

Hydrogeologiskt PM

PTL Torsboda



Sweco Sverige AB	556767-9849
Uppdrag	PTL Torsboda
Uppdragsnummer	30067083
Kund	IVL – PTL, Underkonsult för Sigma Civil AB.
Upprättad av	Andrés Peralta Tapia, David Ström, Merhawi Belai
Datum	2024-03-15
Dokumentreferens	Hydrogeologiskt PM - Torsboda (rev2024-03-15)

Innehållsförteckning

1	Syfte	4
2	Grundvatten.....	4
	2.1 Byggnadsskede.....	4
	2.1.1 Påverkansområde.....	4
	2.1.2 Teoretiskt grundvatteninflöde i schakt	5
	2.2 Befintliga förhållanden MODFLOW.....	6
	2.3 Driftsskede	7
	2.3.1 Påverkansområde.....	7
	2.3.2 Fördröjningsdammar.....	8
	2.3.3 Det gula inringade området	9
	2.3.4 Dikesutformning.....	11
	2.3.5 Läckande grundvattenflöde i stationärt tillstånd	11
	2.3.6 Påverkan på grundvatten.....	11
	2.3.7 Basflöde	11
3	Vattenkemi.....	11
4	Hydrologi nedströms.....	12
5	Slutsats	13
	Referenser	14

1 Syfte

Syftet med detta PM är att beskriva de potentiella påverkansområdena som är associerade med exploateringen för att etablera ett nytt industriområde i Timrå kommun. Dessutom kommer en analys av de hydrologiska och hydrokemiska förhållandena relaterade till exploateringen att genomföras.

2 Grundvatten

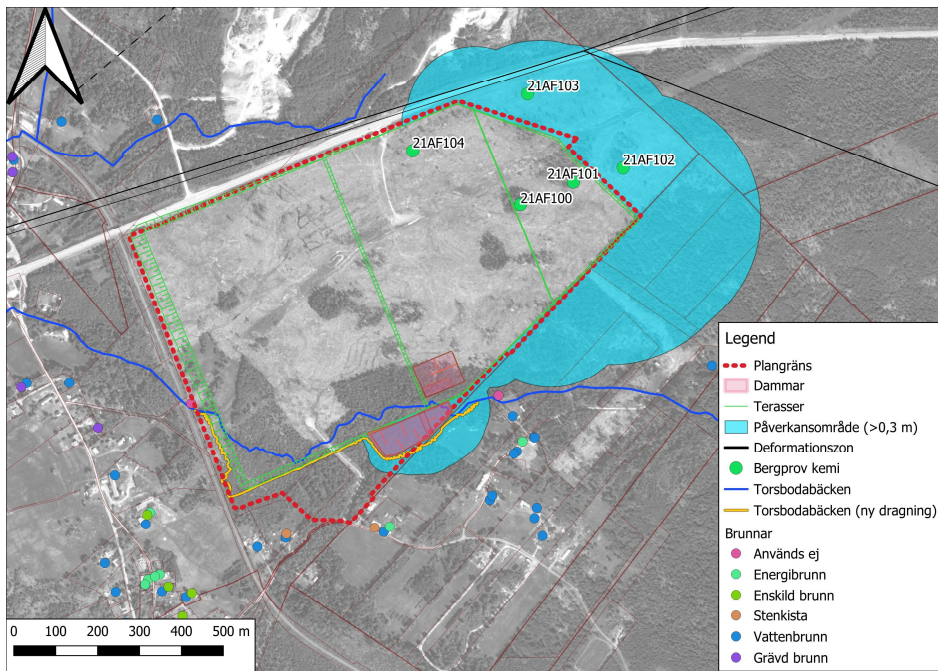
På grund av schaktarbeten på berg kommer grundvattnet att sänkas i området både under byggtiden och under det efterföljande driftskedet.

Påverkansområdet förknippat med schaktningen har beräknats med två olika metoder. Under byggskedet användes SGU:s beräkningsmodell, som är branschgodkänd för att beräkna påverkansområden orsakade av schaktarbeten. För driftskedet har en avancerad beräkningsmodell i MODFLOW tillämpats för att kunna beakta en eventuell minskning av grundvattenbildningen på grund av de planerade hårdgjorda ytorna, utöver påverkan på grund av schakten.

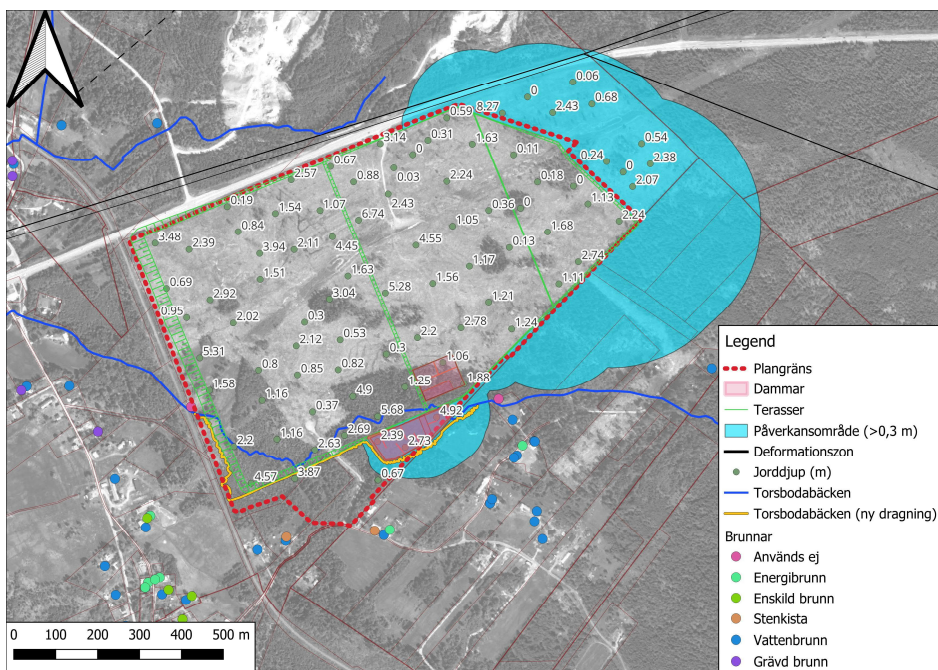
2.1 Byggnadsskede

2.1.1 Påverkansområde

Det teoretiska potentiella påverkansområdet som schaktning i berget skulle kunna orsaka har beräknats med utgångspunkt i Todds och Mays ekvation från 2005, vilken representeras av modell nummer 3 på SGU:s hemsida och i deras rapporter (Figur 1). Det beräknade påverkansområdet avser det område där grundvattnet förväntas sänkas med 0,3 meter eller mer. Med tanke på att bergmagasin är extremt heterogena, har vi valt en konservativ ansats och tillämpat en säkerhetsfaktor på 2,5 på resultaten. Detta för att säkerställa med 95% statistisk sannolikhet att den faktiska grundvattensänkningen inte kommer att överstiga de beräknade värdena. Påverkansområdet beräknades utifrån en grundvattenbildning på 180 mm per år och en hydraulisk konduktivitet på $2,2 \times 10^{-7}$ m/s. Vi antog att berget och det ovanpåliggande lagret av morän och siltmorän har likvärdiga hydrauliska konduktiviteter. Detta antagande, i kombination med säkerhetsfaktorn 2,5, resulterar i ett konservativt teoretiskt påverkansområde. Djupet på moränjordlagret varierar mellan 0 och 2 meter i större delen av området, med lokala variationer där djupet kan uppgå till 8 meter (Figur 2). SGU:s teoretiska beräkningar beaktar inte topografi eller Torsbodabäcken, medan MODFLOW-modellen inkluderar dessa faktorer.



Figur 1 Beräknat teoretiskt påverkansområde under byggske på 0,3 m eller större, samt platser för tagna bergprover för kemisk analys. De olika brunnarna i omgivningen av industriområdet visas också på kartan.



Figur 2 Beräknat teoretiskt påverkansområde under byggske på 0,3 m eller större, med jorddjup i meter från platsen. De olika brunnarna i omgivningen av industriområdet visas också på kartan.

2.1.2 Teoretiskt grundvatteninflöde i schakt

Vi beräknade ett teoretiskt grundvatteninflöde till schaktområdet i berget och presenterar det i Tabell 1 eftersom mängden grundvatteninflöde kommer att variera beroende på schaktningens djup.

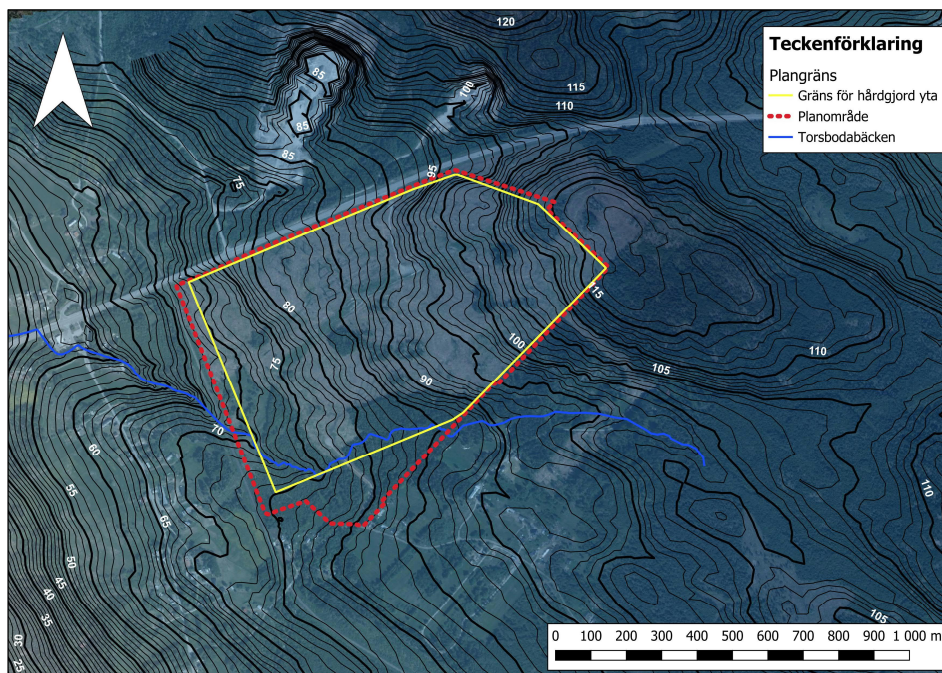
Tabell 1 Teoretiskt grundvatteninflöde vid olika avsänkingsdjup längs med schaktväggen.

Grundvattensänkning (m)	Flöde (l/d per m längd)	Flöde (l/s per m längd)
4	13	0,01
15	46	0,05
17	52	0,06
18	55	0,06

2.2 Befintliga förhållanden MODFLOW

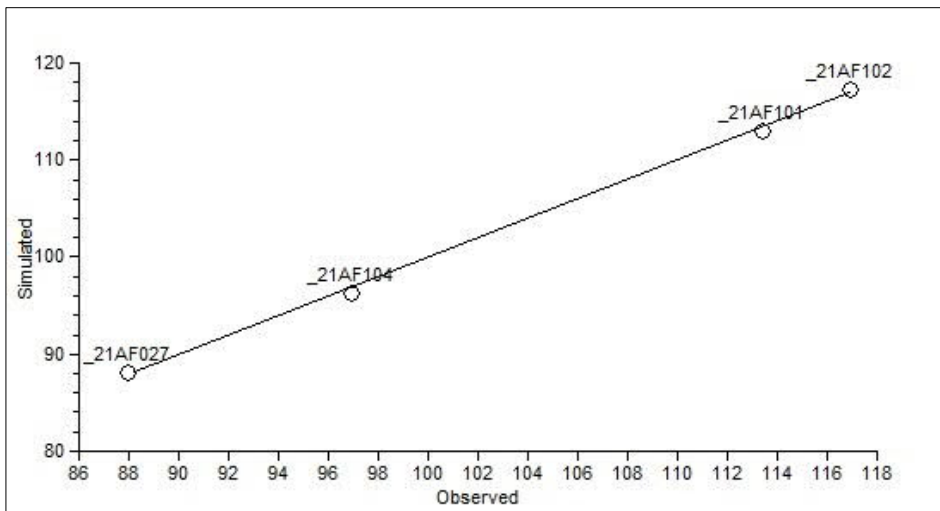
En MODFLOW-modell har skapats för de befintliga förhållandena för att kunna validera valda parametrar i förhållande till kända grundvattennivåer (AFRY, 2021) och säkerställa en mer korrekt modell för byggskedet (Figur 3). Höjdkurvorna på Figur 1 representerar de simulerade grundvattennivåerna i området.

I simuleringen för att bestämma jordlagrets hydrauliska konduktivitet ovanpå berget användes SGU:s jordartskarta för att avgränsa de olika geologiska enheterna i området (morän, sand, torv, etc.). Jordlagrets djup inom den industriella fastigheten interpolerades från jorddjupsdata som visas i Figur 2, utanför området har SGU:s mer generella modell för jorddjup utnyttjats.



Figur 3 MODFLOW simulerade grundvattennivåer (tryckhöjder) i området.

Figur 4 visar en jämförelse mellan simulerade och observerade grundvattennivåer i de grundvattenrör som installerades av AFRY under år 2021. Att dessa punkter ligger nära 1:1-linjen indikerar att simuleringarna av de befintliga förhållandena för grundvattenytan är i god överensstämmelse med tidigare uppmätta grundvattennivåer. Detta utgör en solid grund för vidare analys av exploaterade förhållanden.



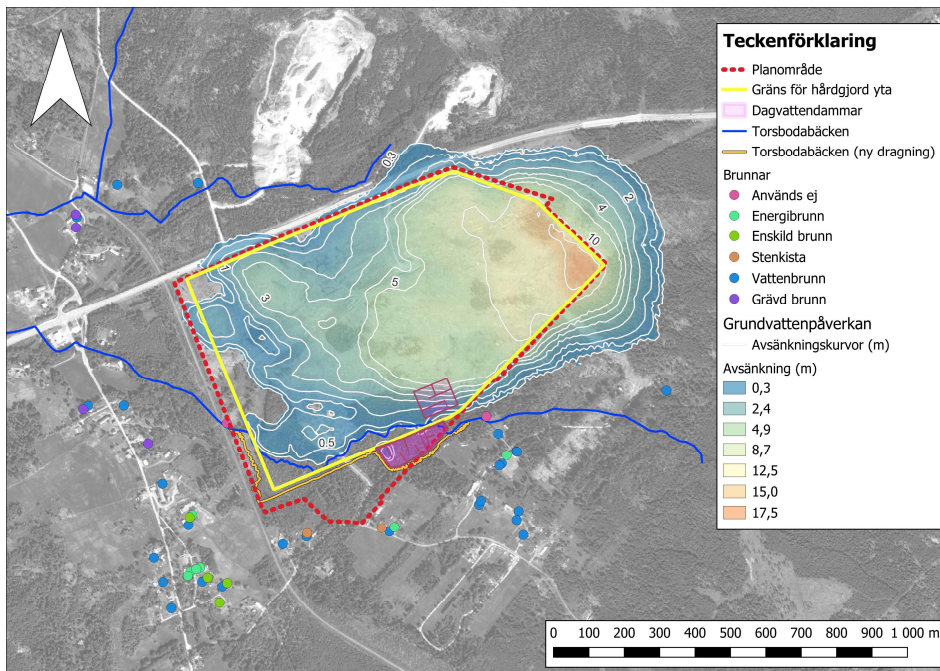
Figur 4 En jämförelse i MODFLOW mellan simulerade- och observerade grundvattennivåer i installerade grundvattenbrunnar i området. Linjen är en 1:1 trendlinje.

2.3 Driftsskede

2.3.1 Påverkansområde

Den stationära grundvattensänkning har beräknats med MODFLOW för att undersöka påverkansområdet från schaktet i de överliggande permeabla jordlagren (morän och berg) och vid de ogenomsläppliga hårdgjorda ytorna, se Figur 5. Beräkningarna har utförts för ett lågt vattenstånd i fördröjningsdammarna i syfte att göra en för ändamålet pessimistisk uppskattning (värsta scenario).

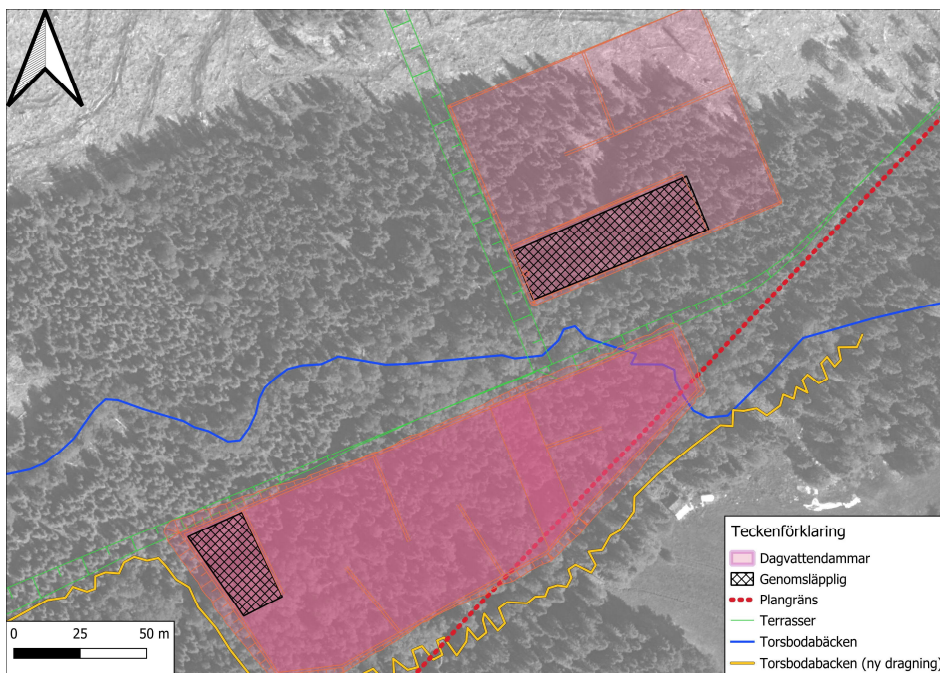
Det påminner om påverkansområdet från byggskede i Figur 1 och Figur 2 men skulle i detta fall vara permanent under stationära förhållanden. Redovisat påverkansområde förutsätter att det vidtas åtgärder för att undvika dränering genom krossmaterial som sannolikt utgör kringfyllnad runt och under fördröjningsdammarna. En sådan åtgärd kan till exempel vara att anlägga strömningsavskärande fyllning som bentonitblandad sand vid valda lägen i krossmaterialet.



Figur 5 Avsänkning med över 0,3 m utanför det industriella området beräknat med MODFLOW. Modell utan dränering under fördröjningsdamarna. Båda dammar har en genomsläpplig yta i den sista delen av reningen. Modellen inkluderar dränering under fördröjningsdamarna, där båda dammarna har en permeabel yta i det sista steget av reningen. Avsänkingskurvorna som visas på kartan motsvarar följande djup i meter: 0,3; 0,5; 1; 2; 3; 4; 5; 10 och 15.

2.3.2 Fördröjningsdammar

Påverkansområdet som redovisas i Figur 5 har antagit en yta med genomsläpplig mark inom fördröjningsdamarna som redovisas i Figur 6. Dessa ytor har valts för att orsaka minst grundvattenpåverkan med hänsyn till topografi och befintlig grundvattennivå i området.

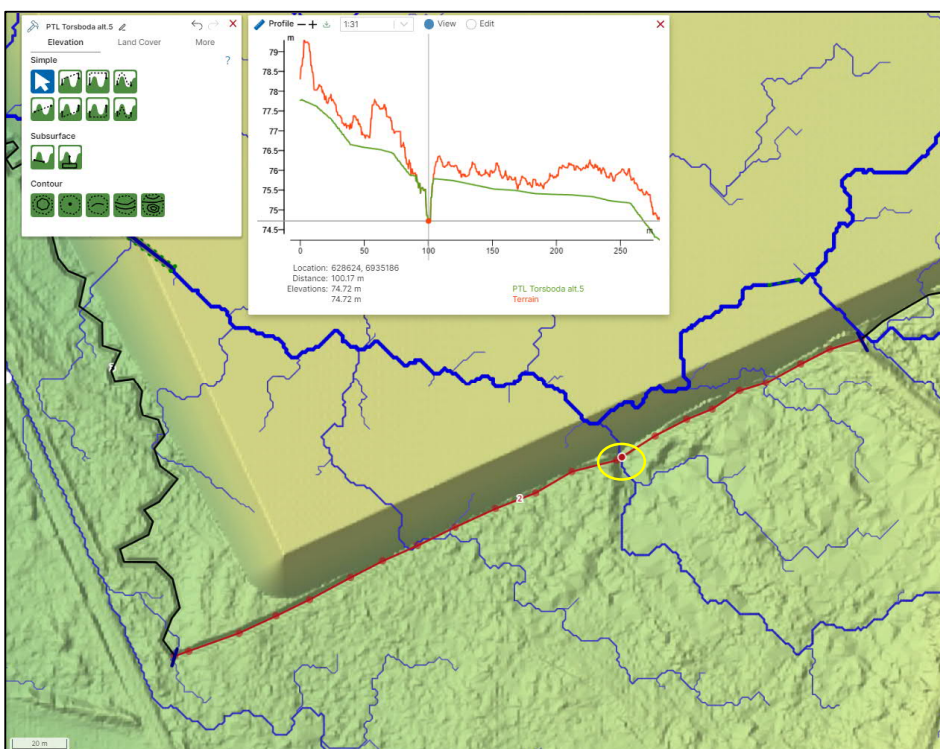


Figur 6 Ytan där fördröjningsdamarna har antagits som genomsläppligt i modellen.

Bedömningen är att en genomsläpplig yta i den lägsta fördröjningsdamm inte är fördelaktig. Detta beror på att när vattenståndet i dammen är lågt, kan grundvattnet tränga in i dammen, vilket skulle leda till att dammen dränerar bort en andel av grundvattnet. Endast vid högt vattenstånd i dammen skulle vatten kunna tillföras grundvattenmagasinet. Detta fenomen kan observeras i Figur 5, där en avsänkning sker precis där marken är genomsläpplig i fördröjningsdammen.

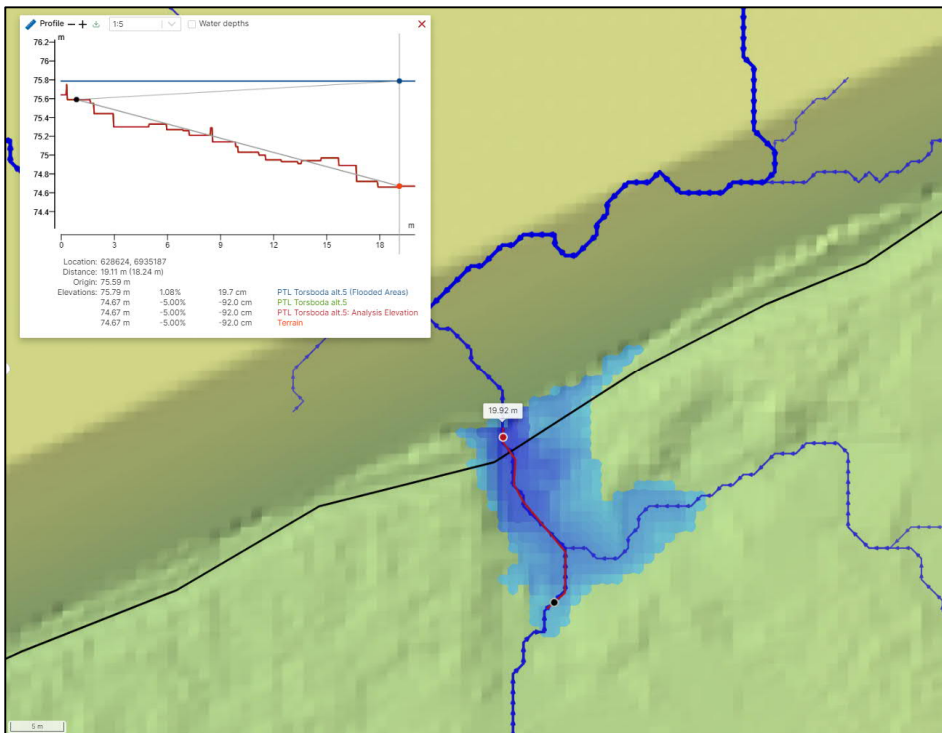
2.3.3 Det gula inringade området

Figur 7 visar marknivåförhållandena inom den gröna (gula) cirkeln. Det noteras att vid 100-meters punkten i delsträckan, sänks dikesbotten i nivå med den befintliga markytan. Det innebär att vid denna punkt skulle en lågpunkt bibehållas vilket möjliggör bibehållandet av en vattenspegel.



Figur 7 Profil som beskriver förhållandena inom den gula cirkeln. Befintlig marknivå visas i rött och planerad dikesbotten i grönt.

Vattenansamling vid aktuell dikesutformning visas i Figur 8. Det kontinuerliga vattenflöde från diket skulle säkerställa att vattenansamling inte skulle bli mindre än det som redovisas. I nuläget är detta en avrinningsväg som avvattnar mot Torsbodabäcken med ca 5 % lutningen i det redovisade delsträckan i Figur 8.



Figur 8 Vattenansamling i det gröna området. Lutningen på marken mot diket är ca 5% enligt Lantmäteriets höjdmödel.

För att minimera vattenansamlingen i området föreslås två alternativ på lösningar.

2.3.3.1 Alternativ 1

Ett alternativ för att minska markanspråket med stående vatten skulle vara att sänka dikesbotten några centimeter eller decimeter på nedströmsidan av det nämnda området. På så sätt skulle vatten fortsatt kunna flöda även vid lägre vattenstånd. Det är viktigt att beakta djupet vid en sådan åtgärd för att undvika att en alltför djup dikesbotten påverkar grundvattnet genom att orsaka avsänkningar, om än i mindre skala än det området som blir skulle inneha en stående vattenspegel enligt Figur 8.

Det rekommenderas även att bevara den befintliga avrinningsvägen från diket och att underlätta vattenflödet genom att fylla både avrinningsvägen och den ursprungliga Torsbodabäcken med grov sten. Trots att Torsbodabäcken kommer att täckas, skulle denna åtgärd säkerställa att vattenflödet kan fortsätta på ett naturligt sätt genom dessa områden, vilket skulle kunna fungera som en ytterligare fördröjningsmekanism för vattnet och bidra till att minska vattenflödet nedströms i det nya diket.

2.3.3.2 Alternativ 2

Ett annat alternativ skulle vara att utforma diket som en bro i det nämnda området för att förhindra ansamling av dikesvattnet där. Detta skulle minska vattenansamlingen och rekommendationen att bevara avrinningsvägen med grov sten skulle kvarstå som relevant, eftersom det skulle vara det enda sättet att upprätthålla nuvarande avvattning för området.

2.3.4 Dikesutformning

För att undvika en ytterligare onödig grundvattensänkning och därmed dränering mot den nya Torsbodabäcken är det viktigt att hålla bäckens djup grund. Ur ett hydrogeologiskt perspektiv är det viktigt att hålla den nya bäcken cirka 0,5 m under befintliga marknivåer. På grund av områdets topografi som redovisat tidigare kommer det inte att kunna behålla djupet av det nya vattendraget till 0,5 m. Därför kommer det att krävas lokala variationer för att kunna hålla vattnets flöde nedströms.

2.3.5 Läckande grundvattenflöde i stationärt tillstånd

MODFLOW uppskattar flödet av det bortledda grundvattnet till ca 0,9 l/s för hela schaktbotten och schaktväggen vid de högsta terrasserna. Detta flöde är kopplat till genomsnittliga grundvattennivåer, vilket innebär att det förväntas att flödet ökar i takt med nederbörden. Det ska nämnas att beräknat flöde inte inkluderar den direkta nederbörd som faller över området och avleds till ytliga dräneringar. Givet en medelgrundvattenbildning motsvarande 180 mm/år och en total markarea motsvarande ca 63 ha är den direkta nederbördens bidrag till flödet i storleksordningen 216 l/min (3,6 l/s), alltså den klart större delen av den totala avrinningen.

2.3.6 Påverkan på grundvatten

Vi uppskattar att grundvattennivåerna kommer att bli märkbart påverkade upp till 300 m uppströms. Gällande grundvattennivåerna nedströms beräknas i princip ingen effekt uppstå till följd av den minskade grundvattenbildningen. Detta kan förklaras av de relativt låga hydrauliska konduktiviteter i jord och berg i området. Bristen på grundvattenbildning över de hårda ytorna kommer därför att skapa en sänkt grundvattennivå i vattenmagasinet direkt under industriområdet vilket också kan kopplas till sänkningen av angränsande marknivå. Däremot kommer den relativt sett lägre hydrauliska konduktiviteten nedströms få grundvattennivåerna att stiga till i det närmaste normala nivåer utanför industriområdet.

2.3.7 Basflöde

Om den nya Torsbodabäcken utformas på rätt sätt, genom att hålla flodbädden i genomsnitt 0,5 m under den befintliga jordytan, uppskattar vi att basflödet inte bör påverkas av grundvattnets basflöde.

3 Vattenkemi

Vattenkemin som kommer att läcka från schaktväggen är för närvarande okänd. Det finns dock kunskap om bergskemin i 5 punkter i området (Figur 1 och Tabell 2) varav 3 av dessa punkter kommer att grävas ut för att senare användas som fyllnad och 2 punkter förblir intakta men kommer potentiellt att se vattennivån sjunka eftersom vattnet flödar in mot schaktområdet.

Tabell 2 Jämförelse av de uppmätta koncentrationerna med Naturvårdsverkets angivna nivåer för "mindre än ringa risk" (MRR), "känslig mark" (KM) och "mindre känslig mark" (MKM). Värden för "farligt avfall" (FA) är tagna från "Avfall Sverige". Det finns inga officiella sulfidkoncentrationer, det

angivna gränsvärdet har tillhandahållits av AFRY MUR/GEO 211125. Tabellen är tagen från PM Hydrogeologi, Sigma Civil 2022.

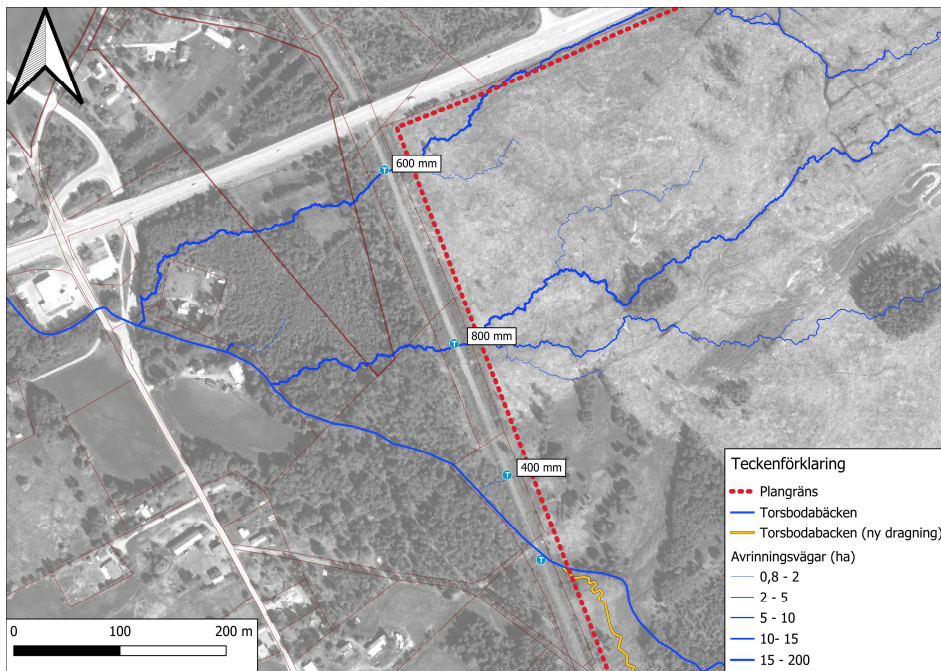
Ämne	FA ppm	MKM ppm	KM ppm	MRR ppm	21 AF 100	21 AF 101	21 AF 102	21 AF 103	21 AF 104
As (Arsenik)	1 000	25	10	10	1,2	0,8	3,7	3,4	2,1
Cd (Kadmium)	1 000	15	0,5	0,2	0,13	0,16	0,18	0,19	0,18
Cr (Krom)	10 000	150	80	40	122	95	45	60	53
Cu (Koppar)	2 500	200	80	40	38,9	20,5	9,2	7,6	28,6
Ni (Nickel)	1 000	120	40	35	52,9	37,6	21,1	18,1	30,2
Pb (Bly)	2 500	400	50	20	19	193	194	231	169
Zn (Zink)	2 500	500	250	120	84	78	44	80	83
Sulfid		-	-	1 000	1500	1000	400	700	2600
Djupet (m)					14	21	25	13	7

Den kemiska sammansättningen av berget översätts inte direkt till vattenkemisk sammansättning. Detta beror på att vattnets ursprungliga sammansättning kan orsaka starkare eller svagare vittring från berget, till exempel kan pH-nivåer i vattnet styra vittringen från berget. Detta gäller även för det potentiella bäckvattnet som skulle passera genom terrassens fyllning/krossat berg. Volymen av vatten som skulle passera genom terrassfyllningen är dock försumbar jämfört med volymen av vatten som skulle passera genom den nya Torsbodabäcken.

Slutligen har den kemiska sammansättningen av berget högre koncentrationer än bäckvattnet. Därför kan det vara nödvändigt att genomföra vattenanalyser under byggnationen för att kunna avgöra hur detta vatten ska hanteras. Det innebär att det måste bestämmas om vattnet kan renas i den planerade dagvattendammen eller om ytterligare rening behövs innan det kan släppas ut i Torsbodabäcken.

4 Hydrologi nedströms

Nordväst om kulverten/tunneln där Torsbodabäcken korsar under järnvägen finns tre mindre kulverts som i sitt ursprungliga skick låter dagvatten passera under järnvägen och fortsätta in i ett dike, för att senare ansluta till Torsbodabäcken över 100 meter nedströms innan den når bensinstationen. Rörens diametrar är 400, 800 och 600 mm respektive, från Torsbodabäcken mot E4:an (Figur 9).



Figur 9 Översiktlig karta av trummorna nedströms från industriområde i befintligt läge.

Det 400 mm stora röret ansluter direkt till Torsbodabäcken, så det är inte viktigt att leda vatten mot det. Å andra sidan har de större rören, 800 mm och 600 mm, diken nedströms som kan ha en vegetation som är anpassad till den mängd vatten som passerar genom under befintliga förhållandena. Om dessa rör slutar försörjas med dagvatten kan det skapa ekologiska konsekvenser nedströms som ännu inte har studerats. Därför är det viktigt att bibehålla det befintliga vattenflödet i dessa rör för att undvika ytterligare konsekvenser relaterade till byggnationen.

5 Slutsats

Byggnationen av det industriella området kommer att ha en mätbar effekt på grundvattnet i närheten av schakten och delvis i samband med de nya hårdgjorda ytorna som begränsar grundvattenbildning men främst p.g.a. sänkningen av topografin i den nordöstra delen av området. Bedömningen är dock att inga av de identifierade skyddsobjekten skall påverkas, varken temporärt eller permanent.

Det föreslås två alternativ på utformning av dike i ett område där vatten skulle samlas efter exploatering som i dagsläget inte gör det.

Effekten på grundvattensituationen som konsekvens av fördröjningsdammar undersöktes. Fördröjningsdammarna förutsattes konstrueras med strömningsavskiljande fyllning i kringfyllnaden runt de täta konstruktionerna. Detta för att undvika onödigt stor avsänkning av grundvattennivåerna uppströms.

Simuleringarna har utförts med en antagen genomsläpplig botten i den sista delen av båda fördröjningsdammar. Det visades vara fördelaktigt för dammen som ligger i terrassen men inte för den andra dammen.

Det är viktigt att analysera grundvattenflödet som kommer från berget och in i det industriella området innan det fattas slutgiltiga beslut angående eventuellt behov av rening fattas.

Konstruktionen av det industriella området förväntas ha en mätbar påverkan på grundvattennivåerna i närheten av schaktområdena, och detta kommer delvis att påverkas av de nya hårdgjorda ytorna som hindrar grundvattenbildning. I det beräknade påverkansområdet har inga skyddsobjekt identifierats. Det är viktigt att analysera grundvattenflödet som kommer från berget och in i det industriella området innan man fattar slutgiltiga beslut om det eventuella behovet av vattenrening.

Referenser

- SGU:s tjänster (Sveriges Geologiska Undersökningar, www.sgu.se)
- MUR/GEO, 2021-11-25, AFRY.
- Hydrogeologiskt PM, 2022-01-21, Sigma Civil.
- Todd, D. and Mays, L. (2005) Groundwater Hydrology. 3rd Edition, John Wiley and Sons, Inc., Hoboken, 652 p.