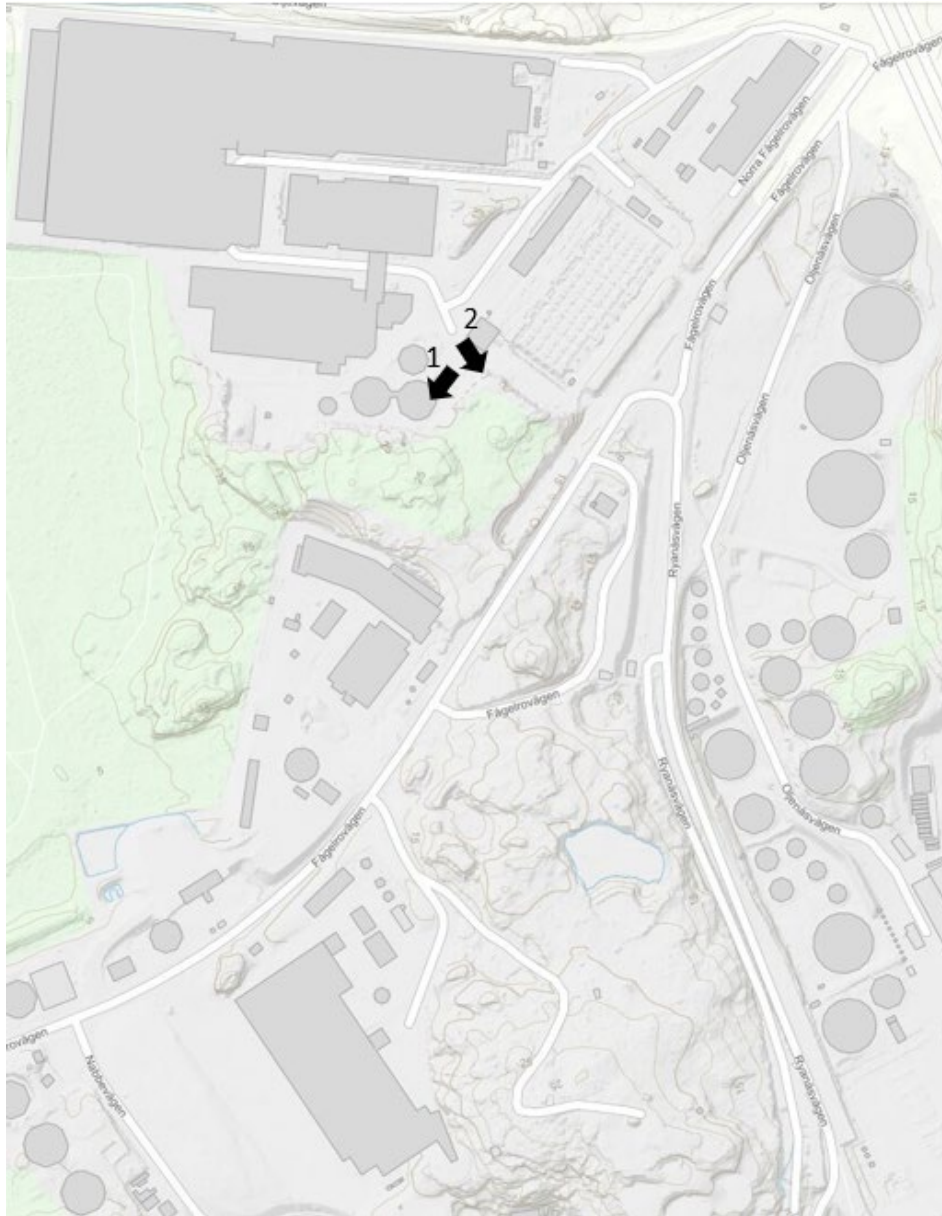
Figur 4 visar vart bilderna inom område 1 befintligt reningsverk och område 2b är tagna. Figur 5 visar markområde som i dagsläget består av upphöjt berg med naturmark som ska sprängas bort för att göra plats för utbyggnad av befintligt reningsverk. Figur 6 visar samma område från en annan vinkel och byggnad som eventuellt ska byggas ut. I dagsläget är marknivån ca +20 m till +25 m men planeras att hamna på ca + 9,5 m efter sprängningarna.

#### 2.1.2 Område 2a

Under fältbesöket observerades att marken inom område 2a, Rya 2, består av naturmark med berg i dagen och vegetation samt mindre grusvägar. Det har även tidigare funnits cisterner inom och bredvid området vilket kan antas ha gett viss förorening. Det finns även en mindre vattenansamling. Marken är kuperad och vatten antas i dagsläget rinna åt nord, nordväst, väst, nordöst och öst utifrån de topografiska förhållandena. Södra delen av planområdet sluttar mot norr och marken är något upphöjd. På andra sidan upphöjningen sluttar marken kraftigt mot syd men vatten från planområdet når aldrig dit. Stora delar av berget kommer sprängas bort för att bygga det nya reningsverket.

#### 2.1.3 Område 2c

Område 2c, Banantomten, är i dag en satelitparkering som ägs och nyttjas av Gryaab. Den består till stor del av grusad parkeringsyta men även gräsmatta runt om parkering och naturmark i norra delen. Gräsmattorna används i dag för uppställning av material så som rör och byggmaterial. Naturmarken nyttjas ej.



Figur 4. Bilden visar vart fotona från fältbesöket är tagna. Bild hämtad ifrån Gokart (2022).



*Figur 5. Berg ska sprängas bort och asfalteras för att bygga ut befintligt reningsverk. Bild tagen av Adam Santesson, KoV (2022).*



*Figur 6. Byggnad ska eventuellt byggas ut som del av utbyggnadsprojektet för befintligt reningsverk. Berg- och naturmarken sprängs då bort för att göra plats. Bild tagen av Adam Santesson, KoV (2022).*

## **2.2 Tidigare utredningar och pågående projekt**

Både en Geoteknisk utredning och en markmiljöutredning tas fram parallellt med dagvatten- och skyfallsutredningen. Översiktlig miljöteknisk markundersökning för område 2a, Rya 2, daterad 2022-10-11 har tagits fram av Norconsult.

Det pågår en VA utredning parallellt med dagvatten- och skyfallsutredningen hos Kretslopp och vatten.

Gryaab har tagit fram en beskrivning av sitt interna dagvattensystem (Gryaab, 2022) som används för att resonera kring avledningsalternativ för dagvatten. Gryaab har även beställt en kapacitetsutredning av sitt dagvattennät (B, Enström, mejlkonversation, 9e november 2022).

Det finns en skyfallsutredning för område 1, befintligt reningsverk, framtagen av Norconsult, (Norconsult, Risker och Beredskap vid ett 100-årsregn, 2021), på uppdrag av Gryaab. Skyfallsutredningen kommer användas som underlag för att belysa skyfallssituationen på befintligt reningsverk för att se vilka risker som finns i dagsläget.

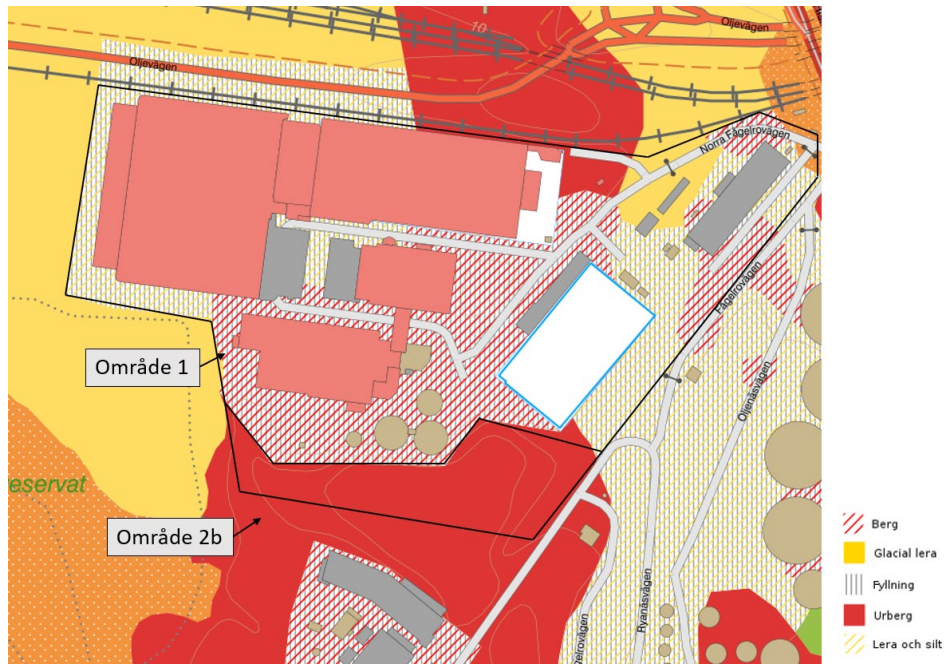
Sweco håller parallellt med dagvatten- och skyfallsutredningen på att ta fram en recipientutredning för tillkommande reningsverks påverkan på recipient på uppdrag av Gryaab. Sweco arbetar även, på uppdrag av Gryaab, med ansökan för tillstånd för vattenverksamhet avseende den nya inloppspumpstationen och även en ansökan för vattenverksamhet och miljöfarlig verksamhet avseende befintligt avloppsreningsverk och planerad utbyggnad.

2007 togs det fram en miljöteknisk markundersökning av WSP för delar runt område 2a, nya Rya (WSP, 2007). 2009 togs det fram en miljökonsekvensbeskrivning (MKB) av Norconsult på uppdrag av SBK då Göteborgs energi planerade att byggas en biogasanläggning på tomten där nya Rya planeras (Norconsult, MKB till detaljplan för Bioförgasningsanläggning inom stadsdelen Rödjan i Göteborg, 2009). MKBn lyfter landskapsbilden, luftmiljön och påverkan på Göta älv som de betydande miljöaspekterna. Detta gäller dock för en annan typ av verksamhet än avloppsreningsverk.

## **2.3 Geologi, grundvatten och markmiljö**

### **2.3.1 Område 1 och 2b**

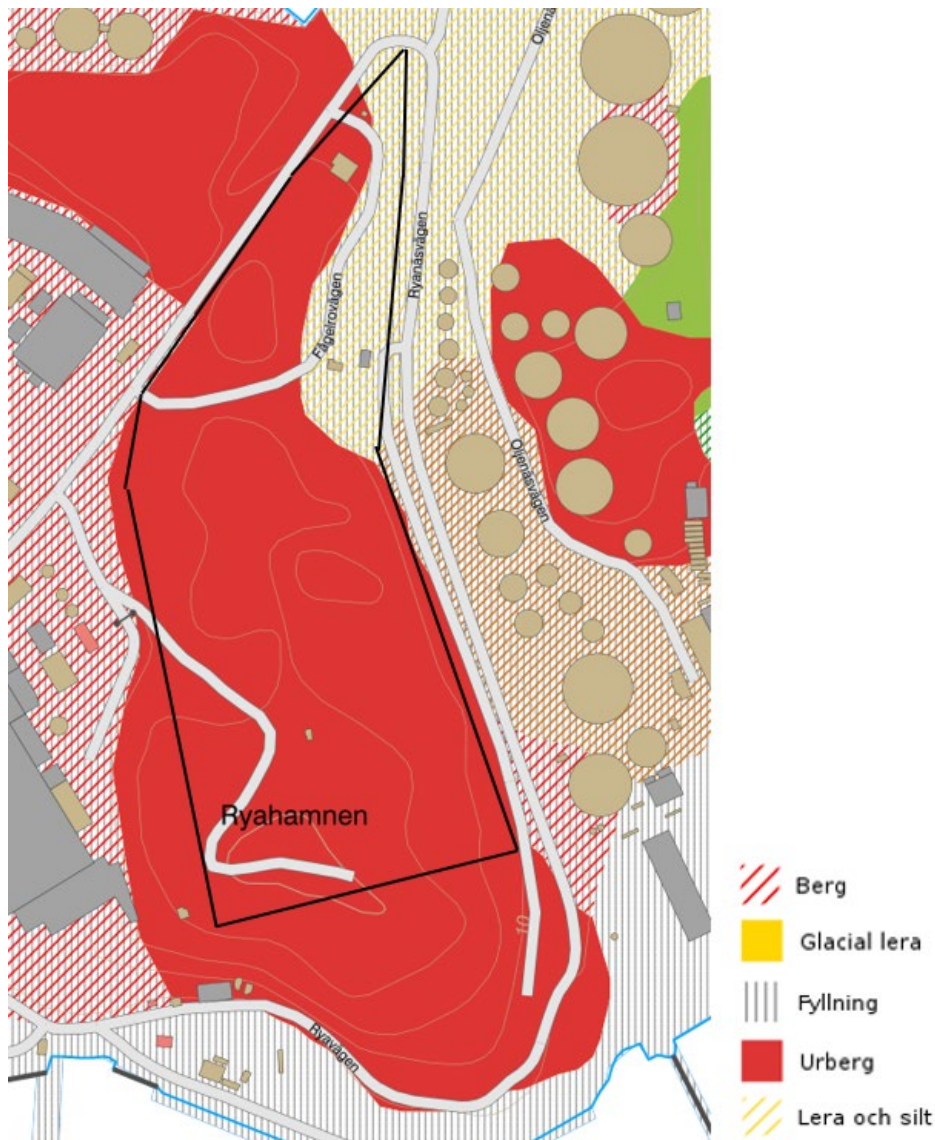
Området består av blandat underlag med fyllning, berg, lera och slit med mera. Område 2b är idag urberg som planeras att sprängas ner till samma marknivå som område 1, se Figur 7. Område 1 är helt hårdgjort och område 2b består av skogbevuxet berg.



Figur 7. Område 1 och 2b, gamla Rya. Bild hämtad ifrån SGU.

### 2.3.2 Område 2a

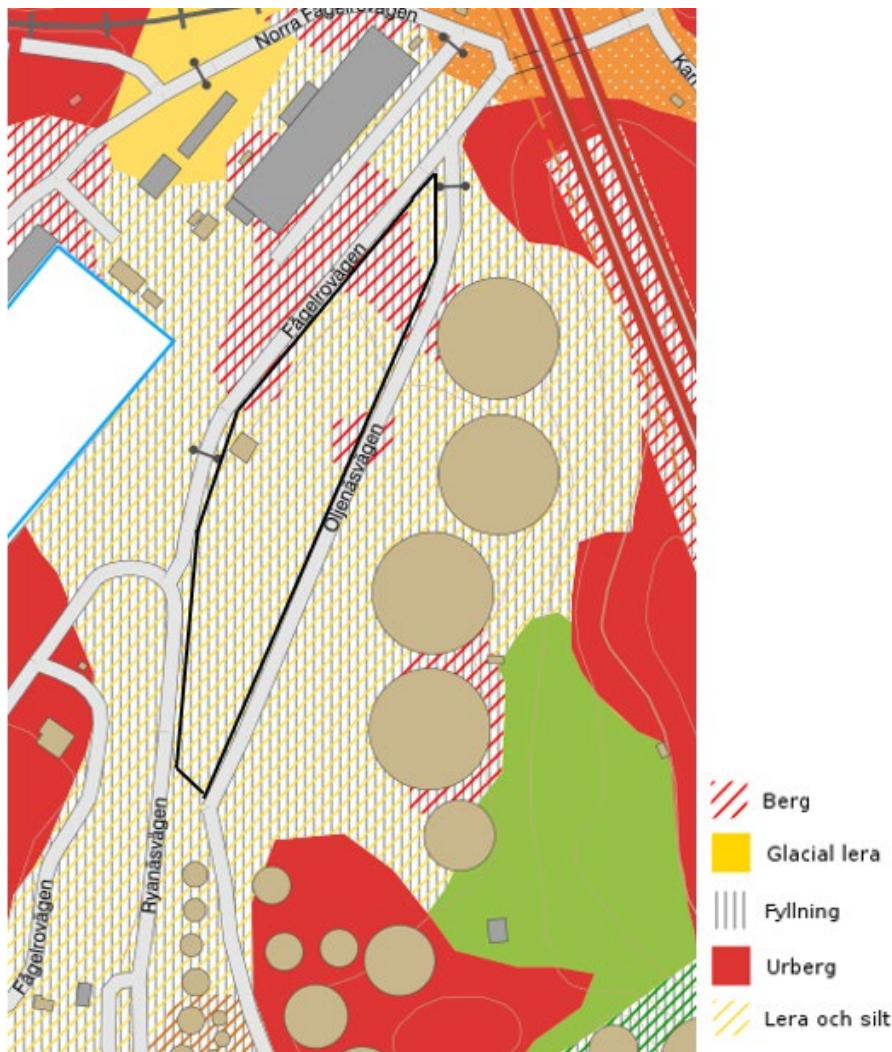
Området består till största del av urberg, se Figur 8. Stora delar av berget inom Rya 2 kommer behöva sprängas för att kunna bygga den nya anläggningen. I området har det tidigare funnits ett antal stora cisterner vilket kan innebära risk för markföroreningar.



Figur 8. Område 2a – nya Rya. Bild hämtad ifrån SGU.

### 2.3.3 Område 2c

Området består ytligt av naturmark, grusyta samt gräsyta. Under fältbesök noterades att gräsytan användes för uppställning av rör, asfalt och annat material. Detta kan medföra föroreningar vilket behöver utredas vid projektering. Enligt SGU:s jordkarta består marken till störst del av fyllning, lera och slit, se Figur 9.



Figur 9. Område 2c – Banantomten. Bild hämtad ifrån SGU.

## 2.4 Dagvatten

I dagsläget avleds inget dagvatten från något av områdena via det kommunala dagvattenätet.

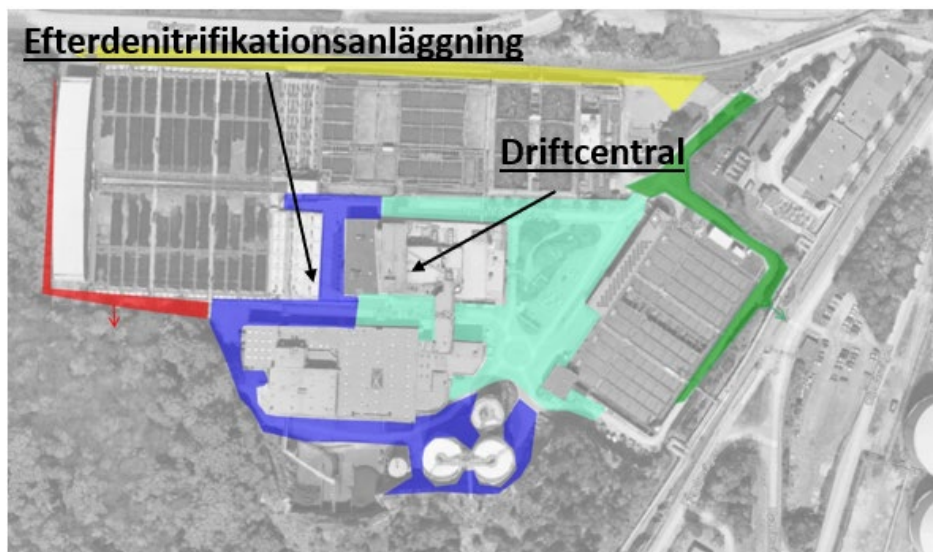
### 2.4.1 Område 1 och 2b

Dagvattnet inom område 1, befintligt reningsverk, leds via internt privat ledningsnät antingen ut i Rya skog eller till Rivö fjord nord via utloppstunneln för renat avloppsvatten eller via privat dagvattenledning i östra delen av området. I Figur 10 visas Ryaverkets avrinning i fem punkter samt avrinningsområden där punkt 1 och 2 leds till Rya skog, punkt 3 och 5 till utloppstunneln med utgående renat avloppsvatten till recipienten och punkt 4 till dagvattenledning under Fågelsvågen till Oljenäsvågen och vidare till recipienten.



Figur 10. Dagvattensystemets fem avrinningspunkter samt avrinningsområden inom befintligt reningsverk. (Gryaab)

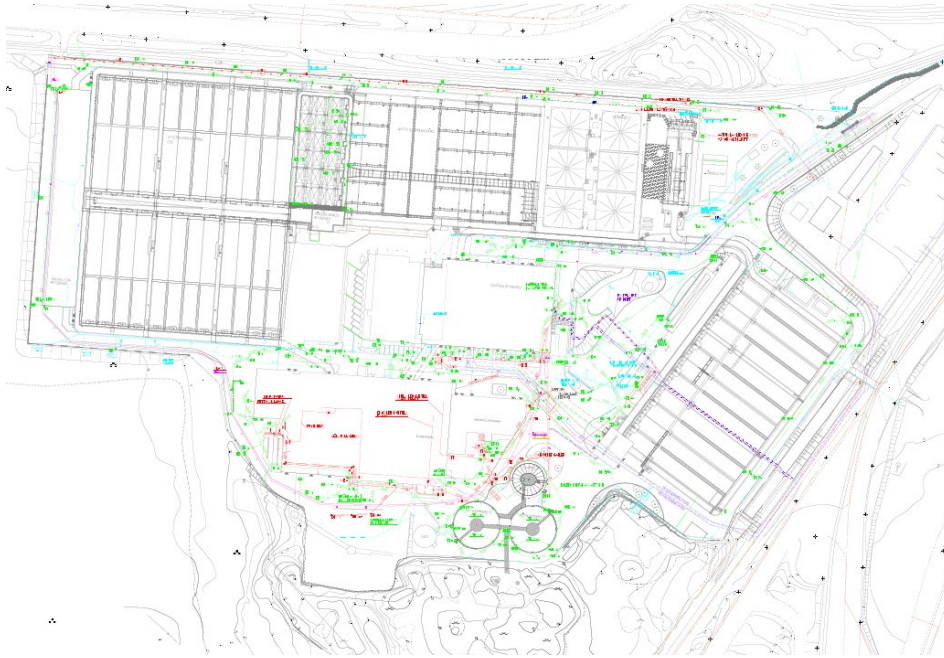
I området kring driftcentral och efter efterdenitrifikationsanläggningen, se Figur 11, sker ytavrinningen i första hand till regnrabatter som anlades i syfte att fördröja avrinningen av dagvatten till det befintliga systemet. Dagvattnet från ytorna markerat i blått i figuren är anslutna till regnrabatterna och går sedan vidare till ledningsnätet.



Figur 11. Efterdenitrifikationsanläggningen och driftcentralens ungefärliga placering. (Gryaab)

Område 2b, som idag är naturmark, planeras att avvattnas till det befintliga dagvattennätet inom område 1.

Ledningsplan för befintligt reningsverk visas i Figur 12 och i Bilaga 1.



Figur 12. Ledningsplan område 1 och 2b befintligt reningsverk (Gryaab).

## 2.4.2 Område 2a

Rya 2 består idag av naturmark som tidigare har använts för att ställa upp cisterner och har ingen dagvattenhantering. Det regnvatten som inte tas upp av växtlighet blir naturmarksavrinning till omkringliggande områden.

## 2.4.3 Område 2c

Dagvattnet i område 2c, banantomten, avleds via det privata ledningsnät som ligger inne på fastighet Färjestaden 20:1. Samma ledning som östra delarna av område 1 avvattnas till i Figur 10, punkt 4. Gryaab äger delar av ledningen och står själva för kontakt med Göteborgs hamn och eventuella övriga ledningsägare för att utreda kapacitet och möjlighet att släppa på mer vatten till ledningen när område 2c exploateras och ytorna blir mer hårdgjorda.

## 2.4.4 Funktionskrav

Funktionskraven för nya allmänna dagvattensystem regleras i Svenskt vattens publikation P110 Avledning av dag- drän- och spillvatten (Svenskt vatten, 2016). Enligt P110 ska även tillkommande dagvattensystem (=förtätning av befintligt) ha samma funktionskrav som nya system vilket medför att tillkommande system behöver ta mer ytor i anspråk än tidigare. Dessutom måste planering ske för framtida klimatförändringar eftersom nederbörden och därmed belastningen på dagvattensystemen förväntas öka. Funktionskraven för dagvattensystem vid förtätning och/eller nybyggnation sammanfattas i Tabell 1.

*Tabell 1. Minimikrav för återkomsttider för regn vid dimensionering av nya dagvattensystem enligt P110 (Svenskt vatten, 2016).*

	Aterkomsttid		
<b>Nya duplikatsystem</b>			
Gles bostadsbebyggelse	2 år	10 år	>100 år
Tät bostadsbebyggelse	5 år	20 år	>100 år
Centrum- och affärsområden			

Funktionskravet gäller för det kommunala ledningsnätet. Det finns inget kommunalt ledningsnät inom planområdet vilket innebär att Kretslopp och vatten inte sätter några formella krav på hur ledningsnätet ska dimensioneras inom planområdet. Kretslopp och vatten rekommenderar dock att kraven följs utifrån ett 30årsregn då det är en samhällsviktig anläggning av stor vikt för Göteborgs stad och övriga kommuner som nyttjar Gryaabs verksamhet.

#### 2.4.5 Fördröjningskrav

Göteborgs stad ställer krav på att dagvatten inom kvartersmark ska fördröjas motsvarande 10 mm dagvatten per kvadratmeter reducerad yta. Detta gäller vid nybyggnation eller större markarbeten. Den reducerade ytan motsvarar ungefär hårdgjorda ytor inom planområdet och är den yta som bidrar till att generera dagvatten vid en regnhändelse.

När utsläpp sker direkt till havet görs det ett avsteg från kravet på 10 mm fördröjning per kvadratmeter reducerad yta. Funktionen av att fördröja blir i praktiken effektlöst.

Det kan dock vara önskvärt att fördröja dagvatten för att minska flödestoppar och påverkan på kapaciteten i de privata ledningarna. Gryaab tar själva ställning till behov för fördröjning utifrån kapacitet i sitt ledningsnät, utloppstunnel och eventuellt ledningsnät som ägs av annan aktör.

#### 2.4.6 Markavvattningsföretag

Dagvattnet från planområdet avleds inte till ett markavvattningsföretag.

### 2.4.1 Miljökvalitetsnormer och reningskrav

I Sverige har Vattenmyndigheterna, Länsstyrelserna samt Havs och vattenmyndigheten utarbetat miljökvalitetsnormer (MKN) för de vattenförekomster som är definierade inom vattenförvaltningsarbetet. För att uppnå god vattenstatus sätts kvalitetsmål i form av MKN för vattenförekomster. MKN uttrycker den ekologiska potential/status och kemiska kvalitet som vattenförekomsten ska ha uppnått vid en viss tidpunkt.

Ny exploatering ska inte försämra 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 näringsämnena kväve och fosfor samt metaller och organiska föroreningar.

För att minska dagvattnets miljöpåverkan på våra vattendrag har Miljöförvaltningen i Göteborg tagit fram särskilda riktlinjer och riktvärden för utsläpp av förorenat vatten och dagvatten (Göteborgs stad, Miljöförvaltningen, 2020). Som ett komplement till dessa riktlinjer har Göteborgs stad utarbetat vägledningen *Reningskrav för dagvatten* (Kretslopp och vatten, 2021) där bl.a. styrande målvärden och riktvärden anges beroende av recipientens känslighet. Det kommer krävas omfattande åtgärder för att nå upp till MKN. Stadsutvecklingen behöver därför bidra med sin del i arbetet med att nå en förbättrad situation i vattenmiljöerna.

Recipienten som utredningsområdet avvattnas till är Rivö fjord nord som är klassad enligt MKN i Vatteninformationssystem Sverige (VISS, 2023). Recipienten är klassad som mycket känslig enligt *Reningskrav för dagvatten* (Kretslopp och vatten, 2021) vilket innebär att miljöförvaltningens riktvärden gäller för planen.

Den ekologiska statusen i recipienten är klassas som måttlig. Flera ekologiska kvalitetsfaktorer har undantag på grund av rådande förhållanden. Klassningen har baserats på miljökonsekvenstyperna 'Övergödning', 'Morfologiska förändringar och kontinuitet', 'Flödesförändringar' samt 'Särskilt förorenande ämnen' som alla har måttlig status. Tillförlitligheten klassas som medel vilket baseras på den miljökonsekvenstyp som har högst tillförlitlighet.

Övergödning orsakar också att kraven för god ekologisk status inte uppnås då bland annat näringsämneshalten är högre än vad som motsvarar god status. Växtplankton och näringsämnen är de kvalitetsfaktorer som påverkar miljökonsekvenstypen övergödning. Skogsbrukets påverkan på vattenförekomsten bedöms betydande. Tidsfrist gäller tills 2027 och skälet klassas som 'naturliga förhållanden' då hänsyn behöver tas till skogsbruket och återhämtning anses behövas. De åtgärder som behöver genomföras är främst förebyggande för att minska skogsbrukets näringsläckage.

Hamnkonstruktion orsakar 'sämre än' ekologisk status genom fysisk (hydromorfologisk) påverkan. Morfologiska förändringar och kontinuitet påverkas av faktorer så som hamnanläggning för sjöfart vilket har stor fysisk påverkan. Hamnens verksamhet kan dock inte kan bedrivas på ett annat sätt som är väsentligt bättre för miljön och är av stor nytta för infrastrukturen.

Kvalitetsfaktorn Särskilt förorenade ämnen (SFÄ) bedöms ha måttlig status, där ämnena Ammoniak och Diklofenak är utslagande, och med medel tillförlitlighet.

Den kemiska statusen klassas som ej god då de prioriterade ämnena Antracen, Bromerad difenyleter, Kvicksilver och kvicksilverföreningar och Tributyltenn föreningar bedöms ej uppnå god status. Bromerad difenyleter och Kvicksilver och kvicksilverföreningar har undantag med mindre stränge krav då de saknas

tekniska förutsättningar för att åtgärda problemet med atmosfärisk deposition. Antracenen och Tributyltenn föreningar har tidsfrist till 2027 då det är tekniskt omöjligt att åtgärda problemet innan dess.

Recipient har ett förbättringsbehov på 2 400 kg för totalfosfor och 240 000 kg för totalkväve. Förbättringsbehov anger den effekt som behöver uppnås för att miljökvalitetsnormen för en vattenförekomst skall kunna följas.

En sammanställning av data från VISS finns i Tabell 2.

Tabell 2. Sammanställning av recipientdata från Vatteninformationssystem Sverige (2023).

Recipient	Rivö fjord nord
<b>Statusklassning</b>	
<b>Ekologisk potential/status</b>	Måttlig.
<b>Kemisk status</b>	Uppnår ej god.
<b>Tillkomst/härkomst</b>	Naturlig.
<b>MKN</b>	
<b>Ekologisk potential/status</b>	Måttlig ekologisk status 2039.
<b>Undantag ekologisk potential</b>	Näringsämnen. Växtplankton. Morfologiskt tillstånd och Hydrografiska villkor i kustvatten och vatten i övergångszon. SFÄ - Diklofenak. SFÄ – Ammoniak.
<b>Ekologisk tillförlitlighetsklassning</b>	(2) – Medel.
<b>Kemisk ytvattenstatus</b>	God kemisk ytvattenstatus.
<b>Undantag / mindre stänga krav kemisk status</b>	Bromerad difenyleter. Kvicksilver och kvicksilverföreningar.
<b>Undantag / tidsfrister kemisk status</b>	Antracenen 2027. Tributyltenn föreningar 2027.
<b>Prioriterade ämnen som ej uppnår god status</b>	Bromerad difenyleter. Kvicksilver och kvicksilverföreningar. Antracenen.

	Tributyltenn föreningar.
<b>SFÄ</b>	Måttlig.
<b>Förbättringsbehov kväve</b>	Totalkväve 240 000 kg.
<b>Förbättringsbehov fosfor</b>	Totalfosfor 2 400 kg.
<b>Tillrinningsområdets storlek</b>	Ej angivet.
<b>Skyddade områden*</b>	Avloppskänsliga områden, inlandsvatten, fosfor. Känsliga jordbruksområden. Torsviken.

*\*Ett skyddat område är ett geografiskt definierat område som är långsiktigt utpekat, reglerat och förvaltats för att uppnå specifika syften och bevarandemål*

MKN är en bestämmelse om kvaliteten i vattenförekomsten och inte bara dagvattnets påverkan. Det är därför viktigt att se till allt vatten som släpps ut till recipienten och den sammanlagda miljöpåverkan på vattenförekomsten får inte orsaka att kvaliteten blir sämre än den status som anges i normen (Vattenmyndigheterna, 2023).

I varje fall ska en platsspecifik bedömning göras för påverkan av miljön och Gryaabes verksamhet, som är unik för Göteborg och Göteborgsområdet, innebär utsläpp av renat avloppsvatten till recipienten. Det renade avloppsvattnet är den största källan för påverkan av MKN inom utredningsområdet och behöver ses i relation till dagvattenreningen. Detta innebär att en sammanvägning behöver göras då verksamhetens största påverkan är från utsläppen från reningsverket i sig och att det är viktigt att det görs en total bedömning som inte riskerar att suboptimera utbyggnaden vilken leder till en större påverkan på MKN.

## 2.5 Skyfall

### 2.5.1 Skyfallssäkring och klimatanpassning

Skyfall är ett regn vars höga intensitet överstiger belastningen som dagvattensystemet är dimensionerat för och vad som är VA-huvudmans ansvar. Regnens storlek beskrivs bäst med begreppet ”Återkomsttid” (Svenskt vatten, 2018) som avspeglar hur ofta en händelse inträffat statistiskt. Enligt Göteborgs riktlinjer (Göteborgs Stad, Stadsbyggnadskontoret, 2019) ska ny bebyggelse anpassas efter klimatanpassat 100-årsregn, d.v.s. ett regn med 100 års återkomsttid är 2100.

När dagvattensystemet är fullt innebär det i praktiken att avrinningen av regnöverskottet primärt beror av marknivån. Vatten samlas i sänkor och när dessa är fulla rinner vattnet vidare mot nästa sänka. Bristande kapacitet för ytlig

avledning kan dock också skapa uppdämningseffekter som göra att man får lokala vattensamlingar. Markanvändningen har viss påverkan eftersom det styr både infiltration och vattnets hastighet. Avdunstning har marginell påverkan.

Det finns idag inga nationella bestämmelser kring vem som är ansvarig vid skyfall. Kommunen är enligt Plan- och bygglagen (PBL) ansvarig för att bebyggelse anläggs på mark lämplig för ändamålet, och därmed översvämningsrisker vid nyplanering. Allt ansvar för översvämningsssäkring ligger dock inte på kommunen utan fastighetsägare och verksamhetsutövare har ansvar att skydda sin egendom.

Det tematiska tillägget för översvämningsrisker, TTÖP, (Göteborgs Stad, Stadsbyggnadskontoret, 2019) presenterar förslag till mål och övergripande strategier för hur staden ska bemöta dagens och framtidens översvämningsrisker i sin planering. Det övergripande målet som lyfts är:

*Göteborg ska göras robust mot dagens och framtidens översvämnningar genom att säkra grundläggande samhällsfunktioner och stora samhällsvärden.*

Detta konkretiseras genom följande punkter:

- **Identifiera ny bebyggelse som riskerar att översvämmas.** Detta innebär att det ska finnas en säkerhetsmarginal från vattenyta vid max vattendjup i samband med klimatanpassat 100-årsregn till färdigt golv och vital del nödvändig för byggnadsfunktion, på minst 0,2 m. För samhällsviktig infrastruktur gäller en säkerhetsmarginal på minst 0,5 m till vital del för anläggningens funktion.
- **Identifiera vägar inom planområdet där framkomlighet inte kan säkerställas.** För att möjliggöra för evakuering i samband med översvämnning ska tillgängligheten till nya byggnaders entréer inom planområdet vara möjlig (man ska kunna nå alla som befinner sig i byggnaden men inte nödvändigtvis alla entréer om möjlighet finns till intern evakuering). Detta innebär ett största vattendjup på 0,2 m.
- **Identifiera vägar som innebär att man inte har framkomlighet till och från planområdet.** Detta innebär att det ska vara ett vattendjup på max 0,2 m på vägar till och från planområdet som ansluter till utryckningsvägar och högprioriterade vägnätet. Enligt Länsstyrelsen ska man göra en konsekvensanalys om det inte finns framkomlighet. Detta innebär att man tar fram ”nyckeltal” som upplyser om t.ex. hur många som inte kommer ha framkomlighet. Om det visar sig att nämnda ”nyckeltal” från konsekvensanalysen indikerar att situationen är allvarlig behöver projektgruppen (speciellt Trafikkontoret (TK)) diskutera om åtgärder ska göras eller om SBK bör lägga ner planen.
- **Identifiera om översvämningsituationen inom eller utanför planen försämras för befintligheter som en konsekvens av exploateringen.** Detta innebär bl.a. att flödet ut från planen och till andra delar av planen inte får öka vid planens genomförande (försämrade konsekvenser får inte uppstå för annan part enligt Jordabalken). Som utgångspunkt ska minst samma volymer som fördröjs innan planering fördröjas efter exploatering.

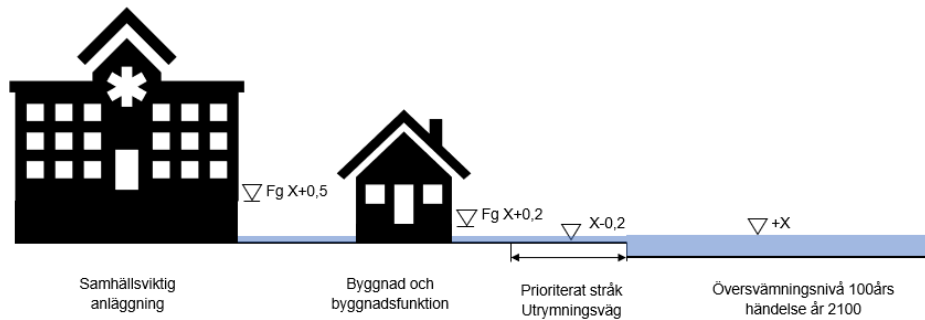
- **Planen ska beakta strukturplaner och hantera eventuella målkonflikter.** Utgångspunkten är att funktionen av strukturplanerna behöver säkerställas, förutsatt att det är ekonomiskt försvarbart. Avsteg bör endast ske om en lika hög funktion, i hela den aktuella åtgärdskedjan, kan säkerställas (avsteg behöver godkännas av Byggnadsnämnd med tillhörande riskanalys).
- **Planen ska beakta vattenkvalitet i samband med skyfall.** Detta ska göras i samråd med framför allt Miljöförvaltningen (MF).

I Tabell 4 visas en sammanställning av planeringsnivåerna i TÖP:en. (Göteborgs stad, 2021).

Tabell 3 Underlag för föreslagna planeringsnivåer vid dimensionerande händelse. Angivna nivåer visar marginal till vital del för funktion/byggnadsfunktion samt maximalt vattendjup för framkomlighet

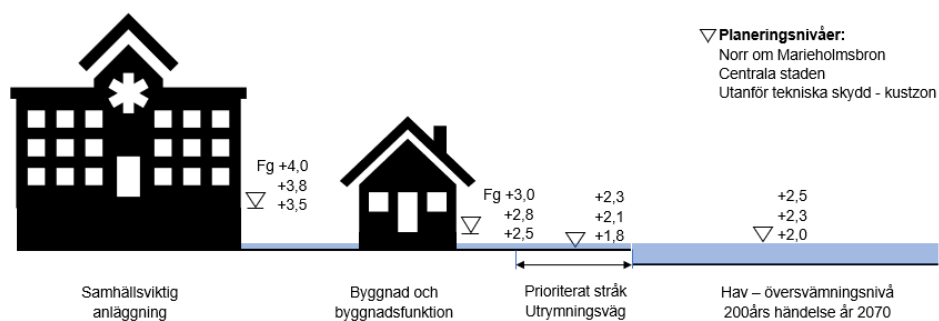
Samhällsviktig anläggning, - nyanläggning			
Samhällsviktig anläggning - befintlig			
Byggnad och byggnadsfunktion, - nyanläggning	0,5 m	0,2 m	0,2 m
Framkomlighet - nyanläggning högprioriterade vägnätstråk och utrymningsvägar	0,2 m djup	0,2 m djup	

#### Planeringsnivåer skyfall



Figur 13. Planeringsnivåer för olika funktioner/skyddsobjekt vid ett dimensionerande skyfall. Angivna höjder är relativa höjder. Visualisering av Tabell 3.

## Planeringsnivåer hav



Figur 14. Planeringsnivåer för att säkra objektet till år 2100 för olika funktioner/skyddsobjekt vid en högvattenhändelse i havet. Med byggnadsfunktion avses tekniska anläggningar så som el, tele, värme, VA. Angivna höjder i höjdsystemet RH20000. Visualisering av Tabell 3.

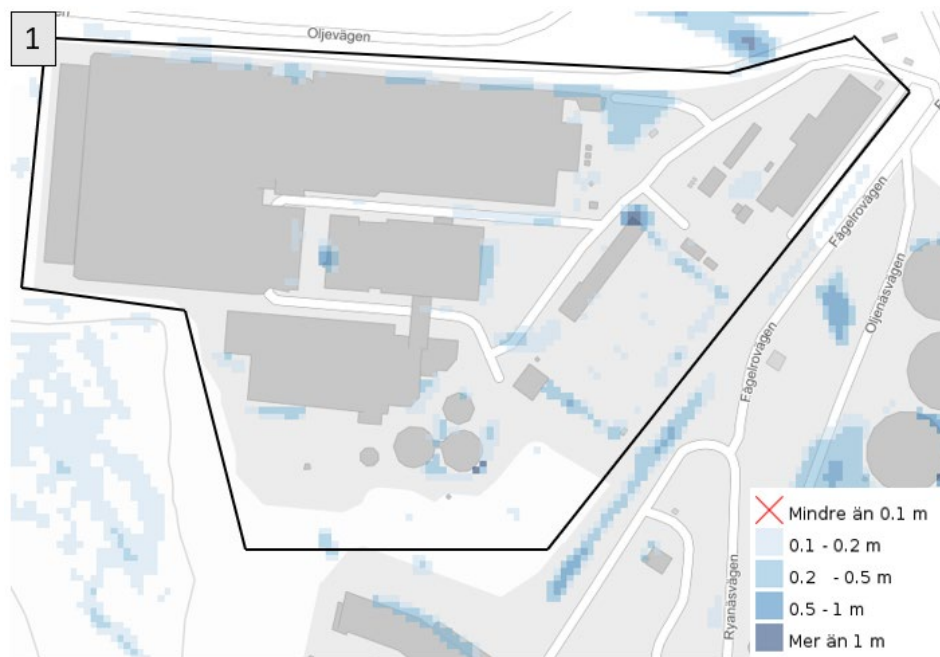
## 2.5.2 Befintlig skyfallssituation område 1 och 2b

Utifrån modellunderlaget som är hämtat från Göteborgs stads webbkarta Gokart, och som även finns tillgängligt på Göteborgs stads webbsida Vatten i Göteborg (vatten, 2022), syns att en del vatten beräknas flöda inom gamla Rya vid ett skyfall, Figur 15. Vatten blir även ståendes inom området vid en skyfallshändelse enligt modellunderlaget, Figur 16.

Område 2b ligger högre än omkringliggande områden vilket innebär att inget vatten flödar dit idag men vatten flödar i dagsläget därifrån till följd av höjdförhållandena. När marken ändras och blir mer hårdgjord kommer höjdsättningen att utformas för att kunna leda dagvattnet till det befintliga dagvattennätet inne på område 1. Detta innebär att även framtida skyfall kommer ta sig in på och påverka område 1 till följd av höjdsättningarna.



Figur 15. Beräknat ytvattensflöde vid ett klimatanpassat 100årsregn. Pilarna markerar flödesriktningen. Område 1, gamla Rya. Foto: Gokart.



Figur 16. Beräknat vattendjup vid en översvämningssituation vid ett klimatanpassat 100årsregn. Område 1, gamla Rya. Foto: Gokart.

I skyfallsutredningen framtagen av Norconsult (Norconsult, Risker och Beredskap vid ett 100-årsregn, 2021) lyfts att det finns ett flertal lågpunkter inom befintligt reningsverk som inte kan avvattnas med självfall utan behöver tömmas av dagvattennätet. Som mest uppnår vattendjupet 2,3 m i garagedfarten väster om centralbyggnaden och 0,7 m utanför garagedfarten. Detta vattendjup innebär besvärande framkomlighet och riskerar att skada teknisk utrustning.

Resultatet i skyfallsutredningen bygger på en förenklad modell där ledningsnätet antas vara fullt och därför inte representeras i beräkningarna. För att åtgärda de problem som identifieras i utredningen behöver lågpunkterna antingen byggas bort eller tillfälligt skyddas mot vatten.

Utredningen konstateras att den djupintegrerade hastigheten (DV) inte överskrider  $0,3\text{m}^2/\text{s}$  inom befintligt reningsverk vilket innebär ingen eller ring påverkan på framkomlighet för fordon. Enligt utredningen innebär detta också att konsekvensen är ringa eller obefintlig för människor, förutsatt att området är utan barn, äldre och handikappade samt färre än 50 vuxna och en etablerad beredskapsplan finns vilket enligt utredningen bedöms representativt för Ryaverket.

Det är dock fler än 50 vuxna under arbetstid på Ryaverket samt att det pågår regelbundna studiebesök med bland annat skolklasser. Enligt Riskhänsyn vid hantering av översvämningssrisker innebär detta att det fortfarande är en konsekvensklass 1 enligt "Klassindelning för område där det vistas barn/äldre/handikappade och/eller ett flertal (> 50) vuxna människor som inte kan bedömas vara väl förberedda inför ett översvämningstillfälle". Skillnaden är att i stället för "Konsekvensen är obefintlig eller mycket liten." så är konsekvensen klassad "Liten/ringa sannolikhet för olycka, speciellt för små

barn (<25 kg) samt äldre och funktionsnedsatta”. Klassningarna baseras på rapporten Riskhänsyn vid hantering av översvämningsrisker (COWI, 2016) framtagen på uppdrag av SBK.

Norconsults utredning presenterar flera principiella förslag på översvämningsåtgärder och hur de kan tillämpas. Sammanslaget så behövs en blandning av permanenta och tillfälliga lösningar för att lösa befintlig skyfallssituation.

### **2.5.3 Befintlig skyfallssituation område 2a**

Tomten som ska bebyggas är idag en högpunkt inom området. Vatten som rör sig inom området vid ett skyfall uppstår inom området. Ingen tillrinning sker från omkringliggande områden till följd av höjdförhållandena.

Eftersom område 2a, Rya 2, i dagsläget består av naturmark så antas mestadels av vattnet infiltreras utifrån modellunderlaget. Detta innebär att knappt finns några beräknade flöden vid ett skyfall inom Rya 2 i modellen, Figur 17. Det finns några lokala sänkor och vatten blir ståendes inom området enligt modellunderlaget, Figur 19.

Underlaget i VA-banken (Göteborgs stad) och Scalgo Live ([www.scalgo.com](http://www.scalgo.com)) visar på att det står ca 1 000 m<sup>3</sup> vatten vid ett skyfall inom området idag. Största delen av vattenmängden samlas vid en urgröpning i den centrala delen av området där det tidigare stått oljecistern, se Figur 18 för bild från Scalgo och Figur 19 för bild från Gokart.



Figur 17. Beräknat ytvattenflöde vid ett klimatanpassat 100årsregn. Område 2, nya Rya. Foto: Gokart.



Figur 18. Vattenansamling vid ett skyfall, område 2a, nya Rya. Foto: Scalgo Live.



Figur 19. Beräknat vattendjup vid en översvämningssituation vid ett klimatanpassat 100årsregn. Område 2, nya Rya. Foto: Gokart.

#### 2.5.4 Befintlig skyfallssituation område 2c

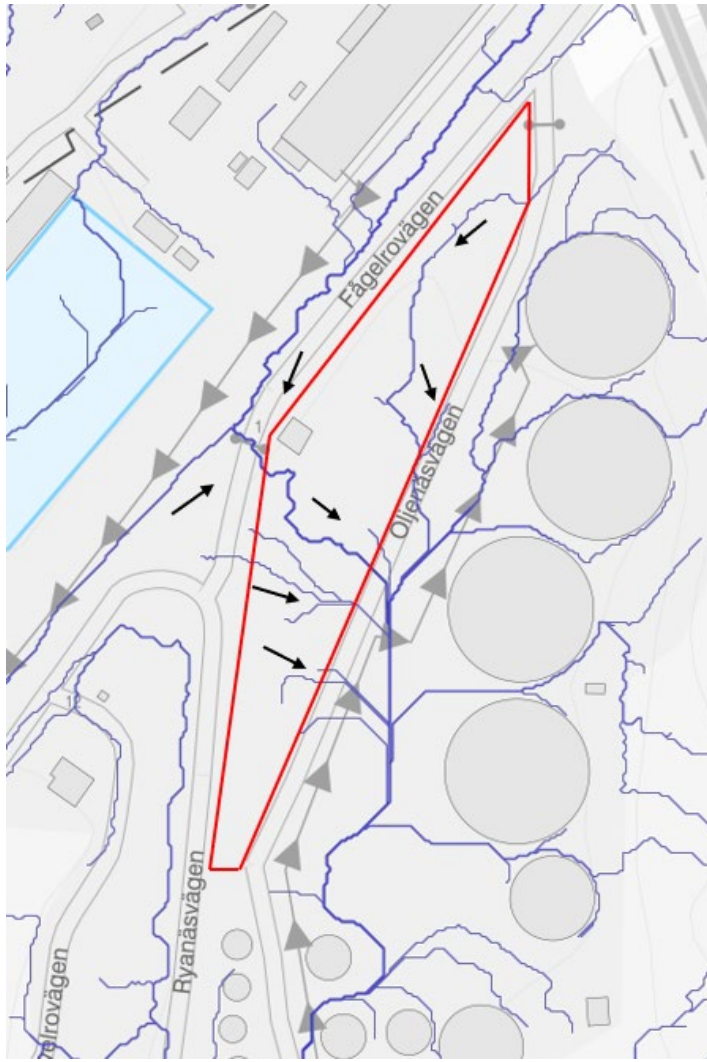
Inom område 2c, Banantomten, finns det i skyfallsmodellen mindre flöden, Figur 20. På Scalgo Live syns flödesvägar som går igenom området från väst och nordväst mot öst och sydöst, se Figur 21. Det blir inte några stora mängder vatten ståendes, enbart vid en mindre lokal lågpunkt enligt modellunderlaget. En del vatten samlas dock öster om området och framkomligheten på Oljenäsvägen kan vara begränsad vid ett skyfall. Förväntat vattendjup vid ett skyfall kan ses i Figur 22.

Enligt VA-banken (Göteborgs stad) och Scalgo Live så står det ca 350 m<sup>3</sup> vatten inom område 2c vid ett skyfall i dagsläget. Denna mängd vatten måste kunna hitta plats inom området även efter exploatering för att inte förvärpa situationen nedströms eller påvisas att det kan avledas utan att påverka

omkringliggande fastigheter.



Figur 20. Beräknat ytvattensflöde vid ett klimatanpassat 100årsregn. Område 3, banantomten.  
Foto: Gokart.



Figur 21. Yvattenflöde utifrån underlag i Scalgo Live. Blåstreck är vattenflöde och svarta pilar är riktning. Tjockare streck innebär större flöde. Foto: Scalgo Live

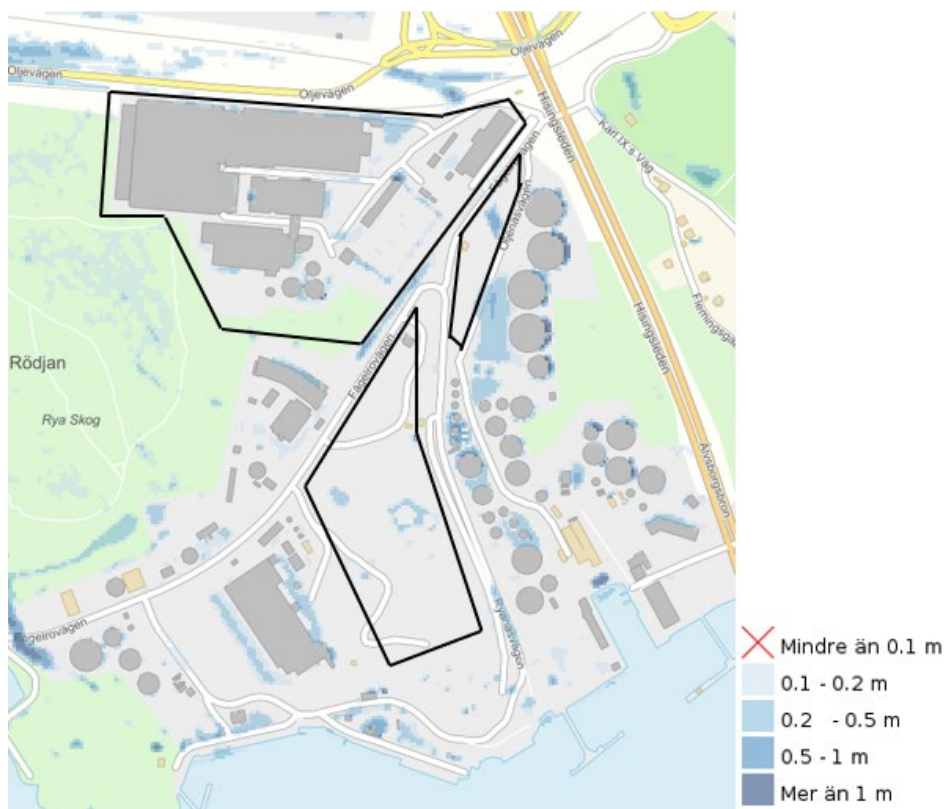


Figur 22. Beräknat vattendjup vid en översvämningssituation vid ett klimatanpassat 100årsregn. Område 3, banantomten. Foto: Gokart.

### 2.5.5 Framkomlighet till planområdet

Det finns ingen framkomlighetsproblematik till planområdet, se Figur 24.

Hela planområdet ligger inom samma delavrinningsområde.



Figur 23. Beräknat vattendjup vid en översvämningssituation vid ett klimatanpassat 100årsregn för hela området. Foto: Gokart.

## 2.5.6 Strukturplansåtgärder

Som ett led i klimatsäkringsarbetet har Göteborg stad tagit fram ett geografiskt planeringsunderlag, även kallade strukturplan för översvämningar. Metoden beskrivs i Strukturplan för hantering av översvämningssrisker - Metodbeskrivning (Göteborgs stad, 2021). Strukturplanen innehåller åtgärder som syftar till att fördröja och avleda det överskottsvatten som inte är avsett att hanteras av stadens dagvattensystem. Åtgärderna i strukturplanen är övergripande och ur ett avrinningsområdesperspektiv.

Det finns inga strukturplansåtgärder inom eller i närområdet till planområdet.

## 2.6 Högvatten

Utredningsområdet ligger nära recipienten och det finns risk för högvatten.

Ryaverkets utloppstunnel för renat avloppsvatten kan däckas upp när nivåerna i havet och Göta älv stiger. Delar av dagvattnet inom område 1 avledas till utloppstunneln vilket kan påverkas av högvatten.

Ett förslag är att anlägga en kulvert från område 2a till befintliga utloppstunneln. Alternativt att anlägga en ny utloppstunnel för renat avloppsvatten från område 2a till recipienten har diskuterats.

Om en ny ledning för avvattnings av dagvatten och skyfall dras direkt till recipienten kan denna riskera att dämvas upp vid högvatten. Höga vattennivåer kan därför också påverka område 2a beroende på hur avvattningen utformas.

Enligt TTÖP:en så blir marknivån + 3,8 m styrande som lägsta planeringsnivå för nya byggnader inom området.

# 3 Analys

## 3.1 Markanvändning

En uppskattning av områdenas markanvändning har gjorts. Resultatet är redovisat i tabellerna nedan. Den reducerade arean beräknades genom att multiplicera arean för varje delområde med avrinningskoefficienten för det delområdet.

Avrinningskoefficienten är ett uttryck för hur stor andel av nederbörden som avrinner efter förluster genom avdunstning, infiltration, absorption av växtlighet eller genom magasinering i markytans ojämlikheter med mera. Den reducerade arean är alltså ett uttryck för hur mycket avrinning som sker från olika marktyper där 1 är allt och 0 inget. Avrinningskoefficienten är alltid mindre än 1.

Gränsen mellan område 1 och 2b är diffus. En byggnad inom område 1 planeras att byggas ut men går över gränsen till område 2b. Denna ökning av hårdgjord yta har räknats in i område 2b. För att se den totala skillnaden för område 1 och tillkommande område 2b se avsnitt 3.1.5.

### 3.1.1 Område 1

Före utbyggnad antas område 1, befintligt reningsverk, till största del bestå av industriområde. Efter exploatering fortsätter områdets markanvändning motsvara ett industriområde.

Tabell 4. Markanvändning före och efter exploatering för område 1 samt beräkning av reducerad area. Ytan uttrycks i m<sup>2</sup>.

Markanvändning	φ	Area före	Reducerad area före	Area efter	Reducerad area efter
Tak	0,9	11 750	10 575	11 750	10 575
Asfalt	0,8	35 300	28 240	35 300	28 240
Växtbäddar	0,2	5 000	1 000	5 000	1 000
Bassäng	0	41 150	-	41 150	-
<b>Totalt</b>		93 200	39 815	93 200	39 815

### 3.1.2 Område 2a

Före utbyggnad antas område 2a, Rya 2, till största del bestå av naturmark. Efter exploatering bedöms områdets markanvändning motsvara industriområde. Planförslaget innebär en ökning av hårdgjorda ytor.

Det är idag oklart om bassängerna inom nya Rya ska ha tak över reningsbassängerna eller inte. Bassänger utan tak där regnvattnet blandas med

processvattnet kallas för öppna bassänger och med tak omnämns vidare i rapporten som stängda bassänger. I Tabell 5 visas resultatet för stängda bassänger och i Tabell 6 visas resultatet för öppna bassänger.

Tabell 5. Markanvändning före och efter exploatering för område 2a med stängda bassänger samt beräkning av reducerad area. Ytan uttrycks i m<sup>2</sup>.

Markanvändning	φ	Area före	Reducerad area före	Area efter	Reducerad area efter
Grus	0,4	6 800	2 720	-	-
Grönområde, berg	0,3	50 200	15 060	-	-
Tak	0,9	-	-	13 750	12 375
Bassäng, stängd	0,9	-	-	13 750	12 375
Asfalt	0,8	-	-	29 500	23 600
<b>Totalt</b>		57 000	17 780	57 000	48 350

Tabell 6. Markanvändning före och efter exploatering för område 2a med öppna bassänger samt beräkning av reducerad area. Ytan uttrycks i m<sup>2</sup>.

Markanvändning	φ	Area före	Reducerad area före	Area efter	Reducerad area efter
Grus	0,4	6 800	2 720	-	-
Grönområde, berg	0,3	50 200	15 060	-	-
Tak	0,9	-	-	13 750	12 375
Bassäng, öppen	0	-	-	13 750	0
Asfalt	0,8	-	-	29 500	23 600
<b>Totalt</b>		57 000	17 780	57 000	35 975

### 3.1.3 Område 2b

Före utbyggnad antas område 2b, tillkommande befintligt reningsverk, bestå av naturmark. Efter exploatering bedöms markanvändningen motsvara ett industriområde, så som område 1. Planförslaget innebär en ökning av hårdgjorda ytor.

Tabell 7. Markanvändning före och efter exploatering för område 2b samt beräkning av reducerad area. Ytan uttrycks i m<sup>2</sup>.

Markanvändning	φ	Area före	Reducerad area före	Area efter	Reducerad area efter
Tak	0,9	-	-	4 900	4 410
Asfalt	0,8	-	-	8 600	6 880
Grönområde, berg	0,3	13 500	4 050	-	-
<b>Totalt</b>		13 500	4 050	13 500	11 290

### 3.1.4 Område 2c

Före utbyggnad antas område 2c, banantomten, till största del bestå av parkering och grönområde. Efter exploatering bedöms områdets markanvändning motsvara ett industriområde. Planförslaget innebär en ökning av hårdgjorda ytor.

Tabell 8. Markanvändning före och efter exploatering för område 2c samt beräkning av reducerad area. Ytan uttrycks i m<sup>2</sup>.

Markanvändning	φ	Area före	Reducerad area före	Area efter	Reducerad area efter
Tak	0,9	80	72	3 700	3 330
Asfalt	0,8	3 650	2 920	4 680	3 744
Grönområde	0,1	4 650	465	-	-
<b>Totalt</b>		8 380	3 457	8 380	7 074

### 3.1.5 Område 1 och 2b

Före utbyggnad antas område 1 och 2b, befintligt reningsverk och tillkommande, till största del bestå av industriområde. Efter exploatering bedöms 1 område markanvändning motsvara industriområde så som tidigare. Område 2b går från naturmark till industriområde. Planförslaget innebär en ökning av hårdgjorda ytor.

Tabell 9. Markanvändning före och efter exploatering för område 1 och 2b samt beräkning av reducerad area. Ytan uttrycks i m<sup>2</sup>.

Markanvändning	φ	Area före	Reducerad area före	Area efter	Reducerad area efter
Tak	0,9	11 750	10 575	19 250	48 330
Asfalt	0,8	35 300	28 240	41 300	33 040
Växtbäddar	0,2	5 000	1 000	5 000	1 000
Grönområde, berg	0,3	13 500	4 050	-	-
Bassäng	0	41 150	-	41 150	0
<b>Totalt</b>		106 700	43 865	106 700	51 365

### 3.1.6 Område 2a, 2b och 2c

Sammanställning av alla tillkommande delar av reningsverket, det vill säga område 2a, 2b och 2c. För mer information av marktyper före och efter exploatering se tidigare avsnitt.

I Tabell 10 redovisas ändringen av hårdgjord yta med stängda bassänger i område 2a. I Tabell 11 redovisas ändringen av hårdgjord yta med öppna bassänger i område 2a.

Tabell 10. Markanvändning före och efter exploatering för område 2a, 2b och 2c med stängda bassänger i område 2a, samt beräkning av reducerad area. Ytan uttrycks i m<sup>2</sup>.

Markanvändning	φ	Area före	Reducerad area före	Area efter	Reducerad area efter
Tak	0,9	80	72	22 350	20 115
Asfalt	0,8	3 650	2 920	42 780	34 225
Grus	0,4	6 800	2 720	-	-
Grönområde, berg	0,3	63 700	19 110	-	-
Grönområde	0,1	4 650	465	-	-
Bassäng, stängd	0,9	-	-	13 750	12 375
Bassäng, öppen	0	0	0	0	0
<b>Totalt</b>		78 880	25 287	78 880	66 715

Tabell 11. Markanvändning före och efter exploatering för område 2a, 2b och 2c med öppna bassänger i område 2a, samt beräkning av reducerad area. Ytan uttrycks i m<sup>2</sup>.

Markanvändning	φ	Area före	Reducerad area före	Area efter	Reducerad area efter
Tak	0,9	80	72	22 350	20 115
Asfalt	0,8	3 650	2 920	42 780	34 225
Grus	0,4	6 800	2 720	-	-
Grönområde, berg	0,3	63 700	19 110	-	-
Grönområde	0,1	4 650	465	-	-
Bassäng, stängd	0,9	-	-	-	-
Bassäng, öppen	0	0	0	13 750	0
<b>Totalt</b>		78 880	25 287	78 880	54 340

### 3.1.7 Område 1, 2a, 2b och 2c

Sammanställning av samtliga områden inom utredningsområdet. För mer detaljerad information av marktyper förre och efter exploatering se tidigare avsnitt.

I Tabell 12 redovisas ändringen av hårdgjord yta med stängda bassänger i område 2a. I Tabell 13 redovisas ändringen av hårdgjord yta med öppna bassänger i område 2a.

Tabell 12. Markanvändning före och efter exploatering för samtliga områden med stängda bassänger i område 2a, samt beräkning av reducerad area. Ytan uttrycks i m<sup>2</sup>.

Markanvändning	φ	Area före	Reducerad area före	Area efter	Reducerad area efter
Tak	0,9	11 830	10 647	34 100	30 690
Asfalt	0,8	38 950	31 160	78 080	62 465
Grus	0,4	6 800	2 720	-	-
Grönområde, berg	0,3	63 700	19 110	-	-
Växtbäddar	0,2	5 000	1 000	5 000	1 000
Grönområde	0,1	4 650	465	-	-
Bassäng, stängd	0,9	-	-	13 750	12 375
Bassäng, öppen	0	41 150	0	41 150	0
<b>Totalt</b>		172 080	65 102	172 080	106 530

Tabell 13. Markanvändning före och efter exploatering för samtliga områden med öppna bassänger i område 2a, samt beräkning av reducerad area. Ytan uttrycks i m<sup>2</sup>.

Markanvändning	φ	Area före	Reducerad area före	Area efter	Reducerad area efter
Tak	0,9	11 830	10 647	34 100	30 690
Asfalt	0,8	38 950	31 160	78 080	62 465
Grus	0,4	6 800	2 720	-	-
Grönområde, berg	0,3	63 700	19 110	-	-
Växtbäddar	0,2	5 000	1 000	5 000	1 000
Grönområde	0,1	4 650	465	-	-
Bassäng stängd	0,9	-	-	-	-
Bassäng öppen	0	41 150	0	54 900	0
<b>Totalt</b>		172 080	65 102	172 080	94 155

## 3.2 Fördröjningsbehov dagvatten

Göteborgs stad ställer krav på att dagvatten inom kvartersmark ska fördröjas motsvarande 10 mm dagvatten per kvadratmeter reducerad yta. Den reducerade ytan motsvarar ungefär hårdgjorda ytor inom planområdet och är den yta som bidrar till att generera dagvatten vid en regnhändelse. Kravet gäller för den delen av fastigheten som genomgår en större förändring av markanvändning och/eller om markarbeten ska göras. Kravet gäller inte för direkt avledning till Göta älv eller havet.

Eftersom det inte finns något kommunalt ledningsnät att avvattna till inom utredningsområdet och dagvattnet avleds direkt till havet gäller inte stadens krav på 10 mm fördröjning per reducerad yta. GRYAAB kan ändå välja att fördröja

sitt dagvatten för att minska dimensioneringen på sina egna ledningar. Nedan presenteras fördröjningsvolym ifall Gryaab väljer att fördröja sitt dagvatten utifrån stadens krav.

Markanvändningen som används för fördröjningskalkylerna är hämtade ifrån avsnitt 3.1.

### 3.2.1 Fördröjning på kvartersmark

För beräkna volymen av 10 mm fördröjning per kvadratmeter reducerad area på kvartersmark används ekvationen nedan.

$$\text{Fördröjningsvolym (m}^3\text{)} = \text{reducerad area (m}^2\text{)} * 0,01m$$

### 3.2.2 Område 1

Det sker ingen förändring inom område 1, men det tillkommer område 2b. Om man ändå väljer att genomföra 10 mm fördröjning per reduceras area behöver ca 400 m<sup>3</sup> dagvatten fördröjas inom område 1. För en redovisning av sammanslaget fördröjningsbehov se avsnitt 3.2.6. Markanvändning hämtad ifrån Tabell 4.

### 3.2.3 Område 2a

För område 2a, Rya 2, behövs ca 485 m<sup>3</sup> dagvatten fördröjas om det är stängda bassänger och ca 360 m<sup>3</sup> dagvatten om det är öppna bassänger. Markanvändning hämtad ifrån Tabell 5 och Tabell 6.

### 3.2.4 Område 2b

För område 2b behöver ca 115 m<sup>3</sup> dagvatten fördröjas. Område 2b är tillkommande till område 1. För en redovisning av sammanslaget fördröjningsbehov se avsnitt 3.2.6. Markanvändning hämtad ifrån Tabell 7.

### 3.2.5 Område 2c

För område 2c, banantomten, behövs ca 70 m<sup>3</sup> dagvatten fördröjas. Markanvändning hämtad ifrån Tabell 8.

### 3.2.6 Område 1 + 2b

För område 1 och 2b, gamla Rya, behövs ca 515 m<sup>3</sup> dagvatten fördröjas. Detta är räknat på hela fastigheten och denna siffra kan vara något missvisande då det bara är en relativt liten del som tillkommer efter utbyggnaden.

För att sätta siffran i relation behövs ca 400 m<sup>3</sup> dagvatten fördröjas i dagsläge utifrån samma ekvation. Utbyggnaden kan således motivera en fördröjningsåtgärd om ca 115 m<sup>3</sup> dagvatten, alltså tillkommande fördröjningsbehov för område 2b. Markanvändning hämtad ifrån Tabell 9.

### 3.3 Dimensionerande flöde - dagvatten

För beräkning av befintligt dagvattenflöde har återkomsttiden 30 år valts, enligt P110. Dimensionerande regnvaraktighet är 10 min. Dimensionerande regnintensitet för beräkning av flöden med rationella metoden blir därmed 328 l/s · ha.

Ett regn med 30 års återkomsttid har valts då det är branschstandard att dimensionera tätbyggda områden för den vattenmängden för att klara trycklinje i marknivå. 10 minuters varaktighet är valt då detta är representativt för rinnsträckan inom de olika områdena, med andra ord ungefär hur lång tid det tar för vattnet att färdas som längst inom ett område.

Det dimensionerande flödet beräknades enligt ekvation 2 nedan. Före exploatering används en klimatkfaktor på 1 och efter exploatering 1,25 (enligt P110) för att kompensera för förhöjda regnintensiteter på grund av klimatförändringar. Den reducerade arean framgår i kapitel 3.1.

$$Q_{dim} \left[ \frac{l}{s} \right] = \text{regnintensitet} \left[ \frac{l}{s \cdot ha} \right] \cdot \text{reducerad area} [ha] \cdot \text{klimatkfaktor}$$

Tabell 14. Dimensionerande flöden för dagvatten uttryckt i l/s.

Område	1	2a, stängda bassänger	2a, öppna bassänger	2b	2c	1+2b	2a stängda, 2b och 2c	2a öppna, 2b och 2c	Totalt, stängda bassänger	Totalt, öppna bassänger
l/s Före exploatering	1 305	580	580	135	115	1 440	830	830	2 135	2 135
l/s Efter exploatering	1 305	1 590	1 180	370	230	1 675	2 190	1 780	3 495	3 085
l/s Efter exploatering + klimatkfaktor	1 630	1 985	1 475	465	290	2 105	2 740	2 230	4 370	3 860

#### 3.3.1 Område 1

Dimensionerande flöde för område 1, gamla Rya, redovisas i Tabell 12. Det befintliga flödet är ca 1 305 l/s före exploatering och ändras inte efter exploatering men med klimatkfaktorn är det dimensionerade flödet ca 1 630 l/s. Klimatkfaktorn innebär en ökning på ca 325 l/s.

#### 3.3.2 Område 2a

Det dimensionerande flöde för område 2a, Rya 2, med öppna och stängda bassänger, redovisas i Tabell 12. Det befintliga flödet är ca 580 l/s före exploatering.

Med stängda bassänger ökar det dimensionerande flödet till ca 1 985 l/s efter exploatering med klimatkfaktorn vilket är en ökning på ca 1 405 l/s. Klimatkfaktorn står för ca 395 l/s av ökningen.

Med öppna bassänger ökar det dimensionerande flödet ca 1 475 l/s efter exploatering med klimatfaktor vilket är en ökning på ca 895 l/s. Klimatfaktorn står för ca 295 l/s av ökningen.

### 3.3.3 Område 2b

Dimensionerande flöde för område 2b, tillkommande gamla Rya, redovisas i Tabell 12. Det befintliga flödet är ca 135 l/s före exploatering och ökar till ca 465 l/s efter exploatering med klimatfaktor vilket är en ökning på ca 330 l/s. Klimatfaktorn står för ca 95 l/s av ökningen.

### 3.3.4 Område 2c

Det dimensionerande flödet för område 2c, Banantomten, redovisas i Tabell 12. Det befintliga flödet är ca 115 l/s före exploatering och ökar till ca 290 l/s efter exploatering med klimatfaktor vilket är en ökning på ca 175 l/s. Klimatfaktorn står för ca 60 l/s av ökningen.

Eftersom område 2c avvattnas till en privat ledning som inte ägs av Gryaab kan det vara nödvändigt att anlägga magasin med strypt utlopp för att inte försämra kapaciteten i ledningen.

För att beräkna den specifika magasinvolymen används P110 och följande ekvation:

$$V = 0,06 \cdot \left[ i_{regn} \cdot t_{regn} - K \cdot t_{regn} - K \cdot t_{rinn} + \frac{K^2 \cdot t_{rinn}}{i_{regn}} \right]$$

För att inte öka flödet i ledningen vid ett 30årsregn bör utflödet från magasin vara 120 l/s vilket kan hanteras i ett 400 mm utlopp. Magasinet bör kunna ta 70 m<sup>3</sup> enligt ekvationen ovan för att inte förvärpa.

Kretslopp och vatten har ej underlag för kapaciteten i den privata ledningen och det osäkert om dagvattnet även i framtiden kan ledas till den. Gryaab ansvarar själva för att kontakta ledningsägaren för att stämma av vilka framtida lösningar och flöden som är acceptabla.

### 3.3.5 Område 1 och 2b

Dimensionerande flöde för område 1 och 2b redovisas i Tabell 12. Det befintliga flödet är ca 1 440 l/s före exploatering och ökar till ca 2 105 l/s efter exploatering med klimatfaktorn vilket är en ökning på ca 665 l/s. Klimatfaktorn står för ca 420 l/s av ökningen.

### 3.3.6 Område 2a, 2b och 2c

Det dimensionerande flödet för samtliga nytillkomna områden redovisas i Tabell 12. Det befintliga flödet är ca 830 l/s före exploatering och ökar, med stängda bassänger i område 2a, till ca 2 740 l/s efter exploatering med klimatfaktorn vilket är en ökning på ca 1 910 l/s. Klimatfaktorn står för ca 550 l/s av ökningen.

Med öppna bassänger i område 2a ökar flödet till ca 2 230 l/s efter exploatering med klimatfaktorn vilket är en ökning på ca 1 400 l/s. Klimatfaktorn står för ca 450 l/s av ökningen.

### 3.3.7 Område 1, 2a, 2b och 2c

Det dimensionerande flödet för samtliga områden redovisas i Tabell 12. Det befintliga flödet är ca 2 135 l/s före exploatering och ökar, med stängda bassänger i område 2a, till ca 4 370 l/s efter exploatering med klimatfaktorn vilket är en ökning på ca 2 235 l/s. Klimatfaktorn står för ca 875 l/s av ökningen.

Med öppna bassänger i område 2a ökar flödet till ca 3 860 l/s efter exploatering med klimatfaktorn vilket är en ökning på ca 1 725 l/s. Klimatfaktorn står för ca 775 l/s av ökningen.

## 3.4 Dimensionerande flöde - skyfall

För beräkning av befintligt skyfallsflöde har återkomsttiden 100 år valts, enligt P110. Dimensionerande regnvaraktighet är 10 min. Dimensionerande regnintensitet för beräkning av flöden med rationella metoden blir därmed 489 l/s · ha.

Ett regn med 100 års återkomsttid har valts då detta är representativt för ett skyfall. Regnintensiteten är dimensionerande för vilken dimension som behövs på rör, kulvert eller annan avledning för att hantera vattenmängden.

Det dimensionerande flödet beräknades enligt ekvation 2 nedan. Före exploatering används en klimatfaktor på 1 och efter exploatering 1,25 (enligt P110) för att kompensera för förhöjda regnintensiteter på grund av klimatförändringar. Den reducerade arean framgår i kapitel 3.1.

$$Q_{dim} \left[ \frac{l}{s} \right] = \text{regnintensitet} \left[ \frac{l}{s} \text{ ha} \right] \cdot \text{reducerad area} [\text{ha}] \cdot \text{klimatfaktor}$$

Tabell 15. Dimensionerande flöde vid skyfall uttryckt i l/s.

Område	1	2a, stängda bassänger	2a, öppna bassänger	2b	2c	1+2b	2a stängda, 2b och 2c	2a öppna, 2c och 2b	Totalt, stängda bassänger	Totalt, öppna bassänger
l/s Före exploatering	1 950	870	870	200	170	2 150	1 240	1 240	3 190	3 190
l/s Efter exploatering	1 950	2 365	1 760	550	345	2 500	3 260	2 655	5 210	4 605
l/s Efter exploatering + klimatfaktor	2 435	2 955	2 200	690	435	3 125	4 080	3 325	6 515	5 760

### **3.4.1 Område 1**

Det dimensionerande flödet för område 1, gamla rya redovisas i Tabell 13. Det befintliga flödet är ca 1 950 l/s före exploatering och ändras inte efter exploatering men med klimatfaktorn är det dimensionerade flödet ca 2 435 l/s. Klimatfaktorn innebär en ökning på ca 485 l/s.

### **3.4.2 Område 2a**

Dimensionerande flöde för område 2a, Rya 2, med öppna och stängda bassänger redovisas i Tabell 13. Det befintliga flödet är ca 870 l/s före exploatering

Med stängda bassänger ökar det dimensionerande flödet till ca 2 955 l/s efter exploatering med klimatfaktorn vilket är en ökning på ca 2 085 l/s. Klimatfaktorn står för ca 590 l/s av ökningen.

Med öppna bassänger är det dimensionerande flödet ca 2 200 l/s efter exploatering med klimatfaktor vilket är en ökning på ca 1 330 l/s. Klimatfaktorn står för ca 440 l/s av ökningen.

### **3.4.3 Område 2b**

Dimensionerande flöde för område 2b redovisas i Tabell 13. Det befintliga flödet är ca 200 l/s före exploatering och ökar till ca 690 l/s efter exploatering med klimatfaktor vilket är en ökning på ca 490 l/s. Klimatfaktorn står för ca 140 l/s av ökningen.

### **3.4.4 Område 2c**

Det dimensionerande flödet för område 2c, banantomten, redovisas i Tabell 13. Det befintliga flödet är ca 170 l/s före exploatering och ökar till ca 435 l/s efter exploatering med klimatfaktor vilket är en ökning på ca 265 l/s. Klimatfaktorn står för ca 90 l/s av ökningen.

### **3.4.5 Område 1 och 2b**

Dimensionerande flöde för område 1 och 2b redovisas i Tabell 13. Det befintliga flödet är ca 2 150 l/s före exploatering och ökar till ca 3 125 l/s efter exploatering med klimatfaktorn vilket är en ökning på ca 975 l/s. Klimatfaktorn står för ca 625 l/s av ökningen.

### **3.4.6 Område 2a, 2b och 2c**

Dimensionerande flöde för samtliga områden redovisas i Tabell 13. Det befintliga flödet är ca 1 240 l/s före exploatering och ökar, med stängda bassänger i område 2a, till ca 4 080 l/s efter exploatering med klimatfaktorn vilket är en ökning på ca 2 840 l/s. Klimatfaktorn står för ca 820 l/s av ökningen.

Med öppna bassänger i område 2a ökar flödet till ca 3 325 l/s efter exploatering med klimatfaktorn vilket är en ökning på ca 2 085 l/s. Klimatfaktorn står för ca 670 l/s av ökningen.

### 3.4.7 Område 1, 2a, 2b och 2c

Dimensionerande flöde för samtliga områden redovisas i Tabell 13. Det befintliga flödet är ca 3 190 l/s före exploatering och ökar, med stängda bassänger i område 2a, till ca 6 515 l/s efter exploatering med klimatfaktorn vilket är en ökning på ca 3 325 l/s. Klimatfaktorn står för ca 1 315 l/s av ökningen.

Med öppna bassänger i område 2a ökar flödet till ca 5 760 l/s efter exploatering med klimatfaktorn vilket är en ökning på ca 2 570 l/s. Klimatfaktorn står för ca 1 155 l/s av ökningen.

## 3.5 Skyfallsanalys

Skyfallsanalysen utgår ifrån att detaljplanen ska uppfylla kraven i Översiktsplan för Göteborg – Tematiskt tillägg för översvämningsrisker (TTÖP) (Göteborgs Stad, Stadsbyggnadskontoret, 2019). Detta beskrivs kort i avsnitt 1,1 och avsnitt 2.5.1.

Eftersom det är oklart hur marknivåerna kommer ändras och byggnadernas utformningar och placeringar så ges här inga förslag till minsta färdiga golvnivåer.

### 3.5.1 Risker

Baserat på punkterna i Kapitel 1,1 har följande risker identifierats:

Tabell 16 Risker kopplat till TTÖP:en efter exploatering och hur de kan lösas.

	Risk	Krävs en åtgärd?
Riskeras ny bebyggelse att skadas vid skyfall?	Ja	Ja, skyfallsanpassad färdig golvnivå behövs
Finns vägar inom planen som riskeras att inte vara framkomliga?	Ja*	Ja**, tillgänglighet till entréer behöver säkerställas
Finns vägar till och från planområdet som riskeras att inte vara framkomliga?	Nej	Nej
Finns risk att översvämningssituationen inom eller utanför planen försämrats?	Ja	Ja***,
Beaktar planen strukturplanen?	-	-
Beaktar planen vattenkvalitet i samband med skyfall?	Ja	Ja

\* Inom Rya 2a, Nya Rya, finns det risk att vägar inom området inte blir framkomliga om inte dimensioneringen av avledningssystem från området är tillräcklig.

\*\* Höjdsättningen och placeringen av vägar och byggnader och deras entréer behöver ses över vid senare skede för att säkra att inte vatten ackumuleras vid platser som begränsa

tillgängligheten inom området.

\*\*\* Inom Rya 2a, Nya Rya, behöver avledningssystem ha kapacitet för att leda bort ett skyfall, detta innebär ökade flöden ut från planområdet som potentiellt kan försämra skyfallssituationen där. .

### 3.5.2 Område 1 och 2b

För område 1, Gamla Rya, har Norconsults utredning (Norconsult, Risker och Beredskap vid ett 100-årsregn, 2021) används samt kartunderlag från Gokart och Scalgo för att skapa en bild av befintlig situation. Vid utbyggnad planeras en del av marken i naturområdet söder om reningsverket att sprängas ner från ca + 22 m till samma marknivå som befintliga byggnader i området är på, + 9,5 m, då nya byggnader ska anläggas här (område 2b). Vidare utreds möjligheten att avleda vatten från område 2a, nya Rya, till gamla Rya.

I Norconsults utredning konstateras att delar av Ryaverket blir översvämmat vid ett skyfall och förslag ges på hur det kan hanteras med tillfälliga skydd så som tillfälliga barriärer och en skyfallsplan. Vid ett skyfall antas alltid ledningsnät och eventuella magasin fyllas och vatten står på marken och så är även fallet för Ryaverket enligt utredningen.

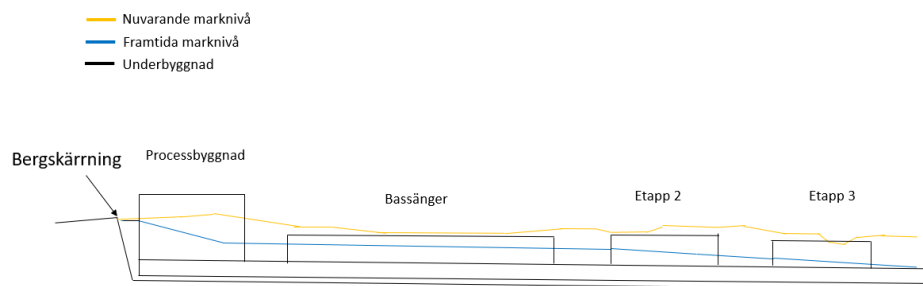
Om vattnet vid ett skyfall leds från nya Rya till befintligt ledningsnätet på Gamla Rya så innebär det att delar av ledningsnätet kommer gå fullt snabbare. Detta innebär snabbare ytliga flöden och större vattendjup på kortare tid vilket kan påverka tidsfönstret för eventuella skyddsåtgärder. Det innebär också att det kommer ta längre tid innan ledningsnätet töms vilket gör att vattnet kommer bli ståendes längre inom det befintliga reningsverket.

Det är viktigt att när markarbete utförs att inte öka antalet lågpunkter. Det är även viktigt att marken runt byggnader får en robust höjdsättning där marken lutar bort från byggnaderna så vatten inte blir ståendes mot byggnaderna och riskerar att orsaka skada. Om höjdförhållandena inte tas i beaktning kan byggnader och tekniska funktioner skadas samt att framkomligheten kan försvåras.

Det tillkommer en högre andel hårdgjord yta efter utbyggnaden av befintligt reningsverk vilket innebär att flödena vid ett skyfall antas öka. Åtgärder som presenterats i Norconsults utredning kan komma att behöva revideras utifrån de tillkommande flödena och effekten detta har på Ryaverket. Exempelvis kommer även detta bidra med mer vatten samt ett snabbare händelseförlopp till följd av den ökade mängden hårdgjord yta. Detta innebär ett kortare tidsfönster att implementera skyfallsskydd.

### 3.5.3 Område 2a

Område 2a, Rya 2, planeras att sprängas ner i befintligt berg, se Figur 24. Eftersom detta skapar ett område med en 'skålform' planeras avledning av vatten vid ett skyfall ske antingen via kulvert eller rör och inte ytligt ut från området.



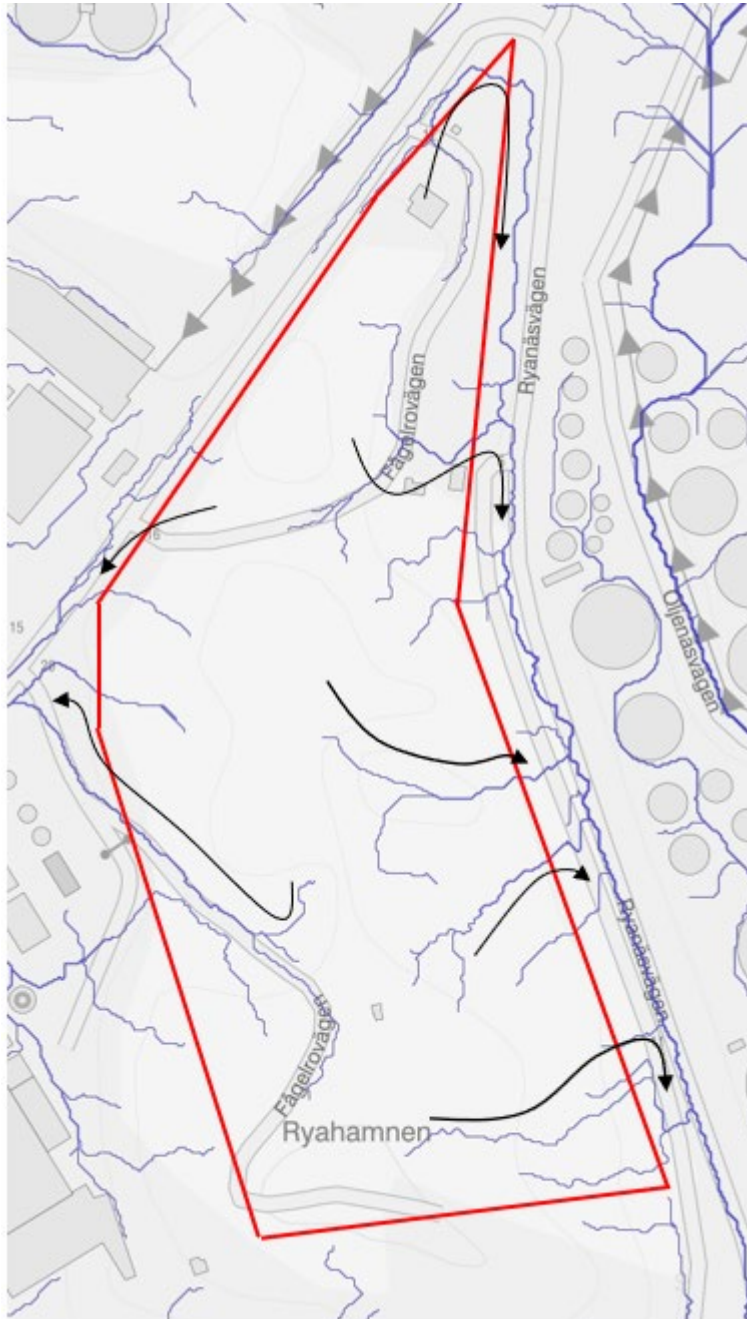
Figur 24, Sektionsskiss för område 2a, Rya 2. Baserad på skiss av lilje wall.

Utloppet från område 2a behöver dimensioneras för att hantera stora mängder vatten. När skyfallet har avletts från område 2a planeras det att antingen ledas ytligt längs Ryanäsvägen eller alternativt i ledning till recipienten eller till område 1.

Eventuellt så kommer nya ledningar för att hantera dagvatten läggas i Ryanäsvägen vilka kan dimensioneras för att även hantera ett skyfall. Detta för att inte försämrats framkomligheten på Ryanäsvägen.

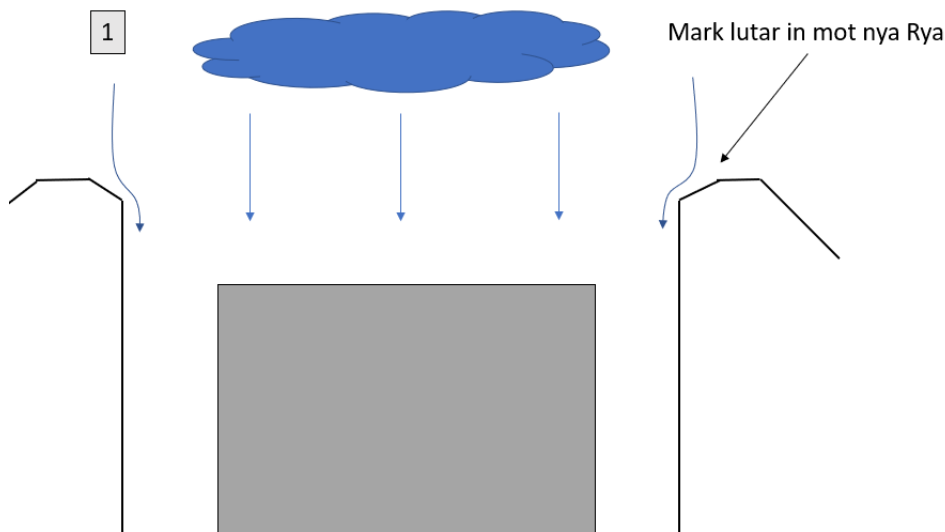
När byggnaders placering, fotavtryck samt höjdsättning är bestämt så behöver en avvägning göras mellan kapaciteten på kulvert eller ledning som ska föra bort vattnet från området och hur mycket vatten Rya 2 klarar av att ha ståendes utan att riskera skada byggnader eller framkomligheten. Tillkommande reningsverk planeras att bebyggas tätt och problem med platsbrist har lyfts i arbetsgruppen för detaljplansprojektet.

Enligt underlag i Scalgo Live så flödar i dagsläget vatten ut från området där Rya 2 planeras. Alla flödena börjar inom området som ska sprängas ner vilket innebär att allt det vatten som idag flödar ut ur området kommer samlas inom området, se Figur 25, för att sedan förslagsvis avledas via rör, kulvert eller öppning mot Ryanäsvägen eller ledas till område 1.

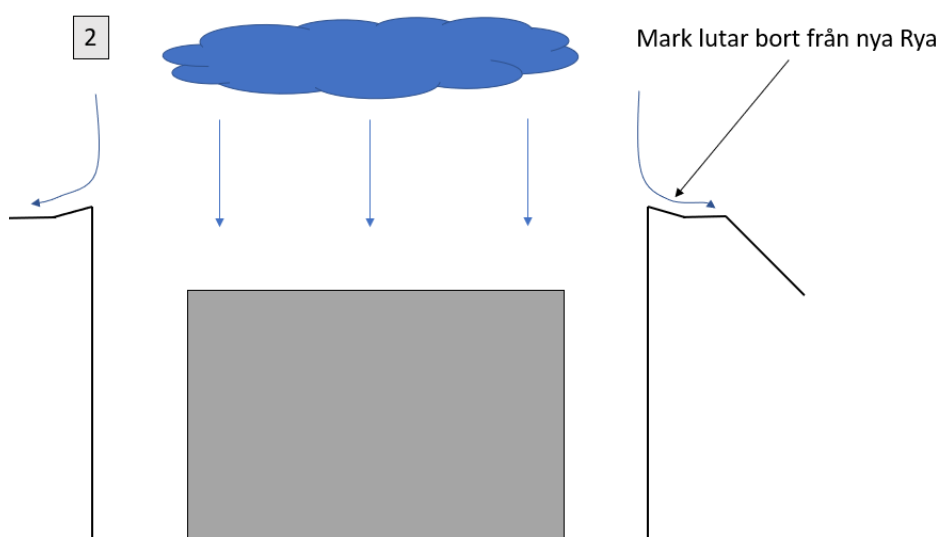


Figur 25, Rödmarkering är planområdesgräns. Svarta pilar är riktning för flödesvägar, Blå sträck är flödesvägar, Bild hämtad från Scalgo Live.

En viktig åtgärd för skyfall och dagvatten är att marken kring Rya 2 lutar bort från området, se Figur 26 och Figur 27, för att inte leda onödigt vatten in till reningsverket.



Figur 26, Illustration av hur marken inte bör anläggas runt nya rya,



Figur 27, Illustration av hur marken bör anläggas runt nya rya,

Möjligheterna att hantera ett skyfall inom Rya 2 genom att leda det till område 1, befintligt reningsverk, har diskuterats. I så fall är skyfallshanteringen beroende av kapacitet i systemet nedströms i område 1, vilket redan i dagsläget är begränsad, samt det befintliga områdets höjdsättning, byggnadernas golvnivåer och framkomligheten på vägarna inom området.

I ett 'värsta scenario' med hårdgjord yta, det vill säga 'stängda bassänger' utifrån det underlag som har presenteras samt klimatfaktor förväntas det dimensionerande flödet vara ca 3 000 l/s vid ett skyfall. Om det i stället är 'öppna bassänger' blir det dimensionerade flödet ca 2 200 l/s. Om dagvattensystemet är dimensionerat för att hantera ett 30årsregn innebär det att nätet är dimensionerat för att hantera 2 000 l/s om det blir s k stängda bassänger och 1 500 l/s om det är s k öppna bassänger.

I Tabell 24 ses exempel på storleksordning på rördimensioner för att avleda de olika regnen. Rördimensionen är uträknad med hjälp av Colebrooks diagram utifrån de presenterade flödena och 1 promille lutning.

Tabell 17. Flöde vid olika regn beroende på mängden hårdgjord yta och dimension på rör för att hantera flödet.

Scenario	Flöde	Rör
Stängda bassänger – skyfall	3 000 l/s	1 800 mm
Stängda bassänger – 30årsregn	2 000 l/s	1 600 mm
Öppna bassänger – skyfall	2 200 l/s	1 600 mm
Öppna bassänger – 30årsregn	1 500 l/s	1 400 mm

För att hantera ett skyfall med stängda så väl som med öppna bassänger så behövs det bara en 'standarddimension' större i rörstorlek än för att hantera ett 30årsregn.

Som det ser ut idag så rör sig vattnet åt alla väderstreck vid ett skyfall, men när marken exploateras och allt vatten samlas inom det nedsänkta området och avleds via ett utlopp så kommer det bli en större och mer koncentrerad mängd vatten där utloppet mynnar ut. Det är också möjligt att anlägga flera utlopp och leda olika delar av ett skyfall inom Rya 2 till olika utlopp. I så fall behöver dimensioneringen av utloppen ses över i detaljprojekteringen när exakta höjder är bestämda och det går att räkna på hur mycket vatten som leds från delområdena inom Rya 2.

### 3.5.4 Område 2c

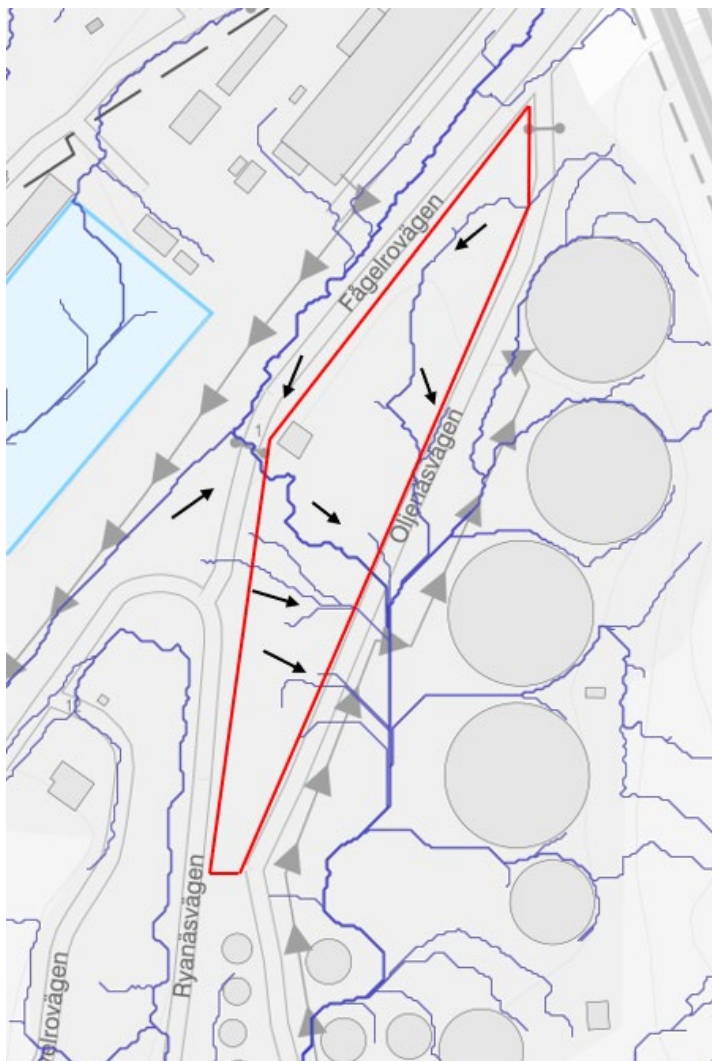
Område 2c, Banantomten, som idag består av grusparkering, gräs och naturmark, planeras att bli helt hårdgjort och exploateringen kommer medföra ändringar i höjdsättningen. Så som lyfts i avsnitt 2.5.4 så är områdets norra del i dagsläget lägre än omkringliggande vägar, Fågelrovägen och Oljenäsvägen, och det passerar vatten vid ett skyfall igenom området, se Figur 28. Vatten samlas enligt såväl Scalgo som kartunderlaget på [www.vattenigoteborg.se](http://www.vattenigoteborg.se) öst/sydöst om området.

När området asfalteras och bebyggs vid exploatering är det viktigt att inte ändra höjdförhållandena eller blockera vattnets rinnväg på ett sådant sätt som förvärrar situationen nedström planområdet. Detta görs enklast genom att inte placera byggnader i rinnvägar och att bibehålla nuvarande höjdsättning. Marken inom fastigheten sluttar mot syd/sydväst i dagsläget medan marken på andra sida Oljenäsvägen, öster om fastigheten, sluttar nord/nordväst vilket innebär en lågpunkt öster om Banantomten.

Vid exploatering är det därför viktigt att placeras byggnader och höjdsätta marken utifrån rådande förhållanden eller kompensera för ändringar som görs. Detta kan till exempel göras genom att utgå ifrån lutningen i nuvarande situation och bibehålla åt vilket håll marken lutar inom området, även om man minskar lutningsgraden för att tillgodose behoven för anläggning av nya byggnader. Om byggnader placeras i rinnväg är det viktigt att vattnet kan kringgå byggnaderna på ett sätt som inte förvärrar situationen för andra fastigheter och att inte vatten riskerar att bli stående mot nya byggnader på ett

sätt och med en nivå som eventuellt kan skada byggnader eller försvåra framkomlighet.

Enligt modellunderlaget så flödar mestadels av vattnet över planområdet och samlas på Oljenäsvägen precis öster om området för att sedan leta sig vidare söderut till recipient. Om vattenvägen stängs till följd av ändringar i höjdförhållanden eller om byggnader placeras i dessa rinnvägar så riskerar vattnet att i stället tryckas åt sidan och komma till Ryanäsvägen/Fågelrovägen vilket skulle försvåra framkomligheten in hamnen.



Figur 28. Vattenvägar genom planområdet utifrån rådande höjder. Blåstreck är vattenflöde och svarta pilar är riktning. Tjockare streck innebär större flöde. Foto: Scalgo Live

### 3.6 Dagvattenkvalitet

Dagvattenkvaliteten är viktigt att beakta vid exploatering så att recipienten inte påverkas. I detta fall är det dock nödvändigt att ställa dagvattenreningen i relation till reningsverkens totala effekt på miljön då åtgärderna konkurrerar om samma, begränsade, ytor.

### 3.6.1 Föroreningsberäkning

Föroreningsberäkningar för vilka halter och mängder som kan antas finnas i dagvattnet har gjorts i programmet StormTac. Beräkningar i StormTac bör ses mer som ett underlag för diskussion än exakta värden. StormTac utgår ifrån uppmätta halter från olika typer av markanvändning samt reningseffekter för olika typer av reningslösningar. Det även finns felmarginaler i respektive föroreningsämne. Trots att programmet innehåller osäkerheter är det bästa som finns på marknaden idag. Användningen av schablonhalter för beräkning av dagvattnets föroreningstransport i form av årliga medelhalter är en vedertagen metod.

De marktyper som bäst anses representera verkligheten har valts för de olika delområdena. Resultatet för de olika delområdena presenteras nedanför. Exploateringen innebär att dagvattnet för med sig ökade föroreningshalter och mängder vilket betyder att alternativ för rening av dagvattnet har studerats. I kapitlet nedan ger exempel på olika typer av reningsanläggningar som skulle kunna användas. I avsnitt 3.6.7 jämförs reningseffekten utifrån föreslagna lösningar för dagvattenrening med reningseffekten som uppnås i Rya 2 per m<sup>2</sup> uttryckt i g/år och kg/år.

Lösningalternativ med rening i flera steg har utretts och presenteras under alternativa lösningar i kapitel 4.4.

### 3.6.2 Område 1

Eftersom ingen ändring sker inom område 1 så har inga föroreningsberäkningar gjorts för området då de tillkommande delarna hanteras som område 2b i avsnitt 3.5.4. Gryaab mäter de totala halterna som släpps ut via sin utloppstunnel för renat avloppsvatten för de delar av dagvattensystemet som leds till utloppstunneln.

### 3.6.3 Område 2a

För område 2a, Rya 2, har bränslelager och skogsmark valts som marktyper förre exploatering. Det stod tidigare bränslecisterner inom området och det finns synliga spår av dessa. Ungefärligt markomfång för cisternerna och vägarna som används för att köra bränslet till och från cisternerna har uppskattats och representeras av marktypen bränslelager. Övrig mark anges som skogsmark då det är oexploaterad mark.

Tabell 20 visar att halterna ökar efter exploatering och att rening behövs för att uppnå riktvärdena i dagvattnet. I tabellen redovisas en ytlig lösning, regnbädd, och en underjordisk lösning, sedimentationsmagasin.

Om en 1 700 m<sup>2</sup> stor regnbädd anläggs, som motsvarar ca 3 % av områdets totala yta, så uppnås alla Göteborgs stads riktvärden utom för fosfor. Mängderna ökar för koppar, kadmium, krom, kvicksilver, olja och suspenderat material efter rening i förslagen regnbädd.

Om ett underjordiskt sedimentationsmagasin som är 780 m<sup>2</sup> stort, vilket är ca 1,35 % av områdets totala yta, och med en permanent vattennivå på 1,1 m anläggs uppnås alla riktvärden förutom för kväve och zink. Mängderna ökar för kväve, koppar, zink, kadmium, krom, nickel, kvicksilver och suspenderat material efter rening i förslaget sedimentationsmagasin.

Tabell 18. Föroreningshalter  $\mu/l$  efter rening för område 2a, Nya Rya. Halter som ökar i dagvattnet jämfört med förra exploatering är gråmarkerade och halter som överstiger riktvärdet är fetstilta.

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	Olja	As	SS
Förre exploatering	97	1100	7,4	6,8	22	0,080	2,0	3,5	0,010	370	2,0	15 000
Efter exploatering	<b>240</b>	<b>1600</b>	16	<b>26</b>	<b>160</b>	0,78	7,0	10	0,060	1200	3,1	60 000
Efter exploatering - regnbädd	<b>67</b>	690	1,7	5,8	15	0,085	2,8	1,4	0,023	300	1,1	11 000
Efter exploatering - sedimentationsmagasin	43	<b>1300</b>	2,1	5,8	<b>39</b>	0,27	2,0	3,3	0,021	180	1,1	8 400
Riktvärden	50	1250	28	10	30	0,90	7,0	68	0,07	1 000	16	25 000

Tabell 19. Belastning kg/år efter rening för område 2a, Nya Rya. Mängder som ökar i dagvattnet jämfört med förra exploatering är gråmarkerade och fetstilta.

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	Olja	As	SS
Förre exploatering	2,2	25	0,17	0,15	0,50	0,0018	0,045	0,079	0,00023	8,4	0,045	330
Efter exploatering	<b>7,6</b>	<b>50</b>	<b>0,50</b>	<b>0,83</b>	<b>5,1</b>	<b>0,025</b>	<b>0,22</b>	<b>0,32</b>	<b>0,0019</b>	<b>37</b>	<b>0,097</b>	<b>1 900</b>
Efter exploatering - regnbädd	2,1	22	0,053	<b>0,18</b>	0,48	<b>0,0027</b>	<b>0,088</b>	0,044	<b>0,00073</b>	<b>9,5</b>	0,035	<b>340</b>
Efter exploatering - sedimentationsmagasin	1,4	<b>39</b>	0,066	<b>0,18</b>	<b>1,2</b>	<b>0,0086</b>	<b>0,064</b>	<b>0,10</b>	<b>0,00066</b>	7,4	0,036	<b>380</b>

Recipienten har förbättringsbehov för kväve och fosfor samt uppnår ej god status för kvicksilver. Kviksilver har undantag med mindre stränga krav då det anses tekniskt omöjligt att hantera problemet vars påverkanskälla anses vara atmosfärisk deposition. Statusen för koppar, kadmium, krom och nickel är god och ej klassad för zink, olja eller suspenderat material (VISS, 2023).

Ytterligare alternativ för att minska föroreningsmängderna i dagvattnet redovisas i kap 4.4.1 men eftersom MKN påverkas av de totala mängderna från både dagvatten och spillvattenrening så beskriver kap 3.6.7 miljönyttan utifrån ett helhetsperspektiv.

### 3.6.4 Område 2b

För område 2b, tillkommande befintligt reningsverk, har parkmark valts som marktyp förre exploatering då det är naturmark som nyttjas för rekreationssyfte.

Efter exploatering antas marken inom området bestå av industriområde. I stormtac har faktor 2,5 valts i stället för 5 för att reningsverket stämmer bättre in på ett mindre förorenat industriområde. Faktorerna representerar hur hårt belastat ett område är där en högre siffra representerar ett mer belastat område

så som mer eller mindre trafik samt typ av industriverksamhet (rekommendation i StormTacs användarguide).

Efter exploatering ökar halter och mängder och rening behövs för att uppnå riktvärdena. I tabellen redovisas en ytlig lösning, regnbädd, och en underjordisk lösning, sedimentationsmagasin.

Om en 400 m<sup>2</sup> stor regnbädd anläggning, som motsvarar ca 3% av områdets totala yta, så uppnås alla Göteborg stads riktvärden utom för krom och olja. Mängderna minskar för kväve och bly efter rening i förslagen regnbädd.

Om ett sedimentationsmagasin som är 110 m<sup>2</sup> stort, vilket motsvarar mindre än 1% av områdets totala yta, och med en permanent vattennivå på 1,1 m anläggs uppnås alla riktvärden utom för kväve, koppar, zink, kadmium, krom, kvicksilver och olja. Mängderna ökar för fosfor, kväve, koppar, zink, kadmium, krom, nickel, kvicksilver, olja, arsenik och suspenderat material efter rening i förslaget sedimentationsmagasin.

Tabell 20. Föroreningshalter  $\mu/l$  efter rening för område 2b, tillkommande befintligt reningsverk. Halter som ökar i dagvattnet jämfört med förra exploatering är gråmarkerade och halter som överstiger riktvärdet är fetstilta.

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	Olja	As	SS
Förra exploatering	81	1100	3,0	6,0	16	0,10	1,5	1,4	0,011	110	1,3	15 000
Efter exploatering	<b>230</b>	<b>1500</b>	11	<b>28</b>	<b>170</b>	0,81	<b>7,1</b>	9,7	0,050	1300	2,9	69 000
Efter exploatering - regnbädd	<b>56</b>	630	1,3	4,8	12	0,081	2,7	1,4	0,01	300	0,095	9 500
Efter exploatering - sedimentationsmagasin	50	<b>1300</b>	1,6	6,1	<b>40</b>	0,28	2,1	3,3	0,017	190	1,1	15 000
Riktvärden	50	1250	28	10	30	0,90	7,0	68	0,07	1 000	16	25 000

Tabell 21. Belastning kg/år efter rening för område 2b, tillkommande befintligt reningsverk. Mängder som ökar i dagvattnet jämfört med förra exploatering är gråmarkerade och fetstilta.

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	Olja	As	SS
Förra exploatering	0,33	4,6	0,012	0,024	0,064	0,0004 2	0,006	0,0055	0,000046	0,44	0,0052	62
Efter exploatering	<b>1,6</b>	<b>11</b>	<b>0,079</b>	<b>0,20</b>	<b>1,2</b>	<b>0,0057</b>	<b>0,050</b>	<b>0,069</b>	<b>0,00035</b>	<b>8,9</b>	<b>0,021</b>	<b>490</b>
Efter exploatering - regnbädd	<b>0,40</b>	4,5	0,009	<b>0,034</b>	<b>0,088</b>	<b>0,0005 7</b>	<b>0,019</b>	<b>0,0096</b>	<b>0,00013</b>	2,1	<b>0,0067</b>	67
Efter exploatering - sedimentationsmagasin	<b>0,35</b>	<b>8,9</b>	0,011	<b>0,043</b>	<b>0,28</b>	<b>0,0020</b>	<b>0,015</b>	<b>0,023</b>	<b>0,00012</b>	<b>1,3</b>	<b>0,0077</b>	<b>100</b>

Recipienten har förbättringsbehov för kväve och fosfor samt uppnår ej god status för kvicksilver. Kviksilver har undantag med mindre stränga krav då det anses tekniskt omöjligt att hantera problemet vars påverkanskälla anses vara atmosfärisk deposition. Statusen för koppar, kadmium, krom och nickel är god och är ej klassad för zink, olja, arsenik eller suspenderat material (VISS, 2023).

### 3.6.5 Område 2c

För område 2c, Banantomten, har marktyperna parkering, parkmark och upplag med asfalt med mera valts före exploatering. Området används idag främst som parkering med en bit park/naturmark i direkt anslutning samt gräsyta runt om parkeringen som används för upplag av bland annat asfalt.

Efter exploatering antas marken inom området bestå av industriområde. Faktorn för dagvatten har minskats från 5 till 2,5 i Stormtac för då reningsverket stämmer bättra in på ett mindre förorenat industriområde (rekommendation i StormTacs användarguide).

Efter exploatering ökar halter och mängder och rening behövs för att uppnå riktvärdena. I tabellen redovisas en ytlig lösning, regnbädd, och en underjordisk lösning, sedimentationsmagasin.

Om en 160 m<sup>2</sup> stor regnbädd anläggs, som motsvarar ca 2 % av områdets totala yta, så uppnås alla Göteborgs stads riktvärden utom för fosfor. Mängderna minskar för samtliga ämnen efter rening i förslagen regnbädd.

Om ett underjordiskt sedimentationsmagasin som är 75 m<sup>2</sup> stort, vilket är mindre än 1 % av områdets totala yta, och med en permanent vattennivå på 1,1 m anläggs uppnås alla riktvärden förutom för kväve, fosfor och zink. Fosfor och kväve överskrider riktvärdena marginellt. Mängderna minskar för samtliga ämnen i förslaget sedimentationsmagasin.

Tabell 22. Föroreningshalter  $\mu\text{l}$  efter rening för område 2c, Banantomten. Halter som ökar i dagvattnet jämfört med före exploatering är gråmarkerade och halter som överstiger riktvärdet är fetstilta.

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	Olja	As	SS
Före exploatering	<b>170</b>	<b>1500</b>	19	<b>35</b>	<b>120</b>	0,40	<b>10</b>	6,4	0,059	750	2,9	<b>130 000</b>
Efter exploatering	<b>240</b>	<b>1600</b>	16	<b>26</b>	<b>160</b>	0,78	7,0	<b>10</b>	0,060	<b>1200</b>	3,1	<b>60 000</b>
Efter exploatering - regnbädd	<b>100</b>	880	2,8	9,9	26	0,11	3,3	1,7	0,027	380	1,5	16 000
Efter exploatering - sedimentationsmagasin	<b>51</b>	<b>1300</b>	2,1	5,8	<b>39</b>	0,27	2,0	3,3	0,02	180	1,1	14 000
Riktvärden	50	1250	28	10	30	0,90	7,0	68	0,07	1 000	16	25 000

Tabell 23. Belastning kg/år efter rening för område 2c, Banantomten. Mängder som ökar i dagvattnet jämfört med före exploatering är gråmarkerade och fetstilta.

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	Olja	As	SS
Före exploatering	0,84	7,8	0,094	0,18	0,62	0,0020	0,053	0,032	0,00030	3,8	0,015	640
Efter exploatering	<b>1,1</b>	7,2	0,074	0,12	<b>0,74</b>	<b>0,0036</b>	0,032	<b>0,046</b>	0,00027	<b>5,4</b>	0,014	280
Efter exploatering - regnbädd	0,46	4,1	0,013	0,046	0,12	0,00049	0,015	0,0076	0,00013	1,7	0,0068	72
Efter exploatering - sedimentationsmagasin	0,24	5,9	0,0096	0,027	0,18	0,0013	0,0093	0,015	0,000096	0,81	0,0053	64

### 3.6.6 Total belastning för område 2a, 2b och 2c

Nedan redovisas den totala belastningen kg/år för de nytillkomna områdena. Tabell 26 är en sammanslagning och avrundning av belastningarna redovisat i tidigare avsnitt. Alla mängder ökar efter exploatering men renas i olika utsträckning beroende på val av anläggning.

Tabell 24, Belastning kg/år efter rening för alla nytillkomna områden 2a + 2b + 2c. Mängder som ökar i dagvattnet jämfört med förre exploatering är gråmarkerade och fetstilta.

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	Olja	As	SS
Före exploatering	3	30	0,18	0,17	0,56	0,002	0,051	0,08	0,0003	8,84	0,05	392
Efter exploatering	<b>10</b>	<b>68</b>	<b>0,65</b>	<b>1,15</b>	<b>7,04</b>	<b>0,034</b>	<b>0,302</b>	<b>0,44</b>	<b>0,0025</b>	<b>51,3</b>	<b>0,13</b>	<b>2670</b>
Efter exploatering – regnbädd	3	<b>31</b>	0,08	<b>0,26</b>	<b>0,69</b>	<b>0,004</b>	<b>0,122</b>	0,06	<b>0,0010</b>	<b>13,3</b>	0,05	<b>479</b>
Efter exploatering - sedimentationsmagasin	2	<b>54</b>	0,09	<b>0,25</b>	<b>1,66</b>	<b>0,012</b>	<b>0,088</b>	<b>0,14</b>	<b>0,0009</b>	<b>9,51</b>	0,05	<b>544</b>

Tabell 24 visar att mängderna ökar för kväve, koppar, zink, krom, kadmium, kvicksilver, olja och partiklar efter rening i regnbädd. Om i stället sedimentationsmagasin används så ökar samma ämnen samt nickel. Hur mycket de olika ämnena ökar med varierar beroende på val av reningsanläggning.

Recipienten har förbättringsbehov för kväve och fosfor samt uppnår ej god status för kvicksilver. Kviksilver har undantag med mindre stränga krav då det anses tekniskt omöjligt att hantera problemet vars påverkanskälla anses vara atmosfärisk deposition. Statusen för koppar, kadmium, krom och nickel är god och är ej klassad för zink, olja, arsenik eller suspenderat material (VISS, 2023)

Dagvatten är en liten del av utbyggnaden av Ryaverket och det är viktigt att se till helhetsbilden för projektet. Även om totalmängden för några ämnen ökar så behöver det ses i relation till resterande verksamhet vilket görs i nästa kapitel.

### 3.6.7 Miljönytta av dagvatten - kontra spillvattenrening

Gryaab har tagit fram ett PM Avloppsvattenrening på Rya 2 (Gryaab, 2023) där det framgår att enligt den nuvarande dimensioneringen av reningsprocessen på Rya 2 förväntas det år 2055 reducera mängderna kväve, fosfor och biokemisk syreförbrukning (engelska Biochemical oxygen demand, BOD) enligt Tabell 16. Dessa är de tre ämnen som är Ryaverkets huvudsakliga syfte att avskilja. Dessa siffror förutsätter att en anläggning med maximal flödeskapacitet om 6 m<sup>3</sup>/s har byggts.

Tabell 25. Rening av P, N och BOD i totala mängder per dygn/år på Rya 2 2055.

	kg/dygn	kg/år
P	1224	447 000
N	9777	3 569 000
BOD	57 945	21 150 000

För att få dessa siffror har Gryaab räknat på en anläggning som är 20 000 m<sup>2</sup> vilket innebär att reningen per kvadratmeter blir 22 kg/m<sup>2</sup> år för fosfor, 178 kg/m<sup>2</sup> år för kväve och 1057 kg/m<sup>2</sup> för BOD.

I avsnitt 3.6.3 presenteras reningsgraden för område 2a utifrån två alternativ som presenteras nedan, ett med regnbädd och ett med sedimentationsmagasin. dagvattnet förväntas renas 5,5 kg fosfor i en regnbädd per år och 28 kg kväve per år. I ett sedimentationsmagasin förväntas 6,2 kg fosfor och 11 kg kväve renas per år. Dessa siffror utgår ifrån de dimensioneringar av anläggningar som presenteras i avsnitt 3.6.3. Jämförelse mellan dagvattenanläggningarna och Rya 2 kan ses i Tabell 26.

Tabell 26. Rening av P och N i kg/år för regnbädd och sedimentationsmagasin

	Regnbädd kg/år	Sedimentationsmagasin kg/år	Rya 2 kg/år
P	5,5	6,2	447 000
N	28	11	3 569 000

För att kunna jämföra dessa siffror med spillvattenreningen så beräknas kvoten mellan reningen per år och den totala ytan av föreslagna reningsförslag. Regnbädd(ar) som beräknats ge denna effekt uppgår till 1 700 m<sup>2</sup> och sedimentationsmagasin(en) uppgår till 780 m<sup>2</sup>. Detta ger en reningsmängd per kvadratmeter för fosfor regnbädd på 0,003 kg/m<sup>2</sup> år och 0,008 kg/m<sup>2</sup> år för kväve. I sedimentationsmagasin blir reningen för fosfor 0,014 kg/m<sup>2</sup> år och 0,018 kg/m<sup>2</sup> år. Se Tabell 27 för jämförelse av rening av fosfor och kväve mellan regnbädd, sedimentationsmagasin och Rya 2.

Tabell 27. Jämförelse av rening för P och N i kg/m<sup>2</sup> år för regnbädd, sedimentationsmagasin och Nya Rya.

	Regnbädd kg/m <sup>2</sup> år	Sedimentationsmagasin kg/m <sup>2</sup> år	Rya 2 kg/m <sup>2</sup> år
P	0,003	0,008	22
N	0,016	0,014	178

Om andra typer av reningsanläggningar väljs eller deras dimensionering förändras kommer siffrorna behöva justeras men storleksordningen kommer vara densamma och anses representativ för jämförelsen.

Rivö fjord nord har ett förbättringsbehov för totalfosfor på 2 400 kg och 240 000 för totalkväve enligt VISS (VISS, 2023).

Gryaab har presenterat reningsgrad för ett urval av metaller (K-E, Videbris, mejlkonversation, 29e maj 2023) och presenteras i Tabell 19. Följande antaganden har gjorts av Gryaab:

- Avskiljningsgraden är samma i planerad reningsanläggning som i nuvarande anläggning.
- Sambandet mellan mängden metaller och tillförd volym som tillförs reningsverket är linjärt, dvs ökade volymer ger ökade mängder metaller.
- Den yta som behöver tas i anspråk för reningsprocesserna uppskattas mycket grovt till 47 000 m<sup>2</sup> (Rya 1 + Rya 2 (område 1 och 2a)).
- Volymen avloppsvatten som ska renas 2055 (enl prognos från 2019) uppgår till 189 miljoner kubikmeter (snittflöde 6 m<sup>3</sup>/s).

För att räkna på rening av metaller har Gryaab extrapolerat mängderna metaller vid dagens flöde för att räkna ut mängderna metaller vid flödet 2055. Flödet 2055 (189 miljoner kubik) avser såväl Rya 1 som Rya 2 och den totala ytan för bassänger (befintligt och tillkommande) är 47 000 m<sup>2</sup>. Detta används för att räkna ut avskiljning per m<sup>2</sup> för att ge en bild av nyttan av reningsverkets processer och nyttan av att anlägga dagvattenrening.

Tabell 28. Metaller som förväntas avskiljas i reningsanläggningen (Rya 1+ Rya 2) år 2055 när en årsvolym av 189 000 000 m<sup>3</sup> behandlas.

	5 årsmedel	2055	
		<b>Årsvolym (m3)</b>	<b>Total yta m2</b>
		<b>189 000 000</b>	<b>47 000</b>
<b>Metall</b>	<b>avskiljning i reningsverk (ug/L)</b>	<b>avskild mängd (kg per år)</b>	<b>Avskild mängd (kg per år /m2)</b>
<b>Kvicksilver</b>	0,05	10,4	0,0002
<b>Kadmium</b>	0,09	16,1	0,0003
<b>Bly</b>	2,48	470	0,0100
<b>Koppar</b>	46,30	8750	0,1862
<b>Krom</b>	2,23	422	0,0090
<b>Nickel</b>	0,73	138	0,0029
<b>Zink</b>	73,31	13 856	0,2948

För att beräkna den totala reningsmängden för metaller har en sammanslagning av den totala reningen för område 2a, 2b och 2c använts där regnbäddarna uppgår till 2 260 m<sup>2</sup> sedimentationsmagasinen 965 m<sup>2</sup>. Se Tabell 29 för en jämförelse av rening av metaller i kg per år och se Tabell 29 för jämförelse av rening av metaller i g/m<sup>2</sup> per år mellan regnbädd, sedimentationsmagasin och Rya 1 och Rya 2.

I Tabell 31 ses en jämförelse mellan rening i regnbäddar och sedimentationsmagasin för område 2a, 2b och 2c sammanslaget samt rening av kväve och fosfor för Rya 2 och metaller för Rya 1 och Rya 2.

Tabell 29. Jämförelse av rening för metaller i kg/år för regnbädd, sedimentationsmagasin för område 2a, 2b och 2c samt Rya 1 + Rya 2

	Regnbädd rening per år	Sedimentationsmagasin rening per år	Rya 1 + Rya 2 rening per år
<b>Pb kg</b>	0,57	0,56	470
<b>Cu kg</b>	0,89	0,9	8750
<b>Zn kg</b>	6,35	5,38	13 856
<b>Cd kg</b>	0,03	0,022	16,1
<b>Cr kg</b>	0,18	0,214	422
<b>Ni kg</b>	0,38	0,3	138
<b>Hg kg</b>	0,0015	0,0016	10,4

Tabell 30. Jämförelse av rening för metaller i g/m<sup>2</sup> år för regnbädd, sedimentationsmagasin för område 2a, 2b och 2c samt Rya 1 + Rya 2.

	Regnbädd rening per år	Sedimentationsmagasin rening per år	Rya 1 + Rya 2 rening per år
<b>Pb g/m<sup>2</sup></b>	0,252	0,580	10
<b>Cu g/m<sup>2</sup></b>	0,394	0,933	186
<b>Zn g/m<sup>2</sup></b>	2,810	5,575	295
<b>Cd g/m<sup>2</sup></b>	0,013	0,023	0,344
<b>Cr g/m<sup>2</sup></b>	0,080	0,222	8,986
<b>Ni g/m<sup>2</sup></b>	0,168	0,311	2,945
<b>Hg g/m<sup>2</sup></b>	0,001	0,002	0,220

Tabell 31. Jämförelse av rening i kg/m<sup>2</sup> per år för kväve och fosfor samt rening i g/m<sup>2</sup> per år för metaller mellan regnbäddar och sedimentationsmagasin för område 2a, 2b och 2c samt Rya 2 och Rya 1 + Rya 2.

	Regnbädd rening per år	Sedimentationsmagasin rening per år	Rya 2 rening per år	Rya 1 + Rya 2 rening per år
<b>P kg/m<sup>2</sup></b>	0,003	0,008	22	
<b>N kg/m<sup>2</sup></b>	0,016	0,014	178	
<b>Pb g/m<sup>2</sup></b>	0,252	0,580		10
<b>Cu g/m<sup>2</sup></b>	0,394	0,933		186
<b>Zn g/m<sup>2</sup></b>	2,810	5,575		295
<b>Cd g/m<sup>2</sup></b>	0,013	0,023		0,344
<b>Cr g/m<sup>2</sup></b>	0,080	0,222		8,986
<b>Ni g/m<sup>2</sup></b>	0,168	0,311		2,945
<b>Hg g/m<sup>2</sup></b>	0,001	0,002		0,220

Utifrån de valda dimensionerna på reningsanläggningar för dagvattnet så renas samtliga ämnen som presenterats ovan till en högre grad i tillkommande reningsverk. Det är därför inte motiverbart att konkurrera om yta med reningsverket för att hantera reningen av dagvatten som faller inom områdena.

Eftersom dagvatten och renat spillvatten avleds till samma recipient är det den totala effekten som inte får påverka miljö kvalitetsnormerna och utsläppen bör ses ihop.

Rivö fjord nord har god status för koppar, kadmium, krom och nickel och är ej klassad för bly och zink. Kvicksilver är undantaget med mindre stränga krav då den största källan för påverkan består av atmosfärisk deposition och anses teknisk omöjlig att uppnå. Om reningsverkets processer får ta plats så renas över 200 gånger mer kvicksilver än i föreslagna regnbäddar och ca 70 gånger mer i föreslagna sedimentationsmagasin per m<sup>2</sup>.

En annan viktig aspekt är att det finns ett omfattande kombinerat ledningsnät i de kommuner som Gryaab behandlar vatten för. Detta innebär att dagvatten avleds till Ryaverket och renas i reningsverket vilket innebär att en mycket större mängd dagvatten renas i reningsverkets processer än vad som faller inom fastigheterna som Ryaverket tar upp.

Utifrån dessa resonemang anses det inte vara samhällsekonomiskt lönsamt att ha större dagvattenreningsanläggningar eller öka antalet steg i dagvattenreningsprocesserna om de konkurrerar med spillvattenreningen.

Om dagvatten avleds i en separat ledning kan dagvattenrening dock vara motiverat för att påverka recipienten lokalt vid utsläppspunkten för att inte skada vattenlevande organismer vid denna punkt.

Riktlinjerna för dagvatten som finns i Göteborg blir gällande vid beslut och i ett sådant beslut ska miljönytta i förhållande till kostnad och tekniska möjligheter vara avvägda.

Det krav som gäller generellt, för Gryaab som för andra verksamhetsutövare är att Miljö kvalitetsnormerna för vatten inte får försämrats och detta behöver studerats utifrån verksamhetens totala miljö påverkan.

## 4 Föreslagna åtgärder

För att detaljplanen ska vara lämplig för bebyggelse behöver regnvatten tas om hand om på olika sätt. Dagvattenledningar krävs för att avleda dagvatten och skyfall på ett säkert sätt, men behandlas endast översiktligt i föreliggande rapport.

I följande kapitel presenteras de åtgärder som föreslås för skyfalls- och dagvattenhantering. Notera att detta är generella förslag som senare behöver anpassas utifrån uppdateringar i planförslaget.

Då dagvattenrening inom utredningsområdet konkurrerar om samma begränsade yta som tillkommande byggnader för reningsverk(en) anses det inte vara motiverbart ur ett miljö- och ekonomiskt perspektiv med kravställning av dagvattenrening. Platsbrist är ett faktum och i varje enskilt fall behöver en bedömning göras utifrån verksamhetens miljöpåverkan specifikt på recipienten. Utifrån den kunskap som finns i nuläget kommer anläggandet av dagvattenrening konkurrera med reningen av avloppsvatten på ett sådant sätt som riskerar att miljönyttan blir sämre. I den mån det går att hitta platser för dagvattenrening som inte kompromissar spillvattenreningen bör det genomföras. Det är upp till Gryaab att studera om detta är möjligt i senare skede.

### 4.1 Kvartermark

Flera olika alternativ för att hantera såväl dagvatten som skyfall har diskuterats på arbetsmöten mellan Kretslopp och vatten och Gryaab. Eftersom slutgiltig utformning på byggnation är osäker i dagsläget ska de förslag på placering och utformning på dagvattenlösningar och hantering av skyfall som ges här ses som principiella förslag. Här lyfts typ och ytanspråk för rening utifrån de alternativa lösningar som presenteras i avsnitt 3.6. Dessa förslag och ytanspråk har utgått ifrån det underlag som Gryaab har tillhandahållit i detta tidiga skede, se Figur 29 för sammanställning.

Den samlade bedömningen hos Kretslopp och vatten, Stadsbyggnadsförvaltning och Gryaab är att den största miljönyttan uppnås av att så mycket plats som möjligt ges till reningsprocessen för utbyggnad av reningsverk då Gryaabs verksamhet innebär utsläpp av renat avloppsvatten i samma recipient som dagvattnet avleds. Mest troligt är det att reningsverket kommer behöva mer yta än vad som presenterats i de tidiga skissförslag som Kretslopp och vatten tagit del av vilket dagvattenhanteringen inte bör konkurrera mot. Detta grundar sig i de siffror som presenteras i avsnitt 3.6.7.

Om Gryaab har yta kvar att anlägga lösningar för rening av dagvatten rekommenderar Kretslopp och vatten en strategisk placering av lösningar som fångar så mycket av trafikdagvattnet som möjligt. Dagvattenanläggningar bör även anläggas i lågpunkt för att inte undvika pumpning av vattnet.

Vidare rekommenderar Kretslopp och vatten att Gryaab inte väljer byggnadsmaterial av metall som är en av de största källorna till metaller i dagvattnet. Eftersom ett helt nytt område anläggs så finns det goda möjligheter att begränsa föroreningsbelastningarna i dagvattnet då kontroll av utsläppskällan generellt är enklare än rening.



Figur 29. Förslagen utformning för samtliga områden. Förenklad bild.

Område 1, befintligt reningsverk, är redan exploaterat och viss utbyggnad sker och område 2b tillkommer området. Område 2b planeras att avvattnas till det befintliga ledningsnätet inom område 1. Eftersom område 2b byggs ihop med/tillkommer område 1 så ses de som ett gemensamt område.

Ett alternativ är att leda dagvatten och skyfall från område 2a, nya Rya, till område 1. För detta alternativ behöver kapacitet i dagvattennätet på område 1 och i utgående utloppstunneln för renat avloppsvatten ses över av Gryaab.

Banantomten, område 2c, har också föreslagits att avleda dagvattnet till område 1 och utloppstunneln för renat avloppsvatten. Främsta alternativet bör dock vara att fortsätta använda befintlig privat ledning, eller anlägga ny ledning direkt till recipient för att hantera det ökade flödet.

Effekten av ökade flöden till område 1 förklaras principiellt, men utreds inte i detalj i denna utredning.

#### 4.1.1 Lösningförslag

Avledning av dagvattnet från området kan ske på flera olika sätt.

Ett förslag är att en ny dagvattenledning anläggs från område 2c under Ryanäsvägen direkt till recipienten Rivö fjord nord som område 2a också kan avvattnas med, se Figur 30. Det går en privat ledning från område 2c till recipienten som idag nyttjas för område 2c och östra delen av område 1, men eftersom kapaciteten är okänd så bör alternativet att en ny ledning anläggs ses över. Den befintliga ledningen som område 2c avvattnas i går under Oljenäsvägen, öster om Ryanäsvägen.

Om befintlig ledning har god kapacitet och det går att även i framtiden avvattna område 2c via denna så kan förslagen ledning anläggas längre söder ut på Ryanäsvägen och enbart avvattna dagvatten och eventuellt skyfall från område 2a om detta alternativ väljs.

Vidare kan Ryanäsvägen fungera som skyfallsled, antingen ytligt eller i underjordisk ledning, för att hantera ett skyfall för område 2a och område 2c. För att detta ska vara ett framtida alternativ så behöver det förankras med Göteborgs hamn vilka Gryaab behöver upprätta en dialog med.

Det är dyrt att anlägga ledningar för att hantera skyfall under mark men eftersom det enbart rör sig om ca 480 m från område 2c's södra del till recipienten så kan det vara motiverat här om Ryanäsvägen inte är att föredra för ytlig avledning av skyfall.

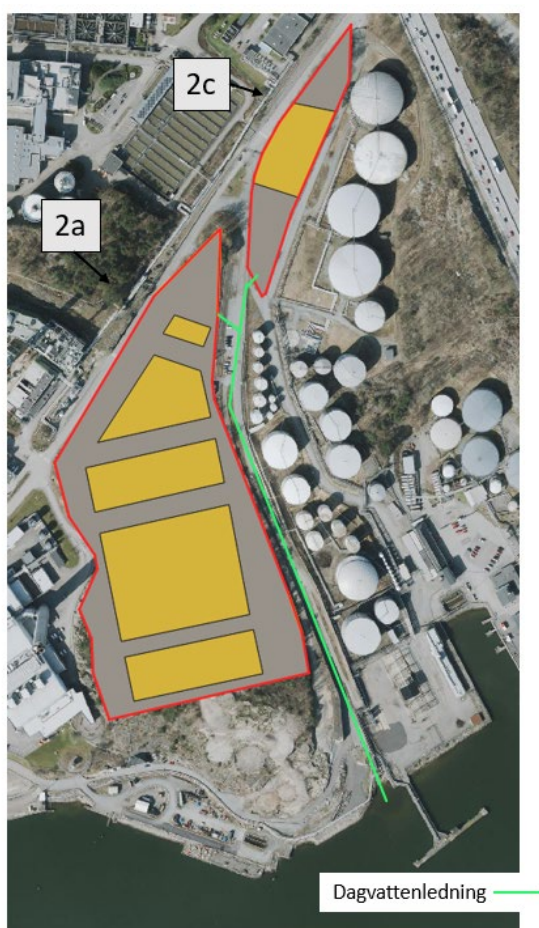
Ett skyfall får det dimensionerade flödet 3 400 l/s med räknat klimatfaktor för både område 2a, med stängda bassänger (ett värsta scenario utifrån ett flödesperspektiv), och 2c. Utifrån Colebrookes diagram klarar en ledning med diameter 1 800 mm och lutning på 1 procent detta flöde. Som lyfts i avsnitt 3.5.3 är det en relativt liten ökning av ledningens diameter för att kunna avleda ett dimensionerat 30årsregn eller ett skyfall.

Om skyfall från område 2c avleds ytligt till Ryanäsvägen är det viktigt att inte påverka framkomligheten in i hamnen. Detta görs genom att styra höjdsättningen inom område 2c så att vattnet rinner ut på vägen söder om där Ryanäsvägen och Fågelrovägen möts, se Figur 31. I dagsläget finns det platser på Ryanäsvägen som inte är framkomliga vid skyfall men det finns alternativa vägar som är framkomliga in i hamnen så som på Fågelrovägen.

Göteborgs stad ställer krav på att exploatering inte får försämra för omkringliggande områden. Då alternativen för avledning är klargjort bör det

studeras av Gryaab om försämringen kan ske på ett kontrollerat och acceptabelt sätt. Genom att kontrollera att vattnet går ut till och följer Ryanäsvägen kan framkomligheten på Fågelrovägen säkras..

Förslagen dragning av dagvatten- och eventuell skyfallsledning behöver ses över mer i detalj i ett senare skede. Kretslopp och vatten kommer inte äga eller ansvara för drift av ledning/ledningar.



Figur 30. Förslagen ledning i Ryanäsvägen.



Figur 31. Förslag hur skyfall kan ledas från område 2c. Rött kryss visar vart risk finns att förvärra framkomligheten in i hamnen. Grön bock visar vart risken inte förväntas förvärras.

Område 2b föreslås avvattnas till befintliga dagvattensystem inom område 1. För att genomföra dessa förslag behöver underlag tas fram och Gryaab har beställt en kapacitetsutredning av sitt dagvattennät. Att leda vatten från område 2b och 2c till område 1 och 2b kan bli komplicerat och är beroende av höjdsättning och marklutning inom såväl område 1 som område 2b och 2c.

De östra delarna av område 1 avleds i dagsläget till den privat ledning som område 2c avvattnas till, se Figur 10. Område 2c lutar bort från område 1 samt att de östra delarna av område 1 lutar mot område 2c. Därför anses det inte vara ett bra alternativ att leda vattnet från område 2c till område 1.

Vad som behöver beaktas och effekten av ökade flöden till område 1 och 2b presenteras i avsnitt 4.1.2. Mängden vatten, utifrån befintligt underlag, har presenterats i avsnitt 3.3 och förslag på hur avvattning, rening samt skyfallsåtgärder för område 2a och 2c presenteras i avsnitt 4.1.3 respektive 4.1.4 utifrån de skissunderlag Kretslopp och vatten tagit del av.

Eftersom dagvattnet leds direkt till havet och inte belastar det kommunala dagvattennätet så föreslås ingen anläggning för fördröjning. Kraven och den volymen dagvatten som hade behövts fördröjas enligt Göteborgs stads krav på 10 mm fördröjning per reducerad area presenteras dock i kapitel 3.2 ifall det i framtiden skulle bli aktuellt att fördröja och/eller utjämna flödestopparna.

#### 4.1.2 Område 1 och 2b, befintligt reningsverk

Utbyggnaden av befintligt reningsverk innebär en ändring av markförhållandena i den sydvästra delen av området. Det tillkommer

byggnader, det sker utbyggnad av befintlig bebyggelse och naturmark/berg sprängs ner och blir mer hårdgjord yta med anläggningar för reningsverket.

Det finns ett internt dagvattennät som avvattnar reningsverket med tre olika utsläppspunkter och dagvatten från tillkommande område 2b kommer ledas dit. Dagvattennätets kapacitet ska utredas av Gryaab som har lyft att kapaciteten idag troligen inte är nog för att hantera ett 30årsregn oberoende av om vidare exploatering sker. Att det finns tillräcklig kapacitet i ledningsnätet är även en förutsättning för alternativet att leda dagvatten, och eventuellt skyfall, från område 2a och 2c till område 1 befintligt reningsverk.

Dagvattnet från område 2b bör ledas till den del av det Ryaverkets dagvattennätet som går till Ryaverkets utloppstunnel för renat avloppsvatten och vidare ut i recipienten. Att leda dagvattnet till andra delar av dagvattennätet som går till antingen Rya skog eller recipienten via den privata ledningen i öst skulle innebära att vattnet behöver pumpas på grund av höjdförhållandena. Tillkommande flöde i och med exploateringen av område 2b förväntas bli ca 465 l/s vid ett 30årsregn med klimatfaktor.

Situationen för befintligt reningsverk, område 1, kommer utredas dels i kapacitetsutredningen för dagvattennätet som Gryaab har beställt och utreds dels i Norconsults rapport om hantering av ett 100årsregn (Norconsult, Risker och Beredskap vid ett 100-årsregn, 2021). Det viktiga är att ställa detta i relation till de tillkommande flödena av ökad exploatering. Detta innebär till exempel att se över tidsfönstret för att uppföra tillfälliga skydd vid skyfall samt att vatten förväntas bli ståendes längre till följd av en större volym som ska tömmas.

För nytillkomna byggnader rekommenderas en robust höjdsättning där marken lutar bort från byggnaderna och en färdig golvnivå 50 cm över förväntad vattennivå vid ett skyfall eller utformas med vattentätkonstruktion men detta ska då ses som ett avsteg från TTÖP.

Om Gryaab väljer att fördröja sitt dagvatten innan det leder till sitt dagvattennät så kombineras förslagsvis lösning för fördröjning med reningsåtgärd. För att uppnå 10 mm fördröjning per reducerad area för tillkommande exploatering behöver ca 115 m<sup>3</sup> dagvatten fördröjas.

Eftersom område 2b i dagsläget består av naturmark och blir ett (mindre belastat) industriområde så behövs en relativt stor reningsåtgärd för att inte öka mängderna i dagvattnet.

Gryaab kan anlägga en regnbädd om 400 m<sup>2</sup> för att rena dagvattnet från område 2b innan det går till utloppstunneln för renat avloppsvatten. Detta motsvarar ca 3% av området (2b) totala yta. Alternativt kan ett 110 m<sup>2</sup> stort sedimentationsmagasin anläggas med 1,1 permanent vattennivå för att rena dagvattnet. Detta alternativ motsvarar mindre än 1% av området (2b) totala yta och är underjordiskt. Förslag på placering ges ej här då Gryaab inte vet placering och utformning av byggnader.

Förslagen reningsåtgärd är dimensionerad för att enbart rena dagvattnet som faller inom område 2b, ej för att rena dagvatten från område 2a och 2c som har diskuterats att ledas till område 1 och 2b.

De alternativa lösningarna behöver avvägas mot varandra ur ett kostnad- och miljöperspektiv. Att öka flöden till befintligt reningsverk och vad kostnaderna för att dimensionera upp det befintliga ledningsnätet och eventuellt utloppstunnel för att hantera dessa flöden behöver ses över.

### 4.1.3 Område 2a, Nya Rya

För det nya reningsverket, Nya Rya, har tre förslag för att avleda dagvatten och skyfall lyfts. (1) Att anlägga ny ledning direkt från området som går direkt till recipienten. (2) Att leda dagvattnet och skyfall till område 1 och där vidare till utloppstunneln för renat avloppsvatten. Och (3) leda dagvattnet och skyfall till område 1 och vidare till Rya Skog. Se Figur 32.

Eftersom området sprängs in i berget och ett instängt område skapas kommer det inte gå att ytligt avleda ett skyfall. Vattnet vid ett skyfall måste därför ledas ut via ledningsnät, kulvert eller dylikt och kan därefter ledas antingen ytligt eller underjordiskt till recipienten.



Figur 32. Lösningförslag och dess utsläppspunkter som har diskuterats. Förslag 2 och 3 innebär att koppla på befintliga system. Här angivs enbart vart påkoppling eventuellt skulle kunna ske.

Förslag (1) innebär att ny ledning läggs i Ryanäsvägen. Denna ledning kan förslagsvis även hantera skyfall, annars föreslås att skyfall avleds ytligt längst

Ryanäsvägen. För att ledningen ska kunna hantera ett skyfall vid en situation där samtliga bassänger har tak (regnvatten går inte in i reningsprocessen) och klimatfaktor är medräknat behövs en 1 800 mm ledning med 1 promille lutning. Det dimensionerande flödet blir ca 3 m<sup>3</sup>/s. Anslutning till ledningen kan ske antingen i norra eller södra delarna av området. Om skyfallet ska ledas ytligt längst Ryanäsvägen behöver utloppet från område 2a ses över i ett senare skede för att säkerställa att enbart de större regnen bräddas till vägen. Risk finns om utloppet anläggs för lågt att även de mindre regnen flödar ut på Ryanäsvägen i stället för att gå i tänkt ledning.

I förslag (2) har möjligheten att leda dagvatten och skyfall till område 1, befintligt reningsverk, och vidare till utloppstunneln utretts. För att detta ska vara en åtgärd som kan hantera så väl dagvatten som skyfall behövs en kulvert eller ledning från område 2a till område 1 med en hög kapacitet. Som nämnts ovan behöver en ledning ha dimension 1 800 mm för att leda ett skyfall vid en värsta situation för området utifrån nuvarande underlag.

Vidare är kapaciteten i både det interna dagvattennätet inom område 1 och den utgående avloppstunneln begränsad. Antingen hanteras hela flödet vid ett skyfall i utloppstunneln eller så skyfallssäkras område 1 med ny höjdsättning, krisplan och eventuella skyfallsytor.

Förslag (3), att leda dagvattnet till Rya skog, har samma begränsningar som förslag 2 men innebär att dagvattnet behöver ledas ännu längre inom område 1. Ett alternativ för skyfallet hade även behövts ses över då att dimensionera om ledningsnätet inom område 1 för att kunna hantera hela skyfallsflödet och ta det till Rya skog inte är rimligt. Tidigare Park och naturförvaltningen har även lyft risker för naturvärdena om mängden vatten som leds till Rya skog ökar. För att detta alternativ ska kunna genomföras behövs troligen flera utredningar göras för att se över eventuell påverkan på Rya skog. Flöden som lyfts i denna utredning kan användas som underlag för en sådan studie.

Både förslag (2) och (3) behöver nödvändigtvis inte innebära att skyfall leds till befintligt reningsverk. Alternativt kan breddning ske till en ledning i Ryanäsvägen eller ytligt ut på vägen. Båda alternativen innebär även att dagvattnet behöver pumpas om marknivån inom område 2a sprängs ner till samma marknivå som område 1 har, vilket är nuvarande plan.

Om det går att identifiera yta som inte konkurrerar med spillvattenreningen rekommenderas en 1 700 m<sup>2</sup> stor regnbädd för att rena dagvattnet inom område 2 att anläggas, detta motsvarar ca 3 % av området totala yta. Alternativt kan ett 780 m<sup>2</sup> stort underjordiskt sedimentationsmagasin med en premantent vattennivå på 1,1 m anläggas, detta skulle motsvara ca 1,4 % av områdets totala yta. I Figur 33 visas dessa ytor i relation till nuvarande skissad bebyggelse och i relation till varandra. Detta är inte förslag på placering utan ger en bild av ytanspråk som behövs för vardera lösningar. Föreslagna lösningar kan även delas upp, till exempel kan två 850 m<sup>2</sup> regnbäddar anläggas i stället för en 1 700m<sup>2</sup> regnbädd.

För att inte behöva pumpa vattnet inom området bör dagvattenlösningar anläggas i lågpunkt. Vatten kan ledas ytligt eller i ledningsnät till reningsanläggningen för att sedan avledas till recipienten. Vidare bör marken luta bort från byggnaderna för att minimera risken att vatten blir ståendes mot och skadar byggnaderna eller byggnadsfunktionerna och en färdig golvnivå 50 cm över förväntad vattennivå vid ett skyfall eller utformas med vattentätkonstruktion men detta ska då ses som ett avsteg från TTÖP.



Figur 33. Ungefärligt ytanspråk för föreslagna lösningar. Sedimentationsmagasinet är ca 780 m<sup>2</sup> och regnbädden är ca 1 700 m<sup>2</sup>.

#### 4.1.4 Område 2c, Banantomten

Område 2c Banantomten, avvattnas idag till privat ledning som går över områdets södra del från befintligt reningsverk, område 1, över område 2c och söderut. Gryaab har tagit upp kontakt med Göteborgs hamn för att stämma av om avledning av dagvatten fortfarande kan gå denna väg efter ökad exploatering. Till följd av ökad andel hårdgjord yta antas dagvattenflödet att öka och kapaciteten i ledningen är inte känd i dagsläget. Om flödet inte får öka till ledningen kan ett fördröjningsmagasin med strypt utlopp behöva anläggas för att begränsa flödet.

För att inte öka flödet i ledningen vid ett 30årsregn bör utflödet från magasin vara 120 l/s, vilket kan hanteras i ett 400 mm utlopp. Magasinet bör kunna ta 70 m<sup>3</sup>.

Gryaab har informerat att dagvattnet som avleds via den privata ledningen når en reningsanläggning innan det går ut i recipienten. Information om denna reningsanläggning finns ej tillhandahållet i dagsläget.

Ett annat alternativ som har diskuterats är att leda dagvattnet till område 1, befintligt reningsverk, och där låta det gå i det interna ledningsnätet till utloppstunneln för renat avloppsvatten. Detta skulle vara suboptimalt då den angränsade delen av område 1 avvattnas via den privata ledning som Banantomten idag avvattnas med. Vattnet skulle behöva pumpas för att ledas ännu mer västerut och det interna ledningsnätet skulle troligen behöva dras om eller i alla fall kompletteras med nya ledningar.

Förslagsvis läggs en ny ledning från området i Ryanäsvägen direkt söderut till recipienten. Denna ledning kan även område 2a nyttja, se Figur 32.

Rening sker förslagsvis i en 160 m<sup>2</sup> regnbädd, vilket motsvarar ca 2 % av områdets totala yta. Alternativt i ett 75 m<sup>2</sup> stort underjordiskt sedimentationsmagasin med en permanent vattennivå på 1,1 m.

För skyfall är det viktigaste åtgärderna en robust höjdsättning och mark som lutar bort från byggnader. När exploatering sker antas stora ingrepp i marken utföras vilket innebär stor möjlighet att påverka höjdsättningen. I avsnitt 3.5.4 lyfts utmaningar och risker med att ändra de rådande markförhållanden. Vidare rekommenderas byggnader en färdig golvnivå 50 cm över förväntad vattennivå vid ett skyfall eller utformas med vattentätkonstruktion men detta ska då ses som ett avsteg från TTÖP.

Det flödar idag vatten igenom område 2c och ca 350 m<sup>3</sup> vatten samlas enligt modellunderlaget i området vid ett skyfall, vilket beskrivs närmare i kapitel 2.5.4. Denna mängd vatten behöver hitta plats inom området även i framtiden. Detta kan göras via lokala nedsänkningar med avtappning till dagvattennätet.

## 4.2 Ansvarsfördelning

### Kvartersmark

Exploatör ansvarar för anläggningarna inom kvartersmark.

## 4.3 Alternativa lösningar

Följande åtgärdsalternativ har beaktats men avskrivits på grund av rådande förutsättningar inom planområdet.

Nedan presenteras alternativa reningsåtgärder. Dessa innefattar flera steg vilket generellt innebär mer och dyrare drift- och underhållsarbete. Färre steg innebär generellt också mindre ytanspråk vilket sparar plats till reningsverkets behov.

### 4.3.1 Område 2a - Alternativ reningsåtgärd.

Tabell 25 visar att halter efter exploatering överstiger riktvärden, Efter rening i brunnsfilter och ett ca 900 m<sup>2</sup> sedimentationsmagasin med 1,1 m permanent vattendjup uppnås alla riktvärden.

Totalmängderna som släpps ut per år minskar förutom för kadmium, kvicksilver, zink och suspenderat material, se Tabell 26.

Enligt VISS (Länsstyrelsen, 2022) har Rivö fjord nord god status för kadmium och ej klassad för zink. Kvikksilver är undantaget med mindre stränga krav då den största källan för påverkan består av atmosfärisk deposition och problemet bedöms ha sådan omfattning och karaktär att det i dagsläget är tekniskt omöjligt att åtgärda. För suspenderat material finns inget underlag i VISS.

Eftersom StormTac använder schablonhalter utifrån tidigare insamlat underlag finns det alltid felmarginaler i modellen. Den relativa osäkerheten för föroreningshalterna är ca 35% för samtliga ämnen. Ökningarna av totalmängderna bedöms rymmas inom felmarginalerna och inom gränserna för de enskilda kvalitetsfaktorerna.

Tabell 32, Föroreningshalter µ/l efter rening för område 2a, Nya Rya. Halter som överstiger riktvärdet är gråmarkerade och fetstilta

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	Olja	As	SS
Före exploatering	97	1100	7,4	6,8	22	0,080	2,0	3,5	0,010	370	2	15 000
Efter exploatering	<b>240</b>	<b>1600</b>	<b>16</b>	<b>26</b>	<b>160</b>	0,78	7,0	10	0,060	<b>1200</b>	3,1	<b>60 000</b>
Efter rening	36	380	0,80	2,1	17	0,20	1,2	1,7	0,013	59	0,54	14 000
Riktvärde	50	1250	28	10	30	0,9	7	68	0,07	1000	16	25 000

Tabell 33, Belastning kg/år efter rening för område 2a, Nya Rya. Halter som ökar är gråmarkerade och fetstilta

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	Olja	As	
Före exploatering	2,2	25	0,17	0,15	0,50	0,0018	0,045	0,079	0,00023	8,4	0,045	330
Efter exploatering	<b>7,6</b>	<b>50</b>	<b>0,50</b>	<b>0,83</b>	<b>5,1</b>	<b>0,025</b>	<b>0,22</b>	<b>0,32</b>	<b>0,0019</b>	<b>37</b>	<b>0,097</b>	
Efter rening	1,1	12	0,025	0,066	<b>0,53</b>	<b>0,0063</b>	0,038	0,054	<b>0,00041</b>	1,8	0,017	

### 4.3.2 Område 2b - Alternativ reningsåtgärd

Tabell 27 visar att halter efter exploatering överstiger riktvärden. Efter rening i ett brunnsfilter, en ca 150 m<sup>2</sup> stor regnbädd och ett ca 85 m<sup>2</sup> stort och ca 2 m djupt sedimentationsmagasin uppnås alla riktvärden. En sådan serie av anläggningar kräva ett större ytanspråk än enbart anläggningarna i sig då vattnet dels måste ledas mellan anläggningarna och drift- och underhållsarbete måste kunna utföras på vardera del för sig.

Det är målet att inte öka mängderna som släpps ut till Rivö Fjord som blir dimensionerande och gör att rening i flera efterföljande steg behövs, halterna ligger långt under riktvärdena. Eftersom mängderna ska ses ihop med den totala påverkan från reningsverket är detta resonemang och detta alternativ inte aktuellt för planen.

Totalmängderna som släpps ut från området minskar per år förutom för kväve och olja, se Tabell 28.

Rivö fjord nord har förbättringsbehov för totalkväve enligt VISS (Länsstyrelsen, 2022). Ökningen inom området är dock liten och hamnar inom felmarginalerna i StormTac som har en relativ osäkerhet på 25% för kväve från marktypen industriområde. Olja benämns inte i VISS men marktypen har en 31% relativ osäkerhet i StormTac. Detta innebär att även olja bedöms ligga inom felmarginalerna då ökningen är relativt liten (0,1 kg/år).

Tabell 34. Föroreningshalter  $\mu\text{l}$  efter rening för område 2b, Gamla Rya. Halter som överstiger riktvärdet är gråmarkerade och fetstilt

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	Olja	As	SS
Före exploatering	<b>81</b>	1100	3,0	6,0	16	0,10	1,5	1,4	0,011	110	1,3	15 000
Efter exploatering	<b>230</b>	<b>1500</b>	11	<b>28</b>	<b>170</b>	0,81	<b>7,1</b>	9,7	0,050	1300	2,9	69 000
Efter rening	24	810	0,56	2,2	8,3	0,041	0,51	0,50	0,0066	77	0,36	5500
Riktvärde	50	1250	28	10	30	0,9	7	68	0,07	1000	16	25 000

Tabell 35. Belastning  $\text{kg}/\text{år}$  efter rening för område 2b, Gamla Rya. Halter som ökar är gråmarkerade och fetstilt

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	Olja	As	
Före exploatering	0,33	4,6	0,012	0,024	0,064	0,00042	0,0060	0,0055	0,000046	0,44	0,0052	62
Efter exploatering	<b>1,6</b>	<b>11</b>	<b>0,079</b>	<b>0,20</b>	<b>1,2</b>	<b>0,0057</b>	<b>0,050</b>	<b>0,069</b>	<b>0,00035</b>	<b>8,9</b>	<b>0,021</b>	
Efter rening	0,17		0,0039	0,016	0,058	0,00029	0,0036	0,0035	<b>0,000047</b>		0,0026	39

### 4.3.3 Område 2c – Alternativ reningsåtgärd

Tabell 29 visar att halter efter exploatering överstiger riktvärden. Efter rening i brunnsfilter och ett ca 60 m<sup>2</sup> och 1,1 m djupt sedimentationsmagasin uppnås alla riktvärden.

Totalmängderna som släpps ut per år minskar för samtliga ämnen, se Tabell 30.

Tabell 36, Föroreningshalter  $\mu/l$  efter rening område 2c, Banantomten. Halter som överstiger riktvärdet är gråmarkerade och fetstilta

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	Olja	As	SS
Före exploatering	<b>170</b>	<b>1500</b>	19	<b>35</b>	<b>120</b>	0,40	<b>10</b>	6,4	0,059	750	2,9	<b>130 000</b>
Efter exploatering	<b>240</b>	<b>1600</b>	16	<b>26</b>	<b>160</b>	0,78	7,0	10	0,060	<b>1200</b>	3,1	<b>60 000</b>
Efter rening	43	1200	1,3	4,1	22	0,19	1,2	1,8	0,015	180	0,64	16 00
Riktvärde	50	1250	28	10	30	0,9	7	68	0,07	1000	16	25 000

Tabell 37, Belastning kg/år efter rening för område 2c, Banantomten. Halter som ökar är gråmarkerade och fetstilta.

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	Olja	As	SS
Före exploatering	0,84	7,8	0,094	0,18	0,62	0,0020	0,053	0,032	0,00030	3,8	0,015	640
Efter exploatering	<b>1,1</b>	7,2	0,074	0,12	<b>0,74</b>	<b>0,0036</b>	0,032	<b>0,046</b>	0,00027	<b>5,4</b>	0,014	280
Efter rening	0,20	5,6	0,0059	0,019	0,10	0,00089	0,0055	0,0081	0,000070	0,84	0,0029	74

# 5 Slutsats och rekommendationer

## Slutsatser dagvatten

- Dagvattnet från planområdet avleds inte till ett markavvattningsföretag.
- Eftersom recipienten är havsvatten och området inte avvattnas till några kommunala ledningar sätts inte Göteborgs stads krav på 10 mm fördröjning per kvadratmeter reducerad area.
- Område 2c (banantomten) avleds till en privat ledning och vid behov kan magasin anläggas för att bibehålla flödet till denna ledning.
- Om planen genomförs innebär det att flödet från området ökar. Dagvattnet avleds inte till det allmänna dagvattenledningsnätet utan Gryaab är ansvariga för att avledning kan ske till recipient. Avledningen kan ske på flera olika sätt, exempelvis via utloppstunneln för det renade spillvattnet eller via nya ledningar direkt till recipient eller via ny ledning i Ryanäsvägen. Vilket alternativ som är lämpligast kommer att utredas vidare av Gryaab och beslutas i senare skede. Eftersom det finns flera alternativ för avledning så är detaljplanen ur detta perspektiv lämplig för bebyggelse.
- Föroreningsberäkningar visar att både föroreningshalter och mängder ökar efter exploatering. Utredningen visar på möjliga reningsåtgärder och att det går att uppnå god reningseffekt av dagvattnet, men dessa konkurrerar om samma markanspråk som spillvattenreningen. Planområdets påverkan på miljökvalitetsnormerna för vatten behöver ses som en helhet för dagvatten och spillvatten. Beräkningar visar att det mest effektiva ur ett recipientperspektiv är att ytan används till spillvattenrening.
- Vid miljöbedömningar behöver bedömningen grundas på den specifika verksamhetsutövarens påverkan samt skälighetsbedömning. Därför rekommenderas rening av dagvatten enbart anläggas i mån av plats efter att reningsverket och dess processer getts nödvändigt utrymme.

## Slutsatser skyfall

- Det finns framkomlighet till planområdet vid skyfall.
- Tillgänglighet till entré vid skyfall behöver ses över när marknivåer och byggnadernas placering är framtagna
- Eftersom Ryaverket räknas som samhällsviktig verksamhet ska nya byggnader ha en marginal på 0,5 m mellan högsta vattennivå vid skyfall och vital del. Detta kan uppnås genom korrekt höjdsättning av byggnader. Inom delområde 2a skapas ett instängt område som är beroende av att avvattnas av ledning även vid ett skyfall. Inom detta område är det extra viktigt att viktiga funktioner inte placeras i marknivå.

- Detaljplanen får inte försämra skyfallssituationen för omkringliggande områden. Det innebär att den mängd vatten som idag står inom området 2c behöver magasineras där även efter exploatering. Avledningen av skyfall från delområde 2a riskerar att öka vattennivåerna på Ryanäsvägen vid yttlig avledning. Den här frågan behöver studeras vidare när utformning och bebyggelsen av område 2a är bestämd.
- Detaljplanen påverkar inte strukturplaneåtgärder.

## 6 Referenser

- Boverket. (den 10 06 2015). *Dagvatten vid detaljplaneanläggning*. Hämtat från PBL kunskapsbanken: <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/planering/detaljplan/temadelar-detaljplan/dagvatten-i-detaljplan/dagvatten-vid-detaljplanelaggnings/>
- Cowi. (den 10 03 2016). *Riskhänsyn vid hantering av översvämningsrisker*. Hämtat från Goteborg.se: [https://goteborg.se/wps/wcm/connect/fdc9cd9f-123a-4852-a24b-d9f4af8973a5/Slutrapport\\_160426.pdf?MOD=AJPERES](https://goteborg.se/wps/wcm/connect/fdc9cd9f-123a-4852-a24b-d9f4af8973a5/Slutrapport_160426.pdf?MOD=AJPERES)
- COWI. (2016). *Riskhänsyn vid hantering av översvämningsrisker*. Stadsbyggnadskontoret Göteborg.
- Gryaab. (2022). *Beskrivning av Gryaabs dagvattensystem*. Göteborg: Gryaab.
- Gryaab. (den 24 April 2023). *Avloppsvattenrening på Rya 2. Avloppsvattenrening på Rya 2*. Göteborg, Västra Götalands län, Sverige.
- Göteborg stad. (den 18 03 2021). *Förvaltningsansvar för dagvattenanläggningar*. Hämtat från [https://goteborg.se/wps/wcm/myconnect/dc4c89f9-5c6f-4d25-b54d-3de370091841/Bilaga+1\\_F%C3%B6rvaltningsansvar+dagvattenanl%C3%A4ggningar\\_version+1.1.pdf?MOD=AJPERES](https://goteborg.se/wps/wcm/myconnect/dc4c89f9-5c6f-4d25-b54d-3de370091841/Bilaga+1_F%C3%B6rvaltningsansvar+dagvattenanl%C3%A4ggningar_version+1.1.pdf?MOD=AJPERES)
- Göteborgs stad. (u.d.). Hämtat från <file:///C:/Users/linhyl0228/Downloads/8.%20%C3%85tg%C3%A4rdsplan%20f%C3%B6r%20skyfall-metodbeskrivning-Bilaga2-Katalog%20skyfalls%C3%A5tg%C3%A4rder.pdf>
- Göteborgs stad. (u.d.). Hämtat från <file:///C:/Users/linhyl0228/Downloads/8.%20%C3%85tg%C3%A4rdsplan%20f%C3%B6r%20skyfall-metodbeskrivning-Bilaga2-Katalog%20skyfalls%C3%A5tg%C3%A4rder.pdf>
- Göteborgs Stad. (den 20 11 2018). *Frågor och svar om Rain Gothenburg*. Hämtat från goteborg.se: [https://goteborg.se/wps/portal/press-och-media/aktuelltarkivet/aktuellt/9c9519c9-48a9-498b-9e78-a6e5d7f7e27b!/ut/p/z1/pZFbS8NAEIV\\_Sx\\_ymOxkc9v1LREprY2JDdE0L7Kpmws0m7BZLfXXuy0UFIsWnIcDA-d8B2ZQiQpUCvbeNUxlg2A7vW9K\\_wVH8EgiO4TkKb2DxerexdnawfMMo-eTibfPhiT1YbFMc](https://goteborg.se/wps/portal/press-och-media/aktuelltarkivet/aktuellt/9c9519c9-48a9-498b-9e78-a6e5d7f7e27b!/ut/p/z1/pZFbS8NAEIV_Sx_ymOxkc9v1LREprY2JDdE0L7Kpmws0m7BZLfXXuy0UFIsWnIcDA-d8B2ZQiQpUCvbeNUxlg2A7vW9K_wVH8EgiO4TkKb2DxerexdnawfMMo-eTibfPhiT1YbFMc)
- Göteborgs stad. (2019). *Åtgärdsförslag för dagvatten*. Hämtat från <https://goteborg.se/wps/wcm/connect/02097d4e-15c8-4d4e-8d4e-1a3140dde9ef/Slutrapport+Åtgärdsförslag+för+dagvatten.pdf?MOD=AJPERES>

- Göteborgs stad. (den 21 09 2021). *Göteborgs Stads anvisning om hantering av skyfall*. Hämtat från Vatten i Göteborg:  
file:///C:/Users/linhyl0228/Downloads/1.%20Styrande%20dokument\_G%C3%B6teborgs%20Stads%20anvisning%20om%20hantering%20av%20skyfall%20(7).pdf
- Göteborgs stad. (2021). *Strukturplan för hantering av översvämningsrisker - Metodbeskrivning*. Hämtat från Vatten i Göteborg:  
<https://www.vattenigoteborg.se/Downpour/DownpourReports>
- Göteborgs stad. (den 19 05 2022). *Översiktsplan för Göteborg*. Hämtat från  
<https://oversiktsplan.goteborg.se/>
- Göteborgs stad, Miljöförvaltningen. (2020). *Riktvärden för utsläpp av förorenat vatten*. Hämtat från [https://goteborg.se/wps/wcm/myconnect/a227da55-ea58-4410-a00f-ba75014080e4/N800\\_R\\_2020\\_13\\_Riktlinjer+och+riktvärden+för+utsläpp+av+förorenat+vatten.pdf?MOD=AJPERES](https://goteborg.se/wps/wcm/myconnect/a227da55-ea58-4410-a00f-ba75014080e4/N800_R_2020_13_Riktlinjer+och+riktvärden+för+utsläpp+av+förorenat+vatten.pdf?MOD=AJPERES)
- Göteborgs Stad, Stadsbyggnadskontoret. (den 25 04 2019). *Översiktsplan för Göteborg, Tematiskt tillägg för översvämningsrisker*. Hämtat från Goteborg.se: <https://goteborg.se/wps/wcm/myconnect/505ba586-d99d-4abc-8bc8-3473dd28002a/Tematisk+tillägg+ÖP+översvämningsrisk.pdf?MOD=AJPERES>
- Kretslopp och vatten. (den 11 03 2021). *Reningskrav för dagvatten*. Hämtat från <https://goteborg.se/wps/wcm/connect/2997f065-9532-4a05-9812-c0336237292e/Reningskrav+dagvatten+2021-03-11.pdf?MOD=AJPERES>
- Länsstyrelsen. (2022). *VISS*. Hämtat från Vatteninformationsystem Sverige:  
<https://viss.lansstyrelsen.se/Maps.aspx>
- MSB. (08 2017). *Vägledning för skyfallskartering, Tips för genomförande och exempel på användning*. Hämtat från MSB:  
<https://www.msb.se/RibData/Filer/pdf/28389.pdf>
- Norconsult. (2009). *MKB till detaljplan för Bioförgasningsanläggning inom stadsdelen Rödjan i Göteborg*. Stadsbyggnadskontoret.
- Norconsult. (2021). *Risker och Beredskap vid ett 100-årsregn*. Norconsult.
- Svenskt vatten. (2016). *Avledning av dag -, drän- och spillvatten P110*. Stockholm: Svenskt vatten AB.
- Svenskt vatten. (2 2018). *Skyfallens ABC*. Hämtat från Tema Stadsmiljö:  
[http://www.svensktvatten.se/globalassets/rornat-och-klimat/skyfallensabc-sartryck-stadsbyffnad\\_2\\_2018.pdf](http://www.svensktvatten.se/globalassets/rornat-och-klimat/skyfallensabc-sartryck-stadsbyffnad_2_2018.pdf)
- vatten, K. o. (2022). *Vatten i staden*. Hämtat från Vatten i staden:  
[www.vattenigoteborg.se](http://www.vattenigoteborg.se)

VISS. (2022). *Vattenkartan*. Hämtat från  
<https://viss.lansstyrelsen.se/Maps.aspx>: <https://ext-geoportal.lansstyrelsen.se/standard/?appid=1589fd5a099a4e309035beb900d12399>

WSP. (2007). *Kompletterande miljöteknisk utredning Ryahamnen, Göteborg*.  
WSP.