Miljöprövning för tunnelbana från Kungsträdgården till Nacka och söderort

Yttrande i mål M 1431-17, 2019-01-28

Bilaga 1

Rapport från infiltrationstest utfört i december 2018 i området kring Sockenvägen

Region Stockholm

Titel: PM Utredning för infiltrationsanläggningar vid Sockenplan
Uppdragsledare: Johan Axelsson, Sweco/TYPSA
Projektledare: Martin Hellgren, FUT
Bilder & illustrationer: Sweco/TYPSA och SLL där inget annat anges
Dokumentid: 2320-M25-23-00023
Diarienummer: FUT 2016-0026
Utgivningsdatum: 2018-12-20
Distributör: Stockholms läns landsting, Förvaltning för utbyggd tunnelbana
Box 225 50, 104 22 Stockholm. Tel: 08 737 25 00. E-post: nyatunnelbanan@sll.se

Innehållsförteckning

1 Inledning 4
1.1 Tidigare undersökningar 4
1.2 Syfte 4
1.3 Plan- och höjdsystem 5
2 Hydrogeologiska förutsättningar 6
3 Sonderingar, installationer och kapacitetstester 6
4 Genomförande av infiltrationstest 10
5 Resultat och diskussion 13
6 Slutsatser 21

Bilagor

Bilaga 1 Fältrapport från installation av infiltrationsrör och analysresultat från jordprov

1 Inledning

1.1 Tidigare undersökningar

Hydrogeologiska förutsättningar och tidigare genomförda undersökningar har beskrivits i *PM Skyddsinfiltration*, Dokument ID 2320-M25-23-00020, daterad 2018-02-02. Denna PM ingick i den komplettering som insändes till domstolen i februari 2018 (aktbilaga 16, bilaga 3). Två infiltrationstest utfördes, i januari 2018, vid Sockenplan. Resultat från dessa infiltrationstest har redovisats i samma PM. Kompletterande undersökningar i samtliga infiltrationsområden, bl.a. i Sockenplan, utfördes under sommar 2018 och resultat från dessa ingick i en ny PM, *Komplettering PM Skyddsinfiltration – Kompletterande undersökningar vid Sockenplan, Norrmalm och Katarina Bangata*. med Dokument ID 2320-M25-23-00020, daterad 2018-09-24. Denna PM ingick i den komplettering som insändes till domstolen i september 2018 (aktbilaga 607, bilaga 2).

Utförda utredningar i ovan nämnda handlingar visade att det finns medelgoda förutsättningar för skyddsinfiltration vid Sockenplan, dock något sämre i det södra infiltrationsområdet kring Sockenvägen. Akviferen visar heterogeniteter både i sin mäktighet och permeabilitet[1], vilket kan leda till varierande transmissivitet[2]. Det bedömdes att det finns goda möjligheter för en långsiktig skyddsinfiltration i området. Detta grundas dock på att flera infiltrationsbrunnar används i det södra infiltrationsområdet, där tester visade något sämre förutsättningar.

1.2 Syfte

Syftet med de kompletterande undersökningarna har varit att hitta lägen för flertalet nya brunnar, där tidigare undersökningar uppvisat medelgoda förutsättningar för skyddsinfiltration, det vill säga punkter med mäktigare och/eller genomsläppligare friktionsjord. Detta har gjorts genom sondering och installation av fler grundvattenrör. Vidare ska det bekräftas att dessa punkter är tillräckliga för att kunna skydda hela området mot grundvattennivåavsänkningar. Detta har gjorts genom ett infiltrationstest i flera punkter simultant, för att skapa en heltäckande hydraulisk respons över området.

Denna PM redovisar resultaten från de kompletterande undersökningarna, under dec 2018, i det södra området, Figur 1. Syftet är att ta fram underlag för lokalisering av infiltrationsbrunnar i området kring Sockenvägen, främst de delar av Enskede gård och Enskedefältet som befinner sig inom influensområdet för nya tunnelbanan från Kungsträdgården till Nacka och söderort.

---

[1] Permeabilitet visar markens vattengenomsläpplighetsförmåga och är normalt lika med hydraulisk konduktivitet.

[2] Transmissivitet är flödeshastigheten genom en enhetsbredd av akvifer under en enhet hydraulisk gradient. Transmissivitet (T) av en akvifer beräknas som dess hydraulisk konduktivitet (K) gånger dess mäktighet (b): $T=K\times b$

Figur 1 Norra och södra infiltrationsområdena vid Sockenplan

1.3 Plan- och höjdsystem

I uppförande av kartmaterial har koordinatsystemet SWEREF 99, 18 00 använts. Höjddata anges i RH2000.

2 Hydrogeologiska förutsättningar

Grundvattennivåer i det undre magasinet[3] visar en tydlig gradient söderut, från det norra infiltrationsområdet mot det södra området. I det södra infiltrationsområdet, Sockenvägen, ligger grundvattennivån på ca +16 och är relativt flack med en flödesriktning mot Enskedefältet i nordväst.

Det södra infiltrationsområdet är beläget i korsningen Sockenvägen och Enskedevägen. Markytan inom området är relativt platt med nivåer mellan +17 och +18,5. Jorddjupet är varierande och uppgår till över 15 meter i centrala och nordvästra delar och visar på en undulerande bergöveryta. Friktionsjordens (moränens) mäktighet varierar mellan 0,3 och cirka 2 meter och överlagras av lera. Det undre grundvattenmagasinet storlek är begränsat till följd av moränens begränsade mäktighet, som generellt inte överstiger en meters mäktighet. Lerans mäktighet varierar mellan 4,7 och 13 meter enligt utförda undersökningar. Mot väster, vid korsning Sockenvägen-Ålandsvägen, intill gränsen av det södrainfiltrationsområdet, sticker berget upp och ligger ca 5 m under markytan. Friktionsjord är också begränsad till obefintlig i detta område.

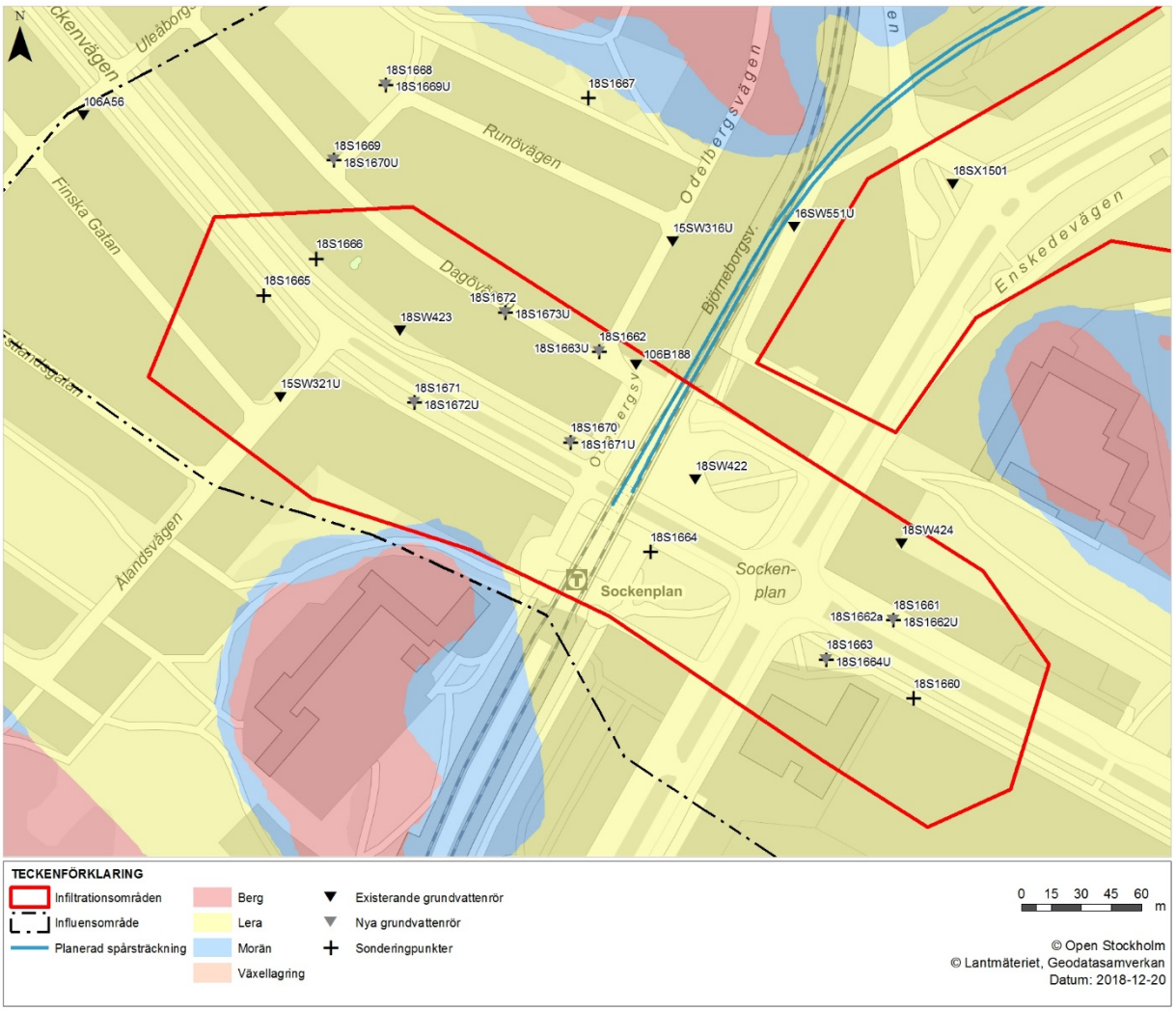
Det kompletterande undersökningarna som utförts redovisar generellt samma geologiska förhållanden som tidigare utredningar. Resultat från kompletterande undersökningar redovisas i nästkommande kapitlet, *Sonderingar, installationer och kapacitetstester*, samt i Bilaga 1.

3 Sonderingar, installationer och kapacitetstester

Fältundersökningar genom sonderingar och installation av grundvattenrör utfördes under vecka 48 till 50 2018. Totalt utfördes 11 sonderingar med syfte att hittat bäst läge för installation av 2”-rör försedda med 1 meter filter och krysspets för infiltrationstest. Totalt installerades nio nya grundvattenrör inom det södra infiltrationsområdet samt strax nordväst om detta. Ett tidigare installerat rör 15SW320U ersattes av ett nytt benämnt 18S1664U. Vid punkt 18S1662 installerades 2 grundvattenrör intill varandra benämnda 18S1662U och 18S1662a, nedan benämns de som ett. Sonderingspunkterna samt rörens placering framgår av Figur 2. Samma figur visar även placering av befintliga grundvattenrör som används i denna PM. I samband med installation av grundvattenrören uttogs spol-/blåsprov av friktionsjordmaterialet som sedan skickades in till geotekniskt laboratorium för siktanalys. Fältrapport och resultat från siktanalys[4] redovisas i Bilaga 1.

[3] Generellt finns två grundvattenmagasin i jordprofilen. Ett övre magasin i fyllnadsmassor som underlagras av ett lager lera. Under leran återfinns friktionsmaterial på berg som utgör det undre grundvattenmagasinet.

[4] Eventuellt finkornigt material i proverna analyserades genom sedimentering. Gäller för samtliga prover och områden.



Figur 2 Sonderingspunkter som inte resulterade i installation av grundvattenrör, befintliga samt nya grundvattenrör

Hydraultest utfördes i samtliga nyinstallerade grundvattenrör genom kortare constant-head test[5], för att få en relativ indikation om områdets vattenförande egenskaper. Testen visar varierande infiltrationskapacitet (0,5 l/min – 15 l/min). Analyserade jordprover som utgörs av friktionsjord (morän) visar att permeabiliteten varierar mellan cirka 1×10^{-7} till 1×10^{-5} m/s, vilket verifierar tidigare bedömning om heterogenitet i områdets hydrogeologiska egenskaper. Det vill säga att förutsättningarna för infiltration i friktionsjorden varierar inom området, från goda förutsättningar till mer begränsade i vissa punkter. Resultat från kapacitetstest och siktanalys visar bra överensstämmelse, dvs. punkter med högre permeabilitet visar högre kapacitet och tvärtom.

Tabell 1 redovisar en sammanställning av resultaten från installationerna i det södra infiltrationsområdet.

[5] I ett så kallat constant-head test tillförs vatten till röret med syfte att hitta en jämn flödesvolym, där vattennivån håller sig stabil och i nivå med rörets överkant, utan att flöda över. När den eftersökta nivån stabiliserats mäts det motsvarande flödet. Flödet ger en indikation om friktionsjordens vattenförande förmåga

Tabell 1 Jordlagersföljd från sonderingar, resultat från analys av spolprovtagningar och kapacitetstest i samband med rörinstallation. Se Bilaga 1 för detaljer om sonderingar och labbanalyser.

18S1662				
Djup (m)	Material	Provtagning	Kapacitetstest	Permeabilitet*
0-1,2	Fyllning	-	-	-
1,2-5,4	Lera	-	-	-
5,4-6,15	Friktionsjord	Sandig Lera	10,0 l/min	1,25E-05 m/s
18S1663				
Djup (m)	Material	Provtagning	Kapacitetstest	Permeabilitet*
0-0,75	Fyllning	-	-	-
0,75-15,25	Lera	-	-	-
15,25-15,9	Friktionsjord	sand	-	1,07E-05 m/s
18S1664				
Djup (m)	Material	Provtagning	Kapacitetstest	Permeabilitet*
0-1,25	Fyllning	-	-	-
1,25-10,1	Lera (förekomst av 20 cm friktionslager)	-	-	-
10,1-11,15	Friktionsjord	Sandig Lera	15 l/min	8,55E-07 m/s
18S1666				
Djup (m)	Material	Provtagning	Kapacitetstest	Permeabilitet*
0-1,2	Fyllning	-	-	-
1,2-6,0	Lera	-	-	-
18S1667				
Djup (m)	Material	Provtagning	Kapacitetstest	Permeabilitet*
0-1	Fyllning	-	-	-
1-4,2	Lera	-	-	-
4,2-4,3	Friktionsjord	-	-	-
18S1668				
Djup (m)	Material	Provtagning	Kapacitetstest	Permeabilitet*
0-0,7	Fyllning	-	-	-
0,7-1,6	Lera	-	-	-
1,6-1,75	Friktionsjord	-	-	-
18S1669				
Djup (m)	Material	Provtagning	Kapacitetstest	Permeabilitet*
0-1,35	Fyllning	-	-	-
1,35-9,15	Lera (förekomst av 10 cm friktionslager)	-	-	-
9,15-10,4	Friktionsjord	Lera sand	0,5 l/min	6,89E-07 m/s

18S1670				
Djup (m)	Material	Provtagning	Kapacitetstest	Permeabilitet*
0-0,8	Fyllning	-	-	-
0,8-6,3	Lera	-	-	-
6,3-6,5	Friktionsjord	-	-	-
18S1671				
Djup (m)	Material	Provtagning	Kapacitetstest	Permeabilitet*
0-2	Fyllning	-	-	-
2-7,2	Lera	-	-	-
7,2-7,8	Friktionsjord	Lerig sand	1,0 l/min	9,46E-07 m/s
18S1672				
Djup (m)	Material	Provtagning	Kapacitetstest	Permeabilitet*
0-1,15	Fyllning	-	-	-
1,15-6,1	Lera	-	-	-
6,1-6,8	Friktionsjord	Lerig Sand	0,9 l/min	2,0E-07 m/s
18S1673				
Djup (m)	Material	Provtagning	Kapacitetstest	Permeabilitet*
0-0,6	Fyllning	-	-	-
0,6-6,35	Lera	-	-	-
6,35-6,8	Friktionsjord	Sand	5 l/min	4,42E-05 m/s

** Aritmetiskt medelvärde från olika beräkningsmetoder. Se Bilaga 1 för detaljer.*

4 Genomförande av infiltrationstest

Innan start av infiltrationstestet utfördes funktionskontroller av aktuella brandposter i området. Dagen innan testet, 2018-12-10 installerades 8 automatiska trycknivågivare (Diver) i alla fem infiltrationsrör samt i tre observationsrör. En automatisk barometer för lufttryckskompensation installerades också. Givarna programmerades så att grundvattentrycket loggades var 30:e sekund. Innan infiltrationstestets start utfördes en manuell mätning i alla observationsrör för att registrera den opåverkade grundvattennivån.

Manuella mätningar genomfördes även under och efter infiltrationstestet för att verifiera loggade nivåer (Se Figur 3 och Tabell 2).

Under infiltrationstestet mättes flödet i alla infiltrationspunkter regelbundet. Kontroll skedde genom att beräkna tiden det tog att vattenfylla en 10 liters hink med flödet i respektive infiltrationspunkt. Flödet kunde även avläsas via en mätare på respektive brandpost, där uttaget av vatten skedde, förutom i infiltrationspunkt 18S1662U där mätaren var trasig.

Infiltrationstestets totala utförandetid var tisdag 2018-12-11 klockan 10:20 då infiltration vid den första punkten startades till fredag 2018-12-14 klockan 09:43 då den sista punkten avslutades. Vädret var mestadels mulet och temperaturen var cirka 1 - 3°C dagtid och -2 - 1°C nattetid. För start- och stopptider för respektive rör se Tabell 2.

Tabell 2 Infiltrationstestets start-, och stopptider i respektive infiltrationsrör

Infiltrationsrör	Starttid för infiltrationstest	Stopptid för infiltrationstest
18S1662U	2018-12-11, klockan 15:59	2018-12-14, klockan 08:23
18S1663U	2018-12-11, klockan 16.38	2018-12-14, klockan 09:24
18S1669U	2018-12-11, klockan 15:00	2018-12-13, klockan 04:55
18S1672U	2018-12-11, klockan 18:15	2018-12-14, klockan 09:43
18S1673U	2018-12-11, klockan 10:20	2018-12-14, klockan 09:41

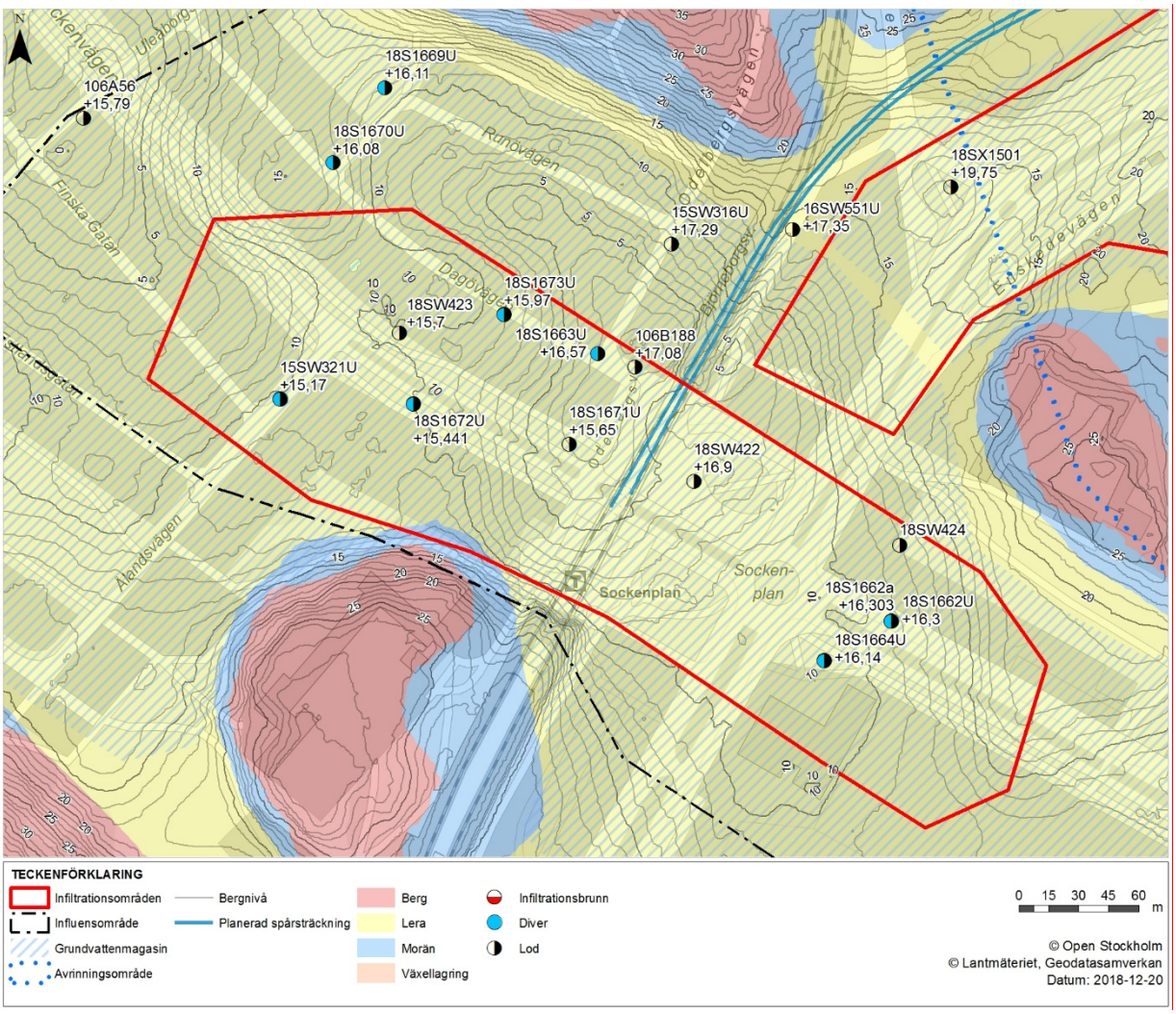
Infiltrationstestet inleddes med etablering (varningsskyltar, stängsel, överkörningsskydd för slang och dylikt) och flödeskalibrering av infiltrationspunkt 18S1673U för att sedan inleda infiltrationstest med constant-head i röret. Flödet var under testet relativt stadigt och varierade mellan 2,0 och 3,4 liter/minut. Medelflöde under infiltrationstestet i 18S1673U var 2,3 liter/minut.

Etablering och flödeskalibrering av infiltrationspunkt 18S1669U inleddes under förmiddagen på tisdagen. Flödet när infiltrationstestet med constant-head inleddes i punkten var 0,67 liter/minut. Kapacitetstestet i samband med installationen visade ett likartat flöde (Se Tabell 1). Under tisdagskvällen avbröts constant-head-metoden och istället gjordes ett försök att utföra infiltration under högre tryck, för att få ett ökat flöde i röret. Dock gick ett högre flöde inte att uppnå trots flera försök så infiltration med constant-head återupptogs i röret. Under natten till torsdag noterades att röret svämmade över trots det låga flödet så infiltrationen avbröts för att undvika isbildning. Under infiltrationstestet varierade flödet mellan 0,4 och 0,7 liter/minut. Medelflödet var 0,5 liter/minut.

Rör 18S1664U var en planerad infiltrationspunkt, men på grund av att en skada på den tilltänkta brandposten flyttades infiltration till 18S1662U på andra sidan Sockenvägen. Både 18S1664U och 18S1662U hade under kapacitetstestet i samband med rörinstallationen uppvisat för området goda flödesegenskaper (Se Tabell 1). Under tisdagseftermiddagen inleddes infiltration med constant-head i röret. Under infiltrationstestet låg flödet i 18S1662U mellan 10,7 och 25 liter/minut. Medelflödet var 14,9 liter/minut.

Etablering och flödeskalibrering av infiltrationspunkt 18S1663U skedde tisdag kväll och därefter inleddes infiltrationstest med constant-head. Flödet under tiden med constant-head varierade mellan 1,9 och 2,6 liter/minut. Medelflödet var 2,3 liter/minut. Under torsdagskvällen avbröts constant-head testet och istället inleddes infiltrationstest under övertryck, för att se effekten på grundvattennivåerna i närheten. Ett ökat tryck kan ge möjligheten att infiltrera mer vatten i ett jordlager, som har sämre förutsättningar för infiltration. Flödet under tiden med övertryck låg mellan 4,5 och 11,7 liter/minut. Medelflödet var 9,8 liter/minut med övertrycksinfiltration.

Infiltrationspunkt 18S1672U etablerades och kalibrerades under sen tisdag eftermiddag. Punkten kalibrerades med utrustning för infiltrationstest med ett lätt övertryck. Under infiltrationstestet låg flödet mellan 8,5 och 13 liter/minut. Medelflödet var 11 liter/minut.



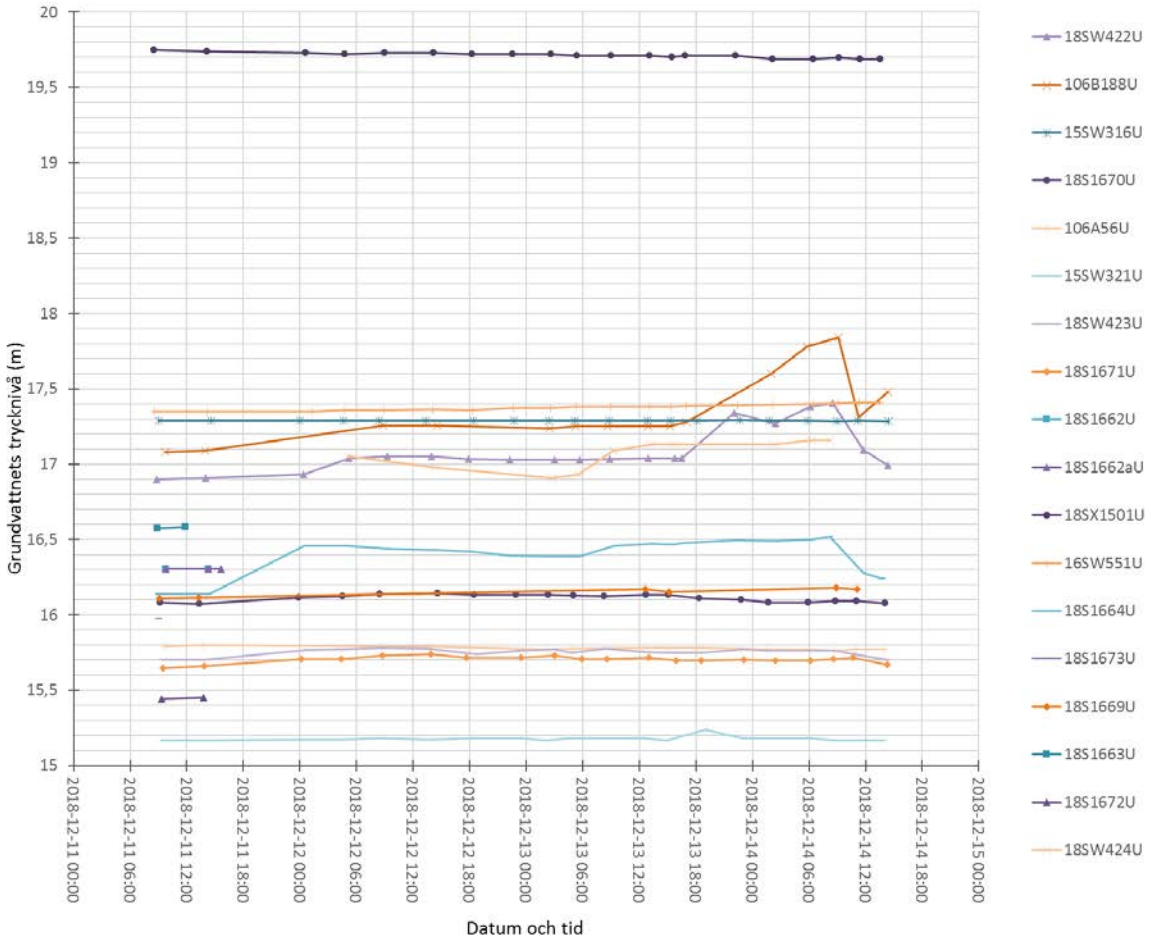
Figur 3 Grundvattenrörens placering, vilken mätmetod som använts under testet samt ostörda grundvattennivåer innan start.

Tabell 3 Grundvattenrör som användes för infiltration samt manuella och/eller automatiska nivåmätningar vid Sockenplan, södra området

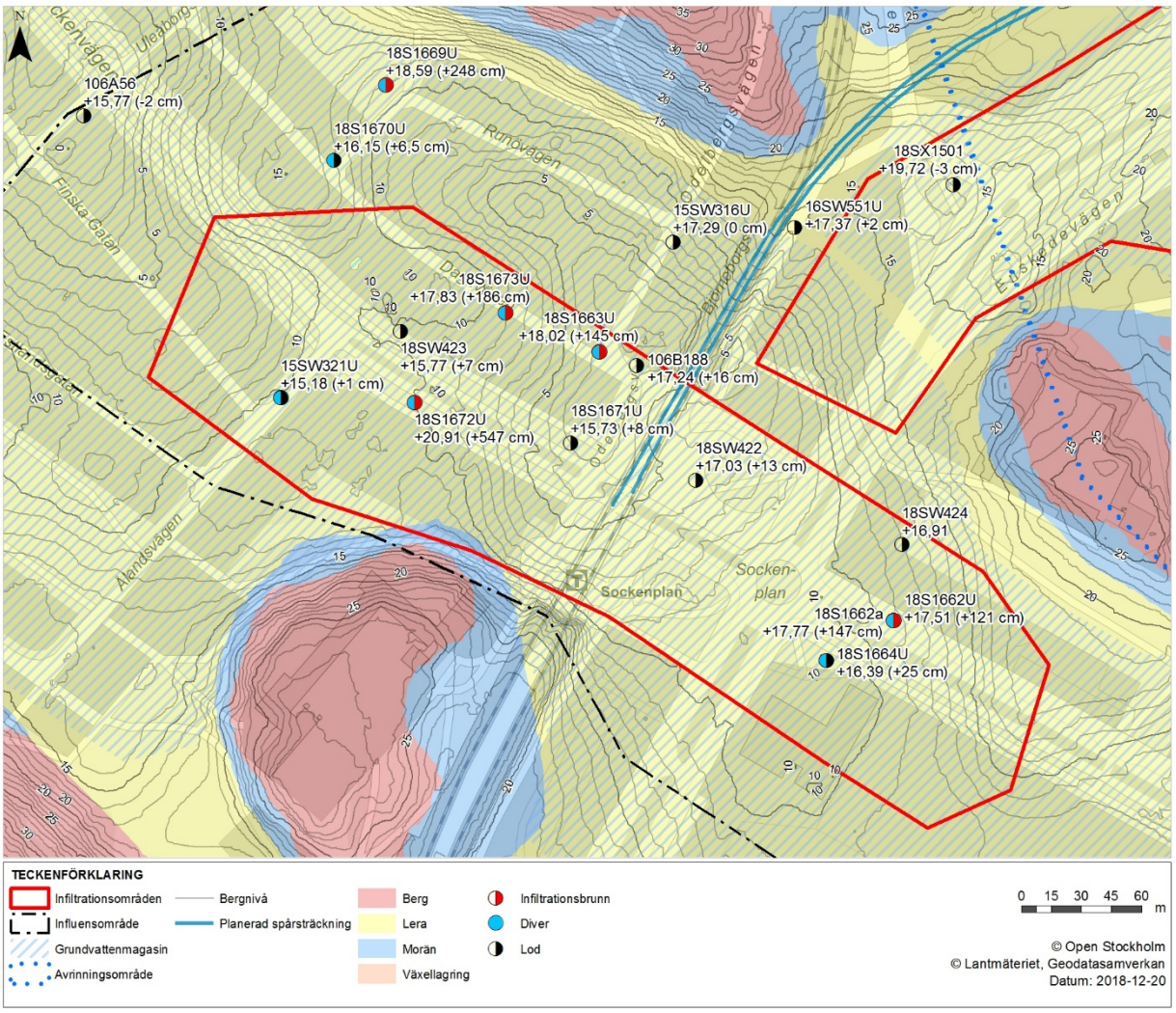
Punkt ID	Användning	Magasin	Diameter	N	E	Z-mark
18SW424	Infiltration, Diver	Undre	2”	6574256	154190	+18,3
18SW422	Observation	Undre	2”	6574289	154087	+18,2
18SW423	Observation	Undre	2”	6574363	153940	+17,2
15SW316U	Observation	Undre	1”	6574407	154076	+19,3
15SW321U	Observation, Diver	Undre	1”	6574330	153880	+17,4
106B188	Observation	Undre	1” med innerslang	6574346	154058	+18,1
106A56	Observation	Undre	1” med innerslang	6574470	153782	+17,1
15SX1501	Observation	Undre	2”	6574436	154216	+21,2
18S1662U	Infiltration, Diver	Undre	2”	6574218	154186	+17,8
18S1663U	Infiltration, Diver	Undre	2”	6574353	154039	+18,1
18S1664U	Observation, Diver, Barometer	Undre	2”	6574199	154153	+18,1
18S1669U	Infiltration, Diver	Undre	2”	6574486	153932	+18,9
18S1670U	Observation, Diver	Undre	2”	6574448	153907	+18,3
18S1671U	Observation	Undre	2”	6574307	154025	+18,0
18S1672U	Infiltration, Diver	Undre	2”	6574328	153946	+17,6
18S1673U	Infiltration, Diver	Undre	2”	6574373	153992	+17,9
16SW551U	Observation	Undre	1”	6574415	154137	+19,9

5 Resultat och diskussion

En översikt av de grundvattenrör som ingick i testet samt ostörda grundvattennivåer innan start av infiltrationstest redovisas i Figur 3. Uppmätta grundvattennivåer visar en tydlig gradient från det norra infiltrationsområdet söderut mot det södra infiltrationsområdet. Den söderriktade gradienten är mindre väster om Enskedevägen. Inom det södra infiltrationsområdet finns en flackare gradient västerut. Manuellt uppmäta nivåer under infiltrationens gång, samt innan och efter, redovisas i grafformat i Figur 4.



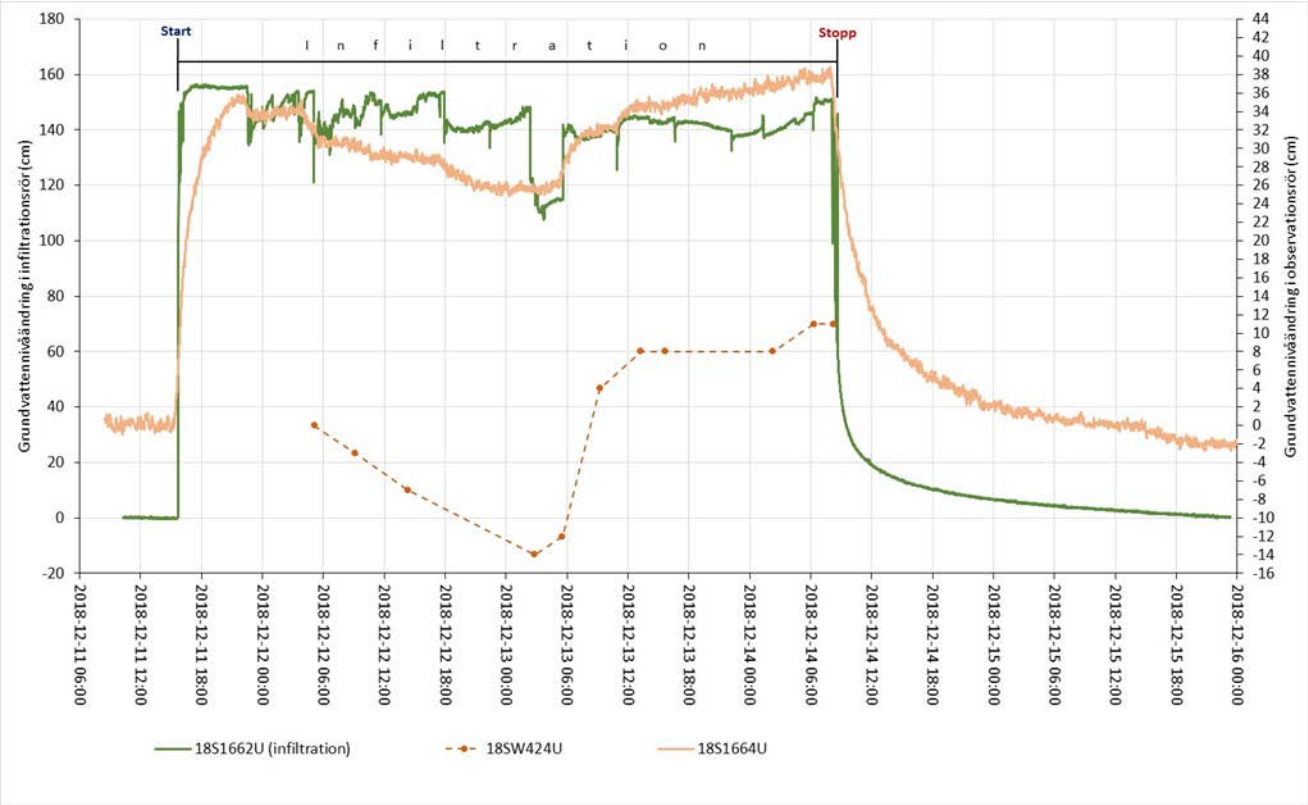
Figur 4 Redovisning av grundvattennivåer från manuella mätningar i samtliga punkter inklusive infiltrationsrören.



Figur 5 Infiltrationsrör och observationsrör efter infiltration i samtliga 5 st. infiltrationsrör, ca 2 dygn efter start av test. Grundvattnets trycknivå (m) samt trycknivåändring jämfört med startnivåer (cm) redovisas under rörbeteckning.

Grundvattennivåerna samt ändring i grundvattnets trycknivå jämfört med ostörda nivåer innan testet redovisas i Figur 5. Två grundvattenrör, 106A56 och 18SX1501, uppvisar ingen förändring under testet och används därför som referensrör. Grundvattennivåerna i dessa två rör visar en naturligt sjunkande trend i omgivningen. 106A56 är placerat vid gränsen av bedömt influensområde för tunnelbanan, och 18SX1501 ligger uppströms i det norra infiltrationsområdet.

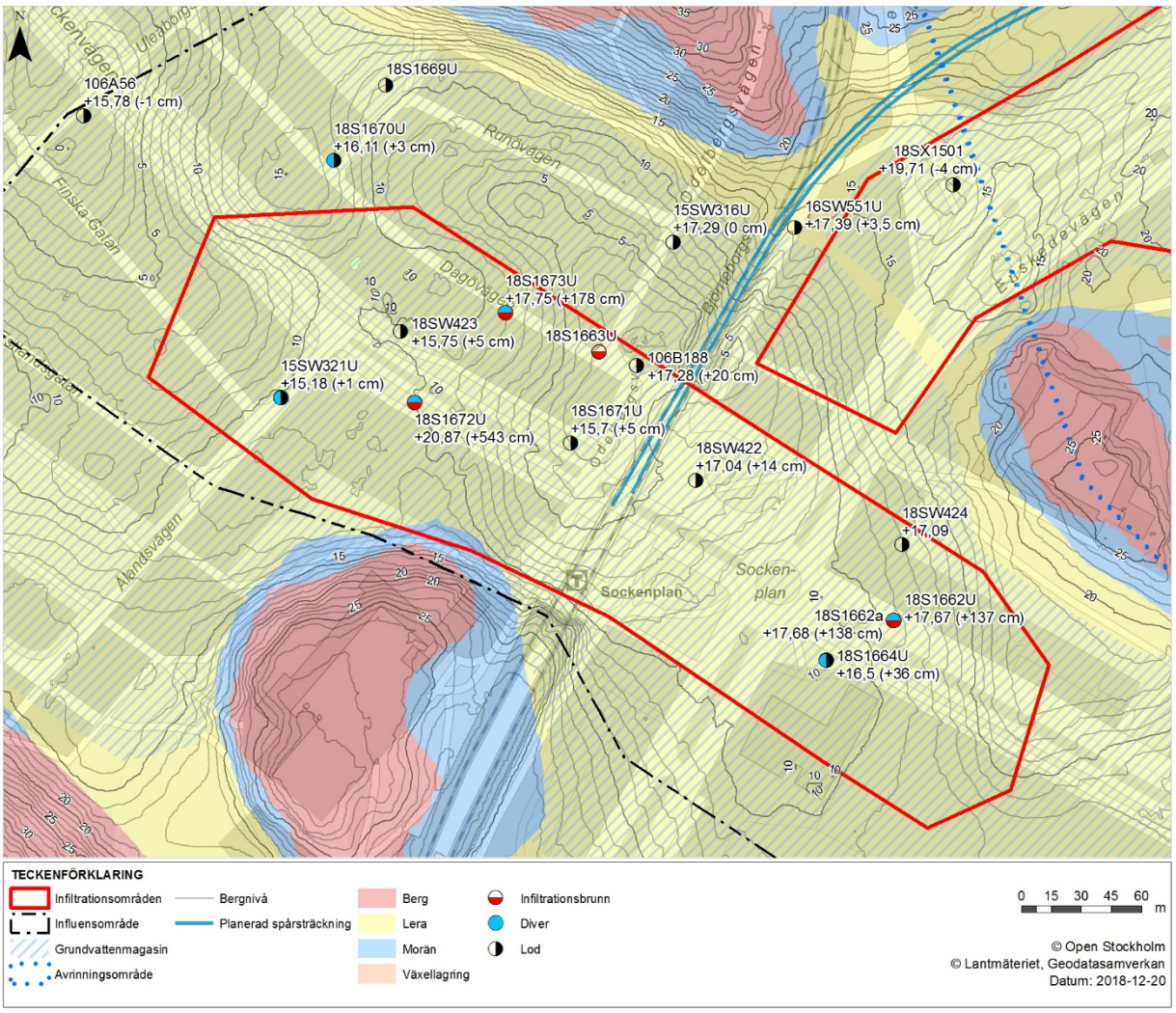
Uppmätta grundvattennivåer under infiltrationstestet visar generellt snabba och distinkta responser till olika händelser, dvs. ändring av flöde i infiltrationsrören, under testet. Detta kommer beskrivas vidare under detta kapitel. Längs med Sockenvägen, i den lägre terrängen, där de flesta infiltrationsrören är placerade, syns en tydlig respons i form av förhöjda grundvattennivåer under testet. Med hänsyn till den naturligt sjunkande trenden av grundvattennivån i området kan även oförändrade trycknivåer i t.ex. 15SW316U och 15SW321U tolkas som en positiv respons till infiltration.



Figur 6 Trycknivåändring i infiltrationsrör och observationsrör i östra delen av infiltrationsområdet

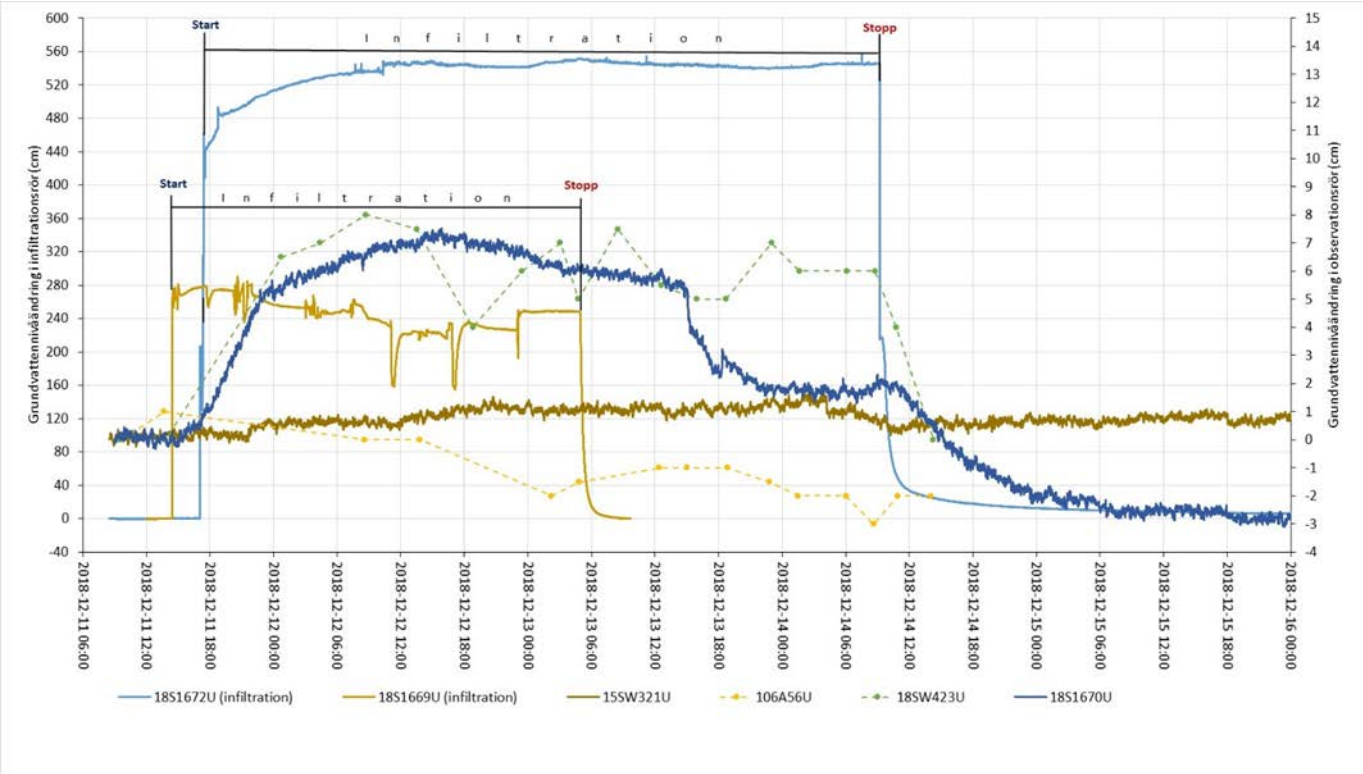
Observationsrör 18S1664U, placerat i de östra delarna av det södra infiltrationsområdet, visar en tydlig och snabb respons till infiltration i 18S1662U. Detta sammanfaller med de godare hydrauliska egenskaperna som noterats från kapacitetstest och siktanalys i området (Tabell 1). Under första delen av infiltrationstestet började grundnivåerna sjunka något i både 18SW424U och 18S1664U, efter den snabba förhöjningen i början (Se Figur 6). Detta kan bero på öppning av andra flödesvägar t.ex. hydraulisk kontakt med ett genomsläppligare lager av friktionsjord i lera, som upptäckte i några av sonderingar (Se Tabell 1 och Bilaga 1). Figur 6 visar att grundvattennivåerna sedan stiger igen under senare delen av testet, vilket kan bero på mättning av detta lager.

En annan förklaring till de sjunkande nivåerna för några av punkterna i mitten av testet kan vara att grundvattenrören får ett högre grundvattentryck än omgivningen i början av testet. Detta eftersom de är placerade nära infiltrationspunkterna och det är lättare för det infiltrerade vattnet att fylla hålrummet i röret än lyfta trycknivån ifrån det undre magasinet och upp i den överlagrande leran. När nivåerna åter stiger i röret har trycknivåerna ställt in sig med omgivningen och den reala ökningen uppmäts.



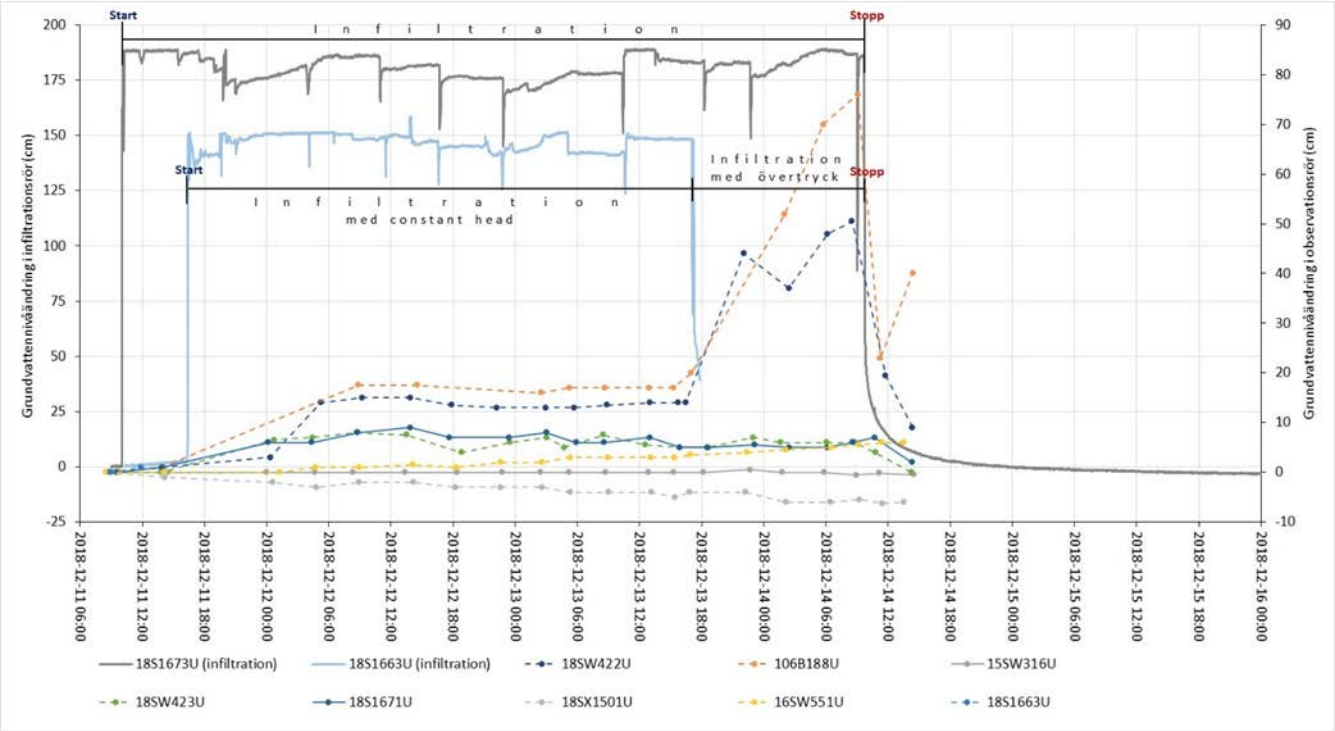
Figur 7 Infiltrationsrör och observationsrör ca ett halvt dygn efter avslut av infiltration i 18S1669U, ca 2,5 dygn efter start av test. Grundvattnets trycknivå (m) samt trycknivåändring jämfört med startnivåer (cm) redovisas under rörbeteckning.

Infiltrationen i 18S1669U var begränsad på grund av de naturliga geologiska förhållandena. Nivåförändringar i rörets omedelbara omgivning bedömdes under testet i huvudsak ske från de övriga infiltrationspunkterna. Efter avslutad infiltration i 18S1669U avsänktes trycknivå något i rör 18S1670U, som ligger nedströms (Se Figur 7). Detta indikerar påverkan från infiltration i 18S1669U trots dess låga flödet och sämre permeabilitet. Nivåerna i 18S1670U låg dock fortfarande högre än sina ursprungliga nivåer. Se även Figur 8 som visar att nivåerna i 18S1670U sjunker med ca 5 cm efter avslut av infiltration i samtliga rör. Detta tyder på att området omkring korsningen Runövägen-Dagövägen visar en hydraulisk respons till infiltration i 18S1663U och 181673U där det finns bättre förutsättningar för skyddsinfiltration.



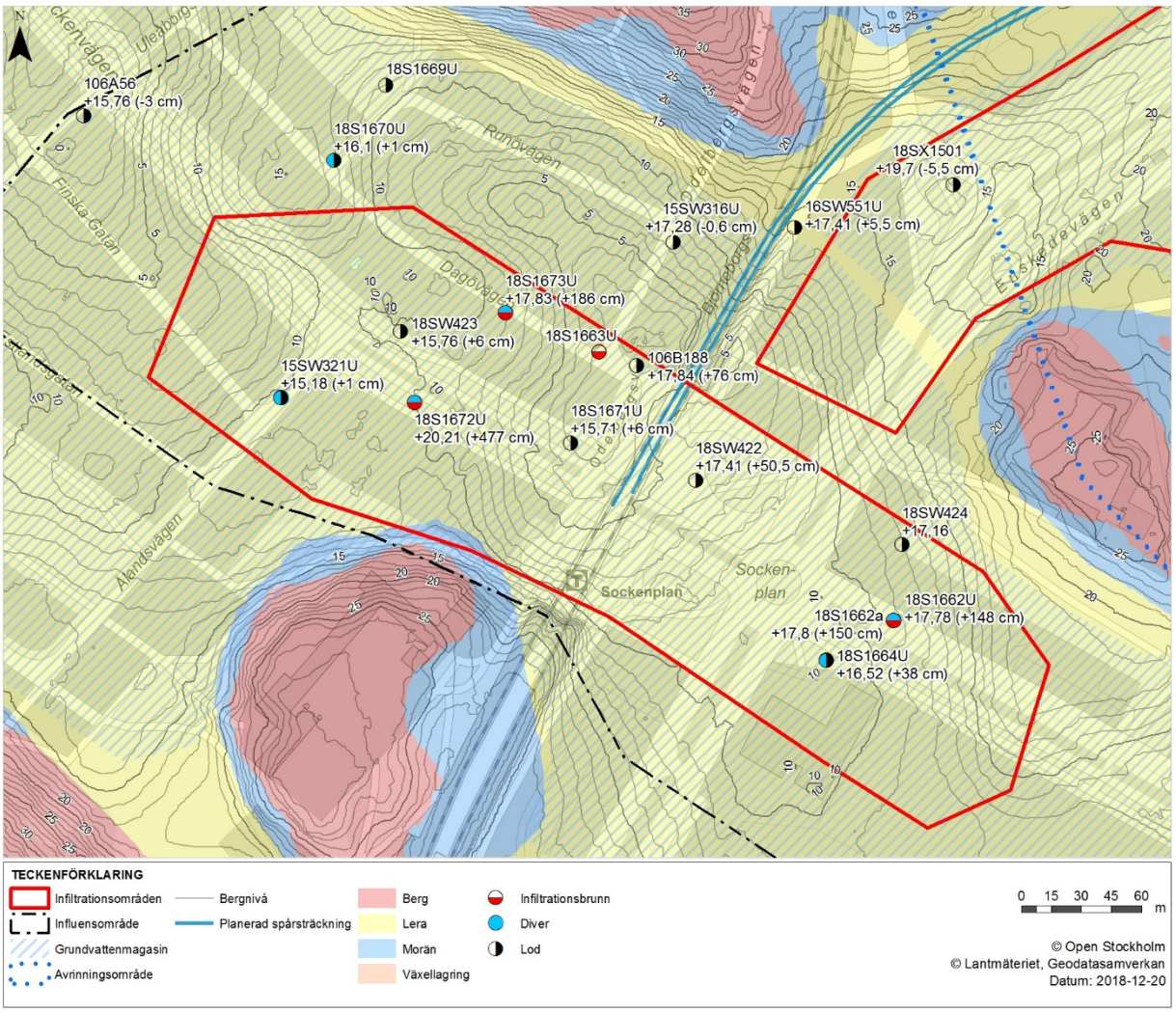
Figur 8 Trycknivåändring i infiltrationsrör och observationsrör i västra delen av infiltrationsområdet

I de centrala delarna av det södra området, kring tunnelbanespåret, uppvisade omgivningen stora nivåhöjningar, ca +15 cm, trots de begränsade infiltrationsflödena i 18S1673U och 18S1663U. Området omringas av flera infiltrationsrör och påverkas sannolikt även av infiltration i den östra delen med gynnsammare hydrauliska egenskaper. Observationsrören 18S1673U och 18S1663U uppvisar samma tendens som 18S1670U och 18S1664U (se ovan) med först stigande nivåer som övergår till sjunkande för att sedan stiga igen, vilket tyder på hydraulisk kontakt mellan östra och centrala delar. Nivåförändringar i den centrala delen var störst mot sydväst längsmed Sockenvägen. Detta kan förklaras med det ökade jorddjupen i denna riktning. Se Figur 5, Figur 6 och Figur 9.



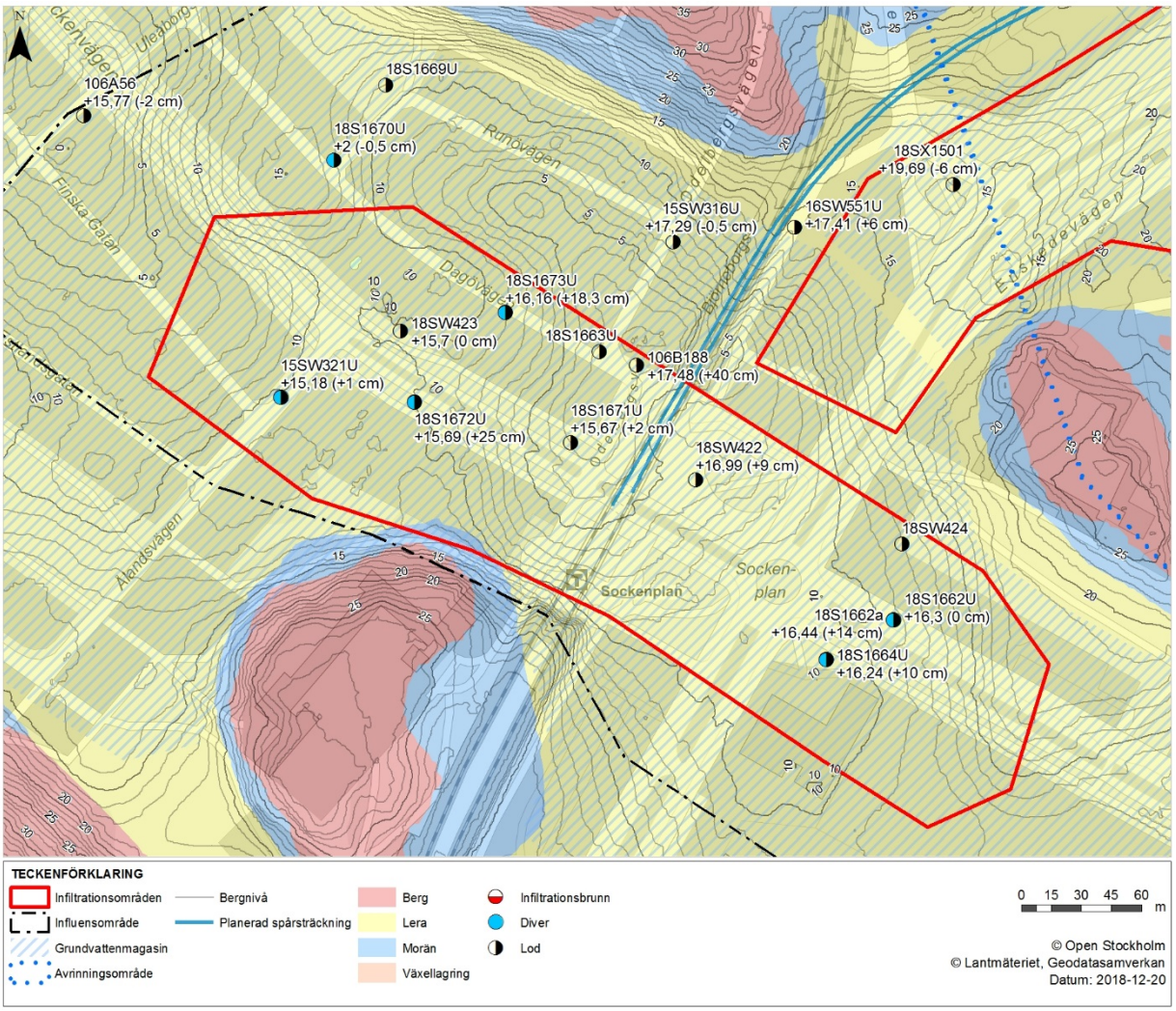
Figur 9 Trycknivåändring i infiltrationsrör och observationsrör i centrala delen av infiltrationsområdet. Diver behövdes tas ut från rör 18S1663U för att kunna få uppnå övertryck.

Efter två dagars infiltration, på grund av begränsad påverkan i norrut, i 15SW316U, justerades flödet och trycket i 18S1663U vilket resulterar i en tydlig nivåökning i det direkta närområdet. Figur 7 visar att grundvattennivåerna efter infiltration med övertryck inleddes i 18S1663U och innan avslut av infiltrationstest. Figur 9 visar förloppet av nivåförändringen i omgivande rör, vilket är tydligast i 18SW422U och 106B188U, som ligger närmast. Nivåerna upprätthölls i 15SW316U trots sjunkande grundvattennivåer i omgivningen. En infiltration med övertryck under en längre period bedöms därför har goda möjlighet att uppfylla syftet, dvs upprätthålla nivåerna i omgivningen vid eventuell avsänkning från bortledning vid planerad tunnelbana.



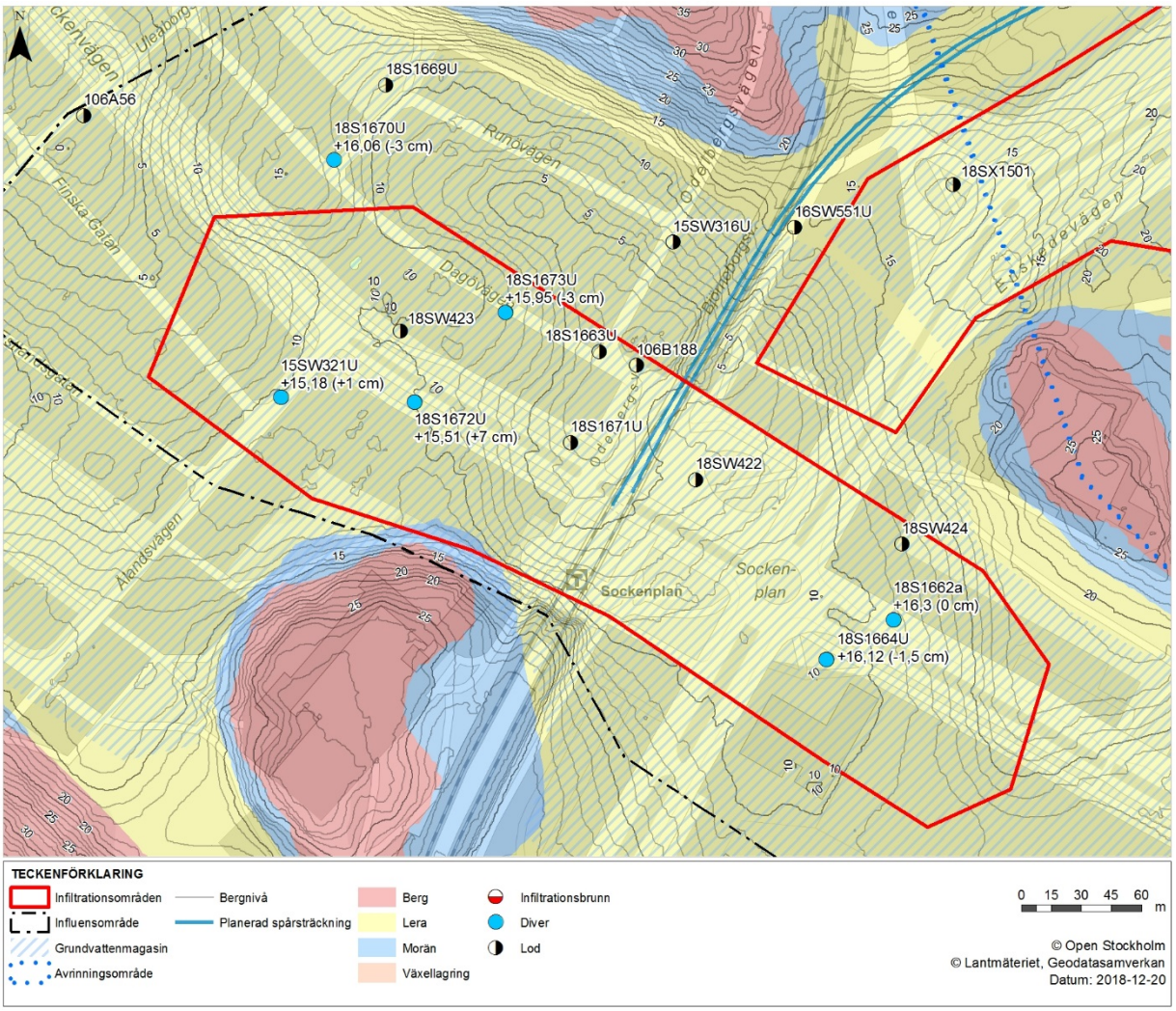
Figur 10 Infiltrationsrör och observationsrör ca ett halvt dygn efter start av infiltration med övertryck i 18S1663U, ca 3 dygn efter start av test. Grundvattnets trycknivå (m) samt trycknivåändring jämfört med startnivåer (cm) redovisas under rörbeteckning.

Figur 11 visar de uppmätta grundvattennivåerna några timmar efter avslut av infiltrationstest 2018-12-14. Denna figur tillsammans med Figur 6, Figur 8 och Figur 9 visar på sjunkande nivåer i referensrör, men även i andra observationsrör t.ex. 18S1669U, 15SW316U jämfört med ursprungliga nivåer innan testet. Dessa naturligt sjunkande nivåer under infiltrationens gång innebär att infiltrationen hade en ännu större effekt än vad som redovisas i Figur 5, Figur 7 och Figur 10.



Figur 11 Grundvattnets trycknivå (m) ett par timmar efter avslut av test samt trycknivåändring jämfört med startnivåer (cm) redovisas under rörbeteckning.

Fortsatta automatiska mätningar i 5 stycken grundvattenrör, inklusive ett par infiltrationsrör, bekräftar en sjunkande trend i grundvattennivåerna jämfört med nivåer innan testet. Det framgår dock från kartredovisning av grundvattennivåerna, i Figur 12, att nivåerna i dessa rör är fortfarande något högre inom infiltrationsområdet jämfört med sin omgivning.



Figur 12 Grundvattnets trycknivå (m) ca 2 dygn efter avslut av test samt trycknivåändring jämfört med startnivåer (cm) redovisas under rörbeteckning.

6 Slutsatser

Den tidigare bedömningen, att simultan infiltration i flera punkter för skyddsinfiltration i det södra infiltrationsområdet vid Sockenplan fungerar väl, har kunnat verifieras. I enlighet med utredningens syfte, att bekräfta en heltäckande hydraulisk respons, har förhöjda grundvattennivåer observerats i samtliga rör inom infiltrationsområdet jämfört med omgivningen. Dessa har också bekräftats med hänsyn till de naturligt sjunkande grundvattennivåer i referensrören under hela testperioden samt i visa observationsrör efter testets avslut. Sålunda har flera alternativa lägen för anläggande av skyddsinfiltrationsbrunnar identifierats. Testet har också visat att infiltration med hjälp av övertryck kan öka infiltrationskapaciteten, det vill säga flödet, och effekten på omgivande grundvattennivåer. Infiltrationsbrunnar med övertryck kan alltså planeras för de områden, där sämre förutsättningar för infiltration normalt finns.

PM Utredning för infiltrationsanläggningar vid Sockenplan

Kompletterande undersökningar i området kring Sockenvägen

Bilaga 1

Fältrapport från sonderingar och installation av grundvattenrör samt analysresultat från jordprovtagningar

Stockholms läns landsting

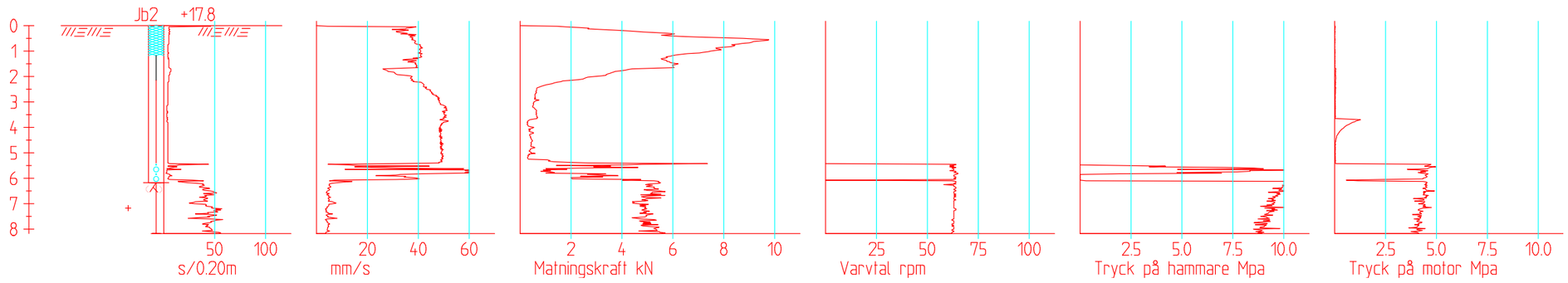
Titel: PM Utredning för infiltrationsanläggnignar vid Sockenplan
Uppdragsledare: Johan Axelsson, Sweco/TYPSA
Projektledare: Martin Hellgren, FUT
Bilder & illustrationer: Sweco/TYPSA och SLL där inget annat anges
Dokumentid: 2320-M25-23-00023_Bilaga1
Diarienummer: FUT 2016-0026
Utgivningsdatum: 2018-12-20
Distributör: Stockholms läns landsting, Förvaltning för utbyggd tunnelbana
Box 225 50, 104 22 Stockholm. Tel: 08 737 25 00. E-post: nyatunnelbanan@sll.se

I november och december 2018 installerades nio stycken 2” grundvattenrör för att kunna utföra infiltrationsförsök i flera simultana punkter vid området kring Sockenplan. Denna bilaga är en fältrapport från installationerna och innehåller sonderingsprofiler, grundvattenrörsprofiler samt protokoll från strukturanalys av friktionsjorden. Vid fältarbetet användes preliminära beteckningar för grundvattenrören, vilka i dokument 2320-M25-23-00023 har ändrats till rätt namngivning i enlighet med övriga borrhål i uppdraget, se Tabell 1 nedan.

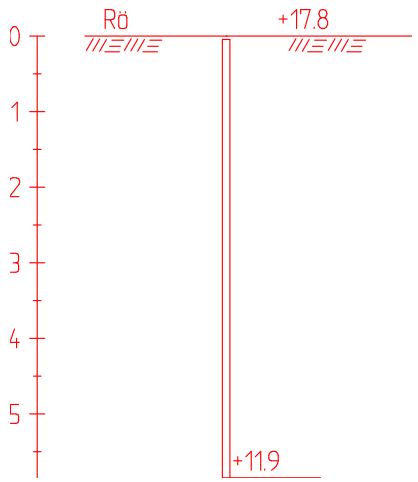
Tabell 1 Punkt ID korrigering

Punk-ID i fält-, och analysprotokoll	Korrigerade punkt-ID i dokument
18S1662A	18S1662A
18S1662G	18S1662U
18S1663G	18S1663U
18S1664G	18S1664U
18S1669G	18S1669U
18S1670G	18S1670U
18S1671G	18S1671U
18S1672G	18S1672U
18S1673G	18S1673U

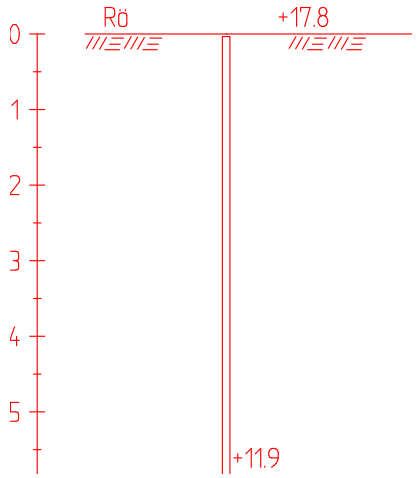
18S1662


Jb2
+17.8
0
1
2
3
4
5
6
7
8
50
100
s/0.20m
20
40
60
mm/s
2
4
6
8
10
Matningskraft kN
25
50
75
100
Varvtal rpm
2.5
5.0
7.5
10.0
Tryck på hammare Mpa
2.5
5.0
7.5
10.0
Tryck på motor Mpa

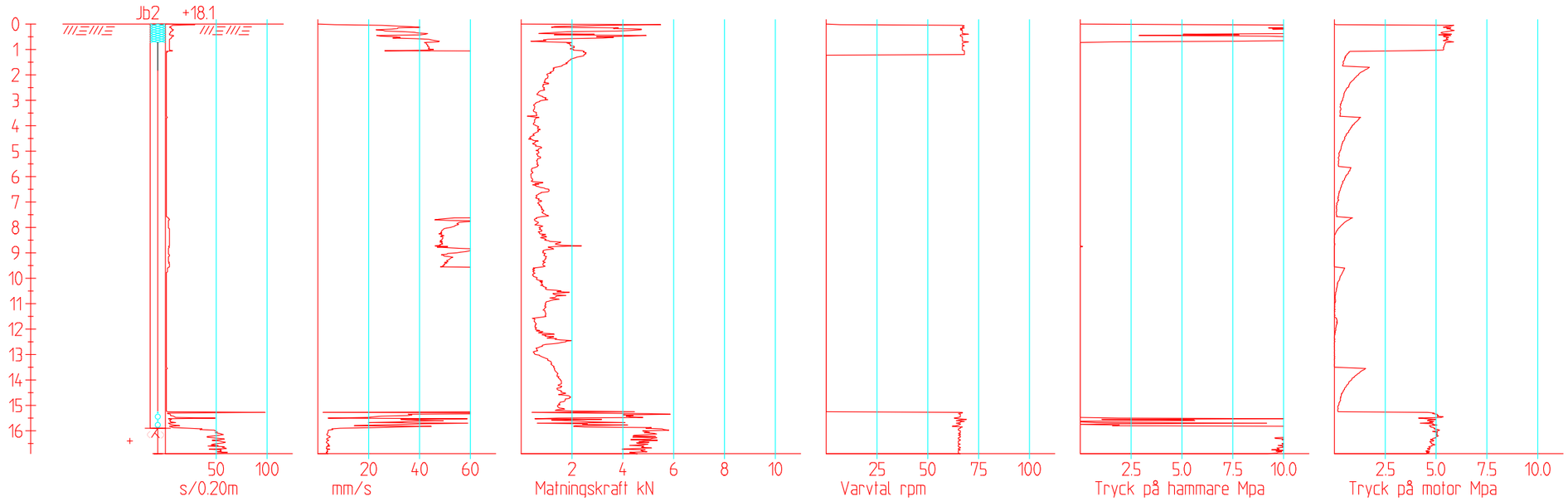
18S1662A



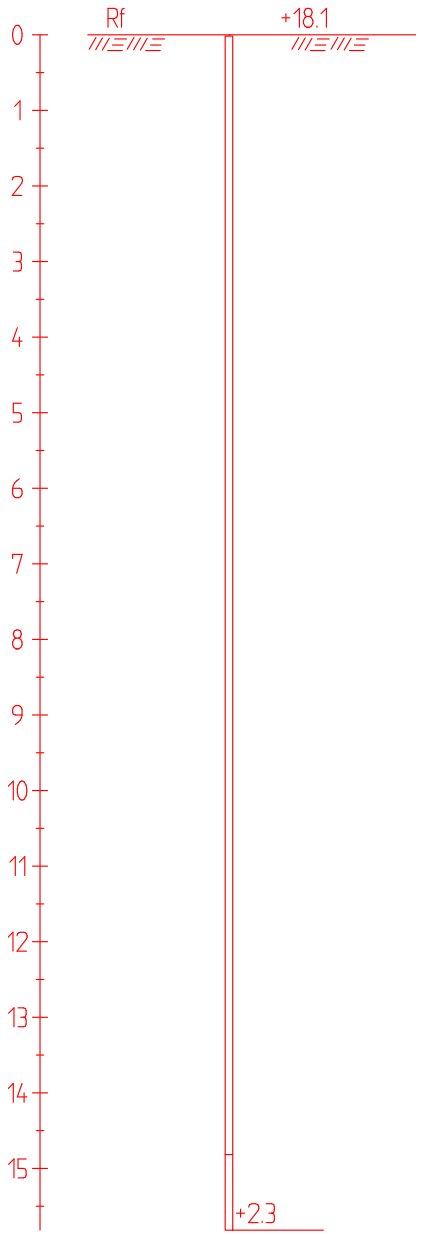
18S1662G



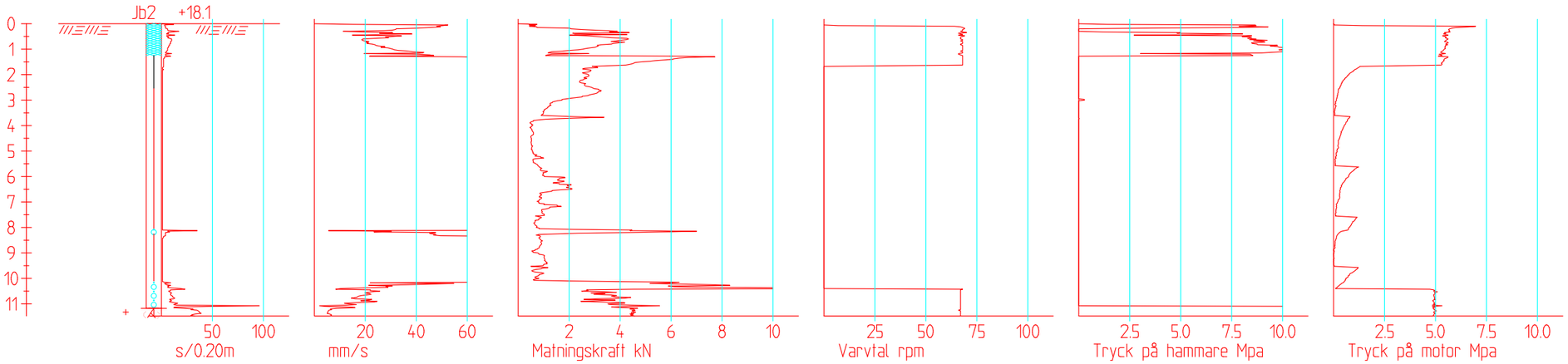
18S1663


Jb2
+18.1
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
50
100
s/0.20m
20
40
60
mm/s
2
4
6
8
10
Matningskraft kN
25
50
75
100
Varvtal rpm
2.5
5.0
7.5
10.0
Tryck på hammare Mpa
2.5
5.0
7.5
10.0
Tryck på motor Mpa

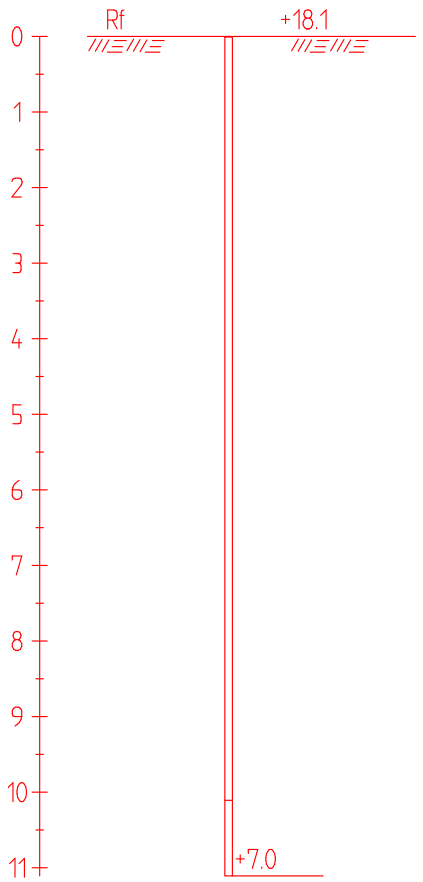
18S1663G



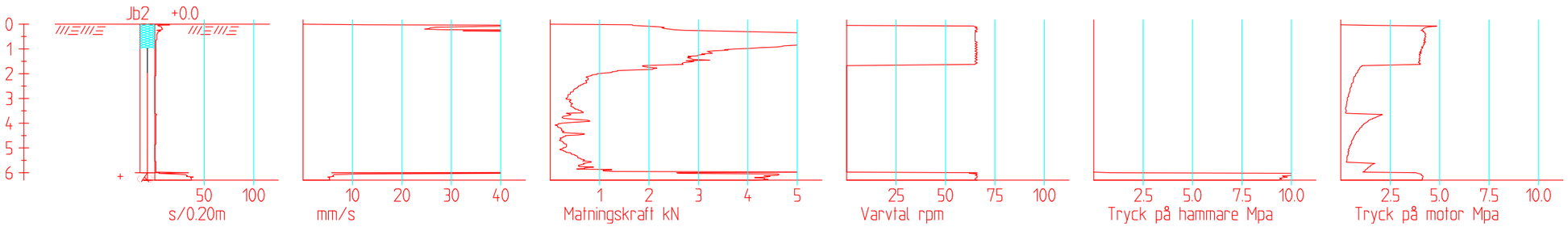
18S1664


Jb2
+18.1
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
50
100
s/0.20m
20
40
60
mm/s
2
4
6
8
10
Matningskraft kN
25
50
75
100
Varvtal rpm
2.5
5.0
7.5
10.0
Tryck på hammare Mpa
2.5
5.0
7.5
10.0
Tryck på motor Mpa

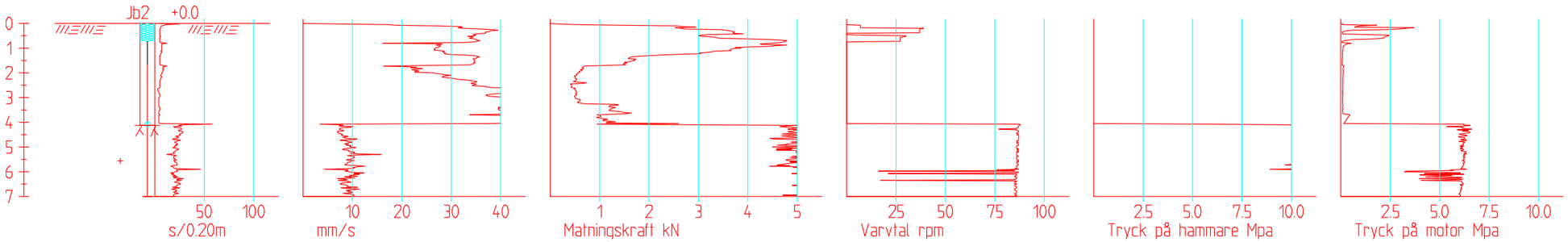
18S1664G



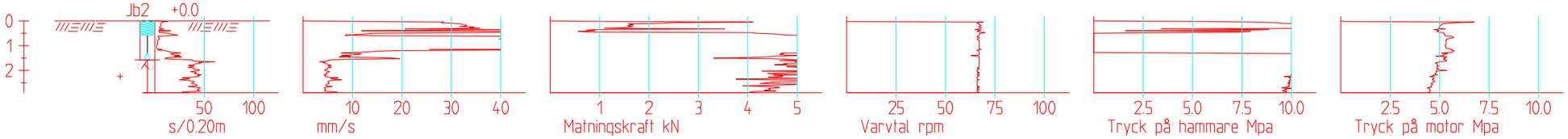
18S1666


Jb2
+0.0
0
1
2
3
4
5
6
50
100
s/0.20m
10
20
30
40
mm/s
1
2
3
4
5
Matningskraft kN
25
50
75
100
Varvtal rpm
2.5
5.0
7.5
10.0
Tryck på hammare Mpa
2.5
5.0
7.5
10.0
Tryck på motor Mpa

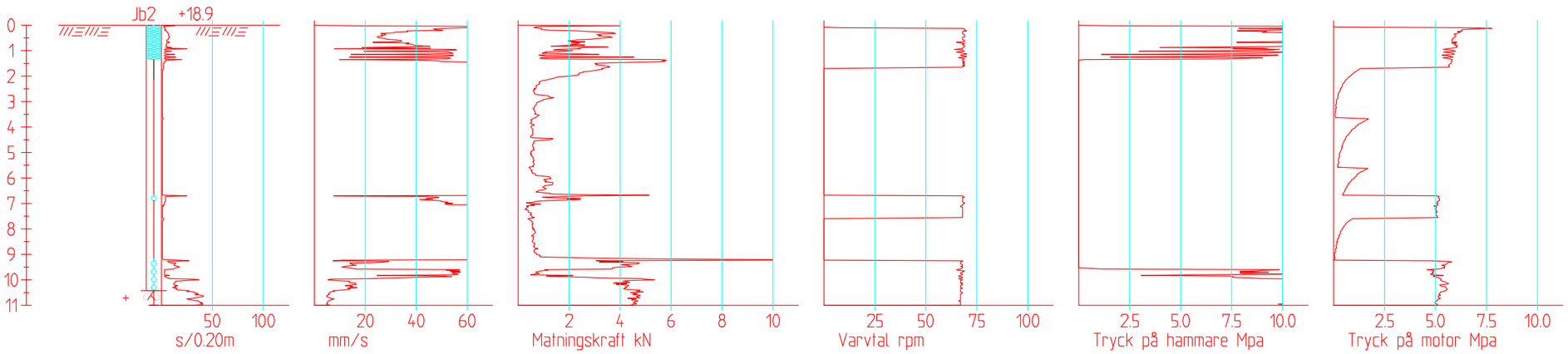
18S1667


Jb2
+0.0
0
1
2
3
4
5
6
7
50
100
s/0.20m
10
20
30
40
mm/s
1
2
3
4
5
Matningskraft kN
25
50
75
100
Varvtal rpm
2.5
5.0
7.5
10.0
Tryck på hammare Mpa
2.5
5.0
7.5
10.0
Tryck på motor Mpa

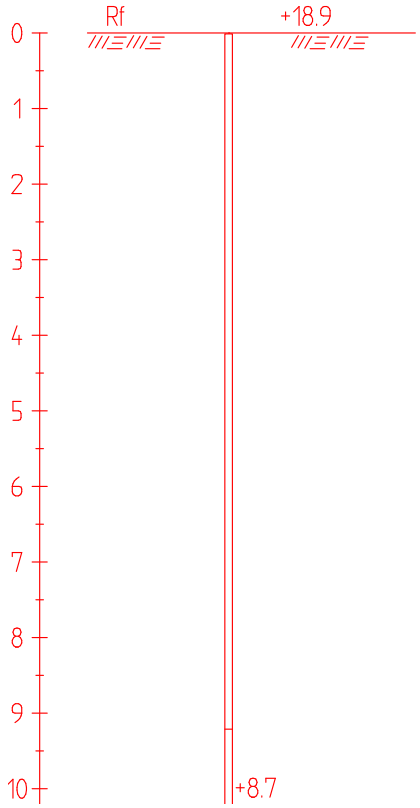
18S1668


Jb2
+0.0
0
1
2
50
100
s/0.20m
10
20
30
40
mm/s
1
2
3
4
5
Matningskraft kN
25
50
75
100
Varvtal rpm
2.5
5.0
7.5
10.0
Tryck på hammare Mpa
2.5
5.0
7.5
10.0
Tryck på motor Mpa

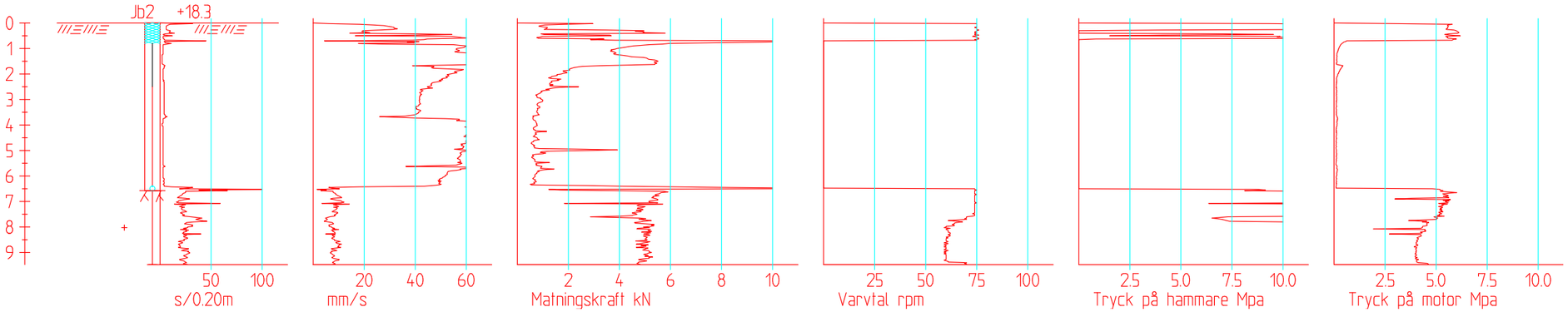
18S1669


Jb2
+18.9
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
50
100
s/0.20m
20
40
60
mm/s
2
4
6
8
10
Matningskraft kN
25
50
75
100
Varvtal rpm
2.5
5.0
7.5
10.0
Tryck på hammare Mpa
2.5
5.0
7.5
10.0
Tryck på motor Mpa

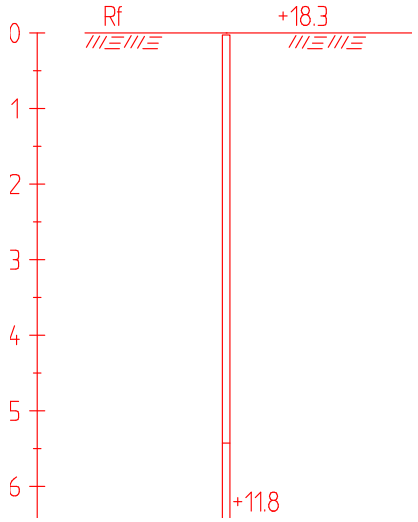
18S1669G



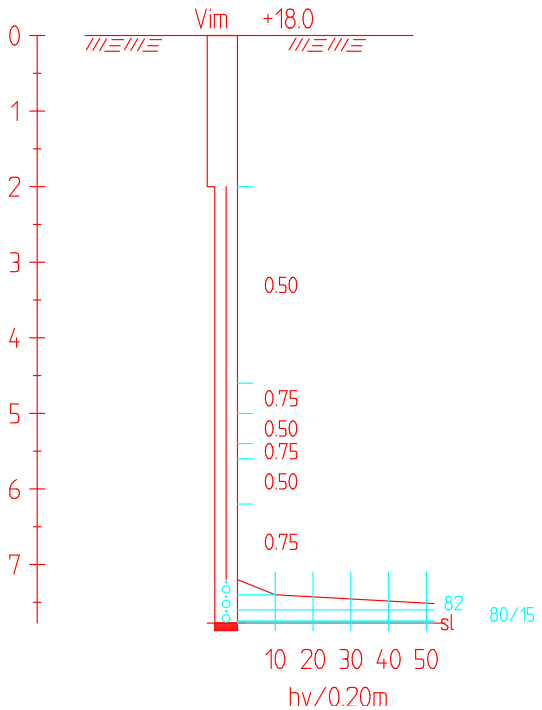
18S1670


Jb2
+18.3
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
50
100
s/0.20m
20
40
60
mm/s
2
4
6
8
10
Matningskraft kN
25
50
75
100
Varvtal rpm
2.5
5.0
7.5
10.0
Tryck på hammare Mpa
2.5
5.0
7.5
10.0
Tryck på motor Mpa

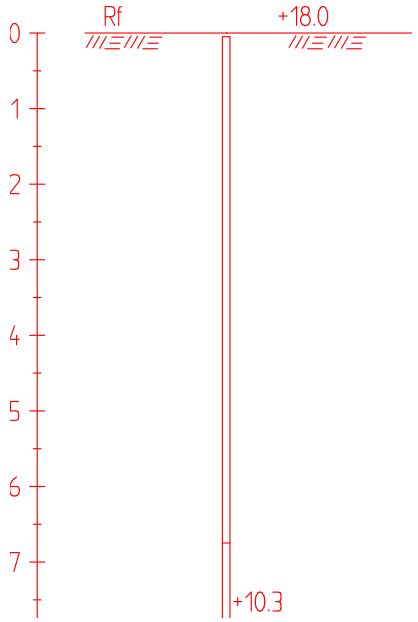
18S16'70G



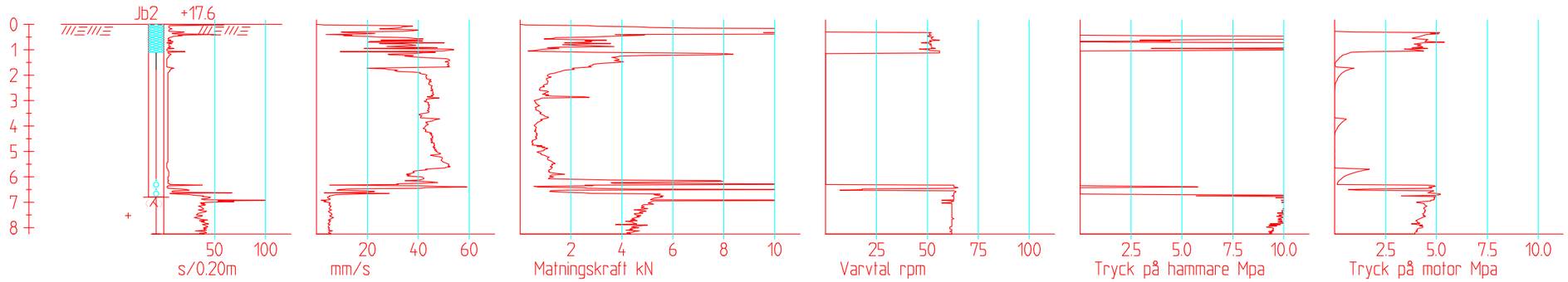
18S16'/1


Vim
+18.0
0
1
2
3
4
5
6
7
0.50
0.75
0.50
0.75
0.50
0.75
82
sl
80/15
10 20 30 40 50
hv/0.20m

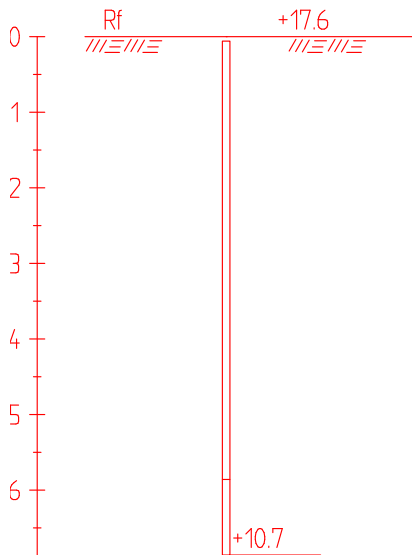
18S1671G



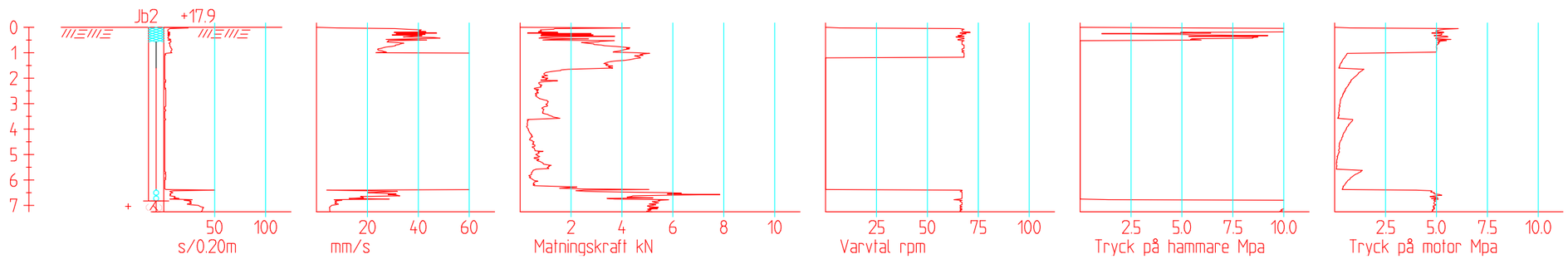
18S1672


Jb2
+17.6
0
1
2
3
4
5
6
7
8
50
100
s/0.20m
20
40
60
mm/s
2
4
6
8
10
Matningskraft kN
25
50
75
100
Varvtal rpm
2.5
5.0
7.5
10.0
Tryck på hammare Mpa
2.5
5.0
7.5
10.0
Tryck på motor Mpa

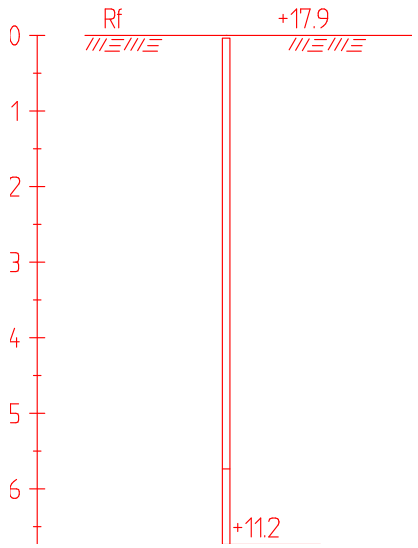
18S1672G



18S1673


Jb2
+17.9
0
1
2
3
4
5
6
7
50
100
s/0.20m
20
40
60
mm/s
2
4
6
8
10
Matningskraft kN
25
50
75
100
Varvtal rpm
2.5
5.0
7.5
10.0
Tryck på hammare Mpa
2.5
5.0
7.5
10.0
Tryck på motor Mpa

18S1673G

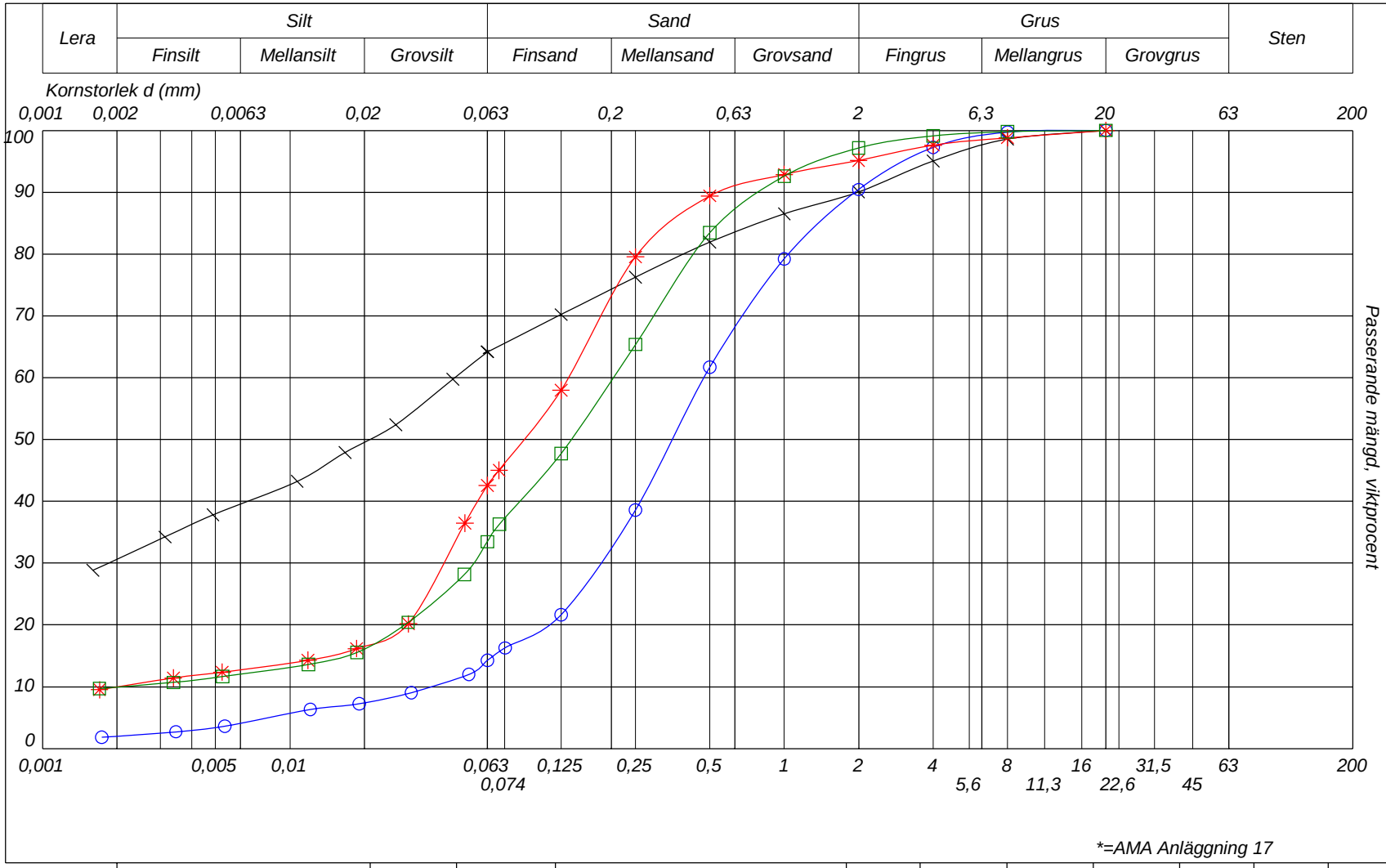


Kornfördelning

enl. SS-EN ISO 17892-4 och

SWECO GEOLAB

Projekt:	**TNG Söderort - Sockenplan**		
Uppdragsnr:	12703919-955	Provtagningsdatum:	2018-11-30 - 2018-12-10
Uppdragsgivare:	SWECO Civil AB, Stockholm		
Löp-nr:	32551	Datum:	2018-12-17
Gransk./Sign:	Alefin Barlia ev		



*=AMA Anläggning 17

Sektion Borrhål	Prov-beteckning	Djup (m)	Gäller mellan (m)	Benämning	Siktat Prov (g)	Glödgn.-förlust %	Mtrl % > mm	Tjäl-farlighet	d10	d60	d90
18S1662			5,0-6,0	Sandig LERA	282			4B/3*		0,046	1,972
18S1663				SAND	1423			2/1*	0,037	0,475	1,946
18S1664			10,1-11,1	Sandig siltig LERA	1011			5A/4*	0,002	0,133	0,562
18S1669			9,2-10,2	Lerig SAND	459			4A/3*	0,002	0,203	0,822

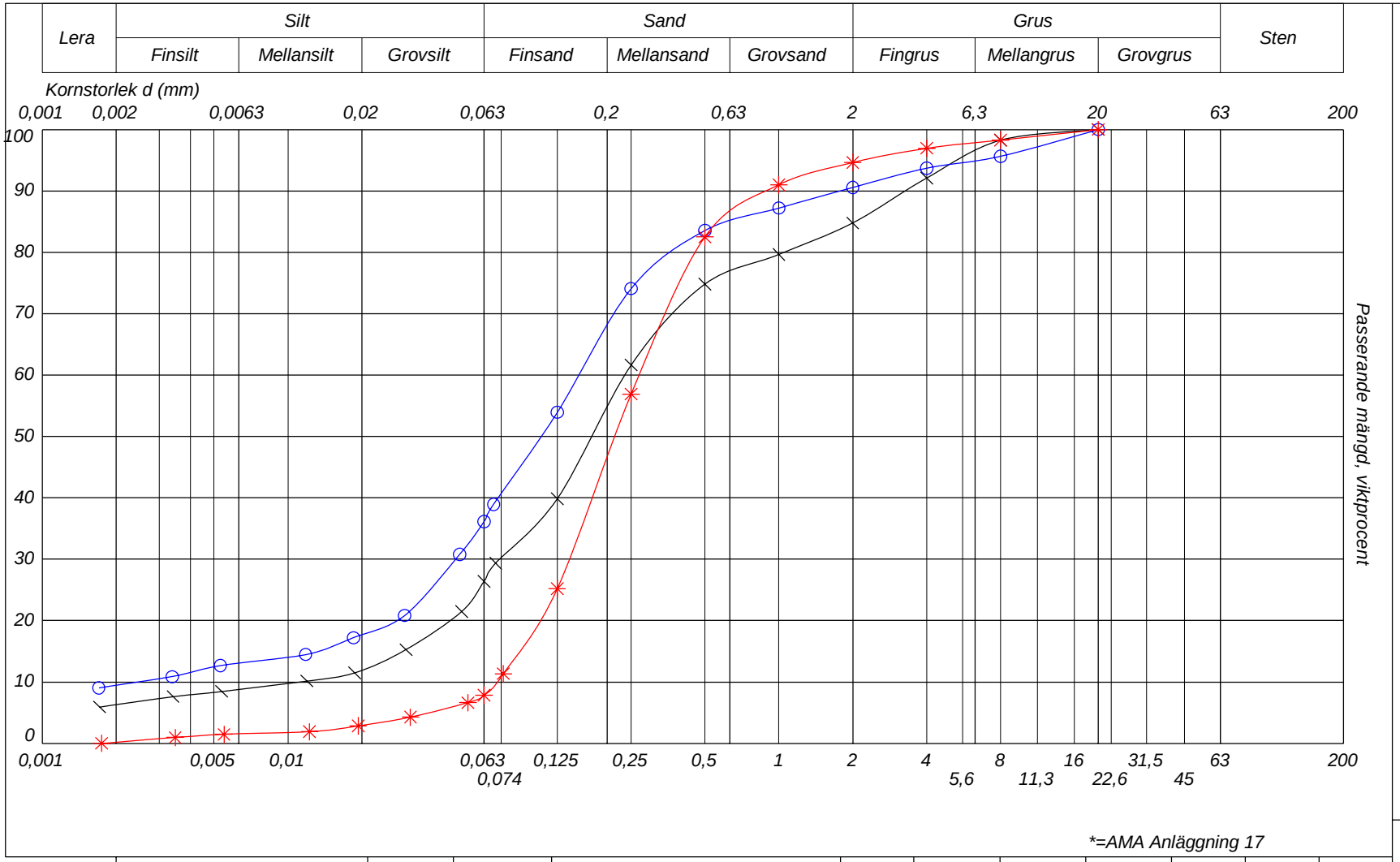
SWECO GEOLAB, Gjörwellsgatan 22, Box 34044
100 26 STOCKHOLM, Tel 08-695 60 00
geolab@sweco.se, www.sweco.se/geolab, ingår i SWECO Civil AB

Kornfördelning

enl. SS-EN ISO 17892-4 och

SWECO GEOLAB

Projekt:	**TNG Söderort - Sockenplan**		
Uppdragsnr:	12703919-955	Provtagningsdatum:	2018-11-30 - 2018-12-07
Uppdragsgivare:	SWECO Civil AB, Stockholm		
Datum:	2018-12-17	Löp-nr:	32551
		Gransk./Sign:	



Sektion Borrhål	Prov-beteckning	Djup (m)	Gäller mellan (m)	Benämning	Siktat Prov (g)	Glödgn.-förlust %	Mtrl % > mm	Tjäl-farlighet	d10	d60	d90
18S1671			6,8-7,8	Lerig SAND	683			3B/2*	0,011	0,237	3,281
18S1672			5,8-6,8	Lerig SAND	571			4A/3*	0,002	0,154	1,786
18S1673			6,3-6,6	SAND	1211			2/1*	0,070	0,272	0,922

SWECO GEOLAB, Gjörwellsgatan 22, Box 34044
100 26 STOCKHOLM, Tel 08-695 60 00
geolab@sweco.se, www.sweco.se/geolab, ingår i SWECO Civil AB

https://geolab.sweco.se/Services/GeoWebService.asmx?op=GetProject(32551)

d s

Permeabilitetssammanställning

Projekt **TNG Söderort - Sockenplan**		
Uppdragsnummer 12703919-955	*Uppdragsgivare* SWECO Civil AB, Stockholm	*Gransk./Tabell* / CHAK *Löp-nr* 32551
Provtagningsdatum 2018-11-30 - 2018-12-10	*Provtagningsredskap* Skr	*Datum/Sign* 2018-12-17 *Undersökningsdatum* Aleftin Barliaev 2018-12-04 - 2018-12-13

Sektion/ Borrhål	Djup [m]	Kornstorlekar, (mm)			Permeabilitet, (m/s)[8]			Vatten-temp. °C[4]	Teta-värde q[5]	Poro-sitet %[6]	Poro-sitet %[7]
		D10	D60	D60/D10	Hazen[1]	Fair & Hatch[2]	Gustafson[3]				
18S1662	5,0 - 6,0		0,046			(1,25E-05)		7	7,6	60	
18S1663		0,037	0,475	12,893	1,44E-05	6,67E-06	1,11E-05	7	7,4	30	13,2
18S1664	10,1 - 11,1	0,002	0,133	65,993	4,34E-08	2,51E-06	1,21E-08	7	7,2	30	8,7
18S1669	9,2 - 10,2	0,002	0,203	97,572	4,57E-08	2,01E-06	1,01E-08	7	7,5	25	8
18S1671	6,8 - 7,8	0,011	0,237	21,565	1,28E-06	8,39E-07	7,19E-07	7	7,4	20	11,4
18S1672	5,8 - 6,8	0,002	0,154	63,344	6,27E-08	5,20E-07	1,79E-08	7	7,4	20	8,8
18S1673	6,3 - 6,6	0,070	0,272	3,862	5,26E-05	4,49E-06	7,56E-05	7	7,6	25	19,3

1. Beräknad permeabilitet enl. Hazen.
2. Beräknad permeabilitet enl. Fair&Hatch.
3. Beräknad permeabilitet enl. G. Gustafson.
4. Uppskattad vattentemperatur.
5. Uppskattat tetavärde
6. Generella porositetsvärden har hämtats ur litteraturen (t ex SGF:s lab.anvisningar, del 7, 1973).
7. Beräknad porositet enl. G. Gustafson.
8. Värde inom parentes är ej relevant.

P:\2172\Uppdrag 2018\32551\[Siktperm 181217.xlsx]Siktperm

SWECO

SWECO GEOLAB, Gjörwellsgatan 22, Box 34044,
100 26 STOCKHOLM, Tel: 08-695 60 00, Fax: 08-695 63 60,
geolab@sweco.se, www.sweco.se/geolab, Ingår i SWECO Civil AB

Region Stockholm
Förvaltning för utbyggd tunnelbana
Box 22550, 10422 Stockholm
Telefon: 08-737 25 00

Region Stockholm