


**Sammanställning av Laboratorieundersökningar 2017**

 <p><b>SKRUV PROVER</b>                  PM LABTEK AB                  Madängsvägen 11                  43932 ONSALA                  Tel. 0704674666                  Tel. 0708530383  <a href="mailto:peter.hedborg@labtek.se">peter.hedborg@labtek.se</a>  <a href="mailto:magnus.salmi@labtek.se">magnus.salmi@labtek.se</a></p>		<b>Projekt</b>				
		Vb-Haa, Varberg-Hamra				
		<b>Beställare</b>			Tyréns AB	
		<b>Uppdragsledare</b>			Britta Hedman	
		<b>Uppdragsnr</b>			250442B ÄTA147	
		<b>Borrhål</b>			17T305HR	
		<b>Fältundersökning gjord</b>			2017-09-18	
		<b>Labbandersökning gjord</b>			2017-09-28	
		<b>Utfört av</b>			Tony Axelsson	
		<b>Granskad av</b>			Peter Hedborg	
		<b>m.u.my.</b>			1.9m uppmätt på skr	
Sekt./BH	<b>Benämning</b>	<i>Naturlig</i>	<i>Konflyt</i>	<i>Plasticitet</i>		
		<i>Vattenkvot</i>	<i>gräns</i>	<i>sgräns</i>		
Djup (m)		<i>W<sub>N</sub> (%)</i>	<i>W<sub>L</sub> (%)</i>	<i>W<sub>P</sub> (%)</i>		
0,0	0,1 sandig MULLJORD (Enl. Fältgeotekniker)					
0,1		7				
1,0	Mörkbrun grusig SAND / FYLLE					
1,0		13				
2,0	Mörkbrun grusig SAND / FYLLE					
2,0	Mörkbrun blandning av trärester, grus, sand, metaltrådar och tegel	23				
3,6	/ FYLLE					
3,6		24	23			
4,0	Grå sandig SILT					

## Pumpbrunn

### Borrtidplats

Väster om förskola Bullerbyn

**Koordinater** (Kordinatsystem i plan SWEREF 99 13 30, höjdsystem RH2000)

X

Y

Z

### Borrtidpunkt

10 oktober 2017

### Borrare

Ove Karlsson

### Foderrör

**Dimension**

193 mm

**Djup/mängd**

9 meter

### Filterrörsmontage 125 mm

**Blankrör**

6 meter

**Silrör**

2 meter

### Övrigt

Borrhålet är fyllt med sand 8-5 meter från markyta, därefter blandning av bentonit och sand till markyta. Dixel är monterad.

### Mineralbeskrivning

Borrdjup, meter		Mineralbeskrivning	Anmärkning		Vatten	
Start	Stopp		Djup	Notering	Djup	Mängd
0,0	0,5	Grus				
0,5	2,0	Fyllnadsmaterial				
2,0	6,3	Siltsand				
6,3	7,3	Flisberg				
7,3	8,0	Berg				

Grundvattennivå före provpumpning: 2,07 meter - Grundvattennivå efter 30 minuter provpumpning (45 liter per minut): 3,95 meter

## Grundvattenrör

### Borrtidplats

Väster om förskola Bullerbyn

**Koordinater** (Kordinatsystem i plan SWEREF 99 13 30, höjdsystem RH2000)

X

Y

Z

### Borrtidpunkt

11 oktober 2017

### Borrare

Ove Karlsson

### Foderrör

**Dimension**

140 mm

**Djup/mängd**

9 meter

### Bergborrning

**Dimension**

114 mm

**Djup/mängd**

1 meter

### Filterrörsmontage 63 mm

**Blankrör**

8 meter

**Silrör**

2 meter

### Övrigt

Borrhålet är fyllt med sand 10-7 meter från markyta, därefter blandning av bentonit och sand till markyta. Dixel och huv är monterad.

### Mineralbeskrivning

Borrdjup, meter		Mineralbeskrivning	Anmärkning		Vatten	
Start	Stopp		Djup	Notering	Djup	Mängd
0,0	0,5	Grus				
0,5	2,0	Fyllnadsmaterial				
2,0	6,5	Siltsand				
6,5	7,5	Flisberg				
7,5	10	Berg				

## VATTENFÖRLUSTMÄTNINGAR



VARBERGSTUNNELN, MILJÖPROVTAGNING, Kv RENEN

2017-11-17

# Innehållsförteckning

	SAMMANFATTNING.....	3
1	ALLMÄNT.....	4
1.1	VATTENFÖRLUSTMÄTNING I KÄRNBORRHÅL.....	4
2	RESULTAT .....	4
2.1	SEKTIONSTESTER.....	4
2.1.1	KÄRNBORRHÅL, 17T325KB.....	5
2.1.2	KÄRNBORRHÅL, 17T326KB.....	6
2.2	TOLKADE VÄRDEN FÖR TVÅ KÄRNBORRHÅL.....	6
2.3	SPRICKINTENSITET OCH VATTENFÖRLUST.....	8
2.4	TOLKNING AV SPRICKORIENTERING FÖR MEST FLÖDANDE SEKTIONEN.....	9
2.4.1	DISKUSSION/HYPOTES KRING MEST VATTENFÖRANDE SPRICKSYSTEMET ...	12
2.5	SPRICKVIDDSFÖRDELNING OCH STÖRSTA SPRICKVIDD.....	12
2.5.1	TRANSMISSIVITETSFÖRDELNING OCH HYDRAULISKA SPRICKVIDDER .....	12
3	REFERENSER.....	13

## Bilagor

Bilaga 1. Protokoll över vattenförlustmätningarna i kärnborrhål 17T325KB och 17T326KB

Bilaga 2. Resultatrapporter över transmissivitetsfördelning för de två kärnborrhålen.

## SAMMANFATTNING

Två kärnborrhål, 17T325KB och 17T326KB har vattenförlustmätts och kärnan karterats avseende geologi, sprickor och dess sprickorienteringar. Borrhålen har en längd på 47 respektive 54 m och är borrhålen med foderrör. Vattenförlustmätningen gjordes med uppblåsbar dubbelmanschett med inbördes avstånd på 3-m vid ett övertryck på 3 bar.

Medeltransmissiviten för 17T325KB och 17T326KB är  $2,8 \times 10^{-6}$  m<sup>2</sup>/s respektive  $6,3 \times 10^{-7}$  m<sup>2</sup>/s och har en spridning på en faktor 2400 och 53 mellan det största och minsta värdet. I båda borrhålen kunde en sektion med högst transmissivitet urskiljas. Kopplingen mellan den mest vattenförande sektionen och dess sprickintensitet visar att det inte är den sektionen med flest sprickor som för mest vatten. Försök har gjorts att koppla sektionens sprickorienteringar till vilket sprickset som för mest vatten.

För ett av kärnborrhålen är det öst-västliga systemet det mest dominerande vattenförande systemet. För det andra borrhålet kan det finnas två olika, det öst-västliga eller nordost-sydvästliga systemet. I båda fallen är sprickseten sannolikt flacka.

Den största hydrauliska sprickvidden upp går till hela 200 µm för kärnborrhål 17T325KB vilket bör kunna tolkas att finnas i det öst-västliga spricksystemet. För det andra kärnborrhålet är den största hydrauliska sprickvidden inte större än 100 µm.

## 1 ALLMÄNT

Två kärnborrhål, 17T325KB och 17T326KB har borrats med en lutning på ca 45 grader från markytan. Borrhålen har en längd på 47 respektive 54 m och är borrade med foderrör. Foderrörens längder är 12 respektive 11,2 m. Tolkningen som generellt är gjord är att berget har en medelsprickintensitet på ca 5-6 st sprickor per meter. Med en lutning på 45 grader innebär detta att det vertikala djupet som undersöks är ner till 33 respektive 35 m från markytan.

Kärnan har karterats och data som används i denna TN är sprickantal och sprickorienteringar. Vidare har borrhålen vattenförlustmätts i 3- m sektioner samt en kontroll av helhålsflödet.

### 1.1 VATTENFÖRLUSTMÄTNING I KÄRNBORRHÅL

En vattenförlustmätning med dubbelpacker går till så som följer: Packer monteras i borrhålet, den översta packern placeras i foderröret och blåses upp med vatten, en helhålsmätning utförs. Sedan blåses den nedre packern upp, 3 meter under undre foderrörskant, för att mäta sektionen. Detta görs inledningsvis för att få en uppskattning av totalflödet samt bedöma tätheten mellan foderrör och berg. De två testade borrhålen uppvisade ytläckage vid mätning. Ytläckaget kan bero på uppsprucket ytberg alternativt på läckage mellan foderrör och berg. Packern förs ned i borrhålet i 3-m långa sektioner. Först blåses den översta packern upp och sedan den nedre för att säkerställa att sektionen är vattenfylld. Vatten trycks ner (med 0,5 bar lägre än det använda övertrycket) genom sektionen och när stabila flöden kan noteras, höjs trycket till 3 bar och mätningar av flödet görs tre gånger. Det tolkade flödet för sektionen är medianvärdet av de tre flödena som ansetts stabila. Sektionsmätningen utgår från marköveryta. Exempelvis sektion 16-19 m innebär att 3-m sektionen som mäts går från 16 m från markytan till 19 m från markytan. Mätningen utgår från en volym intryckt över en viss tid vilket resulterar i ett flöde. Volymen som mäts anpassas till en totaltid på ca 1 minut. Vid väldigt små flöden anpassas tiden till 2 minuter. Den undre mätgräns som i detta projekt kan detekteras är 0,01 l/min med en noggrannhet på 0,005 l/min. Mindre flöden kan detekteras men kräver då längre mättid. Det övre flödet är 30 l/min med en noggrannhet på 0,5 l/min.

Sektionstransmissiviteten är beräknad från Moye's formel enligt:

$$T = \frac{Q}{2 \times \pi \times dh} \times 1 + \text{Ln} \left( \frac{dL}{d} \right)$$

Där  $Q$  är det uppmätta flödet vid det pålagda övertrycket,  $dh$  över sektionens längden  $dL$ .  $d$  är diametern på borrhålet. Det pålagda övertrycket är här satt till det totaltryck som används vid mätningen (3 bar). Vid en längd på mer än 40 m använts ett högre totaltryck (4,5 bar).

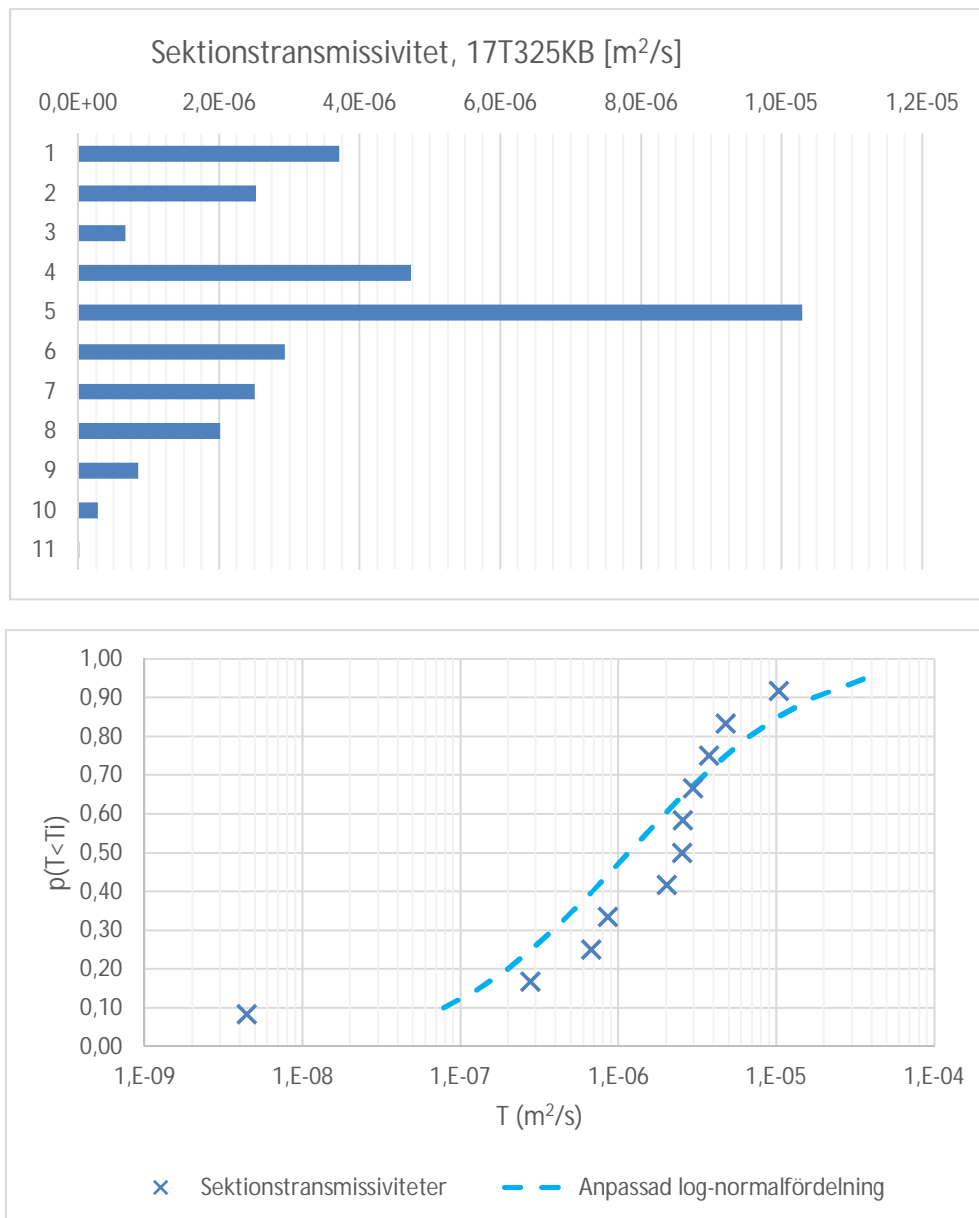
## 2 RESULTAT

### 2.1 SEKTIONSTESTER

Protokollen från vattenförlustmätningen återfinns i bilaga 1. Här redovisas sektionstransmissiviteter för kärnborrhålen 17T325KB och 17T326KB med en anpassad kumulativ fördelning av sektionstransmissiviteter. Den kumulativa fördelningen skall belysa hur väl sektionstransmissiviteterna följer en log-normal fördelning. Detta är användbart för ytterligare matematiska utvärderingar och tolkningar av mätvärdena.

### 2.1.1 KÄRNBORRHÅL, 17T325KB

Resultatet från 3-m sektionstesterna sammanställs i figur 1 nedan. Data som redovisas är för hela 3-m sektioner vilket gör att den nedersta sektionen 45-47 m är inte redovisad här.

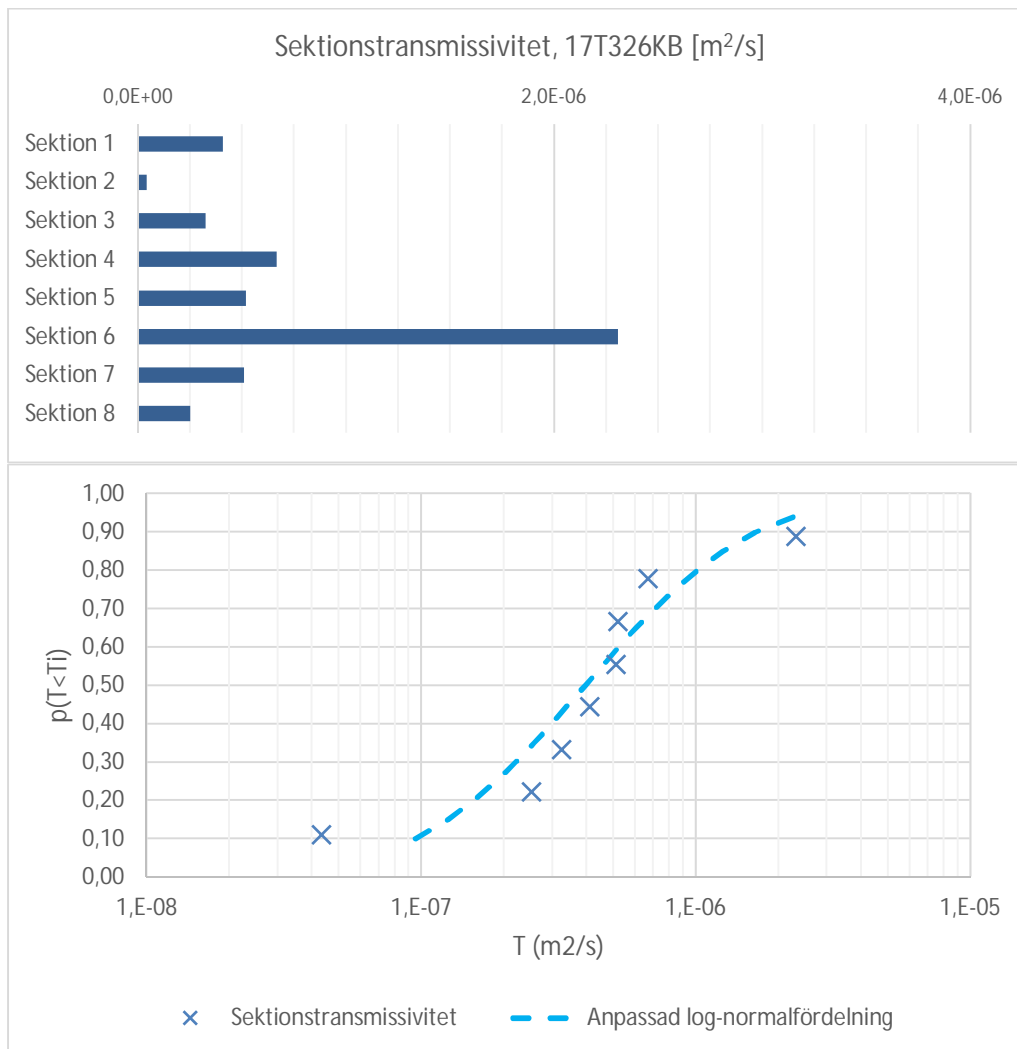


Figur 1. 17T325KB Överst: Uppmätta sektionstransmissiviteter i 3-m sektioner. Sektion 1 går från 12 till 15 m från markyta. Sektion 2, från 15-18 osv. Nederst: En kumulativ fördelning över sektionstransmissiviteterna med passad lognormalfördelning.

Helhålmätningen, 31,6 l/min uppvisar ett lägre flöde än summan av sektionensflödena 73,9 l/min. Orsaken kan vara att vid mer ytliga sektioner kunde ett visst utflöde noteras kommande upp ur borrhålet. Det påverkar dock inte den mest flödande sektionen (sektion 5, 24-27 m).

### 2.1.2 KÄRNBORRHÅL, 17T326KB

Resultatet från 3-m sektionstesterna sammanställs i figur 2 nedan.



Figur 2. 17T326KB Överst: Uppmätta sektionstransmissiviteter i 3-m sektioner. Sektion 1 går från 11,2 till 14,2 m från märkytan. Sektion 2, från 14,2-17,2 osv. Djupaste 3-m sektionen, nr 8, går från 32,2 till 35,2 m. Nederst: En kumulativ fördelning över sektionstransmissiviteterna med passad lognormalfördelning.

Vårt att notera är att djupare än 35,2 m kunde inte mätas i 3-m sektioner pga ett troligtvis inrasat borrhål. En mätning utfördes från sektion 33,4 m till borrhålsbotten (50,4m) och av en vattenförlust på 10,9 l/min. 3-m sektionen som gav mest vatten (5,24 l/min) är sektion nr 6 som går från 26,2 till 29,2 m. Helhålmätningen visade på en total vattenförlust på 12,77 l/min medan summan av flödena för sektionerna är 11,44 l/min.

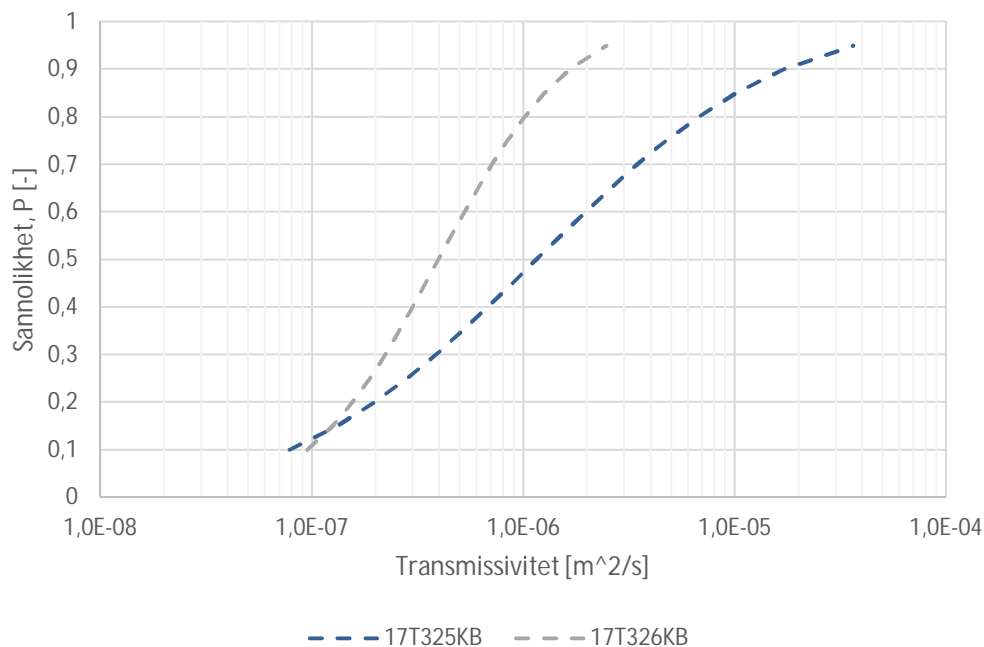
### 2.2 TOLKADE VÄRDEN FÖR TVÅ KÄRNBORRHÅL

Den totala transmissiviteten,  $T_{tot}$  är summan av sektionstransmissiviteterna,  $T_i$ . Den beräknade totala konduktiviteten,  $K_{tot}$  är lika med  $T_{tot}$  delat på den mätta längden.  $K_{eff}$  är den effektiva konduktiviteten, eller det tredimensionella flödet, för bergmassan runt borrhålet och uppskattas med hjälp av /Gustafson 2009/:

där  $K_{geo}$  är det geometriska medelvärdet och  $\sigma$  är standardavvikelsen.



Den anpassade lognormalfördelningen till sektionstransmissiviteterna för de två kärnbrorrhålen visas i Figur 3.



Figur 3. Anpassad lognormalfördelning för sektionstransmissiviteterna för de två kärnbrorrhålen.

I nedanstående tabell redovisas de tolkade värdena för de två kärnbrorrhålen (Tabell 1) och baseras på de uppmätta värdena.

Tabell 1. Tolkade värden från de två testade kärnbrorrhålen

KBH, 17T_	Antal 3-m sekt.	Längd borrhål [m]	$T_{tot}$ [m <sup>2</sup> /s]	$T_{medel}$ [m <sup>2</sup> /s]	$T_{max}$ [m <sup>2</sup> /s]	Std avv. $T$	$K_{tot}$ [m/s]	$K_{eff}$ [m/s]	Spridning [-]
325KB	11	47,35	3,05E-05	2,77E-06	1,03E-05	2,90E-06	6,45E-07	9,25E-07	2338
326KB	8	50,40	5,04E-06	6,30E-07	2,31E-06	7,04E-07	9,99E-08	2,10E-07	53

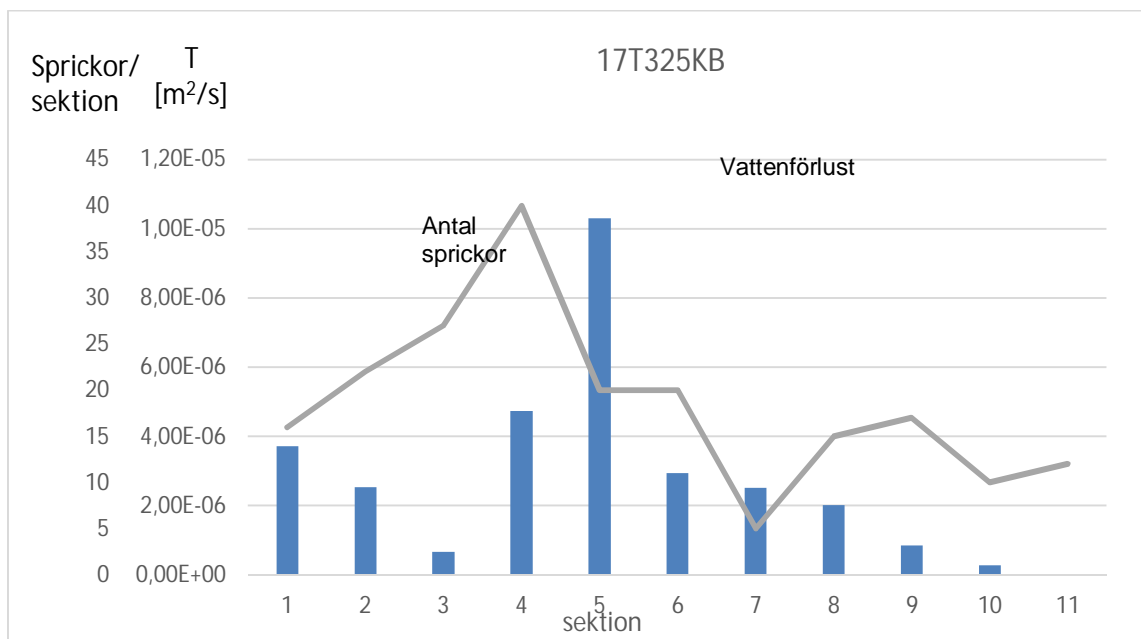
En sammanställning av samtliga sektionsflöden och helhålsmätningar för de två kärnbrorrhålen visas i Tabell 2 nedan.

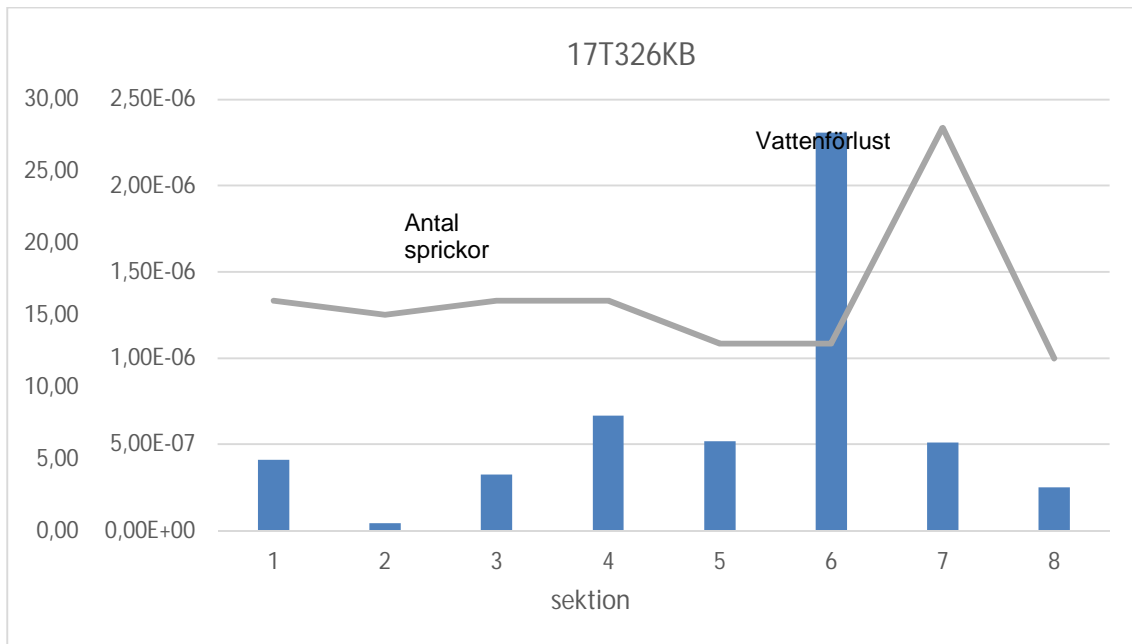
Tabell 2. Sammanställda vattenförluster från de två testade kärnborrhålen

17T325KB					17T326KB				
sektion	läge i borrhål [m]		flöde l/min vid 3 bar	T [m <sup>2</sup> /2]	sektion	läge i borrhål [m]		flöde l/min vid 3 bar	T [m <sup>2</sup> /2]
	secup	seclow				secup	seclow		
Sektion 1	12	15	8,42	3,71E-06	Sektion 1	11,2	14,2	0,93	4,10E-07
Sektion 2	15	18	5,74	2,53E-06	Sektion 2	14,2	17,2	0,10	4,33E-08
Sektion 3	18	21	1,52	6,68E-07	Sektion 3	17,2	20,2	0,74	3,25E-07
Sektion 4	21	24	11,45	4,73E-06	Sektion 4	20,2	23,2	1,52	6,69E-07
Sektion 5	24	27	27,27	1,03E-05	Sektion 5	23,2	26,2	1,18	5,2E-07
Sektion 6	27	30	6,67	2,94E-06	Sektion 6	26,2	29,2	5,24	2,31E-06
Sektion 7	30	33	5,69	2,51E-06	Sektion 7	29,2	32,2	1,16	5,11E-07
Sektion 8	33	36	4,58	2,02E-06	Sektion 8	32,2	35,2	0,57	2,52E-07
Sektion 9	36	39	1,94	8,53E-07	Sektion X	33,4	50,4	10,40	6,18E-07
Sektion 10	39	42	0,62	2,74E-07	Sektion				
Sektion 11	42	45	0,01	4,4E-09	helhål	11,2	50,4	12,77	8,53E-07
Sektion helhål	12	47,35	31,58	2,08E-06					

### 2.3 SPRICKINTENSITET OCH VATTENFÖRLUST

Antalet karterade öppna sprickor har korrelerats till vattenförlustmätt 3-m sektion för de båda kärnborrhålen. Analysen av sprickorna utgår från kärnkarteringsprotokollen daterade 5 Nov-2017 av Tyréns. En sammanställning av antalet sprickor per 3-m sektion med dess tillhörande vattenförlust visas i figur 4 nedan.





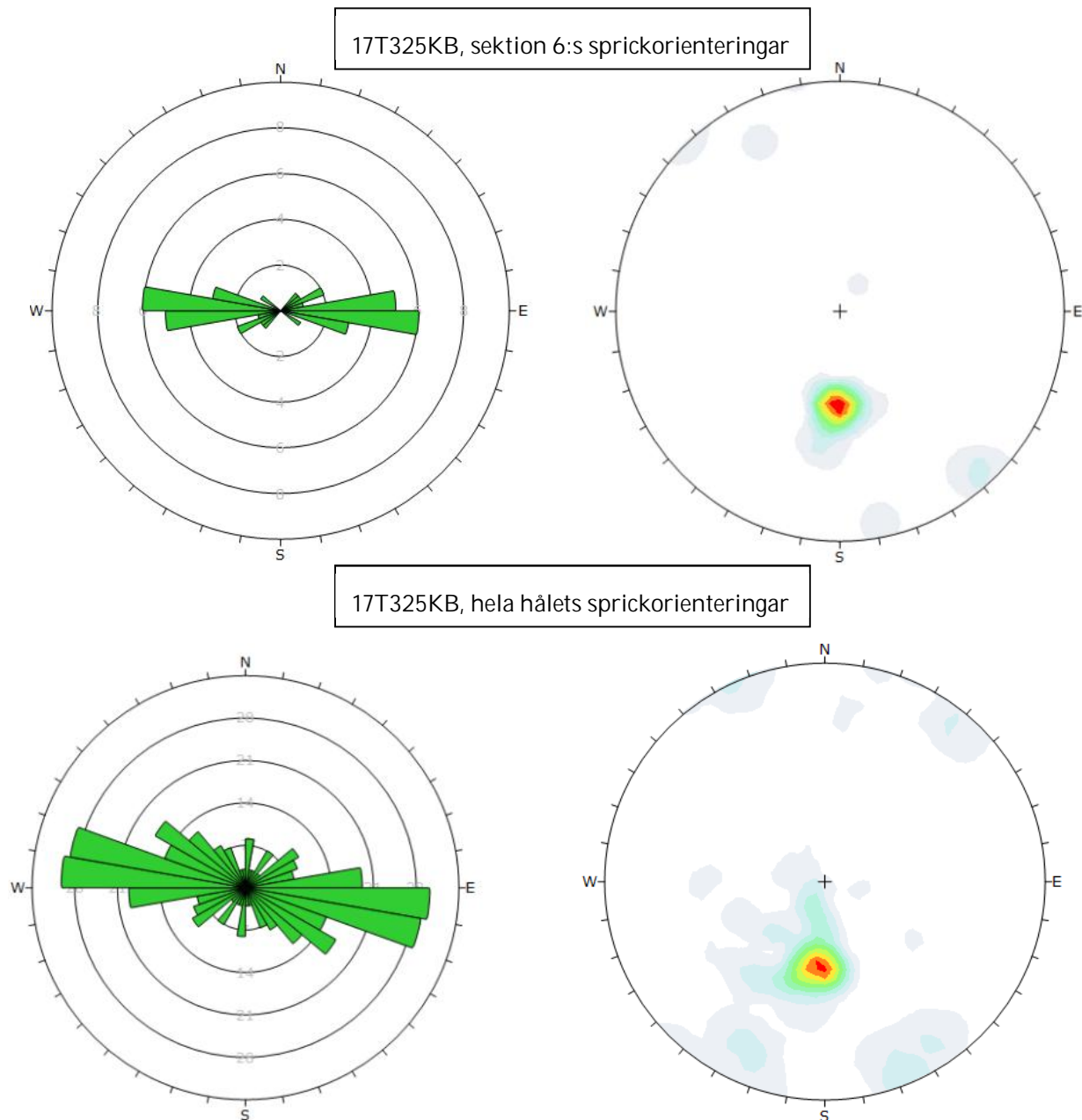
Figur 4. Sprickantal korrelerat till för varje vattenförlustmätt 3-m sektion för de två kärnborrhålen.

Figur 4 visar att den sektionen med högst transmissivitet inte har flest sprickor. Att notera är att för kärnborrhål 17T326KB kunde inte 3-m sektioner utföras djupare än 35,2 m.

#### 2.4 TOLKNING AV SPRICKORIENTERING FÖR MEST FLÖDANDE SEKTIONEN

För kärnborrhål 17T325KB är sektion 5, 24-27 mest flödande med en transmissivitet på  $1,0 \times 10^{-5}$  m<sup>2</sup>/s eller ett flöde på 27,7 l/min vid 3 bars övertryck. Denna 3-m sektion har 20 sprickor. Sprickorna är orienterade i förhållande till kärnans riktning.

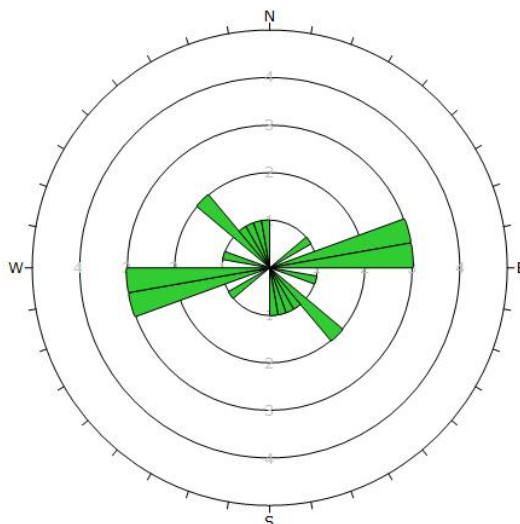
För kärnborrhål 17T326KB är sektion 6, 26,2-29,2 mest flödande med en transmissivitet på  $2,3 \times 10^{-6}$  m<sup>2</sup>/s eller ett flöde på 5,2 l/min vid 3 bars övertryck. Denna 3-m sektion har färre sprickor, 13 st. Sprickorna är orienterade i förhållande till kärnans riktning. Sektionens sprickor är inritade med hjälp av Dips för att utskilja dessa strykning och stupning. Som en jämförelse visas samtliga sprickor för hela kärnborrhålet. I figur 5 visas rosdiagram och polplott för kärnborrhål 17T325KB och i figur 6 17T326KB.



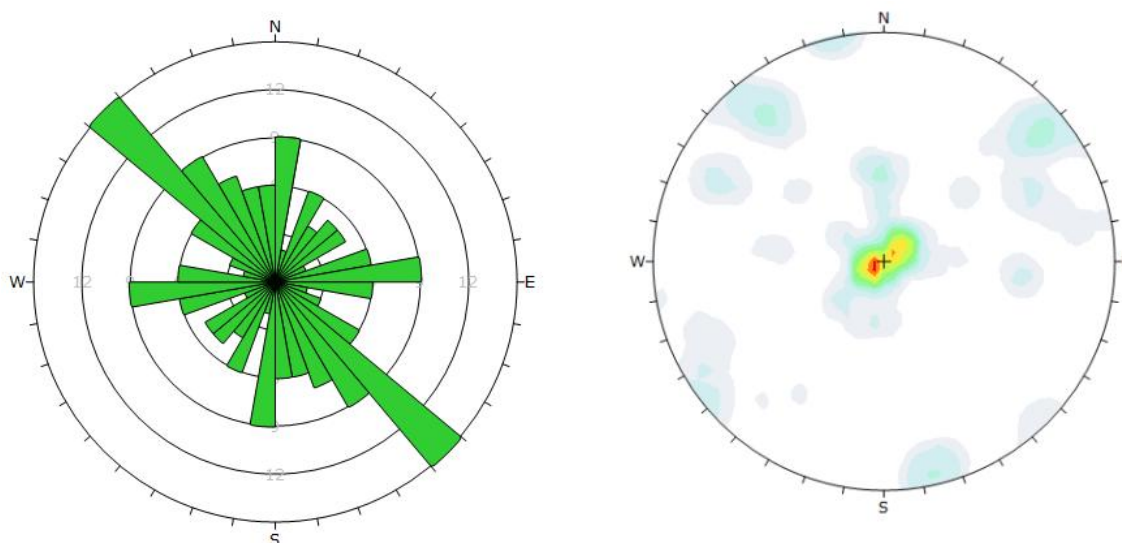
Figur 5. Överst: Den mest vattenförande sektionens sprickorienteringar och nederst hela hålets sprickorienteringar.

Vi ser för kärnborrhålet 17T325KB är det en väldigt god överensstämmelse mellan sektionens och hela hålets sprickorienteringar. Det är det väst-östliga spricksystemet som för mest vatten och har en stupning på ca 40-50 grader. Att mer exakt säga vilken av dessa sprickor som är det dominerande konduktiva sprickan krävs en filmning av borrhålet samt ännu kortare sektioner för vattenförlostmätning och kombinerat med flödeanomalier.

17T326KB, sektion 5:s sprickorienteringar



17T326KB, hela hålets sprickorienteringar



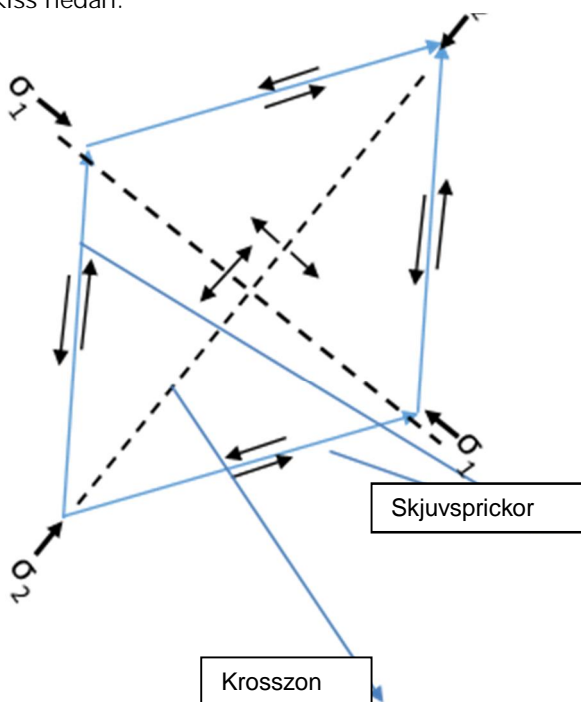
Figur 6. Överst: Den mest vattenförande sektionens sprickorienteringar. En polplott visas inte för denna sektion då det är för få punkter med väldigt stor spridning på stupningen. Nederst hela hålets sprickorienteringar.

Vi ser för kärnborrhålet 17T326KB är det inte en lika tydlig överensstämmelse mellan sektionens och hela hålets sprickorienteringar som för det andra kärnborrhålet. Dock finns sektionens sprickorienteringar klart representerad i hela borrhålet. Det väst-östliga spricksystemet är dominerande men som det visas för hela borrhålet så är nordväst-sydostliga systemet väl framträdande. Den dominerande stupningen för hela hålet är tydligt flackt.

#### 2.4.1 DISKUSSION/HYPOTES KRING MEST VATTENFÖRANDE SPRICKSYSTEMET

En möjlig ingenjörsmässig tolkning av vilka sprickor som för mest vatten är hur ett sprött material spricker sönder. Sprickorna och svaghetsplanen är uppkomna under bergets uppbyggnad under miljontals år. Den rådande spänningssituationen gör att vissa sprickor trycks ihop och vissa öppnas. Om det öst-västliga systemet är det mest vattenförande systemet kan detta betyda att dessa sprickor utgör skjuvzoner. Skjuvade sprickplan ger en större apertur. Då vi kan tyda åtminstone tre dominerande sprickriktningar sammantaget för de två kärnborrhålen kan systemet nordväst-sydöst systemet vara en krosszon till i de två andra skjuvade planen (ett i öst-västligt och ett i nord-sydligt). Krosszonen har vi träffat med kärnborrhålen men det är inte dessa sektioner som är mest vattenförande. Det är inte ovanligt att krosszoner har en sprickfyllnad av lera och annat som gör den mer tät. Dock skall det nämnas att bergmekaniskt sett så kan den vara mycket uppsprucken.

För att kunna göra en modell av hur detta kan se ut bör strukturgeologisk data med bergspänningar över området gås igenom och från denna kan ett pussel läggas som bör bilda ett romboedriskt mönster, se skiss nedan.

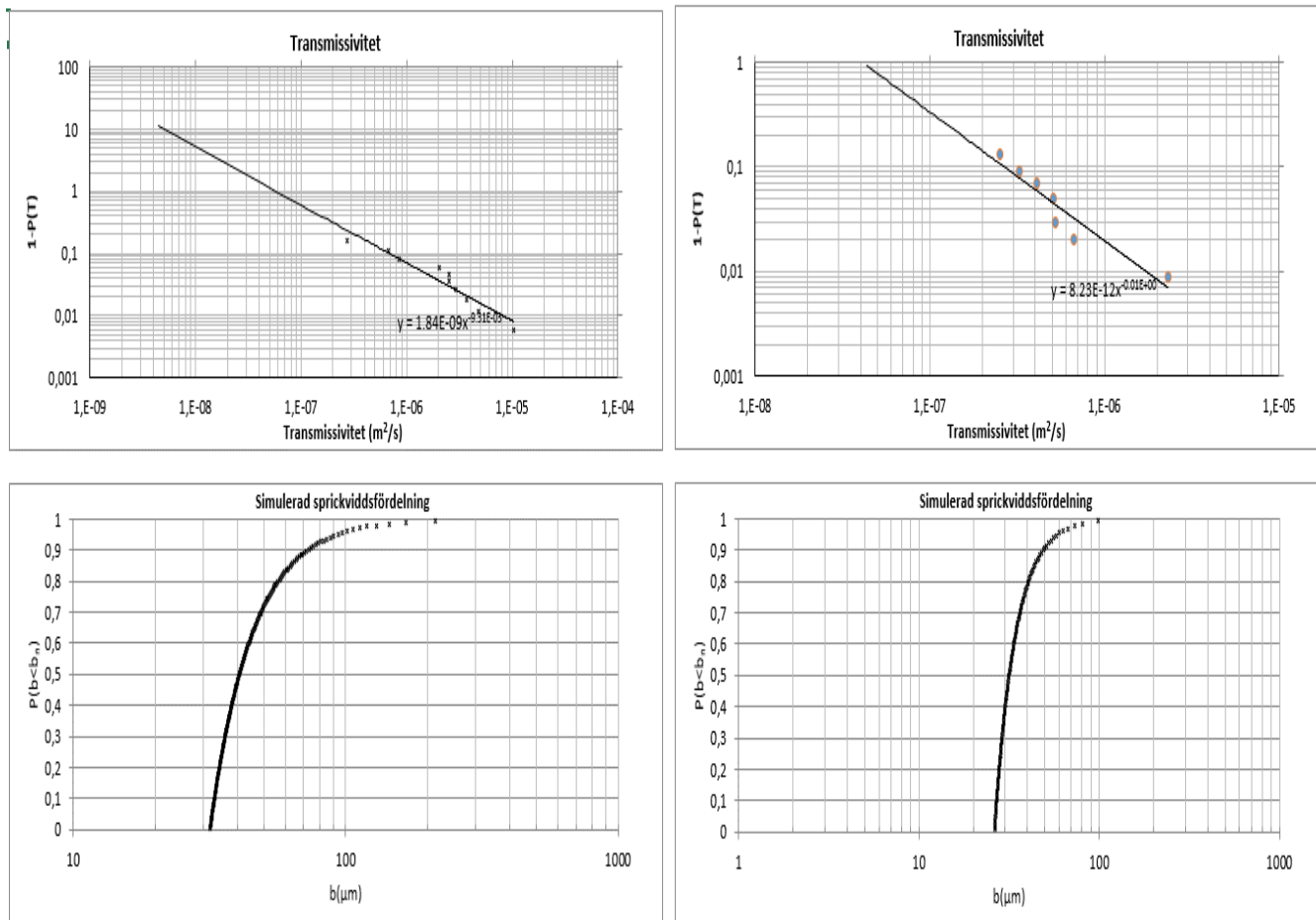


#### 2.5 SPRICKVIDDSFÖRDELNING OCH STÖRSTA SPRICKVIDD

En paretofördelning har anpassats till de uppmätta sektionstransmissiviteterna med tillhörande sprickantal. I bilaga 2 återfinns rapporterna. Programmet som använts är ett program som tillhandahålls av BeFo och finns beskrivet i Thörn et al, 2015.

##### 2.5.1 TRANSMISSIVITETFÖRDELNING OCH HYDRAULISKA SPRICKVIDDER

I figur 7 visas den beräknade den paretofördelade transmissivitetsfördelningen och den simulerade sprickviddsfördelning för de båda kärnborrhålen



Figur 7. Paretofördelning och simulerad sprickviddsfördelning. Vänster för kärnbrädd 17T325KB, höger 17T326KB.

Indata är 204 st, 11 sektioner för kärnbrädd 17T325KB och 129 st sprickor, 8 sektioner för kärnbrädd 17T326KB. Den erhållna formfaktorn  $k$  är 0,93 respektive 1,23. Från fördelningarna i figur 7 ovan kan urskiljas att den största sprickvidden är ca 200  $\mu\text{m}$  för kärnbrädd 325KB och enbart ca 100  $\mu\text{m}$  för 326KB. Den större sprickvidden kan härröras till den mest vattenförande sektionen och således kan tolkningen göras att den öst-västliga systemet är mest öppet av de som träffas av kärnbrädderna.

### 3 REFERENSER

Gustafson, G, 2009. Hydrogeologi för bergbyggare. Forskningsrådet Formas T2:2009. Fälth och Hässler, Värnamo.

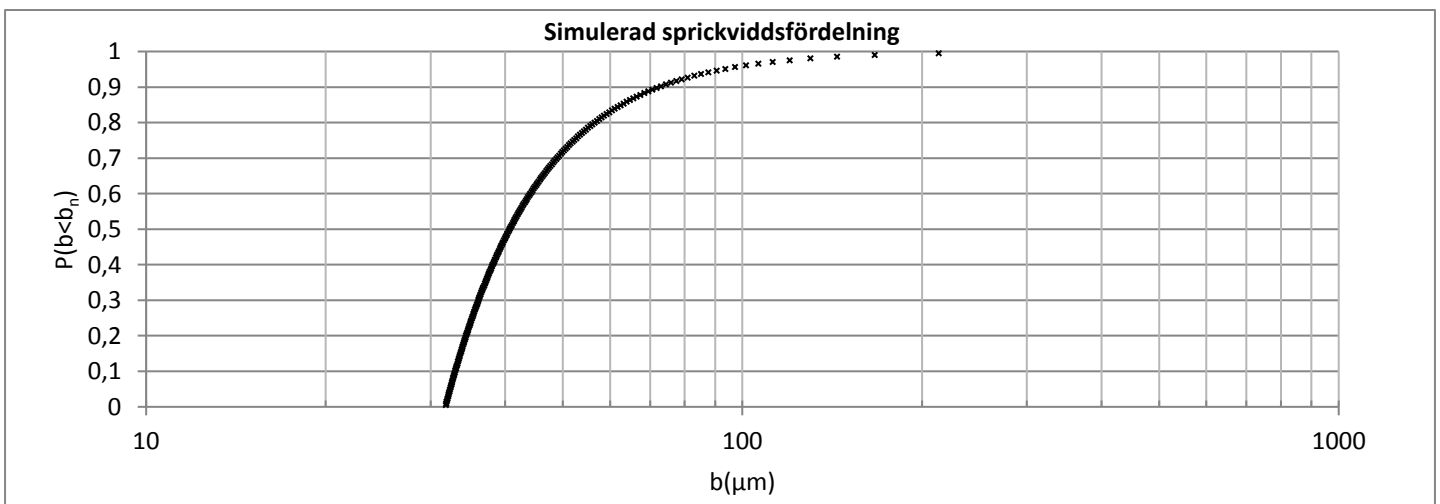
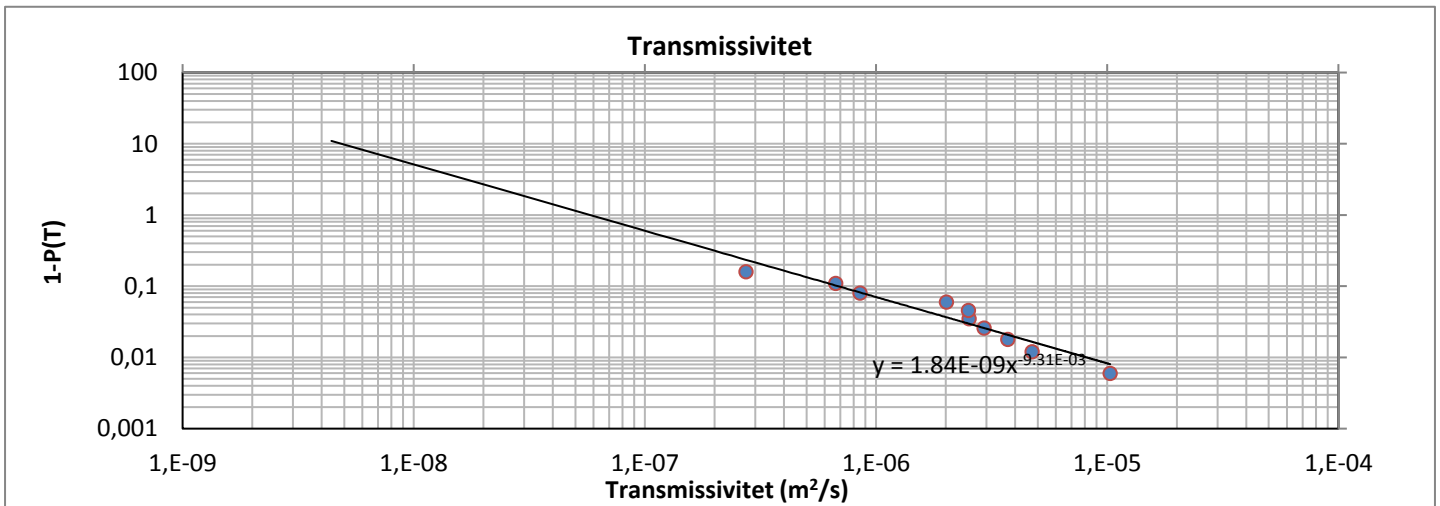
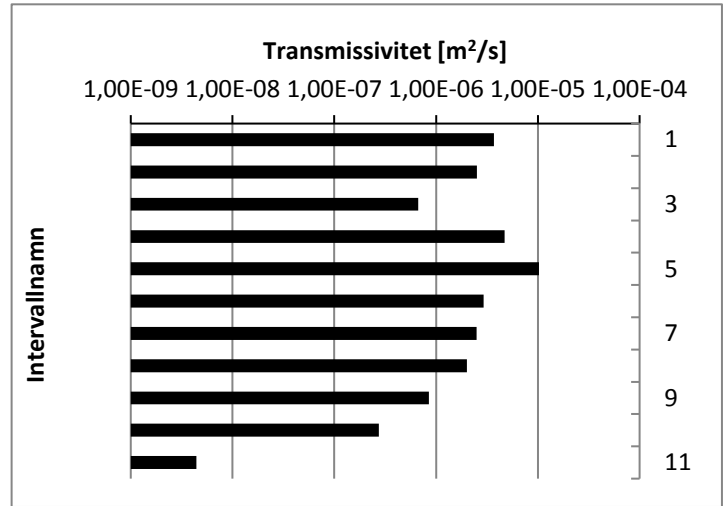
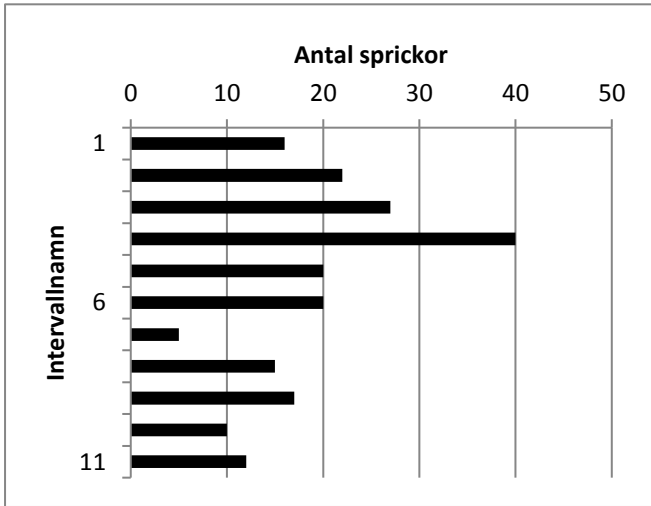
Thörn, J, Kvartsberg, S, Runslätt, E, Almfledt, S, Fransson, Å, 2015. Beräkningsverktyg för bergkarakterisering vid injekteringsdesign. BeFo-rapport 143. Stiftelsen Bergteknisk Forskning, Stockholm, Sverige.

# 17325KB

Borrhål 17325KB

Kommentarer:

Borrhålsdiameter	0,056 [m]	Indatafil	17325KB.txt
Borrhålslängd	33 [m]	Programversion	1,01
Sektionslängd	3,00 [m]	Densitet	1000 [kg/m <sup>3</sup> ]
Start borrhål	12 [m]	Viskositet	0,0013 [Pas]
Mätgräns undre	1,00E-09 [m <sup>2</sup> /s]	Gravitation	9,82 [m/s <sup>2</sup> ]
Mätgräns övre	1,00E-04 [m <sup>2</sup> /s]	Paretoformfaktor, k	0,931
Sektioner i beräkning	11 [st]	Största sprickan, T <sub>max</sub>	6,13E-06 [m <sup>2</sup> /s]
Sprickor i simulering	204 [st]	Största sprickan, B <sub>max</sub>	214 [μm]
		T <sub>tot</sub>	3,05E-05 [m <sup>2</sup> /s]



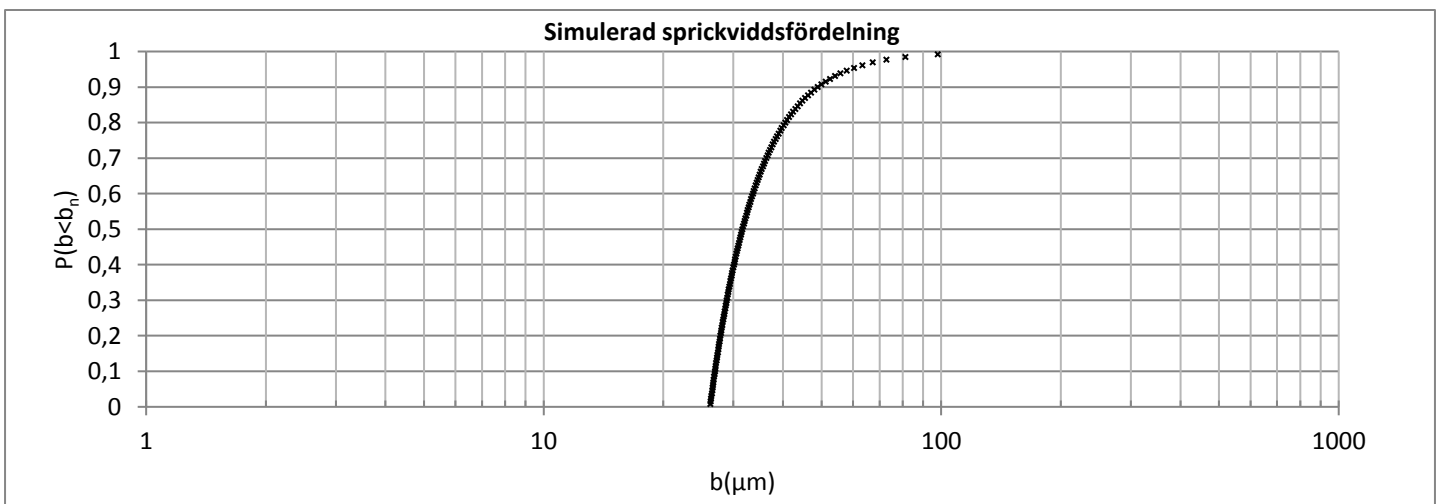
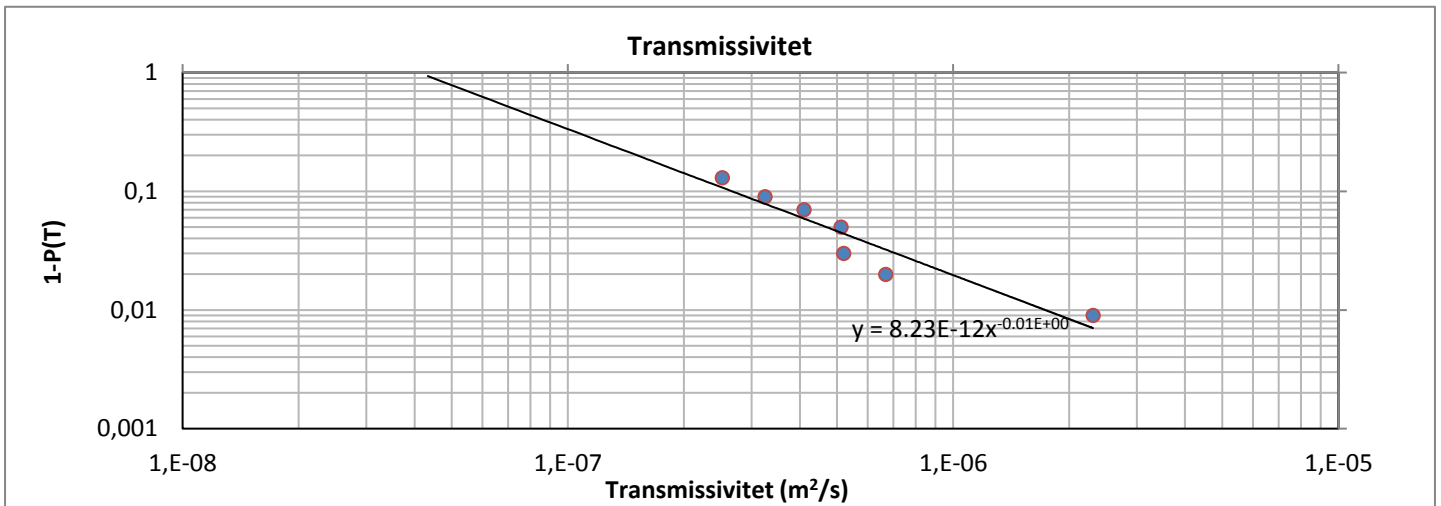
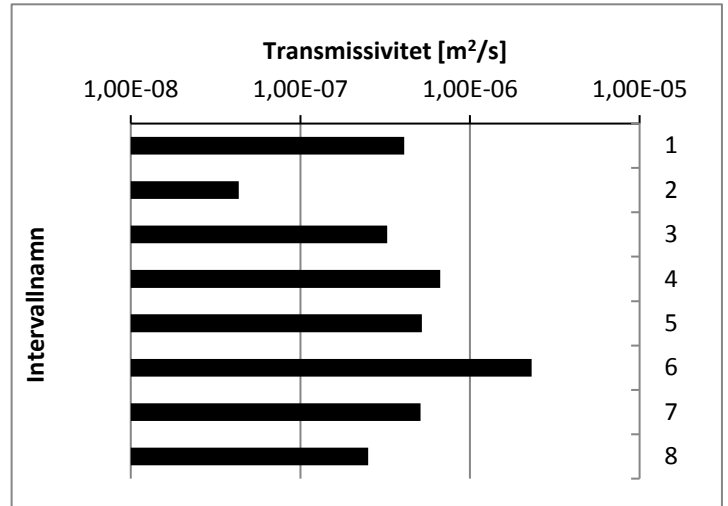
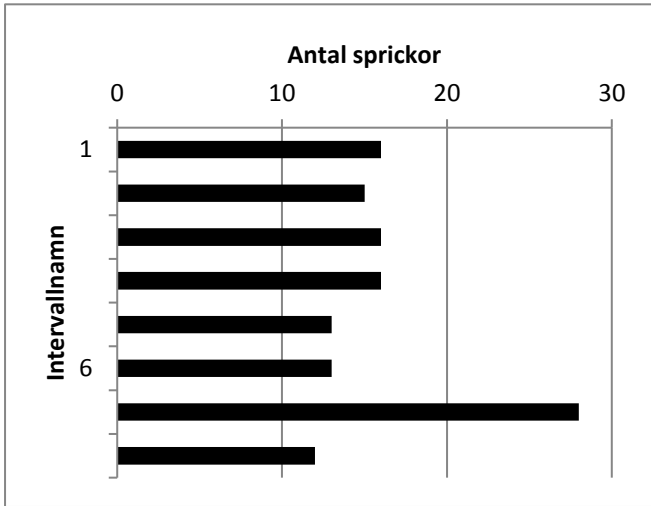


# 17T326KB

Borrhål 17T326KB  
 Kommentarer:



Borrhålsdiameter	0,056 [m]	Indatafil	17T326KB.txt
Borrhålslängd	24 [m]	Programversion	1,01
Sektionslängd	3,00 [m]	Densitet	1000 [kg/m <sup>3</sup> ]
Start borrhål	11,2 [m]	Viskositet	0,0013 [Pas]
Mätgräns undre	1,00E-09 [m <sup>2</sup> /s]	Gravitation	9,82 [m/s <sup>2</sup> ]
Mätgräns övre	1,00E-04 [m <sup>2</sup> /s]	Paretoformfaktor, k	1,230
Sektioner i beräkning	8 [st]	Största sprickan, T <sub>max</sub>	5,93E-07 [m <sup>2</sup> /s]
Sprickor i simulering	129 [st]	Största sprickan, B <sub>max</sub>	98 [μm]
		T <sub>tot</sub>	5,04E-06 [m <sup>2</sup> /s]



Laboratorierapport/Miljöteknik  
**Varbergstunneln, Kv Renen, Varberg-Hamra**



2017-11-17

**UPPDRAG** 250442, Varbergstunneln, Kv Renen, Varberg-Hamra

Titel på rapport: Laborationerapport/Miljöteknik

Status: 1.0

Datum: 2017-11-17

**MEDVERKANDE**

Beställare: Trafikverket

Kontaktperson: Jesper Mårtensson

Konsult: Tyréns AB

Uppdragsansvarig: Britta Hedman

Kvalitetsgranskare: Andreas Sellstedt

## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	ALLMÄN PROJEKTINFORMATION .....	4
2	OMFATTNING .....	4
2.1	GRUNDVATTEN .....	4

## 1 ALLMÄN PROJEKTINFORMATION

Denna laboratorierapport omfattar laboratorieanalyser från uttagna grundvattenprover i samband med miljöteknisk undersökning som utförts kring Kv Renen (km ca 76+800-76+900) för utbyggnad av Västkustbanan genom Varberg.

Syftet med laboratorierapporten är att redovisa samtliga analyser i grundvatten, som utförts med avseende på föroreningar. Denna rapport innehåller analysresultat av prover uttagna vid fältarbete utfört från hösten 2017.

**Tabell 1. Allmän projektinformation**

Projektamn	Varbergstunneln, Kv Renen, Varberg- Hamra
Plats:	Varberg
Uppdragsnummer	250442
Beställare	Trafikverket
Konsult	Tyréns AB
Ansvarig Förorenade områden	Andreas Sellstedt
Laboratorieanalyser	Klorerade lösningsmedel i grundvatten: ALS

## 2 OMFATTNING

### 2.1 GRUNDVATTEN

I Tabell 2 redovisas utförda laboratorieundersökningar hos ALS Scandinavia. I Tabell 3 redovisas antal analyserade grundvattenprov för varje enskild analysparameter och i Tabell 4 redovisas antal analyserade grundvattenprover med fältinstrumentet GC-FROG. I Bilaga 1 sammanfattas utförda laboratorieanalyser för klorerade alifater och utförda analyser med fältinstrument GC-FROG för klorerade alifater.

**Tabell 2. Grundvatten, Miljötekniska laboratorieundersökningar ALS Scandinavia**

Analysvariabel	Metod (Referens)	Mätprincip
Klorerade alifater	US EPA 624, US EPA 8260, EN ISO 10301, MADEP 2004, rev 1.1	GC-FID och GC-MS

**Tabell 3. Grundvatten, antal utförda laboratorieundersökningar fördelat på Klorerade alifater**

Metod	Antal
Klorerade alifater	5

**Tabell 4. Grundvatten, antal utförda fältmätningar med GC-FROG fördelat på Klorerade alifater**

Metod	Antal
Klorerade alifater	2

**Bilaga 1 Sammanställning av resultat för utförda fält och- laboratorieanalyser för grundvatten**

	Provmärkning						
	17T327RU	17T328RU	PB Innan rening	KB-Norr	KB-Söder	17T327RU	17T328RU
Provtagningsdatum	171023	171023	171023	171027	171027	171026	171026
Rapportnummer	T1729603	T1729603	T1728937	T1728937	T1728937	GC-FROG	GC-FROG
diklormetan	0,25	<0.10	<0.10	1	<0.10		
1,1-dikloreten	400	200	22	1100	95		
1,2-dikloreten	5,1	2,3	0,27	5,6	1,1		
trans-1,2-dikloreten	95	47	5,9	77	45		
cis-1,2-dikloreten	14000	3100	550	17000	2500	13 400	4 600
1,2-diklorpropan	0,61	0,27	<0.020	0,37	<0.020		
triklormetan	0,18	0,059	<0.020	<0.020	<0.020		
tetraklormetan (koltetraklorid)	<0.020	<0.020	<0.020	<0.020	<0.020		
1,1,1-trikloreten	130	22	0,045	3,1	0,093		
1,1,2-trikloreten	5,2	2,3	<0.020	0,52	<0.020		
trikloreten	7000	1800	910	40000	5000	5 400	3 800
tetrakloreten	2,2	0,23	<0.020	0,54	<0.020		
vinylklorid	2200	3200	12	17	5,5		
1,1-dikloreten	110	78	2,2	53	11		



Ankomstdatum **2017-10-18**  
 Utfärdad **2017-10-23**

Tyréns AB  
 Andreas Sellstedt

Lilla Badhusgatan 2  
 411 21 Göteborg  
 Sweden

Projekt **Äta 147**  
 Bestnr **250442B**

## Analys av grundvatten

Er beteckning	<b>PB Innan rening</b>					
Provtagare	<b>Daniel Ledner</b>					
Provtagningsdatum	<b>2017-10-17</b>					
Labnummer	O10935237					
Parameter	Resultat	Osäkerhet (±)	Enhet	Metod	Utf	Sign
diklormetan	<0.10		µg/l	1	1	AKR
1,1-dikloreten	22	4.4	µg/l	1	1	AKR
1,2-dikloreten	0.27	0.054	µg/l	1	1	AKR
trans-1,2-dikloreten	5.9	1.18	µg/l	1	1	AKR
cis-1,2-dikloreten	550	110	µg/l	1	1	STGR
1,2-diklorpropan	<0.020		µg/l	1	1	AKR
triklormetan	<0.020		µg/l	1	1	AKR
tetraklormetan (koltetraklorid)	<0.020		µg/l	1	1	AKR
1,1,1-trikloreten	0.045	0.009	µg/l	1	1	AKR
1,1,2-trikloreten	<0.020		µg/l	1	1	AKR
trikloreten	910	182	µg/l	1	1	STGR
tetrakloreten	<0.020		µg/l	1	1	AKR
vinylklorid	12	2.4	µg/l	1	1	AKR
1,1-dikloreten	2.2	0.44	µg/l	1	1	AKR

Er beteckning	<b>PB Efter rening</b>					
Provtagare	<b>Daniel Ledner</b>					
Provtagningsdatum	<b>2017-10-17</b>					
Labnummer	O10935238					
Parameter	Resultat	Osäkerhet (±)	Enhet	Metod	Utf	Sign
diklormetan	<0.10		µg/l	1	1	AKR
1,1-dikloreten	<0.020		µg/l	1	1	AKR
1,2-dikloreten	<0.020		µg/l	1	1	AKR
trans-1,2-dikloreten	<0.020		µg/l	1	1	AKR
cis-1,2-dikloreten	<0.020		µg/l	1	1	AKR
1,2-diklorpropan	<0.020		µg/l	1	1	AKR
triklormetan	<0.020		µg/l	1	1	AKR
tetraklormetan (koltetraklorid)	<0.020		µg/l	1	1	AKR
1,1,1-trikloreten	<0.020		µg/l	1	1	AKR
1,1,2-trikloreten	<0.020		µg/l	1	1	AKR
trikloreten	0.18	0.036	µg/l	1	1	AKR
tetrakloreten	<0.020		µg/l	1	1	AKR
vinylklorid	<0.020		µg/l	1	1	AKR
1,1-dikloreten	<0.020		µg/l	1	1	AKR



Er beteckning	17T327RU					
Provtagare	Daniel Ledner					
Provtagningsdatum	2017-10-17					
Labnummer	O10935239					
Parameter	Resultat	Osäkerhet (±)	Enhet	Metod	Utf	Sign
diklormetan	0.25	0.05	µg/l	1	1	AKR
1,1-dikloreten	400	80	µg/l	1	1	STGR
1,2-dikloreten	5.1	1.02	µg/l	1	1	AKR
trans-1,2-dikloreten	95	19	µg/l	1	1	AKR
cis-1,2-dikloreten	14000	2800	µg/l	1	1	STGR
1,2-diklorpropan	0.61	0.122	µg/l	1	1	AKR
triklormetan	0.18	0.036	µg/l	1	1	AKR
tetraklormetan (koltetraklorid)	<0.020		µg/l	1	1	AKR
1,1,1-trikloreten	130	26	µg/l	1	1	AKR
1,1,2-trikloreten	5.2	1.04	µg/l	1	1	AKR
trikloreten	7000	1400	µg/l	1	1	STGR
tetrakloreten	2.2	0.44	µg/l	1	1	AKR
vinylklorid	2200	440	µg/l	1	1	STGR
1,1-dikloreten	110	22	µg/l	1	1	STGR

Er beteckning	17T328RU					
Provtagare	Daniel Ledner					
Provtagningsdatum	2017-10-17					
Labnummer	O10935240					
Parameter	Resultat	Osäkerhet (±)	Enhet	Metod	Utf	Sign
diklormetan	<0.10		µg/l	1	1	AKR
1,1-dikloreten	200	40	µg/l	1	1	STGR
1,2-dikloreten	2.3	0.46	µg/l	1	1	AKR
trans-1,2-dikloreten	47	9.4	µg/l	1	1	AKR
cis-1,2-dikloreten	3100	620	µg/l	1	1	STGR
1,2-diklorpropan	0.27	0.054	µg/l	1	1	AKR
triklormetan	0.059	0.0118	µg/l	1	1	AKR
tetraklormetan (koltetraklorid)	<0.020		µg/l	1	1	AKR
1,1,1-trikloreten	22	4.4	µg/l	1	1	AKR
1,1,2-trikloreten	2.3	0.46	µg/l	1	1	AKR
trikloreten	1800	360	µg/l	1	1	STGR
tetrakloreten	0.23	0.046	µg/l	1	1	AKR
vinylklorid	3200	640	µg/l	1	1	STGR
1,1-dikloreten	78	15.6	µg/l	1	1	AKR





\* efter parameternamn indikerar icke ackrediterad analys.

Metod	
1	Paket OV-6B. Bestämning av klorerade alifater inkl. vinylklorid. Mätning utförs med headspace GC-MS. LOD avses vid rapporterade mindre än värden (<).  Rev 2017-01-11

Godkännare	
AKR	Anna-Karin Revell
STGR	Sture Grägg

Utf <sup>1</sup>	
1	För mätningen svarar ALS Denmark A/S, Bakkegårdsvej 406 A, 3050 Humlebæk, Danmark som är av danska ackrediteringsorganet DANAK ackrediterat laboratorium (Reg.nr. 05-0361).

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](http://www.alsglobal.se)

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

<sup>1</sup> Utförande teknisk enhet (inom ALS Scandinavia) eller anlitat laboratorium (underleverantör).



Ankomstdatum **2017-10-24**  
 Utfärdad **2017-10-27**

Tyréns AB  
 Andreas Sellstedt

Lilla Badhusgatan 2  
 411 21 Göteborg  
 Sweden

Projekt **Äta 147**  
 Bestnr **250442B**

## Analys av grundvatten

Er beteckning	<b>KB-Norr</b>					
Provtagare	<b>Efe Saglam</b>					
Provtagningsdatum	<b>2017-10-20</b>					
Labnummer	O10937703					
Parameter	Resultat	Osäkerhet (±)	Enhet	Metod	Utf	Sign
diklormetan	1.0	0.2	µg/l	1	1	STGR
1,1-dikloreten	1100	220	µg/l	1	1	STGR
1,2-dikloreten	5.6	1.12	µg/l	1	1	STGR
trans-1,2-dikloreten	77	15.4	µg/l	1	1	STGR
cis-1,2-dikloreten	17000	3400	µg/l	1	1	STGR
1,2-diklorpropan	0.37	0.074	µg/l	1	1	STGR
triklormetan	<0.020		µg/l	1	1	STGR
tetraklormetan (koltetraklorid)	<0.020		µg/l	1	1	STGR
1,1,1-trikloreten	3.1	0.62	µg/l	1	1	STGR
1,1,2-trikloreten	0.52	0.104	µg/l	1	1	STGR
trikloreten	40000	8000	µg/l	1	1	STGR
tetrakloreten	0.54	0.108	µg/l	1	1	STGR
vinylklorid	17	3.4	µg/l	1	1	STGR
1,1-dikloreten	53	10.6	µg/l	1	1	STGR

Er beteckning	<b>KB-Söder</b>					
Provtagare	<b>Efe Saglam</b>					
Provtagningsdatum	<b>2017-10-20</b>					
Labnummer	O10937704					
Parameter	Resultat	Osäkerhet (±)	Enhet	Metod	Utf	Sign
diklormetan	<0.10		µg/l	1	1	STGR
1,1-dikloreten	95	19	µg/l	1	1	STGR
1,2-dikloreten	1.1	0.22	µg/l	1	1	STGR
trans-1,2-dikloreten	45	9	µg/l	1	1	STGR
cis-1,2-dikloreten	2500	500	µg/l	1	1	STGR
1,2-diklorpropan	<0.020		µg/l	1	1	STGR
triklormetan	<0.020		µg/l	1	1	STGR
tetraklormetan (koltetraklorid)	<0.020		µg/l	1	1	STGR
1,1,1-trikloreten	0.093	0.0186	µg/l	1	1	STGR
1,1,2-trikloreten	<0.020		µg/l	1	1	STGR
trikloreten	5000	1000	µg/l	1	1	STGR
tetrakloreten	<0.020		µg/l	1	1	STGR
vinylklorid	5.5	1.1	µg/l	1	1	STGR
1,1-dikloreten	11	2.2	µg/l	1	1	STGR



\* efter parameternamn indikerar icke ackrediterad analys.

Metod	
1	Paket OV-6B. Bestämning av klorerade alifater inkl. vinylklorid. Mätning utförs med headspace GC-MS. LOD avses vid rapporterade mindre än värden (<).  Rev 2017-01-11

Godkännare	
STGR	Sture Grägg

Utf <sup>1</sup>	
1	För mätningen svarar ALS Denmark A/S, Bakkegårdsvej 406 A, 3050 Humlebæk, Danmark som är av danska ackrediteringsorganet DANAK ackrediterat laboratorium (Reg.nr. 05-0361).

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](http://www.alsglobal.se)

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

<sup>1</sup> Utförande teknisk enhet (inom ALS Scandinavia) eller anlitat laboratorium (underleverantör).

## KÄRNLOGGNINGSRAPPORT/BERGTEKNIK

SLUTVERSION  
2017-11-14

UPPDRAG 250442, Varbergstunneln, Väst kustbanan, Varberg-Hamra

Titel på rapport: KÄRNKARTERINGSRAPPORT/BERGTEKNIK

Status: Slutversion

Datum: 2017-11-14

#### MEDVERKANDE

Beställare: Trafikverket

Kontaktperson: Jesper Mårtensson

Konsult: Joanna Argentius

Uppdragsansvarig: Jesper Mårtensson

Kvalitetsgranskare: Sarah Mell

#### REVIDERINGAR

Revideringsdatum ÅR-MÅN-DAG

Version: Namn, Företag

Initialer: Namn, Företag

Uppdragsansvarig:

---

Datum: ÅR-MÅN-DAG

Handlingen granskad av:

Sarah Mell

---

Datum: 2017-11-13

## SAMMANFATTNING

För att utöka kunskapen om möjliga spridningsvägar för de föroreningar som härstammar från en källa i kvarteret Renen 13 i Varberg har två borrhärdar tagits upp och karterats. Föroreningarna förekommer inom området för den framtida järnvägstunneln med anslutande tråg och marken där behöver saneras innan byggnationen sätter igång.

## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	INLEDNING .....	5
2	SYFTE .....	5
3	KÄRNBORRNING .....	5
4	BERGARTSBESKRIVNING .....	6
5	KÄRNKARTERING .....	6
5.1	ALLMÄNT OM KARTERINGSMETODEN .....	6
5.2	KARAKTÄRISERING AV BERG .....	6
5.3	OSÄKERHETER .....	7
5.4	BORRKÄRNA 17T325KR .....	7
5.4.1	ALLMÄNT .....	7
5.4.2	SPRICKGRUPPER .....	8
5.4.3	BERGMASSANS EGENSKAPER .....	9
5.5	BORRKÄRNA 17T326KR .....	10
5.5.1	ALLMÄNT .....	10
5.5.2	SPRICKRIKTNINGAR .....	10
5.5.3	BERGMASSANS EGENSKAPER .....	11
6	REFERENSER .....	12
7	BILAGOR .....	12

## 1 INLEDNING

Inför byggandet av järnvägstunnel med anslutande tråg genom Varberg har en källa till klorerade lösningsmedel (främst trikloretylen och dess nedbrytningsprodukter) påträffats inom fastigheten Renen 13, belägen i närheten av det planerade tunnelpåslaget.

Mellan den planerade järnvägsanläggningen och Renen 13 har en spridningsplym av dessa föroreningar identifierats. Denna sprider sig även ut i det planerade spårområdet på grund av en tryckgradient i marken som orsakar ett grundvattenflöde från öst ner mot hamnbassängen i väst. Eftersom hantering av grundvatten innehållande flyktiga lösningsmedel skall undvikas av arbetsmiljöskäl både under byggtid och i driftsskede av tunnelanläggningen planeras åtgärder för att begränsa spridningen av föroreningarna genom att skapa ett hinder mellan källan och det kommande byggarbetsplatsen och sanera marken inom det således avgränsade området.

Efterbehandlingsåtgärder planeras även för området med källan till föroreningarna men dessa kommer sannolikt inte att vara slutförda när byggprojektet påbörjas. Detta medför att förorenad mark i omedelbar närhet till den kommande järnvägsanläggningen måste isoleras och hanteras i samband med byggprojektet.

## 2 SYFTE

Ett led i att effektivare kunna begränsa föroreningsplymen är utöka kunskaperna om geologiska och hydrogeologiska förhållanden i det berörda området, som omfattar kvarteren närmast den framtida anläggningen. För att få en bättre bild av sprickor i urberget som kan tänkas vara transportvägar för föroreningarna har kärnbörningar och kartering av de upptagna borrkärnorna genomförts.

## 3 KÄRNBORNING

Två kärnborrhål borrats i kvarteret Renen 14, ett i norr och ett i söder. Hålen är borrade med 45° vinkel, det norra rakt söderut och det södra i nordlig riktning (Figur 1).



Figur 1 Placering av de två kärnborrhålen.



Kärnbörningarna utfördes av Geo-gruppen AB under 21:e och 28:e september 2017. Vid börningarna har foderrör gjutits en meter ner i berget för att minska risken för vertikal förorenings-spridning från eventuellt förorenat grundvatten i jordlagren ner till berggrundvattnet.

Nedanför följer tekniska specifikationer om de två kärnborrhålen (Tabell 1). Koordinaterna är angivna i SWEREF991200 och höjdsystemet RH2000. Bärings angives i grader från norr och inklinationen i grader från horisontalplan, där negativa tal anger lutning neråt.

Borrhåls nr	17T325KR	17T326KR
X-koordinat	165196.328	165179.361
Y-koordinat	6332430.229	6332352.153
Z-koordinat	3.864	3.017
0-nivå	markyta	markyta
Borrhålslängd (m)	47.35	50.22
Bergyta (m i borrhålsriktning)	10.65	10.6
Foderrörlängd (m)	12	11.2
Bäring (grader)	180	360
Inklination (grader)	-45	-45

Tabell 1 Tekniska specifikationer för kärnborrhålen.

## 4 BERGARTSBESKRIVNING

Inom det undersökta området förekommer huvudsakligen en förgnejsad granit med inslag av metabasit. I områdets södra delar finns även charnockit.

Charnockiten är en gröngrå till mörkgrå metamorf bergart, ofta stänglig eller folierad. Bergarten är generellt av kvartsmonzonitisk sammansättning (kvartshalt ca 20%), men kvartshalten kan variera. Kännetecknande för bergarten är dess innehåll av hypersten, ett svart pyroxenmineral som ofta uppträder som avlånga eller nålformade kristaller i bergmassan.

Den bandade gnejsgraniten är äldre än charnockiten och uppvisar en tydlig foliation, alternativt bandning och varierar i färg från medelgrå till rosa i partier med pegmatit.

Enligt tidigare fältbedömning ligger dessa bergarters hårdhet på 100-250 MPa (Projekterings-PM Berg Varbergstunneln, 2014).

Förutom dessa förekommer även den ovan nämnda metabasiten/amfiboliten som små gångar eller sliror i huvudbergarterna.

## 5 KÄRNKARTERING

### 5.1 ALLMÄNT OM KARTERINGSMETODEN

Borrkärnorna har karterats under veckorna 40-44 2017 av Joanna Argentius med stöd av Caroline Lundell och Karl-Johan Mattson.

Sprickornas sprickning och stupning har karterats i enlighet med högerhandsregeln.

### 5.2 KARAKTÄRISERING AV BERG

Bergets grundläggande egenskaper har tagits fram enligt anvisningar i Trafikverkets publikation Projektering för bergkonstruktioner (2014:144) och baseras på observationerna i borrkärnorna. Kärnorna har sedan karakteriserats enligt Q- och RMR-systemen. Borrkärnornas RQD har beräknats för varje meter av kärnorna. Då vissa parametrar för fullständig klassificering av borrkärnan inte är kända, har endast  $Q_{bas}$  och  $RMR_{bas}$  beräknats.

Vid beräkning av RMR har hållfastheten satts till 12 poäng för värden 100-250 MPa enligt uppskattningen i ovannämnda Projekterings-Pm (Tyréns, 2014). Parametern Grundvattenförhållanden har satts till 15 poäng (fullständigt torrt) och ingen reduktion (0 poäng) har gjorts för Sprickornas Orientering i Förhållande till Drivningsriktning. Typvärden har valts för parametrarna Sprickavstånd och Sprickegenskaper.

Vid uträkning av Q-indexet har ett typvärde för  $J_r$  och  $J_a$  valts för varje meter.  $J_n$  har satts till 9 för båda borrkärnorna och har inte korrigerats för tunnelutformning.  $J_w$  och SRF är inte kända och har därför båda satts till 1.

### 5.3 OSÄKERHETER

Det finns några aspekter av karteringen som måste tas i beaktning i samband med tolkning av resultaten.

Kärnorna har tagits upp utan att någon filmning av borrhålen gjorts. På grund av detta har en apertur uppskattats för alla öppna sprickor i borrkärnorna, även om det inte nödvändigtvis är så i ostört berg. Där detta inte var möjligt, t ex där en av sprickväggarna var krossad eller hade nöts bort, har aperturen angetts till 1mm. Endast slutna eller läkta sprickor har aperturen 0mm. Aperturen har uppskattats med hjälp av ett mätkort.

Bergets omvandlingsgrad gäller enbart berget i omedelbar anslutning till sprickorna, dvs sprickytan och några mm in i berget. För sprickor där det inte gick att avgöra om de hade uppkommit naturligt eller vid upptagning av ärnorna, och där sprickytan och omgivande bergarten ej påvisat någon vittring, har omvandlingsgraden angetts till 0. Sprickor som med rimlig säkerhet har kunnat bedömas att ha uppkommit vid hanteringen av borrkärnorna, dvs sprickor med färska, oregelbundna ytor eller sprickor där kärnan slagits av vid placering i lådor, har inte karterats.

Kärnorna har orienterats med hjälp av markeringar som gjordes under borringen. För sprickor där kärnorna har varit alltför krossade för att kunna lägga bitarna i ordning under en rimlig tid, eller där ingen passform har kunnat hittas, har enbart alfavinkeln och sprickornas övriga egenskaper observerats. Det gäller främst de översta två-tre metrarna i båda borrkärnorna där berget är alltför uppsprucket för att kunna passas ihop.

I borrkärna 17T325KR har några av orienteringsmarkeringarna saknats eller varit obrukbara. Vidare har kärnan blivit överborrad på flera ställen och bitar av kärnan har nöts mot varandra i borrhöret vilket har gjort att sprickytorna inte har kunnat passas in. Några krossade partier förekommer också. Där det har varit möjligt har passningen skett med enbart foliationsriktningen som vägledning. Sprickor i dessa partier har karterats som vanligt men har markerats som osäkra (gul färg i karteringsprotokollen).

Vid analysen av huvudsakliga sprickgrupper har endast de sprickor som kunnat orienteras tagits med i den slutliga bedömningen av sprickgrupper.

Några av orienteringsmarkeringar har inte varit i linje med varandra, även där kärnan har kunnat passas ihop med god passform. Skillnaden har kunnat vara upp till 6 mm av kärnans omkrets. Där har kärnans orientering valts utifrån riktningen med flest orienteringmarkeringar i rak linje.

Viktigt att tänka på är att båda borrkärnorna har tagits ut i nord-sydlig riktning. Det medför att antalet sprickor i öst-västlig riktning överväger kraftigt i kärnorna och att få eventuella sprickor gående parallellt med borriktningen har träffats vid borringen. I båda borrkärnorna dominerar den riktning som ligger vinkelrätt mot borriktningen. Ingen viktning av sprickfrekvensen beroende på riktning har gjorts vid analys av generella sprickriktningar.

### 5.4 BORRKÄRNA 17T325KR

#### 5.4.1 ALLMÄNT

Borrkärnan består i sin helhet av svagt förgnejsad, folierad granit. Bergarten är mestadels fint medelkornig med mindre pegmatitiska partier. Den är huvudsakligen grå till färgen, medan en del av pegmatiten innehåller större mängder kalifältspat vilket ger den en rosa ton. I graniten förekommer

mindre partier av en fint medelkornig vittrad metabasit med en stor andel glimmer. I de två första metrarna av borrhålet förekommer en stor mängd sprickor. En hel del av dessa tycks vara borrhåleinducerade, slipade av rotationen inuti borrhöret och har inte gått att orientera. Karteringen där har enbart gjorts översiktligt för att få fram sprickkaraktären på de sprickor som kunnat avgöras vara naturliga.

I de övre delarna av kärnan förekommer rost i sprickorna. Denna härstammar troligen från magnetitkorn som påträffas i metabasitslirorna som först från 38 m djup blir märkbart magnetiska. Magnetit hittas även i själva graniten, men förekommer endast som ett fåtal korn. Slirorna är generellt ganska vittrade och uppspruckna på ett flertal ställen. Mindre mängder magnetit återfinns även i graniten och syns i sprickorna som oxiderade, rostfärgade korn.

Bitar av kärnan har på flera ställen roterat och slipats i borrhöret vilket försvårar orienteringen. Där har orienteringen anpassats till tidigare orienterade partier enbart efter foliationsriktningen. På följande ställen är orienteringen osäker:

- 18,41 - 20,40m – kärnan hade till en början orienterats felaktigt. För att korrigera orienteringen med hjälp av foliationsriktningen efter att sprickorna mätts i detta avsnitt av kärnan har 6 cm dragits av i efterhand på omkretsen vid mätning av beta-vinkeln.
- 21,91 - 22,70m
- 22,70 - 23,35m - har ej gått att orientera, otydlig foliation
- 26,97 - 28,45m
- 37,30 - 39,10m
- 40,20 - 42,79m

Sprickorna i dessa zoner har karterats som vanligt men markerats som osäkra i karteringsprotokollet. De har använts vid beräkning av RQD och övriga kriterier för beräkning av Q och RMR men inte vid beräkningen av generella sprickriktningar.

#### 5.4.2 SPRICKGRUPPER

Tre sprickgrupper har kunnat identifieras utifrån borrhöret (Diagram 1). Den dominerande sprickgruppen (Sprickset 1) är ett set med moderat stupande sprickor, gående i öst-västlig riktning. Denna sprickgrupp har en strykning på 276° och en stupning på 37°.

Två mindre framträdande sprickgrupper avviker något från den öst-västliga riktningen. Dessa är sprickset 2 med en strykning och stupning på 295° respektive 81° och det nästan vertikala spricksetet 3 med en strykning på 250° och stupning 84° (se tabell i Diagram 1).

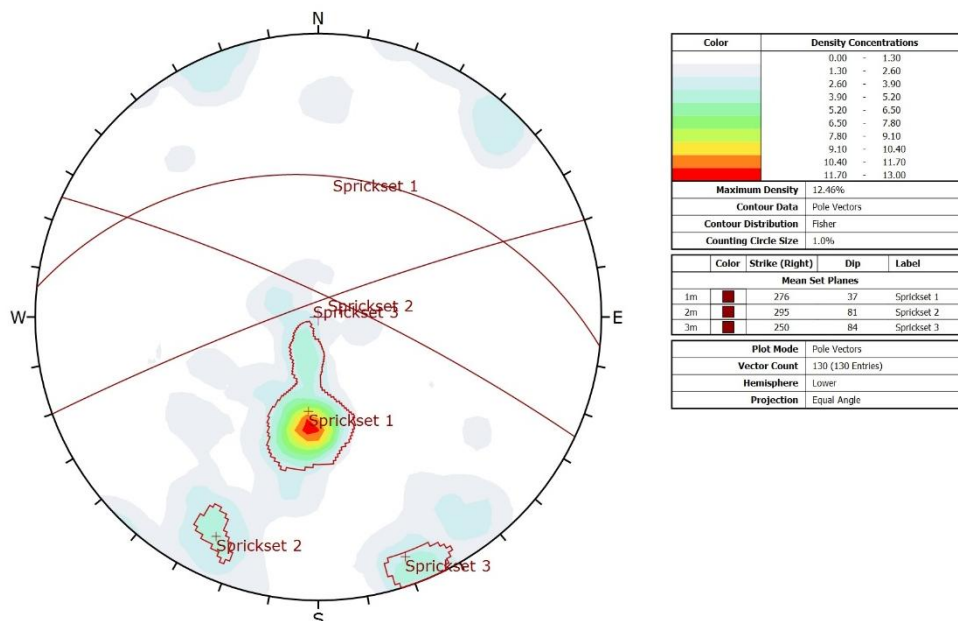


Diagram 1 Konturdiagram för borrhöret 17T325KR.

En analys gjordes separat på sprickor med en strykning av  $\pm 30^\circ$  avvikelse från nordlig ritning för att se om det gick att urskilja något subset av sprickor gående i nord-sydlig riktning. Dessa utgör ca 15% av kärnans alla sprickor. Stupningen i denna grupp kan generellt delas i en subgrupp på  $22^\circ$  och en på  $45^\circ$ . Dessa sprickriktningar klassas som slumpmässiga vid vidare beräkningar av bergmassans egenskaper då det inte går att avgöra om de utgör en dominerande sprickgrupp.

Inga kross- eller deformationszoner har identifierats i borrhärnan. Kärnan har en högre sprickfrekvens (ca 6 - 11 sprickor/m) än borrhärnor i genomsnitt (ca 4 sprickor/m), dock kan de översta två metrarna av uppsprucket berg tillskrivas vittring närmast ytan och de få korta krossade partier längre ner är markerade som överborrade. Sista sprickan längst ner i borrhärnan antyder att en deformationszon kan förekomma längre ner. Sprickan är plan med glatta ytor och "smörjande" mineral som talk och klorit utefter sprickväggarna. Den typen av sprickor innebär att omflyttning av bergmassorna har förekommit.

#### 5.4.3 BERGMASSANS EGENSKAPER

m	RQD	RMR <sub>bas</sub>	Q <sub>bas</sub>
10.66	0	45	0
12	39	53	13
13	47	53	16
14	95	52	32
15	50	38	17
16	71	43	24
17	75	55	25
18	73	60	24
19	80	62	27
20	22	50	7
21	55	58	18
22	40	48	13
23	37	38	12
24	79	49	7
25	65	53	11
26	72	55	24
27	30	45	5
28	65	53	11
29	83	64	28
30	96	72	32
31	100	67	33
32	76	59	13
33	97	67	32
34	73	60	24
35	41	53	14
36	73	65	24
37	81	64	27
38	48	58	16
39	84	59	14

40	80	59	27
41	100	62	33
42	61	53	20
43	100	62	17
44	100	67	17
45	78	69	46
46	100	52	33
47.35			

Tabell 2 Värden för RQD, RMRbas samt Qbas, borrhärna 17T325KR

## 5.5 BORRKÄRNA 17T326KR

### 5.5.1 ALLMÄNT

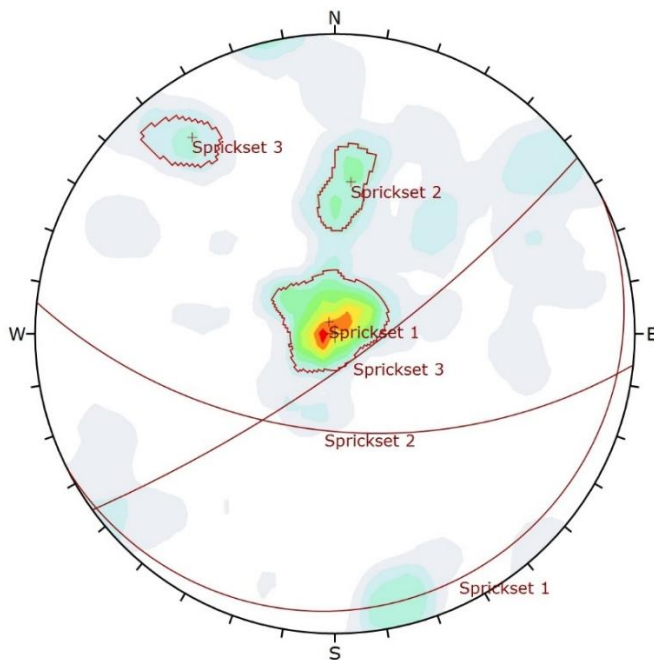
Borrhålet består i övre hälften av svagt folierad finkornig charnockit med synliga nålformade kristaller av hypersten. I charnockiten finns inslag av förgnejsad pegmatit och amfibolitisk metabasit. Dessa förekommer som gnejsiga sliror eller partier med ett par meters mäktighet. Metabasiten varierar, trots sitt höga innehåll av glimmer, mellan att vara en kompetent bergart i kärnans övre hälft till mer vittrade och kloritiserade sliror längre ner. Den är även svagt magnetisk. I kärnans djupare delar förekommer även ett parti av gnejsig grå, fint medelkornig granit medan pegmatitförekomsterna i charnockiten är rosa och mycket grovkorniga, eller som gråvita där de består mestadels av kvarts. Från ca 45 meters djup förekommer en bergart som tycks vara en blandad variant av den högre upp förekommande graniten och metabasiten. Mingling-strukturer gör att de båda bergartstyperna går in i varandra, vilket ger bergarten ett marmorerat utseende. Bergartsgränserna är vaga på grund av den omvandling som skett efter att bergarterna solidifierats.

Sprickfrekvensen är generellt låg, förutom i ytberget och ett fåtal uppspruckna partier längre ner. På några ställen är det oklart om sprickorna är naturliga eller om de har inducerats vid borring/hantering. Över lag är sprickorna i borrhärnans övre hälft av en färsk karaktär, med helt friska eller svagt anlöpta ytor. I några få förekommer en sprickfyllning av kvarts, kalifätspat och plagioklas. Klorit som sprickmineral börjar uppträda först på ca 28 meters djup och dess mängd i sprickorna tilltar med djupet. Kalcit som sprickfyllning börjar förekomma först från 45 meters djup.

### 5.5.2 SPRICKRIKTNINGAR

Även i denna borrhärna har tre sprickgrupper kunnat noteras (Diagram 2). Den flacka, med en strykning på 63° och en stupning på 5° dominerar i observationerna. De övriga två består av brantstående sprickor, där sprickset 2 har en strykning och stupning på 96° respektive 54° och det mest branta, sprickset 3 har strykning 54° och stupning 78° Se tabell i Diagram2).

Inga kross- eller deformationszoner har kunnat identifieras i borrhärnan. Alla bergarterna förekommande i borrhärnan uppvisar god kompetens, flera avsnitt av borrhärnan innehåller endast ett fåtal sprickor.



Color	Density Concentrations		
	0.00 - 0.90		
	0.90 - 1.80		
	1.80 - 2.70		
	2.70 - 3.60		
	3.60 - 4.50		
	4.50 - 5.40		
	5.40 - 6.30		
	6.30 - 7.20		
	7.20 - 8.10		
	8.10 - 9.00		
<b>Maximum Density</b>	8.80%		
<b>Contour Data</b>	Pole Vectors		
<b>Contour Distribution</b>	Fisher		
<b>Counting Circle Size</b>	1.0%		
Color	Strike (Right)	Dip	Label
Mean Set Planes			
1m	63	5	Sprickset 1
2m	96	54	Sprickset 2
3m	54	78	Sprickset 3
<b>Plot Mode</b>	Pole Vectors		
<b>Vector Count</b>	168 (168 Entries)		
<b>Hemisphere</b>	Lower		
<b>Projection</b>	Equal Angle		

Diagram 2 Konturdiagram för borrkärna 17T326KR

### 5.5.3 BERGMASSANS EGENSKAPER

m	RQD	RMR	Q
10.9	27	53	9
12	74	60	25
13	82	62	27
14	13	50	4
15	59	55	20
16	34	60	11
17	90	69	30
18	100	67	33
19	80	57	27
20	73	60	32
21	92	60	31
22	86	64	29
23	91	62	30
24	100	72	33
25	85	59	28
26	95	67	32
27	83	64	28
28	68	55	3
29	32	48	5
30	25	53	8
31	57	40	10

32	100	67	33
33	88	69	29
34	85	62	28
35	91	67	30
36	64	43	11
37	64	43	7
38	57	53	19
39	69	58	23
40	96	52	3
41	85	49	7
42	83	59	28
43	54	43	2
44	85	64	28
45	78	59	26
46	88	59	15
47	94	52	16
48	100	52	11
49	100	52	11
50.22			

## 6 REFERENSER


Tyréns AB, 2014. *ProjekteringsPm, Varbergstunneln, Väst kustbanan, Varberg-Hamra*

Lindfors U., Swindell R., Rosengren L., Holmberg M., Sjöberg J. *Projektering av Bergkonstruktioner*, Trafikverkets publikation nr 2014:144

## 7 BILAGOR

## BILAGA 1, KÄRNBORRNING BORRHÅLSRAPPORTER



<b>BORRHÅLSRAPPORT</b>		Projekt nr:	17-177		 <b>GEO-gruppen AB</b>	
<b>KÄRNBORNING</b>		Arbetsplats:	Varberg			
BH nr:	17T325K R	Lutning:	45 °		Rikt:	180 °
0-nivå:	mark	Bergöveryta:	10,65		Foderrörsborr:	12m


Datum	Sign/Skift	Tot. Borrsträng	Övermått	Tot. håldjup	Borrkrona Typ/Byte	Anmärkningar
2017-09-25	E.T	13,90 m	0,24 m	13,66 m		KO
		17,35 m	0,56 m	16,79 m		KO
		20,35 m	1,94 m	18,41 m		ko
		20,35 m	0,00 m	20,35 m		ko
		23,35 m	2,09 m	21,26 m		ko
		23,35 m	1,50 m	21,85 m		ko
		23,35 m	1,05 m	22,30 m		KO miss
		26,35 m	0,93 m	25,42 m		ko
		29,35 m	0,90 m	28,45 m		ko
		32,35 m	0,85 m	31,50 m		ko
		35,35 m	0,73 m	34,62 m		ko
		38,35 m	1,53 m	36,82 m		ko
		38,35 m	1,05 m	37,30 m		Vattenförlust
		41,35 m	1,07 m	40,28 m		ko
		44,35 m	1,11 m	43,24 m		ko
		44,35 m	0,00 m	44,35 m		ko
		47,35 m	1,26 m	46,09 m		ko
		47,35 m	0,00 m	47,35 m		ko

Övriga anmärkningar:

GEO-gruppen AB  
 Marieholmsgatan 122 415 02 Göteborg

Tfn: 031-43 84 50  
 Fax: 031-48 94 50

E-mail: info@geogruppen.se  
 www.geogruppen.se

<b>BORRHÅLSRAPPORT</b>		Projekt nr:	17-177		 <b>GEO-gruppen AB</b>	
<b>KÄRNBORNING</b>		Arbetsplats:	Varberg			
BH nr:	17T326K R	Lutning:	45 °		Rikt:	360 °
0-nivå:	mark	Bergöveryta:	10,6		Foderrörsborr:	11,2

Datum	Sign/Skift	Tot. Borrsträng	Övermått	Tot. håldjup	Borrkrona Typ/Byte	Anmärkningar
2017-10-02	E.T	14,35 m	0,00 m	14,35 m		Kf ca 0,40
		17,35 m	1,43 m	15,92 m		mindre krosszon
		17,35 m	0,00 m	17,35 m		
		20,35 m	1,32 m	19,03 m		
		20,35 m	0,00 m	20,35 m		
		23,35 m	1,18 m	22,17 m		
		26,35 m	1,10 m	25,25 m		
		29,35 m	1,02 m	28,33 m		
2017-10-03		32,35 m	1,19 m	31,16 m		mer uppsprucket
		32,35 m	0,00 m	32,35 m		
		35,35 m	1,11 m	34,24 m		
		38,35 m	1,60 m	36,75 m		lite uppsprucket
		38,35 m	0,00 m	38,35 m		
		41,35 m	1,56 m	39,79 m		ko miss
		41,35 m	0,00 m	41,35 m		ko miss
		44,35 m	2,23 m	42,12 m		
		44,35 m	0,51 m	43,84 m		
		47,35 m	0,36 m	46,99 m		

Övriga anmärkningar:	50,35	0,25	50,10
----------------------	-------	------	-------

GEO-gruppen AB Marieholmsgatan 122 415 02 Göteborg	Tfn: 031-43 84 50 Fax: 031-48 94 50	E-mail: info@geogruppen.se www.geogruppen.se
---	--	---

## BILAGA 2, BORRKÄRNOR KARTERINGSPROTOKOLL

**Projekt:** 17-177  
**Borrhål:** 17T325KR  
**x-koordinat:** 165196.328  
**y-koordinat:** 6332430.229  
**z-koordinat:** 3.864  
**0-nivå:** mark  
**koord.syst.**

**Bergyta (m):** 10.65  
**Borrhålslängd (m):** 47.35  
**Bäring (grader):** 180  
**Inklination** (-tal för ned) -45  
**Borrhålsdiameter:** 4.5  
**Karterande geolog:** Joanna Argentius  
Intern granskning:


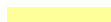
#### Generell beskrivning:

Kärnan 17T325KR är mycket uppsprucken vilket har förlängt tiden för både orientering och kartering. På grund av dåligt placerade orienteringsmärken har den också tagit längre tid att orientera. Flera sprickor har slipats när kärnbitarna roterat inne i borrhöret vilket har försvårat orienteringen ytterligare. Borrhålet består till sin helhet av svagt förgnejsad, folierad granit. Bergarten är mestadels fint medelkornig med mindre pegmatitiska partier. Den är huvudsakligen grå till färgen, medan en del av pegmatiten innehåller större mängder kalifältspat vilket ger den en rosa ton. I graniten förekommer mindre partier av en fint medelkornig vitträd metabasit med en stor andel glimmer. I de två första metrarna av borrhålet förekommer en stor mängd sprickor. En hel del av dessa tycks vara borrrinducerade, slipade av rotationen inuti borrhöret och har inte gått att orientera. Karteringen där har enbart gjorts översiktligt för att få fram sprickkaraktären på de sprickor som kunnat avgöras vara naturliga. I de övre delarna av kärnan förekommer rost i sprickorna. Denna härstammar troligen från magnetikorn som påträffas främst i metabasitslirorna som från 38 m djup blir märkbart magnetiska. Dessa är generellt ganska vittrade och uppspruckna på ett flertal ställen. Mindre mängder magnetit återfinns även i graniten och syns i sprickorna som oxiderade, rostfärgade korn. Bitar av kärnan har på flera ställen roterat och slipats i borrhöret vilket försvårar orienteringen. Där har orienteringen anpassats till tidigare orienterade partier efter foliationsplan som på följande ställen är osäker:  
18,41 - 20,40m - 6 cm drogs av i efterhand på mätningen  
21,91 - 22,70m  
22,70 - 23,35m har ej gått att orientera  
26,97 - 28,45m  
37,30 - 39,10m  
40,20 - 42,79m  
Sprickorna i dessa zoner har karterats som vanligt men markerats som osäkra i karteringsprotokollet.

Tabell 1. Sprickfrekvens och RQD

m	spr/m	RQD
10.66	>20	0
12	>10	39
13	4	47
14	2	95
15	10	50
16	9	71
17	5	75
18	9	73
19	6	80
20	>10	22
21	10	55
22	>10	40
23	>10	37
24	5	79
25	5	65
26	6	72
27	>10	30
28	10	65
29	5	83
30	2	96
31	1	100
32	7	76
33	1	97
34	6	73
35	6	41
36	7+kross	73
37	6	81
38	10	48
39	8	84
40	7	80
41	3	100
42	10	61
43	2	100
44	1	100
45	6	78
46	5	100
47.35	slut	

<b>Projekt</b>	0
<b>Borrhål</b>	17T325KR
<b>0-nivå bergyta</b>	markyta
<b>borrhålslängd</b>	47.35
<b>båring</b>	180
<b>inklination (-tal för nedåtlutande)</b>	-45
<b>borrkärnediameter (cm)</b>	4.5
<b>karterande geolog</b>	Joanna Argentius

 Sprickor vars orientering korrigerats efterhand  
 Sprickor med osäker orientering



Borrhåls- längd (m)	Slutlängd (m)	Strykning (°)	Objekts- Stupning (°)	Objekt (öppen spricka, bergart, struktur osv)	mineral 1 5, färg	2,3,4 mineral2 5, 6,7	2,3,4 mineral3 5, strukt.intens.	2,3,4 mineral4 5, kornstorlek	2,3,4 råhet		2,3,4 Ja- värde	Uppskatt ad sprick- vidd		Uppskata d apertur	omvandling	Kommentar
									5, textur	2,3,4 yta		(mm)	(mm)			
10.74	12.4			1 uppsprucket												uppsprucken kärna, går ej att orientera
10.74	15.84			5 gnejsig granit	grå	gnejsig	folierad	fint medelkornig - medelkornig								
10.92	11.00			31 metabasit	mörkgrå	hornblände	glimmer	medelkornig								
11.03				2 öppen spricka	inga synliga				plan	rå	2	1	1	2		
11.09				2 öppen spricka	järnhydroxid				plan	rå	2	1	1	2		
11.19				2 öppen spricka	järnhydroxid	kalifältspat			plan	rå	2	1	1	1		
11.63				2 öppen spricka	järnhydroxid				plan	rå	1	1	1	2	spricka i foliationsriktning i glimmerrik slira	
12.15				2 öppen spricka	järnhydroxid	lera			undulerande	rå	1	1	1	1		
12.24				2 öppen spricka	järnhydroxid	lera			undulerande	rå	2	0.2	0.2	1		
12.30	12.33			31 vittrad amfibolit	mörkgrå	hornblände	glimmer	medelkornig						2		
12.40		87	39	2 öppen spricka	kalifältspat	lera			undulerande	rå	2	0.5	0.2	1		
12.50		261	46	2 öppen spricka	kalifältspat				undulerande	rå	1	0.5	0.2	1		
12.67		214	71	2 öppen spricka	kvarts				undulerande	rå	0.75	0.5	0.1	1	Delvis läkt	
12.76		339	46	2 öppen spricka	kvarts				undulerande	rå	0.75	1	0.2	1		
13.11		313	34	2 öppen spricka	plagioklas				undulerande	rå	1	2	0.1	1		
13.235		241	69	2 öppen spricka	silt				undulerande	rå	2	0.5	0.1	1		
13.265		232	80	2 öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	0.5	0	0	möjligen borringinducerad	
13.41		43	17	2 öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	0.2	0.2	1		
13.47		117	65	2 öppen spricka	silt				undulerande	rå	2	1	0.5	1		
13.55		6	21	2 öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	0.2	0	0	möjligen borringinducerad	
14.56		274	63	2 öppen spricka	plagioklas	järnhydroxid			undulerande	rå	1	1	1	1		
14.60		288	87	2 öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	1	1	0		
14.87		295	81	2 öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	0.75	1	1	0	möjligen borringinducerad	
15.16		339	88	2 öppen spricka	silt	järnhydroxid			undulerande	rå	2	0.5	0.1	2		
15.69		168	45	2 öppen spricka	silt	lera	järnhydroxid		undulerande	rå	2	1	0.5	1		
15.74		90	76	2 öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	1	1	1		
15.84		302	77	2 öppen spricka	plagioklas				undulerande	rå	1	1	1	1		
15.84	16			31 metabasit	mörkgrå	hornblände	glimmer	medelkornig	folierad							
15.88		188	17	2 öppen spricka	järnhydroxid				undulerande	rå	1	1	1	1		
15.915		297	87	2 öppen spricka	järnhydroxid				undulerande	rå	1	1	1	1		
16.00	17.04			5 pegmatitisk granit	rosa	mycket grovkornig										
16.06		293	77	2 öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	1	1	1		
16.04		304	79	3 läkt spricka	järnhydroxid				undulerande	rå	1	1	0	1	spricka med synlig apertur, dock sitter båda sidorna ihop.	
16.11		270	83	2 öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	1	1	0	möjligen borringinducerad	
16.14		121	87	2 öppen spricka	lera	järnhydroxid			undulerande	rå	1	2	2	2	1	
16.36		295	81	2 öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	2	2	1		
16.42		107	42	2 öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	2	2	1		
16.66		242	83	2 öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	1	1	0		
16.78		102	71	2 öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	1	1	0		
16.90		289	4	2 öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	0.5	0.5	0		
17.04		68	88	2 öppen spricka	lera				undulerande	rå	1	0.5	0.4	1		
17.04				5 gnejsig granit	grå	gnejsig	folierad	fint medelkornig - medelkornig							Ställvis pegmatitisk	
17.12		328	19	2 öppen spricka	järnhydroxid				undulerande	rå	1	0.5	0.5	1		
17.18		134	85	2 öppen spricka	lera	järnhydroxid			undulerande	rå	2	1	0.2	1		
17.56		186	26	2 öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	0.5	0.5	1		
18.21		17	23	2 öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	0	0	0	troligen borringinducerad	

18.32	23	12	2 öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	0.2	0.2	1	
18.365	293	18	2 öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	0.1	0.1	0	troligen borrinducerad
18.40	53	22	2 öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	0.1	0.1	0	möjlig borrinducerad
18.48	333	67	2 öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	1	1	1	
18.89	346	28	3 läkt spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	0.2	0	2	spricka i metabasitslira
18.90	318	12	2 öppen spricka	järnhydroxid				undulerande	rå	1	1	1	2	rost i form av vittrade magnetitkorn
18.95	214	58	2 öppen spricka	järnhydroxid				undulerande	rå	1	1	1	2	
18.98	336	45	2 öppen spricka	klorit	lera	järnhydroxid		undulerande	rå	2	1	1	2	Vattenförande?
19.115	256	71	2 öppen spricka	järnhydroxid				undulerande	rå	2	0.5	0.5	1	en läkt spricka som troligen spruckit upp under borringen.
19.17	353	40	3 läkt spricka	inga synliga				undulerande	rå	0.75	0	0	0	Läkt spricka i foliationsriktningen.
19.35	279	44	2 öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	1	1	1	möjlig borrinducerad, osäker orientering
19.46	243	80	2 öppen spricka	glimmer	klorit			plan	slät	4	1	1	3	Spricka i foliationsriktning i kraftigt vittrad, glimmerrik slira
19.53	124	80	2 öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	0.1	0.1	0	Möjlig en läkt spricka som spruckit upp under borringen.
19.77	217	48	2 öppen spricka	lera	järnhydroxid			undulerande	rå	2	0.5	0.2	1	Vattenförande?
19.95	339	46	2 öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	0.2	0.2	1	
20.07	309	86	2 öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	1	1	1	spricka i pegmatitisk slira
20.10	324	61	2 öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	0.2	0.1	0	
20.18	309	71	2 öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	1	1	1	
20.27	50	76	2 öppen spricka	lera				undulerande	rå	2	1	1	1	
20.365	293	52	2 öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	0.1	0.1	1	
20.43	284	52	2 öppen spricka	plagioklas				plan	rå	1	1	1	1	
20.47	289	70	2 öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	0.2	0.2	1	
20.61	336	10	2 öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	1	1	1	
20.80	318	12	2 öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	0.5	0.5	1	
20.855	134	85	2 öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	1	1	1	
20.91	133	88	3 läkt spricka	inga synliga				undulerande	rå	0.75	0.1	0	1	Delvis läkt
21.10	311	46	1 borrinducerad	inga synliga	foliationsplan			undulerande	rå	0.75	0	0	0	
21.25	295	48	1 borrinducerad	inga synliga	foliationsplan			undulerande	rå	0.75	0	0	0	
21.32	281	67	2 öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	0.2	0.2	1	
21.37	100	85	2 öppen spricka	inga synliga				plan	rå	1	0.3	0.3	0	
21.40	133	86	2 öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	1	1	1	
21.42	287	84	2 öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	1	1	1	
21.45	213	17	2 öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	1	1	1	
21.82	336	45	2 öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	0.1	0.1	0	
21.89	90	73	2 öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	0.1	0.1	1	
21.95	270	79	2 öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	1	1	1	
22.03	308	60	2 öppen spricka	konsol. lera				undulerande	rå	3	0.2	0.1	1	
22.135	273	16	2 öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	0.75	0.1	0.1	0	troligen en läkt spricka som gått upp vid borringen
22.155	286	80	2 öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	0.1	0.1	0	
22.23	254	76	2 öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	1	1	1	
22.34	359	57	2 öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	1	1	1	
22.385	320	41	2 öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	0.2	0.2	1	
22.435	262	27	2 öppen spricka	klorit				undulerande	rå	1	0.2	0.1	1	
22.51	271	32	3 läkt spricka	klorit				undulerande	rå	1	0.2	0	1	
22.59	270	58	2 öppen spricka	klorit				undulerande	rå	2	1	1	1	
22.61	270	36	2 öppen spricka	klorit	glimmer			plan	rå	2	1	1	1	
22.65	286	38	2 öppen spricka	klorit	lera			plan	rå	2	1	1	1	
22.70	284	36	2 öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	1	1	1	
22.84			2 öppen spricka	glimmer				undulerande	rå	1	0.5	0.5	1	
22.98			2 öppen spricka	klorit				plan	slät	1	1	1	1	slipad
23.10			2 öppen spricka	inga synliga				plan	slät	1	1	1	1	slipad
23.145			2 öppen spricka	inga synliga				plan	slät	1	1	1	1	slipad

23.28			2 öppen spricka	inga synliga			plan	slät	1	1	1	1	slipad
23.34			2 öppen spricka	inga synliga			plan	slät	1	1	1	1	slipad
23.35	270	49	2 öppen spricka	inga synliga			plan	slät	1	1	1	1	slipad
23.44	326	42	2 öppen spricka	glimmer	järnhydroxid		undulerande	rå	1	2	2	1	2 subparallella sprickor, avst. 1 cm
23.485	271	43	2 öppen spricka	inga synliga			undulerande	rå	1	1	1	1	slipad
23.67	232	80	2 öppen spricka	inga synliga			undulerande	rå	1	0.1	0.1	1	
23.725	68	88	2 öppen spricka	inga synliga			undulerande	rå	1	0.2	0.2	1	
23.735	238	72	2 öppen spricka	inga synliga			undulerande	rå	1	0.2	0.2	1	
23.76	308	60	2 öppen spricka	inga synliga			undulerande	rå	1	0.1	0.1	1	
23.845	275	46	2 öppen spricka	inga synliga			undulerande	rå	1	1	1	1	
23.87	278	47	2 öppen spricka	inga synliga			plan	rå	1	1	1	1	
23.885	284	46	2 öppen spricka	inga synliga			undulerande	rå	1	0.5	0.5	1	oxiderade magnetitkorn i matrixen
23.965	284	44	2 öppen spricka	inga synliga			undulerande	rå	1	0.1	0.1	1	
24.00	283	40	2 öppen spricka	klorit			undulerande	rå	4	1	0.5	2	
24.375	283	40	2 öppen spricka	klorit			plan	rå	4	3	0.5	1	
24.66	231	83	2 öppen spricka	fältspat			undulerande	rå	2	1	0.8	1	
24.67	226	89	2 öppen spricka	inga synliga			undulerande	rå	1	1	1	1	
24.78	277	49	2 öppen spricka	klorit	glimmer		undulerande	rå	4	25	15	4	Vittrat berg
24.89	283	60	2 öppen spricka	klorit	glimmer		undulerande	rå	4	15	1	4	
25.09	277	49	2 öppen spricka	klorit	glimmer		undulerande	rå	4	5	0.5	3	
25.38	64	78	3 läkt spricka	kvarts			undulerande	rå	0.75	0.5	0	1	
25.42	259	86	2 öppen spricka	klorit	sand		undulerande	rå	2	0.5	0.1	1	
25.54	274	42	2 öppen spricka	fältspat	lera		undulerande	rå	2	3	0.1	2	
25.79	274	63	2 öppen spricka	inga synliga			undulerande	rå	1	0.2	0.2	1	
25.875	266	51	2 öppen spricka	inga synliga			undulerande	rå	1	0.2	0.2	1	
26.04	273	46	2 öppen spricka	inga synliga			undulerande	rå	1	2	2	1	
26.62	125	16	2 öppen spricka	lera			undulerande	rå	1	0.5	0.5	1	
26.725	264	40	2 öppen spricka	klorit			undulerande	rå	1	0.5	0.1	1	
26.80	264	40	2 öppen spricka	klorit			undulerande	rå	2	1	0.2	2	
26.855	266	43	2 öppen spricka	klorit			undulerande	rå	2	2	0.1	2	
26.91	273	47	2 öppen spricka	klorit			undulerande	rå	1	1	1	1	
26.940	263	49	2 öppen spricka	klorit			undulerande	rå	2	-	-	3	
27.00	248	47	2 öppen spricka	klorit	silt		undulerande	rå	2	1	0.2	3	
27.030	262	48	2 öppen spricka	glimmer	klorit		undulerande	rå	2	1	0.5	1	
27.12	261	46	2 öppen spricka	inga synliga			undulerande	rå	1	1	0.5	1	
27.250	3	59	2 öppen spricka	inga synliga			undulerande	rå	1	1	1	1	
27.52	261	45	2 öppen spricka	klorit	glimmer	pyrit	undulerande	rå	2	2	0.1	2	
27.57	276	33	2 öppen spricka	glimmer	klorit	järnhydroxid	undulerande	rå	4	3	0.2	3	
27.64	266	43	2 öppen spricka	klorit	glimmer	järnhydroxid	undulerande	rå	2	2	1	3	
27.695	266	43	2 öppen spricka	klorit	glimmer		undulerande	rå	2	1.5	0.5	2	
27.80	100	85	2 öppen spricka	inga synliga			undulerande	rå	1	0.5	0.5	1	
28.13	148	24	2 öppen spricka	inga synliga			undulerande	rå	1	0.1	0.1	1	
28.21	268	51	3 läkt spricka	klorit			undulerande	rå	2	1	0	3	
28.38	350	65	2 öppen spricka	inga synliga			undulerande	rå	1	1	1	1	
28.55	274	41	2 öppen spricka	glimmer	klorit		undulerande	rå	3	1.5	0.2	2	
28.57	270	40	2 öppen spricka	glimmer	klorit		undulerande	rå	3	2	0.2	2	
28.61	264	40	2 öppen spricka	inga synliga			undulerande	rå	1	0.2	0.2	1	
28.635	290	55	2 öppen spricka	lera			undulerande	rå	2	0.2	0.05	1	
28.70	252	33	2 öppen spricka	inga synliga			undulerande	rå	1	1	0.1	1	
29.18	280	34	2 öppen spricka	klorit	glimmer		undulerande	rå	2	1	0.1	2	
29.63	0	57	2 öppen spricka	inga synliga			undulerande	rå	1	0.1	0.1	0	
29.74	205	52	2 öppen spricka	inga synliga			undulerande	rå	1	0.5	0.5	1	
30.45	236	44	2 öppen spricka	inga synliga			undulerande	rå	1	0.1	0.1	0	
31.01	86	22	2 öppen spricka	lera			undulerande	rå	1	0.2	0.2	1	
31.62	324	61	2 öppen spricka	inga synliga			undulerande	rå	1	0.1	0.1	1	
32.74			2 öppen spricka	klorit	glimmer		x	x	2	-	-	4	slipad
32.92	23	12	2 öppen spricka	inga synliga			undulerande	rå	1	-	-	1	
33.97	272	21	2 öppen spricka	inga synliga			undulerande	rå	1	0.2	0.2	1	
34.035	286	38	2 öppen spricka	glimmer	klorit		undulerande	rå	2	1	0.1	2	
34.13	287	30	2 öppen spricka	klorit	järnhydroxid		undulerande	rå	1	0.1	0.1	1	

34.25	304	15	2 öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	0.2	0.2	1
34.49	293	18	2 öppen spricka	pyrit				undulerande	rå	1	0.5	0.5	1
34.82	272	21	2 öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	0.2	0.2	1
35.03	238	90	2 öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	1	1	1
35.075	266	33	2 öppen spricka	glimmer	järnhydroxid			undulerande	rå	1	1	1	1
35.42	217	48	2 öppen spricka	lera	glimmer			undulerande	rå	2	1	1	1
35.63	47	70	2 öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	0.5	0.5	1
35.74	250	86	2 öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	0.2	0.2	1
35.80	285	22	2 öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	0.2	0.2	1
35.80	289	4	2 öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	-	-	1
35.90	4	77	2 öppen spricka	lera				undulerande	rå	2	0.5	0.2	1
35.96	341	59	2 öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	0.2	0.2	1
36.56	252	80	2 öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	0.5	0.5	1
36.58	84	16	2 öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	0.5	0.5	1
36.86	211	90	2 öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	0.1	0.1	1
36.89	37.07		4 krossat berg	-				-	-	-	-	-	-
37.08	218	68	2 öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	-	-	1
37.23	17	23	2 öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	1	1	1
37.62	305	23	2 öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	0.2	0.2	1
38.15	322	34	2 öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	0.2	0.2	1
38.19	125	77	2 öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	0.1	0.1	1
38.27	304	57	2 öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	-	-	1
38.33	239	88	2 öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	0.2	0.2	1
38.37	293	52	2 öppen spricka	glimmer	järnhydroxid			undulerande	rå	3	4	0.5	2
38.42	313	54	2 öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	0.5	0.5	1
38.48	102	71	2 öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	0.1	0.1	0
38.66	192	59	2 öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	0.5	0.5	1
38.76	295	59	2 öppen spricka	klorit	glimmer	järnhydroxid		undulerande	rå	2	1	-	2
38.81	299	55	2 öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	0.2	0.2	2
39.11	304	57	2 öppen spricka	klorit	glimmer			undulerande	rå	2	0.5	0.5	3   foliationsriktning
39.24	258	22	2 öppen spricka	glimmer				undulerande	rå	1	0.1	0.1	1
39.73	271	27	2 öppen spricka	klorit	glimmer			plan	rå	2	1	1	2
39.77	273	39	2 öppen spricka	klorit	glimmer			plan	rå	2	-	-	2
40.02	304	15	2 öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	1	1	1
40.72	235	56	2 öppen spricka	klorit	järnhydroxid	pyrit		undulerande	rå	2	1	1	1
40.76	67	3	2 öppen spricka	järnhydroxid				undulerande	rå	1	0.2	0.2	0
41.16	287	47	2 öppen spricka	klorit	glimmer			undulerande	rå	1	0.5	0.5	3
41.37	288	44	2 öppen spricka	klorit	glimmer			undulerande	rå	2	0.5	0.5	2
41.655	313	34	2 öppen spricka	adular				undulerande	rå	0.75	0.5	0.3	1
42.08	87	32	2 öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	0.5	0.5	1
42.17	286	49	2 öppen spricka	glimmer	klorit			undulerande	rå	2	2	1.5	1
42.495	284	52	2 öppen spricka	glimmer	klorit			undulerande	rå	2	1	1	1
42.71	287	47	2 öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	0.5	0.5	1
42.74	278	36	2 öppen spricka	glimmer				undulerande	rå	1	-	-	2
42.85	295	36	2 öppen spricka	glimmer				plan	rå	2	0.5	0.5	1
42.89	304	35	2 öppen spricka	klorit	glimmer			undulerande	rå	1	0.1	0.1	2
43.00	313	34	2 öppen spricka	klorit	glimmer			undulerande	rå	2	0.2	0.2	1
43.83	317	57	2 öppen spricka	glimmer	klorit			undulerande	rå	2	0.5	0.2	1
44.23	141	76	2 öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	0.5	0.5	1
44.31	279	7	2 öppen spricka	klorit				undulerande	rå	2	0.5	0.5	1
44.60	68	88	2 öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	0.2	0.2	1
46.10	251	83	2 öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	2	2	1
46.325	272	21	2 öppen spricka	klorit				plan	rå	2	1.5	1	1
46.60	300	73	2 öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	0.2	0.2	1
46.71	188	17	2 öppen spricka	klorit				undulerande	rå	1	0.2	0.2	1
46.99	9	48	2 öppen spricka	talk	klorit			plan	slicksided	4	0.5	0.2	1
47.30	slut												



**Projekt:** 17-177  
**Borrhål:** 17T326K  
**x-koordinat:** 165179.361  
**y-koordinat:** 6332352.153  
**z-koordinat:** 3.017  
**0-nivå:** mark  
**koord.syst.** SWEREF 991200, RH2000

**Bergyta (m):** 10.6  
**Borrhålslängd (m):** 50.22  
**Bäring (grader):** 360  
**Inklination** (-tal för ned) -45  
**Borrhålsdiameter:** 4.5  
**Karterande geolog:** Joanna Argentius  
Intern granskning:

#### Generell beskrivning:

Borrhålet består till större delen av svagt folierad finkornig charnockit med synliga nålformade kristaller av hypersten. I charnockiten finns inslag av förgnejsad pegmatit och amfibolitisk metabasit. Dessa förekommer som gnejsiga sliror eller partier med ett par meters mäktighet. Metabasiten varierar, trots sitt höga innehåll av glimmer, mellan att vara en kompetent bergart i kärnans övre hälft till mer vittrade och kloritiserade sliror längre ner. Den är även svagt magnetisk. I kärnans djupare delar förekommer även ett parti av gnejsig grå, fint medelkornig granit medan pegmatitförekomsterna i charnockiten är rosa och mycket grovkorniga, eller som gångar av kvarts. Från ca 45 meters djup förekommer en bergart som tycks vara en blandad variant av den högre upp förekommande graniten och metabasiten. Mingling-strukturer gör att de båda bergartstyperna går in i varandra, vilket ger bergarten ett marmorerat utseende. Bergartsgränserna är vaga på grund av den omvandling som skett efter att bergarterna solidifierats.

Sprickfrekvensen är generellt låg, förutom i ytberget och några uppspruckna partier längre ner. På några ställen är det oklart om sprickorna är naturliga eller om de har inducerats vid borring/hantering. Över lag är sprickorna i borrhålets kärnans övre hälft av en färsk karaktär, med helt friska eller svagt anlöpta ytor. I ett fåtal förekommer en sprickfyllning av kvarts, kalifätspat och plagioklas. Klorit som sprickmineral börjar uppträda först på ca 28 meters djup och dess mängd i sprickorna tilltar med djupet. Kalcit som sprickfyllning börjar förekomma först från 45 meters djup.

Tabell 1. Sprickfrekvens och RC

m	spr/m	RQD
10.9	9	27
12	3	74
13	4	82
14	10	13
15	8	59
16	13	34
17	7	90
18	4	100
19	6	80
20	10	73
21	4	92
22	8	86
23	7	91
24	1	100
25	5	85
26	3	95
27	4	83
28	8	68
29	11	32
30	10	25
31	13	57
32	2	100
33	2	88
34	6	85
35	4	91
36	9	64
37	8	64
38	6	57
39	7	69
40	3	96
41	5	85
42	5	83
43	9	54
44	4	85
45	4	78
46	5	88
47	3	94
48	2	100
49	3	100
50.22	slut	

<b>Projekt</b>	0
<b>Borrhål</b>	17T326KR
0-nivå	markyta
bergyta	0
borrhålslängd	19.74
båring	360
inklination (-tal för nedåtlutande bh)	-45
borrkärnediameter (cm)	4.5
karterande geolog	Joanna Argentius

Borrhåls- längd (m)	Slutlängd (m)	Styrkning (°)	Stupning (°)	Objekts- kod	Objekt (öppen spricka, bergart, struktur osv)	2,3,4 mineral1	2,3,4	2,3,4 mineral3	2,3,4 råhet 5, textur	Uppskatt		Uppskattad ad sprick- apertur (mm)	omvandling	Kommentar	
						5, färg 6,7 intensitet	mineral2 5, struktur	5, struk.intens.		2,3,4 mineral4 5, kornstorlek	2,3,4 yta värde				ad sprick- vidd (mm)
10.9	21				5 charockit		gnejsig	folierad	finkornig	undulerande	rå	1	1	1	1
10.96					2 öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	1	1	1
11.11					2 öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	1	1	1
11.32					2 öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	0.5	0.5	1
11.445					2 öppen spricka	pyrit				undulerande	rå	1	0.5	0.5	1
11.47	12.25				31 gnejsig pegmatit	rosa	folierad								
11.53					2 öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	0.5	0.5	1
11.75	12.15				11 kämförlust										
12.25		150	27		2 öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	1	1	1
12.52		174	68		2 öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	0.5	0.5	1
12.67		28	8		2 öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	0.5	0.5	1
13.425		99	62		2 öppen spricka	järnhydroxid				Trappstegsformad	rå	1	0.5	0.5	1
13.455		99	62		2 öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	0	0	1
13.67		166	62		2 öppen spricka	Glimmer	Pyrit			undulerande	rå	2	0.7	0.5	1
13.72		84	50		2 öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	0	0	1
13.77		159	46		2 öppen spricka	Kvarts	Vit fältspat			undulerande	rå	1	0.5	0	1
13.86		99	45		2 öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	0	0	1
13.895		102	54		2 öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	0	0	1
14.13		257	83		2 öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	0.5	0.5	1
14.21		154	82		2 öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	0.5	0.5	1
14.515		104	44		2 öppen spricka	pyrit				undulerande	rå	1	1	1	1
15.18		74	76		2 öppen spricka	pyrit				undulerande	rå	1	1	1	1
15.27		56	75		2 öppen spricka	pyrit				undulerande	rå	1	1	1	1
15.39		140	41		2 öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	1	1	1
15.435		90	79		2 öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	0.5	0.5	1
15.46	18.3				5 metabasit, amfibolit	hornblände	biotit	folierad	fint medelkornig						
15.505		291	81		2 öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	1	1	1
15.75		316	82		2 öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	0.5	0.5	1
16.23		90	79		2 öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	1	1	1
16.43		133	54		2 öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	0.5	0.5	1
16.46		133	54		2 öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	0.5	0.5	1
16.47		132	63		2 öppen spricka	Glimmer				undulerande	rå	1	0.5	0.5	1
16.825		93	57		2 öppen spricka	Glimmer				undulerande	rå	1	0.5	0.5	1
16.98		90	58		2 öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	0.5	0.5	1
17.485		57	21		2 öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	0	0	0
17.8		46	19		2 öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	0	0	0
18.02		30	25		2 öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	1	1	1
18.18		40	25		2 öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	0.5	0.5	1
18.22		40	25		2 öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	0.5	0.5	1
18.3		358	17		2 öppen spricka	järnhydroxid				undulerande	rå	1	0.2	0.2	1
18.58		124	35		2 öppen spricka	järnhydroxid	glimmer			undulerande	rå	1	1	1	1
19.17		95	50		2 öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	1	1	1
19.21		78	22		2 öppen spricka	Glimmer	Pyrit			undulerande	rå	1	1	1	1
19.36		169	39		2 öppen spricka	Glimmer				undulerande	rå	1	1	1	1
19.435		9	36		2 öppen spricka	biotit	klorit	järnhydroxid		undulerande	rå	2	1	1	1
19.47		195	70		2 öppen spricka	järnhydroxid				undulerande	rå	1	0.2	0.2	0
19.535		109	70		2 öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	1	1	1
19.64		99	62		2 öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	0.5	0.5	1
19.69		125	40		2 öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	0.2	0.2	0
19.97		72	17		2 öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	0.2	0.2	0
20.68		86	57		2 öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	1	1	1
20.945		95	11		2 öppen spricka	röd fältspat				undulerande	rå	0.75	0.2	0.1	1
20.965		48	10		3 öppen spricka	röd fältspat				undulerande	rå	0.75	0.2	0	0

21				2	öppen spricka	röd fältspat				undulerande	rå	1	1	1	1	
21	22.26			5	metabasit, amfibolit	hornblände	biotit	folierad	fint medelkornig							
21.2		280	83	2	öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	0.2	0.2	1	
21.245		91	32	2	öppen spricka	biotit				undulerande	rå	4	4	0.2	1	
21.37		124	57	2	öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	0.2	0.2	0	
21.48		117	70	2	öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	0.5	0.5	0	
21.505		90	87	2	öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	0.5	0.5	0	
21.55		109	4	2	öppen spricka	röd fältspat				undulerande	rå	0.5	2	1	1	
22.05		291	32	6	spricka i foliationsplan	inga synliga				undulerande	rå	1	2	2	1	
22.08		247	3	2	öppen spricka	röd fältspat				undulerande	rå	1	1	1	1	
22.17		95	11	2	öppen spricka	röd fältspat				undulerande	rå	1	1	1	1	
22.26	31.86			5	chamockit				finkornig							
22.56		90	69	2	öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	1	1	1	
23.21		244	76	2	öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	1	1	1	
23.345		122	50	2	öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	0.2	0.2	0	
23.365		115	26	2	öppen spricka	plagioklas				undulerande	rå	1	1	1	1	
23.6		72	17	2	öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	0.2	0.2	1	
23.96		160	19	2	öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	2	2	1	osäker strykning och stupning pga fragmenterad kärna.
23.96	24			4	krossad kärna											Troligtvis krossad under bormingen
24		95	11	2	öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	1	1	1	sprickvidden och aperturen endast approximativt angiven då en del av kärnan är fragmenterad
24.6	24.33			31	förgnejsad pegmatit alt granit	rosa	gnejsig	bandad	grovkornig							
25.245		257	83	2	öppen spricka	järnhydroxid				undulerande	rå	1	1	1	1	
25.37		137	80	2	öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	1	1	1	
25.54		138	68	2	öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	0.5	0.5	0	
25.79		142	50	2	öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	1	1	1	Vattenförande?
25.81		153	67	2	öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	1	1	1	
26.42		179	1	2	öppen spricka	inga synliga				plan	rå	1	0.2	0.2	0	
26.46		133	2	2	öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	1	1	0	
26.93		137	48	2	öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	0.5	0.5	0	
27.65		264	14	2	öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	0.5	0.5	1	Spricka längs foliationsplan genom metabasitslira.
27.89		55	64	2	öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	0.2	0.2	0	
27.93		346	85	2	öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	0.5	0.5	1	
28.38		103	60	2	öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	0.5	0.5	1	
28.5		257	6	2	öppen spricka	klorit	glimmer	kalifältspat		plan	rå	4	1	0.2	2	
28.535		257	6	2	öppen spricka	klorit	glimmer			plan	rå	4	1	0.2	2	
28.85		156	10	2	öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	1	1	2	
28.85		257	86	2	öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	2	0.5	0.5	1	
28.93		329	10	2	öppen spricka	kalifältspat				plan	rå	1	2	2	1	
29.08		82	27	2	öppen spricka	klorit	kalifältspat			undulerande	rå	2	2	2	2	
29.21		264	14	2	öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	0.5	0.5	1	
29.41		313	13	2	öppen spricka	klorit	glimmer	kalifältspat		undulerande	rå	2	3	3	2	
29.445		329	10	2	öppen spricka	klorit	glimmer			undulerande	rå	2	0.5	0.5	2	Tre parallella sprickor, varav två läkta, i en metabasitslira. Längs foliationsriktningen.
29.48		343	9	2	öppen spricka	klorit	kalifältspat			undulerande	rå	2	0.5	0.5	2	
29.51		124	15	2	öppen spricka	klorit				plan	rå	2	0.5	0.2	1	
29.53		333	80	3	läkt spricka	Kvarts				undulerande	rå	1	0.5	0	0	Delvis öppen spricka
29.56		99	44	2	öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	0.2	0.2	0	
29.65		247	3	2	öppen spricka	klorit	kalifältspat			undulerande	rå	2	0.5	0.5	2	Spricka utefter foliationsplan genom metabasitslira.
30.09		4	8	2	öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	0.2	0.2	1	
30.12		28	76	2	öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	1	1	1	
30.12		147	76	2	öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	1	1	1	
30.18		93	16	2	öppen spricka	inga synliga				oregelbunden	rå	1	0.2	0.2	0	
30.28		337	76	2	öppen spricka	järnhydroxid				undulerande	rå	1	0.2	0.2	1	
30.34		173	40	2	öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	0.5	0.5	0	
30.49		155	68	2	öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	0.5	0.5	0	
30.57		30	25	2	öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	0.5	0.5	1	
30.855		175	10	2	öppen spricka	klorit	kaolin			undulerande	rå	2	1	1	1	
30.91		142	86	2	öppen spricka	klorit	kaolin			undulerande	rå	2	1	1	1	
30.93		92	21	2	öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	1	1	1	
31.23		308	15	2	öppen spricka	klorit	glimmer			plan	rå	3	3	1	2	
31.25		246	82	2	öppen spricka	klorit	glimmer			undulerande	rå	2	1	1	1	Föreningar i form av gulaktig beläggning på sprickytan. Vattenförande?
31.33		185	32	2	öppen spricka	klorit				undulerande	rå	2	0.2	0.2	1	
31.49		158	27	2	öppen spricka	klorit	järnhydroxid			undulerande	rå	2	0.2	0.2	1	
31.71		203	12	2	öppen spricka	klorit				undulerande	rå	1	0.5	0.5	1	Spricka längs foliationsplan
31.75	31.87			31	Kvartsrik pegmatit		pegmatitisk	grovkornig								
31.8		9	62	2	öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	0.2	0.2	0	

31.86	33.4			5	metabasit, amfibolit													Innehåller äldre förnejsade helt läkta sprickor. Dessa är läkta med mikrokin(?) och glimmer
31.87		186	21	2	öppen spricka	klorit				undulerande	rå	3	1	0.5				2
32.29		126	69	2	öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	0.5	0.5				1
32.6		139	83	2	öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	0.5	0.5				1
33.4	33.6			31	Kvartsrik pegmatit		pegmatitisk		mycket grovkorrig									
33.525		95	11	2	öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	0.2	0.2				0
33.6	45.5			5	gnejsig granit	ljusgrå	folierad		glimmer	fint medelkorrig								Glimmerrik, möjlig en variant av mixad ursprung av granit och metabasit.
33.9		297	66	2	öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	1	1				0
34.08		113	77	2	öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	1	1				1
34.34		308	72	2	öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	0.2	0.2				0
34.49		308	15	2	öppen spricka	klorit				undulerande	rå	2	1	1				1
34.68		81	45	2	öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	0.2	0.2				0
34.94		316	31	2	öppen spricka	klorit				undulerande	rå	2	0.5	0.2				1
35.125		164	10	2	öppen spricka	klorit				undulerande	rå	2	1	0.5				1
35.64		137	80	2	öppen spricka	inga synliga				plan	rå	1	1	1				1
35.77		315	83	2	öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	0.5	0.5				1
35.82		324	26	2	öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	0.5	0.5				1
36.16		167	78	2	öppen spricka	klorit	kaolin		glimmer		undulerande	rå	2	1	1			1
36.21		329	10	2	öppen spricka	klorit	kaolin				undulerande	rå	2	1.5	0.5			1
36.54		124	15	2	öppen spricka	klorit	kalifältspat				undulerande	rå	2	1	0.5			1
36.6		185	61	2	öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	0.5	0.5				1
36.68		37	48	2	öppen spricka	klorit	limonit			undulerande	rå	2	1	1				1
36.73		48	10	2	öppen spricka	klorit	limonit			undulerande	rå	2	1	1				1
36.8		30	25	2	öppen spricka	Glimmer	järnhydroxid			undulerande	rå	1	1	1				1
37.05		41	55	2	öppen spricka	klorit	lera			undulerande	rå	2	0.5	0.5				1
37.3		344	20	2	öppen spricka	klorit				undulerande	rå	1	1	1				1
37.485		28	8	2	öppen spricka	klorit				plan	rå	1	0.5	0.5				1
37.49		33	17	3	läkt spricka	klorit				plan	rå	2	0.5	0				1
37.6		328	86	2	öppen spricka	klorit				undulerande	rå	2	0.5	0.5				1
37.88		51	83	2	öppen spricka	klorit				undulerande	slät	1	0.2	0.2				1
37.97		52	80	2	öppen spricka	plagioklas				undulerande	slät	1	1	0.2				1
38.09		56	75	2	öppen spricka	klorit				undulerande	slät	2	1	1				1
38.19		23	81	2	öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	0.5	0.5				0
38.32		225	89	2	öppen spricka	klorit				undulerande	rå	1	1	1				1
38.37		27	77	2	öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	0.5	0.5				0
38.44		4	8	2	öppen spricka	klorit				undulerande	rå	2	0.2	0.2				1
38.89		325	89	2	öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	0.5	0.5				1
39.175		96	33	2	öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	0.2	0.2				0
40.29		317	31	2	öppen spricka	klorit	glimmer			plan	slät	4	8	2				2
41.02		184	60	2	öppen spricka	inga synliga				plan	rå	1	0.5	0.5				1
41.275		79	89	2	öppen spricka	klorit				plan	slät	2	0.5	0.5				1
41.46		46	89	2	öppen spricka	klorit				undulerande	rå	2	0.5	0.5				1
41.64		161	73	2	öppen spricka	pyrit				plan	rå	1	1	1				1
42.21		81	44	2	öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	1	1				0
42.61		190	65	3	läkt spricka	plagioklas				undulerande	rå	1	1	0				1
42.64		257	86	2	öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	0.5	0.5				0
42.85		4	8	2	öppen spricka	klorit				undulerande	rå	2	0.5	0.2				1
43		174	85	2	öppen spricka	lera	plagioklas			undulerande	rå	8	8	1				2
43.21	43.47			31	vittrad metabasit	kloritiserad	glimmerrik		folierad									
43.21		291	31	2	öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	2	1	1				2
43.47		289	34	2	öppen spricka	lera	klorit			plan	slät	8	7	2				2
43.78		86	33	2	öppen spricka	klorit				undulerande	rå	2	1.5	1.3				1
43.81		25	65	2	öppen spricka	inga synliga				plan	rå	1	0.5	0.5				0
43.94		257	86	2	öppen spricka	klorit				undulerande	rå	1	0.2	0.2				1
44.03		179	1	2	öppen spricka	klorit				undulerande	rå	1	0.2	0.2				1
44.07		10	47	2	öppen spricka	inga synliga				plan	rå	1	0.5	0.5				0
44.29		3	51	2	öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	0.2	0.2				0
44.56		179	20	2	öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	1	1				1
45.05		138	12	2	öppen spricka	kalцит	klorit		marmorerad	bandad	undulerande	slät	2	1	0.2			1
45.5	50.22			5	gnejs	metabasit	granit		marmorerad	bandad								
45.5		267	29	2	öppen spricka	inga synliga				undulerande	rå	1	0.2	0.2				1
45.59		267	29	2	öppen spricka	kalцит				undulerande	rå	1	0.2	0.2				1
46.155		81	45	2	öppen spricka	klorit	kalцит			undulerande	rå	2	0.5	0.2				1
46.435		45	74	2	öppen spricka	kalцит	klorit			undulerande	rå	2	0.5	0.2				1
46.49		137	20	2	öppen spricka	kalцит	klorit		glimmer	undulerande	slät	2	1.5	0.5				1
46.56		137	20	2	öppen spricka	klorit	glimmer			undulerande	rå	1	0.5	0.2				1

46.95	94	43	3 läkt spricka	kalcit				undulerande	rå	2	1	0	1
47.11	138	12	2 öppen spricka	klorit	kalcit	lera		undulerande	rå	2	1.5	0.5	1
48.54	138	12	2 öppen spricka	klorit	kalcit			undulerande	slät	2	3	0.2	1
49.4	54	78	2 öppen spricka	klorit	kalcit	lera		undulerande	rå	2	0.5	0.2	1
49.98	156	10	2 öppen spricka	klorit	lera			undulerande	slät	2	1	0.2	1

## BILAGA 3, FOTOGRAFIER BORRKÄRNOR



BORRKÄRNA 17T325KR

Låda 1 - 2 torr



Låda 1 - 2 blöt





Låda 3 - 4 torr



Låda 3 - 4 blöt





Låda 5 - 6 torr



Låda 5 - 6 blöt



Låda 7 torr



Låda 7 blöt





BORRKÄRNA 17T326KR

Låda 1 - 2 torr



Låda 1 - 2 blöt





Låda 3 - 4 torr



Låda 3 - 4 blöt





Låda 5 - 6 torr



Låda 5 - 6 blöt





Låda 7 - 8 torr



Låda 7 - 8 blöt

