



## PM Provpumpning och hydrogeologi Visbohammar 1:27, Södertälje kommun


GRAP 20424

Författare

Signe Adelsköld, Hanna Thelberg, Tommy Lundberg

Geosigma AB

2021-01-07

<b>GEOSIGMA</b>				
Uppdragsnummer 606151	Grap nr 20424	Datum 2021-01-07	Antal sidor 30	Antal bilagor 1
Uppdragsledare Tommy Lundberg		Beställares referens		Beställares ref nr
Beställare Signum Fastigheter AB				 <p>CERTIFIERAT LEDNINGSSYSTEM DNV-GL ISO 9001 = ISO 14001</p>
Rubrik PM Provpumpning och hydrogeologi Visbohammar 1:27, Södertälje kommun				
Underrubrik				
Författad av Signe Adelsköld, Hanna Thelberg, Tommy Lundberg				Datum 2020-01-07
Granskad av Tommy Lundberg, Johan Harrström				Datum 2021-01-11
<b>GEOSIGMA AB</b> www.geosigma.se info@geosigma.se Bankgiro: 5331 - 7020 PlusGiro: 417 14 72 - 6 Org.nr: 556412 - 7735	<b>Uppsala</b> Box 894, 751 08 Uppsala S:t Persgatan 6, Uppsala Tel: 010-482 88 00	<b>Teknik &amp; Innovation</b> Vaksala-Eke, Hus H 755 94 Uppsala Tel: 010-482 88 00	<b>Göteborg</b> St. Badhusg 18-20 411 21 Göteborg Tel: 010-482 88 00	<b>Stockholm</b> S:t Eriksgatan 113 113 43 Stockholm Tel: 010-482 88 00

## Innehåll

<b>1</b>	<b>Bakgrund</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Syfte</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>Tidigare undersökningar och provpumpning</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>Områdesbeskrivning</b>	<b>5</b>
4.1	Geologi	5
4.2	Grundvatten	8
4.3	Meteorologi och grundvattenbildning	10
4.4	Riskobjekt	12
4.4.1	Grundvattentäkt Gnesta	12
4.4.2	Brunnar	13
4.4.3	Övriga riskobjekt	14
<b>5</b>	<b>Provpumpning</b>	<b>14</b>
5.1	Brunnar och grundvattenrör i kontrollprogram	14
5.2	Pumpbrunnens förutsättningar för uttag	16
<b>6</b>	<b>Genomförande av provpumpning</b>	<b>17</b>
<b>7</b>	<b>Resultat</b>	<b>19</b>
7.1	Översikt: Alla rör och brunnar under perioden 3 juli – 22 oktober 2020 samt data från provpumpning 22 september – 14 oktober 2020	19
7.2	Alla rör och brunnar under perioden 6 september – 22 oktober 2020.	20
7.3	Observationsrör under perioden 6 september – 22 oktober 2020	21
7.4	Brunnar under perioden 6 september – 22 oktober 2020	23
7.5	Vattenbalansen	24
7.6	Beräkning av hydrauliska parametrar	24
7.7	Påverkansområde	24
7.8	Vattenkvalitet	26
7.8.1	Visbohammar 1:27, pumpbrunnen	26
7.8.2	Visbohammar 1:13	27
7.8.3	Vårdinge-Nibble 1:6	27
7.8.4	Vårdinge-Nibble 1:13	27
<b>8</b>	<b>Slutsatser</b>	<b>27</b>
8.1	Sammanfattande slutsatser kring kapacitet och kvalitet	28
<b>9</b>	<b>Referenser</b>	<b>29</b>

*Bilagor: Provtagningsprotokoll*

## 1 Bakgrund

Signum Fastigheter AB planerar att under en 5–10 års period exploatera ett område på fastigheten Södertälje Visbohammar 1:27 för nybyggnation av ca 100 bostäder. Det nya bostadsområdet kommer innehålla villor, radhus och flerbostadshus, samt en förskola. Området behöver en ny dricksvattentäkt med en uttagskapacitet på ca 75 m<sup>3</sup>/dygn, beräknat utifrån antagandet att 100 hushåll med 5 personer i varje hushåll använder ca 150 l vatten per person och dygn. Ett permanent uttag av grundvatten för dricksvattenändamål är en tillståndspliktig vattenverksamhet enligt miljöbalkens 11:e kapitel, i det fall uttaget ska försörja fler än ett eller två hushåll. Tillstånd ska därför sökas hos mark- och miljödomstolen. Som underlag till tillståndsansökan behöver en hydrogeologisk utredning utföras som ska innehålla en provpumpning som underlag.

En filterbrunn installerades i början av februari 2020. Brunnen provpumpades av brunnsborrharen under 3 veckor mellan 11/2 och 4/3 2020. Provpumpningen visade endast en liten initial avsänkning i brunnen och att uttagsmöjligheterna var tillräckliga för 400–500 personer, ca 130–160 l per person och dygn.

Vid ett möte med länsstyrelsen framkom att provpumpningen borde göras om under en period utan grundvattenbildning och att man då även borde ta hänsyn till en högre medelförbrukning och även för toppar med hög förbrukning vid provpumpningen för att skapa bättre marginal.

Geosigma fick sommaren 2020 uppdraget av Signum fastigheter AB att planera för och utföra en ny provpumpning i 3–4 veckor under tidig höst då grundvattennivåerna normalt sett är som lägst samtidigt som grundvattenbildningen inte kommit igång. Utifrån provpumpningen skulle en utvärdering av provpumpningen och en hydrogeologisk utredning utföras som underlag för bedömning om vattentillgången är tillräcklig på lång sikt samt för samråd med länsstyrelse, kommun och närboende.

## 2 Syfte

Syftet med den nya provpumpningen är att ge underlag för att beräkna om planerat uttag kan utföras på ett långsiktigt hållbart sätt utan att intilliggande fastigheters brunnar påverkas negativt avseende kapacitet och kvalitet samt att inte aktuell vattenförekomst påverkas negativt. Med stöd av provpumpningen, kontroll i grundvattenrör och närliggande brunnar och geologisk information kan en vattenbalans och ett påverkansområde beräknas, vilket är viktiga underlag för att bedöma påverkan på allmänna och enskilda intressen.

## 3 Tidigare undersökningar och provpumpning

Som nämnts ovan så utfördes en provpumpning av brunnen mellan 11/2-4/3 2020. Pumpningen utfördes med flödet 64 800 l/d, vilket skulle motsvara ett hushålls normalförbrukning (ca 160 l/d per person \*4) multiplicerat med planerat 100 bostäder. Någon kontroll av kringliggande brunnar gjordes aldrig (utifrån tillhandahållet underlag) men fortvarighet uppstod inom ett dygn efter en initial avsänkning på ca 0,5 m. Kloridhalterna var stabila och låga, ca 20–25 mg/l. Vattnet visade i övrigt god kvalitet, dock med anmärkningar på järn, mangan, sulfat, fluorid och turbiditet. Ett befintligt grundvattenrör, 13 AT01GV,

lodades manuellt dagligen. Någon tydlig påverkan kunde inte ses i röret. Enligt brunnsföretagets utvärdering så skulle uttagsmöjligheterna vara tillräckliga för 400–500 personer, ca 130-160 l per person och dygn och även vara tillräckliga för eventuellt ytterligare brunnar i närområdet.

Vid ett rådgivande möte med Länsstyrelsen i Stockholms län så ansågs att en ny propumpning borde utföras under tidig höst då grundvattenbildningen är som lägst med syfte att utröna om vatten, i tillräcklig mängd och kvalitet samt utan omgivningspåverkan, kan utvinnas även under perioder i avsaknad av eller med mycket liten grundvattenbildning.

Vattenförekomsten Vårdingeåsen-Visbohammar, inom vilken brunnen är belägen, ingår sedan sommaren 2020 i SGU:s övervakningsprogram för grundvatten, se figur 5-1 för placeringen av två av SGU:s rör, Gnesta\_1 och Gnesta\_2 (BMW205720).

## 4 Områdesbeskrivning

### 4.1 Geologi

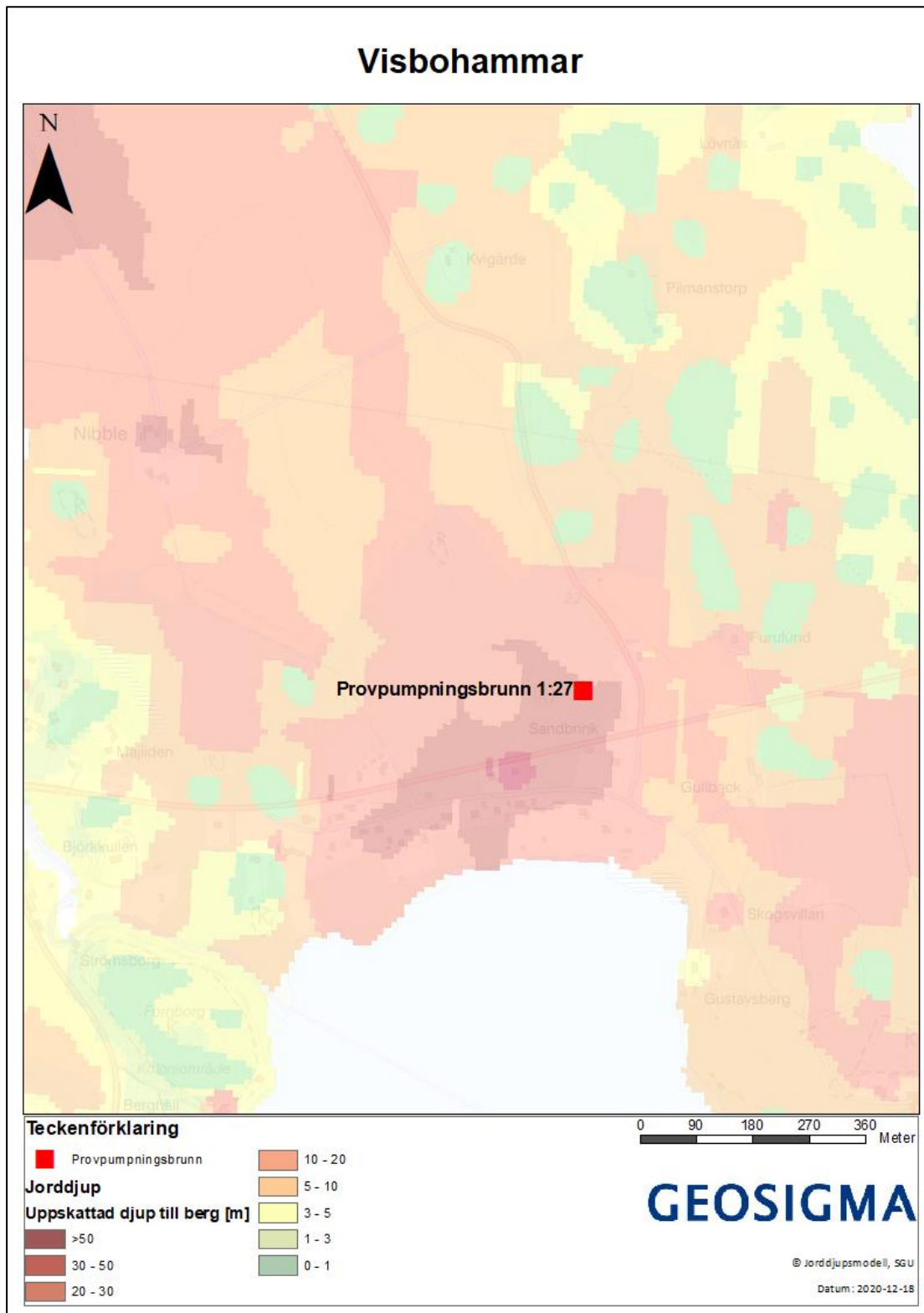
Området karaktäriseras av jordarter såsom isälvsediment, sand, silt och lera (figur 4-1). I området finns även jordarter såsom sandig morän, gyttjelera och kärrtorv. Höjdparter med berg i dagen finns i områdets västra del samt nordöstra del. Granit är den dominerande bergarten (SGU, 2020a).



Figur 4-1. Jordartskartan över området för provpumpningen (SGU, 2020b).



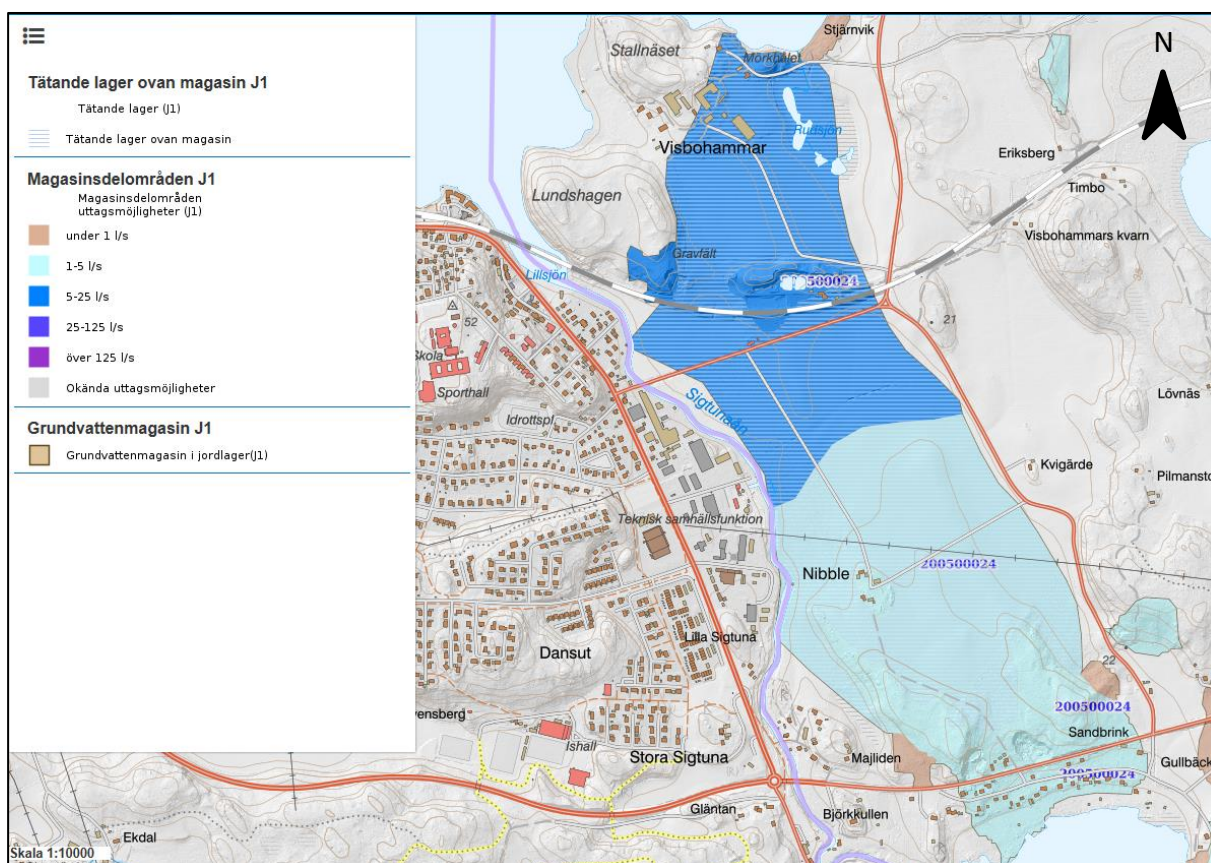
I området närmast provpumpningsbrunnen har jorddjupen till berg uppskattats ha en mäktighet på 10–20 m eller 20–30 m (figur 4-2). Jorddjupsobservationer från sonderingar bekräftar den uppskattade tjockleken på jordlagren, samt visar att jorddjupen även överstiger 30 m i vissa punkter (SGU, 2020c).



Figur 4-2. Karta med uppskattade jorddjup i området (SGU, 2020c).

## 4.2 Grundvatten

Den valda platsen för provpumpningen ligger inom vattenförekomsten Vårdingeåsen-Visbohammar. Undersökningsområdet utgör ett delområde i ett större grundvattenmagasin i jordlager, där uttagsmöjligheterna har bedömts variera mellan goda och mycket goda. Jordlagren i magasinets södra del och i området närmast provpumpningsbrunnen har bedömts ha en måttlig grundvattentillgång på 1–5 l/s eller 80–400 m<sup>3</sup>/d, se figur 4-3 (SGU, 2020d). De norra delarna av magasinet har bedömts ha en större uttagsmöjlighet på 5–25 l/s.

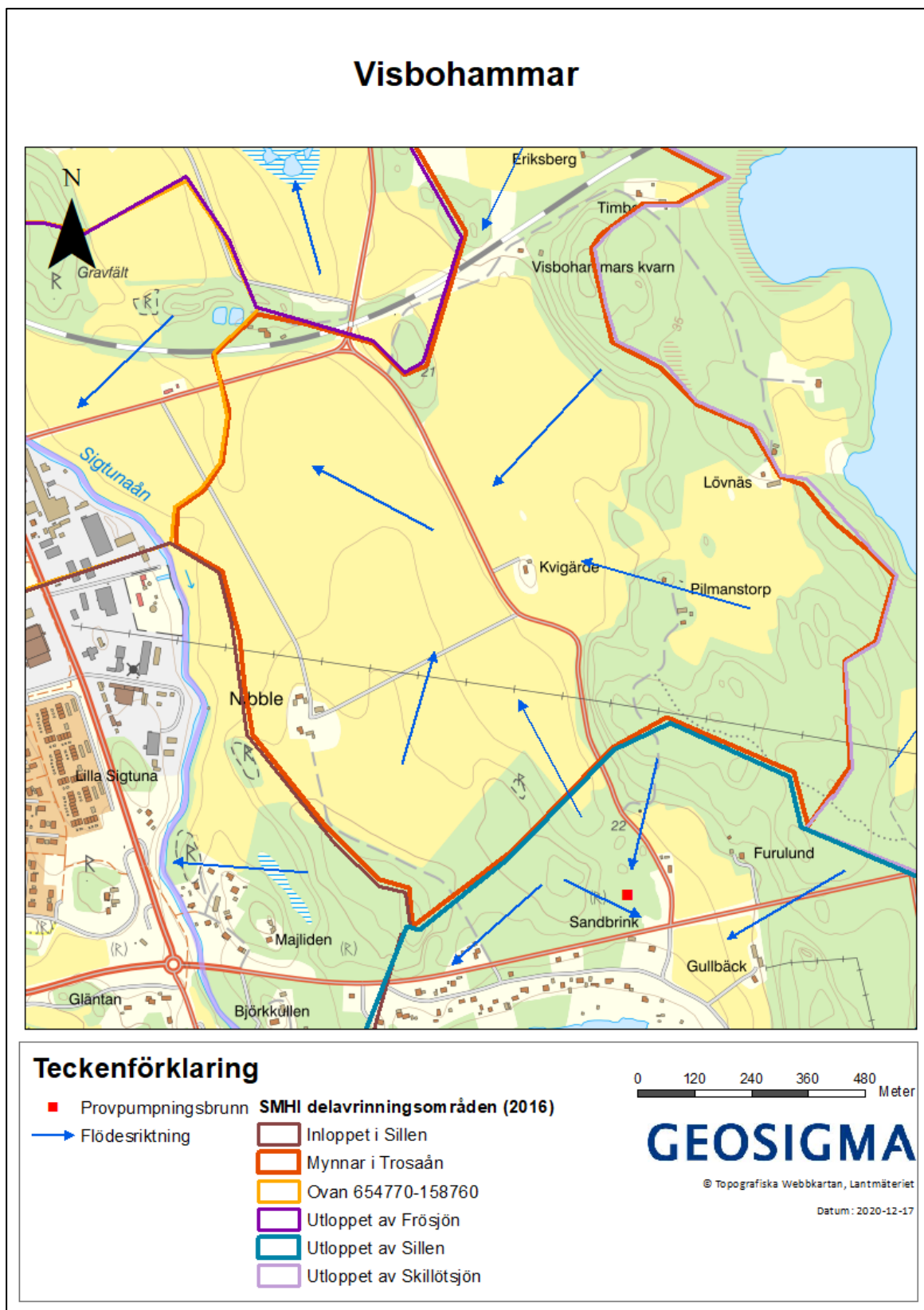


**Figur 4-3.** Grundvattenmagasin i undersökningsområdet och dess uttagsmöjligheter (SGU, 2020d).

Enligt ytvattenanalys från Scalgo (Scalgo, 2020) skärs grundvattenförekomsten av ett flertal ytvattendelare, se figur 4-4. Ofta, men inte alltid, sammanfaller grundvatten- och ytvattendelarna med varandra. Grundvattendelaren kan förflytta sig beroende på variation i grundvattennivå under året, eller uttag av grundvatten.

I området finns sex delavrinningsområden som alla tillhör huvudavrinningsområdet Trosaån. Flödesriktningen för ytvattnet urskiljs som blå pilar i figuren.

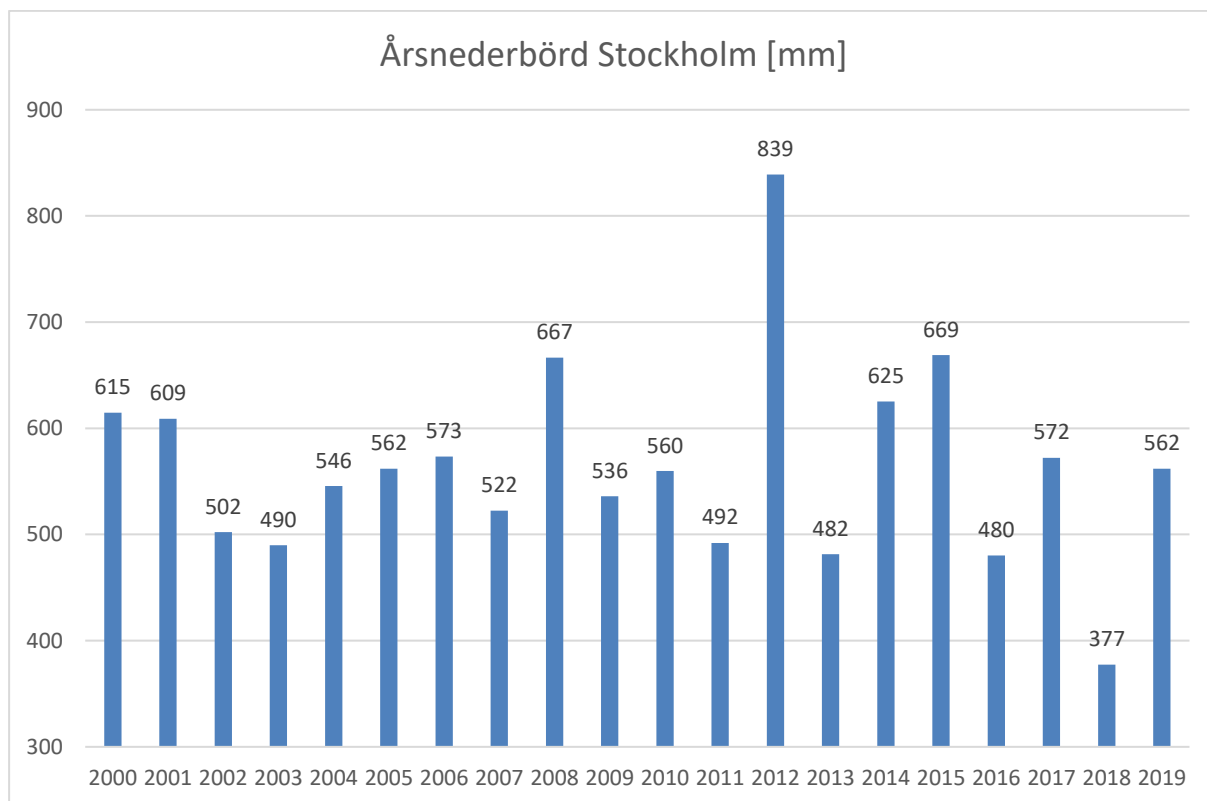




Figur 4-4. Delavrinningsområden och flödesriktning för ytvatten vid fastigheten Visbohammar 1:27 i Södertälje kommun (Lantmäteriet, 2020).

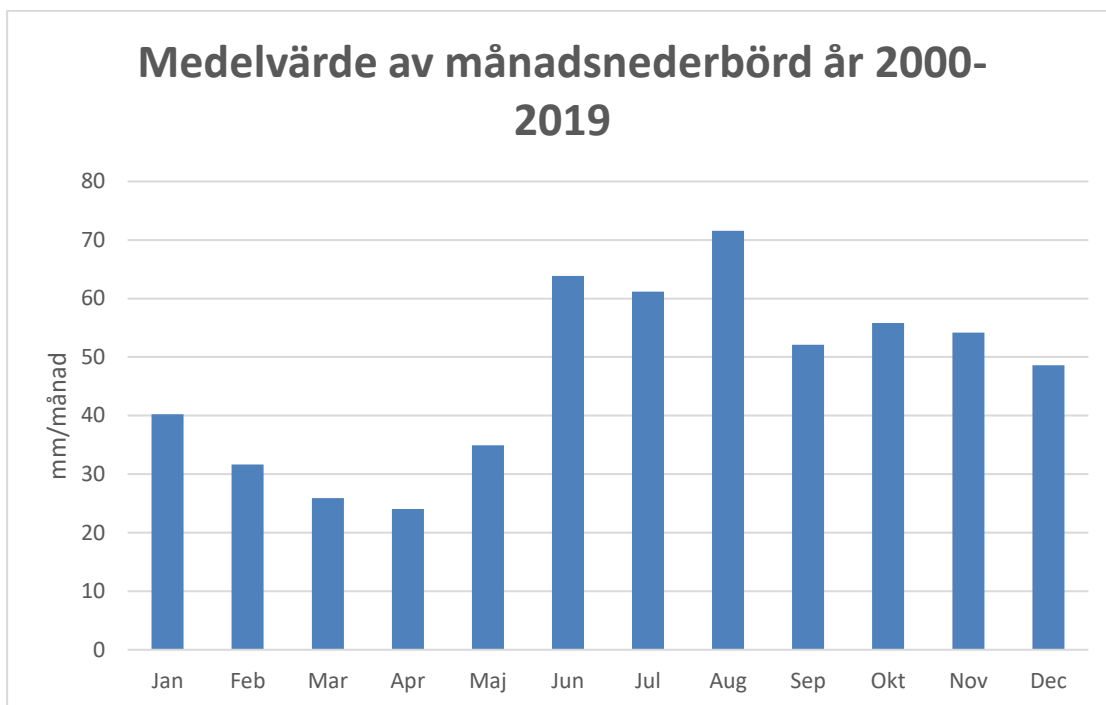
### 4.3 Meteorologi och grundvattenbildning

Årsnederbörden i Stockholm (SMHI, 2019) varierade under åren 2000–2019 mellan 377–839 mm. År 2018 uppmättes den lägsta årsnederbörden någonsin sedan mätstationen startade år 1859 (Stockholm) med 377 mm, se figur 4-5. Grundvattenbildningen i Mälardalen uppskattas till ca 225 mm/år i medeltal (Rodhe et.al, 2006).

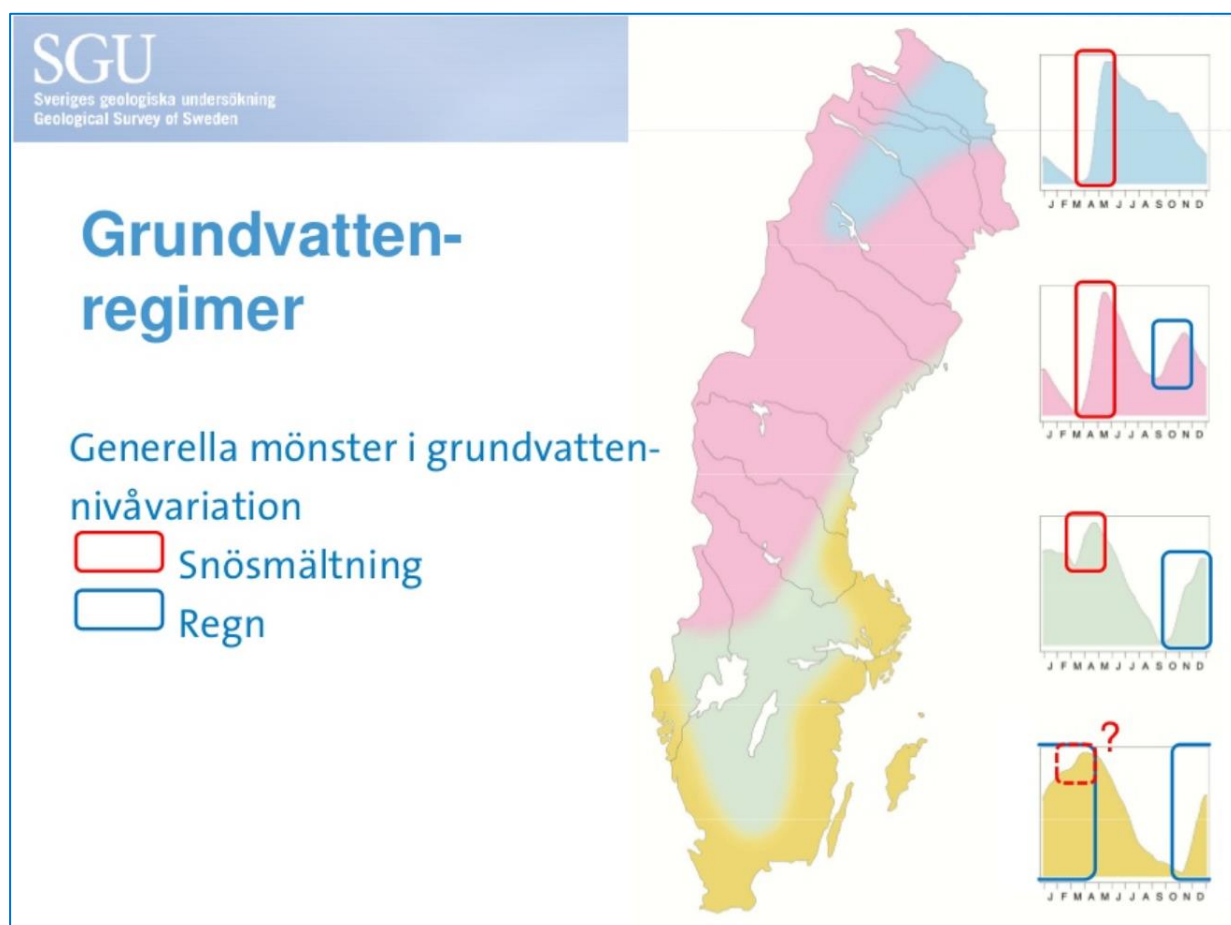


Figur 4-5. Årsnederbörd vid SMHI:s mätstation i Stockholm (SMHI, 2019).

För att undersöka hur variationen av mängden nederbörd under ett år fördelar sig undersöktes medelvärdet för respektive månad mellan år 2000–2019, se figur 4-6. Statistiskt är nederbörden som lägst på våren medan den är relativt hög under sommaren och hösten. Under våren förekommer ofta snösmältning samtidigt som marken är mättad. Detta betyder att grundvattenbildningen ofta är hög under våren. Under sommaren är avdunstningen och växtupptaget som störst vilket gör att grundvattenbildningen ofta blir väldigt låg eller upphör helt. Rent allmänt så ökar förutsättningarna för grundvattenbildningen markant när växternas upptag upphör i slutet av september/början av oktober, trots mindre nederbörd än under sommaren. Stora variationer i grundvattenbildningen kan förekomma mellan olika år, beroende på mängden nederbörd och när den faller under året. Figur 4-7 redovisar typiska grundvattenregimer för Sverige (SGU, 2017).



Figur 4-6. Medelvärdet av månadsnederbörd mellan åren 2000–2019 i Stockholm (SMHI a, 2020).



Figur 4-7. Grundvattennivåns genomsnittliga variationsmönster under året (regim) i olika delar av landet under perioden 1981–2010 (SGU, 2017).

## 4.4 Riskobjekt

### 4.4.1 Grundvattentäkt Gnesta

Området där vattenuttaget planeras ligger i Södertälje kommun, strax öster om Gnesta tätort och inom en utpekad grundvattenförekomst, SE654769-158793 Vårdingeåsen-Visbohammar, Grundvattenförekomsten utgörs av en sand- och grusavlagring vars grundvatten inte får försämrats avseende kvalitet och kvantitet, direkt eller indirekt. Förekomsten avgränsas i norr av Frösjön, i söder av sjön Sillen, i väster av Sigtunaån som avrinner från Frösjön ned till Sillen samt av Skillötsjön i öster. Förekomsten bedöms ha mycket goda eller utmärkta uttagsmöjligheter i bästa delen av grundvattenmagasinet, storleksordningen 5–25 l/s (ca 400-2 000 m<sup>3</sup>/dygn).

Ca 1,3 km norr om brunnen ligger Gnesta kommuns vattentäkt Kvigärde. För att skydda vattentäkten omfattas viktiga delar av tillrinningsområdet av ett vattenskyddsområde. Kvigärde-Visbohammar Vattenskyddsområde, inrättat 1978, se figur 4-8. Föreskrifterna innebär inga begränsningar eller restriktioner avseende vattentäkter. Den yttre gränsen för vattenskyddsområdet ligger ca 900 m norr om brunnen. De goda uttagsmöjligheterna, särskilt i den norra delen där kommunens vattentäkt ligger och det stora avståndet till vattentäkten gör det osannolikt att vattenförekomsten eller kommunens vattentäkt skulle påverkas negativt av ett vattenuttag. Riskerna behöver dock beaktas i utredningsarbetet.



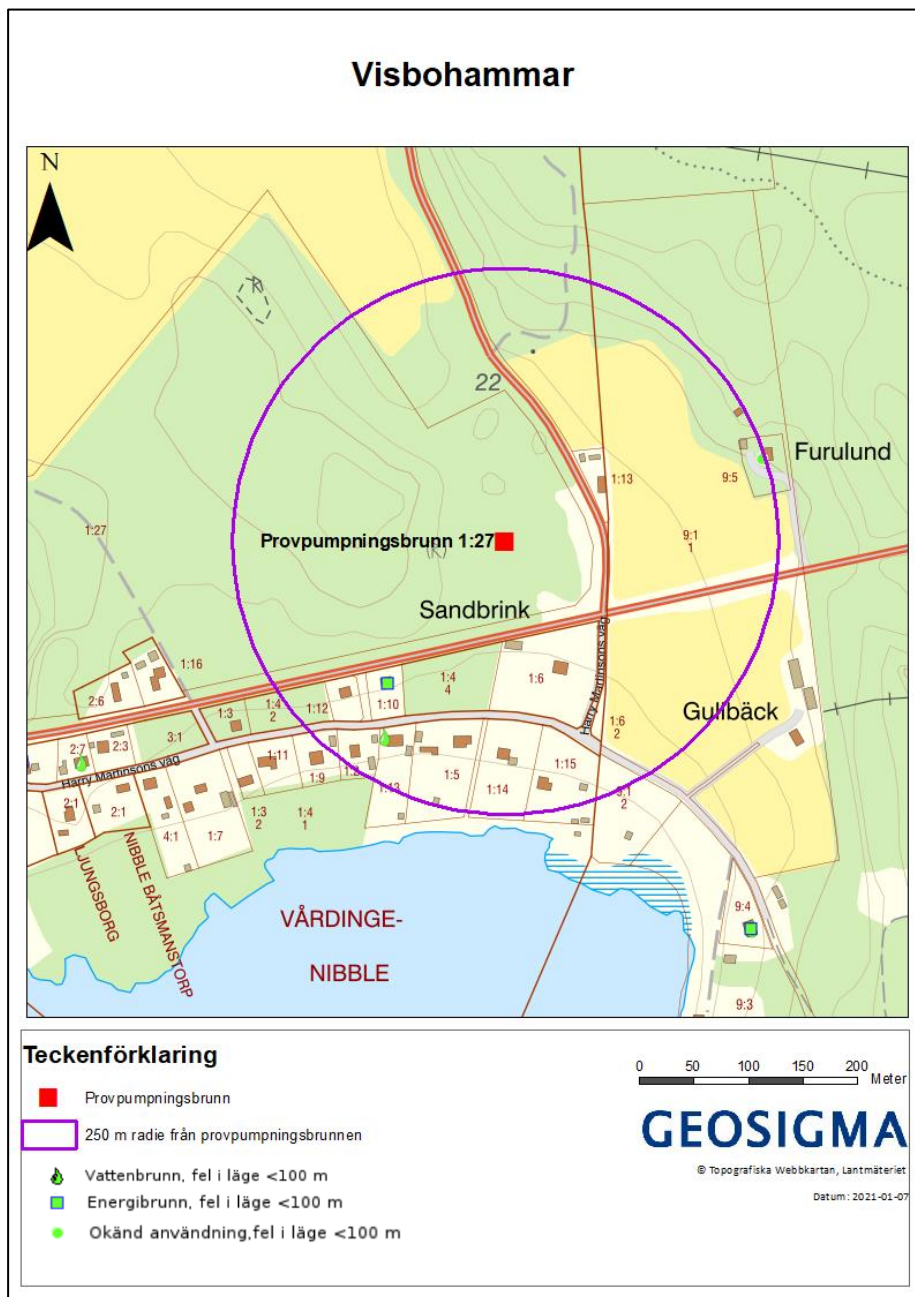
**Figur 4-8.** Kvigärde-Visbohammar vattenskyddsområde. Den lilla cirkeln i nere till höger är ungefärligt läge för pumpbrunnen. Källa: <https://skyddadnatur.naturvardsverket.se>



## 4.4.2 Brunnar

Inom ett avstånd om ca 250 m från provpumpningsbrunnen finns ca 10–12 fastigheter. Fastigheterna ligger söder om väg 57 samt öster om brunnen. Endast 3 brunnar finns dock registrerade i SGU:s brunnsarkiv, se figur 4-9 (SGU, 2020e). Alla fastigheter i närområdet har enskild dricksvattenförsörjning och därmed en egen brunn, vilket innebär att det också får antas finnas ca 10-12 dricksvattenbrunnar i närområdet samt några bergvärmehål.

De närmaste brunnarna ligger på fastigheterna Visbohammar 1:13 (nordost om) och Vårdinge-Nibble 1:6 (söder om) på ett avstånd om ca 120 m. Brunnarna är inte registrerade i brunnsarkivet.



Figur 4-9. Karta över registrerade brunnar i området, samt fastighetsgränser (SGU, 2020e).



#### 4.4.3 Övriga riskobjekt

I närområdet finns väg 57 som hålls av Trafikverket. Bostadshus och annan infrastruktur finns på minst 100 m avstånd. Med tanke på geologin i området där sättningsbenägna jordlager saknas under grundvattenytan så bedöms inte några byggnader, vägar och andra anläggningar kunna påverkas av ett uttag av grundvatten, i den mån det skulle medföra en större grundvattenavsänkning. Inte heller finns några våtmarker eller andra ytvatten i närområdet som skulle kunna påverkas av ett grundvattenuttag.

## 5 Provpumpning

Provpumpningar används för att bestämma vattentillgång och magasinsegenskaper i en akvifär. Ett vattenuttag av önskad storlek görs ur akvifären samtidigt som grundvattenytans nivå kontinuerligt mäts i pumpbrunnen och i ett antal grundvattenrör, dels med varierande avstånd från denna. Kontinuerliga nivåmätningar görs även i närliggande brunnar i syfte att utröna om nivåerna i dessa riskerar att avsänkas till följd av provpumpningen och ett framtida uttag.

När en provpumpning startas skapas en avsänkningstratt som under en transient fas ökar i storlek till dess att läget stabiliserats och stationära förhållanden infinner sig. Efter att den stationära fasen infunnit sig kan den hydrauliska transmissiviteten (T) i akvifären beräknas. Dessa magasinparametrar kan sedan användas vid till exempel en modellering för att utvärdera hur grundvattenmagasinet på längre sikt skulle påverkas av ett permanent uttag.

En utvärdering av grundvattnets kvalitet utförs även kontinuerligt under provpumpningen i pumpbrunnen och närliggande brunnar. Detta för att säkerställa att det ökade uttaget av grundvatten inte påverkar vattnets kvalitet.

Ett kontrollprogram med de mätningar och provtagningar som ska göras fastställs och påbörjas innan provpumpning startar.

### 5.1 Brunnar och grundvattenrör i kontrollprogram

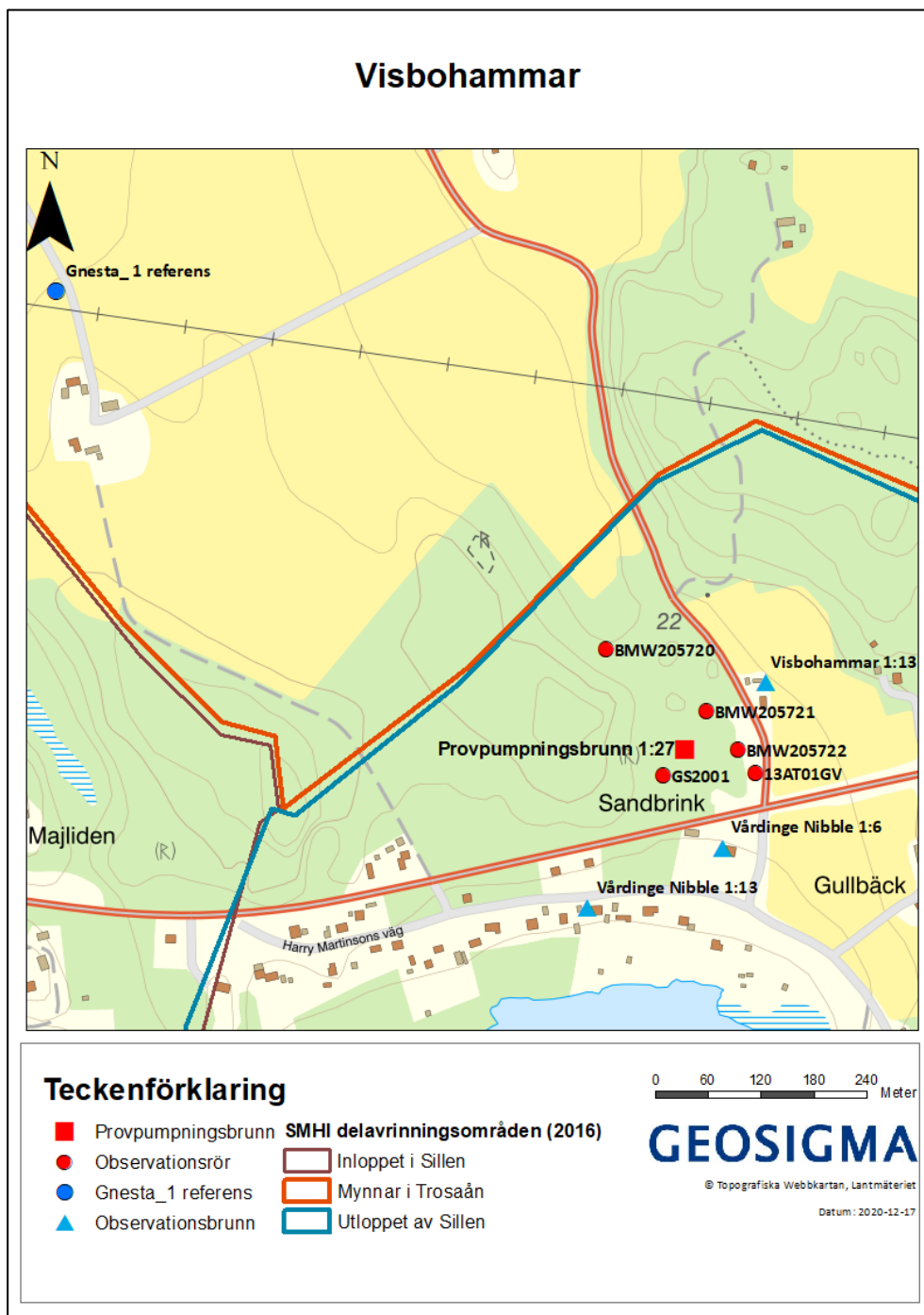
Till provpumpningens kontrollprogram valdes tre av närområdets dricksvattenbrunnar ut (tabell 5-1). Brunnarna valdes utifrån att läget och avståndet till pumpbrunnen varierade, samt utifrån de rent praktiska förutsättningarna för att kunna observera nivån och kvaliteten på brunnsvattnet.

Tabell 5-1. Observationsbrunnar i kontrollprogram

Fastighet	Brunnstyp	Avstånd till pumpbrunn [m]	Anmärkning
Visbohammar 1:13	Borrad	119	Brukades ej under perioden
Vårdinge Nibble 1:6	Filterspets	118	
Vårdinge Nibble 1:13	Filterspets	209	
Visbohammar 1:27	Filterspets	-	Pumpbrunnen

\*En brunn på fastigheten Vårdinge-Nibble 1:10 fick utgå ut kontrollprogrammet då den ej var åtkomlig. Den ersattes av Vårdinge-Nibble 1:13.

I pumpbrunnens närområde finns sedan juni 2020 två observationsrör för grundvatten, Gnesta\_1 och BMW205720 (GNESTA\_2), som ingår i SGU:s övervakningsprogram för grundvatten (figur 5-1). På uppdrag av Signum Fastigheter AB installerades vid samma tidpunkt ytterligare två rör av SGU: BMW205721 och BMW205722, varav det senare förlängdes av Geosigma då det var för grunt och hade dålig funktion. Tillsammans med observationsrör GS001, som installerades av Geosigma i juli 2020, så valdes dessa ut att ingå i kontrollprogrammet för provpumpningen, se tabell 5-2. I området finns även ett äldre grundvattenrör, 13AT01GV, som också fick ingå i kontrollprogrammet.



**Figur 5-1.** Översiktskarta som visar samtliga observationsrör och observationsbrunnar som ingår i kontrollprogrammet. I kartan syns även berörda delavrinningsområden (Lantmäteriet, 2019, SMHI 2016).

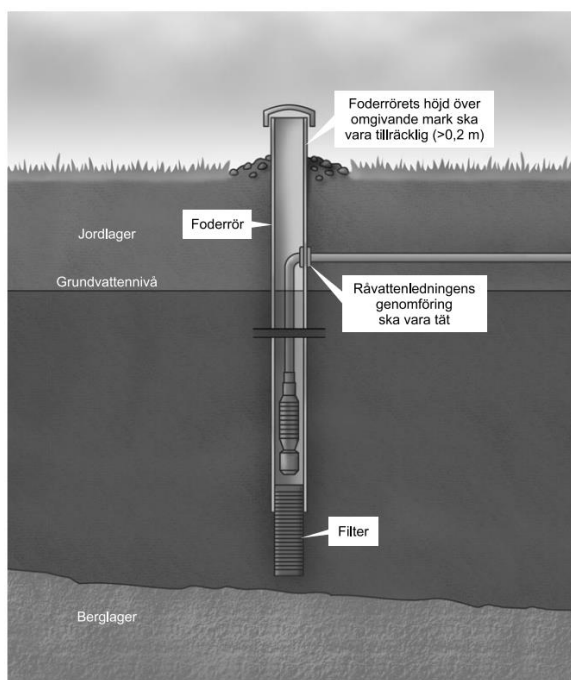
Tabell 5-2. Grundvattenrör i kontrollprogram

Fastighet	Rörbeteckning	Avstånd till pumpbrunn [m]	Anmärkning
Visbohammar 1:20	Gnesta_1 referens	900	Ostörd referens. Logger, SGU:s namn: Gnesta_1
Visbohammar 1:27	BMW205720	145	Logger, SGU:s namn: Gnesta_2
Visbohammar 1:27	BMW205721	50	Logger, Geosigma
Visbohammar 1:27	BMW205722	60	Logger, Geosigma
Visbohammar 1:27	GS2001	38	Logger, Geosigma
Visbohammar 1:27	13AT01GV	84	Manuella mätningar

### 5.2 Pumpbrunnens förutsättningar för uttag

Brunnen på Visbohammar 1:27 är av typen filterbrunn, se figur 5-2. Brunnskonstruktionen har fått sitt namn av att vatten tas in genom slitsade rör av rostfritt stål. De kallas filter eller sil. För att förhindra material att flyta in i brunnen, anpassas slitsens bredd efter hur kornstorleken är fördelad i jordlagren. Filterbrunnar ger ofta stora mängder vatten och används i huvudsak för kommunala vattentäkter. För privat bruk är denna brunnstyp inte lika vanlig som den bergborrade brunnen, mest beroende på att förutsättningar i form av tillräckligt vattenförande jordlager ofta saknas (Socialstyrelsen, 2006).

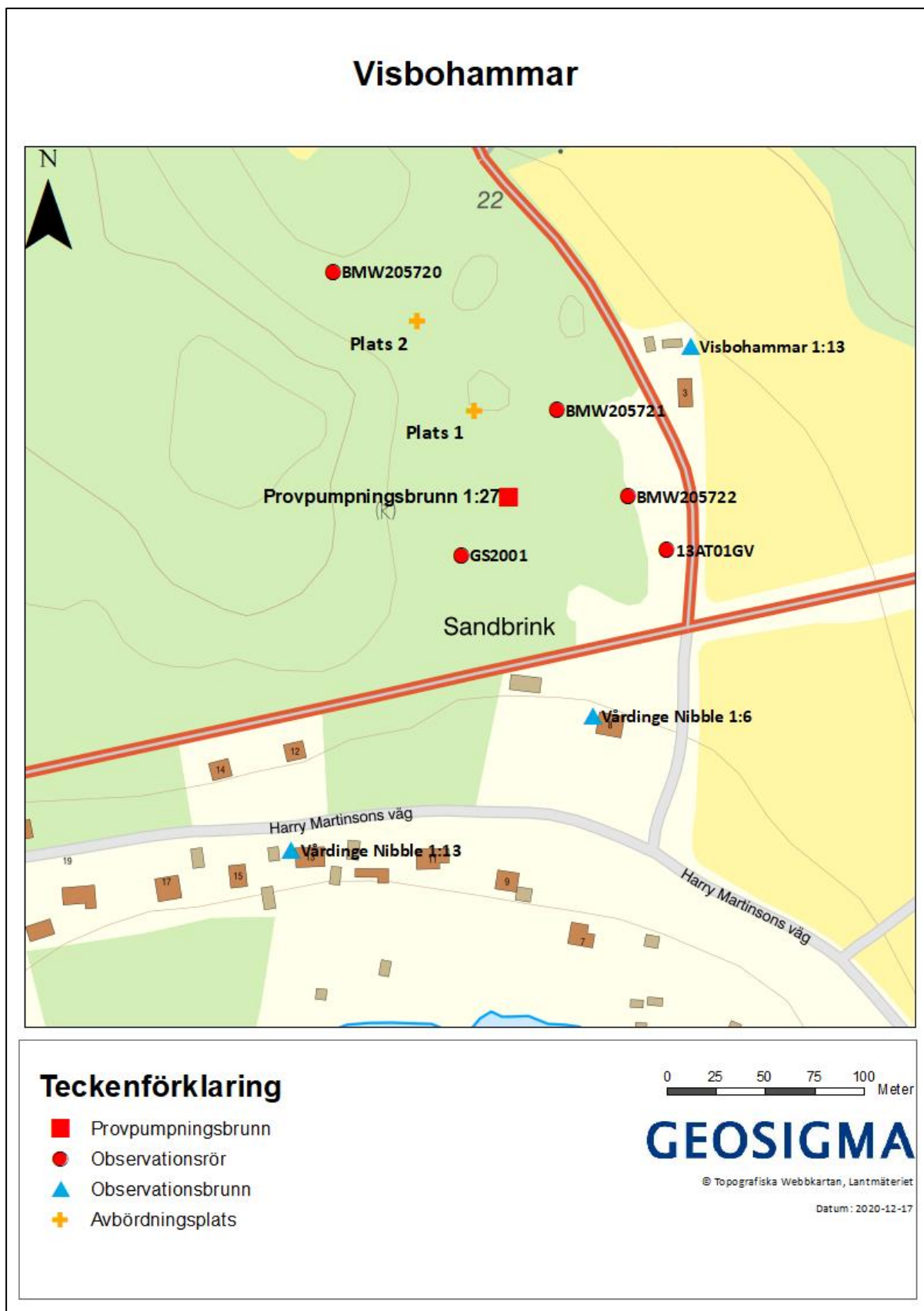
Den befintliga brunnen borrades i februari 2020. Brunnen är 16,82 m djup (max pejlbart djup) och har en ytterdimension på 164 mm och en innerdimension på 158 mm. Brunnen har ett Johnson-filter som är 7 m långt och har 1,5 mm slitsöppningar.



Figur 5-2. Typisk konstruktion av filterbrunn (Socialstyrelsen, 2006).

## 6 Genomförande av provpumpning

- Inför provpumpningen installerades automatiska tryckloggrar i tre av observationsrören och i de tre dricksvattenbrunnar som ingick i kontrollprogrammet. Installationen utfördes 2020-09-08 och tryckloggrarna började registrera värden samma dygn som installationen. I SGU:s rör Gnesta\_1 och Gnesta\_2 (BMW205720) så fanns loggrar installerade sedan tidigare.
- Provpumpningen i brunnen Visbohammar 1:27 startade 2020-09-22 kl. 14:48. Trycket var vid start 1,31 bar och la sig efter några minuter på ett stabilt tryck runt 1,17–1,18 bar. Uttaget ställdes på ett pumpflöde runt 80 l/min. Initialt under pumpningen sjönk nivån i brunnen med 1,38 m. Vattnet från provpumpningen avbördades i en sänka, plats 1, ca 50 m NV om brunnen (figur 6-1).
- Den 24:e september 2020 utfördes en visuell kontroll av provpumpningsplatsen. Pumpflödet var vid tillfället 76,84 l/min och trycket låg på 1,17 bar. Det uppmärksammades att avbördningsslangen läckte på några ställen, vilket lagades provisoriskt utan något pumpstopp. Avbördningsplatsen i sänkan var till stor del vattenfylld, men då slangens inte var längre än 50 m kunde detta inte åtgärdas vid kontrollbesöket.
- 2020-10-01 stoppades pumpen tillfälligt då avbördningsslangen läckte och en vattensamling hade skapats nära pumpbrunnen. Stoppet varade mellan kl. 11:20 och 13:57. Under stoppet byttes den trasiga slangens och platsen där pumpvattnet avbördades (plats 2) flyttades till ca 100 m NV om brunnen. Uttaget ställdes på ett pumpflöde runt 79,81 l/min och trycket låg på 1,19 bar.
- En visuell kontroll av provpumpningsplatsen skedde även 2020-10-08 kl. 11:20. Pumpflödet var då 79,69 l/min och trycket låg på 1,17 bar.
- 2020-10-14 kl. 10:06 avslutades provpumpningen och pumpen stoppades. Tre timmar efter pumpstoppet hade nivån i brunnen stigit med 1,19 m.
- Ett sista besök utfördes 2020-10-22 då samtliga tryckloggrar hämtades in och all data laddades ned. Vid nedladdning av data från tryckloggrarna upptäcktes att samtliga, utom den i brunnen Visbohammar 1:13, hade slutat registrera värden ca 2 veckor in i provpumpningsperioden. Inhämtade data är dock tillräcklig för att kunna se om brunnarna påverkats av pumpningen. Interpolering gjordes i diagrammen mellan loggerdata och manuella mätdata som inhämtades innan provpumpning samt i samband med avetableringen. Detta ger dock endast en grov trend mellan två ögonblick utan att återspegla nivåvariationer mellan dessa punkter.



**Figur 6-1.** Översiktskarta som visar observationsrör och observationsbrunnar som ingår i kontrollprogrammet. Kartan visar även de två avbördningsplatserna som användes under provpumpningen (Lantmäteriet, 2019).



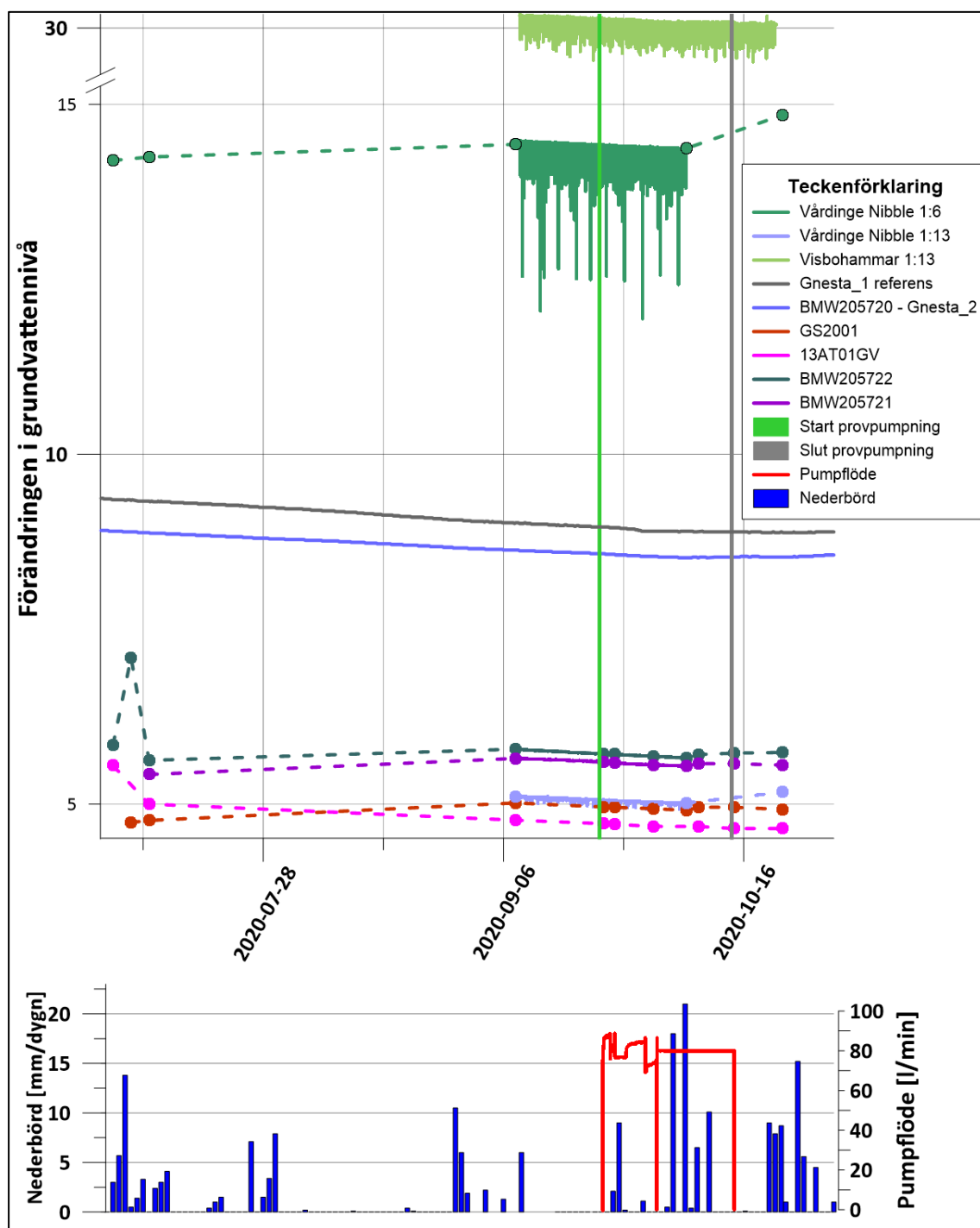
## 7 Resultat

### 7.1 Översikt: Alla rör och brunnar under perioden 3 juli – 22 oktober 2020 samt data från provpumpning 22 september – 14 oktober 2020

I figur 7-1 kan den relativa förändringen i grundvattennivå för alla rör och brunnar ses, från början av kontrollprogrammet i juli till slutet av programmet i oktober. De automatiska loggningarna av nivå i SGU:s observationsrör visar en trend med sjunkande grundvattennivåer från början av juli och fram till slutet av september. Detta överensstämmer väl med grundvattenregimen för det aktuella området och perioden, se figur 4-7 i tidigare avsnitt. De båda SGU-rören följer samma grundvattennivåtrend vilket eventuellt tyder på en hydraulisk kontakt, trots att de ligger i skilda delavrinningsområden för ytvatten.

De manuella mätningarna från observationsrören visar däremot en trend med svagt ökande grundvattennivå mellan början av juli och början av september. Då enbart 2–3 manuella mätningar utfördes mellan juli och september kan de lokala variationerna vid mättillfället utgöra en stor påverkan på resultatet.

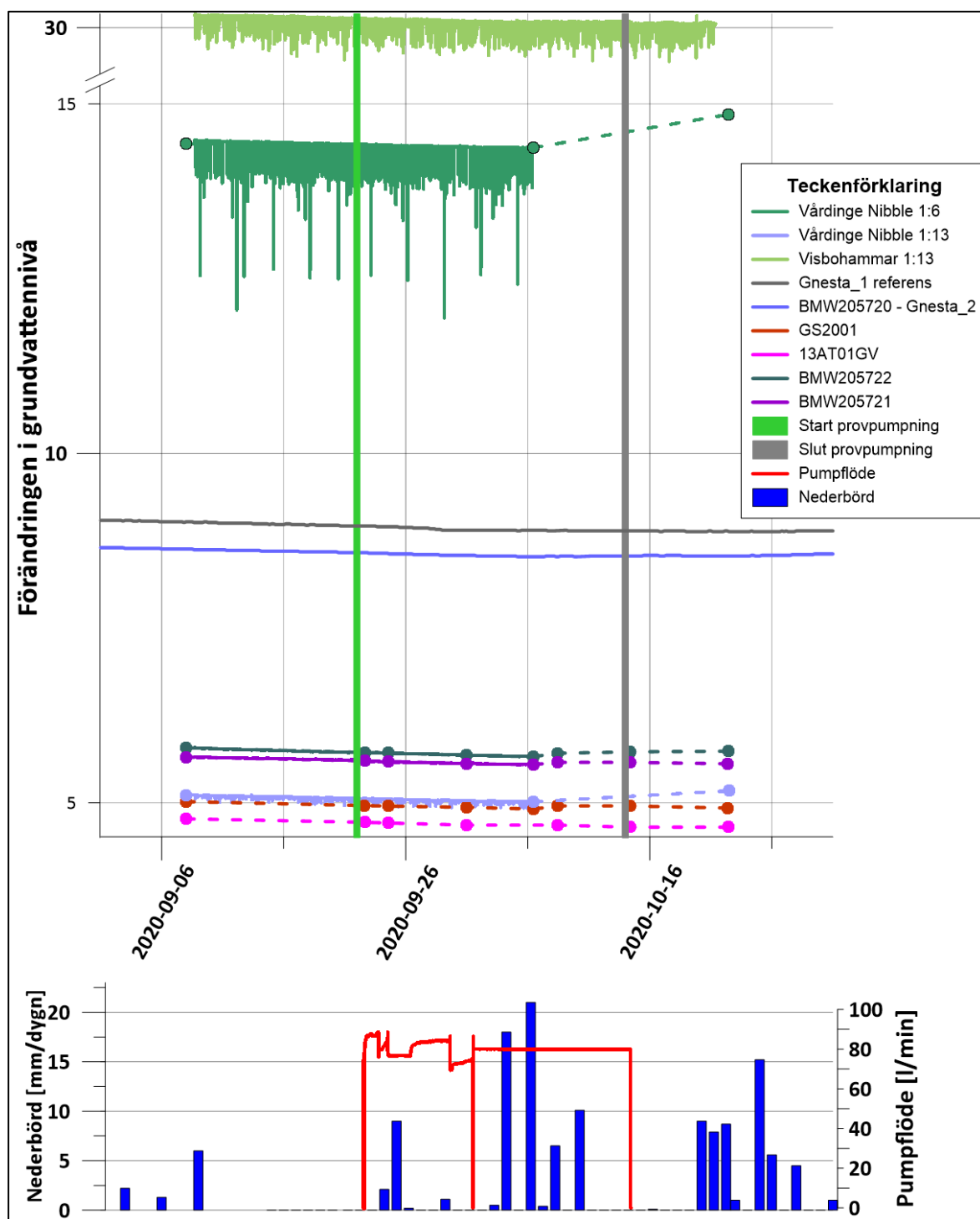
I figur 7-1 kan även nederbördens påverkan på grundvattennivån i observationsrören ses. Början av juli hade flera dagar med kraftig nederbörd och en nivåförändring i rör BMW205722 kan ses i samband med detta.



Figur 7-1. Förändringen av grundvattennivåer i rör och brunnar före, under och efter provpumpningen. De manuella mätningarna ses som punkter. Heldragna linjer och staplar visar data från den automatisk loggning av grundvattennivå. Det nedre diagrammet visar nederbörd (dygnsmedelvärde) och pumpflöde.

### 7.2 Alla rör och brunnar under perioden 6 september – 22 oktober 2020.

Figur 7-2 visar enbart perioden direkt före, under och efter provpumpningen. Ett samband mellan kraftig nederbörd och en svagt ökande grundvattennivå i observationsrören kan ses i oktober under den pågående provpumpningen.

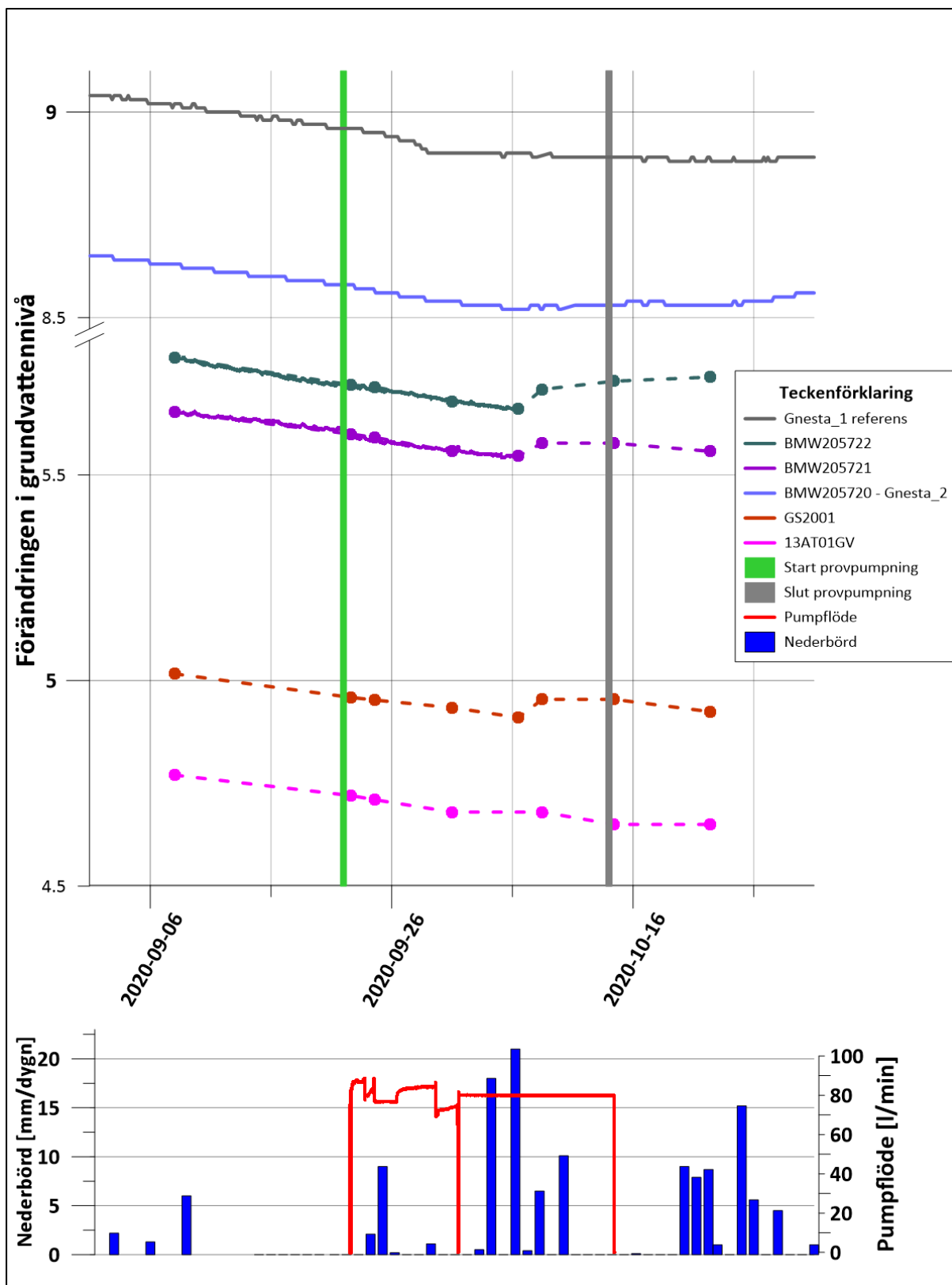


**Figur 7-2.** Förändringen av grundvattennivåer i rör och brunnar före, under och efter provpumpningen. De manuella mätningarna ses som punkter. Heldragna linjer och staplar visar data från den automatisk loggning av grundvattennivå. Det nedre diagrammet visar nederbörd (dygnsmedelvärde) och pumpflöde.

### 7.3 Observationsrör under perioden 6 september – 22 oktober 2020

I figur 7-3 kan samtliga nivåförändringar i observationsrör ses för perioden före, under och efter provpumpningen. Inget av observationsrören uppvisar någon urskiljbar avsänkning i samband med pumpstart. Utplaningen av avsänkning i SGU:s rör, samt den svagt stigande trenden i rör BMW205721, BMW205722 och GS2001, tycks ha ett samband med den kraftiga nederbörden i början av oktober. Något samband kan inte ses till följd av det

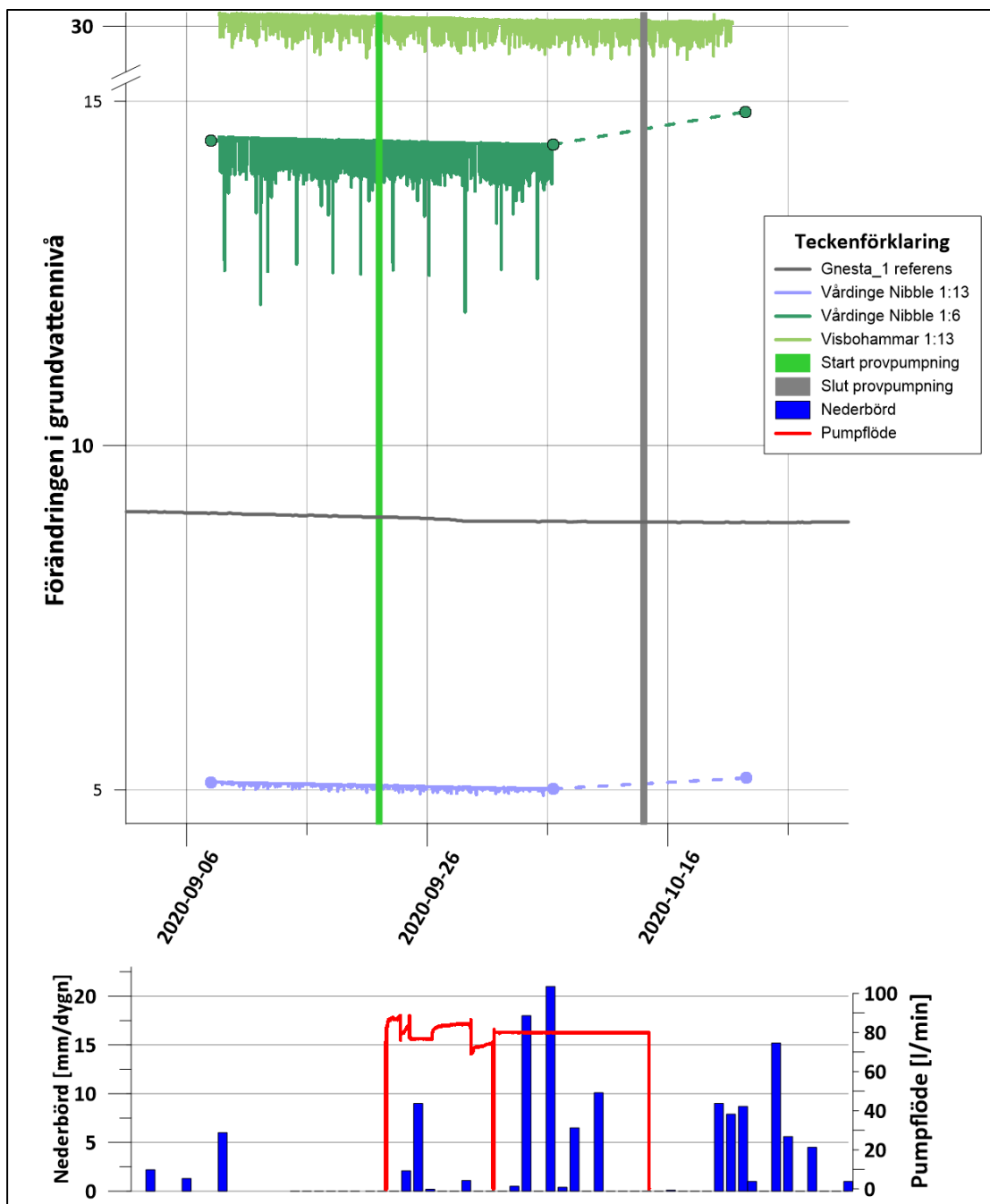
avslutande pumpstoppet, varför man kan anta att provpumpningen inte har påverkat grundvattennivån i dessa rör.



Figur 7-3. Förändringen av grundvattennivåer grundvattenrör före, under och efter provpumpningen. De manuella mätningarna ses som punkter. Heldragna linjer och staplar visar data från den automatiska loggningen av grundvattennivå. Det nedre diagrammet visar nederbörd (dygnsmedelvärde) och pumpflöde.

### 7.4 Brunnar under perioden 6 september – 22 oktober 2020

Figuren 7-4 visar dricksvattenbrunnarna före, under och efter provpumpningsperioden. Provpumpningen tycks inte ha påverkat observationsbrunnarnas nivåer. Deras långsiktiga trender med sjunkande nivåer under september och början av oktober samt tendens till ökande nivåer i samband med nederbörd strax därefter, ligger i linje med de som kunnat observeras i observationsrören. De kraftiga förändringarna i grundvattennivå återspeglar hushållets dagliga vattenuttag.



Figur 7-4. Förändringen av grundvattennivåer i observerade brunnar före, under och efter provpumpningen. De manuella mätningarna ses som punkter. Heldragna linjer och staplar visar data från den automatisk loggning av grundvattennivå. Det nedre diagrammet visar nederbörd (dygnsmedelvärde) och pumpflöde.



### 7.5 Vattenbalansen

Med en vattenbalans kan grundvattenbildningen i närområdet kring det berörda området uppskattas. En vattenbalans summerar hur mycket vatten som kommer till, lagras i och försvinner från ett område under en given tidsperiod. Den naturliga grundvattenbildningen i Mälardalen uppskattas till ca 225 mm/år (Rodhe et.al, 2006).

Den valda platsen för provpumpningen tillhör vattenförekomsten Vårdingeåsen-Visbohammar. Vattenförekomsten har ett modellerat tillrinningsområde på en area av ca 2,9 km<sup>2</sup> (VISS, 2020). Detta ger en teoretisk grundvattenbildning på ca 20,8 l/s.

Sammanfattningsvis var uttaget under pumpningen ca 80 l/min, vilket motsvarar ca 1,3 l/s. Detta understiger magasinets teoretiska kapacitet på ca 20,8 l/s med god marginal.

### 7.6 Beräkning av hydrauliska parametrar

Avsänkingsdata har utvärderats i programvaran AQTESOLVE samt handberäkning har utförts (Carlsson & Gustavsson, 1991). Genom dessa två metoder har två hydrauliska parametrar beräknats fram, som på olika sätt beskriver jordens förmåga att leda vatten.

Transmissiviteten bestämdes till mellan 2,6–3,5 x 10<sup>-3</sup> m<sup>2</sup>/s och de hydrauliska konduktiviteter till 2,9–4,0 x 10<sup>-4</sup> m/s, se tabell 7-1. Variationen i transmissiviteten och den hydrauliska konduktivitet är liten mellan de olika metoderna, vilket ger god tillförlitlighet till resultatet. De beräknade värdena stämmer väl överens med värden från litteraturen på liknande jordarter. En hydraulisk konduktivitet mellan 10<sup>-2</sup> och 10<sup>-4</sup> m/s är storleksordningen för grovsand till mellansand, vilket stämmer väl med den observerade jordarten i området (SGU, 2015).

Tabell 7-1. Transmissiviteten (T) och hydrauliska konduktiviteten (K) från pumputvärderingar i pumpbrunnen.

Metod	T [m <sup>2</sup> /s]	K [m/s]
Moyes ekvation (öppen akvifer)	3,5 x 10 <sup>-3</sup>	4,0 x 10 <sup>-4</sup>
Aqtesolv, numerisk modellering	2,6 x 10 <sup>-3</sup>	2,9 x 10 <sup>-4</sup>

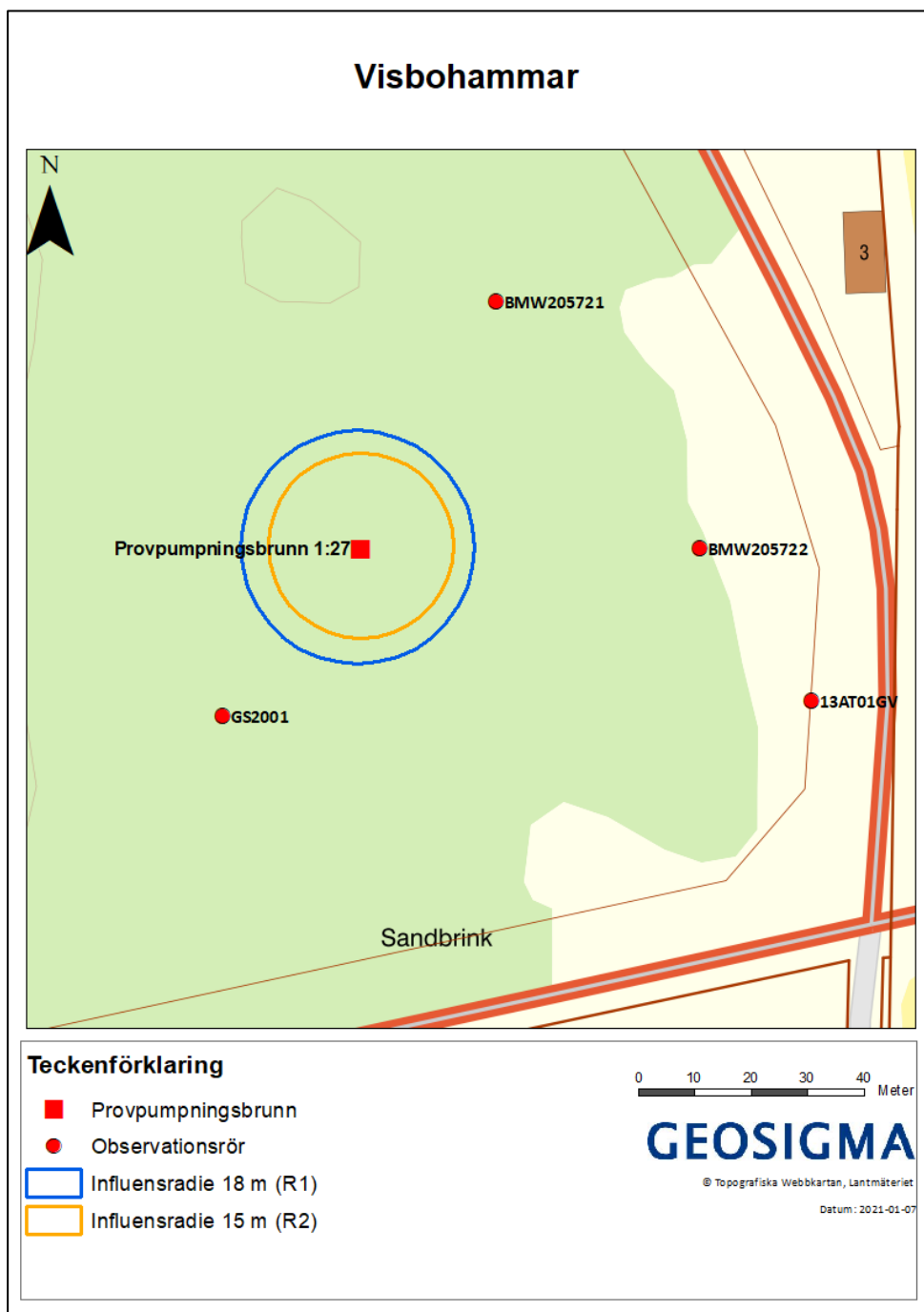
### 7.7 Påverkansområde

För att beräkna påverkansområdet från den berörda provpumpningen har Thurners empiriska framtagna formel använts se ekvation 1 (Franklin, 2005). Ekvationen ger en grov uppskattning av storleken på influensradien.

$$R = 3000 \cdot s \cdot \sqrt{K} \quad \text{(ekvation 1)}$$

- R = maximal influensradie [m]
- S = avsänkning i centrum [m]
- K = Hydraulisk konduktivitet

Avsänkningen i centrum (S) och hydrauliska konduktiviteten (K) beräknades utifrån insamlade avsänkingsdata. Avsänkningen i centrum (S) sattes till 0,3 m och två värden på den hydrauliska konduktiviteten beräknades fram K1 (Moyes)  $4,0 \times 10^{-4}$  m/s respektive K2 (Aqtesolv)  $2,9 \times 10^{-4}$  m/s se avsnitt 7.6. Utifrån dessa värden beräknades den maximala influensradien till R1 18 m respektive R2 15 m se figur 7.7. Området innanför influensradien är det område där en avsänkning av grundvattennivå skulle kunna ske. Resultatet från provpumpningen, se avsnitt 7.1–7.4, visar inte på någon avsänkning i observationspunkterna som tycks bero på provpumpningen.



**Figur 7-5.** Karta som visar provpumpningsbrunn, observationsrör samt två influensradier 18 m (blå cirkel) respektive 15 m (orange cirkel) framtagna med Thurners formel (Lantmäteriet, 2019).

## 7.8 Vattenkvalitet

Provtagning av vattnet i pumpbrunn har gjorts inför, under och vid avslut av pumptest. Pumpbrunnen provtogs även i samband med den första provpumpningen. Elektrisk ledningsförmåga, konduktivitet, har lästs av i pumpbrunnen fortlöpande under provpumpningen. Brunnarna i kontrollprogrammet har provtagits en gång innan provpumpningen för att få en indikation på vattnets kvalitet.

### 7.8.1 Visbohammar 1:27, pumpbrunnen

#### 7.8.1.1 Konduktivitet.

Konduktiviteten (vattnets elektriska ledningsförmåga) har legat stabil under hela provpumpningen kring 49-51 mS/m, vilket indikerar att vattnets innehåll av salter inte påverkats av provpumpningarna och att klorid- och sulfathalterna inte påverkats av provpumpningarna.

#### 7.8.1.2 Sulfat

Sulfathalten har varit relativt stabil under provpumpningarna vid de analyser som gjorts och har fluktuerat mellan ca 100-110 mg/l, vilket ger en teknisk anmärkning på grund av att vattnet är svagt korrosivt.

#### 7.8.1.3 Klorid

Kloridhalten har legat stabilt kring 25 mg/l under båda provpumpningarna. Test med kloridssticka har gjorts ett flertal gånger under provpumpning och har i alla testerna legat under detektionsgränsen 30 mg/l. Halterna antyder ingen påverkan av relik saltvatten.

#### 7.8.1.4 Järn och mangan

Vattnet har relativt höga järn- och manganhalter och har en teknisk anmärkning med avseende på dessa parametrar. Halterna har legat på ungefär samma nivå vid båda provpumpningarna och har inte förändrats påtagligt.

#### 7.8.1.5 Fluorid

Vattnet är tjänligt med hälsomässig anmärkning avseende fluorid. Halten har ökat något från ca 3,3 till 3,8 mg/l från den första till den andra provpumpningen. Vattnet bör inte konsumeras av barn yngre än 1,5 år i större omfattning på grund av risk för missfärgning av tänder.

#### 7.8.1.6 Turbiditet

Vattnets turbiditet, grumlighet, pendlar kring 50 FNU vilket ger en teknisk anmärkning. Turbiditeten har legat stabilt och har inte förändrats av provpumpningarna.

#### 7.8.1.7 Övriga parametrar

Övriga parametrar ligger under gränsvärdena och har varit stabila vid alla provtagningar. Vattnet är hårt och pH ligger kring 7,6-7,8. Alkaliniteten är hög vilket ger god buffringsförmåga samt motverkar korrosionsbenägenheten. Innehåll av mikroorganismer är inget eller försumbart.

### 7.8.1.8 Sammanfattning

Ett vattenverk kommer att behöva filter för att reducera fluorid, järn, mangan samt grumlighet och eventuellt sulfat. I övrigt är vattnet av god kvalitet och lämpar sig väl för dricksvattenproduktion.

### 7.8.2 Visbohammar 1:13

Brunnen är djupborrad. Den har inte brukats under provpumpningen och endast i begränsad omfattning under sommaren. Fe: Tjänligt med teknisk och estetisk anmärkning. Fluorid: Tjänligt med hälsomässig anmärkning. Turbiditet: Tjänligt med anmärkning. Brunnen har högre kloridhalt, 43 mg/l, än pumpbrunnen. Lägre sulfathalt men liknande turbiditet som pumpbrunnen.

### 7.8.3 Vårdinge-Nibble 1:6

Brunnen är kraftigt påverkad av relict saltvatten och/eller vägsalt (det är oklart om och i så fall i vilken omfattning som väg 57 halkbekämpas med salt). Kloridhalten analyserades till 156 mg/l. Vattnet är av annan karaktär än i pumpbrunnen. Sannolikt är det skilda akviferer eller så sker ett påtagligt tillskott från annan akvifer.

### 7.8.4 Vårdinge-Nibble 1:13

Brunnen har något förhöjd kloridhalt 41 mg/l och vattnet har en annan karaktär än vattnet i pumpbrunnen. Sannolikt är det en annan akvifer eller så sker ett påtagligt tillskott från en annan akvifer.

Fe: Tjänligt med teknisk och estetisk anmärkning. Turbiditet: Tjänligt med anmärkning. Brunnen provtogs två gånger m a p mikroorganismer då det var otjänligt på grund av koliforma bakterier vid första tillfället. Vid andra provtagningstillfället var vattnet tjänligt.

## 8 Slutsatser

- Ingen påvisbar påverkan av provpumpningen i grundvattenrör och brunnar kan utläsas från resultatet.
- Säsongsrelaterade sjunkande grundvattennivåer i observationsrör och brunnar pågick redan innan provpumpningen startade. Alla rör och brunnar hade likartade marginella nivåsenkningar under sommar och in i hösten som fortsatte på samma sätt även när pumpningen pågick. I slutet av provpumpningen påbörjades en återhämtning i rör och brunnar eller så stabiliserades nivåerna.
- Nivåerna i observationsrören ser mer ut att påverkas av nederbördsmängden, då en ökande nivå kan ses i samtliga rör vid kraftig nederbörd men inte tydligt vid pumpstopp som varade under 2,5 h.
- Ingen märkbar förändring av vattennivån i den närmaste dricksvattenbrunnen på fastigheten Visbohammar 1:13 kan ses till följd av provpumpningen, vilket tyder på att denna inte har påverkat vattentillgången i den delen av området.
- Det bedöms som sannolikt att den återhämtning som kunnat ses i rör och brunnar efter avslutad pumpning är relaterad till nederbörd samt att grundvattenbildningen kommit igång efter vegetationssäsongen.
- Sannolikt försörjs grundvattenmagasinet söder om väg 57 till stor del av en annan akvifer då observationsbrunnarna här uppvisar en annan kemisk karaktär.

- Det testade uttaget utgör en bråkdel av den teoretiska grundvattenbildningen i området.
- Akviferen är öppen, utan tätande skikt och med sand och grus i ytan, vilket gör att den reagerar snabbt på nederbörd och kan förutsättas ha stor grundvattenbildning per ytenhet. Transmissivitet och hydraulisk konduktivitet är god.
- Det beräknade påverkansradien är mindre än 20 m vilket är i linje med utebliven påverkan i grundvattenrör.

### 8.1 Sammanfattande slutsatser kring kapacitet och kvalitet

- Sett till den teoretiska grundvattenbildningen inom delavrinningsområdet och beaktat resultatet av provpumpningen så bedöms brunnen kunna försörja 100 hushåll med mycket god marginal, även under säsongrelaterade torrperioder. Ett uttag om minst 100 kbm/dygn torde vara långsiktigt hållbart, särskilt om buffringstankar installeras för att jämna ut uttaget över dygnet och inte pressa brunnen onödigt mycket.
- Ett uttag om 100 kbm/dygn kan göras utan omgivningspåverkan.
- Konduktivitet/Klorid var stabila vid alla mätningar och inom ramen för det normala, dvs utan indikationer på uppkoning av relict saltvatten. Eventuell förekomst av relict saltvatten bedöms därmed inte kunna tränga in i brunnen med det uttag som gjordes under provpumpningen (80 l/h).
- Brunnens vattenkvalitet i övrigt har inte förändrats till följd av provpumpningar med undantag för fluorid där halten ökat ca 15 % (den ligger dock inom mätosäkerhetsmarginalen). Vattnet uppvisar förhöjda halter av järn, mangan, fluorid och sulfat samt har hög turbiditet. Vattnet kommer därmed att behöva filtreras med avseende på dessa parametrar. I övrigt är vattnet av god beskaffenhet för dricksvattenändamål.

## 9 Referenser

Carlsson, L., Gustafson, G., 1991. *Provpumpning som geohydrologisk undersökningsmetodik*. Statens råd för byggnadsforskning; Svensk byggtjänst (Stockholm; Solna).

Franklin, I., 2005, Jämförelse av beräknad och verklig grundvattensänkning vid vägportar, Examensarbete Uppsala Universitet.

Lantmäteriet, 2019. Topografisk webbkarta WMS-tjänst. Hämtad 2020-12-10  
[https://api.lantmateriet.se/open/topowebb-ccby/v1/wmts/token/<ditt\\_token>/?request=getcapabilities&service=wmts](https://api.lantmateriet.se/open/topowebb-ccby/v1/wmts/token/<ditt_token>/?request=getcapabilities&service=wmts)

[https://Skyddad natur \(naturvardsverket.se\)](https://Skyddad_natur_(naturvardsverket.se))

Rodhe et.al 2006, Allan Rodhe, Göran Lindström, Jörgen Rosberg, Charlotta Pers, Grundvattenbildning i svenska typjordar - översiktlig beräkning med en vattenbalansmodell. Uppsala universitet. ISSN 1400-1055. proj nr 60-1375/2004.

Scalgo, 2020. Scalgo live kartverktyg. Hämtad 2020-12-14.  
<https://scalgo.com/live>

SGU, 2013. Bedömningsgrunder för grundvatten. SGU-rapport 2013:01. ISBN 978-91-7403-193-5. 2013-02-01.

SGU, 2015. Tätande Jordlager – en kunskapsställning. SGU-rapport 2015:32, Uppsala. Hämtad 2020-12-18.  
<http://resource.sgu.se/produkter/sgurapp/s1532-rapport.pdf>

SGU, 2017. Grundvattenbildning och grundvattentillgång nu och i framtiden – Mattias Gustafsson. Hämtad 2020-12-17.  
[https://www.slideshare.net/SGU\\_Sverige/grundvattenbildning-och-grundvattentillngng-nu-och-i-framtiden-mattias-gustafsson](https://www.slideshare.net/SGU_Sverige/grundvattenbildning-och-grundvattentillngng-nu-och-i-framtiden-mattias-gustafsson)

SGU, 2020a. SGU:s kartvisare. Bergarter. Hämtad 2020-12-15.  
<https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-berg-50-250-tusen.html?zoom=-1829330.8384096776,5666522.563155126,3009078.8384096776,8103367.436844874>

SGU, 2020b. SGU:s kartvisare. Jordarter. Hämtad 2020-12-14.  
<https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-jordarter-25-100.html?zoom=631764.8837817676,6545283.3206766425,637140.8945337891,6547990.926091853>

SGU, 2020c. SGUs kartvisare, Jorddjup. Hämtad 2020-12-10.  
<https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-jorddjup.html?zoom=628316.0709895333,6544388.189315569,641756.0978695871,6551157.202853596>



SGU, 2020d. SGUs kartvisare, Grundvattenmagasin. Hämtad 2020-12-10.

<https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-grundvattenmagasin.html?zoom=633504.5345680037,6545871.315364443,636192.5399440144,6547225.118072048>

SGU, 2020e. SGUs kartvisare, brunnar. Hämtad 2020-12-01.

<https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-brunnar.html?zoom=627732.8757177514,6543252.616615234,641172.9025978052,6550021.630153261>

Socialstyrelsen, 2006, Dricksvatten från enskilda brunnar och mindre vattenanläggningar. ISBN: 91-85482-73-0, 2006-10-18

SMHI, 2019, Meteorologiska observationer. Hämtat 2020-11-18

<https://www.smhi.se/data/meteorologi/ladda-ner-meteorologiska-observationer/#param=airtemperatureInstant,stations=all>

VISS, 2020. Vatten Informationssystem Sverige, Modellerade tillrinningsområden för grundvattenförekomster. Hämtad 2020-12-17.

<https://ext-geoportal.lansstyrelsen.se/standard/?appid=1589fd5a099a4e309035beb900d12399>