

# Förinjektering i uppsprucket hårt berg

## Bakgrund

I samband med byggande av tunnlar i Sverige ställs ofta höga krav på täthet, uttryckt som en maximalt tillåten mängd inläckande vatten i tunneln, normalt 1-10 liter/ minut och 100 meter tunnel. Målsättningen är vanligtvis att i så stor utsträckning som möjligt täta berget med så kallad förinjektering eftersom detta anses vara en kostnadseffektiv metod jämfört med till exempel betonglining. Det finns dock fortfarande utrymme för fortsatta förbättringar av metoden ur tids- och kostnadssynpunkt.

En av de frågor där det finns ett behov av ytterligare utveckling gäller valet av injekteringsmetodik och styrningen under pågående produktion. Injekteringen blir ofta mer eller mindre förutbestämd baserat på olika prognoser från förundersökningarna och erfarenheter från liknande, tidigare projekt. Den information som registreras under pågående injektering, till exempel injekteringstryck och flöde av injekteringsmedel, utnyttjas bara i begränsad utsträckning för styrning och optimering av den pågående injekteringen. Ökad kunskap om hur olika faktorer påverkar slutresultatet och hur injekteringsförloppet kan styras utifrån den pågående injekteringen skulle öka förutsättningarna för en effektiv produktion.

## Syfte

Syftet med detta forskningsprojekt har varit att utveckla en metod för styrning av injekteringsförloppet. Studien har begränsats till förinjektering med cementbaserade injekteringsmedel i uppsprucket hårt berg under svenska förhållanden. Endast krav relaterade till täthet och produktionseffektivitet har beaktats. Miljö- och arbetsmiljökrav har ej studerats.

## Genomförande

Arbetet har utförts av Skanska AB i samarbete med Avdelningen för Jord- och bergmekanik, KTH, inom ramen för industriprogrammet Väg-Bro-Tunnel. Bidrag till projektet har lämnats av SBUF och NUTEK.

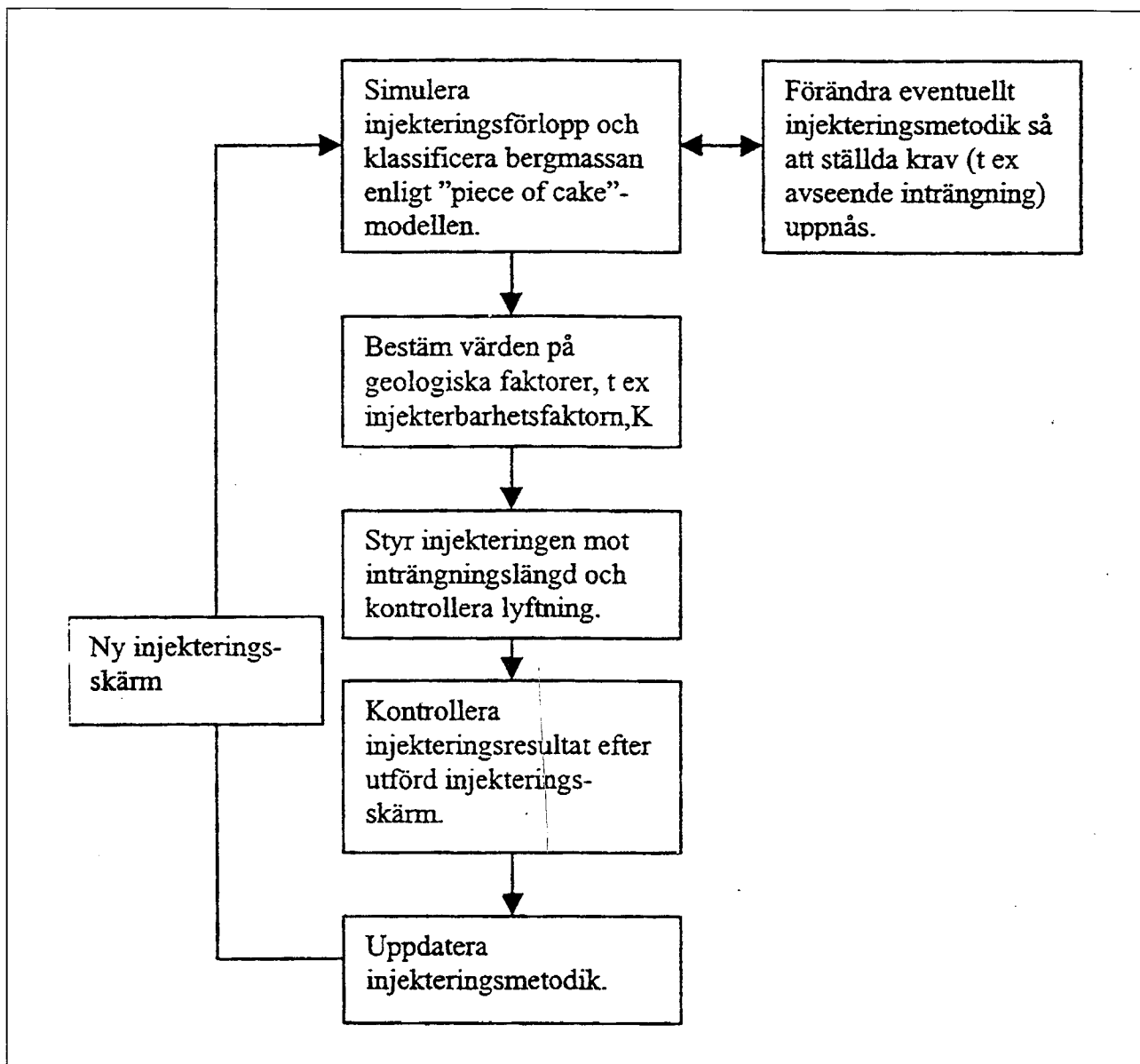
Projektet har omfattat litteraturstudier, kartläggning av erfarenheter från injekteringsarbeten utförda vid tunnelarbeten i Sverige samt analys och utveckling av befintliga teorier för styrning av injekteringsförloppet. Därutöver har några enklare laboratorieförsök utförts.

## Resultat

Projektets resultat redovisas i en licentiatuppsats, *Metodik vid förinjektering i uppsprucket hårt berg*. I uppsatsen beskrivs och analyseras

- olika krav och förutsättningar som påverkar valet av injekteringsmetodik samt utvärderingen av data registrerade under injekteringsförloppet,
- dagens kunskap om hur olika faktorer relaterade till valet av injekteringsmetodik påverkar injekteringsresultatet samt
- dagens kunskaper och morgondagens möjligheter om hur injekteringsförloppet kan styras under den pågående injekteringen.

En slutsats från de utförda analyserna är att valet av optimal injekteringsmetodik utifrån bergmassans egenskaper samt olika krav på injekteringen är svårt. Idag är valet av injekteringsmetodik i stor utsträckning baserat på erfarenheter och subjektiva värderingar. Täthetskraven tillgodoses i allmänhet. Däremot, framhålls det i uppsatsen, finns det en potential att förbättra produktions-effektiviteten och därmed minska kostnaden för injekteringsinsatsen. Vidare föreslås tillämpning av metoden Aktiv design, vilket bland annat inne-



Föreslagen princip för styrning av injekteringsförloppet

bär att injekteringsförloppet aktivt styrs och uppdateras under pågående injektering.

Den så kallade GIN-metoden, som företrädesvis tillämpats vid damminjekteringar utomlands, bedöms efter analys ha vissa begränsningar. I arbetet har teorierna utvecklats och en modifierad metod föreslagits. Denna metod anses ha utvecklingspotential och tros mycket väl kunna bli aktuell för framtida tillämpning för injektering i undermarksbyggande. Syftet med metoden är att på ett mer ekonomiskt sätt erhålla ett bra injekteringsresultat genom att minimera risken för hydraulisk uppspräckning samt att styra injekteringen mot en tillräcklig utbredning av den injekterade zonen.

*Ytterligare information lämnas av*  
 Martin Brantberger, Skanska AB, Division  
 Berg och Bro, tel 08-504 369 20, eller av  
 Håkan Stille, Avdelningen för Jord- och  
 bergmekanik, KTH, tel 08-790 79 12.  
 Licentiatuppsatsen **Metodik vid för-  
 injektering i uppsprucket hårt berg**  
 (LIC2056, av Martin Brantberger, 180  
 sidor, pris exkl. moms 200 kr) kan bestäl-  
 las från Avdelningen för Jord- och berg-  
 mekanik, KTH, tel 08-790 80 49,  
 fax 08-790 79 28, e-post leve@aom.kth.se