

LILLVIKSHOLMEN FASTIGHETER AB

PM PROVPUMPNING LILLVIKEN

LÅNGTIDSPROVPUMPNING SOMMAREN 2018

2018-12-19



PM PROVPUMPNING LILLVIKEN

Långtidsprovpumpning sommaren 2018

Lillviksholmen Fastigheter AB

KONSULT

WSP Environmental Sverige

Box 13033

402 51 Göteborg

Besök: Ullevigatan 19

Tel: +46 10 7225000

WSP Sverige AB

Org nr: 556057-4880

Styrelsens säte: Stockholm

www.wsp.com

KONTAKTPERSONER

Jenny Palmenäs 010-722 71 82

Andreas Berg 010-722 70 89

PROJEKT

Provpumpning

UPPDRAGSNAMN

Provpumpning Måttsund

UPPDRAGSNUMMER

10250805

FÖRFATTARE

Jenny Palmenäs

DATUM

2018-12-19

GRANSKAT AV

Esbjörn Tagesson

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

BAKGRUND	4
GEOLOGI OCH HYDROGEOLOGI	5
UTFÖRANDE	5
HYDROGEOLOGISK UTVÄRDERING	6
VATTENKVALITET	9
SLUTSATSER	10
REFERENSER	11

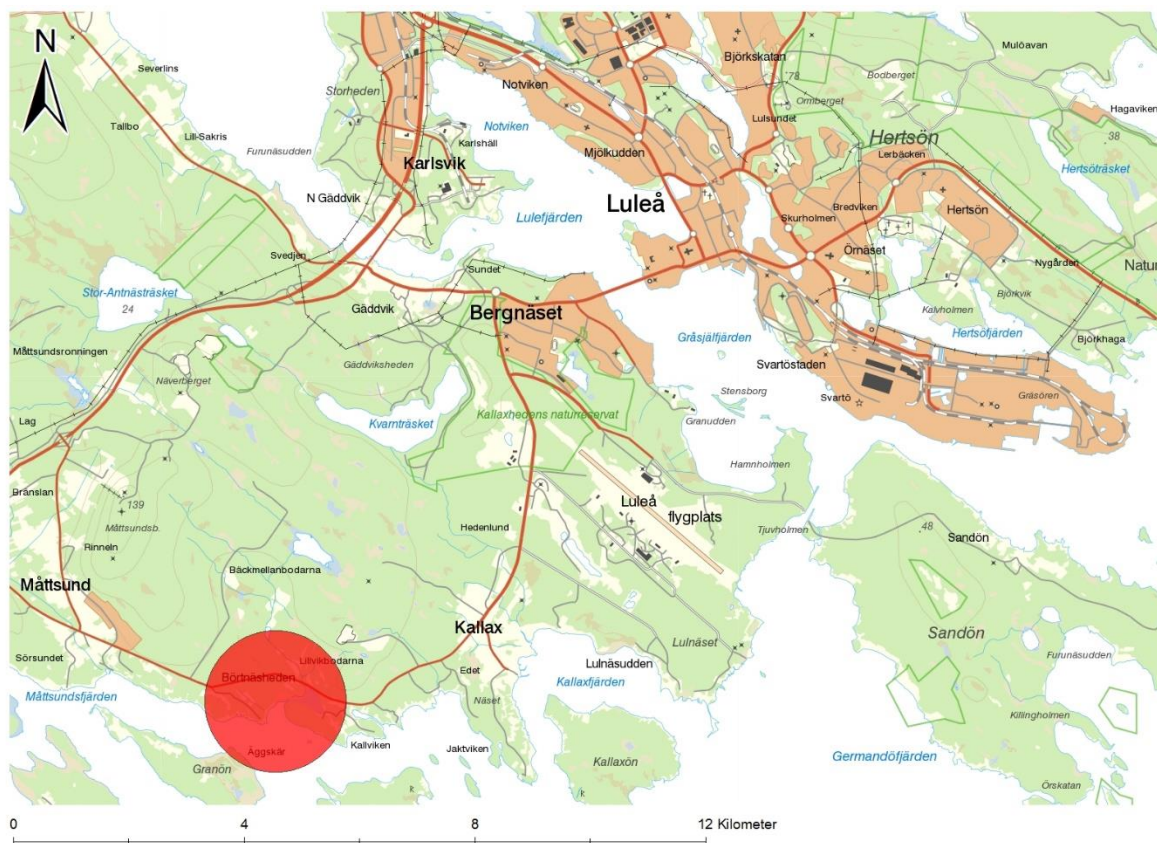
BILAGA 1

BILAGA 2

BAKGRUND

År 2017 installerades två pumpbrunnar i Lillviken, Luleå, se figur 1. Syftet var att undersöka förutsättningarna för vattenförsörjning till ett planerat bostadsområde.

Brunnarna borrades i gnejsiga bergarter. Provpumpning genomfördes år 2017 för att utvärdera kapacitet och kvalitet av vattnet samt eventuell omgivningspåverkan på kringliggande dricksvattenbrunnar under en längre tids uttag av vatten. Provpumpningen visade att de två brunnarnas kapacitet inte kunde tillgodose dricksvattenbehovet. Under 2018 installerades därför två nya, cirka 50 meter djupa pumpbrunnar, för utvärdering av kapacitet och kvalitet.



Figur 1. Översiktskarta, Lillviken är beläget cirka 10 kilometer sydväst om Luleå centrum.

GEOLOGI OCH HYDROGEOLOGI

Lillviken är lokaliserat längs med Bottenviken cirka 10 km sydväst om Luleå centrum. Geologin i området där pumpbrunnarna är installerade består av morän med silt samt svallsediment av grus. Jorddjupet i området varierar från berg i dagen i väst till 20-30 meter i öst. Berggrunden består av gnejsiga bergarter med sammansättning av gabbro, diorit och diabas (SGU, 2009).

Långtidsmedelvärde för korrigerad nederbörd i området uppgår enligt SMHI:s översiktliga kartering till 560 mm/år. Avrinningen, tillgänglig för ytavrinning och grundvattenbildning bedöms till 290 mm/år vilket motsvarar 9,2 l/s/km².

UTFÖRANDE

2018-07-05 till och med 2018-11-19 genomfördes en långtidsprovpumpning i LV_PB1 med regelbunden vattenprovtagning. För lokalisering av samtliga brunnar, se figur 2. Grundvattennivån var cirka 12,5 meter under markytan i LV_PB1 före pumpstart. Grundvatten togs ut med ett flöde varierande mellan cirka 0,6 och 0,7 l/s. Nivån i pumpbrunnen loggades automatisk med tryckgivare. För att observera omgivningspåverkan loggades också vattennivån i LV_PB2 och LH_OB1.

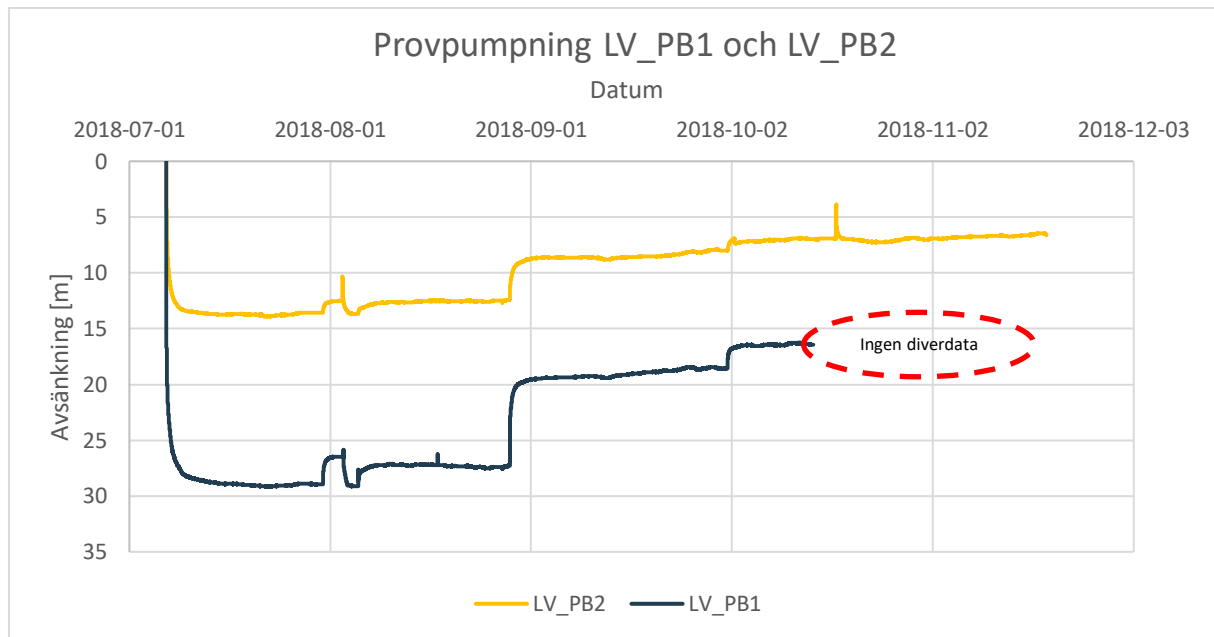
Efter avslutad provpumpning gjordes också ett återhämtningstest i LV_PB1. Ett återhämtningstest är mindre påverkat av pumpningsvariationer, jämfört med ett pumptest, och håller ofta mycket hög kvalitet. Vid ett återhämtningstest ska återhämtningskurva teoretiskt sett blir identisk med avsänkningskurvan, förutsatt att pumpstoppet sker efter att stationära förhållanden inträffat.



Figur 2. Pump- och observationsbrunnar i Lillviken, Luleå. Brunnarna LH_PB1 och LH_PB2 installerades och provpumpades 2017. Brunnarna gav inte tillfredsställande resultat och 2018 installerades två ersättningsbrunnar, LV_PB1 och LV_PB2.

HYDROGEOLOGISK UTVÄRDERING

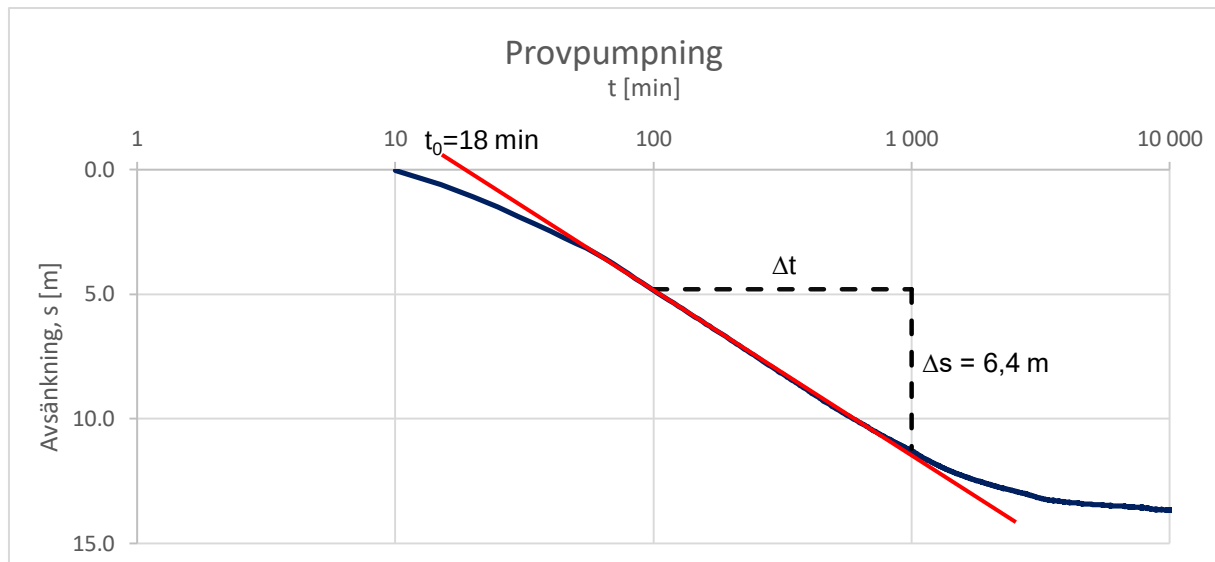
LV_PB1 pumpades under 5 månaders tid för att säkerställa långsiktig kapacitet i brunnen. Ursprungligen pumpades LV_PB1 med ett flöde på 0,7 l/s. Hettan som rådde sommaren 2018 gjorde att säkringar till pumpen löste ut vid ett par tillfällen, detta resulterade i att pumpen startade om med annan frekvens och ett annat flöde. Medelflödet under provpumpning var 0,6 l/s. Från den uppmätta diverdataben i provpumpnings- och observationsbrunnen går det tydligt att se att stabila förhållanden inträtt vid respektive pumpflöde, se figur 3. Ingen avsänkning som tyder på sinande vattenkapacitet registrerades under provpumpningsperioden.



Figur 3. Uppmätt avsänkning under hela provpumpningsperioden i LV_PB1 och observationsbrunnen LV_PB2. Den stegvisa återhämtningen beror på att säkringar till pumpen utlösts och att pumpen har startats med en annan frekvens. Avsänkning i LV_PB2 uppvisar tydligt samma trend som i LV_PB1.

Avsänkningen uppmättes med tryckgivare i den närliggande brunnen LV_PB2. Transmissiviteten kring observationsbrunnen beräknades med den halvlogaritmiska datakurvan i figur 4 samt Cooper and Jacobs-ekvation med avsänkning som en funktion av tiden. $T = (0,183 \times Q) / \Delta s$ där Q är flödet [m^3/s] och s är vattnets avsänkning [m] i observationsbrunnen (LV_PB2). Magasinskoefficienten, S beräknas $S = (135 \times T \times t_0) / r^2$ där t_0 tid [min] och r är avståndet mellan pump- och observationsbrunn [m].

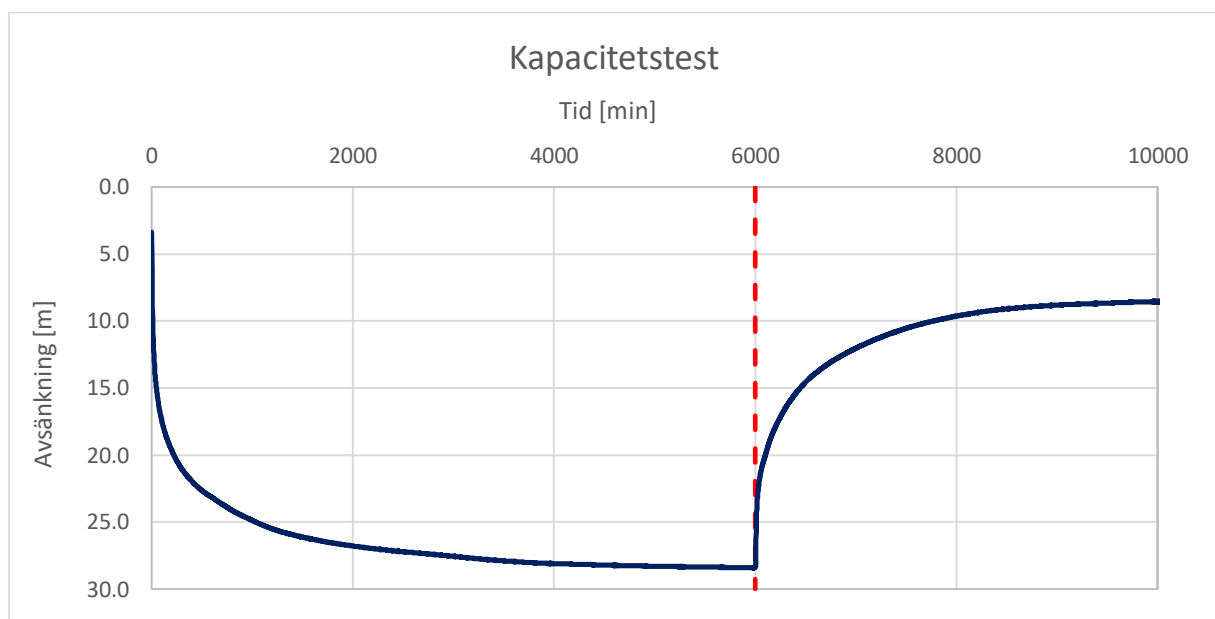
Ingen avsänkning noterades i observationsbrunnen LH_OB1 varför data från denna inte kan utvärderas.



Figur 4. Den uppmätta avsänkning i observationsbrunnen LV_PB2 med avseende på tiden. Avsänkning mellan två dekader användes för att beräkna vattenmagasinets transmissivitet.

Utifrån ovanstående erhöles ett värde för transmissiviteten på $2,0 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$. En vattenförande mäktighet i brunnen på cirka 40 meter (motsvarande brunnens djup under grundvattennivån) resulterar i en konduktivitet i berget på cirka $5,0 \times 10^{-7} \text{ m/s}$. Magasinskoefficienten beräknades till $3,4 \times 10^{-5}$.

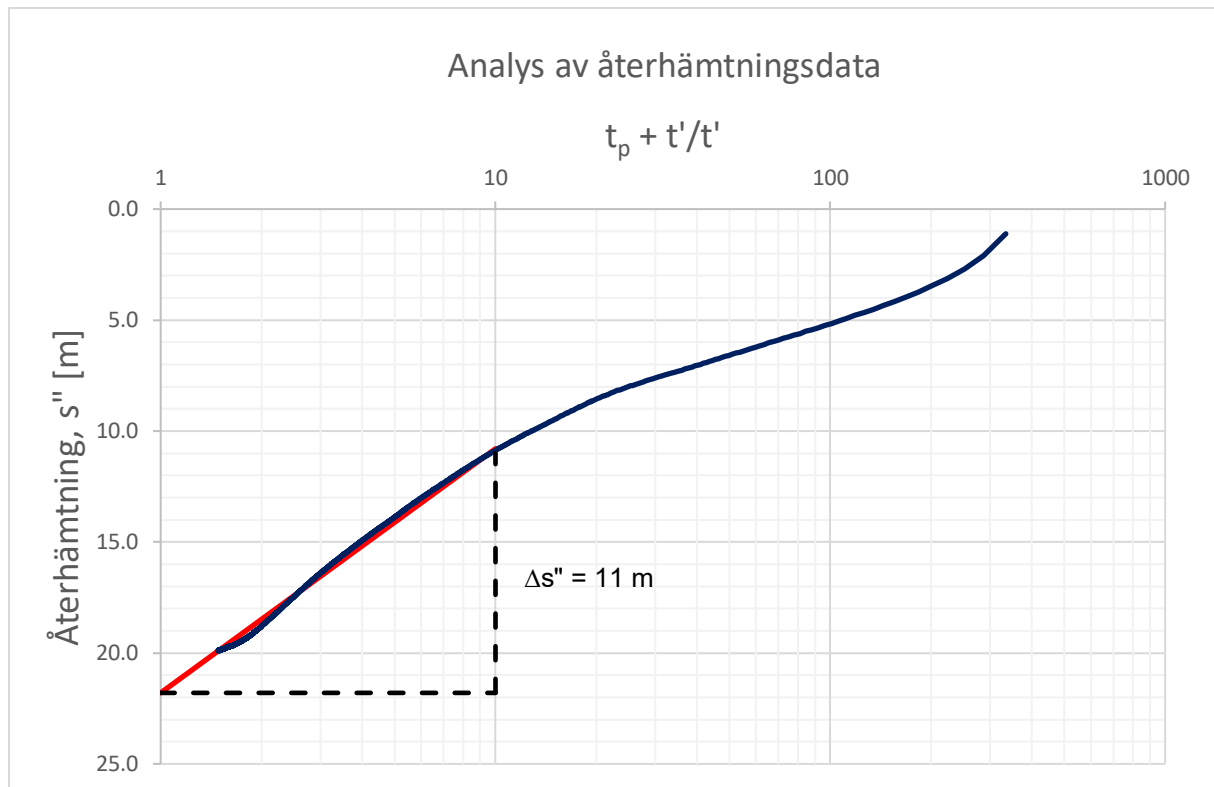
För att också kunna utvärdera data från pumpbrunnen LV_PB1 gjordes en separat pump- och återhämtningstest med loggning av nivån i denna. I figur 5 redovisas avsänkning och återhämtning.



Figur 5. Avsänkings- och återhämtningsförlopp i LV_PB1. Tidsaxeln är modifierad för att gestalta hur avsänkning och återhämtningen efterliknar varandra. Provpumpningen pågick under cirka 5 månader, för komplett data se bilaga 1.

De båda förloppen som uppmätts när pumpning startas respektive stoppas är väldigt likartade och möjligheten att använda återhämtningsdata för att utvärdera magasinets transmissivitet bedöms som god. För fullständiga propumpningsdata, se bilaga 1.

Transmissiviteten kring pumpbrunnen beräknades med den halvlogaritmiska datakurvan i figur 6 samt Cooper and Jacobs-ekvation med återhämtning som en funktion av tiden. $T = (0,183 \times Q) / \Delta s$ där Q är flödet [m^3/s] och s är vattnets återhämtning [m] i pumpbrunnen (LV_PB1).



Figur 6. Återhämtningen, $\Delta s''$ mellan två dekader användes för beräkning av magasinets vattenförande egenskaper. t_p är tidpunkt för pumpstopp, t' är tid efter pumpstopp.

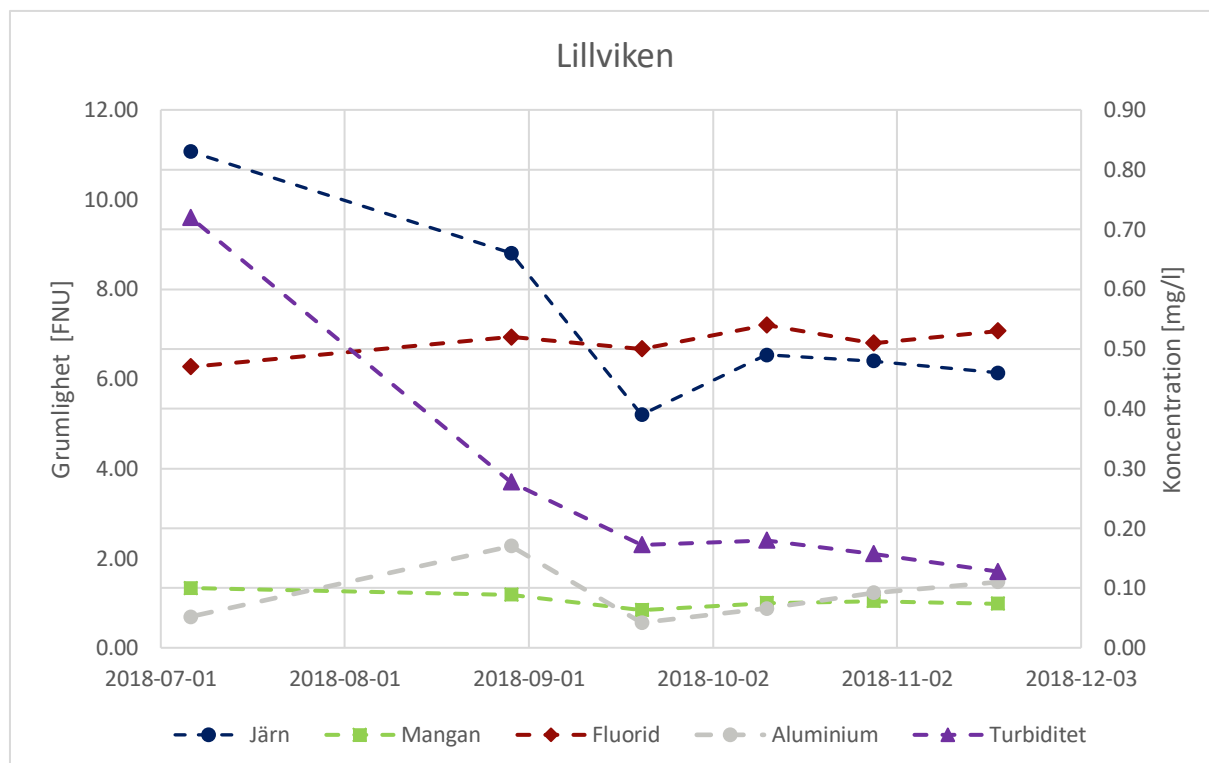
Utifrån ovanstående erhålls ett värde för transmissiviteten på $1,0 \times 10^{-5}$ m²/s för LV_PB1. En vattenförande mäktighet i brunnens på cirka 38 meter (motsvarande brunnens djup under grundvattennivån) resulterar i en konduktivitet i berget på cirka $2,6 \times 10^{-7}$ m/s.

Vid jämförelse mellan de beräknade konduktiviteterna i LV_PB1 och LV_PB2 framgår det att samstämmigheten är relativt god. De beräknade konduktiviten kan jämföras med konduktiviteten för den rådande bergarten i området som består av gnejsiga bergarter med sammansättning av gabbro, diorit och diabas (SGU, 2009). En vittrad gabbro har en konduktivitet på cirka $5,5 \times 10^{-7}$ till $3,8 \times 10^{-6}$ m/s (Domenico & Schwartz, 1990) vilket tyder på att det beräknade värdet indikerar den faktiska konduktiviteten i området.

VATTENKVALITET

Vattenprover analyserades med avseende på kemiska och mikrobiologiska parametrar hos det ackrediterade laboratoriet Eurofins. Vattenprover togs vid provpumpningens start 2018-07-06 och med jämna mellanrum fram till 2018-11-19, se figur 7 för resultat för järn, mangan, fluorid, aluminium och turbiditet. Samtliga analysresultat redovisas i bilaga 2.

Initialt vattenprov visade enligt den kemiska bedömningen ett vatten som var tjänligt med anmärkning. Anmärkningen gällde hög turbiditet, järn- samt manganhalt i vattnet. En orsak till det höga turbiditetsvärdet kan vara järnhalten som ofta ger utslag på denna parameter.



Figur 7. Halter av järn, mangan, fluorid, aluminium och turbiditet under pumpperioden. Turbiditet mäts i FNU (vänster axel) medan övriga halter mäts i mg/l (höger axel).

Avslutande vattenprov visade att samtliga parametrars koncentration har stabiliserats. Järnhalten minskade från 0,83 mg/l till 0,46 mg/l, dock fortfarande över gränsen för tjänligt med anmärkning (se tabell 1). Turbiditetens kurva följer järnhalten och har minskat från 9,6 FNU till 1,7 FNU, också fortfarande över gränsvärde för tjänligt med anmärkning.

Aluminiumhalten har varit runt gränsvärdet för tjänligt med anmärkning, 0,10 mg/l, under hela provtagningsperioden. Manganhalten har varit stabil strax under 0,10 mg/l, d v s över gränsvärde för tjänligt med anmärkning, se tabell 1.

Fluoridhalten har sedan inledande provtagning varit stabil kring 0,5 mg/l, med god marginal under gränsvärdet för otjänligt (1,5 mg/l), se tabell 1, och bedöms inte utgöra ett problem för vattenförsörjningen.

Tabell 1. Livsmedelsverkets gränsvärden för dricksvatten i Sverige (Livsmedelsverket, 2017).

Ämne	Halt	Enhet
Gränsvärden för otjänligt vid provtagningspunkt (enhet)		
Fluorid	1,5	mg/l
Gränsvärden för tjänligt med anmärkning vid provtagningspunkt (enhet)		
Järn, utgående dricksvatten	0,1	mg/l
Järn, dricksvatten hos användaren	0,2	mg/l
Mangan, dricksvatten hos användaren	0,05	mg/l
Aluminium, dricksvatten hos användaren	0,1	mg/l
Turbiditet, utgående dricksvatten	0,5	FNU
Turbiditet, dricksvatten hos användaren	1,5	FNU

Vid fortsatt uttag av vatten ur pumpbrunnen bör ett kontrollprogram med vattenkvalitetsprover upprättas tillsammans med kontrollmätningar av grundvattennivå i några kringliggande brunnar. Vattenkvalitetsprover rekommenderas initialt två gånger/år, detta kan med tiden glesas ut till en gång/år i det fall inga komplikationer uppstår. Nivåmätningar bör ske för att säkerställa att ingen oacceptabel påverkan på kringliggande brunnar uppkommer.

SLUTSATSER

- Grundvattenmagasin i berg i Lillviken har en transmissivitet på cirka 1×10^{-5} - 2×10^{-5} m²/s. Detta relativt höga värde ger goda förutsättningar för uttag av vatten.
- Storleksordningen på uttaget rekommenderas till 0,6 l/s i pumpbrunn LV_PB1. Under provpumpningen togs ett flöde om cirka 0,7 l/s först ut, vid detta tillstånd fanns en vattenpelare på cirka 8 m kvar i brunnen. För att säkerställa vattenförsörjningen under perioder med naturligt lägre nivåer rekommenderas därför ett mindre uttag. Det ska dock ha i åtanke att sommaren 2018 under vilket provpumpningen ägde rum var den varmaste på många år vilket medförde låga grundvattennivåer i hela landet.
- Initialt vattenprov visade enligt den kemiska bedömningen ett vatten som var tjänligt med anmärkning. Anmärkningen gällde hög turbiditet, järn- samt manganhalt i vattnet. Samtliga halter har under provpumpningens genomförande stabiliserats och informationen bedöms tillräcklig för att bestämma lämplig reningsmetod innan vattnet når användaren.
- Vid fortsatt uttag av vatten i pumpbrunnen bör ett kontrollprogram med vattenkvalitetsprovtagning och grundvattennivåmätning cirka två gånger/år upprättas. Detta kan tex. utföras av en samfällighet.
- Framtida avloppsplacering är av stor vikt så att dessa placeras utan att hamna inom dricksvattenbrunnens tillrinningsområde.

REFERENSER

- Domenico, P., & Schwartz, F. (1990). *Physicirkal and Chemicirkal Hydrogeology*. John Wiley & Sons: New York.
- Livsmedelsverket. (2017). *Livsmedelsverkets föreskrifter om ändring i Livsmedelsverkets föreskrifter (SLVFS 2001:30) om dricksvatten. LIVSFS 2017:2*. Livsmedelsverket.
- SGU. (2009). *Berggrundskarta, Lillviken*. Uppsala: Sveriges geologiska undersökning.
- SGU. (n.d.). *Jordartskarta, Lillviken*. Uppsala: Sveriges geologiska undersökning.
- SGU. (n.d.). *Jorrdjupskarta, Lillviken*. Uppsala: Sveriges geologiska undersökning.
- Todds, D. K., & May, L. W. (2005). *Groundwater Hydrology*. John Wiley & Sons, Inc.

VI ÄR WSP

WSP är ett av världens ledande analys- och teknikkonsultföretag. Vi verkar på våra lokala marknader med stöd av global expertis. Som tekniska experter och strategiska rådgivare har vi tillgång till ingenjörer, tekniker, naturvetare, planerare, utredare och miljöspecialister liksom professionella projektörer, konstruktörer och projektledare. Vi erbjuder hållbara lösningar inom Hus & Industri, Transport & Infrastruktur och Miljö & Energi. Med drygt 36 500 medarbetare på 500 kontor i 40 länder medverkar vi till en hållbar samhällsutveckling. I Sverige har vi omkring 3 700 medarbetare. www.wsp.com

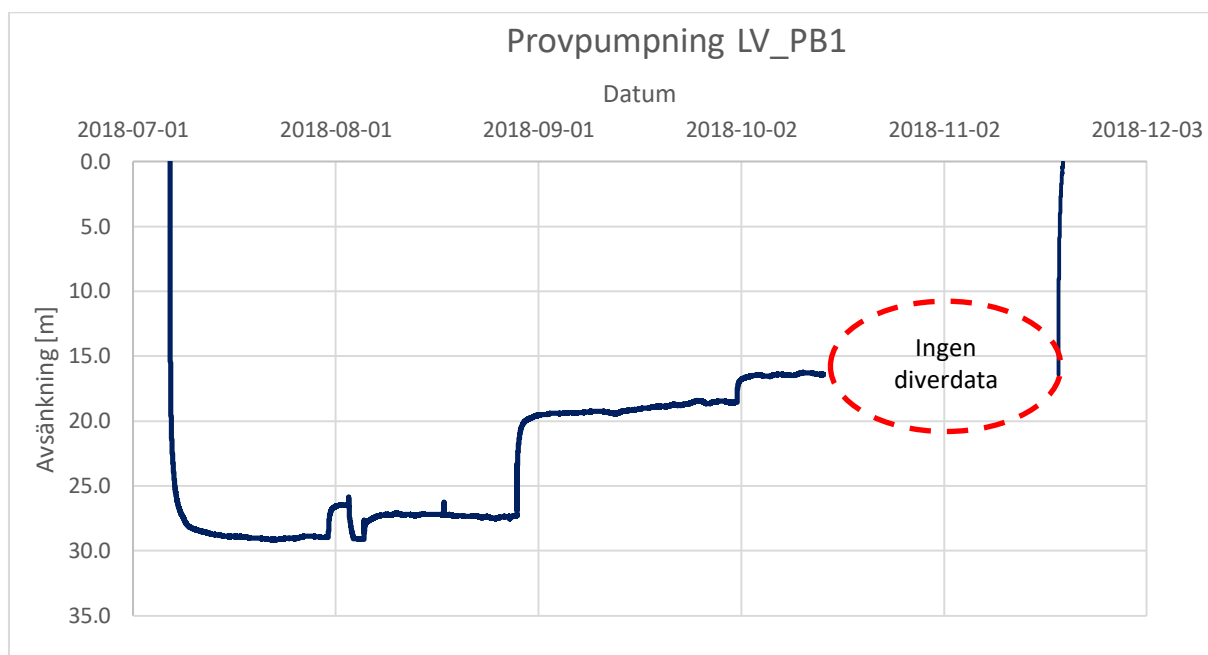
WSP Stab

121 88 Stockholm-Globen
Besök: Arenavägen 7

T: +46 10 7225000
Org nr: 556057-4880
Styrelsens säte: Stockholm
wsp.com



BILAGA 1



Figur 8. Uppmätt avsänkning och återhämtning under hela provpumpningsperioden i LV_PB1. Den stegvisa återhämtningen beror på att säkringar till pumpen utlösts och att pumpen har startats med en annan frekvens. Där diverdata saknas har pumpen fortfarande varit igång, men diversns minne har blivit fullt innan återhämtningstest påbörjats. Uppmätt återhämtningsdata visar fullständig återhämtning i brunnen på en dag efter pumpstopp.

BILAGA 2

Tabell 2. Fullständiga analysrapporter från samtliga provtagningstillfällen.

Analysrapporter

Datum:	181119	181029	181011	180920	180829	180706				
Analys							Enhet	Måto [%]	Metod/ref	
Odlingsbara mikroorganismer 22C	3	2	< 1	5	54	660	cfu/ml			
Långsamväxande bakterie	27	17	1	7	53	670	cfu/ml			
Koliforma bakterier 35C	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	cfu/100 ml			
Escherichia coli	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	cfu/100 ml			
Presumtiva Clostridium perfringens	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	cfu/100 ml			
Lukt, styrka, vid 20°C	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen			fd SLV 1990-01-01, metod 1, mod	a
Lukt, art, vid 20 °C	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen			fd SLV 1990-01-01, metod 1, mod	a
Turbiditet	1,70	2,10	2,40	2,30	3,70	9,60	FNU	20	SS-EN ISO 7027-1:2016	a
Färg (410 nm)	23,0	25,0	24,0	26,0	5,5	6,8	mg Pt/l	20	SS-EN ISO 7887:2012 del C	a
pH	7,7	7,9	7,7	7,8	7,6	7,7		0.2	SS-EN ISO 10523:2012	a
Temperatur vid pH-mätning	23,0	22,4	22,7	22,0	22,6	22,6	°C		SS-EN ISO 10523:2012	a
Alkalinitet	110	110	110	110	110	120	mg HCO ₃ /l	10	SS EN ISO 9963-2:1996	a
Konduktivitet	26	25	25	25	26	26	mS/m	10	SS-EN 27888:1994	a
Klorid	12,0	11,0	10,0	9,1	8,4	7,0	mg/l	10	SS-EN ISO 10304-1:2009	a
Sulfat	23	22	22	20	21	19	mg/l	15	StMeth 4500-SO ₄ ,E,1998 /Kone	a
Fluorid	0,53	0,51	0,54	0,50	0,52	0,47	mg/l	25	St Meth 4500-F,E 1998 mod / Kone	a
COD-Mn	1,20	0,83	1,10	1,20	1,10	0,88	mg O ₂ /l	20	fd SS 028118:1981 / mod	a
Ammonium	0,013	0,030	0,017	0,032	0,017	0,015	mg/l	15	SS-EN 11732:2005	a
Ammoniumkväve (NH ₄ -N)	0,010	0,023	0,013	0,025	0,013	0,012	mg/l	15	SS-EN 11732:2005	a
Fosfat (PO ₄)	0,025	0,021	0,028	0,034	0,037	< 0,020	mg/l	30	SS-EN ISO 6878:2005	a
Fosfatfosfor (PO ₄ -P)	0,008	0,007	0,009	0,011	0,012	< 0,0050	mg/l	30	SS-EN ISO 6878:2005	a
Nitrat (NO ₃)	< 0,44	< 0,44	< 0,44	< 0,44	< 0,44	< 0,44	mg/l	20	SS 028133:1991 mod	a
Nitrat-kväve (NO ₃ -N)	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	mg/l	20	SS 028133:1991 mod	a
Nitrit (NO ₂)	< 0,0070	< 0,0070	< 0,0070	< 0,0070	< 0,0070	< 0,0070	mg/l	15	SS EN 26777:1993 mod	a
Nitrit-nitrogen (NO ₂ -N)	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020	mg/l	15	SS EN 26777:1993 mod	a
NO ₃ /50+NO ₂ /0,5	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	mg/l		SS 028133:1991 mod	a
Totalhårdhet (°dH)	2,3	2,4	2,3	1,8	2,5	2,7	°dH		Beräkning (Cirka+Mg)	a
Natrium Na (end surgjort)	41	41	41	34	41	35	mg/l	15	SS-EN ISO 17294-2 utg 1 mod	b
Kalium K (end surgjort)	2,5	2,5	2,5	2,0	2,5	2,6	mg/l	15	SS-EN ISO 17294-2 utg 1 mod	b
Kalcium Cirka (end surgjort)	11	12	11	9	12	13	mg/l	15	SS-EN ISO 17294-2 utg 1 mod	b
Järn Fe (end surgjort)	0,46	0,48	0,49	0,39	0,66	0,83	mg/l	20	EN ISO 17294-2:2016	b
Magnesium Mg (end surgjort)	3,2	3,3	3,4	2,7	3,6	4,1	mg/l	15	SS-EN ISO 17294-2 utg 1	b
Mangan Mn (end surgjort)	0,07	0,08	0,08	0,06	0,09	0,10	mg/l	20	EN ISO 17294-2:2016	b
Aluminium Al (end surgjort)	0,110	0,092	0,066	0,042	0,170	0,052	mg/l	20	EN ISO 17294-2:2016	b
Koppar Cu (end surgjort)	0,0016	0,002	0,0022	0,0018	0,0027	0,0035	mg/l	25	EN ISO 17294-2:2016	b

Kemisk bedömning	Tjänligt med anmärkning* pga turb, Fe, Mn, Al. För hög temperatur vid ankomst till lab.	Tjänligt med anmärkning* pga turb, Fe, Mn	Tjänligt med anmärkning* pga turb, Fe, Mn	Tjänligt med anmärkning* pga turb, Fe, Mn	Tjänligt med anmärkning* pga turb, Al, Fe, Mn	Tjänligt med anmärkning* pga turb, Fe, Mn	
Mikrobiologisk bedömning	Tjänligt*	Tjänligt*	Tjänligt*	Tjänligt*	Tjänligt*	Tjänligt med anmärkning* pga. halten odlingsbara mikroorganismer är hög.	

*(Bedömning utförd enl. SLV FS 2001:30)