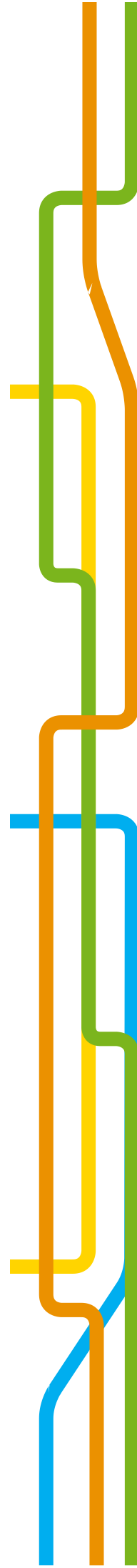


Bilaga 3 PM

Skyddsinfiltration

Miljöprövning för tunnelbana från Kungsträdgården till Nacka och söderort



PM Skyddsinfiltration

Miljöprövning för tunnelbana från
Kungsträdgården till Nacka och söderort

Titel: PM Skyddsinfiltration

Uppdragsledare: Johan Axelsson, Sweco/TYPSA

Projektledare: Martin Hellgren, FUT

Bilder & illustrationer: Sweco/TYPSA och SLL där inget annat anges

Dokumentid: 2320-M25-23-00020

Diarienummer: FUT 2016-0026

Utgivningsdatum: 2018-02-02

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
2	Sockenplan	4
2.1	Hydrogeologiska förutsättningar	4
2.2	Tidigare genomförda undersökningar	5
2.3	Kompletterande borrhningar och infiltrationstest.....	5
2.3.1	Bakgrund och syfte	5
2.3.2	Sonderingar, installationer och kapacitetstester.....	5
2.3.3	Genomförande av infiltrationstest	8
2.3.4	Resultat.....	13
2.4	Bedömning	15
3	Norrholm	16
3.1	Hydrogeologiska förutsättningar	16
3.2	Tidigare genomförda undersökningar	17
3.3	Bedömning	17
4	Katarina Bangata	17
4.1	Hydrogeologiska förutsättningar	17
4.2	Tidigare genomförda undersökningar	19
4.3	Bedömning	19
5	Sickla udde	20
5.1	Hydrogeologiska förutsättningar	20
5.2	Tidigare genomförda undersökningar	21
5.3	Bedömning	21
6	Referenser.....	22

1 Inledning

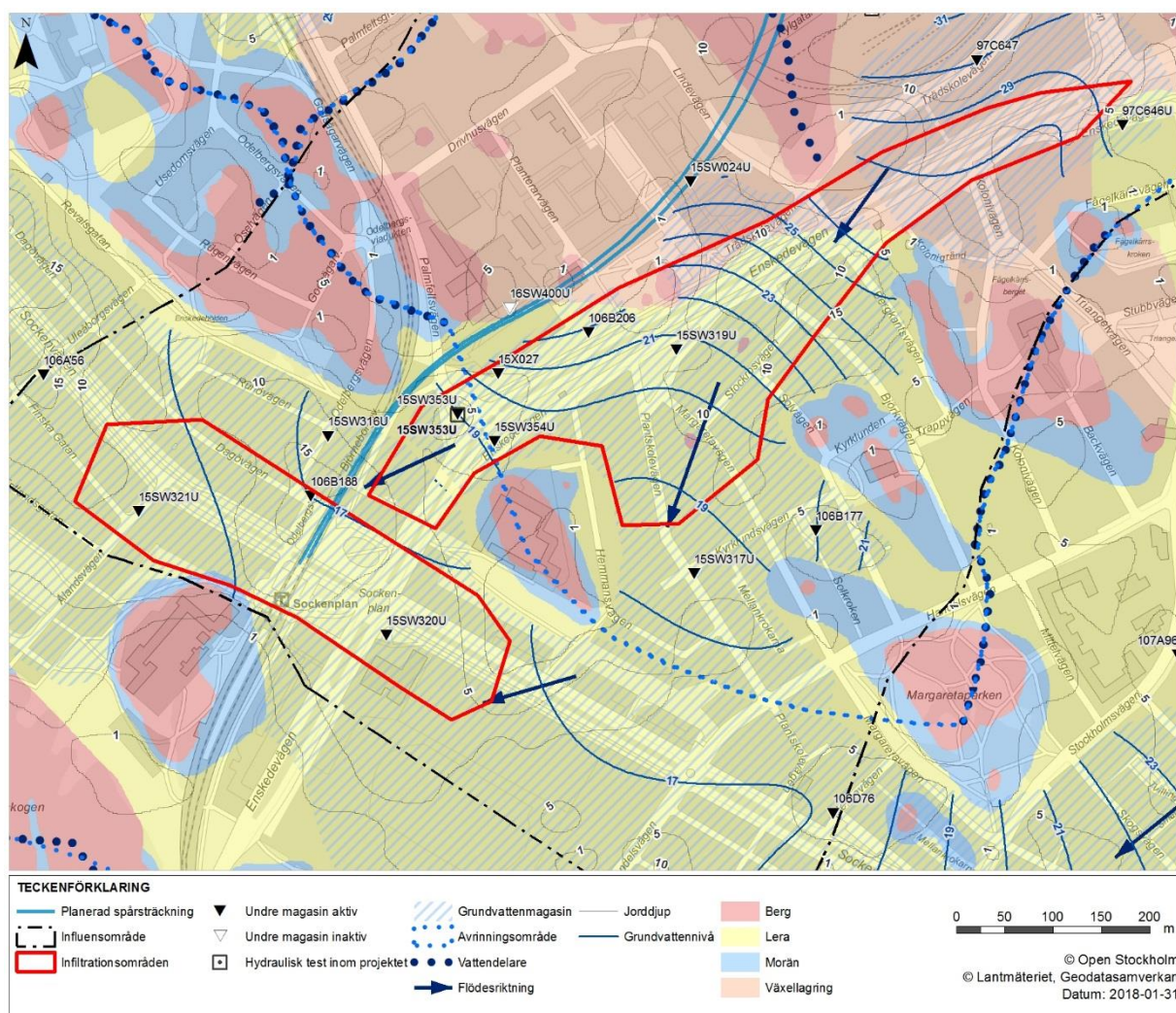
Mark- och miljödomstolen vid Nacka tingsrätt har i mål M 1431-17 (aktbilaga 15), daterat 2017-11-02, bland annat angett att SLL "ska genomföra de ytterligare infiltrationsförsök eller liknande som bedöms nödvändiga, i vart fall inom "infiltrationsområdet" vid Sockenplan". Denna PM redovisar resultaten från utförda kompletterande undersökningar vid Sockenplan. Dessutom redovisas kompletterande beskrivningar av de hydrogeologiska förutsättningarna vid Norrmalm, Katarina Bangata och Sickla, utifrån befintligt underlagsmaterial.

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

2 Sockenplan

2.1 Hydrogeologiska förutsättningar

Infiltrationsområdet vid Sockenplan består av två delområden. Det norra området ligger direkt söder om Enskelevägen och det södra området är beläget vid Sockenrondellen (Figur 1).



Figur 1 Hydrogeologisk karta över infiltrationsområdena vid Sockenplan

Det norra infiltrationsområdet är beläget norr om Sockenplan direkt söder om Enskedevägen. Markytan inom området sluttar längs med Enskedevägen mot sydväst från nivå +32 till +19. Bergtopografin varierar mellan uppstickande berg i dagen och jordfyllda mindre dalgångar. På vissa ställen, såsom vid Margaretavägen och Stockrosvägen, finns berg i dagen eller marknära. I dalgångarna ligger berget, som djupast, ca 15 meter under markytan, överlagrat av friktionsjord och lera. Utförda sonderingar inom området visar på förekomst av friktionsjordlager med varierande mäktighet, mellan några decimeter och mer än 2 meter, under leran. Undersökningarna visar på en varierande lermäktighet som uppgår till ca 9,5 meter i dalgångarna.

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 mäktighet varierar mellan 0,5 och ca 2 meter och överlagras av lera. Lerans mäktighet varierar mellan 5,5 och 13 meter enligt utförda undersökningar.

Grundvattenmagasin förekommer endast i friktionsjorden under leran och benämns här som det undre magasinet. Grundvattennivån i det norra infiltrationsområdet ligger på mellan +28 och +19 med gradient lutande från norr mot söder och vidare mot Sockenvägen. Den branta gradienten styrs främst av marktopografin. En avsmalning av grundvattenmagasinet, tillsammans med högre bergnivåer, begränsar utflödet av grundvatten mot Sockenplan i sydväst. Med anledning av detta har infiltrationsområdet kring Sockenplan delats upp i två delområden. I det södra infiltrationsområdet, Sockenvägen, ligger grundvattennivån på ca +16 och är relativt flack med en flödesriktning mot Enskedefältet i nordväst.

2.2 Tidigare genomförda undersökningar

Inom områdena finns 9 grundvattenrör installerade. I ett 2-tums rör, 15SW353U, beläget i det norra området, utfördes ett slugtest under 2016, vars resultat indikerar en hydraulisk konduktivitet på $2,0 \times 10^{-5}$ m/s. Se Figur 1 för läget på rören.

2.3 Kompletterande borrhningar och infiltrationstest

2.3.1 Bakgrund och syfte

Infiltrationstest har till syfte att undersöka möjligheten till skyddsinfiltration under byggprocessen ifall behov uppkommer. Vid test tillförs vatten i jord under en begränsad tid, samtidigt som man studerar responsen på grundvattennivån i omkringliggande observationspunkter. Utifrån resultatet av testet kan dels slutsatser dras om vilken volym vatten som kan tillföras området, dels kan en uppskattning göras om vilka områden som har hydraulisk kontakt. Tillsammans skapar detta en indikation om möjligheten att skyddsinfiltrera, samt hur en infiltrationsanläggning bör utformas. På begäran från mark- och miljödomstolen, enligt föreläggande, samt på grund av områdets känslighet för grundvattennivåavsänkningar har kompletterande undersökningar utförts i båda delområdena.

2.3.2 Sonderingar, installationer och kapacitetstester

Sex grundvattenrör, tre i det norra infiltrationsområdet och tre i det södra infiltrationsområdet, har installerats med syfte att kunna infiltrera i. Val av rör för genomförande av test gjordes sedan baserat på diverse undersökningar, som beskrivs nedan.

Inför installation av grundvattenrör utfördes först jordbergsonderingar för bedömning av djup till berg samt jordlagerförhållandena i de aktuella punkterna. Därefter installerades 2-tums stålrör

med 1 meter perforerat filter samt öppen krysspets ner i sonderingshålet. Jordprov uttogs av friktionsjorden och ett kort kapacitetstest utfördes genom infiltration vid varje meter av friktionen, där mäktigheter över 1 meter förekom.

Jordprovtagningen genomfördes genom ett så kallat blåsprov, vilket innebär att luft blåsas ner under tryck till rörets botten. Materialet kommer upp som ett samlingsprov för respektive meter av friktionsjorden som provtas.

Kapacitetstest utfördes vid borrning i form av ett så kallat constant-head test. Vatten tillfördes 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 – antingen via flödesmätare eller via tidtagning för att fylla ett kärl med en bestämd volym. Flödet ger en indikation om den närliggande friktionsjordens vattenförande förmåga och således rörets kapacitet för infiltration.

Nedan följer en redovisning av resultaten från installationerna av de sex nya grundvattenrören. Rörens lägen redovisas i Tabell 2 och Tabell 3 samt Figur 2 och Figur 4. Resultat från sonderingar, rörinstallationer och provtagningar finns redovisade i Bilaga 1.

Tabell 1 Jordlagersföljd från sonderingar och resultat från provtagningar och kapacitetstest. Se Bilaga 1.

Norra infiltrationsområdet

18SW418			
Djup (m)	Sondering	Provtagning	Kapacitetstest
0-0,6	Fyllning	-	-
0,6-10	Lera	-	-
10-11	Friktionsjord	Grusig sand	40 l/min
11-12	Friktionsjord	Sandig grus	24 l/min
18SW474			
Djup (m)	Material	Provtagning	Kapacitetstest
0-0,25	Fyllning	-	-
0,25-5,6	Lera	-	-
5,6-6	Friktionsjord	Grusig sand	2,4 l/min
18SW475			
Djup (m)	Material	Provtagning	Kapacitetstest
0-0,6	Fyllning	-	-
0,6-5	Lera	-	-
5-6	Friktionsjord	Grusig sand	38 l/min
6-7,25	Friktionsjord	-	-

Södra infiltrationsområdet

18SW422			
Djup (m)	Material	Provtagning	Kapacitetstest
0-13,3	Lera	-	-
13,3-14	Friktionsjord	Grusig sand	4 l/min
14-15	Friktionsjord	Sandig grus	2,5 l/min
18SW423			
Djup (m)	Material	Provtagning	Kapacitetstest
0-5,8	Lera	-	-
5,8-6,4	Friktionsjord	Grusig sand	3,8 l/min
18SW424			
Djup (m)	Material	Provtagning	Kapacitetstest
0-5,5	Lera	-	-
5,5-7	Friktionsjord	Sand	30 l/min

Norra området

Först installerades rör 18SW418. Lera förekommer här från 0,6 meter under markytan ner till 10 meters djup. Därefter förekommer två meter friktionsjord mellan 10 och 12 meter. Från 10 till 11 meter visade samlingsprovet vid okulär bedömning på en grusig sand med infiltrationskapacitet om 40 l/min. Från 11 till 12 meter bedömdes samlingsprovet till sandig grus och infiltrationskapaciteten var, 24 l/min.

Förhållandena i punkt 18SW475 var liknande som 18SW418. Lerans mäktighet var här 4,4 meter och infiltrationskapaciteten i friktionsjorden var 38 l/min. Ett samlingsprov uttogs av friktionsjorden mellan 5 och 6 meters djup och bedömdes till grusig sand. Eftersom kapaciteten sjönk med djupet i punkt 18SW418 avslutades installationen av 18SW475 med filtret placerat i friktionsjorden med bättre vattenförande egenskaper.

I punkt 18SW474 förekommer lera från strax under markytan ner till 5,6 meters djup och därefter 0,4 meter friktionsjord. Samlingsprovet av friktionsjorden bedömdes okulärt till grusig sand och infiltrationskapaciteten uppgick till 2,4 l/min.

Södra området

I punkt 18SW422 förkommer lera från markytan ned till 13,3 meters djup och därefter friktionsjord ner till 15 meter. Mellan 13,3 och 14 meter bedömdes samlingsprovet okulärt till grusig sand med en infiltrationskapacitet på 4 l/min. Mellan 14 och 15 meter bedömdes samlingsprovet till sandig grus med en infiltrationskapacitet på 2,5 l/min.

I punkt 18SW423 förekommer 5,8 meter lera från markytan och ner. Därunder återfinns 0,6 meter friktionsjord som utgörs av grusig sand med en infiltrationskapacitet på 3,8 l/min.

I punkt 18SW424 förkommer lera från markytan ner till 5,5 meters djup. Därunder återfinns friktionsjord med en mäktighet av 1,5 meter. Okulärbedömning av samlingsprov tyder på en relativt homogen sand med en infiltrationskapacitet på 30 l/min.

Redan i samband med installationen av grundvattenrör installerades automatiska grundvattennivåmätare (dataloggrar) i ett antal observationsrör i området. Under de korta kapacitetstesten vid respektive rör observerades ingen effekt i observationsrören och loggrarna lämnades sedan kvar i rören för att registrera den naturliga grundvattennivån i rören innan de något längre infiltrationstesten påbörjades. Mer information om observationsrören redovisas under avsnitt 2.3.3.

2.3.3 Genomförande av infiltrationstest

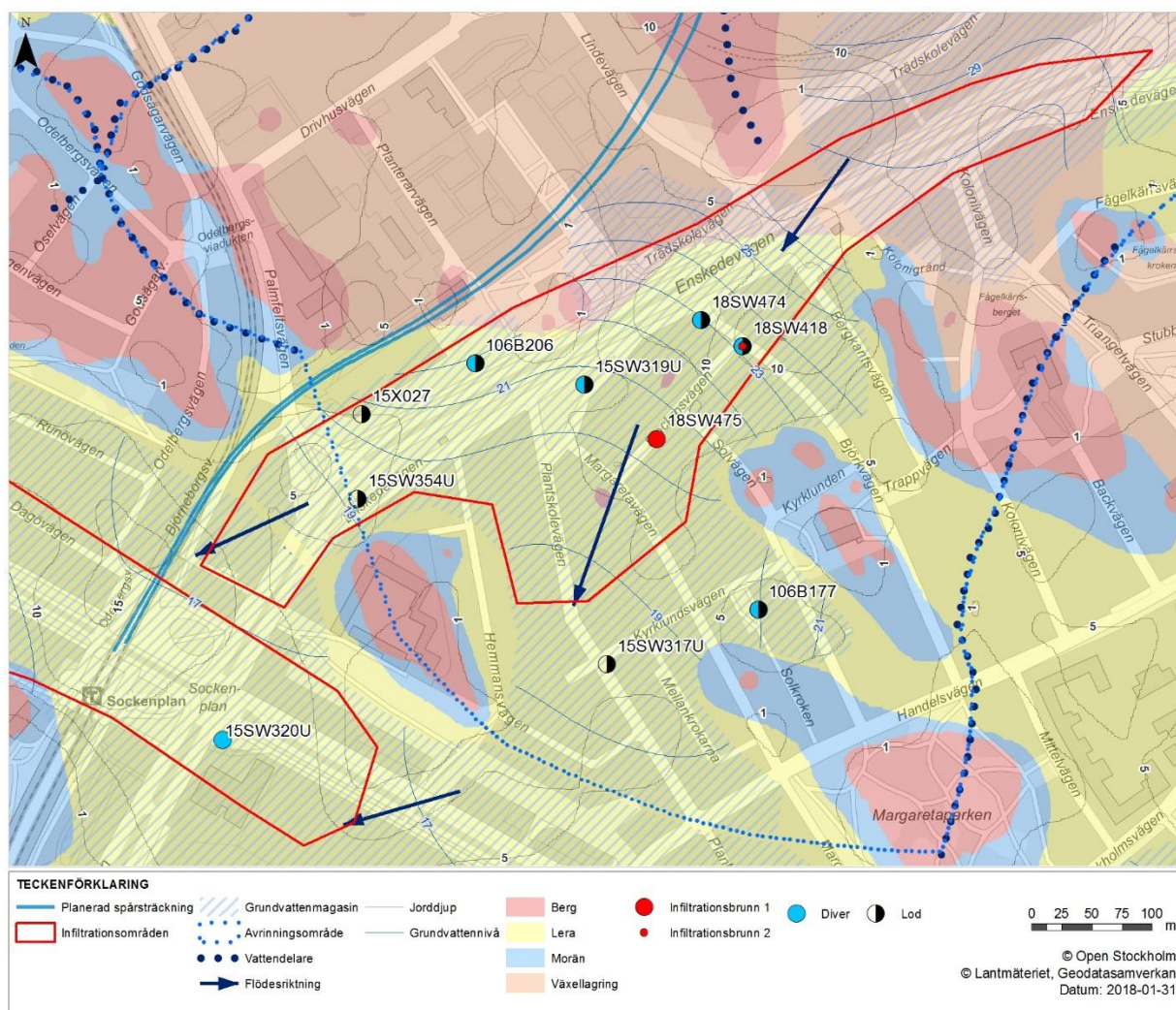
Norra området

Ett infiltrationstest genomfördes i det norra området, fredag, 2018-01-19. Vädret var klart och temperaturen varierade mellan ca -1 och -4 °C.

Innan infiltrationstestet inleddes genomfördes en manuell mätning i alla observationsrör i området för att registrera den opåverkade grundvattennivån. Vid detta tillfälle installerades även grundvattennivåmätare i de tre nya infiltrationsrören i området (se Tabell 2 och Figur 2).

Tabell 2 Grundvattenrör i det norra området för infiltration samt manuella och/eller automatiska nivåmätningar.

Punkt ID	Användning	Dimension [tum]	X-koordinat	Y-koordinat	Z-mark
18SW475	Infiltration 1	2	154495	6574452	+23,20
18SW418	Observation Infiltration 2	2	154567	6574529	+24,10
106B177	Observation	2	154580	6574310	+21,81
106B206	Observation	1	154345	6574514	+23,89
15SW317U	Observation	1	154454	6574265	+21,10
15SW319U	Observation	1	154436	6574497	+23,80
15SW354U	Observation	2	154248	6574402	+21,01
15x027	Observation	1	154251	6574472	+23,30
18SW474	Observation	2	154533	6574551	+24,70
15SW320	Observation	1	154136	6574202	+18,01



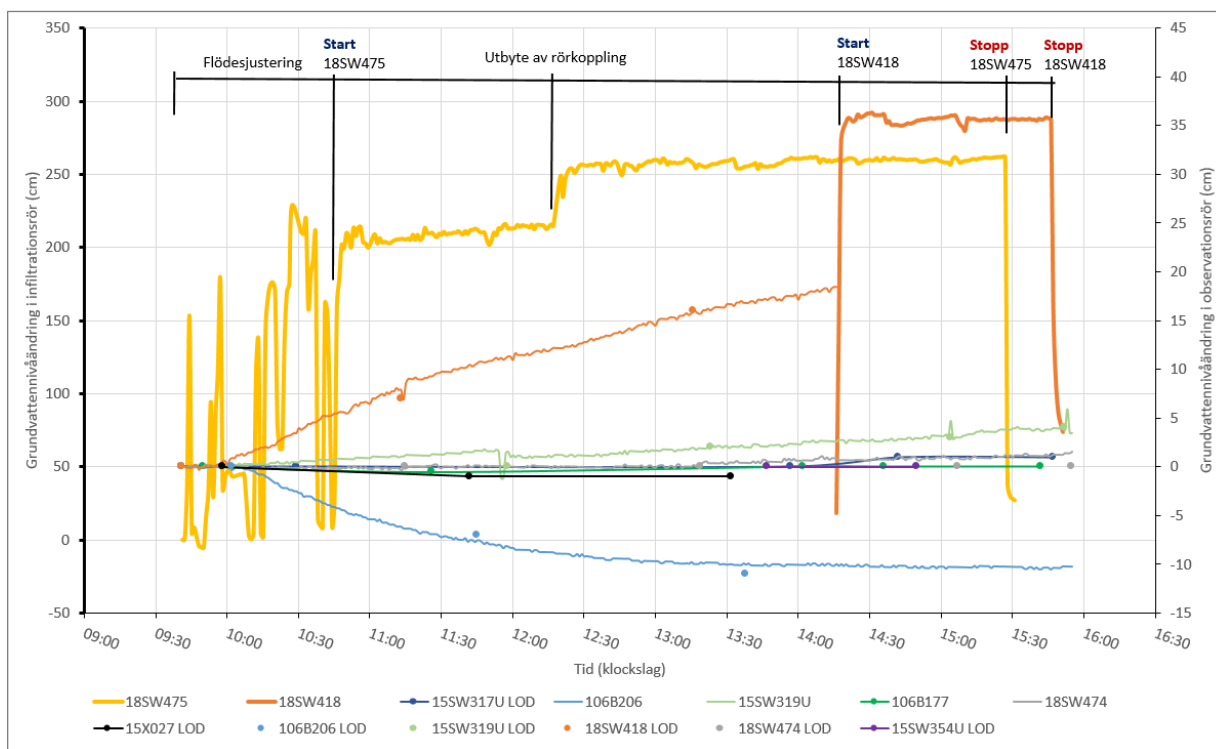
Figur 2 Grundvattenrörens placering för infiltrationstest inom det norra infiltrationsområdet vid Sockenplan

Punkt 18SW475 valdes för infiltrationstestet på grund av högst uppmätt infiltrationskapacitet vid installation. Vatten togs från en närliggande brandpost ca 50 meter bort. Klockan 9:41 startades infiltration med justering av flöde. Klockan 10:33 gjordes en flödesmätning och resultatet visade en infiltration om 27 l/min. På grund av problem med slangordning stoppas och startas infiltrationen flera gånger fram till 10:48. Klockan 10:48 inleddes infiltration med ett constant-head test. Runt 12:15 byttes slangordningen ut vid anslutningen till infiltrationsröret mot en fast rörkoppling som medgav något högre stighöjd upp i den temporära rörkopplingen.

Manuella mätningar genomfördes regelbundet i alla relevanta rör inom och runt omkring det norra området. Efter drygt en timme kunde en effekt av infiltrationen avläsas i rör 18SW418 vars grundvattennivå hade höjts med 7 cm. Under en senare mättrunda hade nivån stigit ytterligare 9 cm och en mindre höjning av grundvattennivån kunde avläsas även i rör 15SW319U. Där hade grundvattennivån stigit 2 cm, enligt en manuell mätning, klockan 13:23. Klockan 14:17 inleddes även infiltration samtidigt i rör 18SW418 med ett constant-head. De manuella mätningarna visade att nivån i 15SW319U kontinuerligt fortsatte att stiga under filtrationstestet, totalt ca 4 cm.

Klockan 15:26 avslutades infiltrationen i 18SW475 och flödet uppmättes då till 27 l/min. Klockan 15:46 avslutades även infiltrationen i 18SW418 och flödet var då ca 22 l/min. Medelflöde i rör 18SW475 och 18SW418 var 28,86 l/min respektive 23,86 l/min. Trycknivåändringar, från manuella och automatiska mätningar, i alla rör under infiltrationstestet redovisas i Figur 3.

Under infiltrationstestet pågick schaktningsarbete vid Enskedegårds gymnasium och rör 106B206.



Figur 3 Trycknivåändringar under infiltrationstest i norra infiltrationsområdet vid Sockenplan. Tjockare linje visar infiltrationsrör och tunnare linje visar observationsrör.

Södra området

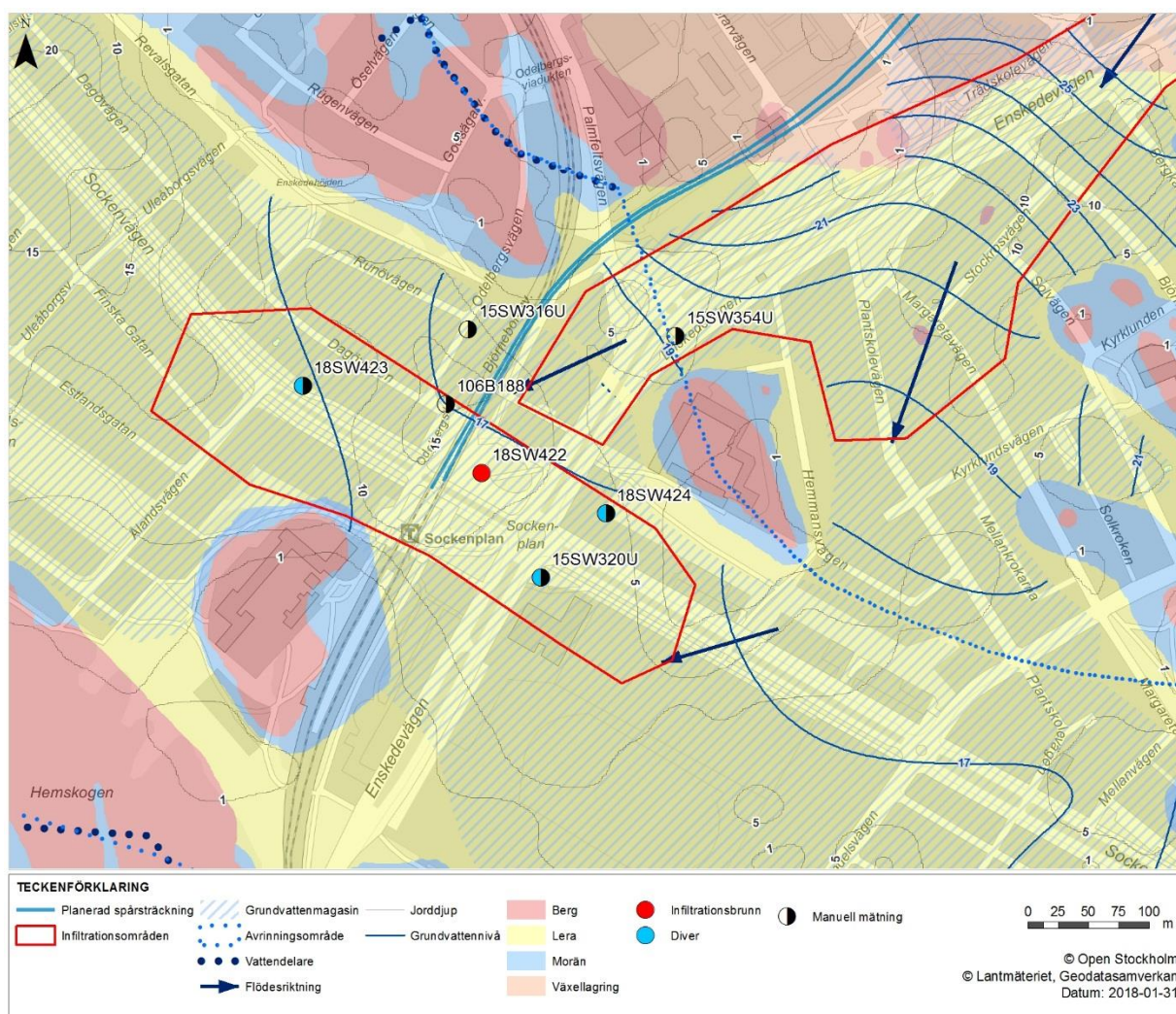
Ett infiltrationstest genomfördes i det södra området, tisdag, 2018-01-23. Vädret var mulet med sporadisk sol och temperaturen varierade mellan ca -2 och -4 °C.

Innan infiltrationstestet inleddes genomfördes en manuell mätning i de mest relevanta observationsrören för att registrera den opåverkade grundvattennivån. Vid detta tillfälle installerades även grundvattennivåmätare i de tre nya infiltrationsrören i det södra området, samt en ny grundvattennivåmätare och en ny barometer i rör 15SW320U (se Tabell 3 och Figur 4); detta rör var dock under hela infiltrationstiden.

Tabell 3 Det södra områdets rör för manuella och/eller automatiska nivåmätningar.

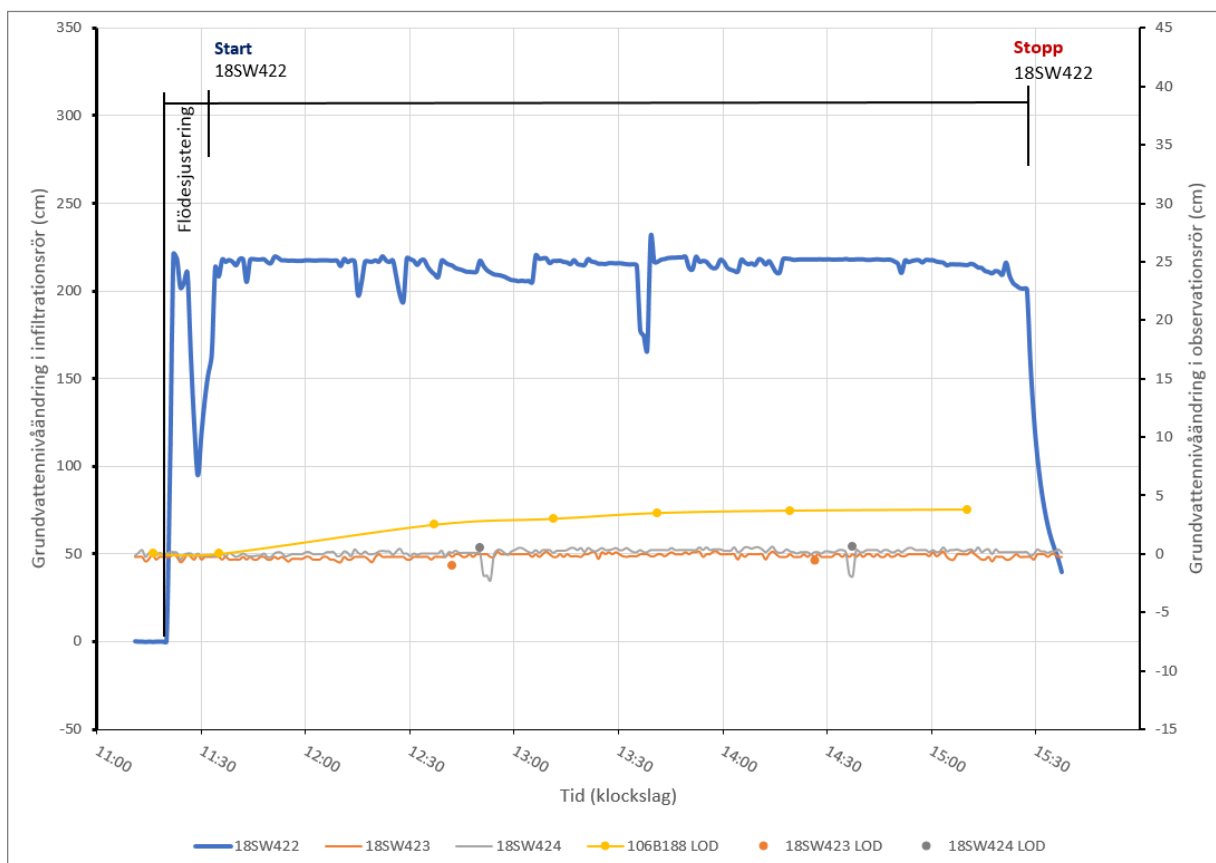
Punkt ID	Användning	Dimension [tum]	X-koordinat	Y-koordinat	Z-mark
18SW422	Infiltration	2	154087	6574288	+18,30
15SW354U	Observation	2	154247	6574402	+21,01
18SW423	Observation	2	153939	6574361	+17,30
18SW424	Observation	2	154190	6574256	+18,30
106B188	Observation	Plastslang	154058	6574346	+18,13
15SW316U	Observation	1	154076	6574407	+19,33
15SW320U	Observation	1	154136	6574202	+18,01

Initialt var rör 18SW424 tänkt att användas som infiltrationsrör för testet, eftersom detta visade på störst infiltrationskapacitet vid rörinstallationerna, 30 l/min. På grund av snö och väder samt dåligt fungerande brandpost förflyttades infiltrationstestet istället till rör 18SW422.



Figur 4 Grundvattenrörens placering för infiltrationstest inom det södra infiltrationsområdet vid Sockenplan

En 75 meter lång brandslang installerades i en brandpost i närheten av infiltrationsrör 18SW422. Klockan 11:17 inleddes infiltration för flödesjustering och strax efter klockan 11:30 inleddes infiltrationstestet med constant-head i röret. Flödet var då 1,9 liter/minut. En manuell mätning genomfördes i ett antal observationsrör och klockan 12:38 kunde en 3 centimeters nivåökning observeras i rör 106B188. Under de fortsatta manuella mätningarna observerades en kontinuerlig stigning i detta rör som i slutet av dagen, klockan 15:11, hade stigit 4 cm. Även i rör 18SW424 kunde en viss kontinuerlig trend med stigande nivå observeras under dagen. Klockan 14:38 hade nivån totalt stigit 0,6 cm från det initiala värdet. Klockan 15:55 avslutades infiltrationstestet i rör 18SW422 och flödet var då 1,91 l/min. Totalt ifördes 1020,3 liter vatten på 4 timmar och 25 minuter i infiltrationsrör 18SW422, vilket ger ett medelflöde på 3,8 l/min. Värdet är troligen för högt, eventuellt på grund av läckage vid brandpost eller längs slang. Trycknivåändringar, från manuella och automatiska mätningar, i alla rör under infiltrationstestet redovisas i Figur 5.



Figur 5 Trycknivåändringar under infiltrationstest i södra infiltrationsområdet vid Sockenplan. Tjockare linje visar infiltrationsrör och tunnare linje visar observationsrör.

2.3.4 Resultat

Norra området

Borrningar visade att friktionsjorden under leran har en mäktighet på åtminstone ett par meter på vissa platser inom området. Jordprover och kapacitetstester vid borrning i friktionsjorden indikerar en hög hydraulisk konduktivitet och goda förutsättningar för infiltration.

Under infiltrationstestet i det norra området uppvisade omgivande observationsrör påverkan i varierande grad, se Tabell 4 och Tabell 5. Grundvattennivådata i sin helhet indikerar att påverkan av infiltration skedde på ett avstånd om ca 150 meter från infiltrationspunkterna. Avsänkning av grundvattennivåer i rör 106B206 beror troligen på schaktarbetet som pågick vid detta rör.

Analys av grundvattennivåändringar från infiltration i rör 18SW475, för perioden med flödet 27 l/min, har utförts med Theis metod i AQTESOLV programvara. Analys visar att friktionsjordens hydrauliska konduktivitet är ca 1×10^{-4} m/s.

Tabell 4 Grundvattennivåförändringar i observationsrör i norra området med infiltration i 18SW475. Nivåerna avser slutet av infiltrationstest.

Punkt ID	Avstånd (m) från infiltrationsrör 1	Grundvattennivåhöjning (cm)
18SW475	-	+259
18SW418	106	+18
15SW319U	74	+3
18SW474	107	+1
106B206	162	-10
106B177	165	≤+1
15SW317U	191	-2

Tabell 5 Grundvattennivåförändringar i observationsrör norra området med infiltration i 18SW475 och 18SW418 samtidigt. Nivåerna avser slutet av infiltrationstest.

Punkt ID	Avstånd (m) från		Grundvattennivåhöjning (cm)
	Infiltrationsrör 1	infiltrationsrör 2	
18SW475	-	106	+261
18SW418	106	-	+288
15SW319U	74	135	+4
18SW474	107	40	+1
106B206	162	222	-10
106B177	165	218	≤+1
15SW317U	191	287	-2

Södra området

Friktionsjordens mäktighet varierar mellan 0,6 och 1,7 meter i de nyinstallerade rören, enligt resultat från sonderingar. Friktionsjorden består av sandig grus, grusig sand och sand enligt provtagningar. Kapacitetstest i 18SW423 och 18SW423 visar relativt låga flöden på ≤4 l/min i dessa rör. I 18SW424 visade kapacitetstestet på goda förutsättningar för infiltration, 30 l/min.

Testet i det södra området pågick i strax under 4,5 timmar med ett flöde om ca 1,9 l/min, vilket resulterade i en höjning av vattennivån i infiltrationspunkten med ca 2,2 meter upp till rörets överkant. Omgivande observationsrör uppvisade påverkan i varierande grad, se Tabell 6.

Grundvattennivån i det närmaste röret, 106B188, på ett avstånd av 64 meter från infiltrationsröret visade en höjning av vattennivå på ca 4 centimeter. I 18SW423 och 18SW424 påvisades en tendens till en höjning med 1 centimeter.

Analys av grundvattennivåändringar från infiltration i rör 18SW422, för perioden med flödet 1.9 l/min, har utförts med Thiems avstånd - avsänkning metod. Analysen visar att friktionsjordens hydrauliska konduktivitet är ca 1×10^{-5} m/s.

Tabell 6 Grundvattennivåförändringar i observationsrör i södra området med infiltration i 18SW422

Punkt ID	Avstånd (m), från Infiltrationsrör	Grundvattennivåhöjning (cm)
18SW422	-	+218
18SW423	164	≤+1
18SW424	108	+1
106B188	64	+3,8

2.4 Bedömning

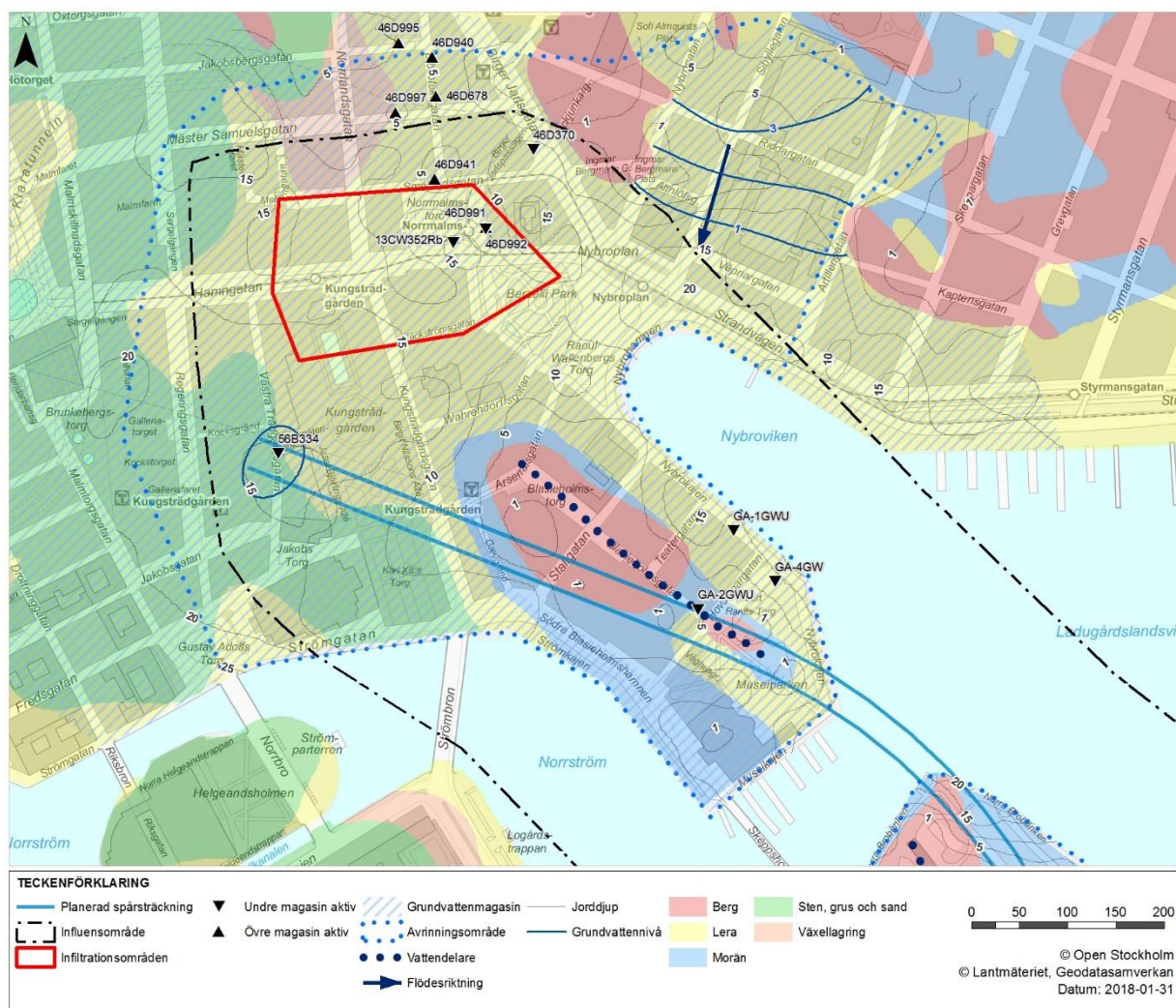
Resultat från sonderingar och provtagningar visar att ett friktionsjordslager underlagrar ett lerlager. Friktionsjordens mäktighet och kornfördelning varierar inom området. Detta bekräftas av kapacitetstesterna som utfördes i samband med rörinstallation. Mätningar i observationsrör under infiltrationstesterna visar en positiv respons i form av höjda grundvattennivåer. Den hydrauliska konduktiviteten, beräknad för grundvattenmagasinen i friktionsjord från infiltrationstesterna, var 1×10^{-4} m/s och 1×10^{-5} m/s för norra respektive södra området. Värdet för den hydrauliska konduktiviteten i det södra området är inte beräknad för den punkt som uppvisade bäst infiltrationskapacitet vid rörinstallationen, ca 10 gånger högre än de andra punkterna. Sannolikt förekommer alltså flera platser med högre infiltrationskapacitet i det södra området. Dessutom bedöms att en permanent infiltrationsanläggning kommer att ha en mer märkbar påverkan på sin omgivning jämfört med ett tillfälligt infiltrationsförsök. I de områdena med något sämre vattenförande egenskaper behövs alltså mer tid för att kunna se en påverkan på grundvattennivåerna i omgivningen.

Sammantaget visar resultaten att det finns goda möjligheter att utföra skyddsinfiltration både där de vattenförande egenskaperna är bättre respektive något sämre. Hydrauliska egenskaper hos friktionsjorden bedöms inte påverka möjligheten för att utföra skyddsinfiltration inom området. Där det är något sämre förutsättningar kan fler anläggningar anläggas tätare ihop för att uppnå den effekt som önskas från skyddsinfiltration.

3 Norrmalm

3.1 Hydrogeologiska förutsättningar

Infiltrationsområdet vid Norrmalm avser området kring Norrmalmstorg (Figur 6).



Figur 6 Hydrogeologisk karta över infiltrationsområde vid Norrmalm

Infiltrationsområdet i Norrmalm karaktäriseras av Stockholmsåsen i västra delen och ytligare berggrund mot Östermalm. Jordlagren i området består av Stockholmsåsens sand- och grusavlagringar i västra delen som mot öster övergår till lera underlagrad av morän. Berg finns marknära inom de mindre topografiska höjdområdena vid Stureplan och Blasieholmen.

I det aktuella området avgränsat för eventuell skyddsinfiltation är marknivåerna ganska flacka och varierar mellan +5,5 och +2,5 med en svag lutning mot sydöst. I huvudsak ligger berget på ca 10 till 15 meter under markytan. Lerjorden är mellan 5 och 7 meter mäktig och stora delar av området med lerjord är utfyllt med fyllningsjord. Under leran bedöms det finnas ett relativt mäktigt skikt av friktionsjord, karakteriserat av åsmaterial.

I området identifierades två typer av grundvattenmagasin, övre och undre grundvattenmagasin. Båda grundvattenmagasinen har i stort sett samma grundvattennivåer, som varierar kring +0,2 till +0,3. Grundvattnets flödesriktning kring infiltrationsområdet är huvudsakligen mot sydväst med en låg hydraulisk gradient. Grundvattenförhållandena inom infiltrationsområdet bedöms styras av

Stockholmsåsen och vattenståndet i Saltsjön. Enligt tidigare utredningar sker grundvattenbildning till undre magasinet främst inom åsen, men en viss grundvattenbildning bedöms kunna ske inom det mindre höjdområdet på Blasieholmen, där bergytan och moränjord finns marknära.

3.2 Tidigare genomförda undersökningar

Genom brunnstester i filterbrunnar vid södra Humlegården och Norrmalmstorg (13CW330Rb), från projektet City Link, har konstaterats att jordlagren har mycket hög vattengenomsläpplighet på 1×10^{-3} m/s respektive 1×10^{-2} m/s. De höga värdena för hydraulisk konduktivitet tyder på en trolig spridning av åsmaterial under lera i området. Det finns även flera välfungerande akviferlager i kvarteret Hästskon och undersökningar utförda för ytterligare ett i kvarteret Trollhättan som tyder på bra förutsättningar för infiltration. Kvarteren ligger ca 100 m väster om infiltrationsområdet, norr respektive söder om Hamngatan.

3.3 Bedömning

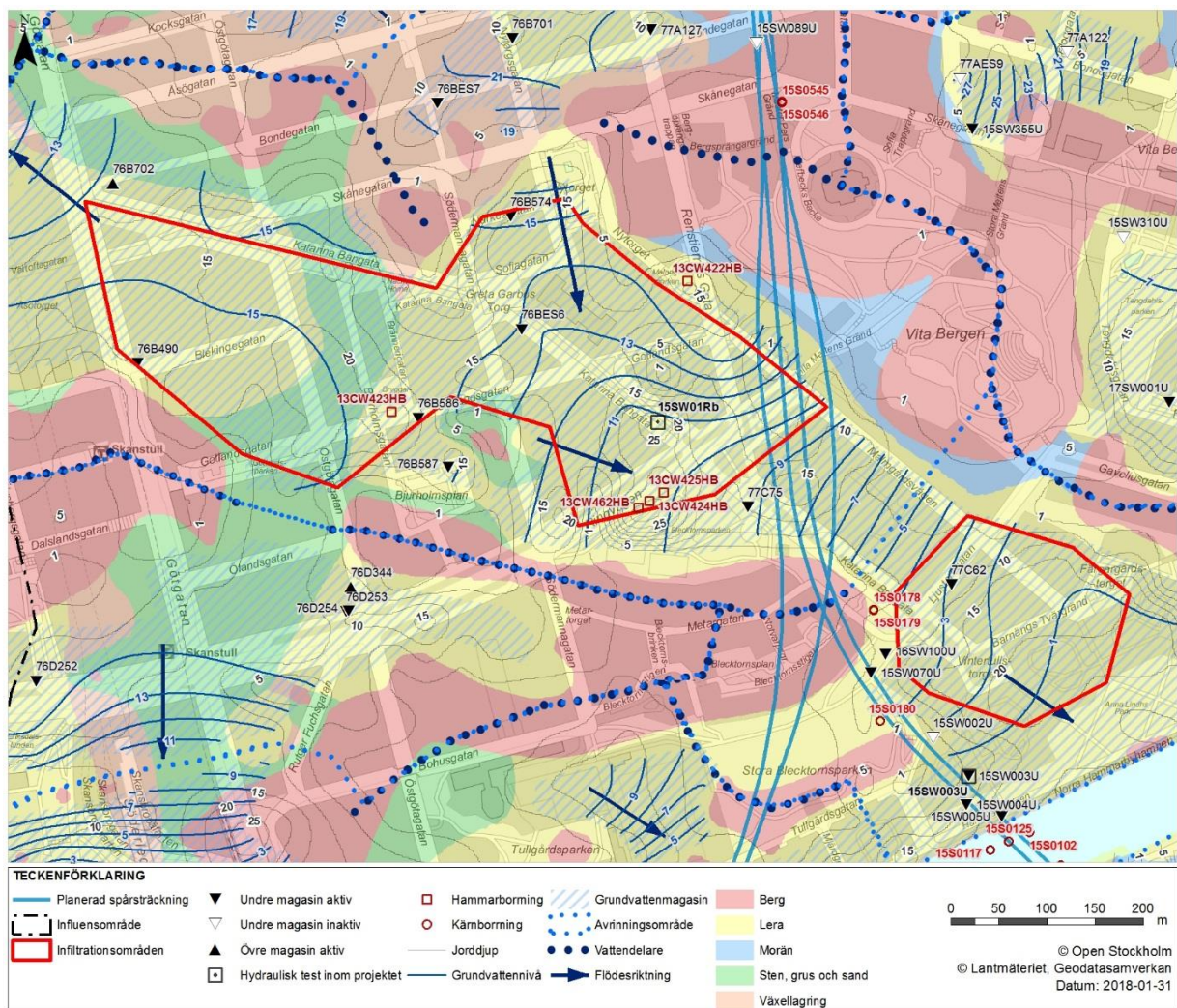
Geologiska förutsättningar och hydrogeologiska egenskaper i och omkring valt område indikerar att det finns goda möjligheter att utföra skyddsinfiltration. Då flera undersökningar utförts i närområdet bedöms inga ytterligare utredningar nödvändiga för att visa på möjligheten till skyddsinfiltration.

4 Katarina Bangata

4.1 Hydrogeologiska förutsättningar

Infiltrationsområdet vid Katarina Bangata består av två delområden. Norra området är beläget kring Katarina Bangata och det södra området ligger mellan Färgarsgårdstorget och Vintertullstorget (Figur 7).

Marknivåerna i det norra området ligger mellan ca +25 och +15, de största nivåskillnaderna finns i området söder om Greta Garbos Torg. Stora delar av området karakteriseras av ytligt liggande berg överlagrat av åsmaterial, sand och grus. Stockholmsåsen som ligger väster om Katarina Bangata har en tydlig åsform med upp till 20 meters jordlagermäktighet. Byggnadsgeologiska kartan samt utförda sonderingar visar på olika jordarter och lermäktigheter inom området. Enligt sonderingar vid korsningarna mellan Katarina Bangata och Gotlandsgatan respektive Katarina Bangata och Ringvägen förekommer ca 5-6 meter fyllning. Samma sonderingar visar ett ca 1,5-2 meter mäktigt lager av friktionsjord ovan berg och 0,5-2 meter friktionsjord ovan lera. Se Bilaga C2 till PM Hydrogeologi för en jord- och bergsektion längs med Katarina Bangata.



Figur 7 Hydrogeologisk karta över infiltrationsområdena vid Katarina Bangata

Det södra infiltrationsområdet ligger 7–8 meter lägre i terrängen än det norra området. Höjdskillnaden inom det södra området är ca 5 meter, med en lutning mot Hammarbyleden. En dalgång i bergöverytan mellan Vita Bergen och Stora Blecktornsparken avgränsar det södra infiltrationsområdet i söder. Berget ligger 5 till 20 meter under markytan med en lutning mot Hammarbykanalen. Sonderingar vid korsning Katarina Bangata-Barnängs tvärgränd visar ett djup till berg på ca 7–8 meter under markytan och ca 2 meter friktionsjord. Se Bilaga C2 till PM Hydrogeologi för en jord- och bergsektion längs med Katarina Bangata.

Inom de båda områdena förekommer två grundvattenmagasin, ett övre i fyllningsjorden och ett undre i friktionsjorden. Skyddsinfiltration kommer främst ske i det undre grundvattenmagasinet. Flera tidigare utförda sonderingar visar att det kan finnas förhållandevis mäktig friktionsjord under leran i området. Grundvattennivån i det norra infiltrationsområdet minskar från ca +15 till +10 med en sydöstlig gradient. Riktning av grundvattenflödet i det norra infiltrationsområdet styrs av bergöverytan, som skapar en nordväst-sydöstlig dalgång längs med Katarina Bangata och Malmgårdsvägen. På grund av kraftig lutning av markytan samt avsmalning av grundvattenmagasinet finns en brant hydraulisk gradient mellan norra och södra infiltrationsområdet. Grundvattennivåerna i det södra området ligger på ca +3 till +1 mot Hammarbyleden.

4.2 Tidigare genomförda undersökningar

Under 2015 utfördes borrhning och installation av en provpumpning i en brunn, 15SW01RB, i bergsvackan strax norr om korsningen Ringvägen och Katarina Bangata. Friktionsjord, bestående av sand/grus, fanns mellan 24,4-27,8 meter under markytan. Brunnens filter installerades i det undre grundvattenmagasinet på 25,8 till 27,8 meter djup med syfte att undersöka friktionsjordens hydrauliska egenskaper. Provpumpningen pågick i sju dagar. Vattenflödet varierade mellan 22,6 och 27,5 l/min och resultaten visar på en hydraulisk konduktivitet på $4,5 \times 10^{-5}$ m/s för friktionsjorden. Respons i form av avsänkning observerades i flera observationsrör i området vilket tyder på en bra hydraulisk kontakt inom det undre grundvattenmagasinet.

Provpumpning har utförts i en bergbrunn väster om Katarina Bangata längs med Ringvägen (13CW425HB), inom projektet City Link. Resultaten från provpumpningen visar en transmissivitet kring 10^{-4} m²/s för övre delen av brunnen.

Ett slugtest har utförts i ett 2-tums grundvattenrör norr om Hammarbyleden (15SW003U), ca 100 meter från det södra infiltrationsområdet har visat en hydraulisk konduktivitet på 1×10^{-5} m/s för friktionsjorden.

Placering av undersökningspunkterna redovisas i Figur 7 ovan.

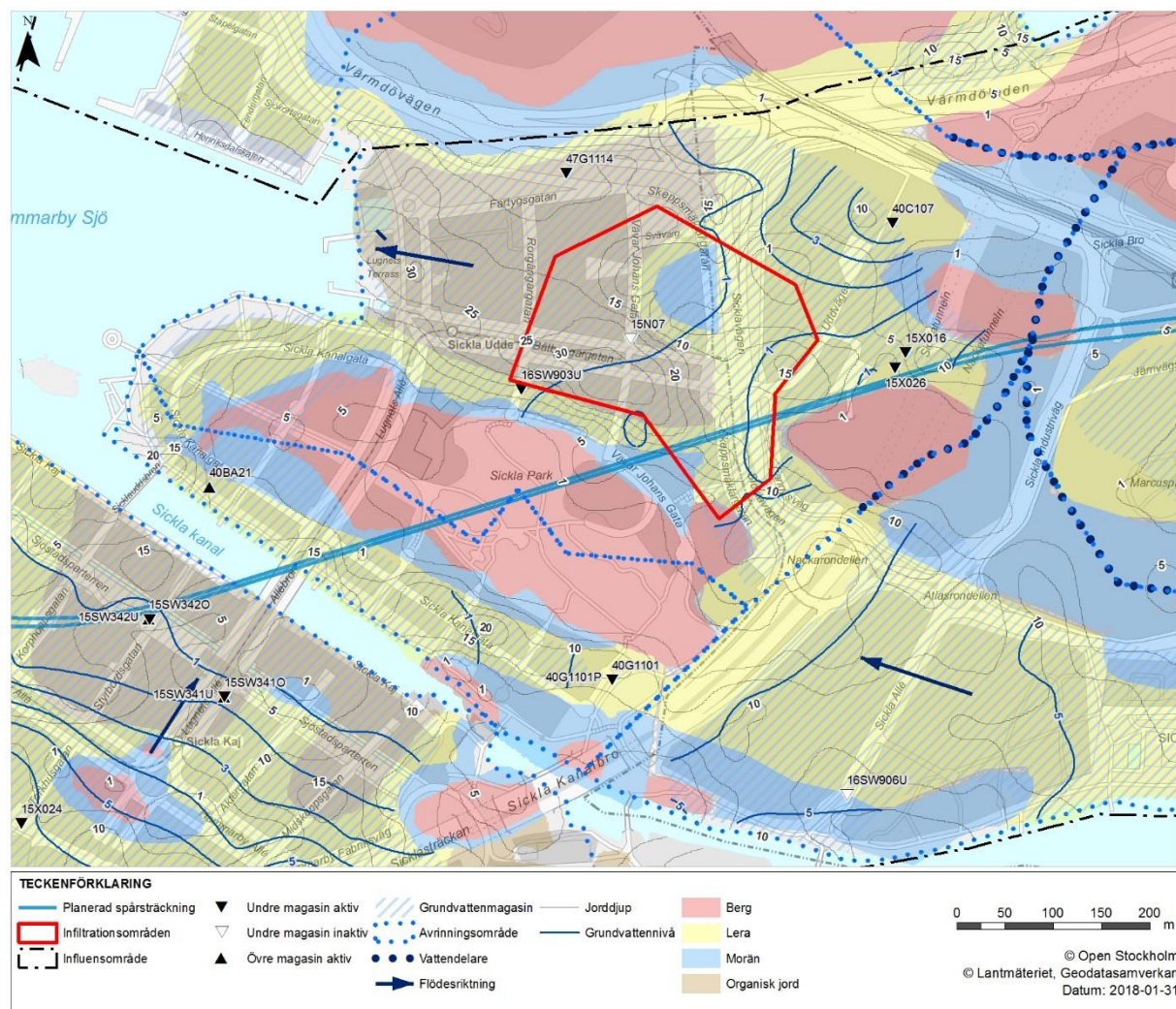
4.3 Bedömning

Hydrauliska egenskaper för det undre magasinet har undersökts genom flera hydrauliska undersökningar, både i och i anslutning till delområdena. Resultaten i sin helhet visar på god genomsläpplighet för friktionsjorden som utgör det undre magasinet. Slutsatsen är därmed att goda förutsättningar att genomföra skyddsinfiltration föreligger i hela området. Utifrån befintligt underlag som presenterats bedöms inga ytterligare utredningar nödvändiga för att visa på möjligheten till skyddsinfiltration.

5 Sickla udde

5.1 Hydrogeologiska förutsättningar

Detta område har beskrivits som området vid Sickla udde (Nobelsvackan) i PM Hydrogeologi och är beläget väster om Sicklavägen längs med Båtbyggargatan (Figur 8).



Figur 8 Hydrogeologisk karta över infiltrationsområdet vid Sickla udde

Sickla udde och västra delen av Sicklaön karakteriseras generellt av större jordlagermaktigheter. Inom det aktuella infiltrationsområdet finns ca 15–30 meter mäktiga jordlager. Jorddjupet är störst längs med Båtbyggargatan. I de östra delarna ligger berget marknära.

Lerjordens mäktighet går upp till 20 meter i de centrala delarna och minskar österut. Områdena där lerlagren är mäktigast sammanfaller med djupt berg och utförda geotekniska undersökningar har visat friktionsjord under lera. Frikktionsjordens mäktighet är dock okänd. I en sonderingspunkt österut vid Sicklavägen hittades ingen lera. Frikktionsjordens mäktighet i denna punkt var ca 6 meter överlagrad av 1 meter fyllning.

Grundvattennivån i infiltrationsområdet ligger på ca +1. En lokal dränerande effekt bedöms påverka grundvattennivåerna kring de befintliga tunnarna för Södra länken.

5.2 Tidigare genomförda undersökningar

En provpumpning i Nobelsvackans övre del utförd av J&W Energi och Miljö (1999) visade på en transmissivitet mellan $1,2 \times 10^{-5}$ och $1,8 \times 10^{-4}$ m²/s beroende på utvärderingsmetod.

Hydrauliska undersökningar har utförts i området i samband med byggnation av Södra länken (Bergab, 2003). Friktionsjordlagerns transmissivitet har beräknats till ca 4×10^{-5} till 3×10^{-4} m²/s. Skyddsinfiltration (behov uppskattat till 100-120 l/min) utfördes under byggnationen av Södra Länken. Det finns idag permanenta infiltrationsanläggningar i Nobelsvackan, men dessa har inte använts de senaste tio åren då man anser att grundvattennivåerna stabiliserat sig.

5.3 Bedömning

Tidigare utförda hydrauliska tester och provpumpningar bekräftar goda hydrauliska egenskaper hos friktionsjorden. Den tidigare utförda skyddsinfiltrationen i samband med byggnationen av Södra länkens tunnlar bekräftar möjligheten för en sådan åtgärd i detta område. Med avseende på det befintliga underlaget för detta område bedöms inga ytterligare utredningar nödvändiga för att visa på möjligheten till skyddsinfiltration.

6 Referenser

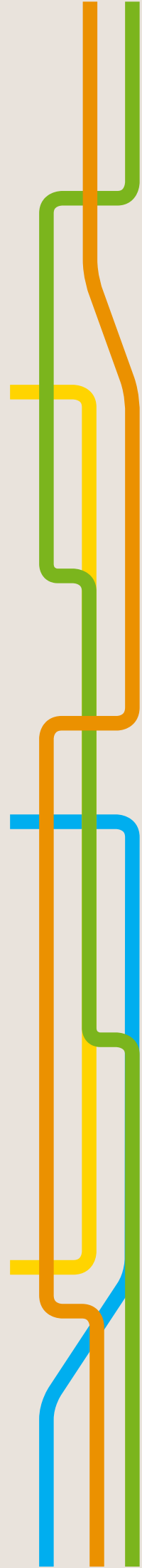
City Link etapp 2 Bilaga 1.4 Provpumpning i bergbrunn 13CW424HB samt i jordbrunn 15SW01R i huvudområde Östermalm

Södra Länken, SLO4 – Infiltrationsförsök vid Nobelsvackan, Bergab 2003

Inläckage och infiltration i Södra Länken 2003-2004, Bergab 2003

Skriftliga uppgifter ang. undersökningar vid Norrmalm och Sickla udde

Stockholms läns landsting har ansvar för att genomföra tunnelbanans utbyggnad inom ramen för 2013 års Stockholmsförhandling. Det innebär planering, projektering och byggnation av ny tunnelbana och nya stationer på fyra olika sträckor. För att kunna genomföra projektet behöver också depåkapaciteten ökas och nya tåg köpas in. Byggstarten beräknas kunna ske 2018 och byggtiden beräknas vara sex till åtta år.



PM Skyddsinfiltration

Bilaga 1

Fältrapport installation av grundvattenrör

Titel: PM Skyddsinfiltration

Uppdragsledare: Johan Axelsson, Sweco/TYPSA

Projektledare: Martin Hellgren, FUT

Bilder & illustrationer: Sweco/TYPSA och SLL där inget annat anges

Dokumentid: 2320-M25-23-00020_bilaga1

Diarienummer: FUT 2016-0026

Utgivningsdatum: 2018-02-02

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
2	Fältrapport	5

1 Inledning

I januari 2018 installerades sex stycken 2" grundvattenrör av Gaia Survey för att kunna utföra ytterligare infiltrationsförsök vid området kring Sockenplan. Denna bilaga är en fältrapport från installationerna med sondering, jordanalys, infiltrationstest i fält och grundvattennivåer. Vid fältarbetet användes preliminära Punkt ID som i PM Skyddsinfiltration har ändrats till rätt namngivning i enlighet med övriga borrhål i uppdraget, se Tabell 1 nedan.

Tabell 1 Punkt ID

Punkt ID, Gaia Survey :	Punkt ID, PM Skyddsinfiltration :
17SWX18	18SW418
17SWX22	18SW422
17SWX23	18SW423
17SWX24	18SW424
17SWX74	18SW474
17SWX75	18SW475

FÄLTRAPPORT

Uppdrag	FUT Sockenplan	Uppdragsnr	####
Beställare	Sweco		
Uppdragsledare	Anna Brunsell		
Borrledare	Ian Gotthard		
Fältpersonal	Johan Nathorst-Böös Diego Velez		
Arbetsmiljöplan	AMP Gaia Survey AB		
Fältarbetena påbörjade	2018-01-08	Avslutade	2018-01-10
Sökväg digital lagring	H:\Gaia\Geoarkiv Gaia\2018\17184 Sweco Sockenplan v2		
Hantering prover:	Egen bil till Sweco Geolab		

Rubrik 2

Koordinatsystem	SWEREF 991800
Höjdsystem	RH2000
Instrument	Leica AS10
Ansvarig	Ian Gotthard
Tid	18-01-08

Sondering och provtagning

Utrustning	Senast kalibrerad	Bilaga
Geotech 604	2017-10-20	604 03341 2017-10-20.pdf
Geotech 504	2017-06-02	504 11432 2017-06-02.pdf

Tabell utförda sonderingar/provtagningar fördelat på metod:

Metod	Antal	Styrande dokument
Jb2	6	SGF 4:2012
Jb-tot	0	SGF 4:2012
Vim	0	SIS-CEN ISO/TS 22476-10
Slb	0	SGF 1:2013
Hfa (DSPH-A)	0	SS-EN ISO 22476-2
CPT/CPTU	0	SS-EN ISO 22476-1
Vb	0	SGF 2:93
Spolprov	6	SS-EN ISO 22475-1
Kv	0	SS-EN ISO 22475-1
Gvr	6	SS-EN ISO 22475-1

Utförda sonderingspunkter

Borrhål	Metod	Datum	Signatur	Väder	Temp	Anmärkning/avvikelse
17SWX18	Jb2	18-01-08	I Gotthard	Klart	-5	
17SWX22	Jb2	18-01-09	D Velez	Klart	-5	
17SWX23	Jb2	18-01-09	I Gotthard	Klart	-5	
17SWX24	Jb2	18-01-09	I Gotthard	Klart	-5	
17SWX74	Jb2	18-01-08	I Gotthard	Klart	-5	
17SWX75	Jb2	18-01-08	I Gotthard	Klart	-5	

Utförda provtagningspunkter

Borrhål	Metod	Datum	Signatur	Väder	Temp	Anmärkning/avvikelse
17SWX18	spolprov	18-01-08	I Gotthard	Klart	-5	
17SWX22	spolprov	18-01-09	D Velez	Klart	-5	
17SWX23	spolprov	18-01-09	I Gotthard	Klart	-5	
17SWX24	spolprov	18-01-09	I Gotthard	Klart	-5	
17SWX74	spolprov	18-01-08	I Gotthard	Klart	-5	
17SWX75	spolprov	18-01-08	I Gotthard	Klart	-5	

Installerade grundvattenrör

Gvr	Typ	Datum	Rörlängd	Rök	Avläsn	Anmärkning/avvikelse
17SWX18	2" metall	18-01-08	18,0	-0,1	2,56	Däcksel, Infiltration
17SWX22	2" metall	18-01-09	16,0	0,82	1,95	Infiltration
17SWX23	2" metall	18-01-09	7,43	0,94	1,99	Infiltration
17SWX24	2" metall	18-01-09	8,0	0,95	2,75	Infiltration
17SWX74	2" metall	18-01-08	6,83	1,03	2,94	Infiltration
17SWX75	2" metall	18-01-08	5,65	-0,1	2,41	Däcksel, Infiltration

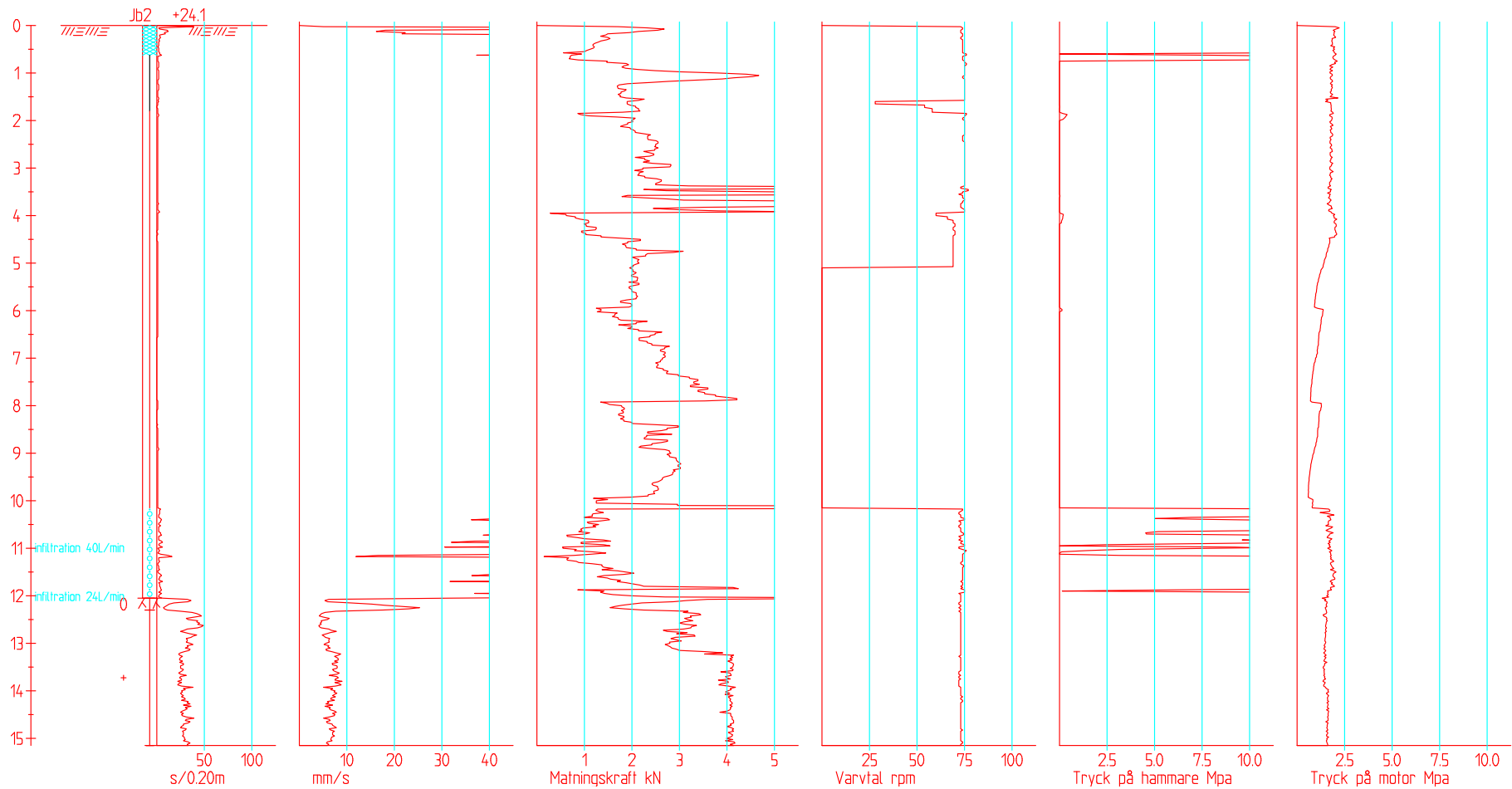
Områdesbeskrivning och övriga noteringar

Infiltrationstest utfört i samtliga punkter

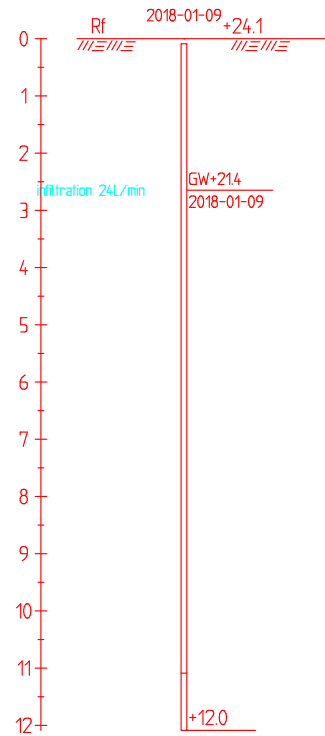
Datum: 2018-01-10

Signatur: I Gotthard

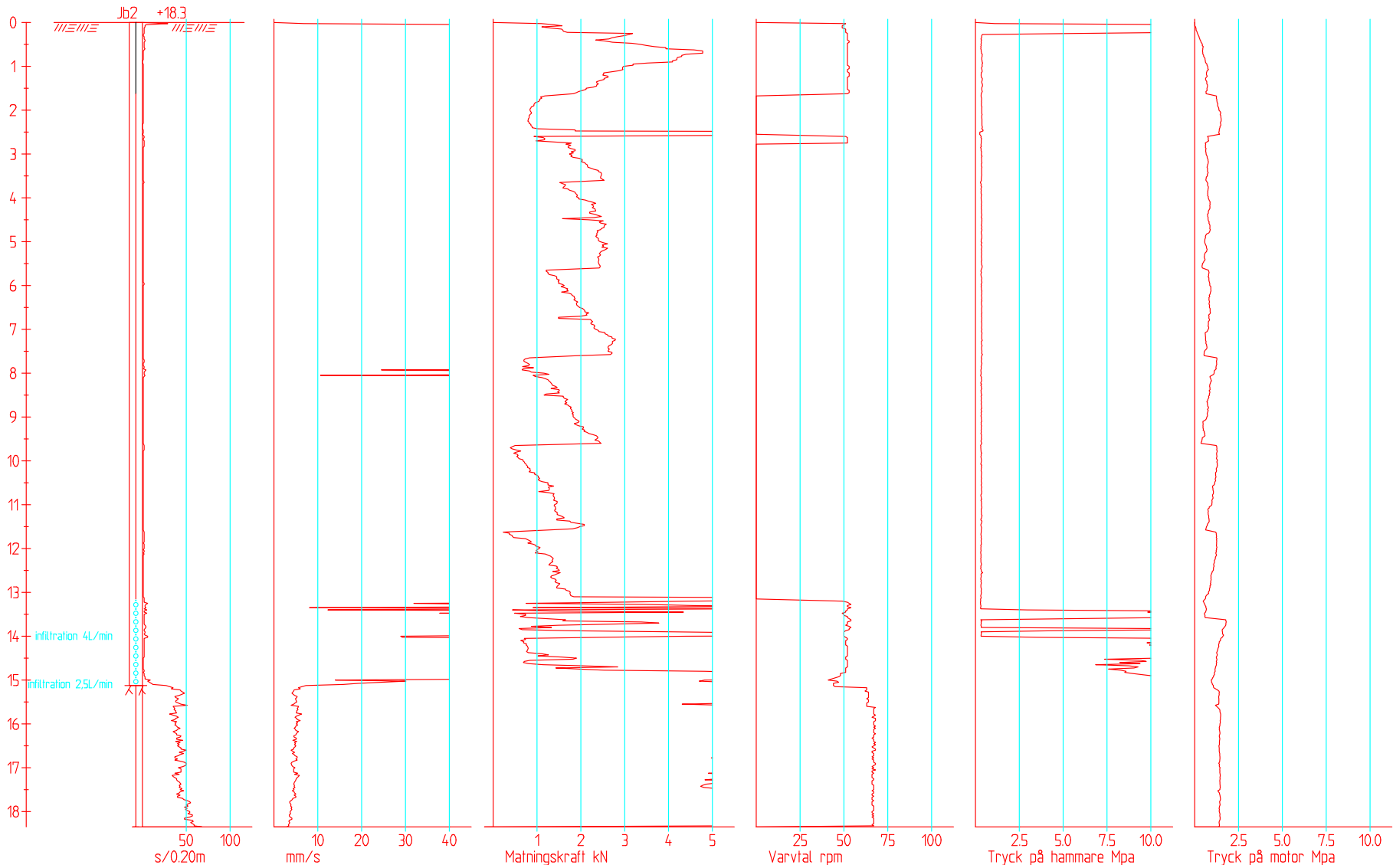
17SWX18



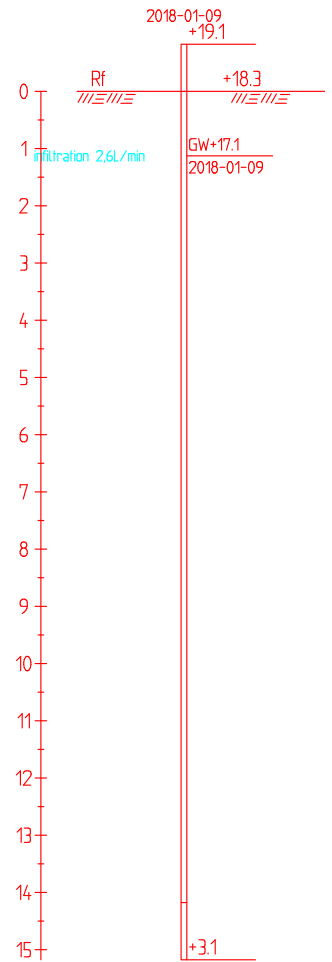
G17SWX18



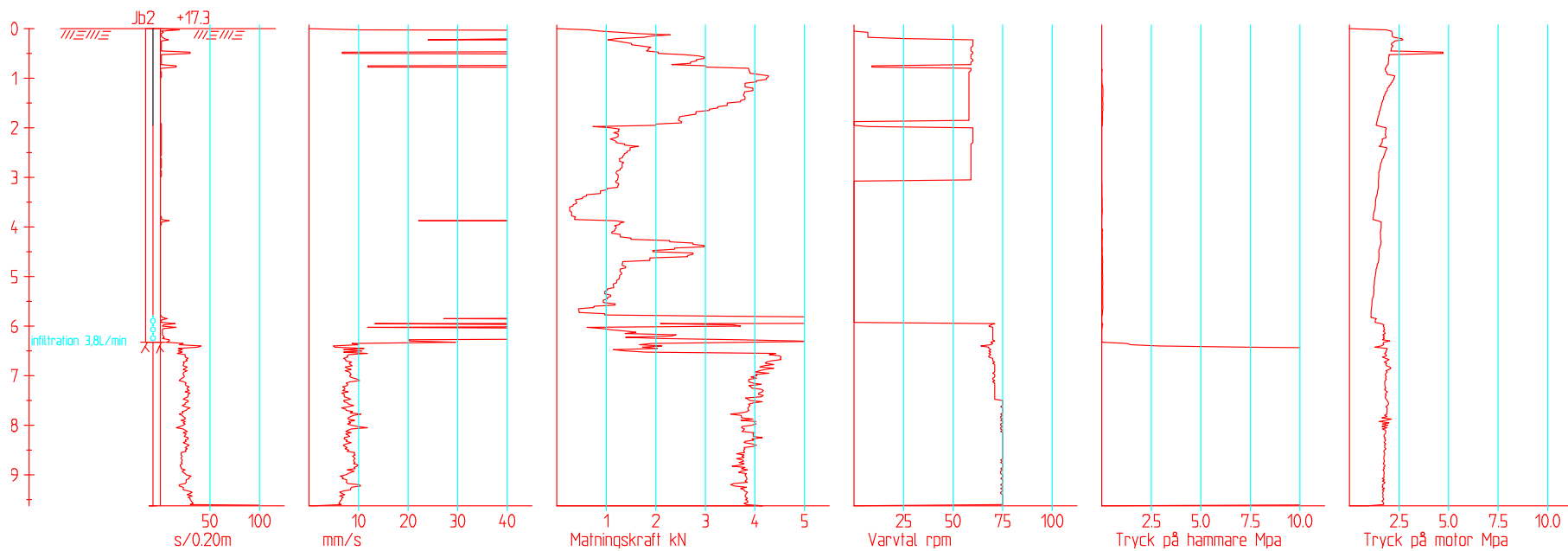
17SWX22



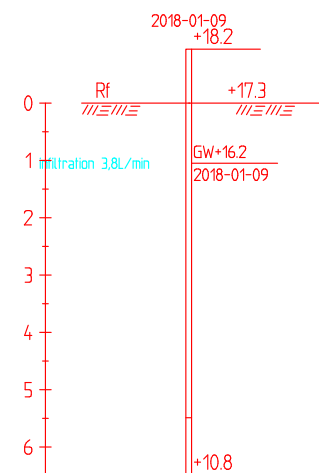
G17SWX22



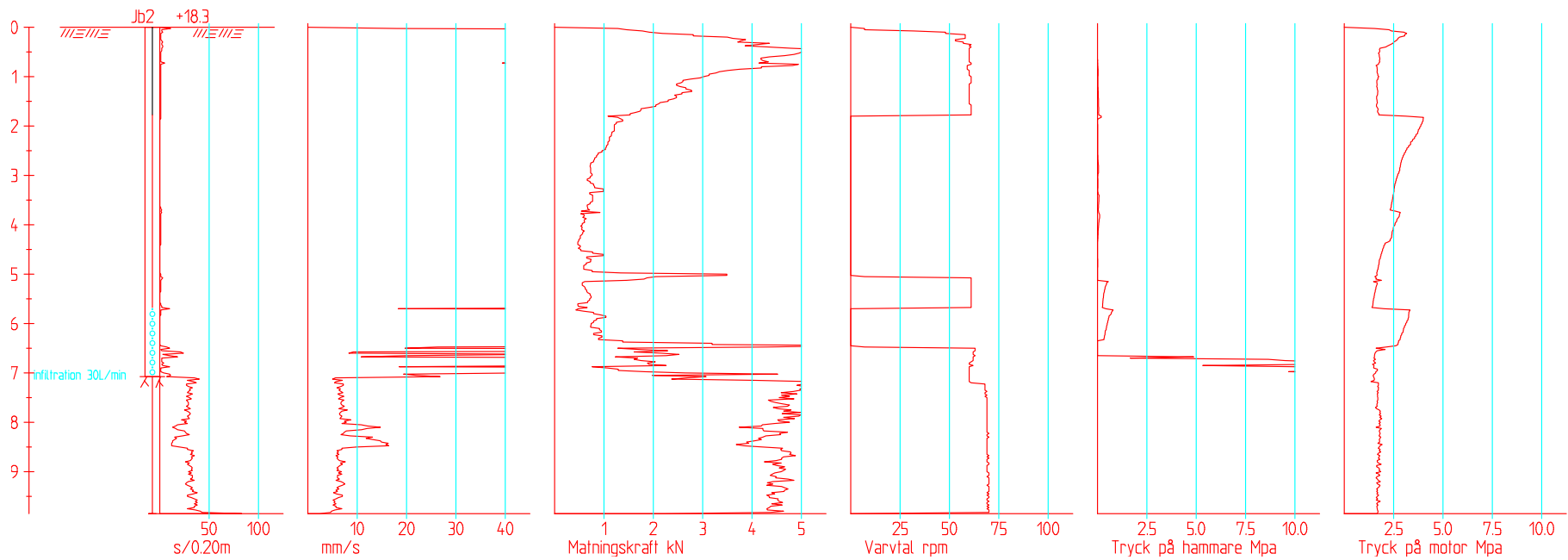
17SWX23A



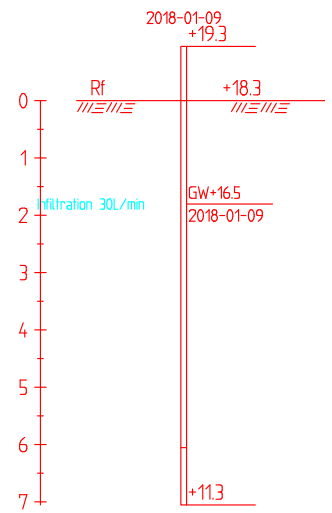
G17SWX23



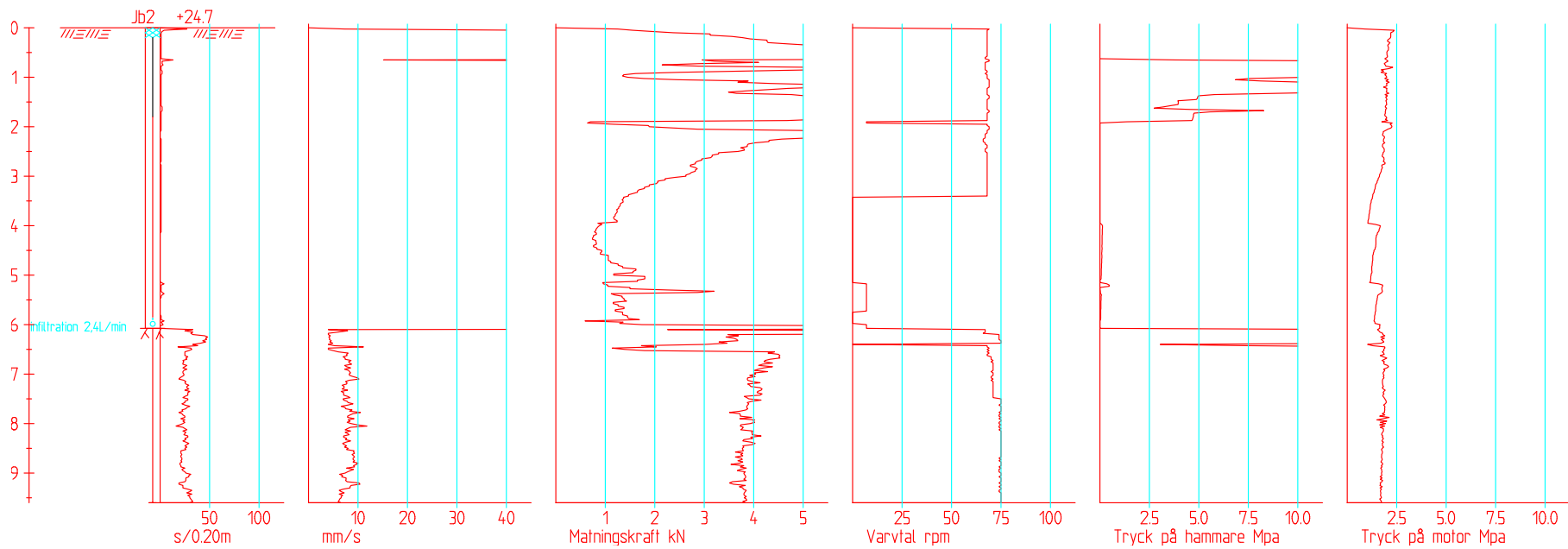
17SWX24



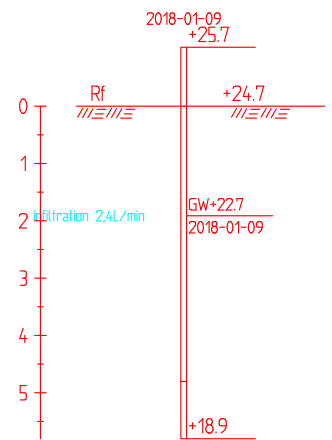
G17SWX24



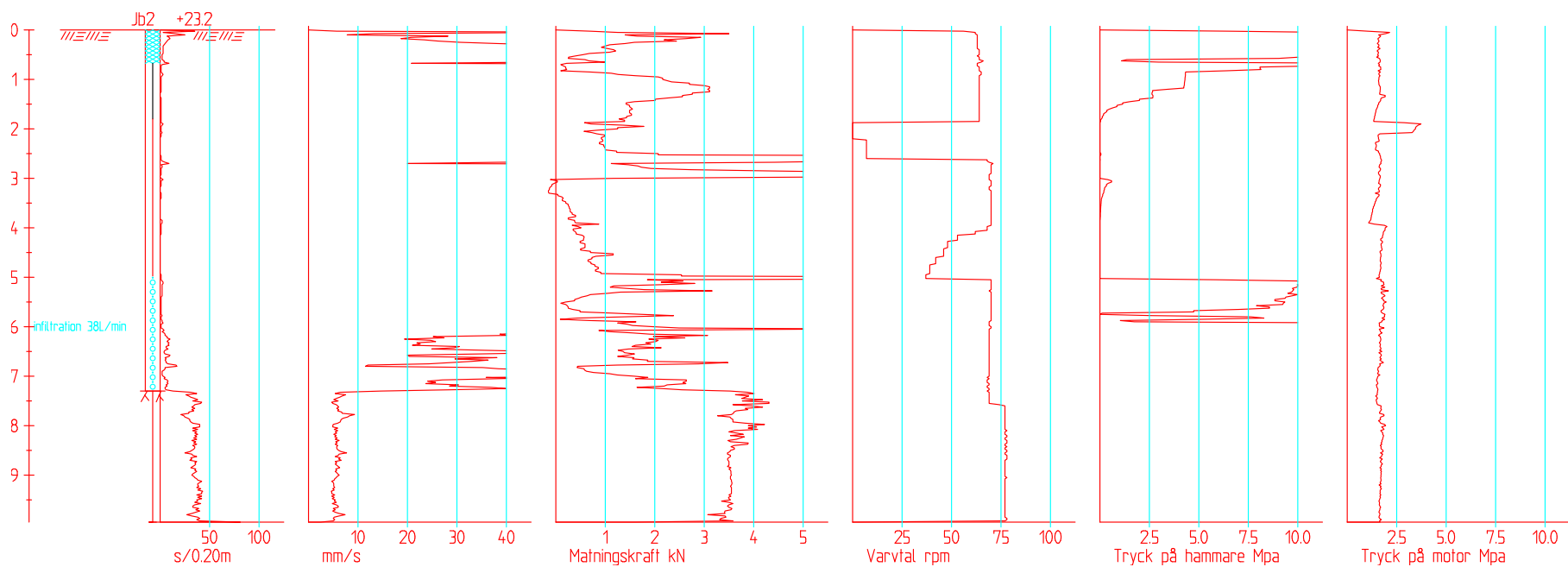
17SWX74



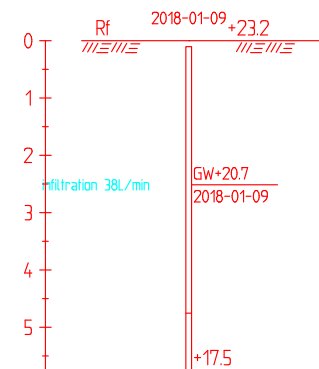
G17SWX74

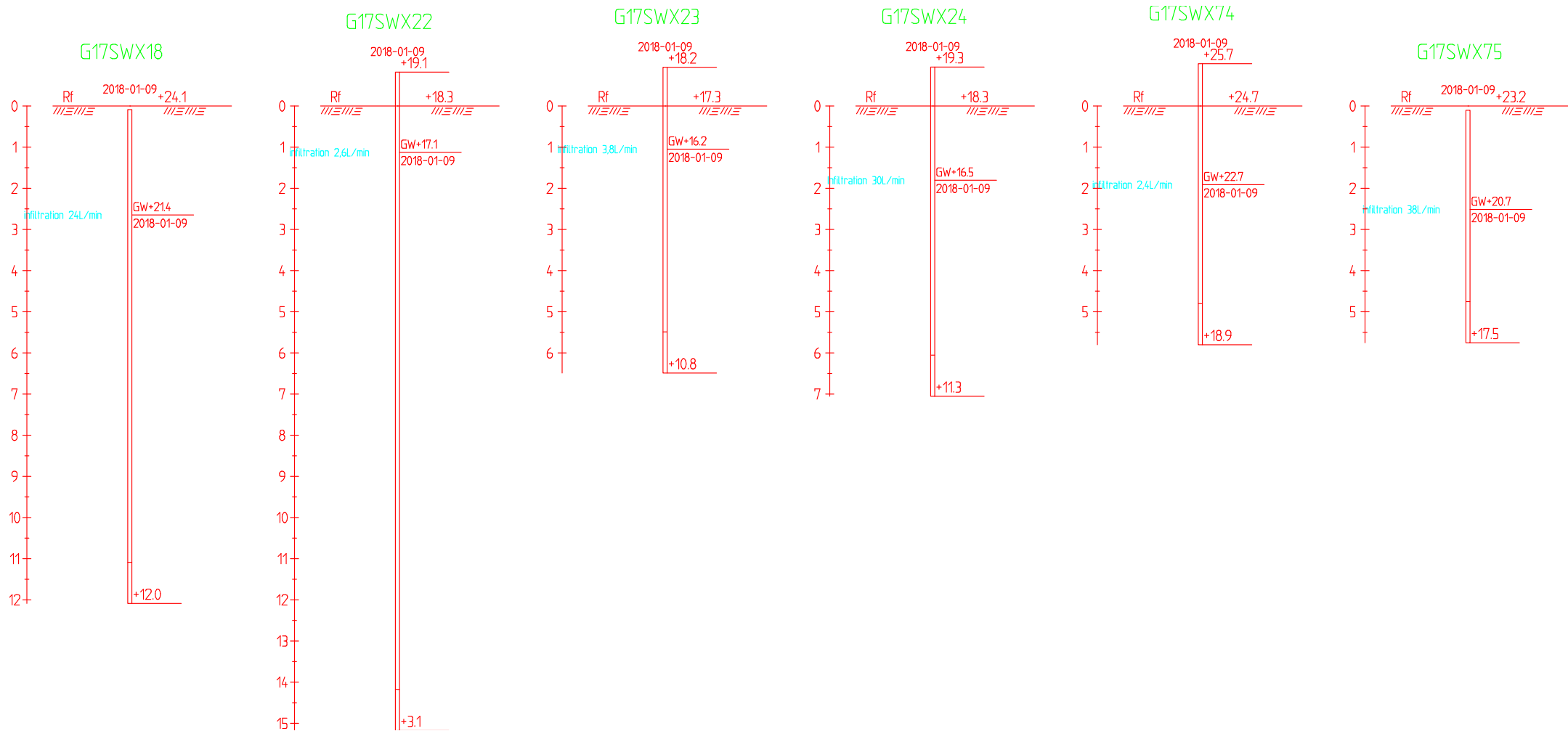


17SWX75



G17SWX75





PROVTAGNINGSPROTOKOLL

Uppdrags nr:	Uppdrags namn: Sockenplan	Blad nr: 1
Borrhål nr: 17SWX18	Signatur: Ian Gotthard	Datum: 2018-01-08

Annat Redskap: SPOLPROV 2"

Djup under ref nivå m	Prov nr		Preliminär geoteknisk Benämning (förkortning)	ANM.
0/10	Ö			
	M	<i>Ej prov</i>		
	U			
10/11	Ö			
	M	1	<i>grSa</i>	<i>Infiltration 40 L/min</i>
	U			
11/12	Ö			
	M	2	<i>saGr</i>	<i>Infiltration 24 L/min</i>
	U			
	Ö			
	M			
	U			
	Ö			
	M			
	U			
	Ö			
	M			
	U			
	Ö			
	M			
	U			

Gaia Survey AB

0708552550

PROVTAGNINGSPROTOKOLL

Uppdrags nr:	Uppdrags namn: Sockenplan	Blad nr: 3
Borrhål nr: 17SWX75	Signatur: Ian Gotthard	Datum: 2018-01-08

Annat Redskap: SPOLPROV 2"

Djup under ref nivå m	Prov nr		Preliminär geoteknisk Benämning (förkortning)	ANM.
0/5	Ö			
	M	<i>Ej prov</i>		
	U			
5/6	Ö			
	M	<i>1</i>	<i>grSa</i>	<i>Infiltration 38 L/min</i>
	U			
	Ö			
	M			
	U			
	Ö			
	M			
	U			
	Ö			
	M			
	U			
	Ö			
	M			
	U			
	Ö			
	M			
	U			

Gaia Survey AB

0708552550

PROVTAGNINGSPROTOKOLL

Uppdrags nr:	Uppdrags namn: Sockenplan	Blad nr: 4
Borrhål nr: 17SWX24	Signatur: Ian Gotthard	Datum: 2018-01-09

Annat Redskap: SPOLPROV 2"

Djup under ref nivå m		Prov nr	Preliminär geoteknisk Benämning (förkortning)	ANM.
0/5,5	Ö			
	M	<i>Ej prov</i>		
	U			
5,5/7	Ö			
	M	<i>1</i>	<i>sa</i>	<i>Infiltration 30 L/min</i>
	U			
	Ö			
	M			
	U			
	Ö			
	M			
	U			
	Ö			
	M			
	U			
	Ö			
	M			
	U			

Gaia Survey AB

0708552550

PROVTAGNINGSPROTOKOLL

Uppdrags nr:	Uppdrags namn: Sockenplan	Blad nr: 5
Borrhål nr: 17SWX23	Signatur: Ian Gotthard	Datum: 2018-01-09

Annat Redskap: SPOLPROV 2"

Djup under ref nivå m		Prov nr	Preliminär geoteknisk Benämning (förkortning)	ANM.
0/5,8	Ö			
	M	<i>Ej prov</i>		
	U			
5,8/ 6,4	Ö			
	M	<i>1</i>	<i>grSa</i>	<i>Infiltration 3,8 L/min</i>
	U			
	Ö			
	M			
	U			
	Ö			
	M			
	U			
	Ö			
	M			
	U			
	Ö			
	M			
	U			
	Ö			
	M			
	U			

Gaia Survey AB

0708552550

PROVTAGNINGSPROTOKOLL

Uppdrags nr:	Uppdrags namn: Sockenplan	Blad nr: 1
Borrhål nr: 17SWX22	Signatur: Diego Velez	Datum: 2018-01-09

Annat Redskap: SPOLPROV 2"

Djup under ref nivå m		Prov nr	Preliminär geoteknisk Benämning (förkortning)	ANM.
0/13,3	Ö			
	M	<i>Ej prov</i>	<i>le</i>	
	U			
13,3/ 14	Ö			
	M	<i>1</i>	<i>grSa</i>	<i>Infiltration 4 L/min</i>
	U			
14/15	Ö			
	M	<i>2</i>	<i>saGr</i>	<i>Infiltration 2,5 L/min</i>
	U			
	Ö			
	M			
	U			
	Ö			
	M			
	U			
	Ö			
	M			
	U			
	Ö			
	M			
	U			

Gaia Survey AB

0708552550

PROVTAGNINGSPROTOKOLL

Uppdrags nr:	Uppdrags namn: Sockenplan	Blad nr: 2
Borrhål nr: 17SWX74	Signatur: I Gotthard	Datum: 2018-01-08

Annat Redskap: SPOLPROV 2"

Djup under ref nivå m		Prov nr	Preliminär geoteknisk Benämning (förkortning)	ANM.
0/5,6	Ö			
	M	<i>Ej prov</i>	<i>le</i>	
	U			
5,6/6	Ö			
	M	<i>1</i>	<i>grSa</i>	<i>Infiltraion 2,4L/min</i>
	U			
	Ö			
	M			
	U			
	Ö			
	M			
	U			
	Ö			
	M			
	U			
	Ö			
	M			
	U			
	Ö			
	M			
	U			

Gaia Survey AB

0708552550

Stockholms läns landsting har ansvar för att genomföra tunnelbanans utbyggnad inom ramen för 2013 års Stockholmsförhandling. Det innebär planering, projektering och byggnation av ny tunnelbana och nya stationer på fyra olika sträckor. För att kunna genomföra projektet behöver också depåkapaciteten ökas och nya tåg köpas in.

Byggstarten beräknas kunna ske 2018 och byggtiden beräknas vara sex till åtta år.

