

Bilaga B.05.04

PM grundvattenpåverkan naturvärden Rya skog

1 Inledning

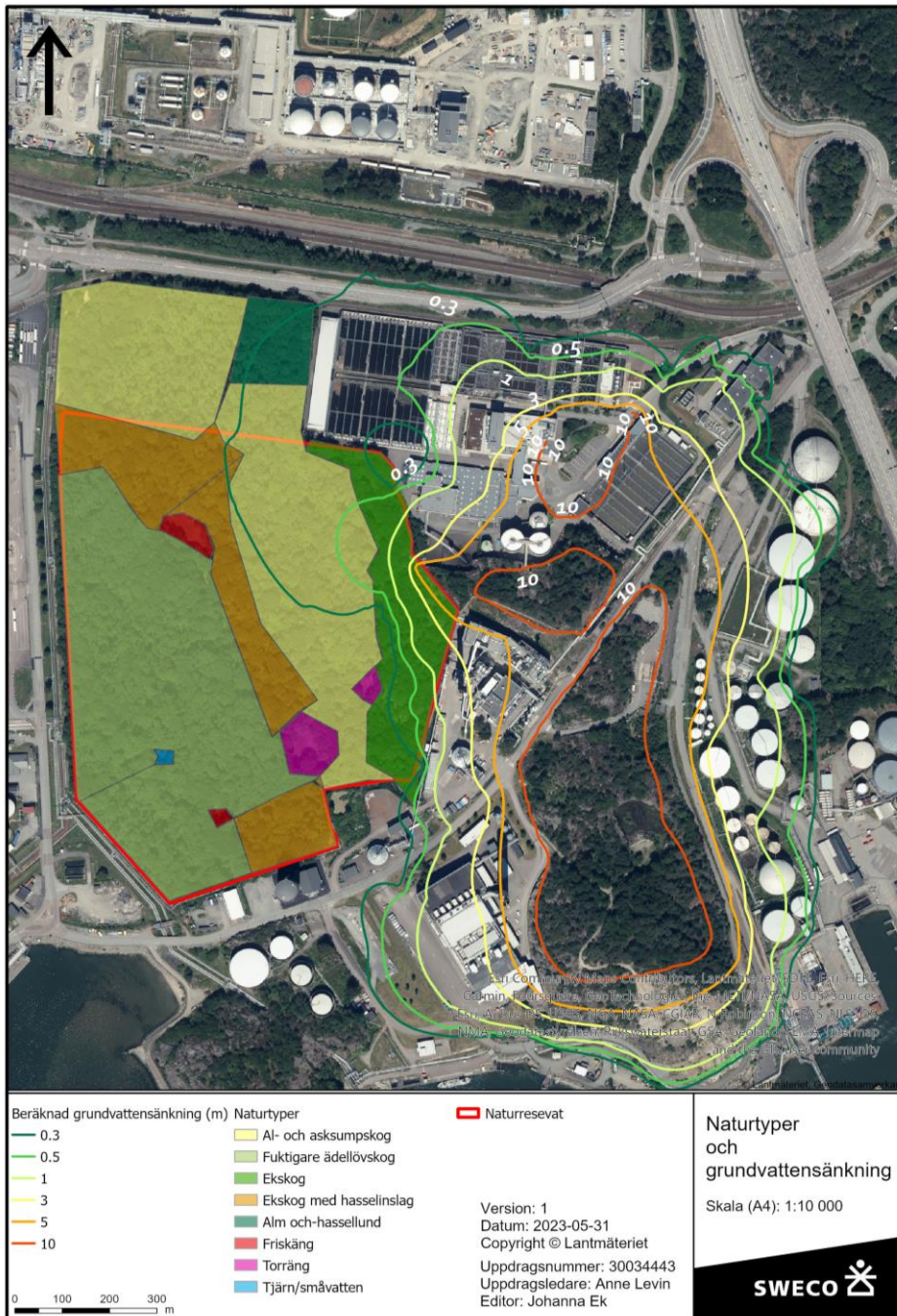
1.1 Syfte

Detta PM syftar till att beskriva hydrogeologiskt underlag inom Rya skog samt bedöma risken för påverkan på ytligt grundvatten från planerad grundvattensänkning inom Gryaab's projekt Nya Rya. Utredningen utgör underlag till Rapport grundvattenutredning Nya Rya.

1.2 Bakgrund

En utbyggnad planeras för Gryaab's avloppsreningsverk, Ryaverket i Göteborg. Anläggningar ska uppföras inom schakter i berget under omgivande grundvattennivå. Schakten under grundvattennivån ska länshållas i anläggningsskedet och vara dränerad i driftskedet. Därför kommer inläckande grundvatten att behöva ledas bort vilket leder till en grundvattensänkning i både bygg- och driftskede.

Grundvattenpåverkan har beräknats med en grundvattenmodell där grundvattenpåverkan i ytligt berg/morän går in i Rya skog, se Figur 1.



Figur 1 Förekommande naturtyper och beräknat influensområde för grundvattensänkningen.

1.3 Omfattning

Utredningen omfattar framtagande av modell för jordlagerföljd i den del av Rya skog där borringar är utförda. Jordlagerföljden redovisas i sektioner. Äldre och aktuella grundvattennivåer redovisas och analyseras med samvariationsanalys. Utifrån detta underlag har en beräkning med en grundvattenmodell utförts för att utreda hur en avsänkning i morän under leran sprids uppåt genom denna.

1.4 Underlag

Norconsult (2022) Detaljplan Nya Rya – Hydrogeologisk utredning, Gryaab

Ramböll (2005-2007) Utbyggnad av Ryaverket, Kontrollprogram för Rya skog, Gryaab

Sweco (2023) PM Naturtypskartering och känslighet i Rya skog av grundvattensänkningar, Gryaab.

2 Jordlagerföljd

2.1 Syfte

En jordlagerföljdmodell har tagits fram i syfte att tydligt redovisa den jordlagerföljd som råder vid Rya skog. Vid Rya skog förekommer ett övre och ett undre grundvattenmagasin, vilka åtskiljs av ett lerlager. Eftersom Rya skogs ekosystem är beroende av det övre grundvattenmagasinet ovan leran är det av vikt att få en uppfattning om jordlagrens mäktighet.

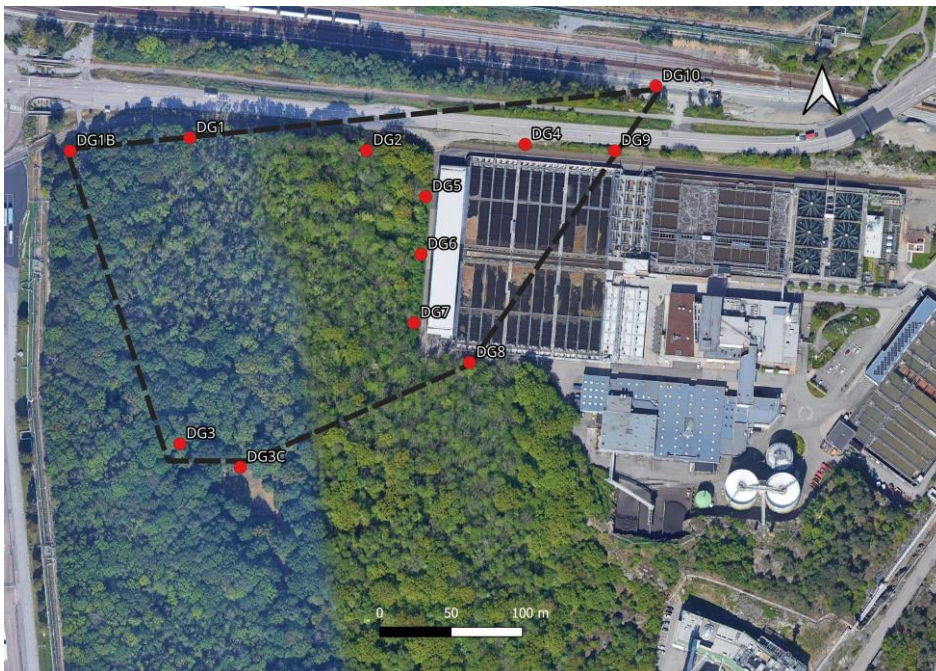
2.2 Metod

En modell av jordlagerföljden byggs upp i programmet Surfer. Surfer är ett visualiseringsprogram där kartor kan konstrueras genom interpolering av kända punkter. Punkterna i detta fall utgör observationsbrunnar vars lagerföljd är sedan tidigare känd. Utifrån dessa kända punkter interpoleras de okända områdena via metoden Kriging. Kriging är en interpoleringsmetod där nya beräknade punkter viktas med avseende på geostatistiska egenskaper hos de kända punkterna såsom avstånd och spridning. Resultatet från modellen redovisas i form av tvärsnitt på utvalda platser.

Vid modellering bör det beaktas att framtagna tvärsnitt utgör representationer av sannolik lagerföljd baserad på undersökt data. Verkliga avvikelser kommer förekomma, starkt beroende på omfattning av underlagsmaterial.

2.3 Omfattning

Området som interpolerats ligger i den norra delen av Rya skog, strax väster om Ryaverket. Här har det borrats ett antal observationsbrunnar där lagerföljden beskrivits. Inom övriga delar av Rya skog saknas underlag för modellering. Totalt omfattar det utvalda området 12 observationsbrunnar, varav merparten är belägna längs Ryaverkets gräns mot Rya skog, se Figur 2 för lokalisering. Totalt omfattar det interpolerade området 64 500 m². I Tabell 1 presenteras uppmätta jordmäktigheter i respektive observationsbrunn. De utvalda tvärsnitten finns i närhet till områdets yttre gränser samt tvärs över området.



Figur 2. Observationsbrunnar vars jordlagerföljd interpoleringen är baserad på (rödmarkerade). Streckad polygon anger det interpolerade området.

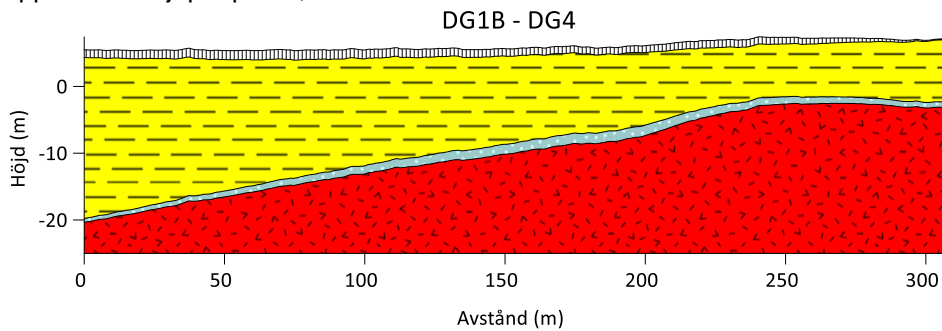
Tabell 1 Jordlagerföljd och mäktigheter för respektive observationsbrunn.

	Fyllnadsjord (m)	Lera (m)	Morän (m)
DG1	1,5	18,2	1
DG2	1	11,1	1,6
DG3	1,5	3,5	0,7
DG4	0	9,5	0,8
DG5	1,5	4	1,2
DG6	0	4,2	1,5
DG7	0	7	3,7
DG8	1	7,5	1,2
DG9	1	7,1	1,6
DG10	1,5	7,4	0,6
DG1B	1,1	25,4	0,5
DG3C	0	0	3

2.4 Resultat

Tvårsnittet i Figur 3 utgår från observationsbrunn DG1B i väst till DG4 i öst. Detta tvärsnitt återfinns i Rya skogs nordligaste gräns mot Oljevägen och visar att lerlagrets mäktighet avtar i östlig riktning. Vid DG1B återfinns det mäktigaste uppmätta lerdjupet på 25,4 m.

Uppdragsnummer 30034443
Uppdrag Miljötillstånd Nya Rya och utredningar _
Gryaab

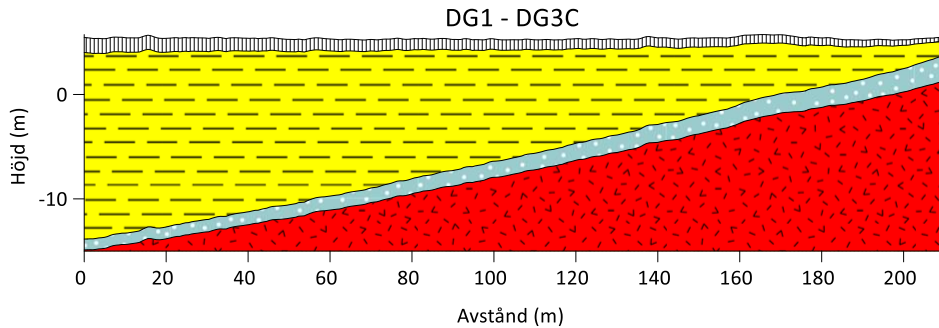


Figur 3. Tvärsnitt från DG1B till DG4 (riktning V – Ö). Berggrund är rödmarkerad, morän är prickig grå, lera är streckad gul och fyllnadsjord är vertikalt streckad vit.



Figur 4 . Tvärsnitt från DG1B till DG4 markerat med orange linje.

Söderut längs tvärsnittet DG1-DG3C avtar lerlagret i sydlig riktning då berggrunden blir desto ytligare. Vid DG3C har både fyllnadsjord och lerlager avtagit helt med morän belägen direkt vid markytan, se Figur 5.

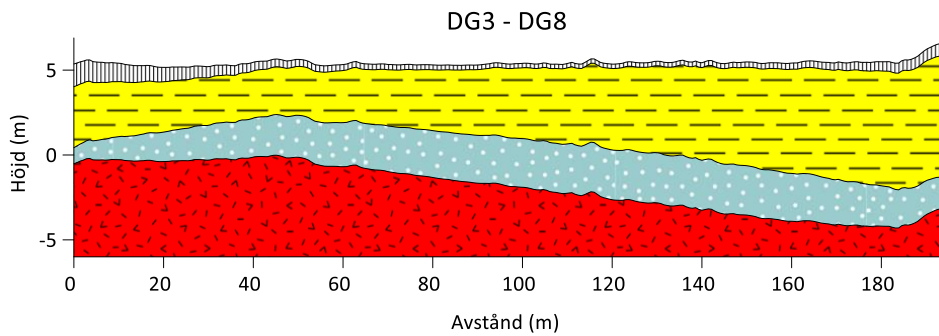


Figur 5 . Tvärsnitt från DG1 till DG3C (riktning N – S). Berggrund är rödmarkerad, morän är prickig grå, lera är streckad gul och fyllnadsjord är vertikalt streckad vit.

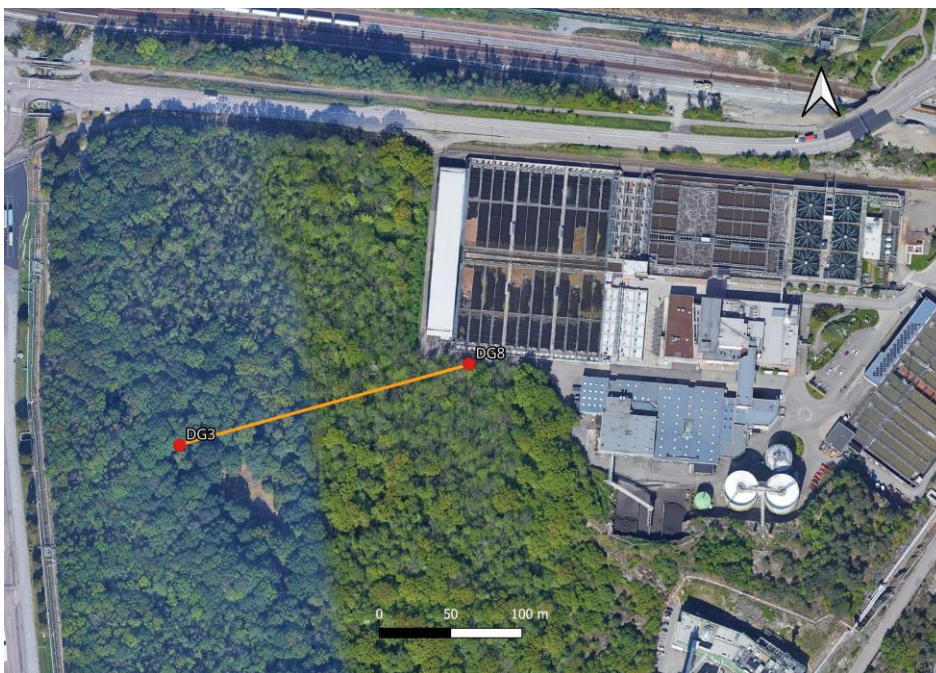


Figur 6. Tvärsnitt från DG1 till DG3C markerat med orange linje.

Från tvärsnittet DG3-DG8 kan ses att lerlagrets mäktighet ökar i västlig riktning (från cirka 4 till 8 m) vid det undersökta områdets sydligaste gräns. Även moräns mäktighet är här något större än i tidigare presenterade sektioner. Se Figur 7.

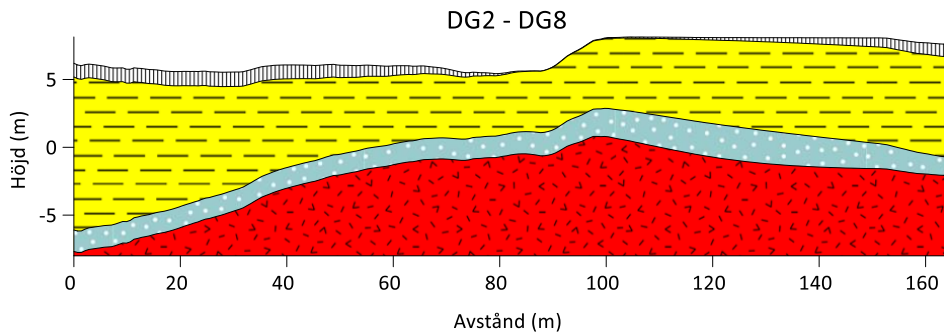


Figur 7. Tvärsnitt från DG3 till DG8 (riktning SV – NÖ). Berggrund är rödmarkerad, morän är prickig grå, lera är streckad gul och fyllnadsjord är vertikalt streckad vit.



Figur 8. Tvärsnitt från DG3 till DG8 markerat med orange linje.

Längs tvärsnittet DG2-DG8 (se Figur 9) uppvisar lerlagret en relativt jämn mäktighet på cirka 8–10 m. Vid DG6 (mitten av tvärsnittet) återfinns lerlagret vid markytan med en relativt tunn mäktighet på ca 4 m.

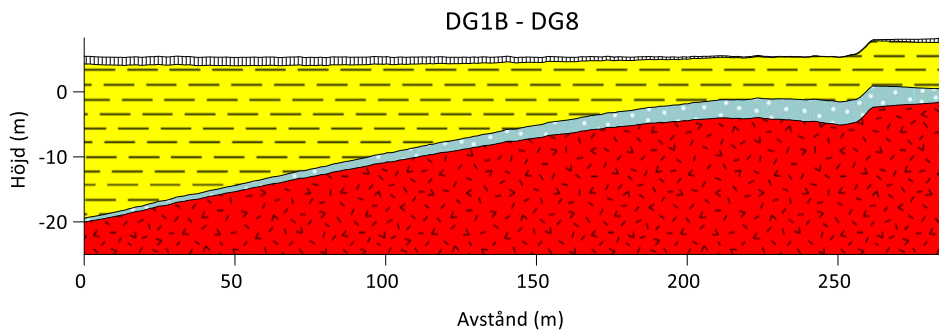


Figur 9. Tvärsnitt från DG2 till DG8 (riktning NNV – SSÖ). Berggrund är rödmarkerad, morän är prickig grå, lera är streckad gul och fyllnadsjord är vertikalt streckad vit.



Figur 10. Tvärsnitt från DG2 till DG8 markerat med orange linje.

Tvärs över det undersökta området från DG1B till DG8 återfinns ett mönster med avtagande lermäktighet från DG1B, se Figur 11.



Figur 11. Tvärsnitt från DG1B till DG8 (riktning NV – SÖ). Berggrund är rödmarkerad, morän är prickig grå, lera är streckad gul och fyllnadsjord är vertikalt streckad vit.

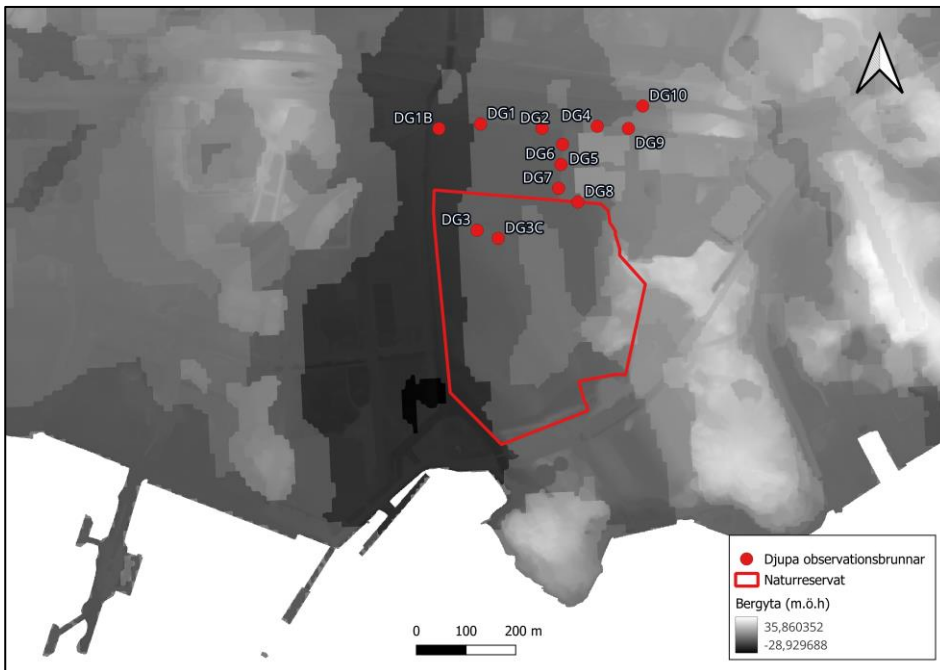


Figur 12. Tvärsnitt från DG1B till DG8 markerat med orange linje.

2.5 Sammanfattning

Sammanfattningsvis från samtliga tvärsnitt så visar de på att de mäktigaste lerpartierna återfinns i skogens nordvästra hörn där en lågpunkt i berggrunden finns. Längs med Ryaverket uppvisas jordlager med relativt jämn mäktighet jämfört med övriga tvärsnitt. Större delen av Rya skogs naturreservat ligger strax söder om det undersökta området längs tvärsnittet DG3-DG8. Detta tvärsnitt antyder om att lerlagren kan förväntas öka i mäktighet nära Ryaverket.

Det bör beaktas att lerlagrets mäktighet till stor del är beroende av berggrundens läge där en lågt belägen berggrundsyta indikerar mäktigare lerlager, se Figur 13. Det bedöms att den geologi som redovisas ovan kan användas som underlag för de delar av Rya skogs naturreservat där grundvattenpåverkan prognostiserats.



Figur 13 Beräknat läge för berggrundens yta.

3 Samvariationsanalys

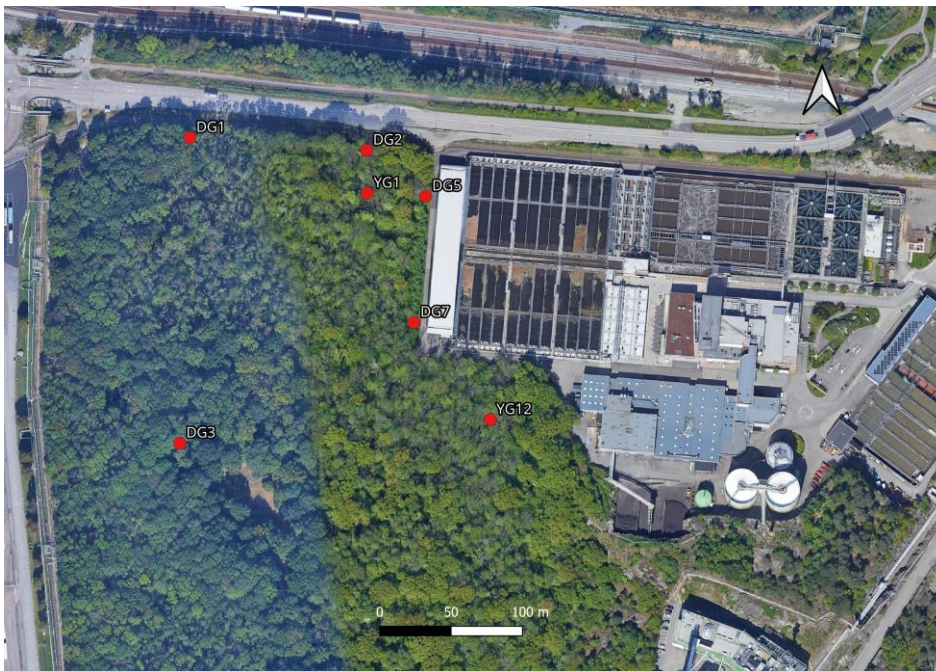
3.1 Syfte

I de observationsbrunnar som använts för jordlagermodellen har även grundvattennivåmätningar utförts. Grundvattennivåmätningar har utförts i två perioder, mitten av 2005 – mitten av 2008 samt sedan mitten av 2022. Mellan 2005 – 2008 utfördes mätningarna i ett kontrollprogram i samband med en utbyggnad av Ryaverket. Mätningarna sedan 2022 sker i projektet för planerad utbyggnad i projekt Nya Rya.

Samvariationsanalys utförs i syfte att analysera om två variabler samvarierar. Genom att undersöka samvariationen mellan grundvattnets nivåförändringar i en observationsbrunn med nivåförändringarna i en opåverkad lokal referensbrunn eller med SGUs beräknade grundvattennivåer går det att få en uppfattning kring huruvida tidsserien från den undersökta observationsbrunnen kan ses som representativ för området eller ej. Analysen kan även ge en bild av när eventuell påverkan från en grundvattensänkning på grundvattennivån kan ha skett.

3.2 Omfattning

Vid Ryaverket har samvariationsanalys utförts vid 7 observationsbrunnar (DG1, DG2, DG3, DG5, DG7, YG1 och YG12) som analyserats mot av SGU beräknad grundvattennivå, se Figur 14. Dessa beräknade nivåer uttrycks som en fyllnadsgrad i ett grundvattenmagasin och data finns för "små" respektive "stora" magasin med dygnsupplösning för ett rutnät om 4x4 km över hela Sverige. För denna analys används SGU:s data för små magasin.



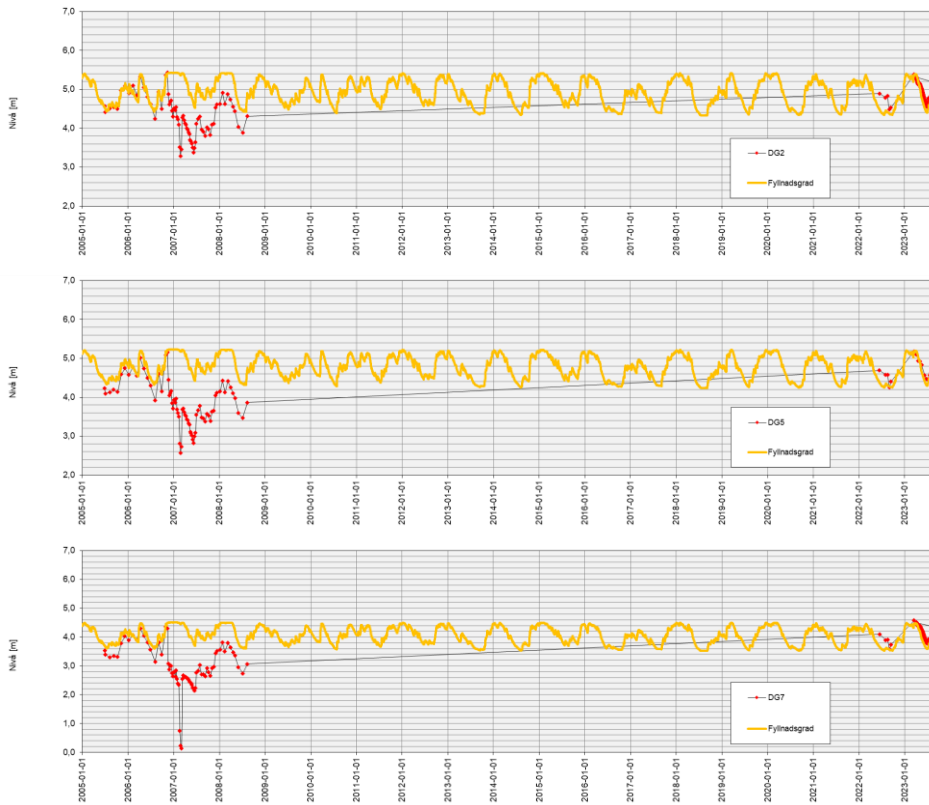
Figur 14. Observationsbrunnar som undersökts med samvariationsanalys.

Urvalet av observationsbrunnar genomfördes för att få en representation både i det undre magasinet (DG) i moränen samt i det övre magasinet i fyllnadsjorden (YG). För samtliga observationsbrunnar har mätningar skett under två perioder: 2005–2008 och 2022–2023.

3.3 Resultat

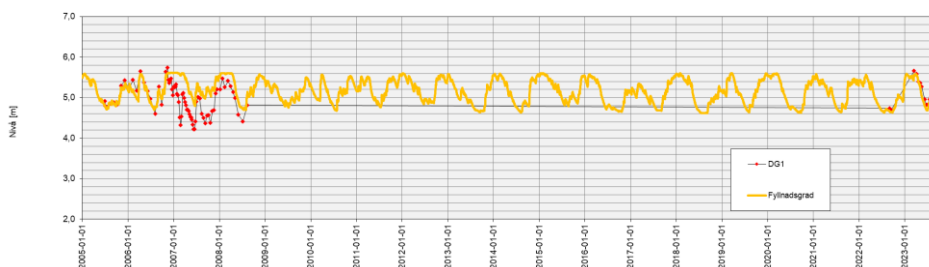
För det undre magasinet (DG) visar samvariationsanalysen att grundvattennivåerna idag (2022–2023) följer den opåverkade fyllnadsgraden väl, se Figur 15.

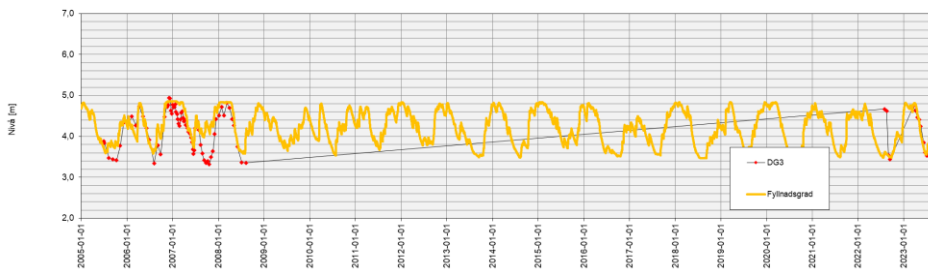
Uppdragsnummer 30034443
 Uppdrag Miljö tillstånd Nya Rya och utredningar _
 Gryaab



Figur 15. Samvariationsanalys mellan fyllnadsgrad och grundvattennivå i DG2, DG5 och DG7, samtliga belägna i det undre magasinet, på nära avstånd till Ryaverket.

Under grundvattensänkning vid utbyggnaden av Ryaverket 2007 var avvikelsen från fyllnadsgraden desto större då de uppmätta nivåerna vid DG7 visar en avsänkning på ca 2 m. Analysen visar även att DG1 och DG3 som båda är belägna cirka 180 m från Ryaverket avviker betydligt mindre från fyllnadsgraden än de mer närbelägna DG7, DG5 och DG2, se Figur 16. En liten påverkan kan dock ses även här.

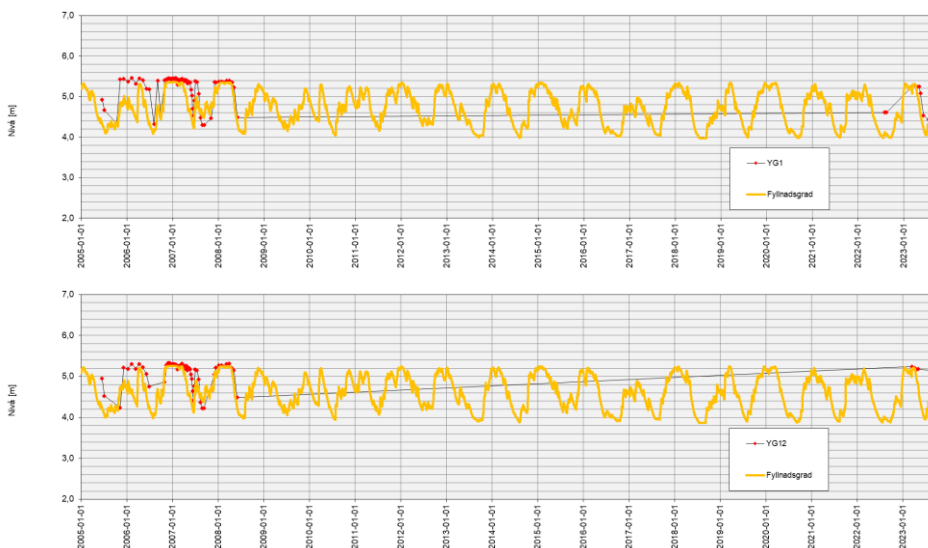




Figur 16. Samvariationsanalys mellan fyllnadsgrad och grundvattennivå i DG1 och DG3, båda belägna i det undre magasinet, cirka 180 m från Ryaverket.

Mätningarna i det ytliga magasinet (fyllnadsjorden) visar något sämre passning mot SGUs data än vad som sågs i det nedre magasinet under perioden 2022–2023. Däremot följer mätningarna i det ytliga magasinet väl fyllnadsgraden under perioden 2005–2007.

Samvariationen med fyllnadsgraden 2005–2007 i kombination med YG1 och YG12:s läge i närhet till Ryaverket indikerar att det ytliga magasinet påverkades ytterst marginellt av grundvattensänkning som skedde vid utbyggnaden år 2007, se Figur 17.



Figur 17. Samvariationsanalys mellan fyllnadsgrad och grundvattennivå i YG1 och YG12, båda belägna i det övre, ytliga magasinet på nära avstånd till Ryaverket.

4 Grundvattenmodell

4.1 Syfte

Syftet med grundvattenmodellen är att undersöka om en trycksänkning på 0,5 m i det undre magasinet kan orsaka en sänkning i det övre magasinet vilket Rya skogs ekosystem är beroende av. Med hjälp av grundvattenmodellen har en avsänkning på ca 0,5 m beräknats i det undre magasinet inom område med al- och asksumpskog.

4.2 Metod

Grundvattenmodellen skapas i GMS, ett program som utför grundvattensimuleringar baserat på MODFLOW-kod. I programmet skapas en konceptuell modell av de verkliga förhållandena inom ett 3-dimensionellt rutnät i vilket grundvattennivåer beräknas. MODFLOW är baserat på den finita differensmetoden. Modellen har utförts under stationära förhållanden, dvs simuleringen är tidsberoende. Modellen bygger på de hydrogeologiska förhållandena vid DG7, en observationsbrunn belägen vid Ryaverkets gränsområde till naturreservatet Rya skog. Denna observationsbrunn valdes då den är närbelägen till Ryaverket och dess jordlagerföljd bedöms vara representativ för det område med al- och asksumpskog där grundvattensänkning på ca 0,5 m beräknats.

4.3 Modelluppbyggnad

I GMS ansattes ett rutnät utspritt över en yta på totalt 200x200 m². Denna storlek valdes för att modellgränserna inte skulle inverka på resultatet. Rutnätet består av 100 kolumner och 100 rader vilket ger varje cell en dimension på 2x2 m². Djupet i modellen baserades på jorddjupet i DG7 vilket uppgick till 10,7 m. Denna höjd fördelades över 8 lager i modellen varav samtliga förutom lager 8 har en mäktighet på 1 m. Lager 8 representerar morän och har en mäktighet på 3,7 m.

Den hydrauliska konduktiviteten för moränen (lager 8) har ansatts till 5×10^{-6} m/s baserat på tidigare undersökningar (Norconsult 2022). Lager 2–7 ansattes som lera med hydrauliska konduktiviteter varierande mellan 3×10^{-8} och 1×10^{-9} m/s. Detta intervall valdes med ett antagande om att den hydrauliska konduktiviteten minskar med djupet. Lager 1 har ansatts som fyllnadsjord med en hydraulisk konduktivitet på 1×10^{-6} m/s (Norconsult 2022). Lager 1 valdes som fyllnadsjord för att ge en mer representativ bild av området. I Figur 18 går det att se de ingående materialen och dess respektive hydrauliska konduktivitet.

Randvillkoren, dvs de villkor som representerar modellens yttergränser har ansatts som nollflödesgräns. Nettonederbörd har ansatts som grundvattenbildning i modellen med ett värde på 450 mm/år (Norconsult 2022). För att även representera ytavrinning finns ett dräneringslager ansatt 0,5 m under markytan i modellen. Trycksänkningen i moränlägret representeras genom att grundvattenytan sänks med 0,5 m i lager 8.

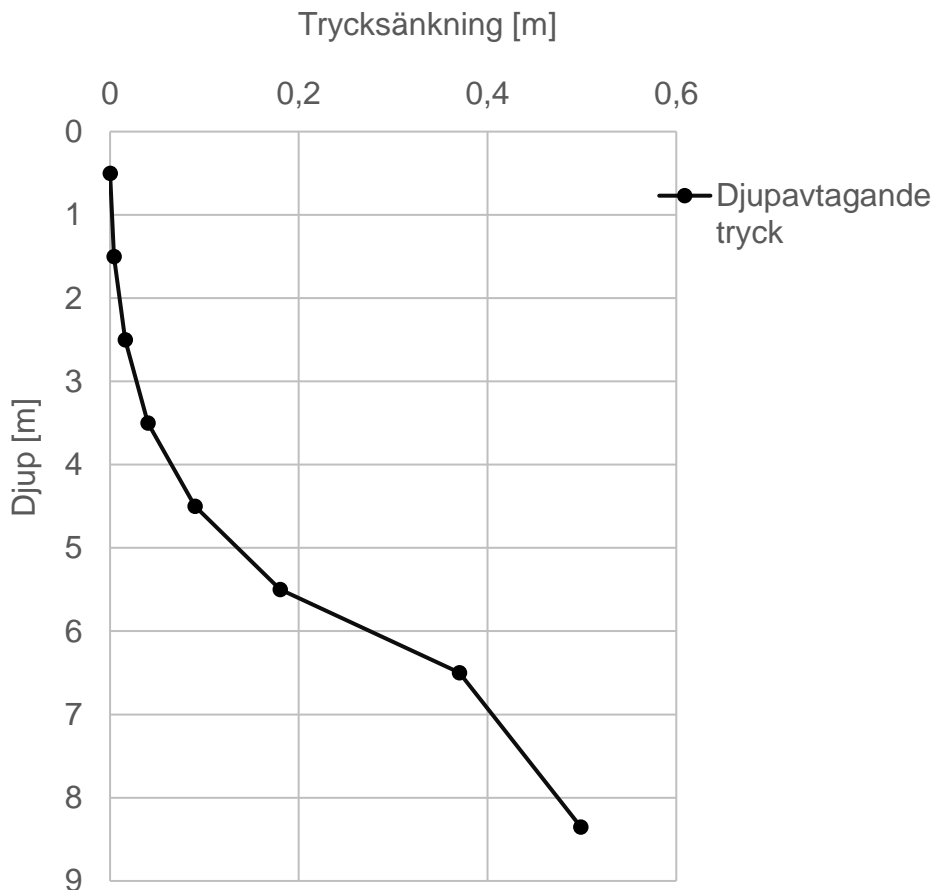
Djup	Geologi	Kh	Kv
0		m/s	m/s
1	Fyllnadsjord	1E-06	1E-06
2		3E-08	3E-08
3		2E-08	2E-08
4	Lera	8E-09	8E-09
5		4E-09	4E-09
6		2E-09	2E-09
7		1E-09	1E-09
8			
9	Morän	5E-06	5E-06
10			
10,7			

Figur 18. Lagerföljd samt hydraulisk konduktivitet i grundvattenmodellen. Varje separerad färg i figuren representerar ett lager.

4.4 Resultat

Modellen visar att en trycksänkning på 0,5 m i moränen kommer resultera i att trycksänkningen kommer avta i vertikal riktning. Trycksänkningen uppnår 0 m vid 1,5 m under markytan. Trycksänkningen per djup går att se i Figur 19.

Uppdragsnummer 30034443
Uppdrag Miljö tillstånd Nya Rya och utredningar _
Gryaab



Figur 19. Trycksänkning med avseende på djup vid DG7.

5 Diskussion

Sammanfattningsvis så tyder resultatet från samtliga delundersökningar på en mycket liten kontakt och samverkan mellan det undre och övre grundvattenmagasinet vid Rya skog.

Analysen av grundvattennivåer visar att grundvattenpåverkan på upp till ett par meter i undre magasin inte gav någon noterbar påverkan på grundvattennivån i det övre magasinet.

Även grundvattenmodellen visar att en påverkan i det undre grundvattenmagasinet inte leder till någon påverkan på det övre grundvattenmagasinet.

Det bedöms därför att den prognostiserade grundvattenpåverkan i det undre grundvattenmagasinet beräknad med grundvattenmodellen inte kommer att leda till någon påverkan i det övre grundvattenmagasinet ovan leran.