

Hydrogeologisk utredning

Högsjö västra, förbigångsspår

Örebro Kommun, Örebro Län

Järnvägsplan

2021-11-11



Trafikverket

Postadress: Röda vägen 1, 781 89 Borlänge

E-post: trafikverket@trafikverket.se

Telefon: 0771-921 921

Dokumenttitel: Hydrogeologisk utredning

Handlingsnummer: 6617-51-025-003

Författare: Henrik Engdahl, Daniel Eriksson Tyréns AB

Dokumentdatum: 2021-11-11

Ärendenummer: TRV 2020/37744

Åtgärdsnummer: TRV 11727

Version: 1.0

Kontaktperson: Erik Fridén, Trafikverket

Foto: Tyréns AB, om inget annat anges.

Innehåll

1. Inledning.....	4
2. Områdesbeskrivning.....	5
3. Grundvattenförhållanden.....	6
4. Bedömd grundvattenpåverkan	7
4.1. Östra planområdet KM 167+700 – 168+100.....	7
4.2. Västra planområdet KM 168+300 – 169+100	7
4.3. Mellersta planområdet KM 168+100 – 168+300, Övre Baggmossen	8
4.3.1. Resultat.....	9
5. Slutsatser	13
6. Skyddsåtgärder	13
7. Referenser	14

BILAGA 1 GRUNDVATTENNIVÅER

BILAGA 2 ÖDOMETERFÖRSÖK

1. Inledning

Västra stambanan (VSB), mellan Gnesta och Hallsberg, är en knappt 14 mil lång dubbelspårsträcka med stora kapacitetsproblem. Infrastrukturen på VSB har länge saknat spårkapacitet för att möta marknadens efterfrågan. Kapacitetsbristen har orsakat stora tidspåslag och förseningar på denna del av VSB.

Åtgärden omfattar byggnation av två förbigångsspår cirka 3,5 km norr om Högsjö, se Figur 1. Totalt handlar det om cirka 1150 meter per spår. Utöver detta anläggs en serviceväg på vardera sida spår för att möjliggöra byggnation och underhåll av den tillkommande anläggningen. De anslutningsvägar som ska användas under byggtid kommer kräva anpassningar och förstärkningar. Förbigångsspåren ökar framkomligheten för godstrafiken i båda riktningarna.



Figur 1. Översiktskarta där aktuellt område är inringat i rött. Lantmäteriets topowebb.

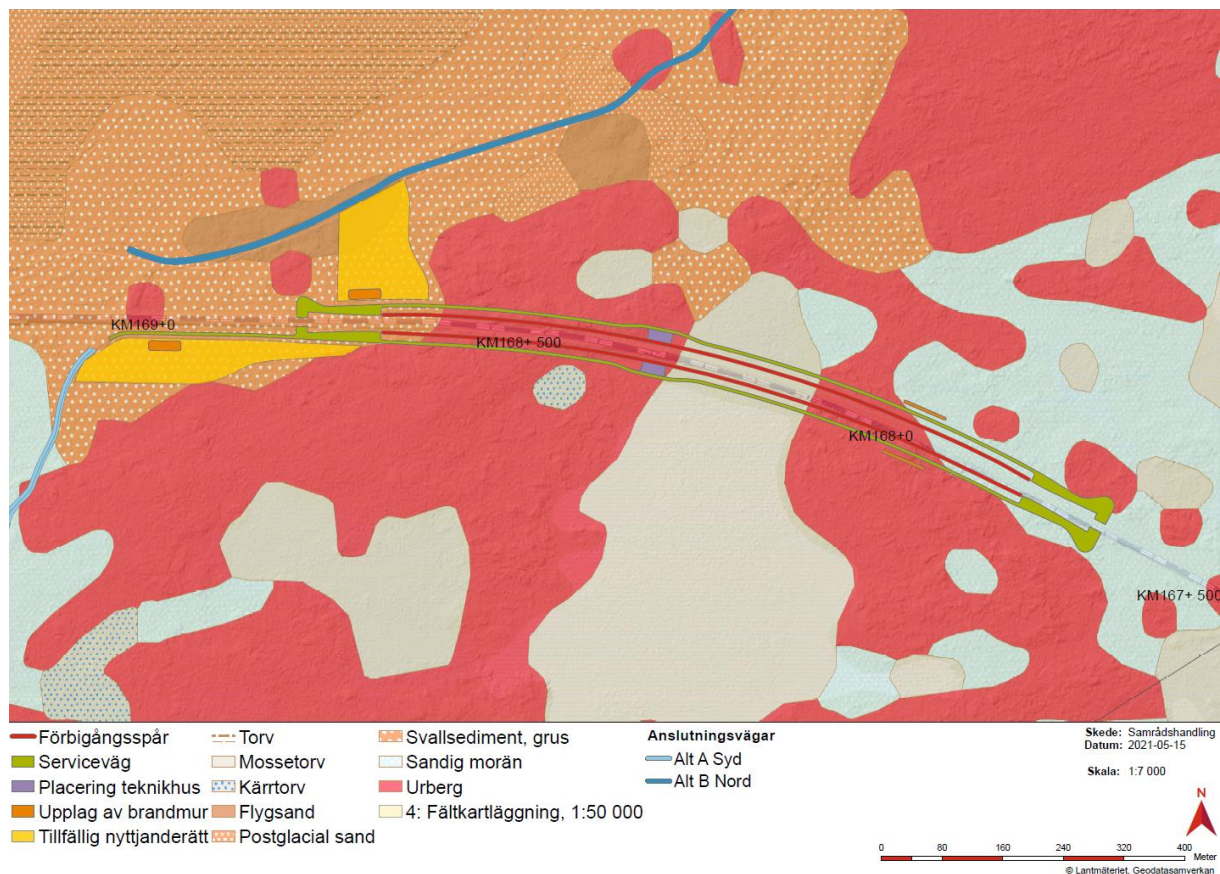
Syftet med denna rapport är att beskriva hydrogeologin inom planområdet samt bedöma eventuell påverkan som skulle kunna uppstå till följd av anläggandet av de nya förbigångsspåren.

2. Områdesbeskrivning

Inom undersökningsområdet sträcker sig Västra stambanan i öst-västlig riktning där utförda undersökningspunkter ligger inom kilometerangivelse 167+650 till 169+100. Kringliggande närområde till spåret består av blandad skogsmark och ett något lägre liggande våtmarksområde. I riktning med Västra stambanan sträcker sig en äldre stenmur för en del av sträckan.

Marknivån mellan utförda undersökningspunkter varierar mellan ca +91 och +100 (RH2000). Markytan i undersökningsområdet är relativt flack med ett naturligt något kuperat landskap där befintligt spårområdet generellt ligger på en högre nivå än omgivande mark. Högre nivåer än befintligt spår återfinns generellt där berg i dagen förekommer. Vattnet avrinner mot nordöst i den större delen av planområdet. I den västra delen avrinner vattnet mot nordväst där berget utgör en ytvattendelare.

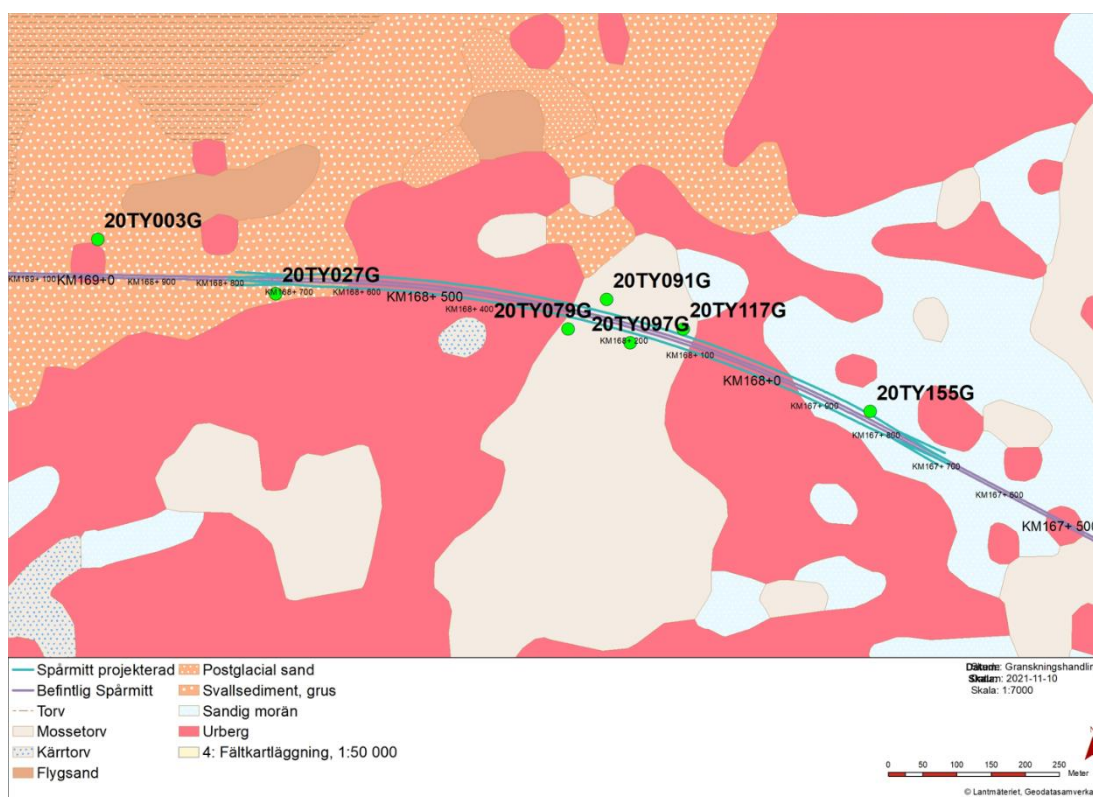
Marken inom undersökningsområdet består av svallsediment av grus/sand/silt och morän i den västra delen, torv i den mellersta delen (Övre Baggmossen) som avgränsas av berg i dagen i väst och öst samt morän i den östra delen, se Figur 2. Jorddjupen är generellt 1-3 m i friktionsjorden och 1-4 m i torven. Där friktionsjorden förekommer vilar denna direkt på berggrunden. I Övre Baggmossen vilar torven på morän. Inget undre grundvattenmagasin bedöms förekomma i området.



Figur 2: Översiktlig bild över planerad anläggning och jordarter enligt jordartskartan (Sveriges geologiska undersökning, SGU).

3. Grundvattenförhållanden

Mätning av grundvattennivåer har utförts i sju grundvattenrör som installerades i jord i slutet på 2020 och i början på 2021. Mätningar med diverenheter (trycklogger) har utförts i två rör i Övre Baggmossen. Mätdata redovisas i Bilaga 1, Grundvattennivåer. Uppmätta grundvattennivåer visar generellt att grundvattennivån står mellan 0-0,5 m under markytan inom planområdet. Längs med hela sträckan förekommer ansamlingar av vatten i lokala lågpunkter mellan bergknallar vid blötare perioder. Framförallt förekommer detta på den södra sidan där en viss dämningseffekt orsakas av befintlig järnväg och brandmur. I de västra delarna norr om planområdet, visar grundvattenrör 20TY003GV att nivån i friktionsjord varierar mellan 0,6 och > 1,5 m under markytan. Grundvattennivån tolkas generellt att stå lägre under markytan i de delar av det västra planområdet där jordarterna innehåller mer sand och är mer genomsläpplig.



Figur 3: Grundvattenrör i jord inom planområdet. Rören installerades hösten 2020 och vid årsskiftet 2020/2021.

4. Bedömd grundvattenpåverkan

4.1. Östra planområdet KM 167+700 – 168+100

Befintlig järnväg i östra planområdet avvattnas diffust via mindre diken eller lågstråk i terrängen. Nya järnvägsdiken kommer anläggas längre ut från befintliga för att ge plats för förbigångsspåren. Ingen påverkan bedöms ske på den norra sidan då projekterad nivå för utloppet, vilken antas dimensionerande, ligger i nivå med bedömd grundvattennivå. På den södra sidan ligger ny nivå på utloppet cirka 0,5 m under bedömd grundvattennivå, och största möjliga avsänkning är således 0,5 m.

Påverkansområdet har beräknats med analytisk metod, modell 3 (SGU), med följande ingående parametrar:

- 1) Siltig morän hydraulisk konduktivitet (K-värde): $1,0 \cdot 10^{-7}$ m/s (SGI, 2008)
- 2) Grundvattenbildning: 200 mm/år (Rodhe et al., 2006)
- 3) Skärningens nivå under markyta: 0,8 m
- 4) Grundvattenytans nivå under markyta: 0,3 m
- 5) Djup till impermeabel botten: 3 m (berg alternativt tät morän)

Beräknat påverkansområde vid 0,3 m avsänkning är < 5 m. Beräkningarna anses dessutom konservativa då grundvattenytan står djupare under torrare förhållanden.

Ytliga bergskärningar kommer att utföras på delar av sträckan. Ingen påverkan bedöms ske i berget då grundvattennivån bedöms stå under bergskärningarnas nivå. I SGUs kartvisare för hydraulisk konduktivitet i berg är denna i storleksordningen $1,0 \cdot 10^{-7}$ m/s vilket innebär att en eventuell avsänkning i berget skulle bli mycket begränsad.

4.2. Västra planområdet KM 168+300 – 169+100

Befintlig järnväg i östra planområdet avvattnas diffust via mindre diken eller lågstråk i terrängen. Nya järnvägsdiken kommer anläggas längre ut från befintliga för att ge plats för förbigångsspåren. På den södra sidan, vid cirka KM 169+150 förekommer ett dike som leds under befintlig serviceväg. Diket fortsätter sedan längs med järnvägssträckan västerut.

Ingen eller marginell grundvattenavsänkning bedöms ske i området på den norra sidan, då projekterade nivåer för utlopp, vilka antas dimensionerande, bedöms ligga i nivå med befintlig grundvattennivå. På den södra sidan längs med servicevägen väster om förbigångsspårens slut kommer utloppet att läggas 0,20 m lägre än tidigare. Det innebär att potentiell grundvattenavsänkning skulle kunna bli som störst 0,20 m närmast diket vilket innebär att man inte kommer upp i en avsänkning på 0,3 m.

Ytliga bergskärningar kommer att utföras på delar av sträckan. Ingen påverkan bedöms ske i berget då grundvattennivån bedöms stå under bergskärningarnas nivå. I SGUs kartvisare för hydraulisk konduktivitet i berg är denna i storleksordningen $1,0 \cdot 10^{-7}$ m/s vilket innebär att en eventuell avsänkning i berget skulle bli mycket begränsad.

4.3. Mellersta planområdet KM 168+100 – 168+300, Övre Baggmossen

Järnvägen går på denna sträcka genom våtmarken Övre Baggmossen som är ett skyddsobjekt.

Befintliga järnvägsdiken kommer att flyttas längre ut från befintligt spår för att ge plats för förbigångsspåren. Det omgrävda diket har utformats för att motsvara det befintliga diket. Avledningskapacitet och dräneringsnivå motsvarar således det befintliga diket vid en framtida rensning. Den grundvattenpåverkan som uppstår till följd av omgrävningen hade därför varit liknande det befintliga diket påverkan vid en rensning.

Ytterligare påverkan förväntas från utskiftning av torv och utfyllnad av krossmaterial i Övre Baggmossen. Krossmaterialet har en högre hydraulisk konduktivitet än torven och ligger under dikesbottens dränerande nivå. Den lägsta nivån som krossmaterialet bedöms dränera till är utloppets nivå +96,42 vid KM 168+120.

Utfyllnad av krossmaterialet kommer ske under grundvattenytan och utan länshållning varför ingen påverkan bedöms ske under detta skede.

Befintlig järnväg är anlagd direkt på torven i Övre Baggmossen och dämmer i dagsläget upp yt- och grundvatten vilket har kunnat konstateras med grundvattenmätningar och observationer i fält. Det omgrävda diket kommer att minska ansamlingen av vatten söder om järnvägen och mer återspegla de naturliga förhållandena.

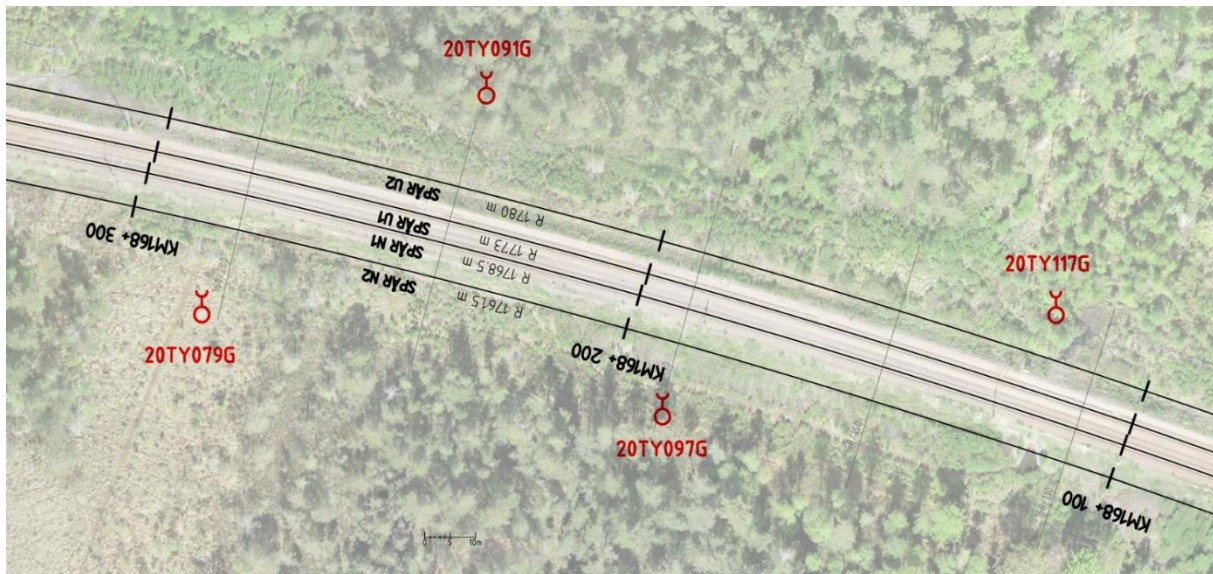
Beräkning av påverkansområde har utförts med numerisk 2D-modellering av tre tvärgående sektioner i SEEP/W (Geostudio, 2018). Programvaran tillämpar finita elementmetoden.

Påverkansområden har beräknats med följande ingående parametrar:

- 1) K-värde torv, övre 0,1-0,2 m: $1,0 \cdot 10^{-3}$ m/s (Geosigma, 2016)
- 2) K-värde torv, mellersta 0,2-0,6 m: $1,0 \cdot 10^{-4}$ m/s (Geosigma, 2016)
- 3) K-värde torv, från 0,6 m ned till morän: $1,0 \cdot 10^{-6}$ m/s (Ödometerförsök 0,5-1,5 m på lokal torv)
- 4) K-värde siltig morän: $1,0 \cdot 10^{-7}$ m/s (SGI, 2008)
- 5) K-värde krossmaterial: $1,0 \cdot 10^{-2}$ m/s (antalet)
- 6) Grundvattenbildning: 200 mm/år (Rodhe et al., 2006)
- 7) Grundvattenytans nivå under markyta: i marknivå, 0 m (grundvattenmätningar)
- 8) Inmätta markytenivåer
- 9) Geotekniska sonderingar och interpolerad torvmodell
- 10) Vattengång vid utlopp KM 168+120 (projekteringsunderlag)
- 11) Vattengång vid sektioner KM 168+180, KM 168+280 (projekteringsunderlag)

Torvens hydrauliska konduktivitet har i det övre och mellersta lagret bedömts som låg- och medelhumifierad och bedöms därför ha en relativt hög hydraulisk konduktivitet. Vid större djup har sonderingar och ödometerförsök visat att torven är mer höghumifierad och tät (Bilaga 2).

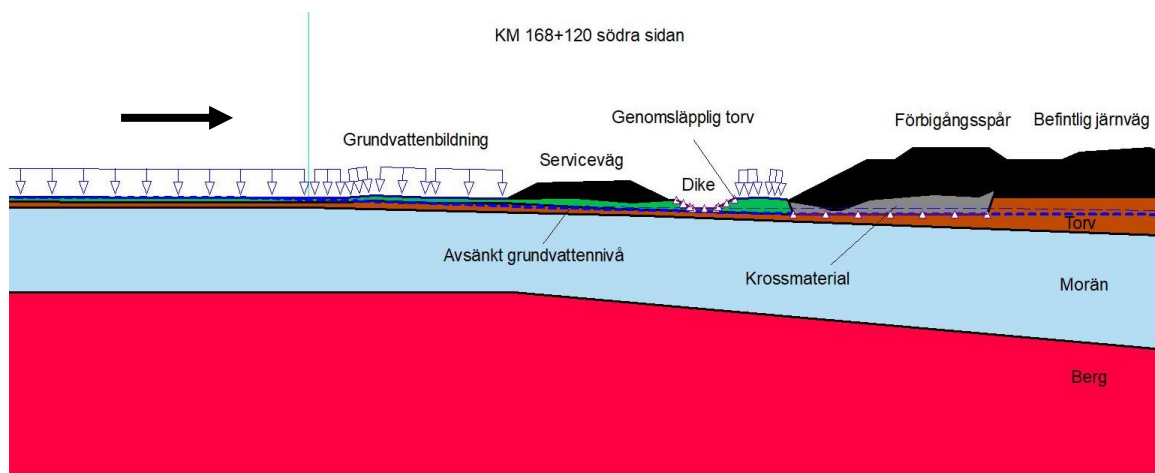
Grundvattennivån har i modellen ansatts konservativt till markytans nivå. Grundvattenmätningar och observationer i fält har visat att grundvattennivån ligger kring marknivå. Grundvattenrörens läge redovisas i Figur 2 och uppmätta nivåer i rören redovisas i Bilaga 1



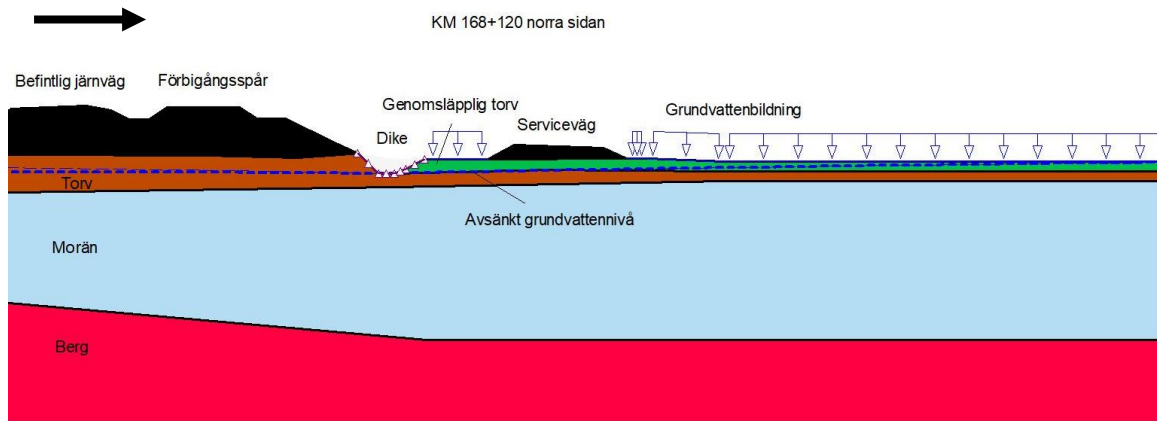
Figur 4. Plan över grundvattenrör som använts som utgångspunkt i modelleringen.

4.3.1. Resultat

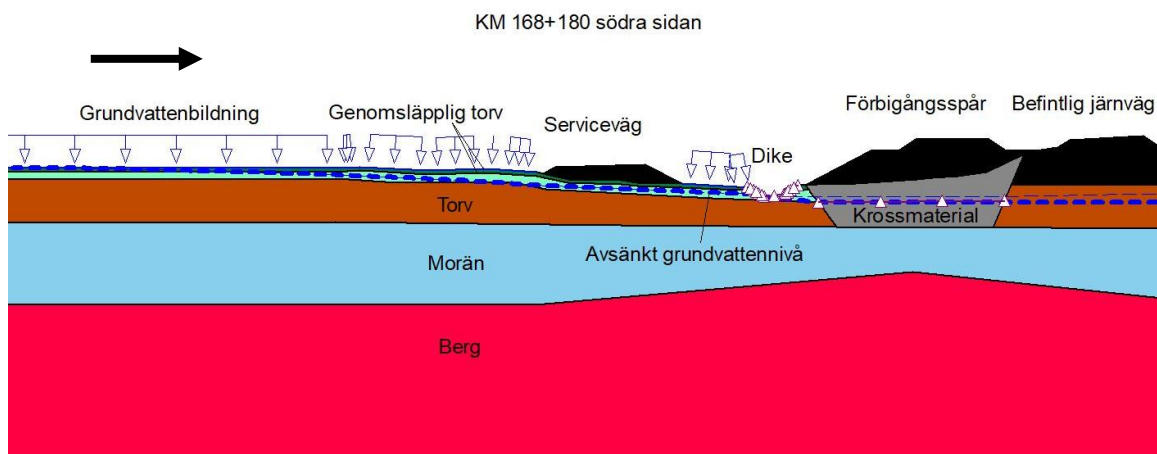
Beräkningar har gjorts för påverkansområden vid avsänkningar om 0,3 m. Resultat från modellering kan ses i Figur 5-10 med diket och krossmaterialet i järnvägens underbyggnad som dränerande nivå. Sektion 168+120 har inte modellerats med krosslager på den norra sidan eftersom diket dränerar i samma nivå vid den sektionen. Påverkansområdet har beräknats från dikeskrönen som ligger ca 10-15 m från tilltänkt yttre förbigångsspår. Som längst sträcker sig påverkansområdet ca 15 m mot söder och 20 m mot norr mätt från dikeskrönen. Modellerna visar att utbredningen på påverkansområdet styrs av dikena. Dränering via krossmaterialet innebär att avsänkningen inom påverkansområdet endast blir marginellt större. Beräknat påverkansområde redovisas i plan i Figur 11.



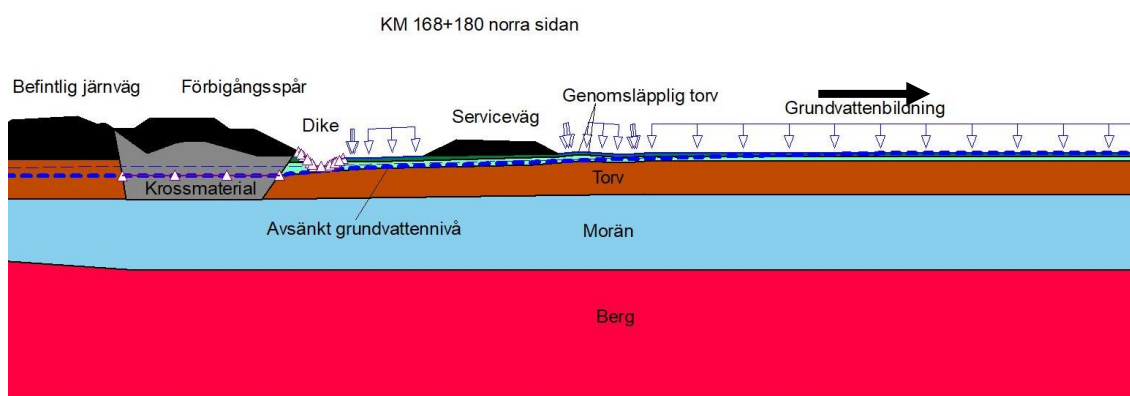
Figur 5. Grundvattenmodell KM 168+120, södra sidan. Svart pil visar riktning mot norr. Beräknad grundvattenavsänkning illustreras med blå streckade linjer. Påverkansområdet vid 0,3 m avsänkning beräknas nå 15 m ut från dikeskrönet.



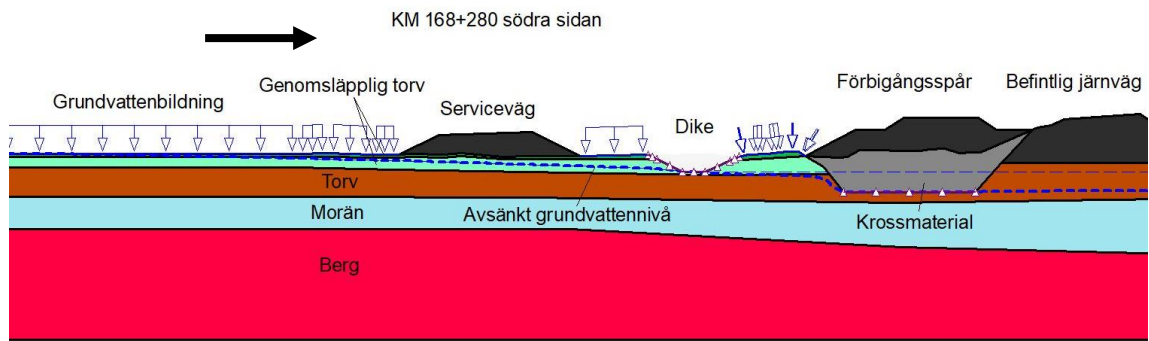
Figur 6. Grundvattenmodell KM 168+120, norra sidan. Svart pil visar riktning mot norr. Beräknad grundvattenavsänkning illustreras med blå streckade linjer. Påverkansområdet vid 0,3 m avsänkning beräknas nå 20 m ut från dikeskrönet.



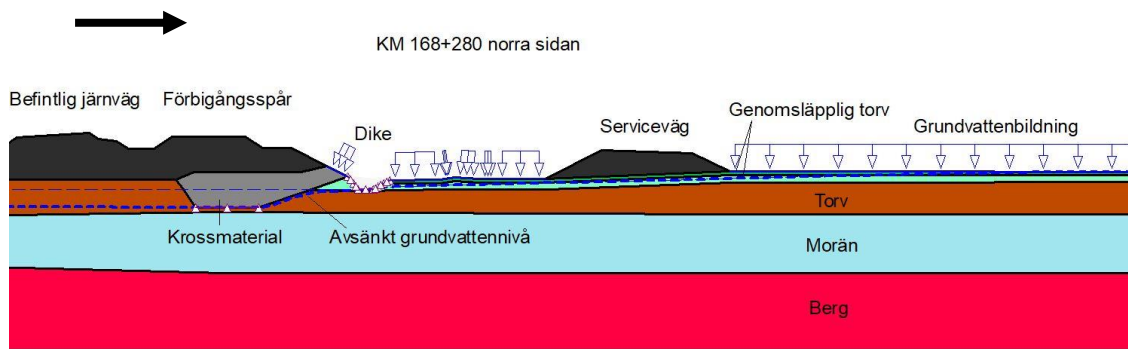
Figur 7. Grundvattenmodell KM 168+180, södra sidan. Svart pil visar riktning mot norr. Beräknad grundvattenavsänkning illustreras med blå streckade linjer. Påverkansområdet vid 0,3 m avsänkning beräknas nå 15 m ut från dikeskrönet.



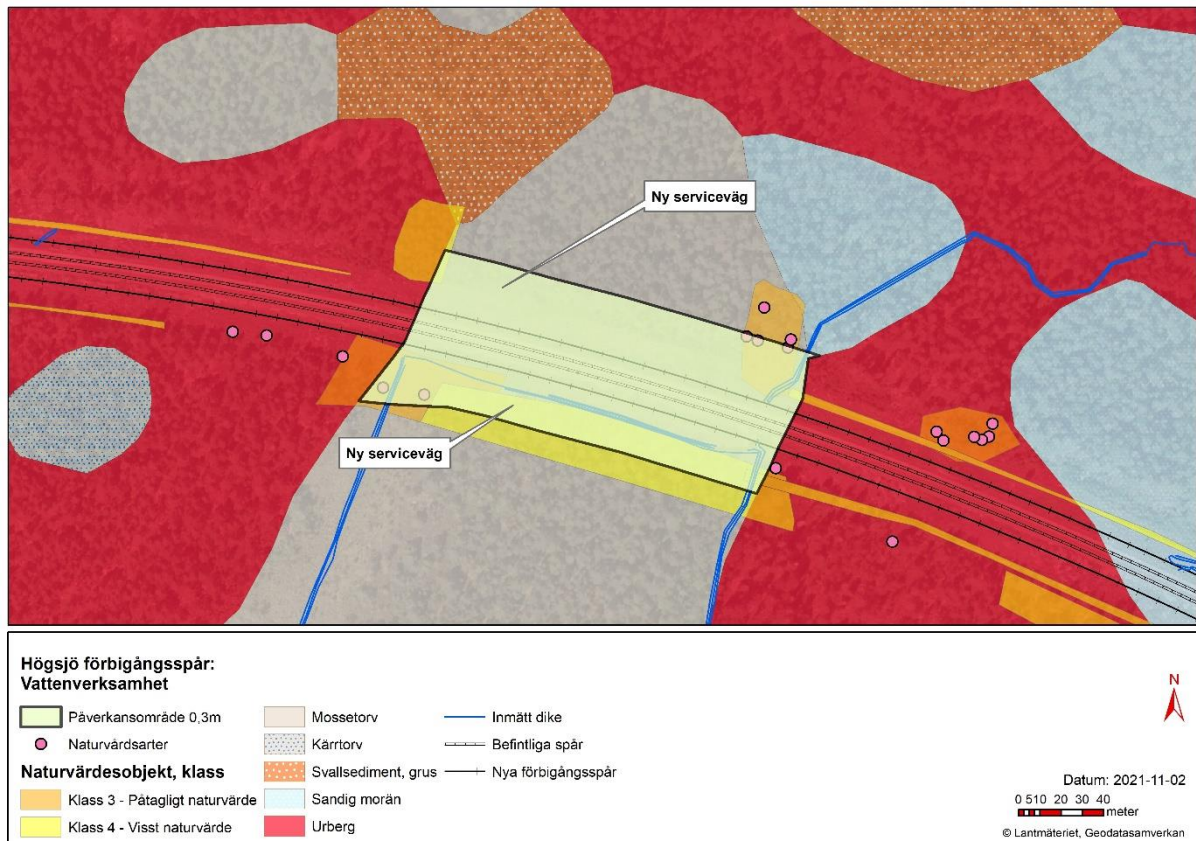
Figur 8. Grundvattenmodell KM 168+180, norra sidan. Svart pil visar riktning mot norr. Beräknad grundvattenavsänkning illustreras med blå streckade linjer. Påverkansområdet vid 0,3 m avsänkning beräknas nå 20 m ut från dikeskrönet.



Figur 9. Grundvattenmodell KM 168+280, södra sidan. Svart pil visar riktning mot norr. Beräknad grundvattenavsänkning illustreras med blå streckade linjer. Påverkansområdet vid 0,3 m avsänkning beräknas nå 15 m ut från dikeskrönet.



Figur 10 Grundvattenmodell KM 168+280, norra sidan. Svart pil visar riktning mot norr. Beräknad grundvattenavsänkning illustreras med blå streckade linjer. Påverkansområdet vid 0,3 m avsänkning beräknas nå 20 m ut från dikeskrönet.



Figur 11. Plan med påverkansområde under bygg- och driftskede från avsänkning i dike och krossmaterial med jordartskarta som bakgrund. Ljuskult område visar påverkansområde vid 0,3 m avsänkning.

5. Slutsatser

Begränsad grundvattenpåverkan inom planområdet bedöms ske i Övre Baggmossen. I det östra och västra planområdet bedöms påverkan vara mycket begränsad.

Under byggskedet kommer schakt under grundvattenytan ske i Övre Baggmossen vid läge för nya förbigångsspår. Eftersom schakten inte kommer torrläggas bedöms påverkan på grundvattnet bli temporär och försumbar under byggskedet. Utskiftning av torv och utfyllnad av krossmaterial förväntas ske under vattenytan, varför ingen påverkan bedöms uppkomma på grundvattennivåer av berörda arbeten.

Under bygg- och driftskede kommer en avsänkning på 0,3 m ske 15-20 m från dikeskrönen, främst i syd-nordlig riktning då Övre Baggmossen avgränsas i öst och väst av områden med berg i dagen. Påverkan bedöms i stort vara begränsad till planområdet. Avsänkningen sker på grund av att diket kommer att rensas och torv ersätts med krossmaterial i järnvägens underbyggnad, vilket skapar en ny flödesväg för grundvatten jämfört med idag. Krossmaterialet bedöms endast medföra att avsänkningen inom påverkansområdet närmast järnvägen blir något större. Påverkansområdet bedöms utifrån 0,3 m grundvattenavsänkning, och understigande nivåer bedöms ligga inom normala årstidsvariationer.

Bedömd påverkan i Övre Baggmossen är konservativ då höga hydrauliska konduktiviteter har ansatts i modellens övre 0,6 m. Även grundvattennivån, vilken har antagits till att stå i markytans nivå, är konservativt antagen. En torvmarks hydrauliska egenskaper varierar från ytan till djupet beroende på humifieringsgrad. Med stöd i litteratur och från utförda permeabilitetstest avtar genomsläppligheten med djupet, och det är främst de översta 0,3-0,5 m som påverkas (Geosigma, 2016). Flödes hastigheten i myrmarker är normalt mycket låg och vattnet är många gånger mer eller mindre stillastående. Vattenrörelsen i torven sker huvudsakligen horisontellt i den övre delen.

6. Skyddsåtgärder

Redovisade resultat och slutsatser tyder på att en större påverkan än bedömd i Övre Baggmossen är osannolik då ansatta värden i modellerna är konservativa. Större påverkan än bedömd i byggskede kan begränsas genom att tätare material, t.ex. lokal morän återanvänds i förbelastningen vid anläggandet av parallella servicevägar till förbigångsspåren mellan sektion KM 168+100 till KM 168+300. Det finns även möjlighet att i efterhand vidta skyddsåtgärder genom att den övre delen av torven packas och kompakteras, till exempel genom att lägga tätare material med en permeabilitet av högst 10^{-6} m/s direkt på torven parallellt med, och utanför servicevägarna.

7. Referenser

- Geosigma (2016) Våtmarksutredning, Anläggande av stolpfundament sträckan Långbjörn – Storfinnforsen, 2016-08-31.
- SGI (2008) Jords egenskaper, Information 1, 5:e utgåvan, 2008.
- Rodhe et al. (2006) Grundvattenbildning i svenska typjordar, 2006
- SGU (2019) Beräkningsmodeller, analytiska modeller. Modell 3

Bilaga 1 Grundvattennivåer

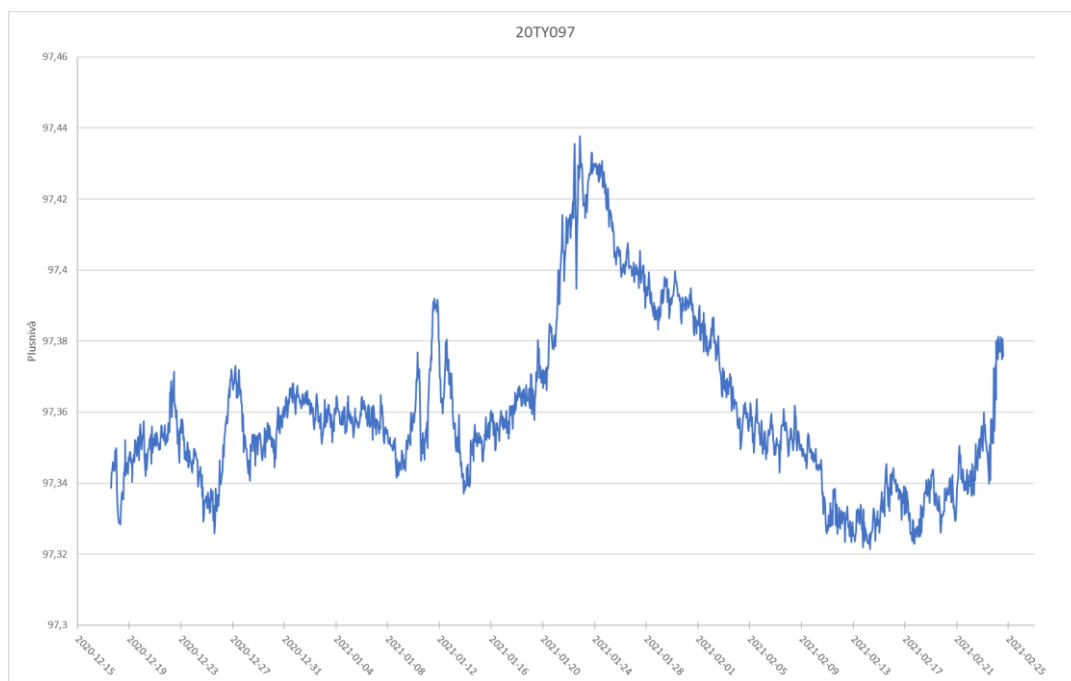
Tabell 1. Grundvattenrör installation.

Grundvattenrör benämning	Datum installation	Totallängd [m]	Varav filter [m]	Varav uppstick [m]
20TY003G	2020-12-15	2	1	0,54
20TY027G	2020-11-19	2	1	0,90
20TY079G	2020-11-18	2	1	1,00
20TY091G	2020-12-08	8	1	1,20
20TY097G	2020-11-17	4	1	1,30
20TY117G	2020-12-09	4	1	1,10
20TY155G	2021-01-12	2	1	0,82
21TY012G	2021-07-01	4,5	0,5	0,75

Tabell 2. Avläsning av grundvattnets trycknivå.

Grundvattenrör benämning	Datum avläsning	Grundvatten trycknivå [RH2000]	Djup under markytan [m]	Kommentar
20TY003G	2020-12-17	+90,4	0,76	
	2021-02-24	+90,4	0,80	
	2021-04-14	+90,5	0,65	
	2021-06-10	+90,3	0,84	
	2021-09-22	-	>1,46	Torr vid avläsning.
20TY027G	2021-11-23	+97,2	0,27	
	2021-02-24	+97,3	0,16	
	2021-04-14	+97,3	0,14	
	2021-06-10	+97,1	0,34	Rör upptaget av okänd anledning.
	2021-09-22	-	-	
20TY079G	2021-11-23	+98,2	0	
	2020-12-17	+98,2	-0,08	Fruset i och kring röret i samma nivå,
	2021-02-24	+98,3	0	ovanliggande vatten.
	2021-04-14	+98,3	-0,13	
	2021-06-10	+98,2	-0,04	
20TY079G forts.	2021-09-22	+98,0	0,13	

20TY091G	2021-02-24	+98,8	-0,74	Dålig funktion
	2021-04-14	+98,7	-0,69	Dålig funktion
	2021-06-10	+98,8	-0,70	Dålig funktion
	2021-09-22	+98,7	-0,63	Dålig funktion
20TY097G	2021-11-23	+97,3	0,13	
	2020-12-17	+97,3	0,10	
	2021-02-24	+97,4	0,09	
	2021-04-14	+97,4	0,05	
	2021-06-10	+97,3	0,15	
	2021-09-22	+96,9	0,50	
20TY117G	2020-12-17	+96,8	0,1	
	2021-02-24	+96,8	0,06	
	2021-04-14	+96,8	0,03	
	2021-06-10	+96,7	0,12	
	2021-09-22	+96,6	0,23	
20TY155G	2021-02-24	+95,3	0,30	
	2021-04-14	+95,3	0,34	
	2021-06-10	+95,1	0,50	
	2021-09-22	+95,0	0,56	



Figur 1. Nivå i Övre Baggmossen mätt med diver i 20TY097GV mellan 2020-12-17 och 2021-02-24.



Trafikverket, 781 89 Borlänge. Besöksadress: Röda vägen 1.
Telefon: 0771-921 921, Texttelefon: 020-600 650

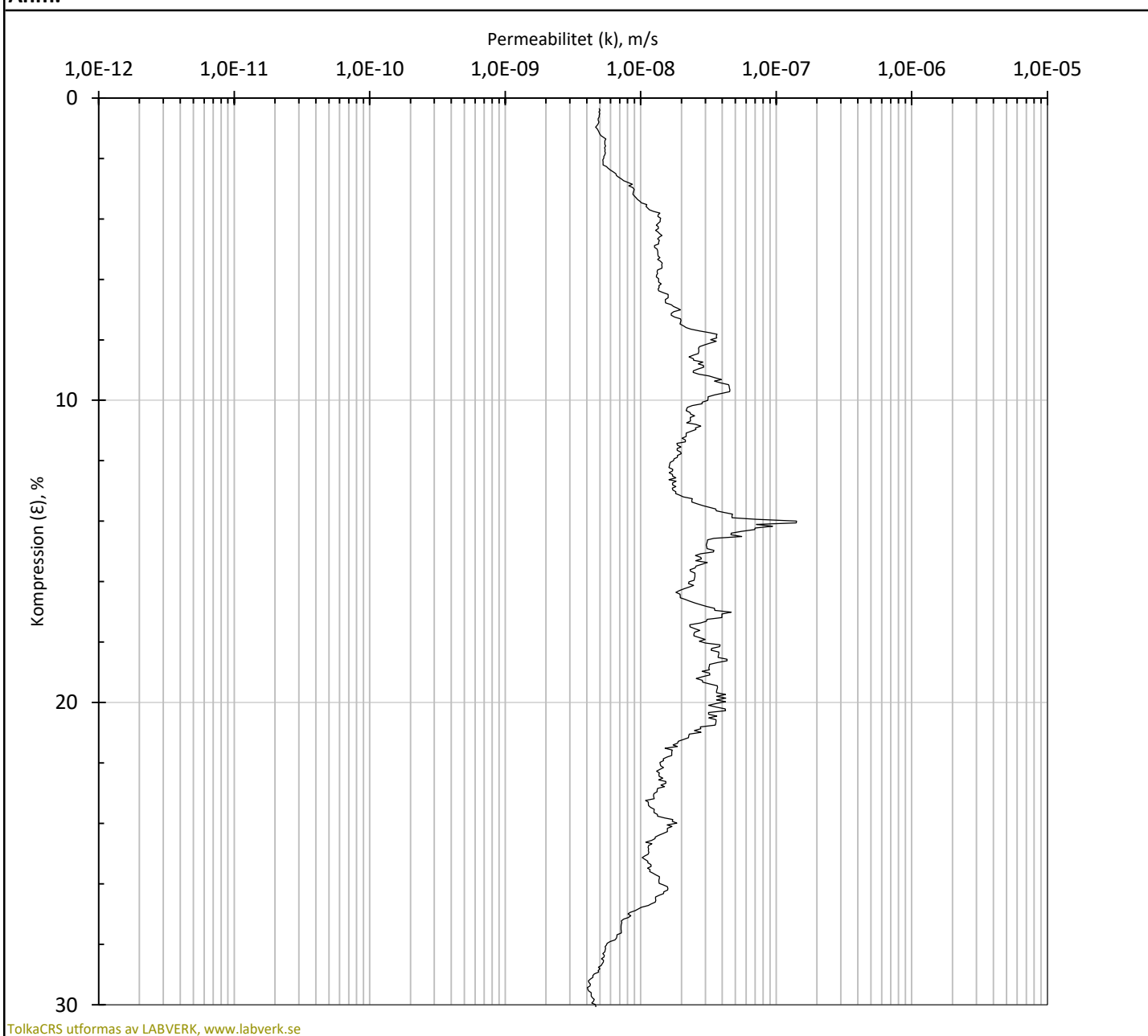
www.trafikverket.se

Redovisning av CRS-försök enligt SS 27126:1991

Beställare:	Tyréns AB	Provtagningsdatum:	-
Adress:	Drottninggatan 38, 702 22 Örebro	Prov inkom:	201211
Objekt:	Högsjö	Undersökningsdatum:	210107-10
Uppdrag Nr.:	301708	Utförts av:	PC
Ansvarig geotekniker:	Emma Kruse		
Borrhål/sektion:	20TY087T	Djup, m:	0,5-1,5
		CRS nummer:	1
Jordart:	-	Enligt SGF beteckningssystem 2016	Deformationshastighet, %/tim:
Vattenkvot, %:	-	*SS-EN ISO 17892-1:2014	20/50
Skrymdensitet, t/m³:	-	*SS 027114:1989	Provhöjd/diameter, mm:
			16,3

Permeabilitetsegenskaper

k_i , m/s	β_k
3,0E-07	6,0

Anm.


Försöket är utfört och utvärderat enligt Svensk Standard SS 27126:1991. Utrustningens egendeformation är beaktad.

Vid utvärdering av permeabiliteten k har korrektion utförts så att värdena motsvarar en temperatur av 7 °C.

* Akrediterade metoder.

Kunden har informerats om mätosäkerheten vid kontraktsgenomgången.

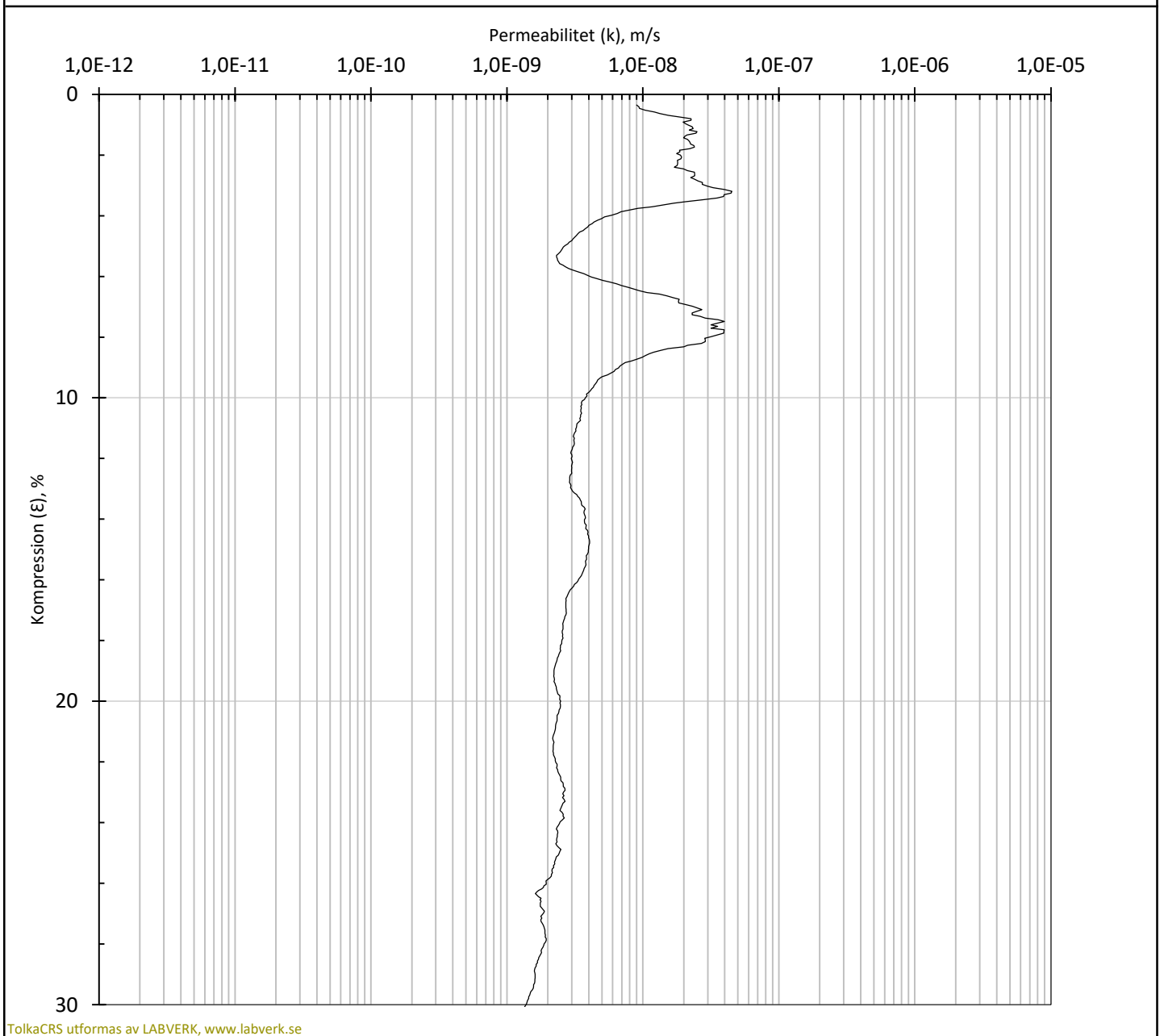
<https://mitta.fi/wp-content/uploads/2020/03/Matosakerhet-SHOLMLLA.pdf>

Redovisning av CRS-försök enligt SS 27126:1991

Beställare:	Tyréns AB	Provtagningsdatum:	-
Adress:	Drottninggatan 38, 702 22 Örebro	Prov inkom:	201211
Objekt:	Högsjö	Undersökningsdatum:	210107-10
Uppdrag Nr.:	301708	Utförts av:	PC
Ansvarig geotekniker:	Emma Kruse		
Borrhål/sektion:	20TY087T	Djup, m:	1,5-2,5
		CRS nummer:	3
Jordart:	-	Enligt SGF beteckningssystem 2016	Deformationshastighet, %/tim:
Vattenkvot, %:	-	*SS-EN ISO 17892-1:2014	20/50
Skrymdensitet, t/m³:	-	*SS 027114:1989	Provhöjd/diameter, mm:
			16,3

Permeabilitetsegenskaper

k_i , m/s	β_k
8,0E-08	7,2

Anm.


Försöket är utfört och utvärderat enligt Svensk Standard SS 27126:1991. Utrustningens egendeformation är beaktad.

Vid utvärdering av permeabiliteten k har korrektion utförts så att värdena motsvarar en temperatur av 7 °C.

* Akrediterade metoder.

Kunden har informerats om mätosäkerheten vid kontraktsgenomgången.

<https://mitta.fi/wp-content/uploads/2020/03/Matosakerhet-SHOLMLLA.pdf>