

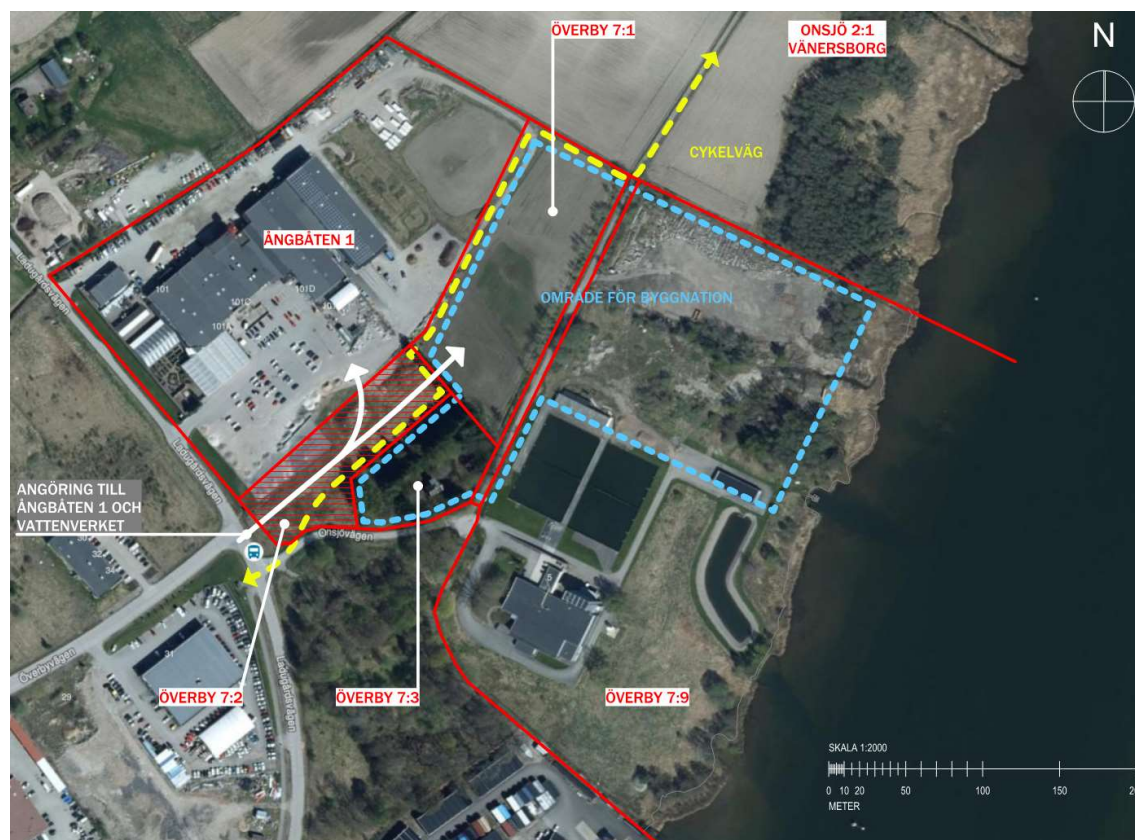
## PM Hydrogeologi, vattenreningsverk Trollhättan

Trollhättan Energi AB avser i samverkan med Peab bygga nytt vattenreningsverk intill befintligt vattenverk som ska rivas. Vätern är tänkt att utgöra råvattentäkt varvid en ny överföringsledning från Vätern ska anslutas till det nya vattenverket. Göta älv som utgör råvattentäkt avses i framtiden utgöra reservråvattentäkt.

Planerat utökad råvattenuttag ifrån Göta älv medför att ansökan om tillstånd enligt miljöbalken erfordras. I ansökan är det brukligt att även söka tillstånd för övriga vattenverksamheter enligt kapitel 11 och även miljöfarliga verksamheter enligt kapitel 9 i miljöbalken.

Denna promemoria avser att belysa vilka verksamheter som kan vara tillståndspliktiga och därmed ingå ansökan. Särskilt kommer vattenverksamheten bortledning av grundvatten att belysas, varvid hydrogeologiska förhållanden och behov av kompletterande hydrogeologiska undersökningar beskrivs.

Område som är aktuellt för byggnation redovisas i situationsplan, Figur 1.

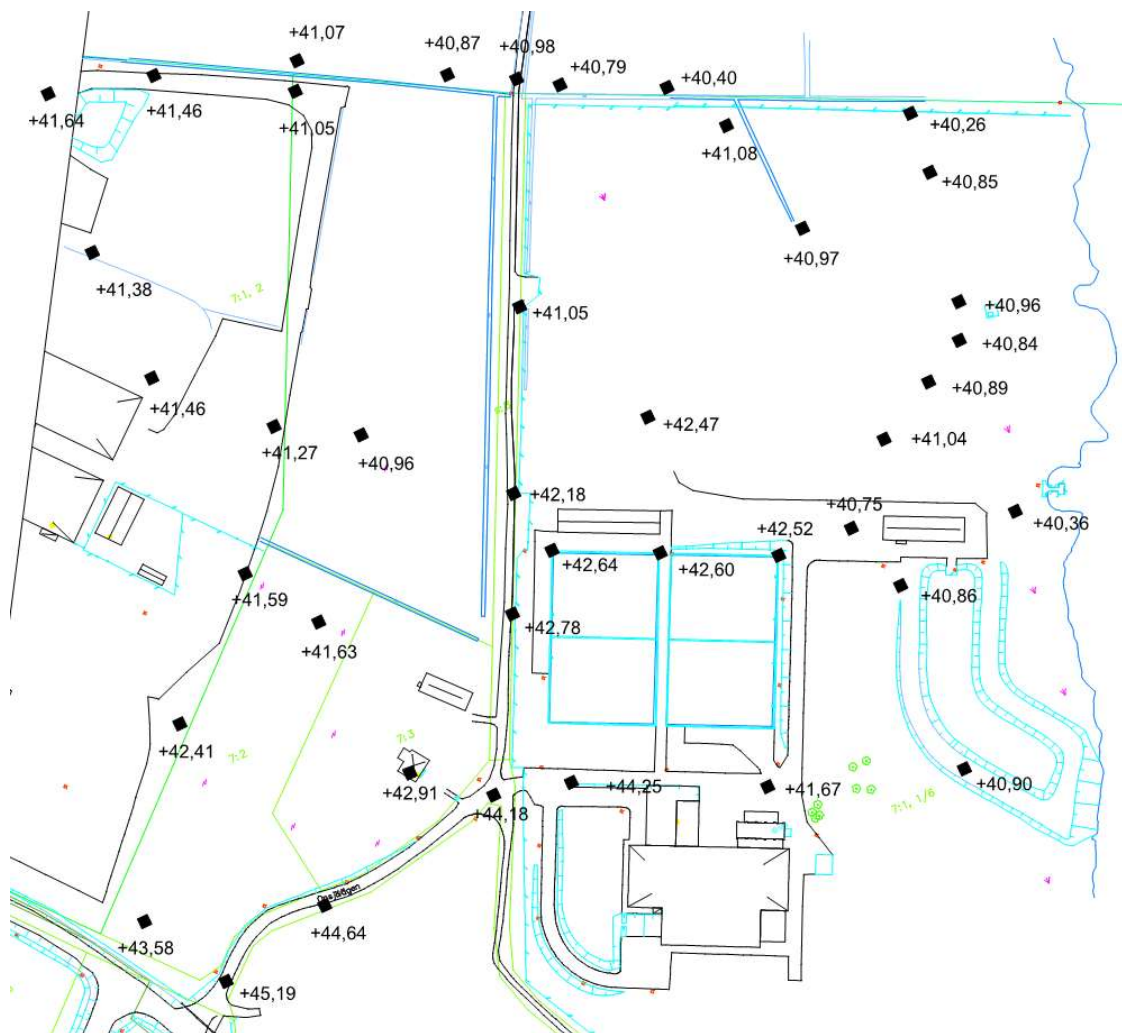


Figur 1 Situationsplan över aktuellt område.

## Hydrogeologiska förhållanden

### Topografi och markbeskaffenhet

Markytan vid området ligger på nivåer mellan +43,6 och +39,6 i höjdsystem RH2000, Figur 2. Det aktuella området angränsar mot Göta älv i öster, skog och åkermark i norr, industriområde i väster och industrimark och befintligt vattenverk i söder.



Figur 2 Inmätta höjder 2020-10-12.

Området består av ett utfyllt område som nyttjas som uppläggplats norr om befintligt vattenverk med ett skogsparti närmast Göta älv. Väster om Onsjövägen/cykelväg är marken åker. Sydvästra delen av området utgörs av tomtmark och blandat skogs- och ängsparti, se även Figur 3.

### Ytvatten

Området avvattnas via diken som mynnar i Göta älv, Figur 3.



Figur 3 Diken – blå linjer inom och kring aktuellt område – magenta streckad linje.

Överby 7:1 och delar av Överby 7:2 och Överby 7:3 ingår i vattenavledningsföretag Onsjö, Överby m.fl. VF. 1929 för torrläggning av mark, Figur 4.



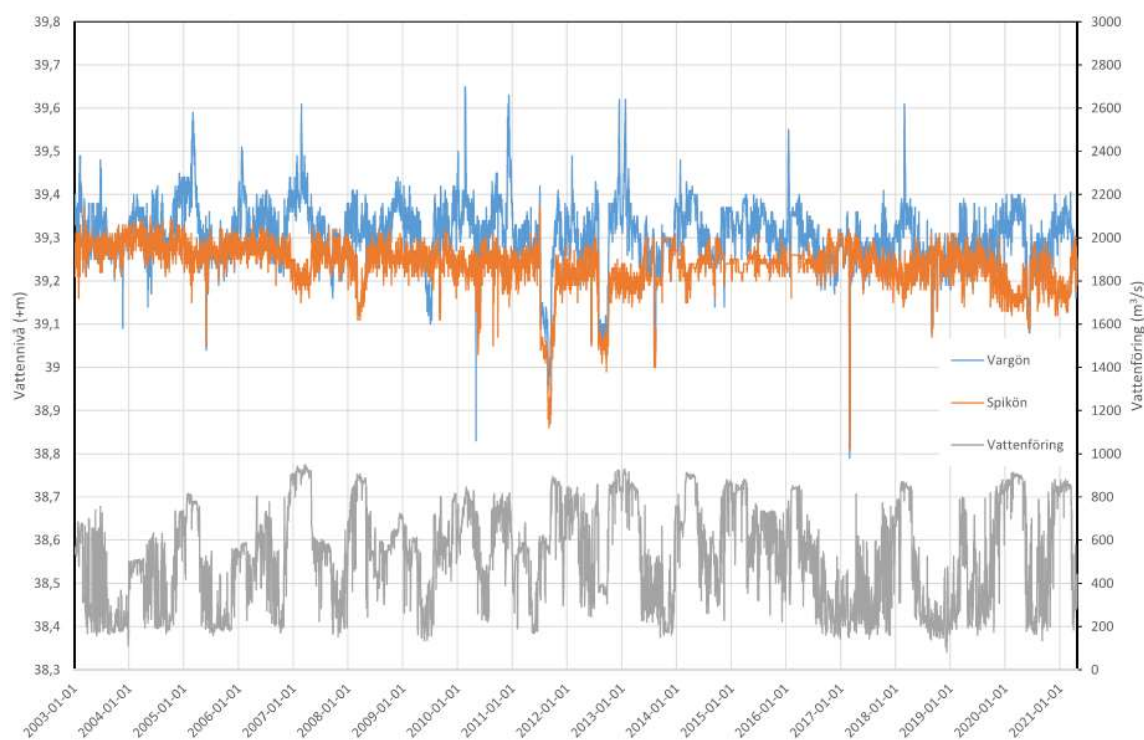
Figur 4 Vattenavledningsföretag Onsjö, Överby m.fl.

Vattennivåer i Göta älv har simulerats vid projektering av Stridbergsbron<sup>1</sup>. Vattennivåer vid vattenverket för fyra flödesscenarier medelvattenföring (MQ), högvattenföring (HQ) och framtida klimatanpassade flöden (FHHQ) är sammanställda i Tabell 1.

Tabell 1 Beräknade vattennivåer i Göta älv vid olika flödesscenarier uttryckta i olika höjdsystem.

Höjdssystem	MQ=550 m <sup>3</sup> /s	HQ=1200 m <sup>3</sup> /s	FHHQ=1350 m <sup>3</sup> /s	FHHQ=1500 m <sup>3</sup> /s
RH00	39,57	39,81	39,89	40,00
RH70	39,74	39,98	40,06	40,17
RH2000	39,87	40,11	40,19	40,30

Vattenfall mäter vattennivå och vattenföring i Göta älv nedan Vargön vattenkraftverk ca 6,2 km uppströms vattenverket och uppströms Spikön kraftverk ca 4,4 km nedströms vattenverket. Dygnsmedelvärden perioden 2003-01-01 – 2021-04-26 redovisas i Figur 5.

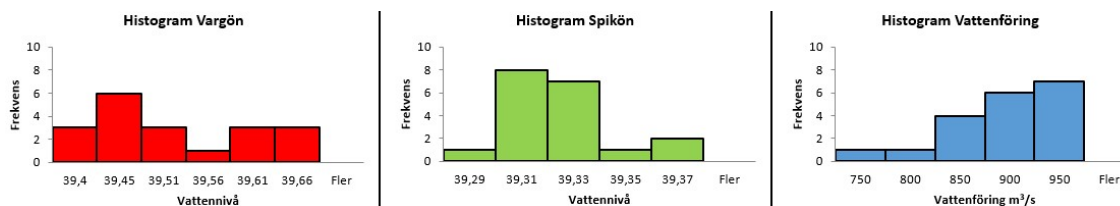


Figur 5 Vattennivåer i höjdsystem RH00 vid Vargön uppströms och Spikön samt vattenföring nedströms vattenverket.

Dämningsgränsen för Spikön kraftverk är +39,5, högsta uppmätta nivån är +39,37. I höjdsystem RH 2000 är dämningsgränsen +39,8. Uppmätta vattennivåer skiljer sig påtagligt ifrån modellerade värden. Förklaringen härvid är dels för att modellen inte är kalibrerad mot verkliga uppmätta värden och dels att modellen utgår ifrån att vattennivån är vid dämningsgräns vid Spikön kraftverk, vilket inte varit fallet under mätperioden. Även vattenföringen är betydligt lägre än använda flöden vid modellering, högst uppmätt vattenföring är 950 m<sup>3</sup>/s vilket kan jämföras mot ansatt högvattenföring (HQ) 1200 m<sup>3</sup>/s i modellen.

<sup>1</sup> PM Kompletterande beräkning av vattenstånd och vattenhastighet i Göta älv, Trollhättan, 2019-04-11, SWECO

Data för vattennivåer har bearbetats statistiskt för att få fram karaktäristiska värden. Då Göta älv är reglerat via vattenkraftverken är data ej normalfördelad, Figur 6.



Figur 6 Histogram för årshögsta vattennivåer vid Vargön respektive Spikön och årshögsta vattenföring vid Spikön.

Beräknade karaktäristiska värden är sammanställda i Tabell 2.

Tabell 2 Karaktäristiska vattennivåer i Göta älv (RH2000).

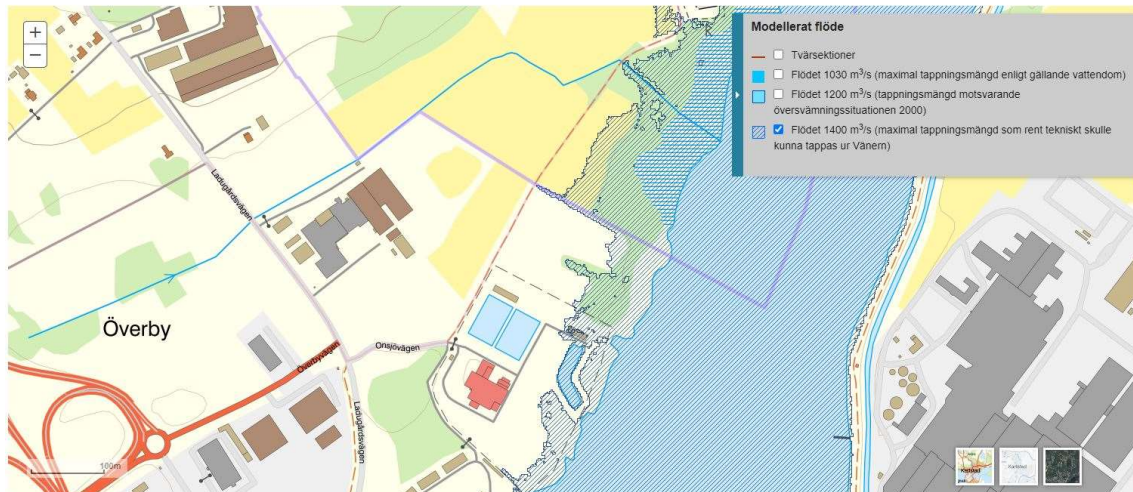
Vattenstånd	Vargön	Spikön
Lägsta lågvattenstånd, LLV	39,09	39,11
Medellågvattenstånd, MLV	39,38	39,38
Medelvattenstånd, MV	39,60	39,55
Medelhögvattenstånd, MHV	39,80	39,62
Högvattenstånd med återkomsttiden 10 år, HHV <sub>10</sub>	39,92	39,65
Högvattenstånd med återkomsttiden 20 år, HHV <sub>20</sub>	39,95	39,66
Högvattenstånd med återkomsttiden 50 år HHV <sub>50</sub>	39,99	39,67

Vattenverket ligger mellan mätstationerna, och då dämningssgränsen är +39,8 nedströms vattenverket och då högst uppmätta värde uppströms vattenverket vid Vargön är +39,95 är det rimligt att HHV<sub>50</sub>är ≤+40 vid vattenverket. Denna vattennivå kan användas för att definiera vattenområde, det vill säga område (yta) som täcks av vatten vid högsta förutsebara vattenstånd.

Under byggske, beroende på vad som ska byggas och vad konsekvenserna blir vid översvämning, eller högt vattentryck, garderar man sig ofta minst mot medelhögvattenstånd, vilket i detta fall skulle motsvara vattennivån <+39,8. Men eftersom Vattenfall har rätten att hålla vattennivån upp till dämningssgräns vid Spikön kraftverk rekommenderas nivån +39,9.

I driftskeh och som skydd mot framtida vattennivåer vid extrem vattenföring (FHHQ=1500 m<sup>3</sup>/s) rekommenderas nivån +40,30, enligt modellen.

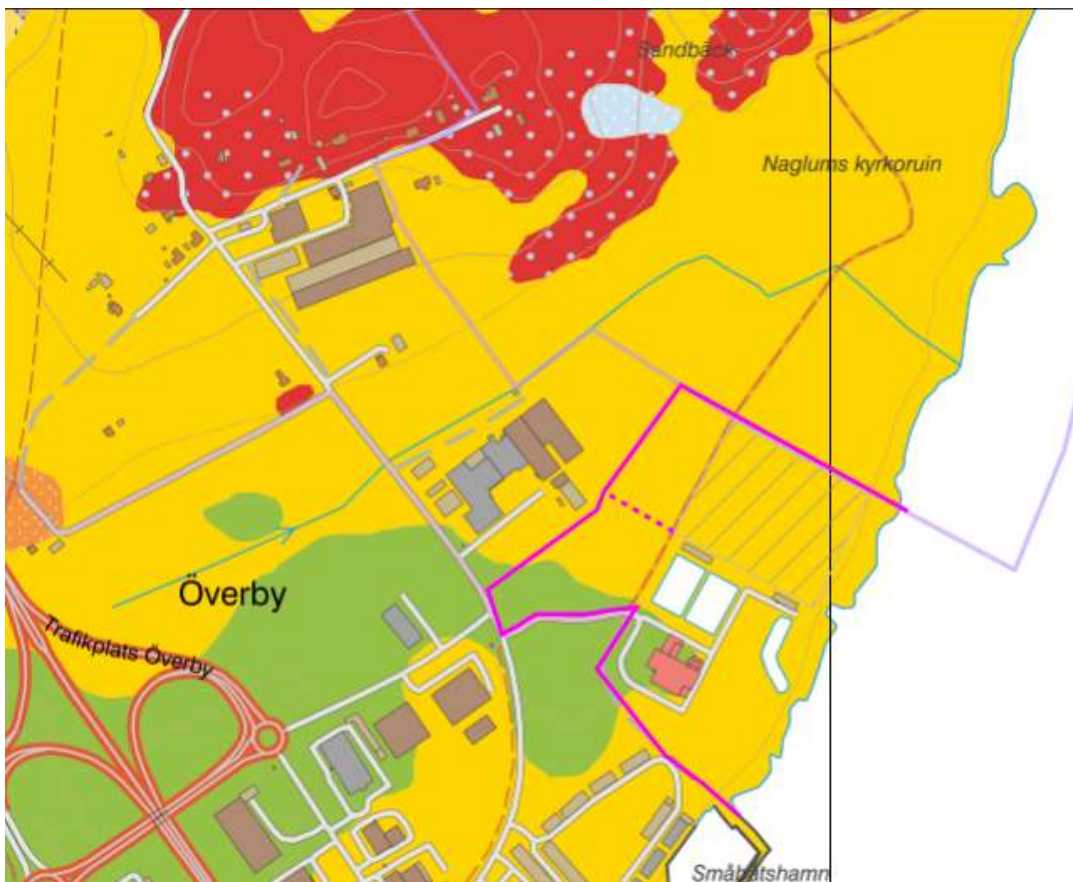
MSB (Myndigheten för samhällsskydd) har tagit fram översvämningsskartering för Göta älv. Då Göta älv är reglerat är det som nämnts ovan svårt att beräkna återkomsttider, istället är Göta älv skarterat utifrån olika möjliga tappningsmängder från Vargöns kraftverk. Värsta scenariot flödet 1400 m<sup>3</sup>/s, maximala tappningsmängd som rent tekniskt skulle kunna tappas ur Väneren redovisas i Figur 7. Delar av aktuell fastighet för vattenverket översvämmas vid detta scenario.



Figur 7 Översvämmat område vid 1400 m<sup>3</sup>/s.<sup>2</sup>

## Geologi och föroreningar

Enligt SGUs jordartskarta utgörs grundlagret av postglacial lera, förutom sydvästra delen av området där grundlagret utgörs av isälvsediment, Figur 8.



Figur 8 Utdrag ur SGUs jordartskarta, aktuellt område – magenta. Utfyllt område – grå skaffering

<sup>2</sup> [https://gisapp.msb.se/Apps/oversvamningsportal/avancerade-kartor/gota\\_alv.html](https://gisapp.msb.se/Apps/oversvamningsportal/avancerade-kartor/gota_alv.html)

I området där nya vattenverket är tänkt att placeras har geoteknisk undersökning<sup>3</sup> och miljöteknisk markundersökning<sup>4</sup> utförts. Jordlagren i detta område består från markytan i huvudsak av 0,9-2,7 m fyllning, 2-4 m torrskorpelera, lera 7-10 m och friktionsjord som överlagrar urberg granit.

Fyllningen enligt fältbedömning utgörs av sand, grus, sten, torrskorpelera och lera.

Det är främst sydvästra delen av undersökta området, där fyllnadens mäktighet är som störst, som har halter av förorenade ämnen alifater, arsenik, krom och krom(VI) över Naturvårdsverkets generella riktvärden.

Flertalet jordprover tagna i torrskorpelera visar på halter över generella riktvärdet för KM av metallen krom.

Grundvattenprover i området uppvisar förhöjda halter av koppar, krom och krom(VI).

### **Grundvatten**

Den geologiska uppbyggnaden medför att det finns övre grundvattenmagasin i fyllnadsmassor och torrskorpelera ovan leran och undre slutet grundvattenmagasin i friktionsjord. Grundvattenmagasin förväntas även i isälvs materialet.

I det övre grundvattenmagasinet har grundvattennivåer mätts i tre grundvattenrör vilka visar på nivåer mellan +40,2 och +41,86 motsvarande 0,1 till 1,56 m under markytan, Tabell 3. Grundvattennivåerna tyder på en strömningsriktning mot Göta älv. Grundvattennivåer påverkas i området av diken, ledningsgravar och dränering via markavvattningsföretaget.

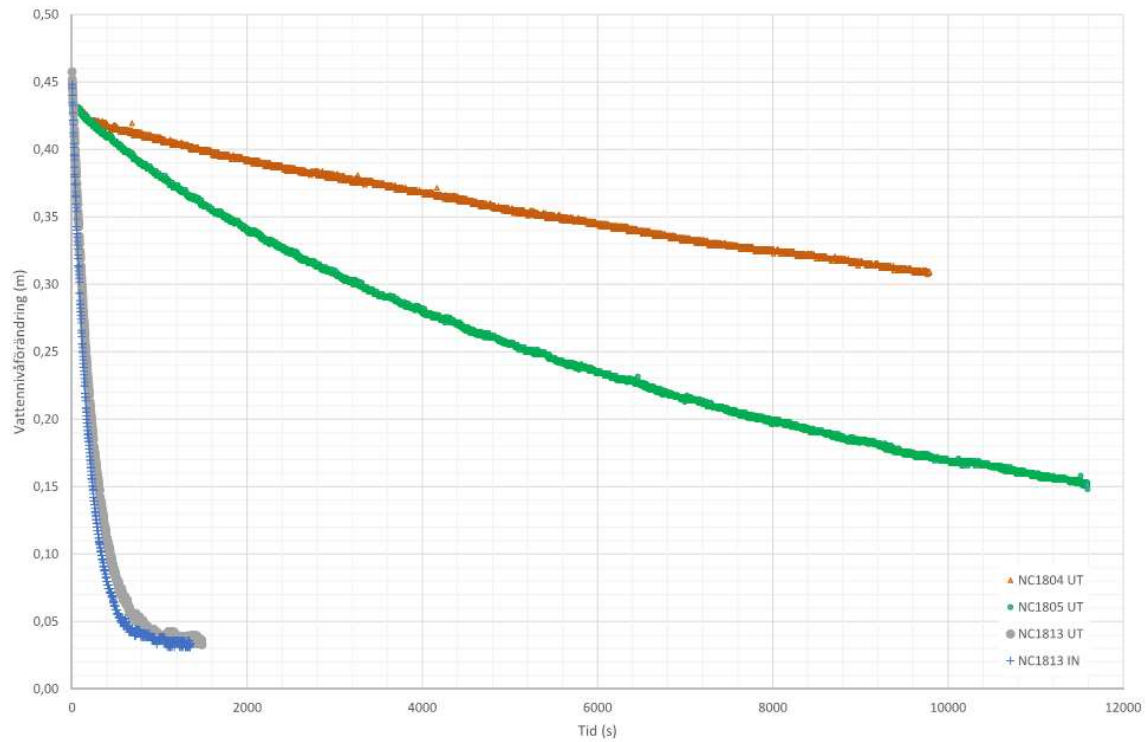
*Tabell 3 Grundvattennivåer i tre grundvattenrör.*

Datum	NC1804		NC1805		NC1813	
	möh	m u my	möh	m u my	möh	m u my
2018-03-05	41,01	1,54	40,95	0,56	40,24	0,14
2018-03-09	40,99	1,56	40,92	0,59	40,27	0,11
2020-01-28	41,86	0,69	41,15	0,36	40,19	0,19

För att bestämma hydrauliska konduktiviteten, det vill säga jordens förmåga att leda vatten, utfördes vattenförlustmätningar, eller så kallade slugtest, 28 januari, 2021, i befintliga grundvattenrör. Vattenförlustmätningar utfördes som utströmningsförsök och inströmningsförsök i NC1813 där snabbare respons erhöles, Figur 9.

<sup>3</sup> MUR Geoteknik, Nytt vattenverk, Trollhättan, Överby 7:9, 2018-04-13, Norconsult

<sup>4</sup> Översiktlig miljöteknisk markundersökning, del av Överby 7:9, Trollhättan, 2018-04-16, Norconsult



Figur 9 Vattennivåförändring vid vattenförlustmätning.

En sammanställning av angivna jordarter vid filternivå och utvärderad hydraulisk konduktivitet (K) är sammanställd i Tabell 4.



Tabell 4 Jordarter och utvärderad hydraulisk konduktivitet  $K$  (m/s)

Grundvattenrör	Jordart vid filter	$K$ (m/s)
NC1804	Let	$5 \times 10^{-8}$
NC1805	0,5 m F/gr, sa, le, 0,5 m Let	$1 \times 10^{-7}$
NC1813	Let	$5 \times 10^{-6}$

Den högre vattengenomsläppligheten i NC1813 med filter och filtersättning helt i torrskorpelera kan troligen förklaras med sprickor eller sandskikt i torrspelaren varvid en högre vattengenomsläpplighet erhålls. Resultatet samstämmer med grundvattennivåmätningar som visar på små nivåvariationer som är en indikation på högre vattengenomsläpplighet, Tabell 3.

## Vattenverksamheter och miljöfarliga verksamheter

Befintligt tillstånd för råvattenuttaget Göta älv behöver förnyas då råvattenuttaget planeras utökas och användas som reservvattentäkt, varvid ett nytt tillstånd för vattenverksamhet erfordras enligt miljöbalken. I det efterföljande beskrivs i korthet andra tänkbara verksamheter som kan ingå i tillståndsansökan.

### Grundvattenbortledning

#### Övre grundvattenmagasin

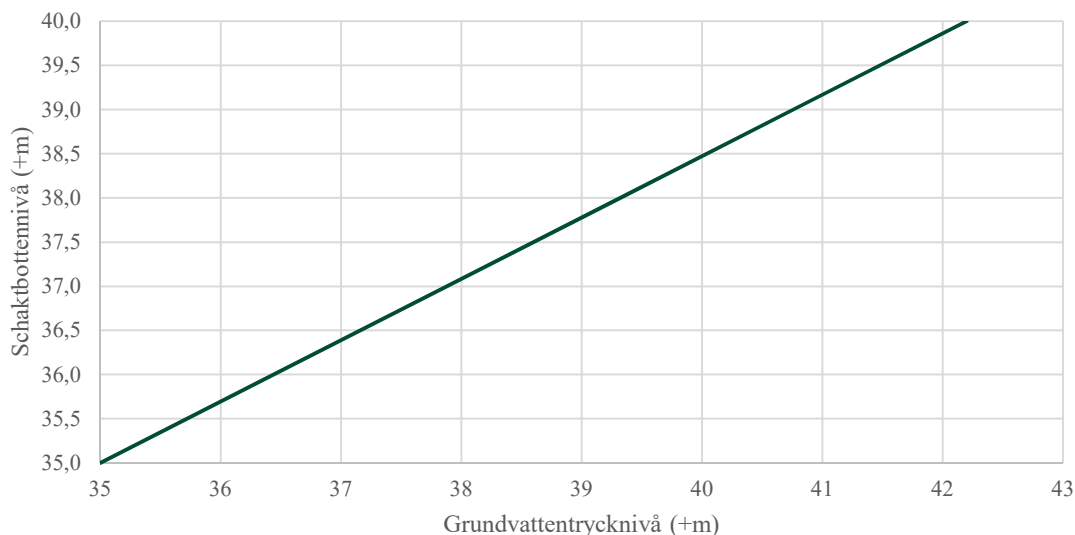
Då grundvattnet i det övre grundvattenmagasinet förekommer ytligt behöver detta troligen sänkas av och bortledas för att kunna grundläggas i torrhet.

Grundvattenmagasinens ringa mäktighet och låg hydraulisk konduktivitet medför att begränsade influensområden uppstår  $<10$  m, vid sammanhängande spricksystem i torrskorpelera kan större influensområden uppstå upp mot 50 m, baserat på hittills utförda vattenförlustmätningar. Påverkansområde, dvs område inom grundvattennivån sänks mer än 0,3 m, uppgår till  $<25$  m. Grundvattenmagasinet är mer eller mindre till stora delar konstgjort eller påverkat av mänskliga verksamheter, som fyllnadsmassor och diken. Inventering av skyddsobjekt är inte utförd. Närmst uppenbara objekt är verksamhetsutövarens befintliga byggnader och långsamfilter. Baserat på hittills utförda undersökningar bedöms inte några allmänna eller enskilda intressen skadas av en temporär grundvattenbortledning från övre grundvattenmagasin i byggskedet.

#### Undre grundvattenmagasin

Vid djupare grundläggning kan grundvattentrycknivån i det undre grundvattenmagasinet behöva sänkas av. En sådan grundvattentrycksänkning kan medföra sättningar då jordlagerföljden för området innebär att marken är sättningsbenägen. Lerans mäktighet varierar vilket medför att problem med differenssättningar kan uppstå för planerade byggnader.

Maximalt tillåtet grundläggningsdjup vid underkant lera +35 utan att hydraulisk bottenuppträckning uppstår har beräknats, Figur 10.



Figur 10 Tillåten grundvattentrycknivå i undre grundvattenmagasin beroende av schaktbottennivå.

Grundvattentrycknivån i undre magasinet är okänt, vid antagande att den uppgår till +40 dvs i marknivå, medför det tillåten schaktbottennivå +38,5.

Om grundvattentrycknivån behöver sänkas under byggskedet kan byggmetoder som tätspont neddriven till berg och injektering av spontfot för att förhindra eller minska grundvattensänkning utsida spont tillämpas. Täta byggmetoder dess risker och kostnader kan jämföras med alternativet grundvattentrycksänkning. Grundvattentrycksänkning i undre grundvattenmagasinet medför att stora områden kan påverkas, varvid dess konsekvenser och risk för intressen skadas måste utredas, och kan då behöva ingå tillståndsansökan.

### **Utsläpp av avloppsvatten**

Under byggskedet uppkommer länsvatten som måste bortledas från arbetsplatsen för att byggnation ska kunna ske i torrhet. För projektet utgörs länsvatten av grundvatten som tillrinner djupare schakter, dagvatten som uppstår i samband med nederbörd direkt i schakten eller från närliggande ytor inom arbetsområdet, samt byggprocessvatten som bl.a. utgörs av spolvatten. Dessa vatten benämns avloppsvatten enligt miljöbalkens 9 kapitel.

Trollhättan Energi kan föra en dialog med miljönämnden Trollhättan stad angående utsläppspunkter och utsläppskrav och hanteras via en anmälan. Alternativt kan istället ansökas om villkor för utsläppskvalitet vid tillståndsansökan för vattenverksamhet.

Motsvarande gäller för spillvatten från reningsprocessen för blivande vattenverk.

### **Anläggning och arbeten i vattenområde**

Anläggningar i vattenområden, som tex ledningar, trumma, fyllning, pålning, erosionskydd, och schakter är vattenverksamhet och kan med fördel inkluderas i tillståndsansökan. Med vattenområde menas ett område som täcks av vatten vid högsta förutsebara vattenstånd.

Diken i området kommer att behöva grävas om, vilket kan omfattas i tillståndsansökan.

Intagsledning och utloppsledning i vattenområdet till Göta älv och arbeten för att anlägga dessa är vattenverksamhet.

## **Markavvattning**

Delar av området ingår i ett markvattningsföretag, förändras avvattningen, tex om ett större område avvattnas via vattenavledningsföretaget, behöver en ny förrättning upprättas.

I Västra Götalands län är det markavvattningsförbud i hela länet. Det kan behövas både tillstånd och dispens från förbudet för att vidta åtgärder som breddning, fördjupning eller underhålla befintliga diken.

## **Kompletterande hydrogeologiska undersökningar**

I områdets sydvästra del förekommer isälvsmaterial enligt SGUs jordartskarta, det rekommenderas att åtminstone grundvattenrör installeras och provtagning med klassning och kornstorleksfördelningsanalys utförs i detta område. Denna information behövs för tex dimensionering och utformning av grundvattensänkning vid läggning av djupt förlagda ledningar.

För att erhålla ett bättre underlag till ansökan om vattenverksamhet för bortledning av grundvatten från övre grundvattenmagasin, om detta väljs att sökas för, behöver fler grundvattenrör installeras på strategiskt valda platser.

I område där det kan bli aktuellt med djupare grundläggning behövs kännedom om grundvattentrycknivån i undre grundvattenmagasin och för att kunna ge svar på hur djup grundläggning kan ske utan att behöva sänka grundvattentrycknivån, varvid grundvattenrör med filter i friktionsjorden behöver installeras.

För att bestämma lerans deformationsegenskaper och hållfasthet utmed djupet behöver kolvprovtagning och CRS-försök utföras, varvid bl.a. sättningar kan beräknas. Om sänkning av grundvattentrycknivån erfordras, är det även angeläget att utföra en provpumpning för bestämning av grundvattenmagasinets hydrauliska parametrar och påverkansområde, varvid brunn och troligen fler grundvattenrör behöver installeras.

## **PEAB Anläggningsteknik 2021-02-15**

Henrik Alsterling