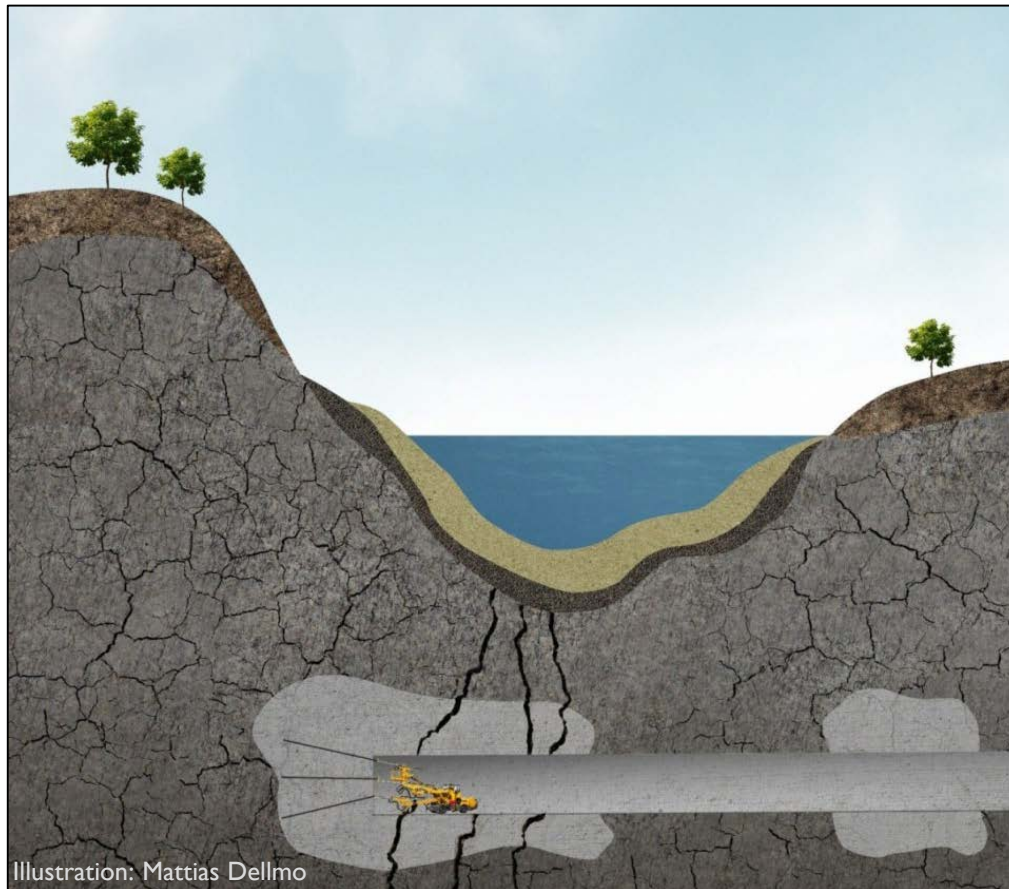


# Behovsprövad injektering - hydrogeologiskt baserad metodik för implementering

Peter Wilén, Sara Kvartsberg, Magnus Zetterlund. Norconsult AB



# Bakgrund

- Variationer i inläckage och konsekvenser av inläckage medför att bergmassan längs vissa tunnelsträckor förmodligen är tillräckligt tät för att uppfylla miljökraven utan tätningsinsatser.
- Förekommer områden där tätningsinsatser har en begränsad effekt med tillräckligt hög frekvens kan det vara mer resurseffektivt att övergå till ett flexibelt förfaringsätt där tätningsåtgärder enbart sätts in där de behövs och gör nytta, dvs. utföra behovsprövad injektering.

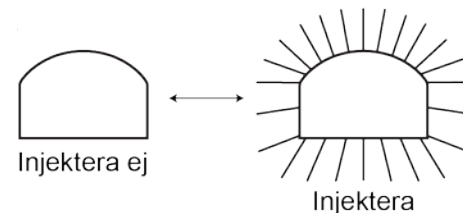


# Syfte och metod

- Hur kan behovsprövad injektering implementeras som en strukturerad och robust injekteringsstrategi?
- Hypoteser:
  - En behovsprövadestrategi bör baseras på en god förståelse för områdets hydrogeologiska förutsättningar.
  - Tättningsinsatser bör koncentreras till områden som är mer genomsläppliga, alternativt känsliga för grundvattenpåverkan.
- I rapporten beskrivs en metodik för implementering som utnyttjar geologiska och hydrogeologiska underlag som normalt finns tillgängliga i svenska tunnelprojekt.
- Metodiken är indelad i två delar (förundersökningsprogram och injekteringsprognos) och har testats i fyra fallstudier.

# Vad är behovsprövad injektering?

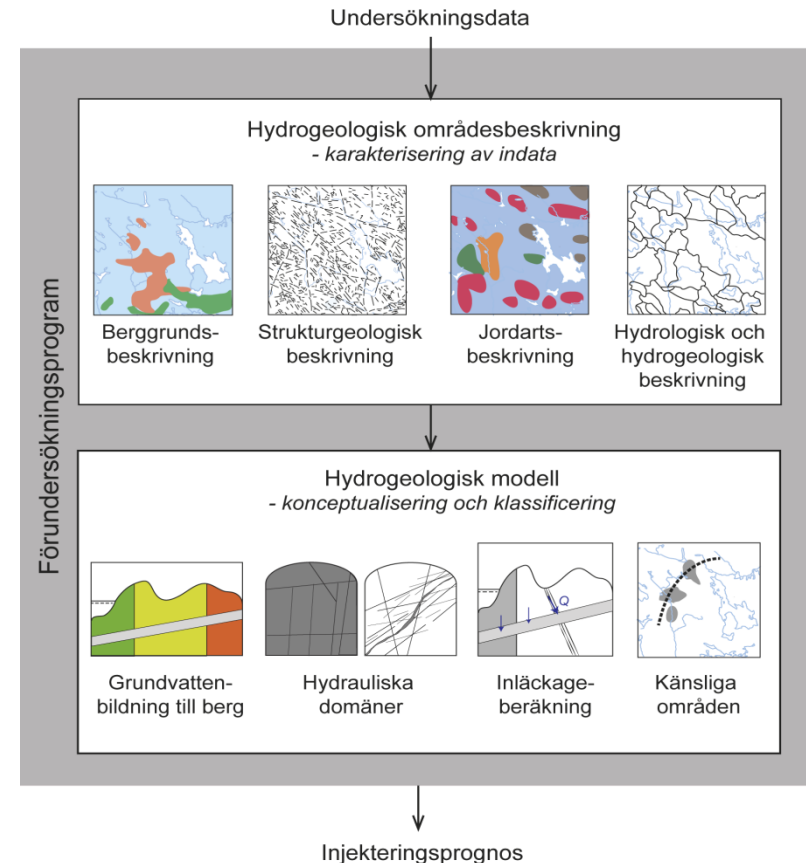
- Vid *behovsprövad injektering* utförs förinjekterings-skärmar enbart i de sektioner där behov av tätningsinsatser indikeras av miljö- och tillståndsutredningar, ingenjörsgelogiska prognoser och/eller sonderingsresultat under produktion.
- Behovet kan uttryckas med olika strategier:
  - Inget behov: ingen injektering
  - Tydligt behov: systematisk injektering
  - Osäker omfattning: selektiv injektering av enstaka skärmar
- Behovsprövad injektering ställer stora krav på:
  - uppföljning under byggskedet
  - att utförda tätningsinsatser blir lyckade så att efterföljande sträckor inte måste kompensera för bristande resultat.



# Metodbeskrivning: förundersökningsprogram

En utredning av möjligheten att implementera behovsprövad förinjektering inleds med ett förundersökningsprogram som omfattar:

- *Hydrogeologisk områdesbeskrivning* för att karaktärisera egenskaper hos berggrund, hydrogeologi och jordarter.
- *Hydrogeologisk modell* för att tolka och analysera fyra frågeställningar:
  - Kvantifiering av grundvattenbildning till berg
  - Beskrivning och utbredning av hydrauliska domäner
  - Inläckageberäkningar
  - Identifikation av känsliga områden baserat på potentiella skadeobjekt

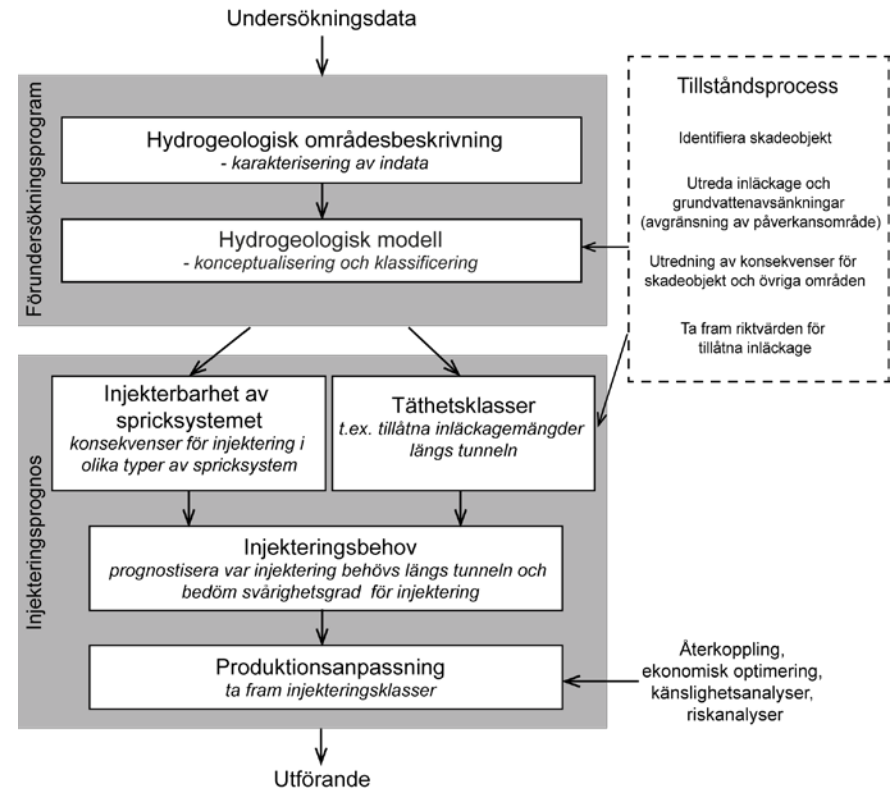


Förundersökningsprogrammet omfattas av en hydrogeologisk områdesbeskrivning och en hydrogeologisk modell.

# Metodbeskrivning: injekteringsprognos

Injekteringsprognosen syftar till att utreda om behovsprövad injektering är lämplig i ett tunnelprojekt och i så fall var och hur tätningsåtgärder ska utföras.

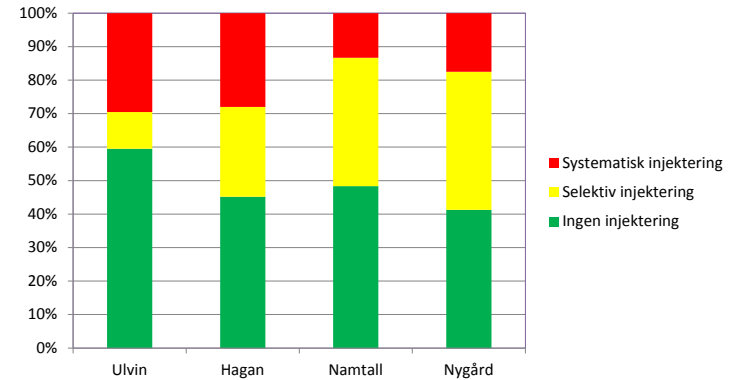
- *Injekterbarhet av spricksystemet: Var gör injekteringsinsatser störst nytta?*
- *Täthetsklasser: Vilka krav finns relaterade till omgivningspåverkan?*
- *Injekteringsbehov: Var finns behov av förinjektering?*
- *Produktionsanpassning: Hur ska injekteringen utföras?*



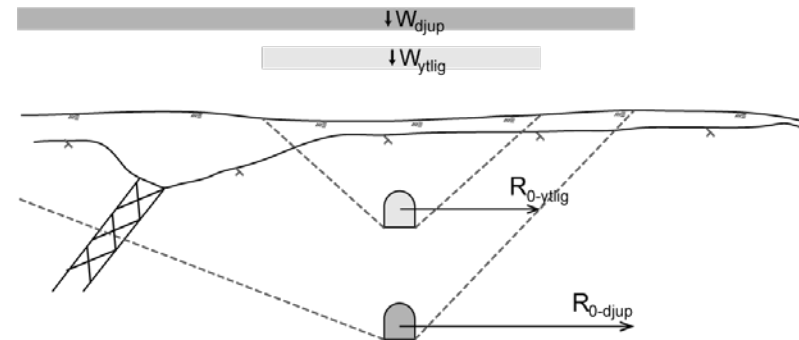
*Ingående delar i processen för att utföra projektering av behovsprövad injektering.*

# Slutsatser

- De fyra fallstudierna indikerar att injekteringsomfattningen i tunnelprojekt skulle kunna minska med uppemot 40-50 %.
- Implementering av behovsprövad injektering underlättas om det finns differentierade inläckagekrav och om kraven generellt är större än 5-10 l/min/100 m tunnel.
- Tillgången på vatten är en nyckelfråga eftersom det kan finnas en större tillgång på vatten än vad som vanligen ansätts i hydrogeologiska utredningar.



Fördelning av prognostiserat injekteringsbehov för de fyra studerade fallstudierna.



Influensområden för yttlig respektive djupare förlagd tunnel.

# Utvecklingsförslag för behovsprövad injektering

- *Grundvattenbildning till berg:* Hur ska den kvantifieras och hur hanteras den idag inom tillstånds- och byggprocessen? Hur förändras grundvattenbildningen vid påverkade grundvattenförhållanden?
- *Hydrogeologiska modeller i tillståndsprocessen:* Tas tillräcklig hänsyn till tillgängligt grundvatten i inläckagemodeller? Kan större inläckage tillåtas lokalt längs tunnlar i rural miljö? Hur skattas inläckage till tunnlar?
- *Tillämpning av behovsprövad injektering i praktiken:* Utveckling av metodiken i ett praktiskt fall ifrån projektering till byggnation.