

RAPPORT

Heby station - Mötespår och planskild passage

Heby kommun, Uppsala län

Järnvägsplan, 2025-12-16

Uppdragsnummer: 168312

PM Geoteknik och Hydrogeologi



Trafikverket

Postadress: Trafikverket, Ärendemottagningen, TÄHS 2024-000326,
Box 810, 781 28 Borlänge

E-post: trafikverket@trafikverket.se

Telefon: 0771-921 921

Dokumenttitel: PM Geoteknik och Hydrogeologi

Författare: Oskar Skoglund

Dokumentdatum: 2025-12-16

Ärendenummer: TÄHS 2024-000326

Uppdragsnummer: 168312

Version: 1.0

Kontaktperson: Annika Jansson, projektledare. 010-123 32 74

Fotografier/illustrationer: AFRY om inte annat anges

Versionslogg

Fastställt version	Dokumentdatum	Ändring	Namn
-	-	-	-

Innehåll

1 Inledning	6
1.1 Objekt.....	7
1.2 Underlag för projekteringen.....	8
1.3 Styrande dokument	8
2 Projekteringsanvisningar	9
2.1 Allmänt	9
2.2 Sättningskrav	10
2.3 Stabilitetsberäkningar.....	10
3 Geotekniska förhållanden och rekommendationer.....	11
3.1 Km 112+500 – 113+500.....	12
3.2 Ny bro över järnvägen (ca km 112+770).....	14
4 Hydrogeologiska förhållanden och grundvattenpåverkan.	18
4.1 Underlag och genomförda fältundersökningar	18
4.2 Grundvattenpåverkan.....	19
4.2.1 Grundvattenpåverkan.....	19
4.2.2 Analytiska beräkningar av grundvattenavsänkning	19
4.2.3 Grundvattenavsänkning	22
5 Identifiering av riskobjekt och motstående intressen	24
5.1 Enskilda brunnar	24
5.2 Sättningskänsliga objekt	24
5.3 Naturvärden och grundvattenberoende ekosystem	25
5.4 Ytvatten	25
5.5 Förorenade områden	26
5.6 Kultuhistoriska lämningar	27
5.7 Vattenförekomsten Enköpingsåsen	28
5.8 Hedåsens vattenskyddsområde.....	29
6 Bedömning av verksamhetens påverkan på grundvattenförhållanden	31
6.1 Enskilda brunnar	31
6.2 Sättningskänsliga objekt	31

6.3 Naturvärden och grundvattenberoende ekosystem	32
6.4 Ytvatten	32
6.5 Förorenade områden	32
6.6 Kulturhistoriska lämningar	32
6.7 Vattenförekomsten Enköpingsåsen	33
6.8 Hedåsens vattenskyddsområde	33
7 Skadeförebyggande åtgärder	34
7.1 Kontrollprogram för grundvattenövervakning	34
7.2 Skadeförebyggande åtgärder under entreprenad och driftskede	34
8 Övriga rekommendationer	35

1 Inledning

Heby station ligger söderut längs Dalabanan, se Figur 1. Dalabanans kapacitet är begränsad och för att öka kapaciteten på banan planeras en byggnation av ett nytt mötesspår samt ytterligare en plattform för att medge både tågmöte samt resandeutbyte åt båda hållen samtidigt. Det planeras också för en planskild passage vid Heby station. De planerade åtgärderna förväntas öka trafiksäkerheten, tillgängligheten och framkomligheten vid Heby station.

Projektet innebär nytt mötesspår och plattform på norra sidan av järnvägen, uppställningsspår samt en planskild passage över järnvägsspåren för oskyddade trafikanter. Projektet förbättrar tillgängligheten på befintlig plattform. Planerna i Heby är bara en av de många åtgärder som Trafikverket planerar längs Dalabanan. Tillsammans bidrar åtgärderna till kortare restider och ökad kapacitet för person- och godstrafik på sträckan.

Detta PM utgör underlag till järnvägsplan Heby station, Mötesspår och planskild passage.



Figur 1. Orienteringskarta.

1.1 Objekt

AFRY har på uppdrag av Trafikverket utfört geotekniska och hydrogeologiska undersökningar för ombyggnation av Heby station (se Figur 2).

Undersökningarna syftar till att klargöra de geotekniska- och hydrogeologiska förhållandena för bedömning av behovet av grundförstärkningar och tjäna som underlag för överbyggnadsdimensionering med mera.

Detta PM Geoteknik och Hydrogeologi syftar till att beskriva de geotekniska och hydrogeologiska förhållandena och förslag på tekniska åtgärder för planerad anläggning.

Resultat från utförda fält- och laboratorieundersökningar redovisas i Markteknisk undersökningsrapport (MUR) Geoteknik och miljö, 168312-12-081-2001.



Figur 2. Utredningsområdet.

1.2 Underlag för projekteringen

Till denna Projekterings PM Geoteknik har följande underlag använts:

- Markteknisk undersökningsrapport MUR Geoteknik och miljö 168299-12-025-2001, upprättad av AFRY, 2024-04-01
- Spårlinjer, upprättade av AFRY
- Markmodeller upprättade av AFRY
- SGU:s jordarts- och jorddjupskarta

1.3 Styrande dokument

- TK Geo 13 version 2.0 Tekniska krav (Publikation TDOK 2013:0667)
- TR Geo 13 version 2.0 Tekniska råd (Publikation TDOK 2013:0668)
- AMA Anläggning 20
- Trafikverkets ändringar och tillägg till AMA Anläggning 20

2 Projekteringsanvisningar

2.1 Allmänt

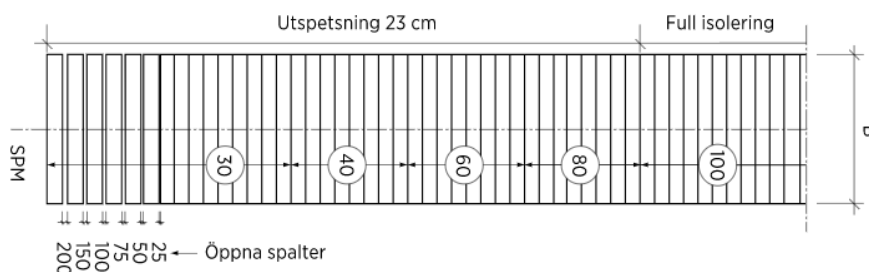
Geokonstruktioner beräknas, utförs och verifieras i geoteknisk kategori 2. Säkerhetsklass 3 tillämpas i de fall då stabilitetsbrott vid anläggningsarbetet kan beröra trafikerad bana, annars SK2.

Frostfritt djup enligt AMA Anläggning 20 figur RA CEB.42/1 är 1900 mm för klimatzon 3. Erforderlig mäktighet för underballast blir då är enligt AMA Anläggning 20 tabell DCH.1/1 1400 mm (varav 600 mm är frostskyddslager).

För att minska mängden schakt och schaktdjup kan i stället cellplast (termoisolering) utläggas med isoleringens överyta minst 0,3 m under slipers underkant (AMA Anläggning figur DBG.12/1). Som full isolering används 100 mm (se Figur 3). Utspetsning av cellplast och ballast ska ske utanför den nybyggda sträckan in i den befintliga anläggningen. Detta innebär 23 m utspetsning för cellplast i både den östra och västra änden (Figur 4).



Figur 3. Figur RA DBG.12/1 Tjocklek för full termoisolering enligt AMA Anläggning 20.

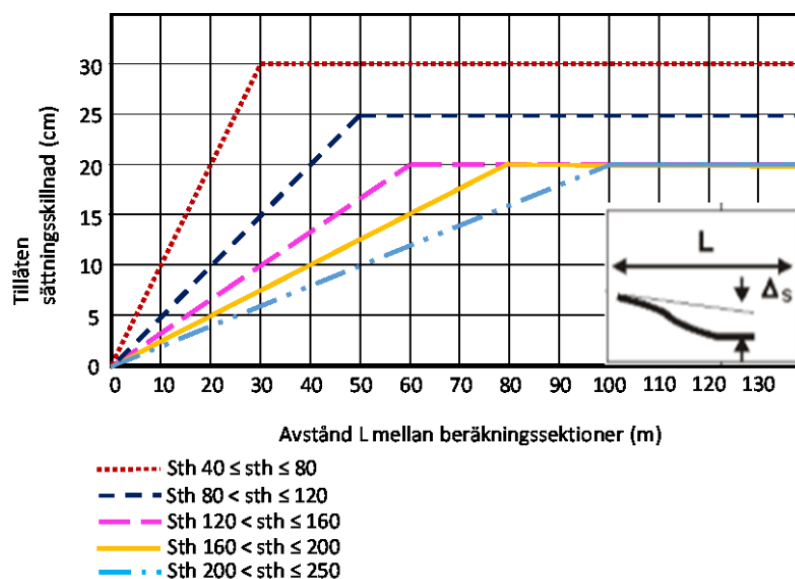


Figur 4. Figur AMA DBG.12/2. Utformning i plan av utspetsning vid termisk isolering av järnväg enligt AMA Anläggning 20.

2.2 Sättningskrav

Förväntade sättningar ska uppfylla standardiserade krav dimensionerade för hastighet 130/140/150 för tågkategori A/B/S. Kurvan i västra änden dimensioneras för hastighet 110/120/135.

Det innebär, enligt TK Geo 13 kap 3.3.1, att största tillåten totalsättning i enskild sektion är 20 cm (Figur 5). Kravställning på sättningsskillnad i längdled enligt TK Geo 13 visas i Figur 5 nedan. Största tillåtna sättning i tvärlängd är 1% enligt TK Geo 13 kap 3.3.2. Detta motsvarar en maximal sättningsskillnad mellan upp- och nerspår om 4,5 cm.



Figur 5. Tillåten sättningsskillnad i längdleds (Figur 3.3-1 i TK Geo 13).

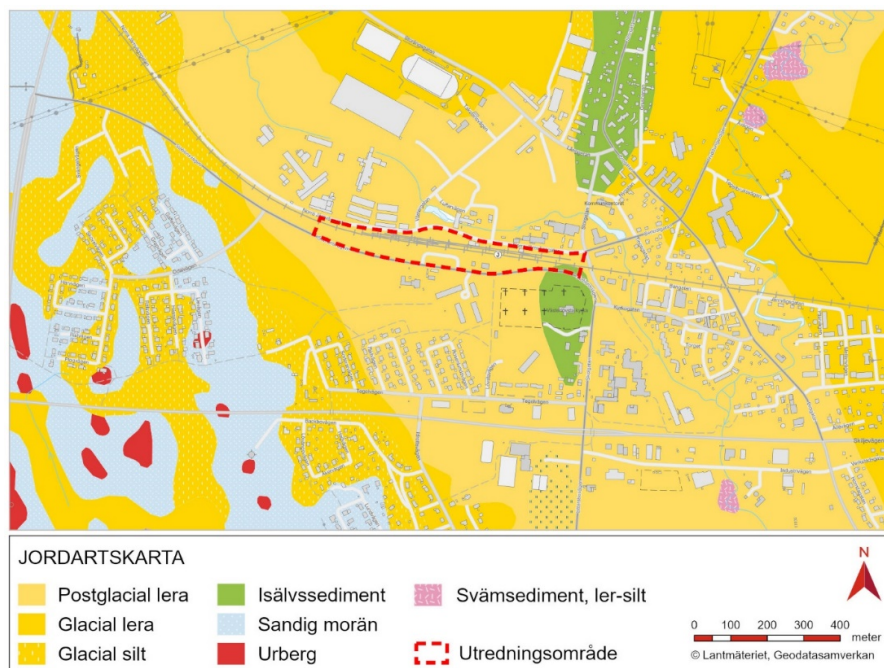
2.3 Stabilitetsberäkningar

Beräkningar har utförts med totalsäkerhetsmetoden enligt anvisningar i TKGeo13. Detta innebär att lägsta godtagbara säkerhetsfaktor vid totalsäkerhetsanalys är $F_c/F_{komb} > 1,50/1,30$ för SK2 och $F_c/F_{komb} > 1,65/1,40$ för SK3. Beräkningar har enbart utförts mot anläggningsdelar som ej berör järnvägsspåret. Där har en utbred trafiklast på 20 kPa ansatts ovan släntrön. GS Stability med beräkningsmodell BEAST 2003 har använts vid beräkningar både med kombinerad och odränerad analys.

3 Geotekniska förhållanden och rekommendationer

Vid området närmast järnvägen består jorden enligt SGU:s jordartskarta (Figur 6) av postglacial lera. I den sydöstra delen, vid kyrkan, finns ett område med isälvsediment som är en del av Enköpingsåsen.

Enköpingsåsen är en rullstensås som sträcker sig från söder om Mälaren via Enköping och Heby och vidare norrut. Jorddjupet i utredningsområdet varierar enligt SGU:s jordartskarta mellan 20 och 40 meter (Figur 7).



Figur 6. SGU:s jordartskarta



Figur 7. Urklipp ur SGU jorddjupskarta. Mörkrosa 30-50 m jorddjup, rosa 20-30m.

3.1 Km 112+500 – 113+500

Järnvägsförslag

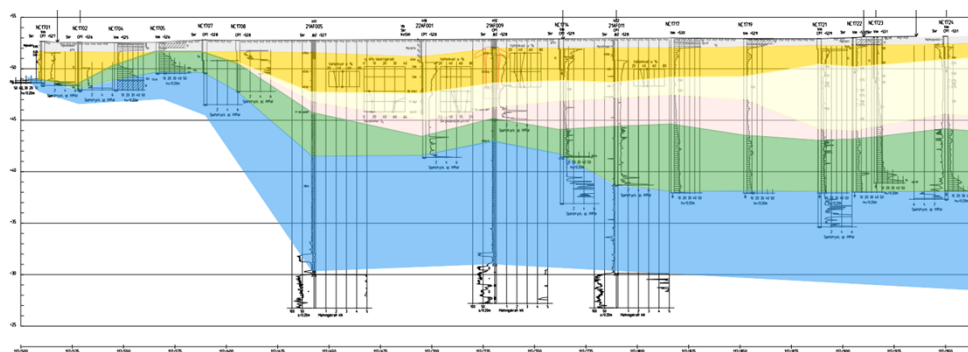
På sträckan ska nytt spår och ny plattform anläggas och befintlig plattform ska justeras. För tolkad jordlagerprofil se Figur 8 och Figur 9.

Geotekniska förhållanden

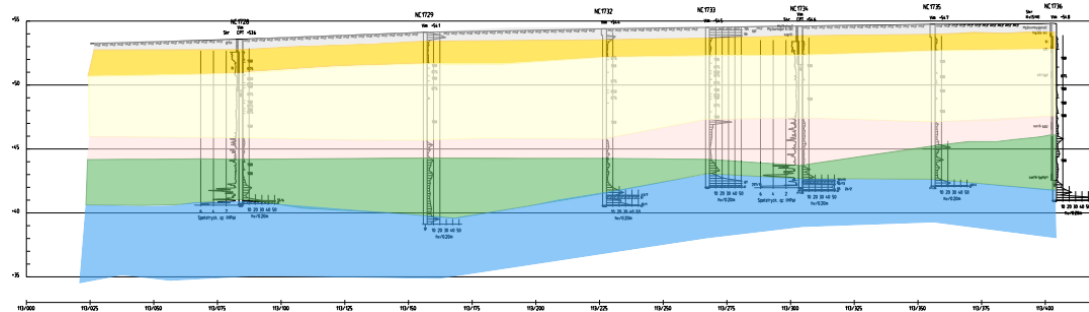
Enligt tidigare utförda geotekniska undersökningar består bankroppens fyllning, eller det som egentligen ska vara ballast ovanpå naturlig jord, av ca 0,6 – 0,9 m sandigt grus eller siltig sand med en finhalt varierande mellan ca 4 till 30% ovanpå torrskorpelera.

Torrskorpelerans mäktighet bedöms till ca 4 m i områdets centrala delar. Kring km ca 113+000 och bakåt bedöms den minska till ca 2,0 m mäktighet. I läget för åsen kring km 112+575 bedöms åsen gå upp i dagen, varför ingen lera noterats här.

Under den befintliga torrskorpan bedöms leran ha låg odränerad skjuvhållfasthet (ca 25 kPa) och dess mäktighet antas variera mellan ca 4 m i områdets centrala delar till ca 7 m i öster (från ca 113+000 och bakåt). Under leran blir materialet succesivt grövre och där består jorden direkt under leran av ca 2 - 3 m sandig och lerig silt eller siltig lera. Utifrån sonderingar har det tolkats att det därunder först kommer sandig friktionsjord som sedan övergår i stenig och blockig friktionsjord på berg (Figur 8 och Figur 9). Berg har påträffats mellan ca 22 och 31 m djup.

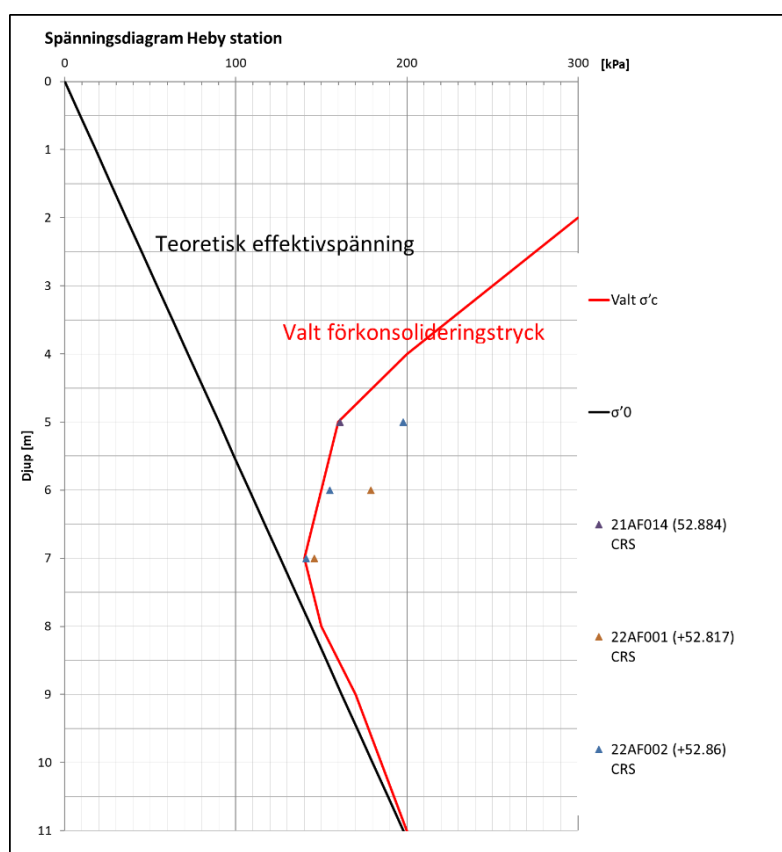


Figur 8. Tolkad jordlagerprofil Km 12+500 – 13+000 (grå = fyllning, mörkgul = torrskorpelera, ljusgul = lera, rosa = silt, grön = sand, blå = grövre friktionsjord)



Figur 9. Tolkad jordlagerprofil Km 13+000 – 13+500 (grå = fyllning, mörkgul = torrskorpelera, ljus gul = lera, rosa = silt, grön = sand, blå = grövre friktionsjord)

Utförda CRS-försök indikerar att leran är överkonsoliderad de översta 6 m med OCR kring 1,4 – 1,7 och svagt överkonsoliderad med OCR kring 1,05 – 1,1 mot botten av lerskiktet på ca 8 m djup (se Figur 10).



Figur 10. Effektivspänningsdiagram.

Geotekniska åtgärder

Då det inom området finns en väl utvecklad och mäktig torrskorpelera som är överkonsoliderad bedöms inga sättningar av betydelse uppkomma för mindre laster såsom anläggande av spår, plattformar eller mindre (lätta) teknikhus.

I stället för utskiftning av jord ner till 1,9 m under RUK för anläggning av nytt spår och plattform, rekommenderas termoisolering med maximal tjocklek 100 mm (kap. 4.1). Cellplastlagrets överyta ska vara minst 0,3 m under slipers underkant. Utspetsning ska ske mot befintligt ballastlager med lutning minst 1:10, vilket i det fallet då kan handla om en sträcka på ca 5 m i både öster och väster. Även cellplasten utspetsas enligt kap. 4.1. På detta sätt minimeras schakter mot befintliga spår men för att avgöra om detta kan utföras trots trafikerad bana krävs detaljstudier. Ny järnvägsöverbyggnad skall utgöras av 500 mm ballast, 100 mm cellplast och 800 mm förstärkningslager.

Schaktslänter bedöms kunna ställas i släntlutning ca 1:1 ner till 3,0 m i förekommande torrskorpelera. Om djup schakt sker intill trafikerat spår måste schakt ske inom tillfällig spont (stödkonstruktion) alternativt användande av zonschakt.

Kontaktledningsstolpar bedöms kunna grundläggas med standardfundament i befintlig jord.

3.2 Ny bro över järnvägen (ca km 112+770)

Broförslag

En ny gångbro med tillhörande hisschakt och trapphus planeras att anläggas ovanför tågspåret vid ca km 112+770. Tillhörande hisschakt planeras att anläggas i anslutning till trapphuset. Bron planeras att utföras med tak. Laster från bron är ej framtagna.

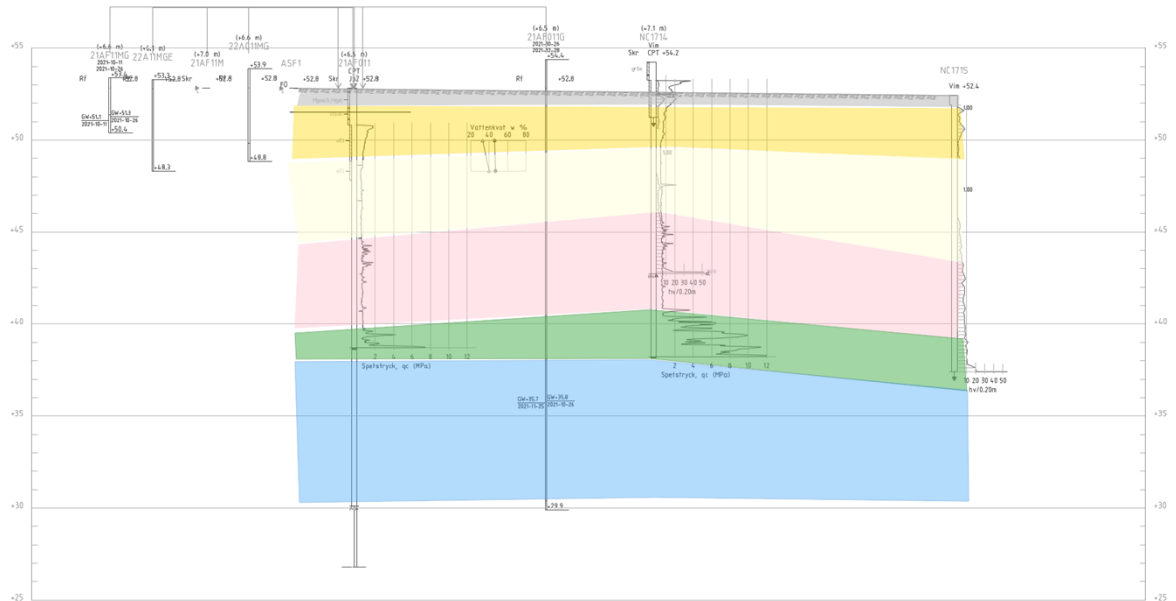
Geotekniska förhållanden

I läget för föreslagen bro består jorden överst av ca 1 m fyllning ovanpå ca 2 - 3 m torrskorpelera.

Under torrskorpeleran består jorden av ca 4 till 5 m lera med vattenkvot på mellan ca 30 – 40% och konflytgräns på mellan ca 40 – 55 %. Lerlagret övergår till mer siltig karraktär (silt/siltig lera) med djupet, ner till ca 14 m. Inga fallkonförsök eller vingförsök har utförts i broläget men bedöms följa trenden för området. Den odränerade skjuvhållfastheten inom området korrigerad m.a.p. konflytgränsen är bedömd till 25 – 35 kPa. Förkonsolideringstrycket är även det inte fastställt men utförda cpt-

sonderingar indikerar att leran är överkonsoliderad till ca 4,5 m djup för att sedan bli normalkonsoliderad mot djupet ned till ca 14 m djup.

Under leran och silten bedöms jorden stegvis övergå till grövre friktionsmaterial vilket är typiskt för isälvsavlagringar där successivt grövre material påträffas mot djupet. Berg har påträffats på mellan ca 23 m djup på norra sidan, inga jordbergsonderingar har utförts i läget för bron på södra sidan men intilliggande punkter indikerar att men djup till berg är större på södra sidan.



Figur 11. Tolkad jordlagerprofil i sektion vid Km 112+770 (grå = fyllning, mörkgul = torrskorpelera, ljusgul = lera, rosa = silt/siltig lera, grön = sand, blå = grövre friktionsjord)

Geotekniska rekommendationer - grundläggning brofundament

Då konstruktionslaster saknas och inga kolvprovtagningar med kompressionsförsök utförts i läget för bron ska grundläggningsrekommendationerna betraktas som ungefärliga.

Om lastfallet är gynnsamt bör bron kunna grundläggas utan förstärkning på hel styv bottenplatta på befintlig torrskorpelera på en bädd av minst 0,3 m krossad sprängsten. Detta då leran i läget för bron bedöms som överkonsoliderad i de översta 4,5 m och har relativt goda tekniska egenskaper. Bärighets- och sättningsberäkningar måste utföras i nästa skede för att bedöma om det är möjligt med ytlig grundläggning

Om lasten är ogynnsam som tex riskerar att medföra stora sättningar kan det bli nödvändigt med grundförstärkning med tex pålning. Annan geoteknisk åtgärd kan eventuellt vara möjlig beroende på last.

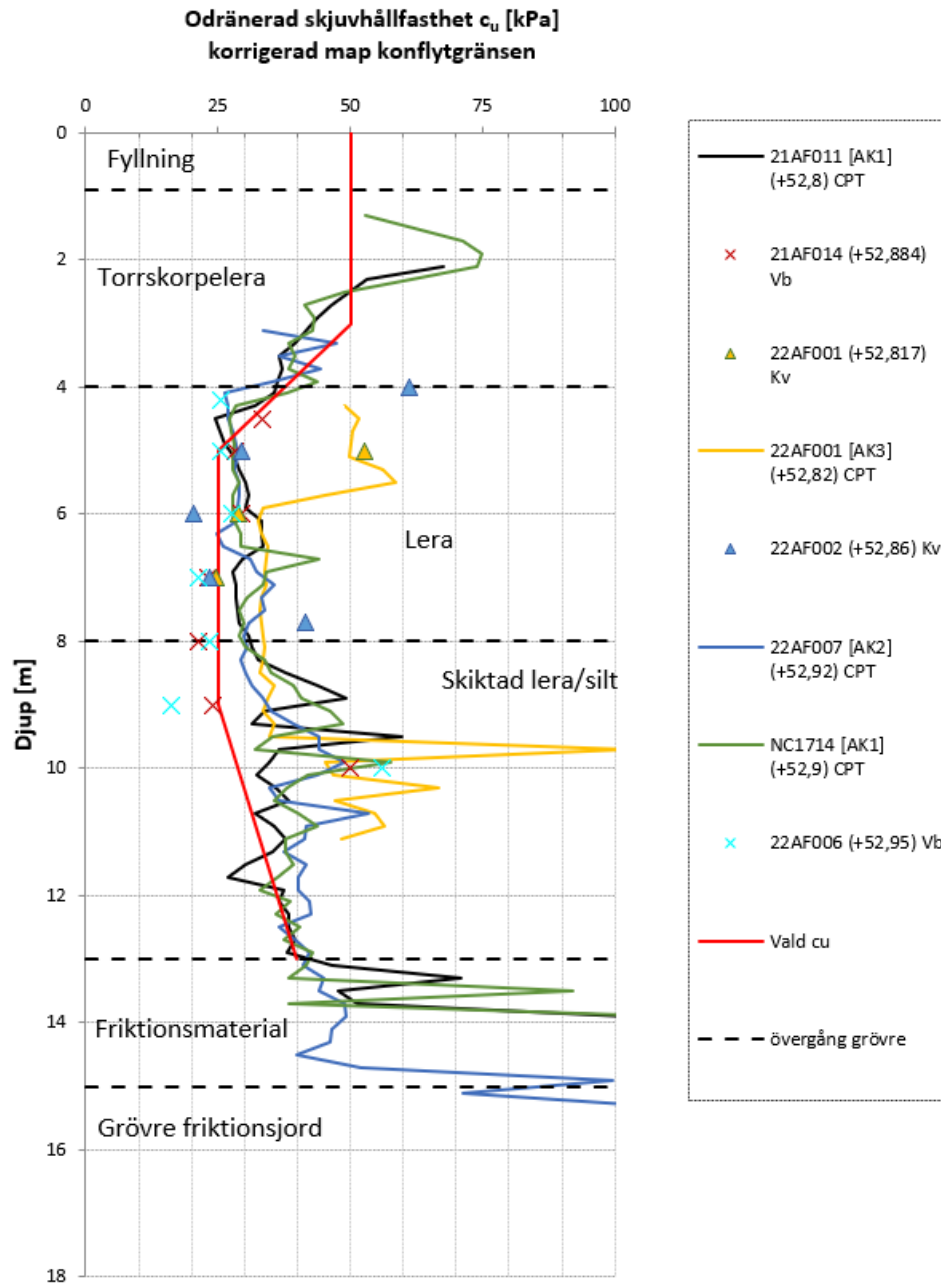
Kompletterande geotekniska undersökningar behöver utföras i nästa skede i läge för bron där kolvprovtagning med CRS-försök utförs. Cpt-sondering och eventuellt hejarsondering kan också det bli aktuellt.

Karakteristiska värden

Karakteristiska materialparametrar redovisas i Tabell 1 och Figur 12.

Tabell 1 Karakteristiska värden.

Djup [m]	Jordart	Tunghet [kN/m ³]	Effektiv tunghet [kN/m ³]	τ_{fuk} [kPa]	ϕ'_k [°]	E [MPa]	M0 [kPa]	M [kPa]
0-0,9	Fyllning	21	11	-	37	30	-	-
0,9-4,0	Torrskorpelera	17	7	50	-	-	10000	10000
4,0-8,0	Lera	16	6	25	-	-	4000	1000
8,0-13,0	Silt/siltig lera, skiktad	17	7	25-30	-	5	-	-
13,0-15,0	Friktionsmaterial , sand	18	8	-	33	20	-	-
15,0-25,0	Friktionsjord, grövre fraktioner	19	10	-	37	30	-	-
Ca 25	Berg							



Figur 12. Utvärderade och valt värde för odränerad skjuvhållfasthet vid km 112+770.

4 Hydrogeologiska förhållanden och grundvattenpåverkan

Huvudsyftet med detta delkapitel är att beskriva hur den planerade byggnation av gångbro bedöms påverka grundvattenförhållandena i området.

4.1 Underlag och genomförda fältundersökningar

- Information om uppdraget har erhållits från beställaren
- Jordarts- och jorrdjupskartor har inhämtats från Sveriges geologiska undersöknings (SGU) tjänst Kartgeneratören (<https://www.sgu.se/>)
- Information om vattenskyddsområde och vattenförekomster har hämtats från VISS karttjänst ([VISS](#))
- Tidigare utförda geotekniska undersökningar: Sonderingar utförda av Norconsult 2017 – 2018
- Historiska mätdata i grundvattenrör, information om sättningskänslig grundläggning i området, erhållet från Heby kommuns VA-avdelning
- Vattendom för Hedåsens vattenskyddsområde (diarienummer VA 2/75)
- Provtagningsresultat från PM Markmiljöundersökning
- Jorddjup, jordlagerföljder m.m. har erhållits från markundersökningsrapporten (MUR)
- Resultat från PM Naturvärdesinventering
- Resultat från PM Kulturmiljö

Nedan redovisas kortfattat de hydrogeologiska fältundersökningar som utförts av AFRY inom ramen för projektet, och som ligger till grund för denna rapport.

- Inventering av befintliga grundvattenrör i närområdet
- Geotekniska undersökningar och installation av 10 nya grundvattenrör i utredningsområdet. Fem av dessa var stålrör som installerades i friktionsjord och fem rör var PEH-rör som installerades i lera/fyllning
- Månadsvisa nivåmätningar i grundvattenrör har pågått sedan oktober 2021
- Vattenprovtagning vid två tillfällen i fyra av grundvattenrören
- Brevutskick till fastighetsägare och efterföljande fältinventering av brunnar i närområdet
- Sluttest utförda i sex grundvattenrör inom utredningsområdet den 1 december 2023

4.2 Grundvattenpåverkan

4.2.1 Grundvattenpåverkan

Den planerade konstruktionen av bro över järnvägen kommer att innebära att två mindre och långsmala schakt anläggs om båda sidor om befintligt spår. Schaktning under byggskedet kommer att utföras ned till ca +51,5 för båda schakt. Inläckande vatten i schakt under entreprenadarbetet pumpas bort. Ingen spontlösning eller liknande kommer att utföras under schaktarbetet.

Övre grundvattenmagasin

Grundvattnet i det övre magasinet behöver omhändertas. Mätningar visar att materialet uppgår till ca 1 m (varav mäktighet som högst har uppmätts till ca 1,6 m) och underlagras av flera meter torrskorpelera. Därmed bedöms som högst ca 1,2 m vattenpelare grundvatten omhändertas från det övre magasinet. Bortledningen av grundvattnet kommer att resultera i en nivåsenkning i det övre magasinet.

Undre grundvattenmagasin

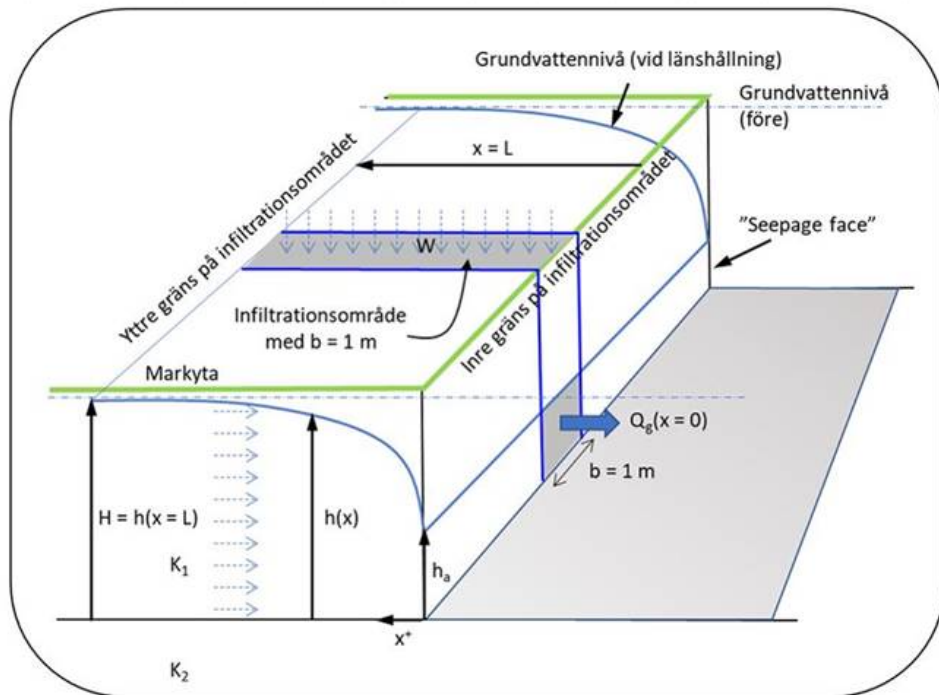
I utredningsområdet varierar uppmätta grundvattennivåer i undre magasin mellan ca +35 och +37 m, vilket motsvarar mer än 15 m under markytan. Planerat schaktdjup är som störst ca 2 m vilket motsvarar en nivå på ca +51 vid läge för gångbron, dvs runt 14 m över grundvattentrycknivån i det undre magasinet. Detta medför att ingen grundvattensenkning i det undre magasinet bedöms vara aktuell vare sig under eller efter avslutad entreprenad.

4.2.2 Analytiska beräkningar av grundvattenavsänkning

Området där det förväntas bli en grundvattenavsänkning har tagits fram analytiskt. Beräkningarna har utförts enligt SGU:s handledning för bedömning av grundvattenavsänkning (SGU, 2019). Dessa beräkningar bygger på hydrogeologiska förenklingar såsom homogena och isotropa förhållanden och en försumbar naturlig grundvattengradient, samt antagandet att Darcys lag är tillämplig och att grundvattenbortledningen är i balans med grundvattenbildningen. Beräkningarna ska därmed betraktas som översiktliga. Beräkningsmodellerna gäller för stationära förhållanden, det vill säga då grundvattenbortledningen har pågått så länge att grundvattenavsänkningen nått sin fulla utbredning.

Beräkningarna förutsätter att inga tätande åtgärder (som spontning) för schaktet utförs, vilket ger ett s.k. "worst-case" scenario för grundvattenavsänkningens utbredning.

Grundvattenavsänkningen och inläckaget beräknades med hjälp av SGU:s analytiska beräkningsmodell, metod 3 – endimensionellt grundvattenflöde till en långsträckt anläggning i ett magasin med öppna magasin-förhållanden och en tät botten. En visualisering av beräkningsmetoden enligt modellen visas i Figur 13 nedan.



Figur 13. Konceptualisering av modellgeometri och styrande parametrar för beräkning av påverkansområde.

Beräkningarna av påverkansområde och inläckage till schakt enligt metoden baseras på nedanstående samband:

$$L = \sqrt{\frac{K_1}{w} (H^2 - h_a^2)}$$

$$Q_g = WLb$$

$$h^2(x) = \frac{w}{K_1} (2Lx - x^2) + h_a^2$$

Där

L = Influensavståndet

w = grundvattenbildning

b = längd på schaktet

Q_g = Inläckage av grundvatten

K_i = Hydraulisk konduktivitet i jord
 H = avstånd från magasinets botten till naturlig grundvattennivå
 h_a = avstånd från magasinets botten till grundvattenytan precis utanför schaktet
 $h(x)$ = avstånd från magasinets botten till grundvattennivån vid avsänkning vid avstånd x från schaktkant
 x = avstånd från schaktkant

Grundvattenbildningen till fyllnads-materialet har ansatts till 200 mm/år vilket ungefärligt motsvarar normal grundvattenbildning i moränjord (Rodhe, Lindström, Rosberg, & Pers, 2004). För beräkningarna har en grundvattensänkning på 1,2 m antagits, d.v.s. att fyllnadsmaterialet helt töms på vatten (vid högsta uppmätta nivå) och att inströmning via leran är försumbar. De två öppna schakternas längd har uppskattats till 26 m vardera.

Den parameter som har störst inverkan på grundvattenavsänkningens utbredning är den hydrauliska konduktiviteten. Då det förekommer osäkerheter gällandes den hydrauliska konduktiviteten har två separata scenarier med beräkningar utförts. Ett utifrån de uppmätta hydrauliska konduktiviteterna efter slugtesterna (scenario 1) och ett efter litteraturvärden (scenario 2). För att inte underskatta avsänkningen har litteraturvärde ansatts till faktor 100 större än resultatet från slugtesterna, vilket innebär en hydraulisk konduktivitet på 10-5 m/s.

En sammanställning av indata till beräkningar samt beräknat inläckage och påverkansområde redovisas i Tabell 2.

Tabell 2. Indata till beräkning av påverkansområde, samt beräknat inflöde till schaktet och beräknat påverkansområde från schaktet.

Parameter	Ansatt värde vid beräkning
Grundvattenbildning till fyllnadsmaterial, W	200 mm/år
Hydraulisk konduktivitet (litteraturvärde), K	$1 \cdot 10^{-5}$ m/s
Hydraulisk konduktivitet (slugtest*), K	$2,2 \cdot 10^{-7}$ m/s
Grundvattensänkning i fyllnadsmaterial, H	1,2
Schaktets längd (per schakt), b	26
Scenario 1. Resultat - Slugtester	Resultat
Beräknat inflöde till schakter	0,001 l/s (0,1 m ³ /d)
Beräknad utbredning av grundvattenavsänkning från schaktkant (0,3 m)	3 m

Scenario 2. Resultat - Litteraturvärde	Resultat
Beräknat inflöde till schakter	0,0079 l/s (0,65 m ³ /d)
Beräknad utbredning av grundvattenavsänkning från schaktkant (0,3 m)	16 m

**Högsta uppmätta hydrauliska konduktivitet från slugtesterna av grundvattenrören i det övre magasinet.*

Skillnaden i schaktdjup mellan tidigare planerad planskild passage och gångbro bedöms inte relevant då det endast är övre magasin som schaktas i oavsett för båda fallen. Fyllnadslagrena ovanpå torrskorpeleran bedömdes tidigare till ett djup av 1,2m. Detta sänks fortfarande av med ett nytt bedömt schaktdjup till +51,6 vilket leder till en bedömd grundvattensänkning i schakt till +51,1 och en total avsänkning på 1,3m i schakt. Detta leder i sin tur till att det beräknade påverkansområdet från tidigare inte bedöms förändras nämnvärt. Det är uteslutet att området kan bli större än tidigare, enbart mindre (både i storlek och i inläckage till schakt), då schaktdjup och schaktstorlek är yttligare och mindre än tidigare förutsättningar för planskild passage.

Då de två sidorna av gångbron har varsitt schakt (26m längd på vardera sidan av järnvägen) blir den totala beräknade läckagemängden in i de två schakten sammanlagt likvärdig det tidigare schaktet för planlagda passagen som var 50m långt.

Ingen dränerande effekt bedöms kvarstå efter att schakt för gångbro har färdigställts och återfyllts.

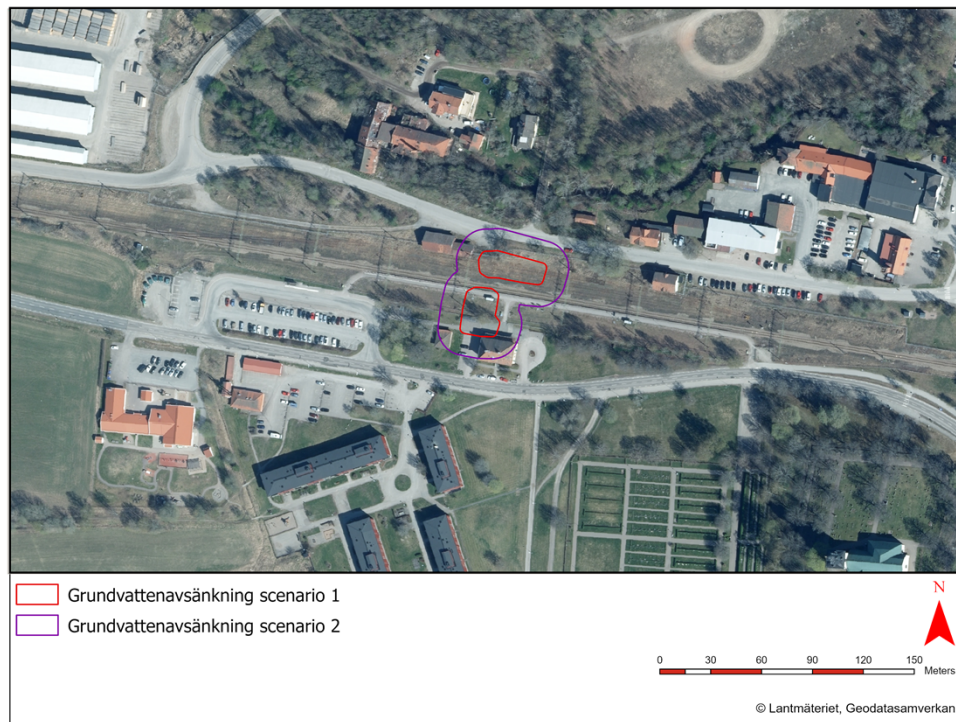
4.2.3 Grundvattenavsänkning

Två olika scenarier har beräknats utifrån resultat från slugtesterna (scenario 1) och vad som kan ses som ett värsta fall (scenario 2). Som beskrivs tidigare är det troligt att grundvattenrörens filter installerades för djupt (dvs i lera/silt lagret) vilket medför att den bedömda avsänkningen i scenario 1 är något underskattad. Då fyllnadsmaterial ofta är väldigt heterogent samt att man konstaterat att det förekommer inslag av silt i fyllnadsmaterialet är det troligt att den hydrauliska konduktiviteten i scenario 2 är överskattad.

Påverkan från schakt för brokonstruktion kommer att variera. Redovisade scenarier bedöms utgöra "worst-case" då de förutsätter höga grundvattennivåer, något som resulterar i en större påverkan. Under perioder med naturligt låga grundvattennivåer, eller när magasinet är torrlagt, kan påverkan ses som försumbar.

Den påverkan som bedöms uppstå vid och efter avslutad entreprenad brukar benämnas som påverkansområde. Det förväntade påverkansområdet bedöms vara ett mellanting mellan de två olika scenarierna. Då den hydrauliska konduktiviteten i fyllnadsmaterialet inte

är helt känd går det inte att specificera påverkansområdet närmare, men för att inte underskatta påverkan har scenario 2 använts för att avgränsa påverkansområdet. Med avseende på de geologiska utredningarna som utförts i området har det bedömts troligt att påverkan kommer att vara störst i schaktets direkta närområde för att sedan avta drastiskt med avståndet från schaktkanten. Det är därmed troligt att verksamhetens påverkansområde kommer att vara begränsat i utbredning. Grundvattenavsänkningen enligt de två olika scenarierna redovisas i Figur 14.



Figur 14. Grundvattenavsänkningen utbredning från schaktkant enligt de olika scenarierna. För att inte underskatta verksamhetens påverkan har scenario 2 använts som påverkansområde.

5 Identifiering av riskobjekt och motstående intressen

Nedan följer en beskrivning av de potentiella riskobjekt och motstående intressen som identifierats i området kopplat till grundvattenpåverkan.

5.1 Enskilda brunnar

En brunnsinventering har utförts i anslutning till utredningsområdet (för mer information om inventeringen, se PM Brunnsinventering). Samtliga brunnar som identifierats i området är bergborrade energibrunnar och förses därmed inte av grundvatten via jordlagren. Resultatet från brunnsinventeringen redovisas i Figur 15.



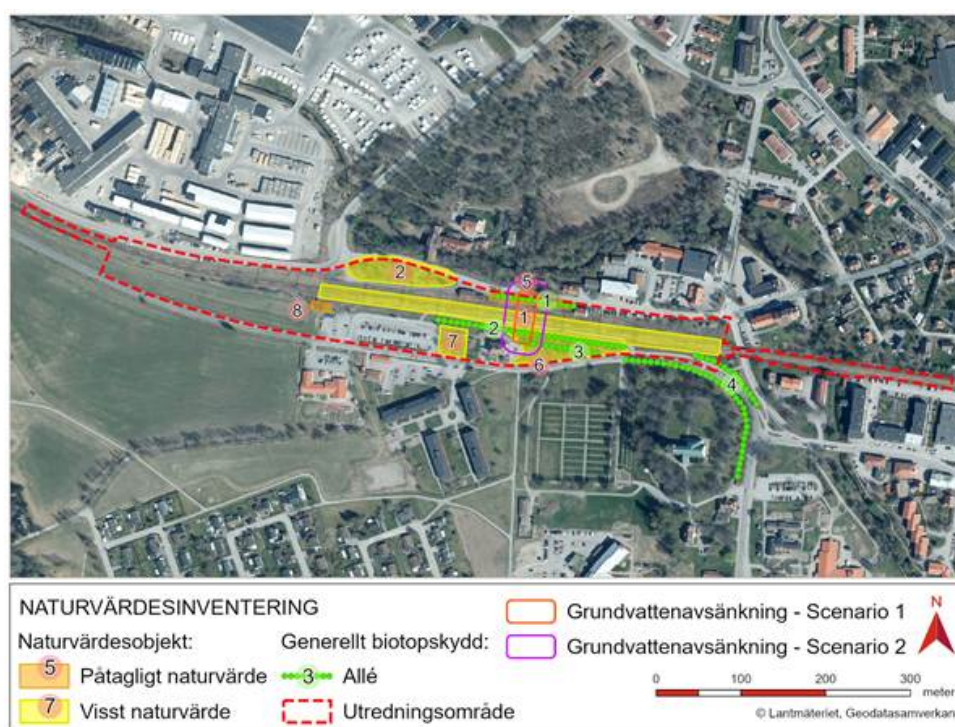
Figur 15. Karta över inventerade brunnar (inventeringsobjekt) och objekt från SGU:s brunnsarkiv samt bedömt område för grundvattenavsänkning.

5.2 Sättningskänsliga objekt

En avsänkning av grundvattennivån kan påverka stabiliteten i marken vilket kan leda till att sättningar uppstår, som i sin tur kan påverka befintliga byggnader, spår och ledningar. Sättningarnas omfattning varierar beroende på jordlagrens sammansättning, mäktighet samt grundvattensänkning (belastningen) den utsätts för.

5.3 Naturvärden och grundvattenberoende ekosystem

Enligt den naturvärdesinventering som utfördes i området i oktober 2021 finns ett antal objekt med visst naturvärde eller påtagligt naturvärde, se Figur 16. Det sammanvägda naturvärdet i området bedöms vara begränsat. Konstruktion av gångbro kommer medföra en grundvattenavsänkning under aktiv entreprenad. Identifierade naturvärden inom påverkansområdet utgörs av parkmiljöer samt trädalléer och bedöms inte vara grundvattenberoende eftersom det övre magasinet periodvis är torrlagt och det är mycket djupt till grundvattennivån i det undre magasinet. De översta metrarna av leran är av torrskorpekaraktär, vilket indikerar att det ytligaste markskiktet i området är uttorkat.

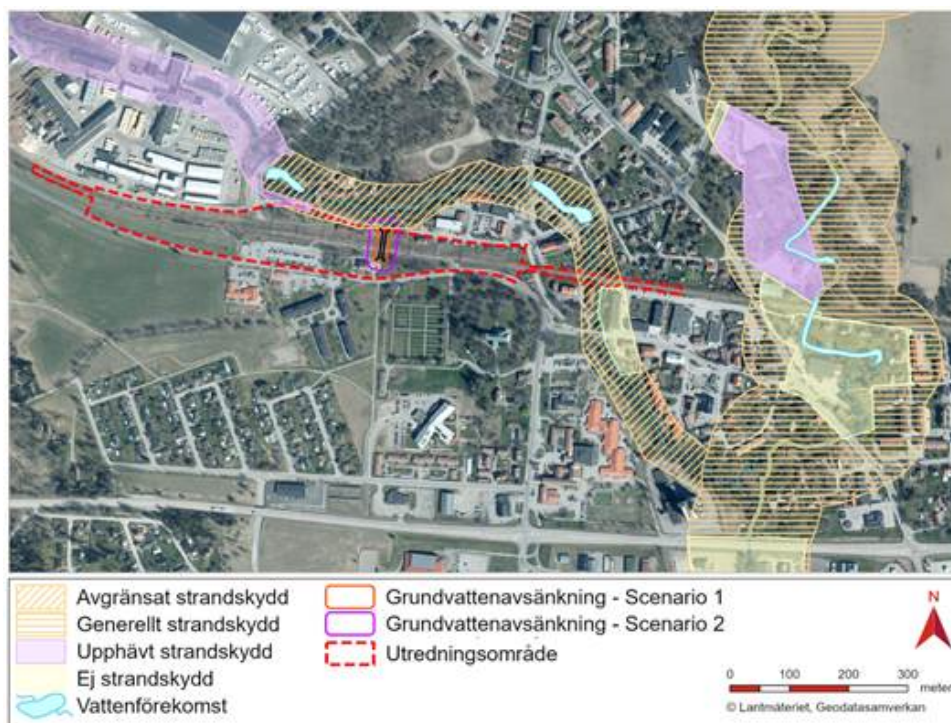


Figur 16. Resultat från naturvärdesinventering i utredningsområdet. Inget av dessa objekt bedöms vara grundvattenberoende. De olika avsänkningsscenarierna för det övre grundvattenmagasinet är markerat i kartan.

5.4 Ytvatten

Öster om åsen rinner Örsundaån vilken kopplar samman med Arnebobäcken som rinner strax norr om utredningsområdet, se Figur 17. Dessa omfattas båda till viss del av strandskydd. De båda ytvattendragen rinner ovanpå tätande lerlager och dräneras sannolikt i liten utsträckning på grund av den underliggande lerans täthet. De båda ytvattendragen

bedöms därmed inte ha någon större hydraulisk kontakt med grundvattnet.



Figur 17. Karta över de ytvattendrag som rinner i området, strandskydd för ytvattenförekomsterna samt bedömd grundvattenavsänkning.

5.5 Förorenade områden

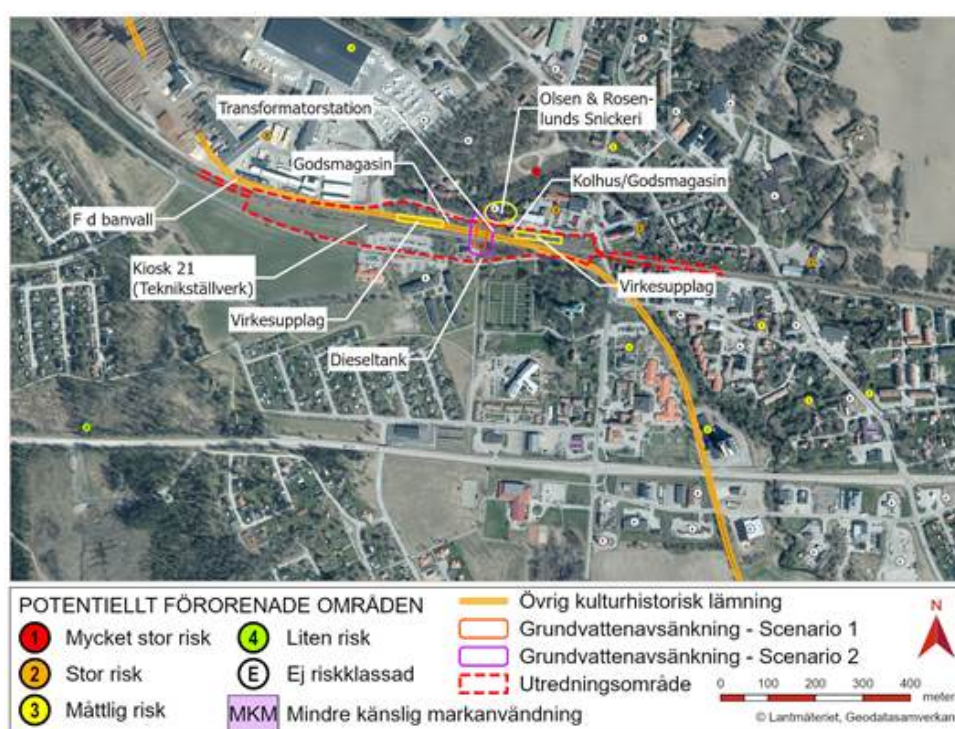
Enligt inventering av mindre stationsområden i länet utförd på uppdrag av Trafikverket 2012 förekommer ett antal potentiellt förorenade områden inom utredningsområdet, se Figur 18. Det har funnits två virkesupplag och delar av den före detta banvallen är potentiellt förorenade objekt. Inom spårområdet finns även material som träslipers och stoppbockar av trä som kan utgöra föreningskälla.

Miljöprovtagning av jord visar generellt på låga halter med vissa ytliga punkter med halter över riktvärdet för MKM (mindre känslig markanvändning), men med marginal under nivån för FA (farligt avfall). Förekomst av halter över MKM har avgränsats på djupet i sex utav de åtta punkterna.

För att planera masshanteringen har laktester utförts på samlingsprover av jord från två olika nivåer och tre egenskapsområden inom de delar av utredningsområdet som berörs av schaktarbeten. Laktesterna visar på halter som generellt underskriver Naturvårdsverkets gränsvärden för utlakning vid deponering av inert avfall samt nivåer för mindre än ringa risk för utlakning vid återvinning av avfall för anläggningsändamål för de ämnen där nivåer finns framtagna.

De slipers och stoppbockar av trä som finns inom spårområdet har konstaterats vara impregnerade med kreosot och metaller i halter som gör att de bedöms som farligt avfall. Materialet är i så dåligt skick att när de ska schaktas bort vid rivning av de gamla spåren (2-4) kommer de att smulas sönder och därför kommer även massor i anslutning till materialet att schaktas bort och hanteras som farligt avfall.

Provtagning och analys av ytligt grundvatten visar att det vid vissa platser förekommer förhöjda halter av PAH: er och spår av bekämpningsmedel i utredningsområdet. Provtagning i de djupa grundvattenrören visar vidare att det bland annat även förekommer spår av organiska ämnen i vissa delar av grundvattenförekomsten.



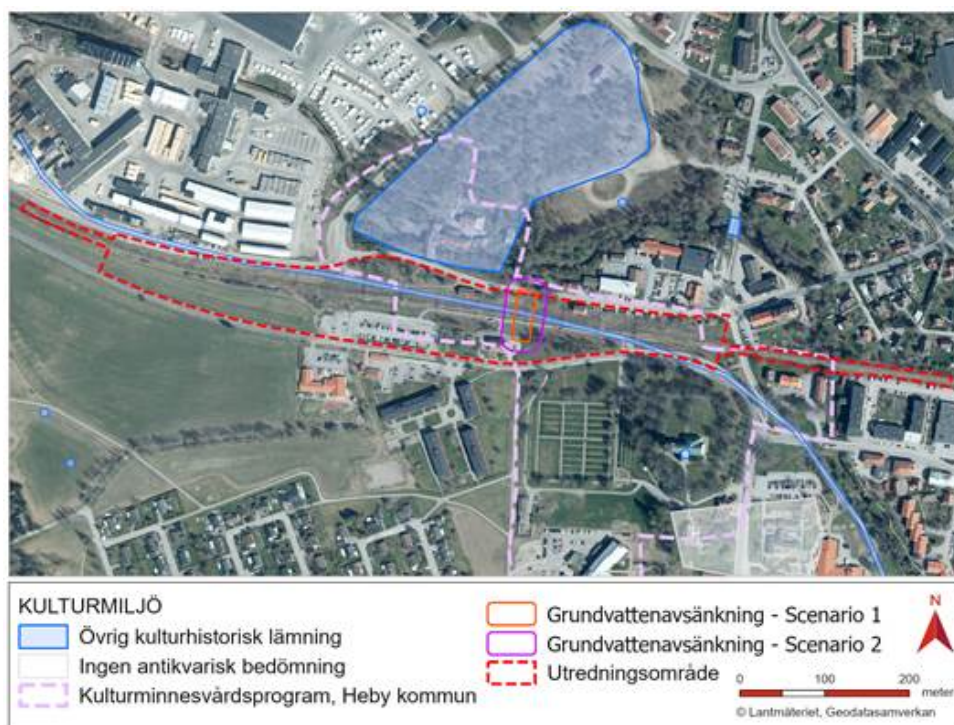
Figur 18. Potentiellt förorenade områden inom och kring utredningsområdet. Källa: Länsstyrelsernas EBH-karta.

5.6 Kulturhistoriska lämningar

I området finns inga registrerade fornlämningar i Kulturmiljöregistret (KMR), däremot finns ett fåtal övriga kulturhistoriska lämningar. Den planerade gångbron innefattas av kulturminnesvårdsprogrammet för Heby kommun som är särskilt utpekade som kommunalt intresseområde för kulturmiljön, se Figur 19. I stationsområdet är det ett flertal byggnader som är skyddade med q1 och q2 i rådande detaljplan, däribland godsmagasinen norr om järnvägsspåret. Dessa är båda grundlagda på knutstenar (höga stenplintar). Det gröna magasinet har plintstenarna fördelade under stommens väggar och under husets mitt. Hur det ser ut under den röda magasinsbyggnaden har inte kunnat kontrolleras då

utrymmet mellan stenplintarna är utfyllt med sten. Heby stationsbyggnad har en torpar- eller krypgrund med helt sammanfogade granitstenar.

De typer av lämningar som riskerar att påverkas av en grundvattensänkning är sådana som är belägna under mark och som kan ta skada av att syresättas till följd av sänkt grundvattennivå, alternativt skadas av marksättningar. De identifierade objekten i området bedöms inte vara av sådan typ att de påverkas av förändringar i grundvattenförhållanden.



Figur 19. Kultur- och fornlämningar inom och kring utredningsområdet samt bedömd grundvattenavsänkning.

5.7 Vattenförekomsten Enköpingsåsen

Allmänt om vattenförekomster

Vattenförekomsten Enköpingsåsen är en långsträckt sand- och grusförekomst med ovanligt goda uttags-möjligheter i delar av grundvattenmagasinet (25–125 l/s, ca 2 000–10 000 m³/d). Vattenförekomsten är av stor betydelse för dricksvattenförsörjning och är utpekad som ett skyddat område för dricksvattenförsörjning (SEA7SE663721-158985) enligt artikel 7 i EU:s vattendirektiv.

Enligt 5 kap. 4 § miljöbalken får en myndighet eller en kommun inte tillåta att en verksamhet eller en åtgärd påbörjas eller ändras om den ger upphov till en ökad förorening eller störning som innebär att vattenmiljön

försämrar på ett otillåtet sätt eller att det äventyrar möjligheten att uppnå den status som vattnet ska ha enligt en miljökvalitetsnorm.

För att den kemiska grundvattenstatusen ska anses vara god får inte fastställda riktvärden för grundvatten överskridas i grundvattenförekomsten såvida det inte går att visa att överskridandet inte skadar människa eller angränsande miljö och att möjligheten att använda grundvattnet inte försämrar.

För att den kvantitativa grundvattenstatusen ska anses vara god ska grundvattennivåerna vara sådana att de visar att det råder balans mellan den långsiktiga uttagsnivån och grundvattenbildningen.

Grundvattennivån får inte orsaka förändringar i flödesriktningen som orsakar inträngning av salt grundvatten eller förorening, och de får inte leda till att ekologisk status inte nås i ytvatten som är förbundna med grundvatten-förekomsten eller till skada på grundvattenberoende terrestra ekosystem.

Enköpingsåsens statusklassning

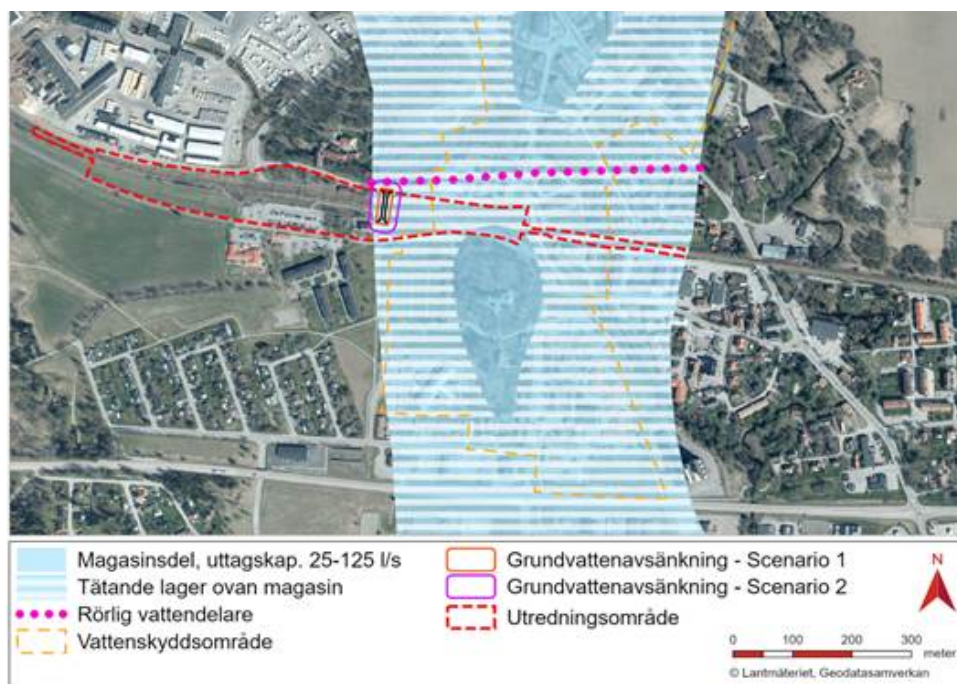
Miljökvalitetsnormen för vattenförekomsten Enköpingsåsen är idag fastställd till god kemisk och god kvantitativ status, men har bedömts vara i risk för att inte nå god status till år 2027 med avseende på klorid. De provtagningar som har utförts inom ramen för projektet visar att delar av åsen riskerar att ha otillfreds-ställande kemisk status avseende kväveföreningar samt bekämpningsmedel. Mer detaljerad information redovisas i PM Vattenmiljö. Åsens utbredning redovisas i Figur 20.

5.8 Hedåsens vattenskyddsområde

I östra delen av utredningsområdet sträcker sig den yttre skyddszonen för Hedåsens vattenskyddsområde, beläget i Enköpingsåsen.

Vattenskyddsområdet fastställdes 1975 (Diarienummer VA 2/75). Det finns ett antal skyddsbestämmelser som gäller i den inre och yttre skyddszonen för vattenskyddsområdet. Bland annat får inte återfyllningsmaterial riskera förorena grundvattnet. Förvaring och hantering av för grund-vattnet farliga ämnen behöver godkännas av kommunen. Restriktioner finns även på att större schaktnings-arbeten inte får medföra bortledning av grundvatten. Vattenskyddsområdets utbredning redovisas i Figur 20.

Vattenskyddsområdet är under revidering men är i dagsläget inte färdigställt. Påverkansområde i det övre magasinet visas nedan, men notera att avsänkningen gäller i fyllnadsmaterialet ovan det tätande lerlagret.



Figur 20. Grundvattenförekomsten Enköpingsåsen samt Hedåsens vattenskyddsområde. Grundvattenavsänkningen i övre magasin är illustrerat i förhållande till vattenskyddsområdet.

6 Bedömning av verksamhetens påverkan på grundvattenförhållanden

I kapitlet nedan följer en bedömning av hur den planerade gångbron påverkar grundvattenförhållanden vid de riskobjekt och motstående intressen som nämns i kapitel 5 ovan.

Som beskrivs i kapitel 4 bedöms ingen grundvattenbortledning eller grundvattensänkning i undre magasin bli aktuell från schakt för gångbro varken under entreprenaden eller efter färdigställandet, eftersom grundvattennivåerna i den underliggande friktionsjorden ligger långt under största schaktdjup. Därmed kommer inte grundvattenförhållandena i grundvattenförekomsten påverkas av arbetet.

Däremot bedöms bortledning och hantering av grundvatten från det övre magasinet krävas under byggskedet vilket kommer ge upphov till en trycksänkning i det övre magasinet (i fyllnadsmaterialet ovan leran).

6.1 Enskilda brunnar

De energibrunnar som identifierades under brunnsinventeringen är samtliga installerade i berg. Energibrunnar påverkas generellt inte av grundvattensänkning i jord eftersom nivån i dessa i huvudsak styrs av vattenförande sprickor i berget och brunnen är tätad med foderrör i jordlagren ned till berget. Eftersom ingen grundvattensänkning kommer att ske i berg bedöms brunnarna inte påverkas av arbetet med gångbron.

6.2 Sättningskänsliga objekt

Det förekommer två byggnader inom området med förväntad grundvattenavsänkning. Båda byggnader är lokaliserade på randen av området med förväntad grundvattenavsänkning. Grundvattensänkningen bedöms därmed vara begränsad vid byggnaderna (en grundvattensänkning på ca 0,3 m).

Utförda sonderingar i utredningsområdet visar att leran är överkonsoliderad och torrskorpelera förekommer på flera meters djup, leran i området bedöms därmed inte vara sättningskänslig. Nivåmätningar i fyllnadsmaterialet visar att det övre magasinet periodvis är torrlagt, vilket ytterligare talar för att markstabiliteten inte är beroende av grundvattennivån i det övre magasinet.

Utifrån ovanstående bedöms det inte förekomma sättningsrisk eller påverkan på sättningskänsliga objekt till följd av den planerade trycksänkningen i övre magasinet.

6.3 Naturvärden och grundvattenberoende ekosystem

Påverkan på grundvattennivåerna är mycket lokal och bedöms vara som störst under perioder när det är ”naturligt” höga grundvattennivåer, exempelvis efter perioder med nederbörd eller under snösmältning. Under dessa perioder bedöms den förväntade grundvattenavsänkningen ha en ytterst begränsad påverkan på växtligheten då det under dessa perioder förekommer mer tillgängligt vatten för växtligheten.

Under perioder med ”naturligt” låga grundvattennivåer, alternativt när magasinet är torrt, bedöms påverkan på grundvattnet vara försumbar. Med avseende på grundvattenfluktuationerna i det övre magasinet bedöms det även troligt att träden har anpassats till dessa förhållanden.

Inga identifierade naturvärden bedöms därmed påverkas negativt av verksamheten, varken under eller efter avslutad entreprenad.

6.4 Ytvatten

De vattendrag som identifierats i anslutning till utredningsområdet är Arnebobäcken och Örsundaån. Båda vattendrag är utanför påverkansområdet och bedöms därmed inte att påverkas med avseende på grundvattenavsänkningen.

6.5 Förorenade områden

Provtagning av grundvatten i det övre magasinet visar att det vid vissa platser förekommer förhöjda halter av bland annat organiska föroreningar, nickel och zink vilket indikerar att fyllnadsmassorna är förorenade i dagsläget. Under entreprenaden kommer delar av den gamla banvallen med spår 2, 3 och 4 samt delar av det översta lagret av fyllnadsmassor vid den planerade gångbron att schaktas bort. Detta innebär att föroreningar och potentiella källor av föroreningar från de översta jordskikten avlägsnas från platsen.

6.6 Kulturhistoriska lämningar

Den planerade verksamheten bedöms inte ha någon påverkan på de befintliga kulturhistoriska lämningarna i området eftersom ingen av dessa bedöms vara beroende av grundvattennivåer för sitt bevarande. Skada som kan uppstå på dessa är därmed kopplad till eventuella marksättningar vid objekten. Som framgår av avsnitt 6.2 bedöms det inte förekomma risk för sättningar inom området med förväntad grundvattenpåverkan, varför även risken för skador på kulturmiljö och kulturlämningar inte bedöms ske.

6.7 Vattenförekomsten Enköpingsåsen

Eftersom Enköpingsåsen är en klassad grundvattenförekomst får inte miljökvalitetsnormerna avseende kemisk eller kvantitativ status riskeras att försämrats. Den kvantitativa statusen är direkt kopplat till grundvatten-nivån i åsen och grundvattenbildningen till denna. Åsmaterialets höga genomsläpplighet medför även att den kemiska statusen kan försämrats ifall förorenings-spridning sker till eller i åsen.

Det största schaktningsdjupet för gångbron ligger ca 10 m högre än uppmätt grundvattennivå i åsen. Det innebär att ingen grundvattenavsänkning kommer att ske i åsen (det undre magasinet). Grundvattenbildningen till åsen bedöms inte förändras eftersom infiltrationskapaciteten genom det mäktiga lerlagret i princip är obefintlig och i huvudsak sker där åsmaterialet går i dagen och där det inte bedöms finnas något övre magasin.

Leran bedöms utgöra en naturlig barriär mot föroreningar som motverkar hydraulisk kontakt mellan de två olika grundvattenmagasinen. Lägsta nivå för gångbron ligger ca 2 meter ovanför lerlagrets underkant. Vidare bedöms leran vara tät, vilket även konstaterades vid slugtest av grundvattenrör med avslut i leran (hydraulisk konduktivitet på ca 10⁻⁹ m/s). Vidare kommer delar av fyllnadsmassorna och delar av den tidigare banvallen att schaktas bort. Det är därför inte sannolikt att verksamheten kommer att medföra en större spridning av föroreningar från markytan till åsen jämfört med i dagsläget, varken under entreprenad eller under driftskede.

Utifrån detta bedöms gångbron inte riskera påverka Enköpingsåsens kvantitativa eller kemiska status.

6.8 Hedåsens vattenskyddsområde

De arbetsmoment som krävs för entreprenaden innebär att dispens behöver sökas för arbete som ska utföras i vattenskyddsområdet och som innefattas av skydds-föreskrifterna. Verksamheten bedöms inte påverka vattentäkten vare sig under eller efter avslutad entreprenad.

7 Skadeförebyggande åtgärder

Den planerade verksamheten bedöms inte medföra någon negativ påverkan på enskilda eller allmänna intressen. För att säkerställa detta, samt att den planerade verksamheten inte äventyrar möjligheten att uppnå fastställda miljö kvalitetsnormer för vatten föreslås ett antal skadeförebyggande åtgärder vidtas. Dessa beskrivs kortfattat nedan.

7.1 Kontrollprogram för grundvattenövervakning

Grundvattenförekomsten status får inte riskera att försämrats av den planerade verksamheten. Ett kontroll-program kommer därför tas fram för att övervaka så att ingen påverkan på grundvattenförekomsten sker. Kontrollprogrammet kommer att utformas baserat på resultat från befintliga utredningar och kommer bland annat innefatta inmätningar av grundvattennivåer.

7.2 Skadeförebyggande åtgärder under entreprenad och driftskede

Under entreprenaden ska det säkerställas att ingen påverkan på grundvattenförekomsten, eller andra allmänna och enskilda intressen, sker. Därmed ska grundvattenförhållandena i området skyddas under entreprenaden och under driftskedet. Detta utförs genom att säkerställa så att ingen förorenings-spridning kan ske från det övre grundvattenmagasinet ned till grundvattenförekomsten eller till kringliggande recipienter. Inläckande grundvatten till schakt ska omhändertas på lämpligt sätt för att förhindra föroreningsspridning. Schaktnivåer ska kontrolleras för att säkerställa att det inte förekommer risk att det tätande lerlagret punkteras.

8 Övriga rekommendationer

Innan markarbeten utförs ska en riskanalys med avseende på vibrationer (och sättningar) tas fram för att bestämma besiktningsomfattning samt erforderliga kontrollåtgärder av omkringliggande anläggningar och byggnader.

Kompletterande undersökningar behöver utföras i läget för bro vid ca 112+770 för bedömning av grundläggning. Undersökningar behöver utföras i läget för trappor och brofundament.



Postadress: Trafikverket, Ärendemottagningen, TÄHS-2024-000326, Box 810, 781 28
Borlänge Telefon: 0771-921 921, Texttelefon: 010-123 50 00

www.trafikverket.se