

Rapport

GEOHYDROLOGISK UTREDNING - GRUBBE 9:21 M.FL.



Slutrapport

2023-12-01

Uppdrag: 326739
Titel på rapport: Geohydrologisk utredning - Grubbe 9:21 m.fl.
Status: Slutrapport
Datum: 2023-12-01

Medverkande

Beställare: Umeå Kommun
Kontaktperson: Rebecka Lindgren
Konsult: Hedda Hagman/Daniel Erdal
Uppdragsansvarig: Ola Fängmark
Kvalitetsgranskare: Mats Engdahl

Sammanfattning

På uppdrag av Umeå kommun har Tyréns Sverige AB inför detaljplaneringen av Grubbe 9:21 m.fl. tagit fram en hydrogeologisk utredning. Utredningens syfte är att kartlägga hur grundvattnet flödar från planområdet samt om utbyggnaden av planområdet kommer förändra flödena.

För detta syfte har en grundvattenmodell i tre dimensioner tagits fram. Grundvattenmodellen täcker ett relativt stort område och är baserad på både tillgängliga observationer av jordarter och jorddjup från planområdet men också på tillgängliga data från SGU. Modellen är kalibrerad mot observationer av grundvattennivåer inom planområdet.

För att utreda hur grundvatten strömmar från planområdet har en potentiell föroreningsspridning från planområdet simulerats. Resultaten visar att grundvattenflödet från planområdet går antingen söder ut mot Ume älv eller öster ut. Inget flöde går norrut. De simulerade flödena åskådliggör att grundvattenflödet delas från planområdet. Detta stämmer väl överens med den grundvattendelare som enligt den utredning som gjorts av åsen (SGU 2006) bör finnas inom planområdet.

En diskussion har även förts kring hur en potentiell schakt kan komma påverka flödesriktningen. Eftersom modellen simulerar en grundvattenyta n flera meter under markytan, är risken för påverkan på grundvattenflödena liten. Även detta stämmer väl överens med den utredning som gjorts av åsen (SGU 2006).

Innehållsförteckning

1 Bakgrund	5
2 Data	7
2.1 Jordlagerföljd	7
2.2 Grundvatten	9
3 Konceptuell modell	10
4 Hydrogeologisk modell	12
4.1 Modelluppbyggnad och beräkningsnät	12
4.1.1 Beräkningsnät	12
4.1.2 Randvillkor	13
4.1.3 Transport	14
4.2 Känslighetsanalys och kalibrering	15
4.2.1 Känslighetsanalys	15
4.2.2 Kalibrering	17
5 Simuleringsresultat	19
5.1 Spridning i planet	20
5.2 Fördelning av förorening till ränderna	21
5.3 Schakt inom planområdet	22
6 Diskussion	24
7 Slutsats	25
8 Referenser	26

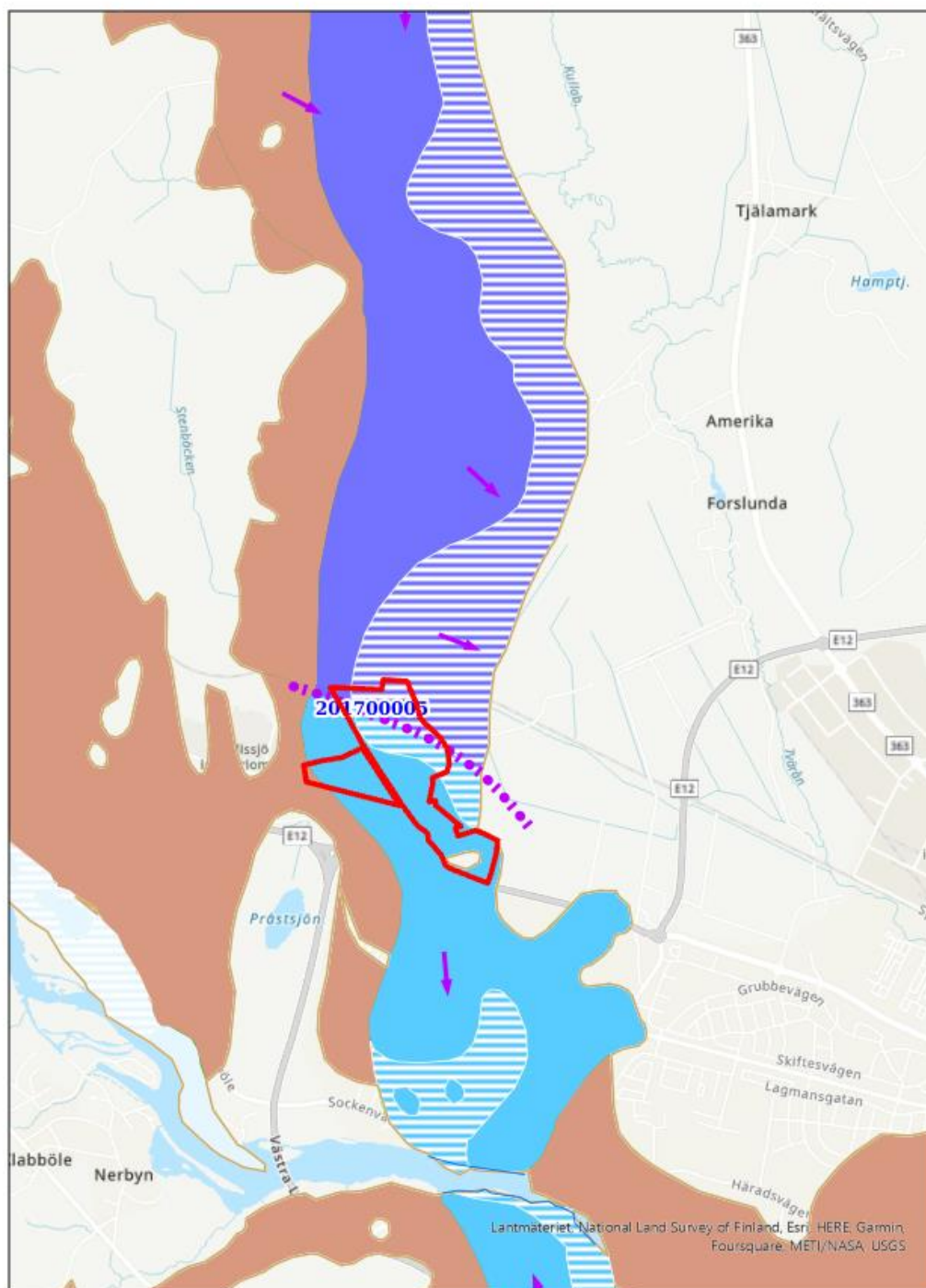
1 Bakgrund

I samband med detaljplanering av Grubbe 9:21 m.fl. önskar Umeå kommun en geohydrologisk utredning. Utredningen ska kartlägga hur grundvatten flödar från planområdet samt om utbyggnaden av planområdet kommer förändra flödena. Planområdets utbredning visas i Figur 1.



Figur 1: Planområdets utbredning i rött.

Planområdet befinner sig i ett område med en sand- och grusförekomst, Vindelälvsåsen (WA44509634), med uttagsmöjligheter runt 25-125 l/s (Viss 2023). Se Figur 2 för karta över vattenförekomsten, grundvattnets flödesriktning samt planområdets utbredning.



— Planområde

Figur 2: Planområdets placering i förhållande till grundvattenmagasinet. Teckenförklaring: Blå: uttagsmöjligheter >125 l/s. Lila: uttagsmöjligheter <125 l/s. Brun: uttagsmöjligheter <1 l/s. Streckade områden visar på låggenomsläppliga lager ovan magasin. Lila streckad linje visar på rörlig grundvattendelare. Pilar visar grundvattnets strömningsriktning. ©SGU

Utredningen syftar till att kartlägga hur grundvattnet flödar från planområdet i nuläget samt om detta skulle komma att ändras i samband med utbyggnaden av planområdet.

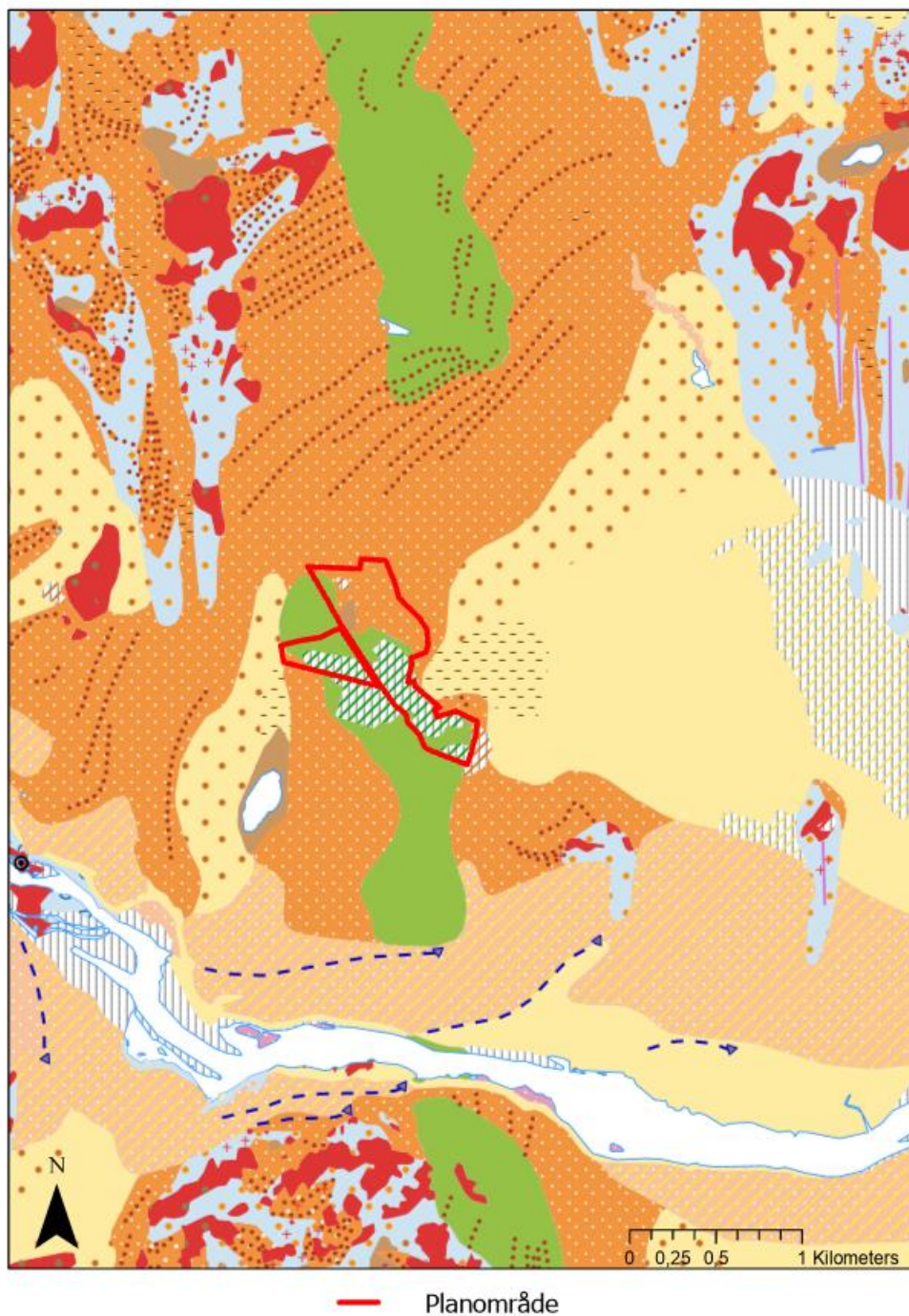
2 Data

För att sätta upp en grundvattenmodell behövs främst geotekniska data för att ansätta olika jordlager och dess mäktigheter samt information om grundvattens förekomst och egenskaper. Referenssystemet som har använts är SWEREF 99 20 15 00 och höjdsystem är RH2000.

2.1 Jordlagerföljd

SGU:s jordartskarta visas i Figur 3. I området finns ett sammanhängande lager av isälvsediment, med mäktigheter mellan ca 20-30 m. De största mäktigheterna finns där isälvsedimenten går i dagen. Ovanpå isälvsedimenten finns ställvis ett tätare lager av silt, vars mäktighet ökar mot öster. Silten överlagras ställvis av postglacial sand som har störst mäktighet närmast där isälvsedimenten går i dagen. Högre upp i terrängen, norr om planområdet, kan den postglaciala sanden direkt överlaga isälvsedimenten. Inom planområdet visar även kartan på ett mindre område av torv.

Inom planområdet har flertal sonderingar (fler än 100 st.) gjorts (LejonGEO 2020, 2022). Sonderingarna visar att planområdet överlagras ställvis av fyllning, med djup som varierar mellan 1-10 m. Detta beror på tidigare grustäktverksamhet och igenfyllning av täkterna. I övrigt bekräftar sonderingarna generellt SGU:s kartvisare för jordarter 1:25 000.

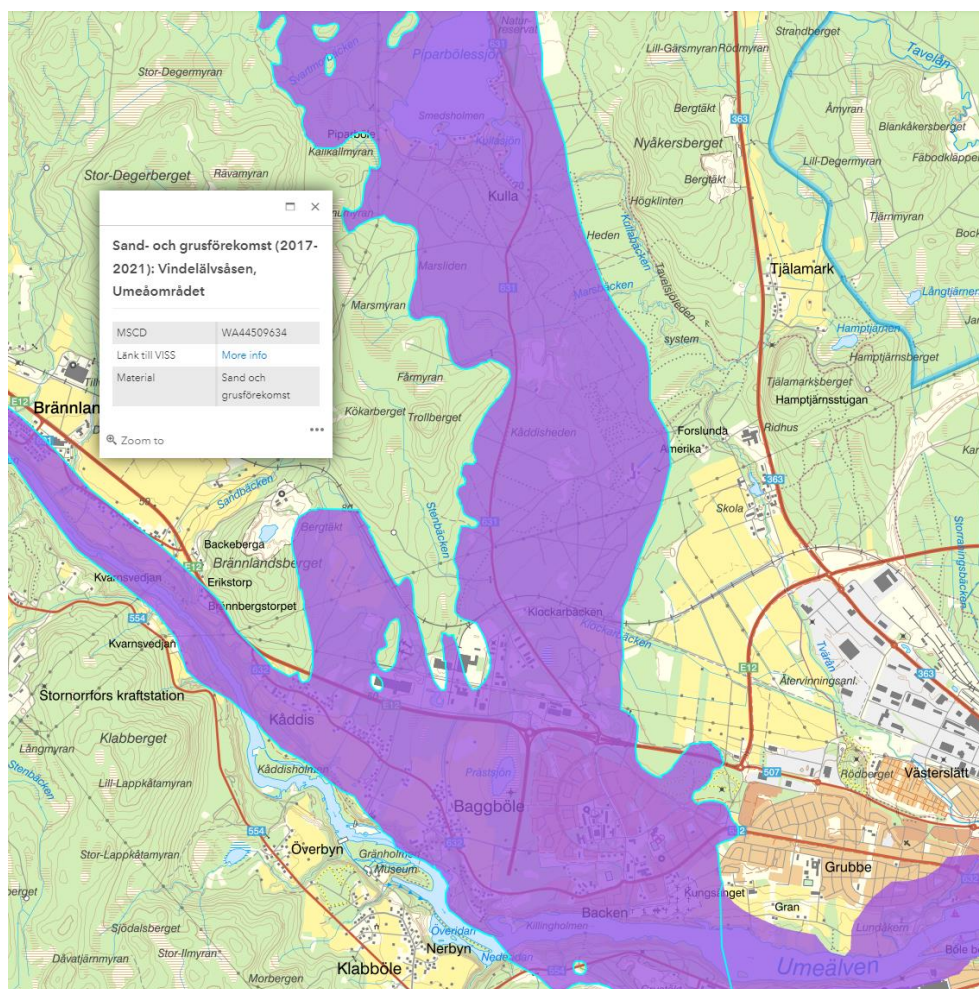


Figur 3: Jordartskarta. Teckenförklaring: Grön: isålvsmaterial. Orange: Postglacial sand. Gul: Lera-Silt (med prickar: överlagrat med sand). Grön Streckat: Fyllning. Ljusorange (med prickar och streck): Älvsediment. sand. Ljusblå: Morän. Röd: Berg. ©SGU

Jorddjupet varierar mellan 20-50 m inom området men domineras av mätningar runt 30 m.

2.2 Grundvatten

Vindelälvsåsen går genom området och har enligt SGU:s karta över grundvattentillgångar (2006) en stor hydraulisk gradient från Piparbölessjön till Klockarbäcken, se Figur 4 och Figur 5. Söder om Klockarbäcken finns en rörlig grundvattendelare, som delar flödet så att en del går åt öst och resterande mot söder och älven. SGU har tagit fram trycklinjer över grundvattnets gradient i området, se Figur 5.



Figur 4: Vindelälvsåsens utbredning i lila med turkos kantlinje. Kartan visar även Piparbölessjön och Klockarbäckens placering.

Inom planområdet har 8 grundvattenrör borrats i samband med geotekniska undersökningar (LejonGEO 2020, 2022). Grundvattennivån har mätts 1-2 gånger och mätningarna har genomförts inom loppet av en vecka under sommartid. Mätningarna visar på varierande nivåer, där en del rör är torra medan andra visar på en grundvattenyta ett par meter under markytan.

Tabell 1. Grundvattennivåobservationer. Mätningarna presenteras som nivåer med referenssystem RH200.

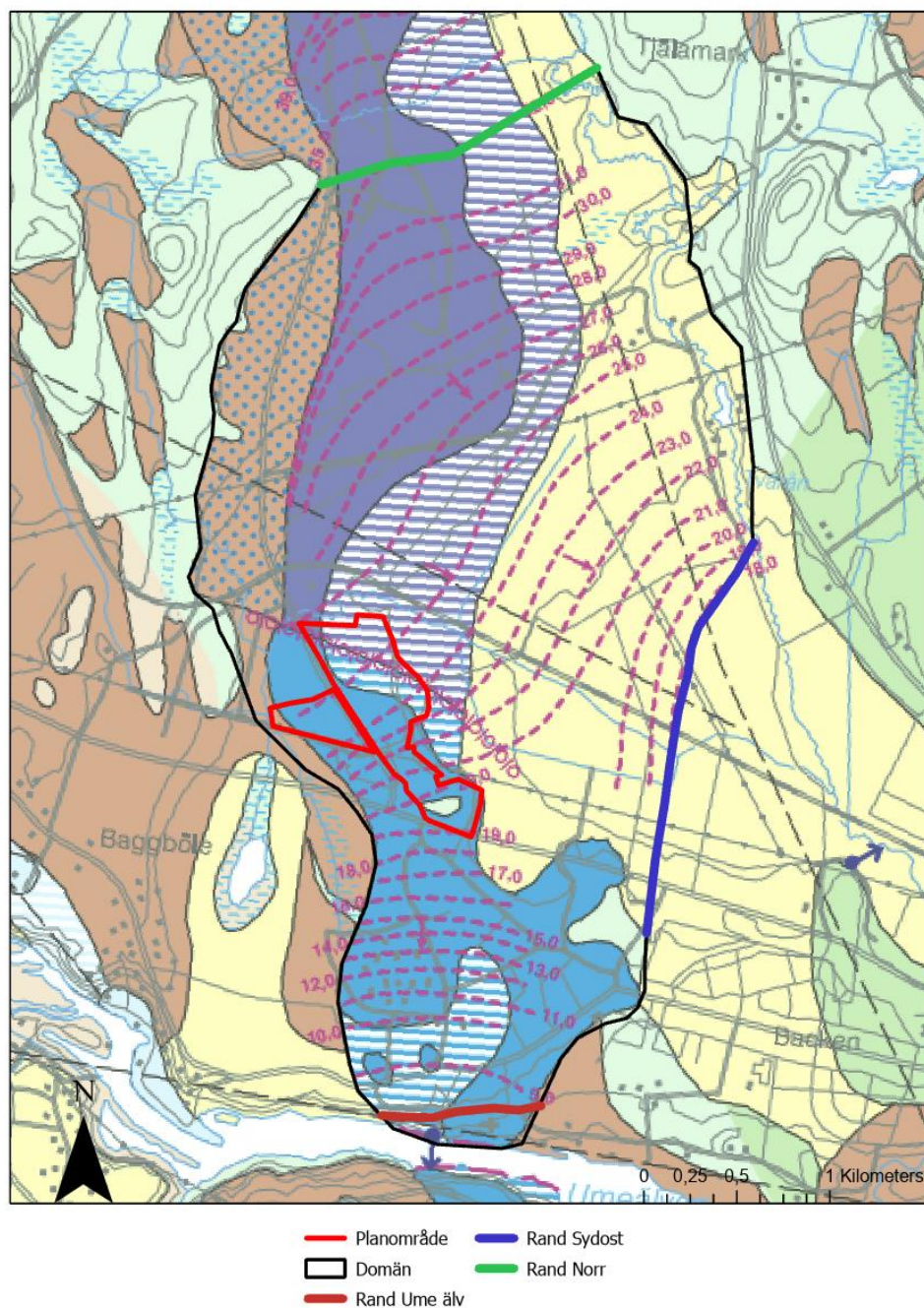
Grundvattenrör	Nivå [m] (datum för mätning)	Spetsnivå [m]	Marknivå [m]
GW8	Torr (inget datum nämns)	26	39,1
GW10	Torr (2022-05-30)	37,2	41,2
GW18	Torr (2020-07-20, 2020-07-29)	29,6	34,6
GW26	25,5 (2020-07-20) 25,5 (2020-07-29)	24	30,6
GW43	30,8 (2020-07-20) 30,9 (2020-07-29)	29	32
GW77	24,5 (2020-07-20) 24,6 (2020-07-29)	23,7	28,7
GW92	30,8 (2020-07-20) 30,7 (2020-07-29)	29,7	34,7
GW124	Torr (2020-07-20)	28,1	34,1

3 Konceptuell modell

Första steget för att sätta upp en grundvattenmodell är att skapa en konceptuell modell över det aktuella området. I den konceptuella modellen ingår att betrakta hur området ser ut, hur det har kommit till, och hur man kan förenkla förutsättningarna på platsen till en lämplig grundvattenmodell. Den konceptuella modellen kan sedan översättas till en numerisk för att utföra beräkningar med.

I föreliggande fall har den konceptuella modellen baserats främst på SGU:s karta över grundvattentillgångar i Umeå kommun (SGU 2006). Från rapporten framtagna grundvattennivåer och magasinutbredning visas i Figur 5. I norr och sydost har området avgränsats med hjälp av grundvattentrycklinjer från kartan. I väst och nordost omges området av berg och i söder av älven. I övrigt följer området grundvattenmagasinets utbredning enligt SGU:s karta.

Grundvattnets riktning antas följa pilarna och strömma in i modellområdet från norr. Det vatten som lämnar området antas göra så i syd och sydost, och fördelningen mellan dessa ränder antas bero på den rörliga grundvattendelaren.



Figur 5: Grundvattenmagasinets utbredning samt rändernas placering inom modellens domän. Teckenförklaring: Blå: uttagsmöjligheter 25-125 l/s. Lila: uttagsmöjligheter >125 l/s. Brun: uttagsmöjligheter < 1 l/s. Gul: Sammanhängande täta jordlager. Streckade områden visar på låggenomsläppliga lager ovan magasin. Lila streckad linje med cirklar visar rörlig grundvattendelare. Pilar visar grundvattnets strömningsriktning. Streckade lila linjer med siffror visar trycklinjer/nivåer. ©SGU

Materialmässigt antas området vara uppbyggt av 4 lager, Fyllning, postglacial sand, silt och isälvsmaterial. Fyllning antas endast finnas inom planområdet. Den postglaciala sanden antas vara utbredd i större delen av

området förutom där isälvsmaterial går i dagen (norra delen samt i planområdet) samt där silten går i dagen (östra delen av området). Silten, som underlagrar sanden, antas ha störst mäktighet i östra delarna av området och tunnas ut mot norr och väster där den postglaciala sanden till slut direkt överlagrar isälvsaterialet. Isälvsedimenten har förhållandevis störst mäktighet och täcker hela modelldomänen och går i dagen i planområdet samt i norra delen av området.

Grundvattenbildningen över åsen antas vara relativt hög. I Rohde et al (2006) diskuteras grundvattenbildning för grovt material i området till ca 300 mm/år, vilket tjänar som riktlinje för ansatta värden.

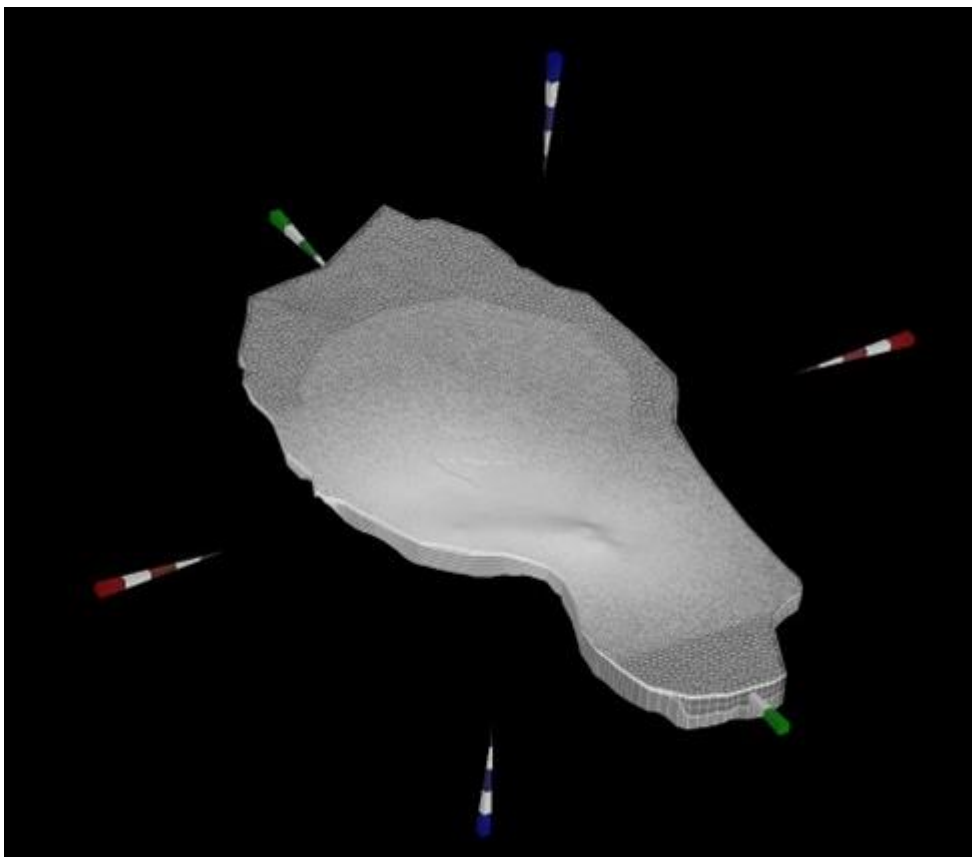
4 Hydrogeologisk modell

För att utreda strömningsriktningen för grundvattnet har en tredimensionell numerisk grundvattenmodell etablerats inom ramen för projektet i beräkningsprogrammet FEFLOW. FEFLOW är ett kommersiellt beräkningsprogram utvecklat av DHI-WASY GmbH för beräkning av grundvattenströmning, mass- och värmetransport i mark i tre dimensioner. FEFLOW baseras på den s.k. finita elementmetoden vilket möjliggör ett flexibelt beräkningsnät med högre detaljeringsgrad runt områden där lokala förhållanden bör lösas upp med hög noggrannhet. FEFLOW kan modellera stationära och tidsberoende/transienta förhållanden för mättat och omättat flöde.

4.1 Modelluppbyggnad och beräkningsnät

4.1.1 Beräkningsnät

Beräkningsnätet, tillika modelldomänen, visas i Figur 6. Totalt är modellen uppbyggd av 984 940 noder och 1 862 437 element, uppdelade på 19 vertikala lager.

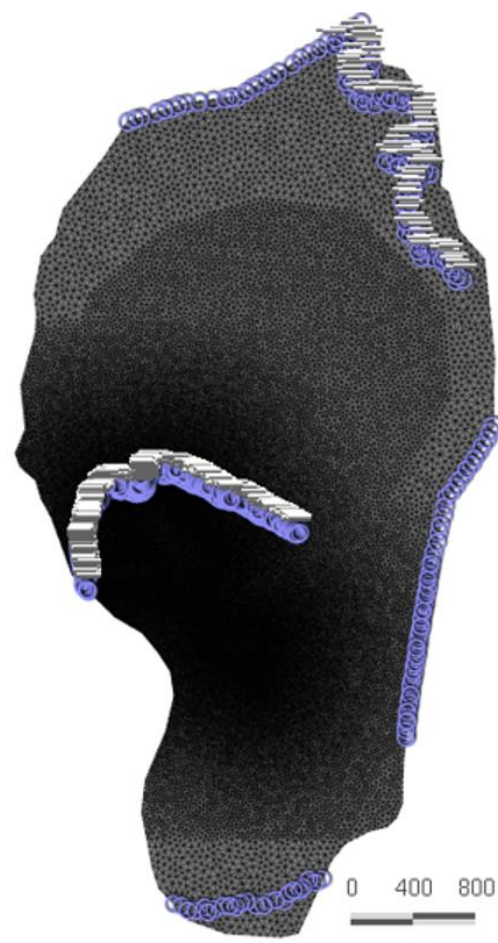


Figur 6: Beräkningsnätets uppbyggnad i 3D.

Numeriskt är modellen uppsatt med Richard's equation för omättat flöde. Då frågeställningen för modellen gäller långa tidsförlopp har simulering i jämviktsläge (eng. Steady-State) använts.

4.1.2 Randvillkor

Som randvillkor har dels förekommande ytvatten ansatts (Ume älv, Klockarebäcken och Kullabäcken, se Figur 4 för placering i karta). Älven har ansatts som fast tryck (nivå 1,6 m), medan de två bäckarna har ansatts med fast tryck vid markytan, men med tillägget att vatten enbart kan flöda ut till dessa. Dels har tolkade grundvattentryck från SGU (2006) använts som ränder i norr och i sydost. Randvillkorens placering illustreras i planet i Figur 7. Ytterligare en rand i norr har ansatts men dess placering finns inte med i planet.



Figur 7: Randvillkorens placering i planet. Randvillkoren med vita streck markerar de större bäckarna i planet som har ansatts med fast tryck i markplanet. I norr, syd och sydost syns de ansatta randvillkoren med fast tryck ner till berg. **LÄGG IN PLANGRÄNSEN**

4.1.3 Transport

Huvudfrågan för den hydrogeologiska modellen är att kartlägga hur grundvatten flödar från planområdet. För att på ett direkt sätt besvara denna fråga har en simulering av föroreningstransport från planområdet utförts. Genom att studera hur en potentiell förorening rör sig från planområdet kan slutsatser dras om transport och flöden från området.

Transport i en grundvattenmodell kan simuleras på olika sätt beroende på frågeställning. För detta arbete har en ADE (advection-dispersion-equation) formulering använts för att simulera transport i jämviktsläge. ADE är ett standardförfarande för att simulera transport vid grundvattenmodellering. Vid simulering måste ett antal parametrar, så som porositet, dispersion, adsorption och föroreningens källstorlek ansättas. I föreliggande fall finns inte en klart definierad förorening, utan frågan är generellt ställd (finns det en risk om något skulle hända). Därför har ett tematisk arbetssätt använts,

där en stor förorening (modelltekniskt kallat källområde) ansatts i grundvattnet under planområdet. Föroreningen har ansatts med en för sammanhanget bäst betraktad som enhetslös koncentration på 100, vilken är konstant. Målsättningen blir här inte att simulera faktiska koncentrationer, utan att se vilka spridningsvägar simuleringen ger.

4.2 Känslighetsanalys och kalibrering

Målet med en modellkalibrering är att hitta värden på de modellparametrar (hydrauliska parametrar som konduktivitet, randvillkor, grundvattenbildning, etc.) som inte är kända eller kan skattas väl utifrån befintlig kunskap. Detta görs så att modellresultatet återspeglar tillgängliga observationer.

Målet med en känslighetsanalys är att utreda vilka modellparametrar som är känsliga (med andra ord som kan påverka) en viss observation. Detta ger information om vilka observationer som kan användas för att kalibrera vilka parametrar samt vilka parametrar man kan förvänta sig bra resultat från i en kalibrering. Känslighetsanalysen ska alltså utföras innan kalibreringen.

4.2.1 Känslighetsanalys

Grundläggande för både känslighetsanalys och kalibrering är en ensemble av modelleringsresultat (vilket i detta fall utgörs av simulerade grundvattennivåer) utförda med slumpmässigt satta värden på de undersökta parametrarna. De olika parametrarna som har kalibrerats är listade i Tabell 2.

Tabell 2: Analyserade parametrar och deras tillåtna spann.

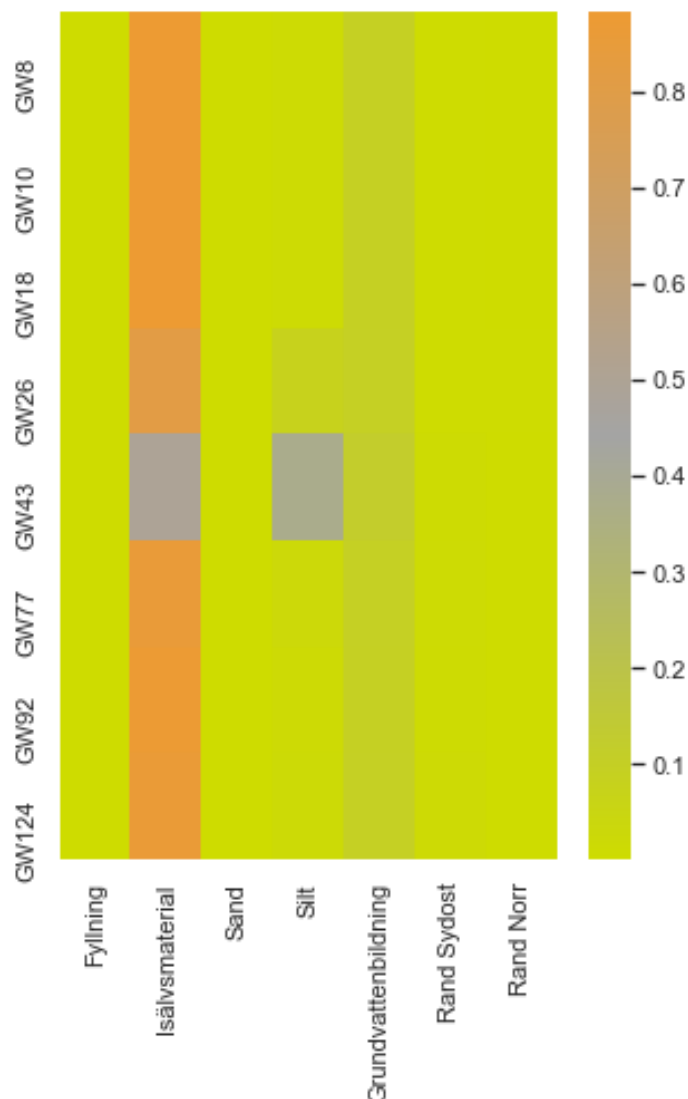
Namn	Vad	Enhet	Min	Max
Fyllning	Konduktivitet	m/s	1E-05	1E-04
Sand	Konduktivitet	m/s	1E-05	1E-04
Silt	Konduktivitet	m/s	1E-08	1E-06
Isälvsmaterial	Konduktivitet	m/s	1E-04	1E-03
	Grundvattenbildning	mm/år	200	400
Randvillkor norr	Vattennivå	m	30	34
Randvillkor sydost	Vattennivå	m	16	18,5

Spannen på parametrarna har generellt ansatts ganska snävt. Ytterligare en simuleringsomgång gjordes i ett senare skede med bredare spann för isälvsmaterial (5E-03 – 5E-05 m/s), sand (5E-04 – 5E-06 m/s) och fyllning (5E-04 – 5E-06 m/s). Då de bredare spannen gav likande resultat för både känslighetsanalys och prognos som med snävare spann, presenteras

resultat för det snävare spannet som innehåller fler simuleringar. Det ska också noteras att randvillkoret i sydost har ett justeras inom ett mindre spann jämfört med randen i norr. Detta är för att undvika översvämning i modellen österut till följd av ett för högt satt randvillkor.

Från de genomförda simuleringarna har en känslighetsanalys genomförts för att utreda vilka parametrar som påverkar vilka observationer. I denna rapport har metoden *Active Subspaces* använts (Constantine m.fl. 2014). Metoden används ofta med goda resultat i grundvattenmodellering på Tyréns. Resultatet visas i Figur 8. Figuren läses kolumnvis och ett högre värde innebär en högre känslighet för en viss parameter mot en viss observation. Önskvärt vid en känslighetsanalys är att olika observationer i indata har känslighet mot olika parametrar. Som kan ses från figuren visar alla analyserade punkter en hög känslighet mot konduktivitetsvärdet i isälvs materialet. Detta innebär att isälvs materialet kommer att kunna begränsas av tillgängliga data, medan övriga parametrar kommer att få ganska breda spann. GW43 (och till liten del GW26) visar också på en viss känslighet mot genomsläppligheten hos siltlagret. Analyseras resultaten i mer detalj finns också en viss känslighet mellan grundvattennivåer och grundvattenbildningen.

Att så många parametrar inte visar någon känslighet mot observationerna behöver inte vara problematiskt så länge de kvarvarande osäkerheterna behålls också i prognoserna. Just därför är det mycket viktigt att inte bara en simulering används för att utvärdera prognoser utan en ensemble av många simuleringar med olika, men tänkbara, parameterkombinationer.



Figur 8: Resultat från känslighetsanalysen. Högre värden innebär större känslighet för en viss parameter (x-axeln) mot en viss observation (y-axeln). **ÄR DE GRÅA YTORNA VÄRDET? FÖRTYDLIGA ISÅFALL DETTA.**

4.2.2 Kalibrering

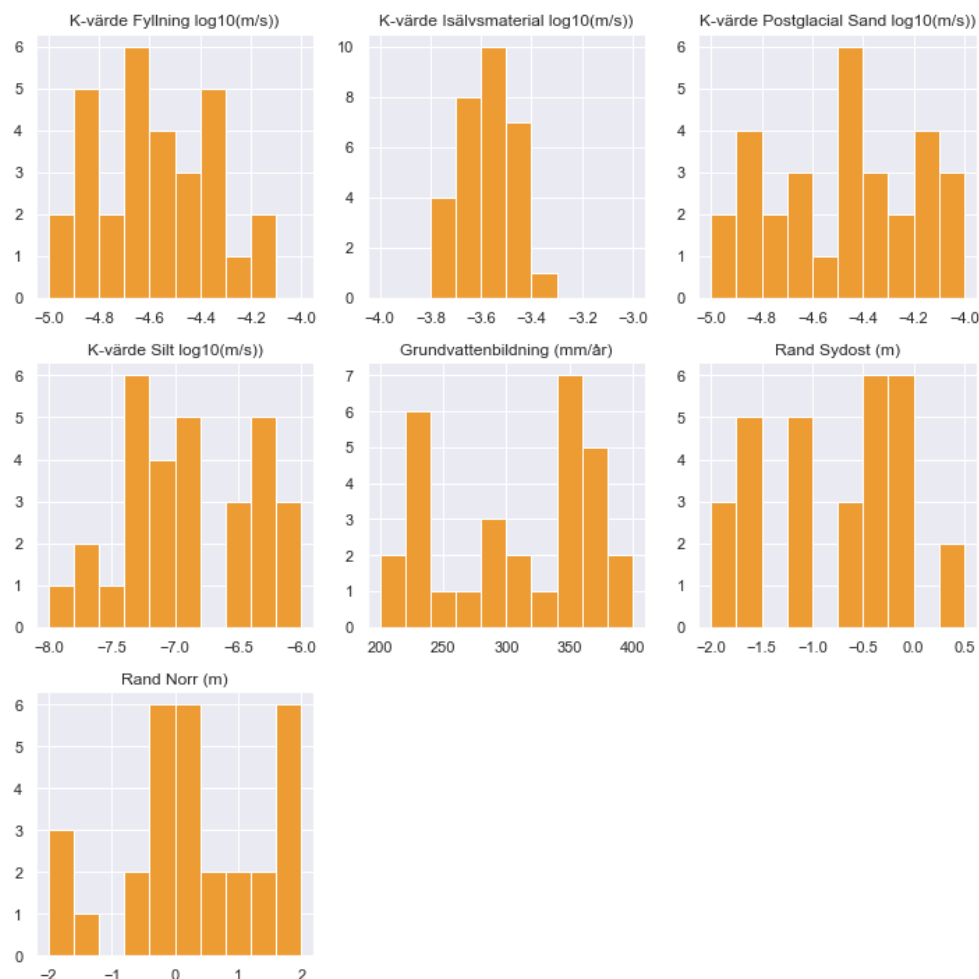
För kalibreringen har kraven på observationerna varierat p.g.a. de varierande nivåerna som har uppmätts. Dels är fyra av åtta rör torra, vilket innebär att det inte har gått att mäta en grundvattennivå i röret. Två andra grundvattenrör (GW43 och GW92) visar på nivåer som ligger betydligt högre än övriga uppmätta nivåer inom området samt vad SGU (2006) presenterar i sin karta över grundvattentillgångar i området. Resterande två grundvattenrör (GW26 och GW77) visar på nivåer som stämmer någorlunda överens med ovan nämnd karta. Eftersom grundvattenrören

har endast mätts vid två tillfällen inom loppet av en vecka, är det svårt att dra några slutsatser om tillförlitligheten i mätningarna.

Detta medför att de godkända simulerade grundvattennivåer har ansatts i ett relativt brett spann. De torra rören har som krav att röret ska vara torrt också i modellen, medan GW26 och GW77 kan ha värden i ett spann mellan +/- 0,5m från uppmätta värden (se Tabell 1). GW43 och GW92 har inte tagits med i kalibreringen eftersom det förmodas vara satta i ett övre yttligt magasin. SGU:s jordartskarta visar på ett mindre område med torv, vilket kan förklara förekomsten av yttligt vatten som då inte förmodas vara kopplad till undre magasin.

Kalibreringen är baserad på simuleringarna utförda för känslighetsanalysen, och enbart simuleringar där observationerna uppfyller kraven ovan har valts ut. Kalibreringen bygger alltså på en filosofi om att alla parameterkombinationer som inte kan falsifieras/motbevisas ska anses vara representativa och användas till prognoser. Tillvägagångssättet följer grundprinciperna för Bayesian Evidential Learning (Scheidt m.fl. 2018) och ger ett resultat som väl speglar de varierade parametrarnas osäkerheter.

För denna rapport har drygt 200 slumpmässiga simuleringar utförts och har totalt tagit ca 60 h i beräkningstid. Med kriterierna listade ovan har från de drygt 200 utförda simuleringarna ca 30 godkända (icke falsifierade) simuleringar identifierats. De kalibrerade parametervärdena visas i Figur 9, och som kan ses så är den huvudsakliga begränsningen i parametervärden relaterad till konduktiviteten i isälvs materialet, vilket stämmer väl med resultatet från känslighetsanalysen. Detta framgår genom att histogrammet visar på en någorlunda normalfördelad kurva medan övriga histogram inte uppvisar någon tydlig trend.



Figur 9: Resulterande parametervärden efter kalibrering. Notera att för rand sydost och rand norr visar y-axeln inte absolutbeloppet för randen (16-18,5m respektive 30-34m) utan istället variationen inom dess tillåtna spann, vilka är 2,5 respektive 4 m.

5 Simuleringsresultat

Målsättningen med projektet är att utreda hur grundvattnet flödar från planområdet. Därför har en simulerad förorening placerats i planområdet för att ta reda på hur den sprider sig i området. En tematisk föroreningskälla är satt till 100 (bäst betraktad som enhetslös) i marken under hela planområdet. Därefter har transport från denna simulerats för alla 30 kalibrerade modeller. Detta ger en ensemble av 30 modellresultat med spridning i tre dimensioner. För att på ett praktiskt sätt kunna åskådliggöra resultatet, alltså svaret på frågan var tar föroreningen vägen, presenteras en prognos över föroreningsspridning på två olika sätt. Dels med isolinjer

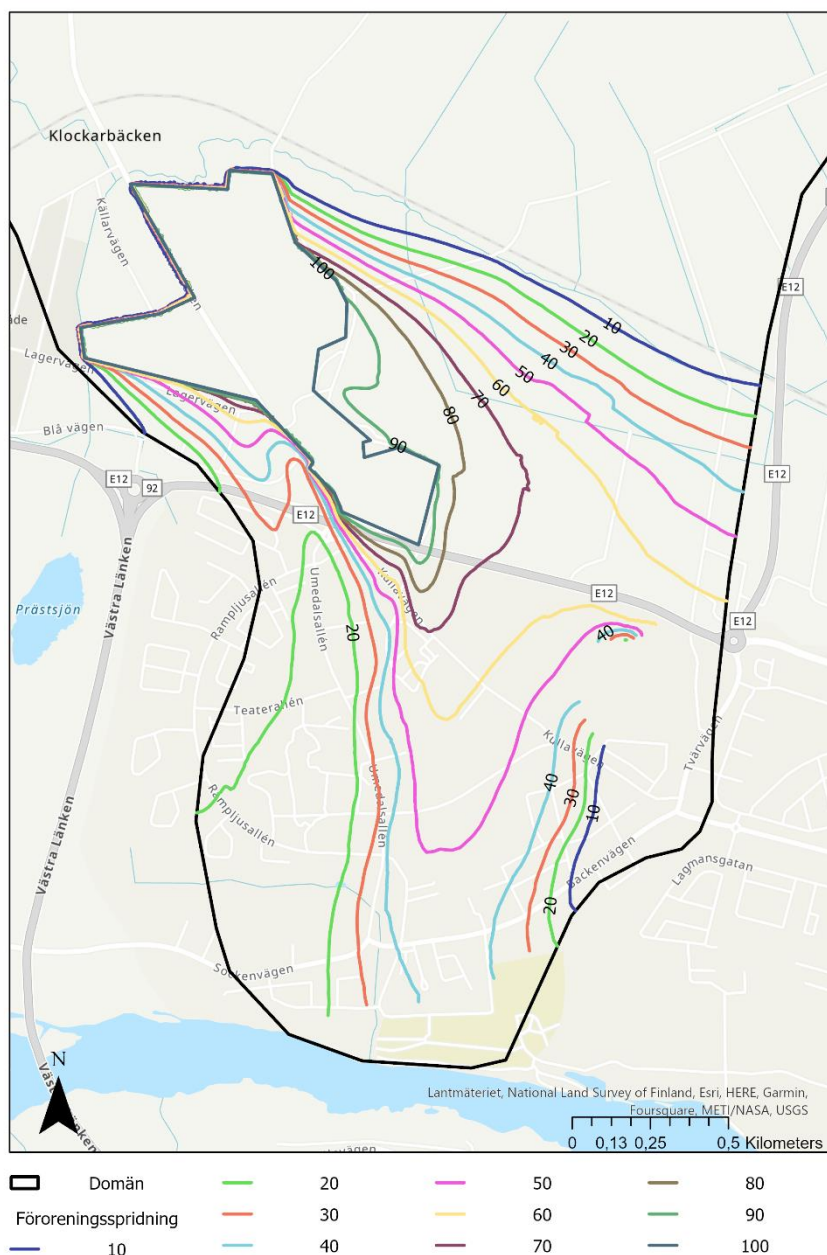
för spridning från området i karta samt dels med en jämförelse av föroreningsflödet över de olika modellränderna.

I övrigt har modellen även syftat till att svara på om utbyggnaden av planområdet kommer förändra grundvattenflödena. Detta presenteras genom en diskussion kring ett potentiell schakt och den simulerade grundvattenytan i modellen.

5.1 Spridning i planet

För att illustrera spridningen i planet från planområdet har simuleringsresultatet förenklats till iso-linjer. För att förenkla presentationen av data utan att underskatta några risker har här för varje nod i planet maximumvärdet över hela djupet använts. Detta ger 30 uppsättningar av koncentrationskartor. Från dessa 30 koncentrationskartor har den 95:e percentilen för varje nod räknats fram. 95 percentilen innebär att 95 % av alla simuleringar har en koncentration som ligger under 95-percentil värde. I praktiken är 95-percentilen för en mindre ensemble ganska lika dess maxvärde, men filtrerat så att de mest extrema värdena inte får lika stor betydelse.

Resultatet för föroreningsspridningen från planområdet visas i Figur 10. Visas görs olika isolinjer för de olika tematiska koncentrationerna fallande från källhalten på 100. Som ses från figuren är koncentrationerna högst vid källområdet (alltså planområdet) och med fallande värde ju längre avståndet ökar. Figuren illustrerar tydligt att transport från planområdet sker i östlig eller sydlig riktning, medan ingen spridning förekommer norrut. Detta stämmer väl med tidigare tolkningar av grundvattenförekomsten som visar en vattendelare inom planområdet (SGU 2006), som delar flödet mellan öster och söder.

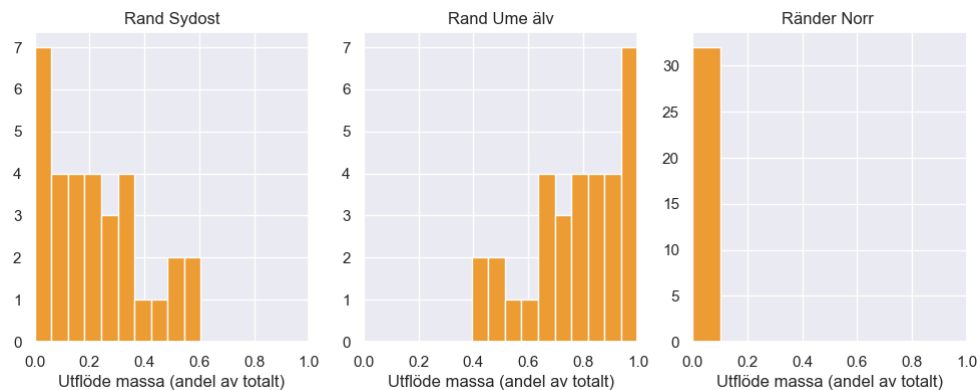


Figur 10: Föroreningsspridning av en tematisk förorening med källhalt 100 från planområdet.

5.2 Fördelning av förorening till ränderna

Ett alternativt sätt kvantifiera olika flöden är att jämföra hur stora flöden är över de olika ränderna. I föreliggande fall har massflöde av den tematiska föroreningen jämförts mellan ränderna sydost, norr och Ume älv, vilka tillsammans utgör alla utflödesränder i modellen. I detta scenario har båda ränderna i norr använts.

Resultatet visas i Figur 11. För att underlätta läsningen av figuren och inte fastna i för sammanhanget irrelevanta enheter (vi har en tematisk och jättelik källa) visas alla flöden relativt det totala utflödet, vilket innebär att ett värde på 1 motsvarar att all förorening som lämnar modellen gör detta över denna rand.



Figur 11: Andel utflöde av förorening över olika modellränder. Notera att summan av de tre figurerna alltid är 1 (på x-axeln) och motsvarar alltså 100% av utflödet från modellen. Y-axeln visar antal simuleringar.

Som ses i figuren går huvuddelen av flödet från planområdet mot den södra randen (Ume älv). En varierande stor del går också mot randen i sydost. Att flödet delar upp sig mellan dessa två ränder stämmer väl överens med SGU:s karta över grundvattentillgångar (2006), som visar att det finns en vattendelare inom planområdet och styrker modellens validitet.

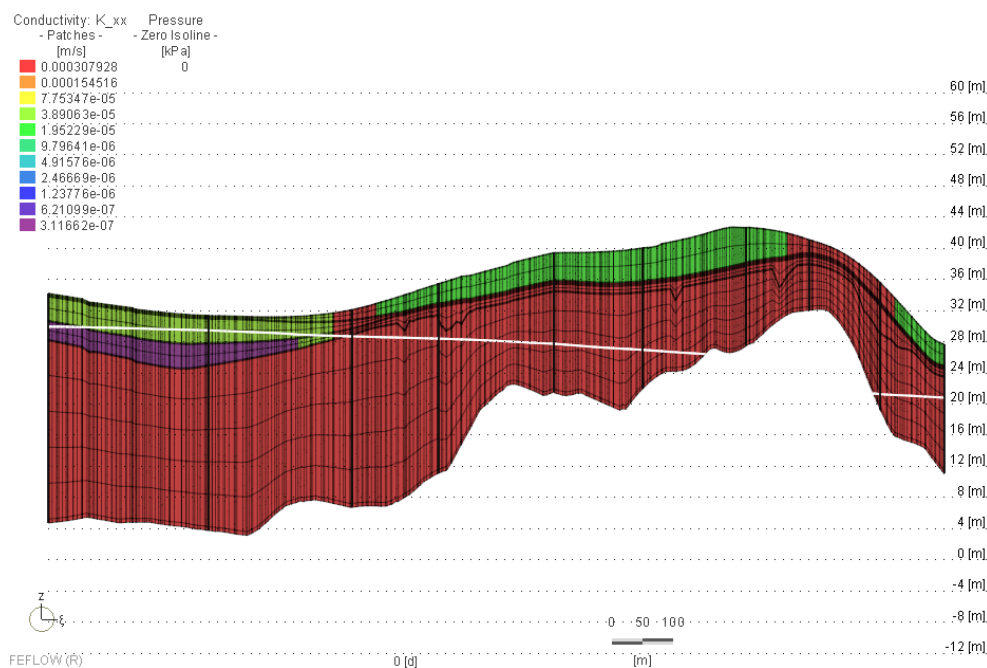
Föroreningsspridningen till ränderna i norr är för alla simulerade fall 0. Liksom i föregående stycket visar detta att ingen spridning har kunnat simulerats från planområdet till någon av ränderna i norr.

5.3 Schakt inom planområdet

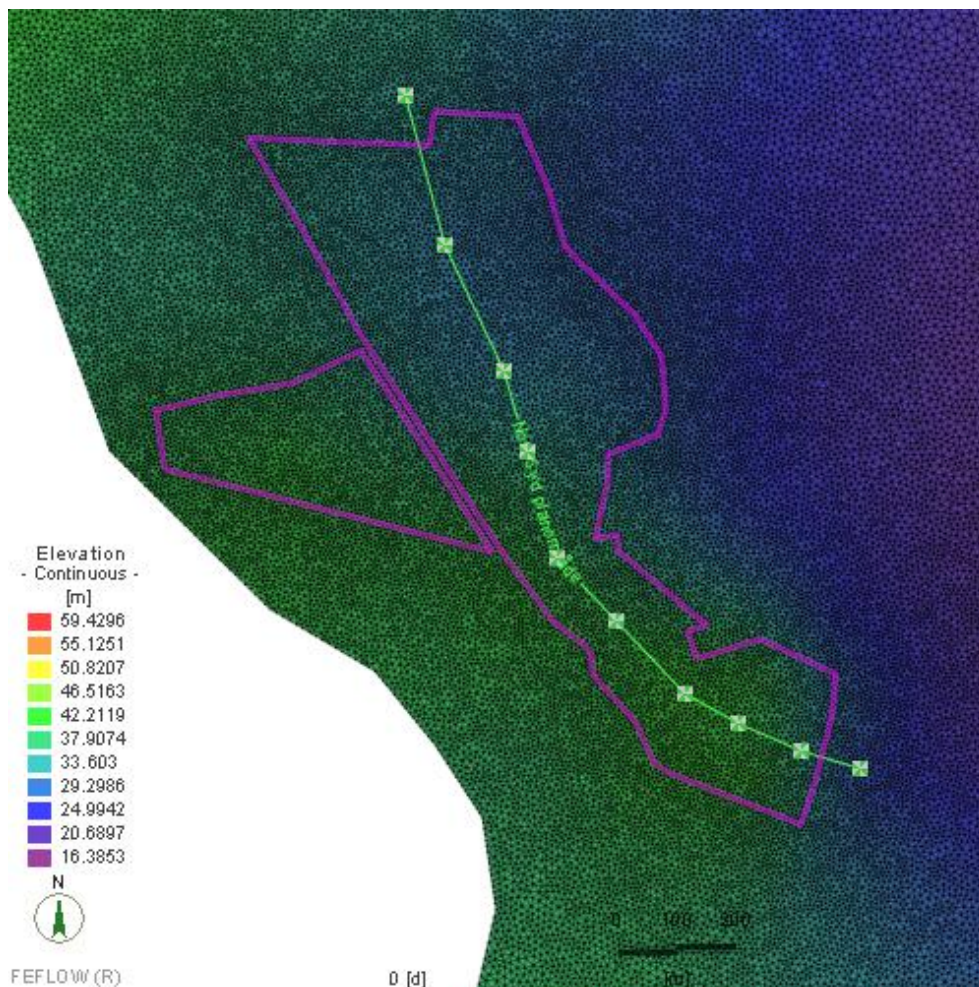
Modellen syftar även till att utreda om schaktning inom planområdet kan påverka grundvattennivåerna i området. Schaktning är endast relevant i de södra delarna av området, eftersom det delvis är högre beläget jämfört med de norra delarna. Risken för att påverka grundvattenflödena i området är först aktuellt att utreda om det utförs schaktning under grundvattenytan.

Modellen simulerar en grundvattenyta som ligger flera meter under markyta och det har därför inte varit relevant att köra modellen med ett faktiskt schakt. Den simulerade grundvattenytans placering i förhållande till markytan stämmer även överens med SGU:s karta över grundvattentillgångar (SGU 2006). Ett exempel från en av de 30 utförda simuleringarna på den simulerade grundvattenytan visas i Figur 12. Den

vita linjen motsvarar här grundvattenytan, och tvärsnittets geografiska plats inom planområdet illustreras i Figur 13.



Figur 12: Tvärsnitt längs planområdet, med vit markerad linje för grundvattenytan i sektionen. Tvärsnittet börjar från vänster i den norra delen av planområdet, se figur nedan.



Figur 13: Tvärsnittets placering i förhållande till planområdet. Figuren illustrerar även höjdskillnaderna inom planområdet, se teckenförklaring i vänstra hörnet.

6 Diskussion

I föreliggande rapport har en grundvattenmodell satts upp för att utreda grundvattenströmningsriktning från ett större område väster om Umeå tätort. Frågeställningen som ska besvaras är hur grundvattnet strömmar från planområdet samt om en utbyggnad av området kan komma att förändra grundvattenflödena.

Vid modellering är det mycket viktigt att ta med sig de osäkerheter som finns och kan kvantifieras. Att inte göra detta och presentera en ensam modell som facit kan verka säkert, men är i själva verket ett mycket riskfullt arbetssätt. Ett arbetssätt där osäkerheterna aktivt tas med resulterar alltid i en prognos där inte ett svar ges, utan en fördelning av svar. Från detta kan man sedan bestämma på vilken säkerhetsnivå man vill arbeta, och därifrån

utläsa de resultat som är relevanta. I föreliggande fall kan man konstatera att sannolikheten att strömningsriktningen skulle gå norrut från planområdet är väldigt liten.

När resultatet utvärderas är det viktigt att också komma ihåg att en modell alltid bara är just en modell. Den är uppbyggd från tillgänglig data och målsättningen är alltid att få en så bra representation av verkligheten som möjligt. Trots detta, och trots mycket information om området måste antaganden göras. Eftersom området är så pass stort har flertal antagande fått göras kopplat till lagerföljd och mäktighet på lagren, som i detta fall har baserats på endast ett fåtal sonderingspunkter från SGU utanför planområdet. Om det i verkligheten ser ut så, är givetvis en öppen fråga och det ska hållas i åtanke när resultatet tolkas. Likaså har de ingående materialerna antagits vara homogena och isotropa, vilket är en förenkling, eftersom de kan variera från plats till plats.

De grundvattennivåobservationer som har uppmätts i området är ett fåtal och alla mätningar har även inträffat under sommartid med en veckas mellanrum. Detta ger en viss osäkerhet i tillförlitligheten till mätningarna. Dessutom befinner sig samtliga grundvattenrör inom planområdet, och för att bekräfta bilden av hur nivåerna ter sig utanför området hade modellen gynnats av mätningar i ett större område.

7 Slutsats

Tyréns Sverige AB har fått i uppdrag av Umeå kommun att ta fram en grundvattenmodell i samband med detaljplaneringen av Grubbe 9:21 med flera. Utredningen syftar till att kartlägga hur grundvattnet flödar från planområdet samt om en utbyggnad av området kan komma att påverka grundvattenflödena.

Resultatet visar, med hjälp av förorenings-spridning, att grundvattnet flödar från planområdet mot Ume älv i syd och mot öst. Gällande spridning från planområdet norrut har ingen spridning kunnat simulerats från planområdet till ränderna norrut. Grundvattenytan har i den södra delen av området simulerats flertal meter under markytan och modellen visar därmed att risken för påverkan på flödesriktningen är liten.

8 Referenser

Constantine, P. G., Dow, E., and Wang, Q. (2014) *Active Subspace Methods in Theory and Practice: Applications to Kriging Surfaces*, SIAM J. Sci. Comput., 36, A1500–A1524.

LejonGEO AB (2020). *MUR Klockarbäcken m bilagor 201116*.

LejonGEO AB (2022). *Del av Grubbe 9:21, Umeå Kommun PM Geoteknik*.

Scheidt, C., Li, L., Caers, J., 2018, *Quantifying Uncertainty in Subsurface Systems*, ISBN: 978-1-119-32583-3

SGU (2023). *SGU:s Kartvisare (Grundvattenmagasin, Jordartskarta, Jorddjupskarta)*. Hämtad 2023-11-27 från <https://www.sgu.se/produkter-och-tjanster/kartor/kartvisaren/>

SGU (2006). *K 44 Grundvattentillgångar i Umeå kommun*.
<https://resource.sgu.se/dokument/publikation/k/k44karta/k44-karta.pdf>

VISS (2023). *Vindelälvsåsen, Umeåområdet*. Hämtad 2023-11-15 från <https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA44509634>