

Poretrykksmåling som et oppfølgingsverktøy

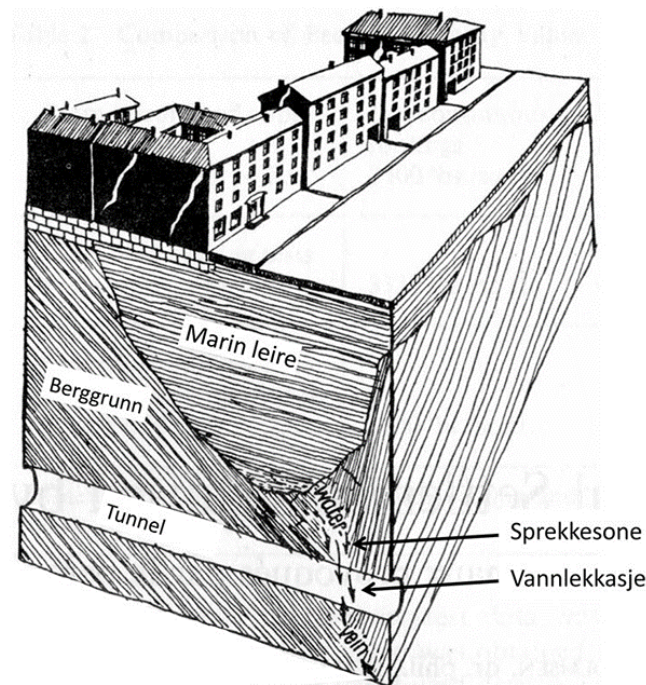
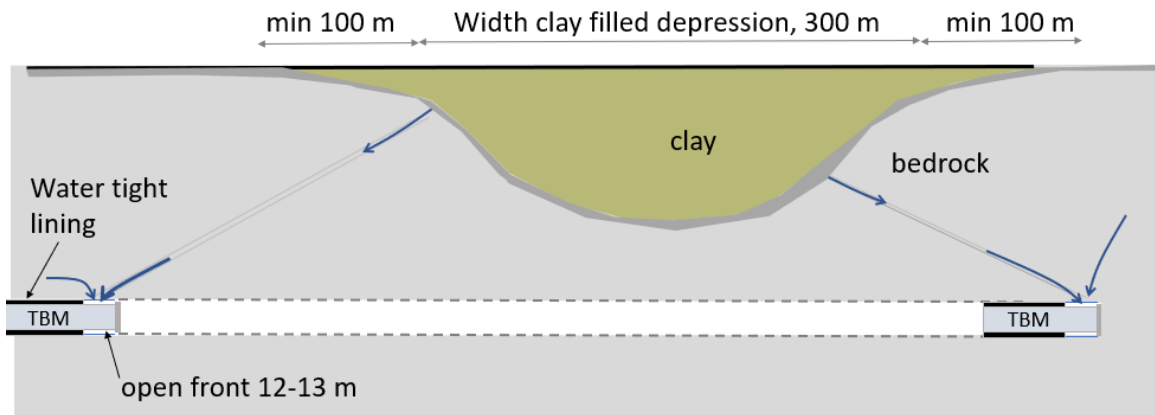
3. mars 2022 / Under Oslo del 3

Professor Kristin H. Holmøy (NTNU, Institutt for geovitenskap og petroleum)

PhD. Jenny Langford og MSc. Eivind Stein (NGI)

Agenda

1. Vannlekkasjer og setningsproblematikk
2. Utfordringer med dagens praksis / oppfølging
3. Aktiv bruk av poretrykksmålinger
4. Avsluttende kommentarer

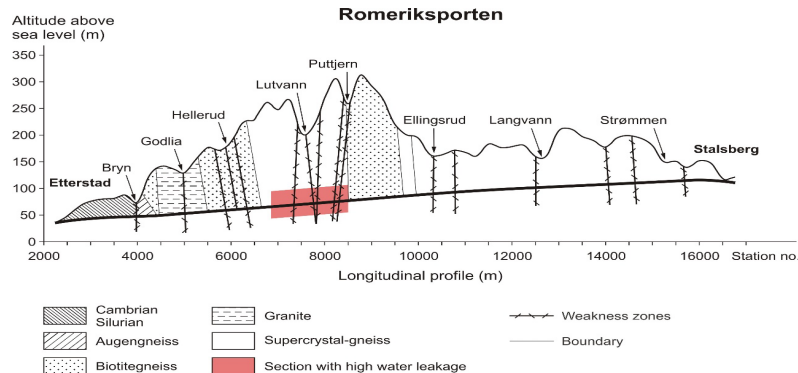


1. Vannlekkasjer og setningsproblematikk

➤ Vannlekkasjer i tunneler/undergrunnsanlegg:

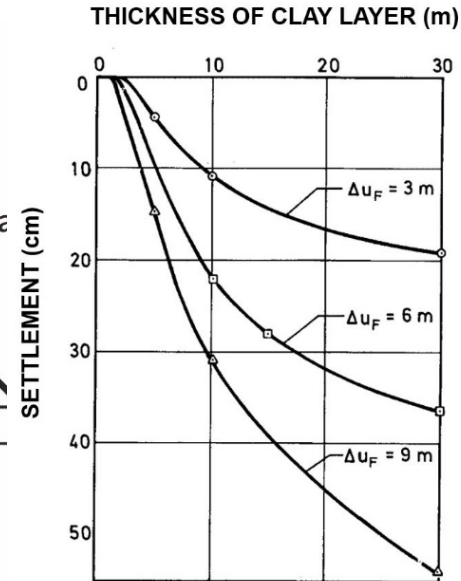
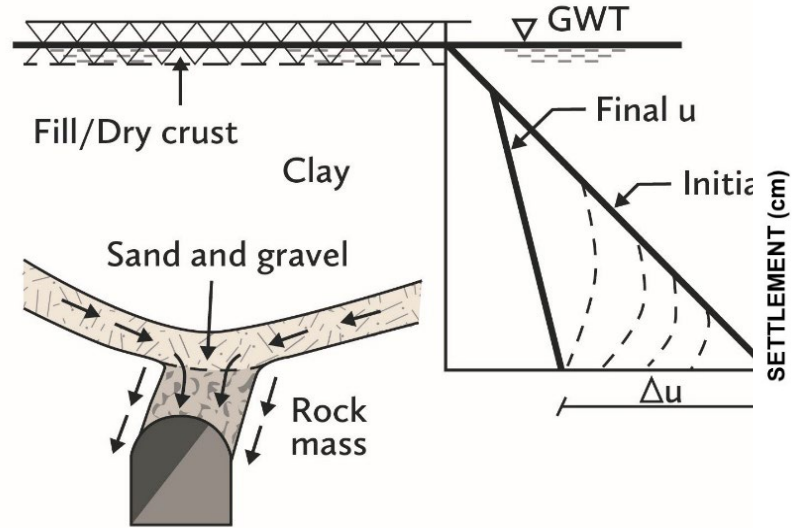
- Grunnvannssenking
- **Poretrykksreduksjon og fare for setninger og skader**
- Skade på ytre miljø (flora/fauna)
- Skade på kulturminner / fundamentering med treflåter

➤ Vanskelig å ha kontroll

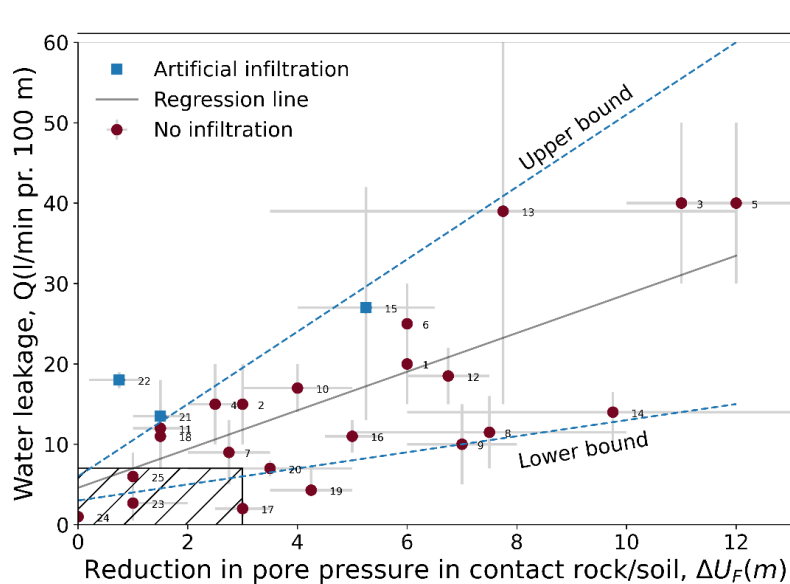


Geologien bestemmer risikoen for setninger

- Løsmassene
 - type og tykkelse
 - drenerende lag?
- Bergmassen
 - Svakhetssoner / oppspr.
 - Vannførende gang b.a.
- Overgang berg og løsmasser
- Bygninger ømfintlige?
- (Nedbør / nedbørfelt)



Sammenheng mellom innlekkasjer og poretrykksreduksjon?



- | | |
|--------------------------------------|---|
| 1: NSB - Stortinget stasjon (1975) | 14: Romeriksporten, Ellingsrud (1997) |
| 2: NSB - Arbiensgt. (1979) | 15: Tåsentunnelen (1998) |
| 3: NSB - Parkvn. (1979) | 16: Rælingstunnelen (1997) |
| 4: NSB - Gyldenløvesgt. (1979) | 17: Bekkestutunnelen, Gjøannes (1994) |
| 5: NSB - Frogner (1979) | 18: Bekkestutunnelen, Egne hjem (1994) |
| 6: NSB - Erling Skjalgsonsgt. (1979) | 19: Lørentunnelen (2013) |
| 7: OVK Majorstua- Kirkeveien (1977) | 20: T-baneringen Ullevål-Nydalen (2002) |
| 8: OVK Lysaker-Majorstua (1982) | 21: Fjellinjen Vest (1989) |
| 9: Granfoss, Lysaker (1991) | 22: Nye Nationaltheatret st. (1997) |
| 10: Granfoss, Ullern (1991) | 23: Bærumstunnelen Lysaker-Sandvika (2009) |
| 11: Romeriksporten, Bryn (1997) | 24: NSB - National. - Skøyen (etterinj.) (1979) |
| 12: Romeriksporten, Godlia (1997) | 25: Statsbygg-energy (2020) |
| 13: Romeriksporten, Hellerud (1997) | |

Dagens praksis: tettekrav og oppfølging

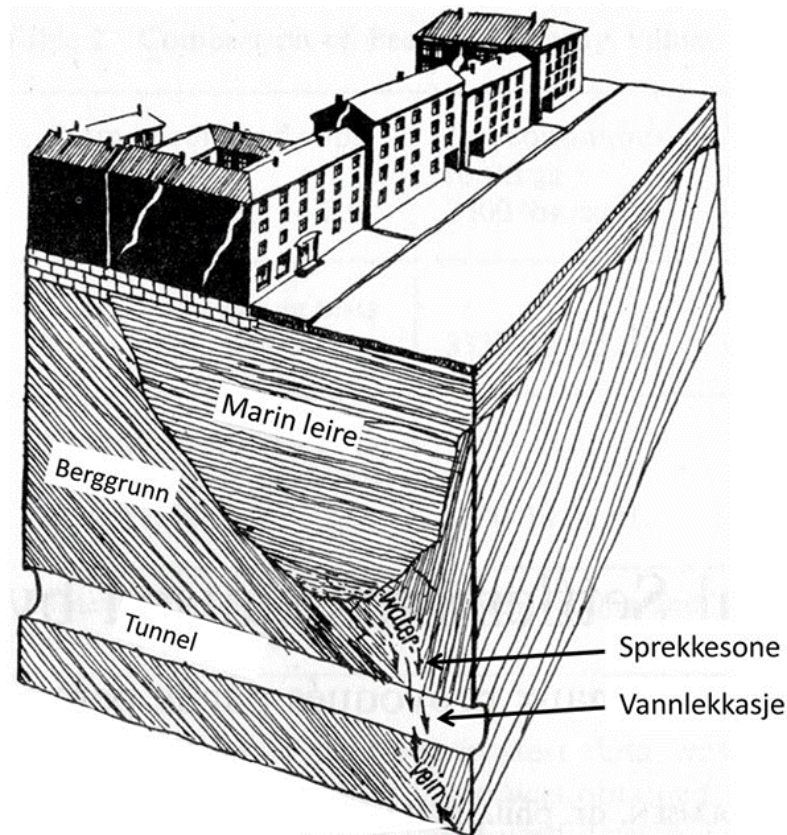
(Etter SVV Publikasjon 103)

1. Hva er maksimal akseptabel setning for bebyggelse?
2. Forundersøkelser
 - Kartlegging dyprenner
 - Grunnundersøkelser (sonderinger, prøvetaking)
 - Måling av poretrykk ved berg
 - Tolkning av setningsegenskaper
3. Beregner maksimal tillatt reduksjon av poretrykk
4. Fastsettelse av tetthetskrav q [l/min/100 m] for tunnel
5. Vurdering av omfang av forinjeksjon / behov for vanninfiltrasjon?
6. **Oppfølging - vannlekkasjer i tunnel og poretrykksmålinger**



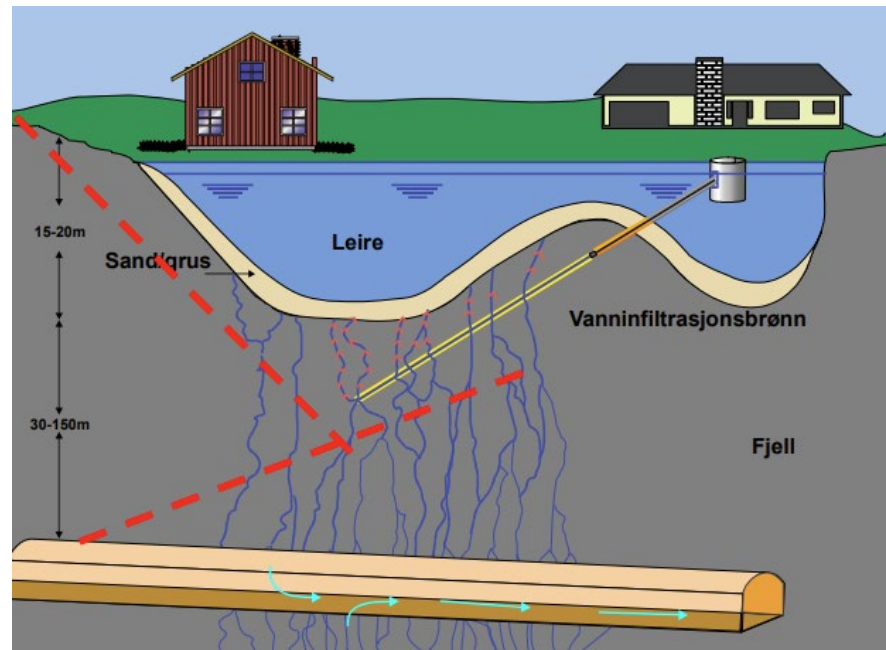
2. Utfordringer med dagens praksis og oppfølging

- Vannlekkasjemålinger i tunnelen
 - Vanskelig å kontrollere resultat
 - Kontrollhull
 - Vannlekkasjemålinger bak stuff
 - Maks innlekkasje krav for delstrekninger
 - Komplekse anlegg
 - Tidsaspektet - vannmålingene kommer for seint?
- Poretrykksmålinger
 - For få?
 - Influensområde usikkert / plassering optimalt?
 - Ikke kontinuerlig oppfølging
 - Ikke laget alarmnivå og beredskapsplan
- Vanninfiltrasjon
 - Ikke brukt aktivt (må være testet ut og klar for bruk)



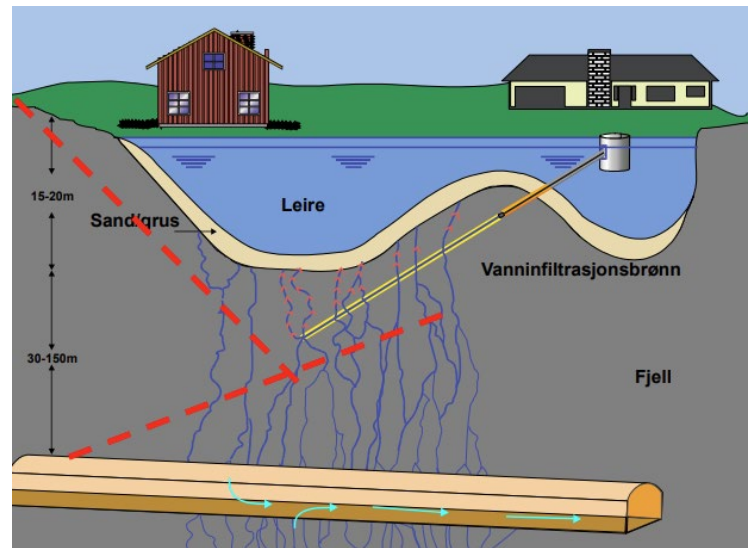
3. Aktiv bruk av poretrykksmålinger

- Sammenstille berggrunnsgeologi og løsmassetykkelser
- Starte piezometermålinger tidligere
- Nedbørsdata / nedbørfelt
- Lage prognoser for forventet poretrykksendring
- Installere vanninfiltrasjonsbrønner – testing viktig
- Utføre pumpetester (hvordan responderer piezometere?)

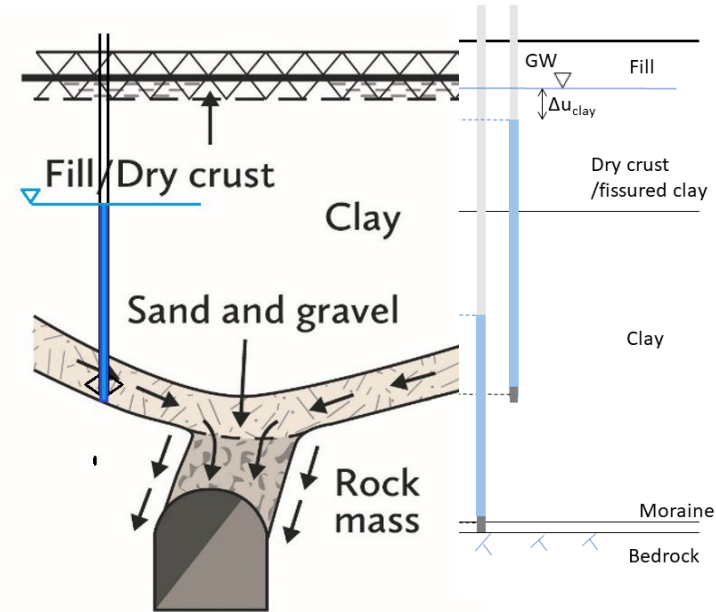


Aktiv bruk av poretrykksmålinger

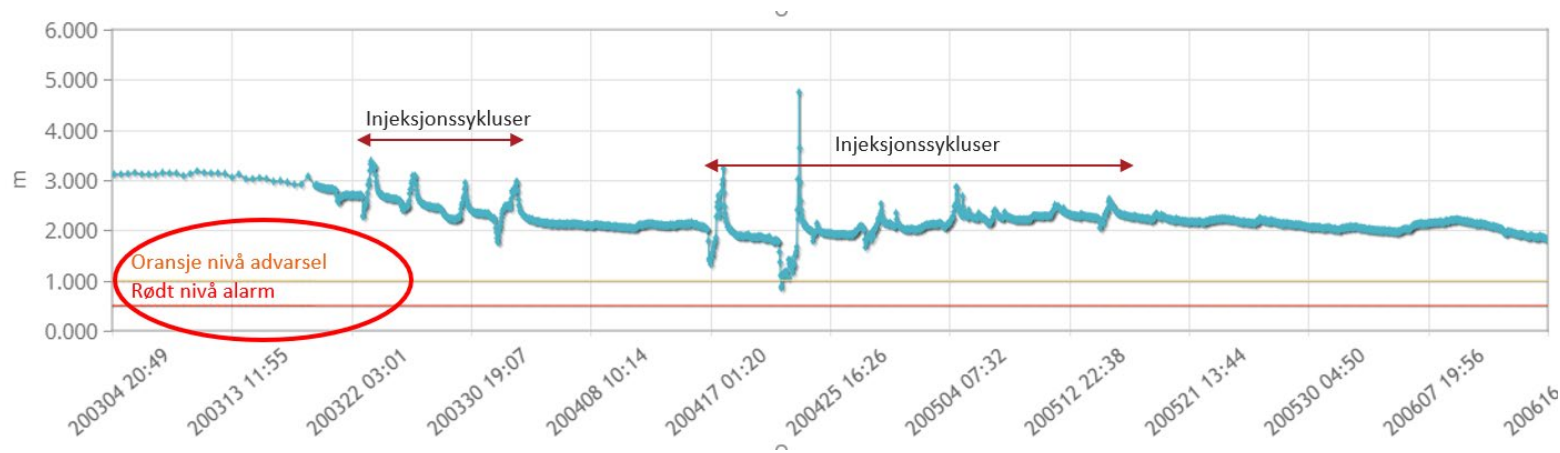
- Poretrykksmålinger i sanntid
 - Nettbasert – tilgjengelig «sanntid»
 - Bedre kontroll og mulighet for å justere injeksjonsopplegg
- Alarm nivå
 - Trafikklys modell (gult og rødt nivå) - ved gitte grenser
 - Tilhørende beredskapsplan
- Dette krever:
 - Tilstrekkelig antall piezometere
 - Tydelig ansvarsfordeling
 - Langsiktig oppfølging
 - Kvalitet og kompetanse i alle ledd



Eksempel: poretrykksmålinger over tid



Eksempel: Poretrykksutvikling i forhold til injeksjonssykluser og alarmnivå



4. Avsluttende kommentarer

- Viktig å skaffe seg en god oversikt
- Utføre tilstrekkelig med undersøkelser
 - Hvor er setningsfaren størst?
- Installere piezometere
 - I god tid
 - Tilstrekkelig antall
 - Riktig plassering
- Aktiv bruk av piezometere kan optimalisere injeksjonsinnsatsen
 - Tett nok – samtidig som man unngår setningsskader
- Samarbeid mellom byggherrene
 - Dele på resultater av piezometermålinger over tid