

## JÄRNVÄGSUTREDNING

# Sundsvall – Härnösand

Sundsvall-, Timrå- samt Härnösands kommun, Västernorrlands län

**PM – Geoteknik, Geohydrologi och Berg, RMG083NR005**

2013-10-15



Titel: PM – Geoteknik, Geohydrologi och Berg

Utgivningsdatum: 2013-10-15

Utgivare: Trafikverket

Kontaktperson: Marie Svahn

Uppdragsansvarig: Anders Brandt

Distributör: Trafikverket, Adress, Post nr Ort, telefon: 0771-921 921.

# Innehållsförteckning

---

## Innehåll

Objekt.....	5
Ändamål .....	5
Underlag för PM.....	6
Allmänt .....	6
Geoteknik.....	6
Bergteknik .....	7
Geohydrologi.....	7
Allmänt Geoteknik.....	8
Allmänt Bergteknik.....	10
Allmänt Hydrologi .....	11
Allmänt Geohydrologi .....	12
Beskrivning Blå korridor .....	15
Blå korridor, Delområde 1 (km 2+600 – 8+500).....	15
Blå korridor, Delområde 2 (km 8+500 – 23+000).....	17
Blå korridor, Delområde 3 (km 23+000 – 37+000).....	19
Blå korridor, Delområde 4 (37+000 – 52+500) .....	21
Beskrivning Röd korridor.....	25
Röd korridor, Delområde 1 (km 2+600 – 8+500) .....	25
Röd korridor, Delområde 2 (km 8+500 – 24+000) .....	25
Röd korridor, Delområde 3 (km 24+000 – 37+000) .....	27
Röd korridor, Delområde 4 (km 37+000 – 52+900) .....	29
Beskrivning Blå Öst korridor.....	32
Blå Öst korridor Delområde 1 (km 2+600 – 8+500) .....	32
Blå Öst korridor, Delområde 2 (km 8+500 – 23+000) .....	32
Blå Öst korridor, Delområde 3 .....	33
Blå Öst korridor, Delområde 4 .....	33
Beskrivning Röd Väst korridor.....	34
Röd Väst korridor, Delområde 1 (km 2+600 – 7+500) .....	34

---

Röd Väst korridor, Delområde 2 (km 7+500 – 26+350) .....	34
Röd Väst korridor, Delområde 3 .....	35
Röd Väst korridor, Delområde 4 .....	35

## **Bilagor**

Bilaga 1 - Jordartskarta Tyréns, underlag SGU

Bilaga 2 - Berggrundskarta Tyréns, underlag SGU

Bilaga 3 - Rapport Bergteknik Befintlig tunnel Indalsälven till Östrand, daterad 2012-11-15

Bilaga 4 - Rapport Bergteknik Bergforsens Kraftstation, daterad 2013-06-14

Bilaga 5 – Rapport Geologisk prognos tunnlar, daterad 2012-10-11

## **Tillhörande dokument**

Markteknisk undersökningsrapport (MUR)/ Geoteknik, daterad 2013-06-14

Rapport Geofysik, daterad 2013-06-25

# Inledning

---

Föreliggande PM behandlar projekteringsförutsättningar avseende geoteknik, bergteknik och grundvatten för järnvägsutredning ny järnväg sträckan Sundsvall - Härnösand. PM nyttjas som underlag till fortsatt utredning och projektering i kommande skeden. Vid upprättande av bygghandlingar, då anläggningars utformning är bestämd skall geotekniska uppgifter och rekommendationer, som överensstämmer med planerat utförande, inarbetas i den byggnadstekniska beskrivningen.

Sammanställning av tidigare och nu utförda geotekniska undersökningar redovisas i en separat rapport MUR, Markteknisk undersökningsrapport.

## Objekt

Inom uppdrag 230818, Järnvägsutredning Sundsvall – Härnösand har Tyréns AB utfört geoteknisk, bergteknisk och geohydrologisk utredning inom planerade järnvägskorridorer. Totalt har utredningen omfattat fyra benämnda alternativ (vilka sedan kan kombineras); Blå, Blå Öst, Röd och Röd Väst.

Uppdragsgivare Trafikverket Mitt med Projektledare Marie Svahn, Trafikverket Teknikstöd Geoteknik, Berg och Geohydrologi för Trafikverket är Bo Carlsson, Trafikverket.

Konsult är Tyréns med Uppdragsansvarig Anders Brandt. Teknikansvarig Geoteknik, Berg och Geohydrologi för Tyréns AB är Per Olof Sjödin, Tyréns AB.

Handläggare Geoteknik – Per Olof Sjödin, Tyréns AB

Handläggare Berg – Frank Ouchterlony, Tyréns AB

Handläggare Geohydrologi – Karin Magnusson, Tyréns AB

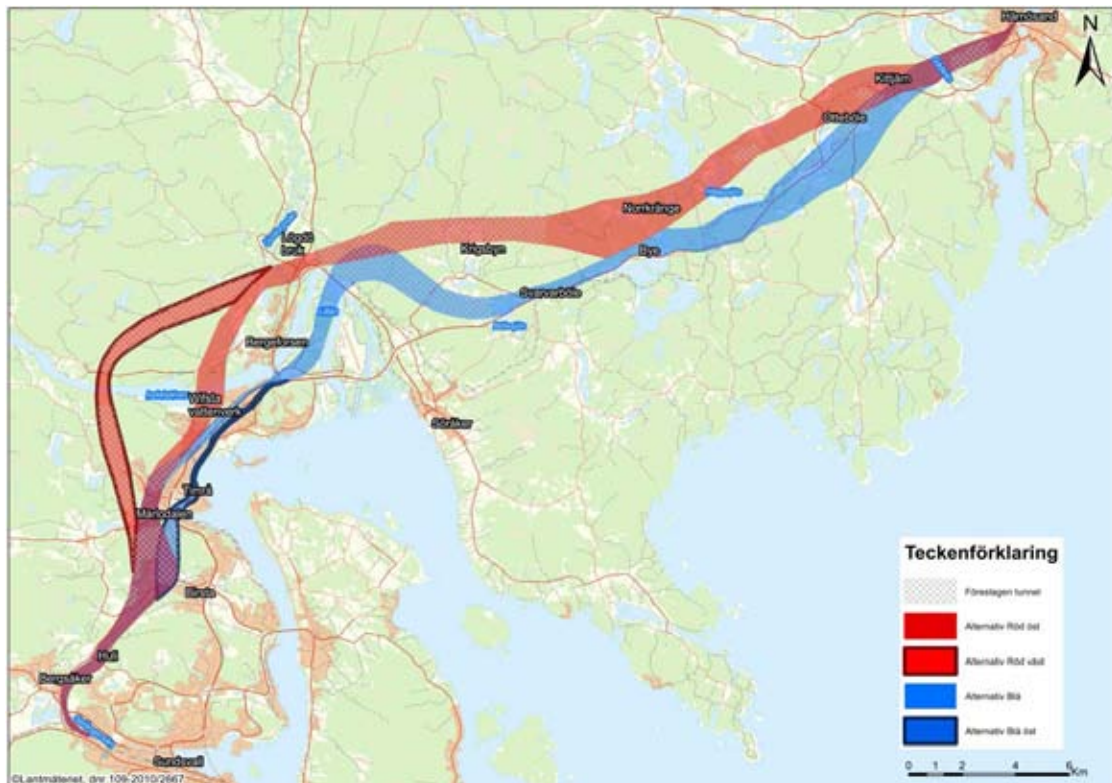
## Ändamål

Syftet med utredningen är att ge underlag avseende de geotekniska förhållandena som underlag för kostnadsbedömningar inför val av korridor i järnvägsutredningen.

Utredningen syftar vidare till att utgöra underlag vid fortsatt projektering inom vald korridor. Sträckan är indelad i fyra delområden (1-4) och i utredningen har två korridorer (Röd och Blå) studerats för hela sträckan, inom delområde 2 har ytterligare två alternativa korridorer (Blå Öst och Röd Väst) studerats.

Undersökningarna har utförts i anslutning till en projekterad möjlig linjeföring i respektive korridor fortsättningsvis kallad "Förslagslinje". Den så kallade förslagslinjen redovisas även på jordarts- och berggrundskarta att relatera till i beskrivningen.

---



Figur 1 Översiktskarta Järnvägsutredning Sundsvall - Härnösand

## Underlag för PM

Följande material har utgjort underlag för föreliggande PM:

### Allmänt

- Spårplaner i plan och profil:
  - Delområde 1 – 1-RB-Ber-Bir alt 2a
  - Delområde 2 – 2-R-Bir-Stav alt 2, 2-RV-Bir-Stav alt 2, 2-B-Bir-Mid alt 1, 2BÖ-Bir-Mid alt 1.
  - Delområde 3 – 3-R-Stav-Bye alt 2, 3-B-Mid-Stav alt 2
  - Delområde 4 – 4-R-Bye-Hsd alt 3, 4-R-Bye-Hsd alt 3
- Höjdmodell 50m grid (dvs relativt grov höjdinformation)

### Geoteknik

- Markteknisk UndersökningsRapport (MUR)/ Geoteknik, daterad 2013-06-14
- Arkivmaterial (enligt nedan)

Från dessa källor har arkivmaterial inhämtats (redovisas i MUR):

- Sundsvalls kommun
- Timrå kommun
- Härnösands kommun

- Trafikverket (tidigare Vägverket)
- Trafikverket (tidigare Banverket)
- Geologiskt kartmaterial tillhandahållet av SGU.
- SGU, 2003. Grundvattenkarta med beskrivning, Västernorrlands län. Sveriges Geologiska Undersökning, serie Ah nr. 23.
- MittSverige Vatten AB. Sammandrag av geohydrologiska undersökningar utförda av VBB VIAK. 1992-04-15.

### Bergteknik

- Geologiskt kartmaterial tillhandahållet av SGU
- Fältkartering, Tyréns 2011-2012

### Geohydrologi

- Det har utförts geotekniska undersökningar längs vissa sträckor på de olika alternativen och det finns även tidigare utförda undersökningar att beakta.
- Det har på sträckan installerats 7 st grundvattenrör för långtidsobservationer.
- SGU, 2003. Grundvattenkarta med beskrivning, Västernorrlands län. Sveriges Geologiska Undersökning, Serie Ah nr 23.
- MittSverige Vatten AB. 2011a. Förslag till skyddsföreskrifter, Wifsta vattentäkt. 2011-10-03.
- MittSverige Vatten AB. 2011b. Wifsta vattentäkt; Teknisk beskrivning till ansökan om revidering av skyddsområde för vattentäkt. 2011-11.

# Markförhållanden

---

## Allmänt Geoteknik

Geotekniska förutsättningar påverkas av områdets varierande topografi och geologi i det kuperade landskapet vilket medför mycket varierande grundläggningsförutsättningar inom och mellan de föreslagna korridoralternativen (se jordartskarta, bilaga 1). Sammantaget är dock variationerna relativt jämnt fördelade och de alternativskiljande geotekniska förutsättningarna jämnar i stort ut sig mellan föreslagna korridorer.

Hela den studerade sträckningen ligger under högsta kustlinjen (HK) där morän är dominerande jordart, ytligt är denna mer eller mindre påverkade av svallning där finmaterial spolats bort. Berg i dagen eller ytnära berg är också vanligt förekommande. Inom dessa områden är byggbarheten generellt god och några särskilda geotekniska förstärkningsåtgärder bedöms ej aktuella.

Flera dalgångar (Selångersån, Huli, Merlobäcken, Indalsälven, Ljustorpsån, Gådeån) passeras där dalgångens vattendrag bidragit till att erodera ner i finsediment av sand, finsand, silt och lera som tidigare avlagrats under en högre liggande havsytta. I lägre liggande partier i dessa dalgångar kan sedimentdjupen vara betydande (10-40 m) och inom dessa områden erfordras generellt någon typ av geoteknisk förstärkningsåtgärd för att säkerställa byggbarheten. Även exempelvis dalgången vid Lundetjärn och Lögdösjön samt i anslutning till Byesjön och Antjärn bedöms jordarna var finkorniga med sediment av lera och silt. Förstärkningsåtgärder kan bestå av inblandningspelare eller pålgrundläggning av broar och bankar vid djupa/lösa sediment, vid grundare partier kan tryckbankar, utskiftning, förbelastning eller lättfyllning vara tillräckligt.

I anslutning till dalgångarna Selångersån, Indalsälven, Ljustorpsån och Gådeån förekommer även isälvsediment som består av lager med sorterat grus och sand i åsbildning och ofta är av värde som naturresurs.

På höjdparterier förekommer berg i markytan och småkuperade höjdområden består omväxlande av berg i dagen samt morän med myrmark och ställvis finsediment i svackorna. En lång sträcka där dessa förhållanden råder mer allmänt är på höjdparteriet mellan Ljustorpsån och Gådeåns dalgångar med marknivå över +70 m.ö.h. Inom dessa områden är djupet till fasta jordlager litet, någon till några meter, och byggbarheten generellt god. Dock kan mindre förstärkningsåtgärder aktualiseras, på sträckor med torv och sediment av silt och lera, som exempelvis utskiftning eller förbelastning för bankar eller plattgrundläggning av broar.

I det kuperade landskapet kommer skärningar att skapas i sluttande terräng, även i anslutning till tunnelpåslag skapas förskärningar som kan vara omfattande. Förekomst

---



av exempelvis grovkorniga jordar och/eller höga grundvattentryck innebär att det finns risk för problem med erosion och omhändertagande av grundvatten. För dessa skärningar är det av stor vikt att stabilitets- och grundvattensituationen utreds.

Några delsträckor som identifierats som sannolikt mest kostnadskrävande gällande geotekniska förstärkningsåtgärder är de dalgångar som passeras (undantaget tunnlar). I anslutning till dessa råder generellt risk för stabilitetsproblem med hänsyn till släntlutningar i kombination med lösa sediment. Erosionsbenägna jordar och varierande vattennivåer i vattendragen kan också bidra till att öka riskerna för stabilitetsproblem. Dessa områden bör ägnas särskild uppmärksamhet vid utredningar i kommande skede.

**Selångersåns dalgång** (samtliga korridorer) – Järnvägsbank och -bro för passage av dalgången, Selångersån och Västra vägen anläggs inom område med finsediment till 20 m djup i synnerhet i anslutning till ån.

**Huli dalgång** (samtliga korridorer) – Långa och djupa skärningar på skrå kan medföra problem med omhändertagande av grundvatten på sträckan. Passage över dalgången och Timmervägen med järnvägsbank och -bro sker över områden med torv och lösa sediment med upp till 10 m djup.

**Merlobäckens dalgång** (samtliga korridorer) – Dalgången passeras i olika lägen för olika korridorer. Stora höjdskillnader i dalgången som passeras på brolösning på lösa sediment med upp till 10-15 m djup medför problematiska grundläggningsförutsättningar.

**Indalsälvens dalgång** (samtliga korridorer) – Dalgången passeras i olika lägen för olika korridorer. Stora höjdskillnader, mycket mäktiga isälvsediment (20->60m) och behov av långa bropassager över Indalsälven medför kostsam grundläggning. Vid dessa passager är det även viktigt att beakta de stora sandmaktigheternas känslighet för erosion samt risker vid höga flöden.

**Ljustorpsåns dalgång** (röd korridor) – Järnvägsbank och -bro för passage av dalgången sker genom område med djupa finsediment (15->50 m) i synnerhet i anslutning till ån. Vid dessa passager är det även viktigt att beakta de stora sandmaktigheternas känslighet för erosion samt risker vid höga flöden.

**Krigsbyn** (röd korridor) – Passage av dalgången kommer att ske i eller under markytan och riskerar medföra stora problem med omhändertagande av grundvatten. Vissa osäkerheter finns gällande bergkvaliteten för sträckan.

## Allmänt Bergteknik

Bergtekniska förutsättningar för planerade bergtunnlar varierar både längs med och även mellan de föreslagna korridorerna mycket beroende av topografin och aktuella bergartsområden, men även med avseende på de bergkvalitetssänkande gångbergarter med samlingsnamnet Alnöitgångar som förekommer i Alnöns närområde med större frekvens och påverkar blå korridor mer än röd. Tunnelriktningen i förhållande till förekommande svaghetszoner samt bergartens egen planstruktur har även stor betydelse. Passager av bergartskontakter är vanligt förekommande. Dessa geologiska förhållanden kan medföra betydande problem och bör utredas i kommande skeden, särskilt i de fall där tolkade strukturer följer tunnelsträckningen under en längre sträcka.

Bergartsområdena där bergtunnlar förekommer utgörs i huvudsak av migmatit samt gråvacka vilka var för sig har stora variationer i egenskaper beroende sprickighet, glimmerinnehåll och t ex förekomst av gångbergarter såsom alnöiter men även diabaser och pegmatiter. Även ett område med granit förekommer där en kortare tunnel planeras.

Bergtekniska konsekvenser av beskrivna förhållanden är att tunnlar sannolikt kommer att utföras med systematiskt förankrad fiberarmerad sprutbetong då en sämre vidhäftning kan förväntas. Alnöitgångar, beroende på storlek och karaktär, kommer att behandlas med anpassade åtgärder, ibland även med stödjande plastgjutna betongkonstruktioner.

Avledning av yt- och grundvatten från bergskärningar och tunnelpåslagens förskärningar är problem som måste hanteras vid projektering. Problematiken är viktig för drift och underhåll eftersom vatten har en negativ inverkan på befintliga konstruktioner och risken för svallisbildning vintertid utgör en påtaglig störningsrisk för trafiken.

Gemensamt för planerade bergtunnlar är att övervägande delen av planerade påslagslagen inte är blottade eller verifierade med sondering. Antagna tunnellängder är därför uppskattade ur terrängmodellen och skall betraktas som osäkra tills de verifierats med tillräcklig noggrannhet.

Särskilt för tunnelpåslagen i anslutning till Indalsälvens norra sida kan jorddjupen vara betydande och därmed medföra långa skärningar med betydande jordslänter innan tillräcklig bergtäckning erhålls för tunnelbyggande.

## Alnöitproblematik

Alnöiten är en gångbergart som är kalkrik och vittrar lätt. Gångarna förekommer med mäktigheter upp till ett par meter men vanligast är mindre gångar. Beroende på riktning i förhållande till tunneln och frekvensen på förekomst kan dessa ha en stor

betydelse för stabiliteten och därmed såväl produktionskostnad som framtida underhållskostnad.

En variant av alnöiten med högre kalkhalt sönderfaller till lera under inverkan av luft och vatten. Denna variant har observerats kring Bergeforsen.

Erfarenhet från en befintlig kylvattentunnel mellan Indalsälven och Östrand visar att problematiken är relevant för sträckan.

### Allmänt Hydrologi

Området karaktäriseras av en dramatisk natur med höga berg. Runt Sundsvall och Timrå är det branta bergssidor och höga toppar och norr om Timrå dominerar en högplatå. Söder om Indalsälven finns ett fåtal sjöar medan det på högplatån längre norrut finns fler och större sjöar. Vattendragen och sjöarna är till stor del placerade i dalarna. Det största korsande vattendraget är Indalsälven och övriga korsande vattendrag av betydelse är från söder Selångersån (Sundsvall), Merlobäcken (Timrå), Ljustorpsån (Stavreviken) samt Gådeån (Härnösand). Selångersån och Ljustorpsån är meandrande och aktiv deltabildning finns vid Selångersåns utlopp i Selångersfjärden. Indalsälvens delta får idag tillkommande sediment enbart från Ljustorpsån, efter att Bergeforsens kraftverksdamm byggts, och det sker idag en långsam erosion och omlagring av deltat.

Området har fem huvudavrinningsområden; Indalsälven som är det största, Selångersån, Gådeån samt två icke namngivna som omfattar kustområdena (se Figur 2).



Figur 2 Huvudavrinningsområden

### Sundsvalls kommun

Strax utanför Sundsvalls tätort passerar Selångersån och Selångersfjärden.

Norr om Sundsvall ligger Hulidalen som är en dalgång som omges av bl.a. Hammalåsen och Kullsåsen. Hammalmyren är ett låglänt område som avvattnar dalgången. Ett flertal vattendrag rinner ned i dalen från de omgivande höjdpartierna och samlas i Hulibäcken som rinner ned mot Selångersfjärden.

Norr om Öråker ligger Öråkerstjärnen med omgivande våtmarksområden och vattendrag.

### Timrå kommun

Strax söder om Timrå passerar Märlobäcken och Torsdalsbäcken som rinner ned mot Timråviken.

Strax norr om Bergeforsen intill Ljustorpsån ligger Natura 2000-området Masugnsgrundet. Området översvämmas återkommande då det inträffar mycket höga flöden i Ljustorpsån, dock ej varje år. I förutsättningarna för gynnsam bevarandestatus anges att en naturlig hydrologisk regim ska råda i området. Det innebär att åtgärder som kan förändra vattenflöden ska undvikas. Detta kan t.ex. röra sig om kalavverkning, ökat markslitage, byggande av bankar eller bortledning av vatten i diken.

Området från Bergeforsen och österut mot kommungränsen kännetecknas av skogsklädda berg med sjöar, våtmarker och jordbruksområden i dalarna. Ett exempel är dalgången vid Krigsbyn som avvattnar hela det kringliggande höjdområdet och korsas av två vattendrag. Exempel på våtmarker och sjöar som kan beröras längs sträckan är Stormyran, Norrkrångesjön och Gnistringstjärnen.

### Härnösands kommun

På sträckan från Timrå kommungräns till Härnösand finns ett flertal vattendrag och sjöar som kan beröras. Speciellt i området Öjesjön-Häggsjön-Antjärn där det finns ett antal sjöar och korsande vattendrag. Strax väster om Härnösand passerar Gådeån.

### Allmänt Geohydrologi

Det kuperade landskapet med varierande topografi och geologi medför att grundvattnets strömningsriktning styrs av lokala förhållanden. Generellt rör sig grundvattnet från höjdparter ned i dalar och vidare mot havet. Grundvattendelarna bedöms i stort sammanfalla med ytvattendelarna som bestäms av topografin. Hela den studerade sträckningen ligger under högsta kustlinjen (HK) och morän är dominerande jordart. Moränen kan, om den är grovkornig och lucker, innehålla grundvatten i en sådan mängd att den kan vara intressant att nyttja som vattenresurs för enskilda brukare.

De mest betydande grundvattenförekomsterna finns i isälvsavlagringar som skapats i och med den senaste landisens avsmältning. De viktigaste avlagringarna i Västernorrlands län finns i de stora älvdalarna och har störst mäktighet ned mot kusten. Längs älvarna är det vanligt med så kallad inducerad infiltration som består i att älvvatten naturligt strömmar in i åsen där de två vattenförekomsterna står i kontakt med varandra. Grundvattnets strömningsriktning i åsarna kan skilja sig från ytvattnets, då grundvattnet kan påverkas av grundvattendelare som t.ex. höga berglägen och zoner med ökad infiltration av ytvatten.

Inom utredningsområdet finns det tre större definierade isälvsavlagringar. Sundsvallsåsen börjar i Sundsvallsbukten och kan sedan följas längs med Selångersåns dalgång och vidare upp förbi Kovland. Åsen är troligen uppdelad i flera mindre vattenmagasin. Indalsälvens ås börjar i Klingerfjärden, korsar under Timrå och går sedan längs med Indalsälven. Ofta syns åsen bara i niporna eller inte alls, men den bedöms med stor sannolikhet vara sammanhängande. Den inducerade infiltrationen är stor och det går att ta ut betydande vattenmängder till bland annat dricksvattenförsörjning. Den tredje åsen, Mjällåns ås, går från Klingerfjärdens delta längs Ljustorpsåns nedre del samt vidare upp i Mjällåns dalgång. Det är oklart hur sammanhängande åsen är i dess södra delar och vattentillgången har bedömts vara måttlig (SGU, 2003).

Söder om Härnösand finns enligt SGUs grundvattenkarta en måttlig grundvattentillgång med goda eller mycket goda uttagsmöjligheter, storleksordningen 1-5 l/s. Det är ett område med grövre jordmaterial och det finns en grustäkt strax öster om Kittjärn. Grundvattentillgången sträcker sig från Ytterfälle förbi Fröland och upp mot Kittjärn.

Finkorniga jordarter som silt och lera innehåller mycket vatten men det är relativt fast bundet i materialet. Under de finkorniga sedimenten kan det finnas vattenförande lager av t.ex. sand och grus. Exempelvis täcks Indalsälvens ås i dess nedre delar av mäktiga finkorniga sediment. I området där åsen når Klingerfjärden ger det höga grundvattenflödet i kombination med de täta lagren upphov till artesiskt grundvatten, dvs. grundvattnets trycknivå ligger över marknivån. Om de täta jordlagren punkteras kan ett kraftigt grundvattenutflöde ske och vattentrycket under jordlagren kan sänkas.

Vivstavarvstjärnen är en mindre sjö som ligger ovanpå åsen och sjöns vatten kommer från ett övre liggande grundvattenmagasin och har inte direktkontakt med åsens stora egentliga grundvattenflöde.

### Vattnet i berggrunden

Berggrunden består av kristallint urberg vars bergmassa kan anses vara tät. Det vatten som förekommer finns i berggrundens sprickor och mängden vatten styrs av bl.a. sprickfrekvens och sprickornas genomsläpplighet. I området mellan Sundsvall och Härnösand finns ett flertal olika bergarter med olika egenskaper. Berggrundens

innehåll av vatten går dock inte att bedöma utifrån bergart utan variationen är större inom en bergart än mellan olika bergarter.

Större mängder vatten kan förekomma i krosszoner/svaghetszoner där berget är mer uppsprucket. Ytligt liggande berggrund är ofta mer uppsprucken än djupt liggande, vilket vanligtvis innebär ett större vatteninnehåll närmare bergöverytan

# Beskrivning av korridoralternativ

## Beskrivning Blå korridor

### Blå korridor, Delområde 1 (km 2+600 – 8+500)



Figur 3 Översiktkarta Delområde 1

### Geotekniska förhållanden

**Selångersån** och dess dalgång passeras på bank och bro vilka grundläggs i områden med sediment av lera och silt (skjuvhållfasthet 25-85 kPa) ner till ca 10-15m under markytan vilka underlagras av friktionsjord av sand. För grundläggning erfordras förstärkningsåtgärder, för bron i form av exempelvis pålgrundläggning, och för anslutande bankar eventuellt bankpållning. Efter passage Selångers dalgång ligger korridoren över **Hulidalgången** där förutsättningarna varierar kraftigt inom korridorbredden, från 10 m mäktighet av lösa sediment av lera, ställvis överlagrade av torv (t.ex Hammalmyren), mitt i dalgången till någon meter morän på berg eller berg i dagen vid dalgångens sluttningar. Skärningar i jord och berg sydöst i Huli dalgång kan bl.a medföra omfattande behov av omhändertagande av grundvatten. Järnvägsbank över centrala delar av dalgången innebär behov av geotekniska förstärkningsåtgärder för banken samt för grundläggning av bro.

Inom förslagslinjen bör fortsatta undersökningar bl.a ge svar på följande:

- Kompletterande information om bergnivå i skärningar Hulidalgången

-Omfattning av lösjord (torv och silt/lera) vid passage av Hulidalgången (Hammalmyren)

### **Bergtekniska förhållanden**

Enligt förslagslinje för korridoren ligger järnvägen i bergtunnel (6+650-7+300) med längd ca 650 m vid Huli. Bergtäckning är god och som mest ca 40m. Topografin längs tunnelsträckan varierar mellan +40 och +100. Inga bergblottningar vid det södra påslaget.

Tunneln genom Huli ligger i en Migmatit av medelgod kvalitet. Risken för Alnöitgångar är måttlig. Byggbarheten bedöms som medelgod till god.

### **Geohydrologiska förhållanden**

På sträckans mellersta och norra del går alternativet genom Hulidalen som avvattnar kringliggande höjdområden och i dalen finns våtmarker och vattendrag. Vid en placering av järnvägen i skärning på Hulidalens östra sluttning fås en omfattande lång skärning som kommer att påverka avvattningen av Hammalåsen. Bl.a. korsas ett vattendrag som rinner nedför sluttningen. Ett grundvattenrör för långtidsmätning har placerats i läge för en eventuell skärning och vid mätningar i april-maj 2013 låg grundvattnet ca 3 m under markytan. Grundvattensituationen och hantering av tillrinnande vatten samt påverkan på slänter i skärningar behöver utredas i detalj i kommande skeden.

Vid en placering av järnvägen på Hulidalgångens östra sluttning kommer skärningen att övergå i tunnel i den norra delen av sträckningen. I tunnelns norra del kan en större sprickzon beröras vilket eventuellt ger ökad dränering av vatten från mark över tunneln.

I slutet av delområdet passerar alternativet över Hulidalen för att fortsätta norrut.



## Blå korridor, Delområde 2 (km 8+500 – 23+000)



Figur 4 Översiktskarta Delområde 2

### Geotekniska förhållanden

Inledningsvis inom delområde 2 ligger korridoren över Huli dalgång med förekommande torv och lösa sediment av lera (ca 10m mäktighet). För grundläggning inom områden med dåliga förutsättningar mitt i dalgången kommer geotekniska förstärkningsåtgärder att erfordras för bl.a järnvägsbank och järnvägsbro över Timmervägen.

Korridoren viker norrut genom Öråkers dalgång där omväxlande lång bank och skärning kan bli aktuellt. För passage av Birstaberget/Laggarberget läggs järnvägen i tunnel. Efter tunneln skall **Merlobäckens dalgång** passeras där djupa sediment av lös siltig lera (10-15m djup med skjuvhållfasthet 10-35 kPa) medföra behov av geotekniska förstärkningsåtgärder för bank och broar. Korridoren rundar Merlo slott varefter passage sker av en mindre dalgång i anslutning till Torsdalsbäcken där marken huvudsak består av fasta jordar innan en ny tunnel genom Frölandsberget tar vid. Efter tunneln ligger korridoren i anslutning till befintlig E4 på en lång sträcka, nära markytan bestående av friktionsjord av sand (svämsediment). I höjd med Bergeforsens kraftstation passeras ett höjdområde med berg i dagen med bergskärning varefter korridoren går ut över Stordalen där man bör kunna hålla profilen relativt nära befintlig mark bestående av friktionsjord av sand. Bro över Lillån kan grundläggas på friktionsjord av sand med platta på mark.

Inom förslagslinjen bör fortsatta undersökningar bl.a ge svar på följande:

- Grundläggningsförutsättningar inom dalgång Öråker
- Kompletterande information bergnivå tunnelpåslag Birstaberget/Laggarberget södra och norra
- Kompletterande information grundläggningsförutsättningar Merlobäckens dalgång
- Bergnivå skärningar i höjd med trafikplats Bergeforsen

### **Bergtekniska förhållanden**

Passage av Birstaberget/Laggarberget erfordrar en tunnellsättning och enligt Förslagslinje för korridoren anläggs en bergtunnel (10+950-12+100) med längd ca 1150 m genom Birstaberget. Bergtäckning är god och som mest ca 50m. Topografin längs tunnelsträckan varierar mellan +60 och +110. Södra påslaget beläget i en dalbotten vilket medför lång skärning som blir utsatt för hög vattenbelastning från omgivande mark.

Tunneln genom Birstaberget ligger i huvudsak i en Migmatit av medelgod kvalitet. Risken för Alnöitgångar bedöms som stor. Byggbarheten bedöms som medelgod med reservation för en försämring beroende på frekvensen och kvaliteten på eventuella Alnöitgångar.

Korridoren innebär även tunnel genom Frölandsberget (13+650-15+000) med längd ca 1350m. Bergtäckning är god och som mest ca 60m. Topografin längs tunnelsträckan varierar mellan +40 och +110.

Tunneln genom Frölandsberget antas ligga huvudsakligen i Migmatit av sämre kvalitet men inslag av Gråvacka kan inte uteslutas pga. den tolkade närliggande bergartskontakten. Grova Pegmatitgångar förekommer i den södra delen och bergartskontakten har låg hållfasthet. Befintlig bergtunnel som går på större djup indikerar på mycket stor risk för förekomst av Alnöitgångar. Byggbarheten bedöms därför som dålig dvs. omfattande förstärkningsarbeten och dålig framdrift jämfört med övriga tunnlar pga. Pegmatit- och Alnöitgångars kvalitetsinverkan.

### **Geohydrologiska förhållanden**

Delområde 2 domineras av broar över Merlobäcken och två tunnlar; genom Birstaberget, söder om Timrå, och Frölandsberget vid Fröland i Timrås västra kant. Mindre skärningar och bankar finns även längs sträckan.

Norr om Hulidalen upp mot Birstaberget går korridoren längs med en dalgång med ett vattendrag som avvattnar Öråkerstjärnen. På Birstabergets södra sluttning, där en förskärning och tunnelpåslag krävs, är det sankt och rinner små vattendrag. I området finns även en större sprickzon. Ett installerat grundvattenrör visar att grundvattnet ligger i nivå med markytan (april-maj 2013). Stora problem med hantering av vatten kan förväntas vid skärning och tunnelpåslag och detta måste utredas noggrant i kommande skeden. Bergartens huvudsprickriktning löper nästan parallellt med

tunnelriktningen vilket, om långsgående sprickor hamnar i tunnelläget, kan ge ett högre inflöde av berggrundvatten än i andra fall.

Vid tunneln genom Frölundsberget finns det risk att alnöitgångar påträffas vid det södra tunnelpåslaget. Dessa kan vara vattenförande och det medför då risk för stora inläckage av vatten i tunneln eller vid tunnelpåslaget. Ett grundvattenrör för långtidsmätning har placerats i sluttningen på nordöstra sidan av berget. Vid mätningar i april-maj 2013 låg grundvattnet strax under markytan.

Efter tunneln genom Frölundsberget går korridoren längs med befintlig E4 genom bebyggda områden innan järnvägen vid Norrberge viker av upp mot Färjholmen. Järnvägen kommer huvudsakligen att gå i marknivå längs sträckan.

### Blå korridor, Delområde 3 (km 23+000 – 37+000)



Figur 5 Översiktskarta Delområde 3

### Geotekniska förhållanden

Korridoren ligger över Stordalen och vidare över Färjholmen med bank på mycket mäktig friktionsjord av sand. **Bro över Indalsälven** grundläggs med friktionspålar alternativt platta på mark, det norra landfästet kan eventuellt grundläggas på berg beroende på var det placeras inom korridoren (berg har påträffats inom 3m i undersökta punkter).

Efter passage av Indalsälven kommer järnvägen att förläggas i tunnel upp mot Sunnansjö och Bölesjön. Mellan km 30-32 ligger förslagslinjen på bro över Bölesjön

samt bank 2-10m i ett område som domineras av ytnära morän vilket bör medföra goda grundläggningsförutsättningar.

I höjd med befintlig mötesstation Hussjöby passerar förslagslinjen norr om E4 i skärning <10m i huvudsakligen morän varefter profilen sänks mot Bye, bl.a via tunnel genom Svartbackberget. I höjd med Krångebäcken och passagen av en bilväg ligger förslagslinjen på ca 10m bank på sediment av silt eller lera på morän vilket kan innebära att viss förstärkning erfordras. Den sista delen av delområde 3 ligger i skärning i morän/berg söder om Gnistringstjärn.

Inom förslagslinjen bör fortsatta undersökningar bl.a ge svar på följande:

- Kompletterande information grundläggning bro över Indalsälven
- Kompletterande information bergnivå Sunnansjötunneln för tunnelpåslag samt del ca 24+000-24+500 och 29+200-29+400
- Kompletterande information grundläggning bro över Bölesjön
- Bergnivå tunnel Svartbacksberget
- Grundläggningsförutsättningar för bank i höjd med Krångebäcken
- Material och bergnivå skärning vid Bye

### Bergtekniska förhållanden

Sunnansjötunneln från Fjäl vid Indalsälven till Sunnansjö (24+000-30+200) med längd ca 6200m. Bergtäckningen är god och som mest ca 50-70m. Topografin längs tunnelsträckan går från +15 norr om Indalsälven vid Fjäl till +80 vid Sunnansjö och däremellan varierar bergkullelandskapet med toppar mellan +50 till +140. Större delen av tunneln bedöms ligga i en Metagråvacka av medelgod kvalitet med hög glimmerhalt. Inslag av grova pegmatitgångar och sliror förekommer. Vid det södra påslaget kan dock en sämre Migmatit förväntas. De sista ca 500m av tunneln, före det norra påslaget, avslutas i en Migmatit av medelgod kvalitet. I den södra bergartskontakten finns en större svaghetszon med riktning ONO. Risk för Alnöitgångar bedöms som måttlig. Bygghärdheten bedöms som god men generellt kan lägre vidhäftning för sprutbetong förväntas. Medelhöga grundvattentryck komplicerar tätningsarbetet något.

Tunnel genom Svartbackberget/Hussjöberget med längd ca 150m. Bergtäckningen är liten och som mest ca 10m. Bergmassan utgörs av granit-granodiorit och är av god kvalitet med en huvudsprickriktning som tvärrar tunneln vilket är fördelaktigt ur tunneldrivnings- och bergförstärkningssynpunkt. Tunneln har i hela sin längd en liten bergtäckning och därför måste verifieras i större omfattning. Liten bergtäckning begränsar injekteringstrycket och därmed tätningsresultatet. Tunneln föreslås därför att i hela sin längd kläs in för avledning av inträngande grundvatten. Injektering kan därmed sannolikt utgå då det utifrån topografi, växtlighet mm preliminärt kan antas uppenbart att en lokal permanent grundvattensänkning inte medför någon mätbar skada.

### Geohydrologiska förhållanden

Direkt efter passagen av Indalsälven går järnvägen in i en ca 6 km lång tunnel mellan Fjäl och Sunnansjö. Strax efter det västra tunnelpåslaget passeras en större svaghetszon som kan ge upphov till större mängder inströmmande vatten. I övrigt bedöms sprickorna i berget vara relativt täta.

I slutningen innan Svarvarböle har ett grundvattenrör placerats. Vid mätningar i april-maj 2013 låg grundvattnet mellan en halv och en meter under markytan. Efter Svarvarböle går korridoren på norra sidan av väg E4. Bitvis kommer den att gå i skärning till följd att blötmark och mindre vattendrag på slutningen fram mot Hussjö kan komma att påverkas.

Mellan Hussjö och Bye kommer järnvägen gå omväxlande i skärning och på bank, eventuellt också en kort tunnelsträcka.

### Blå korridor, Delområde 4 (37+000 – 52+500)



Figur 6 Översiktskarta Delområde 4

### Geotekniska förhållanden

Delområde 4 börjar i höjd med Gnistringstjärn där förslagslinjen ligger på bro över sjön samt hög bank i anslutning till bron, huvudsakligen på morän men mindre mäktigheter av finsediment kan förekomma. Förslagslinjen tar sedan höjd genom mindre skärning i morän upp mot befintlig mötesstation Häggsjön där anläggande av ytterligare spår kan utföras i bergskärning i Rödborget söder om befintligheter.

Från Hæggsjön mötestation sjunker profilen ned mot Härnösand. Mellan km 42-43 ligger förslagslinjen på upp till 15m bank, till största del på morän men i lägre liggande partier söder om, och i höjd med, Antjärnstjärn är moränen överlagrad av sediment av silt och lera. Efter passage av byn Antjärn går linjeförslaget in i tunnel genom Koldalsberget där läget för möjligt läge för det norra tunnelpåslaget är stora pga osäkerheter finns gällande bergtäckning på sträckan redan från ca 46+600 och det kan istället bli aktuellt med djup skärning i friktionsjord för delar av den planerade tunneln.

Efter Koldalsberget fortsätter förslagslinjen i maximal lutning ner mot Gådeåberget genom relativt kraftiga skärningar i Kittjärn och Edsberget, skärningar som anläggs i friktionsjord samt till viss del även i berg.

Passage av Gådeåns dalgång sker till största delen på landbro. I dalgångens botten där Gådeån meandrat ner i moränen råder goda grundläggningsförutsättningar. Längs dalgången, i första hand på den södra sidan, täcks moränen av sediment av silt och lera vilket kan innebära behov av förstärkningsåtgärder för grundläggning. Efter bropassagen förläggs järnvägen i tunnel genom Gådeåberget där det norra tunnelpåslaget, enligt förslagslinjen, mynnar nedanför Utmarksstigen och går in i Härnösand i ca 10m djup skärning mellan Kullen och Baldershage där bergnivån är i eller under nivå med järnvägsterrass och stödmurar sannolikt måste anläggas för att klara skärningsländerna i marken som består av ett par meter fyllning underlagrat av några meter lera på förmodad morän.

In mot Härnösand går förslagslinjen sedan genom en sträcka med bergskärning för att kunna ansluta till befintligt spåräge.

Inom förslagslinjen bör fortsatta undersökningar bl.a ge svar på följande:

- Kompletterande information grundläggningsförutsättningar bro vid Gnistringstjärn
- Grundläggningsförutsättningar bro och bank ca km 38+000
- Bergnivå för skärning i Rödberget, mötesstation Hæggsjön
- Kompletterande information om lösa sediment i anslutning till hög bank söder Antjärn
- Kompletterande information om bergnivå Koldalsberget, tunnelpåslag och bergtäckning
- Material och bergnivå i skärningar ner mot Gådeå dalgång
- Grundläggningsförutsättningar landbro Gådeå dalgång
- Kompletterande information om djup skärning infart Härnösand

### **Bergtekniska förhållanden**

Förslagslinjen omfattar två bergtunnlar, Kittjärnstunneln/Koldalsberget samt Gådeåtunneln, varav den sista är gemensam för både Blå resp. Röd korridor.

Kittjärnstunneln/Koldalsberget (45+300-47+300) med längd ca 2000m. Bergtäckningen är i huvudsak mellan 10-20m och lokalt något högre. Topografin längs tunnelsträckan varierar mellan +40 och +110. Bergmassan utgörs av en finkornig Metagråvacka av god

kvalitet med inslag av grov Pegmatit. En större sprickzon korsar tunneln i ca 46+600 med liten vinkel och berör därmed en längre sträcka. Byggbarheten kan bedömas vara god förutsatt att den antagna bergtäckningen kan verifieras.

Gådeåtunneln (50+150-51+650) med längd ca 1500m. Bergtäckningen mycket god och som mest ca 100m. Gådeåbergets topografi utgörs av en tydligt markerad bergkulle längs tunnelsträckan ca +30 för det södra påslaget och toppen på +140. Norra påslaget ligger i en djup bergskärning och förblir så till sträckningen anslutit till befintligt spår vid infarten till Härnösand. Bergmassan bedöms vara en finkornig och förskiffrad Metagråvacka som, utifrån sin uppsprickning och huvudsprickriktning, bedöms ha en byggbarhet som är sämre än medel. Höga grundvattentryck komplicerar tätningsarbetet.

### Geohydrologiska förhållanden

Söder om Häggsjön passerar korridoren Rödberget. Befintlig järnväg går mellan sjön och berget. Enligt SGU finns en naturlig källa på Rödbergets norra sluttning och uppskattat flöde är 0,5-3 l/s.

Norr om Antjärn går järnvägen in i tunnel under Koldalsberget. Tunneln kan förväntas sträcka sig fram till Kittjärn där den går över i skärning. Tunneln kommer att ligga relativt ytligt. Vid det västra påslaget finns en svaghetszon och längre österut passeras en sprickzon där bergtäckningen är tveksam. I området för tunneln finns ett stråk med många mindre våtmarker och relativt stora ytor på kringliggande berg avvattnas till området. Utifrån detta kan befaras att det kan bli stora mängder inströmmande vatten att hantera vid tunnel och förskärningar.

Längs bergslutningen öster om tunneln sammanfaller till viss del Röd och Blå korridor och samma problematik gäller för båda korridorerna. Skärningar efter tunneln går genom ett område som delvis består av grövre jordmaterial och det finns en grustäkt strax öster om Kittjärn. Enligt SGUs grundvattenkarta bedöms jordlagren utgöra en måttlig grundvattentillgång med goda eller mycket goda uttagsmöjligheter, storleksordningen 1-5 l/s. Detta innebär att om järnvägen placeras under grundvattennivån i skärningen kan stor tillrinning av grundvatten ske. Det grova jordmaterialets utbredning är dock osäker. Ett grundvattenrör har placerats i skärningen och visar vid mätningar under april och maj 2013 att grundvattennivån ligger några meter över järnvägens förmodade anläggningsnivå.

Efter passage av befintlig järnväg krävs det ytterligare en skärning genom Edsbergets sluttning för att kunna passera Gådeån på en bra nivå. Det vattenförande jordmaterialet som finns markerat på SGUs grundvattenkarta sträcker sig en bra bit in på Edsbergets sluttning. På vissa kartor finns det en trefaldighetskälla markerad på bergets sydöstra sida. Beroende på järnvägens placering i höjd och sidled finns risk för relativt stora grundvattenflöden som måste hanteras.

Efter passagen av Gådeån går järnvägen in i tunnel genom det mäktiga Gådeåberget. Berget är uppsprucket med huvudsprickriktning parallellt med tunnelriktningen men inga större sprickzoner har identifierats.



## Beskrivning Röd korridor

### Röd korridor, Delområde 1 (km 2+600 – 8+500)

Lika Blå, delområde 1.

### Röd korridor, Delområde 2 (km 8+500 – 24+000)

#### Geotekniska förhållanden

Inledningsvis inom delområde 2 ligger korridoren över Huli dalgång med förekommande torv och lösa sediment av lera (ca 10m mäktighet). För grundläggning inom områden med sämst förutsättningar mitt i dalgången kommer geotekniska förstärkningsåtgärder att erfordras för bl.a järnvägsbank och järnvägsbro över Timmervägen.

Korridoren viker norrut genom Öråkers dalgång där för linjeförslag omväxlande låg bank och skärning kan bli aktuellt. För passage av Birstaberget/Laggarberget drivs tunnel. Efter tunneln skall **Merlobäckens dalgång** passeras där djupa sediment av lös siltig lera (10-15m djup med skjuvhållfasthet 10-35 kPa) medför behov av geotekniska förstärkningsåtgärder för bank och bro. Korridoren rundar Merlo slott varefter passage sker av en mindre dalgång i anslutning till Torsdalsbäcken där marken huvudsak består av fasta jordar innan en ny tunnel genom Frölandsberget tar vid.

Efter tunneln genom Frölandsberget viker korridoren norrut mot Indalsälven och passerar först över Timrå industriområde innan passagen av Indalsälven där vattenskyddsområde och brunnarna för Wivsta vattentäkt är belägna. Området domineras av sand och grundläggningsförutsättningarna är goda.

Bron över **Indalsälven** grundläggs i område med huvudsakligen friktionsjord, sannolikt placeras brostöd även ute i älven. Friktionsjorden består av isälvsavlagringar i och kring den grusås som dominerar geologin tillsammans med Indalsälvens älvsediment. CPT-sonderingar har utförts ner till ca 10m djup och hejaresondering till ca 60m under markytan, dessa verifierar tidigare utförda provtagning friktionsjordens mäktighet.

Norr om Indalsälven passerar korridoren Lunde/Lögdö dalgång där omväxlande relativt omfattande bank och skärning behövs för att klara effektiva spårradier. I dalgångens sidor är det nära till berg, i dalgångens mitt förekommer dock upp till 10m av finsediment av silt och lera (skjuvhållfasthet 15-35 kPa) vilka medför behov av geotekniska åtgärder.

Mot Lögdö bruk och **Ljustorpsån** kan järnvägen läggas på bank samt bro över ån, grundläggningsförhållandena är goda med friktionsjord av sand (friktionsvinkel 32-34°). CPT-sonderingar har utförts till ca 30m djup och hejaresondering till 45m under markytan. Enligt förslagslinjen ligger järnvägen på bank, med bro över väg 331, fram till övergång till delområde 3.

Inom förslagslinjen bör fortsatta undersökningar bl.a ge svar på följande:

- Grundläggningsförutsättningar inom dalgång Öråker
- Kompletterande information bergnivå tunnelpåslag Birstaberget/Laggarberget södra och norra
- Kompletterande information grundläggningsförutsättningar Merlobäckens dalgång
- Kompletterande information grundläggning bro över Indalsälven
- Bergnivå och material skärning Bogberget
- Kompletterande information för grundläggning av bank vid Lundetjärn
- Kompletterande information bergnivå och material skärning Kamsmon
- Grundläggningsförutsättningar bank vid Lögdösjön

### **Bergtekniska förhållanden**

Passage av Birstaberget/Laggarberget erfordrar en tunnellsöning och enligt Förslagslinje för korridoren anläggs en bergtunnel (10+950-12+100) med längd ca 1150 m genom Birstaberget. Bergtäckning är god och som mest ca 50m. Topografin längs tunnelsträckan varierar mellan +60 och +110. Södra påslaget beläget i en dalbotten vilket medför lång skärning som blir utsatt för hög vattenbelastning från omgivande mark.

Tunneln genom Birstaberget ligger i huvudsak i en Migmatit av medelgod kvalitet. Risken för Alnöitgångar bedöms som stor. Bygghänsyn bedöms som medelgod med reservation för en försämring beroende på frekvensen och kvaliteten på eventuella Alnöitgångar.

Korridoren innebär även tunnel genom Frölandsberget (13+650-15+000) med längd ca 1350m. Bergtäckning är god och som mest ca 60m. Topografin längs tunnelsträckan varierar mellan +40 och +110.

Tunneln genom Frölandsberget antas ligga huvudsakligen i Migmatit av sämre kvalitet men inslag av Gråvacka kan inte uteslutas pga. den tolkade närliggande bergartskontakten. Grova Pegmatitgångar förekommer i den södra delen och bergartskontakten har låg hållfasthet. Befintlig bergtunnel som går på större djup indikerar på mycket stor risk för förekomst av Alnöitgångar. Bygghänsyn bedöms därför som dålig dvs. omfattande förstärkningsarbeten och dålig framdrift jämfört med övriga tunnlar pga. Pegmatit- och Alnöitgångars kvalitetsinverkan.

### **Geohydrologiska förhållanden**

Delområde 2 domineras av broar över bl.a. Indalsälven och två tunnlar; genom Birstaberget, söder om Timrå, och Frölandsberget vid Fröland i Timrås västra kant. Mindre skärningar och bankar finns även längs sträckan.

Norr om Hulidalen upp mot Birstaberget går korridoren längs med en dalgång med ett vattendrag som avvattnar Öråkerstjärnen. På Birstabergets södra sluttning, där en förskärning och tunnelpåslag krävs, är det sankt och rinner små vattendrag. I området finns även en större sprickzon. Ett installerat grundvattenrör visar att grundvattnet

ligger i nivå med markytan (april-maj 2013). Stora problem med hantering av vatten kan förväntas vid skärning och tunnelpåslag och detta måste utredas noggrant i kommande skeden. Bergartens huvudsprickriktning löper nästan parallellt med tunnelriktningen vilket, om långsgående sprickor hamnar i tunnelläget, kan ge ett högre inflöde av berggrundvatten än i andra fall.

Vid tunneln genom Frölandsberget finns det risk att alnöitgångar påträffas vid det södra tunnelpåslaget. Dessa kan vara vattenförande och det medför då risk för stora inläckage av vatten i tunneln eller vid tunnelpåslaget. Ett grundvattenrör för långtidsmätning har placerats i slutningen på nordöstra sidan av berget. Vid mätningar i april-maj 2013 låg grundvattnet strax under markytan.

På norra sidan av Indalsälven passeras två större skärningar. I läget för den norra skärningen har ett grundvattenrör placerats och vid mätning i april och maj låg grundvattenytan som mest en knapp meter under markytan. Ytterligare längre norrut når järnvägen området mellan Lögdösjön och Ljustorpsån som kallas Masugnsgrundet. Det är ett område som översvämmas återkommande (inte årligen) och som är skyddsvärt. En del av området är klassat som Natura 2000-område och i områdesbeskrivningen står att naturlig hydrologisk regim ska råda, dvs. järnvägen måste anläggas på ett sådant sätt att hydrologin i området inte påverkas.

## Röd korridor, Delområde 3 (km 24+000 – 37+000)

### Geotekniska förhållanden

Röd korridor för delområde 3 inleds med att järnvägen behöver stiga upp från nivå ca +10 till +70-80 och enligt förslagslinjen kan det göras med en nära 9km lång tunnel (Häbberdalstunneln) i maxlutning 10%. Korridoren ligger över **Krigsbyn** som är ett uppodlat, lägre liggande område mellan bergpartier där linjeförslaget styrt till tunnel under de högst liggande delarna för att om möjligt undvika så mycket det går av svaghetszoner och liten bergtäckning. Risker med ett ytligt läge genom Krigsbyn är bl.a att dra på sig mycket vatten från område.

Häbberdalstunneln mynnar mellan Gåltjärnen och Åtjärnen varefter förslagslinjen ligger i omväxlande bank och skärning som kan vara betydande (ca +/-10m). Marken består på sträckan huvudsakligen av morän fram till delsträckans slut i höjd med Norrkrängesjön.

Inom förslagslinjen bör fortsatta undersökningar bl.a ge svar på följande:  
-Bergnivå tunnelpåslag Häbberdalstunneln södra och norra

### Bergtekniska förhållanden

Enligt förslagslinjen ligger järnvägen i tunnel Häbberdalstunneln från Indalsälven norr om Stavreviken till norr om Krigsbyn (24+700 -33+450) med längd ca 8750m. Bergtäckningen är mycket god på större delen av sträckan och som mest ca 140m.

Topografin längs tunnelsträckan går från +10 norr om Indalsälven till +90 efter passage av Krigsbyn. Däremellan varierar bergkullelandskapet med toppar mellan +110 till +200.

Mellan 29+500 och 31+000 vid Krigsbyn är bergtäckningen ca 20m och ett antal lineament med varierande riktning passerar. Större delen av sträckningen ligger i en Migmatit med mycket varierande kvalitet, alltifrån massiv till finkornig och slirig. Genomsnittlig kvalitet bedöms som lägre än medel. Grova Pegmatitgångar förekommer över hela tunnelsträckningen. Efter Krigsbyn övergår bergmassan i en ådrad Migmatit med gråvackeursprung som bedöms vara av medelgod kvalitet. De sista ca 500m innan det norra påslaget utgörs av en Metagråvacka som är finkornig och uppsprucken men bedöms ändå som medelgod kvalitet. Tunnelns sträckning passerar ett antal större nord-sydliga svaghetszoner. De flesta tväras vilket är fördelaktigt då de endast kommer att påverka en kortare tunnelsträcka.

Bergartskontakten i ca 32+900 där tunnelprofilen även riskerar liten bergtäckning sammanfaller med en indikerad svaghetszon och bör utredas vidare med kompletterande undersökningar. Utförd geofysik visar att man här passerar en myr med djup torv sannolikt helt utan bergtäckning för tunneln.

Risk för Alnöitgångar bedöms som liten och risken är begränsad till den södra delen. Bygghänsynen bedöms generellt som god med reservation för angivet område norr om Krigsbyn samt ovan omnämnda bergartskontakt. Höga grundvattentryck komplicerar tätningsarbetet.

### **Geohydrologiska förhållanden**

Efter passagen av Stavreviken ska järnvägen från en låg nivå gå upp på högplatån norr om Timrå. För att tillräckliga krav på lutning ska uppfyllas krävs med stor sannolikhet en lång tunnel, ca 9 km, från det södra tunnelpåslaget i Fjäl. Alternativt kan kraven på största lutning frångås och järnvägen kan då komma upp i dagen vid Bängling/Krigsbyn för att sedan återigen gå in i tunnel. Dalen vid Bängling/Krigsbyn avvattnar dock ett relativt stort område och det finns två vattendrag och några blötmarker i området för den eventuella järnvägen. Detta skulle medföra stora problem med hantering av vattnet i dalen. Om ett djupare läge där järnvägen går i tunnel under dalen väljs, undviks dessa problem. Tunneln kommer dock att passera ett flertal större svaghetszoner och det finns även risk för alnöitgångar vid det södra påslaget. I samband med passage av en av svaghetszonerna finns det risk för dålig bergtäckning, vilket kan leda till ökat inflöde av vatten och dränering av t.ex. våtmarker lokaliserade över tunneln. I läget för det norra tunnelpåslaget finns det flera våtmarker, bl.a. Stormyrån. I kommande skeden måste konsekvenser av valt alternativ utredas mer i detalj. Bl.a. avseende risken för kraftiga vatteninflöden vid passager av svaghetszoner och alnöitgångar och konsekvenser av detta.

## Röd korridor, Delområde 4 (km 37+000 – 52+900)

### Geotekniska förhållanden

Delsträckan börjar i höjd med Norrkrångesjön och förslagslinjen går till stor del i skärning, bl.a genom Bräntberget, upp mot Häggsjön där passage kan ske på bro över sjön Brostöd grundläggs sannolikt med platta på mark i morän, eventuellt medför lösa sediment vid sjöbotten att pågrundläggning blir aktuellt. Norra brofästet ansluter enligt förslagslinjen till land på bank i ett område med upp till 5m lösjord (torv/lera) där behov av förstärkningsåtgärder föreligger. Efter bron över Häggsjön ligger förslagslinjen i tunnel genom Lilltjärnsberget där norra tunnelpåslaget kan innebära stora skärningar i morän och berg.

Från tunnel genom Lilltjärnsberget ligger förslagslinjen i maxlutning 10‰ ner mot Härnösand. Inledningsvis med omväxlande bank och skärning, i höjd med befintlig mötesstation Hälleyland anläggs landbro över svacka i anslutning till Hälleylandstjärnen. Brostöd plattgrundläggs alternativt pålas då finsediment av silt/lera kan förekomma. Efter landbro och passage av befintlig järnväg går förslagslinjen i tunnel eller bergskärning genom Koldalsberget för att ta sikte på dalgången ner mot Gådeåberget genom relativt kraftiga skärningar i Kittjärn och Edsberget, skärningar som anläggs i friktionsjord samt till viss del även i berg.

Passage av Gådeåns dalgång sker till största delen på landbro. I dalgångens botten där Gådeån meandrat ner i moränen råder goda grundläggningsförutsättningar. Längs dalgången, i första hand på den södra sidan, täcks moränen av sediment av silt och lera vilket kan innebära behov av förstärkningsåtgärder för grundläggning. Efter bropassagen förläggs järnvägen i tunnel genom Gådeåberget där det norra tunnelpåslaget, enligt förslagslinjen, mynnar nedanför Utmarksstigen och går in i Härnösand i ca 10m djup skärning mellan Kullen och Baldershage där bergnivån är i eller under nivå med järnvägsterrass och stödmurar sannolikt måste anläggas för att klara skärningsslänterna i marken som består av ett par meter fyllning underlagrat av några meter lera på förmodad morän.

In mot Härnösand går förslagslinjen sedan genom en sträcka med bergskärning för att kunna ansluta till befintligt spåråre.

Inom förslagslinjen bör fortsatta undersökningar bl.a ge svar på följande:

- Bergnivå och material Bräntberget.
- Grundläggning bro Häggsjön
- Kompletterande information bergnivå Lilltjärnsbergets tunnelpåslag
- Grundläggningsförutsättningar landbro vid Hälleylandstjärnen
- Kompletterande information om bergnivå Koldalsberget
- Material och bergnivå i skärningar ner mot Gådeå dalgång
- Grundläggningsförutsättningar landbro Gådeå dalgång
- Kompletterande information om djup skärning infart Härnösand

### Bergtekniska förhållanden

Enligt förslagslinjen ligger järnvägen här i tunnel genom Lilltjärnsberget (41+400-42+400) med längd ca 600m. Antagen bergtäckning är 10-20m. Topografin längs tunnelsträckan varierar mellan +105 och +135.

Antagen bergtäckning är 10-20m. Mycket lite bergblottningar medför en osäkerhet i bedömning av bergmassan. Geologiska kartan anger ådrad Migmatit med gråvackeursprung som huvudsaklig bergart med inslag av pegmatit främst vid det norra påslaget. Bygghänsynen bedöms som god med reservation att bergtäckningen på sträckan behöver verifieras.

Kittjärnstunneln Röd (46+750-47+350) med längd ca 600m. Antagen bergtäckning är 10-15m. Topografin längs tunnelsträckan varierar mellan +110 och +130.

Antagen bergtäckning är 10-15m. Inga bergblottningar finns på sträckan varför den antagna bergtäckningen måste bedömas som tveksam. Bergmassan utgörs av finkornig Metagråvacka av medelgod kvalitet. Ett större lineament/svaghetszon vid det östra påslaget kan medföra en djup jordschakt strax före den planerade tunnelmynningen. Bygghänsynen bedöms som sämre än medel och ett alternativ med bergskärning istället för bergtunnel bör övervägas.

Gådeåtunneln (50+600-52+100) med längd ca 1500m. Bergtäckningen mycket god och som mest ca 100m. Gådeåbergets topografi utgörs av en tydligt markerad bergkulle längs tunnelsträckan med ca +20 - +30 vid påslagen och toppen på ca +140. Norra påslaget ligger i en djup bergskärning tills sträckningen anslutit till befintligt spår vid infarten till Härnösand.

Bergtäckningen mycket god och som mest ca 100m. Bergmassan utgörs av en finkornig och förskiffrad Metagråvacka som utifrån sin uppsprickning och huvudsprickriktning bedöms ha en bygghänsyn som är sämre än medel. Höga grundvattentryck komplicerar tätningsarbetet.

Norra påslaget ligger i en djup bergskärning tills sträckningen anslutit till befintligt spår vid infarten till Härnösand.

### Geohydrologiska förhållanden

Efter passage av Häggsjön går järnvägen in i tunnel genom Lilltjärnsberget. Beroende på placering av tunnelpåslag kan mindre våtmarker beröras.

Mellan Hällenyland och Kittjärn passeras ett område med blötmark och mindre vattendrag. Om järnvägen placeras i skärning medför det att de blöta områdena kan komma att dräneras och stora mängder vatten måste hanteras.

Om en dragning mellan Kittjärn och väg E4 väljs krävs troligen en tunnel strax innan Kittjärn följt av en ca 1,5 km lång skärning längs med en slänt som avvattnar ett berg söder om E4. Längs bergslutningen finns ett område med grövre jordmaterial och det finns en grustäkt strax öster om Kittjärn. Enligt SGUs grundvattenkarta bedöms

jordlagren utgöra en måttlig grundvattentillgång med goda eller mycket goda uttagsmöjligheter, storleksordningen 1-5 l/s. Detta innebär att om järnvägen placeras under grundvattennivån i skärningen kan stor tillrinning av grundvatten ske. Det grova jordmaterialets utbredning är dock osäker. Ett grundvattenrör placerat i skärningen visar vid mätningar i april och maj 2013 att grundvattennivån ligger ett antal meter över trolig anläggningsnivå för järnvägen.

Efter passage av befintlig järnväg krävs det ytterligare en skärning genom Edsbergets sluttning för att kunna passera Gådeån på en bra nivå. Det vattenförande jordmaterialet som finns markerat på SGUs grundvattenkarta sträcker sig en bra bit in på Edsbergets sluttning. På vissa kartor finns det en trefaldighetskälla markerad på bergets sydöstra sida. Beroende på järnvägens placering i höjd och sidled finns risk för relativt stora grundvattenflöden som måste hanteras.

Efter passagen av Gådeån går järnvägen in i tunnel genom det mäktiga Gådeåberget. Berget är uppsprucket med huvudsprickriktning parallellt med tunnelriktningen men inga större sprickzoner har identifierats.

## Beskrivning Blå Öst korridor

### Blå Öst korridor Delområde 1 (km 2+600 – 8+500)

Lika Blå, delområde 1.

### Blå Öst korridor, Delområde 2 (km 8+500 – 23+000)

#### Geotekniska förhållanden

Korridoren sträcker österut och passage av Birstaberget kräver en tunnelloösning där järnvägen sedan går ut på bro över E4 och Merlobäckens dalgång. Merlobäckens dalgång innebär här 5-15m djupa och lösa till mycket lösa sediment av lera (5-25 kPa) och för järnvägsbank och bro krävs geotekniska förstärkningsåtgärder. För att ansluta mot Timrå C med lämpliga spårradier kan järnvägen läggas i jord- och bergskärning genom Östrandsberget. Infart Timrå C ligger en sträcka på bank över ett område som är välkänt problematiskt med lös lera/sulfidjord och artesiskt vattentryck. Norr om Timrå C ligger korridoren kring befintlig järnväg och det finns möjlighet att sänka profilen genom Fagervik/Sörberge (viktigt att ej påverka grundvattenytans läge vilket skulle kunna få följdverkningar för Wifsta vattentäkt). Marken består huvudsakligen av svämsediment av finsand, finsandig silt och sand.

I höjd med Bergeforsens kraftstation passeras ett höjdområde med berg i dagen där sannolikt bergskärning blir aktuellt varefter korridoren går ut över Stordalen där man bör kunna hålla profilen relativt nära befintlig mark bestående av friktionsjord av sand. Bro över Lillån grundläggs med plattor på mark alternativt pålar.

Inom förslagslinjen bör fortsatta undersökningar bl.a ge svar på följande:

- Bergnivå tunnelpåslag Birstaberget södra
- Kompletterande information landbro Merlobäckens dalgång
- Bergnivå skärningar i höjd med trafikplats Bergeforsen

#### Bergtekniska förhållanden

Förslagslinjen innebär bergtunnel genom Birstaberget (10+200-12+600) med längd ca 2350m. Bergtäckningen är i huvudsak god och som mest ca 130m. Topografin längs sträckan varierar mellan +30 - +50 vid påslagen och upp till +180 som högst. Bergtäckningen är i huvudsak god och som mest ca 130m. Tunneln går helt i Migamatit av medelgod kvalitet. En svacka i 10+800 bedöms kunna utgöra en svaghetszon och samtidigt liten bergtäckning. Kompletterande undersökning föreslagen. Risken för Alnöitgångar på sträckan bedöms som stor. Höga grundvattentryck komplicerar tätningsarbetet. Byggbarheten bedöms som medelgod med reservation för en försämring beroende på frekvensen och kvaliteten på eventuella Alnöitgångar. Höga grundvattentryck komplicerar tätningsarbetet.



### Geohydrologiska förhållanden

Korridoren viker av norrut senare än övriga korridorer och järnvägen kommer att gå i tunnel genom Målsberget och Birstaberget. I dalen mellan de två bergen går en sprickzon med liten bergtäckning och det kan förekomma alnöitgångar. Detta kan medföra problem med inströmmande vatten.

Timrådalen kommer troligen att passeras på bro och sedan korsar korridoren Östrandsberget innan den ansluter till Timrå bangård.

Genom Östrandsberget går en vattentunnel som förser Östrands och Ortvikens pappersbruk med vatten och om järnvägen förläggs i tunnel/skärning genom berget måste eventuell påverkan på vattentunneln utredas noggrant i kommande skeden.

Det kan finnas alnöitgångar i Östrandsberget och bergarten i sig uppvisar blockig uppsprickning med öppna sprickor som kan vara vattenförande. Ett grundvattenrör för långtidsmätning har placerats på Östrandsbergets östra sluttning. Vid mätningar i april och maj 2013 låg grundvattnet 2 respektive 4 m under markytan.

Från Timrå bangård följer korridoren befintlig järnväg genom Timrå till Sörberge där korridoren ansluter till Blå korridor. Mindre justeringar i höjddled kan bli aktuella. På sträckan passeras Vivstavarvstjärn som är en mindre sjö med badplats. Sjöns vatten består av grundvatten från ett grundvattenmagasin som ligger i jordlager över Indalsälvens ås som här korsar över från Indalsälven till Klingerfjärden. Jordmaterialet är grovt och järnvägen kan inte placeras i skärning under grundvattenytan förbi tjärnen då detta skulle riskera att dränera vatten från tjärnen.

### Blå Öst korridor, Delområde 3

Lika Blå, delområde 3.

### Blå Öst korridor, Delområde 4

Lika Blå, delområde 4.

## Beskrivning Röd Väst korridor

### Röd Väst korridor, Delområde 1 (km 2+600 – 7+500)

Lika Blå, delområde 1.

### Röd Väst korridor, Delområde 2 (km 7+500 – 26+350)

#### Geotekniska förhållanden

Korridoralternativ Röd Väst viker av norrut något tidigare än övriga alternativ, inledningsvis på järnvägsbank över centrala delar av dalgången vilket innebär behov av geotekniska förstärkningsåtgärder för bank samt för grundläggning av järnvägsbro. För passage av Öråkersberget och Laggårberget ligger järnvägen i tunnel. Efter tunneln skall **Merlobäckens dalgång** passeras där djupa sediment av lös siltig lera (10-15m djup med skjuvhållfasthet 10-35 kPa) medför behov av geotekniska förstärkningsåtgärder för bank och broar. För passage av Orsillsberget och Borberget anläggs tunnel fram till Indalsälvens dalgång.

Vid passagen av **Indalsälvens dalgång** förekommer på båda sidor djupa älvsediment, på norra sidan underlagras dessa av isälvsmaterial. Brogrundläggning utförs förslagsvis med plattgrundläggning alternativt pålar. Efter passage av Indalsälven tar ny tunnel genom Lunderåsberget vid, vilken mynnar mot Ljustorpsåns dalgång. Vid passage av Ljustorpsån kan järnvägen läggas på bank samt bro över ån, grundläggningsförhållandena är goda med friktionsjord av sand (friktionsvinkel 32-34°).

Inom förslagslinjen bör fortsatta undersökningar bl.a ge svar på följande:

- Grundläggningsförutsättningar passage Hulidalgången
- Bergnivå tunnelpåslag Öråkersberget södra och norra
- Bergnivå tunnelpåslag Laggårberget södra och norra
- Grundläggningsförutsättningar bro över Merlobäckens dalgång
- Bergnivå tunnelpåslag Orsillsberget södra och norra
- Grundläggningsförutsättningar bro över Indalsälven
- Bergnivå tunnelpåslag Lunderåsberget södra (ca 17+750) och norra (ca 24+500)

#### Bergtekniska förhållanden

Alternativ Röd Väst omfattar enligt förslagslinjen tre bergtunnlar genom Öråkersberget (8+800-9+550), Laggårberget (9+850-11+550) resp. Orsillsberget (12+600-16+500).

Bergtunnel genom Öråkersberget med längd ca 750m. Bergtäckningen är god och som mest ca 15-20m. Topografin längs sträckan varierar mellan +50 - +60 vid påslagen och upp till +100 som högst.

Bergtäckningen är god och som mest ca 15-20m. Tunneln börjar i en Migmatit av medelgod kvalitet och slutar i en Granit. Bergartskontakten kan lokalt utgöra en kvalitetssänkning av bergmassan. Risken för Alnöitgångar är måttlig. Bygghänsynen bedöms som medelgod till god.

Bergtunnel genom Laggjarberget med längd ca 1700m. Bergtäckningen är god och som mest ca 30-40m. Topografin längs sträckan varierar mellan +50 - +70 vid påslagen och upp till +130 som högst. Tunneln bedöms huvudsakligen gå i en Migmatit av medelgod kvalitet med inslag av Granit i den södra delen. Risker för Alnöitgångar är måttlig. Bygghänsynen bedöms som medelgod till god.

Bergtunnel genom Orsillsberget med längd ca 3900m. Bergtäckningen är i huvudsak god och ca 40-50m men i den sista delen på en sträcka av ca 700m är bergtäckningen ca 10-15m. Topografin längs sträckan varierar mellan +50 - +60 vid påslagen och upp till +120 som högst. Tunneln går huvudsakligen i en Migmatit av medelgod kvalitet med inslag av Granit i början och slutet. Risker för Alnöitgångar är måttlig. Bygghänsynen bedöms som medelgod till god med reservation för sträckan med lägre bergtäckning.

Bergtunnel genom Lunderåsberget med längd ca 6750m. Bergtäckningen är i huvudsak mycket god och ca 50-150m. Topografin längs sträckan varierar mellan +10 - +65 vid påslagen och upp till +230 som högst. Tunneln bedöms huvudsakligen gå i en Migmatit av medelgod kvalitet med inslag av Gråvacka i den mellersta delen. Risker för Alnöitgångar är måttlig. Bygghänsynen bedöms som god.

### **Geohydrologiska förhållanden**

Korridor Röd väst går genom ett mycket kuperat område och kommer att domineras kraftigt av tunnlar och höga broar. Efter passagen av Hulidalen går korridoren i ett mer västligt läge än övriga korridorer vilket får till följd att alternativet får gå direkt in i tunnel efter dalgången. Detta medför att problemen med vatten i dalen som avvattnar Birstaberget och Öråkerstjärnen blir mindre än för korridor Röd och Blå.

Generellt längs hela sträckan gäller att tunnelpåslagen kommer att ske i brant terräng så förskärningarna blir korta, det finns inga speciella områden med rikligt med vatten vid tunnelpåslagen och bergtäckningen kommer att vara mycket stor. Det sammantaget ger att inga större hydrogeologiska problem har identifierats i nuläget.

När den sista tunneln på sträckan har passerats korsar korridoren delvis över Masugnsgundet (beskrivning under Röd korridor). Området passeras på bank och bro och järnvägen måste utformas så att hydrologin i området inte störs.

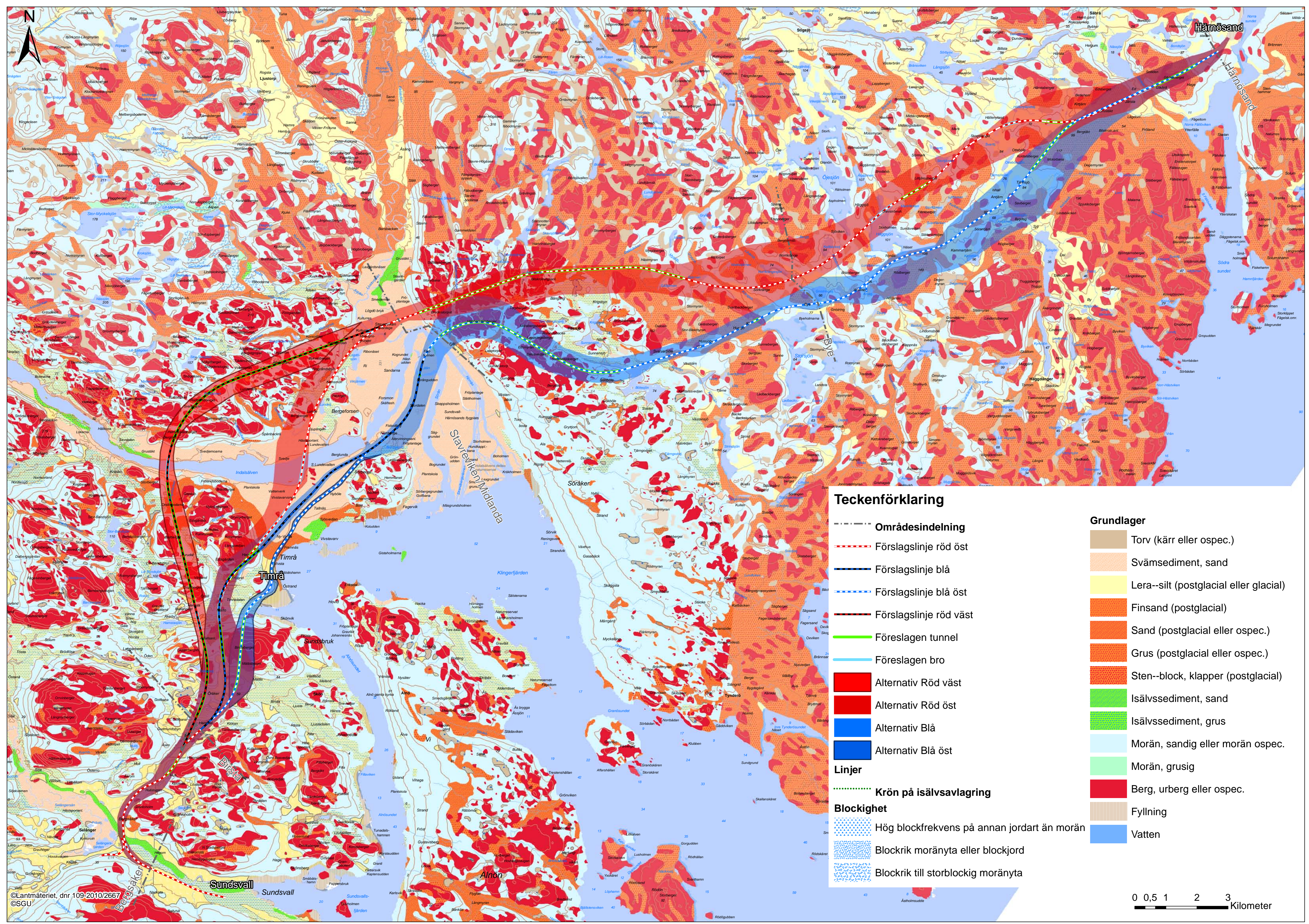
### **Röd Väst korridor, Delområde 3**

Lika röd, delområde 3.

### **Röd Väst korridor, Delområde 4**

Lika röd, delområde 4.

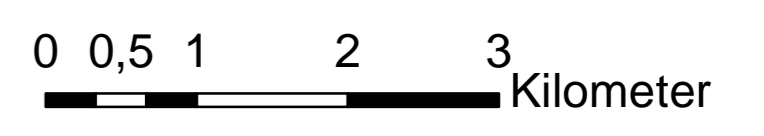


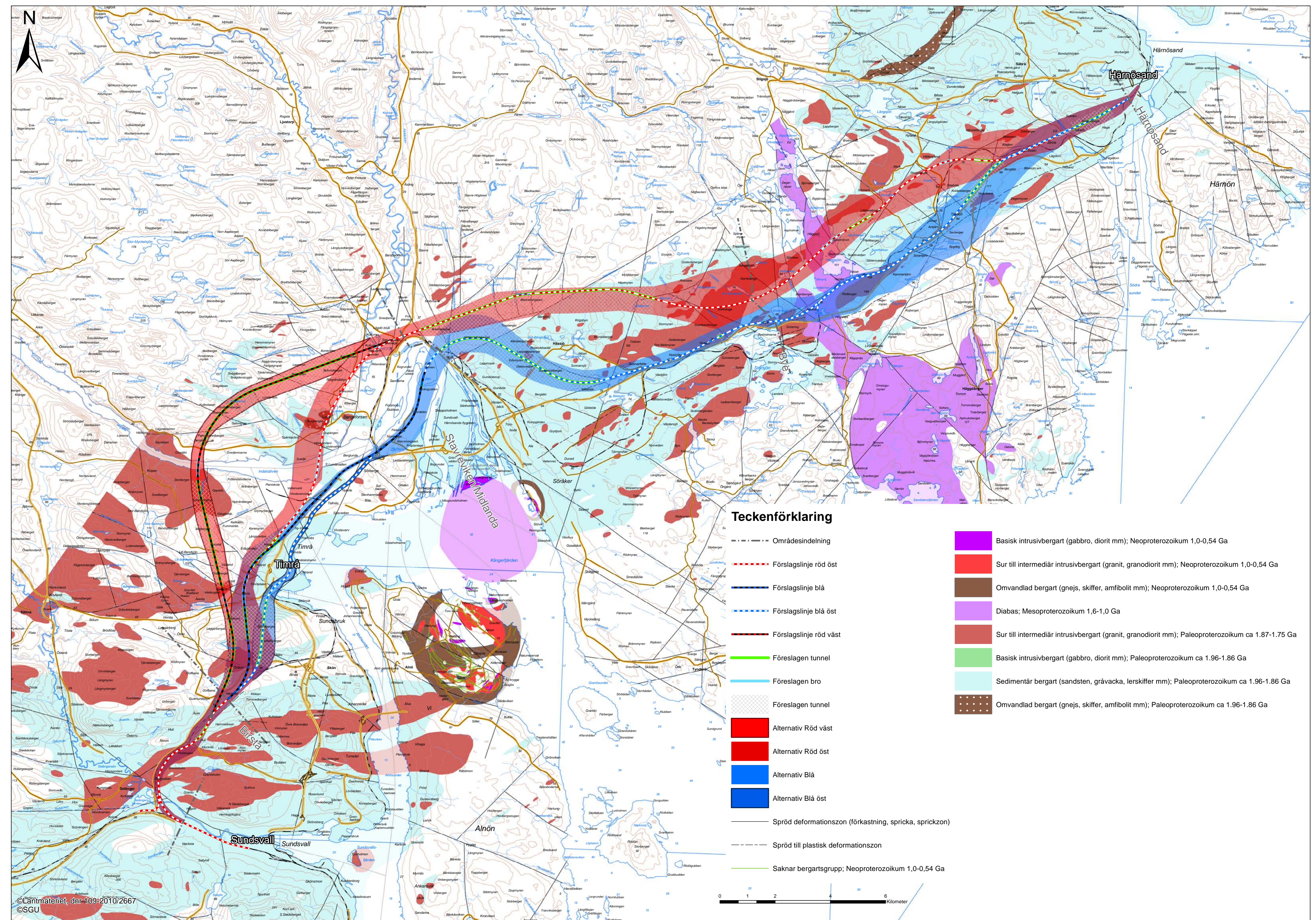


### Teckenförklaring

- Områdesindelning
- Förslagslinje röd öst
- Förslagslinje blå
- Förslagslinje blå öst
- Förslagslinje röd väst
- Föreslagen tunnel
- Föreslagen bro
- Alternativ Röd väst
- Alternativ Röd öst
- Alternativ Blå
- Alternativ Blå öst
- Linjer**
- Krön på isälvsavlagring
- Blockighet**
- Hög blockfrekvens på annan jordart än morän
- Blockrik till storblockig moränyta

- ### Grundlager
- Torv (kärr eller ospec.)
  - Svåmsediment, sand
  - Lera-silt (postglacial eller glacial)
  - Finsand (postglacial)
  - Sand (postglacial eller ospec.)
  - Grus (postglacial eller ospec.)
  - Sten--block, klapper (postglacial)
  - Isälvsediment, sand
  - Isälvsediment, grus
  - Morän, sandig eller morän ospec.
  - Morän, grusig
  - Berg, urberg eller ospec.
  - Fyllning
  - Vatten



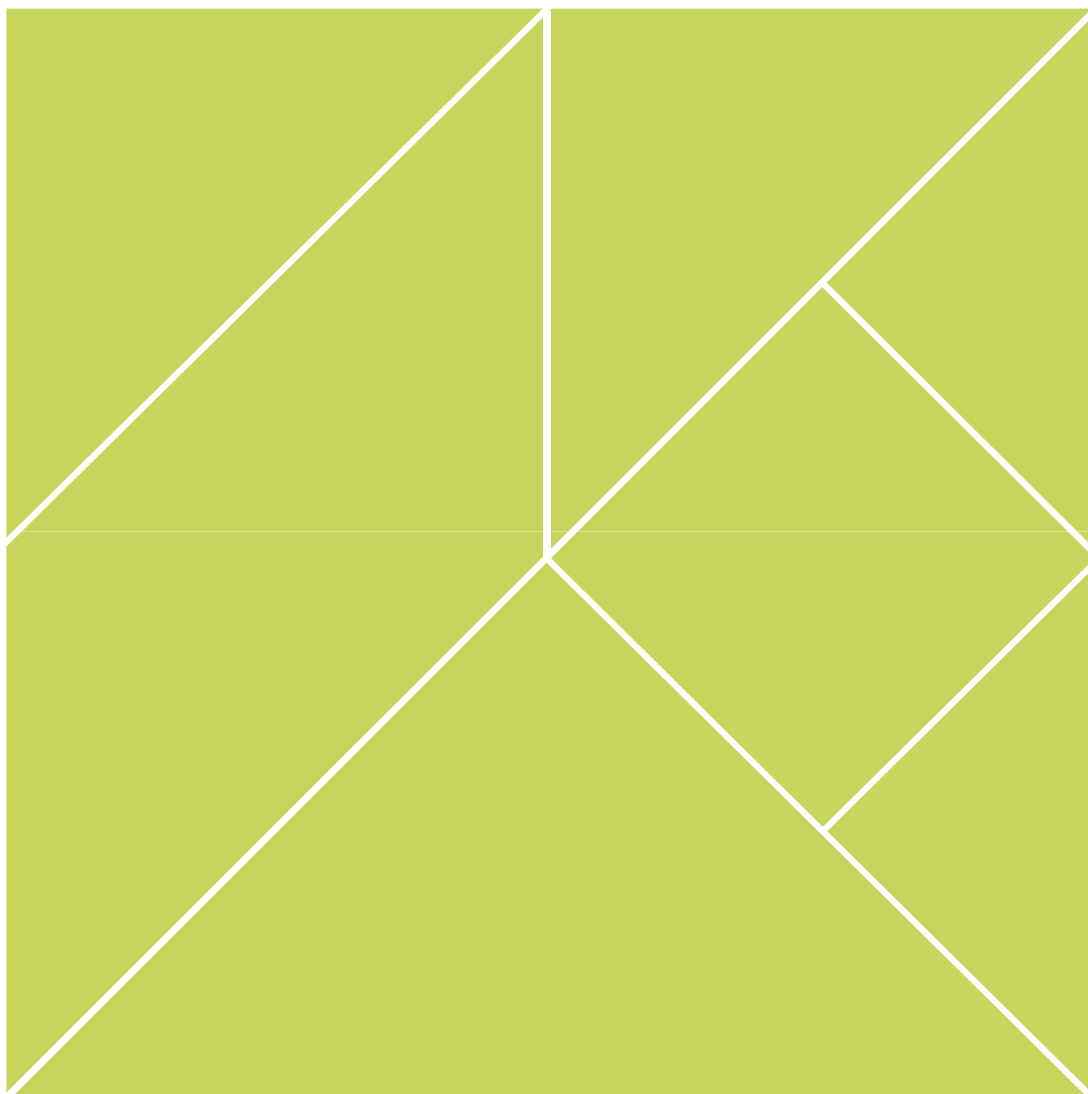


### Teckenförklaring

- Områdesindelning
- Förslagslinje röd öst
- Förslagslinje blå
- Förslagslinje blå öst
- Förslagslinje röd väst
- Föreslagen tunnel
- Föreslagen bro
- Föreslagen tunnel
- Alternativ Röd väst
- Alternativ Röd öst
- Alternativ Blå
- Alternativ Blå öst
- Spröd deformationszon (förkastning, spricka, sprickzon)
- Spröd till plastisk deformationszon
- Saknar bergartsgrupp; Neoproterozoikum 1,0-0,54 Ga

- Basisk intrusivbergart (gabbro, diorit mm); Neoproterozoikum 1,0-0,54 Ga
- Sur till intermediär intrusivbergart (granit, granodiorit mm); Neoproterozoikum 1,0-0,54 Ga
- Omvandlad bergart (gnejs, skiffer, amfibolit mm); Neoproterozoikum 1,0-0,54 Ga
- Diabas; Mesoproterozoikum 1,6-1,0 Ga
- Sur till intermediär intrusivbergart (granit, granodiorit mm); Paleoproterozoikum ca 1,87-1,75 Ga
- Basisk intrusivbergart (gabbro, diorit mm); Paleoproterozoikum ca 1,96-1,86 Ga
- Sedimentär bergart (sandsten, gråvacka, lerskiffer mm); Paleoproterozoikum ca 1,96-1,86 Ga
- Omvandlad bergart (gnejs, skiffer, amfibolit mm); Paleoproterozoikum ca 1,96-1,86 Ga

RAPPORT

**TOLKNING BERGTEKNIK BEFINTLIG BERGTUNNEL  
INDALSÄLVEN - ÖSTRAND, RMG083NR006**

Uppdrag: 230818, Järnvägsutredning Sundsvall - Härnösand  
Titel på rapport: Tolkning bergteknik befintlig bergtunnel Indalsälven - Östrand  
Datum: 2012-11-15  
Upprättad av: Robin Landén, Tyréns AB  
Granskad av: Frank Ouchterlony, Tyréns AB

## 1 Syfte

För järnvägsutredningen Sundsvall – Härnösand föreslås en bergtunnel genom Fröland, strax utanför Timrå. För att få en indikation på bergtekniska förutsättningar tolkas dokumentation från en befintlig bergtunnel som går från Indalsälven - Östrands Fabriker och därmed korsar de tänkta sträckningsalternativen för järnvägen.

## 2 Underlag

Underlaget har granskats i 3 sektioner och sammanfattas översiktligt. Informationen är hämtad från VBB ritning C7945:1 & C7945:2 som omfattar observationer och åtgärder från två olika inspektioner utförda av VBB resp Vattenfall.

### 2.1 Allmänt

Tunneln är 4500 m lång med en teoretisk area på ca 6 m<sup>2</sup>. Profilen startar i Indalsälven, uppströms Bergforsens med längdmätning ca 0-100 och med vattengången på

ca – 4 m. och slutar i längdmätning 4+530 vid Östrands fabriker med vattengång på ca – 12 m. Sträckningen har två brytpunkter på vägen, det första i längdmätning ca 1800 m där också ett lufthål är placerat och det andra i längdmätning ca 3350 m där mellansänket är beläget. Ungefärlig tunnelsträckning är NV-SO.

### 2.2 Sektion 1, Indalsälven – Lufthål

Sektion 1 går från tunnelns gallerkammare vilket utgör intag i Indalsälven och fram till första brytpunkten med lufthålet. Lufthålet är placerat i området Korsmyran, ekonomiska kartbladet 17H Sundsvall 6f Timrå. Enligt ritning C7945:1 går sträckningen från längdmätning 0 m till ca 1800 m och bedöms ha mycket stora variationer avseende bergkvalitet. Sträckan ca 100 m – 700 m har en vittringszon med lera noterad samt enstaka stenedfall. Sträckan 700 m – 1200 m är till ca 80 % av sin längd förstärkt med armerad betong, vilket tolkas som att bergkvaliteten är mycket dålig. Sträckan mellan 1200 m och 1500 m saknar förstärkningsåtgärder med armerad betong men har istället ett större antal stenedfall noterade. Ett av stenedfallen kan härledas till förekomst av en alnöitgång. Resterande sträcka 1500 m till 1800 m är till 50 % förstärkt med armerad betong. Delar av tunnelsträckan som förstärkts med armerad betong har minskat tunnelns genomsnittliga area med ca 2 m<sup>2</sup> till ca 4 m<sup>2</sup>.

### 2.3 Sektion 2, Lufthål – Mellansänket

Sektionen 2 går mellan lufthålet(Korsmyran) till mellansänket vilket ligger under korsningen mellan Bergsgatan och Hagavägen i Timrå. Denna sektion går enligt C7945:1 och C7945:2 från ca 1800 m – ca 3350 m och bedöms vara stabilare och av bättre kvalitet i förhållande till resterande berg. Detta gäller främst sträckan mellan ca 2200 m och ca 3100 m. Övriga delar av sträckan har förstärkts till ca 60 % av armerad betong. En del alnöitgångar förekommer på den stabilare sträckan vilka kan kopplas till stenedfall. Tunneln har även drabbats av en del stenedfall på övriga delar. Vid 3200 m har en krosszon indikerats.



## 2.4 Sektion 3, Mellansänket – Östrands fabriker

Sektionen 3 går från mellansänket till en pumpstation vid tunnelslut under Östrand Fabriker, från ca 3350 m – ca 4500 m enligt ritning C7945:2, och bedöms överlag vara av sämre kvalitet baserat på omfattande förstärkning. Mellan längdmätning ca 3600 m – ca 4200 m som har något mindre mängd betongförstärkningar, några tiotal metrar, finns dock ett större antal stenedfall som kan kopplas till alnöitgångar. Denna del av tunneln är noterad med vatteninläckning på ett flertal platser. Betongförstärkningen är vanligtvis försedd med dräneringsrör för att undvika uppbyggnad av vattentryck. Övrig del av sträckan är till 90 % förstärkt med armerad betong vilket väsentligt minskat tunnelarean. Efter 3800 m noteras ett antal skölar med lera. Vid längdmätning 4150 m finns en sprickzon.

## 2.5 Sammanfattande bedömning

Bergtunneln passerar en bergmassa av mycket varierande kvalitet. Bergmassan består av sedimentbergarter och diverse alnöitiska gångar. En översiktlig bedömning av tunneln konstaterar att sektion 2 går genom bergmassans bättre del. Övriga sektioner innefattar även en del kortare sträckor med bättre berg. En hel del inläckning har observerats.

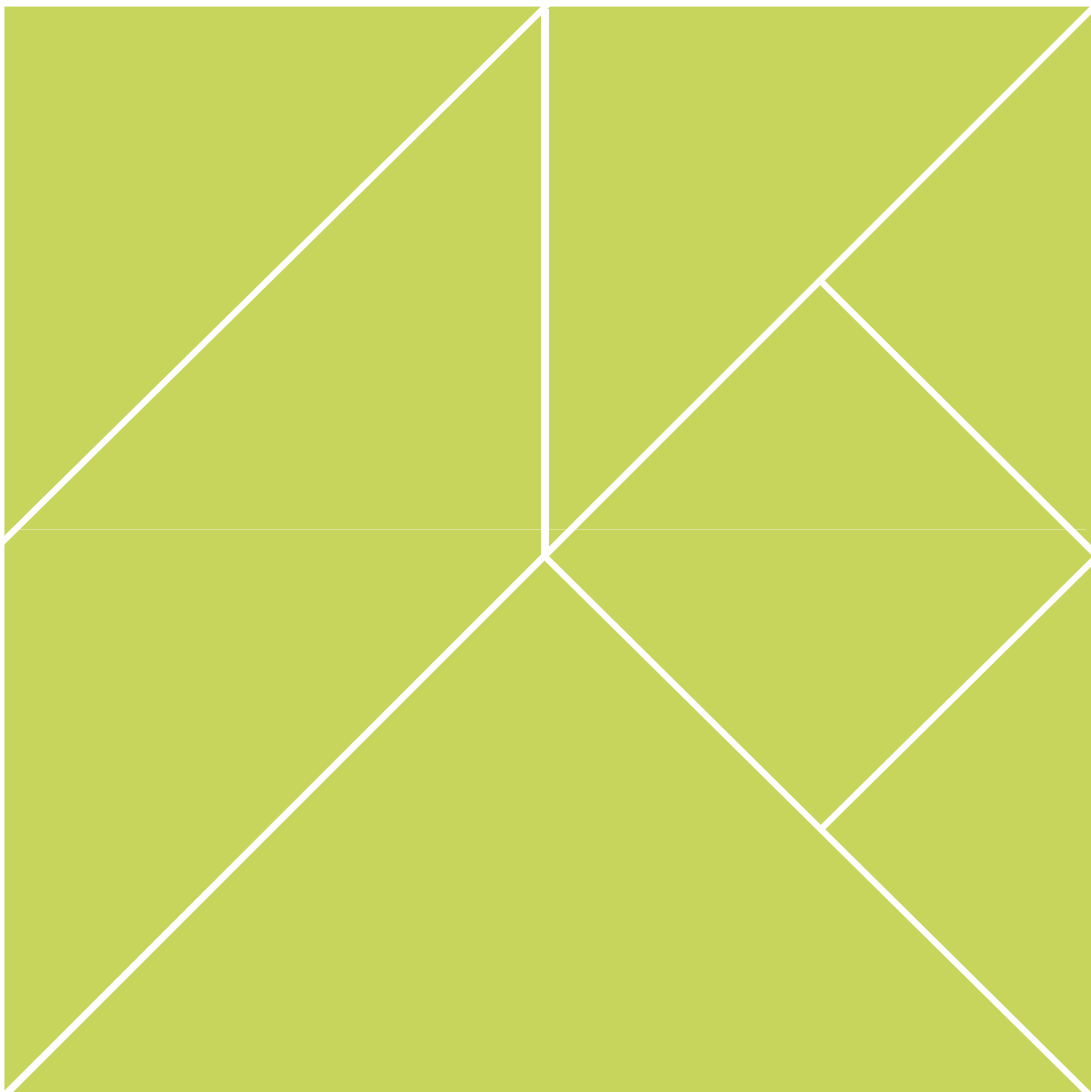
## 3 Slutsatser för järnvägsutredningen

Föreslagna sträckningar, blå och blå-öst påverkas olika. Bergtunneln utgör en information avseende bergkvalitet tvärs de planerade sträckningsalternativen men vissa slutsatser kan ändå göras. Sektion 1 är inte aktuell för något av alternativen. En jämförelse mellan sektion 2 och 3 konstaterar att sektion 2 representerar en bergmassa som kan antas vara väsentligt bättre än sektion 3. Gränsen mellan 2 och 3 sammanfaller med en av SGU tolkad bergartsgräns mellan migmatit och metagråvacka. Blå-öst gick tidigare genom sektion 3 men med information från bergtunneln, geologisk ytkartering och markradarmätning bedömdes detta tunnelläge som olämpligt och en alternativ sträckning längre österut i bergskärning föreslås.

Alternativ blå genom Frölandsberget sammanfaller med sektion 2 och genom migmatiten som bedöms ge bättre förutsättningar än metagråvackan i sektion 3. Frekvensen av alnöitgångar bedöms också vara lägre.

RAPPORT

**ERFARENHETER FRÅN BERGGRUNDEN VID  
BERGEFORSSENS KRAFTSTATION, RMG083NR007**



Uppdrag: 230818, Järnvägsutredning Sundsvall - Härnösand  
Titel på rapport: Erfarenheter från berggrunden vid Bergeforsens kraftstation  
Datum: 2013-06-14  
Upprättad av: Frank Ouchterlony, Tyréns AB  
Granskad av: Per Olof Sjödin, Tyréns AB

## Erfarenheter från berggrunden vid Bergeforsens kraftstation

### Bakgrund

För järnvägsutredningen Sundsvall-Härnösand, som utförs av Tyréns AB på uppdrag av Trafikverket, kommer samtliga föreslagna linjedragningar medföra konstruktioner i berg. Både långa och relativt höga bergskärningar samt bergtunnlar är en av konsekvenserna. I utredningen ingår att sammanställa tidigare erfarenheter och nyvunnen kunskap i ett PM Geoteknik som även innehåller bergtekniska och hydrogeologiska förhållanden.

I samband med anläggande av Bergeforsens kraftstation i början av 1950-talet upptäcktes s.k. Alnögångar (oftast avses Alnöitgångar), som är en typ av vulkaniska gångbergarter. Erfarenhet fanns att vissa Alnögångar kan omvandlas och upplösas om de utsätts för genomläckande vatten. En konsekvens av detta var att omfattande förstärknings- och tätningsåtgärder behövde utföras vid byggandet av kraftstation med underliggande tunnel.

Vattenfall Hydropower upprättade en rapport tillsammans med Bergeforsens kraftaktiebolag som beskriver byggandet och hur anläggningen kontrollerats och i vissa delar ytterligare förstärkts. Rapporten sammanfattar vunna erfarenheter under 40 års tid. Föreliggande dokument utgör en analys av upprättad rapport.

Informationen kan ha stor betydelse för att bedöma behov av drift och underhåll samt risken att projekterad anläggning inte kan uppfylla kravet på livslängd utan omfattande kontinuerliga byggnadstekniska åtgärder.

### Underlag

Berggrunden vid Bergeforsens kraftstation, "Åtgärder och erfarenheter fram till 1994 samt bedömning av framtida övervakningsbehov", Lindström Lars, Martna Juri och Sällström Stig, Stockholm 1994, Huvudrapport Del1, (36 sidor).

### Geologiska förhållanden

Berggrunden i läget för kraftstationen och dammen består i huvudsak av en gnejsgranit av god beskaffenhet med en del pegmatitet och lättvittrande s.k. Alnögångar.

Alnögångar är en vanligt förekommande gångbergart i området kring Alnön och Klingerfjärden. Dess ursprung kommer från ett flertal vulkansprängningar djupt under markytan som spräckte upp berggrunden varav sprickorna sedan fylldes av magma tillsammans med gasformig kolsyra. Magmans ovanliga kemiska sammansättning medförde att Alnögångarna är alkalina och karbonatiska dvs. fattiga på kiseltsyra och rika på karbonater och dessutom innehåller de kolsyra i form av små blåsor.

### Alnögångarnas karaktär

Alnögångarna var av två slag till riktning och läge, dels vertikala och radiella i förhållande till vulkanens kägla och dels koniska stupande mot ett explosionscentrum. Den vanligaste är dock den koniska med en sidostupning av 20 eller 60 grader. Strykningsriktningen var ungefär parallell med älvfåran. Mäktigheten av gångarna varierade mellan mindre än 10mm till något större än 1m. Trots att gångarna hade en begränsad mäktighet hade de stor inverkan på

installerad förstärkningsmängd, mycket beroende på deras lutning vilket medförde en större exponering mot tunnelytan än om de varit vertikala.

Så länge en Alnögång förblir intakt och opåverkad av omvandling och sönderfall är uppfattningen att den har tillräcklig hållfasthet för att bära lasten utan någon märkbar deformation. Intakt gångmaterial kan dock vara ytterst heterogent och delvis tämligen genomsläppligt och delvis även helt ogenomsläppligt. Gångarna är ofta skiktade, med sprickiga porösa lager vilket kan medföra att de har en tämligen hög genomsläpplighet. Denna genomsläpplighet tillsammans med vattenförande zoner i gnejsgraniten, kan lokalt orsaka en hög vattenomsättning och därmed också gångmaterialets omvandling och sönderfall. Vid fullständigt sönderfall förlorar Alnögången i extrema fall det mesta av sin hållfasthet och förvandlas till en substans som kan jämföras med lerig morän.

Alnögångar är mineralogiskt heterogena genom reaktioner med sidoberget och separation i magman. Mest typisk är förändringen i karbonat innehåll under intrusionens gång. Ett antal olika bergarter definierades utifrån bl. a. detta med namn som Beforsit, Alkivit, Melilit och Alnöit mm. På geologiska kartan SGU betecknas de dock med samlingsnamnet "Gång av Alnöbergart".

Karbonat innehåll i Alnögångarna varierar inom vida gränser, från 75-85% i Beforsiten ner till ca 20% i Alnöiten. För Bergeforsens kraftstation var det främst de karbonatrika Alnögångarna som orsakade problem.

Även sidoberget till Alnögångarna kan vara omvandlat beroende på kolsyrans lätttrörlighet som omvandlat gnejsgranitens fältspat till Kalcit, Kvarts och Montmorillonit. Denna omvandling gav upphov till betydande problem i Fagervikstunneln (tunneln mellan Indalsälven och Östrand).

## **Alnögångarnas omvandling och sönderfall vid vattentillförsel**

Sammansättningen gör att vissa Alnögångar kan omvandlas och upplösas när de utsätts för genomläckande vatten. Detta gäller speciellt Alnögångar med högre halter av kalkspat och lermineralet Montmorillonit (Smektit). Till detta bidrar också kolsyran.

Vattentillförseln löser ut kalkspaten och kolsyran tillförs därmed vattnet som ökar i aggressivitet och upplösningsförmåga. Lermineralet Montmorillonit mjuknar och sväller under stor vattenupptagning vilket ger kan ge fortlöpande stabilitetsproblem.

## **Sammanfattning av hur kraftstationens utbyggnad påverkade omvandlingen**

- Vattenomsättningen i bergrunden ökade och fann nya vägar
- Kalkspaten utlöstes genom att Alnögångarna ofta var spruckna, något porösa och därmed vattengenomsläppliga.
- Genom utlösning av Kalkspat frigjordes innesluten kolsyra vilket ökade grundvattnets aggressivitet och Kalkspatens utlösningshastighet.
- Porositeten och permeabiliteten hos gången ökade men motverkades delvis av Montmorillonitens svällning.
- Slutligen kan all Kalkspat utlösas och Montmorilloniten tillsammans med andra opåverkade mineraler bilda en kompressibel gång av jordkaraktär.

## Vidtagna byggnadstekniska åtgärder

Man konstaterade att Alnögångarna i regel var mycket oregelbundna och diskontinuerliga i sin utsträckning med mellanliggande partier av god bärighet samt att svällningen av leran i viss mån kunde "självtäta" den ökande inläckningen.

Som byggnadsteknisk åtgärd utfördes urschaktning/urmejsling överallt där de framträdde i öppna eller utsprängda bergytor. Hållrummet förseglades därefter med betong för att förhindra urspolning och erosion av gångmaterialet.

Omfattande åtgärder vidtogs därför för att skydda, täta och stabilisera berggrunden.

Huvudparten av tätningsarbetet utfördes med cementinjektering i minst två ridåer, eller tätskärmar, längs dammen kompletterat med två ovanliga metoder beroende på att cementinjekteringen i sig ansågs otillräcklig för att täta de finaste sprickorna. Kontinuerlig inpressning av kalkvatten samt kall-asfalt användes för detta syfte. Inpressning av kall-asfalt pågår än idag men i låg omfattning medan inpressning av kalkvatten avslutades efter ca 15 år.

I vissa delar av berggrunden var Alnögångarna redan under byggnadstiden så omvandlade att risken för sättningar i berggrunden bedömdes som stor. Dessa partier har behandlats med en än mer utbredd cementinjektering.

Liknande slutsatser angående ökad förstärkningsmängd mm har vi också dragit ur dokumentation som upprättats vid byggandet av Fagervikstunneln (Östrandstunneln) och med komplettering från senare inspektioner, se Bilaga till PM geoteknik "Rapport, Tolkning bergteknik utifrån befintlig bergtunnel Indalsälven – Östrand, 2012-11-15", upprättad av Tyréns AB.

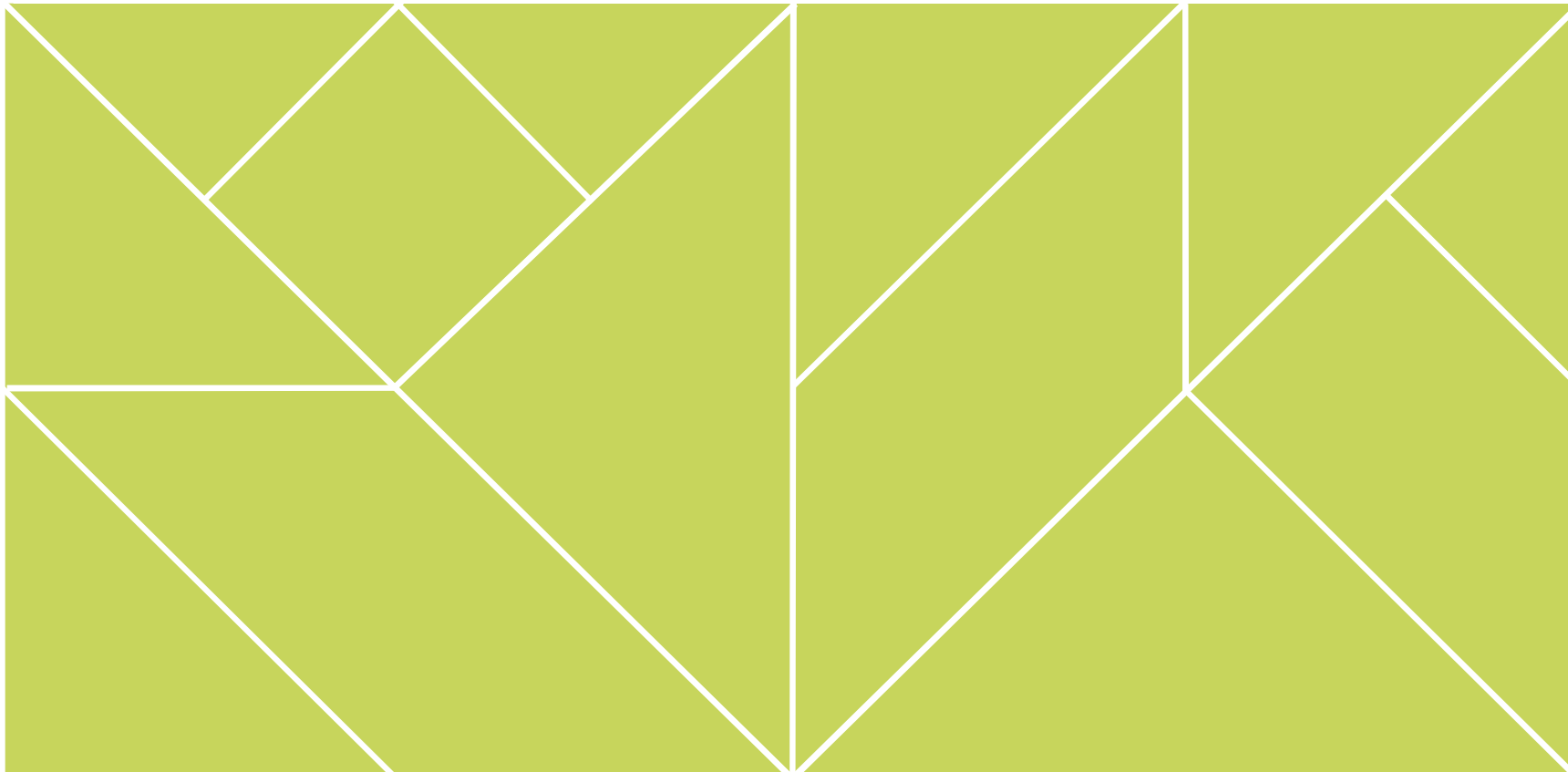
## Tyréns AB

118 86 Stockholm  
Besök: Peter Myndes Backe 16  
118 86 Stockholm

Tel: 010 452 20 00  
[www.tyrens.se](http://www.tyrens.se)

Säte: Stockholm

RAPPORT  
**GEOLOGISK PROGNOSS TUNNLAR**



**Uppdrag:**230818, Järnvägsutredning  
Sundsvall - Härnösand

Titel på rapport:

Geologisk prognos tunnlar

Status:

Datum:

2012-10-11

**Medverkande**

Beställare:

Trafikverket

Kontaktperson:

Marie Svahn

Konsult:

Tyréns AB

Uppdragsansvarig:

Anders Brandt, Tyréns AB

Handläggare:

Jennifer Wänseth, Tyréns AB

Kvalitetsgranskare:

Frank Ouchterlony, Tyréns AB

**Tyréns AB**Box 28  
851 02 Sundsvall  
Besök: Skolhusallén 9Tel: 010 452 20 00  
[www.tyrens.se](http://www.tyrens.se)

Säte: Stockholm

**Revideringar**

Revideringsdatum

ÅR-MÅN-DAG

Version:

Namn, Företag

Initialer:

Namn, Företag

Författare:

Jennifer Wänseth

Datum: 2012-10-11

Handlingen granskad av:

Frank Ouchterlony

Datum: 2012-10-11

Tunnel	Linje	Sektion (ca)	Sprickriktningar Strykning/Stupning
<b>Huli</b>	Röd/Blå	6 600 – 7 300	320/80 080/60-70
<b>Bergart</b>	Migmatit med gråvackeursprung, ådrad. Fin till medelkornig, Består i huvudsak av lika delar kvarts, plagioklas och biotit. Bergkvalitet 2 – medelgod kvalitet.		
<b>Byggbarhet</b>	Bergartens foliation och huvudsprickriktning tvärrar tunnelns längdriktning, vilket är fördelaktigt ur bergförstärkningssynpunkt. Bergartens höga halt av biotit, kan ställvis påverka vidhäftningen av sprutbetong. Ingen bergblotning finns vid södra påslaget. I samband med norra påslaget kan ett lineament, dvs. större sprickzon påträffas.		
Tunnel	Linje	Sektion (ca)	Sprickriktningar Strykning/Stupning
<b>Birstaberget</b>	Blå-Öst	10 200 – 12 500	Sprickzon NV 340-360/75-90 240-280/70-90 100/90 060/50 Subhorisontella, flacka sprickor
<b>Bergart</b>	Söder: Migmatit med gråvacke-ursprung, ådrad. Fin till medelkornig, Består i huvudsak av lika delar kvarts, plagioklas och biotit. I samband med en större sprickzon, i riktning NV förekommer en migmatit med medel till grov kornstorlek. Glimmersliror av biotit och muskovit förekommer. Bergarten är uppsprucken och glimmerrik med bergkvalitet 3 – sämre kvalitet. I norr förekommer ovan nämnda migmatiti med gråvackeursprung igen. Grova, pegmatitgångar förekommer i båda bergarterna. En Alnöitgång har observerats i närheten av det norra påslaget med riktning 240/70. Gången har en tjocklek på ca 1m och består av en söndersprucken och Fe-vittrad finkornig bergart.		
<b>Byggbarhet</b>	Bergartens höga halt av glimmer kan ställvis påverka vidhäftningen av sprutbetong. Den sprickzon som löper i riktning NV vid sektion ca 10 900 bör undersökas med geofysik för att fastställa tillräcklig bergtäckning. Bergartens huvudsprickriktning löper nästan parallellt med tunnelriktningen och stupar brant, vilket är ofördelaktigt ur förstärkningssynpunkt. Ingen bergblotning förekommer i samband med påslaget. Alnöitgångar kan förekomma på sträckan och de kategoriseras som svaghetzoner med klass S4-S5, dvs. delvis sönderkrossat till helt sönderkrossat berg.		



Tunnel	Linje	Sektion (ca)	Sprickriktningar <b>Strykning/Stupning</b>
<b>Birstaberget</b>	Blå	11 000 – 12 100	Sprickzon NV 340-360/75-90 280/70 090/55 Subhorisontella, flacka sprickor.
Bergart	Söder: Migmatit med medel till grov kornstorlek. Frekventa inneslutningar av sedimentära bergarter med finkorning och glimmerrik karaktär. Glimmersliror bestående av biotit och muskovit förekommer samt grova pegmatitgångar. Bergkvalitet 3 – sämre kvalitet. Norr: Migmatit med gråvackeursprung, ådrad. Fin till medelkornig. Bergkvalitet 2 – medelgod kvalitet.		
Byggbarhet	Vid södra påslaget finns en större sprickzon, synlig i terrängen. Området vid påslaget är blött och sankt. Vattenproblem i samband med skärning och påslag är att förvänta. Bergartens huvudsprickriktning löper nästan parallellt med tunnelriktningen och stupar brant, vilket är ofördelaktigt ur bergförstärkningssynpunkt. Migmatiten i söder har ställvis höga halter av glimmer, vilket kan påverka vidhäftningen av sprutbetong.		
Tunnel	Linje	Sektion (ca)	Sprickriktningar <b>Strykning/Stupning</b>
<b>Östrand</b>	Blå-öst	13 600 – 14 000 Profil ändrad: Skärning ej tunnel.	040-060/90 220-240/90 340-020/70-90 310-010/5-20
Bergart	Metagråvacka, <b>finkorning</b> och bandad. Inslag av grov pegmatit förekommer framför allt i öster. Relativt släta, öppna och raka sprickor. En Alnöitgång finns norr om tunneln.		
Byggbarhet	Bergarten uppvisar en blockig uppsprickning med branta öppna sprickor i kombination med flacka subhorisontella sprickor. Det finns en hög risk för blockutfall i samband med tunneldrivning med tillhörande problem med tunnelprofil och utökad behov av bergförstärkning. Alnöitgångar, S4-S5, dvs. delvis sönderkrossat till helt sönderkrossat berg, kan förekomma på sträckan. De vittringsbenägna gångarna varierar i utbredning och har en tjocklek på 0,5 – 3m.		

Tunnel	Linje	Sektion (ca)	Sprickriktningar <b>Strykning/Stupning</b>
<b>Fröland</b>	Blå	13 600 – 15 000	Migmatit: 210/70 320/80-90 150/80 Bergartskontakt: 210/80 Metagråvacka: 150-200/60-70 280-310/80 010-020/30
Bergart	Största delen av tunnelsträckningen utgörs av en glimmerrik migmatit, medel till grovkornig. Bergkvalitet 3 – sämre kvalitet. Grova pegmatitgångar förekommer framför allt i den södra delen av området. Kontakten mellan de två bergarterna utgörs av 4-8 cm sammanpressad zon bestående av biotitglimmer.		
Byggbarhet	I samband med det norra påslaget förekommer en grå metagråvacka, finkorning och bandad. Bergkvalitet 2 – medelgod kvalitet. Risk för Alnöitgångar i samband med det södra påslaget, dvs. svaghetszoner S4-S5 med en bredd mellan 0,5 till 3 m. Huvudsprickriktningarna tvärr tunnelns längdriktning, vilket är fördelaktigt ur tunneldrivnings- och förstärkningssynpunkt. Migmatiten har ställvis höga halter av glimmer, vilket kan påverka vidhäftningen av sprutbetong.		
Tunnel	Linje	Sektion (ca)	Sprickriktningar <b>Strykning/Stupning</b>
<b>Häbberdal</b>	Röd	24 700 – 33 400	330-020/80-90 250-290/70-80 060/50 Subhorisontella, flacka sprickor
Bergart	Migmatit, grå med fin till grov kornstorlek. Migmatiten varierar i sammansättning från mer massiv till finkornigare och slirig. Ställvis förekommer mycket glimmer i form av biotit och muskovit. Bergkvalitet 3 – sämre kvalitet. Grova pegmatitgångar förekommer över hela tunnelsträckningen. I samband med en större svaghetzon med riktning NO vid sektion ca 30 600 övergår berget till en ådrad migmatit med gråvackeursprung. Bergkvalitet 2 – medelgod kvalitet. Mot det norra påslaget övergår berget till en metagråvacka, finkornig och uppsprucken med bergkvalitet 2.		
Byggbarhet	Tunneln passerar ett flertal större svaghetzoner i riktning NS. Sprickzonerna och huvudsprickriktningarna tvärr tunnelns längdriktning, vilket är fördelaktigt ur tunneldrivning- och förstärkningssynpunkt. I samband med en svaghetzon som passerar tunneln vid sektion ca 32 900 är bergtäckningen osäker och geofysik behöver utföras för att verifiera bergöverytan. Risk för Alnöitgångar i samband med det södra påslaget, dvs. vittringsbenägna svaghetszoner, delvis till helt sönderkrossade, med en bredd mellan 0,5 till 3 m.		

Tunnel	Linje	Sektion (ca)	Sprickriktningar <b>Strykning/Stupning</b>
<b>Sunnansjö</b>	Blå	24 000 – 30 200	060/80 280-320/90 80-100/90
Bergart	Största delen av tunnelsträckningen går igenom en ådrad och finkorning metagråvacka med hög glimmer(biotit)halt. Inslag av grova pegmatitgångar och sliror förekommer. Relativt täta sprickor. Bergkvalitet 2 – medelgod kvalitet. Vid det södra påslaget går tunneln igenom en migmatit, med bergkvalitet 3 – sämre kvalitet, som finns beskriven ovan (se Heberdal). I kontakten mellan bergarterna finns en större svaghetszon med riktning ONO.		
Byggbarhet	Huvudsprickriktningarna både tvärrar och löper parallellt med tunneln. Den höga glimmerhalten kan orsaka problem med vidhäftning av sprutbetong.		
Tunnel	Linje	Sektion (ca)	Sprickriktningar <b>Strykning/Stupning</b>
<b>Hussjö</b>	Blå	34 900 – 35 000	330-340/85-90 080/90 Subhorisontella, flacka sprickor
Bergart	Granit-Granodiorit. Fin till medelkornig, relativt uppsprucken. Bergkvalitet 1 – god kvalitet.		
Byggbarhet	Berget är av god kvalitet och huvudsprickriktningen tvärrar tunnelns längdriktning, vilket är fördelaktigt ur tunneldrivning- och förstärkningssynpunkt.		
Tunnel	Linje	Sektion (ca)	Sprickriktningar <b>Strykning/Stupning</b>
<b>Lilltjärnsberget</b>	Röd	41 400 – 42 400	340/65
Bergart	Migmatit med gråvackeursprung, ådrad. Inslag av grov pegmatit framför allt vid norra påslaget.		
Byggbarhet	Ingen bergblottnig finns på sträckan.		
Tunnel	Linje	Sektion (ca)	Sprickriktningar <b>Strykning/Stupning</b>
<b>Kittjärn</b>	Blå	45 300 – 47 300	330-340/80-90 Subhorisontella, flacka sprickor
Bergart	Metagråvacka, finkornig med bergkvalitet 1-2. Inslag av grov pegmatit.		
Byggbarhet	En större sprickzon med riktning NS skär tunneln vid sektion 46 600. Bergtäckning? I samband med det södra påslaget förekommer grova pegmatiter och en svaghetszon med riktning NO tvärrar tunneln vid 45 600. Huvudsprickriktningen tvärrar tunnelns längdriktning, vilket är fördelaktigt ur tunneldrivning- och förstärkningssynpunkt		

Tunnel	Linje	Sektion (ca)	Sprickriktningar <b>Strykning/Stupning</b>
<b>Kittjärn</b>	Röd	46 700 – 47 300	
Bergart	Metagråvacka, finkornig och uppsprucken med bergkvalitet 2.		
Byggbarhet	Ingen bergblotning finns på sträckan. En större sprickzon i riktning NS förekommer i samband med det östra påslaget. Troligtvis kommer en stor och djup jordschakt behöva utföras vid tunnelpåslaget. Kan tunneln ersättas med bergskärning?		
Tunnel	Linje	Sektion (ca)	Sprickriktningar <b>Strykning/Stupning</b>
<b>Gådeå</b>	Röd	50 600 – 52 000	230-240/70-80
	Blå	50 200 – 51 600	
Bergart	Metagråvacka, finkornig och förskifrad. Avstånd mellan sprickor ca 0.05 – 0,6 m		
Byggbarhet	Berget är uppsprucket och huvudsprickriktningen löper nästan parallellt med tunnelriktningen, vilket är ofördelaktigt ur bergförstärkningssynpunkt.		