



PM Infiltrationstest vid arbetstunnel C4 i Veddesta

Kontrollprogram grundvatten för tunnelbana från
Akalla till Barkarby

Titel: PM Infiltrationstest vid Barkarby

Konsult: Ramböll Sverige AB

Författare: Jean-Marc Mayotte, Niklas Andersson

Projektledare:

Bilder & illustrationer: Ramböll, Tyréns och SLL om inget annat anges

Dokumentid:

Diarienummer:

Utgivningsdatum: 2018-09-28

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	Uppdrag och syfte.....	4
2	Koordinatsystem.....	4
3	Metod/utförande.....	4
3.1	Infiltrationstest	4
3.1.1	18RT002B.....	5
3.1.2	18RT006B	6
4	Resultat och Diskussion	7
4.1	18RT002B	7
4.2	18RT006B	9
5	Slutsatser	12

Bilagor

Bilaga 1: Borrprotokoll för formationsfilterbrunn 18RT002B

Bilaga 2: Borrprotokoll för formationsfilterbrunn 18RT006B

1 Uppdrag och syfte

Mark-och miljödomstolen i Nacka har genom deldom den 24 november 2017 i mål M 7039-15 meddelat Stockholms läns landsting (SLL) tillstånd till vattenverksamhet enligt miljöbalken. Som villkor för vattenverksamheten behöver SLL bl.a. utföra infiltration i syfte att motverka avsänkning av grundvattennivån. Brunnar för infiltration ska vara funktionskontrollerade innan grundvattenbortledning får påbörjas. Denna PM redovisar resultaten från utfört infiltrationstest där den planerade arbetstunneln i Veddesta ansluter till Äggelundavägen, se Figur 1.

Infiltrationstest genomfördes i filterbrunnar 18RT002B respektive 18RT006B, i syfte att utreda magasinets infiltrationskapacitet och påverkansavstånd från infiltrationspunkterna.

Målet är att motverka skadliga grundvattennivåsänkningar vid prognosticerat inläckage till arbetstunnelanläggningen.

2 Koordinatsystem

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

3 Metod/utförande

Infiltrationstest har genomförts där den planerade tunnelanläggningens uppgång ska anslutas till Äggelundavägen, se Figur 1. Testet genomfördes i två infiltrationsbrunnar, 18RT002B och 18RT006B, vid olika tidpunkter. Borrprotokollen för installationen av brunnarna redovisas i Bilaga 1 respektive Bilaga 2.

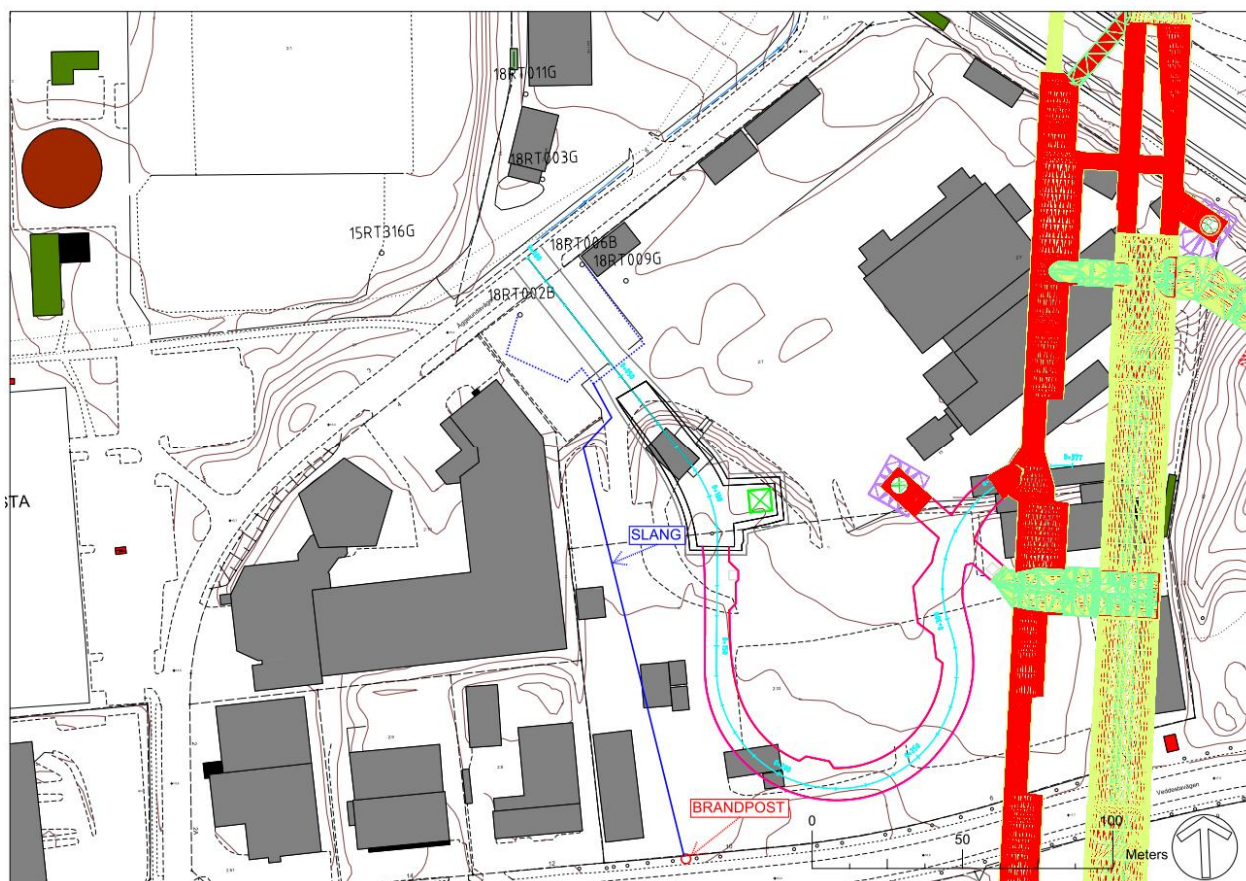
Brunnar 18RT002B och 18RT006B ersätter grundvattenrör 18RT002G respektive 18RT006G. Placeringen av brunnarna bestämdes utifrån resultaten från ett tidigare utfört infiltrationstest i grundvattenrör 18RT002G vilket visade en tydlig ökning av grundvattentrycknivåer norr om denna punkt.

3.1 Infiltrationstest

Infiltrationstesterna genomfördes vid olika tidpunkter i 18RT002B och 18RT006B. Automatiska grundvattennivåmätare (divers) installerades i fem observationsrör för testet i 18RT002B och i 18RT006B. Divers installerades också i den aktuella infiltrationsbrunnen. En barometer monterades i ett observationsrör för att erhålla lokala lufttrycksdata under båda testerna. Observationsrörens läge presenteras i Figur 1.

Vatten till båda infiltrationstesterna hämtades från en brandpost ca 200 m söder om infiltrationspunkterna vid Veddestavägen. Vattnet leddes genom en 1-tums gummislang. Slangens dragnings och brandpostens läge redovisas i Figur 1.





Figur 1. Område där infiltration utförts i Veddesta samt observationsrör och ungefärligt läge för brandpost och slang till de två infiltrationstesterna. Brunn 18RT002B och 18RT006B användes för infiltration.

3.1.1 18RT002B

Infiltrationsbrunnen 18RT002B var den första av de två brunnar som testades. Testet utfördes under de första två veckorna i juli. Innan infiltrationstestet start installerades divers i fem observationsrör samt i infiltrationsbrunnen. Redovisning av aktuella observationsrör och infiltrationsbrunnen samt de ursprungliga grundvattentrycknivåerna presenteras i Tabell 1. Grundvattentrycknivåer i området ligger mellan 1,3 och 6 m under markytan, se Tabell 1.

Tabell 1. Observationsrör samt infiltrationsrör med divers som ingick i infiltrationstestet. Uppmätt grundvattennivå avser ursprunglig nivå.

Obs.punkt	Rörtyp/Ø	Gradning ^a	X	Y	Z ^b [möh]	GV-nivå [möh]
18RT002B (infiltration)	Filterbrunn/134 mm (filter)	0°	6587966	141790	14,745	11,4
18RT006G	Filterbrunn/134 mm (filter)	0°	6587981	141811	14,718	11,2
18RT009G	Stål/2"	0°	6587975	141825	14,57	11,13
18RT003G	Stål/2"	0°	6588010	141799	14,962	11,2
15RT316	PEH/2"	0°	6587988	141744	12,696	11,4
18RT011G	Stål/2"	0°	6588039	141795	14,449	10,1

^a: relativt vertikalplan

^b: markytan



Flödet mättes med hjälp av en flödesmätare monterad på slangen vid infiltrationspunkten. Flödet justerades med ventil på flödesmätaren så att vattennivån i brunnen ställdes in strax under brunns överkant. Infiltration i brunn 18RT002B startades och stoppades tre gånger mellan den 2 och 11 juli på grund av komplikationer. Start- och stopptid samt infiltrationsflödet redovisas i Tabell 2.

Tabell 2. Start- och stopptid för infiltration i brunn 18RT002B samt infiltrationsflödet

Starttid	Stopptid	Flöde [l/min]
2018-07-02 kl. 13:00	2018-07-03 kl. 19:00	44
2018-07-06 kl. 11:02	2018-07-07 kl. 23:50	42
2018-07-09 kl. 14:30	2018-07-11 kl. 10:39	34

Brunns överkant var inte inmätt inför testet. Brunns överkant beräknades till 16,25 m.ö.h. utifrån marknivån vid brunnen (Tabell 1) och borrprotokollen (Bilaga 1). Brunn 18RT002B kapades strax efter att testet avslutats för att anpassas till en provisorisk väg. Brunns överkantnivå efter kapningen ligger jämt med markytan vid brunnen, se Tabell 1.

3.1.2 18RT006B

Brunn 18RT006B testades efter testet i 18RT002B avslutades. Testet utfördes under den fjärde veckan i augusti. Innan infiltrationstestet start installerades divers i fem observationsrör samt infiltrationsbrunnen. Redovisning av aktuella observationsrör och infiltrationspunkten samt de ursprungliga grundvattentrycknivåerna presenteras i Tabell 3. Grundvattennivåer i området ligger mellan 1,2 och 6,3 m under markytan, se Tabell 3.

Tabell 3. Observationsrör samt infiltrationsrör med diver som ingick i infiltrationstestet. Uppmätt grundvattennivå avser ursprunglig nivå.

Obs.punkt	Rörtyp/Ø	Gradning ^a	X	Y	Z ^b [möh]	GV-nivå [möh]
18RT002B	Filterbrunn/134 mm (filter)	0°	6587966	141790	14,745	11,2
18RT006G (infiltration)	Filterbrunn/134 mm (filter)	0°	6587981	141811	14,718	11
18RT009G	Stål/2"	0°	6587975	141825	14,57	10,9
18RT003G	Stål/2"	0°	6588010	141799	14,962	11,0
15RT316	PEH/2"	0°	6587988	141744	12,696	11,2
18RT011G	Stål/2"	0°	6588039	141795	14,449	10,0

^a: relativt vertikallplan

^b: markytan

Flödet mättes med hjälp av en flödesmätare monterad på slangen vid infiltrationspunkten. Flödet justerades med ventil på flödesmätaren så att vattennivån i röret ställdes in strax under brunns överkant. Infiltrationstestet i rör 18RT006G startades kl. 13:42 den 21 augusti med ett flöde på ca 7,4 l/min. Den 22 augusti justerades flödet till 4,8 l/min, med vattenpelaren på nivån 0,3 m under brunns överkantnivå. Testet avslutades den 24 augusti kl. 10:10.

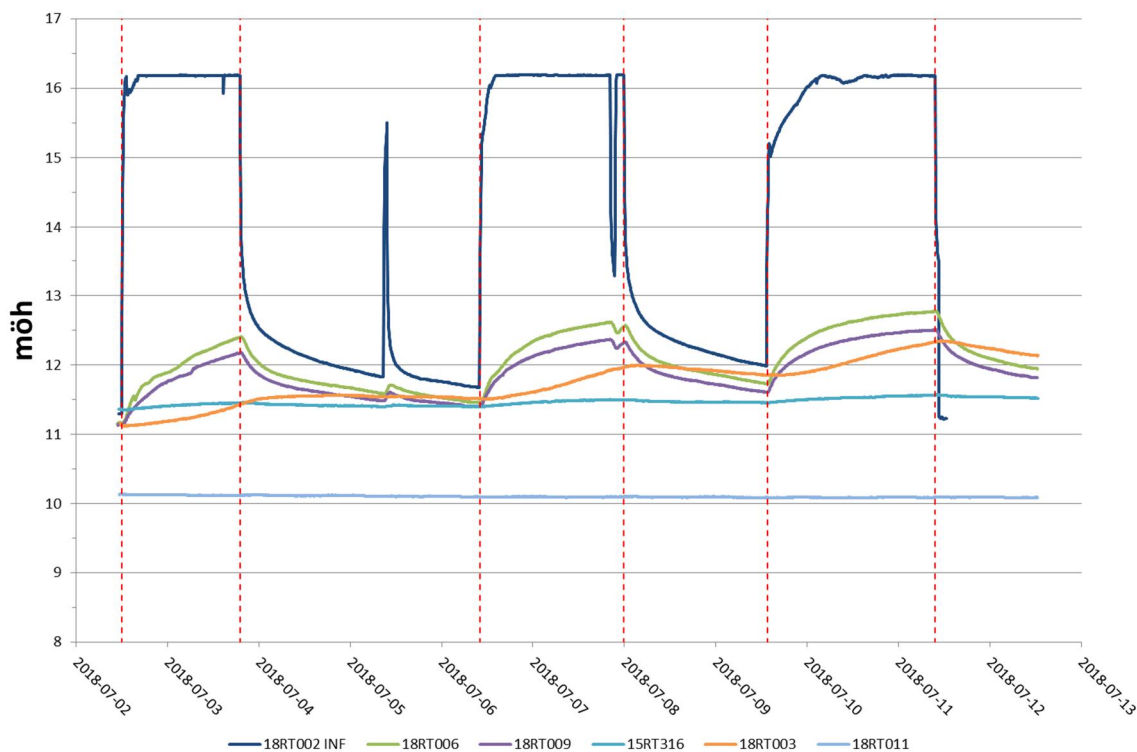
Brunns överkantnivå var aldrig inmätt inför testet. Brunns överkantnivå beräknades till 16,22 m.ö.h. utifrån marknivån vid brunnen (Tabell 3) och borrprotokollen (Bilaga 2).



4 Resultat och Diskussion

4.1 18RT002B

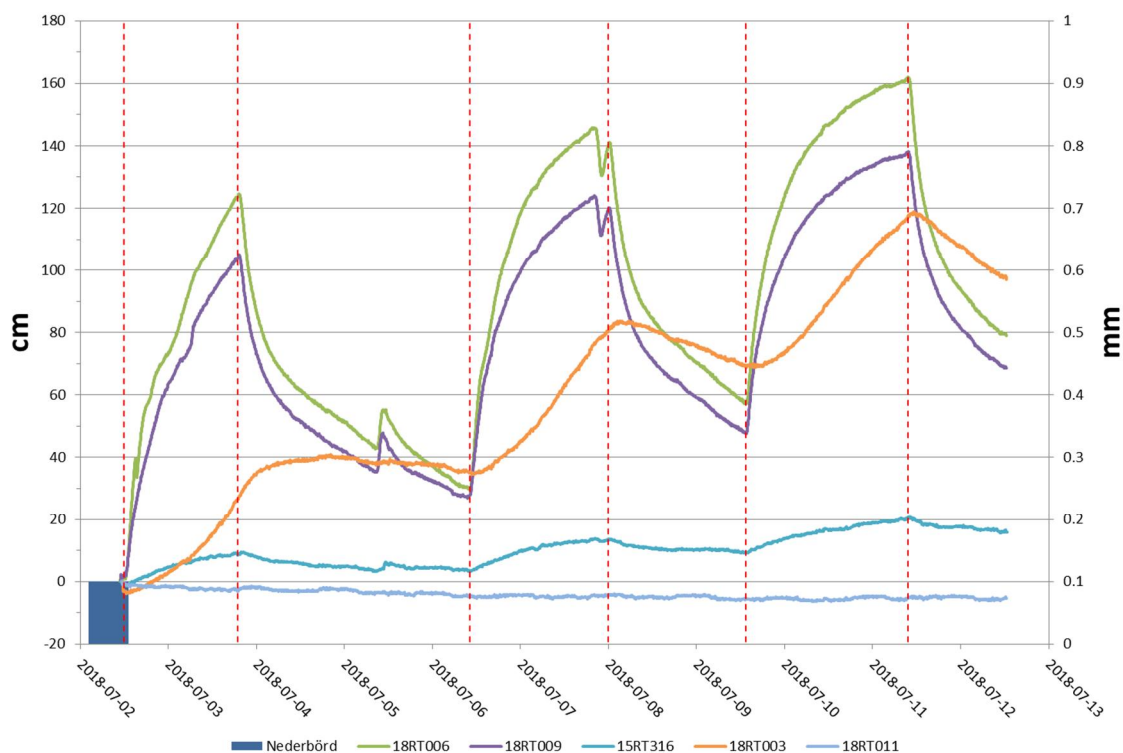
Infiltrationstestet i 18RT002B startades och stoppades tre gånger på grund av komplikationer, se Tabell 2. Figur 2 illustrerar uppmätta grundvattentrycknivåer under testet, kompenserade för lufttrycket. Under alla tre individuella infiltrationsförsök var vattnets trycknivå i brunnen ca 4 m över brunns ursprungliga trycknivå, se Figur 2. Vattennivån i brunnen var relativt konstant under de tre infiltrationsperioderna.



Figur 2. Grundvattnets trycknivå i observationsrören samt infiltrationspunkten (18RT002B) under infiltrationen och återhämtningstiden. Start- och stopptid för infiltrationen är markerade med röda streckade linjer.

Figur 3 illustrerar förändringen av trycknivåerna i samtliga observationspunkter exklusive infiltrationsbrunnen. En noterbar ökning av vattennivån i samtliga observationspunkter, förutom rör 18RT011G, kan observeras under infiltrationsperioderna, se Figur 3.



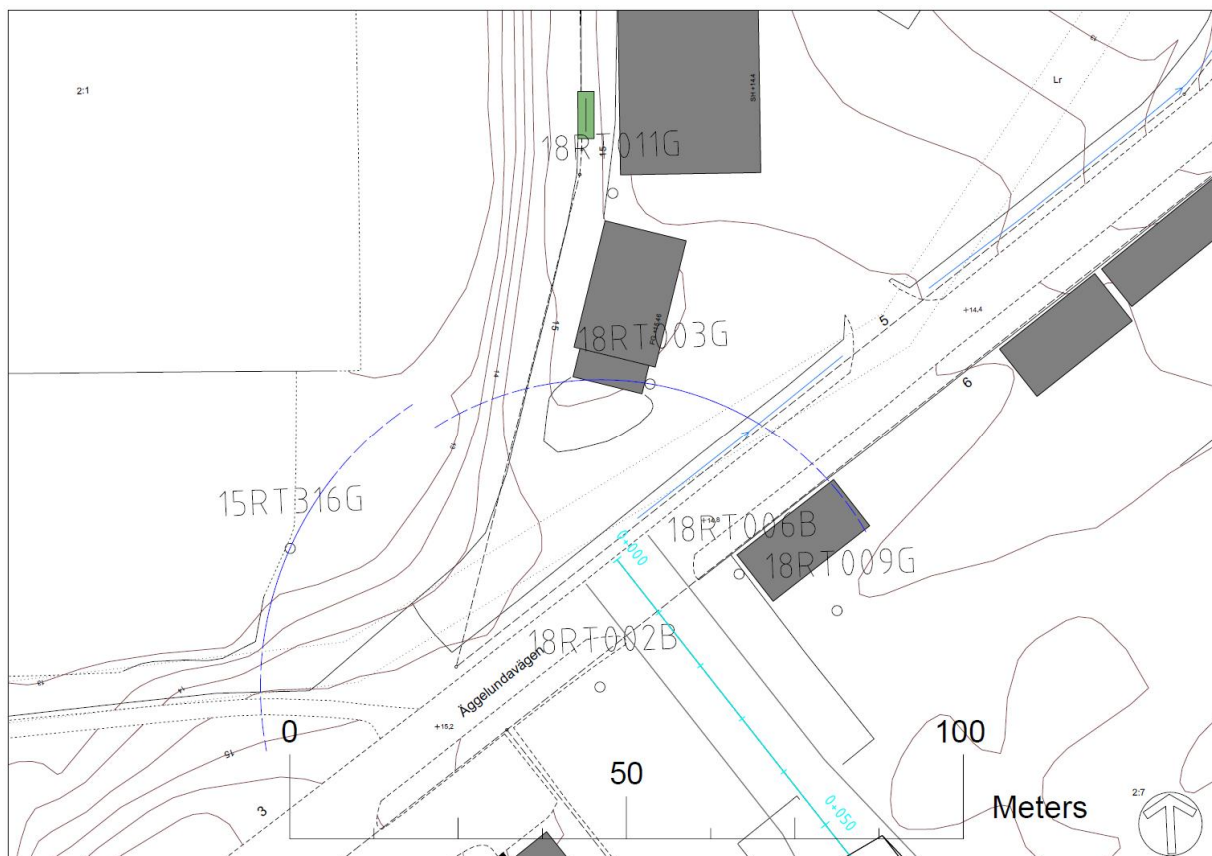


Figur 3. Förändring av grundvattentrycknivå jämfört med ursprunglig grundvattentrycknivå (vänster axel) samt nederbördsdata från SMHI:s mätstation "Stockholm" (höger axel). Start- och stopptid för infiltrationen är markerade med röda streckade linjer.

Tabell 4 visar förändringen av trycknivån i observationspunkten från början till slutet av testet, observationspunktens avstånd till infiltrationsbrunnen och en bedömd påverkan av infiltrationstestet. Vid analys av påverkan från testet framgår det att nivåförändringar uppmättes i observationspunkt på minst 50,4 m avstånd norr om infiltrationspunkten, se Tabell 5 och Figur 5.

Tabell 4. Observationsrörens avstånd från infiltrationsbrunnens samt uppmätt förändring av trycknivå från början till slutet av de tre infiltrationsförsök.

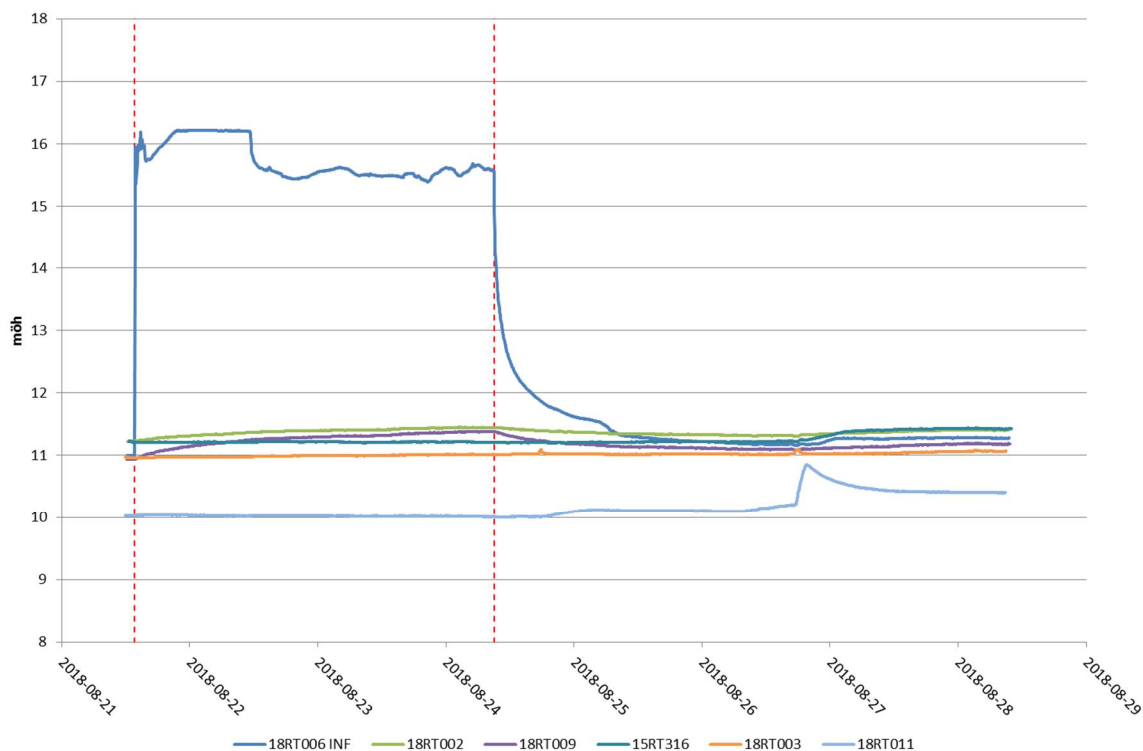
Obs. punkt	Avstånd från infiltrationspunkt [m]	Bedömd max. påverkan [cm]	Inom bedömt influensområde?
18RT006B	26,6	160	Ja
18RT009G	37,0	135	Ja
18RT003G	45,7	120	Ja
15RT316G	50,4	20	Ja
18RT011G	73,4	0	Nej



Figur 4. Gränser för bedömde minimal infiltrationspåverkan i riktning mot observationsrör 15RT316G (50,4 m radie) samt 18RT003G (45,7 m radie). Gränser redovisas som blåa streckade bågar.

4.2 18RT006B

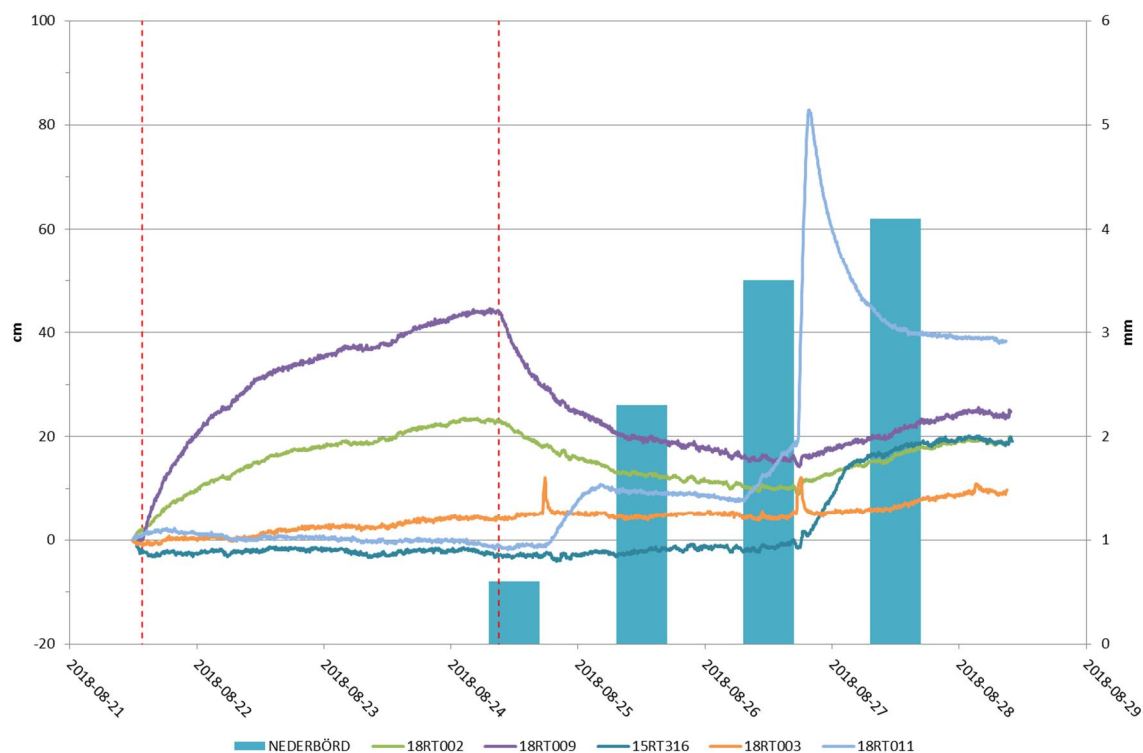
Infiltrationstestet pågick under ca tre dygn med ett flöde om ca 4,2 l/min. Figur 5 illustrerar uppmätta trycknivåer i observationsrören under testet, kompenserade för lufttryck. Under testet var vattnets trycknivå i brunnen ca 5 m över brunns ursprungliga trycknivå, se Figur 5. Vattennivån i infiltrationsbrunnen var relativt konstant under hela infiltrationsperioden.



Figur 5. Grundvattnets trycknivå vid samtliga observationspunkter samt infiltrationspunktent under infiltrationen och återhämtningstiden. Start- och stopptid för infiltrationen är markerade med röda streckade linjer.

Ett enkelt kapacitetstest utfördes när brunnen installerades. Infiltrationskontroll visade att filterbrunnen hade en kapacitet på ca 21 l/min (Bilaga 2) vilket var ca 5 gånger mer än flödet under infiltrationstestet. Det tyder på att brunnsens kapacitet för att ta vatten hade minskat mellan den 29 maj (installationsdatum, se Bilaga 2) och testets uppstart den 21 augusti. Minskningen i brunnsens kapacitet var troligen på grund av igensättning av filtret av finkornigt material.

Figur 6 illustrerar förändringen av grundvattentrycknivåer vid samtliga observationspunkter exklusive infiltrationsbrunnen. En noterbar ökning av trycknivån vid alla observationspunkter, förutom rör 18RT011G, kan observeras under infiltrationsperioden, se Figur 6.



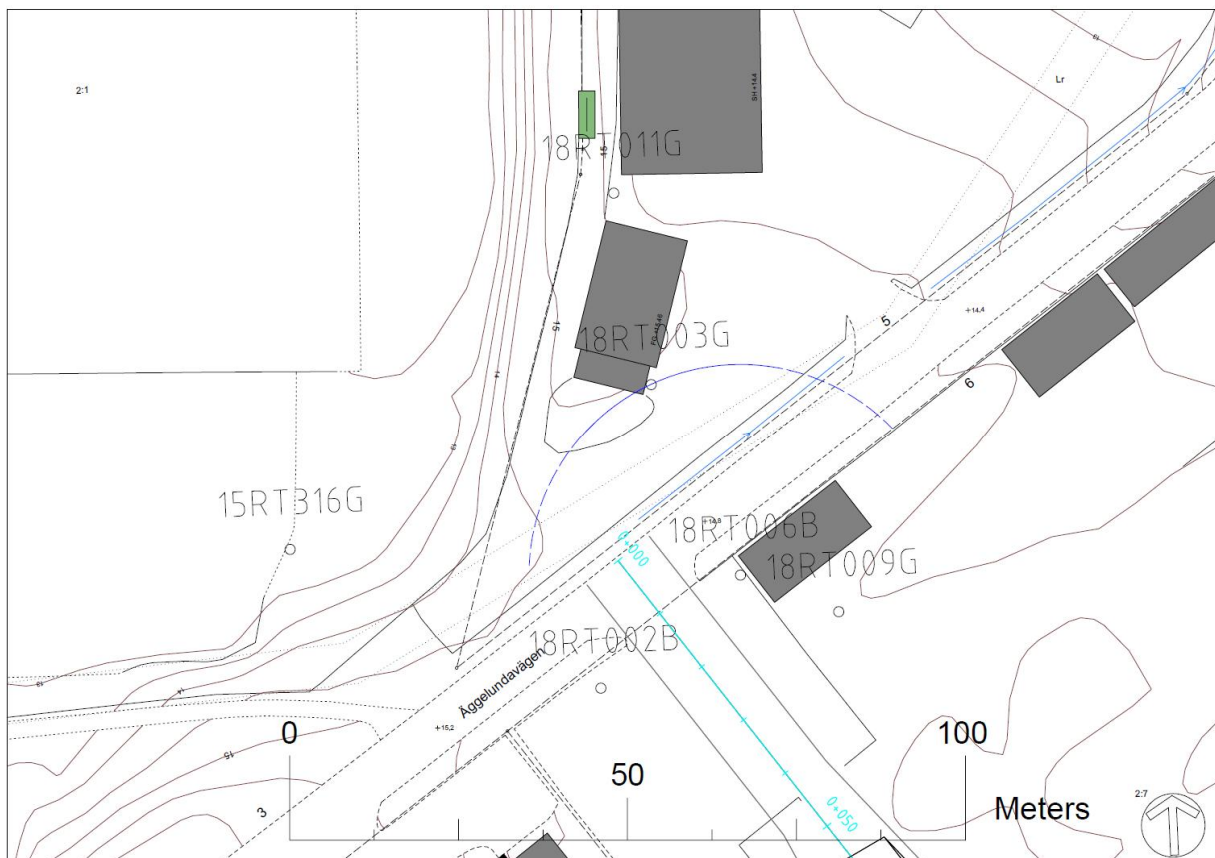
Figur 6. Förändring av grundvattentrycknivåer jämfört med ursprungliga trycknivåer (vänster axel) samt nederbördsdata från SMHI:s mätstation "Stockholm" (höger axel). Start- och stopptid för infiltrationen är markerade med röda streckade linjer.

Tabell 5 visar förändringen av trycknivån i observationsrören från början till slutet av testet, observationsrörets avstånd till infiltrationsröret och en bedömd påverkan av infiltrationstest. Vid analys av påverkan från testet framgår det att nivåförändringar uppmätts i observationsrör på minst 31,3 m avstånd norr om brunn 18RT006B, se Figur 7 och Tabell 5.

Tabell 5. Påverkansbedömning avseende omgivande observationsrör

Obs. punkt	Avstånd från infiltrationspunkt [m]	Bedömd max. påverkan [cm]	Inom bedömt influensområde?
18RT009G	15,5	43	Ja
18RT002B	26,6	25	Ja
18RT003G	31,3	5	Ja
18RT011G	59,6	0	Nej
15RT316G	66,8	0	Nej

*: resultaten indikerar att röret inte fungerar



Figur 7. Gräns för bedömde minimal infiltrationspåverkan i riktning mot observationsrör 18RT003G (31,3 m radie). Gränsen redovisas som en blå streckade båg.

5 Slutsatser

Analys av grundvattentrycknivådata från de automatiska grundvattennivåmätarna samt fältanteckningar gällande infiltrationsflödet leder till följande konstateranden:

Resultaten från de utförda testerna visar att det inom området finns goda förutsättningar för infiltration. Ramboll bedömer att filterbrunn 18RT002B kan användas för att återställa grundvattentrycknivåer norr om den planerade schakten d.v.s. under det södra huset på fastighet VEDDESTA 2:67 (nuvarande Edens Kranar AB).

Observationspunkterna 18RT006B, 18RT009G, 18RT003G och 15RT316G uppvisade respons i form av ökade grundvattennivåer som ett resultat av infiltration i brunn 18RT002B. Trycknivåerna i dessa rör ökade 160, 135, 120 respektive 20 cm.

Påverkansområdet bedöms vara minst 50,4 m norr om brunn 18RT002B när oregelbunden infiltration sker under en period av 10 dygn med ca 4 m övertryck och infiltrationsflöde mellan 34 och 44 l/min.

Observationspunkterna 18RT009G, 18RT002B och 18RT003G uppvisade respons i form av ökade grundvattennivåer som ett resultat av infiltration i brunn 18RT006B. Trycknivåerna i dessa rör ökade 43, 25 respektive 5 cm.

Påverkansområdet bedöms vara minst 31,3 m norr om brunn 18RT006B där infiltrationen sker under en period av tre dygn med 5 m övertryck och infiltrationsflöde på 4,8 l/min.

Ramboll bedömer att filterbrunn 18RT006B även kan användas till ytterligare återställning av grundvattentrycknivåer norr om det planerade schaktet.





Borrprotokoll
Formationsfilterbrunn

Projektnummer 707-2018	Projektname Akalla-Barkarby			Borropertör Björn Ekstedt	
Infiltrationskontroll (Ok/Ej Ok) >36 l/min	Borrhälsnummer 18RT002G	Datum 20180528	Rör borrar från my 10.4m	Rör längd lämnad 5.9m	Lutning vertikal
Rör dimension 168,3'5,0mm	Filterdim 134'121mm	Filterlängd 3m 0,5mm 3m 0,2mm			

My

<p style="text-align: right;">Sil</p> <p style="text-align: center;">Ev; sump</p>	Jordarter 0,0=my
	0,0-1,0m fyllning
	1,0-2,2m lera
	2,2-3,2m morän
	3,2-3,8m block
	3,8-8,5m morän
	8,5-10,4m hård morän
	10,4-10,6m berg
	Filter: 4,4 - 7,4m 0,2mm slits : 7,4 -10,4m 0,5mm slits
	vid pulsning så kommer silt in i filtret pulsat 2tim blev bättre men inte helt rent lodat borrhålet efter renspolning ok
	Tot längd från ök rörkant: 11,9m
	(infiltrerat 0,5 tim)

ZÜBLIN**Borrprotokoll**
Formationsfilterbrunn

Projektnummer 707-2018	Projektamn Akalla-Barkarby			Borroperatör Björn Ekstedt	
Infiltrationskontroll (Ok/Ej Ok) 21 l/min	Borrhålsnummer 18RT006	Datum 20180529	Rör längd borr 7,6m	Rör längd lämnad 7,1m	Lutning vertikal
Rör dimension 168,3*5,0mm	Filterdim 134*121mm	Filterlängd 2m 0,2mm			

My

	Jordarter (0,0=my)
	0,0-1,0m Grus
	1,0-4,5m lera/sand
	4,5-7,3m Morän
	7,3-7,6m Berg
	Filter : 5,3-7,3m 0,2mm slits
	pulsning och renspolning OK
	Tot längd från ök rörkant 9,1m