© 2006, Svenska Bergteknikföreningen och författarna/Swedish Rock Engineering Association and authors

NYGÅRDSTUNNELN, RESURSER OCH MOTIVATION

Bjarne Liljestrand, Lemcon Ltd

Uppdragets omfattning

Nygårdstunneln ingår i utförandeentreprenad på Norge-Vänernbanan, sträckan Torbacken – Hede, km 432+000 – 439+000. Dubbelspårtunnelns längd är 3030 m, parallell servicetunnel är 1870 m, och en 520 m lång tillfartstunnel ansluter 425 m norr om dubbelspårtunnelns mitt. Dubbelspårtunneln är ca 120 m2, servicetunneln ca 30 m2 och tillfartstunneln ca 30 m2 .
Entreprenadtiden är 2005-08-29 till 2009-06-30. Spårtunnlar skall vara tillgängliga för EST arbeten 2008-03-27. Nygårdstunnelns stora utmaning synes ligga i förstärknings- och tätningsåtgärder under drift, i kombination med en stram tidplan för drivning. Marknaden bedöms som ökande, varför speciell hänsyn måste tagas till både maskinutrustning och personal.
Beställare är Banverket Västra banregionen, entreprenör är Lemcon Ltd och under-entreprenör för mark- och konstbyggnation är Vägverket Produktion. Geologisk och bergteknisk beskrivning är upprättad av Bergsäker Konsult AB i samarbete med Skanska Teknik AB, och förtydligande av geologisk och bergteknisk beskrivning, samt geologisk förväntningsmodell och bergprognos är upprättade av Tyrens AB.

Huvudmängder

-bergschakt för tunnlar	5420 m
-förinjektering	250 000 m
-förinjektering	13500 st hål
-förinjektering	1597 000 kg
-efterinjektering	16 000 m
-efterinjektering	70 000 kg
-bergförankring med bult	16200 st
-sprutbetong	4500 m3
-tak- och väggdränering	32 000 m2

Varierande bergförutsättningar

Geologi

Bl.a. följande undersökningar har utförts:
-fältkartering av berggrund
-kärnborrning 4 st, vattenförlustmätning, och kartering av borrkärnor
-jord-bergsondering
-seismiska undersökningar
Marknivån ligger vid norra påslaget på ca 35 möh och vid södra påslaget på ca 25 möh.

© 2006, Svenska Bergteknikföreningen och författarna/Swedish Rock Engineering Association and authors

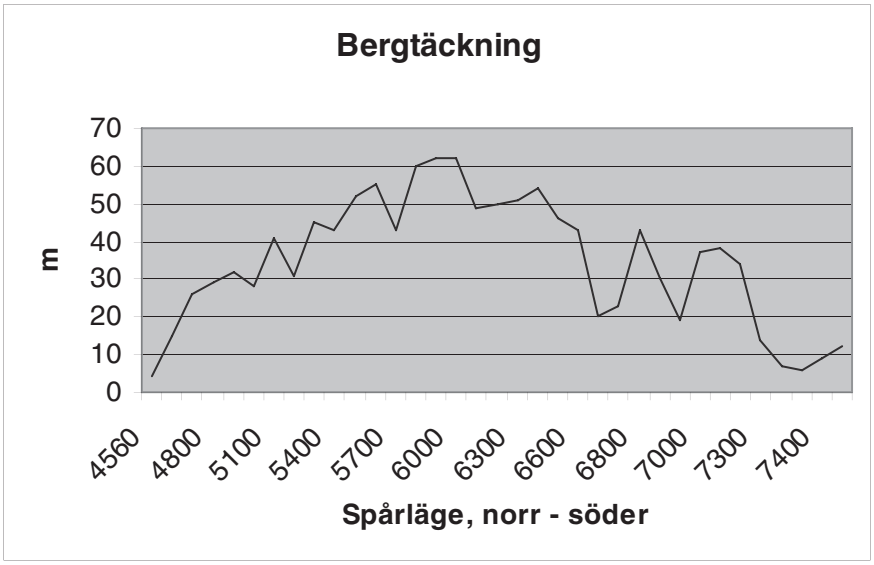
Tunnelns högsta punkt +27,6 (rök) är vid norra tunnelmynningen och sluttar nedåt i 2,56 promilles lutning mot södra tunnelmynningen på +20,5 m. Bergtäckning är som minst 6-10 m , i tunnelns södra del, och som mest ca 64 m, norr om nerfartstunneln.
Tunneln sträcker sig i nordostlig sydvästlig riktning.
Berggrunden utgörs av dels av grå-rödgrå medelkornig gnejs och gråröd gnejs. Huvudmineralerna är plagioklas, kvarts, kalifältspat och en mindre andel biotit. Den grå gnejstypen innehåller lägre andel kalifältspat och en högre andel plagioklas och biotit. Båda typerna av gnejser är vanligtvis tydligt förskiffrade, vilket innebär att de har en parallellstruktur som uppstått genom orientering av mineral i minsta tryckriktningen.
Inlagringar av andra bergartsled förekommer i båda gnejstyperna. Inlagringarna är metabasiter, pegmatit och aplit. Metabasiterna domineras av amfiboler, plagioklas och biotit och är lättvittrade. Vittringsprodukter som klorit och lera kan därför förekomma i kontakten med sidoberget.
Identifierade områden som är känsliga för grundvattensänkning, är tunnelpåslag, områden med liten bergtäckning, och Granhagen, där man har fastigheter grundlagda på lera med underlagrad friktionsjord (Bild 1).

Bild 1. Fastigheter vid Granhagen, ovan tunnellinjen.

© 2006, Svenska Bergteknikföreningen och författarna/Swedish Rock Engineering Association and authors

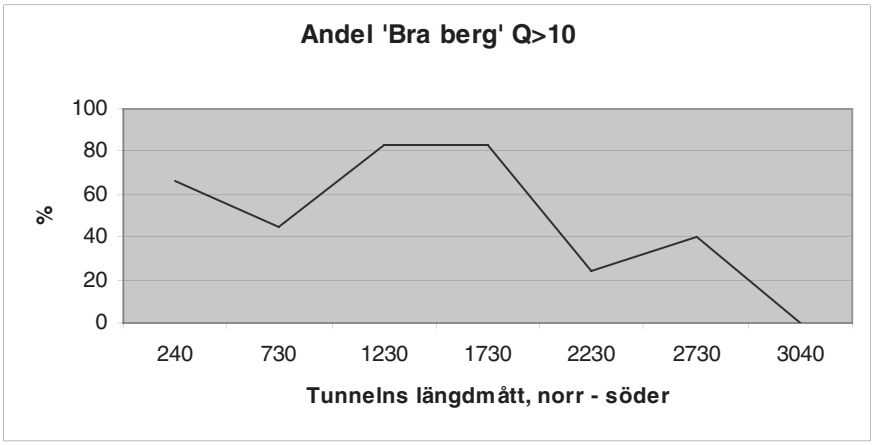
Möjliga driftförstärkningar

Partier av tunnelns sträckning ger vid handen försämrade förutsättningar för snabb tunneldrivning. Detta förhållande kan ses i bergtäckning (Fig. 1), seismiska hastigheter, karterade Q-värden (Fig. 2) samt i borrkärnornas sprickighet. Partierna med dåligt berg ligger på södra delen av tunneln. Se även södra påslag (Bild 2).
Bergsvackor, tex Granhagen vid längdmått 436+700, korrelerar väl med seismiska zoner med låghastighet < 4000 m/s och medelhastighet 4000 –5000 m/s.



Figur 1. Nygårdstunnelns bergtäckning. Granhagen vid 6700.

Borrkärnorna uppvisar partier där sprickantal är större än 5 st och större än 10 st per meter. ’Bra berg’ med Q- värdet större än 10 uppvisas på bara halva tunnelsträckan.



Figur 2. Andel ’bra berg’ längs Nygårdstunneln.

© 2006, Svenska Bergteknikföreningen och författarna/Swedish Rock Engineering Association and authors

Bild 2. Nygårdstunneln, påslag från söder.

Injekteringsarbeten kan förväntas

I kärnborrhål uppmätt läckagefaktor varierar, till merpart, mellan tätt (<1) och relativt tätt (1-3). Läckagefaktorn är definierad som vattenförlust (liter) / pumptid (min) / mätsträcka(m) / tryck (MPa)

Kravet på maximalt inläckage; 2 l/min/m på 450 m tunnellängd, 3l/min/100m på 190 m tunnellängd och 5 l/min/100m på 2390 m tunnellängd, i kombination med vatten-förluster inom området relativt tätt - tätt, ger en bild av arbetsdryg injektering.

© 2006, Svenska Bergteknikföreningen och författarna/Swedish Rock Engineering Association and authors

Kännspaka miljökrav

Gällande luftvård, buller och vibrationer, kemiska produkter, arbetstider, gäller lagar och förordningar som normalt. Stadsmiljö föreligger ej, däremot boende.
Gällande vattenvården har man lagt följande gränsvärden:
-process- och dräneringsvatten pH mellan 6 – 9
-suspenderat material 500 mg / l
-ammoniumkväve rapport vid över 1 mg/l
-oljeindex 3 mg/l
-inläckage i tunnlar 2 – 5 l/min/100m
Gränsvärden för inläckage uppfattas relativt stramt. pH gränserna fordrar åtgärder.

Satsning på maskinresurser

Förutsedda bergförhållanden ställer krav på praktiska lösningar och effektivt utförande, även i något ryckiga förhållanden. Registrering under borrning (RUB) är en förutsättning redan i förfrågningshandlingar. Dessa egenskaper kommer att nyttjas så långt som möjligt för effektiv produktion. Utrustning redovisas enligt följande:

Borrning

Produktions- och injekteringsborriggar är 2 st Atlas Copco XL4C, tillverkningsår 2006
-4 bommar för 21’ stänger + 1 korgbom
-borrmaskiner COP 3038
-RUB
-TMPro mjukvara för administrering, planering och utvärdering av borrning
-54 mm kronor och 45 mm stänger

Laddning

Normet Charmec laddningstruckar 2 st, tillverkningsår 2005 och 2006.

Injektering

Avses att användas två mobila cementinjekteringsenheter, på lastbilsunderlag:

Enhet nr 1, tillverkningsår 2000 / 2004
-Cemix 202 blandare, 1750 varv/min, 1 st
-Cemag 402E agitator, 2 st
-Pumpac 150B15 pump, 2 st
-Logac 4200, registreringsapparat för flöde, volym, tryck. Noterar inmatad injekteringstid, datum, klocktid, hålnummer
-CFP-10 mätningsenhet, flöde, tid, tryck på 4 utgående linjer

© 2006, Svenska Bergteknikföreningen och författarna/Swedish Rock Engineering Association and authors

Enhet nr 2, tillverkningsår 1999 / 2004
-Cemix 403E blandare, 1 st
-Cemag 401E agitator, 2 st
-Pumpac 150B15 pump, 2st
-Logac GL registreringsapparat
-CFP-10 mätningsenhet

Sprutbetong

-AMV-7450 betongsprutningsutrustning, tillverkningsår 2001
-Normet Spraymec 9150 WPC betongsprutningsutrustning, tillverkningsår 2004

Dräner

Plattform AMV, tillverkningsår 2006.

Skrotning

Gradall XL 5110, 28 ton (Bild 3), tillverkningsår 2006.

Motivationshöjning

Motivation kan ses som en avgörande viktig faktor i ett flertal utförda tunnelprojekt av krävande karaktär. Övriga viktiga faktorer har varit t.ex. utrustning, riskhantering, effektiv utförandemetod, yrkesskicklighet, lösningar, lokalitet och referenser. Generellt gäller att man skall ha tung utrustning i bra skick. Då man betraktar tunnelprojekt över längre sikt, ser man också att en förutsättning för affärsverksamheten är, att man mestadels lyckas i att undvika risker.
Motivation kan man finna då man har ett intressant jobb, som ger bättre yrkeskunskap och erkännande. För att jobbet skall vara av intresse, bör man ges möjlighet till att utföra sina uppgifter, man bör ges mandat efter möjlighet, och man bör ta ansvar.
De motivationshöjande åtgärderna i Nygårdstunneln är riktade mot att skapa bästa möjliga insikt, och förståelse för vad som skall uträttas för att få jobbet att flyta samt för att utveckla projektet. Vid möte mellan beställare med konsulter, entreprenör och underentreprenör, har man kommit överens om allmänna förhållningsregler, som öppenhet och ömsesidig respekt. I entreprenörgruppens projektråd hanteras bland annat initiativ till förbättringar. Arbetet fortsätter, och huruvida man lyckas i att skapa motivation kan med säkerhet ses i framtida rapporter.

© 2006, Svenska Bergteknikföreningen och författarna/Swedish Rock Engineering Association and authors

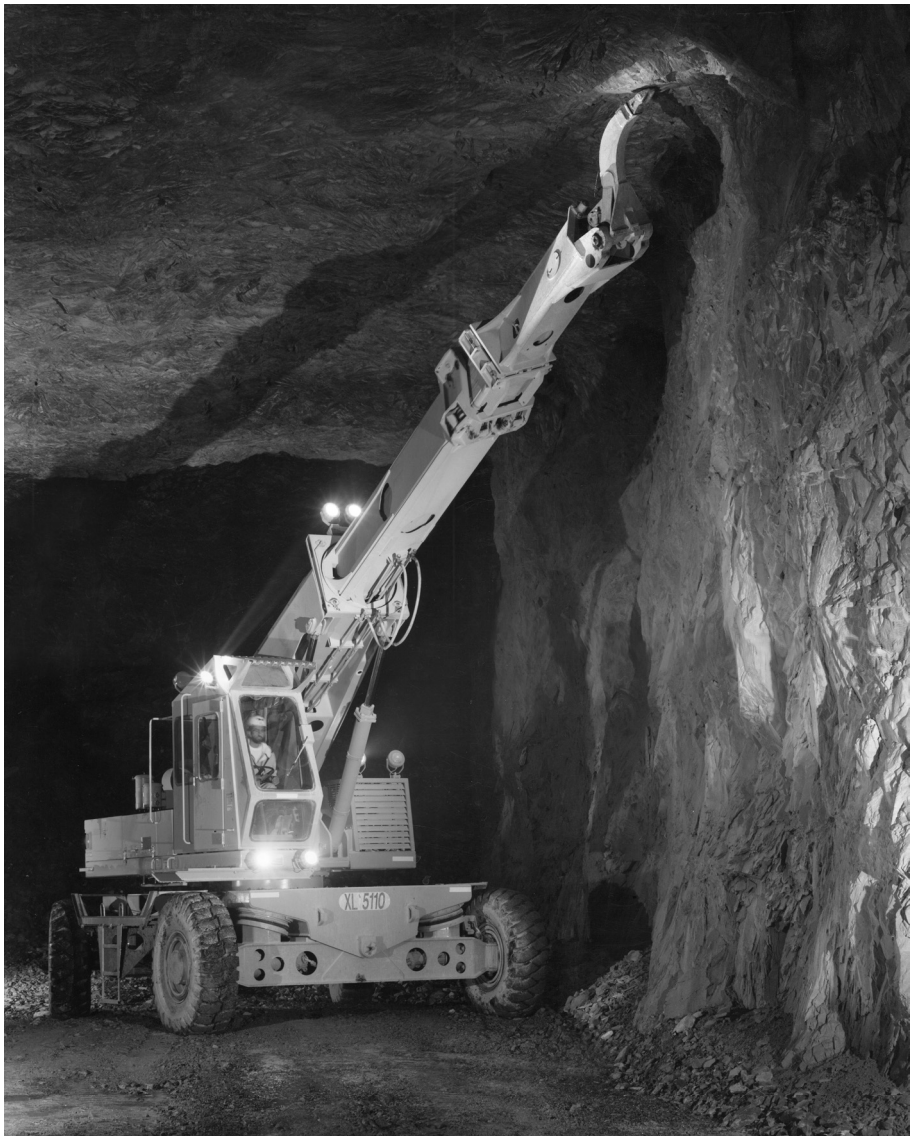


Bild 3. Skrotningsutrustning.

Nygårdstunnelns utsikter

Några av de tekniska nyinslagen ligger i väntan på utvärdering. Förmår man i detta projekt utnyttja RUB för driftsplanering? Skrotningsutrustningen är väl testad i gruvsammanhang, men vilken är nyttan av metoden i Nygårdstunneln? Merparten av utrusningen bygger dock på beprövad teknik.
Vi har ovan sett att Nygårdstunneln innehåller flera för bergbyggandet grundläggande krav och intressanta uppgifter. Med tanke på att marknaden framöver inbjuder till fortsättning, är utsikterna goda för att finna drivkraft och effektivitet i Nygårdstunneln.

© 2006, Svenska Bergteknikföreningen och författarna/Swedish Rock Engineering Association and authors