

01 2023
UDDEVALLA KOMMUN

HYDROGEOLOGISK UTREDNING

VÄSTRA LILLESJÖ



COWI

2023-01-30
UDDEVALLA KOMMUN

HYDROGEOLOGISK UTREDNING VÄSTRA LILLESJÖ

PROJEKTNR. DOKUMENTNR.
A250416 A250416-4-02-UTR-001

VERSION	UTGIVNINGSDATUM	BESKRIVNING	UTARBETAD	GRANSKAD	GODKÄND
1.0	2023-01-30	Hydrogeologisk utredning av planområdet i Västra Lillesjö, Uddevalla kommun.	Emelie Swenningsson, Hannes Berg Wiklund, Andreas Berg	Jesper Albinus	Hannes Berg Wiklund

INNEHÅLL

1	Inledning	7
1.1	Underlag	7
1.2	Metod	8
2	Områdesbeskrivning och topografi	9
2.1	Närliggande grundvattenberoende intressen	9
3	Konceptuell beskrivning av befintliga förhållanden	12
3.1	Geologiska förutsättningar	12
3.2	Hydrogeologi	13
3.3	Hydrologi, nederbörd och avdunstning	14
4	Den planerade exploateringen	16
5	Numerisk grundvattenmodell	17
6	Exploateringens påverkan	19
6.1	Avsänkning i övre jordmagasin	20
6.2	Avsänkning i undre jordmagasin	20
6.3	Avsänkning i bergmagasin	21
6.4	Påverkan på ytvattenavrinning	22
7	Slutsats och diskussion	23
8	Referenser	24

1 Inledning

COWI har på uppdrag av Samhällsbyggnadsförvaltningen på Uddevalla kommun utfört en hydrogeologisk utredning med syfte att undersöka påverkan på grundvattenberoende intressen kopplat till ändrad markanvändning för området Västra Lillesjö, där Uddevalla kommun arbetar med ny detaljplan för ändrad markanvändning från naturmark till industrimark. Detaljplanen förväntas gå ut i samråd under våren 2023.

Ändrad markanvändning kommer innebära ett oundvikligt uttag av berg och målet med denna hydrogeologiska utredning är att undersöka påverkan på grundvattennivåer och grundvattenberoende intressen kopplat till detta. Även exploaterings påverkan på ytvattenförhållanden kommenteras. Utredningen kommer utgöra underlag till Miljökonsekvensbeskrivning för detaljplanen.

1.1 Underlag

Undersökningen har utförts med underlag från öppna data. Följande underlag ligger till grund för undersökningen:

- > SGU:s berggrundskarta
- > SGU:s jordartskarta
- > SGU:s karta över hydraulisk konduktivitet i berg
- > Lantmäteriets topografiska karta.
- > Metria AB för höjddata (1x1 m)
- > SMHI vattenwebb för hydrologiska och avrinningsdata.
- > Underlag kopplat till detaljplanen från Uddevalla kommun
- > Information från fältbesök i oktober 2022.

1.2 Metod

En geologisk och hydrogeologisk beskrivning av planområdet med omnejd har gjorts baserat på öppna data samt observationer från fältbesök. Dessutom har närliggande grundvattenberoende intressen som kan påverkas av förändrad markanvändning inom planområdet identifierats. Utifrån ovan nämnda beskrivning togs en hydrogeologisk konceptuell modell fram som underlag till en numerisk grundvattenmodell.

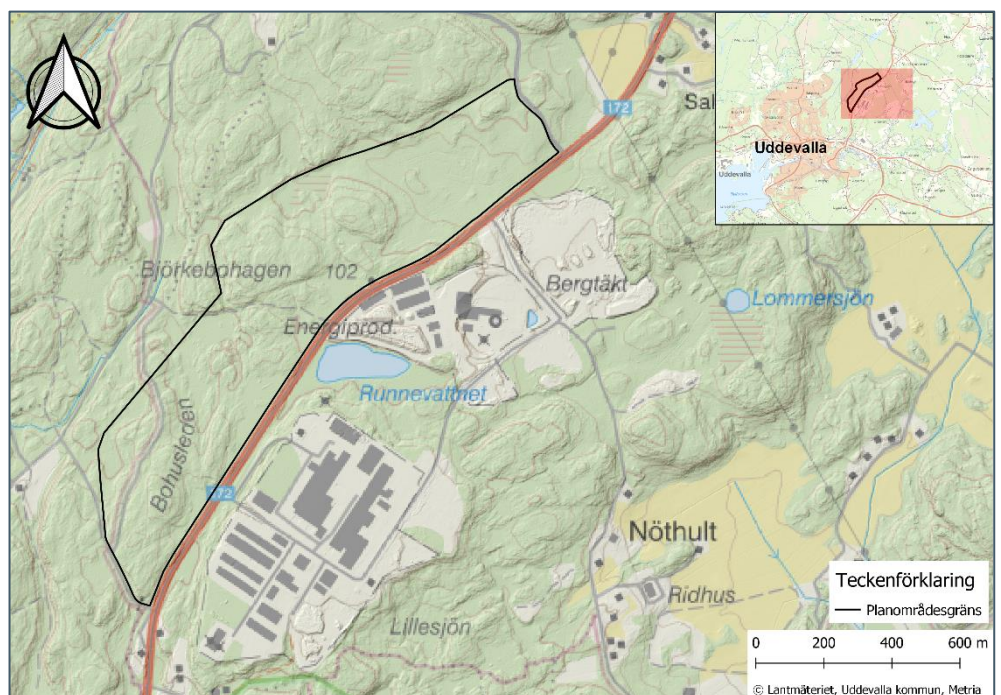
Den numeriska modellen användes först för att uppskatta befintliga grundvattennivåer i området, sedan för att beräkna det influensområde som exploateringen kan ge upphov till, dvs. hur långt från detaljplaneområdet grundvattennivån kommer påverkas.

Som sista steg i utredningen gjordes en sammanvägd bedömning av den hydrogeologiska påverkan som den förändrade markanvändningen skulle ha vid verkställandet av detaljplanen. Detta inklusive en bedömning av påverkan på närliggande grundvattenberoende intressen.

2 Områdesbeskrivning och topografi

Planområdet är ett 60 ha avlångt natur- och rekreationsområde 5 km strax nordöst om Uddevalla, väster om väg 172. Området sträcker sig ca 1,8 km i sydväst-nordöstlig riktning och är ca 400 m brett. Planområdet visas i Figur 1.

Planområdets marknivå varierar mellan +90 och +119 m. Den södra delen av området är den mest kuperade medan den mellersta delen är flackare med några enstaka toppar. Den norra delen är mestadels flack. Längs planområdets östra sida går väg 172. I närheten finns, förutom naturområden, ett industriområde och en bergtäkt. I dagsläget används planområdet bland annat för rekreation, såsom vandring på Bohusleden eller cykling på mountainbikeleder.



Figur 1: Översiktsbild över planområdet.

2.1 Närliggande grundvattenberoende intressen

Nedan följer en beskrivning av allmänna och enskilda grundvattenberoende intressen inom och runt planområdet.

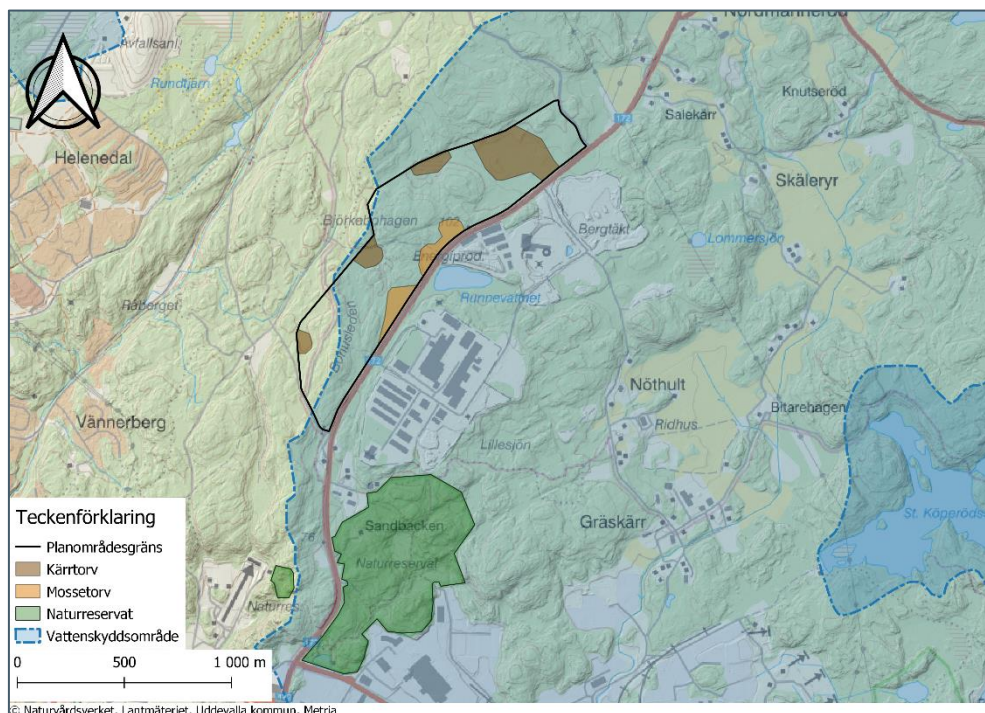
2.1.1 Allmänna grundvattenberoende intressen

Allmänna grundvattenberoende intressen avser områden som är av värde för allmänheten, exempelvis vattentäkter, naturreservat och andra naturområden. Majoriteten av planområdet ligger inom den tertiära zonen av Köperödssjöarnas vattenskyddsområde (Länsstyrelsen, 2009). Ytvattentäkten Köperödssjöarna är Uddevalla stads huvudvattentäkt och försörjer även Ljungskile med dricksvatten. Vattenskyddsområdet är totalt 28 261 ha stort varav 1752 ha består av sjöar (Naturvårdsverket, 2022).

I den tertiära zonen av vattenskyddsområdet finns skyddsföreskrifter gällande kemiska bekämpningsmedel, lagring av stallgödsel samt förbud mot transport av farligt gods på ej anvisade leder. Inget tillstånd krävs för större schaktningsarbeten i den tertiära zonen av vattenskyddsområdet (Länsstyrelsen, 2009). Dock innebär det oundvikliga uttaget av berg en risk för kvaliteten på recipienten på grund av att länshållningsvatten potentiellt kan innehålla lösta kvävehaltiga sprängmedelsrester.

En knapp kilometer sydväst om planområdets södra spets ligger naturreservatet *Kuröds skalbankar*. Naturreservatet är runt 40 ha stort, varav 0,5 ha är en sjö och 0,2 ha är ett våtmarksområde. Naturreservatet finns för att skydda förekomsten av insekter, djur och växter som gynnas av den kalkrika miljö som skalbankarna erbjuder (Uddevalle kommun, 2022). Områdets naturvärden bedöms därför som grundvattenberoende.

Inom planområdet finns även torv- och våtmarksområden som bedöms vara grundvattenberoende. Framför allt eftersom områden med kärrtorv bildas som en följd av mer eller mindre kontinuerlig grundvattentillförsel skulle de kunna påverkas om den naturliga strömningsriktningen eller grundvattenbildningen ändras. I Figur 2 visas alla ovan nämnda allmänna grundvattenberoende intressen.



Figur 2: Allmänna grundvattenberoende intressen i planområdet och dess närhet.

2.1.2 Enskilda grundvattenberoende intressen

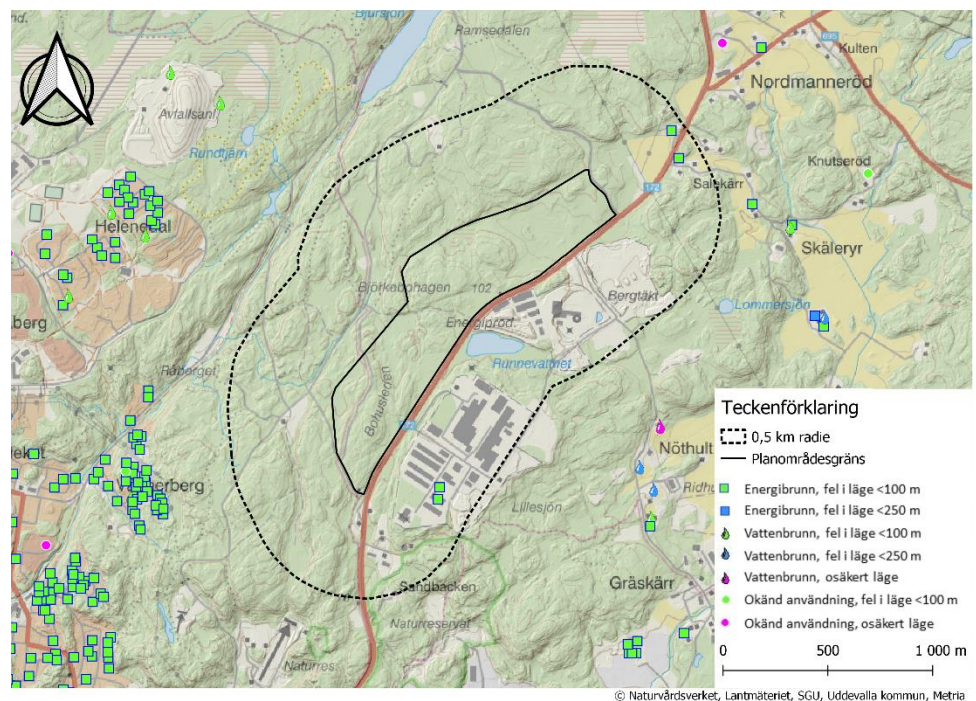
Med enskilda grundvattenberoende intressen menas objekt som är till nytta endast för ett fåtal personer, exempelvis privata brunnar för dricksvatten- eller energiändamål. Inom 500 m från planområdets gräns ligger fem bergborrade

energibrunnar. Information om brunnarnas position, borrdatum, djup och uttagskapacitet presenteras i Tabell 1.

Tabell 1: Brunnar inom 500 m från planområdesgränsen. Information hämtad från (SGU, 2023). *kan innebära att uttagskapaciteten inte mätts.

Brunns-ID	Fastighet	Borrdatum	Totaldjup [m]	Uttagskapacitet [l/s]
921070106	NORDMANNERÖD 1:24	2021-04-27	200	0,8
906230313	NORDMANNERÖD 2:1	2006-02-24	140	1,4
910590046	KURÖD 4:49	2010-05-05	180	4,2
910590056	KURÖD 4:49	2010-05-07	180	2,2
912050378	KURÖD 4:48	2012-01-04	200	0*

Längre från planområdet ligger en samling bergborrade energi- och dricksvattenbrunnar i väst och sydväst. Öster och nordost om planområdet finns ytterligare brunnar som används för både dricksvatten- och energiändamål, samt ett fåtal brunnar med okänt användningsområde (SGU, 2023). Dessa brunnar bedöms ligga tillräckligt långt från planområdet för att inte påverkas av en eventuell grundvattensänkning och presenteras därför inte närmre. Alla brunnar runt planområdet visas i Figur 3.



Figur 3: Enskilda grundvattenberoende intressen i närheten av planområdet.

3 Konceptuell beskrivning av befintliga förhållanden

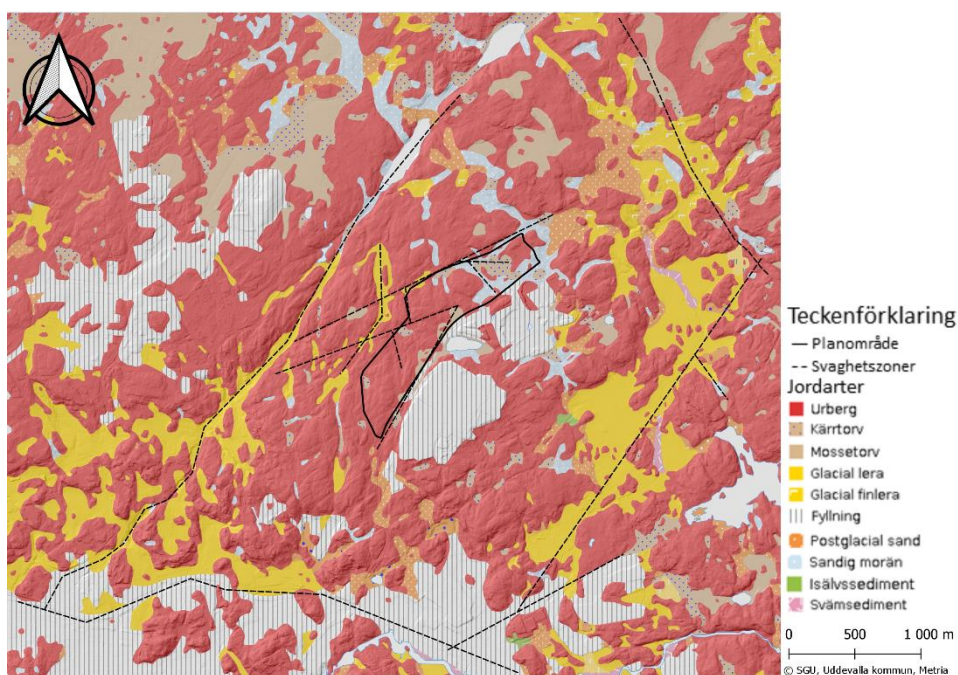
Nedan följer en beskrivning av de befintliga geologiska, hydrologiska och hydrogeologiska förhållanden nordöst om Uddevalla och inom planområdet.

3.1 Geologiska förutsättningar

Området kring Uddevalla karaktäriseras av en stor del berg i dagen, huvudsakligen i de mest höglänta delarna. Där terrängen är lägre överlagras berget i huvudsak av morän och torv för att i dalgångarna dessutom vara överlagrad av lera. Bitvis är moränen och leran även täckta av ett lager svallsand.

Berggrunden i området kring Uddevalla består av äldre kristallina, främst granitoida, bergarter. Utifrån topografin förekommer dalgångar främst i nord-nordöst till syd-sydvästlig riktning samt i väst-sydväst till öst-nordöstlig riktning vilket kan indikera att svaghetszoner i området dominerar i dessa riktningar. Med svaghetszoner menas sprickzoner med högre sprickfrekvens och lägre bergkvalitet än omkringliggande berg.

I planområdets mellersta och södra del dominerar berg i dagen, delvis med ett tunt moräntäcke på ca 0,5–1 m. Där terrängen är lägre, vilket framför allt gäller den norra delen av planområdet, finns morän- och torvområden med större jordmaktighet på 5–10 m. Geologi, svaghetszoner och topografi inom planområdet illustreras i Figur 4.



Figur 4: Geologi och topografi i och runt planområdet (SGU, 2022).

För konceptualisering av de geologiska förhållandena har information om jordarter och jorddjup har hämtats direkt ur SGU:s jordarts- och jorddjupskarta. Svaghetszoner i berggrunden är hämtade från SGU:s bergartskarta, lagret

”Lokala deformationszoner”, samt kompletterade med svaghetszoner visuellt bedömda utifrån topografisk information och SGU:s jordartskarta.

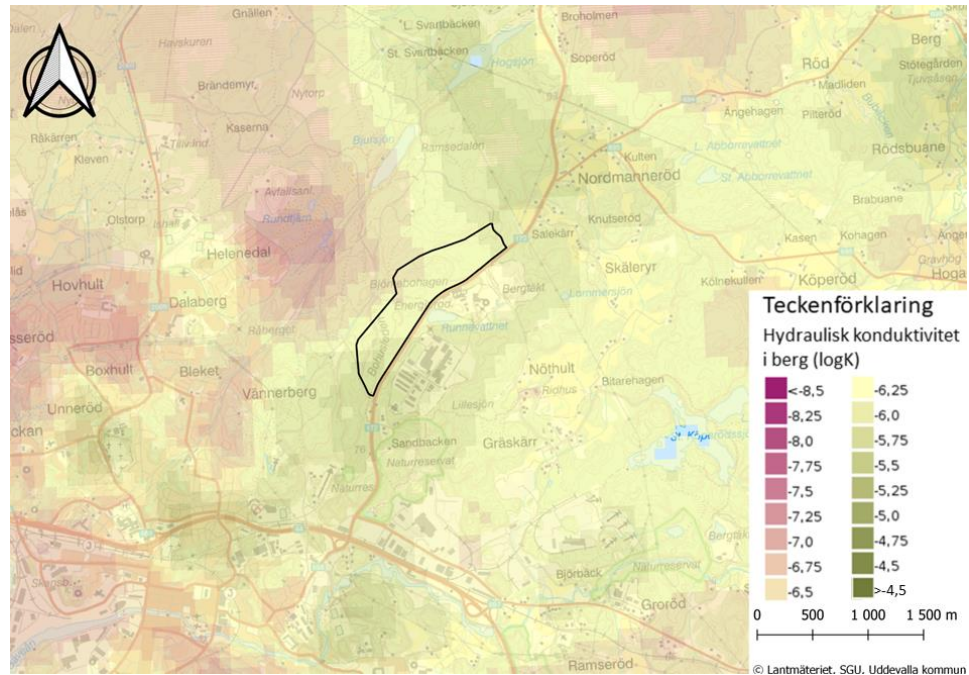
3.2 Hydrogeologi

Grundvatten bildas när nederbörd tillåts infiltrera i berg och jordlager i höglänta områden. Grundvattnet strömmar sedan mot områden där terrängen är lägre. Vanligtvis följer grundvattenytan terrängen men med mindre höjdvariationer. Det leder till att grundvattenytan ligger närmre markytan i låglänta områden och längre under markytan i höglänta områden. Mängden vatten som är tillgängligt för grundvattenbildning kallas nettonederbörd vilket är skillnaden mellan den totala nederbörden och avdunstningen i ett område. Andra faktorer som påverkar hur stor grundvattenbildningen blir är geologi och markanvändning.

I området kring planområdet finns grundvatten dels i jordmagasin, dels i sprickor i berggrunden. Grundvattenförekomsten i jord består av öppna jordmagasin i torvmarker, morän, sand och grus samt slutna jordmagasin där sand och grus överlagras av tät lera. Inom planområdet finns grundvatten i bergets spricksystem och i öppna jordmagasin i morän- och torvområden. Eftersom det inte finns stora lerområden inom planområdet är förekomsten av grundvatten i undre jordmagasin begränsad. Troligt är att grundvattenytan ligger nära markytan i områdena med torv. En uppskattning av de befintliga grundvattennivåerna i området har gjorts med hjälp av den numeriska modellen och beskrivs i kapitel 6.

Den hydrauliska konduktiviteten i berg i området runt Uddevalla och planområdet presenteras i Figur 5. I figuren indikerar röd färg en lägre hydraulisk konduktivitet och grön en högre. Enligt figuren är den hydrauliska konduktiviteten i berg högre ($0,3 - 1,3 \cdot 10^{-6}$ m/s) upp till ca 3 km söder om, 5 km öster om och 5 km rakt norr om planområdet. Rakt västerut och även i nordvästlig riktning från planområdet är den hydrauliska konduktiviteten lägre ($0,5 - 2,5 \cdot 10^{-7}$ m/s). Uttagkapaciteten i energibrunnar nära planområdet (Tabell 1 i kapitel 2.1.2) visar på en varierande genomsläpplighet i sprickor i berget men med potential till ett högt uttag, dvs. upp till 4,2 l/s (SGU, 2023).

Värt att notera är att värdena i Figur 5 baseras på data från borrhade brunnar i området. De kan därmed motsvara den hydrauliska konduktiviteten i sprängda (vidgade) sprickor i berget snarare än det naturliga bergets hydrauliska konduktivitet. Den hydrauliska konduktiviteten i det naturliga berget väntas alltså vara lägre än vad figuren visar, men ha högre värden i de sprickzoner som finns utritade i Figur 4.



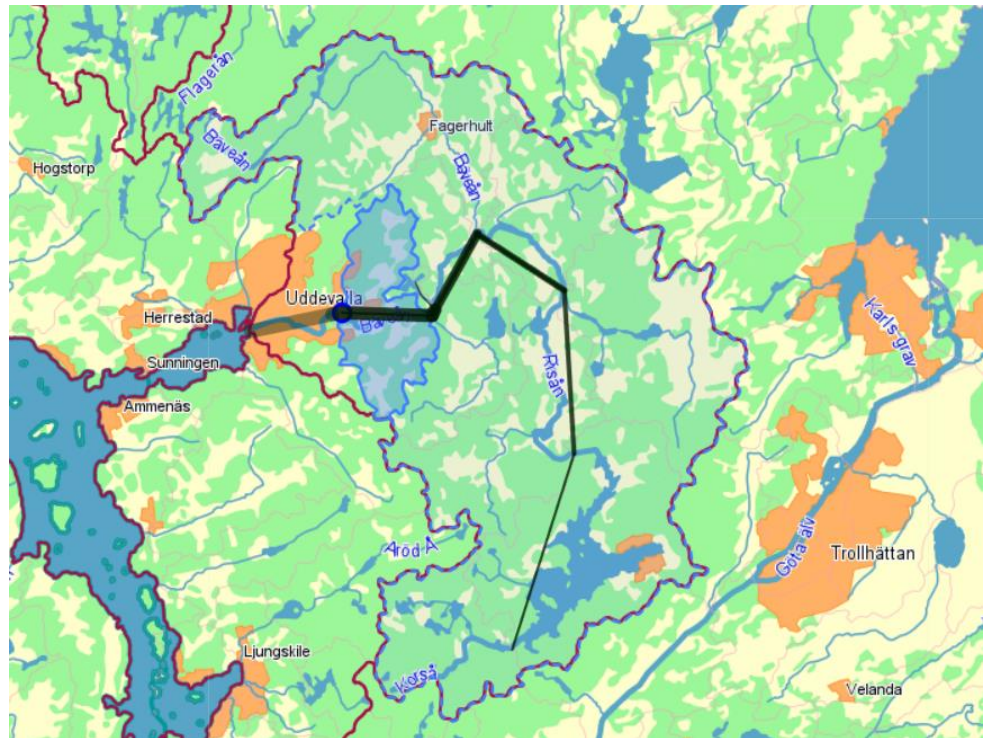
Figur 5: Hydraulisk konduktivitet i berg i och runt planområdet (SGU, 2023).

3.3 Hydrologi, nederbörd och avdunstning

Enligt SMHI:s HYPE-modell ingår undersökningsområdet i delavrinningsområde 4172 vilket i sin tur är en del av huvudavrinningsområde 109. *Bäveån*. En karta över huvud- och delavrinningsområdet presenteras i Figur 6. I figuren visar den svarta linjen den huvudsakliga avrinningsriktningen inom huvudavrinningsområdet, från tunn till tjock linje.

Medelnederbörden i delavrinningsområdet är 1000 mm/år och evapotranspirationen 500 mm/år enligt SMHI:s modelldata under den senaste referensnormalperioden (år 1991–2020). Det ger en nettonederbörd på 500 mm/år (SMHI, 2022). Nettonederbörden leder dels till ytvattenavrinning, dels grundvattenbildning.

Dagens ytavrinning i planområdet beskrivs i en dagvattenutredning utförd av Sigma Civil (Lorber, 2019). Enligt utredningen sker avrinningen från planområdet via diken och små vattendrag till tre olika delavrinningsområden. En del av ytavrinningen tas emot av våtmarkerna längs planområdets västra sida.



Figur 6: Hela avrinningsområdet och delavrinningsområdet där utredningsområdet finns (SMHI, 2022).

4 Den planerade exploateringen

Den planerade exploateringen inom planområdet i Västra Lillesjö syftar till att förbereda marken för industriändamål genom att jämna ut marknivån. Detta kommer göras genom uttag av berg vid höjderna och uppfyllnad med krossmassor i lågområdena. Den maximala nivåskillnaden i dagsläget 29 m, mellan +90 och +119 m. Efter exploateringen planeras den maximala nivåskillnaden på de hårdgjorda ytorna bli 3 m, mellan +98,5 och +101,5 m, se Figur 7. Högst marknivå planeras vid områdets södra spets och längs väg 172 vid den östra sidan. Vid den nordvästra delen av planområdet blir marknivån lägst. Fyra torvområden med lägre topografi än de hårdgjorda ytorna sparas som naturmark. De kommer inte fyllas inte upp med krossmaterial.



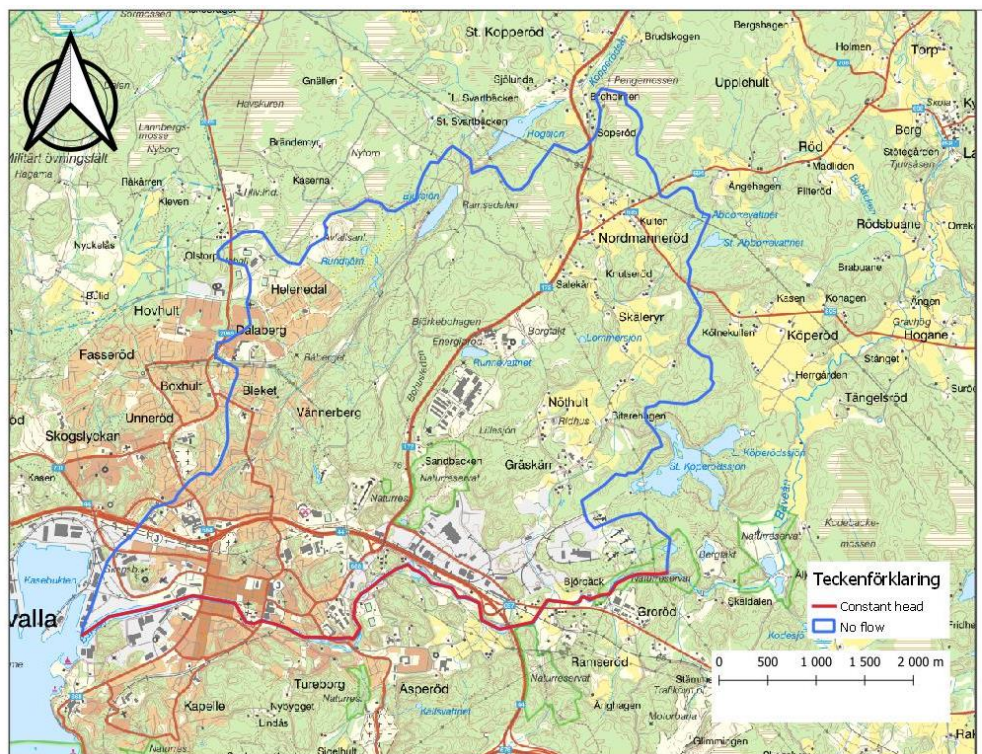
Figur 7: Planerad nivå på markytan efter exploatering av planområdet till industrimark.

5 Numerisk grundvattenmodell

En numerisk grundvattenmodell har tagits fram för att undersöka hur de hydrogeologiska förhållandena kan komma att förändras av den planerade exploateringen. Syftet med grundvattenmodellen är att beräkna det påverkansområde som uppkommer till följd av det nya industriområdet. Modellen bygger på den konceptuella beskrivningen i kapitel 3.

Grundvattenmodellen har genomförts i ModelMuse (Winston, 2019), ett användargränssnitt till MODFLOW6. Modellen har en ostrukturerad cellstruktur, vilket möjliggör finare diskretisering (mindre celler) i plan och vertikalled samtidigt som den bibehåller ett hanterbart antal celler.

Storleken på modellen uppgår till ca 21 km² och avståndet till modellens rand är ca 2 km. Randvillkoren är ansatta till "no flow"-villkor i de västra, norra och östra delarna och följer topografin. I söder har randvillkoret "constant head" använts och följer Båveåns utbredning med en ansatt nivå i markytan längs randen, se Figur 8.

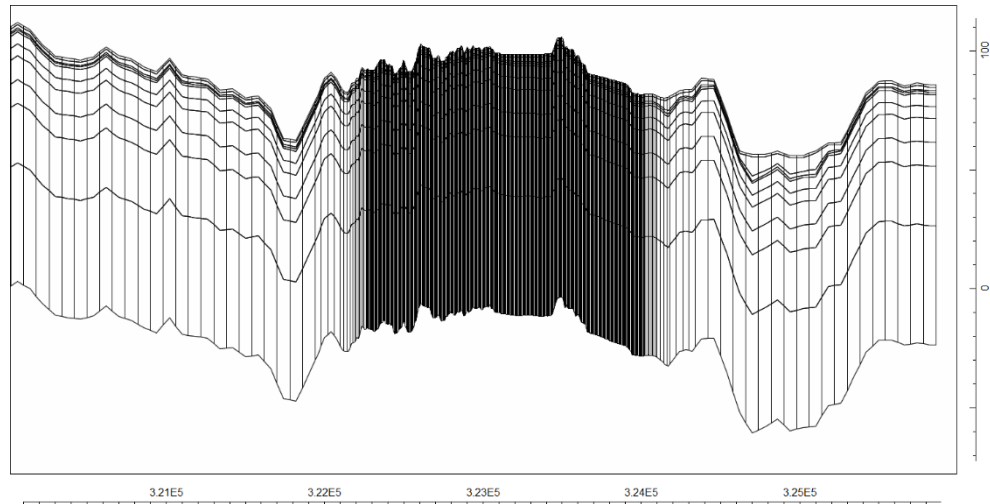


Figur 8: Randvillkor för den numeriska grundvattenmodellen

Nettonederbörden har ansatts till 500 mm/år enligt den data från SMHI som presenterades i kapitel 3.3. Inom modellområdet återfinns grönområden med skog där en stor del av nederbörden antas bilda grundvatten samt områden med hårdgjorda ytor där största delen av nederbörden antas rinna av till dagvatten-systemen.

Modellen har satts upp med tio lager, varav de översta tre lagren representerar jordarterna och de nedre sju lagren är berg. Jordarternas mäktighet är ansatt

enligt SGU:s jorrdjupskarta och utbredningen av jordarterna följer SGU:s jordartskarta (SGU, 2022). Jordlagren och berget i modellen är homogena och isotropa. En sektion av grundvattenmodellen finns presenterad i Figur 9 där det svarta området innebär en finare diskretisering.



Figur 9: Numeriska grundvattenmodellen i profil

Antaganden om hydraulisk konduktivitet (K-värden) i olika jordarter och i berg baseras på litteraturvärden. K-värdet i berg antas avta med djupet, från ytligt till djupt berg (ca 100 m under markytan). De K-värden som använts i den numeriska modellen presenteras i Tabell 2.

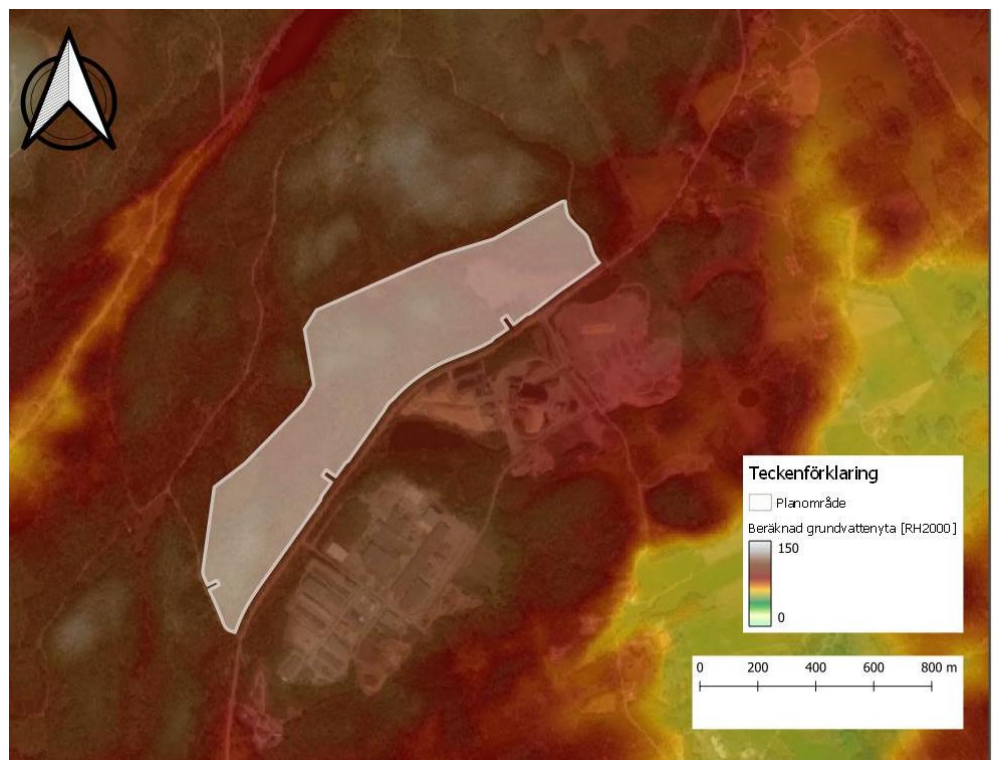
Tabell 2: Antagna K-värden för de olika typerna av geologiskt material i planområdet med omnejd. Källor: (Carlsson & Gustafsson, 1997), (Sparrenbom & Jeppsson, 2022).

Geologiskt material	K-värde [m/s]
Sand	$1 \cdot 10^{-4}$
Sandig morän	$1 \cdot 10^{-6}$
Fyllnadsmaterial	$1 \cdot 10^{-4}$
Lera	$1 \cdot 10^{-9}$
Svåmsediment	$1 \cdot 10^{-7}$
Isälvsmaterial	$5 \cdot 10^{-4}$
Torv	$5 \cdot 10^{-5}$
Ytligt berg - djupt berg (100 m.u.my)	$5 \cdot 10^{-7} - 6 \cdot 10^{-9}$
Svaghetszoner i berg	$5 \cdot 10^{-7}$

6 Exploateringens påverkan

Utifrån den numeriska grundvattenmodell som upprättats har eventuell påverkan på enskilda och allmänna intressen (beskrivna i kapitel 2.1) analyserats. Ett bedömt influensområde har tagits fram, där 0,1 m avsänkning representerar avgränsningen av influensområdet i jord och 0,3 m avsänkning representerar avgränsningen i berg (SGU, 2023).

Influensområdet baseras på en grundvattensänkning i förhållande till de befintliga grundvattennivåerna i området. De befintliga grundvattennivåerna har beräknats med hjälp av den numeriska modellen och grundvattennivåerna i bergmagasinet presenteras i Figur 10. Grundvattennivån väntas ligga 3-5 m under markytan i höglänta områden och nära markytan i låglänta områden. Den beräknade grundvattennivån i övre och undre jordmagasin är snarlik den i bergmagasin och figuren är därmed representativ även för dem.

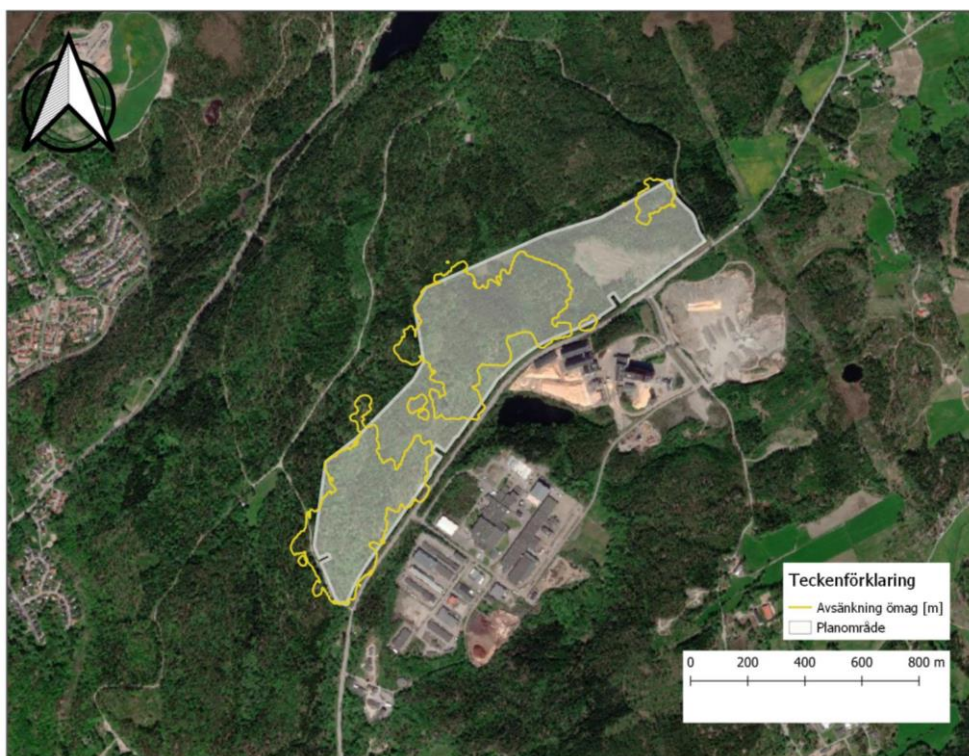


Figur 10: Beräknad grundvattenyta i bergmagasinet.

Sänkning i planområdet beskrivs i modellen som en konstant trycknivå i enlighet med områdets framtida markyta, ca +100.

6.1 Avsänkning i övre jordmagasin

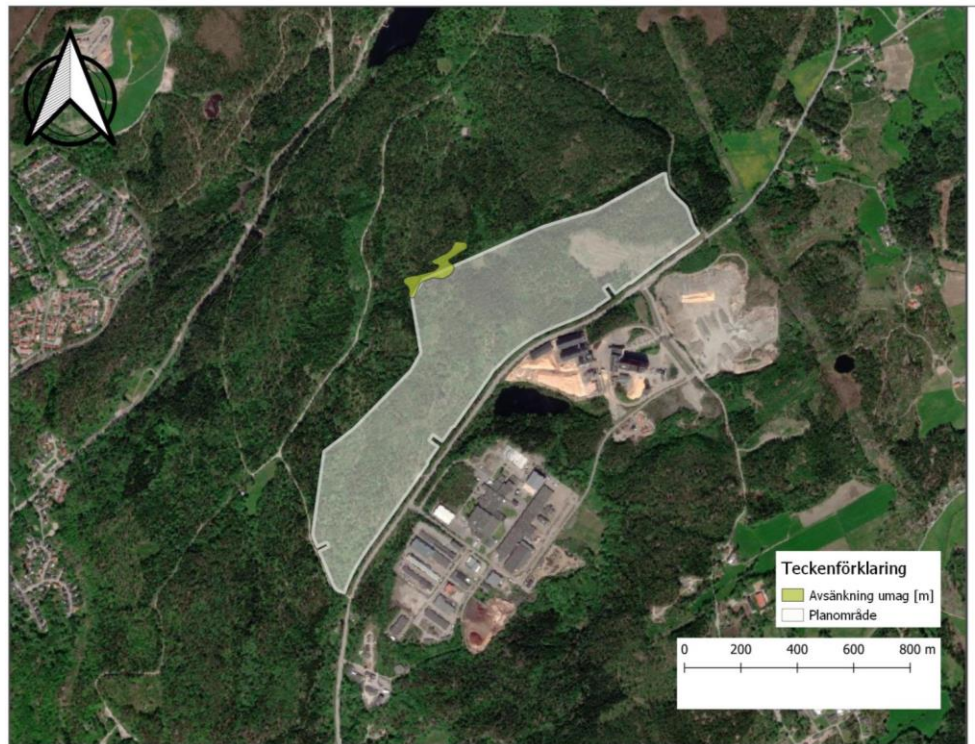
Till följd av det planerade schakt-/sprängningsarbetet är det i modellen beräknat en begränsad grundvattenavsänkning i det övre jordmagasin. Avsänkningen bedöms bli lokal kring det planerade området och inte påverka närliggande våtmarker, se Figur 11. Eftersom schakt-/sprängningsarbeten planeras utföras i höglänta områden blir en eventuell påverkan i det övre jordmagasinet begränsad.



Figur 11: Bedömd influensområde (0,1 m avsänkning i det övre jordmagasin).

6.2 Avsänkning i undre jordmagasin

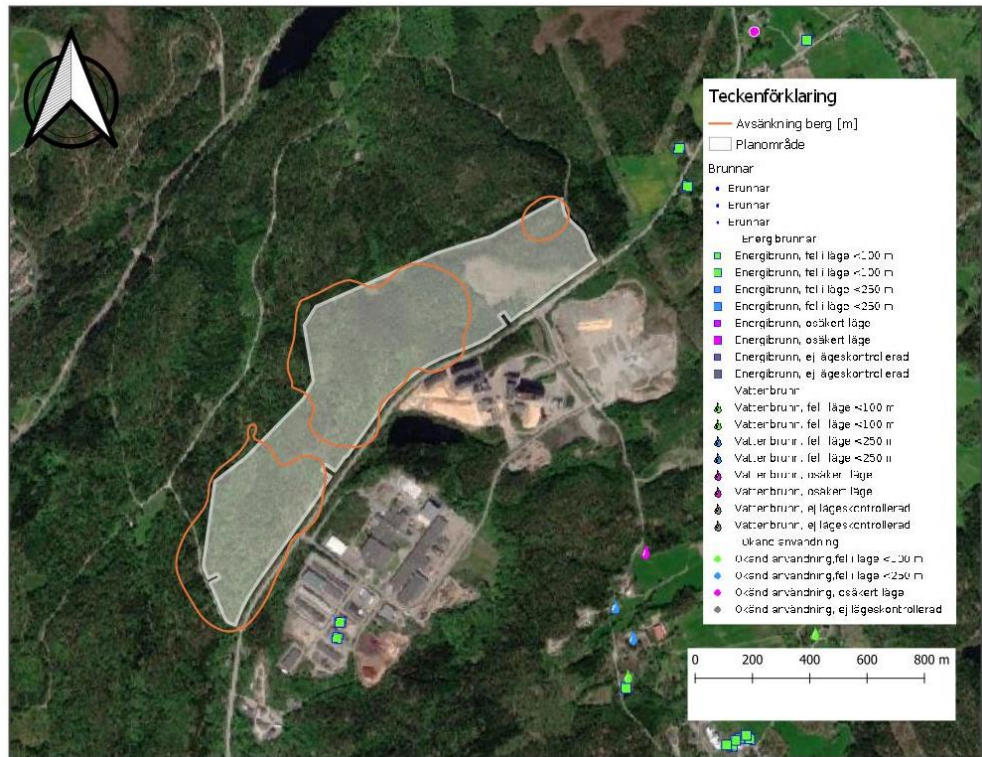
Enligt kapitel 3.2 och Figur 4 är bedömningen att inga stora, sammanhängande, undre jordmagasin återfinns i direkt närhet till det tänkta detaljplaneområdet. Det kan dock finnas grövre material under lerområden som utgör små, osammanhängande, undre grundvattenmagasin i jord. Avsänkning i ett eventuellt undre jordmagasin blir begränsat, enligt Figur 12.



Figur 12: Beräknad avsänkning i undre jordmagasin.

6.3 Avsänkning i bergmagasin

På grund av att större delen av schakt-/sprängningsarbetet kommer ske i berg bedöms också påverkan bli störst i berget. Beräknat influensområde presenteras i Figur 13.



Figur 13: Beräknad avsänkning i berg.

Enligt SGU:s brunnsarkiv återfinns ingen bergborrad brunn inom bedömt påverkansområde.

6.4 Påverkan på ytvattenavrinning

Förändringen av markens form och egenskaper kommer sannolikt leda till ett nytt avrinningsmönster för ytvatten. Eftersom bergplintarna, som naturligt utgör ytvattendelare mellan delavrinningsområdena, schaktas bort blir det i stället de hårdgjorda ytornas lutning som avgör avrinningsriktningen. Då hela planområdet har en svag lutning mot den västra och nordvästra sidan är det sannolikt att all avrinning kommer ske i de riktningarna och att belastningen på våtmarkerna kommer öka. Avrinningsriktningen för ytvatten går att påverka genom att anpassa lutningen på de hårdgjorda ytorna samt genomtänkt placering av diken och brunnar.

7 Slutsats och diskussion

Utifrån den hydrogeologiska undersökningen och den numeriska grundvattenmodellen kan följande slutsatser dras:

- > Grundvattenströmningen i området bedöms följa topografin.
- > En lokal avsänkning i det övre jordmagasinet bedöms uppkomma till följd av planerad verksamhet. Avsänkningen bedöms inte påverka vare sig allmänna eller enskilda grundvattenberoende intressen såsom närliggande våtmarker.
- > Baserat på modellresultatet blir en eventuell påverkan i ett undre jordmagasin begränsad. Avsänkningen bedöms inte påverka vare sig allmänna eller enskilda grundvattenberoende intressen.
- > En lokal avsänkning i berg bedöms uppkomma till följd av planerad verksamhet. Avsänkningen bedöms inte påverka allmänna eller enskilda grundvattenberoende intressen.
- > Sker terrassering med sprängning (eller annan metod där risk för förorenat läsvatten föreligger) bör inläckande vatten i byggskedet renas innan det släpps ut till recipient.
- > Området är beläget inom vattenskyddsområdets tertiära zon där det inte återfinns några skyddsföreskrifter angående schaktarbeten.

8 Referenser

- Carlsson, L., & Gustafsson, G. (1997). *Provpumpning som geohydrologisk undersökningsmetodik* (Vol. Version 2.1, publ. C62). Göteborg: Geologiska institutionen, Chalmers tekniska högskola.
- Lorber, P. (2019). *Västra Lillesjö dagvattenutredning, Uddevalla kommun*. Sigma Civil.
- Länsstyrelsen . (2009). *14 FS 2009:304 Länsstyrelsens i Västra Götalands län beslut om skyddsområde och skyddsföreskrifter för Köperödssjöarnas vattentäkt i Uddevalla kommun*.
- Naturvårdsverket. (den 11 11 2022). *Naturvårdsverkets kartverktyg Skyddad natur*. Hämtat från https://skyddadnatur.naturvardsverket.se/?zoom=2&lat=6670756.34151&lon=575821.50164&baseLayer=terrangskuggning%40mkarta-bakgrund-maps%2Cmark%40mkarta-bakgrund-maps%2Chydrografi_ytor_nedtonad%40mkarta-bakgrund-maps%2Chydrografi_nedtonad%40mkarta-bakgru
- SGU. (den 20 10 2022). *Kartvisare*. Hämtat från SGU: <https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-jordarter-25-100.html>
- SGU. (den 05 01 2023). *Influensområde och påverkansområde*. Hämtat från SGU: <https://www.sgu.se/anvandarstod-for-geologiska-fragor/bedomning-av-influensomrade-avseende-grundvatten/influensomrade-och-paverkansomrade/>
- SGU. (den 16 01 2023). *Kartvisare*. Hämtat från SGU: <https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-brunnar.html>
- SMHI. (den 20 10 2022). *Vattenwebb*. Hämtat från <http://vattenwebb.smhi.se/modelarea>
- Sparrenbom, C., & Jeppsson, H. (2022). *Grundvattenboken*. Lund: Studentlitteratur.
- Uddevalla kommun. (den 29 11 2022). *Kuröds skalbankar*. Hämtat från Uddevalla kommun: <https://www.uddevalla.se/bygga-bo-och-miljo/naturvard-parker/naturomraden-naturreservat-/kurods-skalbankar.html>
- Winston, R. (2019). *ModelMuse version 4 - A graphical user interface for MODFLOW 6*. Reston: USGS.