

Bilaga B.05.01

Grundvattenutredning

Rya 2a & 2b

Influensområde vattenverksamhet



SW43147893/1

Ändringsförteckning

Ver	Datum	Ändringsbeskrivning	Granskad	Godkänd av

Sweco Sverige AB
Uppdrag
Uppdragsnummer
Kund
Upprättad av
Datum

556767-9849
30034443
Miljötillstånd Nya Rya och
utredningar
Gryaab AB
Sven Celanders
2024-01-26

Innehållsförteckning

1.	Inledning	4
1.1	Bakgrund och planerad verksamhet	4
1.2	Syfte	6
2.	Förutsättningar	6
2.1	Tidigare utförda undersökningar	6
2.2	Områdesbeskrivning	6
2.3	Geologi	8
2.4	Grundvattenförhållanden	9
2.5	Befintliga dräneringar	13
2.6	Vattenkvalitet	13
2.7	Vattenbalans	14
2.8	Grundläggning	14
3.	Grundvattenmodell	15
3.1	Konceptuell modell	15
3.2	Modelluppbyggnad	17
3.2.1	Modellgränser	17
3.2.2	Rutnät	18
3.2.3	Ansatt potentiell grundvattenbildning	18
3.2.4	Grundvattennivåer	18
3.2.5	Hydraulisk konduktivitet	19
3.2.6	Schakter och dräneringsnivåer allmänt	20
3.2.7	Schakter och dräneringsnivåer Rya 2a och 2b	20
3.2.8	Schakter och dräneringsnivåer inloppspumpstation	21
3.3	Kalibrering	22
4.	Scenario och resultat	24
4.1	Rya 2a och 2b	24
4.2	Inloppspumpstation samt Rya 2a och 2b	25
5.	Påverkansområde	26
6.	Sättningar och skyddsinfiltration	26
6.1	Skyddsinfiltration	27
7.	Migrering av föroreningar	28
8.	Slutsatser	30
9.	Referenser	31

Bilaga 1 PM - Grundvattenprovtagning Ryaverket 2023-2024

Bilaga 2 PM Infiltrationstester i grundvattenrör, Ryaverket, Göteborg

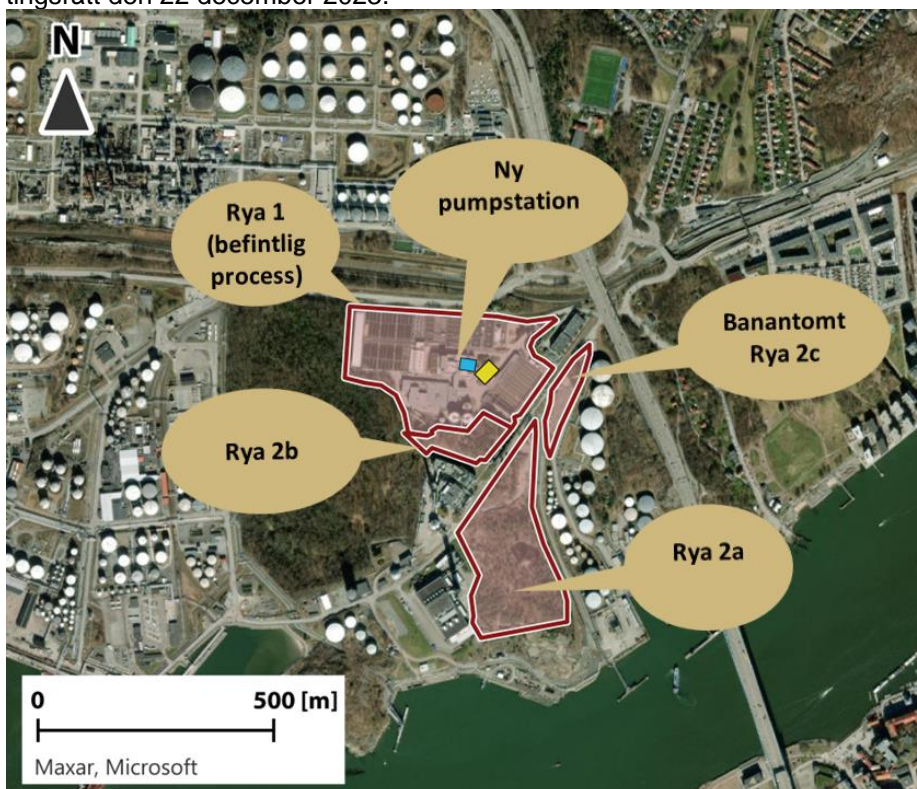
1. Inledning

1.1 Bakgrund och planerad verksamhet

Gryaab planerar en utökning av sin verksamhet för att kunna möta en ökad befolkningsutveckling i Göteborg och kranskommunerna. Planerad utbyggnad visas i Figur 1.

Utbyggnaden medför dränering under befintlig grundvattennivå i jord och berg. Dränering av grundvatten utgör vattenverksamhet i form av grundvattenbortledning. Denna rapport redovisar grundvattenpåverkan från grundvattenbortledning i bygg- och driftskede (efter färdigställande) av de planerade anläggningarna inom Rya 2a och 2b. De hydrogeologiska förutsättningarna inom området samt grundvattenmodellen som använts för beräkningar redovisas i sin helhet.

En ny inloppspumpstation avses anläggas som en del av utökningen av verksamheten. Ansökan om tillstånd till grundvattenbortledning, skyddsinfiltation och andra arbeten inför anläggande av en ny inloppspumpstation har lämnats till mark- och miljödomstolen vid Vänersborgs tingsrätt den 22 december 2023.



Figur 1 Utbredning på nuvarande verksamhet (Rya 1) och planerade utbyggnader Rya 2a, Rya 2b och Rya 2c samt en ny inloppspumpstation.

I närhet till Rya 2a och 2b finns naturreservatet Rya skog vars växtliv är beroende av det ytligt belägna jordlagret, se figur 2. Eventuell påverkan på naturreservatet beskrivs mer i detalj i *PM grundvattenpåverkan naturvärden Rya skog (Sweco, 2023)*.

Inom Ryaverket finns idag dränerande anläggningar som bergrum, tunnlar och djupt liggande befintlig pumpstation.



Figur 2 Översiktskarta över Ryahamnen med de planerade schakterna för inloppspumpstationen som omfattar vattenverksamhet. Naturreservatet Rya skog är markerat i grönt.

En numerisk grundvattenmodell har upprättats utifrån tolkning av geologi och grundvattenförhållanden inom området omkring Ryaverket, se avsnitt 3.2. Med hjälp av grundvattenmodellen har beräkningar utförts för avsänkning vid två olika scenarier:

- Rya 2a och 2b
- Inloppspumpstation samt Rya 2a och 2b

Scenario "Rya 2a och 2b" redovisar avsänkning och flöden för grundvattenbortledning från schakter redovisade i denna rapport. Scenario "Inloppspumpstation samt Rya 2a och 2b" redovisar kumulativ avsänkning och flöden för grundvattenbortledning från schakter redovisade i denna rapport samt från schakter för planerad inloppspumpstation.

Schakter och grundvattenbortledning för inloppspumpstationen ska påbörjas innan schakter för Rya 2a och 2b. Som nämnts ovan har en separat ansökan om miljötillstånd ingetts för denna grundvattenbortledning.

Beräkningsresultaten visar avsänkningen av grundvattennivåer i omgivningen samt inläckaget av grundvatten till schakterna. Resultaten visar den största avsänkningen under utförande av schakterna samt den största påverkan efter att de är färdigställda.

Scenarierna förutsätter ingen tätning mot vare sig jord eller berg och bedöms därmed motsvara ett värsta fall.

1.2 Syfte

Utredningen syftar till att beräkna influensområden för den avsänkning som uppstår vid grundvattenbortledning. Grundvattenbortledning sker i bygg- och driftskede vid anläggning av underjordiska konstruktionerna vid Rya 2a och 2b.

Resultaten har legat till grund för påverkansområdet för tillståndsprovning av vattenverksamhet. Risk för sättningar och möjlighet till skyddsinfiltration redovisas och risk för migrering av föroreningar bedöms. Denna rapport är en underlagsrapport för ansökan för vattenverksamhet omfattande grundvattenbortledning vid byggande och drift av konstruktioner under grundvattennivån vid Rya 2a och 2b.

2. Förutsättningar

2.1 Tidigare utförda undersökningar

I området har det tidigare utförts geologiska och hydrogeologiska undersökningar samt mätningar av grundvattennivåer, främst i jord men även i berg. Utredningarna som legat till grund för denna rapport går att finna i avsnitt 9 och innehållet i dem utvecklas nedan.

Norconsult har utfört grundvattennivåmätningar och producerat en rapport kring hydrogeologin i området. Norconsult har även under 2022 utfört geologiska och bergtekniska undersökningar, där bland annat kärnbörning har utförts och kartering av sprickor och deras riktningar.

WSP har även tagit fram en rapport kring grundvattenförhållandena i området där grundvattennivåer har mätts under perioden april 2000 till februari 2007.

Utöver detta har en del material kring hydrogeologin tagits fram i samband med utbyggnaden av Hamnbanan, som passerar norr om Ryaverket i öst-västlig riktning.

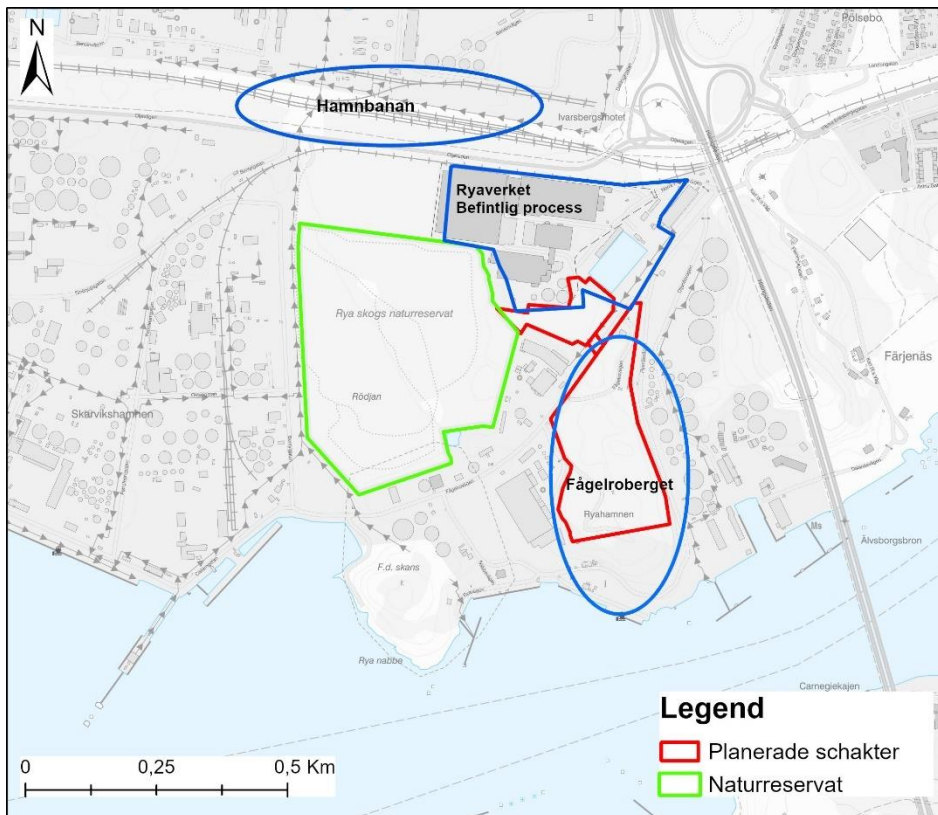
2.2 Områdesbeskrivning

Ryaverket ligger norr om Göta Älv, strax väster om Älvsborgsbron i västra Göteborg. Ryaverkets närmaste omgivning är mycket urbaniserad med flera industri- och hamnområden i närheten. De högst belägna områdena är uppstickande bergsområden som når en höjd på mellan +20 och +25 [RH 2000].

Mellan bergshöjderna ligger lerdalar. Marknivån inom reningsverket och kraftvärmeverket ligger på ca +10. Väster om Ryaverket ligger Rya skog, som är ett naturreservat. I Rya skog är topografin flackare och marknivån ligger på ca +5. Som högst är marknivån ca +15 i den östra delen närmast Ryaverket för att sedan avta västerut och är cirka +2 i västra delen av skogen.

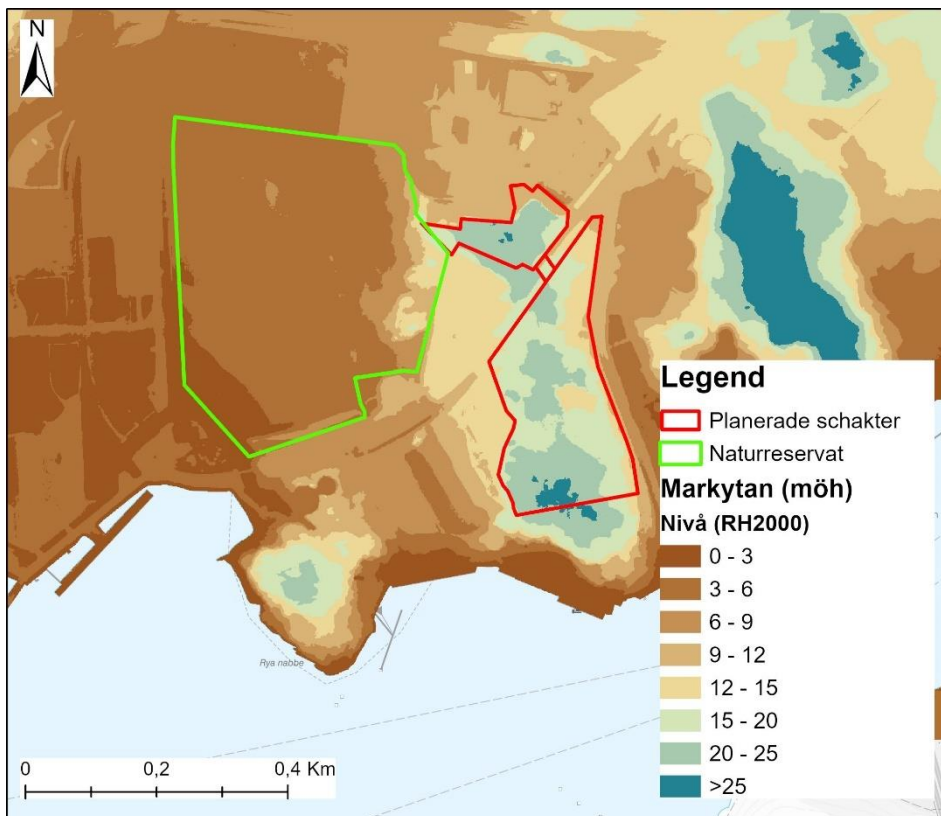
Söder om Ryaverket ligger Fågelroberget, som utgörs av ett höjdområde som breder ut sig i nord-sydlig riktning. Här är berg i dagen och markytan ligger kring mellan +20 och +25. Fågelroberget sammanfaller i stor utsträckning med delområdet Rya 2a. Rya 2b utgör markområdet söder om Ryaverket som åtskiljs från Fågelroberget av Fågelrovägen.

En karta med platsnamn utsatta visas i Figur 3.



Figur 3 Karta över Ryaverket och dess omgivning med platsnamn utsatta. De inringade blå områdena visar platsernas ungefärliga läge.

En karta som visar marknivåer inom området och dess omgivning visas i Figur 4.



Figur 4. Marknivåerna i området kring Ryaverket och inloppspumpstationen

2.3 Geologi

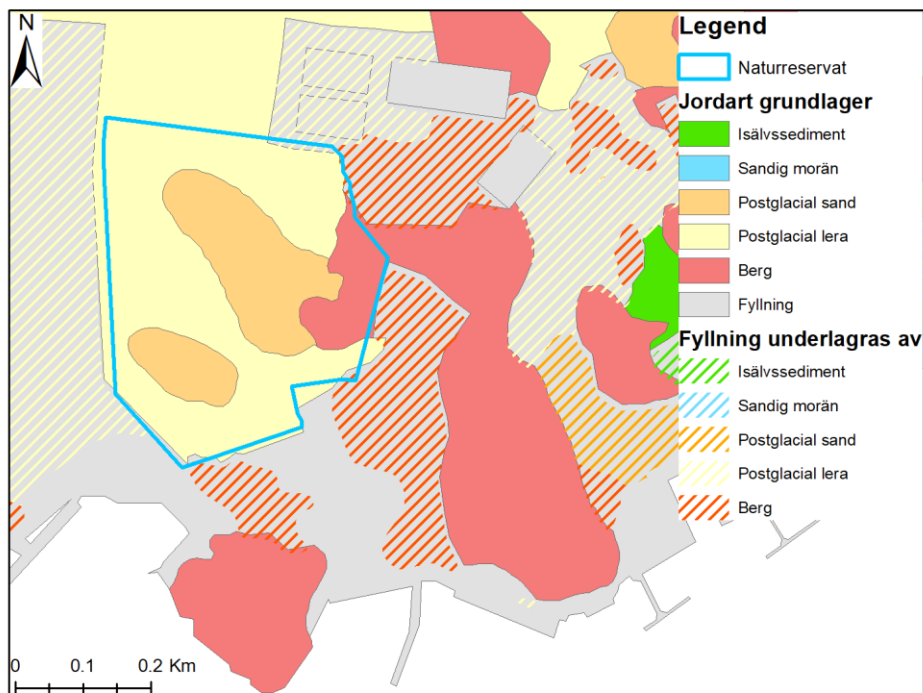
Geologin i området karaktäriseras av högre liggande områden med berg i dagen och mellan dessa lägre liggande lerområden. De översta jordarterna och de som ligger under fyllningen går att se i Figur 5 som visar SGU:s jordartskarta tillsammans med planerade schakter och naturreservatet Rya Skog.

I de urbaniserade och exploaterade delarna av Ryaverkets område och dess närmaste omgivning utgörs det översta lagret generellt av fyllnadsmassor som antingen överlagrar ett lerlager eller berget. I områdets höjdpunkter återfinns ofta berg ända upp till markytan. Leran ovanlagrar generellt ett lager av sandig morän som i sig ligger ovanpå berget.

Berggrunden består av bergarten granit som beskrivs som relativt sprickfattig. De sprickor som finns är brantstående och går i sydvästlig till västlig riktning. I området återfinns inslag av pegmatit och andra basiska bergarter (Norconsult, 2022b). Enligt SGU:s konduktivitet i berggrunden varierar den hydrauliska konduktiviteten (mått på hur vattenförande materialet är) för berggrunden i området mellan 1×10^{-08} och 2×10^{-07} m/s (SGU, 2021). Vattenförlustmätningar har även utförts i området på tre borrhål i berggrunden. I dessa undersökningar visade det sig att de mest vattenförande sektionerna var belägna i den ytligaste delen av berget. Medelvärde för den hydrauliska konduktiviteten i ytberg beräknades till 5×10^{-08} m/s respektive 3×10^{-08} m/s för samtliga undersökta sektioner.

Fyllningen i området består till största del av grusig sand och har en mäktighet på ungefär 1 till 2 m i området. Leran är generellt siltig och beskrivs som tät.

Dess mäktighet varierar i området och där mäktigheten är som störst i Rya skog kan mäktigheten på leran vara 20 m. Under leran ligger ett ungefär 2 m mäktigt friktionsjordlager som består huvudsakligen av sandig morän. I Rya skog finns även stråk av postglacial sand som ligger ovanför leran.



Figur 5. Jordartskarta från SGU över Ryaverket och den närmaste omgivningen. Kartan visar enbart det översta lagret med undantag där fyllning finns där även det underliggande lagret illustreras.

2.4 Grundvattenförhållanden

Grundvatten förekommer i både jord och berg. Överst i bland annat fyllningen finns ett övre grundvattenmagasin. Grundvattennivån i detta påverkas mycket av nederbörd. Grundvattenrör i detta magasin finns endast i Rya skog. Under lerområdena finns ett undre grundvattenmagasin i moränen. Sedan förekommer även grundvatten i sprickor i berget.

I området, se Figur 6, finns ett antal grundvattenrör där grundvattennivåmätning har utförts. Grundvattenrören är installerade i det undre och i det övre grundvattenmagasinet och visar observationer i dessa. Mätningarnas placering går att se i Figur 6 och dess värden i Figur 7 och Figur 8. De redovisade mätningarna har utförts under perioden juni till oktober 2022 samt mars till augusti 2023. Av dessa mätningar framgår att grundvattennivån i det undre magasinet i Rya skog befinner sig mellan +3,8 och +4,9 under juni till september 2022. En observationspunkt ligger belägen i berg i närheten av Ryaverket och där har en nästan konstant grundvattennivå påvisats kring dräneringsnivåerna för bassängerna vid -0,1 m. Grundvattennivån i berg bedöms ligga kring +0,0 inom Ryaverket, vilket är i nivå med befintlig dränering. Undersökning har visat att i de låglänta delarna av området så är nivån i jord snarlik med nivån i berg. I Rya skog utfördes mätningar under en tre års period

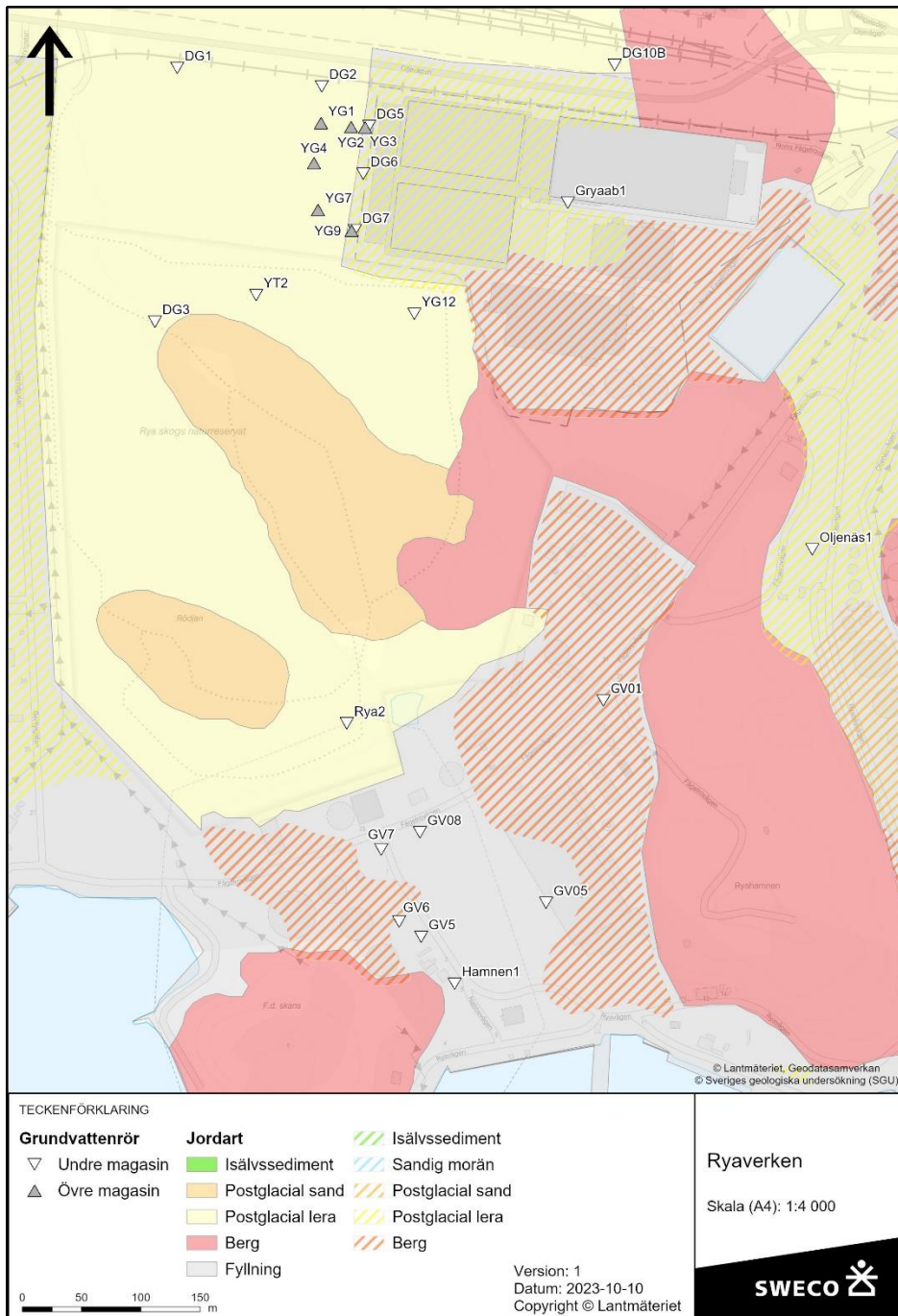
mellan 2005–2008 och där uppvisades att årsvariationen på grundvattennivån var cirka en meter (Norconsult 2022a).

I området kring Ryahamnen, sydväst om Fågelroberget påverkas grundvattennivån av inläckage till bergrum och tunnlar. Av den anledningen så är grundvattennivån avsänkt och det förekommer därför lokala avvikelser från den generella grundvattenströmningen. Här har grundvattennivåer mellan +3,1 - +4,4 observerats.

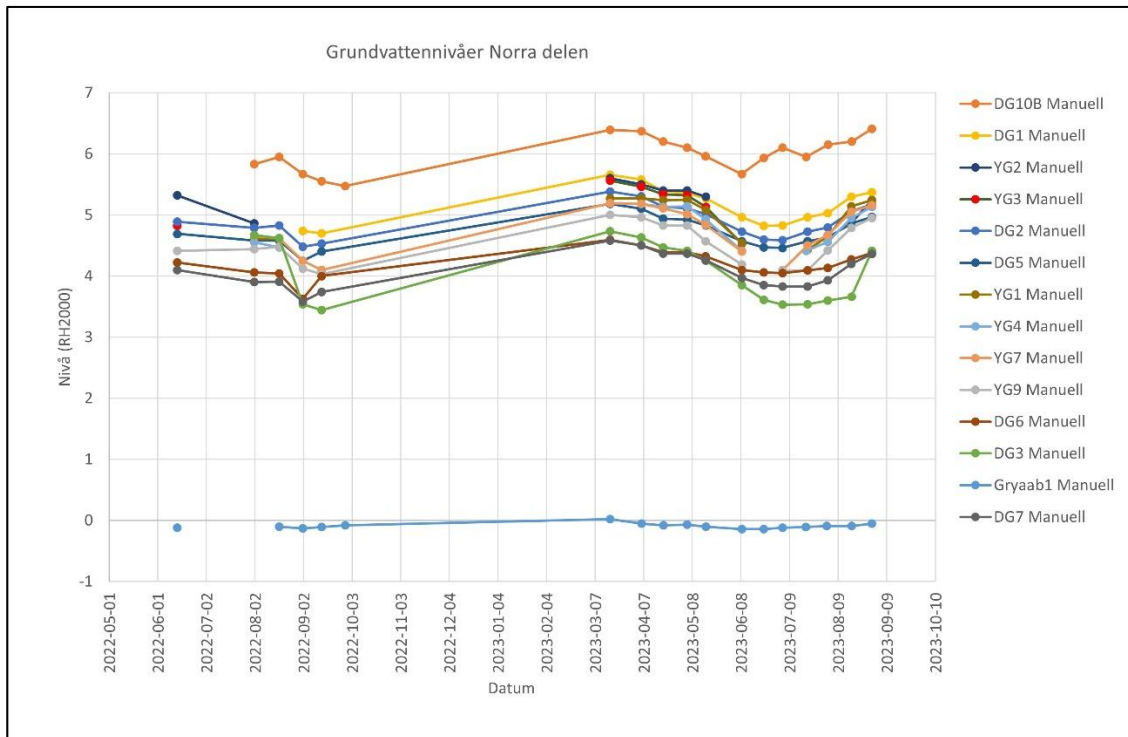
Den huvudsakliga strömningen i området följer topografin och strömmar i sydvästlig riktning. Området bedöms begränsas av topografi och de berg i dagen som fungerar som en hydraulisk barriär i öst, väst samt norr.

Göta älv rinner söder om området och har en genomsnittlig vattennivå på +0,5 [RH 2000].

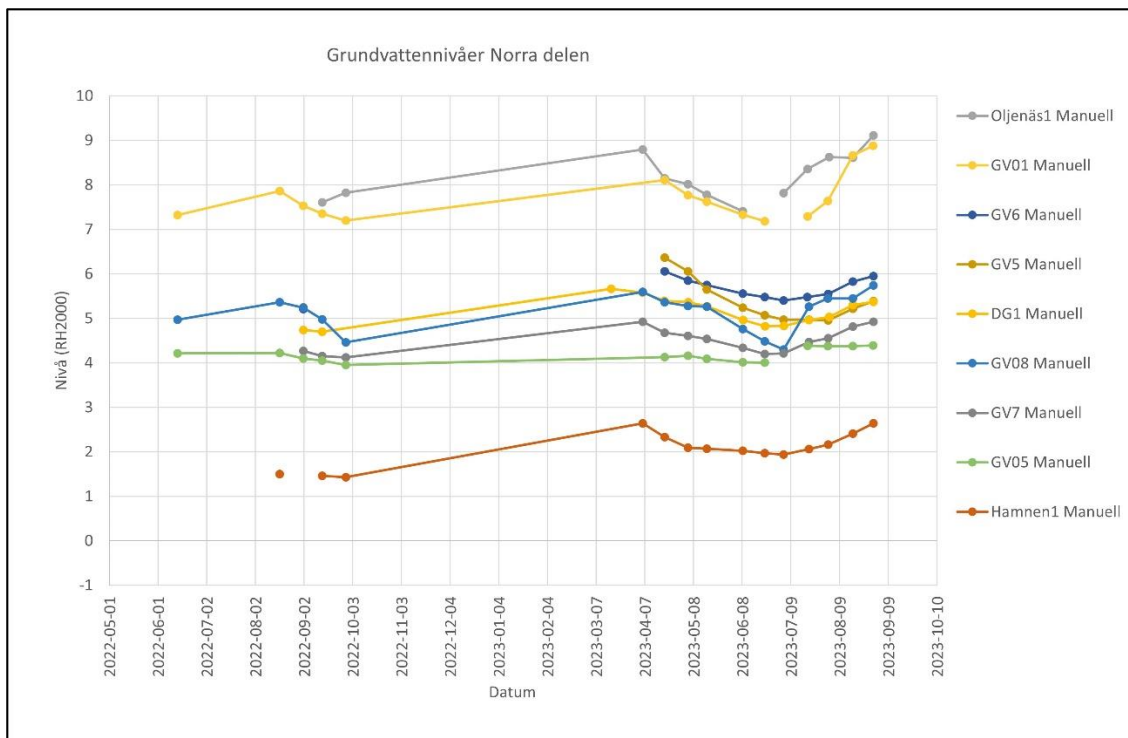
Nybildningen till det undre magasinet bedöms ske i övergångarna mellan jord och berg. Storleken på grundvattenbildningen till det undre magasinet beror högst troligen på andel hårdgjorda ytor, jordart och om det finns dräneringar eller vattenledningar i närheten. Grundvattenströmningen ner till berg har bedömts vara mellan 50–120 mm/år i området (Norconsult, 2022b).



Figur 6: Grundvattenobservationspunkter i området. Mätningarna för punkterna är uppritade i Figur 7 och Figur 8.



Figur 7 Grundvattenobservationer i den norra delen utförda under 2022. Mätningarna är gjorda under 2022 och 2023 och punkterna motsvarar mätillfällen.



Figur 8 Grundvattenobservationer i den södra delen utförda under 2022. Mätningarna är gjorda under 2022 och 2023 och punkterna motsvarar mätillfällen.

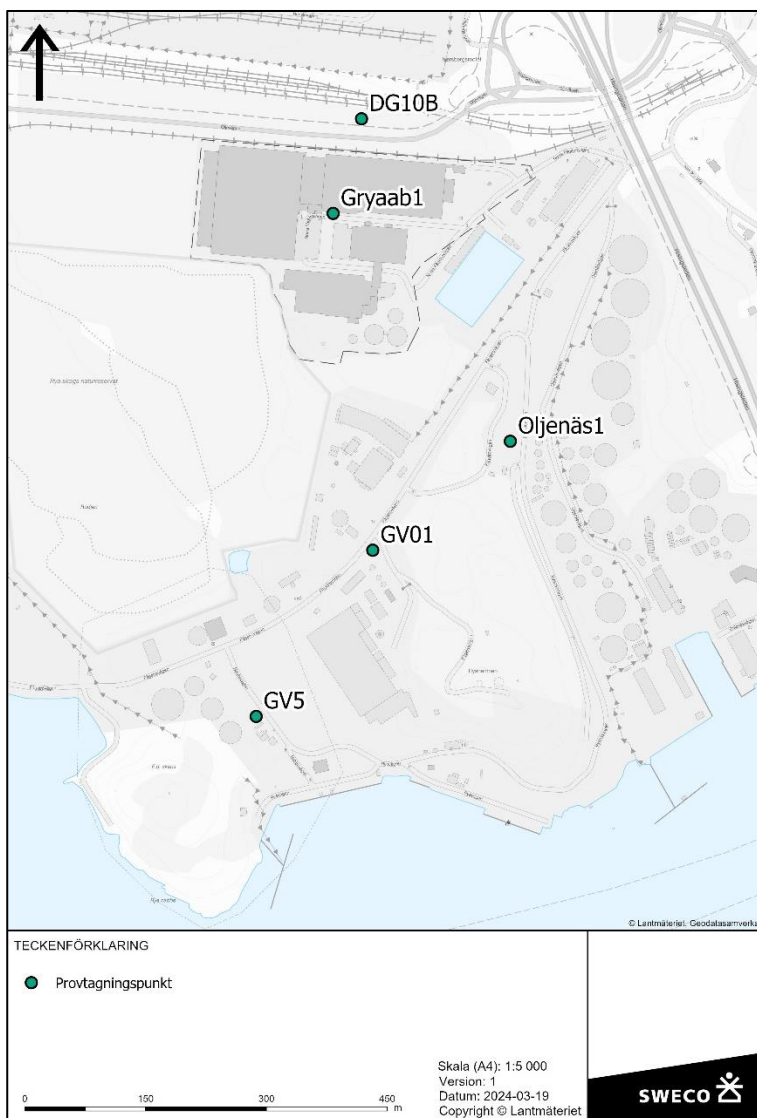
2.5 Befintliga dräneringar

Inom området för den pågående verksamheten på Ryaverket har berget sprängts ut för att göra plats för anläggningar och infrastruktur. Bland annat finns en pumpstation med djup grundläggningsnivå och tunnel i berg passerar genom området. Majoriteten av anläggningarna inom Ryaverkets befintliga verksamhet är dränerade. Anläggningarnas dränering påverkar grundvattensituationen. Grundvattennivån har i grundvattenrör Gryaab1 vid alla mättillfällen uppmätts till ca +0, den låga nivån beror på befintliga dräneringar.

I Fågelrobergets södra del finns bergrum som sannolikt dränerar berget och till viss del även påverkar grundvattenmagasinet i jord väster om detta.

2.6 Vattenkvalitet

Utförd vattenprovtagning redovisas i bilaga 1 PM Grundvattenprovtagning Ryaverket. Vattenprovtagning är utförd i grundvattenrören som visas i Figur 9.



Figur 9 Grundvattenrör där grundvattenprovtagning utförts.

Analysresultaten visar att beträffande oljerester och dylikt har inga halter över laboratoriets rapporteringsgränser uppmätts för alifatiska kolväten eller aromatiska kolväten (inklusive bensen, toluen, etylbensen och xylener) i något av proven. PAH förekommer i marginella halter i en punkt (GV01), strax över rapporteringsgränserna för två av tre summerade fraktioner. Klorerade alifatiska kolväten, i form av triklormetan, förekommer i låg halt (nära rapporteringsgränsen) i ett prov (Oljenäs 1). Halterna av tungmetaller är låga, ned mot rapporteringsgränserna för analysmetoden och underskrider då relevanta riktvärden, kvicksilver har inte påvisats i något prov. Näringsämnen, typ kväve och fosfor i olika former, föreligger i låga halter. pH-värdet visar på ett i stort sett neutralt vatten.

Det förekommer däremot en del PFAS-substanser i samtliga prov (även i låga halter i blankproven), högst halt har uppmätts i Gryaab 1. Halten i provet uppgår till 170 ng/l. I de övriga grundvattenrören ligger halten för PFAS-11 mellan ca 10 – 60 ng/l.

2.7 Vattenbalans

För att uppskatta hur stor del av nederbörden som kan bidra till grundvattenbildning har en klimatologisk vattenbalans upprättats för att beräkna nettonederbörden (den del av nederbörden som inte avdunstar). Beräkning av nettonederbörden baseras på uppgifter från SMHI gällande nederbörd, avrinningsdata och avdunstning (SMHI, 2023).

I Göteborg uppgår nederbörden till cirka 900 mm/år. Avdunstning och växtupptag uppgår generellt till nästan 400 mm/år. I vattenbalansberäkningarna för Ryaverket antas en generell nettonederbörd på 500 mm/år.

I urbaniserade områden begränsas grundvattenbildningen av hårdgjorda ytor, exempelvis hustak, asfaltsytor och markplattor.

I urbana områden kan även ett betydande tillskott ske via läckande VA-ledningar.

Vatten tillförs grundvattenmagasinen i jord och berg dels som nybildning som beror på nettonederbörden, dels som grundvattentillskott från andra magasin, exempelvis vid strömning mellan ett övre och undre grundvattenmagasin.

Läckage genom lera utgör normalt ett mycket litet tillskott till ett undre magasin. Läckage genom friktionsjord i randzoner jord/berg utgör normalt det dominerande tillskottet. Läckage genom berg till ett undre magasin utgör vanligen ett mindre tillskott för magasin med måttlig areell utbredning.

Vid en grundvattensänkning, till exempel genom grundvattenbortledning från ett undre magasin, sker normalt ett ökat tillskott av grundvatten till magasinet, vanligen genom ökad strömning från övre magasin och även (oftast till mindre del) genom ökad strömning från underliggande berg. En annan effekt av trycksänkning i ett undre magasin är att utflödet av grundvatten från magasinet kan minska.

2.8 Grundläggning

En inventering har utförts av byggnader och anläggningars grundläggning, ledningar och brunnar för att identifiera om det finns objekt som kan lida skada på grund av sättningar i lera till följd av avsänkta grundvattennivåer. Inventeringen redovisas i PM Inventering riskobjekt grundvatten, Sweco (2023).

Alla byggnader och anläggningar är grundlagda till fast botten. Ledningar förekommer inom lerområden där sättningar kan utvecklas vid grundvattensänkning. Inga brunnar förekommer inom påverkansområdet.

3. Grundvattenmodell

En numerisk grundvattenmodell har upprättats med programmet GMS MODFLOW version 10.4. I programvaran byggs den konceptuella modellen upp som ska spegla de hydrogeologiska förutsättningarna. Beräkningar har utförts för ett grundscenari samt för de två scenarierna:

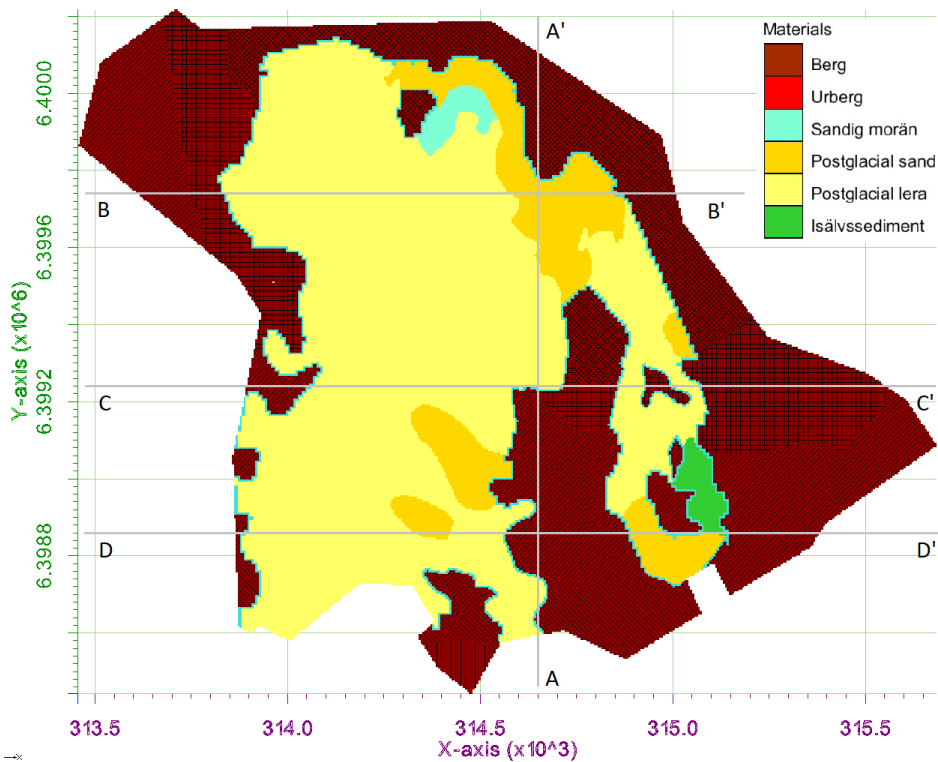
- Rya 2a och 2b
- Inloppspumpstation samt Rya 2a och 2b

Beräkningarna görs för stationära förhållanden i samtliga scenarier.

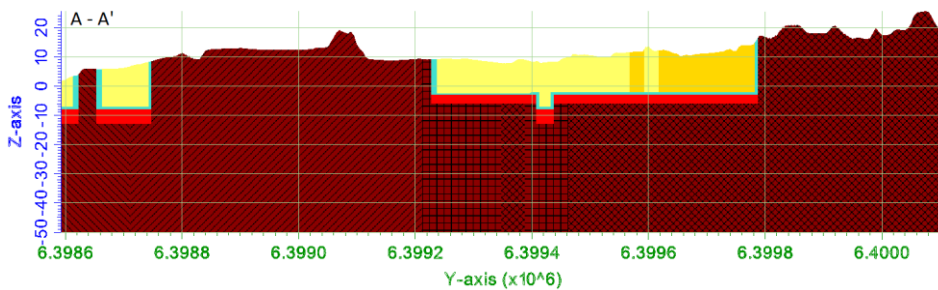
3.1 Konceptuell modell

Grundvattenmodellen är uppbyggd baserat på en förenklad bild av de geologiska förhållandena som finns i området. En översiktlig bild på de olika geologiska materialens utbredning i lager 1 av modellen går att se i Figur 10. Här går det även att se de material som ingår i den konceptuella modellen som ligger till grund för beräkningarna.

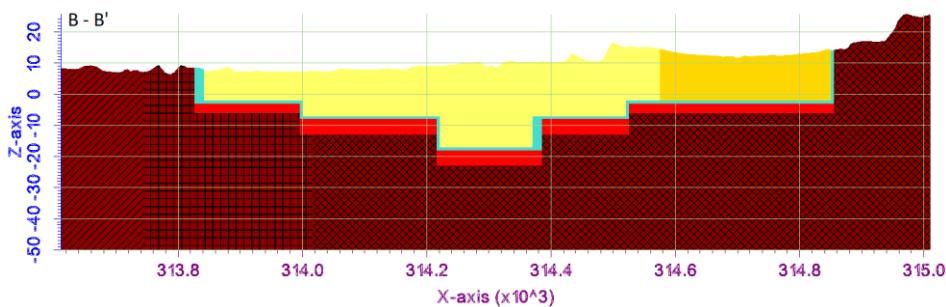
Tre tvärsektioner av den geologiska konceptuella modellen visas i Figur 11 – Figur 14. Avgränsningar och förenklingar har gjorts i randområden (bland annat beroende på mindre mängd underlag) medan större fokus i detaljrikedom har lagts i området kring Rya skog och det planerade vattenverksamhetsområdet. Avgränsningarna och förenklingarna bedöms inte ha betydelse för utredningens resultat.



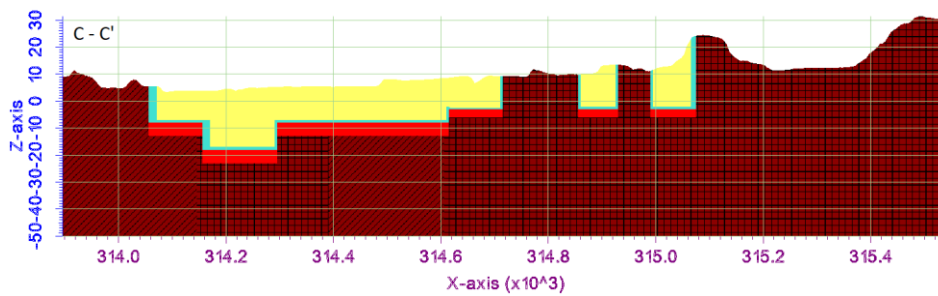
Figur 10 Planbild över grundvattenmodellen lager 1. Färgerna motsvarar geologiska enheter i modellen. Lägena för sektionerna nedan visas även i figuren.



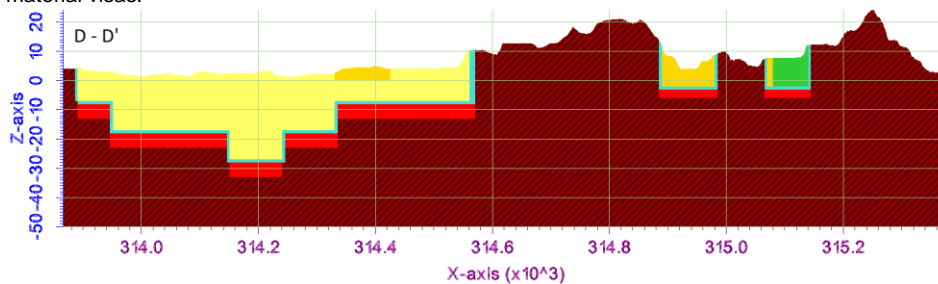
Figur 11 Sektion A-A' i grundvattenmodellen. Mäktigheten av de olika lagren och dess geologiska material visas.



Figur 12 Sektion B-B' i grundvattenmodellen. Mäktigheten av de olika lagren och dess geologiska material visas.



Figur 13 Sektion C-C' i grundvattenmodellen. Mäktigheten av de olika lagren och dess geologiska material visas.

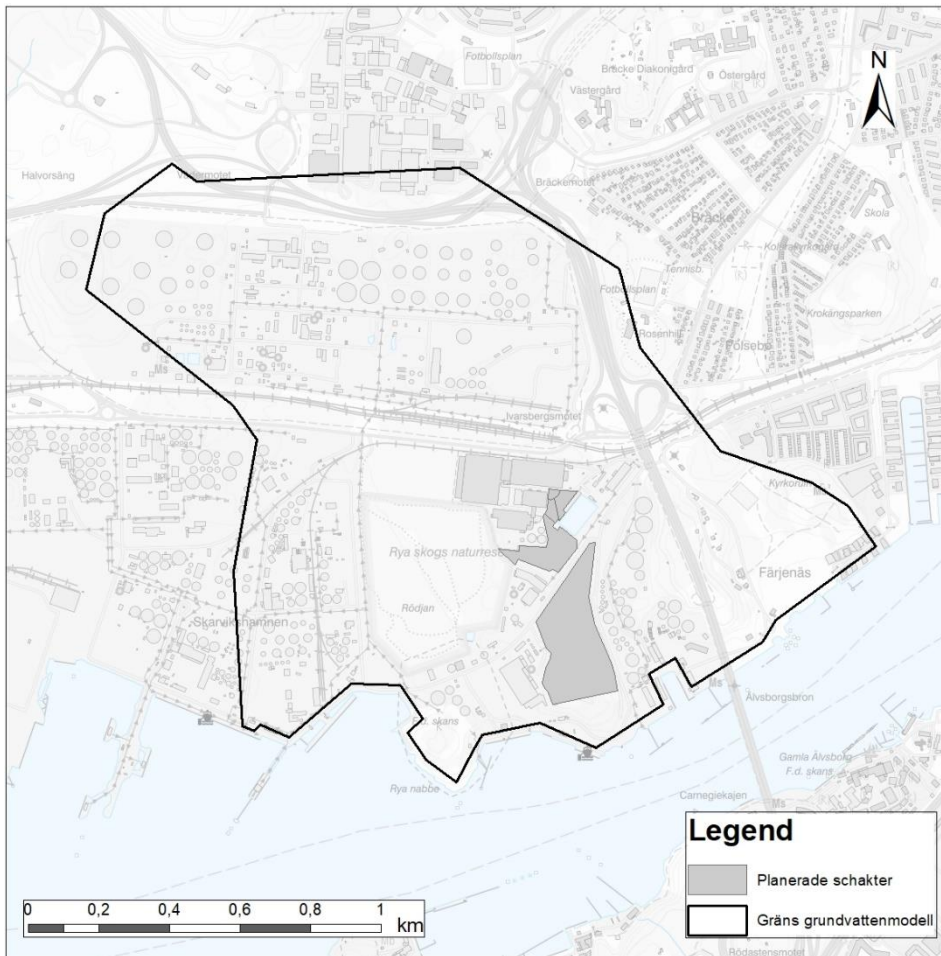


Figur 14 Sektion D-D' i grundvattenmodellen. Mäktigheten av de olika lagren och dess geologiska material visas.

3.2 Modelluppbyggnad

3.2.1 Modellgränser

Modellens utbredning visas i Figur 15. Denna avgränsning är gjord baserat på tolkade hydrauliska gränser. I söder går Göta älv som ansätts som en konstant nivå på +0,5. I övrigt avgränsas modellen med icke-flödesgränser vars placering baserats på topografi och avrinningsområden men även på uppstickande berg i markytan. Modellen sträcker sig ner till -50 m och under detta antas en icke-flödesgräns.



Figur 15 Utbredningen för grundvattenmodellen visas med svart linje.

3.2.2 Rutnät

Ett rektangulärt rutnät har byggts upp där det översta lagret interpolerats efter topografin. Övriga underliggande lager är plana men varierar i mäktighet. Lagerna innehåller flera material med olika hydrauliska konduktiviteter baserat på den konceptuella modellen. Totalt innefattar modellen 14 vertikala lager. Den horisontella upplösningen varierar och är som mest högupplöst i närheten av Rya skog och centralt i modellen inklusive planerade schakt för Rya 2a och 2b. Här är upplösningen 5 m som avtar linjärt och är 10 m närmast ränderna av modellen.

3.2.3 Ansatt potentiell grundvattenbildning

Infiltration har ansatts i det översta lagret och varierats beroende på markanvändning där grönytor så som Rya skog har ansatts ett värde på 500 mm/år. På de hårdgjorda ytorna har infiltrationsmängden reducerats till 150 - 180 mm/år. Detta för att hårdgjorda ytor som tak, markplattor och asfalt begränsar möjligheten till infiltration genom markytan.

3.2.4 Grundvattennivåer

Grundvattennivåerna har simulerats genom att utgå från topografin i området. Här har ett dräneringslager använts. Detta dräneringslager har satts till olika

djup under markytan baserat på de grundvattenobservationer som gjorts i området.

Den dränering som finns i Fågelroberget har inte lagts in i modellen då det inte är känt inom vilken del av detta som dränering från bergrum sker och inte heller till vilken nivå. I närliggande grundvattenmagasin i jord har dräneringsnivåerna ansatts med avseende på de mätningar av grundvattennivån som finns där. Denna konceptualisering leder till något konservativa men ändå representativa resultat.

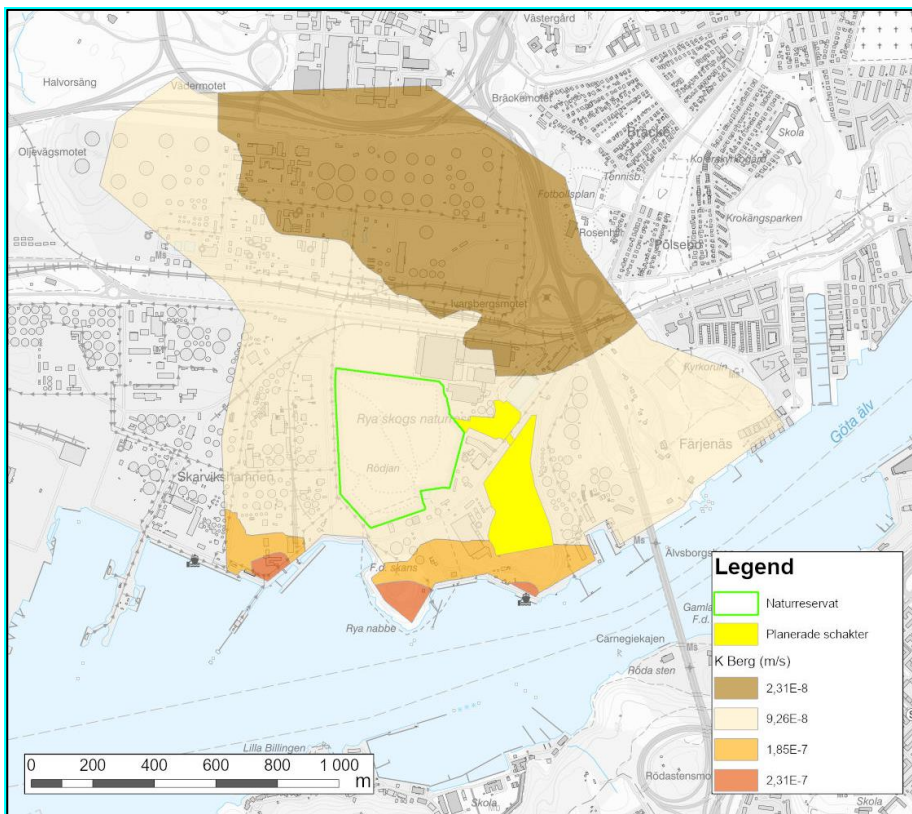
3.2.5 Hydraulisk konduktivitet

Den hydrauliska konduktiviteten har ansatts enligt Tabell 1. Värdena är baserat på det underlag som tagits fram i tidigare undersökningar och underlag från SGU (SGU, 2021) i området. Underlaget från SGU visar på ett mer genomsläppligt berg än de utförda undersökningarna. Enligt konservativ praxis har värdena för den hydrauliska konduktiviteten ansatts enligt de högre värden som SGU redovisar.

Tabell 1: Hydrauliska konduktiviteter för de material som är inkluderade i modellen.

Material	Kh (m/s)	Kv (m/s)
Lera	5×10^{-09}	1×10^{-09}
Sand	1×10^{-06}	1×10^{-06}
Sandig Morän	5×10^{-06}	5×10^{-06}
Ytligt berg under morän	1×10^{-07}	1×10^{-07}
Berg 1	$2,3 \times 10^{-08}$	$2,3 \times 10^{-08}$
Berg 2	$9,3 \times 10^{-08}$	$9,3 \times 10^{-08}$
Berg 3	$1,9 \times 10^{-07}$	$1,9 \times 10^{-07}$
Berg 4	$2,3 \times 10^{-07}$	$2,3 \times 10^{-07}$

Områdena där de olika hydrauliska konduktiviteterna i berg har tillämpats visas i Figur 16.



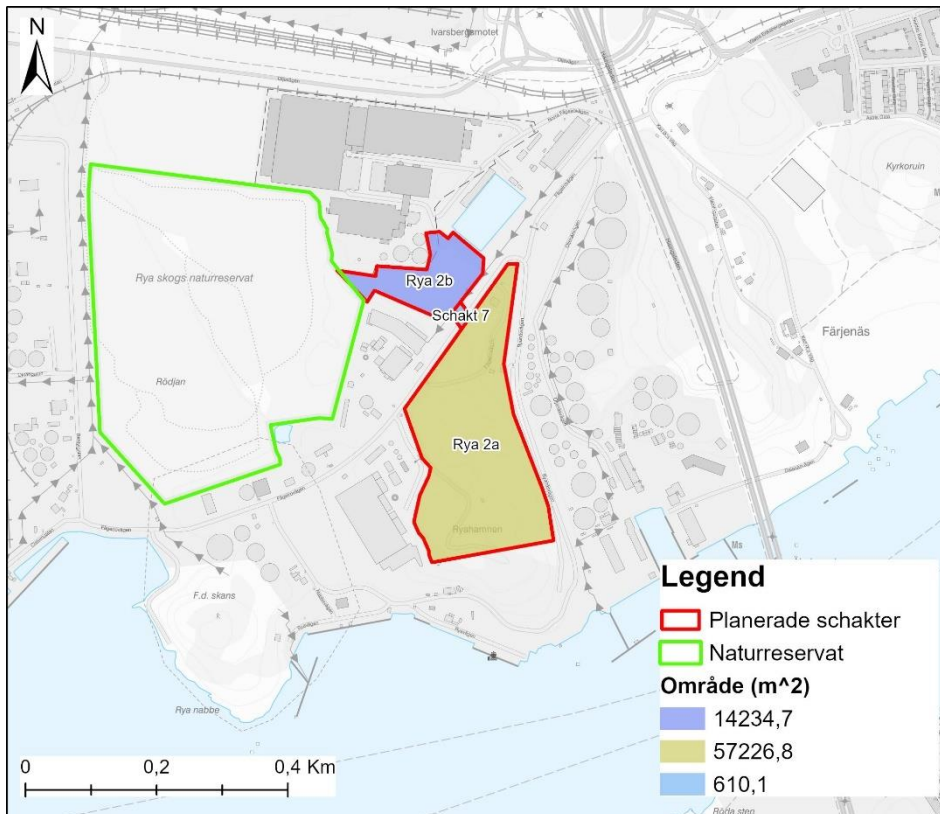
Figur 16 Områden med olika hydraulisk konduktivitet i berg.

3.2.6 Schakter och dräneringsnivåer allmänt

Schakter har i modellen simulerats med ett så kallat dräneringslager som sänker av grundvattennivåerna till en bestämd nivå. I cellerna i tomrummen som blir inuti schakten har materialet ansatts en hög hydraulisk konduktivitet för att simulera att där är luft. Schakterna är simulerade som öppna schakt det vill säga inga tätande konstruktioner har inkluderats i beräkningarna och bedöms därmed representera ett värsta fall.

3.2.7 Schakter och dräneringsnivåer Rya 2a och 2b

Schakternas lägen inom Rya 2a och Rya 2b samt för schakt 7, deras area samt nivå på schaktbotten (samma som dräneringsnivån) visas i Figur 17 och Tabell 2. Schakternas lägen och dräneringsnivåer baseras på underlag från Gryaab (Gryaab, 2021) för Rya 2b. Dräneringsnivån inom Rya 2a och schakt 7 är baserad på epost-konversation med Gryaab.



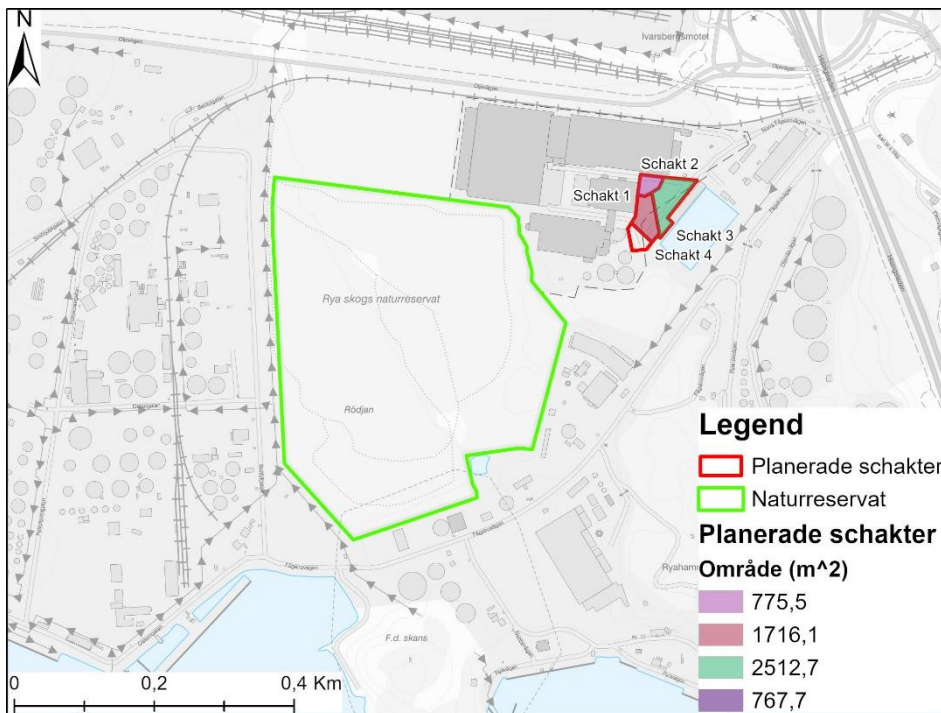
Figur 17 Schakternas lägen för Rya 2a och Rya 2b samt schakt 7 och deras area.

Tabell 2 Tabell med area och schaktbottennivå (samma som dräneringsnivå) för schakter inom Rya 2a och Rya 2b samt schakt 7.

Namn	Nivå schaktbotten (m Rh 2000)	Area (m ²)
Rya 2a	-1,8	53227
Rya 2b	-1,8	14235
Schakt 7	+2,0	610

3.2.8 Schakter och dräneringsnivåer inloppspumpstation

Lägen på schakterna för inloppspumpstationen, deras area samt nivå på schaktbotten (samma som dräneringsnivå) visas i Figur 18 och Tabell 3. Dessa schakter beskrivs här då de inkluderas i bedömning av kumulativa effekter se avsnitt 4.2.



Figur 18 Schakternas lägen för inloppspumpstationen och deras area.

Tabell 3 Tabell med area och schaktbottennivå (samma som dräneringsnivå) för schakter för inloppspumpstationen.

Namn	Nivå schaktbotten (m Rh 2000)	Area (m ²)
Schakt 1	-19,95	1716
Schakt 2	-2,0	776
Schakt 3	-13,3	2513
Schakt 4	-1,8	768

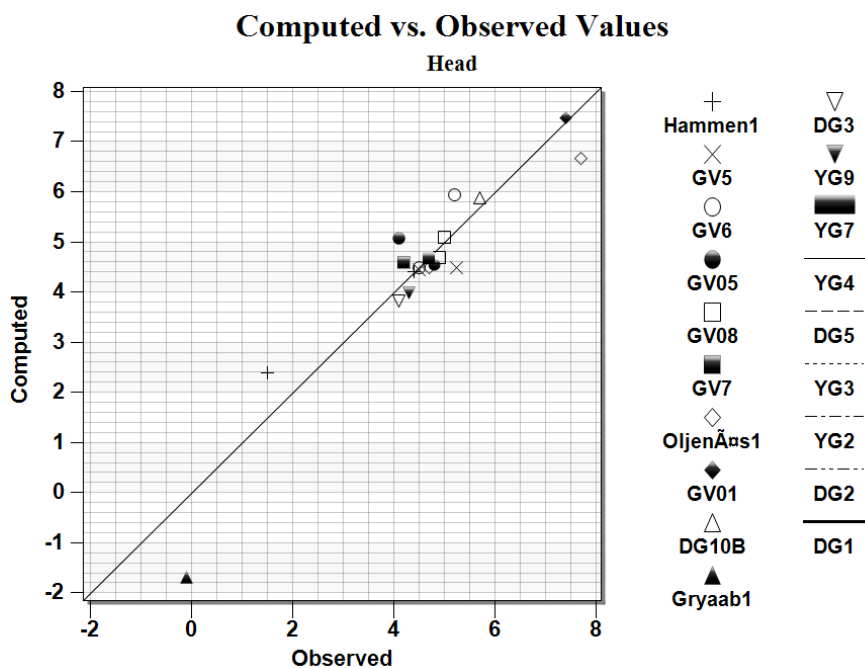
3.3 Kalibrering

Kalibreringen har utförts utifrån befintliga förhållanden, det vill säga med hänsyn till befintliga dräneringar, se avsnitt 2.5. Utöver den information som finns kring dräneringar har modellen kalibrerats mot de grundvattenobservationer som finns presenterade i Figur 7 och Figur 8.

Den kalibrerade grundmodellen inkluderar inte planerad vattenverksamhet och de resulterande grundvattennivåerna i denna modell, dvs den återspeglar de nuvarande förhållandena. Grundmodellen anger referensnivåerna som sedan scenarierna med grundvattenbortledning jämförs gentemot.

Kalibreringen visar att modellen väl representerar de observerade grundvattennivåerna i Rya skog och omkring befintlig verksamhet. Kring Fågelroberget överskattar grundvattenmodellen nivåerna men även här finns

mycket dränering som ger en komplex bild. Nedan i Figur 19 ses beräknade mot observerade nivåer.



Figur 19 Uppmätta nivåer jämfört med beräknade nivåer i grundvattenmodellen.

4. Scenario och resultat

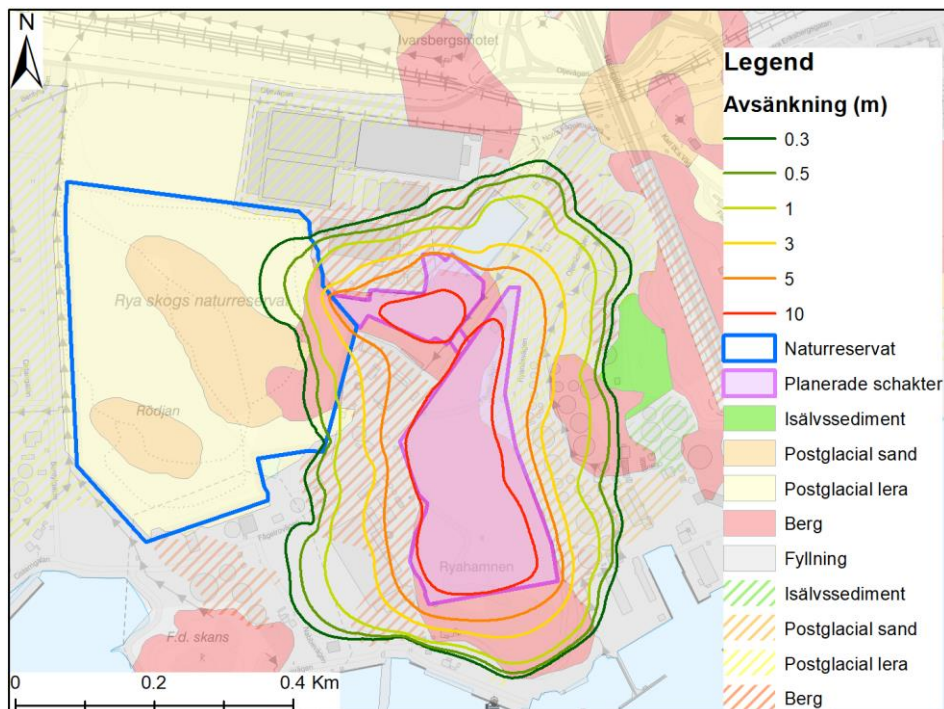
Resultat från beräkningen av de två scenarierna presenteras som avsänkning från ett normalscenario som utgörs av resultaten från den kalibrerade modellen. Avsänkningen som redovisas är i det ytliga berglagret och i undre grundvattenmagasin. Vattenbalansen för de två scenarier som inkluderar Rya 2a och Rya 2b visar volymfel under 5% vilket är något över branschpraxis men acceptabelt. Det bedöms inte påverka utbredning på påverkansområdet eller beräknade flöden. Modellen är numeriskt komplex med många dräneringar vilket är en anledning till fel i vattenbalansen.

4.1 Rya 2a och 2b

Dränering till angivna nivåer i schakterna inom delområdena Rya 2a och 2b visar på ett influensområde för 0,3 meters avsänkning som sträcker sig cirka 200 m väst och cirka 180 m öst om schakten. Avsänkingskurvor som visar avsänkning av grundvattennivå jämfört med nollscenariot visas i Figur 20 tillsammans med de schakter som ingår i scenariot. Isolinjerna visar avsänkningen i undre grundvattenmagasin och ytligt berg. Avsänkningen begränsas av Göta älv söderut. Avsänkningar upp till 1 m sträcker sig in i naturreservatet Rya skog, dock marginellt. 10 m avsänkning beräknas ske inom samtliga schakt. Flöden har även beräknats för varje enskilt schakt och de presenteras i Tabell 4. Det totala flödet beräknas bli ca 2,3 l/s.

Tabell 4 Beräknade flöden för varje schakt i l/s.

Namn	Inflöde (l/s)
Rya 2a	1,8
Rya 2b	0,5
Schakt 7	0,01



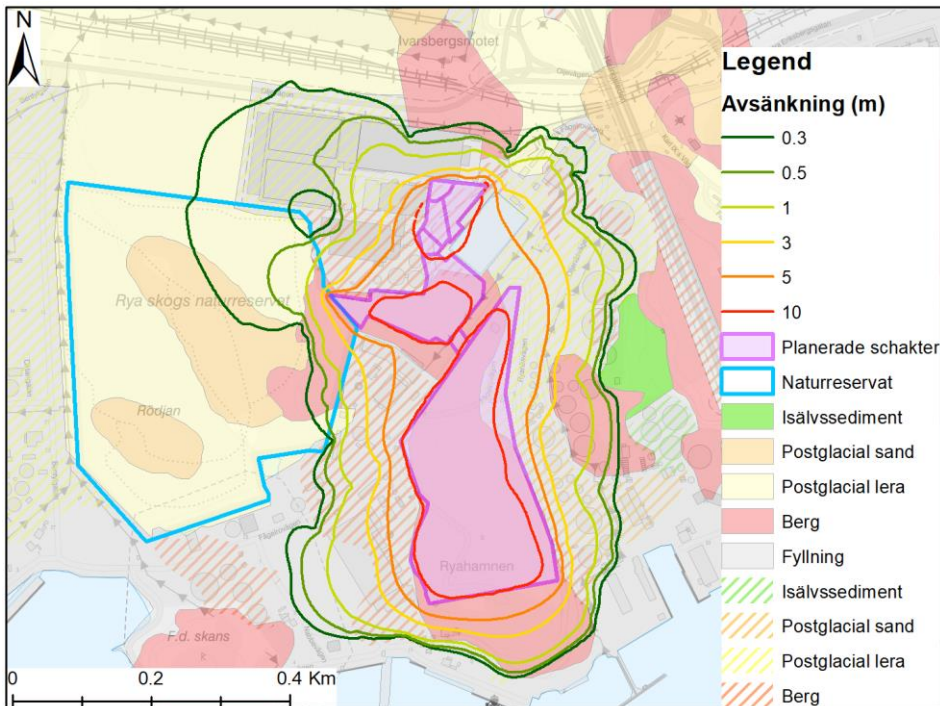
Figur 20: Avsänkning i ytligt berg och undre grundvattenmagasin på grund av dränering av schakter inom Rya 2a och 2b och schakt 7.

4.2 Inloppspumpstation samt Rya 2a och 2b

För att beskriva kumulativa effekter av grundvattenbortledning vid inloppspumpstationen och Rya 2a och 2b samt schakt 7 har grundvattensänkning för grundvattenbortledning vid alla dessa schakter samtidigt beräknats. Fullt utförda schakter till schaktbotten förutsätts vid beräkning. Vid utschaktning av samtliga schakter så har influensområdet med 0,3 m avsänkning en utbredning som sträcker sig cirka 300 m väst och cirka 200 m öst om schakten. Avsänkningskurvor som visar avsänkning av grundvattennivå jämfört med nollscenariot visas i Figur 21 tillsammans med de schakter som ingår i scenariot. Isolinjerna visar avsänkningen i undre grundvattenmagasin och ytligt berg. Avsänkningen blir begränsad av Göta älv söderut. Avsänkning på mellan 0,3 – 1 m sträcker sig in i naturreservatet Rya skog. I närliggande lerområden beräknas avsänkningen bli upp till ca 5 m. 10 m avsänkning beräknas ske inom samtliga schakt. Inflödena till varje schakt presenteras i Tabell 5. Det totala flödet beräknas bli 2,6 l/s.

Tabell 5 Beräknade flöden för varje schakt i l/s.

Namn	Inflöde (l/s)
Inloppspumpstation	0,35
Rya 2a	1,8
Rya 2b	0,4
Schakt 7	0,01



Figur 21: Avsänkning i ytligt berg och undre grundvattenmagasin på grund av dränering av schakter för inloppspumpstationen och Rya 2a och 2b samt schakt 7 .

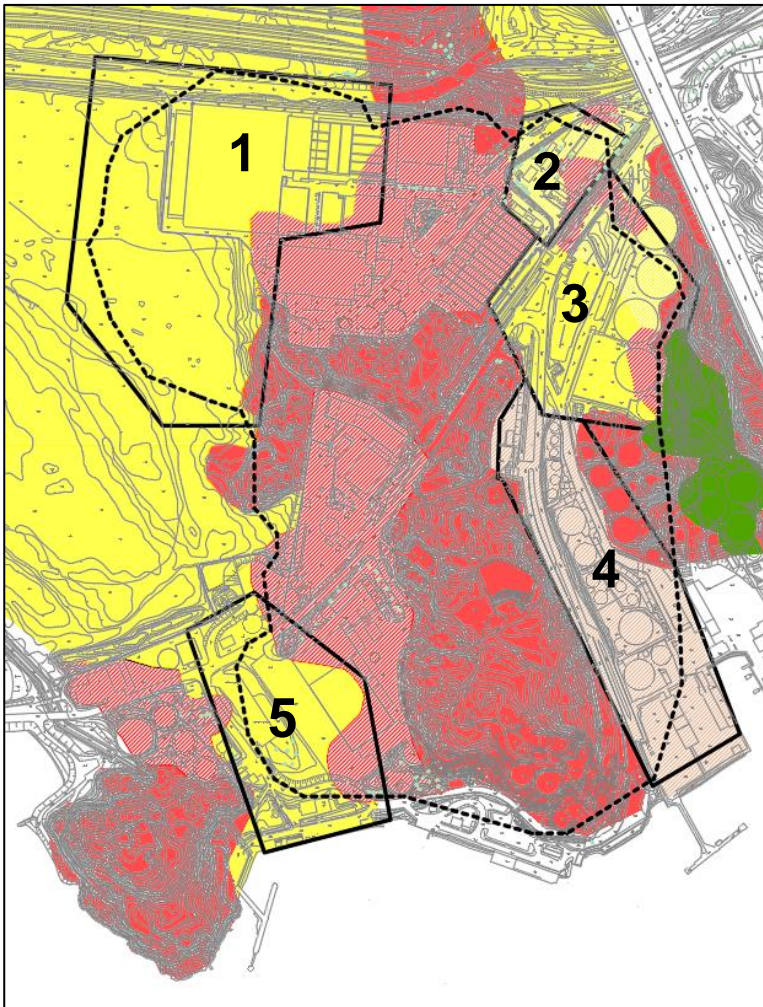
5. Påverkansområde

Scenariot med dränering av schakter för inloppspumpstationen och Rya 2a och 2b samt schakt 7 ligger till grund för bedömning av påverkansområde. Beräkningar för detta scenario visar att en avsänkning på mer än 0,3 m i ytligt berg och undre grundvattenmagasin i jord sträcker sig som mest ca 250–300 m ut från schakternas kanter. Utbredningen bedöms som rimlig då schakter endast sker i berg som bedöms vara relativt tätt utan större svaghetszoner enligt utförda undersökningar och övrigt underlag från SGU.

En avsänkning på mindre än 0,3 m bedöms inte leda till sättningar som kan medföra skada på omkringliggande byggnader, ledningar eller anläggningar, se PM Geoteknik (Sweco 2023). En avsänkning på 0,3 m i det undre magasinet bedöms medföra en betydligt mindre påverkan på det ytliga grundvattnet inom lerområden då lerans täthet motverkar en fortplantning av avsänkningen uppåt genom denna. Området som har en avsänkning på 0,3 m eller mer i ytligt berg och undre grundvattenmagasin i jord bedöms därför vara tillämpbar som gräns för påverkansområde.

6. Sättningar och skyddsinfiltration

Avsänkning av grundvattennivån inom påverkansområdet bedöms medföra sättningar i lera och återges i detalj i PM Geoteknik. I denna utredning har 5 delområden identifierats runt det planerade verksamhetsområdet där sättningar väntas ske till följd av sättningskänsliga lerlager.



Figur 22. Översikt över de fem delområden där lera förekommer (jordlager enligt Statens Geologiska Undersökning, SGU, jordartskarta). Berört område för grundvattensänkning visas med streckad linje.

Av dessa väntas delområde 1, delområde 3, delområde 5 och till viss del delområde 2 beröras utav sättningar. Storleken på sättningarna beror på avsänkningens storlek. Störst sättningar väntas ske i delområde 3 där avsänkningen varierar mellan ca 0,3–5 m. Här förväntas sättningar uppgå till mellan ca 5–15 cm. Delområde 4 saknar sättningsbenägna jordlager och bedöms därför inte vara i behov av skyddsåtgärder.

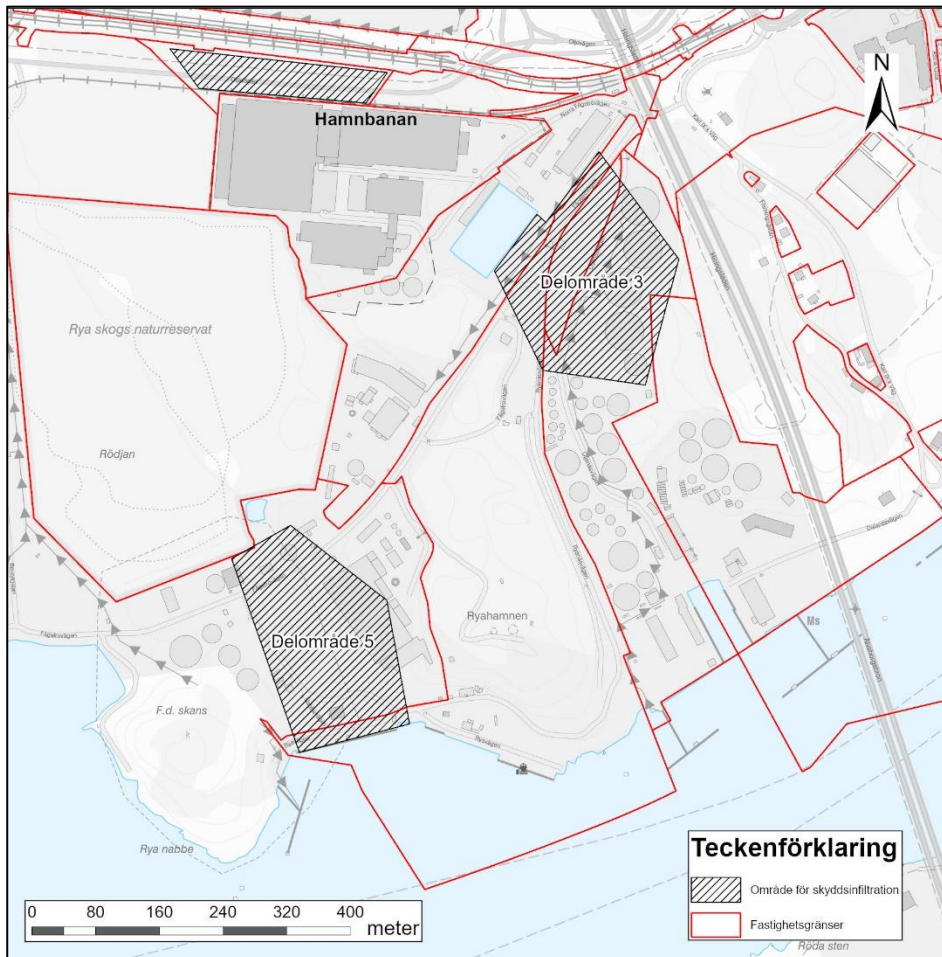
Jordlager bestående av andra jordarter än lera förväntas ej påverkas av sättningar. För att motverka sättningar så har skyddsinfiltration bedömts som lämplig skyddsåtgärd.

6.1 Skyddsinfiltration

Möjlighet till skyddsinfiltration som skyddsåtgärd för att motverka att sättningar utvecklas har utretts med infiltrationsförsök i grundvattenrör, se bilaga 2 PM Infiltrationstester, Ryaverket, Göteborg. I de försök som utförts har 2,5 – 8 liter/minut kunnat infiltreras i grundvattenrören. Utifrån dessa resultat från infiltrationstesterna bedöms skyddsinfiltration kunna fungera som skyddsåtgärd

för grundvattenbortledningen. Infiltration av vatten i brunnar i jord bedöms vara lämpligast metod för skyddsinfiltation.

Preliminära områden där skyddsinfiltation kan bli aktuellt redovisas i Figur 23.



Figur 23 Preliminära områden för skyddsinfiltation.

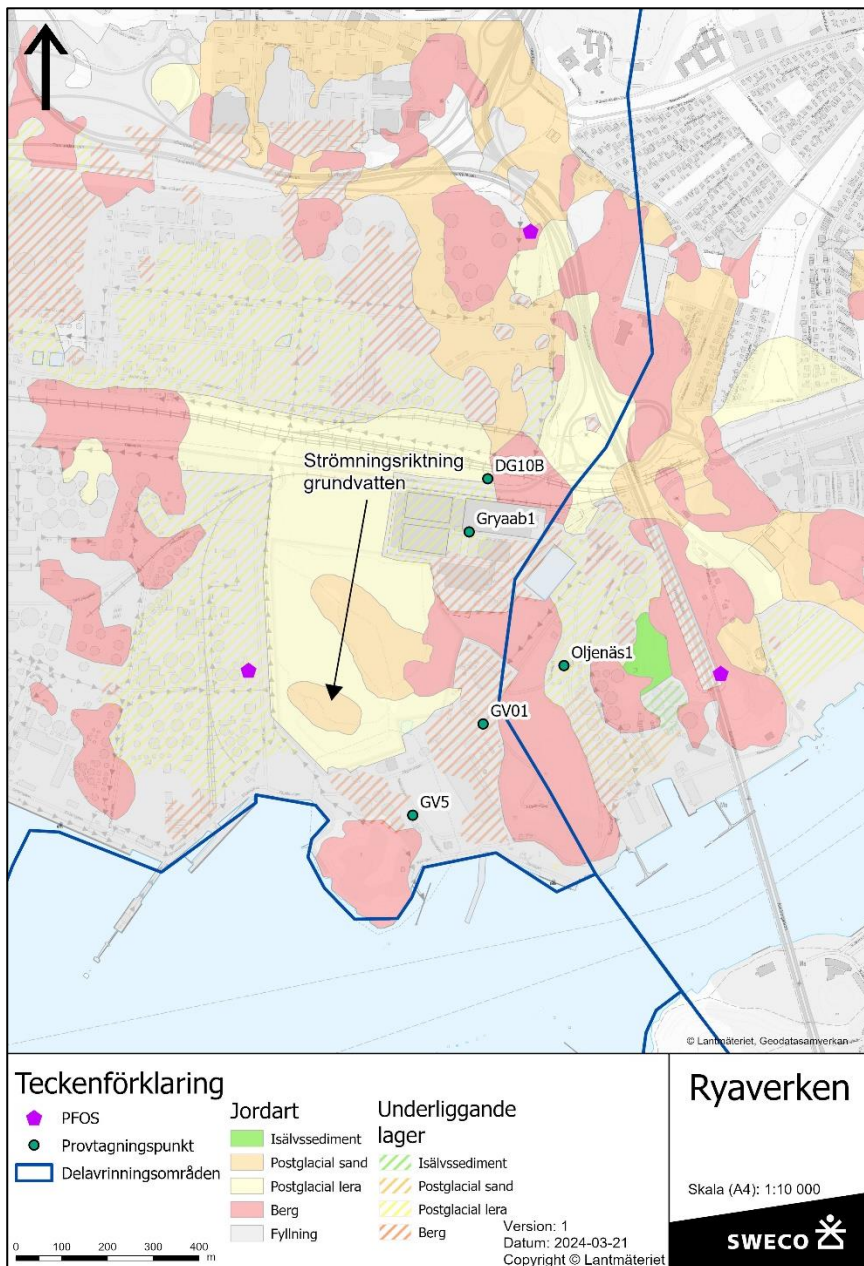
7. Migrering av föroreningar

Utförda vattenprovtagningar i grundvattenrör i jord visar att förekomst av föroreningar i grundvatten är mycket liten förutom PFAS-11 som har påvisats i de rör där provtagning utfördes (GV01, Oljenäs 1, DG108 och Gryaab1), se avsnitt Vattenkvalitet 2.6.

Högsta halten PFAS-11 påvisades i Gryaab1. Grundvattennivån i Gryaab1 styrs av dräneringen för intilliggande anläggning (djupt grundlagd bassäng inom befintligt reningsverk).

Det bedöms att dräneringen har kontakt med omgivande jordlager framför allt i den västra delen av anläggningen där jorddjupet är uppgår till ca 10 m. Händelser med PFAS utsläpp har identifierats norr om Ryaverket uppströms grundvattenströmningens, se Figur 24. Analys av grundvattenprover tagna vid schaktarbeten utförda i industriområdet norr om Ryaverket visar förhöjda PFAS-halter (St1 Refinery 2021). Det bedöms därmed att den höga halten PFAS-11

härör från grundvatten norr om Ryaverket, dräneringen utgör en lokal lågpunkt i grundvattenmagasinet.



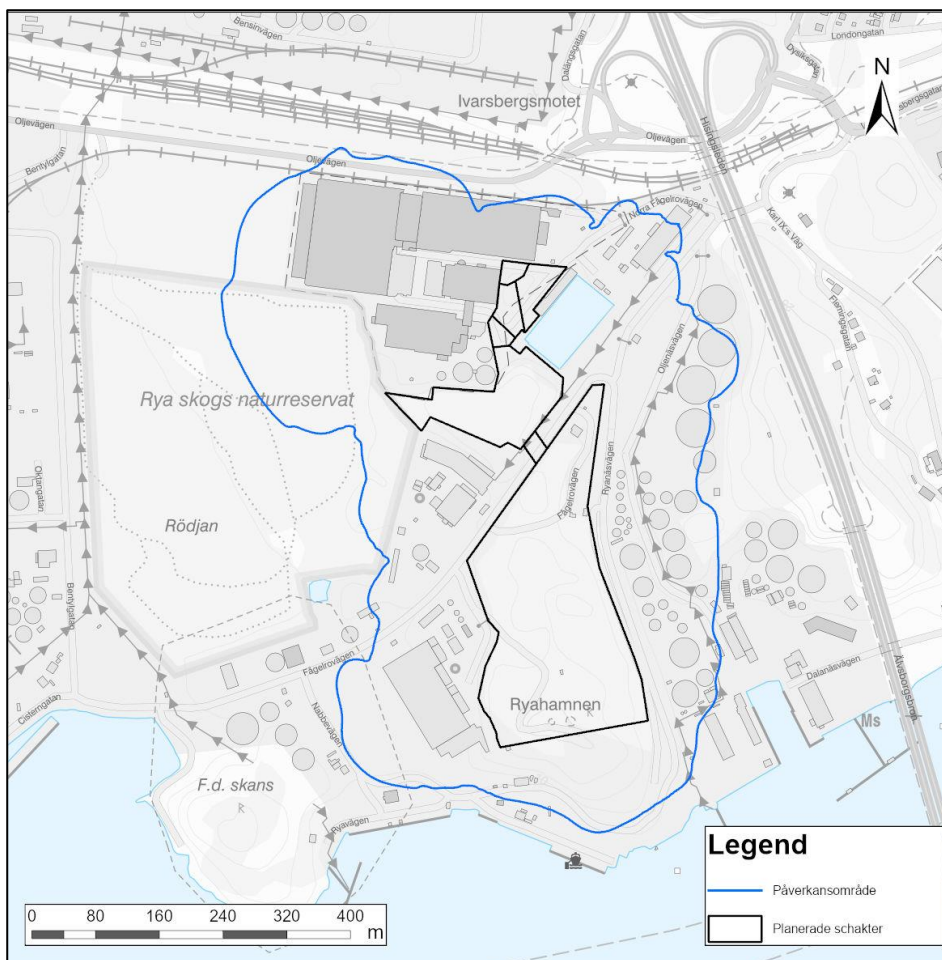
Figur 24 Identifierade händelser med PFAS (SGU och Naturvårdsverket (2021) samt punkter med vattenprovtagning. Generell strömningsriktning för grundvatten visas med pil i figuren.

Risken för migrering av föroreningar till schakt för Rya 2a och 2b bedöms vara låg då schakterna ligger i ett område med höga bergnivåer utan direktkontakt med omgivande grundvattenmagasin i jord. Det bedöms att vattenkvalitet på inläckande grundvatten till schakter inom Rya 2a och 2b främst bör baseras på de halter som uppmätts i GV01 och Oljenäs 1.

8. Slutsatser

Den kumulativa grundvattenpåverkan från dränering av schakter (anläggningskedde) och anläggningar (driftskede) ligger till grund för framtaget påverkansområde. De schakter och anläggningar som ingår är inloppspumpstation, Rya 2a och 2b samt schakt 7.

Den bedömda utbredningen på påverkansområdet (0,3 m avsänkning, se avsnitt 5) är densamma för anläggnings- och driftskede. Påverkansområdet redovisas i Figur 25.



Figur 25 Påverkansområde för anläggnings- och byggskede.

Avsänkning av grundvattennivån inom påverkansområdet bedöms medföra sättningar i lera. För att motverka detta planeras för skyddsinfiltation som skyddsåtgärd.

Grundvattenpåverkan följs upp, och behov samt utförande av skyddsåtgärder genomförs, med hjälp av ett kontrollprogram för vattenverksamheten.

9. Referenser

Sweco (2023) *PM grundvattenpåverkan naturvärden Rya skog*, Sweco, Sweco
2024-01-26

Gryaab (2021). Schaktplan Pumpstation och område bakom rötkastrarna.
Daterad 2021-12-22

Ramböll (2022). Bergmodell inom befintliga Ryaverket, daterad 2022-10-20.

Norconsult (2022a). *Detaljplan Nya Rya. Hydrogeologisk utredning*. Norconsult
AB. 2022-09-30. Uppdragsnummer: 1074914.

Norconsult (2022b). *Geologisk rapport, förstudie Nya Rya*. Norconsult AB.
2022-05-31. Uppdragsnummer: 1074914.

SGU (2021) *Hydraulisk konduktivitet i Sveriges berggrund*. SGU-rapport 2021

SMHI (2023) *Vattenwebb*, <http://vattenwebb.smhi.se/modelarea/>

Trafikverket 2015. *Systemhandling Hamnbanan Göteborg, dubbelspår
Eriksberg – Skandiahammen, Markteknisk undersökningsrapport (MUR),
Hydrogeologi*. Trafikverket. 2015. Projektnummer 108 793.

WSP (2007) *Göteborg Energi AB, KVV Rya Gaskombi. Sammanställning av
grundvattenförhållanden, Rya skog – april 200 t.o.m. februari 2007*. WSP
Environmental. 2007-03-26.

SGU och Naturvårdsverket. (2021). *Utvärdering av påverkan på grundvatten
från platser där släckskum hanterats*. SGU och Naturvårdsverket.

Sweco (2023) *PM Geoteknik Grundvattenbortledning Nya Rya (Rya 2a och 2b)*,
Sweco 2023-10-31.

St1 Refinery (2021) *Analysresultat schaktvatten tankpark*.