

# HYDROGEOLOGISK UTREDNING

## FJÄRÅS SAND OCH MAKADAM

2020-09-30



# HYDROGEOLOGISK UTREDNING

Fjärås sand och makadam

## KUND

**WE Group AB**

## KONSULT

**WSP Environmental Sverige**

Box 13033

WSP Sverige AB

402 51 Göteborg

Besök: Ullevigatan 19

Tel: +46 10 7225000

**wsp.com**

## KONTAKTPERSONER

Linda Ekström, Utredare, WSP

[linda.ektrom@wsp.com](mailto:linda.ektrom@wsp.com)

Josefin Hansson, Utredare, WSP

[josefin.hansson@wsp.com](mailto:josefin.hansson@wsp.com)

UPPDRAGSNAMN  
Hydroutredning AB Fjärås Sand och Makadam

UPPDRAGSNUMMER  
10295631

FÖRFATTARE  
Linda Ekström, Josefin Hansson

DATUM  
2020-09-30

ÄNDRINGSDATUM

Granskad av  
Emil Friberg

Godkänd av  
Jenny Gärde

# INNEHÅLL

<b>1</b>	<b>INLEDNING</b>	<b>5</b>
1.1	Bakgrund	5
1.2	Planerad anläggning	5
1.3	Metod	6
1.3.1	Grustäkt	6
1.3.2	Bergtäkt	6
<b>2</b>	<b>KOORDINATSYSTEM</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>OMRÅDESBESKRIVNING</b>	<b>7</b>
3.1	Topografi	7
3.2	Geologi	7
3.3	Hydrologi och hydrogeologi	10
3.4	Fjärås Bräcka vattentäkt	11
3.5	Grundvattenbildning	12
<b>4</b>	<b>FÄLTUNDERSÖKNINGAR</b>	<b>13</b>
<b>5</b>	<b>BERÄKNINGAR</b>	<b>15</b>
5.1	Beräkning av bergets hydrauliska konduktivitet	15
5.2	Grundvattenmodell	15
5.3	Samvariationsanalys	17
5.4	Extremvärdesanalys	19
<b>6</b>	<b>RESULTAT GRUSTÄKT</b>	<b>21</b>
6.1	Brytbart material	21
<b>7</b>	<b>RESULTAT BERGTÄKT</b>	<b>23</b>
7.1	Påverkansområde	23
7.2	Grundvattenbortledning	24
7.3	Vattenbalans	24
7.4	Vattenhantering	26
<b>8</b>	<b>BEDÖMNING</b>	<b>27</b>
8.1	Potentiella motstående intressen	27
8.1.1	Grustäkt	27
8.1.2	Bergtäkt	27
8.2	Bedömda effekter	28
8.2.1	Grustäkt	28

8.2.2	Bergtäkt	28
<b>9</b>	<b>SLUTSATSER OCH REKOMMENDATIONER</b>	<b>32</b>
9.1	Grustäkt	32
9.2	Bergtäkt	32
<b>10</b>	<b>REFERENSER</b>	<b>33</b>

# 1 INLEDNING

## 1.1 BAKGRUND

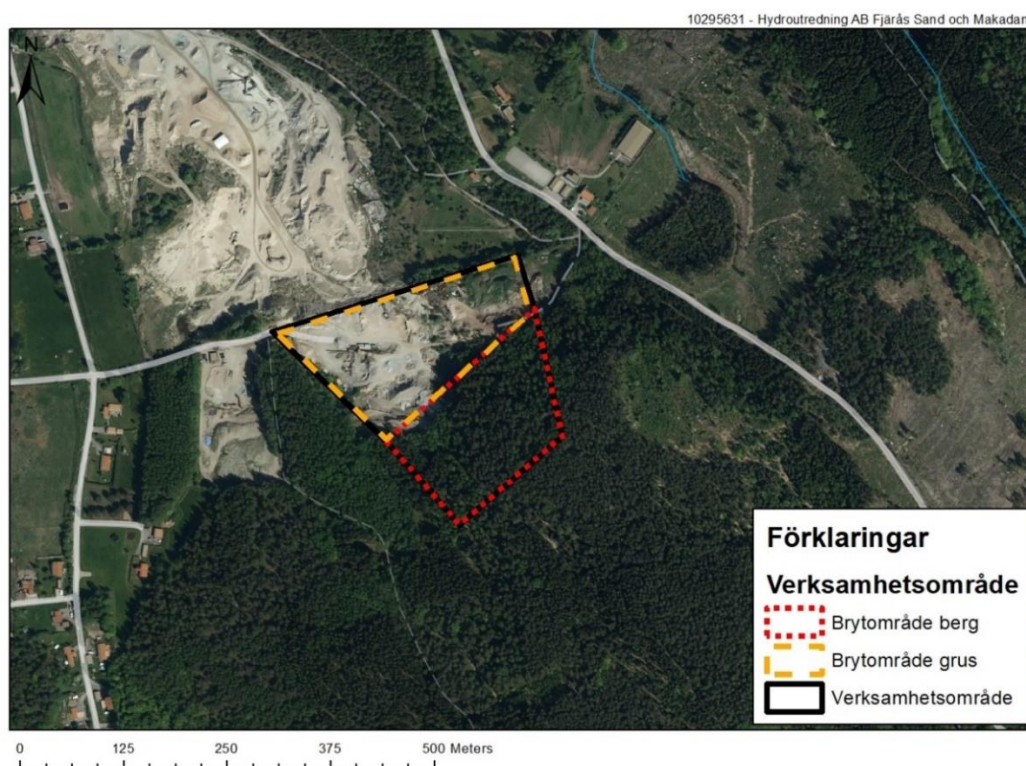
AB Fjärås Sand och Makadam, här efter omnämnt företaget, har i många år bedrivit grustäkt på fastigheten Tom 4:11 i Fjärås. Det senast beslutade tillståndet löpte ut 2018-12-31. Företaget planerar att söka nytt tillstånd för brytning av grus på den aktuella fastigheten och samtidigt ansöka om tillstånd för att bryta berg inom samma fastighet.

WSP Sverige AB har fått i uppdrag att ta fram en hydrogeologisk rapport som redovisar nuvarande vattenrelaterade förhållanden samt förutsebar påverkan på grundvattenförhållanden till följd av brytning av grus och berg.

## 1.2 PLANERAD ANLÄGGNING

Den ansökta verksamheten planeras till ca 6 ha varav brytområdet för berg utgör 2,8 ha och brytområdet för grus utgör 3,2 ha, se Figur 1. Verksamhetsområdet inryms på fastigheten Tom 4:11 och brytning för grus planeras ner till 3 meter ovan en hög grundvattenyta enligt metod i kapitel 1.3.1 och brytning för berg planeras ner till +50 m. Vatten inom täktområdet kommer att samlas upp och renas i en sedimentationsdamm för att sedan släppas till närliggande grustäkt där det kommer att tillåtas infiltrera.

I föreliggande utredning antas att de planerade områdena bryts ut fullständigt. Skulle mindre arealer än planerat brytas ut blir påverkan mindre än vad här beskrivits. Påverkan som redovisas är därmed den största som verksamheten kan ge upphov till och denna kommer att successivt utvecklas under verksamhetstiden.



Figur 1. Verksamhetsområde samt brytområde för grus respektive berg på fastigheten Tom 4:11 (©Lantmäteriet).

## 1.3 METOD

### 1.3.1 Grustäkt

Utredningen för grustäkt utgår från SGU:s<sup>1</sup> (*Sveriges Geologiska undersökningar*) vägledning för grustäkter med avseende på grundvatten och vattenförekomster. Befintligt samt under fältbesök insamlat kart- och utredningsmaterial sammanställdes i en databas för att skapa underlag till en konceptuell modell över området.

För bedömning av till vilken nivå brytning av grus kan ske utan att medföra påverkan på grundvattennivå och kvalitet installerades grundvattenrör inom verksamhetsområdet. Nivåmätningar genomfördes kontinuerligt under tre månader. Mätdata samlades också in från befintliga grundvattenrör installerade i intilliggande täkt som drivs av Swerock AB. En mer utförlig beskrivning av rörinstallation och nivåmätningar presenteras under kapitel 4, *Fältundersökningar*.

Nivåmätningarna ligger till grund för att genom samvariations- och extremvärdesanalys beräkna en medelgrundvattennivå samt prognostisera en högsta grundvattennivå. Enligt SGU:s vägledning bör brytning ej ske närmare än 3 meter över högsta förutsägbara grundvattennivå, vilket här har definierats som den högsta nivå som statistiskt sett inträffar under tio år. Till den prognostiserade högsta grundvattenytan adderades därför en säkerhetsmarginal för att säkerställa att en omättad zon på minst tre meter bevaras mellan täktbotten och grundvattenyta. Uppskattad mäktighet brytbart material beräknades sedan som differensen mellan markyta och hög grundvattenyta med säkerhetsmarginal.

För att ta fram grundvattenytor och visualisera resultatet har beräknade grundvattennivåer interpolerats med *Vanlig Kriging* metod. Resultaten presenteras i graf- respektive kartform och redovisas under kapitel 5, *Beräkningar* och kapitel 6, *Resultat Grustäkt*.

### 1.3.2 Bergtäkt

Arbetet utgår från SGU:s<sup>2</sup> och SBMI:s<sup>3</sup> (*Sveriges bergmaterialindustri*) rekommendationer för arbete med vattenfrågor i samband med berg- och grustäkter. Befintligt kart- och utredningsmaterial sammanställdes i en GIS-databas och har använts för att skapa underlag till en grundvattenmodell samt för att visualisera erhållna resultat.

En numerisk grundvattenmodell upprättades i syfte att beräkna och visualisera påverkan på grundvattennivåer till följd av den planerade brytningen. Grundvattenmodellen byggdes upp i programmet *Visual Modflow* (VMF).

Erhållna modelleringsresultat har sammanställts i kartform och redovisas i stycke 5.2 under *Beräkningar*. Beräkningsresultaten har använts för att avgränsa ett influensområde för grundvatten, det vill säga ett område där påverkan på grundvattenförhållanden förväntas uppkomma som följd av den grundvattensänkning som verksamheten medför. Inom influensområdet har allmänna och enskilda intressen, kopplade till yt- och grundvattenfrågor, identifierats och eventuell påverkan på dessa utretts.

## 2 KOORDINATSYSTEM

Rikets koordinatsystem SWEREF 99 TM samt höjdsystem RH2000 har använts. Höjder betecknas som plushöjder enligt +0,00 m.

<sup>1</sup> Checklista för grustäkter, SGU, <https://www.sgu.se/samhallsplanering/bergmaterial-for-byggande/stod-vid-ansokan-om-grus-och-bergtakter/checklista-for-grustakter/>

<sup>2</sup> Checklista för bergtäkter, SGU, <https://www.sgu.se/samhallsplanering/bergmaterial-for-byggande/stod-vid-ansokan-om-grus-och-bergtakter/checklista-for-bergtakter/>

<sup>3</sup> Generella rekommendationer för bedömning av tillståndsplikt för vattenverksamhet vid bergtäkter, SBMI 2015



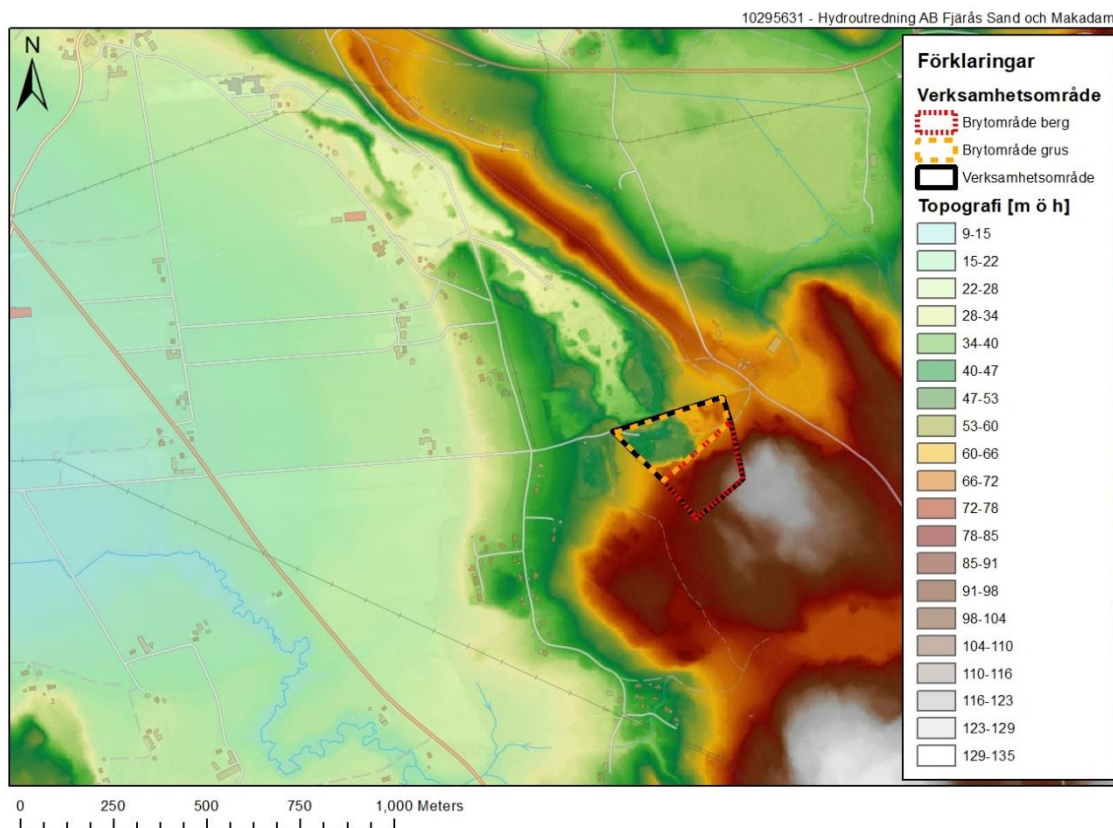
## 3 OMRÅDESBESKRIVNING

### 3.1 TOPOGRAFI

Söder och öster om verksamheten återfinns ett antal lokala höjder medan området västerut planar ut i ett område med åkermark på knappt 20 m ö h. Norröver sträcker sig Fjärås Bräcka i nordväst-sydöstlig riktning vilken sluttar brant på bägge sidor av höjdryggen.

Topografin runt ansökt verksamhetsområde är delvis påverkad norrut på grund av de två grustäkter som ligger där, en aktiv och en utan gällande tillstånd, se figur 2.

Brytområde för grus har idag brutits ut enligt tidigare gällande tillstånd och har en varierande bottennivå på mellan 42 och 68 m ö h. Område för planerad bergtäkt ligger på nivåer mellan 68 och 110 m ö h.



Figur 2. Topografi runt ansökt bryt- och verksamhetsområde (©Lantmäteriet).

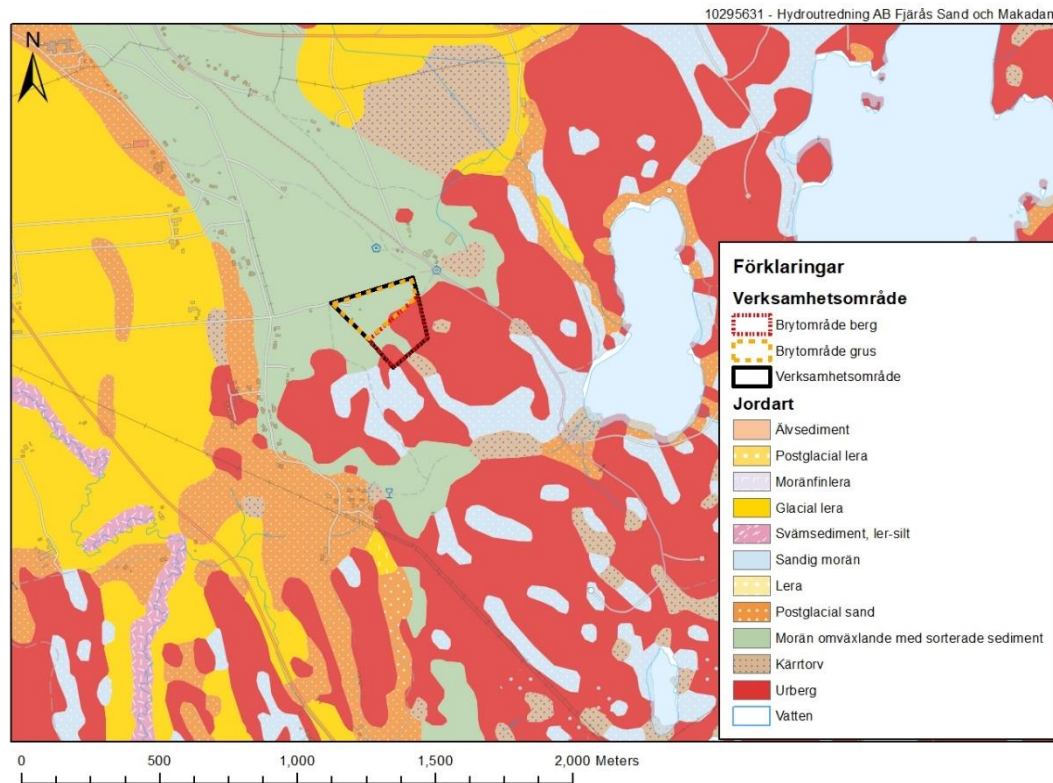
### 3.2 GEOLOGI

Inom område för verksamheten återfinns formationen *Fjärås Bräcka*, en mäktig israndbildning härstammande från den senaste istiden, med en heterogen sammansättning av sorterade skikt av sand och grus med stora inslag av sand<sup>4</sup>. Det förekommer även morän samt linser av lera och silt, se figur 3. Övrig geologi i verksamhetens omnejd består av glacial lera, sandig morän och berg i dagen.

Jorddjupen i området är mycket varierande med ett mäktigt jorddjup på över 50 m i israndbildningen och relativt mäktiga jordlager i den västra dalgången. Söderut, där berg i dagen dominerar, är jordlagren tunna, se figur 4. Inom verksamhetsområdet uppskattas jorddjupet vara 10-20 meter enligt SGU:s jorddjupskarta. Detta motsvarar huvudsakligen de plats specifika undersökningar som gjorts, se kapitel 4, *Fältundersökningar*.

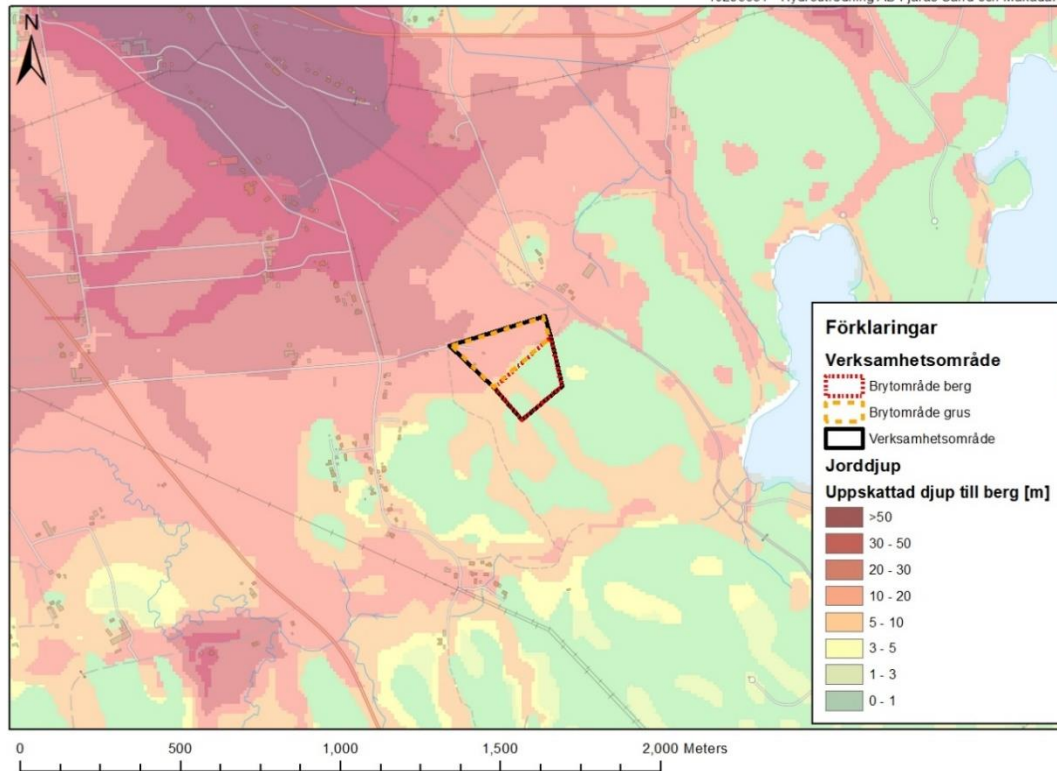
<sup>4</sup> SGU. (2018). K609. Grundvattenmagasinet Fjärås Bräcka.

I den översiktliga berggrundskarteringen från SGU har ett flertal sprickzoner identifierats. Uttagsmöjligheterna i berg vid täktområdet har bedömts som tämligen goda på 600-2000 l/h, se Figur 5.

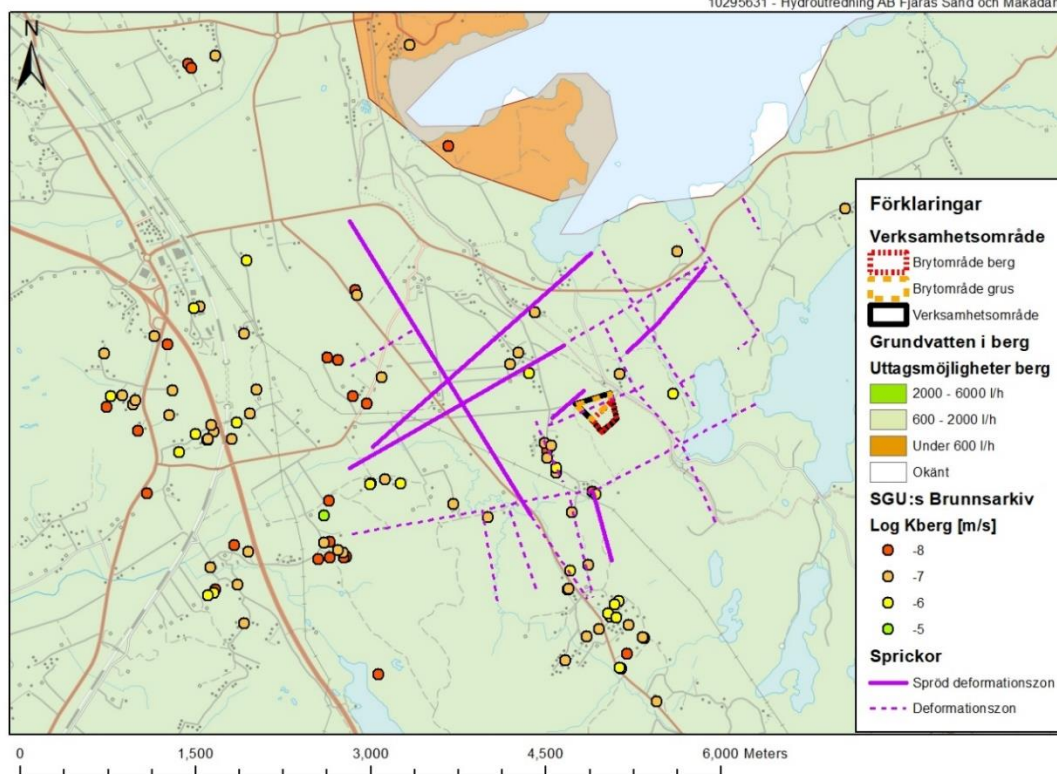


Figur 3. Jordarter inom och i omnejd av ansökt verksamhetsområde (©SGU).





Figur 4. Bedömt jorddjup inom och i omnejd av ansökt verksamhetsområde (©SGU).



Figur 5. Bedömda uttagskapaciteter i berg från SGU samt beräknade K-värden från närliggande brunnar och lokala sprickbildningar. Metod för detta förklaras ytterligare i senare kapitel.

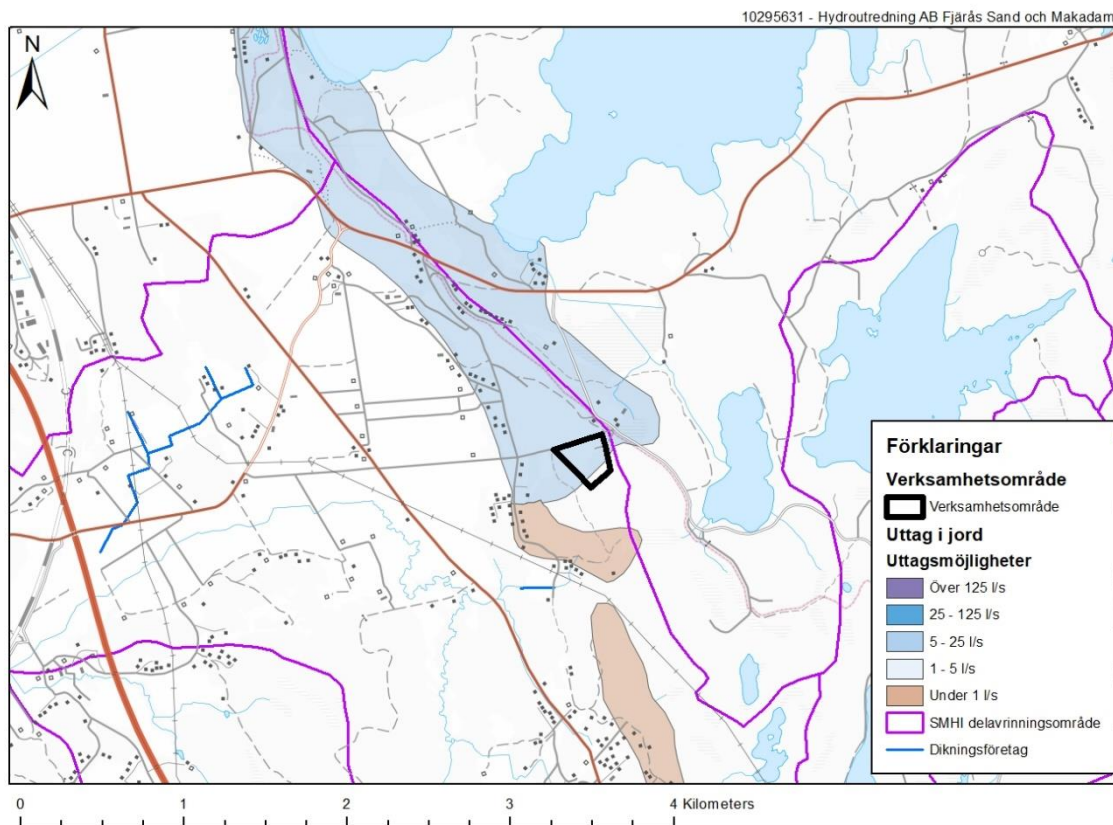
### 3.3 HYDROLOGI OCH HYDROGEOLOGI

Israndsavlagringen *Fjärås Bräcka* skapar en topografisk vattendelare i området, vilken utgör gränsen mellan två delavrinningsområden. Hela verksamhetsområdet återfinns dock på den västra sidan av gränsen, inom delavrinningsområde *Ovan (SE637100-128108)* enligt SMHI:s kartering, se figur 6. Närmsta dikningsföretaget ligger väster om verksamheten, *Tom df nr 1 och 2 1949*.

Den lokala höjd där bergtäkten planeras, avvattnas av ett antal mindre vattendrag och i den västra dalgången rinner ett större vattendrag identifierat i länsstyrelsernas digitala databas för vatten, VISS, som *Torpaån*. Agnsjön avvattnas i öster mot *Lygnern* via ett mindre vattendrag.

Grundvattenmagasinet *Fjärås Bräcka (SE637380-128349)* sträcker sig i israndsbildningen från nordväst till sydöst och in i verksamhetsområdet. Åsen dämmer upp sjön *Lygnern*. Magasinet är av typen porakvifer i sand- och grusförekomst, vilken huvudsakligen inte överlagras av något annat magasin, men som uppvisar inslag av ler- och siltlinser. Det sekundära tillrinningsområdet för grundvattenmagasinet sträcker sig en bit utanför gränsen för magasinet och dess primära tillrinningsområde, söder om täktområdet. Magasinet bedöms enligt SGU ha goda uttagsmöjligheter om 5-25 l/s. *Fjärås Bräcka* omfattas av miljökvalitetsnormer för grundvatten och bedöms enligt rådande förvaltningscykel ha både god kemisk och god kvalitativ status<sup>5</sup>.

Enligt vattenförsörjningsplan för *Kungsbacka kommun*<sup>6</sup> finns indikationer på att det i den södra delen av grundvattenmagasinet kan finnas en separat grundvattenförekomst som inte står i hydraulisk kontakt med det övriga magasinet. Utredning för att undersöka detta har inte genomförts och vid beräkningar i denna rapport har antagits att det är ett sammanhängande magasin.



Figur 6. Delavrinningsområden runt täkten är hämtade från SMHI samt grundvattenmagasin från SGU. Dikningsföretag i täktens närhet är hämtade från Hallands länsstyrelses informationskarta<sup>7</sup>.

<sup>5</sup> VISS. 2017. Fjärås Bräcka Vattenförekomst. <https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA95986340>

<sup>6</sup> Teknik, VA-planering. (2015). *Vattenförsörjningsplan för Kungsbacka kommun*. Kungsbacka Kommun.

<sup>7</sup> <https://ext-geoportal.lansstyrelsen.se/standard/?appid=d0e35de8fe95434ca5fd043d84040116> (2020-09-22)



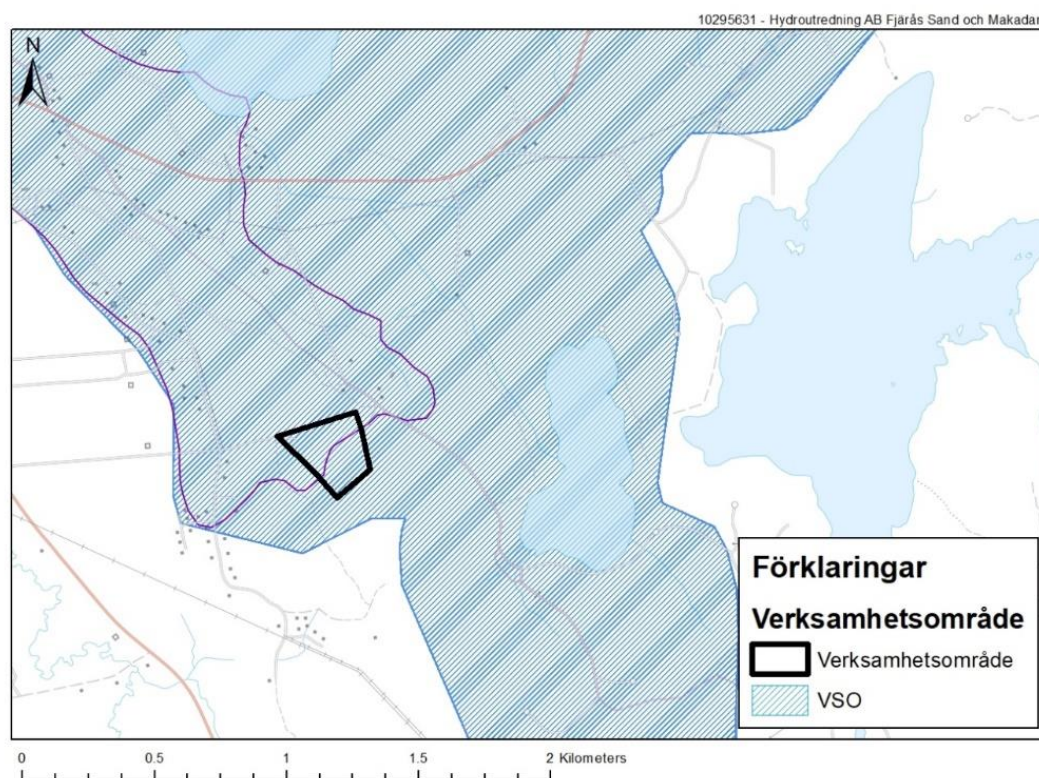
### 3.4 FJÄRÅS BRÄCKA VATTENTÄKT

Grundvattenmagasinet *Fjärås Bräcka* är huvudvattentäkt för Kungsbacka kommun och förser ca 69 000 personer med kommunalt vatten, motsvarande 13 000 m<sup>3</sup>/dygn<sup>8</sup>.

Grundvattennivån i Fjärås Bräcka är under naturliga förhållanden högre än sjön Lygnerns nivå. Uttagen ur vattentäkten har dock medfört att grundvattennivån har avsänkts till en nivå ca 2 meter under sjöns vattenyta. Det medför att sjövattnen nu induceras till grundvattenmagasinet, istället för att det läcker mot sjön i öster och lerslätten i väster. Tillrinningsområdet för grundvattenmagasinet har således förändrats till att innefatta både grundvattenbildningsområdet och sjöns tillrinningsområde<sup>9</sup>.

Grundvattentillgången förstärks även med konstgjord infiltration av vatten som pumpas från sjön Lygnern till sex stycken infiltrationsbassänger på den västra sidan av Fjärås Bräcka. Uttagsbrunnarna ligger nära stranden på den östra sidan om Fjärås Bräcka. Från vattenverket pumpas således en blandning av inducerat och infiltrerat vatten från sjön samt naturligt grundvatten<sup>9</sup>.

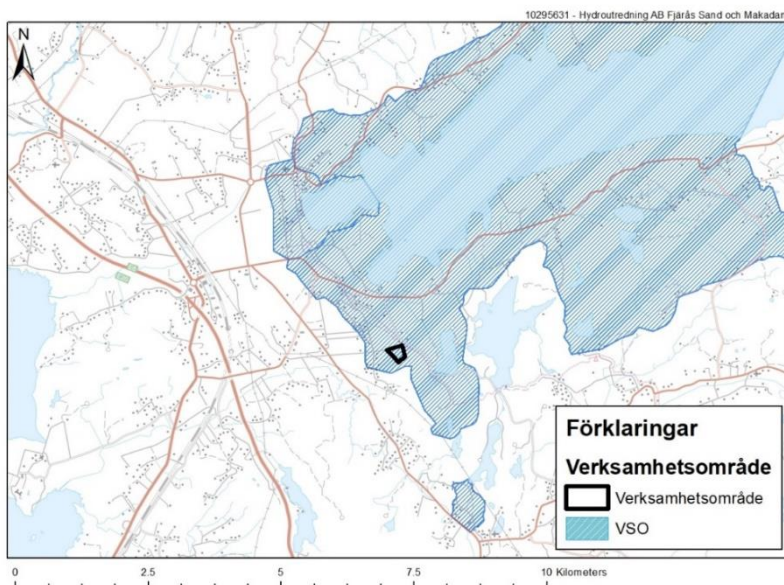
Brytområdet för grustäkt ligger inom grundvattenmagasinet *Fjärås Bräckas* södra delar. Det planerade brytområdet för bergtäkt ligger precis i grundvattenmagasinets södra rand, men inom dess sekundära tillrinningsområde, se figur 7. Hela verksamhetsområdet är lokaliserat inom den tertiära skyddszonen för vattentäktens vattenskyddsområde, se figur 8.



Figur 7. Planerat verksamhetsområde tillsammans med vattenskyddsområde för Fjärås Bräcka samt grundvattenmagasinet utmarkerat i lila. ©SGU).

<sup>8</sup> Teknik, VA-planering. (2015). *Vattenförsörjningsplan för Kungsbacka kommun*. Kungsbacka Kommun.

<sup>9</sup> Kungsbacka kommun (l). (u.d.). Kungsbacka. Hämtat från Bygga bo och miljö: <https://www.kungsbacka.se/Bygga-bo-och-miljo/Vatten-och-avlopp/Dricksvatten/Kommunalt-vatten/>



Figur 8. Verksamhetsområdets placering i förhållande till vattenskyddsområdet för Fjärås Bräcka vattentäkt.

### 3.5 GRUNDVATTENBILDNING

Den övergripande vattenbalansen för det aktuella området kan tecknas  $P_k - ET = P_n$ , där  $P_k$  är korrigerad nederbörd,  $ET$  motsvarar evapotranspiration (total avdunstning) och  $P_n$  nettonederbörd. Nettonederbörden är den andel som bildar avrinning. Enligt SMHI:s översiktliga kartering över ovanstående parametrar kan följande representativa årsmedelvärden ansättas:

- $P_k = 950 \text{ mm/år}$
- $ET = 510 \text{ mm/år}$
- $P_n = 440 \text{ mm/år}$

Värdena avser långtidsmedelvärden för referensnormalperioden 1961 – 1990. Idag regnar det generellt mer över stora delar av Sverige än under referensnormalperioden och även temperaturen har ökat något. Med hjälp av SMHI:s luftwebb kan denna ökning och därmed medelvärden för nutid beräknas. En ökning om ca 17 % för nederbörd och ca 9 % för evapotranspiration har kunnat bestämmas. Därmed kan följande värden ställas upp för den klimatologiska vattenbalansen, vilka även använts för vidare beräkningar:

- $P_k = 1100 \text{ mm/år}$
- $ET = 560 \text{ mm/år}$
- $P_n = 550 \text{ mm/år}$

Infiltrationskapaciteten i förekommande morän-, sand- och grusområden är normalt sådan att all nederbörd kan tillåtas infiltrera, d.v.s. att direkt ytavrinning från området kan anses vara försumbar. I områden med tunt jordtäckte och berg i dagen kan lokal ytavrinning förekomma och grundvattenbildningen således vara lokalt mindre, men nederbörden fastnar ofta i närliggande lågpunkter (t.ex. mossar) där den senare kan infiltrera och bilda grundvatten. Således kan i princip hela avrinningen från området antas ha varit grundvatten en kortare eller längre tid innan den når ytvattendrag. Nybildningen av grundvatten kan därmed antas vara i princip densamma som nettonederbörden över området.

Över en täkt där ingen växtlighet finns minskar evapotranspirationen och avrinningen ökar. I svensk skogsmark kan en ökning av avrinningen mellan 50–100 %<sup>10</sup> ske vid kalhygge. Här antas att 40 % av medelavdunstningen kvarstår över brytområdet efter avskogning vilket ger en ökning i avrinning om ca 60 %.

Nettonederbörden har, utifrån områdets geologi och hydrologi, antagits till 550 mm/år över bevuxet område och 880 mm/år över bruten täkt.

<sup>10</sup> Magnusson, T., 2015, Skogsbruk – Mark och vatten. Skogsskötselserien nr 13, Skogsstyrelsen.

## 4 FÄLTUNDERSÖKNINGAR

Inför aktuell ansökan för grus- och bergtäkt installerades tre grundvattenrör inom det planerade verksamhetsområdet med syfte att skapa underlag till beräkningar av medelgrundvattenyta och prognostiserad högsta grundvattenyta. Grundvattenrörens placering valdes med avsikt att täcka in så stor del av verksamhetsområdet som möjligt. Grundvattenmätningar genomfördes kontinuerligt i rören med automatiska tryckgivare (divers) under tre månader våren 2020 (mars-maj) och kontrollerades med manuella mätningar (ljuslod) vid fem tillfällen.

I samband med utredning inför Swerock AB:s ansökan om sand- och grustäkt på grannfastigheterna Tom 10:26 och 10:27 installerades fyra grundvattenrör under våren 2018. Ett grundvattenrör fanns då i täktområdet sedan tidigare. De nivåmätningar som genomfördes inför denna täktansökan har nyttjats även i denna utredning. I tillägg har manuella nivåmätningar (ljuslod) genomförts under våren 2020 i dessa fem rör med Swerocks godkännande.

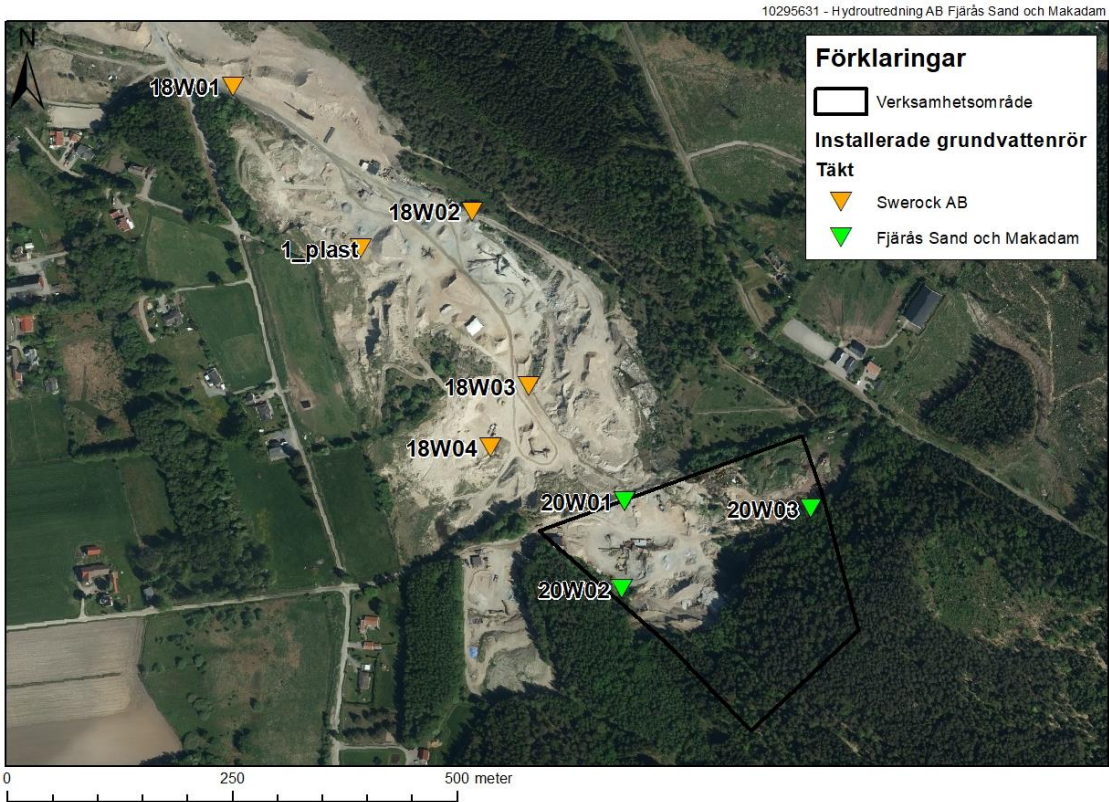
Specifikationer från rörinstallation samt de utförda manuella mätningarna presenteras i tabell 1. Grundvattenrörens placering visas i figur 9.

Tabell 1. Sammanställning av specifikationer relaterade till grundvattenrörens installation i de två grantäkterna samt manuella nivåmätningar under våren 2020.

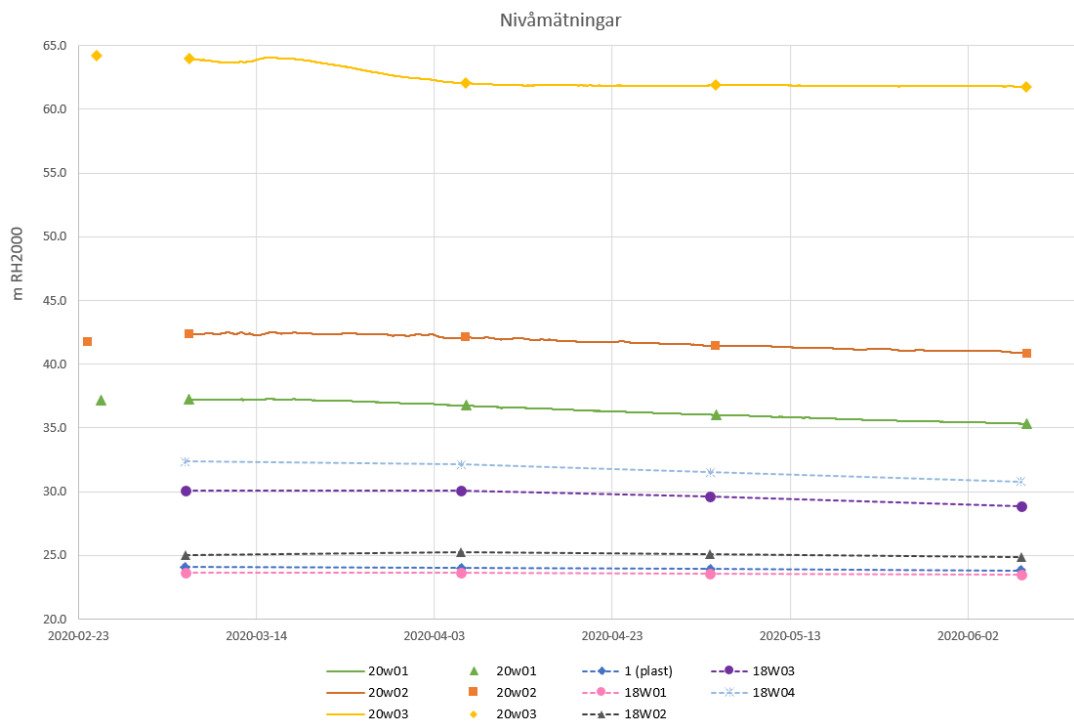
Namn	Fjärås Sand & Makadam			Swerock AB				
	20W01	20W02	20W03	1 (plast)	18W01	18W02	18W03	18W04
X [SWEREF99 1200]	72950.2	72945.2	73157.4	72662.5	72524.4	72787.1	72845.6	72801.5
Y [SWEREF99 1200]	6368019.2	6367921.4	6368006.2	6368307.2	6368490.6	6368345.3	6368149.6	6368082.5
Marknivå [RH2000]	42.61	45.37	65.11	29.53	29.09	31.47	32.54	34.23
R.ök. [RH2000]	43.78	45.65	65.27	30.33	29.52	32.21	33.16	35.22
Spetsnivå [mu rök]	17.40	12.19	4.39	8.97	12.65	15.80	9.70	12.80
Rörtyp	4" stål	4" stål	4" stål	PEH	4" stål	4" stål	4" stål	4" stål
Installationsdatum	2020-02-25	2020-02-24	2020-02-25	2012	2018	2018	2018	2018
Datum	Nivåmätningar [m RH2000]			Nivåmätningar [m RH2000]				
2020-02-25	37.22	41.73	64.19	-	-	-	-	-
2020-03-06	37.25	42.38	63.98	24.10	23.67	25.01	30.10	32.37
2020-04-06	36.77	42.11	62.05	24.03	23.64	25.25	30.09	32.15
2020-05-04	36.03	41.46	61.90	23.95	23.58	25.11	29.66	31.55
2020-06-08	35.32	40.86	61.78	23.83	23.50	24.87	28.83	30.82
Medelvärde	36.5	41.7	62.8	24.0	23.6	25.1	29.7	31.7

Figur 10 illustrerar resultaten från de automatiska och manuella nivåmätningar som genomförts under våren 2020 samt hur grundvattennivån i de olika mätpunkterna förhåller sig i höjdlängd. Samtliga rör uppvisar en liknande avsänkande trend och har bedömts vara installerade i samma öppna jordkaviter trots skillnader i höjdläge och förekomst av tunnare lager av finare material som lera och silt. Bergöverytan påträffades ca 16 m under markytan i mätpunkt 20W01, respektive 11,5 m i 20W02 och 3,5 i 20W03. Grundvattnet i täktområdet beräknas återfinnas ca 2 - 7 meter under dagens marknivå (2020) och grundvattenströmningens riktning och gradient antas följa topografien.





Figur 9. Placering av de tre grundvattenrör som installerades inom det aktuella verksamhetsområdet under våren 2020 samt i de fem befintliga grundvattenrören i Swerock AB:s grustäkt på grannfastigheterna. (Ortofoto ©Lantmäteriet)



Figur 10. Nivåmätningar under våren 2020. Heldragna linjer representerar automatiska mätningar och punkter manuella mätningar. Streckade linjer är en interpolation av grundvattennivån mellan de manuella mätillfällena.

## 5 BERÄKNINGAR

### 5.1 BERÄKNING AV BERGETS HYDRAULISKA KONDUKTIVITET

Berget är i modellen indelat i 7 beräkningslager för att bättre simulera strömningar i vertikalt led. Den hydrauliska konduktiviteten (K-värde) i berget beräknades enligt ekvation 1 för ett antal (116 st) bergborrade brunnar från SGU:s brunnarsarkiv upp till 4 km runt täkten.

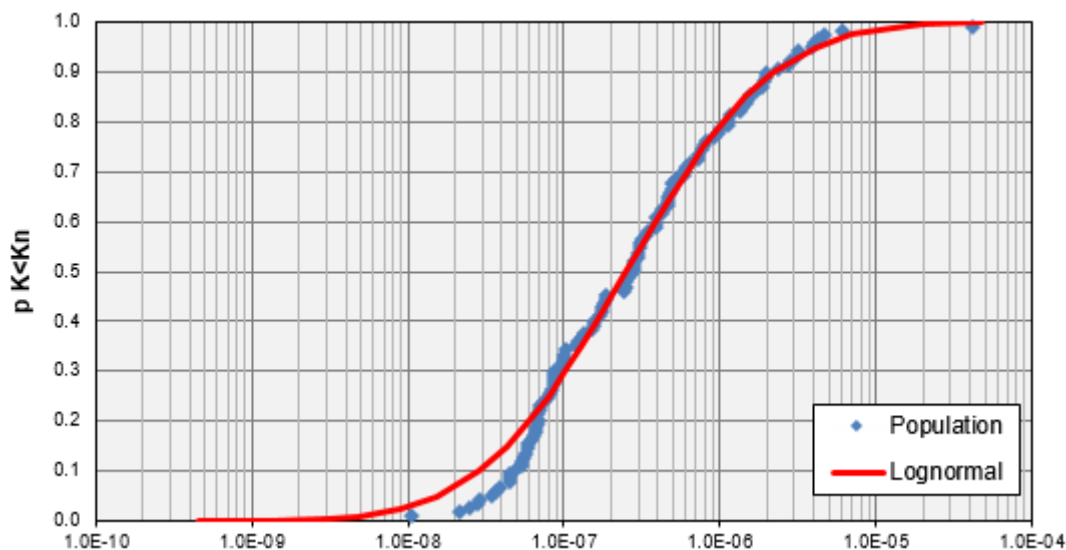
$$K = 0.076 * \text{Flöde}^{1.026} / \text{Borrddjup i berg} \quad (1)^{11}$$

Den hydrauliska konduktiviteten är lognormalfördelad och till populationen anpassas en fördelning med standardavvikelse och medelvärde enligt figur 11. Utifrån detta erhålls ett geometriskt medelvärde på  $K_g = 2,5 \cdot 10^{-7}$  m/s för samtliga brunnar. Från denna borrhålsskala kan en storskalig effektiv hydraulisk konduktivitet beräknas enligt Matherons<sup>12</sup> förmodan till  $K_{3D} = 4,1 \cdot 10^{-7}$  m/s.

En ytterligare uppdelning av populationen görs sedan där lognormalfördelningar tas fram för brunnar med ett djup på <50 m och <100 m.  $K_{3D}$ -värden fås då för tre olika fördelningar och djupomfång vilka sedan används för att utvärdera K-värdets djupavtagande i berg.

Djupavtagandet antas följa en modell enligt ekvation 2. Konstanterna C och L tas fram genom passning baserat på transmissivitetssummering i en experimentell modell enligt ekvation 2. En jämförelse sker sedan mot  $K_{3D}$ -värden för olika djupomfång. Metoden ger en representativ bild av K-värdets djupavtagande i berget inom det studerade området.

$$K = C \cdot \text{djup i berg}^L \quad (2)^{13}$$



Figur 11 Fördelning av de utvärderade brunnarna i området. Passning har fokuserats mellan 0,3 och 0,8.

### 5.2 GRUNDVATTENMODELL

En grundvattenmodell har upprättats utefter de geologiska och hydrogeologiska förutsättningar som beskrivits under kapitel 3. Som modellgränser användes lokala avrinningsområden och naturliga avgränsningar, se figur 12.

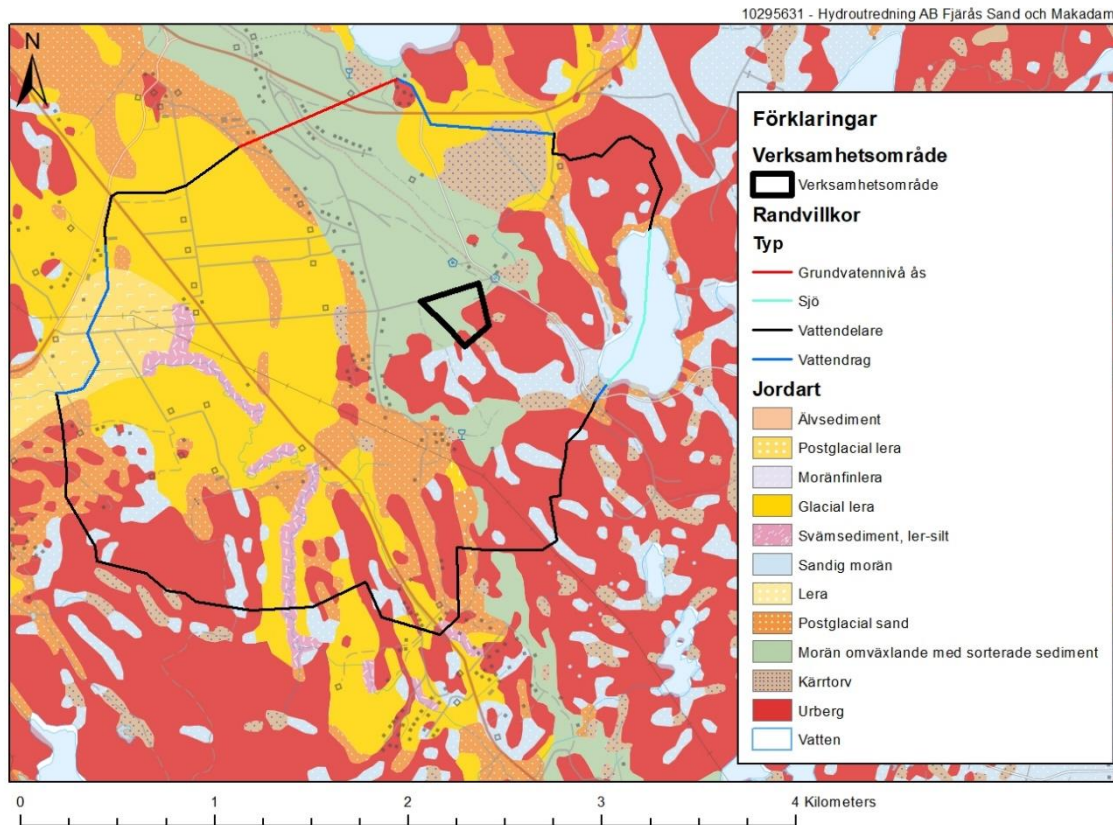
Som avgränsning användes ytvattendelare och mindre vattendrag där vatten inte kan passera. Utöver det nyttjades Agnsjön i söder med en konstant trycknivå motsvarande sjöns yta. I norr ansattes en grundvattennivå i Fjärås Bräcka som grundvattenflödet antogs flöda mot.

En generell dränering (1 meter under markytan) ansattes för att simulera bortledning av ytligt grundvatten till diken, bäckar och vattendrag.

<sup>11</sup> Samband mellan kapacitet vid borrning och transmissivitet i kristallint och sedimentärt berg, E Ryd, 2017.

<sup>12</sup> Gustafson, G. (2009) Hydrogeologi för bergbyggare

<sup>13</sup> Naturvårdsverket, rapport 4818. Grundvattenströmning i kristallint berg. © Stockholm 1997.



Figur 12. Randvillkor för upprättad grundvattenmodell. (Jordartskarta ©SGU).

För att ansätta ett jorddjup används SGU:s bedömda jorddjup. Dock saknades jorddjupsuppgifter inom området för formationen Fjärås Bräcka. En bergövertyta interpolerades därför med hjälp av de sonderingar som fanns inom området och de grundvattenrör som installerades 2020. Bergövertytan sattes sedan som botten på beräkningslager 3. Den sammanlagda mäktigheten av lager 1 - 3 motsvarar jorddjupet, dock minst 5 meter. Under leran har ett tunt lager med 1 meters mäktighet ansatts, motsvarande ett undre magasin under lera bestående av sandig morän.

I modellen motsvarar lager ett (1), två (2) och tre (3) de yjordarter som finns inom modellområdet. För exempelvis torv som inte upptar hela jorddjupet, har en ansats gjorts att beräkna medelkonduktiviteten för torv tillsammans med det jordlager som troligtvis följer direkt under torven ner till berg. Denna ansats har i det här fallet gjorts för torv som bedömts underlagras av lera, ytligt berg eller åsmaterial. För tunna lager av morän på berg har en liknande ansats gjorts där K-värdet beräknades som ett medelvärde av morän och ytligt berg. Konduktiviteten i jordlagren, ansattes konservativt och i enlighet med litteraturvärden<sup>14</sup>, se tabell 2.

Då det i närområdet finns flertalet sprickzoner i berget har dessa implementerats i modellen och i samtliga berglager ansattes en cirka tiopotens högre för sprickzonen än för det övriga berget för att simulera deras ökade vattenföring.

Då det i finns grundvattenmätningar tillgängliga kalibrerades modellen mot dessa genom att i delar av åsen variera den hydrauliska konduktiviteten. Generellt eftersöktes en grundvattenyta där mätningar nära verksamhetsområdet låg relativt nära uppmätta nivåer medan mätningar nedströms verksamhetsområdet överskattades. Desto högre grundvattnenivå som finns i en modell desto mer konservativa blir beräkningarna där avsänkningen blir större.

<sup>14</sup> Domenico & Schwartz, Physical and Chemical Hydrogeology, 1998

Tabell 2. Använd hydraulisk konduktivitet vid modelluppbyggnad.

Lager	$K_h$ [m/s]	$K_v$ [m/s]	Måktighet [m]	Typ
1 & 2	$3.0 \cdot 10^{-5}$	$1.0 \cdot 10^{-5}$	Varierad	Postglacial sand
1 & 2	$8.0 \cdot 10^{-9}$	$1.0 \cdot 10^{-9}$	Varierad	Lera
1 & 2	$6.0 \cdot 10^{-6}$	$2.0 \cdot 10^{-6}$	Varierad	Sandig morän
1 & 2	$4.2 \cdot 10^{-6}$	$3.2 \cdot 10^{-6}$	Varierad	Morän på berg
1, 2 & 3	$1.0 \cdot 10^{-5}$	$9.0 \cdot 10^{-6}$	Varierad	Åsmaterial (materialet har varierande k-värde genom åsen för kalibrering av modellen)
1 & 2	$2.6 \cdot 10^{-6}$	$1.2 \cdot 10^{-7}$	Varierad	Kärrtorv på berg
1 & 2	$4.0 \cdot 10^{-7}$	$1.6 \cdot 10^{-9}$	Varierad	Kärrtorv på lera
1 & 2	$4.0 \cdot 10^{-6}$	$7.5 \cdot 10^{-8}$	Varierad	Torv på åsmaterial
3	$3.0 \cdot 10^{-5}$	$1.0 \cdot 10^{-5}$	1	Undre magasin
4	$3.7 \cdot 10^{-6}$	$3.7 \cdot 10^{-6}$	10	Berg 1
5	$6.8 \cdot 10^{-7}$	$6.8 \cdot 10^{-7}$	10	Berg 2
6	$2.7 \cdot 10^{-7}$	$2.7 \cdot 10^{-7}$	20	Berg 3
7	$6.3 \cdot 10^{-8}$	$6.3 \cdot 10^{-8}$	30	Berg 4
8	$3.0 \cdot 10^{-8}$	$3.0 \cdot 10^{-8}$	30	Berg 5
9	$1.3 \cdot 10^{-8}$	$1.3 \cdot 10^{-8}$	50	Berg 6
10	$6.6 \cdot 10^{-9}$	$6.6 \cdot 10^{-9}$	50	Berg 7

Modellen har använts för att simulera två olika fall.

- En situation som representerar nuläget enligt Lantmäteriets flygburna laserscanning från 2018, det vill säga innan utbruten bergtäkt.
- Den framtida situationen där det ansökta brytområdet är fullt utbrutet (+50).

Skillnaden mellan a) och b) används för att bedöma planerad verksamhets påverkan på grundvattenförhållanden.

### 5.3 SAMVARIATIONSANALYS

För att ta fram en medelgrundvattenyta samt prognostisera en högsta grundvattenyta för området utifrån de mätserier som samlats in i fält genomfördes en samvariationsanalys.

Metoden bygger på att referensrör placerade i liknande miljöer som prognosrören bör uppvisa liknande variationsmönster i grundvattennivå. För att ett rör ska vara lämpligt att använda som referensrör bör det vara installerat i snarlik geologi och klimatzon som området av intresse, vara opåverkat under en längre tid samt ha en lång mätserie tillgänglig.

Genom att anpassa referensrörets amplitudfaktor och absolutfaktor samt eventuellt tidsförskjuta mätserien, kan den längre mätserien passas till prognosrörens kortare mätserie. Om god visuell samvariation kan påvisas kan således referensrörets längre mätserie utnyttjas för att ta fram en sannolik grundvattenfluktuation i området av intresse. Om tillgängliga mätserier är korta och har dålig upplösning blir osäkerheten större än om tillgängliga mätserier sträcker sig över längre tidsperioder och har samlats in kontinuerligt genom t.ex. automatiska tryckmätare. Mätserierna för prognosrören i Swerock AB:s täkt genererar således mer osäkra resultat. Metoden ger dock ett approximativt underlag för kartering av medelgrundvattenytans läge.

För att finna lämpliga referensrör utfördes en korrelationsanalys mellan prognosrörens mätserier och tillgängliga mätserier för observationsrör som uppfyller ovan nämnda krav. För vidare analys valdes observationsrör som ingår i SGU:s grundvattennät som referensrör för samtliga prognosrör, se tabell 3 nedan, då en korrelation över  $R^2 = 0.9$  kunde påvisas för samtliga.



Tabell 3. Sammanställning över valt referensrör för respektive prognosrör. Samtliga referensrör som använts för analysen ingår i SGU:s grundvattennät.

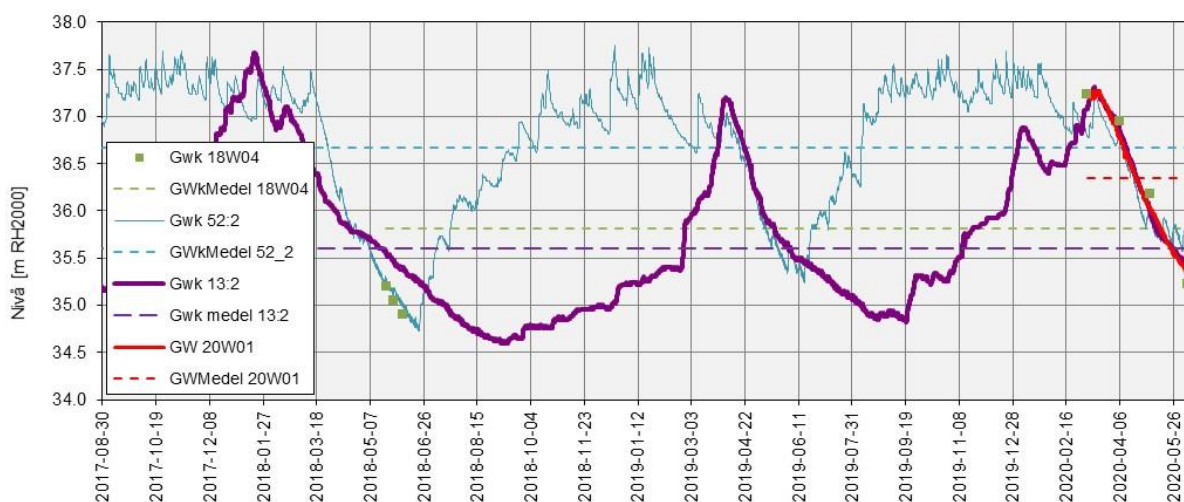
Prognosrör	Referensrör	Kommun	Magasinstyp	Jordart	Område	Startdatum
20W01 20W02 18W02 18W03 18W04 1_plast	13:2	Varberg	Slutet	Grus	Utströmning	1959-04-24
20W03	13:101	Varberg	Öppet	Morän-Berg	Inströmning	1983-07-01
18W01	53:11	Kungälv	Slutet	Morän	Intermediärt	1971-07-29

Referensröret 13:2 är placerat i en grusförekomst i ett område med samma grundvattenregim som prognosrören, men i ett slutet magasin som klassificeras som utströmningsområde. Det valdes ändå som referensrör för vidare analys på grund av den goda samvariationen med de automatiska nivåmätningarna för prognosrör 20W01-20W02, se figur 13, samt då det enligt borrhprotokoll från rörinstallation förekommer skikt av lera i stratigrafin.

Samvariation med rör 52:2 (Kungsbacka) som referens undersöktes också, då detta rör är installerat i en öppen jordakvifer i morän i relativ geografisk närhet, men detta valdes bort som referensrör till förmån för 13:2 då passningen var sämre. Generellt kan dock sägas att denna passning genererade en något högre medelgrundvattennivå, se figur 13, men snarlika extremvärden.

Referensrör 13:101 är placerat i ett öppet magasin i morän-berg, vilket överensstämmer väl med borrhprotokoll för 20W03 och god samvariation kunde påvisas mot mätserien för de automatiska nivåmätningarna.

Rör 53:11 valdes som referensrör för prognosrör 18W01 då det samvarierade bättre än 13:2, men i övrigt har liknande förutsättningar.



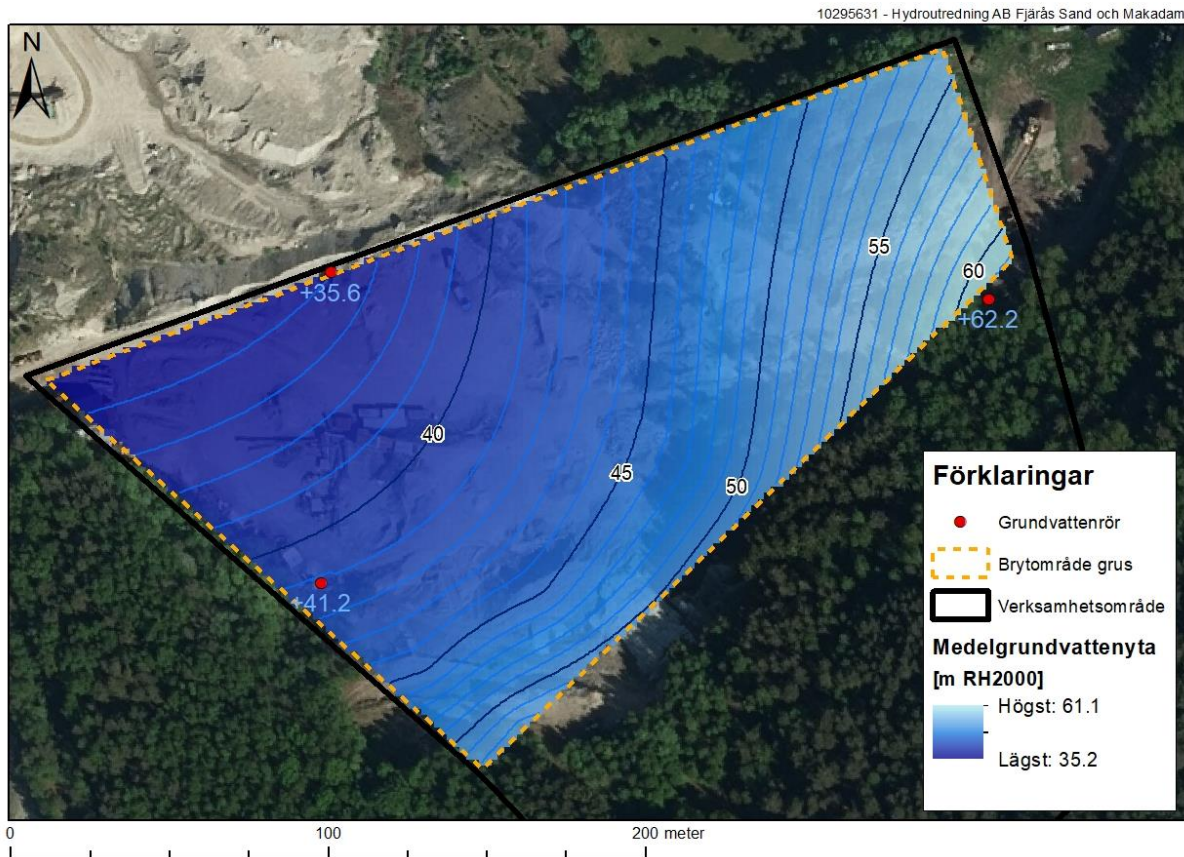
Figur 13. Samvariationsanalys för prognosrör 20W01 i Fjärås med observationsrör 13:2 (Varberg) och 52:2 (Kungsbacka) samt prognosrör 18W04 (Fjärås) som referensrör. Observationsrör 13:2 har valts som referensrör i vidare analys för både 20W01 och 18W04 på grund av den mycket goda samvariationen med mätningarna under våren 2020. Den beräknade medelgrundvattennivån blir med 13:2 som referensrör lägre än om 52:2 används, men beräknade extremvärden blir snarlika.

De beräknade medelgrundvattennivåerna från samvariationsanalysen av respektive prognosrör interpolerades till en medelgrundvattenyta. För att få fram en mer trolig grundvattenyta och naturlig strömningsriktning användes hjälppunkter från den kalibrerade grundvattenmodellen i interpoleringen. *Vanlig Kriging* valdes som metod för



interpoleringen då den enligt studier lämpar sig väl för interpolering av grundvattenytor (Xiao, et al., 2016). Resultatet visas i figur 14.

Grundvattnets strömningsriktning tolkas vara vinkelrät mot isolinjerna i kartan, dvs. västerut i den östra delen av verksamhetsområdet och norrut i den västra delen. Kontroll av den tolkade medelgrundvattenytan har gjorts relativt markytan för att säkerställa att den omrättade zonen mäktighet kan tyckas rimlig och att den interpolerade ytan inte ligger ovan markyta i någon punkt. Den omrättade zonen varierar mellan ca 2 meter längs brytområdets västra och södra sida samt i det östra hörnet, till upp emot 20 meter i den utgrävda slänten som finns i mitten av brytområdet.



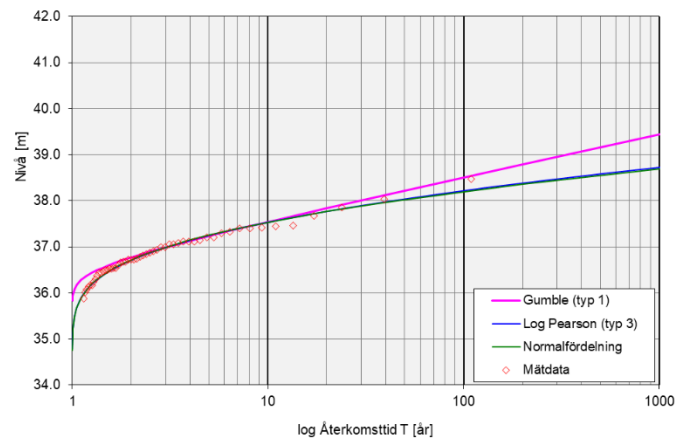
Figur 14. Kriging-interpolerad medelgrundvattenyta inom brytområdet utifrån samvariationsanalys av mätdata i grundvattenrör samt hjälppunkter från den kalibrerade grundvattenmodellen. Grundvattnets strömningsriktning tolkas vara vinkelrät mot isolinjerna, dvs. åt väst i den östra delen av verksamhetsområdet och norrut i den västra delen. (Ortofoto ©Lantmäteriet)

## 5.4 EXTREMVÄRDESANALYS

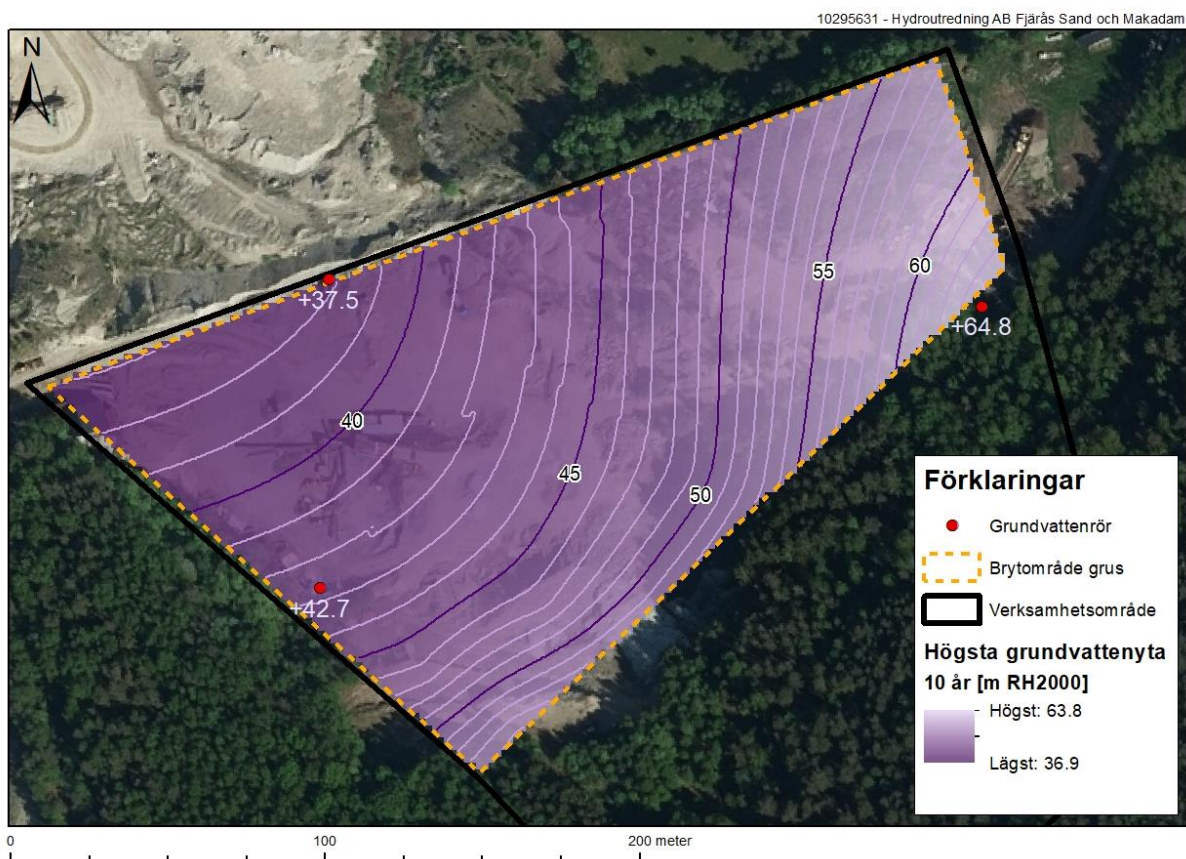
Extremvärdesanalysen utförs utifrån resultaten av samvariationsanalysen genom att plocka ut max-nivåer för varje hydrologiskt år från den, genom passning mot referensröret, beräknade mätserien i prognosröret. Syftet är att prognostisera en högsta grundvattenyta som statistiskt sett inträffar inom en viss återkomsttid. I Sverige brukar det hydrologiska nyåret ansättas till i månadsskiftet september-oktober, då nivåerna generellt är som lägst.

Medelvärde och standardavvikelse för de framtagna extremvärdena beräknas och används sedan för fördelningsanalys med statistiska utvärderingsmetoder (Normalfördelning, Log Pearson (typ III) och Gumble (typ 1)). Referensrörets beräknade extremvärden plottas mot de tre fördelningarna och beroende på vilken återkomsttid som är av intresse väljs den fördelning som plottar närmast mätdata. I aktuellt fall har en återkomsttid om 10 år valts för att ta fram en prognostiserad högsta grundvattenyta som statistiskt sett inträffar under 10 år ( $T_{10}$ ). I extremvärdesanalysen av prognosrör 20W01 anses Gumble (typ 1) ha bäst passning med mätserien, se figur 15.

De prognostiserade högsta grundvattennivåerna för respektive prognosrör interpolerades (Vanlig Kriging) med hjälp av hjälppunkter från den kalibrerade grundvattenmodellen till en grundvattenyta. För hjälppunkterna ansattes ett extremvärde liknande differensen mellan beräknad medelgrundvattennivå och extremnivå för rör 20W02. Resultatet visas i figur 16.



Figur 15. Beräknade extremvärden för prognosröret plottade mot den statistiska fördelningen av respektive återkomsttid. För prognosrör 20W01 har fördelning Gumble (typ 1) valts.



Figur 16. Kriging-interpolerad prognostiserad högsta grundvattenyta som statistiskt sett inträffar under 10 år ( $T_{10}$ ) inom brytområdet utifrån extremvärdesanalys av resultaten från samvariationsanalysen för respektive grundvattenrör. Hjälpunkter från den kalibrerade grundvattenmodellen har använts i interpoleringen. (Ortofoto ©Lantmäteriet)

## 6 RESULTAT GRUSTÄKT

### 6.1 BRYTBART MATERIAL

Enligt SGU:s vägledning för grustäkter med avseende på grundvatten bör brytning ej ske närmare än 3 meter över högsta förutsägbara grundvattennivå<sup>15</sup>. Till den framtagna prognostiserade högsta grundvattenytan ( $T_{10}$ ) adderades därför en säkerhetsmarginal för att säkerställa att en omättad zon på minst tre meter bevaras mellan täktbotten och grundvattenyta vid brytning av grus, motsvarande uppskattat lägsta brytdjup. Resultatet av interpoleringen (Vanlig Kriging) för lägsta brytdjup presenteras i figur 17.

Uppskattad mäktighet brytbart material beräknades sedan som differensen mellan markyta (2019) och prognostiserad högsta grundvattenyta ( $T_{10}$ ), se figur 18. Områden inom brytområdet där det är känt att berg går i dagen eller där jorddjupet är mindre än 1 meter, dvs. där mäktigheten brytbart material således bör vara nära obefintlig, är skuggade med grått i kartan. Områdena har beräknats med hjälp av SGU:s raster över bergöveryta (50 x 50 m) och kompletterats med fältobservationer från installationen av grundvattenrör där data saknats. Då upplösningen för underlaget är låg och data i vissa punkter helt saknas är det en grov kartering.

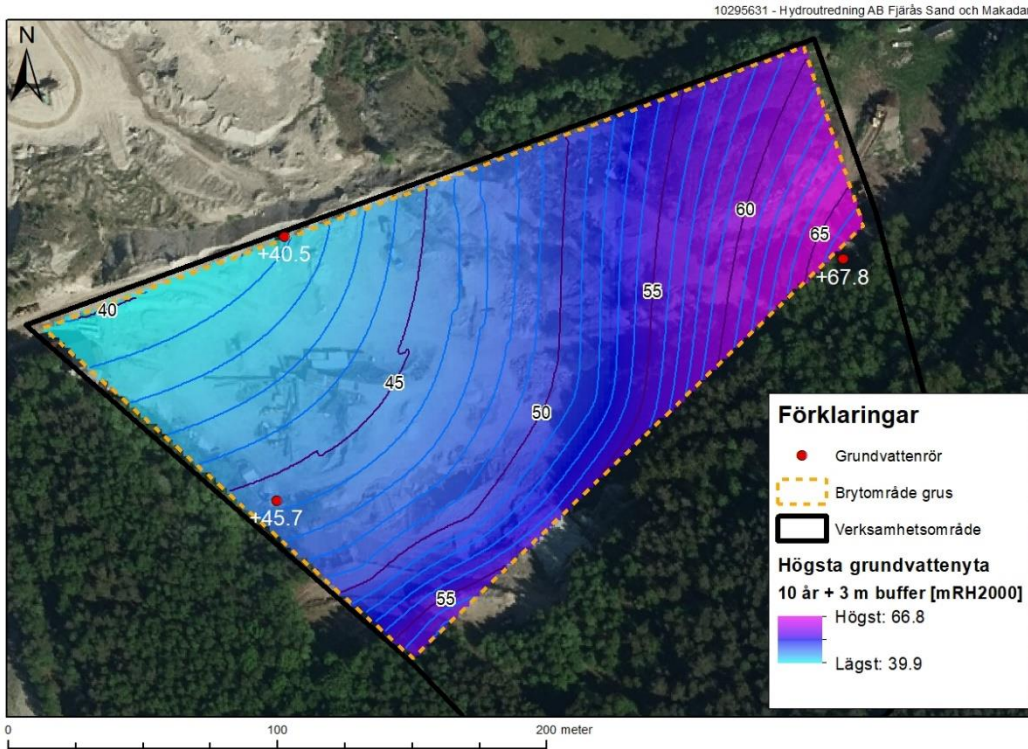
Inom mörkröda områden i kartan kan enligt beräkning mot markyta (2019) inget material brytas om en säkerhetsmarginal på 3 meter över prognostiserad högsta grundvattenyta ( $T_{10}$ ) bevaras. Brytning av grus bedöms främst kunna utföras i slänten mellan 20W01 och 20W03 samt i hörnet söder om 20W02, men i övrigt är mäktigheten brytbart material begränsad inom det planerade verksamhetsområdet.

Observeras bör att resultatet innehåller osäkerheter då det är baserat på interpolation av relativt korta mätserier i få mätpunkter, inom ett område där topografin varierar markant, och dessutom är i fortlöpande förändring. Lantmäteriets höjdcannade data (2 x 2 m) som har använts för att beräkna uppskattad mäktighet brytbart material bygger på flygburen laserskanning genomförd 2019. I delar av området där markytans läge har förändrats genom brytning och omflyttning av massor sedan 2019 stämmer alltså inte beräkningen. Detta har speciellt noterats söder om grundvattenrör 20W01, där markytan vid installation av grundvattenrör låg kring 42 meter, men i laserdatan är upp till 10 meter högre. Kartan i Figur 18 är således tänkt att i grova drag ge en uppfattning om vilken mäktighet material som kan brytas ut. Större vikt bör läggas vid kartan i Figur 17, vilken anger nivåer i plushöjd för uppskattat lägsta brytdjup inom området, i kombination med inmätningar av nuvarande markyta.

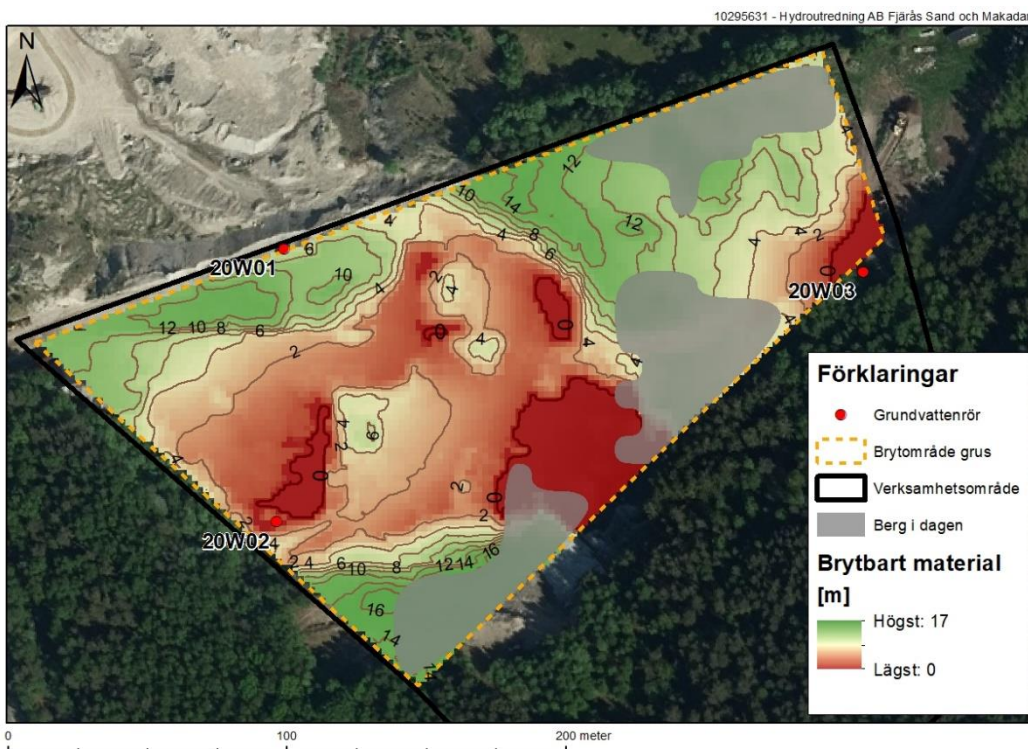
För att säkerställa att grundvattenytans läge fluktuerar liknande utförda beräkningar bör mätningar av grundvattennivåer följas upp i ett kontrollprogram. Det rekommenderas att ytterligare ett kontrollrör installeras, förslagsvis i nära anslutning till slänten med stor mäktighet brytbart material, för att få en mer heltäckande bild av grundvattenytan i området.

<sup>15</sup> Checklista för grustäkter, SGU, <https://www.sgu.se/samhallsplanering/bergmaterial-for-byggande/stod-vid-ansokan-om-grus-och-bergtakter/checklista-for-grustakter/>





Figur 17. Beräknad lägsta brytnivå. Till prognostiserade högsta grundvattenytan ( $T_{10}$ ) adderades en säkerhetsmarginal för att säkerställa en omättad zon på minst tre meter bevaras mellan täktbotten och grundvattenyta vid brytning av grus. (Ortofoto ©Lantmäteriet)



Figur 18. Uppskattad mäktighet brytbart material beräknad som differensen mellan markyta och prognostiserad högsta grundvattenyta ( $T_{10}$ ). Observera att värdena kan vara missvisande pga. av fortlöpande förändringar i höjd. (Ortofoto ©Lantmäteriet)

## 7 RESULTAT BERGTÄKT

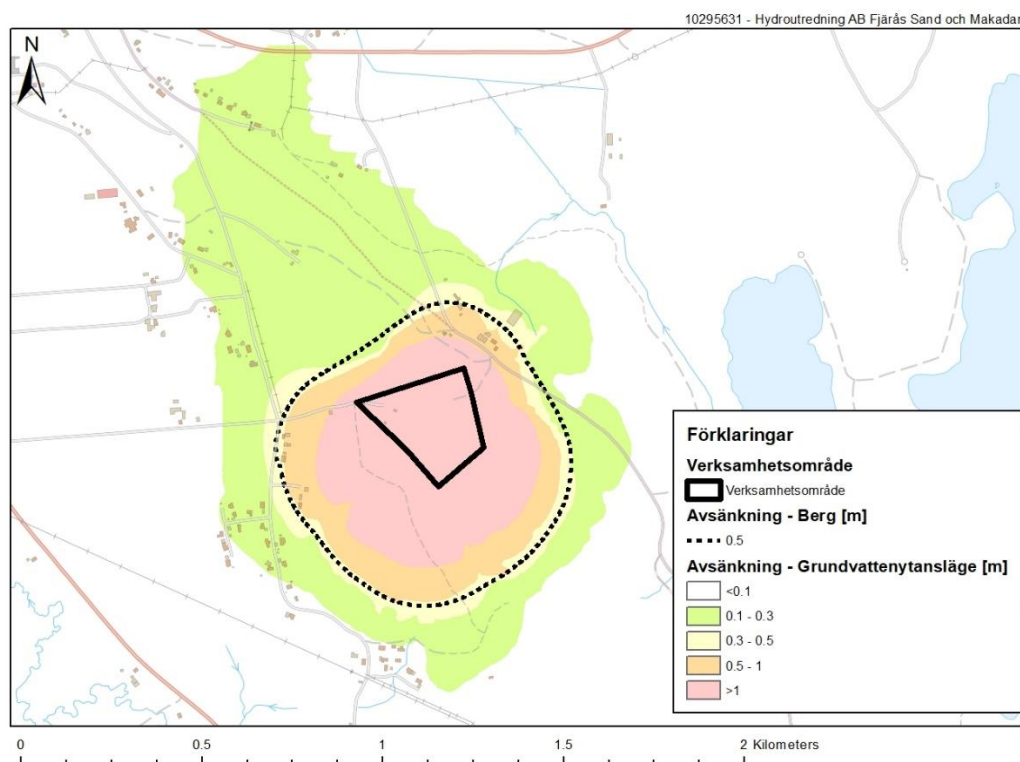
### 7.1 PÅVERKANSOMRÅDE

Influensområdets utbredning beräknas i modellen och identifieras som de områden som får någon som helst påverkan från täktverksamheten (>0 m). Det betyder dock inte att alla intressen inom detta område kan ta skada. Det är därför viktigt att utöver detta fastställa ett påverkansområde, det vill säga ett område inom vilket intressen kan påverkas negativt.

Redovisat i figur 19 och figur 20 ses påverkansområde för 0,1 m i jord och 0,5 m i berg på ett djup som motsvarar mediandjupet på de brunnar som använts i beräkningsunderlaget. Det är också detta område som identifierats som gällande påverkansområde i det aktuella fallet. Anledningen till ett lägre värde för jordlagren beror på att skyddsobjekt kopplat till ytligt grundvatten oftast är känsligare för påverkan än t.ex. djupborrade brunnar vilka i princip utgör samtliga motstående objekt som påverkas i berget.

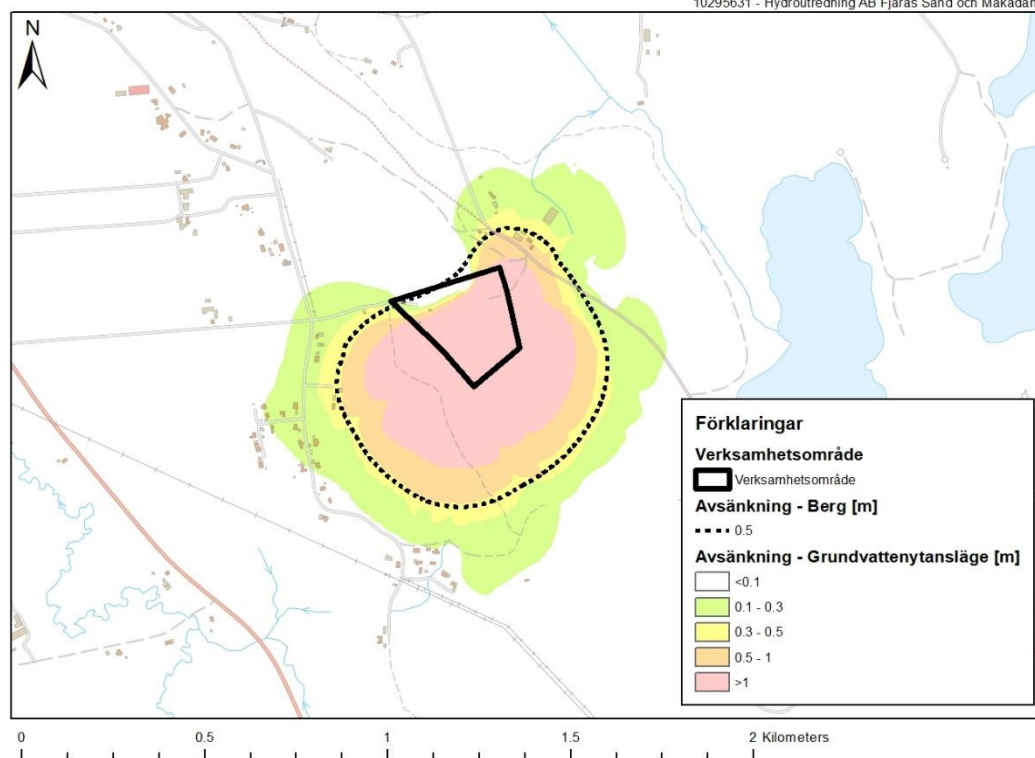
Vid anläggande av aktuell täktverksamhet kommer avrinningen från berget till åsen att rinna in i bergtäkten vilket, tillsammans med inläckande grundvatten, kommer ge upphov till ett täktvatten. Vid modelleringen återförs inte detta vatten automatiskt någonstans då vatten från täkten skulle kunna släppas som ett ytvatten i valfri riktning. Då täktvattnet kommer att släppas tillbaka in mot åsen simulerades detta i modellen genom att återföra den mängd vatten som beräknades som inläckande grundvatten till åsen genom två brunnar placerade i verksamhetsområdets norra rand. Detta leder till att en stor del av den uppkomna avsänkning i åsen kompenseras av återinfiltrationen av vatten och påverkansområdet minskar.

Då scenariot med en återföring av täktvatten är det mest troliga kommer detta påverkansområde att vara gällande då motstående intressen bedöms. Skulle vattenhanteringen istället ske genom att täktvatten släpps som ett ytvatten åt något annat håll från täkten kommer påverkansområdet ändras till det i figur 19 vilket ökar mängden motstående intressen.



Figur 19. Beräknat påverkansområde för jord och berg vid brytning till +50 utan återinfiltration av täktvatten.





Figur 20. Beräknat påverkansområde för jord och berg vid brytning till +50 utan återinfiltration av täktvatten.

## 7.2 GUNDEVATTENBORTLEDNING

Grundvattenbortledningen från verksamheten har, vid fullt utbruten täkt enligt fall b, beräknats till ca 0,9 l/s. Detta motsvarar ett medelvärde över längre tid och kan vara både mer och mindre beroende på till exempel årstid och nederbörd.

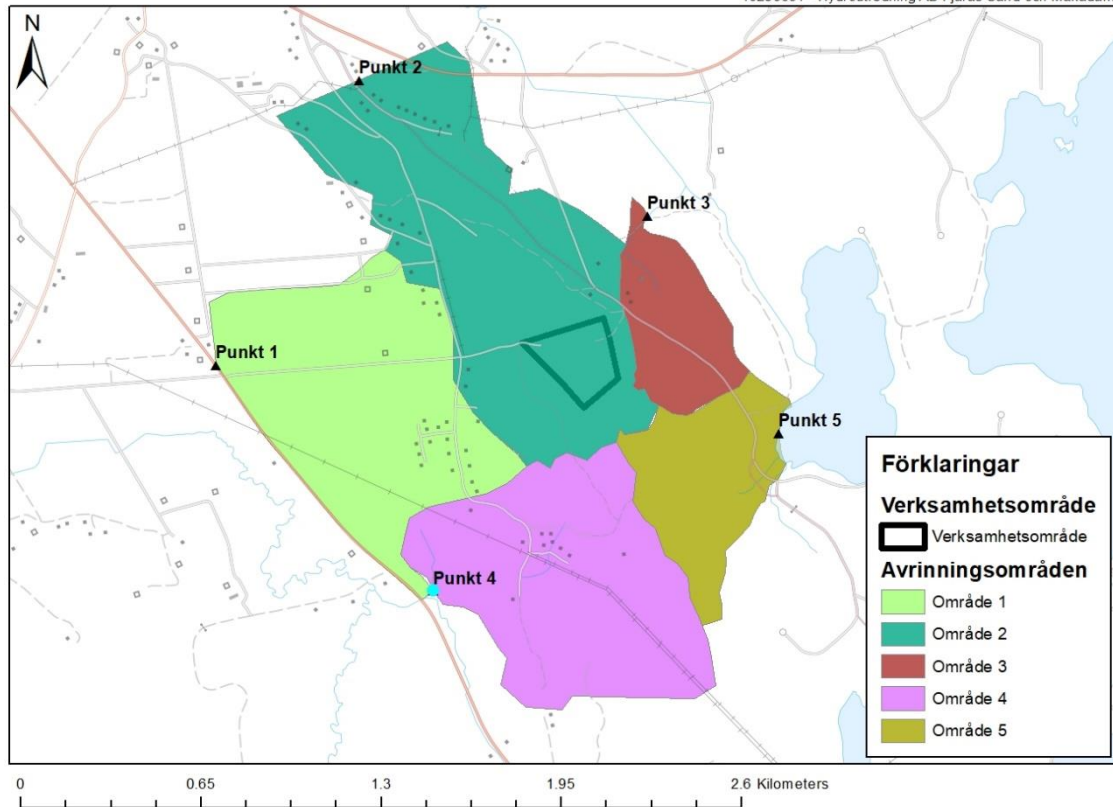
## 7.3 VATTENBALANS

Täktverksamheten påverkar vattenbalansen i sin direkta närhet. Dels på grund av att täkten drar på sig grundvatten och på grund av att ytvattendelare förskjuts. Nedanstående beräkningar syftar till långtidsmedelvärden och vattenbalansen kan variera stort över tiden. När täkten utvidgas minskar evapotranspirationen vilket leder till att nettonederbörden ökar över idag bevuxna områden.

På grund av formationen Fjärås bräcka, med dess genomsläppliga material, sammanfaller inte ytvattendelare och grundvattendelare inom området. Jordarters genomsläpplighet tillsammans med bergöveryta och högupplöst höjddata nyttjades därför vid fastställande av avgränsning för den lokala avrinningen.

I figur 21 ses lokala avrinningsområden i täktens närhet. Avrinningsområdena avrinner mot en definierad punkt så som ett vattendrag eller ett markavvattningsföretag, punkt 3 och 4. Avrinningspunkt 1 avrinner mot en lågpunkt längs ett dike, avrinningspunkt 2 motsvarar flödet genom modellgränsen vidare mot åsen och avrinningspunkt 5 motsvarar tillflödet till Agnsjön.

I figuren går att se att det endast är område två som påverkas direkt av verksamheten. Övriga områden påverkas dock indirekt genom att täkten drar på sig grundvatten från dessa områden.



Figur 21. Lokala avrinningsområden i täktens närhet.

Det beräknade inläckaget av grundvatten tillsammans med förändringen av nettonederbörden, för de två olika fallen, redovisas i tabell 4.

Tabell 4. Beräknat inläckage till täkt samt förändringen av nettonederbörd i de två fallen.

	Grundvattenläckage till täkt [l/s]	Direkt nettonederbörd över täktområdet [l/s]	Differens i nettonederbörd mot innan etablerad täkt [l/s]
Ingen täkt	0,0	1,06	-
Ansökt	0,9	1,76	0,7

Grundvattenläckaget till täkten, den direkta nettonederbörden över täkten samt medelflödet till fem olika punkter har beräknats och ställts mot avrinningen för området då ingen täkt fanns, Tabell 3. Flödesuppgifter för innan täkten fanns beräknas utav nettonederbörden för respektive område.

Tabell 5. Beräkningspunkter för förändringen av avrinning, se figur 21 för punkternas placering.

	Flöde P1 [l/s]	Flöde P2 [l/s]	Flöde P3 [l/s]	Flöde P4 [l/s]	Flöde P5 [l/s]	Summa [l/s]	Differens i nettonederbörd mot innan etablerad täkt [l/s]
Ingen täkt	12,5	16,2	3,6	11,8	5,0	49,1	
Ansökt	12,1	17,5	3,5	11,7	5,0	49,8	0,7

Förändringen i flöde blir i de fem fallen små. Flödet till P1 minskar med 1 %, P2 ökar med 8 %, P3 minskar med 4 %, P4 minskar med 1 % och P5 minskar med 1 %.

## 7.4 VATTENHANTERING

Täktvatten från verksamheten kommer att återföras till åsen. Vatten skall samlas upp inom bergtäkten för att sedan ledas till en sedimentationsdamm för erforderlig rening innan det leds kontrollerat in mot de genomsläppliga jordarna inom grustäkten för infiltration. Sedimentationsdamm ska anläggas med tät botten för att förhindra att vatten infiltrerar innan tillräcklig rening är uppnådd.

Genom ett kontrollprogram för vattenkvalité kommer att säkerställas att vattnet är av sådan kvalité att Fjärås Bräcka inte påverkas negativt.

Detaljerad utformning av vattenhantering rekommenderas att genomföras utifall verksamhetsutövaren får tillstånd.

## 8 BEDÖMNING

### 8.1 POTENTIELLA MOTSTÅENDE INTRESSEN

#### 8.1.1 Grustäkt

Brytområdet för grustäkt ligger inom grundvattenmagasinet *Fjärås Bräcka* och inom den tertiära skyddzonen för den kommunala vattentäkten i magasinet.

Styrande miljö kvalitetsnormer är kopplade till vattenförekomsten både vad gäller kvalitativ och kvantitativ status och materialtäkt listas som en diffus påverkanskälla i VISS<sup>16</sup>

I föreskrifterna för *Lygnern-Fjärås Bräcka* vattentäkt finns dock inga regleringar om täktverksamheter inom tertiär skyddszon.

Vid uttag av jordartsmaterial från täkten minskar den omättade zonen mellan marknivå och grundvattenyta. Om för mycket material bryts ut kan kvarvarande mark bli mättad och avrinning samt strömningsmönster förändras, vilket vidare kan påverka grundvattennivåer i enskilda och kommunala vattentäkter i närheten. Inga grundvattenberoende ekosystem har identifierats i området enligt VISS.

När den omättade zonen minskas, reduceras även markens kapacitet att rena infiltrerande vatten och tiden innan vattnet når grundvattenytan blir kortare. Det innebär en föroreningsrisk för grundvattenmagasinet i händelse av spill eller olycka relaterat till petroleumproduktsdrivna maskiner och fordon inom brytområdet.

#### 8.1.2 Bergtäkt

Potentiella motstående intressen som skulle kunna skadas av de förutsebara förändrade vattenförhållandena är bland annat brunnar, grundvattenförekomster, grundvattenberoende ekosystem samt byggnader och anläggningar inom sättningskänslig mark.

Inom och i närheten av influensområde för grundvatten har nedanstående objekt identifierats eller avskrivits:

- Täkten ligger inom vattenskyddsområde för dricksvattentäkten Fjärås Bräcka.
- Täkten ligger inom grundvattenmagasinet Fjärås Bräcka med styrande miljö kvalitetsnormer.
- Det finns brunnar i närheten av täkten, det antas att alla bostadsfastigheter, har en grävd eller borrarad brunn, även fastigheter som enligt SGU:s brunnarkiv saknar information.
- Det finns en känd källa inom påverkansområdet för jord.
- Förekommande jordarter inom påverkansområdet är inte sättningskänsliga varvid risk för sättningar bedöms som försumbar.
- Nedströms täkten, i riktning där täktvatten planeras släppas, ligger Lygnern med styrande kvalitetsnormer kopplade till sig.
- Det finns inga nyckelbiotoper inom påverkansområde för jord enligt Skogstyrelsens digitala databas.
- Det finns ingen utpekad sumpskog inom påverkansområdet för jord men ett mindre våtmarksområde.

<sup>16</sup> VISS, u.d. Fjärås Bräcka vattenförekomst. <https://viss.lansstyrelsen.se//Waters.aspx?waterMSCD=WA95986340>



## 8.2 BEDÖMDA EFFEKTER

### 8.2.1 Grustäkt

Förutsatt att brytning inte sker djupare än till 3 meter över en prognostiserad högsta grundvattenyta ( $T_{10}$ ) bedöms risken för negativ påverkan av både grundvattnets kvalitet och kvantitet till följd av täkthållningen som låg.

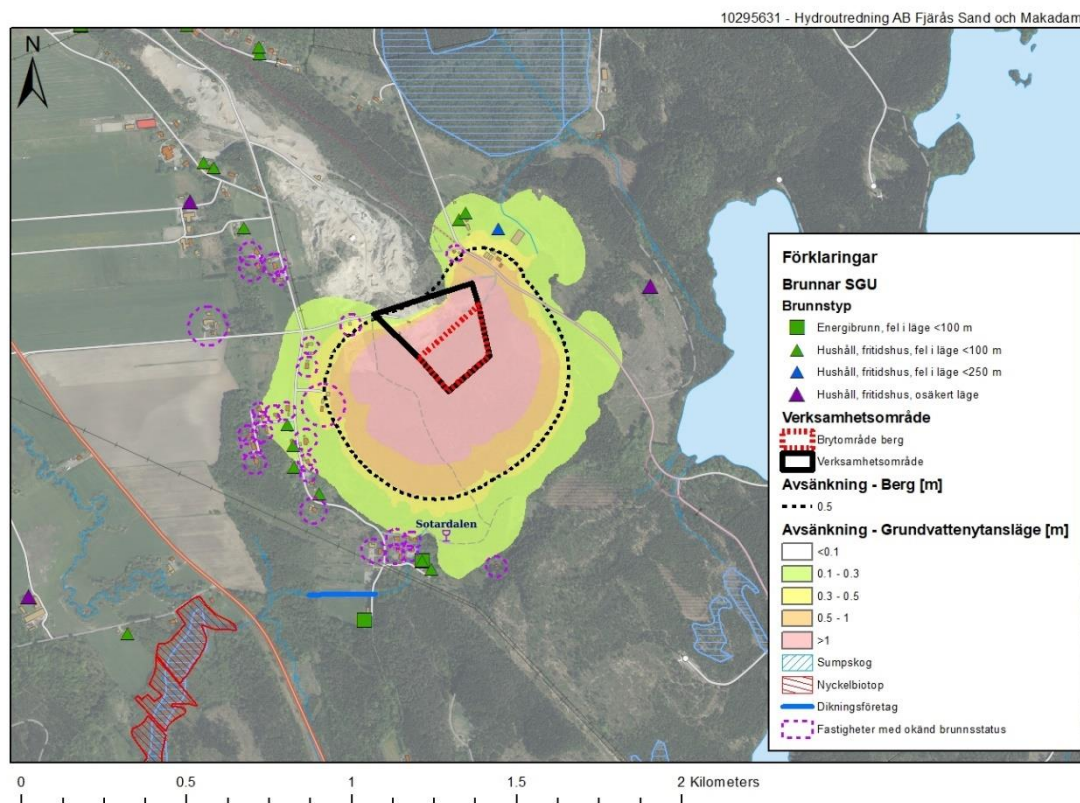
Hotbilden för vattenkvaliteten i vattenintresset med risk för förorening vid spill eller olycka är naturligtvis större med en aktiv grustäkt inom grundvattenmagasinet än utan densamma. Risken kan anses som måttlig men fullt hanterbar. Det skall finnas tydliga rutiner för hantering av drivmedel och övriga risker inom täktområdet.

Grustäkten har bedrivits under många år och någon skadlig påverkan på vattenintresset vid den kommunala vattentäkten kopplad till materialtäktningen har inte kunnat påvisas. Det finns dessutom indikationer på att det i den södra delen av grundvattenmagasinet finns en separat grundvattenförekomst som inte står i hydraulisk kontakt med det övriga magasinet, men en utredning av detta har inte genomförts.

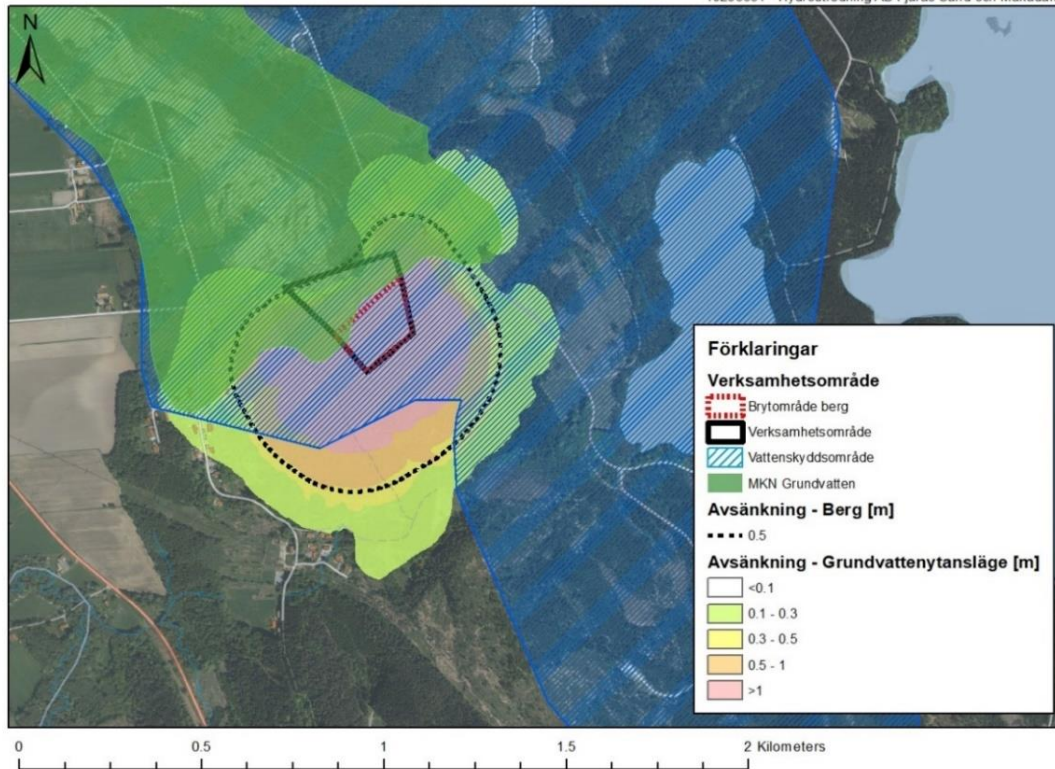
För att säkerställa att grundvattenytans läge fluktuerar liknande utförda beräkningar bör ett kontrollprogram upprättas för fortsatta nivåmätningar. Eventuellt kan ytterligare ett kontrollrör installeras, förslagsvis i nära anslutning till slänten med stor mäktighet brytbart material, för att få en mer heltäckande bild av grundvattenytan i området. Ett antal vattenprover bör tas inom ramen för kontrollprogrammet för att kontrollera vattenkvaliteten. Kontrollprogrammets exakta utformning kan fastställas om verksamhetsutövaren får tillstånd.

### 8.2.2 Bergtäkt

Nedan presenteras motstående intressen som bedöms kunna påverkas av täkten, se figur 22 och figur 23.



Figur 22. Påverkansområde för planerad bergtäkt jämte motstående intressen.



Figur 23. Påverkansområde för bergtäkt jämte vattenskyddsområde samt skyddat grundvattenmagasin.

#### 8.2.2.1 Vattenhantering

All vattenhantering inom täktområdet behöver säkerställa att miljökvalitetsnormer för grundvattenmagasinet Fjärås Bräcka efterlevs. Fjärås Bräcka har idag god kemisk status och samt god kvantitativ status.

Den kvantitativa statusen kommer inte att påverkas negativt så länge uppsamlat täktvatten återförs till Fjärås Bräcka. Enligt beräkningar kommer detta tvärtom att öka tillrinningen till magasinet då inläckande grundvatten från ett större område återförs.

Den kvalitativa statusen kommer att säkerställas genom en fungerande rening av täktvattnet enligt kapitel 7.4 *Vattenhantering* samt genom ett upprättande för kontroll av utgående vatten från täkten.

#### 8.2.2.2 Vattenskyddsområden

Hela täktområdet ligger inom vattenskyddsområdet för Fjärås Bräcka vattentäkt. Täktområdet ligger inom den tertiära zonen (Kungsbacka kommun (II), u.d.) och så länge samtliga regler för tertiär zon efterföljs bedöms inte verksamheten ha någon negativ påverkan på vattenskyddsområdet ur ett kvantitetsperspektiv. Inget vatten kommer att bortledas från vattentäkten.

Täktverksamheten innebär en ökad risk ur ett föroreningsperspektiv vilket kommer att ställa krav på verksamheten för att säkerställa att ingen förorening sker. Detta kan göras genom säkerställande att eventuellt spill från verksamheten inte leds från området. Bränsletankar kan placeras på tex uppsamlingstråg och utrustas med påkörningsskydd. Vidare är det viktigt att det finns en fastställd åtgärdsplan vid eventuella olyckor inom området.

Verksamhetsutövaren bedriver redan idag grustäktverksamhet inom vattenskyddsområdet och har på så sätt god kännedom kring gällande föreskrifter och regler.

Ett kontrollprogram på utgående vatten bör upprättas i de fall verksamhetsutövaren får tillstånd.

### 8.2.2.3 Brunnar

Det finns, inom påverkansområdet för berg och jord, sex brunnar som är identifierade i SGU:s brunnarkiv, se tabell 6. Samtliga brunnar bedöms bergborrade med hänsyn till deras totaldjup. Det finns ingen information avseende deras vattentillgång men då påverkan på fem av sex brunnar ligger i jordlagren och anses ringa (<0,5) bedöms dessa fem brunnar ej ta skada av verksamheten.

På fastigheten Tom 14:3 uppkommer en påverkan på 0,9 meter i berg vilket kan ha en liten inverkan på vattentillgången i brunnen om den från början är låg. Dock ändrar inte bergtäkten flödessituationen varvid tillströmningen till brunnen inte bedöms förändras. Risken för att brunnens funktion skall skadas bedöms som låg.

På fastigheten Tom 14:1 ligger det enligt SGU:s register en brunn med osäkert läge. Det går dock inte att se någon bebyggelse. I det fall det finns en brunn på fastigheten nr påverkansområdet för jord en mycket liten del av fastigheten och risken för skada bedöms låg.

Tabell 6. Identifierade brunnar enligt SGU:s brunnarkiv inom påverkansområden.

Fastighet	Källa	Typ	Bedömd påverkan [m]	Totaldjup [m]
			Jord/Berg	
Limmanäs 4:9	SGU:s brunnarkiv	Hushåll	0,16	61
Limmanäs 4:4	SGU:s brunnarkiv	Hushåll	0,15	91
Limmanäs 4:5	SGU:s brunnarkiv	Hushåll	0,11	81
Tom 14:3	SGU:s brunnarkiv	Hushåll	0,7/0,9	96
Tom 10:12	SGU:s brunnarkiv	Hushåll	0,31	100/116
Tom 6:13	SGU:s brunnarkiv	Hushåll	0,15	80

I Tabell 7 ses fastigheter som idag har okänd brunnstatus men då samtliga fastigheter med bebyggelse antas ha en brunn behöver de tas hänsyn till.

På fastigheten Tom 13:1 har påverkan bedömts i närheten av fastigheten men vid fastighetsgränsen mot täkten är påverkan betydligt större, 3,4 meter i jord och 4,5 meter i berg. Det anses dock inte troligt att en brunn ligger så långt från byggnaden.

I övrigt återfinns ett stort antal fastigheter där brunnar, om grävda, kan ta skada av verksamheten. Dessa kan i så fall ersättas av djupborrade för att på så sätt säkerställa vattentillgången.

Tabell 7. Identifierade fastigheter med okänd brunnstatus inom påverkansområden.

Fastighet	Bedömd påverkan [m]
	Jord/Berg
Tom 13:1	0,5/0,5
Tom 4:4	0,4
Tom 4:10	0,3
Tom 4:5	1,16/1,1
Limmanäs 4:10	0,17
Limmanäs 4:13	0,13
Limmanäs 4:8	0,11
Limmanäs 4:7	0,11
Limmanäs 4:6	0,11
Tom 4:6	0,2
Tom 17:2	0,12
Tom 17:1	0,15
Tom 17:3	0,11
Tom 3:9	0,12
Tom 6:8	0,14
Tom 5:4	0,5/0,52

Då det i närheten av täktområdet återfinns en stor del fastigheter bör kontrollrör installeras mellan bergtäkten och bebyggelse för att på så sätt följa upp nivåpåverkan i ett kontrollprogram.

#### 8.2.2.4 Källor

I påverkansområdets södra delar återfinns en identifierad källa, Sotardalen. Källan ligger i förekommande jordlager och påverkan beräknas till 0,2 m i jordlagren. Påverkan är inte försumbar och en mindre påverkan av utflödet under årets torra delar är att vänta.

#### 8.2.2.5 Skyddsvärd natur

Inom påverkansområde för jord återfinns en mindre våtmark. Påverkan i jord kan komma att bli upp till 0,6 meter. Området ser dock utdikat ut på tillgängliga ortofoton och utgör troligtvis inget våtområde i dagsläget. Påverkan anses därför acceptabel.



## 9 SLUTSATSER OCH REKOMMENDATIONER

### 9.1 GRUSTÄKT

- Grundvattennivån i täktområdet beräknas återfinnas ca 2-7 meter under dagens marknivå (2020) och grundvattenströmningens riktning och gradient antas följa topografin.
- Brytning av grus bedöms främst kunna utföras i slänten mellan 20W01 och 20W03 och i hörnet söder om 20W02, men i övrigt är mäktigheten brytbart material begränsad inom det planerade verksamhetsområdet.
- Förutsatt att brytning inte sker djupare än till 3 meter över en prognostiserad högsta grundvattenyta ( $T_{10}$ ), för att säkerställa att en omättad buffertzonen bevaras, bedöms risken för negativ påverkan av både grundvattnets kvalitet och kvantitet till följd av täkthållningen som låg.
- För att säkerställa att grundvattentytans läge fluktuerar liknande utförda beräkningar bör ett kontrollprogram upprättas för fortsatta nivåmätningar. Eventuellt kan ytterligare ett kontrollrör installeras för att få en mer heltäckande bild av grundvattentytan i området. Ett antal vattenprover bör tas inom ramen för kontrollprogrammet för att kontrollera vattenkvaliteten.

### 9.2 BERGTÄKT

- Grundvattenbortledningen från verksamheten har beräknats till ca 0,9 l/s.
- Vattenhanteringen skall genomföras enligt beskrivning i kapitel 7.4, Vattenhantering. Detaljerad utformning och dimensionering rekommenderas att genomföras utifrån verksamhetsutövarens tillstånd.
- Det kan säkerställas, inom kontrollprogrammet, att utsläpp av täktvatten följer gällande miljökvalitetsnormer för Fjärås Bräcka grundvattenmagasin och sjön Lygnern.
- En fastighet med känd brunnstatus har identifierats som eventuellt kan få en mindre negativ påverkan vid avsänkning i berg.
- Ett större antal fastigheter har identifierats med okänd brunnstatus. I de fall eventuell brunn är grävd kan skada uppkomma. Grävd brunn kan i dessa fall ersättas med en bergborrad brunn för att säkra god vattentillgång. Eventuell påverkan kan identifieras inom kontrollprogrammet.
- En identifierad källa finns inom påverkansområdet för jord där en mindre påverkan är att vänta.
- Ett kontrollprogram bör upprättas, om tillstånd ges, för att följa täktens påverkan på grundvattnet och tidigt vidta åtgärder om det skulle behövas.
- Ett kontrollprogram på utgående vatten bör upprättas i det fall verksamhetsutövarens tillstånd.
- De motstående intressen som identifierats inom påverkansområdet är ett flertal brunnar, ett flertal fastigheter med okänd brunnstatus, ett grundvattenmagasin och en identifierad källa.

## 10 REFERENSER

- Domenico, P. A., & Schwartz, F. W. (1998). Physical and Chemical Hydrogeology. John Wiley & Sons, inc.
- Gustafson, G (2009). Hydrogeologi för bergbyggare
- Kungsbacka kommun (I). (u.d.). Kungsbacka. Hämtat från Bygga bo och miljö: <https://www.kungsbacka.se/Bygga-bo-och-miljo/Vatten-och-avlopp/Dricksvatten/Kommunalt-vatten/>
- Kungsbacka kommun (II) (u.d.) Kungsbacka Hämtat från: <https://www.kungsbacka.se/Bygga-bo-och-miljo/Vatten-och-avlopp/Dricksvatten/Vattenskyddsomraden/Lygnern-Fjaras-bracka-vattentakt/>
- Magnusson, T, (2015), Skogsbruk – Mark och vatten. Skogsskötselserien nr 13, Skogsstyrelsen.
- Naturvårdsverket. (1997). rapport 4818. Grundvattenströmning i kristallint berg. © Stockholm
- Ryd, E, (2017), Samband mellan kapacitet vid borrning och transmissivitet i kristallint och sedimentärt berg
- SBMI. (2015). Generella rekommendationer för bedömning av tillståndsplikt för vattenverksamhet vid bergtäkter.
- SMHI. (u.d.). [www.smhi.se](http://www.smhi.se). Hämtat från <http://www.smhi.se>
- SGU. (2018). K609. Grundvattenmagasinet Fjärås Bräcka.
- SGU. (u.d.). Sveriges geologiska undersökning. Hämtat från checklista för grustäkter: <https://sgu.se/samhallsplanering/bergmaterial-for-byggande/stod-vid-ansokan-om-grus-och-bergtakter/checklista-for-grustakter/>
- SGU. Checklista för bergtäkter. <https://www.sgu.se/samhallsplanering/bergmaterial-for-byggande/stod-vid-ansokan-om-grus-och-bergtakter/checklista-for-bergtakter/>
- Teknik, VA-planering. (2015). *Vattenförsörjningsplan för Kungsbacka kommun*. Kungsbacka Kommun.
- VISS. 2017. Fjärås Bräcka Vattenförekomst. <https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA95986340>
- Xiao, Y., Gu, X., Yin, S., Shao, J., Cui, Y., Zhang, Q., & Niu, Y. (2016). Geostatistical interpolation model selection based on ArcGIS and spatio-temporal variability analysis of groundwater level in piedmont plains, northwest China. *SpringerPlus*, 5(1), 425.



## VI ÄR WSP

WSP är ett av världens ledande analys- och teknikkonsultföretag. Vi verkar på våra lokala marknader med stöd av global expertis. Som tekniska experter och strategiska rådgivare har vi tillgång till ingenjörer, tekniker, naturvetare, planerare, utredare och miljöspecialister liksom professionella projektörer, konstruktörer och projektledare. Vi erbjuder hållbara lösningar inom Hus & Industri, Transport & Infrastruktur och Miljö & Energi. Med drygt 39 000 medarbetare på 500 kontor i 40 länder medverkar vi till en hållbar samhällsutveckling. I Sverige har vi omkring 4 000 medarbetare. [wsp.com](http://wsp.com)

**WSP Sverige AB**  
Box 13033  
402 51 Göteborg  
Besök: Ullevigatan 19

T: +46 10 7225000  
Org nr: 556057-4880  
Styrelsens säte: Stockholm  
[wsp.com](http://wsp.com)