

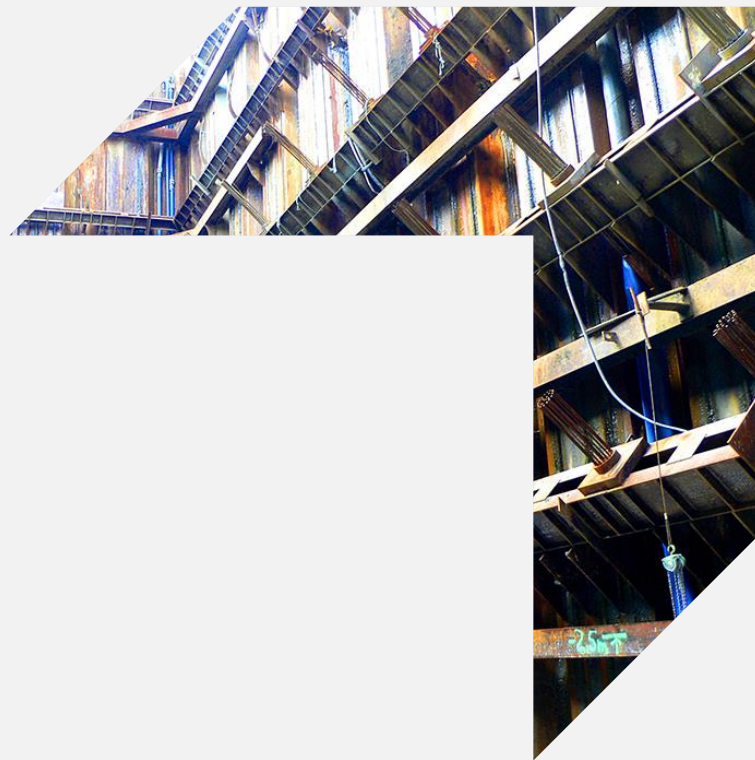


Fastsetting av tettekrav

Samspill mellom fagområder

Kristin H. Holmøy, NGI

NBG Årsmøte og Vårleppet 2019, torsdag 7. mars



Utfordringer med vannlekkasjer

Milliardbeløp

Når det gjelder meglingen på TBM-kontrakten, så opplyste kilder i forrige uke til Byggeindustrien at uenighetene her skal dreie seg om milliardbeløp.

Bakgrunnen er kostbare injiseringsarbeider som har vært nødvendig for å demme opp for vanninntregning i tunnelen.

– Vi har hatt utfordringer med at vannmengdene i tunnelen har vært større enn det man forutså i forkant, sier Borenstein og forklarer:

– Diskusjonene som pågår nå handler om hvorvidt det er vesentlig annerledes grunnforhold enn det man kunne forutse før man startet jobben. Der er vi uenige. Dette er en kommersiell diskusjon som begge parter håper vi kan komme frem til en god løsning på, sier Borenstein.

– Injeksjonsarbeider er svært kostbart, og kilder har opplyst til Byggeindustrien at uenigheten dreier seg om i underkant av to milliarder kroner. Kan du bekrefte det?

– Jeg har ikke lyst til å kommentere summer utover at det er uenighet om kompensasjonen rundt dette forholdet, sier Borenstein.

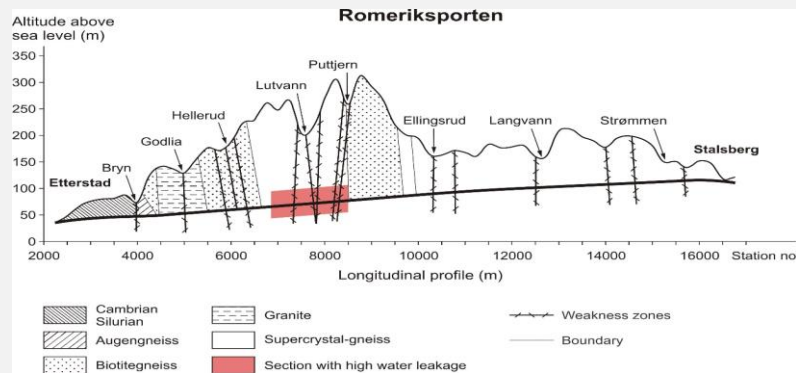
Bygg.no
(25. Jan 2019)



Grunnforhold og kryssing av dyprenner

- Bløt marin leire, stedvis morene over berg
- Enten må tunneler under (eks. Festningstunnelen under Rådhusplassen), eller de må krysse dyprennene i løsmassetunneler (Eks. Fellestunnelen i Studenterlunden)
- Dyprenner har setningspotensiale, drenering langs dyprennene. Strengt krav til tetting under driving og permanent
- Ulike drivemetoder gjennom dyprenne, som daganlegg eller som tunneldriving i løsmasser
 - Lengde og dybde
 - Hva som er over
- Utfordringer i overgang berg/løsmasser

KVU Oslo-Navet
Vedlegg 8 Teknisk-
økonomisk plan
Aas-Jakobsen/Geovita
(10. Sept 2015)



Regelverk: Vannressursloven 1. jan 2018

§ 43 Forvalteransvar og aktsomhetsplikt

"Enhver skal **opptre aktsomt** for å unngå at grunnvann påvirkes til **skade eller ulempe** for allmenne eller private interesser.

Grunnvannstiltak skal planlegges og gjennomføres slik at de er til minst mulig skade og ulempe for allmenne og private interesser. Denne plikten gjelder så langt den kan oppfylles uten uforholdsmessig utgift eller ulempe. ...

Grunnvannstiltak skal fylle alle krav som med rimelighet kan stilles til sikring mot fare for mennesker, miljø eller eiendom".



Veileder til vannressursloven og NVEs
behandling av vassdrags- og grunnvannstiltak

1
2017

VEILEDER



§ 44 Rådighet over grunnvann

"Uttak av grunnvann skal begrenses til det **grunnvannsmagasinet** tåler".

§ 45 Konsesjonsplikt for grunnvannstiltak

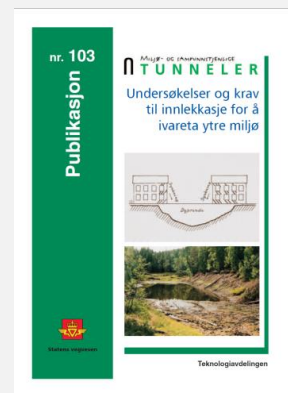
"Ingen må iverksette grunnvannstiltak som kan være til nevneverdig skade eller ulempe for noen allmenne interesser uten **konsesjon** fra vassdragsmyndigheten". ...

"Grunnvannsutttak over 100 kubikkmeter per døgn skal meldes til vassdragsmyndigheten, som skal vurdere om uttaket krever konsesjon etter første ledd. Det samme gjelder hvor flere grunnvannsutttak som naturlig må sees under ett, overstiger 100 kubikkmeter per døgn."

Vurdering av “tettekrav” mht setningsfare

(Etter SVV Publikasjon 103)

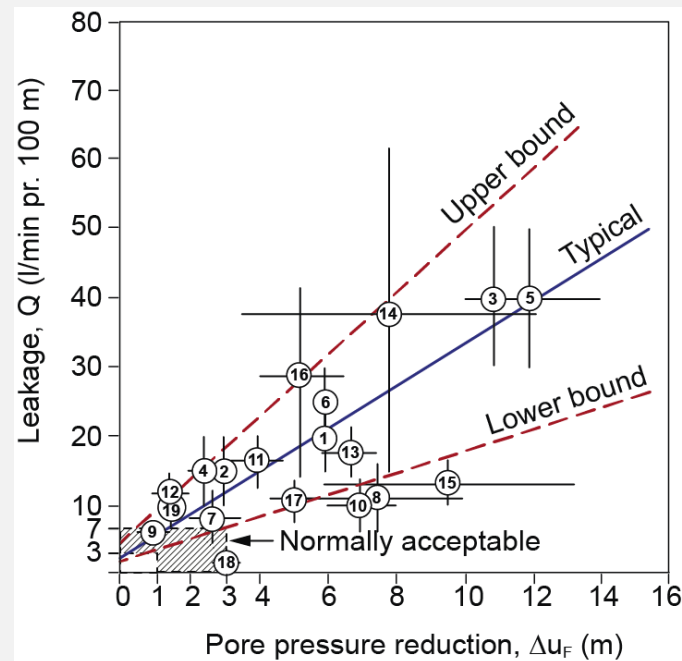
1. Akseptkriterie maksimal setning for bebyggelse mht skader (skjevsetning)
2. Beregne setninger for ulike poretrykkscenarier - forundersøkelser
 - Kartlegging dyprenner
 - Grunnundersøkelser (sonderinger, prøvetaking)
 - Måling av poretrykk ved berg
 - Fastsettelse av setningsegenskaper
3. Maksimal tillatt redusjon av poretrykk ved berg
4. Fastsettelse av tetthetskrav q [l/min/100 m] for tunnel (ikke byggegrop)
5. Vurdering av omfang av forinjeksjon
6. Vurdering av behov for vanninfiltrasjon
7. Program for oppfølging med poretrykksmåling ved berg, alarmnivåer og beredskap



Akseptkriterie må også vurderes mht. naturmiljø og eventuell påvirkning på energi- og vannforsyningsbrønner.

Tettekrav til tunneler mht. setningsfare

- Ingeniørgeologer bruker ofte erfaringsdata
 - Hvor er det størst fare for vannlekkasjer?
 - Løsmasstype og tykkelse – input fra geoteknikker
 - Tettbebygde eller ikke?
 - Miljøhensyn – input fra hydrogeolog
- Hvor stor blir poretrykksreduksjonen?
- Og hva medfører dette av setninger?
- Relativt strengt tettekrav $< 3-7 \text{ l/min/100 m tunnel}$
- Data fra tunneler frem til 2003
 - Stor spredning i data (q)
 - Lokale hydrogeologiske forhold
 - **Poretrykksreduksjon ved berg er styrende for setningsfare**
- Håndbok N500 – krav til forundersøkelser
 - Sammen med undersøkelsene fra tidligere planfaser, danner Forundersøkelsene grunnlaget for prosjektering og utarbeidelse av konkurransegrunnlaget

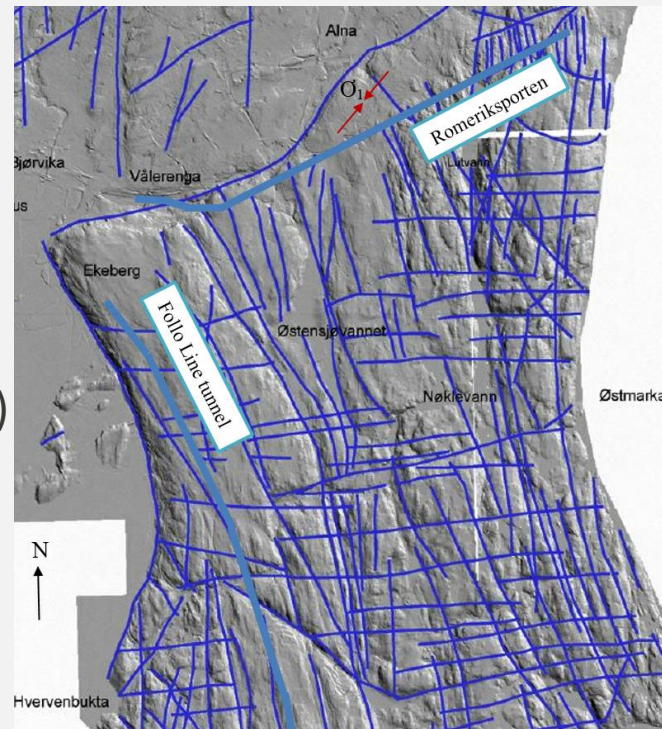


Utfordringer

- ↗ Vanskelig å prognostisere mengde vannlekkasjer
 - Øke forståelsen for hvilke geologiske parametere som gir vannlekkasjer
 - Tydelige krav til hvordan ingeniørgeologisk rapport skrives
 - Grunnlag for prosjektering/konkurransegrunnlag
- ↗ Kontraktsform og drivemetode
- ↗ For å bestemme tettekrav er det nødvendig å:
 - Utføre riktig type og tilstrekkelig med geotekniske undersøkelser
 - Tolking og beregning av setningsfare – hvor mye vann tåles?
 - Få en oversikt over sårbarhet ved naturmiljø
- ↗ Hva er mulig å oppnå?
 - Viktig med optimalisering/styring av injeksjonen
 - Oppfølging av oppnådd tetthet – vannmålinger
 - Hvordan beskrive «vanntette» krav til oppfølging
 - Viktig å lage et godt oppfølgingsprogram (poretrykksmålinger og vanninfiltrasjon)

Prognostisering av vannlekkasjer

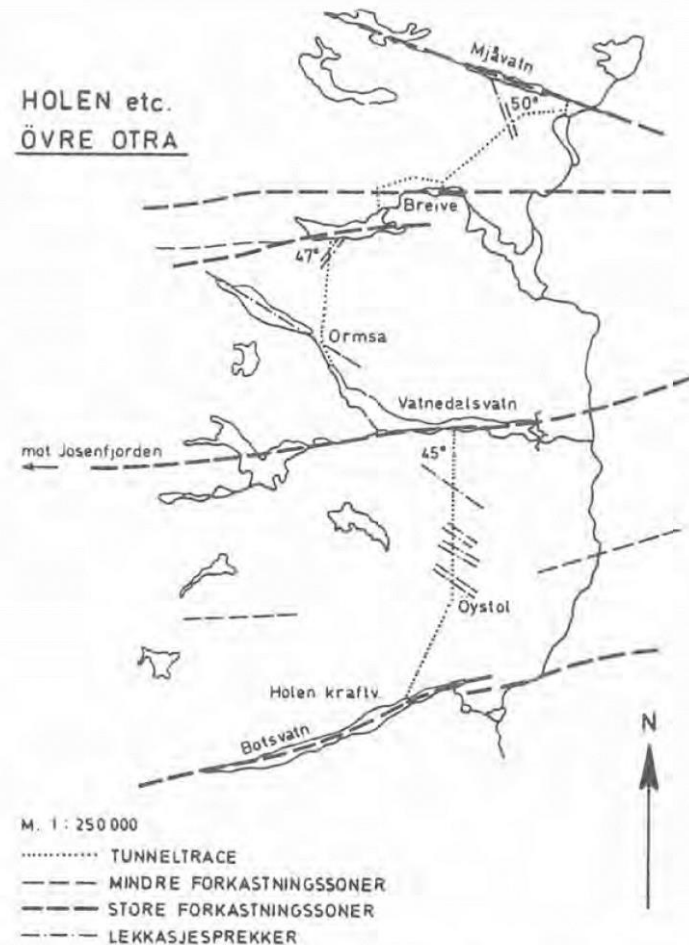
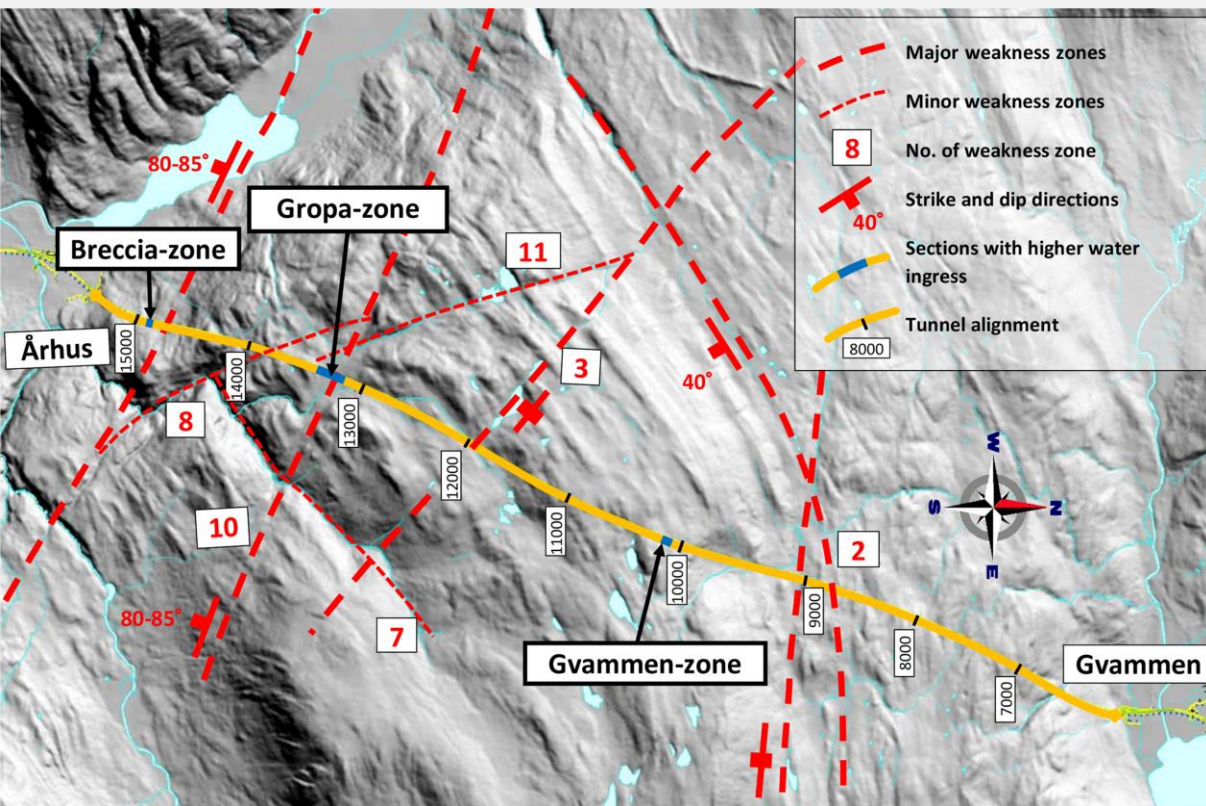
- Start med å studere strukturgeologien
- Lineamentsstudie (MST og NGU)
- Informasjon fra nærliggende tunneler
- Mer forskning nødvendig?
 - Optimalisering av injeksjonsprosessen (TIGHT)
- Oppdatere erfaringsdatabasen
 - Utnytte 3D-muligheter
 - Store mengder data
 - Maskinlæring?



Nordgulen og Dehls (2003)

Forundersøkelser / prognostisering

- Den viktigste undersøkelsene er en grundig geologisk kartlegging
 - Orientering av sprekker og forkastningssoner er svært viktige
 - Karakterisering av forkastningssoner og sprekker er viktig
- Om mulig, utfør spenningsmålinger
- Bergartsgrenser og vann (innsjøer/elv) over tunnelen øker risikoen for vannlekkasjer
- Høg bergoverdekning øker faren for store vannlekkasjer
- Viktig å utføre en evaluering og prognostisering av vannlekkasjer før driving av tunneler
- Ekstra viktig i urbane strøk med setningsproblematikk



Oppfølging under drift

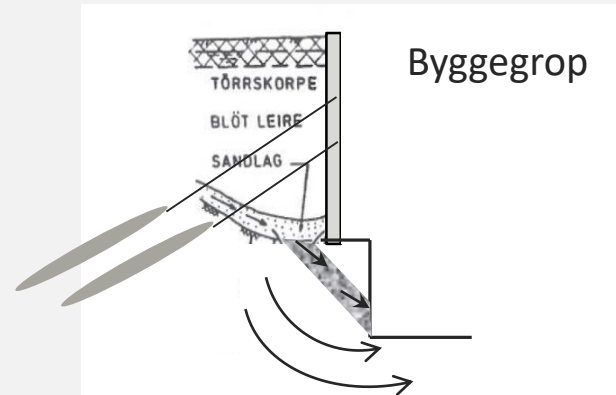
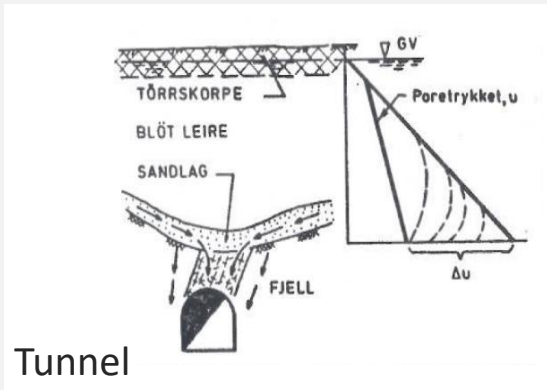
- Installasjon av poretrykksmålere
- Midlertidig vanninfiltrasjon klar til bruk i tilfelle poretrykket reduseres
- Ved plassering av vanninfiltrasjonshull viktig med samarbeid mellom geoteknikker og ingeniørgeolog



MST Rapport 2324 (2003)

Tunneler vs. byggegrop

- Ingeniørgeologen har ofte kun ansvar for bergsikringen
- Svært lite forundersøkelser
- Burde vært mer involvert for å sikre tetting - tidlig
 - Like strenge tettekrav som for tunnel
 - Injisering i forkant av spunting/sikring
- Plassering av vanninfiltrasjon



Ingeniørgeologens rolle/ansvar

↗ Avhengig av prosjektets fase

- Størst påvirkning i tidlig fase
- Planlegging av forundersøkelser
- Valg av drivemetode

↗ Hovedansvar for “ingeniørgeologen”

- Tolkninger av de geologiske forholdene langs tunneltraseen
- Sannsynligheten for å påtreffe vann som kan skape driveproblemer
 - For vagt – burde være krav om mer detaljert prognose
- Anbefale maksimal innlekkasje for å unngå skader pga poretrykksreduksjon/miljø
 - Innspill nødvendig – geotekniske forhold – setningsfare – miljøkonsekvenser?
- Anta omfang av injeksjonsomfang

Spennende prosjekter fremover

Oslo-navet

Økt kompleksitet

Overgangen mellom løsmasser og berg

Kontroll på grunnvannet

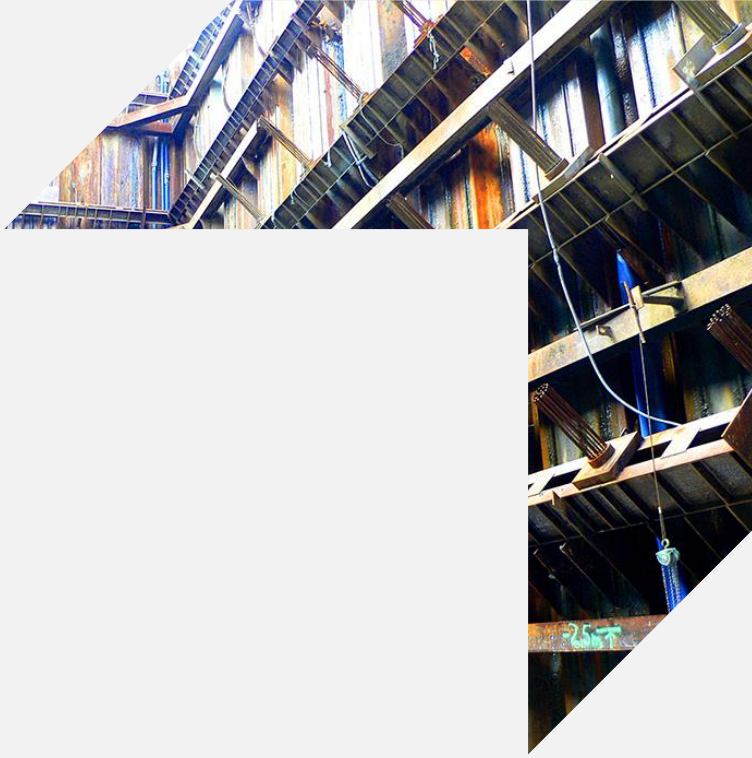
Holdningsendring i bransjen!

Unngå tvister og rettssaker

Grunnforhold og kryssing av dyprenner

- Blot marin leire, stedvis morene over berg
- Enten må tunneler under (eks. Festningstunnelen under Rådhusplassen), eller de må krysse dyprennene i løsmassetunneler (Eks. Fellestunnelen i Studenterlunden)
- Dyprenner har setningspotensiale, drenering langs dyprennene. Strengt krav til tetting under driving og permanent
- Ulike drivemetoder gjennom dyprenne, som daganlegg eller som tunneldriving i løsmasser
 - Lengde og dybde
 - Hva som er over
- utfordringer i overgang berg/løsmasser

KVU Oslo-Navet
Vedlegg 8 Teknisk-økonomisk
plan
Aas-Jakobsen/Geovita
(10. Sept 2015)





#påsikkergrunn

NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
NGI.NO