

PM

Handläggare
Jakob Dinger
Tel
+46 105-05 80 46
Mobil
+46 722-43 78 13
E-post
Jakob.dinger@afry.com

Datum
2021-10-31
Projekt ID
205835 / GNR B21051

Kund
PE Teknik och Arkitektur AB

PM Hydrogeologi

Detaljplan Kode nya skola (Solberga-Bräcke 1:12, 1:3,
1:4 m.fl.)



Granskad av:
Johanna Engelbrektsson, AFRY

Innehållsförteckning

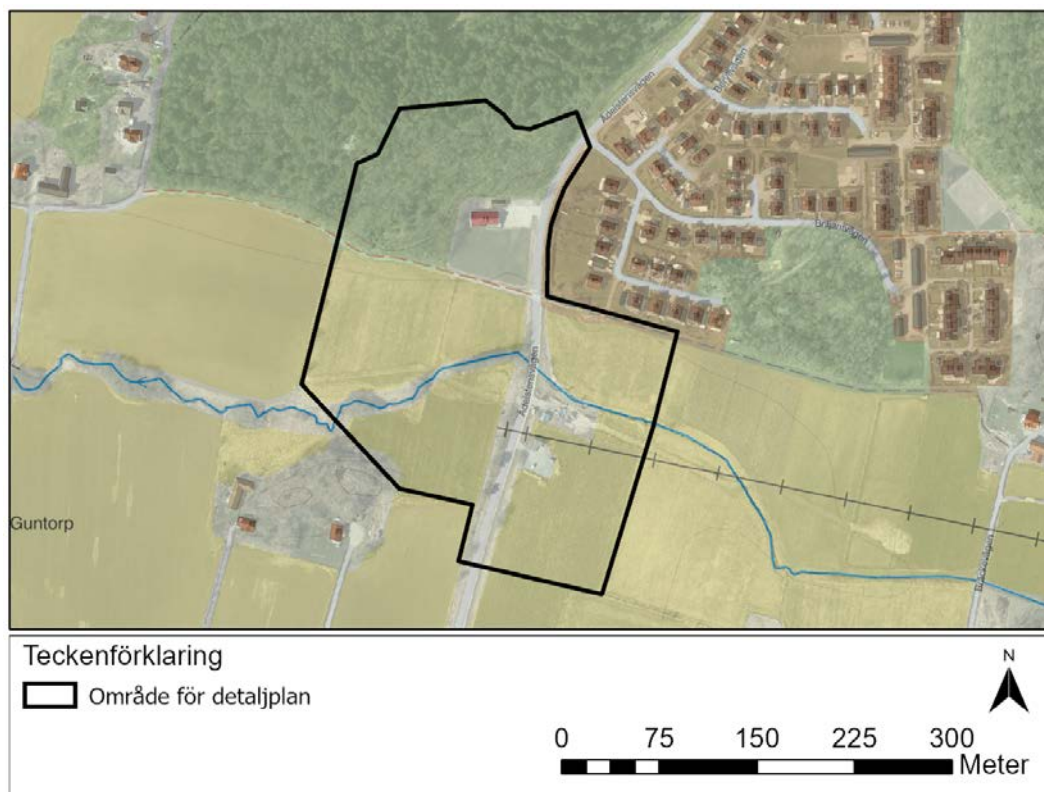
1	Objekt	3
2	Syfte	3
3	Omfattning	3
4	Förutsättningar	4
4.1	Underlag	4
4.2	Planerad byggnation	4
4.3	Koordinat och höjdsystem.....	4
4.4	Vattenverksamhet	4
5	Beräkningsanvisningar	4
5.1	Hydraulisk konduktivitet	4
5.2	Påverkansområde tillhörande grundvattenbortledning	5
6	Befintliga förhållanden.....	6
6.1	Befintliga byggnader och anläggningar, topografi och ytbeskaffenhet	6
6.2	Hydrogeologiska förhållanden.....	6
6.3	Grundvattenberoende objekt.....	9
7	Hydrogeologiska konsekvenser och rekommendationer	9
8	Sammanfattning.....	11
9	Referenser.....	12

Bilagor

Bilaga 1 – Utvärdering av slugtester

1 Objekt

På uppdrag av PE Teknik och Arkitektur AB har AFRY utfört hydrogeologiska undersökningar inför detaljplanearbetet för detaljplan Kode nya skola, Kungälv kommun. Detaljplaneområdet berör fastigheterna Solberga-Bräcke 1:12, Guntorp 1:4, Solberga-Bräcke 1:3 och Guntorp 1:118, se Figur 1 för preliminärt planområde.



Figur 1. Översiktskarta med preliminärt planområdes avgränsning.

2 Syfte

Föreliggande utredning har utförts med syfte att beskriva hydrogeologiska förutsättningar och konsekvenser av genomförandet av detaljplanen samt svara på om det går att bygga/genomföra detaljplanen, med eller utan skyddsåtgärder.

3 Omfattning

Föreliggande dokument sammanfattar hydrogeologiska förutsättningar inom detaljplaneområdet, se Figur 1. Vidare redogörs för bedömning av risk för påverkan på grundvattenförhållanden och omgivningspåverkan, hydrogeologiska rekommendationer och åtgärder samt identifiering av eventuella tillståndsärenden.

4 Förutsättningar

4.1 Underlag

Som underlag för den hydrogeologiska utredningen har följande använts:

- Information om uppdraget som har erhållits från beställaren
- Geotekniska och hydrogeologiska undersökningar utförda inom och i anslutning till detaljplaneområdet, redovisade i *Markteknisk undersökningsrapport, MUR, daterad 2021-10-31*
- Digitalt underlag från Sveriges geologiska undersökning, SGU (<https://apps.sgu.se/kartvisare/>)
 - Brunnsarkivet
 - Jordartskarta
 - Grundvattenmagasin
- Naturvårdsverket, Skyddad natur (<https://skyddadnatur.naturvardsverket.se>)
- Vatteninformationssystem i Sverige, VISS (<https://viss.lansstyrelsen.se>)
- Länsstyrelsens karttjänst *EBH-kartan* för förorenade områden (<https://www.lansstyrelsen.se>)

4.2 Planerad byggnation

Planläggningen syftar till att möjliggöra en skola för cirka 360 elever, idrottshall och skolgård.

4.3 Koordinat och höjdsystem

Lägen är angivna i koordinatsystem SWEREF 99 12 00 och nivåer är angivna i höjdsystem RH 2000.

4.4 Vattenverksamhet

Vattenverksamhet omfattas av en generell tillståndsplikt enligt 11 kapitlet 9 § Miljöbalken och prövning sker i Mark- och miljödomstolen. Med begreppet vattenverksamhet avses bland annat åtgärder som antingen syftar till att förändra vattnets djup eller läge, avvattnar mark, leder bort grundvatten eller ökar grundvattenmängden genom tillförsel av vatten. Undantag från tillståndsplikt kan gälla om det är uppenbart att inga allmänna eller enskilda intressen kan komma att skadas av grundvattensänkningen. Endast verksamhetsutövaren kan avgöra om undantaget enligt 11 kap 12 § Miljöbalken ska åberopas.

5 Beräkningsanvisningar

5.1 Hydraulisk konduktivitet

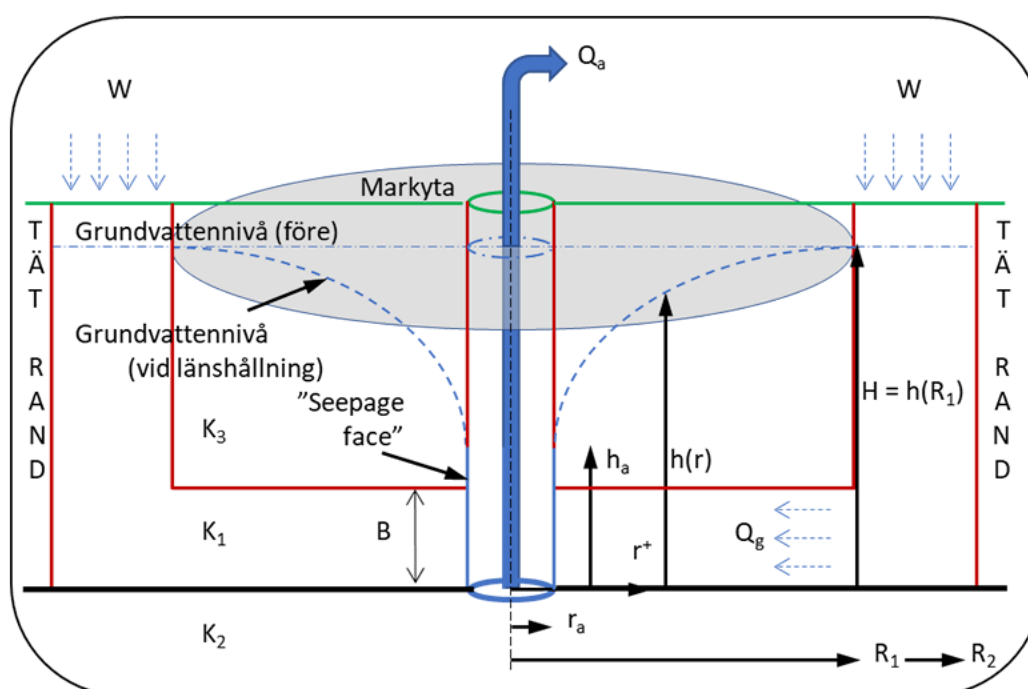
För att erhålla uppgifter om hydrauliska konduktivitet, K (m/s), för jordlager har slugtest utförts i grundvattenrör 21PE04GW, 21PE07GW, 21PE16GW, och 21PE19GW (se Figur 2 för grundvattenrörens läge i plan). Slugtesterna har utvärderats i AQTESOLV med hjälp av Hvorslevs metod för öppen akvifer och Hvorslevs, och Cooper-Bredehoeft-Papadopulos metod för sluten akvifer, för metodbeskrivning och resultat se *Bilaga 1 – Utvärdering av slugtester*.

5.2 Påverkansområde tillhörande grundvattenbortledning

För att bedöma omgivningspåverkan vid eventuell grundvattensänkning har beräkningar avseende utbredning av påverkansområde utförts.

Påverkansområde visar det största område inom vilket avsänkningen i grundvattennivå får vara större än medgiven ändring i grundvattennivå. Vanligen är den största tillåtna avsänkningen i intervallet 0,1 – 1 m. För aktuell undersökning är påverkansområdet det område där en avsänkning i grundvattennivå är mer än 0,3 m.

För beräkning av påverkansområde har Todd och Mays ekvation för radiellt grundvattenflöde till en cirkulär anläggning i ett magasin med slutna magasinsförhållanden och tät botten använts (Figur 2).



Figur 2. Konceptuell modell för beräkning av påverkansområde med Todd och Mays ekvation. Bild från SGU, bedömning av influensområde avseende grundvatten (modell 4).

Ett grundläggande antagande i beräkningen är att det slutna magasinet är cirkulärt, homogent, isotropt och med en konstant mäktighet. Inom det slutna grundvattenmagasinets infiltrationsområde råder det öppna magasinsförhållanden. En ytterligare förutsättning för analytisk beräkning av påverkansområdet är att ta fram en ekvivalent brunnsradie genom att omvandla schaktets area till arean av en cirkel. Ekvivalent brunnsradie (fiktiv schaktradio, r_a) har beräknats enligt ekvation 1.

$$r_a = \sqrt{A/\pi} \quad \text{ekvation. 1}$$

A = arean för schaktet (m^2)

Påverkansområdet har sedan beräknats enligt ekvation 2, 3 och 4.

$$Q_{inf,max} = W\pi(R_2^2 - R_1^2) \quad \text{ekvation. 2}$$

$$Q_g = 2\pi K_1 B \times \left(\frac{H-h_a}{\ln\left(\frac{R_1}{r_a}\right)} \right) \quad \text{ekvation. 3}$$

$$h(r) = H + \frac{Q_g}{2\pi K_1 B}$$

ekvation. 4

H = Avståndet från magasinets botten till naturlig grundvattennivå (m)

h_a = Grundvattennivå precis utanför schakt (m)

K_1 = Horisontell hydraulisk konduktivitet (m/s)

W = grundvattenbildning (mm/år)

B = Magasinets mäktighet (m)

$R1$ = Avstånd från schakt till infiltrationsområde (m)

$R2$ = Avstånd från schakt till infiltrationsområdets borte gräns (m)

r_a = ekvivalent brunnradie för schakt (m)

$h(r)$ = Påverkansområdets radie (m)

6 Befintliga förhållanden

6.1 Befintliga byggnader och anläggningar, topografi och ytbeskaffenhet

Planområdet är beläget i Kode tätort, en dryg mil nordväst om Kungälv. Genom området går Ädelstensvägen, i nord-sydlig riktning, som leder till samlad bebyggelse i form av ett villaområde beläget nordost om detaljplaneområdet. Planområdet består till stor del av åkermark som angränsar mot en å i söder och kuperad lövskog med tunna jordlager och ytnära berg i norr. I området finns också en byggnad som används för scoutverksamhet, omgärdad av en gräsyta samt kuperad lövskog. Planområdet omfattar ca 6 hektar.

Inom planområdet lutar topografin svagt mot ån som rinner genom området. Ån rinner från öst till väst och mynnar ut i Vallby å väster om planområdet. Vallby å (SE643228-126764) är en ytvattenförekomst och omfattas av miljö kvalitetsnormer. Marknivån i planområdets norra del är +26,0 och sluttar brant mot scoutgården där marknivån är +20,5. I planområdets mellersta del är nivån +16,5 innan topografin stupar brant mot ån vars nivå är ca +14,5. I planområdets sydöstra del är marknivån +18,5 och sluttar svagt nordväst mot ån.

6.2 Hydrogeologiska förhållanden

Den geotekniska undersökningen visar att det framför allt är leriga jordarter inom detaljplaneområdet som underlagras av friktionsmaterial. Detta stämmer överens med SGU:s jordartskarta som visar att området utgörs av postglacial finlera (Figur 3). De leriga jordarternas mäktighet ökar mot ån där jordmäktigheten uppgår till 20 – 30 m, med mindre jorddjup i närheten till områden karterade som berg. Friktionsmaterialets mäktighet inom detaljplaneområdet bedöms inte vara helt kontinuerligt, utan istället bestå av fläckvisa avsättningar som delvis är sammanhängande. Friktionsjordens mäktighet inom området varierar från 0 till ca 0,5 m, se Figur 4 för schematisk skiss över jordlagerföljden. Den geotekniska utredningen visar också att leran är sättningsskänslig och att det därmed kan finnas risk för sättningar i samband med en grundvattensänkning.

Huvudsakligt grundvattenflöde inom planområdet sker i friktionsjordslagret under leran. Norr om detaljplaneområdet finns ett mindre område av torv som ej bedöms stå i hydraulisk kontakt med grundvatten i friktionsjorden. På grund av förekomst av mäktiga lerlager inom detaljplaneområdet bedöms vattenföringen i ån huvudsakligen bero på ytavrinning och nederbörd, och bara i mindre utsträckning på tillrinning av grundvatten (basflöde) från detaljplaneområdet.

Berget i områdets nordliga del är en topografisk vattendelare från vilken vatten rinner ifrån. Grundvattenbildningen till friktionsjordslagret under leran sker huvudsakligen i randzonen mellan berg och jord, där lera saknas eller har begränsad mäktighet. Grundvattenbildningen till friktionsjordslagret sker både inom och utanför detaljplaneområdet.

Den potentiella grundvattenbildningen kan likställas med den effektiva nederbörden över ett område, där den effektiva nederbörden utgörs av nederbörden subtraherat med evapotranspirationen. Den faktiska grundvattenbildningen är beroende av den rådande geologin, och har uppskattats för svenska typjordar i *Grundvattenbildning i svenska typjordar* (Rodhe, A., Lindström, G., Rosberg, J., & Pers, C. 2006). Grundvattenbildningen har i enlighet med *Grundvattenbildning i svenska typjordar* bedömts till att vara 300 mm per år.

Manuella grundvattennivåmätningar har utförts under tidig höst 2021. Grundvattennivån bedöms variera beroende på årstid och nederbörd. Inom hela detaljplaneområdet där leriga jordarter överlagrar friktionsmaterial kan det förekomma höga grundvattentryck, vilket motsvarar en grundvattenyta nära eller över markytan. Grundvattennivåmätningar i 21PE04GW, 21PE16GW, och 21PE19GW visar på en grundvattennivå ca 0,3 till 1,0 m under markytan. Vid 21PE04GW är grundvattennivån ca +19,0, vid 21PE16GW ca +17,9 och vid 21PE19GW ca +21,0. Uppmätt grundvattennivå i rör 21PE07GW visar på artesiska förhållanden 1 m ovan marknivå. Funktionstest av 21PE07GW indikerar att röret har begränsad funktion och uppmätta nivåer bedöms kunna vara något missvisande.

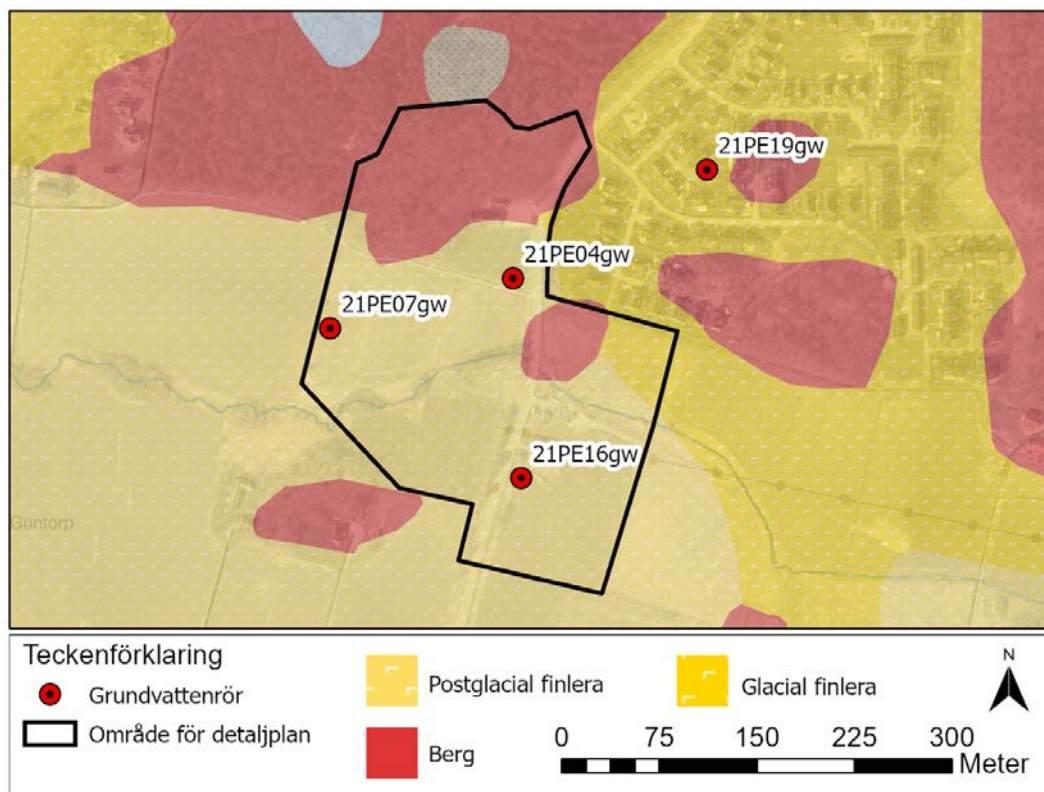
En fri vattenyta har mätts i öppet borrhål invid 21PE07 och visade vid mättillfället den 14/10-2021 på en grundvattennivå på ca 0,5 m under marknivå och den 22/10-2021 ca 0,3 m under marknivå, motsvarande +17,9 och +18,1.

Det är sannolikt att grundvattennivåerna till följd av årstidsvariationer i nederbörd kommer stiga ytterligare under hösten och vintern, och stå som högst på våren. Den normala årstidsvariation i Götalands kustområden uppskattas av SGU till ca 1 m. Detta innebär att högre grundvattennivåer kan förekomma än vad som har uppmätts.

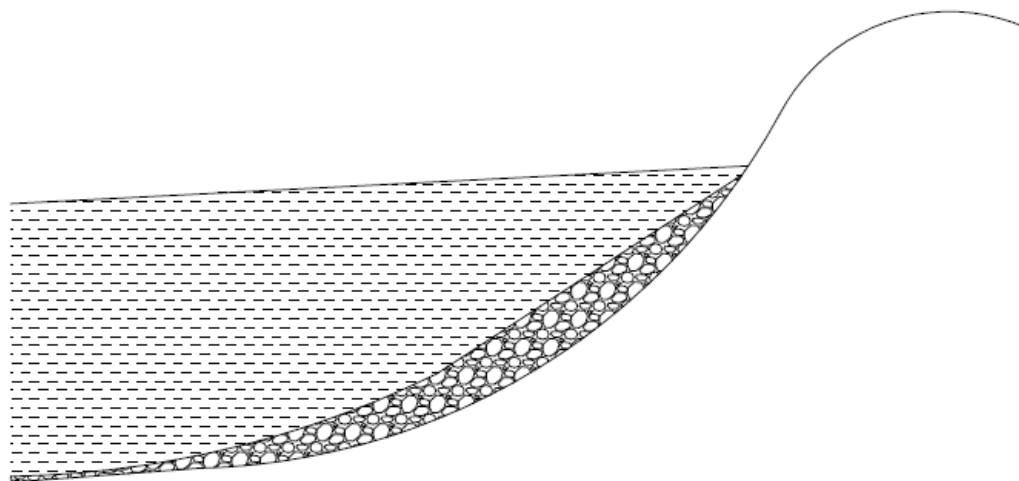
Uppmätta grundvattennivåer visar på en generell strömningsriktning i friktionsjorden från bebyggelsen i nordöst mot ån i sydväst.

Utvärderad hydraulisk konduktivitet för friktionsmaterialet är ca 10^{-7} m/s och de leriga jordarterna har en hydraulisk konduktivitet inom intervallet 10^{-8} till 10^{-9} m/s. Detta motsvarar långsamma hastigheter men inom intervallet för respektive jordart.

För beräkning av inläckage och påverkansområde har en mer konservativ hydraulisk konduktivitet på 10^{-6} m/s använts för friktionsmaterialet relativt den utvärderade hastigheten från slugtester på 10^{-7} m/s.



Figur 3. Utdrag ur SGU:s jordartskarta med grundvattenrörens placering i plan.



Figur 4. Ej skalenlig schematisk tvärsnitt från höjdryggen i norr mot ån i söder som visar jordlagerföljden, lera ovanpå friktionsmaterial på berg. Notera den avtagande mäktigheten av friktionsmaterial på ökat avstånd från höjdryggen vilket medför att friktionsjordlagret delvis ej är helt kontinuerligt.

6.3 Grundvattenberoende objekt

Enligt VISS och SGU förekommer inga grundvattenförekomster, grundvattenmagasin eller brunnar inom området för detaljplanen. Närmast privata vatten- och energibrunnar förekommer enligt SGU:s brunnsarkiv ca 180 m väster om planområdet.

Enligt Naturvårdsverket förekommer inga kända grundvattenberoende naturobjekt i anslutning till planerat område för detaljplanen.

Norr om detaljplaneområdet förekommer ett mindre torvområde. Torvområden har generellt en vattenhållande förmåga och kan vara associerade med yt- och grundvattenberoende naturvärden.

I anslutning till detaljplanen finns inga misstänkt eller kända föroreningar enligt Länsstyrelsens EBH-stöd, "Kartan över förorenade områden, (EBH-kartan)".

Byggnader, vägar och ledningar som förekommer inom områden med lera antas vara beroende av att grundvattennivåer bibehålls. Detta eftersom lera, inom och i anslutning till planområdet, generellt antas vara känslig för grundvattennivåförändringar och vid eventuell grundvattensänkning kan sättningar uppkomma i leran som kan orsaka skada på byggnader, vägar och ledningar.

7 Hydrogeologiska konsekvenser och rekommendationer

I samband med byggnation, anläggande av hårdgjorda ytor och bortledning av nederbörd kan grundvattenbildning påverkas. Minskad grundvattenbildning kan i sin tur ge upphov till förändrade grundvattennivåer. Inom undersökningsområdet sker grundvattenbildning till friktionsjorden i randzonen mellan berg och jord. Om grundvattenbildningen minskar i detta område kan grundvattennivåer nedströms sänkas av. Eftersom kända grundvattenberoende objekt (villaområde) är beläget uppströms grundvattnets flödesriktning bedöms minskad grundvattenbildning få igen eller begränsad konsekvens.

Vid bergschakt i områdets nordligaste del finns risk att det kan resultera i avvattning av torven som är belägen precis norr om detaljplaneområdet. Torvområden kan vara associerade med grundvattenberoende naturvärden. Om ej undersökningar avseende förekomst av grundvattenberoende naturvärden och områdets vattenhållande förmåga utreds, rekommenderas att bergschakt i områdets norra delar undviks.

Vid bergschakt i områdets nordliga del rekommenderas även att schaktnivå ej är under rådande grundvattennivå i omgivande jordlager (söder och öster om bergspartiet). Detta för att undvika risk för grundvattensänkning och påverkan på grundvattennivåer och strömningsriktning inom bostadsområdet.

Vid schakt i finkorniga jordarter (lera), under grundvattentrycknivån i den vattenförande friktionsjorden, finns det risk för hydraulisk bottenuppträckning. Detta kan förebyggas genom temporär grundvattensänkning i friktionsjorden. Exakt utformning behöver utformas efter planerade byggnationens specifikationer. För bedömning av omgivningspåverkan vid sådan åtgärd har beräkning av påverkansområde utförts. Beräkningsexemplet antar att en filterbrunn används för att sänka av grundvattnets trycknivå 2 m i ett öppet schakt med dimensionerna 3 × 3 m. Påverkansområdet får då en maximal utbredning på 35 m utanför schaktkanten. Beräkningsexemplet visar att en avsänkning av grundvattennivån i det undre magasinet i planområdets nordöstra del riskerar en avsänkning inom villaområdet (Figur 5). Ett större eller djupare schakt än i

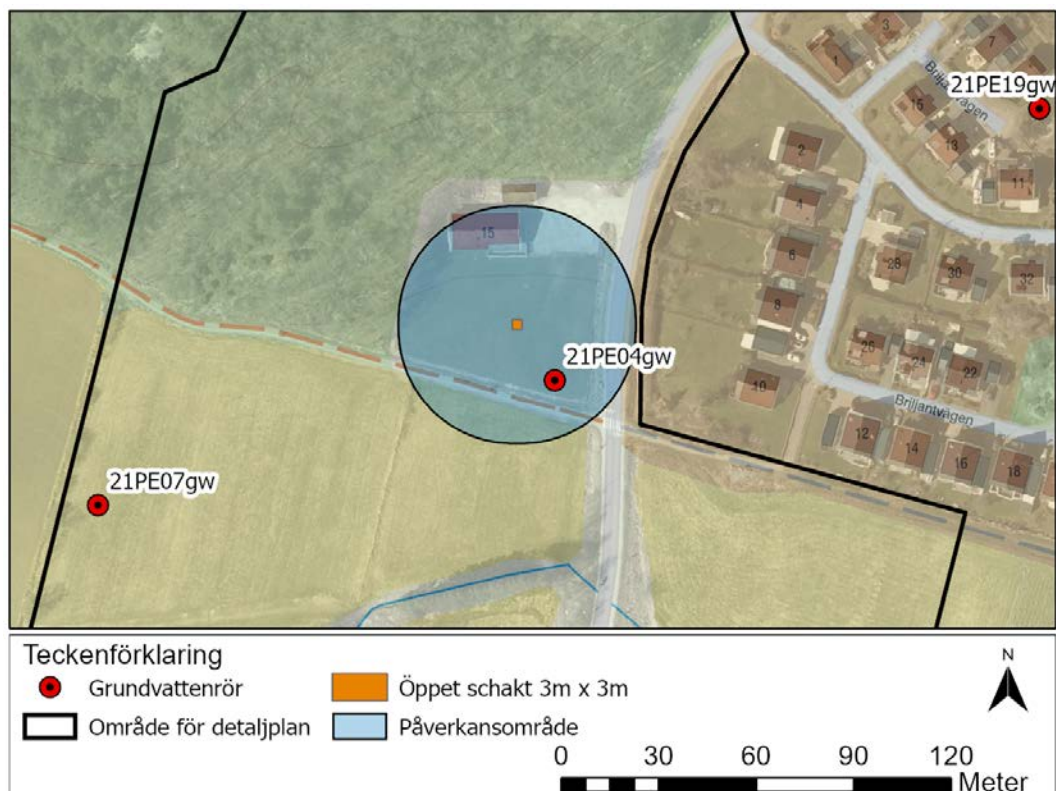
beräkningsexemplet resulterar i ett större påverkansområde. För att undvika sättningskador på vägar eller privata bostäder rekommenderas det att undvika schakt som erfordra grundvattensänkning i det undre magasinet/friktionsjorden i områdets nordöstra del.

Utifrån att påverkansområdet, vid grundvattensänkning i friktionsjorden, riskerar att nå grundvattenberoende byggnation rekommenderas även att dränering/permanent grundvattensänkning undviks i friktionsjorden i områdets nordöstra del.

Föreligger risk att påverkansområdet, till följd av grundvattenbortledning, sträcker sig utanför detaljplaneområdet mot känsliga objekt bör ett kontrollprogram upprättas. Detta för att kontrollera och bevaka grundvattensänkningen utbredning.

Länshållningsvatten från schakt eller filterbrunn bör inte utan kontroll och erforderlig rening/sedimentering släpas till recipient om risk för förorenings spridning eller grumling föreligger.

Förekomsten av tät lera med begränsad genomsläplighet av vatten skapar ett naturligt skydd mot föroreningar. Under förutsättningen att leran inte schaktas bort föreligger ingen risk för spridning av föroreningar till grundvattenmagasinet i friktionsjorden. Således föreligger risk att föroreningar når grundvattnet i randzonen mellan berg och friktionsjord där lera saknas eller har begränsad mäktighet.



Figur 5. Prognosticerat påverkansområde med en avsänkning på $\geq 0,3$ m för ett öppet schakt 3×3 m och en avsänkning i grundvattnets trycknivå med 2 m. Om schakt förläggs ytterligare öster ut, i områdets nordöstra del, finns risk att påverkansområdet når bebyggelse på sättningskänsliga jordlager.

8 Sammanfattning

Det potentiella inflödet av grundvatten till öppna schakt i det övre jordlagret är mycket begränsat. Inom detaljplaneområdet där leriga jordar överlagrar friktionsmaterial förekommer det höga grundvattentrycknivåer. För att undvika risk för hydraulisk bottenuppträckning kan det därmed vara fördelaktigt att vid öppna schakt sänka av grundvattnets trycknivå.

Den geotekniska utredningen visar att det finns risk för sättningar i samband med en grundvattensänkning.

Påverkansområdet till följd av avsänkning av grundvattnets trycknivå i det undre magasinet bedöms få en begränsad utbredning. Temporär grundvattenbortledning i samband med öppet schakt enligt specifikationer i kapitel 7 kan nå sättningkänsliga objekt ifall schaktet är beläget i planområdets nordöstra del. Det är därmed fördelaktigt att inte utföra schaktningsarbeten som erfordrar grundvattenbortledning i planområdets nordöstra del. Även dränering/permanent grundvattenbortledning i friktionsjorden, i områdets nordöstra del, rekommenderas att undvikas på grund av risk för negativ omgivningspåverkan. Det föreligger i verksamhetsutövarens intresse att under byggskedet utföra kontrollmätning av grundvattennivåer i installerade grundvattenrör. I samband med ett kontrollprogram bör nya grundvattenrör installeras i riktning mot grundvattenberoende objekt. Detta för att kontrollera och bevaka grundvattensänkningens utbredning och verifiera påverkansområdesberäkningarna.

Vid bergschakt i områdets nordligaste del finns risk att det kan resultera i avvattning av torven som är belägen precis norr om detaljplaneområdet. Torvområden kan vara associerade med grundvattenberoende naturvärden. Om ej undersökningar avseende förekomst av grundvattenberoende naturvärden och områdets vattenhållande förmåga utreds, rekommenderas att bergschakt i områdets norra delar undviks.

Vid bergschakt i områdets nordliga del rekommenderas även att schaktnivå ej är under rådande grundvattennivå i omgivande jordlager (söder och öster om bergspartiet). Detta för att undvika risk för grundvattensänkning och påverkan på grundvattennivåer och strömningsriktning inom bostadsområdet.

Länshållningsvatten från schakt eller filterbrunn bör inte utan kontroll och erforderlig rening/sedimentering släpas till recipient om risk för föroreningsspridning eller grumling föreligger.

Schaktarbeten eller grundvattenbortledning som innebär en grundvattensänkning utanför detaljplaneområdet avråds och kan, utan kompletterande undersökningar, innebära att verksamhetsutövaren behöver ansöka tillstånd för vattenverksamhet.

9 Referenser

Cooper, H.H., J.D. Bredehoeft and S.S. Papadopoulos, 1967. Response of a finite-diameter well to an instantaneous charge of water, *Water Resources Research*, vol. 3, no. 1, pp. 263-269.

Fetter, C. W. (2018). *Applied hydrogeology*. Waveland Press.

Hvorslev, M.J., 1951. Time Lag and Soil Permeability in Ground-Water Observations, Bull. No. 36, *Waterways Exper. Sta. Corps of Engrs, U.S. Army, Vicksburg, Mississippi*, pp. 1-50.

Larsson, R, 2008. *Jords egenskaper*; Statens geotekniska institut, SGI

Rodhe, A., Lindström, G., Rosberg, J., & Pers, C. (2006). Grundvattenbildning i svenska typjordar-översiktlig beräkning med en vattenbalansmodell.

SS-EN ISO 22282-2:2012. Geoteknisk undersökning och provning – Geohydraulisk provning - Del 2: Bestämning av hydraulisk konduktivitet i öppna borrhål.

Todd, D. K., & Mays, L. W. (2004). *Groundwater hydrology*. John Wiley & Sons.

PM

Handläggare
Dinger, Jakob
Tel
+46105058046
Mobil
+46722437813
E-post
Jakob.Dinger@afry.com
Datum
2021-10-29
Projekt ID
205835

Mottagare
PE Teknik och Arkitektur AB

Utvärdering av slugtester

1 Inledning

På uppdrag av PE Teknik och Arkitektur AB har AFRY utfört slugtester för att undersöka hydraulisk konduktivitet, K (m/s) i jord för projektet Detaljplan Kode nya skola.

Slugtesterna har utförts i grundvattenrör installerade inom och i anslutning till detaljplaneområdet.

Syftet med denna bilaga är att beskriva utvärdering av hydraulisk konduktivitet utifrån utförda slugtest.

2 Metod

Fältdata från utförda undersökningar redovisas i bilaga "Slugtester – Fältrapport; protokoll och fältresultat" tillhörande Markteknisk undersökningsrapport, MUR daterad 2021-10-31.

I Tabell 1 redovisas sammanställning av grundvattenrör som slugtest har utförts i samt bedömda hydrogeologiska egenskaper vid dem. Grundvattenrörens läge i plan framgår i Figur 1.

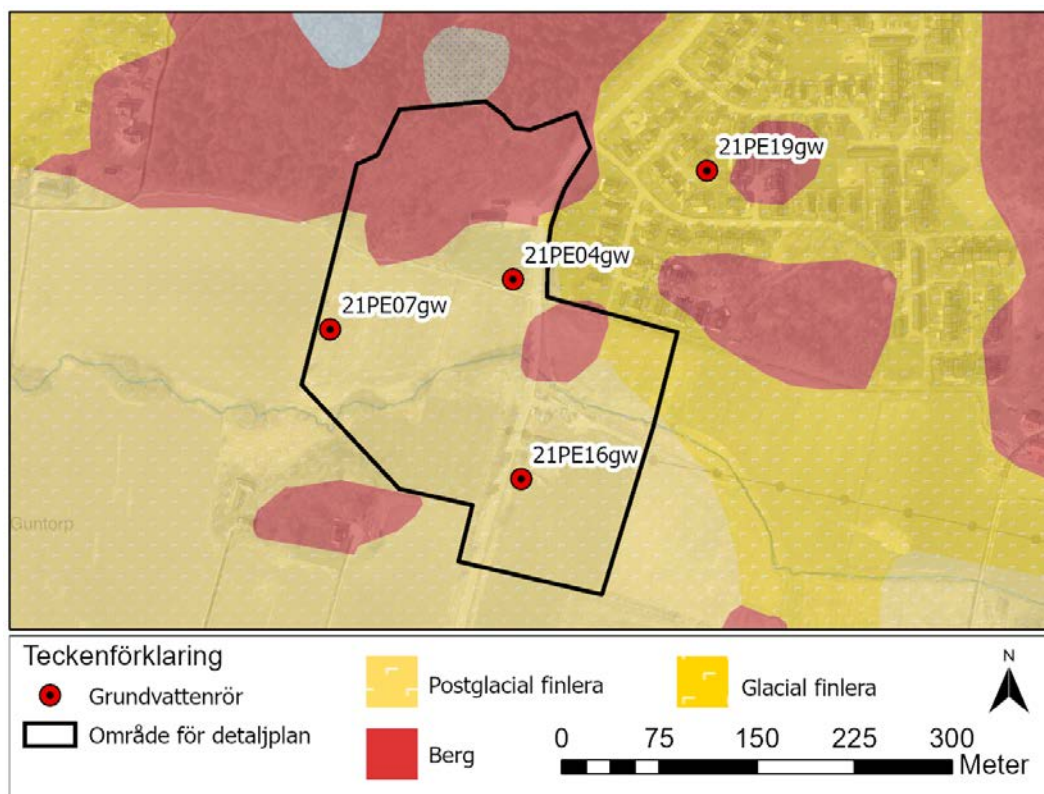
Återhämtningen har utvärderats av AFRY med hjälp av Hvorslevs och Cooper-Bredehoeft-Papadopulos metod för sluten akvifer och Hvorslevs metod för öppen akvifer med programvaran AQTESOLV Std 4.0. Utvärderingsmetoderna förutsätter att akviferens utsträckning i plan är oändlig, homogen och av samma mäktighet, att grundvattenröret helt eller delvis penetrerar akviferen, att akviferen är öppen eller sluten och att tryckstörningen sker momentant. I tillägg antas isotropa förhållanden, dvs. vertikal och horisontell hydraulisk konduktivitet antas vara lika.

För ytterligare information om jordlagerföljd och grundvattenrörens utförande se Markteknisk undersökningsrapport, MUR daterad 2021-10-31.

PM

Tabell 1. Sammanställning av grundvattenrör i vilka slugttest har utförts tillsammans med mätintervall för diver och skapad tryckförändring.

ID / Parameter	21PE04GW	21PE07GW	21PE16GW	21PE19GW
Datum	2021-10-14	2021-09-30	2021-09-30	2021-09-30
Jordart vid filternivå	Friktionsmaterial	Silt/Lera	Friktionsmaterial	Sandig lera
Akvifertyp	Slutet magasin	Slutet magasin	Slutet magasin	Öppet magasin
Diameter grundvattenrör	Stål, 1"	Stål, 1"	Stål, 1"	Stål, 2"
Mätintervall, diver (s)	1	1	1	1
Tryckförändring (cm)	126	32	153	150



Figur 1. Grundvattenrörens läge i plan med utdrag ur SGUs jordartskarta.

PM

3 Resultat

Tryckförändringen vid slugtest är i allmänhet relativt liten och därmed är influensområdet kring grundvattenrören mycket begränsat. Filterdelen av grundvattenrören är installerade i en begränsad del av grundvattenmagasinet och därför ska de utvärderade hydrauliska konduktiviteterna ses som stickprov på de hydrauliska egenskaperna för det absoluta närområdet kring grundvattenrören i den del av grundvattenmagasinet i vilken filterdelen är installerad.

För ingående parametrar i utvärdering av slugtest och resultat se Tabell 2.

Tabell 2. Indata och tolkade resultat från utvärdering av utförda slugtester i jord. $H(0)$ anger maximal höjning av grundvattennivå över ostörd nivå och H anger avstånd från ostörd grundvattennivå till filterspets. Grundvattenmagasinets mäktighet betecknas b . Nedmätning från grundvattenyta till filtertopp betecknas d . Filterlängd under ostörd grundvattenyta betecknas L , rörets innerradie betecknas $r(c)$, ev. återfyllnadsmaterialets ytterradie betecknas $r(w)$, hydraulisk konduktivitet betecknas K och transmissivitet betecknas T .

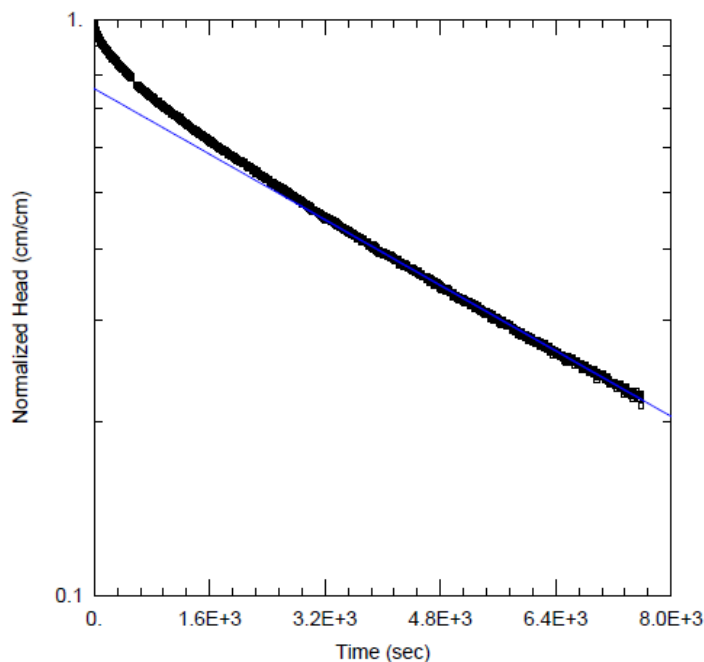
ID / Parameter	21PE04GW	21PE07GW	21PE16GW	21PE19GW
$H(0)$, cm	126	27,4	151,5	150,4
H , cm	905	1818	472	106
b , cm	50	20	50	106
d , cm	855	1768	422	0
L , cm	50	50	50	130
$r(c)$, cm	1,27	1,27	1,27	2,54
$r(w)$, cm	1,27	1,27	1,27	2,54
Metod	Hvorslev (slutet magasin) & Cooper-Bredehoeft-Papadopulos (slutet magasin)	Hvorslev (slutet magasin)	Hvorslev (slutet magasin)	Hvorslev (öppet magasin)
K , m/s	$1,1 \times 10^{-7}$	$1,5 \times 10^{-9}$	$1,0 \times 10^{-7}$	$6,6 \times 10^{-9}$
T , m^2/s	$7,5 \times 10^{-8}$	---	---	---
Kommentar	Två utvärderingsmetoder har använts för återhämtnings-förloppet			

PM

3.1 Sammanställning Aqtesolv

I följande avsnitt redovisas sammanställningen från utvärderade slugtester i Aqtesolv.

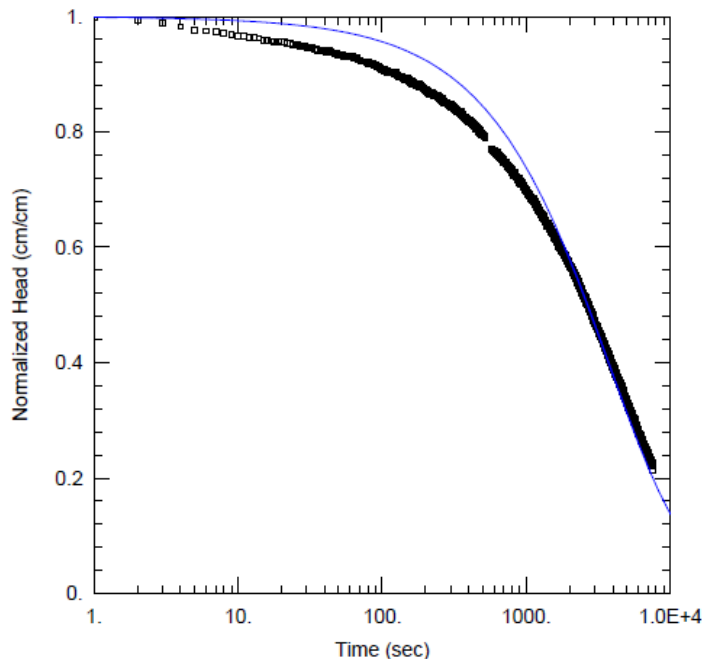
3.1.1 21PE04GW



<u>WELL TEST ANALYSIS</u>	
Data Set: W:\. \21PE04 1tum.aqt	Time: 08:50:49
Date: 10/19/21	
<u>PROJECT INFORMATION</u>	
Company: AFRY	
Client: PE Teknik och Arkitektur AB	
Project: B21051	
Location: DP Kode	
Test Well: 21PE04 1tum	
Test Date: 2021-10-14	
<u>AQUIFER DATA</u>	
Saturated Thickness: 50. cm	Anisotropy Ratio (Kz/Kr): 1.
<u>WELL DATA (21PE04 1tum)</u>	
Initial Displacement: 126. cm	Static Water Column Height: 905. cm
Total Well Penetration Depth: 905. cm	Screen Length: 50. cm
Casing Radius: 1.27 cm	Well Radius: 1.27 cm
	Gravel Pack Porosity: 0.
<u>SOLUTION</u>	
Aquifer Model: <u>Confined</u>	Solution Method: <u>Hvorslev</u>
K = 1.181E-7 m/sec	y0 = 95.46 cm

Figur 2. Utvärdering av slugtest i 21PE04GW med Hvorslevs metod för sluten akvifer.

PM

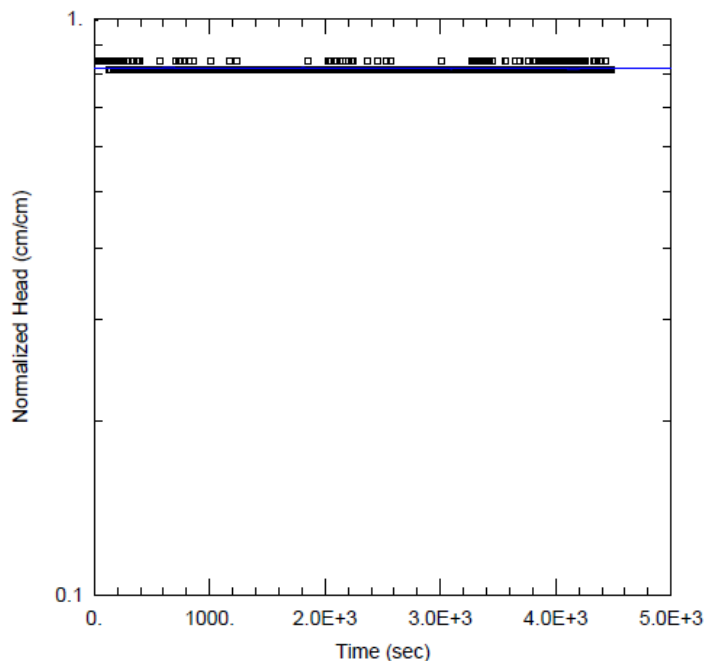


<u>WELL TEST ANALYSIS</u>	
Data Set: <u>W:\...21PE04 1tum.agt</u>	Time: <u>08:50:11</u>
Date: <u>10/19/21</u>	
<u>PROJECT INFORMATION</u>	
Company: <u>AFRY</u>	
Client: <u>PE Teknik och Arkitektur AB</u>	
Project: <u>B21051</u>	
Location: <u>DP Kode</u>	
Test Well: <u>21PE04_1tum</u>	
Test Date: <u>2021-10-14</u>	
<u>AQUIFER DATA</u>	
Saturated Thickness: <u>50. cm</u>	Anisotropy Ratio (Kz/Kr): <u>1.</u>
<u>WELL DATA (21PE04 1tum)</u>	
Initial Displacement: <u>126. cm</u>	Static Water Column Height: <u>905. cm</u>
Total Well Penetration Depth: <u>905. cm</u>	Screen Length: <u>50. cm</u>
Casing Radius: <u>1.27 cm</u>	Well Radius: <u>1.27 cm</u>
	Gravel Pack Porosity: <u>0.</u>
<u>SOLUTION</u>	
Aquifer Model: <u>Confined</u>	Solution Method: <u>Cooper-Bredehoeft-Papadopoulos</u>
T = <u>7.596E-8 m²/sec</u>	S = <u>0.000335</u>

Figur 3. Utvärdering av slugtest i 21PE04GW med Cooper-Bredehoeft-Papadopoulos metod för sluten akvifer.

PM

3.1.2 21PE07GW

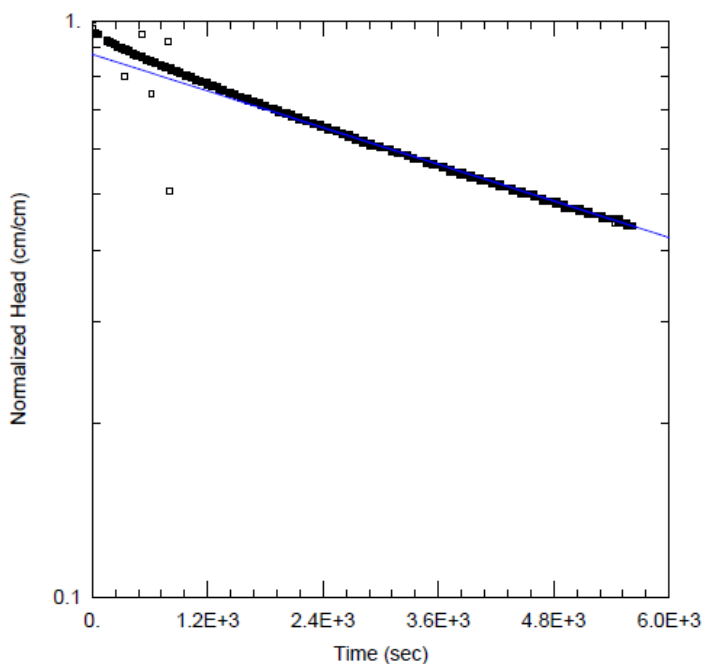


<u>WELL TEST ANALYSIS</u>	
Data Set: W:\...21PE07.agt	Time: 09:56:11
Date: 10/19/21	
<u>PROJECT INFORMATION</u>	
Company: AFRY	
Client: PE Teknik och Arkitektur AB	
Project: B21051	
Location: DP Kode	
Test Well: 21PE07	
Test Date: 2021-09-30	
<u>AQUIFER DATA</u>	
Saturated Thickness: 20. cm	Anisotropy Ratio (Kz/Kr): 1.
<u>WELL DATA (21PE07)</u>	
Initial Displacement: 32. cm	Static Water Column Height: 1818. cm
Total Well Penetration Depth: 1818. cm	Screen Length: 50. cm
Casing Radius: 1.27 cm	Well Radius: 1.27 cm
<u>SOLUTION</u>	
Aquifer Model: <u>Confined</u>	Solution Method: <u>Hvorslev</u>
K = 1.483E-9 m/sec	y0 = 26.25 cm

Figur 4. Utvärdering av slugtest i 21PE07GW med Hvorslevs metod för sluten akvifer.

PM

3.1.3 21PE16GW

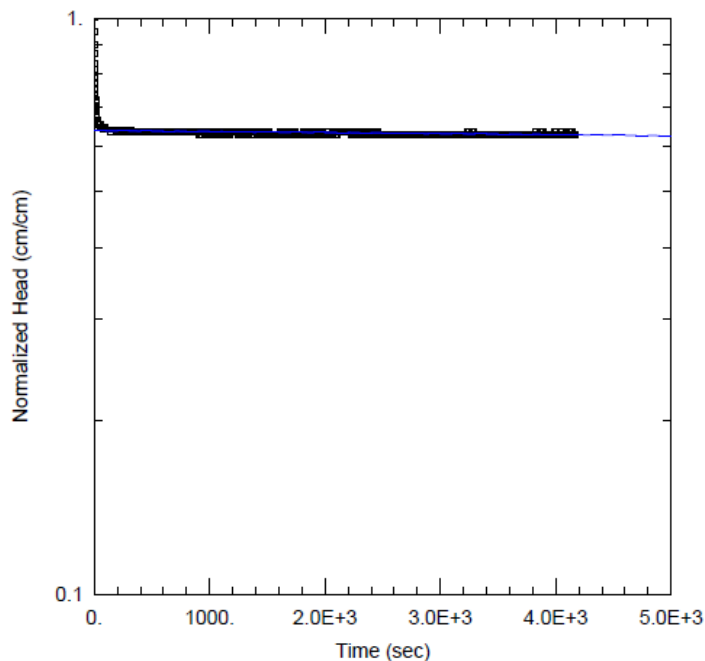


<u>WELL TEST ANALYSIS</u>	
Data Set: <u>W:\...\21PE16.aqt</u>	Time: <u>09:58:36</u>
Date: <u>10/19/21</u>	
<u>PROJECT INFORMATION</u>	
Company: <u>AFRY</u>	
Client: <u>PE Teknik och Arkitektur AB</u>	
Project: <u>B21051</u>	
Location: <u>DP Kode</u>	
Test Well: <u>21PE16</u>	
Test Date: <u>2021-09-30</u>	
<u>AQUIFER DATA</u>	
Saturated Thickness: <u>50</u> cm	Anisotropy Ratio (Kz/Kr): <u>1</u>
<u>WELL DATA (21PE16)</u>	
Initial Displacement: <u>150</u> cm	Static Water Column Height: <u>472</u> cm
Total Well Penetration Depth: <u>472</u> cm	Screen Length: <u>50</u> cm
Casing Radius: <u>1.27</u> cm	Well Radius: <u>1.27</u> cm
<u>SOLUTION</u>	
Aquifer Model: <u>Confined</u>	Solution Method: <u>Hvorslev</u>
K = <u>1.002E-7</u> m/sec	y0 = <u>131.1</u> cm

Figur 5. Utvärdering av slugtest i 21PE16GW med Hvorslevs metod för sluten akvifer.

PM

3.1.4 21PE19GW



<u>WELL TEST ANALYSIS</u>	
Data Set: <u>W:\...\21PE19.aqt</u>	Time: <u>10:01:03</u>
Date: <u>10/19/21</u>	
<u>PROJECT INFORMATION</u>	
Company: <u>AFRY</u>	
Client: <u>PE Teknik och Arkitektur AB</u>	
Project: <u>B21051</u>	
Location: <u>DP Kode</u>	
Test Well: <u>21PE19</u>	
Test Date: <u>2021-09-30</u>	
<u>AQUIFER DATA</u>	
Saturated Thickness: <u>106</u> cm	Anisotropy Ratio (Kz/Kr): <u>1</u>
<u>WELL DATA (21PE19)</u>	
Initial Displacement: <u>150</u> cm	Static Water Column Height: <u>106</u> cm
Total Well Penetration Depth: <u>130</u> cm	Screen Length: <u>130</u> cm
Casing Radius: <u>2.54</u> cm	Well Radius: <u>2.54</u> cm
<u>SOLUTION</u>	
Aquifer Model: <u>Unconfined</u>	Solution Method: <u>Hvorslev</u>
K = <u>6.611E-9</u> m/sec	y0 = <u>95.68</u> cm

Figur 6. Utvärdering av slugtest i 21PE19GW med Hvorslevs metod för öppen akvifer.

PM

4 Kommentarer

Återhämtningen i grundvattenrör 21PE07GW och 21PE19GW har varit mycket begränsad och ej fullständig. Detta medför en osäkerhet vid beräkning av hydraulisk konduktivitet då det ej går att fastställa ifall den långsamma återhämtningen är representativ för jordarten eller på grund av dålig kontakt mellan grundvattenrör och akvifer.

Utvärderad hydraulisk konduktivitet för grundvattenrör 21PE04GW med filterspets i friktionsmaterial är 10^{-7} m/s. Även utvärderad hydraulisk konduktivitet för 21PE16GW med filterspets i friktionsmaterial är 10^{-7} m/s. Detta är inom intervallet för vad jordarten kan uppvisa och bedöms vara representativt för friktionsmaterialet.

Utvärderad hydraulisk konduktivitet för grundvattenrör 21PE07GW och 21PE19GW är inom intervallet 10^{-8} till 10^{-9} m/s. Detta är hastigheter som motsvarar jordarter med stor andel finkornigt material som silt och lera. På grund av att återhämtningen ej är fullständig är det svårt att dra slutsatser huruvida erhållet resultat för rör 21PE07GW och 21PE19GW är representativa. Dock är det inte osannolikt att de leriga och siltiga jordarterna i området har en hydraulisk konduktivitet på $< 10^{-8}$ m/s och kan därmed betraktas som impermeabla med endast mycket begränsad transport av vatten.

Tabell 3. Överslagsvärden för hydraulisk konduktivitet/permeabilitet för olika jordarter. Modifierad från Tabell 23 i Jords Egenskaper, SGI.

Jordart	Hydraulisk konduktivitet/ permeabilitet (m/s)
Moräner (månggraderad jord)	
Grusig morän	10^{-5} - 10^{-7}
Sandig morän	10^{-6} - 10^{-8}
Siltig morän	10^{-7} - 10^{-9}
Lerig morän	10^{-8} - 10^{-10}
Moränlera	10^{-9} - 10^{-11}
Sediment (ensgraderad jord)	
Fingrus	10^{-1} - 10^{-3}
Grovsand	10^{-2} - 10^{-4}
Mellansand	10^{-3} - 10^{-5}
Finsand	10^{-4} - 10^{-6}
Grovsilt	10^{-5} - 10^{-7}
Mellansilt-finsilt	10^{-7} - 10^{-9}
Lera	$< 10^{-9}$

PM

5 Referenser

Hvorslev, M.J., 1951. Time Lag and Soil Permeability in Ground-Water Observations, Bull. No. 36, Waterways Exper. Sta. Corps of Engrs, U.S. Army, Vicksburg, Mississippi, pp. 1-50.

Cooper, H.H., J.D. Bredehoeft and S.S. Papadopoulos, 1967. Response of a finite-diameter well to an instantaneous charge of water, Water Resources Research, vol. 3, no. 1, pp. 263-269.

Larsson, R, 2008. Jords egenskaper; Statens geotekniska institut, SGI

SS-EN ISO 22282-2:2012. Geoteknisk undersökning och provning – Geohydraulisk provning - Del 2: Bestämning av hydraulisk konduktivitet i öppna borrhål.