
RAPPORT

TALGA GRAPHENE AB

HYDROGEOLOGY NUNASVAARA SÖDRA

UPPDRAGSNUMMER 13006723

BEDÖMNING AV HYDROGEOLOGISKA FÖRHÅLLANDEN VID NUNASVAARA SÖDRA

ASSESSMENT OF HYDROGEOLOGICAL CONDITIONS ON SITE IN NUNASVAARA SOUTH



[FINAL]

2019-12-17

GRANSKAD AV:

DMYTRO SIERGIEIEV
KAREN KEMLING

DAVID EKHOLM
MARTIN BERGVALL
HANNA KAASALAINEN

SAMMANFATTNING

Talga Graphene AB planerar för ansökan om bearbetningskoncession och miljötillstånd för brytning av grafitfyndigheten vid Nunasvaara Södra, belägen i Kiruna kommun strax väster om Vittangi. Som underlag för ansökningarna krävs bl.a. kunskap om de hydrogeologiska förhållandena i området kring fyndigheten. I den aktuella rapporten beskrivs genomförda hydrogeologiska undersökningar, provtagning och analyser av yt- och grundvatten, konceptuell modell för området samt bedömningar gällande påverkan på yt- och grundvatten till följd av dagbrottens länshållning inklusive inläckage i den framtida gruvan.

Undersökningsområdet karakteriseras av kraftigt sluttande terräng och närvaro av en sjö samt ett antal ytvattendrag, inkl. några som torrläggs delar av året. Jordarterna består mestadels av tunt lager morän, med torvavlagringar i terrängens lågpunkter samt en isälvsavlagring öster om sjön Hosiojärvi underlagrad av lerskikt. Berget bedöms för det mesta vara relativt tätt med undantag för ett antal områden där bedömda lokala sprickzoner ansluter till fyndighetsområdet.

Ytligt grundvatten vid fyndigheten bedöms avrinna mot sjön Hosiojärvi eller dräneras till berggrunden. De flesta ytvatten i anslutning till fyndigheten finns i utströmningsområden för grundvatten med undantag för östra delen av sjön Hosiojärvi som bedöms dräneras in i underliggande jordlager. Redan idag uppstår perioder med större ut- än tillflöden till sjön, vilket gör att flödet vid utloppet av sjön kan upphöra helt under torra delar av året.

Utförda kemiska och isotopanalyser av yt- och grundvatten indikerar att vissa avgränsade yt- och grundvattenströmmar domineras av mineraliserad sammansättning med bl.a. höga halter nickel, kobolt, koppar, zink och vanadin. Källfördelningsanalys med hjälp av syre-, väte- och strontiumisotoper visar att sjövattnet domineras av grundvatten från jord och att grundvatten i mer uppsprucket berg inte står i direkt kontakt med ytvatten. Vidare tyder analysresultaten på att sjövattnet som dräneras i underliggande jordlager vid sjöns östra del inte bidrar till grundvatten i isälvsavlagringar vilket är ett tecken på att det inte finns någon direkt hydraulisk kontakt mellan sjön och isälvsediment, sannolikt p.g.a. det påträffade lerlagret.

De framtida dagbrotten kommer att anläggas på den östra sluttningen av berget Hosiorinta, d.v.s. mot den närliggande sjön, och planeras tas i drift i etapper. Inflödet till dagbrotten i slutligt driftskede (vid full utbyggnad) beräknas kunna vara i storleksordningen 1600 m³/d som årsmedel under ett normalår (direkt nederbörd på dagbrottsytan medräknad). I sitt slutskede när samtliga dagbrott är i drift bedöms påverkansområdet uppgå till 600 m i diameter. Det bedöms att uppemot 50 % av sjöns tillrinningsområde hamnar innanför gruvans påverkansområde vilket leder till att minskad tillströmning till sjön är att förvänta. Även flödet i vattendragen nedströms sjön bedöms påverkas och flödesminskningen vid mynningen till Torneälven för både västra och östra bäckar bedöms kunna uppgå till 15 % i medeltal på årsbasis.

Följande rekommenderas för att verifiera antaganden i den aktuella utredningen:

- Etablera kontinuerliga nivåmätningar i Hosiojärvi.
- Utför yt- och grundvattenprovtagning tre gånger om året – förslagsvis mars, juni och september.
- Upprätta en numerisk grundvattenmodell

SUMMARY

Talga Graphene AB is planning to apply for a mining concession and an environmental permit for exploitation of the graphite deposit at Nunasvaara South, located in Kiruna municipality just west of Vittangi. As a basis for the applications, knowledge of the hydrogeological conditions in the area around the deposit is crucial. This report describes the implementation of hydrogeological investigations, sampling and analysis of surface and groundwater, a conceptual model of the area and assessments regarding the impact on surface water and groundwater as a result of the open pit mining, including groundwater ingress in the future mine.

The survey area is characterized by heavily sloping terrain and includes a lake and a number of surface watercourses, some of which are perennial. The soils consist mostly of the thin-layered moraine with peat deposits in the low points of the terrain, as well as fluvio-glacial deposits east of Lake Hosiojärvi, underlain by clay layers. The bedrock within the area is considered to be mostly competent but includes local fractures with higher transmissivity that adhere to the study area.

Analysis of surface water-groundwater exchange shows that surficial groundwater drains mostly towards the lake. Most surface water adjacent to the deposit is found in the discharge areas for groundwater with the exception of the eastern part of the lake which drains into the underlying soil layer. As a result, there is presently a negative water balance for the lake, which means that during dry parts of the year, the flow at the outlet of the lake can cease completely.

Chemical and isotope analysis of surface water and groundwater indicate that certain delimited surface and groundwater streams are dominated by mineralized composition with, among others, high levels of nickel, cobalt, copper, zinc and vanadium. Source distribution analysis using oxygen, hydrogen and strontium isotopes shows that lake water is dominated by groundwater from surficial soil, while the local deformation zones are not in direct contact with the surface water. Furthermore, analysis results indicate that the lake water that recharges the underlying soil layers at the eastern part of the lake does not contribute to groundwater in the fluvio-glacial deposits, which is a sign that there is no direct hydraulic contact between the lake and the deposits, probably due to the above-mentioned clay layer. This suggests that the lake may drain directly to the underlying till and fractures in the bedrock.

The future open pits are planned on the eastern slope of Hosiorinta, i.e. towards the nearby lake, and are planned to be developed in stages. In its final stage when all open pits are in operation, the impact of groundwater drawdown is expected to reach 600 m from the pits. There are no data today that indicate that the future mine will directly affect the water level in the lake, however, it is estimated that up to 50 % of the lake's inflow area will fall within the mine's impact area, which in turn leads to a reduced inflow to the lake. Due to the interception of the upstream inflow areas as the result of groundwater drawdown, the flow in the watercourses downstream is also expected to be affected and

the flow reduction at the mouth of both the eastern and the western creeks is estimated to be around 15 % on average on an annual basis. The expected groundwater ingress to the open pit mines at full extend (end of Life of Mine) is estimated to be around 1600 m³/d as an annual mean value during a normal year (direct precipitation on the open pit area accounted).

The following recommendations are provided to test the underlying assumptions in the current investigation:

- Establish continuous level measurements in Hosiojärvi and supplement current water balance model with water level data.
- Perform annual follow-up of surface and groundwater sampling three times a year – for example, March, June, September.
- Develop a numerical groundwater model.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	Inledning	1
1.1	Bakgrund	1
1.2	Uppdraget	1
1.3	Undersökningsområdet	1
1.4	Rapportens upplägg	2
2	Geologiska, hydrologiska och hydrogeologiska förhållanden	3
2.1	Topografi	3
2.2	Klimat	3
2.3	Geologi	3
2.3.1	Berg	3
2.4	Jord	4
2.5	Ytvatten	5
2.6	Grundvatten	5
3	Utförda undersökningar och utvärderingsmetoder	7
3.1	Hydrologisk skrivbordsstudie	7
3.2	Installation av grundvattenrör	10
3.3	Installation av piezometrar	11
3.4	Pumptester	13
3.5	Slugtester	13
3.6	Vattenprovtagning	13
3.7	Beräkning av inläckage och påverkansområde	14
3.7.1	Konceptuell modell	14
3.7.2	Känslighetsanalys	17
4	Resultat och bedömningar	18
4.1	Naturliga karakteristiska flöden	18
4.2	Jordlagerföljd och grundvattennivåer	19
4.3	Hydrauliska egenskaper	21
4.3.1	Hydrauliska egenskaper i berg	21
4.3.2	Hydrauliska egenskaper i jord och sediment	22
4.3.3	Sammanställning av hydrauliska egenskaper	24
4.4	Ytvatten-grundvattenutbyte	25
4.5	Vattenkvalité	26
4.5.1	Allmän kemi	26
4.5.2	Syre- och väteisotoper	32

4.5.3	Strontiumisotoper	34
5	Konceptuell modell	37
6	Påverkan av gruvans länshållning i drift	40
6.1	Bedömning baserad på huvudscenario	40
6.2	Resultat av känslighetsanalys	44
7	Hydrogeologiska aspekter vid val av efterbehandlingsalternativ	46
8	Slutsatser	47
9	Begränsningar	47
10	Rekommendationer	48
11	Referenser	49

BILAGA 1 - PUMPTESTER – UTVÄRDERING

BILAGA 2 - SLUGTESTER – UTVÄRDERING

BILAGA 3 - ANALYSRESULTAT

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Talga Graphene AB planerar för ansökan om bearbetningskoncession och miljötillstånd avseende grafitfyndigheten vid Nunasvaara Södra. Fyndigheten är belägen i Kiruna kommun, ca 2 mil väster om Vittangi och strax norr om Torne älv (Figur 1). Som underlag för ansökningarna krävs bl.a. kunskap om de hydrogeologiska förhållandena i området kring fyndigheten.

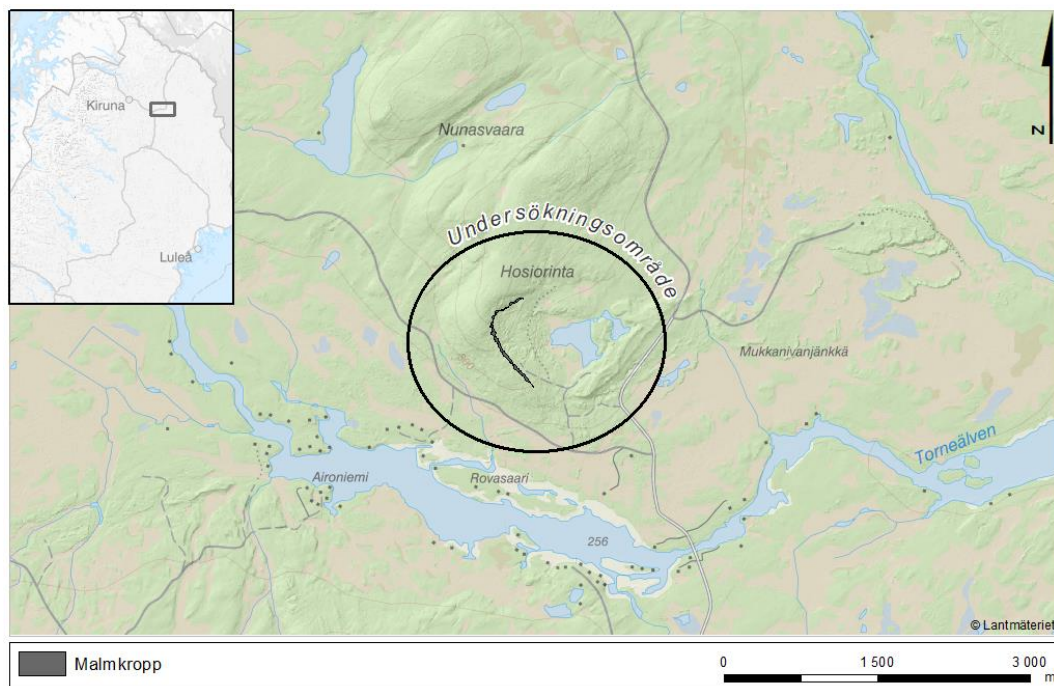
1.2 Uppdraget

Talga Graphene AB har gett Sweco Environment AB i uppdrag att bedöma och beskriva hydrologiska och hydrogeologiska förhållanden i området kring grafitfyndigheten vid Nunasvaara Södra samt att bedöma påverkansområdet som länshållning av grundvatten i den planerade gruvan skulle ge upphov till.

I uppdraget har ingått att genomföra hydrologiska beräkningar för berörda avrinningsområden, hydrogeologiska undersökningar i form av expertstöd vid installation av grundvattenrör i jord och berg, installation av piezometrar, grundvattennivåmätningar, hydrauliska tester samt provtagning och analyser av yt- och grundvatten. Den samlade kunskapen har använts för att upprätta en konceptuell modell för området. Vidare har en bedömning av påverkan på yt- och grundvatten till följd av dagbrottens länshållning och inläckage i den framtida gruvan uppskattats.

1.3 Undersökningsområdet

Utifrån uppdragets syfte har ett undersökningsområde valts för att kunna beskriva nuvarande hydrogeologiska förhållanden och bedöma framtida påverkan av de planerade dagbrotten. Fyndigheten ligger på den östra slutningen av berget Hosiorinta som sluttar mot sjön Hosiojärvi och avgränsas vidare österut av en namnlös höjd. Avvattning av sjön sker först österut och söderut mot Torneälven. Eventuell påverkan från dagbrottet bedöms kunna ske mest mot öster men kan även sträcka sig västerut på andra sidan av Hosiorinta. Därför har dessa områden inkluderats i den presenterade studien. Förutom topografiska och hydrologiska faktorer har berggrundskarta och bedömda sprickzoner använts för avgränsning av ett undersökningsområde (Figur 1) och placering av undersökningspunkter.



Figur 1. Orienteringskarta för fyndigheten i Nunasvaara.

1.4 Rapportens upplägg

Denna rapport sammanfattar tidigare utförda undersökningar med avseende på yt- och grundvatten, redogör för hydrologiska och hydrogeologiska förhållanden baserat på de senast utförda mätningarna samt redovisar en konceptuell modell för vatten i anslutning till fyndigheten.

Sammanfattning av tidigare utredningar avseende yt- och grundvatten samt allmän information om områdets geologi och hydrologi redovisas i avsnittet *Geologiska och hydrologiska förhållanden*.

Under avsnitt *Utförda undersökningar och utvärderingsmetoder* redogörs för de metoder som använts i denna studie, installation av grundvattenrör, datainsamling, fältförsök och provtagning.

Resultatet av genomförda undersökningar samt bedömningar redovisas i avsnitt *Resultat och bedömningar* som inleds med sammanställning av jordlagerföljd noterad vid installation av grundvattenrör samt grundvattennivåer uppmätta vid platsbesök. Vidare framförs resultat av hydrauliska tester där pumptester och slugtester i grundvattenrör och piezometrar redovisas var för sig. Ovanstående resultatavsnitt utgör grunden för bedömning om grundvattenströmning. Data från piezometrar används vid bedömning av utbyte mellan yt- och grundvatten där konnektivitet och flöden mellan sjön Hosiojärvi och underliggande grundvatten bedöms. Avsnittet avslutas med redogörelse av vattenkvalité.

Utifrån tillgängliga hydrogeologiska data och resultat av utförda fältundersökningar presenteras en *konceptuell modell* för området.

Det framtida dagbrottet bedöms påverka grundvattennivåer i området. Påverkansområde och inläckage av grundvatten till gruvan bedöms i avsnittet *Påverkan av gruvans länshållning i drift*. Rapporten avslutas med slutsatser utifrån utarbetat resultat.

2 Geologiska, hydrologiska och hydrogeologiska förhållanden

2.1 Topografi

Området är kuperat och domineras av bergen Nunasvaara (ca +390 RH2000) och Hosiorinta (ca +350) som höjer sig över 50–100 m över omgivningen. Söder och öster om det framtida dagbrottet, som är uttänkt att anläggas på östra sluttningen av Hosiorinta, ligger Torneälv (ca +255) respektive sjön Hosiojärvi (ca +290). Öster och sydost om sjön ligger ännu ett upphöjt område som sträcker sig i NO riktning med högsta nivå på omkring +315.

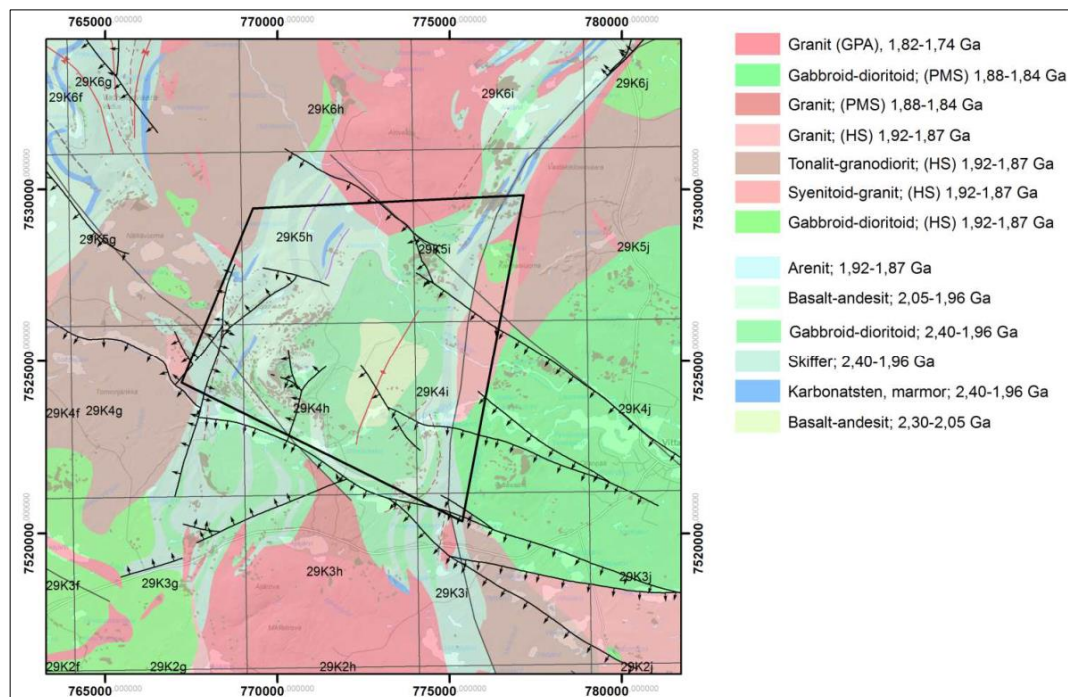
2.2 Klimat

Den årliga nederbördsmängden ligger på omkring 500 mm/år med ca 45 % i form av snö och med ett snötäcke som normalt ligger från oktober till april. Årsmedeltemperaturen är ca -1°C och snösmältningsperioden inträffar huvudsakligen under april-maj. Maximal månatlig medeltemperatur är ca 12°C och inträffar under juli. Kallaste månaden är januari med en månatlig medeltemperatur på ca -14°C. Årsmedelavdunstningen varierar mellan 200 och 300 mm/år vilket utgör ungefär hälften av årsmedelnederbörden (SMHI).

2.3 Geologi

2.3.1 Berg

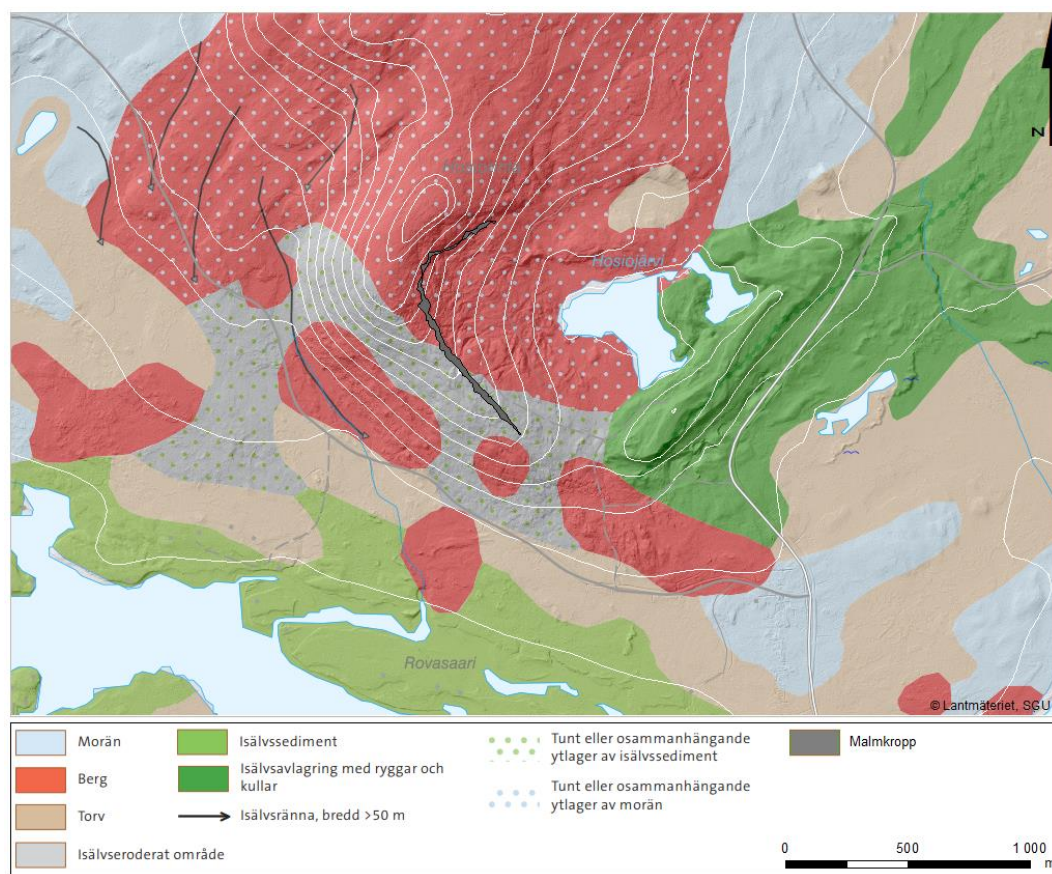
Områdets geologi har undersökts i detalj av Lynch och Jönberger (2013). Det har konstaterats att området domineras av grönsten (basalt till andesit), metasediment (kvartsit, skiffer, marmor) samt metadolerit som formar en del av Vittangi grönstengrupp och tillhör Paleoproterozoiska vulkanosedimentära domänen i norra Sverige (ca 2,40–1,96 Ga) som ligger på arkaisk undergrund (Lynch and Jörnberger, 2013). Den regionala berggrundskartan redovisas i Figur 2. Kartan indikerar att fyndigheten kommer nära eller i kontakt med ett antal deformationszoner.



Figur 2. Berggrundskarta för området med planerad verksamhet med omnejd (Lynch and Jörnberger, 2013). Deformationszoner är utmärkta med svarta linjer.

2.4 Jord

På Hosiorinta går berget i dagen eller täcks av ett tunt lager med morän (Figur 3) som varierar mellan 1 och 2 m i mäktighet (ÅF, 2017). I låglänta områden utgörs jordlagren överst av torv, troligen med morän under. Sydost om sjön Hosiojärvi ligger en isälvsavlagring bestående av sand- och grus. Söder om Hosiorinta finns eroderade marker tidigare bestående av sandigt och grusigt material med märken av isälvsrännor från högre till lägre terräng. Enstaka isälvsrännor förekommer i nordlig riktning medan de flesta riktas söderut. Längs Torneälven finns isälvs sediment.



Figur 3. Jordartskarta (SGU) för området med planerad verksamhet.

2.5 Ytvatten

Öster om berget Hosiorinta ligger sjön Hosiojärvi. I söder löper Torneälven, i riktning väst-öst.

Den framtida verksamheten planeras strax öster om en lokal vattendelare. Fyndighetens delavrinningsområde omfattar sjön Hosiojärvi som avvattnas österut till en mindre bäck som i sin tur rinner söderut och utgör ett biflöde för Torneälven. Väster om Hosiorinta förekommer utströmning av grundvatten och det uppstår ett mindre vattendrag som rinner söderut direkt till Torneälven. Källor (utströmmande grundvatten) förekommer i det planerade verksamhetsområdets södra del samt sydost om isälvsavlagringen.

2.6 Grundvatten

Grundvatten inom det aktuella området bedöms följa en komplex strömningsbild med sannolikt utbyte mellan grundvatten i berg och i jord samt ytvatten. Det djupa grundvattnet i berg har möjlighet att komma i kontakt med ytligt grundvatten i jordlagren genom förekommande spricksystem. Grundvatten i jord rör sig i sin tur inom olika

5(50)

geologiska formationer, d.v.s. morän i norr och på Hosiorintas slänter, torv inom generellt utspridda mindre områden i terrängens svackor och i anslutning till ytvatten, samt sandiga avlagringar i öst.

Huvudsakliga grundvattenförande formationer bedöms vara sprickor i berg (Figur 2), moränen som överlagrar berget på stora delar av undersökningsområdet samt isälvsavlagringen öster om sjön Hosiojärvi. Moränlagret bedöms vara förbindande mellan berg, övriga jordformationer och ytvatten och transporterar vatten som uppstår till följd av nederbörd och snösmältning till lågpunkter i området, ex. sjön Hosiojärvi. Genom tidigare genomförda utredningar har bergets transmissivitet skattats i områden belägna i anslutning till fyndigheten. Resultaten av dessa används som jämförvärden i denna studie och redovisas i resultatsektionen. Även torvtäcket bedöms spela en viktig roll i låglänta områden av det aktuella landskapet.

Grundvattenbildning till jord inom området skattas till ca 225 mm/år (Rodhe et al., 2006) då marken är bestående mestadels av morän. Den delen av området som består av isälvsediment har sannolikt högre grundvattenbildning som kan uppgå till över 300 mm/år. Dessa värden är utdata från modellering som täcker hela Sverige.

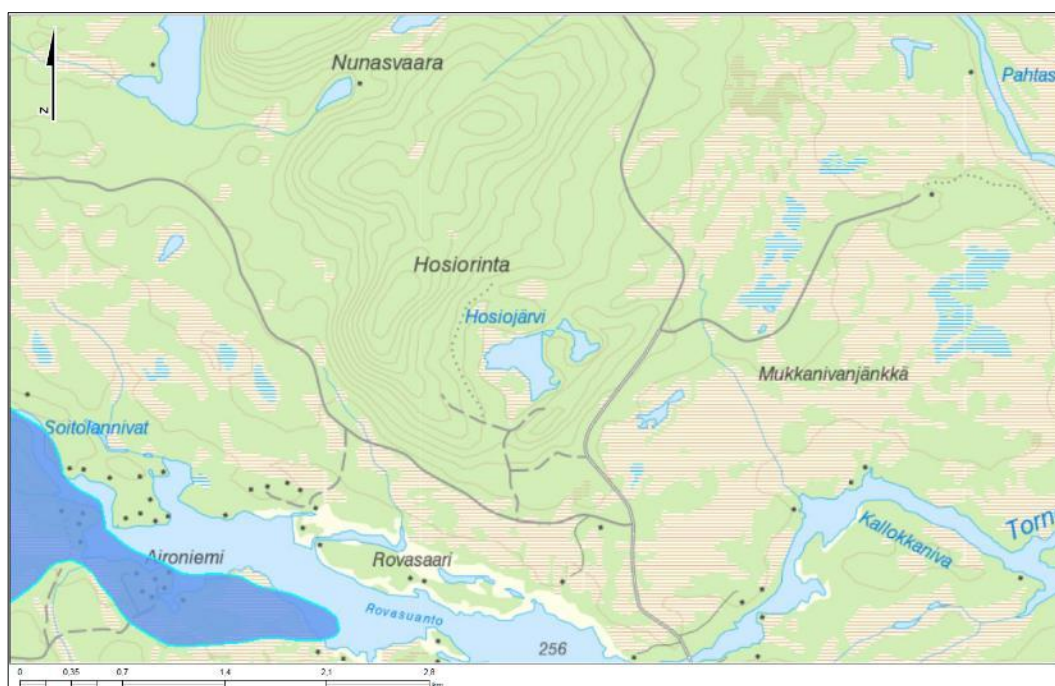
Vid jämförelse mot den effektiva nederbörden (nederbörd minus evapotranspiration; baserat på SMHI:s modellerade värden) som skattas till ca 250 mm/år, bedöms modellerade värden för grundvattenbildning vara representativa för aktuellt område.

Grundvattenbildning till berg är normalt betydligt mindre än i jord och ligger enligt Bergman (1972) på omkring 17-36 % av den totala grundvattenbildningen. Högre grundvattenbildning i berg kan förväntas i fall där sandigare moräntyper förekommer, där tydliga tecken på läckage till berg kan noteras (SGU, 2017 och referenser däri), där tunt moräntäcke dominerar området samt i samband med grundvattensänkning (Mossmark et al., 2008).

Områdets huvudsakliga grundvattendelare bedöms följa Hosiorintas rygg och därmed sammanfalla med ytvattendelaren. Vidare bedöms läget för grundvattendelaren öster om sjön Hosiojärvi som osäker p.g.a. isälvsediment som normalt sett innebär flacka hydrauliska gradienter p.g.a. den relativt höga genomsläppligheten.

Utströmningsområden för grundvatten bedöms ligga väster om sjön samt i söder och i öster och tydliggörs av utströmmande grundvatten i delavrinningsområdena 8-10 respektive 5 (Figur 5). Inströmningsområden bedöms förekomma längs östra sjökanten där ytvatten bedöms infiltrera grundvattenmagasinet.

Det finns inga grundvattenförekomster i direkt närhet till den planerade verksamheten. Närmsta grundvattenförekomst (SE752359-173297) ligger på södra sidan av Torneälven ca 2 kilometer sydväst om Hosiorinta.



Figur 4. Grundvattenförekomst (sand- och grusförekomst) SE752359-173297 sydväst om fyndigheten och på södra sidan av Torneälven (mörkblått område).

3 Utförda undersökningar och utvärderingsmetoder

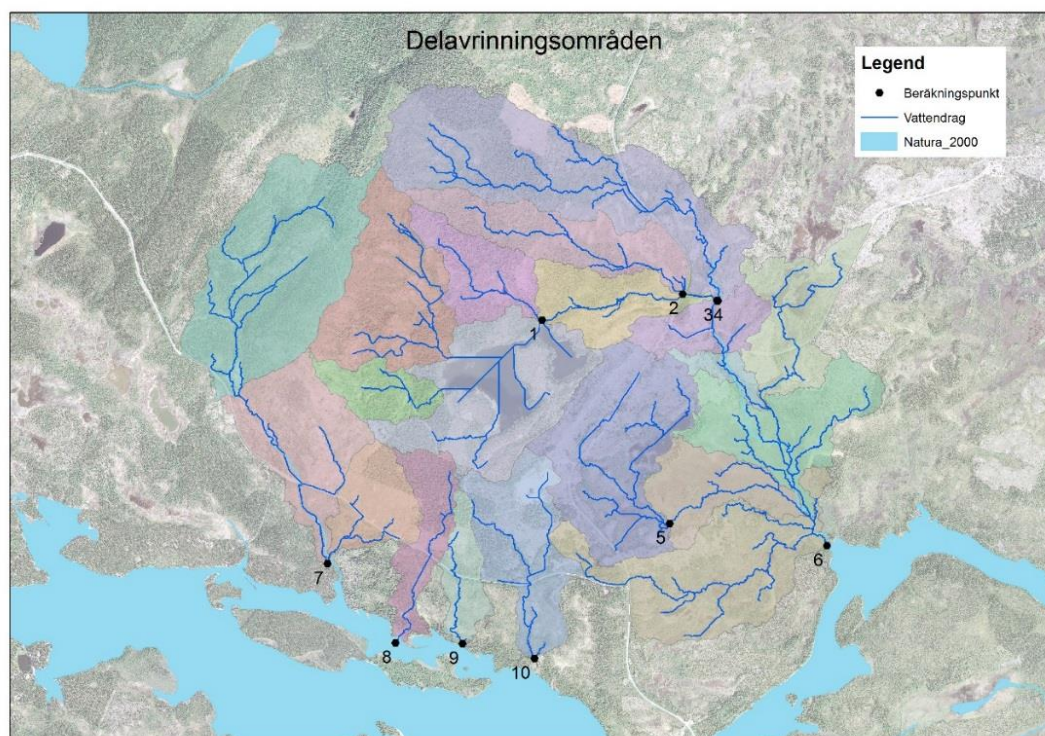
3.1 Hydrologisk skrivbordsstudie

Baserat på höjddata från Lantmäteriets LAS-data genererades delavrinningsområden för Nunasvaara. Områdena delades upp i områden av intresse där flödena beräknades. Områden av intresse kan ses i Tabell 1 och Figur 5.

Beräkningar har utförts för lägsta lågvattenföring (LLQ), medellåg vattenföring (MLQ), medelvattenföring (MQ), medelhög vattenföring (MHQ) samt högsta högvattenföringen (HHQ). Beräkningarna baseras på SMHI:s vattenföringsstation Vuoddas. Vuoddas (SMHI-nummer 1963) ligger 14 mil söder om Nunasvaara och avrinningsområdet är 41,3 km². Vuoddas anses vara den mest representativa mätstationen i Nunasvaaras närhet. Årliga värden från 1968-2017 har använts och sedan arealkorrigerats för att motsvara delavrinningsområdena i Nunasvaara (data från vattenwebb för Vuoddas hämtades 2018-10-24 från <http://vattenwebb.smhi.se/station/#>).

Tabell 1. Lista över framtagna beräkningspunkter för Nunasvaara.

Beskrivning	Beräkningspunkt	Delavrinningsområdets totala area (km ²)
Utlopp av sjön Hosiojärvi.	1	1,30
Där vattendraget från Hosiojärvi rinner under vägen.	2	1,78
Där vattendraget från Hosiojärvi rinner in i Natura 2000 vattendraget.	3	2,16
Natura 2000 vattendraget uppströms där vattendraget från Hosiojärvi rinner in.	4	3,09
Våtmarksområde SÖ om Hosiojärvi.	5	0,67
Hosiojärvis utlopp till Torneälven.	6	5,65
Utloppet till Torneälven från Natura 2000 vattendrag väster om gruvområde.	7	1,47
Mindre vattendrag som rinner ut i Torneälven.	8	0,21
Mindre vattendrag som rinner ut i Torneälven.	9	0,14
Mindre vattendrag som rinner ut i Torneälven.	10	0,40



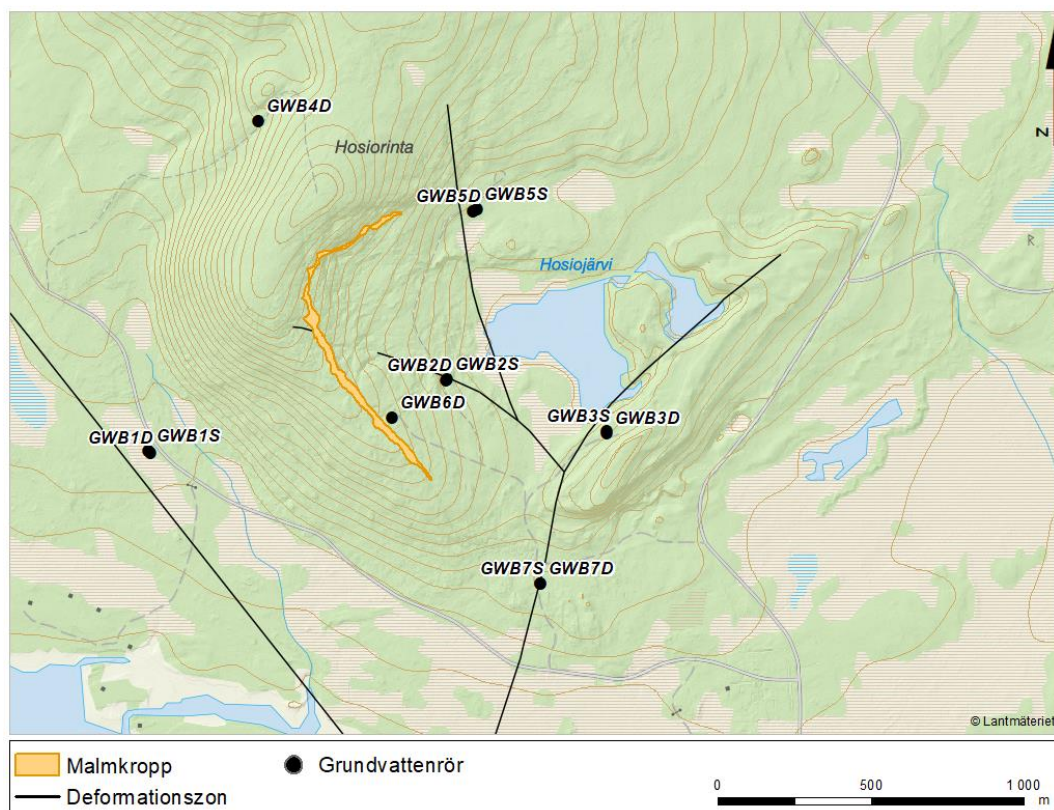
Figur 5. Karta över undersökningsområdet som visar framtagna delavrinningsområden och beräkningspunkter för flöden.

Tabell 2. Markanvändning vid Vuoddas och undersökningsområdet.

Område	Undersökningsområdet (del av Torneälven medräknat)	Vuoddas
SMHI ID	36445	33894, 1963
Huvudavrinningsområde	Torneälven	Råneälven
Avrinningsområdets area	42,8 km ²	41,3 km ²
Sjö och vattendrag	2,85 %	0,66 %
Skogsmark	71,74 %	70,96 %
Hedmark och övrig mark	0,39 %	0,25 %
Myr- och våtmarker	25,02 %	28,13 %

3.2 Installation av grundvattenrör

Talga utförde installation av fem grundvattenrör i jord och sex stycken i berg med syfte att bl.a. försöka träffa sprickformationer i berget och studera grundvattenströmningen mellan jord och berg i dessa områden. Ytterligare syftade installationerna till att övervaka grundvattennivåer i områdena omkring Hosiorinta samt kunna bedöma grundvattenförhållandena i olika geologiska formationer. Placering av grundvattenrör valdes utifrån kända geologiska förutsättningar och med åtanke på den eventuella framtida verksamheten (Figur 6). Målet var att kunna beskriva rådande förhållanden i huvudsakliga geologiska formationer inom undersökningsområdet, t.ex. deformationszoner i berg som kommer nära fyndighetsgränser eller hydrogeologiska egenskaper av sandformationer sydost om sjön Hosiojärvi som kan ha påverkan på vattenbalansen i sjön. Installationen utfördes i omgångar med de flesta rör installerade i september 2018 och GWB3D, 7S och 7D i maj 2019 som komplettering till tidigare installationer.



Figur 6. Placering av grundvattenrör inom undersökningsområdet.

Rören installerades genom foderrörsdrivning i dimension 139 mm med innerplaströr i dimension 63 mm med 1 m filter och filtersand vid installation i jord. Ett tvåmetersfilter

användes vid installation av GWB3S. Vid installation i berg tätades foderrör mot bergsöverytan genom cementering. Koordinater, installationsdjup och grundvattennivåer framgår av Tabell 3.

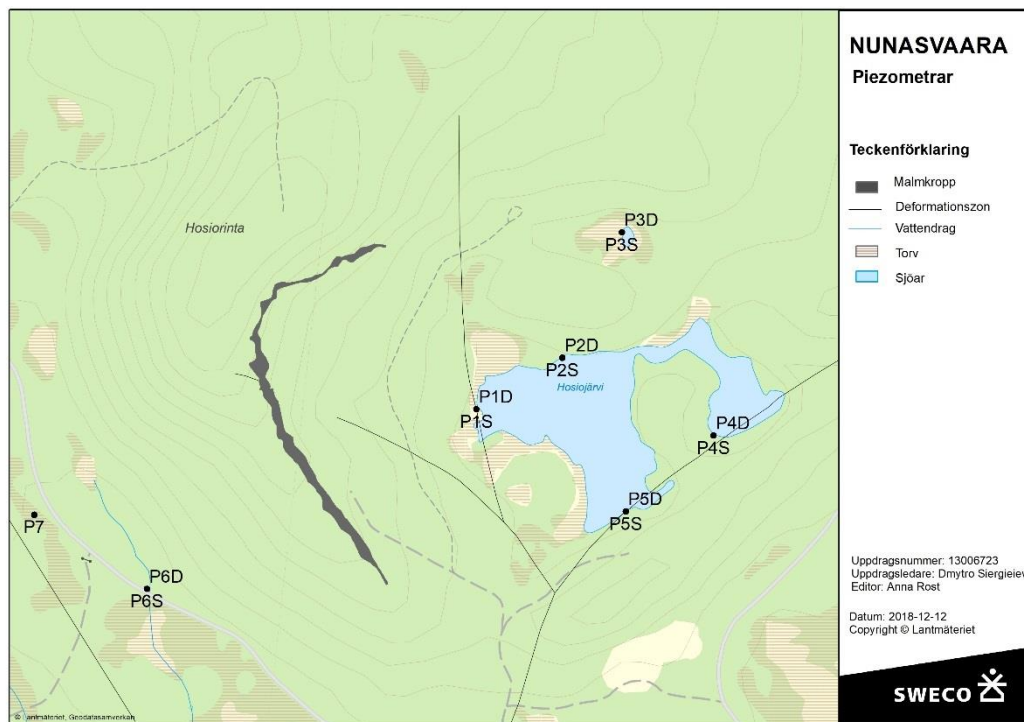
Befintliga prospekteringsborrhål inom undersökningsområdet inventerades inom ramen för denna studie och grundvattennivåer mättes. Alla punkter mättes in med Triumph-2 100 Hz RTK med 216 kanaler och följande noggrannhetsspecifikationer: Horisontell 1,0 cm + 1 ppm * base_line_length, vertikal 1,5 cm + 1 ppm * base_line_length.

Tabell 3. Koordinater (SWEREF99TM, RH 2000), installationsdjup och grundvattennivåer (Zgvy) för grundvattenrör (D – berg, S – jord) vid Nunasvaara Södra. Samtliga rör i jord förseddes med 1 m filter förutom GWB3S som har ett 2 m-filter. GWB2S var torr efter installationen och vid kommande platsbesök hösten 2018.

Namn	N	E	Zmy	Rör över markytan, m	Zgvy 20181005	Zgvy 20190617	Totalt djup, m u rök
GWB1D	7524194,0	769349,0	270,12	0,44	270,00	270,10	7,5
GWB1S	7524198,7	769343,4	270,15	0,80	270,06	270,10	3,0
GWB2D	7524430,3	770313,7	301,47	0,25	296,42	298,48	24,3
GWB2S	7524432,7	770317,8	301,34	0,58	-	299,87	4,1
GWB3S	7524265,6	770839,7	298,47	1,14	282,41	282,91	20,0
GWB3D	7524256,0	770838,0	298,50	0,95	N/A	283,05	30,5
GWB4D	7525276,4	769702,0	339,42	0,31	295,29	303,73	75,3
GWB5D	7524981,0	770401,5	303,07	0,25	299,52	301,30	23,1
GWB5S	7524988,6	770414,2	302,47	0,46	299,53	302,46	8,1
GWB6D	7524307,4	770136,3	320,88	0,20	318,93	N/A	165,0
GWB7S	7523767,0	770621,0	279,53	0,30	N/A	278,28	3,6
GWB7D	7523767,0	770621,5	279,50	0,17	N/A	279,24	26,8

3.3 Installation av piezometrar

För att erhålla underlag för bedömning avseende utbyte mellan yt- och grundvatten i området, främst i anslutning till sjön Hosiojärvi, och skatta grundvattenflödets vertikala komponent har s.k. piezometrar installerats parvis på två olika djup i flera punkter. Piezometrarna med dimension om en tum och en halvmeter filterspets installerades för hand med en slägga och placerades strax utanför stranden. Skruvgångorna tätades med VVS-tejp. Den grunda installationen utfördes med filterspets i sjösedimentet, medan den djupa med filterspets i underliggande material (morän, sand, silt). Gränsen mellan dessa bedömdes utifrån skillnader i motstånd mellan olika lager vid installation. Installationspunkter redovisas i Figur 7 medan koordinater och installationsdjup framgår av Tabell 4.



Figur 7. Placering av piezometrar inom undersökningsområdet.

Tabell 4. Koordinater (SWEREF99TM, RH 2000), installationsdjup och grundvattennivå i installerade piezometrar. P4D var torr efter installationen och vid övriga besök under hösten 2018 vilket indikerar dränerande förhållanden under sjöbotten. My – markyta, m u rök – meter under röröverkant.

Namn	N	E	Zmy	Uppstick, m	GVY, m u rök	GVY (2018-10-05)	Totalt djup, m	Tjocklek översta lager, m
P1D				0,44	0,61	290,10	2,5	
P1S	7524580,9	770446,4	291,27	0,53	0,51	290,29	1,5	1,40
P2D				0,98	1,00	289,05	2,5	
P2S	7524737,3	770653,2	289,07	0,67	0,65	289,09	1,5	1,45
P3D				0,78	0,78	296,31	5,5	
P3S	7524737,4	770653,3	296,31	0,68	0,70	296,29	2,5	4,00
P4D				0,76	-	-	2,5	
P4S	7525076,5	770771,5	289,05	0,43	0,25	289,23	1,5	1,20
P5D	7524580,1	771064,4	288,90	1,36	1,15	289,11	2,5	0,50

12(50)

RAPPORT
2019-12-17
[FINAL]
HYDROGEOLOGY NUNASVAARA SÖDRA

Namn	N	E	Zmy	Uppstick, m	GVY, m u rök	GVY (2018-10-05)	Totalt djup, m	Tjocklek översta lager, m
P5S				0,94	0,68	289,16	1,5	
P6D	7524360,2	770859,9	265,92	0,80	0,75	265,97	3,5	2,00
P6S				0,65	0,70	265,87	2,5	
P7	7524026,2	769649,1	269,85	0,77	0,52	270,10	1,5	2,00

3.4 Pumptester

Pumptester utfördes i grundvattenrören GWB1D, 2D, 3D, 5D, 7D i berg samt 7S i jord, genom kortvariga (1–3 timmar) uttag av vatten. Uttagen gjordes med dränkbar Monsun-pump kopplad till ett bilbatteri och en flödesenhet/spänningsomvandlare som tillåter flödesjustering under provpumpningen. Fördelen med snabba hydrotester är minimal tidsåtgång i samband med en betydelsefull störning av grundvattenytan, vilket skapar möjligheter för säkrare resultat. Grundvattennivåer under avsänkings- och återhämtningsförloppen mättes med hjälp av tryckgivare och manuellt. Flödet kontrollerades under ett flertal tillfällen under provpumpningen med hink och klocka. Hydrotester utfördes med konstant uttag om 0,03 – 0,50 l/s beroende på förutsättningar.

Utvärdering av avsänkingsförloppet gjordes med hjälp av metoderna Cooper-Jacob och Dogherty-Babu där den sistnämnda tillåter utvärdering av både avsänkings- och återhämtningsförloppen.

3.5 Slugtester

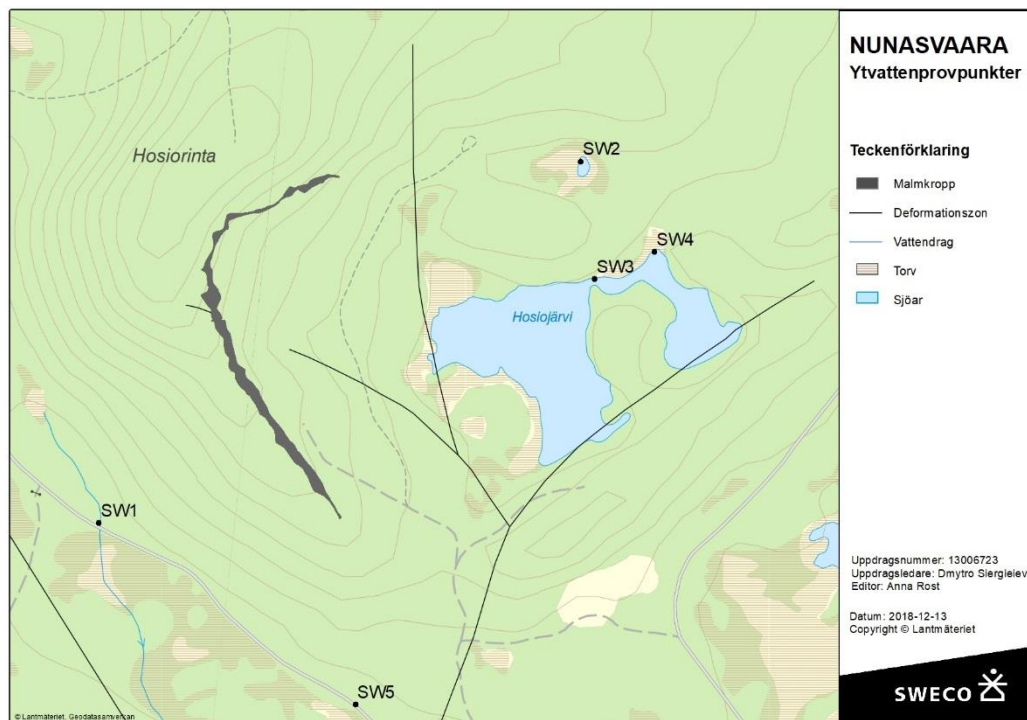
Med syfte att skatta hydraulisk konduktivitet i jord och sjösediment utfördes slugtester i tre grundvattenrör i jord (GWB1S, GWB3S, GWB5S) och i samtliga piezometrar. Vidare utfördes slugtest i GWB4D eftersom ingen pumptest kunde genomföras där enligt ursprunglig plan. Hydrauliska egenskaper av geologiskt material i direkt närområde till installationerna skattades genom att mäta återhämtning av grundvattennivån efter en momentan störning av grundvattenytan. Störningen gjordes genom momentan tillsättning eller uttag av vatten eller en slug (ett föremål).

Övervakning av nivåförändringar gjordes med hjälp av tryckgivare (s.k. Diver). Nivåerna innan och efter försöken samt rördimensioner och filterlängder dokumenterades. Utvärderingen utfördes med Bouwer and Rice (1986).

3.6 Vattenprovtagning

Grundvattenprov togs ur samtliga grundvattenrör under oktober 2018 förutom GWB7S, 7D och 3D som provtogs i maj 2019 (Figur 6). GWB6D hade provtagits tidigare och inget prov togs ut vid detta tillfälle. GWB2S var torrt och inget prov kunde tas ut. Ytvattenprov togs i fem punkter (Figur 8).

Samtliga prov togs efter omsättning av rören. Uttagna prov analyserades med avseende på fyskemiska parametrar (pH, elektrisk konduktivitet, alkalinitet mm), näringsämnen (kväve, fosfor, DOC) och metaller (V2 enligt ALS Scandinavia) inkl. uran. Dessutom analyserades alla prov uttagna 2018-10-05 med avseende på isotopsammansättning; deuterium, syre och strontium (förutom GWB7S, 7D och 3D som installerades och provtogs vid ett senare tillfälle enbart med avseende på fyskemiska parametrar). Syftet med detta var att kartlägga vattnets källor inom undersökningsområdet.



Figur 8. Placering av ytvattenprovtagningspunkter.

3.7 Beräkning av inläckage och påverkansområde

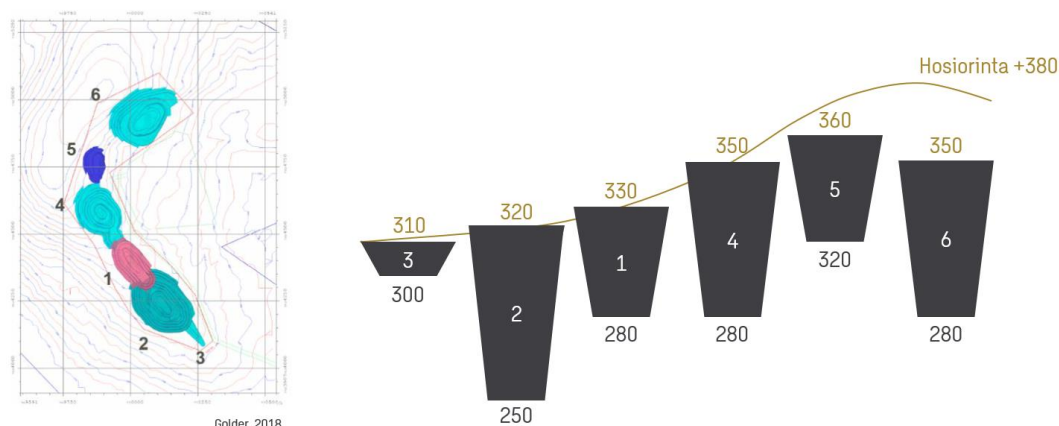
3.7.1 Konceptuell modell

Utformning av det framtida dagbrottet har hämtats från Golder (2018) som beskriver utveckling av fyndigheten i tid och rum. Utformningen som föreslås för tillfället och utgör underlag för beräkning av det förväntade inläckaget samt påverkansområdet bygger på en stegvis utveckling av dagbrottet. I första steget kommer dagbrott i södra delen av fyndigheten (nr. 1-3) att anläggas, följt av ett dagbrott i nordlig riktning (nr. 4) samt ytterligare två dagbrott i nordlig och östlig riktning i sista steget (nr. 5 och 6). Dagbrottens

dimensionering anges i Tabell 5. Den uttänkta placeringen samt utformning av dagbrott redovisas i Figur 9.

Tabell 5. Dimensionering av dagbrott i olika utvecklingssteg.

Steg	Längd m	Bredd m	Botten RH2000	Djup m	Yta ha
1	216	110	280	45	1,7
2	250	190	250	80	3,7
3	100	45	300	15	0,3
4	230	160	280	70	2,8
5	140	90	320	45	1,0
6	290	210	280	70	4,2



Figur 9. Föreslagen utformning av dagbrott vid fyndigheten vid Nunasvaara Södra (Golder, 2018). Sex olika steg är inplanerade vid utveckling av dagbrotten. Steg 1-3 kommer att utvecklas i anslutning till varandra och länshållas samtidigt. Steg 4 kommer att tas i anspråk senare, vilket gör att även påverkan på grundvatten kommer att ske i ett senare skede. Steg 5-6 kommer att brytas i slutskedet. I profilbilden till höger redovisas dagbrottens placering i terrängen med indikerad plusnivå för botten respektive markyta.

Influensområde och inläckage har skattats med en analytisk beräkning som beaktar grundvattenbildningen och inflödet genom schaktbotten (Marinelli och Nicolli, 2001). Beräkningarna ger det förväntade inläckaget och influensområdet vid stationärt tillstånd för den antagna avsänkning. Beräkningarna baseras på antagna preliminära egenskaper samt att schakten länshålls eller dräneras som en öppen brunn, d.v.s. att atmosfärstryck föreligger vid schaktbottennivå alternativt dräneringsnivån.

Följande konceptuella modell har använts vid beräkning av inläckage och påverkansområde (Tabell 6). Dränerande förhållanden i moräntäcket öster (GWB2S)

samt väster (GWB4D) om Hosiorinta där inget grundvatten påträffades ovanför bergytan tyder på att grundvattenbildningen i delar av området sker direkt i berg. Dessutom kan tunna moränskikt konstateras dominera större delar av området. Dessa specifika lokala förutsättningar och länshållning av vatten i de framtida dagbrott gör att den bästa generella skattningen av grundvattenbildningen i berg i området bedöms vara 150 mm/år (under drift), vilket utgör ca 60 % av grundvattenbildningen i jord (skattas till 225 mm/år enligt Rodhe et al., 2006). Vidare används ett medelvärde för hydraulisk konduktivitet ($2,5 \cdot 10^{-7}$ m/s) baserat på samtliga utförda undersökningar i området (se avsnitt 4.3.3). Vidare har en dimensionerande avsänkning skattats baserat på områdets topografi, naturliga grundvattennivåer samt det planerade brytningsdjupet för respektive steg. Ett konceptuellt värde för dimensionerande avsänkning på 70 m har antagits och anses vara representativt för samtliga brytningssteg

Tabell 6. Parameteregenskaper för konceptuell hydrogeologisk modell.

Parameter	Symbol	Enhet	Steg 1-3	Steg 4	Steg 5-6	Skattat intervall
Material där avsänkning sker			berg	berg	berg	
Mättad hydraulisk konduktivitet, berg	K_s	m/s	$2,5 \cdot 10^{-7}$	$2,5 \cdot 10^{-7}$	$2,5 \cdot 10^{-7}$	$5 \cdot 10^{-11} - 6 \cdot 10^{-6}$
Akvfermaktighet	D	m	70	70	70	70
Naturlig grundvattennivå	h_0	m	+320	+350	+350	+310 – +360
Avsänkingsnivå	h	m	+250	+280	+280	+250 – +320
Dimensionerande avsänkning	s	m	70	70	70	10 – 80
Schaktlängd under grundvattenyta, medel	L	m	85	77	127	77 – 127
Schaktbredd under grundvattenytan, medel	B	m	168	147	207	147 – 207
Släntlutning			0,84	0,84	0,84	0,84
Effektiv nederbörd	P_{eff}	mm/år	250	250	250	200 – 300 ¹
Grundvattenbildning, berg	GVB	mm/år	150 ²	150 ²	150 ²	40 – 200 ^{1,3}

¹SGU, 2017; ²antaget värde baserat på lokala förutsättningar; ³Rodhe et al., 2006.

3.7.2 Känslighetsanalys

Med syfte att utvärdera parameteriseringens osäkerhet och bedöma beräkningsmodellens känslighet för förändring av parameterintervall har en känslighetsanalys utförts. Eftersom hydraulisk konduktivitet och grundvattenbildning bedöms vara mest styrande i frågor om miljöpåverkan har inverkan av dessa parametrar på inläckage och utsträckning av påverkansområdet studerats. Följande scenario valdes för känslighetsanalys:

- | | |
|----------------------------------|--------------------------------------|
| - Högre hydraulisk konduktivitet | $K_{x2}=5 \cdot 10^{-7} \text{ m/s}$ |
| - Lägre hydraulisk konduktivitet | $K/3=8 \cdot 10^{-8} \text{ m/s}$ |
| - Låg grundvattenbildning | GVB=50 mm |
| - Mycket låg grundvattenbildning | GVB=5 mm |

4 Resultat och bedömningar

4.1 Naturliga karakteristiska flöden

Resultatet för Vuoddas kan ses i Tabell 7 samt delavrinningsområden i Nunasvaara kan ses i Tabell 8.

Tabell 7. Beräknad lägsta lågvattenföring (LLQ), medellåg vattenföring (MLQ), medelvattenföring (MQ), medelhög vattenföring (MHQ) samt högsta högvattenföringen (HHQ) för Vuoddas. Enheten är l/s.

Område	LLQ	MLQ	MQ	MHQ	HHQ
Vuoddas	6	45	564	767	10 900

Tabell 8. Beräknad lägsta lågvattenföring (LLQ), medellåg vattenföring (MLQ), medelvattenföring (MQ), medelhög vattenföring (MHQ) samt högsta högvattenföringen (HHQ) för delavrinningsområden i Nunasvaara. Enheten är l/s.

Beräkningspunkt	LLQ	MLQ	MQ	MHQ	HHQ
1	0,2	1,4	17,8	242	343
2	0,3	1,9	24,3	331	470
3	0,3	2,3	29,5	401	570
4	0,4	3,4	42,2	574	816
5	0,1	0,7	9,2	124	177
6	0,8	6,1	77,2	1050	1491
7	0,2	1,6	20,1	273	388
8	0,0	0,2	2,9	39	55
9	0,0	0,2	1,9	26	37
10	0,1	0,4	5,5	74	106

Vid beräkningspunkt 2 sattes en mätstation upp sommaren 2018. Den sommaren var väldigt torr och det fanns tillfällen när det inte rann något vatten där. Vid arealkorrigering av Vuoddas finns det ändå väldigt lite vatten vid LLQ. Detta kan bero på att Vuoddas är ett något större avrinningsområde och att grundvattenuppträngning kan ge ett litet flöde även när det är torrt. När det nu görs mätningar kommer man framöver kunna korrigera värdena mot den uppmätta flödesserien i området.

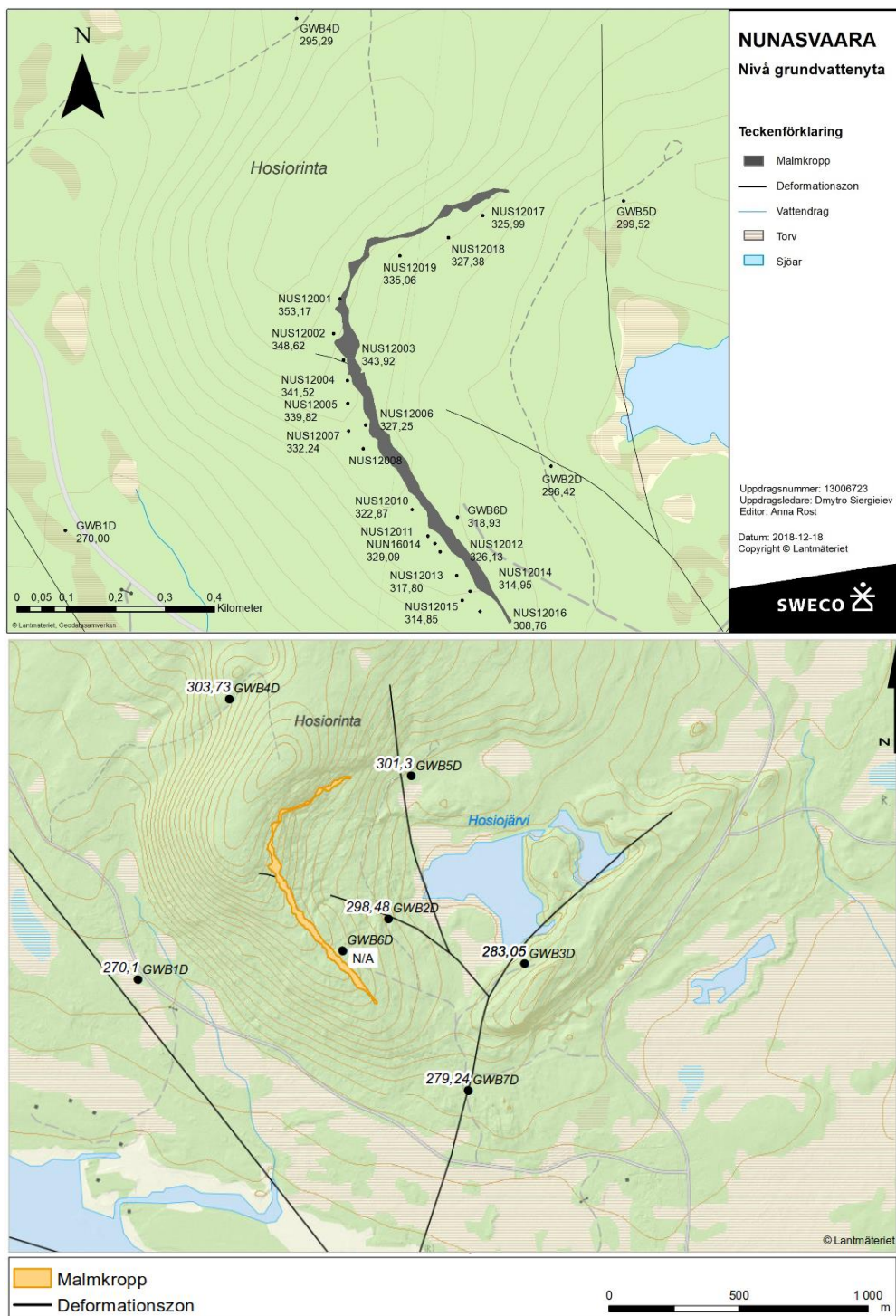
4.2 Jordlagerföljd och grundvattennivåer

Den valda borrhälsmetoden (foderrörsdrivning) möjliggör endast begränsad tolkning av jordarter. Tolkningen gjordes genom okulär bedömning i fält. P.g.a. den valda borrhälsmetoden anses resultat av okulär jordartsbedömning som osäker.

Grundvattennivåer i grundvattenrören installerade under den aktuella borrhälskampanjen framgår av Tabell 3. Sammanställning av grundvattennivåer i berg och jord vid samtliga punkter inkl. prospekteringsborrhål redovisas vidare i Figur 10 och Figur 11.

*Tabell 9. Tolkning av jordlagerföljden baserat på okulär bedömning i fält vid installation av grundvattenrör. *Djup till berg varierade kraftigt mellan GWB1S (2 m umy) och GWB1D (5 m umy) trots att punkterna var ca 10 m ifrån varandra.*

Djup, m	GWB1	GWB2	GWB3	GWB4	GWB5	GWB7
Zmy (RH2000)	270,1	301,4	298,5	339,4	303,1	307,2
0-1	Tv	saMn	Sa	Mn	Mn	Mn
1-2	Tv	saMn	grSa	Berg	Mn	Mn
2-3	Mn	saMn	grSa		Mn	Mn
3-4	Mn	saMn	grSa		Mn	Berg
4-5	Mn	Berg	grSa		saMn	
5-6	Berg*		grSa		saMn	
6-7			grSa		grSaMn	
7-8			grSa		saMn	
8-9			grSa		Berg	
9-10			grSa			
10-15			grSa			
15-19			fSa (siSa)			
19-20			Le			
20-32			Berg			



Figur 10. Grundvattennivåer i berg den 2018-10-05 (ovan) och 2019-06-17 (nedan). Uppmätta nivåer indikerar att grundvattenströmning i berg sker från höglänta områden och riktar sig slutligen söderut.

20(50)

RAPPORT
2019-12-17
[FINAL]
HYDROGEOLOGY NUNASVAARA SÖDRA

4.3 Hydrauliska egenskaper

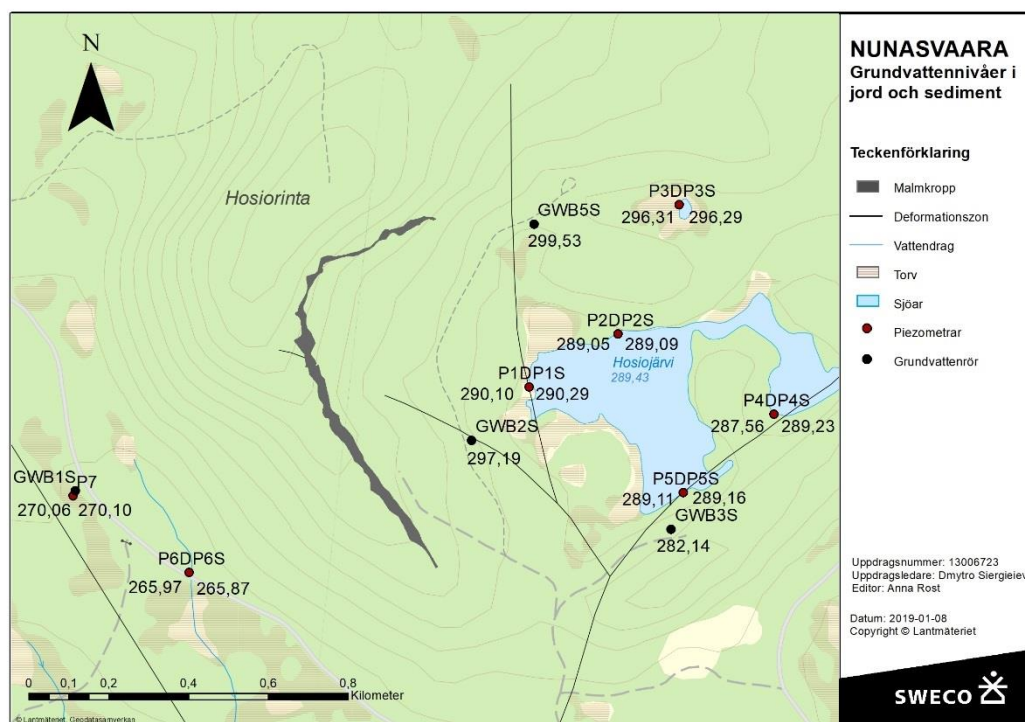
4.3.1 Hydrauliska egenskaper i berg

Bergets transmissivitet har utvärderats till mellan $1,5\text{E-}06$ m²/s och $4,9\text{E-}04$ m²/s (Tabell 10), medan konduktiviteten har bedömts variera mellan $4,9\text{E-}08$ m/s till $6,5\text{E-}06$ m/s.

*Tabell 10. Transmissivitet, magasinskoefficient, borrhålsdjup och hydraulisk konduktivitet för berg inom undersökningsområdet. *osäkert värde p.g.a. svårigheter med att genomföra hydrauliska testet.*

Punkt	T, m ² /s	S	Djup, m	K, m/s
GWB1D	4,2E-05	3,7E-03	7,5	5,6E-06
GWB2D	4,0E-05	5,0E-03	24,3	1,6E-06
GWB3D	1,5E-06	3,8E-04	30,5	4,9E-08
GWB4D*	4,9E-04	-	75,3	6,5E-06
GWB5D	6,7E-05	1,1E-05	23,1	2,9E-06
GWB7D	9,3E-05	9,1E-03	26,8	3,5E-06
Median	5,5E-05	3,7E-03	-	3,2E-06

Medianvärdet för båda parametrarna vid undersökta punkter bedöms ligga på $5,5\text{E-}05$ m²/s respektive $3,2\text{E-}06$ m/s. Dessa värden är högre än vad tidigare har uppskattats vid undersökning av bergets egenskaper vid prospekteringsborrhål på Hosiorintas krön (Golder, 2014; Bergskraft, 2016; ÅF, 2017). Skillnaden bedöms tyda på att de tidigare undersökningarna beskriver ett mer solitt berg, medan provpumpningar vid denna studie genomfördes i ett mer uppsprucket berg i anslutning till lokala och regionala sprickzoner. Detta bekräftas även av borrhningar i fält som kunde observera trasigt berg i de flesta av undersökningspunkterna.



Figur 11. Grundvattennivåer i jord och sediment (2018-10-05). *GWB2S och P4D var torra vid mätillfället, redovisad grundvattennivå motsvarar spetsnivå för respektive installation.

De mest konduktiva förhållandena noteras vid samtliga borrhål förutom för GWB3D, vilket kan förklaras av mer spruckna förhållanden. GWB1D ligger i anslutning till en regional sprickzon med NV strykning som verkar stå i kontakt med ovanliggande jordlager med en jämn tryckspredning mellan lagren. Vid GWB2D har bergets och jordtäckens hydrauliska egenskaper lett till dränering av moränlagret som vid tidpunkten för pumptestet var torrt. Detta borrhål ligger nära en lokal avgrening av den regionala sprickzonen som även den stryker i NV riktning. GWB5D ansluter sig till sprucket berg vid en lokal sprickzon med NNV strykning; tryckförhållandena här tyder på en jämvikt mellan berget och jordtäcket.

4.3.2 Hydrauliska egenskaper i jord och sediment

Tolkade värden på hydraulisk konduktivitet utifrån slugtest i fyra grundvattenrör och samtliga piezometrar redovisas i Tabell 11.

Tabell 11. Bedömd hydraulisk konduktivitet i diverse jordlager inom undersökningsområdet baserat på genomförda slugtester i grundvattenrör och piezometrar.

Punkt	K, m/s	Bedömd jordart	Tjocklek översta jordlagret, m	Kommentar
GWB1S	2,8E-06	morän	5,50	
GWB3S	2,2E-06	sand	20,00	
GWB5S	7,5E-05	morän/sand	8,00	
P1S	1,8E-04	torv	1,40	
P1D	5,0E-07	morän	1,40	
P2S	5,9E-06	sediment	1,45	
P2D	2,1E-05	sand	1,45	
P3S	3,1E-04	sediment	4,00	Löst sediment?
P3D	3,0E-06	morän	4,00	
P4S	1,2E-07	sediment	1,20	
P4D	6,7E-05	sand	1,20	
P5S	N/A	sediment	0,50	Ytlig installation, ej tätt mot röret
P5D	2,5E-07	morän	0,50	Silt?
P6S	2,1E-05	sediment	2,00	
P6D	3,2E-06	morän	2,00	
P7	1,2E-07	torv	2,00	

	K, m/s	Sediment	Sand	Morän	Torv
n	15	4	4	5	2*
Min	1,2E-07	1,2E-07	2,2E-06	2,5E-07	1,2E-07
10-percentil	1,7E-07	3,0E-07	7,7E-06	3,5E-07	-
25-percentil	1,3E-06	2,2E-06	1,6E-05	5,0E-07	-
Median	3,2E-06	3,2E-06	4,4E-05	2,8E-06	-
75-percentil	4,4E-05	2,1E-05	6,9E-05	3,0E-06	-
90-percentil	1,4E-04	7,3E-05	7,3E-05	3,1E-06	-
Max	3,1E-04	3,1E-04	7,5E-05	3,2E-06	1,8E-04
Medel	4,7E-05	4,0E-05	4,1E-05	1,9E-06	-
Geomedel	5,3E-06	5,4E-06	2,2E-05	1,3E-06	-

* obs antal datapunkter är begränsat

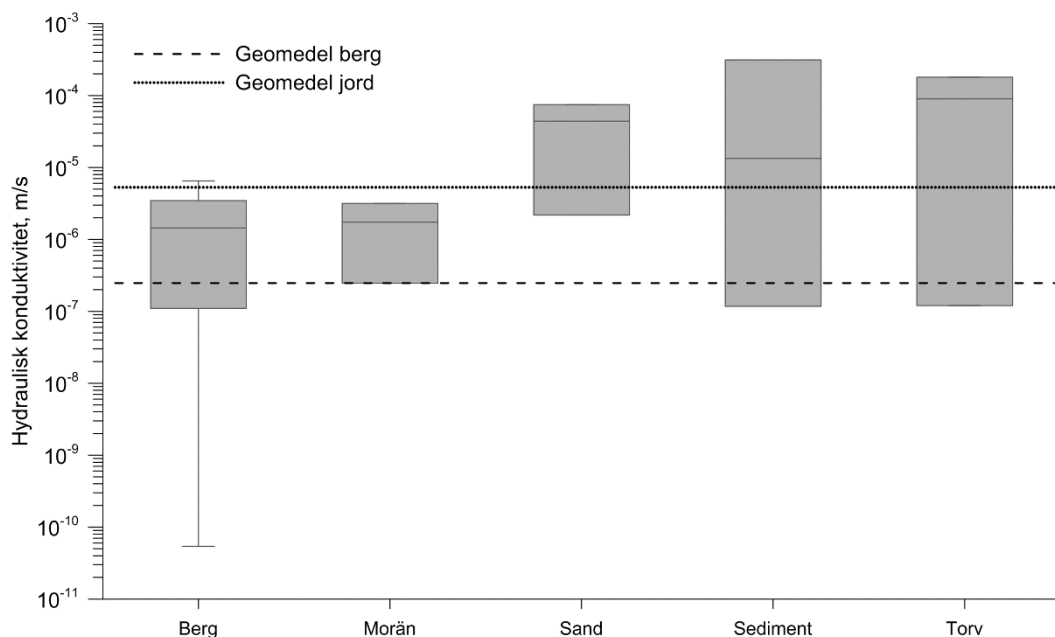
Följande bedömning (geometriskt medelvärde) görs med avseende på hydraulisk konduktivitet för utvärderade jordarter:

- Morän (n=5) 1,3e-06 m/s
- Sand (n=4) 2,2e-05 m/s
- Sediment (n=4) 5,4e-06 m/s

4.3.3 Sammanställning av hydrauliska egenskaper

Det har gjorts ett antal tidigare utredningar som redovisar resultat av diverse hydrauliska tester främst i berg inom det aktuella undersökningsområdet. Samtliga undersökningar tyder på att berget (geometriskt medelvärde för berg från samtliga utförda undersökningar $K=2,5e-07$ m/s) håller något lägre hydraulisk konduktivitet än lokala jordmaterial (morän, sand och torv utvärderas gemensamt, geometriskt medelvärde $K=4,5e-06$ m/s; endast morän $2,5e-06$ m/s).

Nu genomförda hydrauliska tester indikerar att bergets hydrauliska konduktivitet lokalt kan uppgå till $6,5e-6$ m/s vilket förklaras av punkternas närhet till deformationszoner (Figur 2). De flesta grundvattenrör placerades i områden där sannolikheten att påträffa spröda deformationszoner var hög. En sammanställning av bedömningar av bergets, jordens och sedimentets hydrauliska konduktivitet i olika utredningar redovisas i Figur 12.

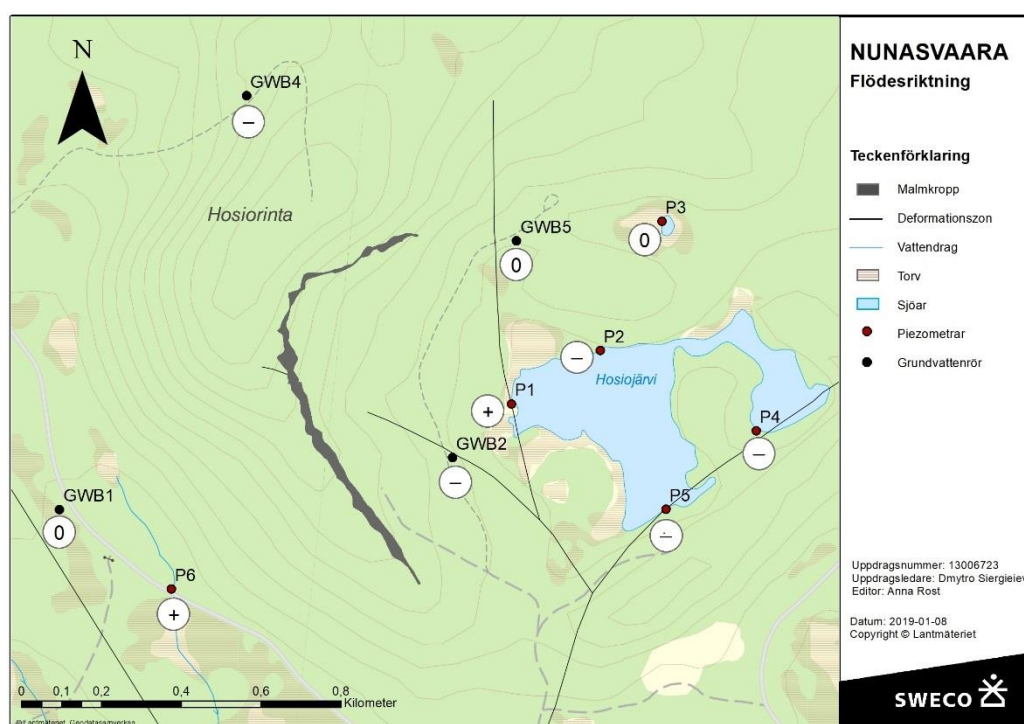


Figur 12. Sammanställning av hydraulisk konduktivitet för berg (grundvattenrör i berg), jord (grundvattenrör i jord) och sediment (piezometrar i sjö- och bäcksediment) från denna och tidigare utredningar. Geometrisk medelvärden är framtagna för jord (inkluderar även torv och sediment) respektive berg, baserat på samtliga tillgängliga data.

4.4 Ytvatten-grundvattenutbyte

I anslutning till Hosiorinta förekommer utströmningsområden i terrängens lågpunkter med källor som föder bäckar och ytvattendrag. Grundvattennivåer i jord och berg relativt markytan bedöms vara styrande för dessa processer.

På västra sidan av Hosiorinta bedöms utströmning av grundvatten ske under hela året, eller åtminstone större delen av året (Figur 13). Frysning i ytvattendraget kan dock förekomma under vintern p.g.a. generellt låga flöden mot slutet av hösten (0,5–2 l/s i oktober 2018). Den hydrauliska gradienten mellan underliggande morän och bäckens sediment var uppåtriktad vid platsbesöket i oktober.



Figur 13. Bedömd flödesriktning mellan olika geologiska formationer (berg, morän, sand, sediment och torv) för mätstillfället 2018-10-05. Grundvattengradienten i vertikal riktning baserad på trycknivåer i två materialsikt användes vid bedömningen. Vid GWB2 och GWB4 bedömdes flödesriktningen som negativ (d.v.s. nedåt) baserat på dränerande förhållanden i moräntäcket (inget eller ytterst lite vatten noterades på bergets överyta, moränen var torr vid undersökningstillfället).

Öster om berget varierar den hydrauliska tryckskillnaden mellan ytvatten och grundvatten men är generellt nedåtriktad. Sjön Hosiojärvi hade vid platsbesöket generellt sett högre vattennivå (trycknivå) än grundvattennivåerna i de underliggande jordlagren, vilket tyder på att sjön dräneras genom grundvattenutströmning. Detta stöds även av det faktum att utloppet från sjön var torrlagt redan i början på oktober. Fullt dränerande förhållanden kunde observeras öster om sjön i punkt P4 där den djupare piezometern var torr vilket

indikerar låga grundvattennivåer i grundvattenmagasinet under sjön. Tryckförhållanden samt hydrauliska egenskaper hos jord- och sedimentlagren mellan sjön och isälvsavlagringen öster om Hosiojärvi bedöms styra dräneringsförloppet.

4.5 Vattenkvalité

4.5.1 Allmän kemi

Generellt har ytvatten i området neutralt pH och konduktivitetsvärden som varierar mellan 5 och 11 mS/m med högre värden i punkterna SW1, SW2 och SW5. Mest syrefattigt vatten noteras i SW5 (COD-Mn ca 8 mg/l, mangan 24,2 µg/l, järn 1 mg/l) som bedöms ha sitt direkta ursprung från grundvatten med en kort rinnsträcka från källan till provtagningspunkten. Närhet till mineraliserat grundvatten bekräftas av höga halter nickel (8,75 µg/l), kobolt (5,21 µg/l), koppar (2,25 µg/l), aluminium (88,4 µg/l) och sulfat (24,7 mg/l) i provtagningspunkt SW5. Samtliga punkter uppvisar låga halter kväve, fosfor och fluorid. Ingen signifikant skillnad (korrelationsfaktor 0,97) noteras mellan provtagningspunkterna i Hosiojärvi (SW3 och SW4), vilket bedöms tyda på väl omblandade förhållanden trots sjöns relativt komplexa form.

Tabell 12. Sammanställning av analysresultat för ytvatten.

Ämne	Enhet	SW1	SW2	SW3	SW4	SW5
Ca	mg/l	13,1	13,6	6,15	5,38	13,9
Fe	mg/l	0,109	0,0313	0,0187	0,0225	1,1
K	mg/l	1,72	1,12	1,11	0,976	1,69
Mg	mg/l	2,2	1,87	1,92	1,48	2,44
Na	mg/l	1,81	2,07	1,71	1,52	1,96
Si	mg/l	5,24	4,75	1,18	1,18	5,15
Al	µg/l	15,8	17,7	7,91	8,03	88,4
As	µg/l	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Ba	µg/l	8	6,48	3,31	3,01	6,22
Cd	µg/l	<0,002	<0,002	0,00231	<0,002	0,0094
Co	µg/l	0,143	0,0581	0,0962	0,0505	5,21
Cr	µg/l	0,143	0,0934	0,0837	0,0733	0,987
Cu	µg/l	0,993	0,656	0,793	0,776	2,25
Hg	µg/l	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Mn	µg/l	2,07	3,06	1,29	1,89	24,2
Mo	µg/l	0,0869	0,0552	0,0508	<0,05	0,074
Ni	µg/l	0,901	1	3,33	2,01	8,75
P	µg/l	<1	2,39	1,52	2,24	7,75
Pb	µg/l	<0,01	<0,01	0,0148	<0,01	<0,01

26(50)

RAPPORT
2019-12-17
[FINAL]
HYDROGEOLOGY NUNASVAARA SÖDRA

Ämne	Enhet	SW1	SW2	SW3	SW4	SW5
Sr	µg/l	11,7	33,2	10	10,5	16,4
Zn	µg/l	0,513	1,9	3,41	1,97	3,81
V	µg/l	0,0778	0,0919	0,11	0,0659	1,93
U	µg/l	0,00567	0,00176	0,00328	0,00265	0,0747
totalhårdhet	°dH	2,34	2,34	1,3	1,09	2,51
turbiditet	FNU	0,37	0,31	0,49	0,51	3,6
konduktivitet	mS/m	9,57	9,26	6,22	5,17	11,2
pH		7,1	7,1	7,1	7,1	6,4
alkalinitet	mg HCO ₃ /l	48	44	17	16	22
nitrit	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
nitritkväve	mg/l	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
CODMn	mg/l	3,3	6,78	2,45	3,26	7,98
ammonium	mg/l	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
ammoniumkväve	mg/l	<0,040	<0,040	<0,040	<0,040	<0,040
fosfat	mg/l	<0,040	<0,040	<0,040	<0,040	<0,040
fosfatfosfor	mg/l	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
nitrat	mg/l	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
nitratkväve	mg/l	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
fluorid	mg/l	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
klorid	mg/l	0,88	0,72	<0,50	<0,50	1,44
sulfat	mg/l	5,58	6,58	10,1	7,71	24,7
DOC	mg/l	3,83	6,38	4,56	4,62	8,09

Grundvatten inom undersökningsområdet har varierande sammansättning och styrs till stor del av kontakt med mineraliserat berg och vattenförande sprickzoner samt närhet till markytan och perkolerande vatten från nederbörd. Samtliga grundvattenprov håller neutralt pH (medelvärde 6,5) förutom GWB5D som har betydligt högre pH (8,5) än övriga punkter. Alkaliniteten varierar dock kraftigt och visar låga värden i GWB6D (<1 mg HCO₃/l) samt GWB2D (12 mg HCO₃/l), med högst värde i GWB5D (86 mg HCO₃/l).

I punkt GWB1, som ligger i södra delen av undersökningsområdet, uppvisar grundvatten liknande sammansättning i det djupa och i det grunda röret med undantag för koppar och nickel som är högre i berggrundvatten samt arsenik och zink som är lägre i berggrundvatten. GWB2D, installerad i närheten av en bedömd lokal sprickzon, har höga nickel- (144 µg/l), zink- (226 µg/l) och sulfathalter (107 mg/l) och samtidigt låga uranhalter (0,08 µg/l) vilket skiljer den från övriga provtagningspunkter. GWB3S, som installerades i sandavlagringar sydost om sjön Hosiojärvi, kan anmärkas på avvikande höga halter zink (578 µg/l). Grundvatten i GWB4D, som återfinns väster om Nunasvaara där grundvatten i berg ligger djupt under markytan (44 m u my), har en sammansättning som liknar det i GWB3S med skillnad för lägre DOC- och manganhalt. GWB5S och 5D ligger strax

nedanför Nunasvaaras östra slutning där det djupa röret bedöms vara i kontakt med en lokal sprickzon. GWB5S uppvisar något lägre pH (7,0) och alkalinitet (55 mg HCO₃/l) än det för GWB5D (8,5 respektive 886 mg HCO₃/l). Halter av metaller såsom aluminium, kadmium, kobolt, krom, nickel, bly och zink är betydligt högre i ytligt grundvatten jämfört med berggrundvatten i detta fall. Det kan bero på att spricksystemet i detta område är direkt kopplat till infiltration av nederbörd. Inne på undersökningsområdet ligger GWB6D som är ett djupt borrhål provtaget vid ett enskilt tillfälle utan omsättning. Grundvatten här håller höga metallhalter, låg konduktivitet och indikerar direkt kontakt med mineraliserat berg främst med avseende på nickel (298 µg/l) och kobolt (43,4 µg/l).

Provtagningen i maj 2019 av de kompletterande grundvattenrören visar på god grundvattenkvalité överlag. Något högre halter bl.a. zink noteras i GWB3D vilket liknar det för GWB3S installerad i överlagrande isälvsmaterial. I punkt GWB7 noteras högre halter barium, kobolt, koppar, nickel och zink i berggrundvatten (GWB7D) jämfört med grundvatten i morän (GWB7S). Båda rören visar vidare på högre pH (7,6–7,8) än i övriga området (6,0–6,8) förutom GWB5D där pH ligger på 8,5. Uranhalt på 9,31 µg/l avviker kraftig i GWB7S från övriga mätpunkter där den varierar mellan ca 0,01 och 0,21 µg/l. Trots det anses detta värde, som ligger i nivå med klass 2 enligt SGU:s bedömningsgrunder (SGU, 2013), vara normalt för naturligt grundvatten.

Tabell 13a. Sammanställning av analysresultat för grundvatten från provtagning 2018-10-05. Markerade mätresultat indikerar överskridande av klass 5 enligt bedömningsgrunder för grundvatten (SGU, 2013).

Ämne	Enhet	GWB 1D	GWB 1S	GWB 2D	GWB 3S	GWB 4D	GWB 5D	GWB 5S	GWB 6D	SGU Klass 5
Ca	mg/l	8,15	8,16	27,7	7,54	11	23,4	16,7	67,5	100
Fe	mg/l	1,99	0,0986	0,746	0,567	0,00784	0,0572	0,189	69	1
K	mg/l	1,77	3,2	3,16	2,29	4,71	2,78	2,2	4,51	50
Mg	mg/l	2,14	2,35	11,2	2,04	2,56	4,33	3,76	22,6	30
Na	mg/l	2,3	3,29	4,35	2,68	2,67	4,74	5,72	5,27	100
Si	mg/l	7,94	6,41	7,56	4,59	6,93	8,06	6,34	10,5	-
Al	µg/l	54,2	41,3	5,17	9,73	3,61	5,95	82,5	1,46	500
As	µg/l	0,0644	1,28	0,025	0,24	0,025	0,0628	0,115	0,15	10
Ba	µg/l	20,4	24	10,3	18,2	4,65	1,87	1,34	7,27	-
Cd	µg/l	0,0184	0,0246	0,595	0,0326	0,00264	0,00231	0,0292	0,005	5
Co	µg/l	5,86	3,66	28,2	7,51	3,87	0,344	8,95	43,4	-
Cr	µg/l	0,699	0,398	0,0451	0,116	0,2	0,0243	0,377	0,144	50
Cu	µg/l	18,1	1,74	9,35	1,23	9,35	1,01	4,9	0,25	2000
Hg	µg/l	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	1
Mn	µg/l	203	97,1	78,2	241	24,7	50	251	432	400
Mo	µg/l	0,278	1,21	0,269	1,16	0,311	1,23	6,15	0,15	-
Ni	µg/l	10,7	3,65	144	4,35	18,7	0,334	4,62	298	20

28(50)

RAPPORT
2019-12-17
[FINAL]
HYDROGEOLOGY NUNASVAARA SÖDRA

Ämne	Enhet	GWB 1D	GWB 1S	GWB 2D	GWB 3S	GWB 4D	GWB 5D	GWB 5S	GWB 6D	SGU Klass 5
P	µg/l	8,07	4,84	1,89	10,1	11,3	3,46	11,6	2,5	-
Pb	µg/l	0,0185	0,0166	0,005	0,127	0,012	0,005	0,0974	0,025	10
Sr	µg/l	14,8	33,1	48,1	22,2	5,34	29,4	36,8	72,9	-
Zn	µg/l	0,805	11,5	226	578	206	0,1	9,5	22,6	1000
V	µg/l	0,556	1,16	0,0315	0,334	0,411	2,73	0,291	0,0254	-
U	µg/l	0,066	0,218	0,0178	0,141	0,0186	0,0659	0,157	0,0844	30
tot.hård.	°dH	1,64	1,68	6,46	1,53	2,13	4,28	3,21	14,7	21
turbiditet	FNU	28	380	5,8	1500	440	9,4	29	230	6
SpC	mS/m	7,49	8,78	28	8,2	10,9	17,4	12,9	69,4	150
pH		6,2	6,3	6,2	6,7	6,8	8,5	7,0	6,0	<5,5
Alk.	mg HCO ₃ /l	37	35	12	38	48	86	55	0,5	<10
NO ₂	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,5
NO ₂ -N	mg/l	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	-
CODMn	mg/l	2,8	6,17	0,25	8,3	3,05	1,03	1,63	13,1	8
NH ₄	mg/l	<0,050	<0,050	<0,050	0,051	<0,050	<0,050	<0,050	0,129	1,5
NH ₄ -N	mg/l	<0,040	<0,040	<0,040	<0,040	<0,040	<0,040	<0,040	0,1	-
PO ₄	mg/l	<0,040	<0,040	<0,040	<0,040	<0,040	<0,040	<0,040	<0,040	0,6
PO ₄ -P	mg/l	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	-
NO ₃	mg/l	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	0,99	50
NO ₃ -N	mg/l	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0,22	-
F	mg/l	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	4
Cl	mg/l	0,64	3,02	1,02	0,81	0,72	1,06	2,25	0,97	300
SO ₄	mg/l	3,64	5,37	107	8,45	9,52	13,8	11,8	0,25	100
DOC	mg/l	4,03	3,09	2,13	10,4	1,07	0,7	2,76	0,67	-

Tabell 13b. Sammanställning av analysresultat för grundvatten från provtagning 2019-05-07.

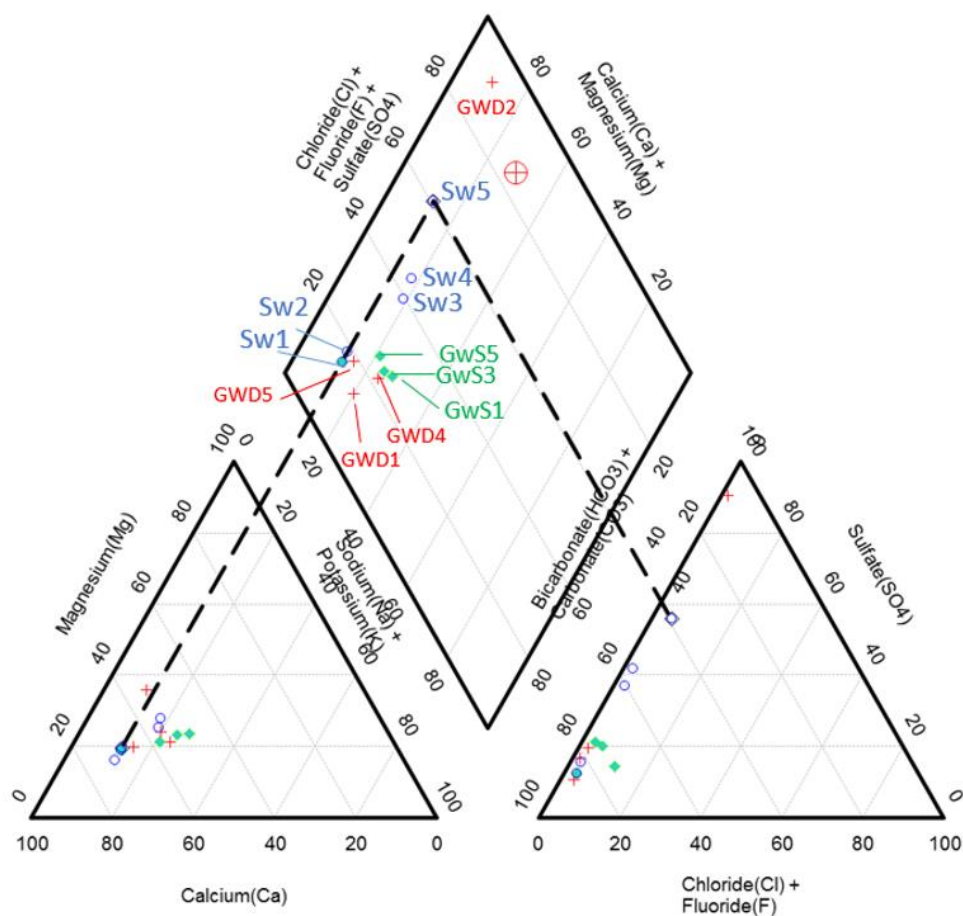
Ämne	Enhet	GWB 3D	GWB 7S	GWB 7D	SGU Klass 5
Ca	mg/l	13,0	23,7	20,7	100
Fe	mg/l	13,5	0,0233	0,13	1
K	mg/l	1,75	3,01	2,4	50
Mg	mg/l	2,36	3,44	2,23	30
Na	mg/l	4,16	4,37	7,68	100
Si	mg/l	6,39	6,59	3,87	-
Al	µg/l	8,96	14	20,9	500
As	µg/l	0,303	0,609	0,0743	10
Ba	µg/l	15,9	0,972	6,72	-

Ämne	Enhet	GWB 3D	GWB 7S	GWB 7D	SGU Klass 5
Cd	µg/l	0,00781	<0,002	0,00997	5
Co	µg/l	4,97	0,244	4,44	-
Cr	µg/l	0,788	0,0457	0,874	50
Cu	µg/l	0,979	0,234	2,26	2000
Hg	µg/l	<0,002	<0,002	<0,002	1
Mn	µg/l	364	7,05	229	400
Mo	µg/l	2,33	1,34	1,4	-
Ni	µg/l	5,07	3,05	11,2	20
P	µg/l	58,2	2,53	16,9	-
Pb	µg/l	0,0299	<0,01	0,0183	10
Sr	µg/l	20,3	24,6	36	-
Zn	µg/l	835	4,91	33,8	1000
V	µg/l	0,355	0,582	0,108	-
U	µg/l	0,38	9,31	0,0684	30
totalhårdhet	°dH	2,36	4,11	3,41	21
turbiditet	FNU	150	1	150	6
konduktivitet	mS/m	10,9	18,2	17,1	150
pH		6,8	7,8	7,6	<5,5
alkalinitet	mg HCO ₃ /l	64	58	48	<10
nitrit	mg/l	<0,01	<0,01	0,01	0,5
nitritkväve	mg/l	<0,002	0,003	0,003	-
CODMn	mg/l	4,02	2,57	3,17	8
ammonium	mg/l	0,304	<0,050	0,121	1,5
ammoniumkväve	mg/l	0,236	<0,040	0,094	-
fosfat	mg/l	0,045	<0,040	<0,040	0,6
fosfatfosfor	mg/l	0,015	<0,010	<0,010	-
nitrat	mg/l	<0,50	<0,50	<0,50	50
nitratkväve	mg/l	<0,10	<0,10	<0,10	-
fluorid	mg/l	<0,20	<0,20	<0,20	4
klorid	mg/l	0,68	1,22	2,41	300
sulfat	mg/l	1,84	29,7	27,5	100
DOC	mg/l	3,69	2,48	2,51	-

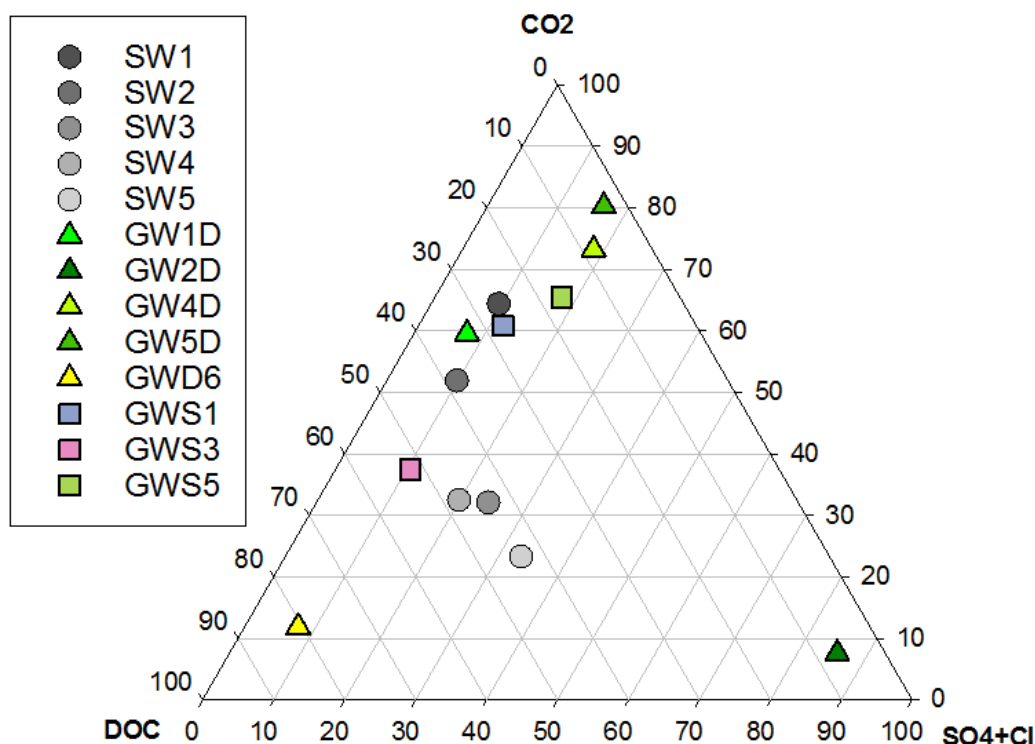
Baserat på vattnets sammansättning i området noteras liknande karaktär för vatten i flera punkter i systemet Ca, Mg – Cl, F, SO₄ – Na, K (Figur 14). GWB2D avviker dock kraftigt vilket tyder på att det är annan typ av vatten som passerar provtagningspunkten. SW5 visar att det kan vara en blandning mellan vattnet i sjön (SW3, SW4) och berggrundsvatten berikat på bl.a. sulfat såsom i GWB2D (Figur 14). Samma tendens kan observeras även i systemet CO₂ – SO₄, Cl – DOC (Figur 15).

30(50)

RAPPORT
2019-12-17
[FINAL]
HYDROGEOLOGY NUNASVAARA SÖDRA



Figur 14. Piper-diagram för samtliga provtagningspunkter i olika system av huvudelement. GWD2D visar annorlunda sammansättning. Vidare tyder diagrammet på att SW5 skulle kunna vara en blandning av djupt grundvatten i berg och sjövattnet.



Figur 15. Triangulärt diagram för organiskt och oorganiskt kol samt sulfat-klorid. GWB2D uppvisar mycket annorlunda kemisk sammansättning.

Analysresultat från de nya punkterna vid GWB7 (ej redovisat i figur ovan) visar på en sammansättning av huvudelement som liknar den för sjövattnet. Detta tyder på att den bedömda dräneringen av sjön i dess östra del sker direkt till berggrunden. Dränerat ytvatten bedöms därmed ledas söderut längs med den bedömda deformationszonen.

4.5.2 Syre- och väteisotoper

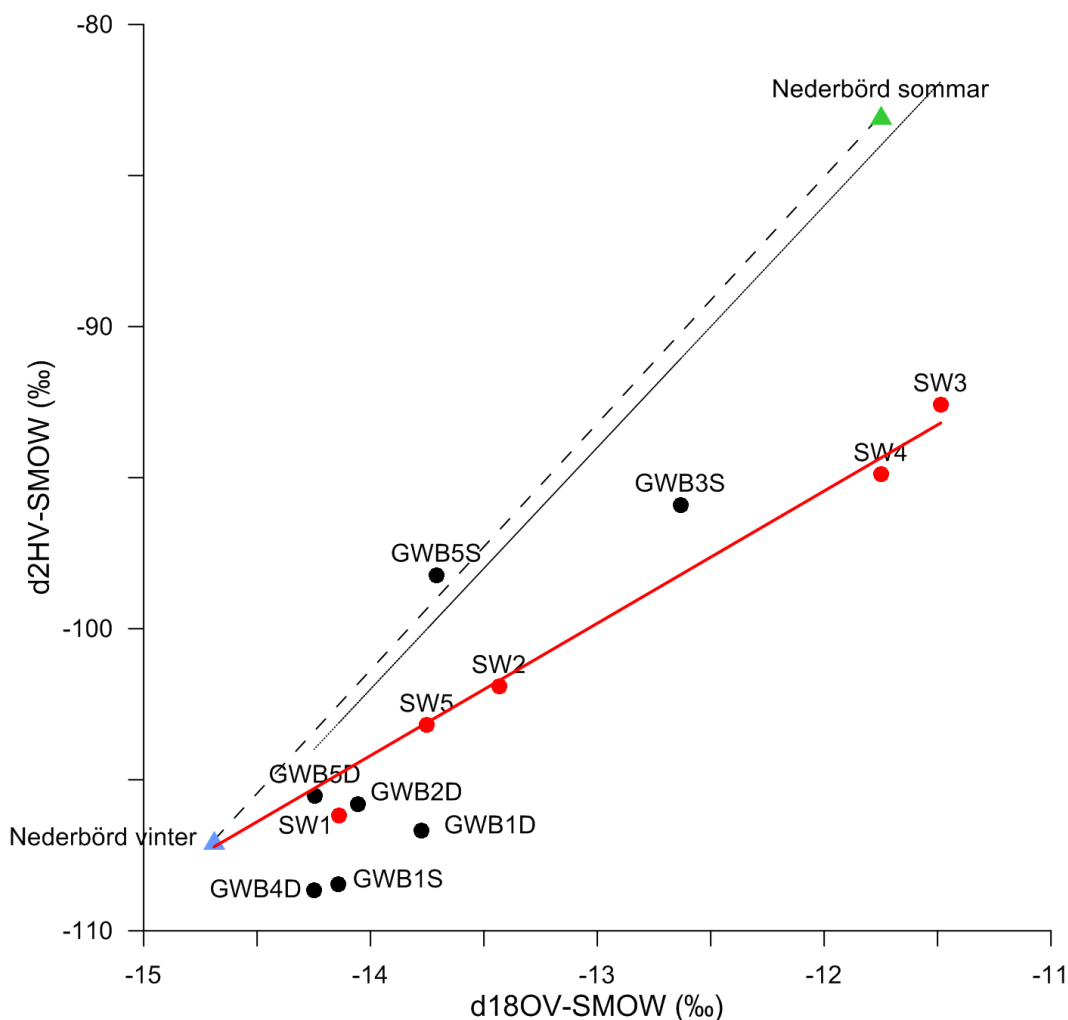
Isotopsammansättningen (2dH och 18dO) för yt- och grundvatten har använts med syfte att förstå vattnets källor genom dess koppling till atmosfären och nederbörds- samt avdunstningsprocesser. Vid avdunstning anrikas vattnet med avseende på den tyngre syreisotopen. Sambandet mellan d2H och 18dO i en global skala är väl undersökta och kan beskrivas med s.k. GMWL (the Global Meteoric Water Line) genom $2dH=8 \times 18dO + 10\%$ (Jonsson et al., 2009). Lokalt kan isotopsammansättningen i nederbörden vara annorlunda p.g.a. distinkta klimatförhållanden. Därför behöver en LMWL (Local Meteoric Water Line) tas fram. För regionen i anslutning till Kiruna och Torneträsk har tidigare undersökningar kommit fram till sambandet $2dH=7,2 \times 18dO + 0,3\%$ (Jonsson et al., 2009) vilket har använts i denna studie.

LMWL ligger emellan två punkter med isotopsammansättning för nederbörd vinter- och sommartid (Jonsson et al., 2009). Den är även parallell till GMWL som dock är mindre negativ (avseende loggade värden) i sin deuteriumsammansättning. Punkter som plottas

på LMWL motsvarar lokal nederbörd enligt sin isotopsammansättning medan punkter som plottas under LMWL är påverkade av viss avdunstning. Ytvattenpunkterna bildar en gemensam linje i Figur 16 och ligger på en s.k. Local Evaporation Line (LEL). Ytvatten i punkterna längst ut, SW3 och SW4, har utsatts för mer avdunstning än ytvatten i övriga punkter. Detta överensstämmer med vattnets ursprung, SW3 och SW4 ligger i sjön Hosiojärvi där ytvatten stått stilla en längre tid, medan i övriga ytvattenpunkter har vattnet varit i kontakt med luft betydligt kortare tid. Mest av alla punkter har grundvatten påverkats i GWB3S, som ligger i sandavlagringar med relativt snabba genomströmningsförlopp och god kontakt med omgivningen. Det bedöms dock att isotopsammansättningen i denna punkt beror främst på inläckage av sjövattnet i sanddynen vilket gör att isotopsammansättningen i GWB3S liknar det för sjövattnet. Grundvatten i punkt GWB5S liknar mest av alla isotopsammansättningen hos nederbörd, vilket indikerar markens goda infiltrationsmöjligheter.

Tabell 14. Sammanställning av d2H- och d18O-isotopdata för yt- och grundvatten inom undersökningsområdet.

Punkt	2H (ppm)	Mean d2HV-SMOW (‰)	Std. Dev. d2HV-SMOW (‰)	18O (ppm)	Mean d18OV-SMOW (‰)	Std. Dev. d18OV-SMOW (‰)
GWB1D	139,12	-106,69	1,56	1973,68	-13,77	0,05
GWB1S	138,85	-108,45	0,31	1972,94	-14,14	0,05
GWB2D	139,26	-105,82	0,57	1973,11	-14,06	0,05
GWB3S	140,80	-95,90	1,16	1975,95	-12,63	0,01
GWB4D	138,82	-108,65	0,47	1972,73	-14,25	0,04
GWB5D	139,30	-105,54	0,68	1972,74	-14,24	0,04
GWB5S	140,44	-98,22	1,58	1973,81	-13,71	0,02
SW1	139,20	-106,19	2,28	1972,95	-14,14	0,05
SW2	139,87	-101,91	0,24	1974,36	-13,43	0,09
SW3	141,32	-92,58	0,53	1978,25	-11,49	0,03
SW4	140,96	-94,89	1,10	1977,72	-11,75	0,09
SW5	139,67	-103,19	0,29	1973,72	-13,75	0,03



Figur 16. Väte- (2H) och syre- (18O) isotopsammansättning för yt- och grundvatten inom det aktuella området. Röda punkter – ytvatten; svarta punkter – grundvatten. GMWL – hel svart linje, LMWL – streckad svart linje, LEL – hel röd linje.

4.5.3 Strontiumisotoper

Strontiumisotoper mäts rutinmässigt i hydrogeokemiska studier med syfte att kartlägga källor och blandningskvoter (Shand et al., 2009). Skillnaden i strontiums isotopsammansättning uppstår p.g.a. sönderfall av ^{87}Rb till ^{87}Sr , d.v.s. ju äldre bergarten är desto högre blir $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -kvoten. Skillnader i löst strontium kontrolleras av variationer i input från nederbörd, mineralogiska skillnader längs med flödesvägar, bergets löslighet och uppehållstid.

Tillgängliga studier på snöprov i centrala Skandinavien visar på att Sr-halten minskar från kusten inåt land, medan strontiumisotopskvoten ökar (Andersson et al., 1992). $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$

i snö och regn uppmättes tidigare till 0,710–0,717 respektive 0,712–0,719 (Åberg et al., 1989).

I stora älvsystem så som Kalix älv har kvoten $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ under basflödet vintertid uppmätts till 0,730. När flödet ökar och når högflöde under vårflod uppgår isotopkvoten till 0,732 (Wortberg et al., 2017). Land et al. (2000) har rapporterat $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ för porvatten i E-horisonten (0,727), C-horisonten (0,725), ytligt grundvatten (0,727) och djupt grundvatten (0,761) i centrala delen av Kalix älvs avrinningsområde (Land et al., 2000).

Inom det aktuella undersökningsområdet visar vattenprover på en variation mellan ca 0,726 och 0,827 i Sr-isotopkvoten. De högsta värdena uppmättes i GWB4D (0,827) samt SW3 (0,825) och SW4 (0,819). Att ytvatten i Hosiojärvi håller en hög strontiumisotopkvot innebär att vattnet till stor del härstammar från berggrundvatten med längre uppehållstid och sannolikt inte från mer uppsprucket berg med snabba flödesförlopp.

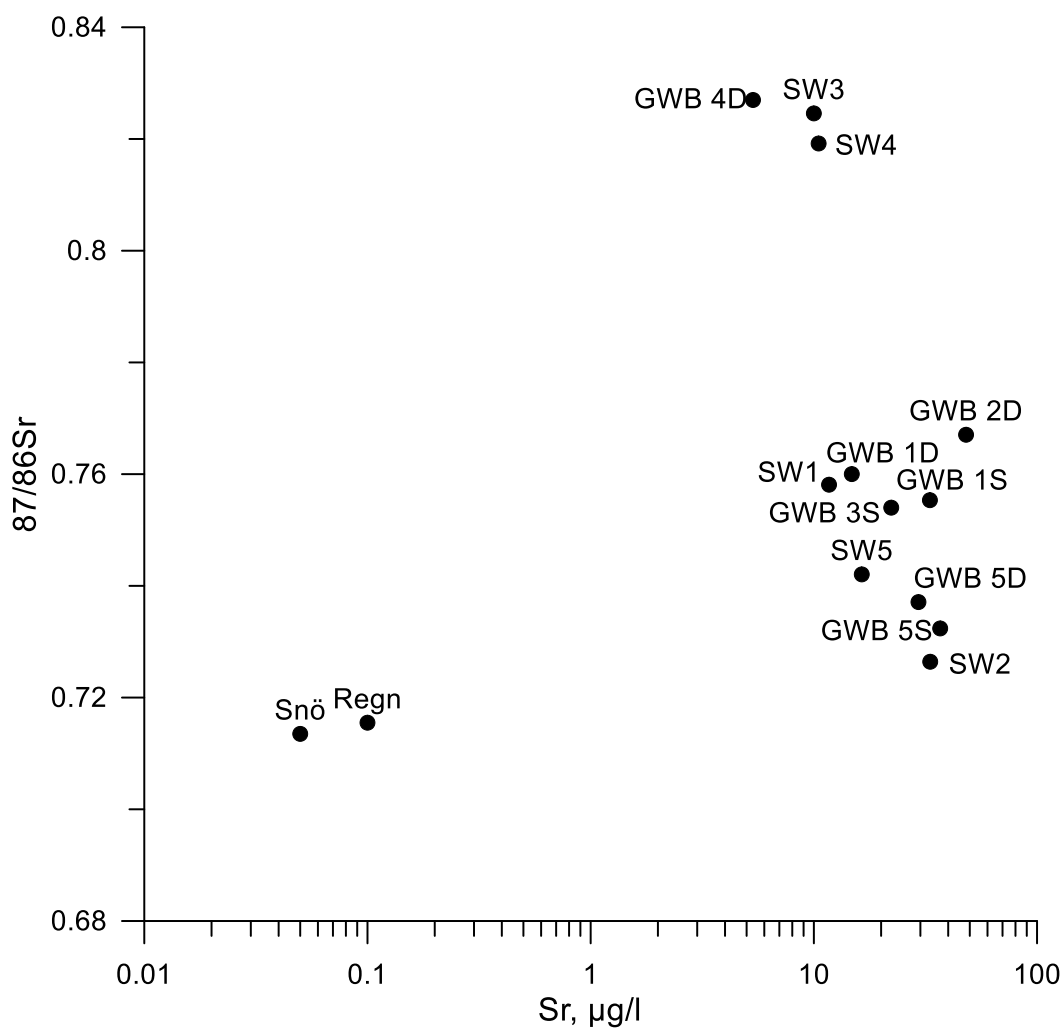
Tabell 15. Sammanställning av $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ för yt- och grundvatten inom undersökningsområdet.

Punkt	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$
GWB 1D	0,760007
GWB 1S	0,755336
GWB 2D	0,767050
GWB 3S	0,753996
GWB 4D	0,826980
GWB 5D	0,737094
GWB 5S	0,732377
SW1	0,758106
SW2	0,726412
SW3	0,824580
SW4	0,819192
SW5	0,742051

Provtagningspunkterna SW2 (0,726) samt GWB5S (0,732) och GWB5D (0,737) har någorlunda lika strontiumisotopsammansättning och även 1/Sr-kvot vilket tyder på att vattnet i dessa punkter har kontakt med liknande bergarter. Vid jämförelse av allmänkemin mellan punkterna har bedömningen gjorts att tydliga skillnader förekommer. Därför bedöms vidare, trots likheterna i strontiumisotopsammansättning, att punkterna kan betraktas som hydrogeologiskt fränkopplade lokaler.

GWB3S, med $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = 0,754$, har tidigare indikerat likheter med ytvatten i sjön Hosiojärvi ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = 0,819\text{--}0,825$; se avsnitt 4.4.2). Skillnader i strontiumisotopkvoter tyder på att grundvattnet i GWB3S kan härstamma från en annan källa med betydligt lägre strontiumisotopsammansättning. Även grundvattnets kemiska sammansättning (se 4.4.1) visar på tydliga olikheter mellan sjövattnet och grundvatten i GWB3S. Detta tyder

vidare på att ytvatten som infiltrerar till grundvattenmagasinet under sjön Hosiojärvi tar en alternativ väg och inte passerar GWB3S. Kontakten mellan sjön och isälvsavlagringen behöver därmed undersökas vidare.



Figur 17. Strontiumisotopsammansättningen plottad mot strontiumhalt för yt- och grundvatten inom aktuellt område samt litteraturvärden för nederbörd i form av snö och regn.

5 Konceptuell modell

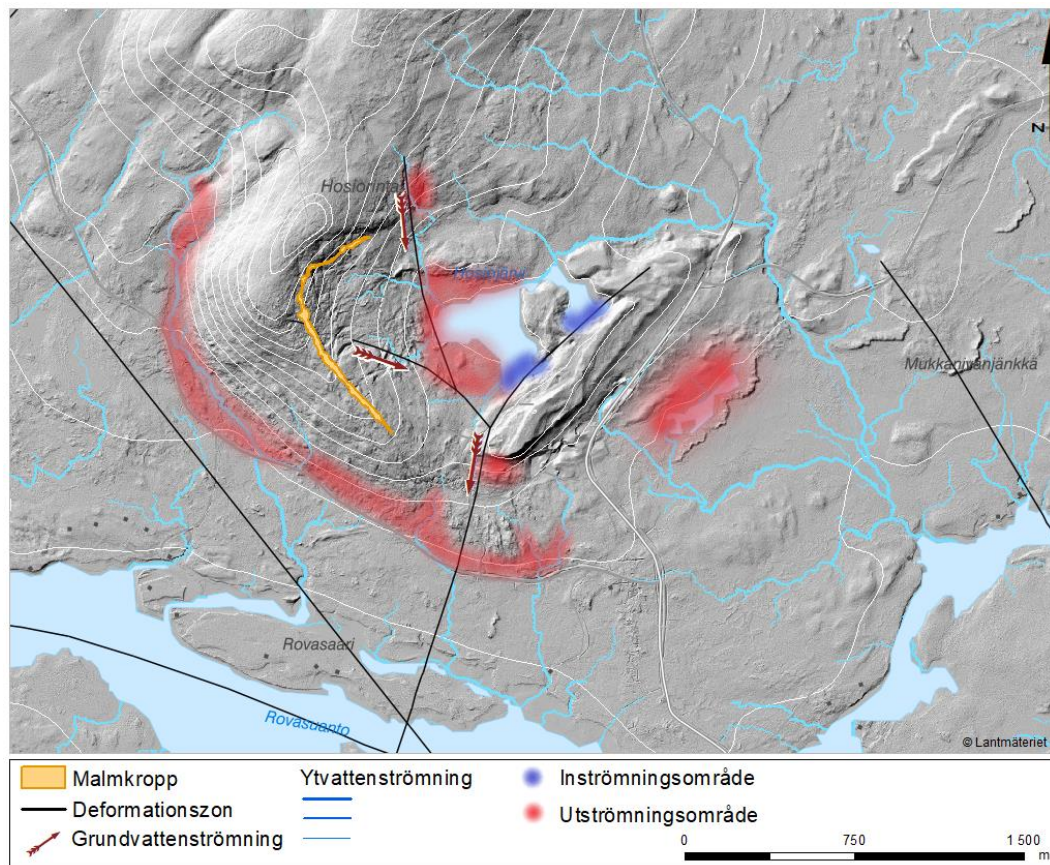
En sammantagen tolkning av rinnvägar för vatten inom det aktuella området redovisas nedan. Tolkningen baseras på geologiska, hydrologiska, hydrogeologiska och geokemiska data från underlagsmaterial och den aktuella undersökningen. Syftet med den konceptuella modellen är att ge läsaren en samlad bild över hur området fungerar hydrologiskt samt hydrogeologiskt.

Ytavrinningen inom undersökningsområdet sker både österut och söderut. I öst kanaliseras ytavrinningen genom det smala utloppet från Hosiojärvi. Utloppet torrläggs delar av året. Under 2018 som har varit ett torrt år har utloppet från sjön Hosiojärvi varit torrlagt redan i början på oktober (sannolikt ännu tidigare). Vattnet i sjön Hosiojärvi karakteriseras av en relativt lång uppehållstid vilket antyds av väte- och syreisotopsammansättningen som pekar på stor påverkan av avdunstning och därmed låg genomströmning. I övrigt är sjöns vatten relativt mineraliserat med avseende på flertalet metaller. Den höga strontiumisotopkvoten tyder på att sjön matas av djupt grundvatten som domineras av långsamma vittringsprocesser.

Söder och väster om Hosiorinta rinner huvudsakligen två till tre mindre ytvattendrag. Det ena samlar upp vatten från västra sluttningen av Hosiorinta. Vattendraget börjar något längre åt sydväst från Hosiorintas högsta punkt där Hosiorintas slänter flackar ut och övergår i ett uppdämt myrområde. I myrområdet strömmar grundvatten upp till ytan och formar en bäck (en namnlös bäck som ibland benämns Västra bäcken). Vattnets kvalitet tyder inte på att det har varit i kontakt med kraftigt mineraliserade delar av fyndigheten.

De andra mindre bäckarna strömmar i Hosiorintas södra sluttningar, mest i grävda diken längs med skogsvägar, och rinner söderut. Bäckarna som provtogs hade höga metallhalter vilket är indikation på att vattnet härstammar från mer mineraliserade områden runt fyndigheten. Alla hittills omnämnda bäckflöden visas i Figur 18 nedan som även redovisar uppträngande grundvatten.

Grundvatten har flera möjliga transportvägar inom det aktuella undersökningsområdet. Dels finns ytligt grundvatten i jord som strömmar ned för den sluttande terrängen (t.ex. GWB5S) för att sedan strömma ut i ytvattendrag och sjöar eller för att läcka in i bergssprickor. Dels finns ett kraftigt vattenförande grundvattenmagasin i isälvsmaterial öster om sjön Hosiojärvi. Grundvattnet i isälvsavlagringen har undersökts genom provtagning i GWB3S och kan konstateras ha liknande väte- och syreisotopsammansättning som den för sjön Hosiojärvi. Grundvattnet har däremot ett annat geokemiskt avtryck med avseende på huvudelement och strontiumisotoper och bedöms därmed inte härstamma från sjön. Grundvattenströmningen mellan sjön och isälvsavlagringen exemplifieras i Figur 19.



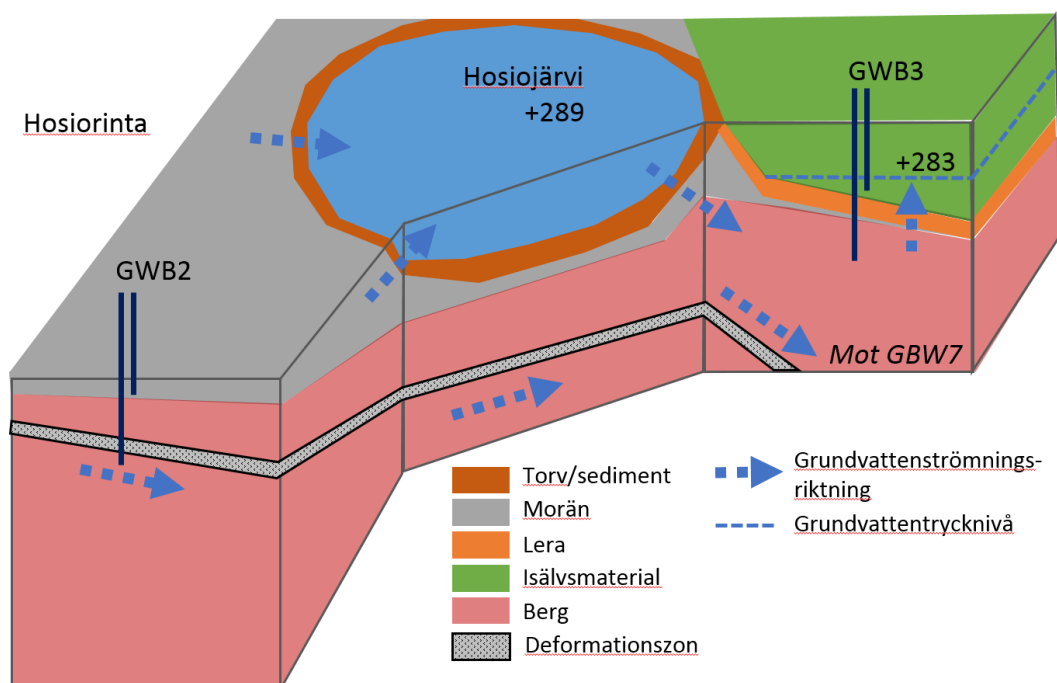
Figur 18. Konceptuell modell för grundvattenströmning (in- och utströmningsområden för grundvatten i jord samt bedömda flödesriktningar längs deformationszonen för grundvatten i berg) inom undersökningsområdet. I övrigt följer grundvattenströmningen områdets terräng.

Berggrundvatten som kan urskiljas inom området är grundvatten i mindre sprucket berg och bortom mineraliserade områden (GWB4D, GWB3D), i mer sprucket berg och bortom mineraliserade områden (GWB1D, GWB 5D) samt i mer sprucket berg och i kontakt med mer mineraliserade områden (GWB2D, GWB6D). Beroende på huruvida grundvattnet står i kontakt med vattenförande spricksystem har det sistnämnda olika hydrogeologisk betydelse för områdets grundvattenströmning. Exakt placering av sprickor är inte känt i dagsläget. Det kan däremot konstateras att krossat berg har påträffats av GWB2D, GWB5D och GWB7D som placerades i närhet till tolkade (SGU) sprickzoner inom undersökningsområdet. Ingen information återfinns huruvida sprickorna var igenfyllda och i så fall med vilket material.

Sjön Hosiojärvi bedöms dräneras kontinuerligt till underliggande grundvattenmagasin vilket bedömts utifrån uppmätta hydrauliska gradienter mellan sjön, grundvatten i sediment och i underliggande jordlager. Utifrån geokemiska analyser bedöms att det inte finns någon direkt förbindelse mellan sjön och grundvattenmagasinet i isälvsavlagringen vid läget för GWB3S, trots en nedåtriktad gradient. Gradienten är desto starkare längre

norrut på östra sidan av sjön (piezometer P4). Om nivåerna i sjön samt i grundvattenmagasinet i isälvsavlagringen stämmer är de en indikation på att grundvattenmagasinet inte står i hydraulisk kontakt med sjön. Hade de stått i kontakt med varandra borde nivåerna ha varit desamma, med tanke på isälvs materialets höga genomsläpplighet.

Eftersom det finns ett lerlager i botten på isälvsavlagringen kan detta fungera som tätskikt mellan sjön och isälvsavlagringen. Om detta stämmer dräneras sjöns vatten med stor sannolikhet till underliggande morän för att sedan strömma ut antingen i söder eller i öst bortom isälvsavlagringen. Denna grundvattenflödesriktning har inte undersökts inom ramen för denna utredning.



Figur 19. Konceptuell modell för grundvattenströmning i anslutning till sjön Hosiojärvi. Utströmning till sjön sker i väst, medan i öst bedöms sjön dränera till grundvatten. Dubbla grundvattenytor bedöms finnas vid läget för GWB3 p.g.a. det påträffade lerlagret under sandavlagringar. Leran bedöms utgöra en tät barriär för sjövattnet att infiltrera åsen. Dränerat sjövattnet bedöms därmed passera under åsen och dränera till berget. Grundvattentrycknivå visar sig vara högre i berg öster om sjön än det i isälvsavlagringen, vilket tyder på uppåtriktad strömning. I övrigt strömmar grundvatten i berg i södergående riktning och följer den förmodade deformationszonen.

Vidare bedöms att sjön får sitt vatten genom grundvatteninströmning i väst. Enligt kemiska data finns inget som tyder på att vattnet i sjön härstammar från mineraliserat berg. Det bedöms snarare att huvudsakligt inflöde sker genom grundvatten ej kopplat till deformationszonen (baserat på vattenkemiska undersökningar) och att sprickorna som

eventuellt passerar i anslutning till sjön är tätade med sjösediment eller annat material och därför har ingen eller obetydlig hydraulisk kontakt med sjövattnet.

Vattenbalansen för sjön Hosiojärvi under undersökningsperioden visade på att sjöns tillflöden är lägre än dess utflöden, vilket orsakade sjunkande sjönivåer. Takten med vilken sjön dräneras på naturlig väg är i dagsläget svår att uppskatta.

6 Påverkan av gruvans länshållning i drift

6.1 Bedömning baserad på huvudscenario

Anläggning och gruvdrift av framtida dagbrott medför schaktning under befintlig grundvattentrycknivå. Totalt planeras sex dagbrott anläggas, i tre olika driftsteg. I driftskedet medför dränering av dagbrotten en tillfällig grundvattensänkning. Effekten av grundvattensänkningen vid dagbrotten är att grundvattenförhållandena i närområdet påverkas i både jord och berg.

Länshållning under grundvattennivån innebär att ett inläckage av vatten sker till dagbrotten. Flödet styrs huvudsakligen av grundvattenbildningen samt jordlagrens och berggrundens genomsläpplighet, avstånd till hydrauliska gränser, schaktdjup, grundvattenmagasinets mäktighet samt schaktens storlek. Av dessa är genomsläppligheten mest betydelsefull och samtidigt den mest svårbestämda, men en skattning av alla dessa parametrar behövs för att upprätta en prognos av i första hand påverkansområde men även av inläckagets storlek. Parametrar som användes redovisas i Tabell 5 och Tabell 6.

I slutskedet när alla dagbrott är i drift beräknas inläckaget av grundvatten till dagbrotten till 1500 m³/d och det kumulativa påverkansområdets radie till ca 600 m. Till det beräknade inläckaget tillkommer direkt nederbörd på dagbrotsytan som beräknas uppgå till ca 100 m³/d vilket gör att det totala länshållningsbehovet bedöms uppgå till 1600 m³/d. Inläckage och påverkansområde för samtliga skeden redovisas i Tabell 16. Utsträckning av påverkansområdet i olika skeden redovisas i Figur 20.

Det uppskattade inläckaget till det fullt utbyggda dagbrottet vid Nunasvaara Södra (som är ca 1200 m i längd, 200 m brett och med maximalt djup under grundvattenytan på ca 70 m) kan jämföras med uppmätt inläckage till andra öppna dagbrott i Sverige (Tabell 17). Utifrån jämförelsen bedöms beräknat inläckage inte orimligt.

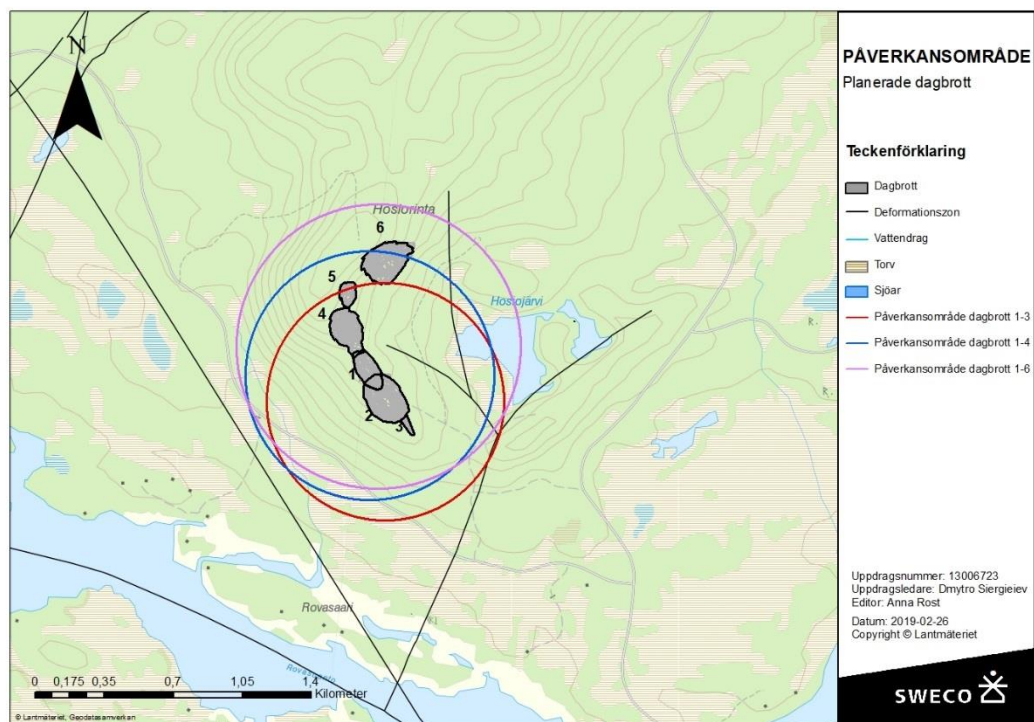
Tabell 16. Bedömt kumulativt inläckage och påverkansområde för tre olika utvecklingssteg för dagbrottet vid Nunasvaara Södra.

Parameter	Symbol	Enhet	Pit 1-3	Pit 1-4	Pit 1-6
Inläckage	Q	m ³ /d	750	1200	1500
Inläckage med direkt nederbörd	Q _{tot}	m ³ /d	800	1250	1600
Påverkansområde	R ₀	m	450	550	600

Tabell 17. Jämförelsevärden (avrundade) för uppmätt inläckage och beräknat påverkansområde i öppna dagbrott i Sverige (data för 2014 från Blomberg, 2015).

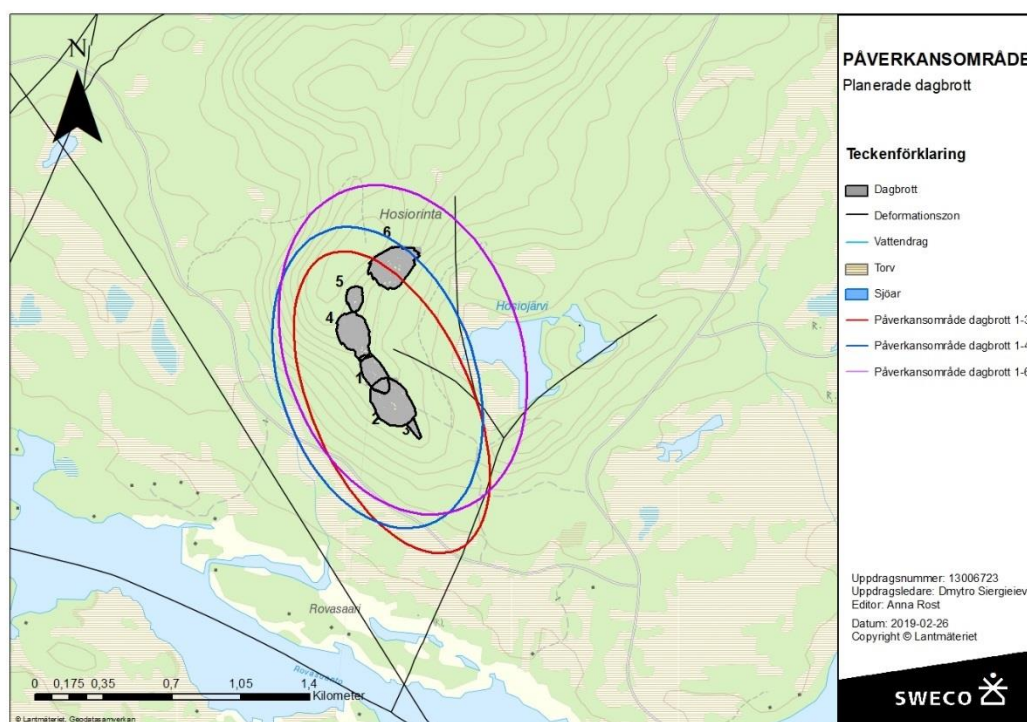
Dagbrott	Djup, m	Area, m ²	Inläckage uppmätt, m ³ /d
Aitik	450	2 780 000	2 600
Maurliden	109	52 250	400
Gruvberget	63	196 350	1 000
Leveäniemi	80	1 235 000	1 700
Masugnsbyn ¹	42	90 000	900
Nunasvaara Södra	70	240 000	1 600 ²

¹Data för 2012, ²beräknat värde



Figur 20. Bedömd utsträckning av påverkansområdet (medelvärde) i olika skeden av gruvans drift.

Antaganden som användes för beräkningen av påverkansområdet, så som isotrop och homogen bergmassa, radiellt flöde och plan grundvattenyta innebär att påverkansområdet har en cirkulär form. Eftersom terrängen i området är kraftigt kuperad kommer påverkansområdets utsträckning i stor grad styras av den, t.ex. kommer grundvattennivån inte att påverkas av länshållningen under länshållningsnivån, d.v.s. under dagbrottssulan. Därför bedöms påverkansområdet i praktiken inte få cirkulär form. En bedömning av påverkansområdets utbredning, när hänsyn tas till terrängen, redovisas i Figur 21.



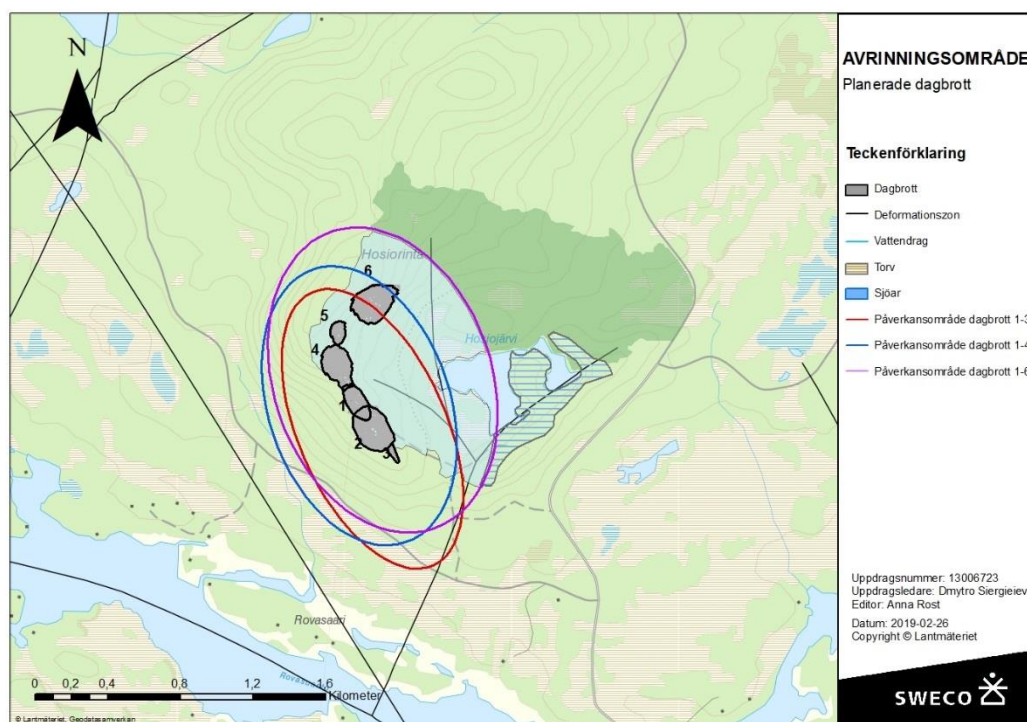
Figur 21. Bedömd utsträckning av påverkansområdet med hänsyn tagen till terrängens inverkan.

Även deformationszoner öster om Hosiorinta kan komma att påverka påverkansområdets utsträckning. Spricksystemen kan utgöra en s.k. positiv rand vid kontakt med "avsänkningstratten" och därmed begränsa effekterna av länshållning bortom sprickzonerna. Däremot kan avsänkningen följa de mest vattenförande sprickzonerna och ha en mer nord-sydlig utsträckning i dess östra del än vad Figur 21 visar.

Däremot finns risk för indirekt påverkan. Den del av Hosiojärvis tillrinningsområde som sammanfaller med påverkansområdet i slutskedet av dagbrottsbrytningen bedöms uppgå till 50 % av det totala tillrinningsområdet för sjön (Figur 22). Detta innebär lägre inflöde till sjön och därmed kraftigt förändrad vattenbalans för Hosiojärvi, med sjunkande vattennivåer som följd. Ytvattenutflödet från sjön kommer sannolikt att strypas större delar av året. Det bedömda årsmedelflödet vid utloppet (punkt 2, Tabell 8) från sjön (idag 24 l/s) minska till ca 12 l/s vilket medför en flödesminskning i östra bäcken som är Natura 2000-område:

- i bäckens uppströmsfåra (punkt 4, Tabell 8) från 42 l/s till 30 l/s motsvarande 28 %;
- vid mynningen av östra bäcken (punkt 6, Tabell 8) från 77 l/s till 65 l/s motsvarande ca 15 % (direkt nederbörd på sjön är medräknad).

Även västra bäcken (Natura 2000-område) riskerar att påverkas då ca 15-20 % av dess tillrinningsområde hamnar innanför påverkansområde för dagbrottet.



Figur 22. Tillrinningsområde som avvattnar Hosiöjärvi fördelat mellan påverkansområdet till följd av dagbrottens länshållning (ljusgrönt) och återstående naturlig tillrinning (mörkgrönt). Stora delar av den naturliga tillrinningen riskerar därmed att begränsas eller upphöra i det slutliga driftskedet. Det streckade området är borträknat då det inte bedöms vara en del av Hosiöjärvis avrinningsområde (trots att terrängen sluttar mot sjön) p.g.a. att den hydrauliska grundvattengradienten tyder på att grundvattenströmningen är riktad bort från sjön. Tillrinning till västra bäcken beräknas att minska med 15-20%.

6.2 Resultat av känslighetsanalys

Resultat av känslighetsanalysen för samtliga scenarion och dagbrottens utvecklingssteg redovisas i Tabell 18.

Känslighetsanalysen indikerar att inläckaget i stor utsträckning styrs av den hydrauliska konduktiviteten och ökar med högre K-värde. Inläckage i storleksordningen på 2800 m³/d vid $K=5 \times 10^{-7}$ m/s skulle kunna förväntas om dagbrottet kommer i direkt kontakt med deformationszonen vilket med stor sannolikhet inte kommer att ske. Den valda hydrauliska konduktiviteten för huvudscenariot är ett medelvärde och baseras på ett relativt stort antal mätningar inom undersökningsområdet och bedöms därför vara rimligt.

Påverkansområdets utbredning är också beroende av den hydrauliska konduktiviteten, dock i något mindre utsträckning. Ett dubbelt så stort K-värde som i huvudscenariot resulterar i ca 200 m större påverkansområde i slutskedet av den planerade gruvdriften. Även grundvattenbildningen har en väsentlig inverkan på påverkansområdets storlek. Ju mindre mängd vatten som tillförs grundvattenmagasinet desto större blir

44(50)

RAPPORT
2019-12-17
[FINAL]
HYDROGEOLOGY NUNASVAARA SÖDRA

påverkansområdet. Med en tredjedel så stor grundvattenbildning som i huvudscenariot bedöms påverkansområdet (i slutskedet) kunna vara ca 300 m större än det för huvudscenariot. Det valda värdet för grundvattenbildningen diskuteras i avsnitt 3.7.1. Under delar av året kommer grundvattenbildningen minska drastiskt eller upphöra helt, vilket kommer att resultera i tillfällig ökning av påverkansområdet. Detta är dock tillfälligt och under vinterhalvåret bedöms påverkansområdet inte hinna bli så stort som indikeras av beräkningsfallet med låg grundvattenbildning i känslighetsanalysen (Tabell 18). Med ökad grundvattenbildning vid t.ex. snösmältning förväntas påverkansområdet minska för att sedan återgå till den bedömda medelstorleken vid normala grundvattennivåer.

Följande bedöms generellt gälla för gruvans påverkansområde vid Nunasvaara Södra:

- Påverkansområdet är inte begränsat av terrängen i något väderstreck förrän det når höjdlinjen +250
- Sannolikt längre och större utsträckning i södergående riktning p.g.a. lägre terräng (terrängkontroll)
- Något begränsad utsträckning i nordlig riktning p.g.a. hög terräng (terrängkontroll)
- Orientering längs med definierade deformationszoner (transmissivitetskontroll)
- Utsträckning öster om deformationszonen bedöms kunna vara begränsad och kommer att bero på deformationszonens globala transmissivitet (transmissivitetskontroll)

Tabell 18. Resultat av känslighetsanalys för samtliga scenarion (huvudalternativ, högt K, lågt K, låg grundvattenbildning, mycket låg grundvattenbildning). Q = inläckage (direkt nederbörd ej inräknat), R = påverkansavstånd.

	Parameter	Enhet	Pit 1-3	Pit 1-4	Pit 1-6
Huvudscenariot	R ₀	m	450	565	610
	Q	m ³ /d	735	1189	1481
K=5x10 ⁻⁷ m/s	R ₀	m	580	725	780
	Q	m ³ /d	1390	2248	2813
K=8x10 ⁻⁸ m/s	R ₀	m	305	390	430
	Q	m ³ /d	273	445	556
GVB=50 mm/år	R ₀	m	680	850	900
	Q	m ³ /d	678	1098	1366
GVB=5 mm/år	R ₀	m	1750	2150	2250
	Q	m ³ /d	614	991	1243

7 Hydrogeologiska aspekter vid val av efterbehandlingsalternativ

För efterbehandling av framtida dagbrott vid Nunasvaara Södra kan finnas olika efterbehandlingsalternativ:

- Vattenfyllning på naturlig väg så att en dagbrottsjö bildas i ett efterbehandlingsskede

Vattenfyllningen kommer ske på naturlig väg genom direkt nederbörd och inträngande grundvatten. Återfyllnadsnivån kommer att styras av den lägsta punkten för dagbrottskanten vilket i dagsläget bedöms vara i söder vid södra änden av dagbrott 3. En naturlig tröskel kommer därmed att ligga på mellan +300 och +310 och styra vattennivån i dagbrottet. För att på ett tillfredställande sätt ur geotekniskt perspektiv avbörda dagbrotten vid slutfyllnad kommer krävas att tröskeln förstärks och att en avbördningssträcka anläggs. Då utloppet kommer att ligga på eller i direkt närhet av vattendelaren finns möjlighet att leda ytavrinning både norrut mot Hosiojärvi och söderut mot västra bäcken och Torneälven genom självfall. Förslagsvis bör dagbrottsvattnet ledas till Hosiojärvis avrinningsområde med syfte att i ett efterbehandlingsskede bibehålla ursprunglig vattenbalans. Vid detta efterbehandlingsalternativ kommer grundvattennivåer att sänkas till nivån i dagbrottsjön. Avsänkningen kommer att vara som störst vid centrala och norra delar av dagbrottet och kommer ha en begränsad spatial utbredning.

- Återfyllning av dagbrott med gruvavfall (gråberg och/eller anrikningssand) och sluttäckning

Om dagbrotten kommer att återfyllas med restprodukt från verksamheten, d.v.s. gråberg och/eller anrikningssand bör efterbehandlingsmetoder anpassas för att återvända till grundvattnets naturliga flödesriktning som råder i området idag. I dagsläget strömmar grundvatten i samtliga väderstreck från hög till låg terräng. Beroende på hydrauliska egenskaper av gruvavfallet (finkornig anrikningssand kan ha låg hydraulisk konduktivitet, medan gråberget kännetecknas av hög hydraulisk konduktivitet) kan grundvattnets strömningsriktning i igenfyllda dagbrott variera. Den sydligaste punkten vid dagbrott 3 är också den lägsta i terrängen och vattnet kommer att söka sig dit för att vidare lämna anläggningen. Ju högre fyllningens hydrauliska konduktivitet är desto större andel grundvatten i de igenfyllda dagbrotten kommer att avrinna mot denna punkt. Därefter kan läckaget fortsätta söderut men inte till Hosiojärvi vilket leder till minskad tillrinning till Hosiojärvi. Detta bör därmed beaktas i efterbehandlingsskedet. Ett sätt att bibehålla så nära naturligt flödesmönster som möjligt är att säkerställa att fyllningen håller tillräckligt låg och jämn hydraulisk konduktivitet och att sluttäckningen (vilket antas bli kvalificerad täckning) ansluter sig till bergöverytan. Eftersom infiltration (grundvattenbildning) till berg kommer att vara begränsad p.g.a. tätskiktet kommer hela grundvattenbildningen transporteras i skyddsskiktet som kan endast anslutas till ett tunt moränlager i orörd mark utanför täckningen. Detta kan leda till källsprång och eventuella avbördningsåtgärder kommer därmed att krävas för att på ett kontrollerat sätt leda vattnet nedströms. Vid detta efterbehandlingsalternativ kan förväntas något lägre grundvattennivåer än innan gruvetableringen inom återfyllt område och i direkt anslutning till det.

- Kombination av ovanstående

Ovanstående alternativ går att kombinera beroende på materialtillgång samt miljömässiga och resursmässiga utmaningar.

8 Slutsatser

Området i anslutning till fyndigheten Nunasvaara Södra håller en komplex karaktär med avseende på geologiska och hydrogeologiska förutsättningar. Terrängen präglas av branta sluttningar, jordarter har varierande mäktighet och sammansättningar i olika delar av området, medan berget är generellt sett kompetent förutom i anslutning till lokala spricksystem. Större delen av Hosiorintas östra slänter utgör tillrinningsområde för sjön Hosiojärvi som redan idag har lägre tillflöden än utflöden under delar av året med liten eller ingen grundvattenbildning. Utförda undersökningar bedöms visa att det finns begränsat utbyte mellan grundvatten i berg och ytvatten i sjön. Därför är det tillrinning av ytligt grundvatten som är avgörande för Hosiojärvis vattennivåer.

Med idrifttagning av framtida dagbrott i det aktuella området bedöms påverkansområdet uppgå till ca 600 m från dagbrottens mitt. Terrängen och sprickzoner kommer att styra utbredning av påverkansområdet så att det sannolikt får en elliptisk form med nord-sydlig utsträckning. Inläckaget bedöms kunna uppgå till 1600 m³/d i årsmedelvärde inklusive direkt nederbörd på dagbrottytan.

Påverkan som uppstår till följd av gruvans länshållning bedöms resultera i att ca 50 % av Hosiojärvis tillflöde kommer att vända och riktas mot gruvan. Minskning av tillflödet till sjön kommer med stor sannolikhet leda till en flödesminskning vid utloppet av östra bäcken med uppskattningsvis 15 %. En likvärdig flödeminskning till följd av dagbrottens länshållning förväntas att uppstå även vid mynningen för västra bäcken.

9 Begränsningar

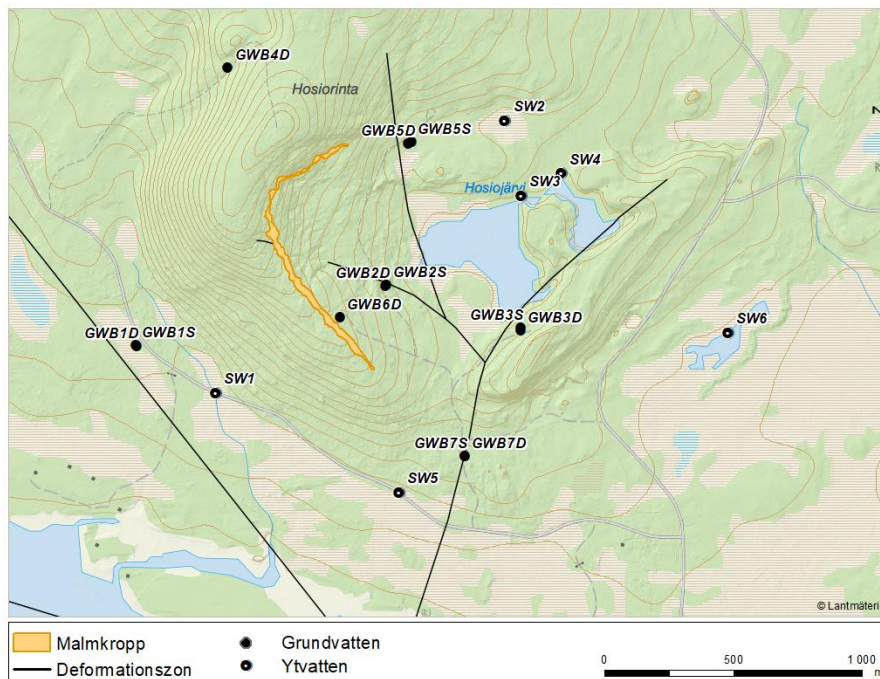
Den aktuella utredningen har följande begränsningar:

- Installation av grundvattenrör skedde med en metod (foderrörsdrivning) som inte tillåter att bedöma jordarter med hög säkerhet.
- Nivåmätningar och provtagning utfördes vid ett tillfälle och beskriver därmed en ögonblicksbild.
- Hydrauliska tester i jord och berg bedöms ha en begränsad spatial utsträckning p.g.a. sin natur (slugtester) eller kortvarighet (pumptester).
- Samtliga utförda hydrauliska tester var riktade på bergets hydrauliska egenskaper ner till +280, d.v.s. strax under sjöytan.

- Sedimentets hydrauliska egenskaper undersöktes med hjälp av smala grundvattenrör (piezometrar) som har en kort filterspets med liten vattenvolym, vilket medför förhöjd osäkerhet vid bestämning av sedimentets hydrauliska konduktivitet. Bedömning av den hydrauliska gradienten bedöms dock som relativt säker.
- Bedömt påverkansområde tar hänsyn till kända spricksystem och terrängen i begränsad utsträckning. För att kunna bedöma med större säkerhet hur t.ex. lokala sprickzoner påverkar utbredning av påverkansområde bör en numerisk modell tas fram.

10 Rekommendationer

1. Etablera kontinuerliga nivåmätningar i Hosiojärvi.
2. Utför yt- och grundvattenprovtagning tre gånger om året – förslagsvis mars, juni, september, enligt Figur 23. Analysera yt- och grundvatten med avseende på huvudelement, näringsämnen och spårmetaller.
3. Utveckla en transient numerisk grundvattenmodell för området som ett verktyg att verifiera den konceptuella modellen, skatta påverkan under olika årstider och skapa möjlighet för kontinuerlig uppföljning av verksamhetens påverkan på yt- och grundvatten.



Figur 23. Föreslagna provtagningspunkter för yt- och grundvatten som rekommenderas att ingå i kontrollprogrammet.

48(50)

RAPPORT
2019-12-17
[FINAL]
HYDROGEOLOGY NUNASVAARA SÖDRA

11 Referenser

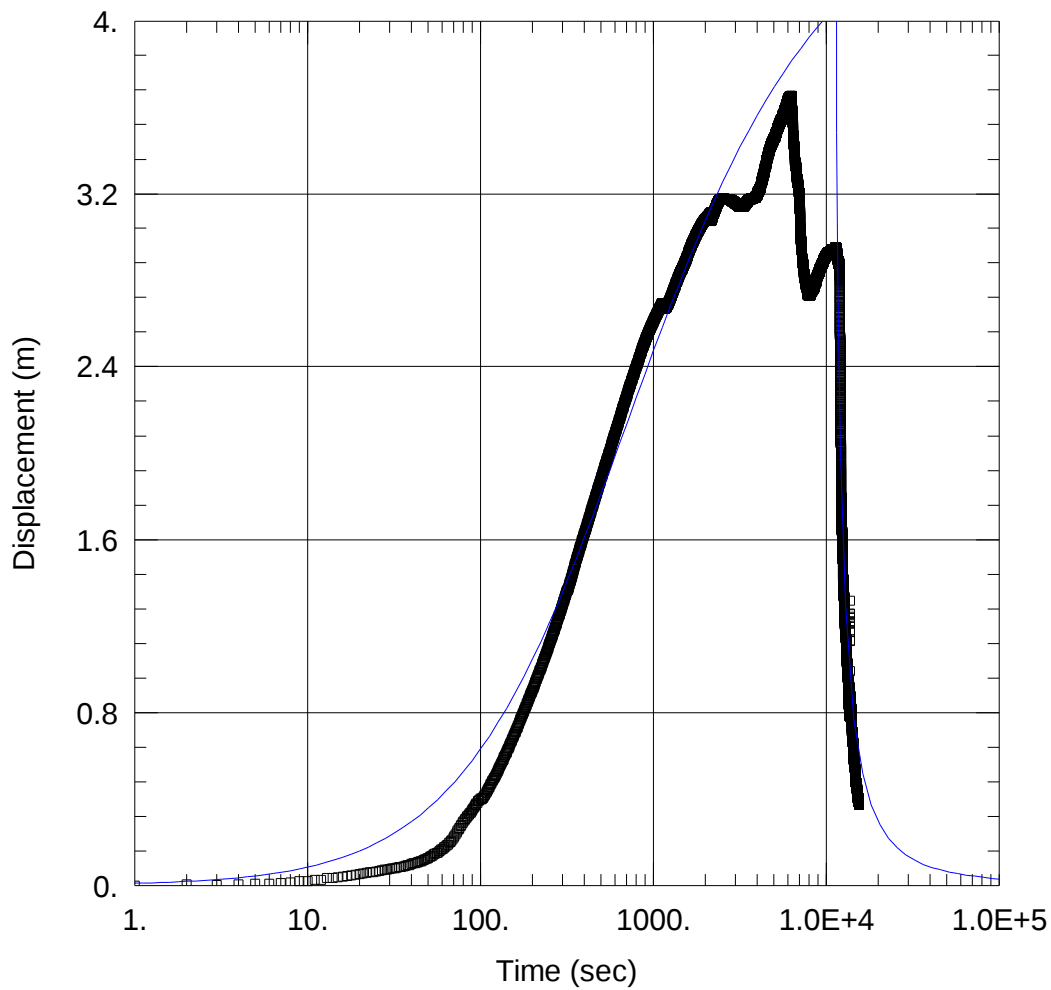
- Andersson, P. S., Wasserburg, G. J., & Ingri, J. (1992). The sources and transport of Sr and Nd isotopes in the Baltic Sea. *Earth and planetary science letters*, 113(4), 459-472.
- Bergskraft, 2016. Bedömning av hydrologiska förhållanden inom Nunasvaaraområdet – fältdata. 2016-09-28.
- Cashman and Preene, 2013. Groundwater lowering in construction – A practical guide to dewatering, Second edition, p. 190
- Golder, 2014. Utvärdering av pumptest och beräkning av inläckage till schakt. 2014-11-18.
- Golder, 2018. Mining technical description, Vittangi Graphite Project. November 2018.
- Hantush, M.S. and Jacob, C.E. 1955. Non-steady radial flow in an infinite leaky aquifer, *Am. Geophys. Union Trans.*, vol. 36, no. 1, pp. 95-100.
- Jonsson, C. E., Leng, M. J., Rosqvist, G. C., Seibert, J., & Arrowsmith, C. (2009). Stable oxygen and hydrogen isotopes in sub-Arctic lake waters from northern Sweden. *Journal of Hydrology*, 376(1-2), 143-151.
- Land, M., Ingri, J., Andersson, P. S., & Öhlander, B. (2000). Ba/Sr, Ca/Sr and $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ratios in soil water and groundwater: implications for relative contributions to stream water discharge. *Applied Geochemistry*, 15(3), 311-325.
- Mossmark, F., Hultberg, H. & Ericsson, L. O. 2008. Recovery from groundwater extraction in a small catchment area with crystalline bedrock and thin soil cover in Sweden. *Science of the Total Environment* 404:2–3, sid. 253–261.
- Neuman, P.S. and Witherspoon, P.A. 1969. Applicability of current theories of flow in leaky aquifers, *Water Resources Research*, Vol 5, No 4.
- SGU, 2013. Bedömningsgrunder för grundvatten.
- SGU, 2017. Grundvattenbildning och grundvattentillgång i Sverige, 21-2925/2016, RR 2017:09.
- Shand, P., Darbyshire, D. P. F., Love, A. J., & Edmunds, W. M. (2009). Sr isotopes in natural waters: applications to source characterisation and water-rock interaction in contrasting landscapes. *Applied Geochemistry*, 24(4), 574-586.
- Sweco, 2018. Naturliga karakteristiska flöden i Nunasvaara. 2018-10-31.
- Wortberg, K., Conrad, S., Andersson, P. S., & Ingri, J. (2017). Strontium isotopes—A tracer for river suspended iron aggregates. *Applied Geochemistry*, 79, 85-90.

Åberg, G., Jacks, G., & Hamilton, P. J. (1989). Weathering rates and $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ratios: an isotopic approach. *Journal of Hydrology*, 109(1-2), 65-78.

ÅF, 2017. Conceptual model of hydrological conditions.

BILAGA 1

Pumptester - utvärdering



WELL TEST ANALYSIS

Data Set: P:\...\GWB1D_Dougherty_Babu.aqt

Date: 07/09/19

Time: 01:21:57

AQUIFER DATA

Saturated Thickness: 30. m

Anisotropy Ratio (Kz/Kr): 1.

WELL DATA

Pumping Wells

Well Name	X (m)	Y (m)
GWB1D	0	0

Observation Wells

Well Name	X (m)	Y (m)
□ GWB1D	0	0

SOLUTION

Aquifer Model: Confined

Solution Method: Dougherty-Babu

T = 4.147E-5 m²/sec

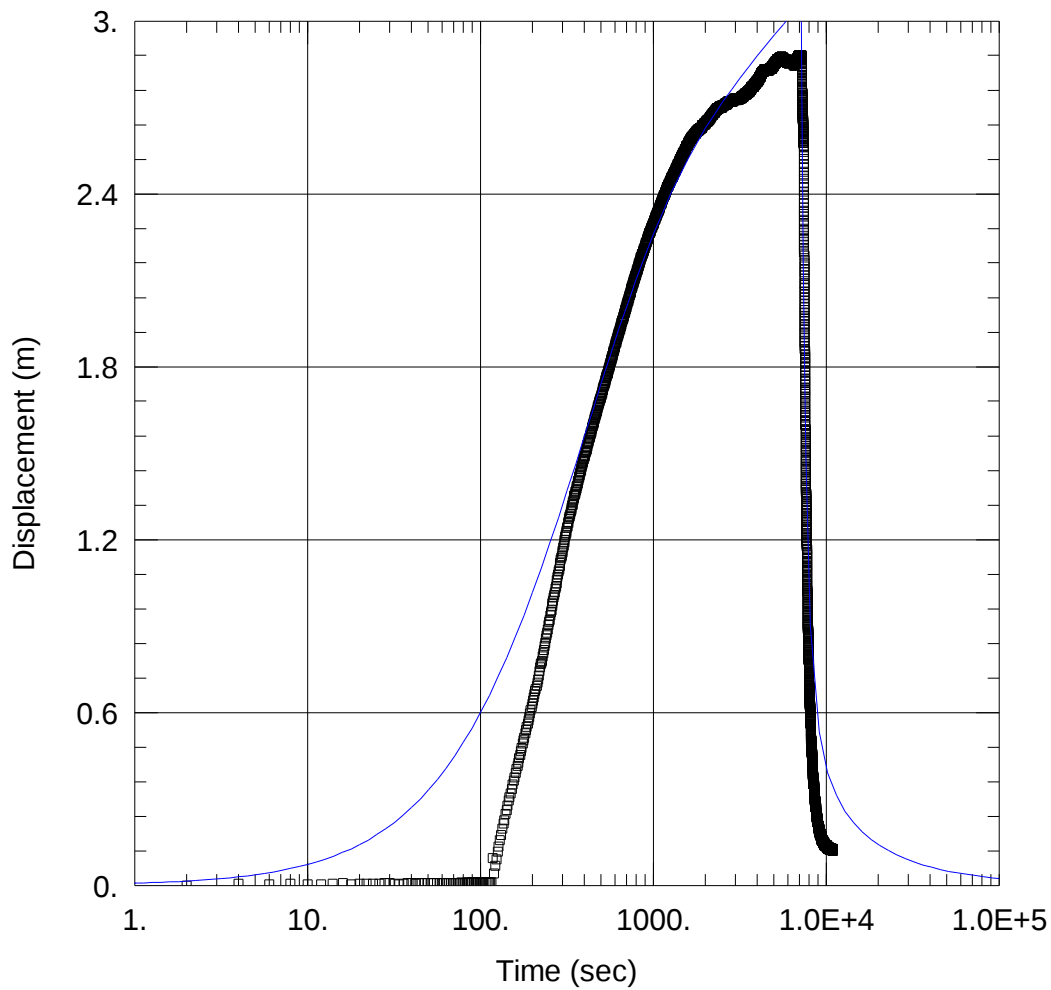
S = 0.003741

Kz/Kr = 1.

Sw = -2.7

r(w) = 0.07 m

r(c) = 0.065 m



WELL TEST ANALYSIS

Data Set: P:\...\GWB2D(1)_Dougherty_Babu.aqt

Date: 07/09/19

Time: 01:22:53

AQUIFER DATA

Saturated Thickness: 30. m

Anisotropy Ratio (Kz/Kr): 1.

WELL DATA

Pumping Wells

Well Name	X (m)	Y (m)
GWB2D (2)	0	0

Observation Wells

Well Name	X (m)	Y (m)
□ GWB2D (2)	0	0

SOLUTION

Aquifer Model: Confined

Solution Method: Dougherty-Babu

T = 2.435E-5 m²/sec

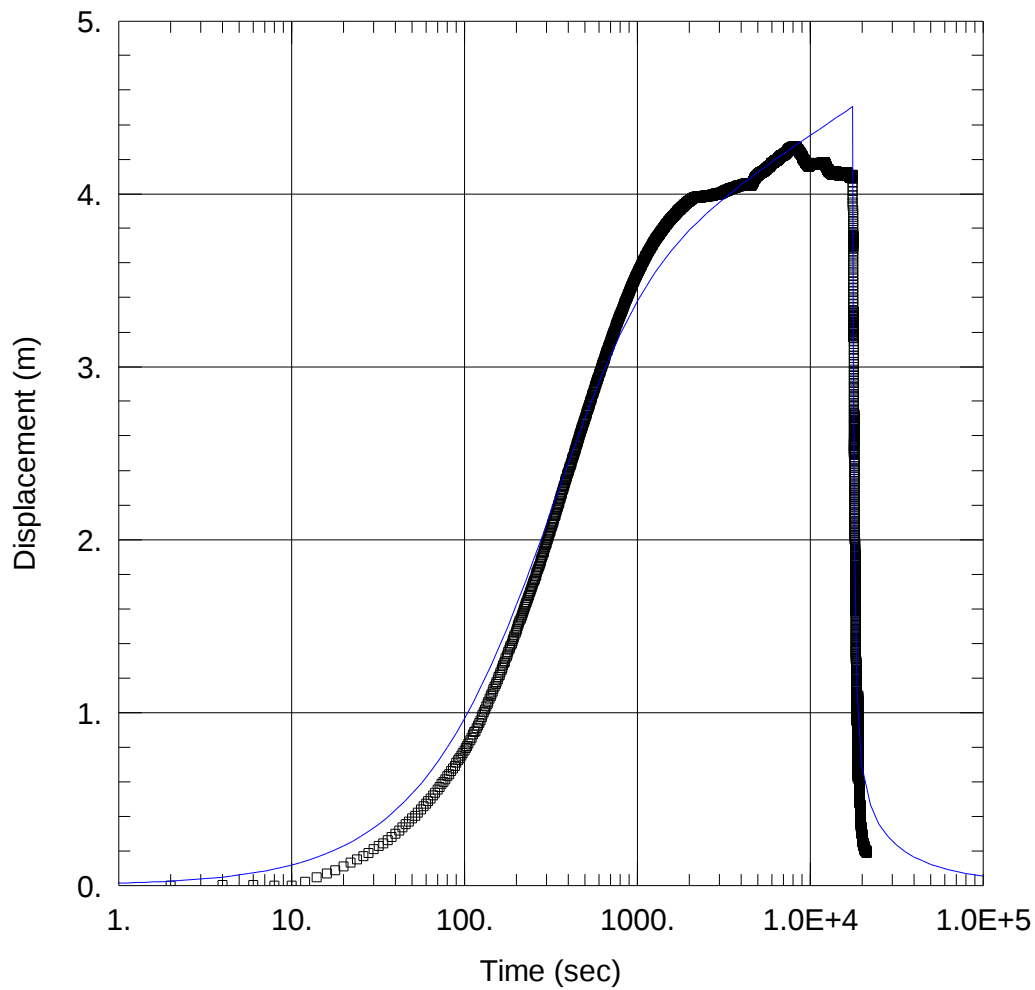
S = 0.0001756

Kz/Kr = 1.

Sw = -4.925

r(w) = 0.07 m

r(c) = 0.065 m



WELL TEST ANALYSIS

Data Set: P:\...\GWB2D(2) Dougherty Babu.aqt

Date: 07/09/19

Time: 01:23:31

AQUIFER DATA

Saturated Thickness: 30. m

Anisotropy Ratio (Kz/Kr): 1.

WELL DATA

Pumping Wells

Well Name	X (m)	Y (m)
GWB2D(2)	0	0

Observation Wells

Well Name	X (m)	Y (m)
□ GWB2D(2)	0	0

SOLUTION

Aquifer Model: Confined

Solution Method: Dougherty-Babu

T = 4.629E-5 m²/sec

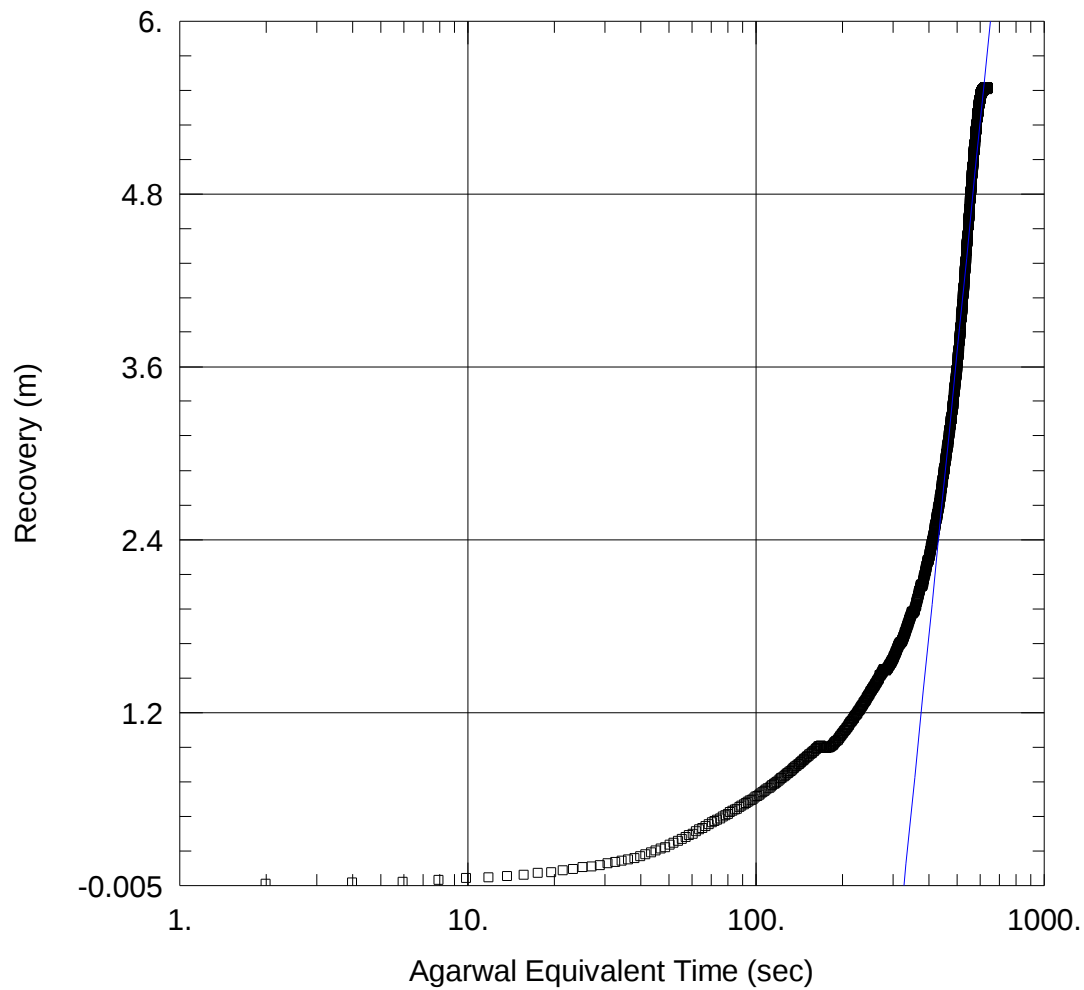
S = 0.0008395

Kz/Kr = 1.

Sw = 0.525

r(w) = 0.07 m

r(c) = 0.065 m



WELL TEST ANALYSIS

Data Set: \...\NUN 3D del 1.aqt

Date: 07/09/19

Time: 01:18:02

AQUIFER DATA

Saturated Thickness: 14.27 m

Anisotropy Ratio (K_z/K_r): 1.

WELL DATA

Pumping Wells

Well Name	X (m)	Y (m)
3D	0	0

Observation Wells

Well Name	X (m)	Y (m)
□ 3D	0	0

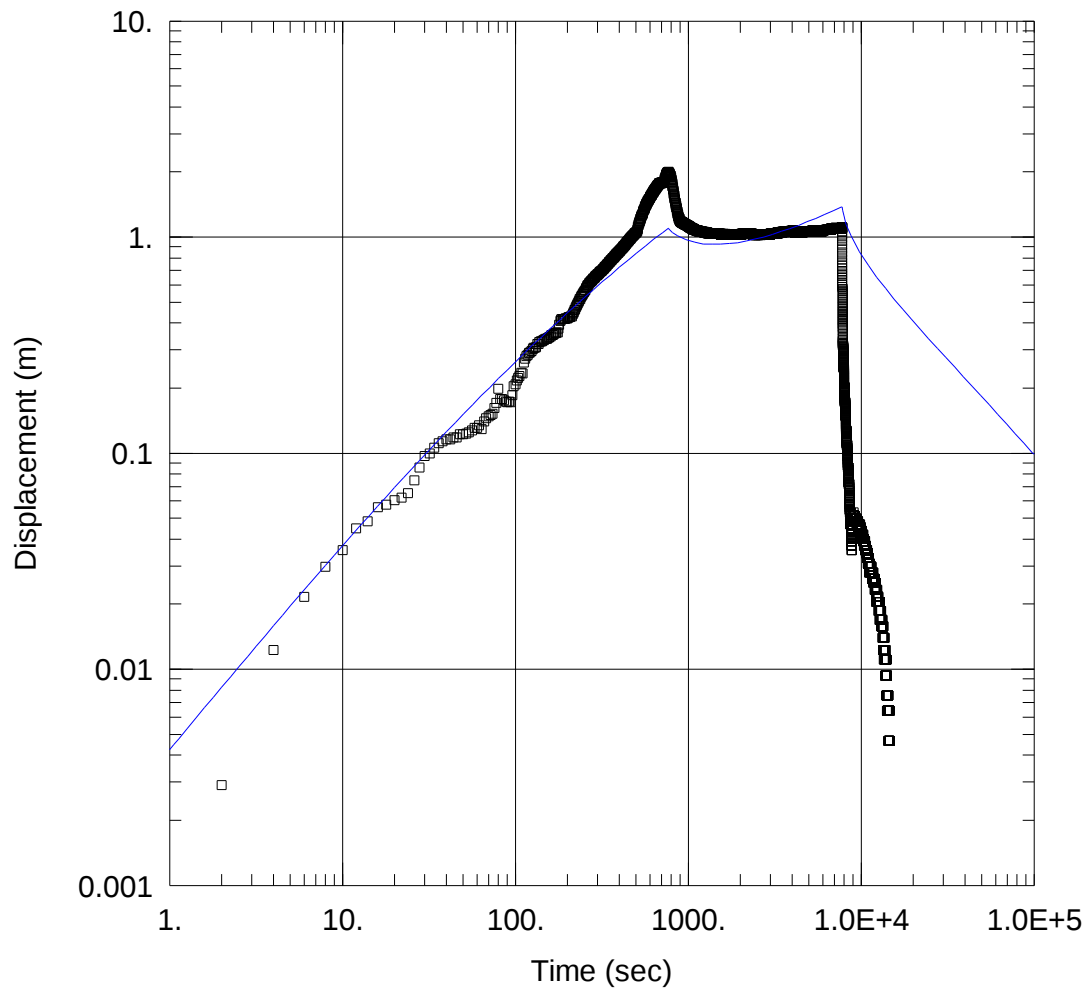
SOLUTION

Aquifer Model: Confined

Solution Method: Cooper-Jacob

$T = 1.005E-6 \text{ m}^2/\text{sec}$

$S = 0.1045$



WELL TEST ANALYSIS

Data Set: \...\NUN 3D del 2.aqt

Date: 07/09/19

Time: 01:18:31

AQUIFER DATA

Saturated Thickness: 14.27 m

Anisotropy Ratio (Kz/Kr): 1.

WELL DATA

Pumping Wells

Well Name	X (m)	Y (m)
3D	0	0

Observation Wells

Well Name	X (m)	Y (m)
□ 3D	0	0

SOLUTION

Aquifer Model: Confined

Solution Method: Dougherty-Babu

$T = 2.042E-6 \text{ m}^2/\text{sec}$

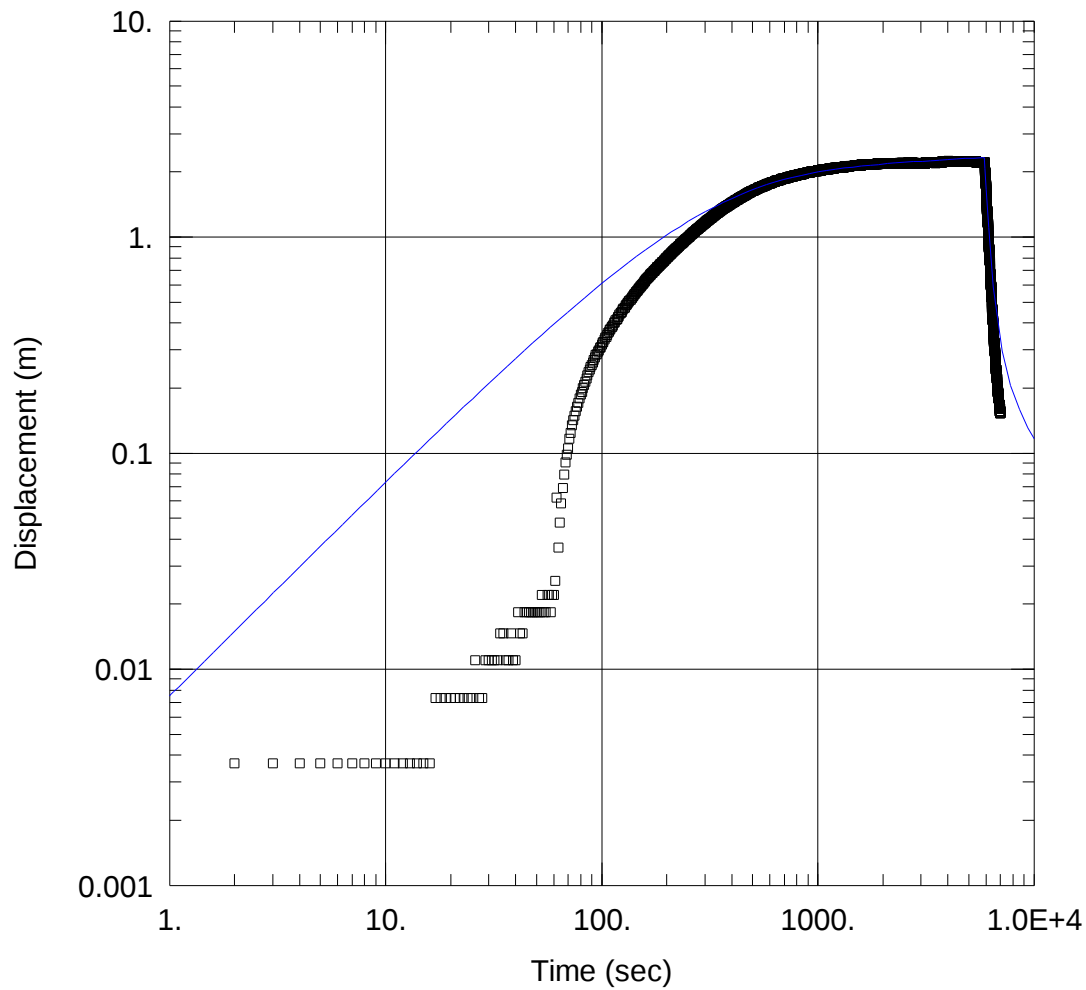
$S = 0.0003802$

$Kz/Kr = 1.$

$Sw = -4.875$

$r(w) = 0.084 \text{ m}$

$r(c) = 0.084 \text{ m}$



WELL TEST ANALYSIS

Data Set: P:\...\GWB5D_Dougherty_Babu.aqt

Date: 07/09/19

Time: 01:24:04

AQUIFER DATA

Saturated Thickness: 30. m

Anisotropy Ratio (Kz/Kr): 1.

WELL DATA

Pumping Wells

Well Name	X (m)	Y (m)
GWB5D	0	0

Observation Wells

Well Name	X (m)	Y (m)
□ GWB5D	0	0

SOLUTION

Aquifer Model: Confined

Solution Method: Dougherty-Babu

T = 6.738E-5 m²/sec

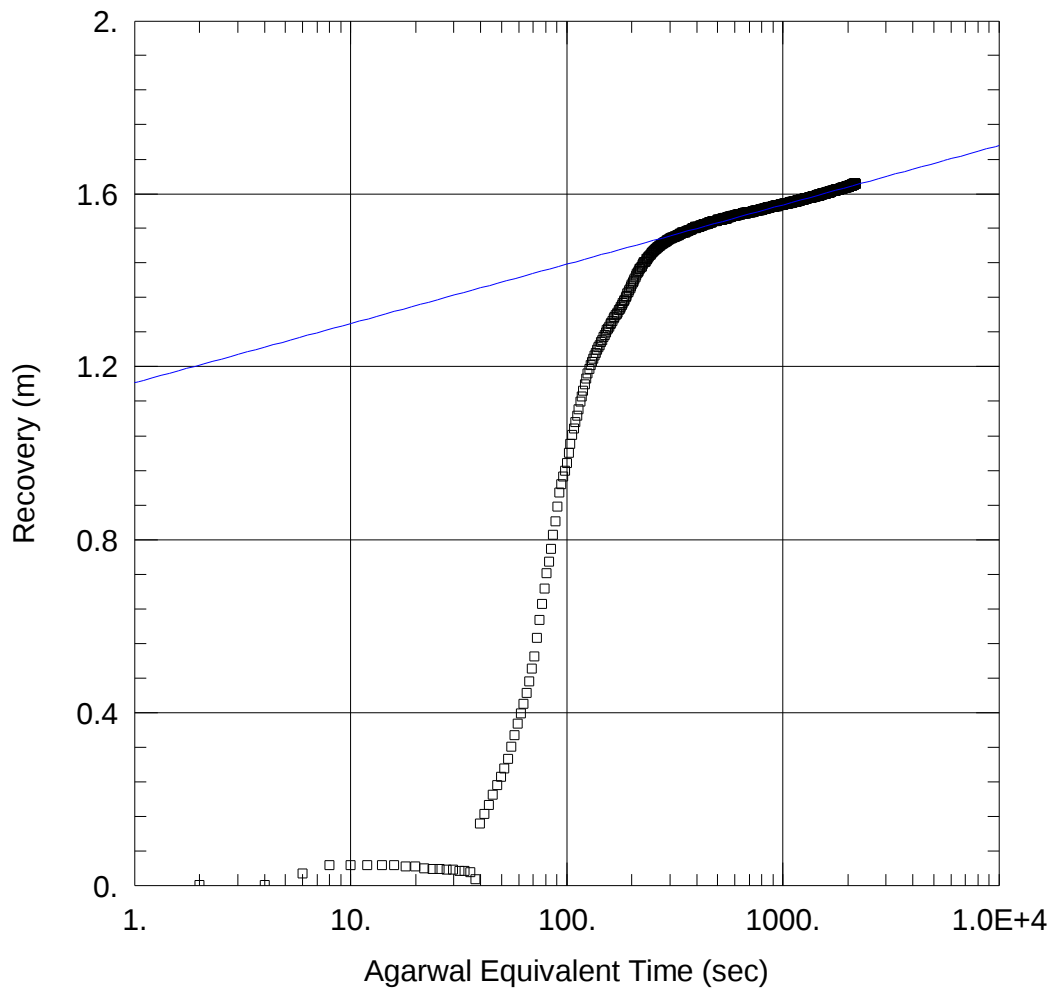
S = 1.121E-5

Kz/Kr = 1.

Sw = -0.225

r(w) = 0.07 m

r(c) = 0.065 m



WELL TEST ANALYSIS

Data Set: \...\NUN 7S.aqt

Date: 07/09/19

Time: 01:14:58

AQUIFER DATA

Saturated Thickness: 3.15 m

Anisotropy Ratio (Kz/Kr): 1.

WELL DATA

Pumping Wells

Well Name	X (m)	Y (m)
7S	0	0

Observation Wells

Well Name	X (m)	Y (m)
□ 7S	0	0

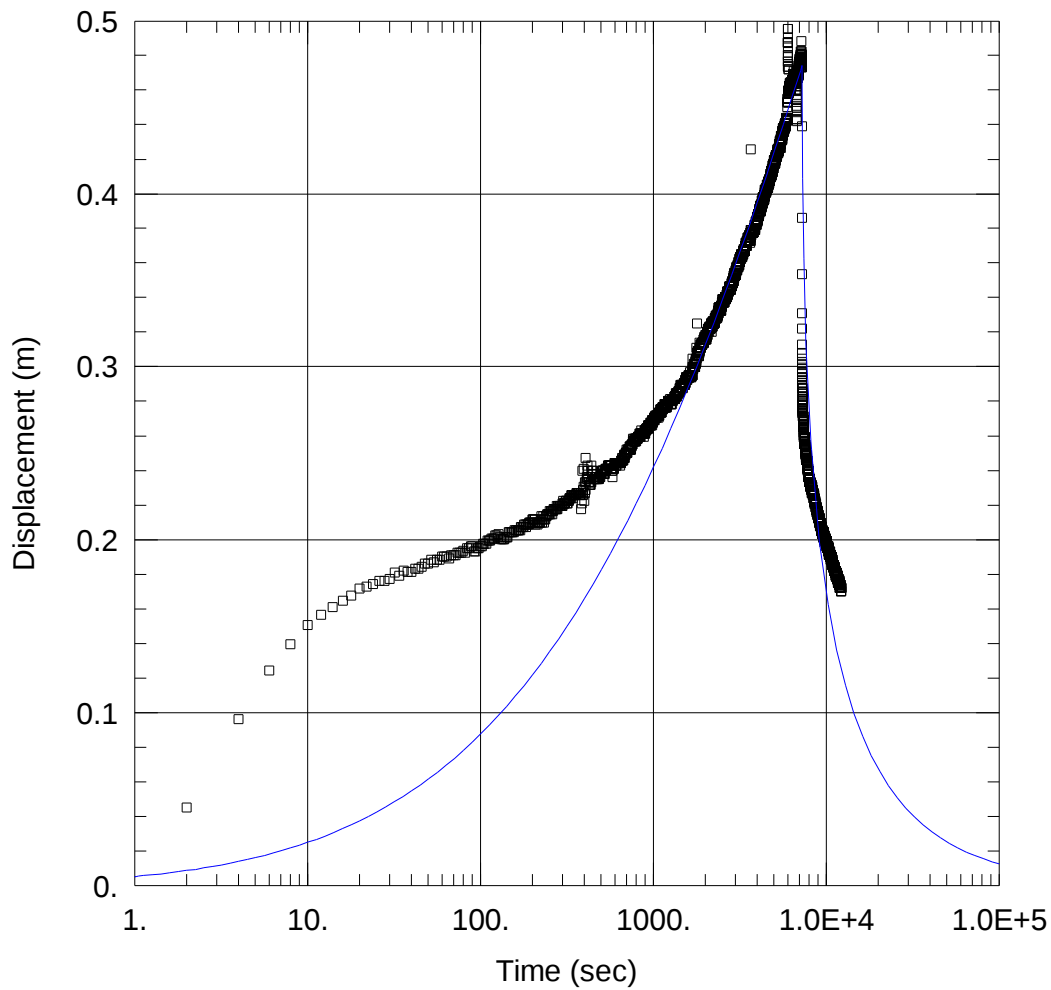
SOLUTION

Aquifer Model: Confined

Solution Method: Cooper-Jacob

T = 5.74E-5 m²/sec

S = 1.747E-10



WELL TEST ANALYSIS

Data Set: \...\NUN 7D.aqt

Date: 07/09/19

Time: 01:15:36

AQUIFER DATA

Saturated Thickness: 26.1 m

Anisotropy Ratio (Kz/Kr): 1.

WELL DATA

Pumping Wells

Well Name	X (m)	Y (m)
NUN 7D	0	0

Observation Wells

Well Name	X (m)	Y (m)
□ NUN 7D	0	0

SOLUTION

Aquifer Model: Confined

Solution Method: Dougherty-Babu

T = 9.352E-5 m²/sec

S = 0.00905

Kz/Kr = 1.

Sw = -3.786

r(w) = 0.084 m

r(c) = 0.084 m

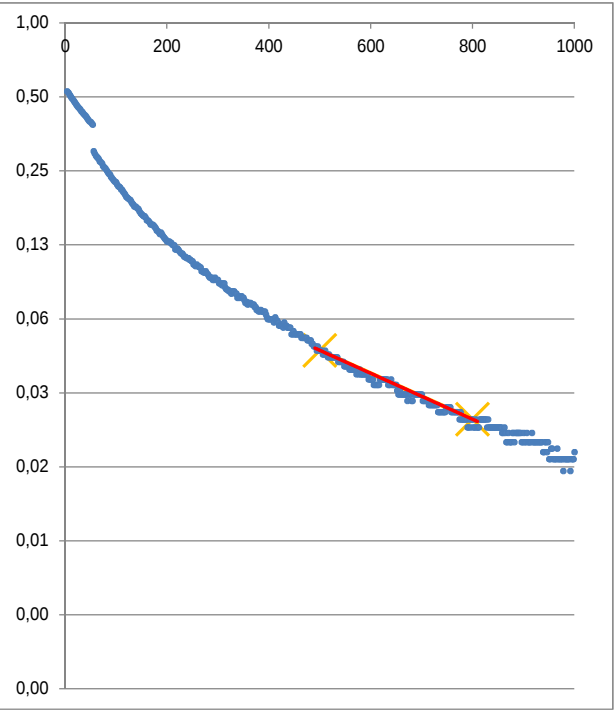
BILAGA 2

Slugtester - utvärdering

Objekt	GWB1S	Datum	2018-09-26/27	Rörlängd	3,00
Kund	Talga	Diver	V8080	Djup till gv, murök	0,89

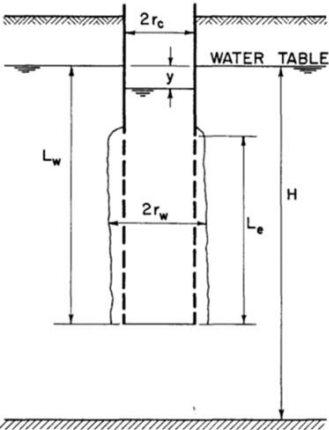
Input data			
Elapsed time, s	Water depth (H), m	Change in water level (Ht), m	Ht/H0
Static level	10,70		
2	11,23158333	0,54	1,000
4	11,22341667	0,53	0,985
6	11,21583333	0,52	0,971
8	11,20941667	0,51	0,959
10	11,20183333	0,51	0,945
12	11,19366667	0,50	0,929
14	11,18783333	0,49	0,918
16	11,17966667	0,48	0,903
18	11,17325	0,48	0,891
20	11,16683333	0,47	0,879
22	11,161	0,47	0,868
24	11,15458333	0,46	0,856
26	11,14991667	0,45	0,848
28	11,1435	0,45	0,836
30	11,13883333	0,44	0,827
32	11,13241667	0,44	0,815
34	11,1295	0,43	0,810
36	11,12308333	0,43	0,798
38	11,11841667	0,42	0,789
40	11,11375	0,42	0,780
42	11,10908333	0,41	0,772
44	11,10266667	0,41	0,760
46	11,098	0,40	0,751
48	11,09333333	0,40	0,742
50	11,09041667	0,40	0,737
52	11,08575	0,39	0,728
54	11,08108333	0,39	0,720
56	10,9965	0,30	0,562
58	10,99008333	0,30	0,550
60	10,98425	0,29	0,539
62	10,98075	0,29	0,533
64	10,97783333	0,28	0,527
66	10,97491667	0,28	0,522
68	10,9685	0,27	0,510
70	10,96675	0,27	0,506
72	10,96383333	0,27	0,501
74	10,95741667	0,26	0,489
76	10,9545	0,26	0,484
78	10,95275	0,26	0,480

Empirical parameters estimation			
	Value+delta	Value	
Partially penetrating well			
A	2,04	1,87	K, m/s 2,79E-06
B	0,31	0,265	
ln(Re/rw)	3,30		
Le/rw	14,38848921		Kkor, m/s 8,00E-06
log(Le/rw)	1,158		
Fully penetrating well			
C	1,48	1,192	K, m/s 1,99E-06
ln(Re/Rw)	2,35		



Input parameters		
rc, m	0,028	inner radius of the well casing
rw, m	0,0695	radius of the gravel pack
Re, m		effective radial distance of head dissipation
Le, m	1	screen length
Lw, m	2,11	distance from the water table to the bottom of the well
h, m	5	saturated thickness of the aquifer

Adjust parameters (read from the graph)		
H0, m	0,04658	drawdown at time t=0
Ht, m	0,02442	drawdown at time t=t
t0, s	500	time at Ht=H0
t, s	800	time since Ht=H0



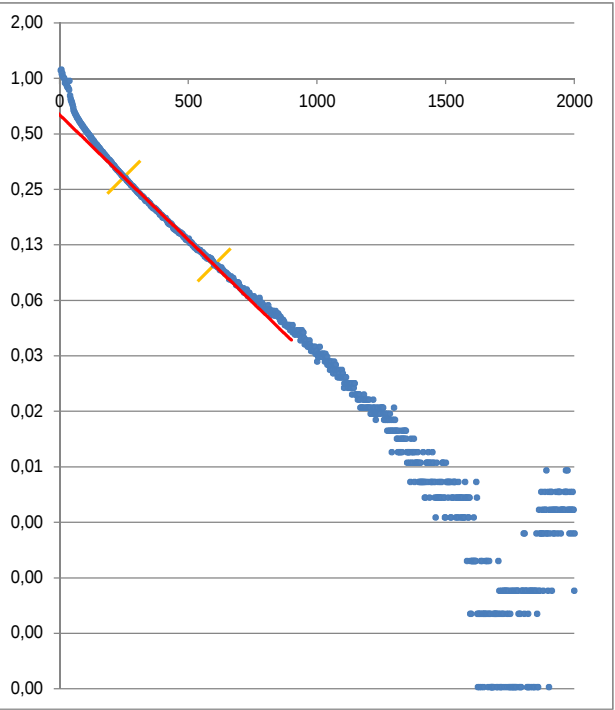
Korr faktor 2,867378

Empirical look-up table for Bouwer and Rice method of slug test analysis							
log(Lw/R)	A	B	C	D-log	Delta-A	Delta-B	Delta-C
0,5	1,738	0,229	0,835	0,18913	0	0	0
0,6891333	1,738	0,229	0,835	0,202	0,064	0,04	0,255
0,8911333	1,802	0,269	1,09	0,09817	0,068	-0,004	0,102
0,9893	1,87	0,265	1,192	0,29563	0,305	0,074	0,504
1,2849333	2,175	0,339	1,696	0,17287	0,289	0,068	0,327
1,4578	2,464	0,407	2,023	0,2277	0,593	0,083	0,675
1,6855	3,057	0,49	2,698	0,14187	0,547	0,095	0,585
1,8273667	3,604	0,585	3,283	0,15967	0,793	0,153	0,9
1,9870333	4,397	0,738	4,183	0,28377	1,625	0,365	2,549
2,2708	6,022	1,103	6,732	0,18733	1,047	0,407	1,943
2,4581333	7,069	1,51	8,675	0,21723	0,993	0,6175	1,905
2,6753667	8,062	2,1275	10,58	0,30523	1,094	0,721	1,74
2,9806	9,156	2,8485	12,32	0,29663	0,611	0,469	0,806
3,2772333	9,767	3,3175	13,126				

Objekt	GWB3S	Datum	2018-10-05	Rörlängd	20,00
Kund	Talga	Diver	AJ130	Djup till gv, murök	17,00

Input data				
Elapsed time, s	Water depth (H), m	Change in water level (Ht), m	Ht/H0	
Static level	12,20			
2	11,028	1,17	1,000	
4	11,08866667	1,11	0,948	
6	11,08166667	1,12	0,954	
8	11,1365	1,06	0,907	
10	11,12658333	1,07	0,916	
12	11,16625	1,03	0,882	
14	11,182	1,02	0,869	
16	11,189	1,01	0,863	
18	11,19891667	1,00	0,854	
20	11,24791667	0,95	0,812	
22	11,23275	0,97	0,825	
24	11,24791667	0,95	0,812	
26	11,26658333	0,93	0,796	
28	11,28175	0,92	0,783	
30	11,29633333	0,90	0,771	
32	11,30625	0,89	0,763	
34	11,31325	0,89	0,757	
36	11,32841667	0,87	0,744	
38	11,22808333	0,97	0,829	
40	11,39083333	0,81	0,690	
42	11,42291667	0,78	0,663	
44	11,4375	0,76	0,651	
46	11,44975	0,75	0,640	
48	11,46141667	0,74	0,630	
50	11,4795	0,72	0,615	
52	11,50225	0,70	0,595	
54	11,525	0,67	0,576	
56	11,53316667	0,67	0,569	
58	11,546	0,65	0,558	
60	11,55416667	0,65	0,551	
62	11,56291667	0,64	0,544	
64	11,56875	0,63	0,539	
66	11,57691667	0,62	0,532	
68	11,58566667	0,61	0,524	
70	11,58975	0,61	0,521	
72	11,59675	0,60	0,515	
74	11,60258333	0,60	0,510	
76	11,60958333	0,59	0,504	
78	11,61658333	0,58	0,498	

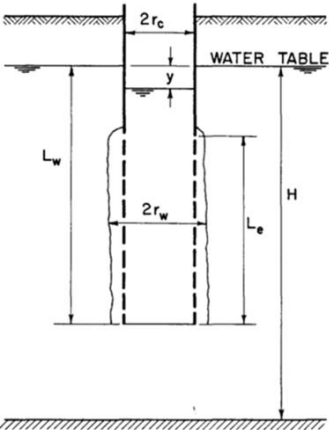
Empirical parameters estimation				
	Value+delta	Value		
Partially penetrating well				
A	2,47	2,464	K, m/s	2,17E-06
B	0,41	0,407		
ln(Re/rw)	3,54			
Le/rw	28,77697842		Kkorr, m/s	6,23E-06
log(Le/rw)	1,459			
Fully penetrating well				
C	2,03	2,023	K, m/s	1,69E-06
ln(Re/Rw)	2,76			



Input parameters		
rc, m	0,028	inner radius of the well casing
rw, m	0,0695	radius of the gravel pack
Re, m		effective radial distance of head dissipation
Le, m	2	screen length
Lw, m	3,00	distance from the water table to the bottom of the well
h, m	5	saturated thickness of the aquifer

Adjust parameters (read from the graph)		
H0, m	0,29117	drawdown at time t=0
Ht, m	0,09750	drawdown at time t=t
t0, s	250	time at Ht=H0
t, s	600	time since Ht=H0

Korr faktor 2,867378

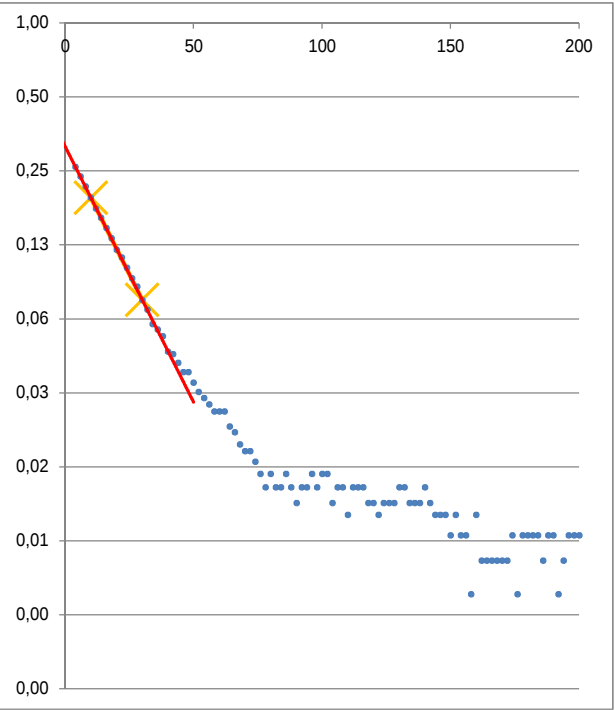


Empirical look-up table for Bouwer and Rice method of slug test analysis							
log(Lw/R)	A	B	C	D-log	Delta-A	Delta-B	Delta-C
0,5	1,738	0,229	0,835	0,18913	0	0	0
0,6891333	1,738	0,229	0,835	0,202	0,064	0,04	0,255
0,8911333	1,802	0,269	1,09	0,09817	0,068	-0,004	0,102
0,9893	1,87	0,265	1,192	0,29563	0,305	0,074	0,504
1,2849333	2,175	0,339	1,696	0,17287	0,289	0,068	0,327
1,4578	2,464	0,407	2,023	0,2277	0,593	0,083	0,675
1,6855	3,057	0,49	2,698	0,14187	0,547	0,095	0,585
1,8273667	3,604	0,585	3,283	0,15967	0,793	0,153	0,9
1,9870333	4,397	0,738	4,183	0,28377	1,625	0,365	2,549
2,2708	6,022	1,103	6,732	0,18733	1,047	0,407	1,943
2,4581333	7,069	1,51	8,675	0,21723	0,993	0,6175	1,905
2,6753667	8,062	2,1275	10,58	0,30523	1,094	0,721	1,74
2,9806	9,156	2,8485	12,32	0,29663	0,611	0,469	0,806
3,2772333	9,767	3,3175	13,126				

Objekt	GWB55	Datum	2018-09-26/27	Rörlängd	8,00
Kund	Talga	Diver	AH986	Djup till gv, murök	3,36

Input data			
Elapsed time, s	Water depth (H), m	Change in water level (Ht), m	Ht/H0
Static level	10,85		
2	11,13358333	0,28	1,000
4	11,11025	0,26	0,918
6	11,08808333	0,24	0,840
8	11,0665	0,22	0,763
10	11,04491667	0,19	0,687
12	11,02625	0,18	0,622
14	11,01166667	0,16	0,570
16	10,9965	0,15	0,517
18	10,98308333	0,13	0,469
20	10,96966667	0,12	0,422
22	10,9615	0,11	0,393
24	10,951	0,10	0,356
26	10,94166667	0,09	0,323
28	10,93466667	0,08	0,299
30	10,92475	0,07	0,264
32	10,91833333	0,07	0,241
34	10,90958333	0,06	0,210
36	10,90666667	0,06	0,200
38	10,90316667	0,05	0,187
40	10,89616667	0,05	0,163
42	10,895	0,04	0,159
44	10,8915	0,04	0,146
46	10,888	0,04	0,134
48	10,888	0,04	0,134
50	10,8845	0,03	0,122
52	10,88158333	0,03	0,111
54	10,87983333	0,03	0,105
56	10,87808333	0,03	0,099
58	10,87633333	0,03	0,093
60	10,87633333	0,03	0,093
62	10,87633333	0,03	0,093
64	10,87283333	0,02	0,081
66	10,87166667	0,02	0,076
68	10,86933333	0,02	0,068
70	10,86816667	0,02	0,064
72	10,86816667	0,02	0,064
74	10,86641667	0,02	0,058
76	10,86466667	0,01	0,052
78	10,86291667	0,01	0,046

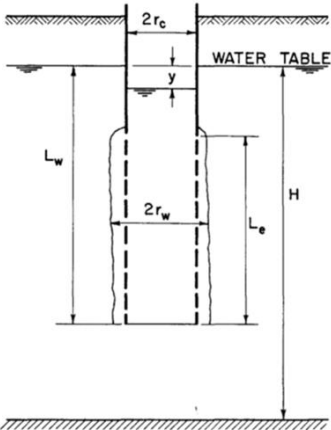
Empirical parameters estimation			
	Value+delta	Value	
<i>Partially penetrating well</i>			
A	2,04	1,87	K, m/s 7,48E-05
B	0,31	0,265	
ln(Re/rw)	3,98		
Le/rw	14,38848921		Kkor, m/s 2,14E-04
log(Le/rw)	1,158		
<i>Fully penetrating well</i>			
C	1,48	1,192	K, m/s 5,15E-05
ln(Re/Rw)	2,74		



Input parameters		
rc, m	0,028	inner radius of the well casing
rw, m	0,0695	radius of the gravel pack
Re, m		effective radial distance of head dissipation
Le, m	1	screen length
Lw, m	4,64	distance from the water table to the bottom of the well
h, m	5	saturated thickness of the aquifer

Adjust parameters (read from the graph)		
H0, m	0,19492	drawdown at time t=0
Ht, m	0,07475	drawdown at time t=t
t0, s	10	time at Ht=H0
t, s	30	time since Ht=H0

Korr faktor 2,867378

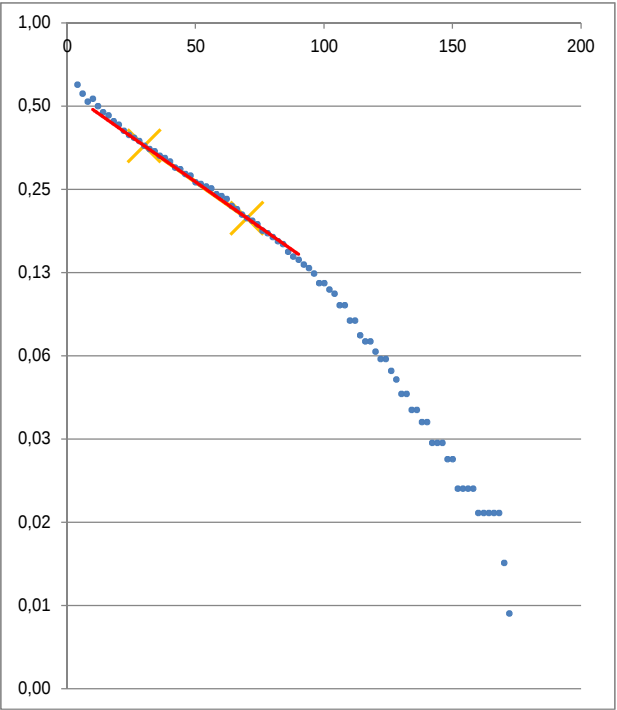


Empirical look-up table for Bouwer and Rice method of slug test analysis							
log(Lw/R)	A	B	C	D-log	Delta-A	Delta-B	Delta-C
0,5	1,738	0,229	0,835	0,18913	0	0	0
0,6891333	1,738	0,229	0,835	0,202	0,064	0,04	0,255
0,8911333	1,802	0,269	1,09	0,09817	0,068	-0,004	0,102
0,9893	1,87	0,265	1,192	0,29563	0,305	0,074	0,504
1,2849333	2,175	0,339	1,696	0,17287	0,289	0,068	0,327
1,4578	2,464	0,407	2,023	0,2277	0,593	0,083	0,675
1,6855	3,057	0,49	2,698	0,14187	0,547	0,095	0,585
1,8273667	3,604	0,585	3,283	0,15967	0,793	0,153	0,9
1,9870333	4,397	0,738	4,183	0,28377	1,625	0,365	2,549
2,2708	6,022	1,103	6,732	0,18733	1,047	0,407	1,943
2,4581333	7,069	1,51	8,675	0,21723	0,993	0,6175	1,905
2,6753667	8,062	2,1275	10,58	0,30523	1,094	0,721	1,74
2,9806	9,156	2,8485	12,32	0,29663	0,611	0,469	0,806
3,2772333	9,767	3,3175	13,126				

Objekt	GWB4D	Datum	2018-10-04	Rörlängd	65,00
Kund	Talga	Diver	W7107	Djup till gv, murök	44,00

Input data			
Elapsed time, s	Water depth (H), m	Change in water level (Ht), m	Ht/H0
Static level	19,54		
2	18,87525	0,66	1,000
4	18,94041667	0,60	0,902
6	18,9845	0,56	0,836
8	19,019	0,52	0,784
10	19,0075	0,53	0,801
12	19,03816667	0,50	0,755
14	19,06308333	0,48	0,717
16	19,0765	0,46	0,697
18	19,09758333	0,44	0,666
20	19,111	0,43	0,645
22	19,13208333	0,41	0,614
24	19,1455	0,39	0,593
26	19,15508333	0,38	0,579
28	19,16466667	0,38	0,565
30	19,18	0,36	0,542
32	19,18958333	0,35	0,527
34	19,19533333	0,34	0,518
36	19,20875	0,33	0,498
38	19,2145	0,33	0,490
40	19,22408333	0,32	0,475
42	19,23941667	0,30	0,452
44	19,24325	0,30	0,446
46	19,25475	0,29	0,429
48	19,25858333	0,28	0,423
50	19,27391667	0,27	0,400
52	19,27775	0,26	0,395
54	19,2835	0,26	0,386
56	19,28733333	0,25	0,380
58	19,29883333	0,24	0,363
60	19,30266667	0,24	0,357
62	19,30841667	0,23	0,348
64	19,32183333	0,22	0,328
66	19,32758333	0,21	0,320
68	19,33716667	0,20	0,305
70	19,34291667	0,20	0,296
72	19,34675	0,19	0,291
74	19,3525	0,19	0,282
76	19,36208333	0,18	0,268
78	19,36591667	0,17	0,262

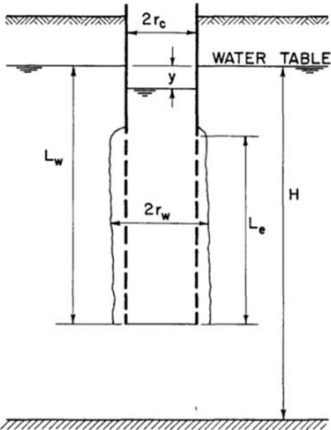
Empirical parameters estimation			
	Value+delta	Value	
<i>Partially penetrating well</i>			
A	7,26	7,069	K, m/s 7,56E-06
B	1,63	1,51	
ln(Re/rw)	5,23		
Le/rw	316,5467626		Kkorr, m/s 2,17E-05
log(Le/rw)	2,500		
<i>Fully penetrating well</i>			
C	9,05	8,675	K, m/s 6,54E-06
ln(Re/Rw)	4,52		



Input parameters		
rc, m	0,065	inner radius of the well casing
rw, m	0,0695	radius of the gravel pack
Re, m		effective radial distance of head dissipation
Le, m	22	screen length
Lw, m	21,00	distance from the water table to the bottom of the well
h, m	22	saturated thickness of the aquifer

Adjust parameters (read from the graph)		
H0, m	0,36000	drawdown at time t=0
Ht, m	0,19708	drawdown at time t=t
t0, s	30	time at Ht=H0
t, s	70	time since Ht=H0

Korr faktor 2,867378

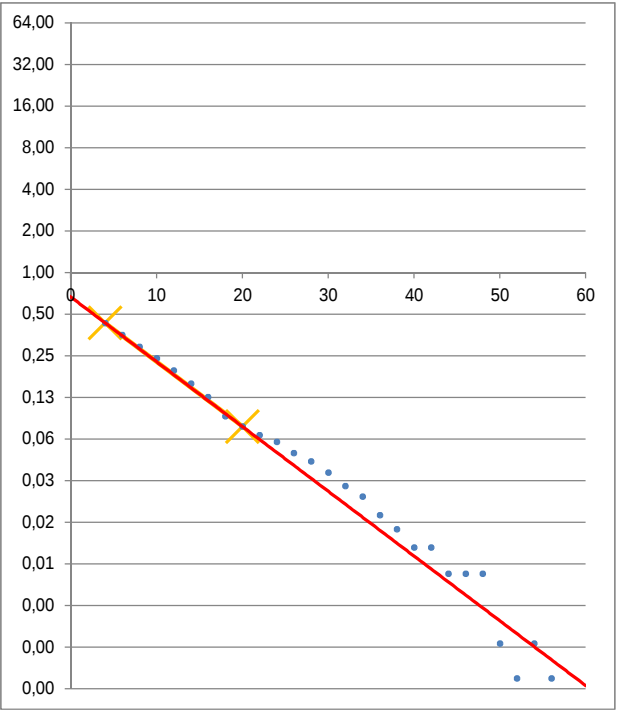


Empirical look-up table for Bouwer and Rice method of slug test analysis							
log(Lw/R)	A	B	C	D-log	Delta-A	Delta-B	Delta-C
0,5	1,738	0,229	0,835	0,18913	0	0	0
0,6891333	1,738	0,229	0,835	0,202	0,064	0,04	0,255
0,8911333	1,802	0,269	1,09	0,09817	0,068	-0,004	0,102
0,9893	1,87	0,265	1,192	0,29563	0,305	0,074	0,504
1,2849333	2,175	0,339	1,696	0,17287	0,289	0,068	0,327
1,4578	2,464	0,407	2,023	0,2277	0,593	0,083	0,675
1,6855	3,057	0,49	2,698	0,14187	0,547	0,095	0,585
1,8273667	3,604	0,585	3,283	0,15967	0,793	0,153	0,9
1,9870333	4,397	0,738	4,183	0,28377	1,625	0,365	2,549
2,2708	6,022	1,103	6,732	0,18733	1,047	0,407	1,943
2,4581333	7,069	1,51	8,675	0,21723	0,993	0,6175	1,905
2,6753667	8,062	2,1275	10,58	0,30523	1,094	0,721	1,74
2,9806	9,156	2,8485	12,32	0,29663	0,611	0,469	0,806
3,2772333	9,767	3,3175	13,126				

Objekt	P1S	Datum	2018-09-26/27	Rörlängd	1,50
Kund	Talga	Diver	AA788	Djup till gv, murök	0,51

Input data			
Elapsed time, s	Water depth (H), m	Change in water level (Ht), m	Ht/H0
Static level	9,97		
2	10,33141667	0,36	1,000
4	10,40383333	0,43	1,200
6	10,32591667	0,36	0,985
8	10,26175	0,29	0,807
10	10,21041667	0,24	0,665
12	10,16733333	0,20	0,546
14	10,12791667	0,16	0,437
16	10,09675	0,13	0,351
18	10,06191667	0,09	0,254
20	10,04725	0,08	0,214
22	10,03716667	0,07	0,186
24	10,02983333	0,06	0,166
26	10,01975	0,05	0,138
28	10,01333333	0,04	0,120
30	10,006	0,04	0,100
32	9,998666667	0,03	0,079
34	9,994083333	0,02	0,067
36	9,987666667	0,02	0,049
38	9,984	0,01	0,039
40	9,980333333	0,01	0,029
42	9,980333333	0,01	0,029
44	9,976666667	0,01	0,018
46	9,976666667	0,01	0,018
48	9,976666667	0,01	0,018
50	9,972083333	0,00	0,006
52	9,971166667	0,00	0,003
54	9,972083333	0,00	0,006
56	9,971166667	0,00	0,003

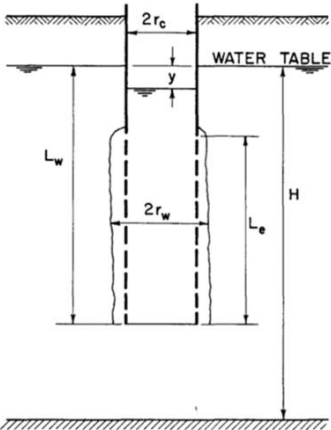
Empirical parameters estimation				
	Value+delta	Value		
Partially penetrating well				
A	2,56	2,464	K, m/s	6,44E-05
B	0,42	0,407		
ln(Re/rw)	3,82		Kkor, m/s	1,85E-04
Le/rw	31,25			
log(Le/rw)	1,495			
Fully penetrating well				
C	2,13	2,023	K, m/s	5,03E-05
ln(Re/Rw)	2,99			



Input parameters		
rc, m	0,0125	inner radius of the well casing
rw, m	0,016	radius of the gravel pack
Re, m		effective radial distance of head dissipation
Le, m	0,5	screen length
Lw, m	0,99	distance from the water table to the bottom of the well
h, m	1	saturated thickness of the aquifer

Adjust parameters (read from the graph)		
H0, m	0,43383	drawdown at time t=0
Ht, m	0,07725	drawdown at time t=t
t0, s	4	time at Ht=H0
t, s	20	time since Ht=H0

Korr faktor 2,867378

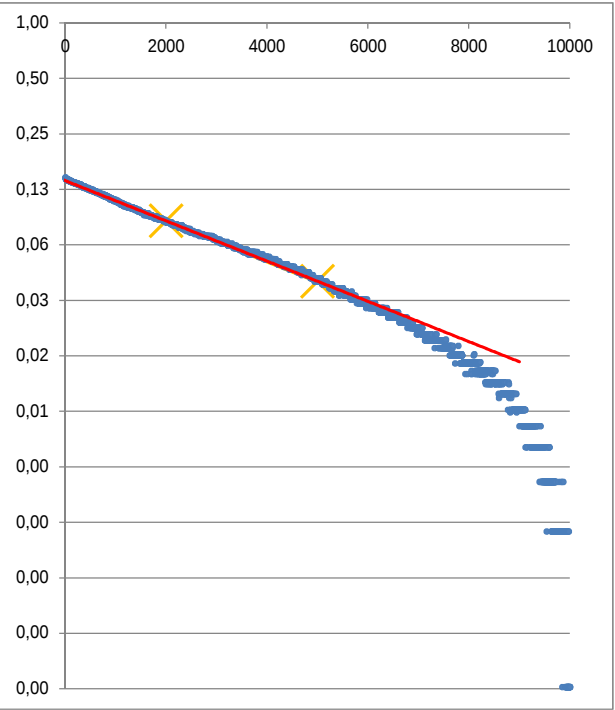


Empirical look-up table for Bouwer and Rice method of slug test analysis							
log(Lw/R)	A	B	C	D-log	Delta-A	Delta-B	Delta-C
0,5	1,738	0,229	0,835	0,18913	0	0	0
0,6891333	1,738	0,229	0,835	0,202	0,064	0,04	0,255
0,8911333	1,802	0,269	1,09	0,09817	0,068	-0,004	0,102
0,9893	1,87	0,265	1,192	0,29563	0,305	0,074	0,504
1,2849333	2,175	0,339	1,696	0,17287	0,289	0,068	0,327
1,4578	2,464	0,407	2,023	0,2277	0,593	0,083	0,675
1,6855	3,057	0,49	2,698	0,14187	0,547	0,095	0,585
1,8273667	3,604	0,585	3,283	0,15967	0,793	0,153	0,9
1,9870333	4,397	0,738	4,183	0,28377	1,625	0,365	2,549
2,2708	6,022	1,103	6,732	0,18733	1,047	0,407	1,943
2,4581333	7,069	1,51	8,675	0,21723	0,993	0,6175	1,905
2,6753667	8,062	2,1275	10,58	0,30523	1,094	0,721	1,74
2,9806	9,156	2,8485	12,32	0,29663	0,611	0,469	0,806
3,2772333	9,767	3,3175	13,126				

Objekt	P1D	Datum	2018-09-26/27	Rörlängd	2,50
Kund	Talga	Diver	T8909	Djup till gv, murök	0,61

Input data				
Elapsed time, s	Water depth (H), m	Change in water level (Ht), m	Ht/H0	
Static level	11,18			
2	11,32575	0,15	1,000	
4	11,32425	0,15	0,990	
6	11,32425	0,15	0,990	
8	11,32275	0,14	0,980	
10	11,32275	0,14	0,980	
12	11,32275	0,14	0,980	
14	11,3225	0,14	0,978	
16	11,3225	0,14	0,978	
18	11,321	0,14	0,968	
20	11,321	0,14	0,968	
22	11,32125	0,14	0,969	
24	11,321	0,14	0,968	
26	11,321	0,14	0,968	
28	11,321	0,14	0,968	
30	11,321	0,14	0,968	
32	11,321	0,14	0,968	
34	11,321	0,14	0,968	
36	11,321	0,14	0,968	
38	11,321	0,14	0,968	
40	11,32125	0,14	0,969	
42	11,32125	0,14	0,969	
44	11,31925	0,14	0,956	
46	11,321	0,14	0,968	
48	11,321	0,14	0,968	
50	11,31925	0,14	0,956	
52	11,321	0,14	0,968	
54	11,321	0,14	0,968	
56	11,31925	0,14	0,956	
58	11,32125	0,14	0,969	
60	11,3195	0,14	0,957	
62	11,31925	0,14	0,956	
64	11,31925	0,14	0,956	
66	11,31925	0,14	0,956	
68	11,31925	0,14	0,956	
70	11,31925	0,14	0,956	
72	11,31925	0,14	0,956	
74	11,3195	0,14	0,957	
76	11,3195	0,14	0,957	
78	11,31925	0,14	0,956	

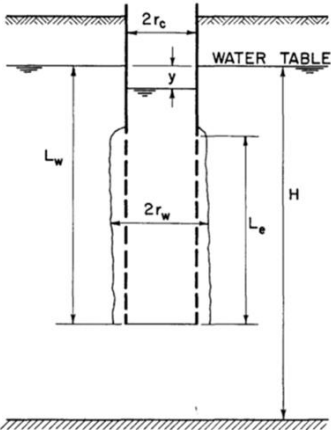
Empirical parameters estimation				
	Value+delta	Value		
Partially penetrating well				
A	2,56	2,464	K, m/s	1,76E-07
B	0,42	0,407		
ln(Re/rw)	4,48		Kkor, m/s	5,04E-07
Le/rw	31,25			
log(Le/rw)	1,495			
Fully penetrating well				
C	2,13	2,023	K, m/s	1,31E-07
ln(Re/Rw)	3,35			



Input parameters		
rc, m	0,0125	inner radius of the well casing
rw, m	0,016	radius of the gravel pack
Re, m		effective radial distance of head dissipation
Le, m	0,5	screen length
Lw, m	1,89	distance from the water table to the bottom of the well
h, m	5	saturated thickness of the aquifer

Adjust parameters (read from the graph)		
H0, m	0,08450	drawdown at time t=0
Ht, m	0,03975	drawdown at time t=t
t0, s	2000	time at Ht=H0
t, s	5000	time since Ht=H0

Korr faktor 2,867378

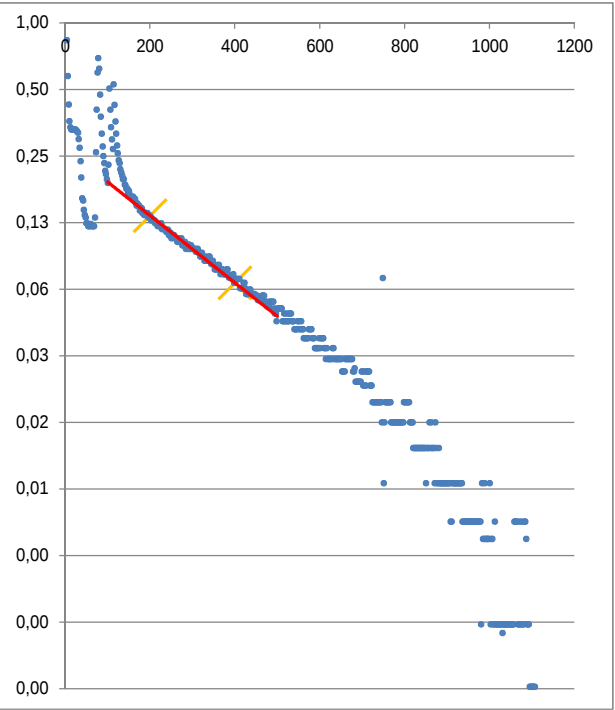


Empirical look-up table for Bouwer and Rice method of slug test analysis							
log(Lw/R)	A	B	C	D-log	Delta-A	Delta-B	Delta-C
0,5	1,738	0,229	0,835	0,18913	0	0	0
0,6891333	1,738	0,229	0,835	0,202	0,064	0,04	0,255
0,8911333	1,802	0,269	1,09	0,09817	0,068	-0,004	0,102
0,9893	1,87	0,265	1,192	0,29563	0,305	0,074	0,504
1,2849333	2,175	0,339	1,696	0,17287	0,289	0,068	0,327
1,4578	2,464	0,407	2,023	0,2277	0,593	0,083	0,675
1,6855	3,057	0,49	2,698	0,14187	0,547	0,095	0,585
1,8273667	3,604	0,585	3,283	0,15967	0,793	0,153	0,9
1,9870333	4,397	0,738	4,183	0,28377	1,625	0,365	2,549
2,2708	6,022	1,103	6,732	0,18733	1,047	0,407	1,943
2,4581333	7,069	1,51	8,675	0,21723	0,993	0,6175	1,905
2,6753667	8,062	2,1275	10,58	0,30523	1,094	0,721	1,74
2,9806	9,156	2,8485	12,32	0,29663	0,611	0,469	0,806
3,2772333	9,767	3,3175	13,126				

Objekt	P2S	Datum	2018-09-26/27	Rörlängd	1,50
Kund	Talga	Diver	V4085	Djup till gv, murök	0,65

Input data			
Elapsed time, s	Water depth (H), m	Change in water level (Ht), m	Ht/H0
Static level	15,45		
2	16,60325	1,15	1,000
4	16,28791667	0,84	0,727
6	16,02758333	0,58	0,501
8	15,87908333	0,43	0,372
10	15,81033333	0,36	0,312
12	15,78833333	0,34	0,293
14	15,781	0,33	0,287
16	15,781	0,33	0,287
18	15,781	0,33	0,287
20	15,781	0,33	0,287
22	15,781	0,33	0,287
24	15,781	0,33	0,287
26	15,77733333	0,33	0,284
28	15,77366667	0,32	0,281
30	15,77	0,32	0,277
32	15,74891667	0,30	0,259
34	15,72325	0,27	0,237
36	15,6875	0,24	0,206
38	15,65083333	0,20	0,174
40	15,61141667	0,16	0,140
42	15,60775	0,16	0,137
44	15,59308333	0,14	0,124
46	15,58575	0,14	0,118
48	15,58208333	0,13	0,115
50	15,57475	0,12	0,108
52	15,57475	0,12	0,108
54	15,57108333	0,12	0,105
56	15,57108333	0,12	0,105
58	15,57108333	0,12	0,105
60	15,57383333	0,12	0,107
62	15,57108333	0,12	0,105
64	15,57108333	0,12	0,105
66	15,57108333	0,12	0,105
68	15,57108333	0,12	0,105
70	15,58208333	0,13	0,115
72	15,71133333	0,26	0,227
74	15,85708333	0,41	0,353
76	16,04775	0,60	0,518
78	16,14583333	0,70	0,603

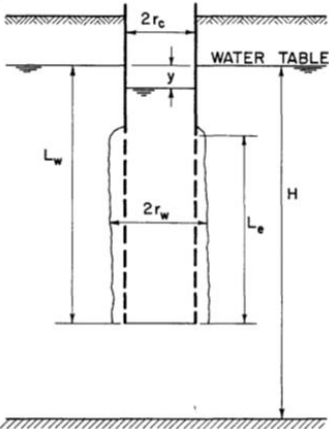
Empirical parameters estimation			
	Value+delta	Value	
<i>Partially penetrating well</i>			
A	2,56	2,464	K, m/s 2,05E-06
B	0,42	0,407	
ln(Re/rw)	3,75		Kkor, m/s 5,88E-06
Le/rw	31,25		
log(Le/rw)	1,495		
<i>Fully penetrating well</i>			
C	2,13	2,023	K, m/s 1,58E-06
ln(Re/Rw)	2,90		



Input parameters		
rc, m	0,0125	inner radius of the well casing
rw, m	0,016	radius of the gravel pack
Re, m		effective radial distance of head dissipation
Le, m	0,5	screen length
Lw, m	0,85	distance from the water table to the bottom of the well
h, m	5	saturated thickness of the aquifer

Adjust parameters (read from the graph)		
H0, m	0,13483	drawdown at time t=0
Ht, m	0,06700	drawdown at time t=t
t0, s	200	time at Ht=H0
t, s	400	time since Ht=H0

Korr faktor 2,867378

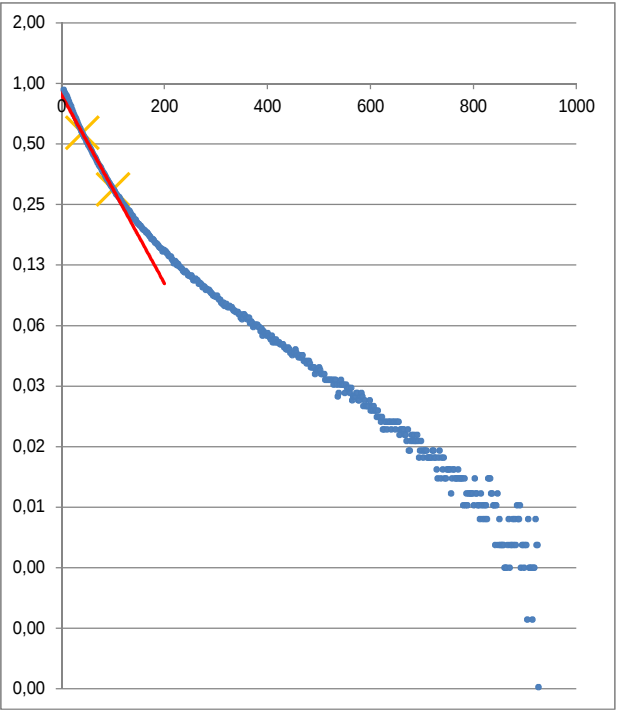


Empirical look-up table for Bouwer and Rice method of slug test analysis						
log(Lw/R)	A	B	C	D-log	Delta-A	Delta-B
0,5	1,738	0,229	0,835	0,18913	0	0
0,6891333	1,738	0,229	0,835	0,202	0,064	0,04
0,8911333	1,802	0,269	1,09	0,09817	0,068	-0,004
0,9893	1,87	0,265	1,192	0,29563	0,305	0,074
1,2849333	2,175	0,339	1,696	0,17287	0,289	0,068
1,4578	2,464	0,407	2,023	0,2277	0,593	0,083
1,6855	3,057	0,49	2,698	0,14187	0,547	0,095
1,8273667	3,604	0,585	3,283	0,15967	0,793	0,153
1,9870333	4,397	0,738	4,183	0,28377	1,625	0,365
2,2708	6,022	1,103	6,732	0,18733	1,047	0,407
2,4581333	7,069	1,51	8,675	0,21723	0,993	0,6175
2,6753667	8,062	2,1275	10,58	0,30523	1,094	0,721
2,9806	9,156	2,8485	12,32	0,29663	0,611	0,469
3,2772333	9,767	3,3175	13,126			

Objekt	P2D	Datum	2018-09-26/27	Rörlängd	2,50
Kund	Talga	Diver	AJ130	Djup till gv, murök	1,00

Input data			
Elapsed time, s	Water depth (H), m	Change in water level (Ht), m	Ht/H0
Static level	10,18		
2	11,1295	0,95	1,000
4	11,11141667	0,93	0,981
6	11,0875	0,91	0,956
8	11,06183333	0,88	0,929
10	11,04608333	0,87	0,912
12	11,02216667	0,84	0,887
14	10,99708333	0,82	0,861
16	10,97258333	0,79	0,835
18	10,95333333	0,77	0,814
20	10,92591667	0,75	0,786
22	10,90491667	0,72	0,763
24	10,88391667	0,70	0,741
26	10,86408333	0,68	0,720
28	10,84716667	0,67	0,703
30	10,8285	0,65	0,683
32	10,81041667	0,63	0,664
34	10,79466667	0,61	0,647
36	10,77891667	0,60	0,631
38	10,762	0,58	0,613
40	10,74916667	0,57	0,599
42	10,73691667	0,56	0,587
44	10,72525	0,55	0,574
46	10,71241667	0,53	0,561
48	10,69725	0,52	0,545
50	10,68733333	0,51	0,534
52	10,6745	0,49	0,521
54	10,66458333	0,48	0,510
56	10,65583333	0,48	0,501
58	10,64475	0,46	0,489
60	10,63366667	0,45	0,478
62	10,62375	0,44	0,467
64	10,61383333	0,43	0,457
66	10,60508333	0,43	0,448
68	10,59516667	0,42	0,437
70	10,58408333	0,40	0,426
72	10,57416667	0,39	0,415
74	10,56833333	0,39	0,409
76	10,5625	0,38	0,403
78	10,55258333	0,37	0,392

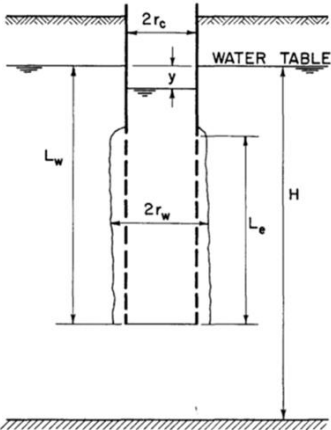
Empirical parameters estimation				
	Value+delta	Value		
Partially penetrating well				
A	2,56	2,464	K, m/s	7,20E-06
B	0,42	0,407		
ln(Re/rw)	4,27		Kkorr, m/s	2,06E-05
Le/rw	31,25			
log(Le/rw)	1,495			
Fully penetrating well				
C	2,13	2,023	K, m/s	5,43E-06
ln(Re/Rw)	3,22			



Input parameters		
rc, m	0,0125	inner radius of the well casing
rw, m	0,016	radius of the gravel pack
Re, m		effective radial distance of head dissipation
Le, m	0,5	screen length
Lw, m	1,50	distance from the water table to the bottom of the well
h, m	5	saturated thickness of the aquifer

Adjust parameters (read from the graph)		
H0, m	0,56917	drawdown at time t=0
Ht, m	0,29792	drawdown at time t=t
t0, s	40	time at Ht=H0
t, s	100	time since Ht=H0

Korr faktor 2,867378

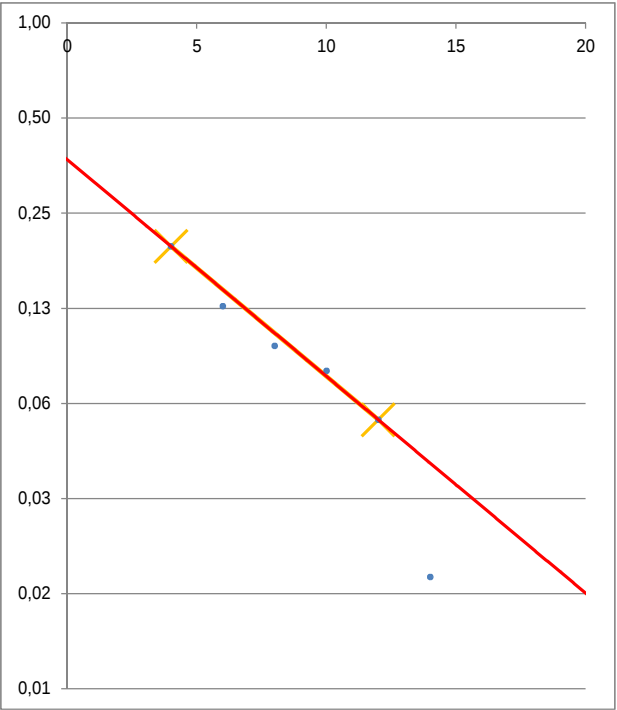


Empirical look-up table for Bouwer and Rice method of slug test analysis							
log(Lw/R)	A	B	C	D-log	Delta-A	Delta-B	Delta-C
0,5	1,738	0,229	0,835	0,18913	0	0	0
0,6891333	1,738	0,229	0,835	0,202	0,064	0,04	0,255
0,8911333	1,802	0,269	1,09	0,09817	0,068	-0,004	0,102
0,9893	1,87	0,265	1,192	0,29563	0,305	0,074	0,504
1,2849333	2,175	0,339	1,696	0,17287	0,289	0,068	0,327
1,4578	2,464	0,407	2,023	0,2277	0,593	0,083	0,675
1,6855	3,057	0,49	2,698	0,14187	0,547	0,095	0,585
1,8273667	3,604	0,585	3,283	0,15967	0,793	0,153	0,9
1,9870333	4,397	0,738	4,183	0,28377	1,625	0,365	2,549
2,2708	6,022	1,103	6,732	0,18733	1,047	0,407	1,943
2,4581333	7,069	1,51	8,675	0,21723	0,993	0,6175	1,905
2,6753667	8,062	2,1275	10,58	0,30523	1,094	0,721	1,74
2,9806	9,156	2,8485	12,32	0,29663	0,611	0,469	0,806
3,2772333	9,767	3,3175	13,126				

Objekt	P3S	Datum	2018-09-26/27	Rörlängd	2,50
Kund	Talga	Diver	W7444	Djup till gv, murök	0,69

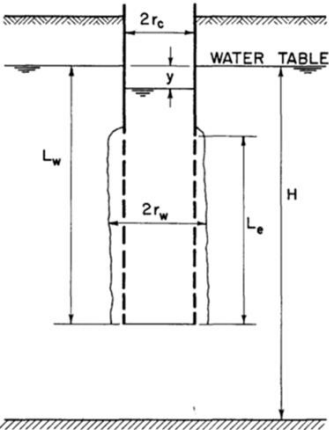
Input data			
Elapsed time, s	Water depth (H), m	Change in water level (Ht), m	Ht/H0
Static level	10,63		
2	10,98541667	0,36	1,000
4	10,82675	0,20	0,554
6	10,75733333	0,13	0,358
8	10,72525	0,10	0,268
10	10,7095	0,08	0,224
12	10,68558333	0,06	0,156
14	10,64766667	0,02	0,050
16		#VÄRDEFEL!	
18		#VÄRDEFEL!	
20		#VÄRDEFEL!	
22		#VÄRDEFEL!	
24		#VÄRDEFEL!	
26		#VÄRDEFEL!	
28		#VÄRDEFEL!	
30		#VÄRDEFEL!	
32		#VÄRDEFEL!	
34		#VÄRDEFEL!	
36		#VÄRDEFEL!	
38		#VÄRDEFEL!	
40		#VÄRDEFEL!	
42		#VÄRDEFEL!	
44		#VÄRDEFEL!	
46		#VÄRDEFEL!	
48		#VÄRDEFEL!	
50		#VÄRDEFEL!	
52		#VÄRDEFEL!	
54		#VÄRDEFEL!	
56		#VÄRDEFEL!	
58		#VÄRDEFEL!	
60		#VÄRDEFEL!	
62		#VÄRDEFEL!	
64		#VÄRDEFEL!	
66		#VÄRDEFEL!	
68		#VÄRDEFEL!	
70		#VÄRDEFEL!	
72		#VÄRDEFEL!	
74		#VÄRDEFEL!	
76		#VÄRDEFEL!	
78		#VÄRDEFEL!	

Empirical parameters estimation				
	Value+delta	Value		
Partially penetrating well				
A	2,56	2,464	K, m/s	1,09E-04
B	0,42	0,407		
ln(Re/rw)	4,43		Kkor, m/s	3,14E-04
Le/rw	31,25			
log(Le/rw)	1,495			
Fully penetrating well				
C	2,13	2,023	K, m/s	8,21E-05
ln(Re/Rw)	3,32			



Input parameters		
rc, m	0,0125	inner radius of the well casing
rw, m	0,016	radius of the gravel pack
Re, m		effective radial distance of head dissipation
Le, m	0,5	screen length
Lw, m	1,81	distance from the water table to the bottom of the well
h, m	3,3	saturated thickness of the aquifer

Adjust parameters (read from the graph)		
H0, m	0,19675	drawdown at time t=0
Ht, m	0,05558	drawdown at time t=t
t0, s	4	time at Ht=H0
t, s	12	time since Ht=H0



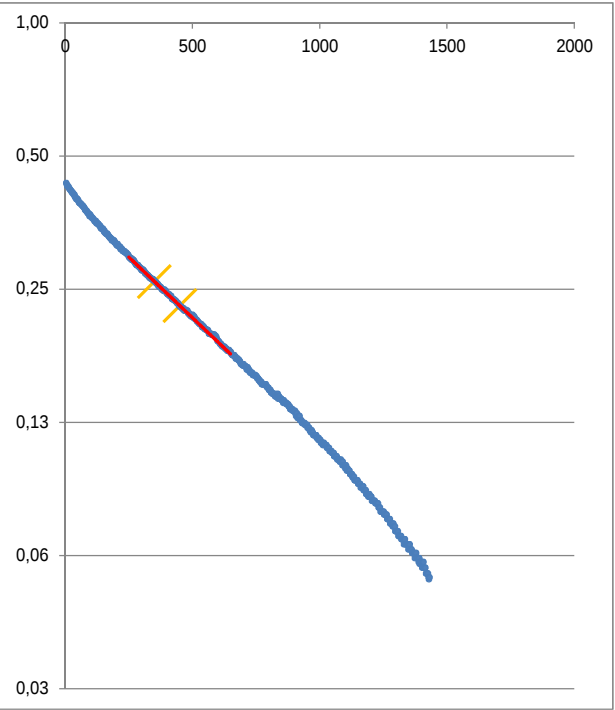
Korr faktor 2,867378

Empirical look-up table for Bouwer and Rice method of slug test analysis							
log(Lw/R)	A	B	C	D-log	Delta-A	Delta-B	Delta-C
0,5	1,738	0,229	0,835	0,18913	0	0	0
0,6891333	1,738	0,229	0,835	0,202	0,064	0,04	0,255
0,8911333	1,802	0,269	1,09	0,09817	0,068	-0,004	0,102
0,9893	1,87	0,265	1,192	0,29563	0,305	0,074	0,504
1,2849333	2,175	0,339	1,696	0,17287	0,289	0,068	0,327
1,4578	2,464	0,407	2,023	0,2277	0,593	0,083	0,675
1,6855	3,057	0,49	2,698	0,14187	0,547	0,095	0,585
1,8273667	3,604	0,585	3,283	0,15967	0,793	0,153	0,9
1,9870333	4,397	0,738	4,183	0,28377	1,625	0,365	2,549
2,2708	6,022	1,103	6,732	0,18733	1,047	0,407	1,943
2,4581333	7,069	1,51	8,675	0,21723	0,993	0,6175	1,905
2,6753667	8,062	2,1275	10,58	0,30523	1,094	0,721	1,74
2,9806	9,156	2,8485	12,32	0,29663	0,611	0,469	0,806
3,2772333	9,767	3,3175	13,126				

Objekt	P3D	Datum	2018-09-26/27	Rörlängd	5,50
Kund	Talga	Diver	V8066	Djup till gv, murök	0,97

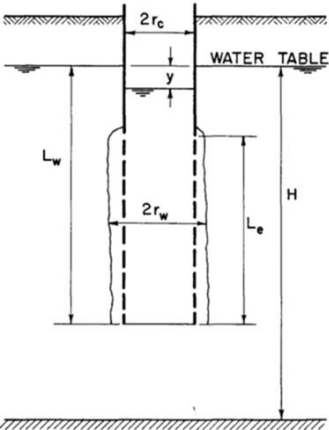
Input data			
Elapsed time, s	Water depth (H), m	Change in water level (Ht), m	Ht/H0
Static level	13,95		
2	14,38858333	0,44	1,000
4	14,38566667	0,44	0,993
6	14,38216667	0,43	0,985
8	14,37925	0,43	0,979
10	14,37925	0,43	0,979
12	14,37633333	0,43	0,972
14	14,37633333	0,43	0,972
16	14,37283333	0,42	0,964
18	14,37166667	0,42	0,961
20	14,36991667	0,42	0,957
22	14,36816667	0,42	0,953
24	14,367	0,42	0,951
26	14,36525	0,42	0,947
28	14,3635	0,41	0,943
30	14,3635	0,41	0,943
32	14,36058333	0,41	0,936
34	14,35941667	0,41	0,933
36	14,35941667	0,41	0,933
38	14,35591667	0,41	0,926
40	14,353	0,40	0,919
42	14,353	0,40	0,919
44	14,35008333	0,40	0,912
46	14,35125	0,40	0,915
48	14,35008333	0,40	0,912
50	14,34833333	0,40	0,908
52	14,34658333	0,40	0,904
54	14,34366667	0,39	0,898
56	14,34191667	0,39	0,894
58	14,34191667	0,39	0,894
60	14,34075	0,39	0,891
62	14,34075	0,39	0,891
64	14,339	0,39	0,887
66	14,33725	0,39	0,883
68	14,33608333	0,39	0,880
70	14,33608333	0,39	0,880
72	14,33433333	0,38	0,876
74	14,33316667	0,38	0,874
76	14,33141667	0,38	0,870
78	14,3285	0,38	0,863

Empirical parameters estimation			
	Value+delta	Value	
<i>Partially penetrating well</i>			
A	2,56	2,464	K, m/s 1,04E-06
B	0,42	0,407	
ln(Re/rw)	5,28		Kkorrr, m/s 2,99E-06
Le/rw	31,25		
log(Le/rw)	1,495		
<i>Fully penetrating well</i>			
C	2,13	2,023	K, m/s 7,50E-07
ln(Re/Rw)	3,80		



Input parameters		
rc, m	0,0125	inner radius of the well casing
rw, m	0,016	radius of the gravel pack
Re, m		effective radial distance of head dissipation
Le, m	0,5	screen length
Lw, m	4,53	distance from the water table to the bottom of the well
h, m	10	saturated thickness of the aquifer

Adjust parameters (read from the graph)		
H0, m	0,26067	drawdown at time t=0
Ht, m	0,22975	drawdown at time t=t
t0, s	350	time at Ht=H0
t, s	450	time since Ht=H0



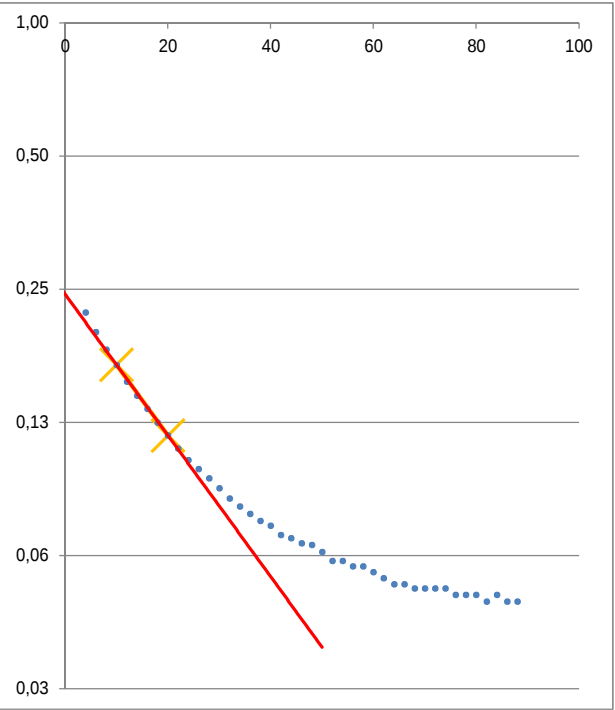
Korr faktor 2,867378

Empirical look-up table for Bouwer and Rice method of slug test analysis							
log(Lw/R)	A	B	C	D-log	Delta-A	Delta-B	Delta-C
0,5	1,738	0,229	0,835	0,18913	0	0	0
0,6891333	1,738	0,229	0,835	0,202	0,064	0,04	0,255
0,8911333	1,802	0,269	1,09	0,09817	0,068	-0,004	0,102
0,9893	1,87	0,265	1,192	0,29563	0,305	0,074	0,504
1,2849333	2,175	0,339	1,696	0,17287	0,289	0,068	0,327
1,4578	2,464	0,407	2,023	0,2277	0,593	0,083	0,675
1,6855	3,057	0,49	2,698	0,14187	0,547	0,095	0,585
1,8273667	3,604	0,585	3,283	0,15967	0,793	0,153	0,9
1,9870333	4,397	0,738	4,183	0,28377	1,625	0,365	2,549
2,2708	6,022	1,103	6,732	0,18733	1,047	0,407	1,943
2,4581333	7,069	1,51	8,675	0,21723	0,993	0,6175	1,905
2,6753667	8,062	2,1275	10,58	0,30523	1,094	0,721	1,74
2,9806	9,156	2,8485	12,32	0,29663	0,611	0,469	0,806
3,2772333	9,767	3,3175	13,126				

Objekt	P4S	Datum	2018-09-26/27	Rörlängd	1,50
Kund	Talga	Diver	W7284	Djup till gv, murök	0,25

Input data			
Elapsed time, s	Water depth (H), m	Change in water level (Ht), m	Ht/H0
Static level	10,20		
2	10,44583333	0,25	1,000
4	10,42191667	0,22	0,903
6	10,40033333	0,20	0,815
8	10,38283333	0,18	0,744
10	10,36883333	0,17	0,687
12	10,35483333	0,15	0,630
14	10,34375	0,14	0,585
16	10,33441667	0,13	0,547
18	10,32508333	0,13	0,509
20	10,31691667	0,12	0,476
22	10,30933333	0,11	0,445
24	10,30291667	0,10	0,419
26	10,29825	0,10	0,400
28	10,29358333	0,09	0,381
30	10,28891667	0,09	0,362
32	10,28425	0,08	0,343
34	10,28075	0,08	0,328
36	10,27783333	0,08	0,317
38	10,27491667	0,07	0,305
40	10,27316667	0,07	0,298
42	10,26966667	0,07	0,283
44	10,2685	0,07	0,279
46	10,26675	0,07	0,272
48	10,26616667	0,07	0,269
50	10,26383333	0,06	0,260
52	10,26091667	0,06	0,248
54	10,26091667	0,06	0,248
56	10,25916667	0,06	0,241
58	10,25916667	0,06	0,241
60	10,25741667	0,06	0,234
62	10,25566667	0,06	0,226
64	10,25391667	0,05	0,219
66	10,25391667	0,05	0,219
68	10,25275	0,05	0,215
70	10,25275	0,05	0,215
72	10,25275	0,05	0,215
74	10,25275	0,05	0,215
76	10,251	0,05	0,207
78	10,251	0,05	0,207

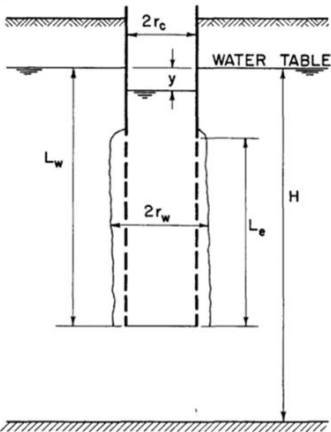
Empirical parameters estimation			
	Value+delta	Value	
Partially penetrating well			
A	2,56	2,464	K, m/s 2,35E-05
B	0,42	0,407	
ln(Re/rw)	4,10		Kkorr, m/s 6,74E-05
Le/rw	31,25		
log(Le/rw)	1,495		
Fully penetrating well			
C	2,13	2,023	K, m/s 1,79E-05
ln(Re/Rw)	3,12		



Input parameters		
rc, m	0,0125	inner radius of the well casing
rw, m	0,016	radius of the gravel pack
Re, m		effective radial distance of head dissipation
Le, m	0,5	screen length
Lw, m	1,25	distance from the water table to the bottom of the well
h, m	3,3	saturated thickness of the aquifer

Adjust parameters (read from the graph)		
H0, m	0,16883	drawdown at time t=0
Ht, m	0,11692	drawdown at time t=t
t0, s	10	time at Ht=H0
t, s	20	time since Ht=H0

Korr faktor 2,867378

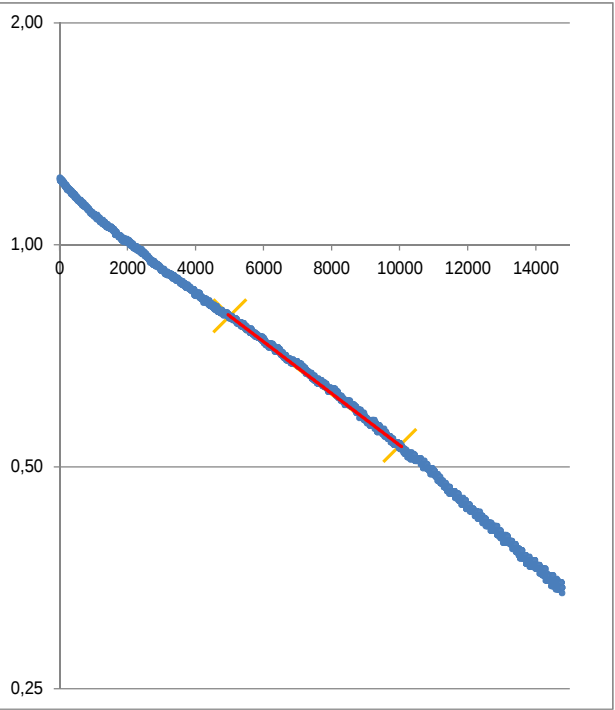


Empirical look-up table for Bouwer and Rice method of slug test analysis							
log(Lw/R)	A	B	C	D-log	Delta-A	Delta-B	Delta-C
0,5	1,738	0,229	0,835	0,18913	0	0	0
0,6891333	1,738	0,229	0,835	0,202	0,064	0,04	0,255
0,8911333	1,802	0,269	1,09	0,09817	0,068	-0,004	0,102
0,9893	1,87	0,265	1,192	0,29563	0,305	0,074	0,504
1,2849333	2,175	0,339	1,696	0,17287	0,289	0,068	0,327
1,4578	2,464	0,407	2,023	0,2277	0,593	0,083	0,675
1,6855	3,057	0,49	2,698	0,14187	0,547	0,095	0,585
1,8273667	3,604	0,585	3,283	0,15967	0,793	0,153	0,9
1,9870333	4,397	0,738	4,183	0,28377	1,625	0,365	2,549
2,2708	6,022	1,103	6,732	0,18733	1,047	0,407	1,943
2,4581333	7,069	1,51	8,675	0,21723	0,993	0,6175	1,905
2,6753667	8,062	2,1275	10,58	0,30523	1,094	0,721	1,74
2,9806	9,156	2,8485	12,32	0,29663	0,611	0,469	0,806
3,2772333	9,767	3,3175	13,126				

Objekt	P4D	Datum	2018-09-26/27	Rörlängd	2,50
Kund	Talga	Diver	W7107	Djup till gv, murök	2,02

Input data				
Elapsed time, s	Water depth (H), m	Change in water level (Ht), m	Ht/H0	
Static level	9,70			
2	10,93066667	1,23	1,000	
4	10,92875	1,23	0,998	
6	10,9345	1,23	1,003	
8	10,9345	1,23	1,003	
10	10,923	1,22	0,994	
12	10,92683333	1,23	0,997	
14	10,92875	1,23	0,998	
16	10,92491667	1,22	0,995	
18	10,92683333	1,23	0,997	
20	10,92683333	1,23	0,997	
22	10,92491667	1,22	0,995	
24	10,92875	1,23	0,998	
26	10,92875	1,23	0,998	
28	10,92683333	1,23	0,997	
30	10,92875	1,23	0,998	
32	10,923	1,22	0,994	
34	10,923	1,22	0,994	
36	10,923	1,22	0,994	
38	10,92108333	1,22	0,992	
40	10,923	1,22	0,994	
42	10,92875	1,23	0,998	
44	10,923	1,22	0,994	
46	10,923	1,22	0,994	
48	10,923	1,22	0,994	
50	10,923	1,22	0,994	
52	10,92683333	1,23	0,997	
54	10,923	1,22	0,994	
56	10,92683333	1,23	0,997	
58	10,91916667	1,22	0,991	
60	10,923	1,22	0,994	
62	10,91916667	1,22	0,991	
64	10,92683333	1,23	0,997	
66	10,91916667	1,22	0,991	
68	10,92108333	1,22	0,992	
70	10,92108333	1,22	0,992	
72	10,92108333	1,22	0,992	
74	10,92108333	1,22	0,992	
76	10,91916667	1,22	0,991	
78	10,923	1,22	0,994	

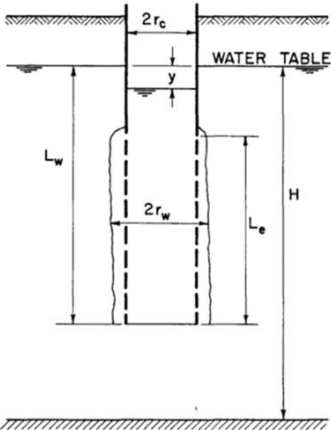
Empirical parameters estimation				
	Value+delta	Value		
Partially penetrating well				
A	2,56	2,464	K, m/s	4,09E-08
B	0,42	0,407		
ln(Re/rw)	3,24		Kkor, m/s	1,17E-07
Le/rw	31,25			
log(Le/rw)	1,495			
Fully penetrating well				
C	2,13	2,023	K, m/s	3,22E-08
ln(Re/Rw)	2,55			



Input parameters		
rc, m	0,0125	inner radius of the well casing
rw, m	0,016	radius of the gravel pack
Re, m		effective radial distance of head dissipation
Le, m	0,5	screen length
Lw, m	0,48	distance from the water table to the bottom of the well
h, m	5	saturated thickness of the aquifer

Adjust parameters (read from the graph)		
H0, m	0,80133	drawdown at time t=0
Ht, m	0,53492	drawdown at time t=t
t0, s	5000	time at Ht=H0
t, s	10000	time since Ht=H0

Korr faktor 2,867378

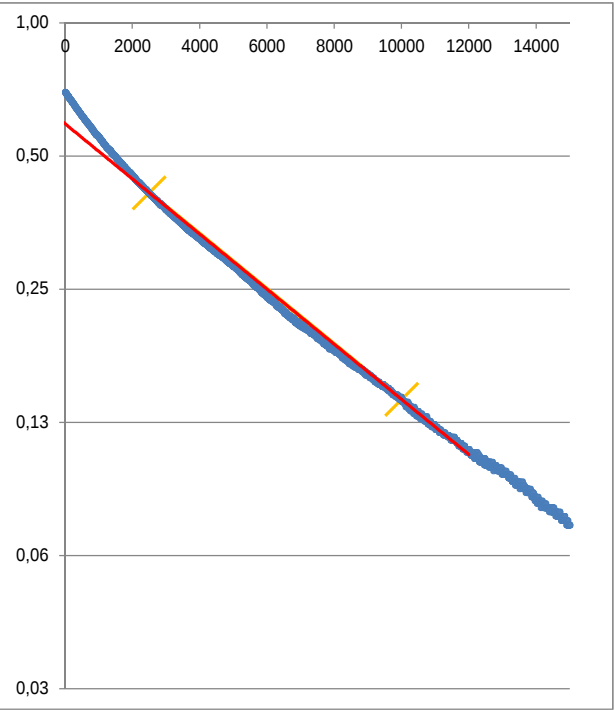


Empirical look-up table for Bouwer and Rice method of slug test analysis							
log(Lw/R)	A	B	C	D-log	Delta-A	Delta-B	Delta-C
0,5	1,738	0,229	0,835	0,18913	0	0	0
0,6891333	1,738	0,229	0,835	0,202	0,064	0,04	0,255
0,8911333	1,802	0,269	1,09	0,09817	0,068	-0,004	0,102
0,9893	1,87	0,265	1,192	0,29563	0,305	0,074	0,504
1,2849333	2,175	0,339	1,696	0,17287	0,289	0,068	0,327
1,4578	2,464	0,407	2,023	0,2277	0,593	0,083	0,675
1,6855	3,057	0,49	2,698	0,14187	0,547	0,095	0,585
1,8273667	3,604	0,585	3,283	0,15967	0,793	0,153	0,9
1,9870333	4,397	0,738	4,183	0,28377	1,625	0,365	2,549
2,2708	6,022	1,103	6,732	0,18733	1,047	0,407	1,943
2,4581333	7,069	1,51	8,675	0,21723	0,993	0,6175	1,905
2,6753667	8,062	2,1275	10,58	0,30523	1,094	0,721	1,74
2,9806	9,156	2,8485	12,32	0,29663	0,611	0,469	0,806
3,2772333	9,767	3,3175	13,126				

Objekt	P5D	Datum	2018-09-26/27	Rörlängd	2,50
Kund	Talga	Diver	T5473	Djup till gv, murök	1,59

Input data				
Elapsed time, s	Water depth (H), m	Change in water level (Ht), m	Ht/H0	
Static level	10,95			
2	11,65041667	0,70	1,000	
4	11,64925	0,70	0,998	
6	11,6475	0,70	0,996	
8	11,6475	0,70	0,996	
10	11,6475	0,70	0,996	
12	11,6475	0,70	0,996	
14	11,64575	0,70	0,993	
16	11,64575	0,70	0,993	
18	11,64575	0,70	0,993	
20	11,64575	0,70	0,993	
22	11,644	0,69	0,991	
24	11,644	0,69	0,991	
26	11,644	0,69	0,991	
28	11,644	0,69	0,991	
30	11,644	0,69	0,991	
32	11,644	0,69	0,991	
34	11,64225	0,69	0,988	
36	11,64225	0,69	0,988	
38	11,64225	0,69	0,988	
40	11,64108333	0,69	0,987	
42	11,64225	0,69	0,988	
44	11,64225	0,69	0,988	
46	11,6405	0,69	0,986	
48	11,6405	0,69	0,986	
50	11,6405	0,69	0,986	
52	11,6405	0,69	0,986	
54	11,63875	0,69	0,983	
56	11,63875	0,69	0,983	
58	11,63875	0,69	0,983	
60	11,63875	0,69	0,983	
62	11,637	0,69	0,981	
64	11,637	0,69	0,981	
66	11,637	0,69	0,981	
68	11,637	0,69	0,981	
70	11,63525	0,69	0,978	
72	11,637	0,69	0,981	
74	11,63525	0,69	0,978	
76	11,63525	0,69	0,978	
78	11,63525	0,69	0,978	

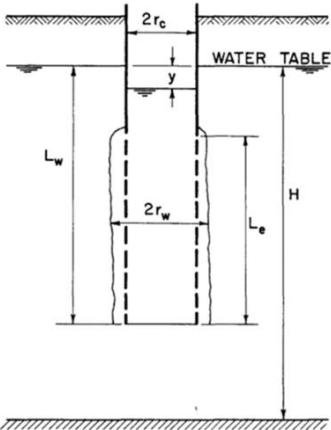
Empirical parameters estimation				
	Value+delta	Value		
Partially penetrating well				
A	2,56	2,464	K, m/s	8,55E-08
B	0,42	0,407		
ln(Re/rw)	3,82		Kkorr, m/s	2,45E-07
Le/rw	31,25			
log(Le/rw)	1,495			
Fully penetrating well				
C	2,13	2,023	K, m/s	6,58E-08
ln(Re/Rw)	2,94			



Input parameters		
rc, m	0,0125	inner radius of the well casing
rw, m	0,016	radius of the gravel pack
Re, m		effective radial distance of head dissipation
Le, m	0,5	screen length
Lw, m	0,91	distance from the water table to the bottom of the well
h, m	5	saturated thickness of the aquifer

Adjust parameters (read from the graph)		
H0, m	0,41342	drawdown at time t=0
Ht, m	0,14100	drawdown at time t=t
t0, s	2500	time at Ht=H0
t, s	10000	time since Ht=H0

Korr faktor 2,867378

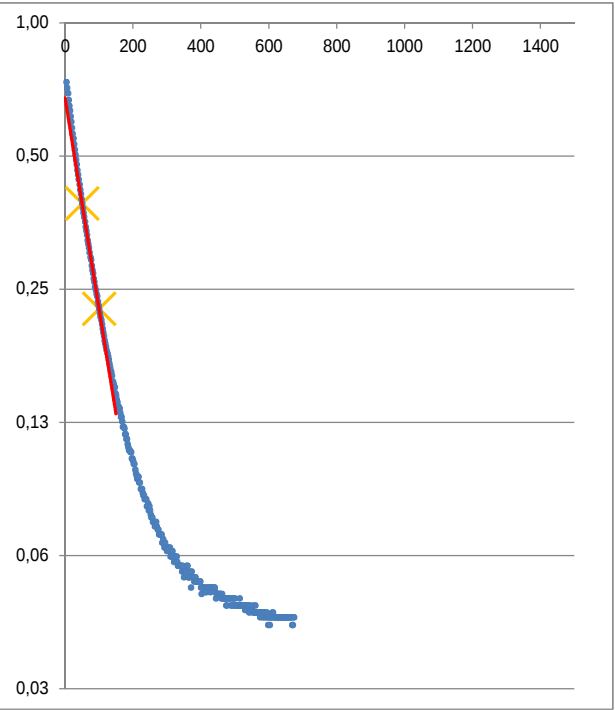


Empirical look-up table for Bouwer and Rice method of slug test analysis							
log(Lw/R)	A	B	C	D-log	Delta-A	Delta-B	Delta-C
0,5	1,738	0,229	0,835	0,18913	0	0	0
0,6891333	1,738	0,229	0,835	0,202	0,064	0,04	0,255
0,8911333	1,802	0,269	1,09	0,09817	0,068	-0,004	0,102
0,9893	1,87	0,265	1,192	0,29563	0,305	0,074	0,504
1,2849333	2,175	0,339	1,696	0,17287	0,289	0,068	0,327
1,4578	2,464	0,407	2,023	0,2277	0,593	0,083	0,675
1,6855	3,057	0,49	2,698	0,14187	0,547	0,095	0,585
1,8273667	3,604	0,585	3,283	0,15967	0,793	0,153	0,9
1,9870333	4,397	0,738	4,183	0,28377	1,625	0,365	2,549
2,2708	6,022	1,103	6,732	0,18733	1,047	0,407	1,943
2,4581333	7,069	1,51	8,675	0,21723	0,993	0,6175	1,905
2,6753667	8,062	2,1275	10,58	0,30523	1,094	0,721	1,74
2,9806	9,156	2,8485	12,32	0,29663	0,611	0,469	0,806
3,2772333	9,767	3,3175	13,126				

Objekt	P6S	Datum	2018-19-26/27	Rörlängd	2,50
Kund	Talga	Diver	V8066	Djup till gv, murök	1,00

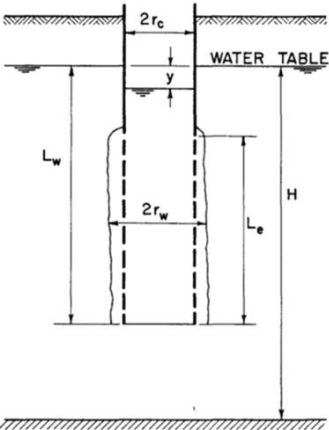
Input data			
Elapsed time, s	Water depth (H), m	Change in water level (Ht), m	Ht/H0
Static level	10,80		
2	11,55591667	0,76	1,000
4	11,53608333	0,74	0,974
6	11,5145	0,71	0,945
8	11,49408333	0,69	0,918
10	11,47075	0,67	0,887
12	11,45091667	0,65	0,861
14	11,434	0,63	0,839
16	11,41533333	0,62	0,814
18	11,39841667	0,60	0,792
20	11,37975	0,58	0,767
22	11,36283333	0,56	0,745
24	11,34883333	0,55	0,726
26	11,33308333	0,53	0,705
28	11,31791667	0,52	0,685
30	11,30391667	0,50	0,667
32	11,29166667	0,49	0,650
34	11,27941667	0,48	0,634
36	11,26541667	0,47	0,616
38	11,25433333	0,45	0,601
40	11,24383333	0,44	0,587
42	11,23158333	0,43	0,571
44	11,2205	0,42	0,556
46	11,21116667	0,41	0,544
48	11,20066667	0,40	0,530
50	11,19133333	0,39	0,518
52	11,182	0,38	0,505
54	11,17266667	0,37	0,493
56	11,16508333	0,37	0,483
58	11,15575	0,36	0,471
60	11,14641667	0,35	0,458
62	11,14	0,34	0,450
64	11,13241667	0,33	0,440
66	11,12308333	0,32	0,427
68	11,11725	0,32	0,420
70	11,11083333	0,31	0,411
72	11,10325	0,30	0,401
74	11,09566667	0,30	0,391
76	11,09216667	0,29	0,387
78	11,08341667	0,28	0,375

Empirical parameters estimation				
	Value+delta	Value		
Partially penetrating well				
A	2,56	2,464	K, m/s	7,29E-06
B	0,42	0,407		
ln(Re/rw)	4,26		Kkor, m/s	2,09E-05
Le/rw	31,25			
log(Le/rw)	1,495			
Fully penetrating well				
C	2,13	2,023	K, m/s	5,51E-06
ln(Re/Rw)	3,22			



Input parameters		
rc, m	0,0125	inner radius of the well casing
rw, m	0,016	radius of the gravel pack
Re, m		effective radial distance of head dissipation
Le, m	0,5	screen length
Lw, m	1,50	distance from the water table to the bottom of the well
h, m	3	saturated thickness of the aquifer

Adjust parameters (read from the graph)		
H0, m	0,39133	drawdown at time t=0
Ht, m	0,22625	drawdown at time t=t
t0, s	50	time at Ht=H0
t, s	100	time since Ht=H0



Korr faktor 2,867378

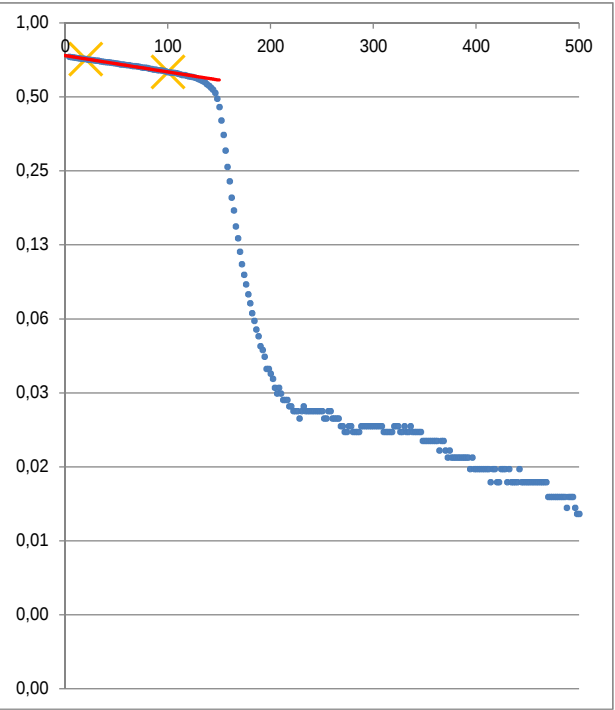
Empirical look-up table for Bouwer and Rice method of slug test analysis							
log(Lw/R)	A	B	C	D-log	Delta-A	Delta-B	Delta-C
0,5	1,738	0,229	0,835	0,18913	0	0	0
0,6891333	1,738	0,229	0,835	0,202	0,064	0,04	0,255
0,8911333	1,802	0,269	1,09	0,09817	0,068	-0,004	0,102
0,9893	1,87	0,265	1,192	0,29563	0,305	0,074	0,504
1,2849333	2,175	0,339	1,696	0,17287	0,289	0,068	0,327
1,4578	2,464	0,407	2,023	0,2277	0,593	0,083	0,675
1,6855	3,057	0,49	2,698	0,14187	0,547	0,095	0,585
1,8273667	3,604	0,585	3,283	0,15967	0,793	0,153	0,9
1,9870333	4,397	0,738	4,183	0,28377	1,625	0,365	2,549
2,2708	6,022	1,103	6,732	0,18733	1,047	0,407	1,943
2,4581333	7,069	1,51	8,675	0,21723	0,993	0,6175	1,905
2,6753667	8,062	2,1275	10,58	0,30523	1,094	0,721	1,74
2,9806	9,156	2,8485	12,32	0,29663	0,611	0,469	0,806
3,2772333	9,767	3,3175	13,126				

Objekt	P6D	Datum	2018-09-26/27	Rörlängd	3,50
Kund	Talga	Diver	W7444	Djup till gv, murök	1,29

Kommentar
 Kraftig förändring i lutning kan eventuellt bero på materialsläpp längs med röret, dvs vatten rör sig i vertikal riktning längs med öppet rum som uppstått till följd av markstörning vid installation

Input data			
Elapsed time, s	Water depth (H), m	Change in water level (Ht), m	Ht/H0
Static level	11,19		
2	11,92225	0,73	1,000
4	11,9193333	0,73	0,996
6	11,917	0,73	0,993
8	11,9158333	0,73	0,991
10	11,9140833	0,72	0,989
12	11,91116667	0,72	0,985
14	11,9088333	0,72	0,982
16	11,9070833	0,72	0,979
18	11,90591667	0,72	0,978
20	11,90416667	0,71	0,975
22	11,90125	0,71	0,971
24	11,8995	0,71	0,969
26	11,89775	0,71	0,967
28	11,8965833	0,71	0,965
30	11,8948333	0,70	0,963
32	11,89366667	0,70	0,961
34	11,89016667	0,70	0,956
36	11,88725	0,70	0,952
38	11,8860833	0,70	0,951
40	11,8825833	0,69	0,946
42	11,88375	0,69	0,947
44	11,882	0,69	0,945
46	11,8785	0,69	0,940
48	11,8773333	0,69	0,939
50	11,87441667	0,68	0,935
52	11,87266667	0,68	0,932
54	11,86975	0,68	0,928
56	11,86916667	0,68	0,928
58	11,86741667	0,68	0,925
60	11,86566667	0,68	0,923
62	11,8645	0,67	0,921
64	11,861	0,67	0,916
66	11,8598333	0,67	0,915
68	11,85866667	0,67	0,913
70	11,8563333	0,67	0,910
72	11,8545833	0,66	0,908
74	11,85166667	0,66	0,904
76	11,84991667	0,66	0,901
78	11,84875	0,66	0,900

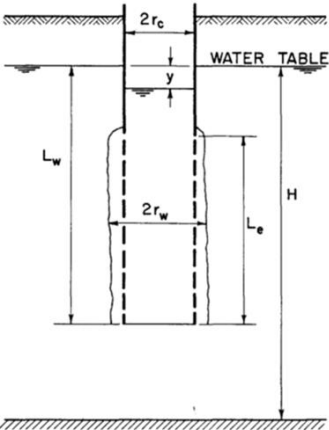
Empirical parameters estimation				
	Value+delta	Value		
Partially penetrating well				
A	2,56	2,464	K, m/s	1,10E-06
B	0,42	0,407		
ln(Re/rw)	4,61		Kkorr, m/s	3,16E-06
Le/rw	31,25			
log(Le/rw)	1,495			
Fully penetrating well				
C	2,13	2,023	K, m/s	8,20E-07
ln(Re/Rw)	3,43			



Input parameters		
rc, m	0,0125	inner radius of the well casing
rw, m	0,016	radius of the gravel pack
Re, m		effective radial distance of head dissipation
Le, m	0,5	screen length
Lw, m	2,21	distance from the water table to the bottom of the well
h, m	3,3	saturated thickness of the aquifer

Adjust parameters (read from the graph)		
H0, m	0,71417	drawdown at time t=0
Ht, m	0,63192	drawdown at time t=t
t0, s	20	time at Ht=H0
t, s	100	time since Ht=H0

Korr faktor 2,867378

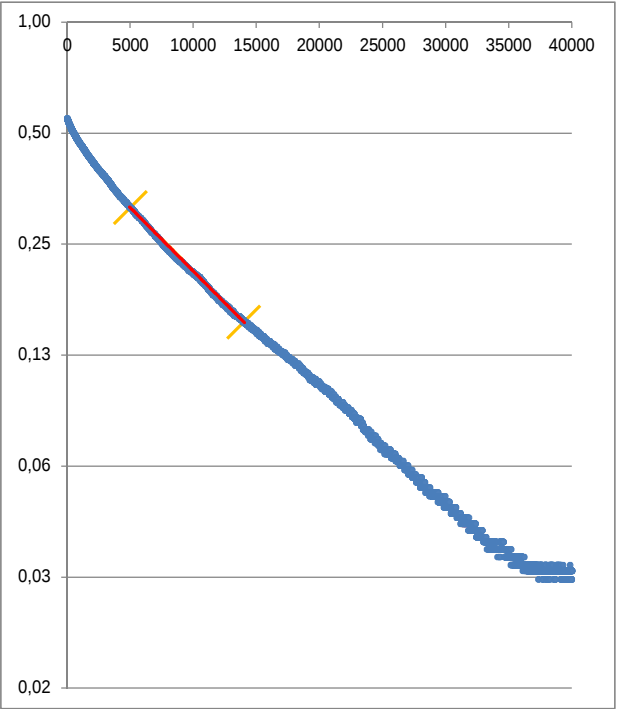


Empirical look-up table for Bouwer and Rice method of slug test analysis							
log(Lw/R)	A	B	C	D-log	Delta-A	Delta-B	Delta-C
0,5	1,738	0,229	0,835	0,18913	0	0	0
0,6891333	1,738	0,229	0,835	0,202	0,064	0,04	0,255
0,8911333	1,802	0,269	1,09	0,09817	0,068	-0,004	0,102
0,9893	1,87	0,265	1,192	0,29563	0,305	0,074	0,504
1,2849333	2,175	0,339	1,696	0,17287	0,289	0,068	0,327
1,4578	2,464	0,407	2,023	0,2277	0,593	0,083	0,675
1,6855	3,057	0,49	2,698	0,14187	0,547	0,095	0,585
1,8273667	3,604	0,585	3,283	0,15967	0,793	0,153	0,9
1,9870333	4,397	0,738	4,183	0,28377	1,625	0,365	2,549
2,2708	6,022	1,103	6,732	0,18733	1,047	0,407	1,943
2,4581333	7,069	1,51	8,675	0,21723	0,993	0,6175	1,905
2,6753667	8,062	2,1275	10,58	0,30523	1,094	0,721	1,74
2,9806	9,156	2,8485	12,32	0,29663	0,611	0,469	0,806
3,2772333	9,767	3,3175	13,126				

Objekt	P7	Datum	2018-09-26/27	Rörlängd	1,50
Kund	Talga	Diver	W7453	Djup till gv, murök	1,00

Input data			
Elapsed time, s	Water depth (H), m	Change in water level (Ht), m	Ht/H0
Static level	10,10		
2	10,65	0,55	1,000
4	10,64883333	0,55	0,998
6	10,64883333	0,55	0,998
8	10,64883333	0,55	0,998
10	10,64883333	0,55	0,998
12	10,64883333	0,55	0,998
14	10,64708333	0,55	0,995
16	10,64708333	0,55	0,995
18	10,64708333	0,55	0,995
20	10,64708333	0,55	0,995
22	10,64533333	0,55	0,992
24	10,64825	0,55	0,997
26	10,64708333	0,55	0,995
28	10,64533333	0,55	0,992
30	10,64533333	0,55	0,992
32	10,64708333	0,55	0,995
34	10,64533333	0,55	0,992
36	10,64533333	0,55	0,992
38	10,64533333	0,55	0,992
40	10,64358333	0,54	0,988
42	10,64358333	0,54	0,988
44	10,64358333	0,54	0,988
46	10,64358333	0,54	0,988
48	10,64358333	0,54	0,988
50	10,64241667	0,54	0,986
52	10,64241667	0,54	0,986
54	10,64241667	0,54	0,986
56	10,64241667	0,54	0,986
58	10,64241667	0,54	0,986
60	10,64241667	0,54	0,986
62	10,64241667	0,54	0,986
64	10,64066667	0,54	0,983
66	10,64066667	0,54	0,983
68	10,64066667	0,54	0,983
70	10,64066667	0,54	0,983
72	10,64066667	0,54	0,983
74	10,64066667	0,54	0,983
76	10,64066667	0,54	0,983
78	10,63891667	0,54	0,980

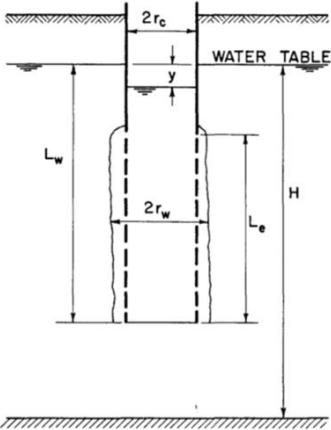
Empirical parameters estimation				
	Value+delta	Value		
Partially penetrating well				
A	2,56	2,464	K, m/s	4,05E-08
B	0,42	0,407		
ln(Re/rw)	3,27		Kkorr, m/s	1,16E-07
Le/rw	31,25			
log(Le/rw)	1,495			
Fully penetrating well				
C	2,13	2,023	K, m/s	3,20E-08
ln(Re/Rw)	2,58			



Input parameters		
rc, m	0,0125	inner radius of the well casing
rw, m	0,016	radius of the gravel pack
Re, m		effective radial distance of head dissipation
Le, m	0,5	screen length
Lw, m	0,50	distance from the water table to the bottom of the well
h, m	3,3	saturated thickness of the aquifer

Adjust parameters (read from the graph)		
H0, m	0,31433	drawdown at time t=0
Ht, m	0,15392	drawdown at time t=t
t0, s	5000	time at Ht=H0
t, s	14000	time since Ht=H0

Korr faktor 2,867378



Empirical look-up table for Bouwer and Rice method of slug test analysis							
log(Lw/R)	A	B	C	D-log	Delta-A	Delta-B	Delta-C
0,5	1,738	0,229	0,835	0,18913	0	0	0
0,6891333	1,738	0,229	0,835	0,202	0,064	0,04	0,255
0,8911333	1,802	0,269	1,09	0,09817	0,068	-0,004	0,102
0,9893	1,87	0,265	1,192	0,29563	0,305	0,074	0,504
1,2849333	2,175	0,339	1,696	0,17287	0,289	0,068	0,327
1,4578	2,464	0,407	2,023	0,2277	0,593	0,083	0,675
1,6855	3,057	0,49	2,698	0,14187	0,547	0,095	0,585
1,8273667	3,604	0,585	3,283	0,15967	0,793	0,153	0,9
1,9870333	4,397	0,738	4,183	0,28377	1,625	0,365	2,549
2,2708	6,022	1,103	6,732	0,18733	1,047	0,407	1,943
2,4581333	7,069	1,51	8,675	0,21723	0,993	0,6175	1,905
2,6753667	8,062	2,1275	10,58	0,30523	1,094	0,721	1,74
2,9806	9,156	2,8485	12,32	0,29663	0,611	0,469	0,806
3,2772333	9,767	3,3175	13,126				

BILAGA 3

Analysresultat

Rapport

Sida 1 (12)



T1830902

149MME6YEGA



Ankomstdatum **2018-10-08**
Utfärdad **2018-10-30**

SWECO Environment AB
Dmytro Siergieiev

Västra Varvsgatan 11
972 36 Luleå
Sweden

Projekt
Bestnr **13006723**

Analys av grundvatten

Er beteckning	GWB 3S					
Provtagare	Dmytro Siergieiev					
Provtagningsdatum	2018-10-05					
Labnummer	O11054330					
Parameter	Resultat	Osäkerhet (±)	Enhet	Metod	Utf	Sign
GV-3 Plus	-----			1	O	MISW
Ca	7.54	0.58	mg/l	2	R	VITA
Fe	0.567	0.039	mg/l	2	R	VITA
K	2.29	0.17	mg/l	2	R	VITA
Mg	2.04	0.13	mg/l	2	R	VITA
Na	2.68	0.19	mg/l	2	R	VITA
Si	4.59	0.29	mg/l	2	R	VITA
Al	9.73	1.81	µg/l	2	H	VITA
As	0.240	0.053	µg/l	2	H	VITA
Ba	18.2	3.3	µg/l	2	H	VITA
Cd	0.0326	0.0052	µg/l	2	H	VITA
Co	7.51	1.31	µg/l	2	H	VITA
Cr	0.116	0.028	µg/l	2	H	VITA
Cu	1.23	0.27	µg/l	2	H	VITA
Hg	<0.002		µg/l	2	F	VITA
Mn	241	15	µg/l	2	R	VITA
Mo	1.16	0.21	µg/l	2	H	VITA
Ni	4.35	0.88	µg/l	2	H	VITA
P	10.1	2.0	µg/l	2	H	VITA
Pb	0.127	0.024	µg/l	2	H	VITA
Sr	22.2	2.2	µg/l	2	R	VITA
Zn	578	39	µg/l	2	R	VITA
V	0.334	0.065	µg/l	2	H	VITA
totalhårdhet *	1.53		°dH	3	1	VITA
U	0.141	0.026	µg/l	4	H	ULKA
turbiditet	1500		FNU	5	1	MISW
konduktivitet	8.2		mS/m	6	1	MISW
pH	6.7			7	1	MISW
alkalinitet	38	3.1	mg HCO ₃ /l	8	J	MISW
nitrit	<0.01		mg/l	9	1	MISW
nitritkväve	<0.002		mg/l	9	1	MISW
CODMn	8.30	2.49	mg/l	10	2	ERJA
ammonium	0.051	0.008	mg/l	10	2	ERJA
ammoniumkväve	<0.040		mg/l	10	2	ERJA

Rapport

Sida 2 (12)



T1830902

149MME6YEGA



Er beteckning	GWB 3S					
Provtagare	Dmytro Sergieiev					
Provtagningsdatum	2018-10-05					
Labnummer	O11054330					
Parameter	Resultat	Osäkerhet (±)	Enhet	Metod	Utf	Sign
fosfat	<0.040		mg/l	10	2	ERJA
fosfatfosfor	<0.010		mg/l	10	2	ERJA
nitrat	<0.50		mg/l	10	2	STGR
nitratkväve	<0.10		mg/l	10	2	STGR
fluorid	<0.20		mg/l	10	2	STGR
klorid	0.81	0.12	mg/l	10	2	STGR
sulfat	8.45	1.27	mg/l	10	2	STGR
DOC	10.4	2.09	mg/l	11	2	ERJA

Rapport

Sida 3 (12)



T1830902

149MME6YEGA



Er beteckning	GWB 1S					
Provtagare	Dmytro Sergieiev					
Provtagningsdatum	2018-10-05					
Labnummer	O11054331					
Parameter	Resultat	Osäkerhet (±)	Enhet	Metod	Utf	Sign
GV-3 Plus	-----			1	O	MISW
Ca	8.16	0.63	mg/l	2	R	VITA
Fe	0.0986	0.0075	mg/l	2	R	VITA
K	3.20	0.23	mg/l	2	R	VITA
Mg	2.35	0.15	mg/l	2	R	VITA
Na	3.29	0.24	mg/l	2	R	VITA
Si	6.41	0.40	mg/l	2	R	VITA
Al	41.3	7.7	µg/l	2	H	VITA
As	1.28	0.22	µg/l	2	H	VITA
Ba	24.0	4.1	µg/l	2	R	VITA
Cd	0.0246	0.0045	µg/l	2	H	VITA
Co	3.66	0.65	µg/l	2	H	VITA
Cr	0.398	0.081	µg/l	2	H	VITA
Cu	1.74	0.34	µg/l	2	H	VITA
Hg	<0.002		µg/l	2	F	VITA
Mn	97.1	6.0	µg/l	2	R	VITA
Mo	1.21	0.22	µg/l	2	H	VITA
Ni	3.65	0.71	µg/l	2	H	VITA
P	4.84	1.04	µg/l	2	H	VITA
Pb	0.0166	0.0040	µg/l	2	H	VITA
Sr	33.1	3.3	µg/l	2	R	VITA
Zn	11.5	1.8	µg/l	2	R	VITA
V	1.16	0.22	µg/l	2	H	VITA
totalhårdhet *	1.68		°dH	3	1	VITA
U	0.218	0.040	µg/l	4	H	ULKA
turbiditet	380		FNU	5	1	MISW
konduktivitet	8.78		mS/m	6	1	MISW
pH	6.3			7	1	MISW
alkalinitet	35	2.8	mg HCO ₃ /l	8	J	MISW
nitrit	<0.01		mg/l	9	1	MISW
nitritkväve	<0.002		mg/l	9	1	MISW
CODMn	6.17	1.85	mg/l	10	2	ERJA
ammonium	<0.050		mg/l	10	2	ERJA
ammoniumkväve	<0.040		mg/l	10	2	ERJA
fosfat	<0.040		mg/l	10	2	ERJA
fosfatfosfor	<0.010		mg/l	10	2	ERJA
nitrat	<0.50		mg/l	10	2	STGR
nitratkväve	<0.10		mg/l	10	2	STGR
fluorid	<0.20		mg/l	10	2	STGR
klorid	3.02	0.45	mg/l	10	2	STGR
sulfat	5.37	0.81	mg/l	10	2	STGR
DOC	3.09	0.62	mg/l	11	2	ERJA

Rapport

Sida 4 (12)



T1830902

149MME6YEGA



Er beteckning	GWB 4D					
Provtagare	Dmytro Sergieiev					
Provtagningsdatum	2018-10-05					
Labnummer	O11054332					
Parameter	Resultat	Osäkerhet (±)	Enhet	Metod	Utf	Sign
GV-3 Plus	-----			1	O	VITA
Ca	11.0	0.9	mg/l	2	R	VITA
Fe	0.00784	0.00161	mg/l	2	H	VITA
K	4.71	0.33	mg/l	2	R	VITA
Mg	2.56	0.17	mg/l	2	R	VITA
Na	2.67	0.20	mg/l	2	R	VITA
Si	6.93	0.43	mg/l	2	R	VITA
Al	3.61	0.76	µg/l	2	H	VITA
As	<0.05		µg/l	2	H	VITA
Ba	4.65	0.86	µg/l	2	H	VITA
Cd	0.00264	0.00130	µg/l	2	H	VITA
Co	3.87	0.69	µg/l	2	H	VITA
Cr	0.200	0.039	µg/l	2	H	VITA
Cu	9.35	1.67	µg/l	2	H	VITA
Hg	<0.002		µg/l	2	F	VITA
Mn	24.7	1.6	µg/l	2	R	VITA
Mo	0.311	0.059	µg/l	2	H	VITA
Ni	18.7	3.5	µg/l	2	H	VITA
P	11.3	2.3	µg/l	2	H	VITA
Pb	0.0120	0.0032	µg/l	2	H	VITA
Sr	5.34	0.55	µg/l	2	R	VITA
Zn	206	14	µg/l	2	R	VITA
V	0.411	0.075	µg/l	2	H	VITA
totalhårdhet *	2.13		°dH	3	1	VITA
U	0.0186	0.0034	µg/l	4	H	ULKA
turbiditet	440		FNU	5	1	MISW
konduktivitet	10.9		mS/m	6	1	MISW
pH	6.8			7	1	MISW
alkalinitet	48		mg HCO ₃ /l	8	1	MISW
nitrit	<0.01		mg/l	9	1	MISW
nitritkväve	<0.002		mg/l	9	1	MISW
CODMn	3.05	0.92	mg/l	10	2	ERJA
ammonium	<0.050		mg/l	10	2	ERJA
ammoniumkväve	<0.040		mg/l	10	2	ERJA
fosfat	<0.040		mg/l	10	2	ERJA
fosfatfosfor	<0.010		mg/l	10	2	ERJA
nitrat	<0.50		mg/l	10	2	STGR
nitratkväve	<0.10		mg/l	10	2	STGR
fluorid	<0.20		mg/l	10	2	STGR
klorid	0.72	0.11	mg/l	10	2	STGR
sulfat	9.52	1.43	mg/l	10	2	STGR
DOC	1.07	0.21	mg/l	11	2	ERJA

Rapport

Sida 5 (12)



T1830902

149MME6YEGA



Er beteckning	SW1					
Provtagare	Dmytro Sergieiev					
Provtagningsdatum	2018-10-05					
Labnummer	O11054333					
Parameter	Resultat	Osäkerhet ($\pm$)	Enhet	Metod	Utf	Sign
GV-3 Plus	-----			1	O	MISW
Ca	13.1	1.0	mg/l	2	R	VITA
Fe	0.109	0.008	mg/l	2	R	VITA
K	1.72	0.13	mg/l	2	R	VITA
Mg	2.20	0.15	mg/l	2	R	VITA
Na	1.81	0.14	mg/l	2	R	VITA
Si	5.24	0.33	mg/l	2	R	VITA
Al	15.8	3.1	μ g/l	2	H	VITA
As	<0.05		μ g/l	2	H	VITA
Ba	8.00	1.46	μ g/l	2	H	VITA
Cd	<0.002		μ g/l	2	H	VITA
Co	0.143	0.027	μ g/l	2	H	VITA
Cr	0.143	0.028	μ g/l	2	H	VITA
Cu	0.993	0.200	μ g/l	2	H	VITA
Hg	<0.002		μ g/l	2	F	VITA
Mn	2.07	0.42	μ g/l	2	H	VITA
Mo	0.0869	0.0181	μ g/l	2	H	VITA
Ni	0.901	0.174	μ g/l	2	H	VITA
P	<1		μ g/l	2	H	VITA
Pb	<0.01		μ g/l	2	H	VITA
Sr	11.7	1.2	μ g/l	2	R	VITA
Zn	0.513	0.177	μ g/l	2	H	VITA
V	0.0778	0.0149	μ g/l	2	H	VITA
totalhårdhet *	2.34		$^{\circ}$ dH	3	1	VITA
U	0.00567	0.00118	μ g/l	4	H	ULKA
turbiditet	0.37	0.084	FNU	5	J	MISW
konduktivitet	9.57	1.1	mS/m	6	J	MISW
pH	7.1	0.21		7	J	MISW
alkalinitet	48	3.8	mg HCO ₃ /l	8	J	MISW
nitrit	<0.01		mg/l	9	1	MISW
nitritkväve	<0.002		mg/l	9	1	MISW
CODMn	3.30	0.99	mg/l	10	2	ERJA
ammonium	<0.050		mg/l	10	2	ERJA
ammoniumkväve	<0.040		mg/l	10	2	ERJA
fosfat	<0.040		mg/l	10	2	ERJA
fosfatfosfor	<0.010		mg/l	10	2	ERJA
nitrat	<0.50		mg/l	10	2	STGR
nitratkväve	<0.10		mg/l	10	2	STGR
fluorid	<0.20		mg/l	10	2	STGR
klorid	0.88	0.13	mg/l	10	2	STGR
sulfat	5.58	0.84	mg/l	10	2	STGR
DOC	3.83	0.77	mg/l	11	2	ERJA

Rapport

Sida 6 (12)



T1830902

149MME6YEGA



Er beteckning	SW2					
Provtagare	Dmytro Sergieiev					
Provtagningsdatum	2018-10-05					
Labnummer	O11054334					
Parameter	Resultat	Osäkerhet ($\pm$)	Enhet	Metod	Utf	Sign
GV-3 Plus	-----			1	O	MISW
Ca	13.6	1.1	mg/l	2	R	VITA
Fe	0.0313	0.0024	mg/l	2	R	VITA
K	1.12	0.08	mg/l	2	R	VITA
Mg	1.87	0.12	mg/l	2	R	VITA
Na	2.07	0.16	mg/l	2	R	VITA
Si	4.75	0.30	mg/l	2	R	VITA
Al	17.7	3.4	μ g/l	2	H	VITA
As	<0.05		μ g/l	2	H	VITA
Ba	6.48	1.19	μ g/l	2	H	VITA
Cd	<0.002		μ g/l	2	H	VITA
Co	0.0581	0.0129	μ g/l	2	H	VITA
Cr	0.0934	0.0301	μ g/l	2	H	VITA
Cu	0.656	0.126	μ g/l	2	H	VITA
Hg	<0.002		μ g/l	2	F	VITA
Mn	3.06	0.28	μ g/l	2	R	VITA
Mo	0.0552	0.0115	μ g/l	2	H	VITA
Ni	1.00	0.20	μ g/l	2	H	VITA
P	2.39	0.56	μ g/l	2	H	VITA
Pb	<0.01		μ g/l	2	H	VITA
Sr	33.2	3.3	μ g/l	2	R	VITA
Zn	1.90	0.40	μ g/l	2	H	VITA
V	0.0919	0.0173	μ g/l	2	H	VITA
totalhårdhet *	2.34		$^{\circ}$ dH	3	1	VITA
U	0.00176	0.00052	μ g/l	4	H	ULKA
turbiditet	0.31	0.070	FNU	5	J	MISW
konduktivitet	9.26	1.1	mS/m	6	J	MISW
pH	7.1	0.21		7	J	MISW
alkalinitet	44	3.5	mg HCO ₃ /l	8	J	MISW
nitrit	<0.01		mg/l	9	1	MISW
nitritkväve	<0.002		mg/l	9	1	MISW
CODMn	6.78	2.03	mg/l	10	2	ERJA
ammonium	<0.050		mg/l	10	2	ERJA
ammoniumkväve	<0.040		mg/l	10	2	ERJA
fosfat	<0.040		mg/l	10	2	ERJA
fosfatfosfor	<0.010		mg/l	10	2	ERJA
nitrat	<0.50		mg/l	10	2	STGR
nitratkväve	<0.10		mg/l	10	2	STGR
fluorid	<0.20		mg/l	10	2	STGR
klorid	0.72	0.11	mg/l	10	2	STGR
sulfat	6.58	0.99	mg/l	10	2	STGR
DOC	6.38	1.28	mg/l	11	2	ERJA

Rapport

Sida 7 (12)



T1830902

149MME6YEGA



Er beteckning	SW3					
Provtagare	Dmytro Sergieiev					
Provtagningsdatum	2018-10-05					
Labnummer	O11054335					
Parameter	Resultat	Osäkerhet ($\pm$)	Enhet	Metod	Utf	Sign
GV-3 Plus	-----			1	O	MISW
Ca	6.15	0.47	mg/l	2	R	VITA
Fe	0.0187	0.0036	mg/l	2	H	VITA
K	1.11	0.08	mg/l	2	R	VITA
Mg	1.92	0.12	mg/l	2	R	VITA
Na	1.71	0.14	mg/l	2	R	VITA
Si	1.18	0.07	mg/l	2	R	VITA
Al	7.91	3.65	μ g/l	2	H	VITA
As	<0.05		μ g/l	2	H	VITA
Ba	3.31	0.61	μ g/l	2	H	VITA
Cd	0.00231	0.00102	μ g/l	2	H	VITA
Co	0.0962	0.0212	μ g/l	2	H	VITA
Cr	0.0837	0.0376	μ g/l	2	H	VITA
Cu	0.793	0.162	μ g/l	2	H	VITA
Hg	<0.002		μ g/l	2	F	VITA
Mn	1.29	0.25	μ g/l	2	H	VITA
Mo	0.0508	0.0135	μ g/l	2	H	VITA
Ni	3.33	0.75	μ g/l	2	H	VITA
P	1.52	0.51	μ g/l	2	H	VITA
Pb	0.0148	0.0040	μ g/l	2	H	VITA
Sr	10.0	1.0	μ g/l	2	R	VITA
Zn	3.41	0.75	μ g/l	2	H	VITA
V	0.110	0.031	μ g/l	2	H	VITA
totalhårdhet *	1.30		°dH	3	1	VITA
U	0.00328	0.00124	μ g/l	4	H	ULKA
turbiditet	0.49	0.11	FNU	5	J	MISW
konduktivitet	6.22	0.75	mS/m	6	J	MISW
pH	7.1	0.21		7	J	MISW
alkalinitet	17	1.9	mg HCO ₃ /l	8	J	MISW
nitrit	<0.01		mg/l	9	1	MISW
nitritkväve	<0.002		mg/l	9	1	MISW
CODMn	2.45	0.73	mg/l	10	2	ERJA
ammonium	<0.050		mg/l	10	2	ERJA
ammoniumkväve	<0.040		mg/l	10	2	ERJA
fosfat	<0.040		mg/l	10	2	ERJA
fosfatfosfor	<0.010		mg/l	10	2	ERJA
nitrat	<0.50		mg/l	10	2	STGR
nitratkväve	<0.10		mg/l	10	2	STGR
fluorid	<0.20		mg/l	10	2	STGR
klorid	<0.50		mg/l	10	2	STGR
sulfat	10.1	1.51	mg/l	10	2	STGR
DOC	4.56	0.91	mg/l	11	2	ERJA

Rapport

Sida 8 (12)



T1830902

149MME6YEGA



Er beteckning	SW4					
Provtagare	Dmytro Sergieiev					
Provtagningsdatum	2018-10-05					
Labnummer	O11054336					
Parameter	Resultat	Osäkerhet ($\pm$)	Enhet	Metod	Utf	Sign
GV-3 Plus	-----			1	O	MISW
Ca	5.38	0.42	mg/l	2	R	VITA
Fe	0.0225	0.0020	mg/l	2	R	VITA
K	0.976	0.070	mg/l	2	R	VITA
Mg	1.48	0.10	mg/l	2	R	VITA
Na	1.52	0.11	mg/l	2	R	VITA
Si	1.18	0.07	mg/l	2	R	VITA
Al	8.03	1.69	μ g/l	2	H	VITA
As	<0.05		μ g/l	2	H	VITA
Ba	3.01	0.55	μ g/l	2	H	VITA
Cd	<0.002		μ g/l	2	H	VITA
Co	0.0505	0.0179	μ g/l	2	H	VITA
Cr	0.0733	0.0148	μ g/l	2	H	VITA
Cu	0.776	0.155	μ g/l	2	H	VITA
Hg	<0.002		μ g/l	2	F	VITA
Mn	1.89	0.33	μ g/l	2	H	VITA
Mo	<0.05		μ g/l	2	H	VITA
Ni	2.01	0.41	μ g/l	2	H	VITA
P	2.24	0.59	μ g/l	2	H	VITA
Pb	<0.01		μ g/l	2	H	VITA
Sr	10.5	1.1	μ g/l	2	R	VITA
Zn	1.97	0.48	μ g/l	2	H	VITA
V	0.0659	0.0176	μ g/l	2	H	VITA
totalhårdhet *	1.09		$^{\circ}$ dH	3	1	VITA
U	0.00265	0.00073	μ g/l	4	H	ULKA
turbiditet	0.51	0.056	FNU	5	J	MISW
konduktivitet	5.17	0.62	mS/m	6	J	MISW
pH	7.1	0.21		7	J	MISW
alkalinitet	16	1.7	mg HCO ₃ /l	8	J	MISW
nitrit	<0.01		mg/l	9	1	MISW
nitritkväve	<0.002		mg/l	9	1	MISW
CODMn	3.26	0.98	mg/l	10	2	ERJA
ammonium	<0.050		mg/l	10	2	ERJA
ammoniumkväve	<0.040		mg/l	10	2	ERJA
fosfat	<0.040		mg/l	10	2	ERJA
fosfatfosfor	<0.010		mg/l	10	2	ERJA
nitrat	<0.50		mg/l	10	2	STGR
nitratkväve	<0.10		mg/l	10	2	STGR
fluorid	<0.20		mg/l	10	2	STGR
klorid	<0.50		mg/l	10	2	STGR
sulfat	7.71	1.16	mg/l	10	2	STGR
DOC	4.62	0.92	mg/l	11	2	ERJA

Rapport

Sida 9 (12)



T1830902

149MME6YEGA



Er beteckning	SW5					
Provtagare	Dmytro Sergieiev					
Provtagningsdatum	2018-10-05					
Labnummer	O11054337					
Parameter	Resultat	Osäkerhet ($\pm$)	Enhet	Metod	Utf	Sign
GV-3 Plus	-----			1	O	MISW
Ca	13.9	1.1	mg/l	2	R	VITA
Fe	1.10	0.08	mg/l	2	R	VITA
K	1.69	0.13	mg/l	2	R	VITA
Mg	2.44	0.16	mg/l	2	R	VITA
Na	1.96	0.16	mg/l	2	R	VITA
Si	5.15	0.32	mg/l	2	R	VITA
Al	88.4	16.4	μ g/l	2	H	ULKA
As	<0.05		μ g/l	2	H	VITA
Ba	6.22	1.14	μ g/l	2	H	VITA
Cd	0.00940	0.00172	μ g/l	2	H	VITA
Co	5.21	0.92	μ g/l	2	H	VITA
Cr	0.987	0.190	μ g/l	2	H	VITA
Cu	2.25	0.48	μ g/l	2	H	VITA
Hg	<0.002		μ g/l	2	F	VITA
Mn	24.2	1.7	μ g/l	2	R	VITA
Mo	0.0740	0.0146	μ g/l	2	H	VITA
Ni	8.75	1.73	μ g/l	2	H	VITA
P	7.75	1.66	μ g/l	2	H	VITA
Pb	<0.01		μ g/l	2	H	VITA
Sr	16.4	1.6	μ g/l	2	R	VITA
Zn	3.81	0.84	μ g/l	2	H	VITA
V	1.93	0.36	μ g/l	2	H	VITA
totalhårdhet *	2.51		$^{\circ}$ dH	3	1	VITA
U	0.0747	0.0138	μ g/l	4	H	ULKA
turbiditet	3.6	0.40	FNU	5	J	MISW
konduktivitet	11.2	1.3	mS/m	6	J	MISW
pH	6.4	0.19		7	J	MISW
alkalinitet	22	2.4	mg HCO ₃ /l	8	J	MISW
nitrit	<0.01		mg/l	9	1	MISW
nitritkväve	<0.002		mg/l	9	1	MISW
CODMn	7.98	2.39	mg/l	10	2	ERJA
ammonium	<0.050		mg/l	10	2	ERJA
ammoniumkväve	<0.040		mg/l	10	2	ERJA
fosfat	<0.040		mg/l	10	2	ERJA
fosfatfosfor	<0.010		mg/l	10	2	ERJA
nitrat	<0.50		mg/l	10	2	STGR
nitratkväve	<0.10		mg/l	10	2	STGR
fluorid	<0.20		mg/l	10	2	STGR
klorid	1.44	0.22	mg/l	10	2	STGR
sulfat	24.7	3.70	mg/l	10	2	STGR
DOC	8.09	1.62	mg/l	11	2	ERJA

* efter parameternamn indikerar icke ackrediterad analys.

	Metod
1	GV-3 Plus
2	Paket V-2. Bestämning av metaller utan föregående uppslutning. Provet har surgjorts med 1 ml salpetersyra (Suprapur) per 100 ml. Detta gäller dock ej prov som varit surgjort vid ankomst till laboratoriet. Analys med ICP-SFMS har skett enligt SS EN ISO 17294-1, 2 (mod) samt EPA-metod 200.8 (mod). Analys med ICP-AES har skett enligt SS EN ISO 11885 (mod) samt EPA-metod 200.7 (mod). Analys av Hg med AFS har skett enligt SS-EN ISO 17852:2008. Speciell information vid beställning av tilläggsmetaller: Vid analys av W får provet ej surgöras. Vid analys av S har provet först stabiliserats med H₂O₂. Rev 2015-07-24
3	Beräkning av vattnets hårdhet genom analys av Ca + Mg.
4	Tillägg av metaller till befintligt paket.
5	Bestämning av Turbiditet enligt SS EN ISO 7027-1:2016 utg. 1. Turbiditeten bestäms nefelometriskt, dvs ljusspridningen i provet mäts under givna betingelser. Prov för bestämning av turbiditet bör inkomma till laboratoriet så snart som möjligt efter provtagning då denna parameter är tidskänslig. Bestämning bör ske inom 24 timmar efter provtagning enligt standard SS-EN ISO 5667-3 utg. 3. Mätosäkerhet (k=2): Renvatten: ±23% vid 0.5 FNU, ±11% vid 100 FNU och ±11% vid 800 FNU Rev 2018-08-07
6	Bestämning av Konduktivitet enligt SS-EN 27888 utg 1 Direkt bestämning av vattnets elektriska ledningsförmåga vid 25°C. Prov för bestämning av konduktivitet bör inkomma till laboratoriet så snart som möjligt efter provtagning då denna parameter är tidskänslig. Bestämning bör ske inom 24 timmar efter provtagning enligt standard SS-EN ISO 5667-3. Mätosäkerhet (k=2): ±12% vid 14.7 mS/m, ±10% vid 141 mS/m och ±10% vid 774 mS/m Rev 2018-06-12
7	Bestämning av pH enligt SS-EN ISO 10523:2012, utg. 1. pH vid 25±2°C bestäms potentiometriskt med pH-meter och temperaturkompensering. Prov för bestämning av pH bör inkomma till laboratoriet så snart som möjligt efter provtagning då denna parameter är tidskänslig. Bestämning bör ske inom 24 timmar efter provtagning enligt standard SS-EN ISO 5667-3. Mätosäkerhet (k=2): Renvatten: ±0.21 vid pH 6.87 och ±0.33 vid pH 11 Avloppsvatten: ±0.21 vid pH 6.87 och ±0.33 vid pH 11 Rev 2018-06-13
8	Bestämning av alkalinitet enligt SS-EN ISO 9963-2 utg 1 Provet titreras med saltsyra under avdrivande av koldioxid till slutpunkten pH 5.4. Prov för bestämning av alkalinitet bör inkomma till laboratoriet så snart som möjligt efter provtagning då denna parameter är tidskänslig. Bestämning bör ske inom 24 timmar efter provtagning. Mätosäkerhet (k=2):

Metod	
	Renvatten: $\pm 11\%$ vid 24 mg/l eller 0.4 mekv/l och $\pm 9\%$ vid 220 mg/l eller 3.7 mekv/l Rev 2018-06-12
9	Bestämning av Nitritkväve enligt SS-EN ISO 13395 utg 1 (FIA) Nitrit ger i sur lösning ett azofärgämne med sulfanilamid och en diamin. Färgen bestäms spektrofotometriskt. Resultatet anges som nitrit eller nitritkväve. Grumlige prover dekanteras alternativt filtreras . Prov för bestämning av nitritkväve bör inkomma till laboratoriet så snart som möjligt efter provtagning då denna parameter är tidskänslig. Bestämning bör ske inom 24 timmar efter provtagning enligt standard SS-EN ISO 5667-3 utg 3. Mätosäkerhet (k=2) Renvatten: $\pm 13\%$ vid 0.01 mg N/l, $\pm 10\%$ vid 0.05 mg N/l och $\pm 11\%$ vid 0.2 mg N/l Avloppsvatten: $\pm 14\%$ vid 0.01 mg N/l, $\pm 11\%$ vid 0.05 mg N/l och $\pm 12\%$ vid 0.2 mg N/l Rev 2018-10-02
10	Bestämning av kemisk syreförebrukning , COD_{Mn} enligt metod baserad på CSN ISO 8467. Bestämning av ammonium med spektrofotometri, enligt metod baserad på CSN EN ISO 11732, CSN EN ISO 13395, CSN EN 13370 och CSN EN 12506. Bestämning av nitrat, fluorid, klorid samt sulfat med jonkromatografi enligt metod baserad på CSN EN ISO 10304-1 och CSN EN 12506. Bestämning av fosfat med spektrofotometri enligt metod baserad på CSN EN ISO 6878. Filtrering av grumlige prover ingår i metoden för bestämning av ammonium, nitrat, fluorid, klorid samt sulfat. Rev 2013-03-06
11	Bestämning av DOC med IR detektion enligt metod baserad på CSN EN 1484 och CSN EN 16192, SM 5310.. Rev 2018-09-20

Godkännare	
ERJA	Erika Jansson
MISW	Miryam Swartling
STGR	Sture Grägg
ULKA	Ulrika Karlsson
VITA	Viktoria Takacs

Utf ¹	
F	Mätningen utförd med AFS För mätningen svarar ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, som är av det svenska ackrediteringsorganet SWEDAC ackrediterat laboratorium (Reg.nr. 2030).
H	Mätningen utförd med ICP-SFMS För mätningen svarar ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, som är av det svenska ackrediteringsorganet SWEDAC ackrediterat laboratorium (Reg.nr. 2030).
J	För mätningen svarar ALS Scandinavia AB, Box 700, 182 17 Danderyd som är av det svenska ackrediteringsorganet SWEDAC ackrediterat laboratorium (Reg.nr. 2030).

¹ Utförande teknisk enhet (inom ALS Scandinavia) eller anlitat laboratorium (underleverantör).

Rapport

Sida 12 (12)



T1830902

149MME6YEGA



Utf¹	
O	För mätningen svarar ALS Scandinavia AB, Box 700, 182 17 Danderyd som är av det svenska ackrediteringsorganet SWEDAC ackrediterat laboratorium (Reg.nr. 2030).
R	Mätningen utförd med ICP-AES För mätningen svarar ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, som är av det svenska ackrediteringsorganet SWEDAC ackrediterat laboratorium (Reg.nr. 2030).
1	För mätningen svarar ALS Scandinavia AB, Box 700, 182 17 Danderyd som är av det svenska ackrediteringsorganet SWEDAC ackrediterat laboratorium (Reg.nr. 2030).
2	För mätningen svarar ALS Laboratory Group, Na Harfê 9/336, 190 00, Prag 9, Tjeckien, som är av det tjeckiska ackrediteringsorganet CAI ackrediterat laboratorium (Reg.nr. 1163). CAI är signatär till ett MLA inom EA, samma MLA som SWEDAC är signatär till. Laboratorierna finns lokaliserade i; Prag, Na Harfê 9/336, 190 00, Praha 9, Ceska Lipa, Bendlova 1687/7, 470 01 Ceska Lipa, Pardubice, V Raji 906, 530 02 Pardubice. Kontakta ALS Stockholm för ytterligare information.

Mätosäkerheten anges som en utvidgad osäkerhet (enligt definitionen i "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement", JCGM 100:2008 Corrected version 2010) beräknad med täckningsfaktor lika med 2 vilket ger en konfidensnivå på ungefär 95%.

Mätosäkerhet anges endast för detekterade ämnen med halter över rapporteringsgränsen.

Mätosäkerhet från underleverantör anges oftast som en utvidgad osäkerhet beräknad med täckningsfaktor 2. För ytterligare information kontakta laboratoriet.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utfärdande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat.

Resultaten gäller endast det identifierade, mottagna och provade materialet.

Beträffande laboratoriets ansvar i samband med uppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webbplats www.alsglobal.se

Den digitalt signerade PDF filen representerar originalrapporten. Alla utskrifter från denna är att betrakta som kopior.

Rapport

Sida 1 (7)



T1915733

1LMSB1ZJ6OW



Ankomstdatum **2019-05-14**
Utfärdad **2019-05-22**

SWECO Environment AB
Maria Tranvik

Västra Varvsgatan 11
973 24 Luleå
Sweden

Projekt
Bestnr **13008545**

Analys av grundvatten

Er beteckning	NUN 3D					
Provtagare	M. Lidström/M. Tranvik					
Labnummer	O11137640					
Parameter	Resultat	Osäkerhet (±)	Enhet	Metod	Utf	Sign
GV-3 Plus	-----			1	O	ERKU
Ca	13.0	1.0	mg/l	2	R	ERKU
Fe	13.5	0.9	mg/l	2	R	ERKU
K	1.75	0.13	mg/l	2	R	ERKU
Mg	2.36	0.15	mg/l	2	R	ERKU
Na	4.16	0.30	mg/l	2	R	ERKU
Si	6.39	0.40	mg/l	2	R	ERKU
Al	8.96	1.74	µg/l	2	H	ERKU
As	0.303	0.061	µg/l	2	H	ERKU
Ba	15.9	2.9	µg/l	2	H	ERKU
Cd	0.00781	0.00181	µg/l	2	H	ERKU
Co	4.97	0.88	µg/l	2	H	ERKU
Cr	0.788	0.159	µg/l	2	H	ERKU
Cu	0.979	0.204	µg/l	2	H	ERKU
Hg	<0.002		µg/l	2	F	ERKU
Mn	364	23	µg/l	2	R	ERKU
Mo	2.33	0.44	µg/l	2	H	ERKU
Ni	5.07	0.95	µg/l	2	H	ERKU
P	58.2	13.1	µg/l	2	H	ERKU
Pb	0.0299	0.0062	µg/l	2	H	ERKU
Sr	20.3	2.0	µg/l	2	R	ERKU
Zn	835	57	µg/l	2	R	ERKU
V	0.355	0.072	µg/l	2	H	ERKU
U	0.380	0.070	µg/l	3	H	ERKU
totalhårdhet*	2.36		°dH	4	1	ERKU
pH	6.8			5	V	ERKU
konduktivitet	10.9		mS/m	6	V	ERKU
turbiditet	150		FNU	7	1	SASH
alkalinitet	64	5.1	mg HCO ₃ /l	8	J	SASH
nitrit	<0.01		mg/l	9	1	AMLU
nitritkväve	<0.002		mg/l	9	1	AMLU
CODMn	4.02	1.21	mg/l	10	2	ERJA
ammonium	0.304	0.046	mg/l	10	2	ERJA
ammoniumkväve	0.236	0.035	mg/l	10	2	ERJA
fosfat	0.045	0.009	mg/l	10	2	ERJA

Rapport

Sida 2 (7)



T1915733

1LMSB1ZJ6OW



Er beteckning	NUN 3D					
Provtagare	M. Lidström/M. Tranvik					
Labnummer	O11137640					
Parameter	Resultat	Osäkerhet (±)	Enhet	Metod	Utf	Sign
fosfatfosfor	0.015	0.003	mg/l	10	2	ERJA
nitrat	<0.50		mg/l	10	2	ERJA
nitratkväve	<0.10		mg/l	10	2	ERJA
fluorid	<0.20		mg/l	10	2	ERJA
klorid	0.68	0.10	mg/l	10	2	ERJA
sulfat	1.84	0.28	mg/l	10	2	ERJA
DOC	3.69	0.74	mg/l	11	2	ERJA

Rapport

Sida 3 (7)



T1915733

1LMSB1ZJ6OW



Er beteckning	NUN 7D					
Provtagare	M. Lidström/M. Tranvik					
Labnummer	O11137641					
Parameter	Resultat	Osäkerhet (±)	Enhet	Metod	Utf	Sign
GV-3 Plus	-----			1	O	ERKU
Ca	23.7	1.8	mg/l	2	R	ERKU
Fe	0.0233	0.0018	mg/l	2	R	ERKU
K	3.01	0.22	mg/l	2	R	ERKU
Mg	3.44	0.22	mg/l	2	R	ERKU
Na	4.37	0.30	mg/l	2	R	ERKU
Si	6.59	0.41	mg/l	2	R	ERKU
Al	14.0	2.7	µg/l	2	H	ERKU
As	0.609	0.105	µg/l	2	H	ERKU
Ba	0.972	0.178	µg/l	2	H	ERKU
Cd	<0.002		µg/l	2	H	ERKU
Co	0.244	0.047	µg/l	2	H	ERKU
Cr	0.0457	0.0130	µg/l	2	H	ERKU
Cu	0.234	0.051	µg/l	2	H	ERKU
Hg	<0.002		µg/l	2	F	ERKU
Mn	7.05	0.49	µg/l	2	R	ERKU
Mo	1.34	0.25	µg/l	2	H	ERKU
Ni	3.05	0.67	µg/l	2	H	ERKU
P	2.53	0.53	µg/l	2	H	ERKU
Pb	<0.01		µg/l	2	H	ERKU
Sr	24.6	2.5	µg/l	2	R	ERKU
Zn	4.91	1.00	µg/l	2	H	ERKU
V	0.582	0.114	µg/l	2	H	ERKU
U	9.31	1.83	µg/l	3	H	ERKU
totalhårdhet *	4.11		°dH	4	1	ERKU
pH	7.8			5	V	ERKU
konduktivitet	18.2		mS/m	6	V	ERKU
turbiditet	1.0		FNU	7	1	SASH
alkalinitet	58	4.6	mg HCO3/l	8	J	SASH
nitrit	<0.01		mg/l	9	1	AMLU
nitritkväve	0.003		mg/l	9	1	AMLU
CODMn	2.57	0.77	mg/l	10	2	ERJA
ammonium	<0.050		mg/l	10	2	ERJA
ammoniumkväve	<0.040		mg/l	10	2	ERJA
fosfat	<0.040		mg/l	10	2	ERJA
fosfatfosfor	<0.010		mg/l	10	2	ERJA
nitrat	<0.50		mg/l	10	2	ERJA
nitratkväve	<0.10		mg/l	10	2	ERJA
fluorid	<0.20		mg/l	10	2	ERJA
klorid	1.22	0.18	mg/l	10	2	ERJA
sulfat	29.7	4.46	mg/l	10	2	ERJA
DOC	2.48	0.50	mg/l	11	2	ERJA

Rapport

Sida 4 (7)



T1915733

1LMSB1ZJ6OW



Er beteckning	NUN 7S					
Provtagare	M. Lidström/M. Tranvik					
Labnummer	O11137642					
Parameter	Resultat	Osäkerhet (±)	Enhet	Metod	Utf	Sign
GV-3 Plus	-----			1	O	ERKU
Ca	20.7	1.6	mg/l	2	R	ERKU
Fe	0.130	0.026	mg/l	2	H	ERKU
K	2.40	0.17	mg/l	2	R	ERKU
Mg	2.23	0.14	mg/l	2	R	ERKU
Na	7.68	0.53	mg/l	2	R	ERKU
Si	3.87	0.24	mg/l	2	R	ERKU
Al	20.9	4.8	µg/l	2	H	ERKU
As	0.0743	0.0246	µg/l	2	H	ERKU
Ba	6.72	1.24	µg/l	2	H	ERKU
Cd	0.00997	0.00200	µg/l	2	H	ERKU
Co	4.44	0.78	µg/l	2	H	ERKU
Cr	0.874	0.164	µg/l	2	H	ERKU
Cu	2.26	0.40	µg/l	2	H	ERKU
Hg	<0.002		µg/l	2	F	ERKU
Mn	229	39	µg/l	2	H	ERKU
Mo	1.40	0.26	µg/l	2	H	ERKU
Ni	11.2	2.1	µg/l	2	H	ERKU
P	16.9	3.3	µg/l	2	H	ERKU
Pb	0.0183	0.0044	µg/l	2	H	ERKU
Sr*	36.0		µg/l	2	S	ERKU
Zn	33.8	6.7	µg/l	2	H	ERKU
V	0.108	0.021	µg/l	2	H	ERKU
U	0.0684	0.0136	µg/l	3	H	ERKU
totalhårdhet*	3.41		°dH	4	1	ERKU
pH	7.6			5	V	ERKU
konduktivitet	17.1		mS/m	6	V	ERKU
turbiditet	150		FNU	7	1	SASH
alkalinitet	48	3.8	mg HCO ₃ /l	8	J	SASH
nitrit	0.01		mg/l	9	1	AMLU
nitritkväve	0.003		mg/l	9	1	AMLU
CODMn	3.17	0.95	mg/l	10	2	ERJA
ammonium	0.121	0.018	mg/l	10	2	ERJA
ammoniumkväve	0.094	0.014	mg/l	10	2	ERJA
fosfat	<0.040		mg/l	10	2	ERJA
fosfatfosfor	<0.010		mg/l	10	2	ERJA
nitrat	<0.50		mg/l	10	2	ERJA
nitratkväve	<0.10		mg/l	10	2	ERJA
fluorid	<0.20		mg/l	10	2	ERJA
klorid	2.41	0.36	mg/l	10	2	ERJA
sulfat	27.5	4.13	mg/l	10	2	ERJA
DOC	2.51	0.50	mg/l	11	2	ERJA

* efter parameternamn indikerar icke ackrediterad analys.

	Metod
1	GV-3 Plus
2	Paket V-2. Bestämning av metaller utan föregående uppslutning. Provet har surgjorts med 1 ml salpetersyra (Suprapur) per 100 ml. Detta gäller dock ej prov som varit surgjort vid ankomst till laboratoriet. Analys med ICP-SFMS har skett enligt SS EN ISO 17294-1, 2 (mod) samt EPA-metod 200.8 (mod). Analys med ICP-AES har skett enligt SS EN ISO 11885 (mod) samt EPA-metod 200.7 (mod). Analys av Hg med AFS har skett enligt SS-EN ISO 17852:2008. Speciell information vid beställning av tilläggsmetaller: Vid analys av W får provet ej surgöras. Vid analys av S har provet först stabiliserats med H₂O₂. Rev 2015-07-24
3	Tillägg av metaller till befintligt paket.
4	Beräkning av vattnets hårdhet genom analys av Ca + Mg.
5	Bestämning av pH baseras på metod SS-EN ISO 10523. Prov bör inkomma till laboratoriet så snart som möjligt efter provtagning då denna parameter är tidskänslig. Mätning bör ske inom 24 timmar efter provtagning enligt standard SS EN ISO 5667-3. Rev 2015-08-25
6	Bestämning av konduktivitet enligt metod SS-EN 27888-1. Prov bör inkomma till laboratoriet så snart som möjligt efter provtagning då denna parameter är tidskänslig. Mätning bör ske inom 24 timmar efter provtagning enligt standard SS EN ISO 5667-3. Rev 2015-08-25
7	Bestämning av Turbiditet enligt SS EN ISO 7027-1:2016 utg. 1. Turbiditeten bestäms nefelometriskt, dvs ljusspridningen i provet mäts under givna betingelser. Prov för bestämning av turbiditet bör inkomma till laboratoriet så snart som möjligt efter provtagning då denna parameter är tidskänslig. Bestämning bör ske inom 24 timmar efter provtagning enligt standard SS-EN ISO 5667-3 utg. 3. Mätosäkerhet (k=2): Renvatten: ±23% vid 0.5 FNU, ±11% vid 100 FNU och ±11% vid 800 FNU Rev 2018-08-07
8	Bestämning av alkalinitet enligt SS-EN ISO 9963-2 utg 1 Provet titreras med saltsyra under avdrivande av koldioxid till slutpunkten pH 5.4. Prov för bestämning av alkalinitet bör inkomma till laboratoriet så snart som möjligt efter provtagning då denna parameter är tidskänslig. Bestämning bör ske inom 24 timmar efter provtagning. Mätosäkerhet (k=2): Renvatten: ±11% vid 24 mg/l eller 0.4 mekv/l och ±9% vid 220 mg/l eller 3.7 mekv/l Rev 2018-06-12
9	Bestämning av nitrit/nitritkväve enligt SS-EN ISO 13395 utg 1 (FIA) alternativt SS-EN ISO 15923-1:2013 (diskret analys). Nitrit ger i sur lösning ett azofärgämne med sulfanilamid och en diamin. Färgen bestäms spektrofotometriskt.

Metod	
	Resultatet anges som nitrit och/eller nitritkväve. Grumlige prover dekanteras alternativt filtreras. Prov för bestämning av nitritkväve bör inkomma till laboratoriet så snart som möjligt efter provtagning då denna parameter är tidskänslig. Bestämning bör ske inom 24 timmar efter provtagning enligt standard SS-EN ISO 5667-3 utg. 3 Mätosäkerhet (k=2) Renvatten: ±15% Avloppsvatten: ±16% Rev 2019-04-30
10	Bestämning av kemisk syreförebrukning, COD_{Mn} enligt metod baserad på CSN ISO 8467. Bestämning av ammonium med spektrofotometri, enligt metod baserad på CSN EN ISO 11732, CSN EN ISO 13395, CSN EN 13370 och CSN EN 12506. Bestämning av nitrat, fluorid, klorid samt sulfat med jonkromatografi enligt metod baserad på CSN EN ISO 10304-1 och CSN EN 12506. Bestämning av fosfat med spektrofotometri enligt metod baserad på CSN EN ISO 6878. Filtrering av grumlige prover ingår i metoden för bestämning av ammonium, nitrat, fluorid, klorid samt sulfat. Rev 2013-03-06
11	Bestämning av DOC med IR detektion enligt metod baserad på CSN EN 1484 och CSN EN 16192, SM 5310.. Rev 2018-09-20

	Godkännare
AMLU	Amalia Lundholm
ERJA	Erika Jansson
ERKU	Erika Knutsson
SASH	Sara Saleh

Utf ¹	
F	Mätningen utförd med AFS För mätningen svarar ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, som är av det svenska ackrediteringsorganet SWEDAC ackrediterat laboratorium (Reg.nr. 2030).
H	Mätningen utförd med ICP-SFMS För mätningen svarar ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, som är av det svenska ackrediteringsorganet SWEDAC ackrediterat laboratorium (Reg.nr. 2030).
J	För mätningen svarar ALS Scandinavia AB, Box 700, 182 17 Danderyd som är av det svenska ackrediteringsorganet SWEDAC ackrediterat laboratorium (Reg.nr. 2030).
O	För mätningen svarar ALS Scandinavia AB, Box 700, 182 17 Danderyd som är av det svenska ackrediteringsorganet SWEDAC ackrediterat laboratorium (Reg.nr. 2030).
R	Mätningen utförd med ICP-AES För mätningen svarar ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, som är av det svenska ackrediteringsorganet SWEDAC ackrediterat laboratorium (Reg.nr. 2030).
S	Mätningen utförd med ICP-SFMS

¹ Utförande teknisk enhet (inom ALS Scandinavia) eller anlitat laboratorium (underleverantör).

Rapport

Sida 7 (7)



T1915733

1LMSB1ZJ6OW



	Utf¹
	För mätningen svarar ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, som är av det svenska ackrediteringsorganet SWEDAC ackrediterat laboratorium (Reg.nr. 2030).
V	Våtkemisk analys För mätningen svarar ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, som är av det svenska ackrediteringsorganet SWEDAC ackrediterat laboratorium (Reg.nr. 2030).
1	För mätningen svarar ALS Scandinavia AB, Box 700, 182 17 Danderyd som är av det svenska ackrediteringsorganet SWEDAC ackrediterat laboratorium (Reg.nr. 2030).
2	För mätningen svarar ALS Laboratory Group, Na Harfê 9/336, 190 00, Prag 9, Tjeckien, som är av det tjeckiska ackrediteringsorganet CAI ackrediterat laboratorium (Reg.nr. 1163). CAI är signatär till ett MLA inom EA, samma MLA som SWEDAC är signatär till. Laboratorierna finns lokaliserade i; Prag, Na Harfê 9/336, 190 00, Praha 9, Ceska Lipa, Bendlova 1687/7, 470 01 Ceska Lipa, Pardubice, V Raji 906, 530 02 Pardubice. Kontakta ALS Stockholm för ytterligare information.

Mätosäkerheten anges som en utvidgad osäkerhet (enligt definitionen i "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement", JCGM 100:2008 Corrected version 2010) beräknad med täckningsfaktor lika med 2 vilket ger en konfidensnivå på ungefär 95%.

Mätosäkerhet anges endast för detekterade ämnen med halter över rapporteringsgränsen.

Mätosäkerhet från underleverantör anges oftast som en utvidgad osäkerhet beräknad med täckningsfaktor 2. För ytterligare information kontakta laboratoriet.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utfärdande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat.

Resultaten gäller endast det identifierade, mottagna och provade materialet.

Beträffande laboratoriets ansvar i samband med uppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webbplats www.alsglobal.se

Den digitalt signerade PDF filen representerar originalrapporten. Alla utskrifter från denna är att betrakta som kopior.

LABORATORY REPORT

Prepared for: ALS Scandinavia AB

Contact: Martina Krekula

Iso-Analytical Reference No: **181008-2
& 181009-2**

Client References: **L1827456,
L1828246**

Material: Water

Analysis: Deuterium, Oxygen-18 &
Carbon-13

Dates of Arrived: 08/10/2018 &
09/10/2018

Report Date: 22/10/2018

Prepared by: Charles Belanger

Results File: 181008-2 & 181009-2-
results.XLS

We have completed analysis of the samples. The results of analysis can be found as an e-mail attachment in MS Excel format with the above filename.

Deuterium analysis

Deuterium analysis of the samples was performed in triplicate by the equilibration technique. In brief, a sample aliquot was pipetted into Exetainer tubes and an insert vial containing 5 % platinum on alumina added. The tubes were sealed and then filled with pure hydrogen. Samples were left to allow complete equilibration of the water with the hydrogen gas, allowing the deuterium enrichment of the hydrogen gas to become proportional to the deuterium enrichment of the water. Reference standard waters were prepared in the same manner. Analysis was undertaken by continuous flow isotope ratio mass spectrometry using a Europa Scientific ANCA-GSL and 20-20 IRMS.

The samples were measured against three reference standards. The first standard being IA-R063 with $d^2H_{V-SMOW} = +11.26 \text{ ‰}$, the second IA-R065 with $d^2H_{V-SMOW} = -269.07 \text{ ‰}$ and the third IA-R064 with $d^2H_{VSMOW} = -98.32 \text{ ‰}$. All three standards are traceable to the primary reference standards V-SMOW2 (Vienna-Standard Mean Ocean Water) and V-SLAP2 (Vienna-Standard Light Antarctic Precipitation) distributed by the IAEA.

The IA-R063 standard was used as the reference to which the sample and other standards were measured. The IA-R065 standard was used for calibration (scaling) of d^2H and the IA-R064 standard was used as a check of this calibration. The results for check samples of IA-R064 are included in the results file.

Oxygen-18 analysis

After deuterium analysis, the vials were flushed with pure CO₂ and left to allow complete equilibration of the water with the CO₂ gas. Reference waters, including quality control check samples, were prepared in the same manner. The samples and references were then analysed by continuous flow isotope ratio mass spectrometry using a Europa Scientific ANCA-GSL and 20-20 IRMS.

The samples were measured against three reference standards. The first standard being IA-R063 with $d^{18}O_{V-SMOW} = -0.41 \text{ ‰}$, the second IA-R065 with $d^{18}O_{V-SMOW} = -33.57 \text{ ‰}$ and the third IA-R064 with $d^{18}O_{V-SMOW} = -12.34 \text{ ‰}$. All three standards are traceable to the primary reference standards V-SMOW2 (Vienna-Standard Mean Ocean Water) and V-SLAP2 (Vienna-Standard Light Antarctic Precipitation) distributed by the IAEA.

The IA-R063 standard was used as the reference to which the samples and other standards were measured. The IA-R065 standard was used for calibration (scaling) of $d^{18}O$ and the IA-R064 standard was used as a check of this calibration. The results for check samples of IA-R064 are included in the results file.

Sample Storage and Disposal

The unused portion of the samples will be returned to you if you request us to do so, otherwise the samples will be placed in storage for a period of three months after which time they will be disposed of.

If you require any further information regarding the analysis or wish to discuss any related issues, please do not hesitate to contact us.

Analysed & Reported by:

Checked by:

Charles Belanger, BSc

Steve Brookes, PhD

For and on behalf of:

Iso-Analytical Limited

The Quantum, Phase 3
Marshfield Bank Business Park
Crewe, Cheshire
CW2 8UY, UK

Tel: +44 (0)1270 509533

Fax: +44 (0)1270 509511

E-mail: info@iso-analytical.com Web: www.iso-analytical.com

LABORATORY REPORT: Results Files

Client Details

Name: ALS Scandinavia AB
 Contact: Martina Krekula
 PO Nos. L1827456
 L1828246

Sample Details

Number: 12
 Material: Water

Sample Tracking

IA Reference No.: 181008-2
 181009-2
 Date of Arrival: 8-okt-2018
 9-okt-2018

Analysis Details

Isotopes: Deuterium & Oxygen-18
 Method: Equilibration IRMS

Report Date: 22-okt-2018

Deuterium Analysis Results

Sample Identification	Result ² H (ppm)	Result δ ² H _{V-SMOW} (‰)	Mean δ ² H _{V-SMOW} (‰)	Std. Dev. δ ² H _{V-SMOW} (‰)
GWB 1D U1150 9849 A02	138,88	-108,28		
"	139,13	-106,64		
"	139,36	-105,15	-106,69	1,56
GWB 2D U1150 9850 A02	139,17	-106,41		
"	139,34	-105,28		
"	139,27	-105,75	-105,82	0,57
GWB 5D U1150 9851 A02	139,20	-106,17		
"	139,29	-105,62		
"	139,41	-104,82	-105,54	0,68
GWB 5S U1150 9852 A02	140,17	-99,98		
"	140,51	-97,77		
"	140,64	-96,93	-98,22	1,58
GWB 35 U1151 3270 A02	140,60	-97,21		
"	140,87	-95,47		
"	140,94	-95,02	-95,90	1,16
GWB 15 U1151 3271 A02	138,83	-108,60		
"	138,90	-108,10		
"	138,82	-108,66	-108,45	0,31
GWB 4D U1151 3272 A02	138,77	-108,94		
"	138,78	-108,90		
"	138,90	-108,10	-108,65	0,47
SW1 U1151 3273 A02	139,04	-107,21		
"	138,95	-107,78		
"	139,61	-103,58	-106,19	2,28
SW2 U1151 3274 A02	139,82	-102,19		
"	139,89	-101,75		
"	139,89	-101,78	-101,91	0,24
SW3 U1151 3275 A02	141,32	-92,56		
"	141,40	-92,06		
"	141,23	-93,13	-92,58	0,53
SW4 U1151 3276 A02	140,87	-95,49		
"	140,86	-95,56		
"	141,16	-93,63	-94,89	1,10
SW5 U1151 3277 A02	139,63	-103,44		
"	139,66	-103,25		
"	139,72	-102,88	-103,19	0,29

Quality Control Reference Standards-Deuterium Analysis

Reference Standard	Result δ ² H _{V-SMOW} (‰)
IA-R064	-98,02
"	-100,12
"	-98,21
"	-99,36
"	-99,56
"	-99,82
Mean=	-99,18
Accepted=	-98,32

Oxygen-18 Analysis Results

Sample Identification	Result ^{18}O (ppm)	Result $\text{d}^{18}\text{O}_{\text{V-SMOW}}$ (‰)	Mean $\text{d}^{18}\text{O}_{\text{V-SMOW}}$ (‰)	Std. Dev. $\text{d}^{18}\text{O}_{\text{V-SMOW}}$ (‰)
GWB 1D U1150 9849 A02	1973,78	-13,72		
"	1973,63	-13,80		
"	1973,62	-13,80	-13,77	0,05
GWB 2D U1150 9850 A02	1973,18	-14,02		
"	1973,17	-14,03		
"	1972,99	-14,12	-14,06	0,05
GWB 5D U1150 9851 A02	1972,74	-14,24		
"	1972,66	-14,28		
"	1972,81	-14,21	-14,24	0,04
GWB 5S U1150 9852 A02	1973,86	-13,68		
"	1973,80	-13,71		
"	1973,76	-13,73	-13,71	0,02
GWB 35 U1151 3270 A02	1975,97	-12,63		
"	1975,94	-12,64		
"	1975,96	-12,63	-12,63	0,01
GWB 15 U1151 3271 A02	1973,02	-14,10		
"	1972,82	-14,20		
"	1972,98	-14,12	-14,14	0,05
GWB 4D U1151 3272 A02	1972,74	-14,24		
"	1972,81	-14,21		
"	1972,64	-14,29	-14,25	0,04
SW1 U1151 3273 A02	1973,07	-14,08		
"	1972,88	-14,17		
"	1972,90	-14,16	-14,14	0,05
SW2 U1151 3274 A02	1974,50	-13,36		
"	1974,15	-13,54		
"	1974,44	-13,39	-13,43	0,09
SW3 U1151 3275 A02	1978,19	-11,51		
"	1978,25	-11,48		
"	1978,30	-11,46	-11,49	0,03
SW4 U1151 3276 A02	1977,79	-11,71		
"	1977,52	-11,85		
"	1977,86	-11,68	-11,75	0,09
SW5 U1151 3277 A02	1973,71	-13,76		
"	1973,78	-13,72		
"	1973,68	-13,77	-13,75	0,03

Quality Control Reference Standards-Oxygen-18 Analysis

Reference Standard	Result $\text{d}^{18}\text{O}_{\text{V-SMOW}}$ (‰)
IA-R064	-12,40
"	-12,37
"	-12,41
"	-12,41
"	-12,41
"	-12,31
Mean=	-12,38
Accepted=	-12,34

Isotope analysis by ICP



Issued by: ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, S-977 75 Luleå, Sweden
Client: SWECO Environment AB
Date of receipt: 2018-10-08
Date of analysis: 2018-10-19
Order number (our): L1828245
Your reference: Dmytro Siergieiev
Our reference: Ilia Rodushkin

SampleID	LabID	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$	2 SD
GWB 35	U11513262	0.753996	0.000057
GWB 15	U11513263	0.755336	0.000046
GWB 4D	U11513264	0.826980	0.000113
SW1	U11513265	0.758106	0.000038
SW2	U11513266	0.726412	0.000041
SW3	U11513267	0.824580	0.000053
SW4	U11513268	0.819192	0.000065
SW5	U11513269	0.742051	0.000036

Comments

The analysis is carried out by MC-ICP-MS (NEPTUNE PLUS, ThermoScientific) using internal standardization and external calibration with bracketing isotope SRMs

Analysis is carried out after ion exchange separation

SD calculated from two independent consecutive measurements

Signature Ilia Rodushkin

Ilia Rodushkin
Associate Professor
LABORATORY MANAGER
ALS Scandinavia AB