

# Krav på injektering vid tunnelbyggande

## Bakgrund

Vid tunnelbyggande i berg under grundvattenytan måste man ta hänsyn till ett antal vattenrelaterade problem. Under byggnadstiden är rinnande vatten en störande faktor för produktionen. En otät tunnel kan också leda till oönskad påverkan på omgivningen genom att grundvattenytan sänks. I en tunnel i drift är droppande vatten inte bara störande för trafikanterna, det påverkar även installationerna, vilka i moderna tunnlar är tekniskt sett mycket kvalificerade. Inrinnande vatten kräver därför inredningssystem i tunneln som är dyrbara och underhållskrävande.

Av dessa anledningar väljer man i stort sett alltid att injektera berget, men kraven på injekteringsinsatser leder ofta till svårigheter för entreprenörerna att driva bergarbetena rationellt. Detta, tillsammans med materialkostnaderna för injektering, leder i sin tur till ökade kostnader för beställarna. Om samtidigt kraven inte upplevs som motiverade, till exempel med tydlig miljöskyddande effekt, bör de ifrågasättas och eventuellt revideras.

## Syfte

Syftet har varit att kartlägga och strukturera de motiv som finns bakom dagens täthetskrav för väg- och järnvägstunnlar och att strukturera de olika krav som idag ställs på täthet, samt att utifrån detta föreslå förändringar som kan ge en positiv effekt på produktionen av tunnelbyggnader.

## Genomförande

Med bidrag från SBUF har projektet genomförts av NCC AB (ursprungligen SIAB) och Institutionen för geoteknik, Chalmers, i samarbete med en arbetsgrupp bestående av experter från Vägverket, Banverket och entreprenörer.

Arbetet har utförts i tre etapper, delvis i form av ett examensarbete. I den första etappen insamlades fakta om beställares regelverk och samhällets styrmedel varefter de krav som ställs på täthet strukturerades och kravgrupper och intressenter identifierades. I den andra etappen valdes fem tunnelprojekt ut i samråd med arbetsgrupp och projektledare för detaljstudier. De tunnelprojekt som studerades var tunnlar på Grödingebanan, Götatunneln, Hallandsåstunneln, Lundbytunneln och Strängnästunneln. De handlingar som ingick i studien var i huvudsak tekniska beskrivningar hörande till arbetsplan, miljökonsekvensbeskrivningar (MKB), förfrågningsunderlag samt övriga utvärderingar. I den tredje etappen genomfördes intervjuer med branschfolk i form av diskussioner med enskilda eller i grupp samt samtal runt direkta frågor via telefon, fax och brev.

## Resultat

Utformningen av de krav som är kopplade till injektering beror av kravets inriktning vilket kan vara arbetsplatsen, funktionen eller miljön. Intressenterna för dessa är i tur och ordning entreprenörer, beställare (brukare) och samhället (det allmänna). De viktigaste lagar och regelverk som styr vattenfrågor och injektering vid vattenbyggande är från och med 1999 kapitel 11 i Miljöbalken, Vägverkets Tunnel 99 samt Anläggnings AMA 97 (delen Järnvägs AMA). I detta sammanhang bör nämnas att Anläggnings AMA 98 publicerades först i december 1999 och var därför ej

tillgänglig för denna studie. Beträffande arbetsmiljön finns grundläggande regler i Arbetsmiljölagen samt ett antal förordningar som rör hantering av giftiga varor. Det är entreprenören som har arbetsmiljöansvaret gentemot sina anställda.

Täthetskraven för tunnlar kan uppfyllas genom injektering av berget eller genom tätningsåtgärder inne i tunneln i form av avledning eller fulltätning. Vid berginjektering föredras vanligen så kallad förinjektering, där sprickorna i bergmassan framför tunneln impregneras med injekteringsmaterial genom 15-25 m långa borrhål, borrade från tunnelgaveln. Genom bergets höga inspanning kan mycket höga injekteringsstryck användas, vilket förbättrar inträngningsförmågan. Det vanligaste injekteringsmedlet är suspension av cement i vatten. Vid mycket smala bergsprickor används finmalet cement eller kemiska lösningar, vanligen geler och härdplaster. I partier av den färdigsprängda tunneln där vattenflödet är oacceptabelt högt utförs efterinjektering med korta hål. I partier som ligger nära en fri bergyta kan endast låga tryck utnyttjas. Det är ofta svårt att med efterinjektering få bort alla dropp, då tätning av en spricka eller zon innebär att intilliggande sprickor vattenmättas och efterhand får ökat tryck och börjar läcka.

Beställarna utfärdar som regel kontrollprogram som definierar kraven på entreprenörerna under en generalentreprenad. I Sverige är det vanligt att entreprenören själv upprättar en kontrollplan som han genomför och rapporterar till beställarens bygglidning, så kallad egenkontroll. Planen för injekteringskontroll brukar normalt omfatta injekteringskärmens utformning, injekteringsförfarandet samt mätningar av vatteninringning i tunneln och grundvattensänkning utanför densamma. Därutöver brukar även kontroll av vattenkvalitet ingå.

I projektrapporten konstateras sammanfattningsvis att det föreligger en del utrymme till förbättring av kravstrukturen vad avser tätning av tunnlar och för att åstadkomma detta föreslås bland annat följande förändringar:

- Storleken på inringningen till tunnlar utgör inget krav på miljön och bör således ej ingå i vattendom. Däremot är grundvattennivåer och vattenkvalitet av intresse för miljön och bör därför stipuleras i vattendomen.
- Används ändå inläckagevärden som kravdefinition bör dessa anges som intervall längs tunneln, helst med angivande av uppskattad sannolikhet.

- En allmän mall bör utformas för vattendomsförfarandet i Sverige.
- Miljödombstolarna bör engagera egen, oberoende expertis vid vattenlagens tillämpning på tunnlar.
- Funktionskraven bör beaktas i ett så tidigt skede som möjligt i ett projekt och bör även differentieras med hänsyn till tunnelns trafikbelastning och lokala faktorer.
- Skador och problem som uppkommer av exempelvis dropp bör graderas och funktionskravens nivåer fastställas med hänsyn till vad som kan tolereras.
- Då injekteringen är kritisk för drivningscykeln bör man utgå från att tätning utförs så att miljökraven uppfylls. Om ytterligare åtgärder behövs för att klara kraven på god funktion löses detta med metoder för avledande av vatten.

*Ytterligare information lämnas av*

Lars-Olof Dahlström, NCC AB, tel 031-771 50 81, eller av Ulf Lindblom, Institutionen för geoteknik, Chalmers, tel 031-772 21 10.

Rapporten **Krav på injektering vid tunnelbyggande** (Rapport B 1999:5, Institutionen för geoteknik, Chalmers, av Ulf Lindblom, Annelie Albertsson och Ann Sjöholm, 95 sidor inkl. bilagor, pris exkl. moms 100 kr) kan beställas från Institutionen för geoteknik, Chalmers, tel 031-772 21 10, fax 031-772 21 07.