© 2005, Svenska Bergteknikföreningen och författarna/Swedish Rock Engineering Association and authors

TUNNELBYGGANDE I NORRORTSLEDEN

Per-Olov Karlsson, Vägverket Region Stockholm

Norrortsleden – så blir den

Idag är kommunikationen mellan E18 och E4 mycket bristfällig. Trafiken söker sig fram längs vägar med låg standard och ofta genom bostadsområden. Samtidigt som olycksriskerna är stora både för bilister och övriga trafikanter är det många boende invid de överbelastade vägarna som är mycket trafikstörda.

Norrortsleden mellan Häggvik och Rosenkälla kommer att bli den nya huvudsakliga förbindelsen mellan E4 och E18. Vägen kommer att avlasta det befintliga vägnätet och förbättra boendemiljön för dem som redan bor i norra Storstockholm. Restiden kortas från dagens cirka 45 minuter i rusningstid till cirka 15 minuter och trafiksäkerheten för alla trafikantgrupper kommer att öka.

Norrortsleden berör de fem kommunerna Sollentuna, Upplands Väsby, Täby, Vallentuna och Österåker. Den fysiska planeringen i dessa och andra kommuner förutsätter att Norrortsleden byggs. Norrortsleden innebär nya och bättre förutsättningar för nya bostadsområden och förbättrad kollektivtrafik. Leden bidrar också till en bättre balans mellan bostäder och arbetsplatser.

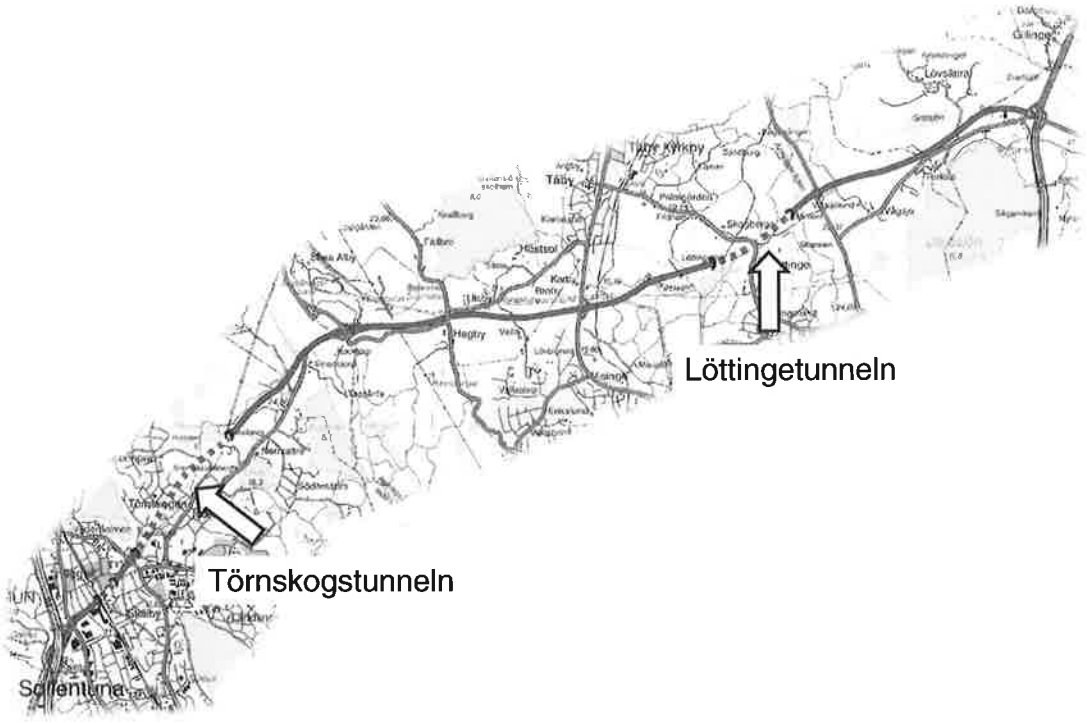
Norrortsleden kommer att bilda stommen i ett vägnät för den norra delen av Stockholmsregionen. Tillsammans med vägar som E4, E18, Arningevägen och den planerade Förbifart Stockholm skapar Norrortsleden ett överordnat vägnät för inom- och mellanregionala resor.

Utbyggnaden av Norrortsleden innebär att området kring korsningen mellan leden och E18 får ett strategiskt läge i regionen. Vid Arninge/Rosenkälla/Gillinge-området och norr därom planeras en kraftig utveckling utifrån en regional kärna som redovisas i den regionala utvecklingsplanen 2001 för Stockholmsregionen (RUFS). Inriktningen är att områdena kring E18-stråket ska bli en levande stadsbygd som är en blandstad med bostäder, arbetsplatser, handel, kultur, utbildning, rekreation etc.

Norrortsleden har utformats så att den i största möjliga utsträckning ska smälta in i den befintliga miljön. Två delsträckor av Norrortsleden förläggs i tunnel. Mellan Tunberget och Norrsättra i Sollentuna byggs Törnskogstunneln, två tunnelrör med dubbla körfält. I Täby byggs Löttingetunneln med ett körfält i vardera riktningen åtskiljda av en mittvägg.

Byggnadsarbetena för projektet startade hösten 2002 och hela leden beräknas kunna öppnas för trafik under 2008.

© 2005, Svenska Bergteknikföreningen och författarna/Swedish Rock Engineering Association and authors



Figur 1: Norrortsledens sträckning

Törnskogstunneln

Omfattning

När trafiken skall ledas från den redan färdigställda Häggviksleden vidare mot Täby passeras ett relativt tätbebyggt område i Sollentuna, villaområdet Törnskogen. Dagens lösning med genomfartstrafik på den smala Frestavägen har lett till omfattande köbildningar och störningar på omgivningen. Den lösning som valts för denna del är att placera vägen i tunnel i en längd av 2,1 km under området. I den östra änden mynnar Törnskogstunneln i ett skogsområde vid Norrsättra. Vägen har motorvägsstandard genom tunneln varför trafiken kommer att löpa i två separata tunnelrör, ett i vardera riktningen. Mellan de dubbelfiliga trafiktunnlarna, vilka har standardsektionerna 92 resp. 102 m², byggs utrymningsvägar var 100:e meter. Dessutom skall för tunnelns drift utföras tre driftutrymmen i berget, jämnt fördelade efter tunnellängden, samt en VA-station för hantering av drän- och dagvatten. Installationer i form av kablage förläggs i en sidokulvert i det större av tunnelrören.

Genomförande

För genomförandet av projekt Norrortsleden har inom Vägverket Region Stockholm tillsatts en beställarorganisation med projektledning och funktionsansvariga för olika teknikområden. Byggledningen, dvs beställarorganisationens förlängda arm på plats,

© 2005, Svenska Bergteknikföreningen och författarna/Swedish Rock Engineering Association and authors

har upphandlats funktion för funktion och samordnas på plats. Bergkartering och förstärkningsbestämning utförs av SWECO vilka även har utfört projekteringen för större delen av Norrortsleden. De viktiga 3:e mansfrågorna hanteras genom NitroConsult vilka utför besiktning av fastigheter, vibrationsmätning samt besvarar boenderelaterade frågor från närboende.

Vägverket Region Stockholm har för entreprenaden Törnskogstunneln upphandlat Oden Anläggningsentreprenad AB som utför tunnelarbetena samt de 700 meter motorväg i skärning och på bank som ingår i entreprenaden vid Norrsättra. Tunnelarbetena består av drygt 400.000 tm^3 bergschakt under jord samt ca 165.000 tm^3 i skärning. Tunneln som utförs under vattendom förinjekteras i hela sin sträckning och förstärks med fiberarmerad sprutbetong. Utanför tunneln skall även utföras ytterligare ett driftutrymme samt bro vid passage över Snugganbäcken i Norrsättra. Kontraktssumman uppgår till c:a 500 Mkr och entreprenaden skall slutföras till halvårsskiftet år 2007.

Bergtunnlarna drivs från vardera mynningarna, Tunberget samt Norrsättra, och utförs med konventionell borrning/sprängning. Berget är på tunnelsträckningen huvudsakligen granit av god kvalitet. Allt borrningsarbete utförs med Atlas Copco 353-riggar. Som sprängmedel nyttjas SSE-systemet från DynoNobel varvid kontur- och hjälparrad strängladdas för skonsam sprängning. Konturhålsavstånd är i handlingarna fastlagt till 0,60 meter. Bergrensning utförs i första steget genom maskinell skrotning med aggregat och personal från Hedins. Bergmassorna transporteras efter utlastning till Solna resp. Arninge, förutom den del som återanvänds inom entreprenaderna Törnskogstunneln samt Tunbergets trafikplats i vilka båda Oden är entreprenör.

För injektering samt bergförstärkning med sprutbetong har Oden upphandlat Besab som underentreprenör. Besabs arbetsledning har integrerats med Odens organisation för optimal hantering av samtliga resurser i tunneln. Tätningen av tunnlarna sker genom systematisk förinjektering kompletterat med kontrollhål där bergförhållandena så kräver. Skärmarna är 21 meter långa och rakhetskontrolleras med jämna mellanrum. Det injekteringsmedel som används är Cementa Injektering 30. Injekteringsblandningens egenskaper provas löpande för att verifiera brukets kvalitet. Sluttryck vid förinjektering är 2,0 Mpa över rådande grundvattennivå. Resultatet av tätningsarbetet i hittills utförda tunneldelar bedöms som gott.

Bergförstärkning utförs med bergbultar och sprutbetong. Bultar har huvudsakligen en längd av tre meter men vid behov används bultar med längd fyra meter. Beroende på korrosivitets-klass monteras obehandlade, varmförzinkade eller coatade bultar. Bultar kontrolleras främst genom Boltometertest samt vct-bestämning av bultbruket. Sprutbetong utgörs av stålfiberarmerad betong i tjocklekar 25 mm och upp till 100 mm. Väggar kan i partier med bra berg förstärkas med oarmerad sprutbetong. Alla synliga bergytor kläs med sprutbetong.

I entreprenaden finns några partier med sämre förhållanden såsom liten bergtäckning, låg bergkvalitet och känsliga grundvattenförhållanden. Främst gäller detta passagen under Solängsvägen där så låg bergtäckning som fem meter förväntas över det ena tunnelröret. Även vid drivning intill sjön Snuggan gäller speciell beredskap då öppna,

© 2005, Svenska Bergteknikföreningen och författarna/Swedish Rock Engineering Association and authors

vattenförande sprickstrukturer kan medföra kontakt med sjöns vatten. Passagen under Solängsvägen är GK3-klassad och drivningsprogrammet har godkänts av projektets GK3-ansvarige, Anders Fredriksson, Golder Associates AB. Programmet innehåller t.ex. åtgärder som sondering för bergyta och vatten samt förbultning i tak om så krävs efter observation om låg bergtäckning.

Partnering – samverkan för kvalitet och lönsamhet

I förfrågningsunderlaget till entreprenaden bjöd Vägverket in till partneringsamarbete. Målet är att skapa ett öppet och konstruktivt projektklimat som möjliggör hantering av alla frågor utan onödig fördröjning samt en möjlighet till kostnadsbesparingar, båda parter tillgodo, där möjlighet till förändringar av tekniska lösningar kan identifieras. Oden bekräftade i anbud samt upphandling sitt intresse till denna form av samarbete. Sådant samarbete har redan tidigare utvecklats mellan parterna, Vägverket och Oden, i den i väster till Törnskogstunneln gränsande entreprenaden Tunbergets trafikplats vilken utförs tidsmässigt parallellt med Törnskogstunneln.

I ett startmöte efter byggstart samlades representanter för vardera organisationerna för en partneringdiskussion med ambitionen att identifiera förbättringspunkter men även att skapa kontaktytor och förståelse för varandras roller i projektet. Mötet innefattade aktivt deltagande från Vägverkets ombud, projektledning, funktionsansvariga och byggledning. Även projektören medverkade för att kunna vara delaktig i den översyn av tekniska lösningar som genomfördes. Från Oden deltog VD/ombud, avdelningchef, arbetschef/projektchef, projektstab, blockchefer och arbetsledare. De kvalitetskritiska arbetena med tätning och förstärkning bevakades särskilt av Besab med deltagande av projektknutna tjänstemän, teknisk expertis samt bolagets VD. Samlingen representerade väl de till projektet allokerade kompetenserna.

Efter det givande mötet strukturerades fram elva punkter för vilka en djupare analys skulle göras. Punkterna berör tekniska lösningar inom såväl berg, konstbyggnad som mark och VA. För varje punkt har upprättats ett program i vilket framgår motiv och bakgrund till förslaget om ändrad teknisk lösning, förslag till utformning av den nya lösningen samt bedömda konsekvenser, ekonomiskt och tidsmässigt. Den ändring som föreslås får ej innebära sämre kvalitet och funktion hos anläggningen. För varje punkt har gemensamt tillsatts resurser i lämplig omfattning beroende på frågans svårighetsgrad.

Under processen fram till ett slutligt förslag till utformning kan presenteras har ursprunglig projektör deltagit och påverkat lösningen. Väl enighet råder om att sjösätta den nya lösningen har projektören i uppdrag att inlemma den genom revidering av kontraktshandlingarna såsom varande kontraktsenligt utförande. För konstbyggnadsarbeten, vilka kontrakterats med projekteringsansvar hos entreprenören, står entreprenören genom sin projektör ansvarig för lösningens lämplighet likaväl som beställarens projektör tar ansvar för ändringar inom ramen för övriga teknikområden.

Arbetet med översyn av dessa elva förbättringspunkter har varit framgångsrikt och lett till stora kostnadsmässiga besparingar samt skapat stärkta förutsättningar för ett

© 2005, Svenska Bergteknikföreningen och författarna/Swedish Rock Engineering Association and authors

tidsmässigt slutförande av entreprenaden inom ramen för projektets tidplan. De ekonomiska vinsterna, i och med förändringarna, delas enligt separat överenskommelse mellan parterna. En viktig övrig vinst med detta arbete är också den goda samarbetsanda med gemensamma mål som präglar relationerna i projektet.

Vägverkets uppfattning är att entreprenaden Törnskogstunneln blivit ett gott exempel på hur partneringtanken kan utvecklas och konkretiseras till ett framgångsrikt arbetssätt där båda parter får del av vinsten av att tillvarata den samlade kompetensen för ett gemensamt förbättringsarbete. Det är viktigt att poängtera att förutsättningen för ett framgångsrikt partneringsamarbete bygger på en uppriktig och långsiktig vilja från parternas respektive ledningar. Denna attityd kommer då, väl den tydligt uttalas från ledningsnivå, att genomsyra det dagliga arbetet och leda till ett konstruktivt samarbete och god stämning på alla nivåer på arbetsplatsen såväl som i mötesrummen.

Löttingetunneln

Tidigare planer på Norrortsleden som ett PPP-projekt

Regeringskansliet lät år 2000 genom Näringsdepartementet göra en utredning avseende möjligheterna att genomföra väg- och järnvägsprojekt med alternativ finansiering (DS 2000:65 publicerad i november 2000). Utredningen förordade att ett antal projekt skulle genomföras enligt en i betänkandet föreslagen modell. Modellen innebär i korthet förändrade och fördjupade samarbetsformer med det privata näringslivet (Private Public Partnership), och bygger på att entreprenören under relativt lång kontraktstid tillhandahåller en i funktionella termer definierad vägtjänst. Eftersom entreprenören erhåller ersättning först efter driftstart uppstår ett behov av att finansiera dennes kostnader under byggskedet. Detta skulle kunna ske genom privat finansiering av infrastrukturinvesteringarna. Norrortsleden var ett av de projekt som i utredningen förordades som pilotprojekt.

Under år 2001 genomförde Vägverket Region Stockholm ett omfattande arbete med att utarbeta ett förfrågningsunderlag för Norrortsleden enligt den modell som föreslogs i Näringsdepartementets utredning. Arbetet resulterade i ett preliminärt förfrågningsunderlag.

Den s.k. infrastrukturpropositionen, proposition av 2001-10-03, anvisade emellertid beträffande finansiering av infrastrukturinvesteringar statlig finansiering i form av anslag samt för en begränsad del av de projekt som skall genomföras under planperioden lån hos Riksgäldskontoret. Propositionen gav inte stöd för att då gå vidare med att genomföra PPP-projekt genom privat finansiering i den form som bl.a. tillämpas i England.

Arbetet med alternativa genomförandeformer för infrastrukturprojekt hade trots det pekat på potential för kostnadseffektivisering jämfört med traditionellt byggande och drift och underhåll. Beställaren beslöt därför att pröva ett projekt med alternativ genomförandeform och valde en entreprenad inom Norrortsleden. Den projektdel som

© 2005, Svenska Bergteknikföreningen och författarna/Swedish Rock Engineering Association and authors

ansågs lämpligast var delen Täby Kyrkby - Rosenkälla, där den slutliga projektutformningen i huvudsak kan baseras på arbetsplanens utformning. På denna sträcka föreligger i tillräcklig omfattning de frihetsgrader som är en av förutsättningarna för denna entreprenadform.

Funktionsentreprenad med helhetsåtagande

Delen Täby Kyrkby - Rosenkälla kommer att genomföras enligt en ny projektmodell, funktionsentreprenad med helhetsåtagande. Den syftar till att ta tillvara de fördelar som identifierats i PPP-projekt, d.v.s. tillvarata effektiviseringsmöjligheter för att sänka totalkostnaden för byggprojekten, och genomföra dem inom ramen för statlig finansiering. I den debatt som under lång tid har förts om möjligheterna att effektivisera byggbranschen har företrädarna för branschen framfört att en förutsättning för en effektivare byggprocess är att företagen får ta ett större ansvar för projektet i sin helhet. Istället för att dela upp projektet innebär modellen att Vägverket ger leverantören ett helhetsåtagande som innebär ett sammanhängande ansvar för projektering, byggande samt drift och underhåll.

Tidsmässigt får entreprenören ett längre åtagande, där byggtiden blir ca 3-4 år medan underhåll och drift löper på 15 år. Detta ger leverantören möjlighet att göra avvägningar mellan investerings- och underhållskostnader, vilket i sin tur ger motiv för att föreslå kostnadseffektiva och kvalitetsmässigt optimerade lösningar.

De faktorer som innebär effektiviseringsmöjligheter bedöms vara:

- Större frihet för entreprenören att välja tekniska lösningar inom ramen för övergripande krav på vägens funktion. Detta ger möjlighet att optimera tekniska lösningar mot de byggmetoder som passar entreprenören.
- Ett helhetsåtagande innefattande ansvar för projektering/byggande/underhåll/drift i stället för deloptimering av varje skede.
- Större frihet för entreprenören att driva projektet på ett för honom optimalt sätt.
- Anpassad ansvars- och riskfördelning
- Utvecklad samverkan beställare - entreprenör

Målen för entreprenaden kan sammanfattas enligt följande.

- Verifiering av potential till effektivisering enligt tidigare utredningar, d.v.s lägre totalkostnader.
- Branschutveckling genom nya genomförandeformer.
- Utveckling av bättre samarbetsformer beställare/entreprenör.
- Förberedelse inför kommande större projekt med alternativa genomförandeformer.

© 2005, Svenska Bergteknikföreningen och författarna/Swedish Rock Engineering Association and authors

Omfattning

Sträckan Täby kyrkby - Rosenkälla är cirka 7 km lång med anslutningar vid Bergtorpsvägen, Arningevägen och E18/Rosenkälla. Vägen byggs för mötesfri trafik med två körfält i ena riktningen och ett körfält i andra riktningen, s.k. 2+1-väg. På sträckan ska 7 broar byggas.

I projektet ingår Löttingetunneln, en 1,1 km lång tunnel med ett körfält i vardera riktningen åtskiljda av en vägg. I arbetsplanen redovisades en lösning med motriktad trafik utan mittbarriär eller mittvägg samt en separat parallell räddningstunnel. Nya krav på tunnelsäkerhet har dock medfört att en annan lösning måste väljas. Den valda utformningen är den som bedöms vara den mest kostnadseffektiva som går att bygga inom arbetsplanens vägområde.

I Löttingetunneln ingår också projektering och byggande av samtliga installationer och tekniska system som krävs för att uppfylla kraven på säkerhet och tillgänglighet.

Ersättning

Arbetena utförs till fast pris utan mängdreglering med undantag för förinjektering, förstärkning och dräner där reglering sker mot en riktkostnad. Syftet är att optimera omfattning och utförande av sprängning, förstärkning, injektering och tak- och väggdränering.

Krav och kravhantering

Kraven på vägen är formulerade som krav på vägytans jämnhet, lutning och friktion. Kraven i ATB 2003 gäller därför företrädesvis beräkningsmetodik och dimensionering.

För konstbyggnader gäller Bro 2002. För att inte skapa konfikt med Bro 2002 ställs därför inga ytterligare krav på funktion.

Kraven på tunneln gäller täthet samt krav avseende dropp och isbildning. För installationerna ställs krav på funktion samt i vissa fall krav på material. Det har därför varit nödvändigt att göra vissa avsteg från Tunnel 99 eftersom den inte i alla stycken passar för denna entreprenadform.

Kraven är formulerade som krav på funktioner eller på egenskaper. Samtliga krav är formulerade som ”skall” eller ”får ej”. Då detta är ett för anläggningsbranschen delvis nytt sätt att ställa krav har det varit nödvändigt att hantera kraven systematiskt. Samtliga krav är därför numrerade och hanteras i en databas där kraven kan följas upp och deras inbördes beroenden kan hanteras.

För de viktigaste kraven finns kravnivåer definierade. Anläggningens funktion kommer regelbundet att mätas under drifttiden, och ej uppfyllda kravnivåer resulterar i avdrag på ersättningen under den 15-åriga drift- och underhållstiden.

© 2005, Svenska Bergteknikföreningen och författarna/Swedish Rock Engineering Association and authors

Utvecklat samarbete

Beställaren och entreprenören ska arbeta mot gemensamma mål i ett aktivt samarbete. Med detta skapas förutsättningar för ett kostnadseffektivt genomförande av projektet till nytta för båda parter. Eventuella oenigheter ska hanteras på ett konstruktivt sätt genom förutbestämda mekanismer. Mål och former för parternas samarbete ska utarbetas gemensamt och dokumenteras i ett överenskommet samverkansprogram.

Utvecklings- och demonstrationsprojekt

Detta projekt ingår som ett demonstrationsprojekt inom ramen för FIA, Förnyelse I Anläggningsbranschen. För närvarande pågår uppföljning av upphandlingsfasen men avsikten är att hela projektet ska följas.

FIA-projektets mål avseende upphandlingsfasen är att

- påvisa om förfrågningsunderlaget ger entreprenörerna möjligheter att utforma kostnadseffektiva och kreativa anbud
- påvisa om utvärderingen i enlighet med angivna utvärderingskriterier entydigt förordar en entreprenör.

Upphandlingen

Upphandlingen av entreprenaden inleddes med en prekvalificeringsfas under våren 2004. I månadsskiftet juni/juli erhöll prekvalificerade anbudssökande förfrågningsunderlaget. Anbudstiden varade efter förlängning till omedelbart efter årsskiftet 2004/2005. I skrivande stund pågår anbudsutvärdering.