

Vurdering av deformasjoner knyttet til byggegrop

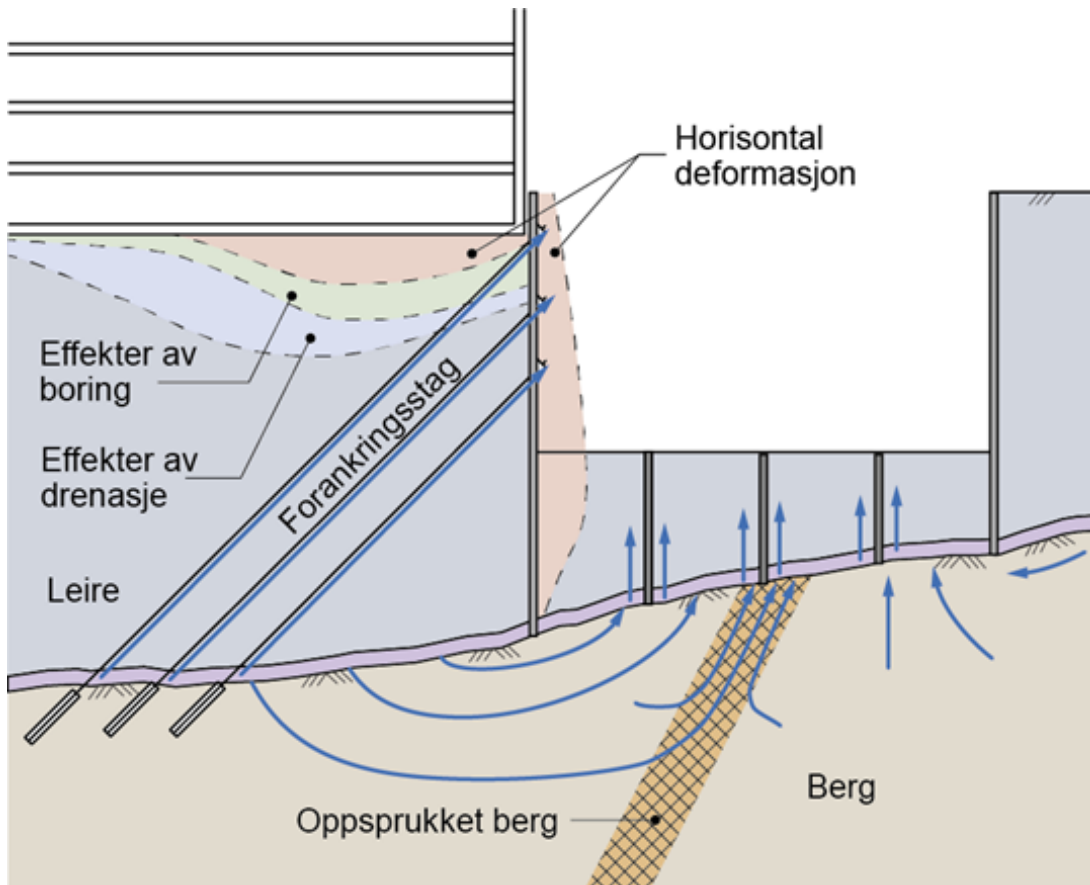
Delprosjekt 1+2

Kjell Karlsrud, Jenny Langford,

Einar John Lande og Gunvor Baardvik, NGI

- Hva kan normalt forventes av setninger/deformasjoner
- Data fra 17 byggegrop er beskrevet mht utførelse, målte poretrykk og deformasjoner
- Data er sammenstilt, bearbeidet og vurdert mht årsaksforhold
- Anbefalinger for å begrense deformasjoner gis

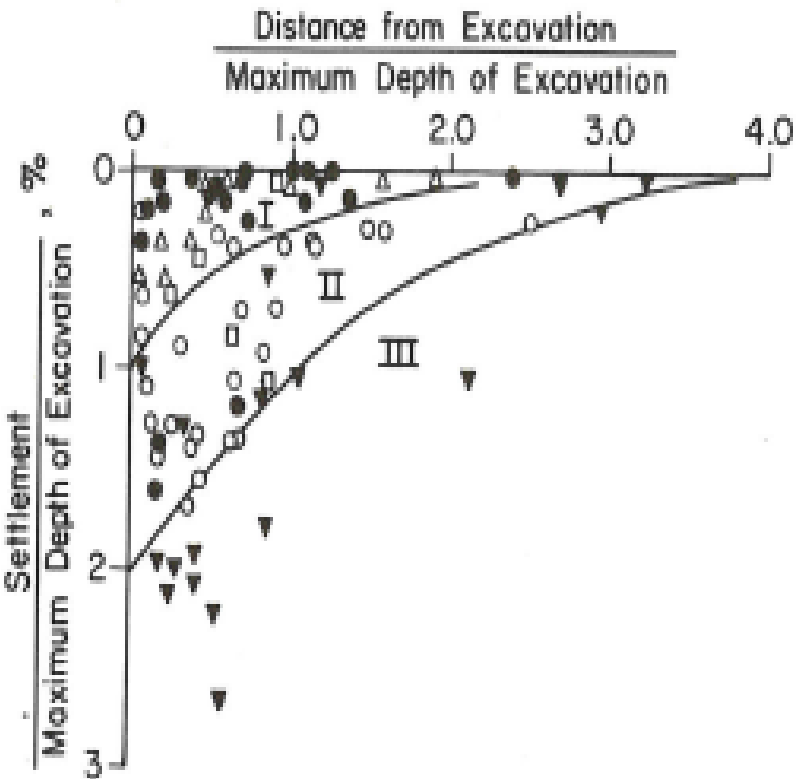
Bidrag til setninger



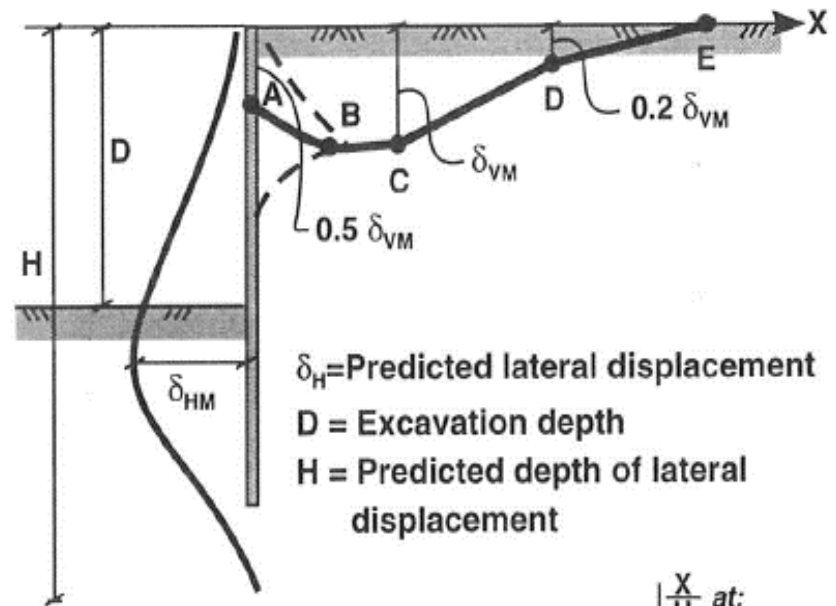
Deformasjoner er knyttet til:

- Horizontal deformasjon av vegg ved utgraving (beregnes)
- **Effekter av innlekkasje**
- **Effekter av boring**
- Innskvisning av leire (hulltaging spunt, glipper)

Deformasjoner som normalt kan forventes



Peck (1969)

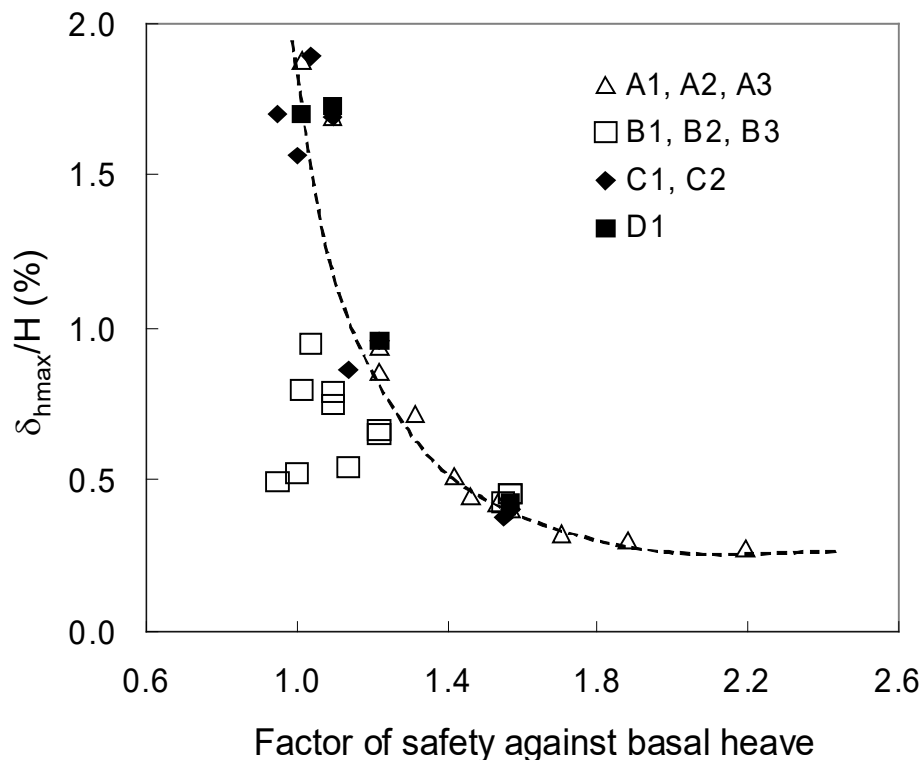


δ_H = Predicted lateral displacement
 D = Excavation depth
 H = Predicted depth of lateral displacement

Soil condition	$\frac{\delta_{VM}}{\delta_{HM}}$	$\frac{X}{H}$ at:				
		A	B	C	D	E
Mostly clays	0.7-1.0	0	0.2	0.4	1.0	1.5
Mostly sands	0.5-1.0	0	0.2	0.3	0.7	1.0

Karlsruud (1997)

Hvor store horisontaldeformasjon kan forventes av veggen



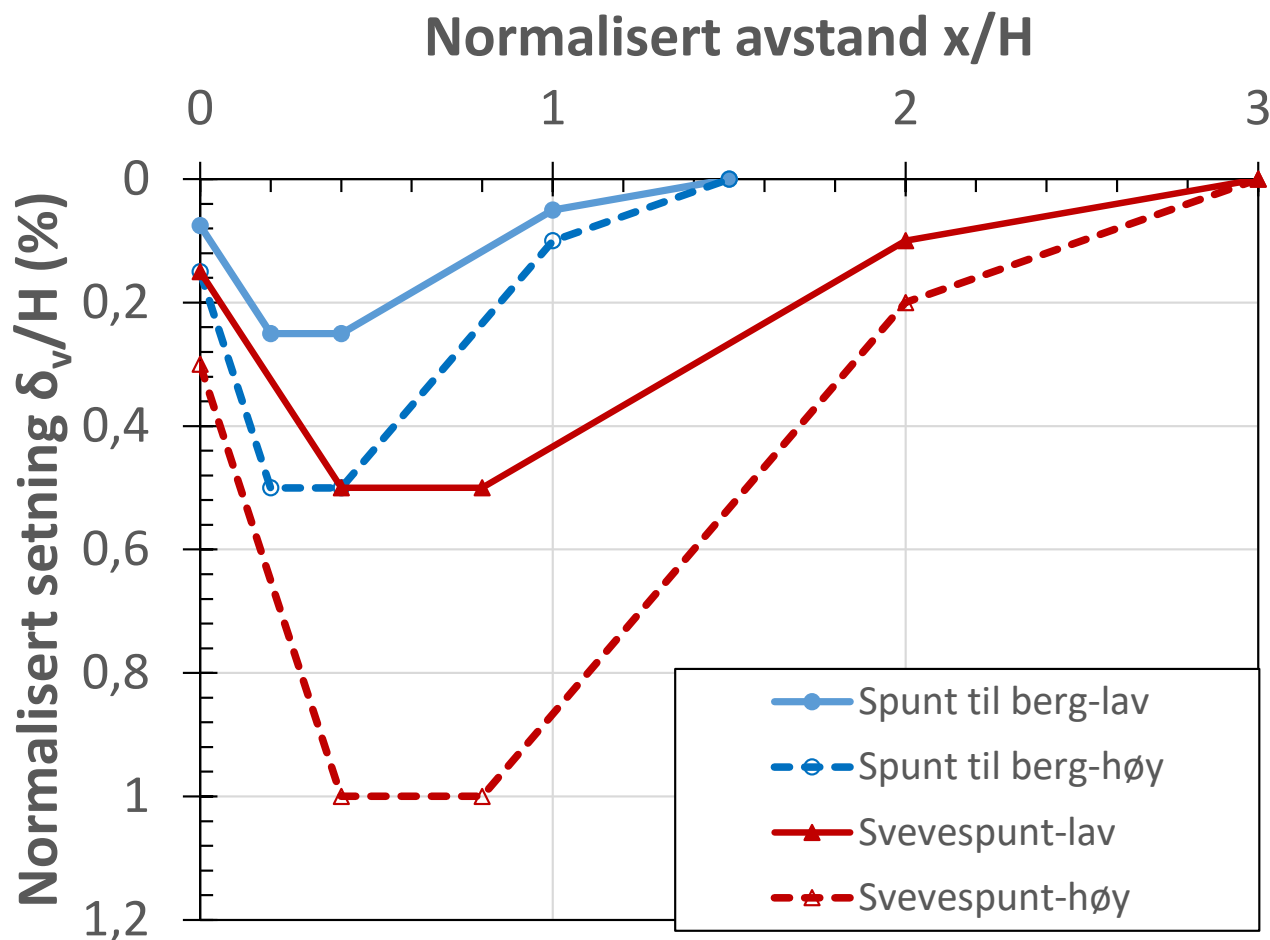
Karlsrud & Andresen (2005)

- Klar relasjon mellom horisontal deformasjon og sikkerhet mot bunnoppressing
- Stivhet av veggkonstruksjonen viktig
- Prosjektering med sikkerhet iht. Eurocode bør gi deformasjon $<0,5\%$ av H

Tiltak for å begrense deformasjon av spuntvegg

- God sikkerhet mot bunnoppressing-seksjonsvis graving og avstivning
- Stiv og dyp vegg med tett avstivning og forspenning
- Grunnforsterking eller tverrslissevegger under traubunn

Typisk forventet setningsforløp



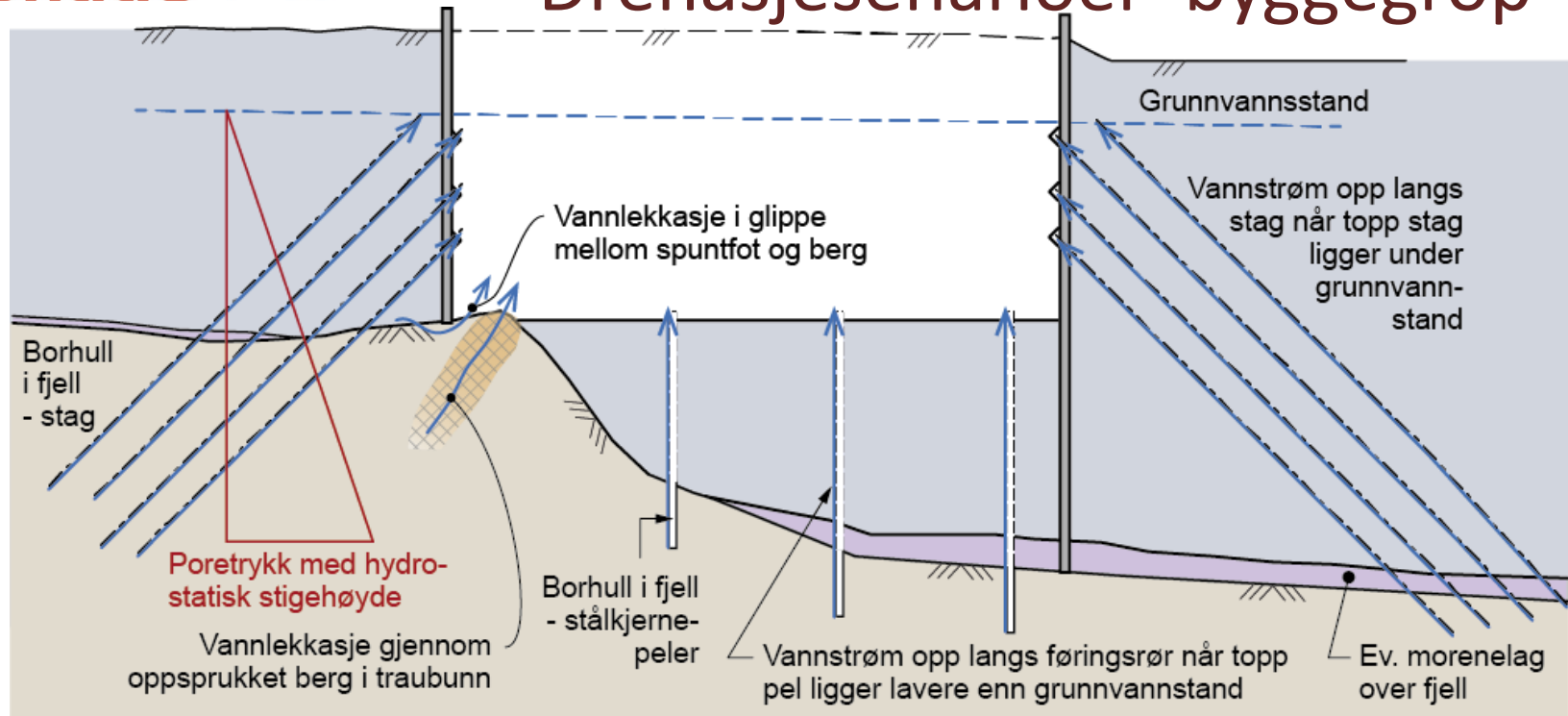
Setningsbidrag fra boring for stag og peler

Mulige effekter av boring som kan gi bidrag til setninger

1. Lekkasje av grunnvann opp langs borestrengen
2. Forstyrrelser og omrøring av leire rundt foringsrør for stag/pel som fører til rekonsolidering og volumtap langs borestrengen
3. "Overboring" knyttet til innsuging/utspyling av masser og volumtap som følge av erosjon og sug rundt borkronen



Setningsbidrag fra innlekkasje - Drenasjesenarioer byggegrop



- Utette staggjennomføringer (rundt og/eller gjennom føringsrør), utett spunt
- Glippe mellom spuntfot/berg (gjennom løsmasse) spesielt skrått berg og i grove masser
- Gjennom avdekket oppsprukket berg
- Rundt føringsrør for peler eller gjennom berghull

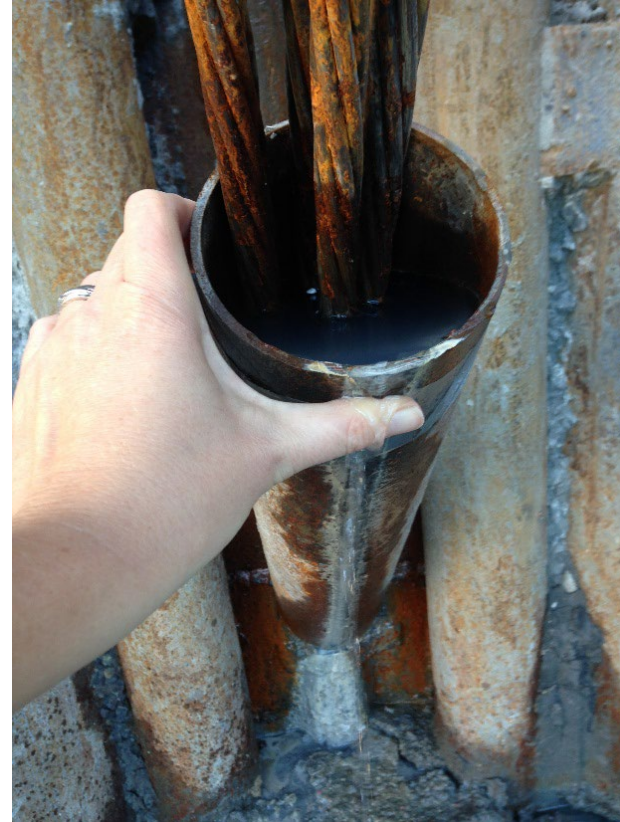


Drenasjesenarioer borede peler

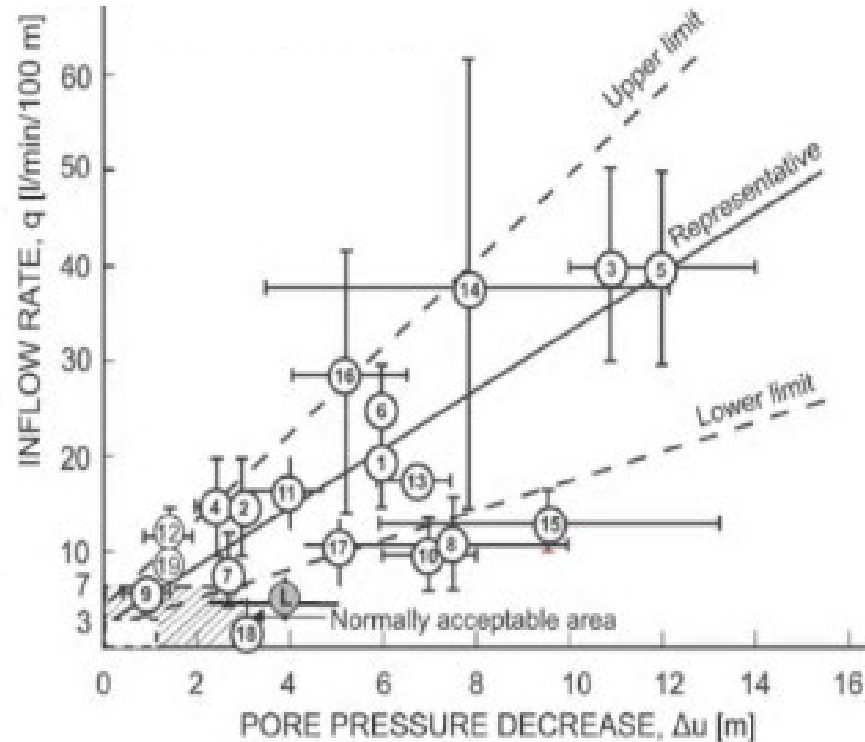
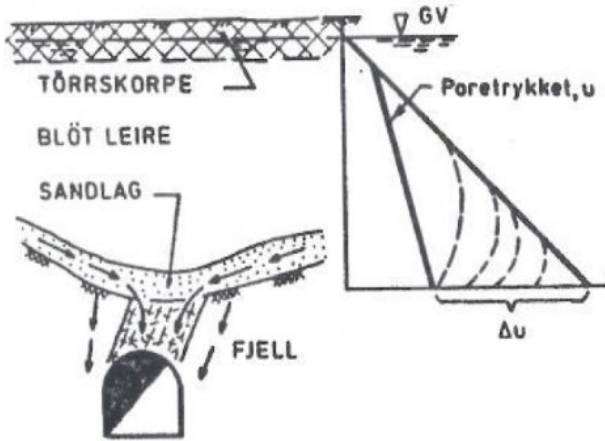
Lekkasje langs utsiden av foringsrør



Lekkasje gjennom foringsrør



Drenasje - Erfaringer fra tunneler



Poretrykk kan reduseres hvis samlet innlekkasje er noen få liter – knapt synbart (SVV Publikasjon 103, Karlsrud et al. 2003)

Bevisstgjøring:

Samme innlekkasjekrav som for tunneler bør gjelde for byggegrop!
Innlekkasje kan gi stor influensavstand!

Utfordringer:

- Det er vanskelig å måle innlekkasje til byggegrop – må måle poretrykk ved berg
- For byggegrop med stort areal kan mange små lekkasjekilder gi vesentlig poretrykksreduksjon
- Må også måle øvre grunnvannstand mht. til fundamentering på tømmerflåter og kulturlag

Mulige tettetiltak byggegrop

- Midlertidig pakker i foringsrør
- Tetting rundt stag/peler (støping av propp, injisering, pakkerløsning rundt staggjennomføring)
- Injeksjonsskjerm i berg
- Jetinjisering langs spuntfot
- Støping av betongdrager langs spuntfot
- Infiltrasjon av vann
- Løsmasseinjeksjon (vanskelig)
- Frysing



Bilde: Jernbaneverket, Jong-Asker

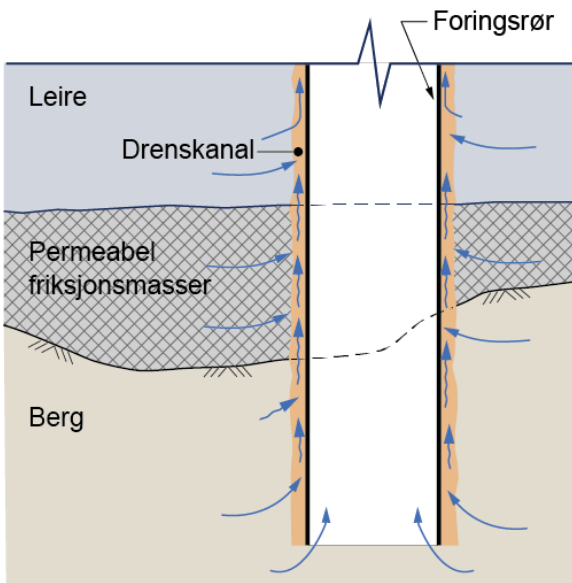


Bilde: Jernbaneverket/Geovita

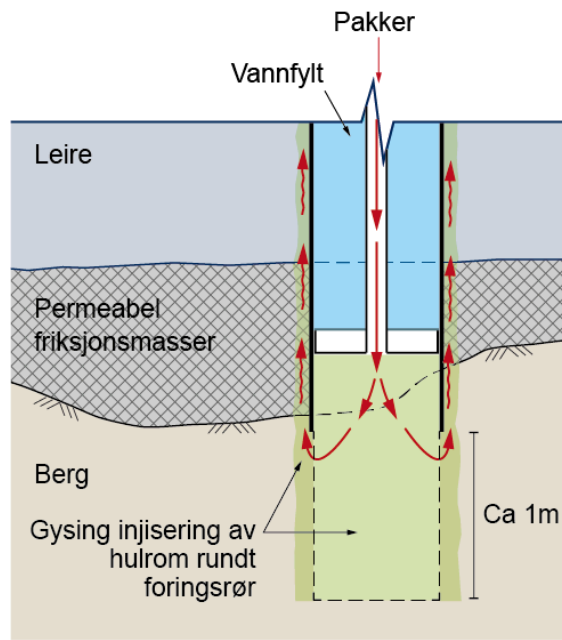


Bilde: Jernbaneverket, Jong-Asker

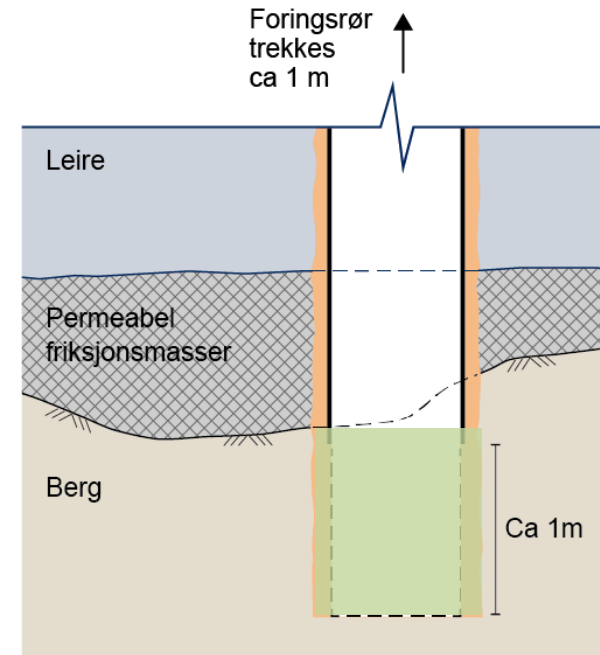
Tettetiltak borede peler



Lekkasje langs utsiden av foringsrør



Tetting av glippe ved injeksjon

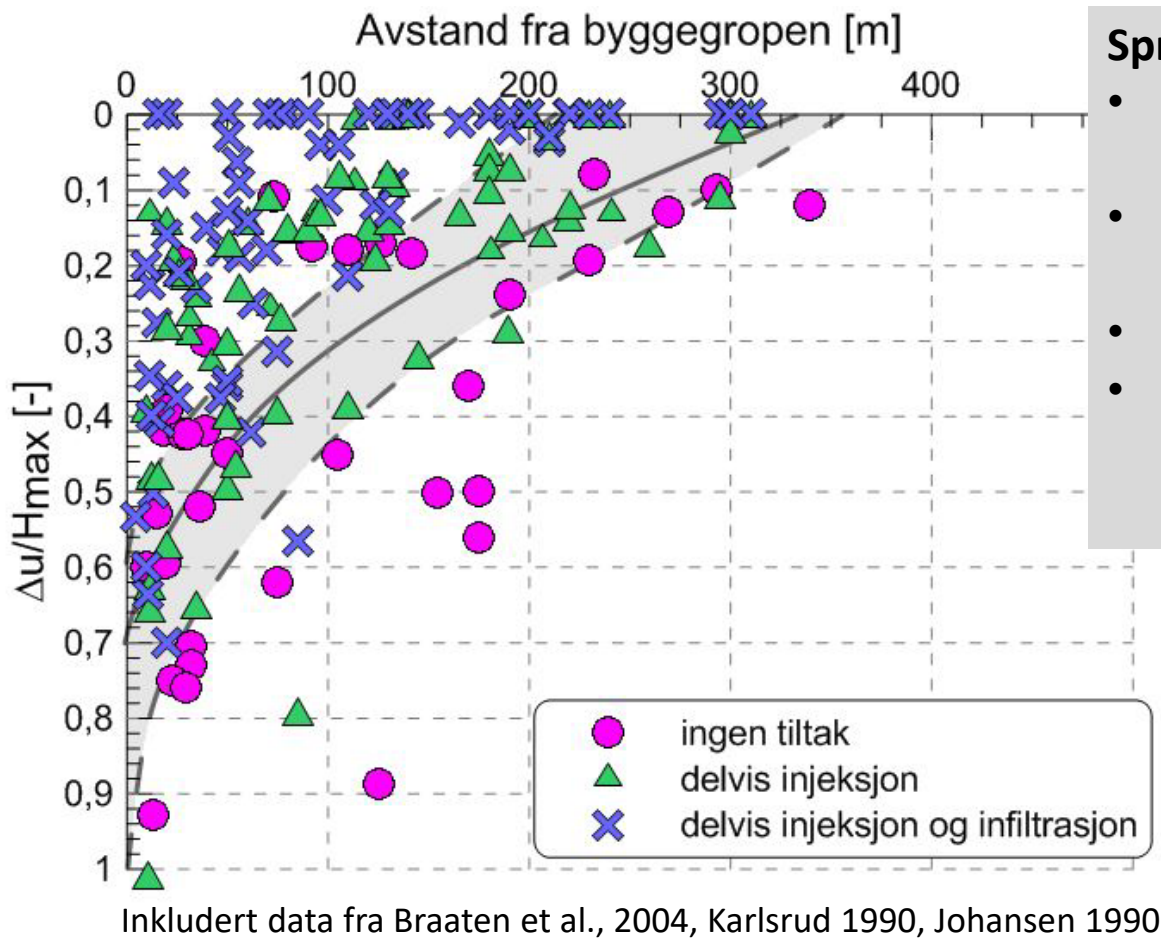


Tetting av glippe ved støping av propp

Målsetning å analysere skadeårsaker

- Data fra 17 byggegrøper
- Konvensjonell spunt, utgraving i NC-leire
- Måling av setninger og poretrykk ved berg
- Fokus på utførelse og metoder





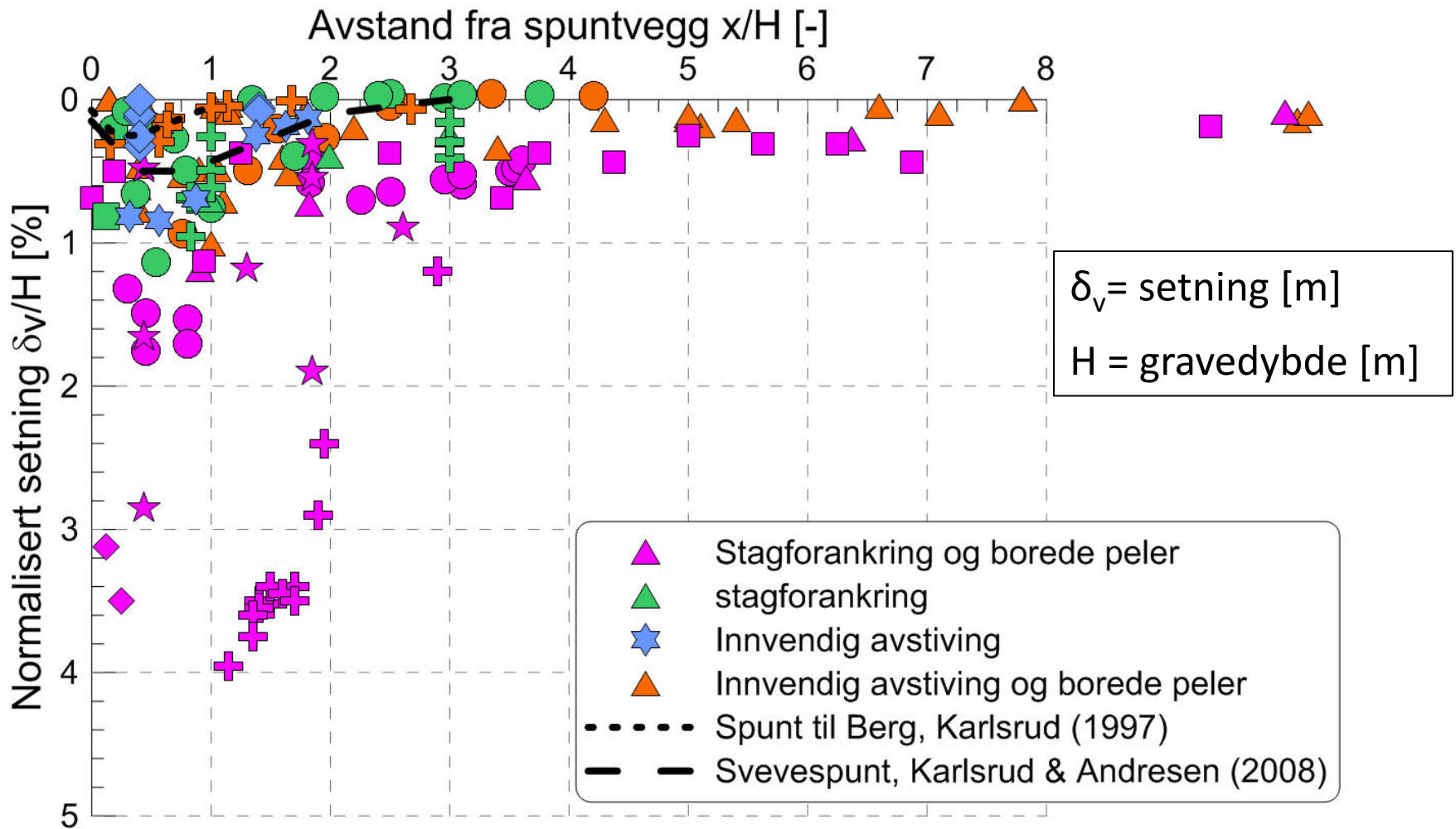
Spredning skyldes:

- Ulike geologiske og hydrogeologiske forhold
- Ulike typer av byggeaktivitet og omfang på prosjekter
- Ulike type og omfang av tiltak
- Varighet av lekkasje over tid og utførelsen/effekten av iverksatte tiltak

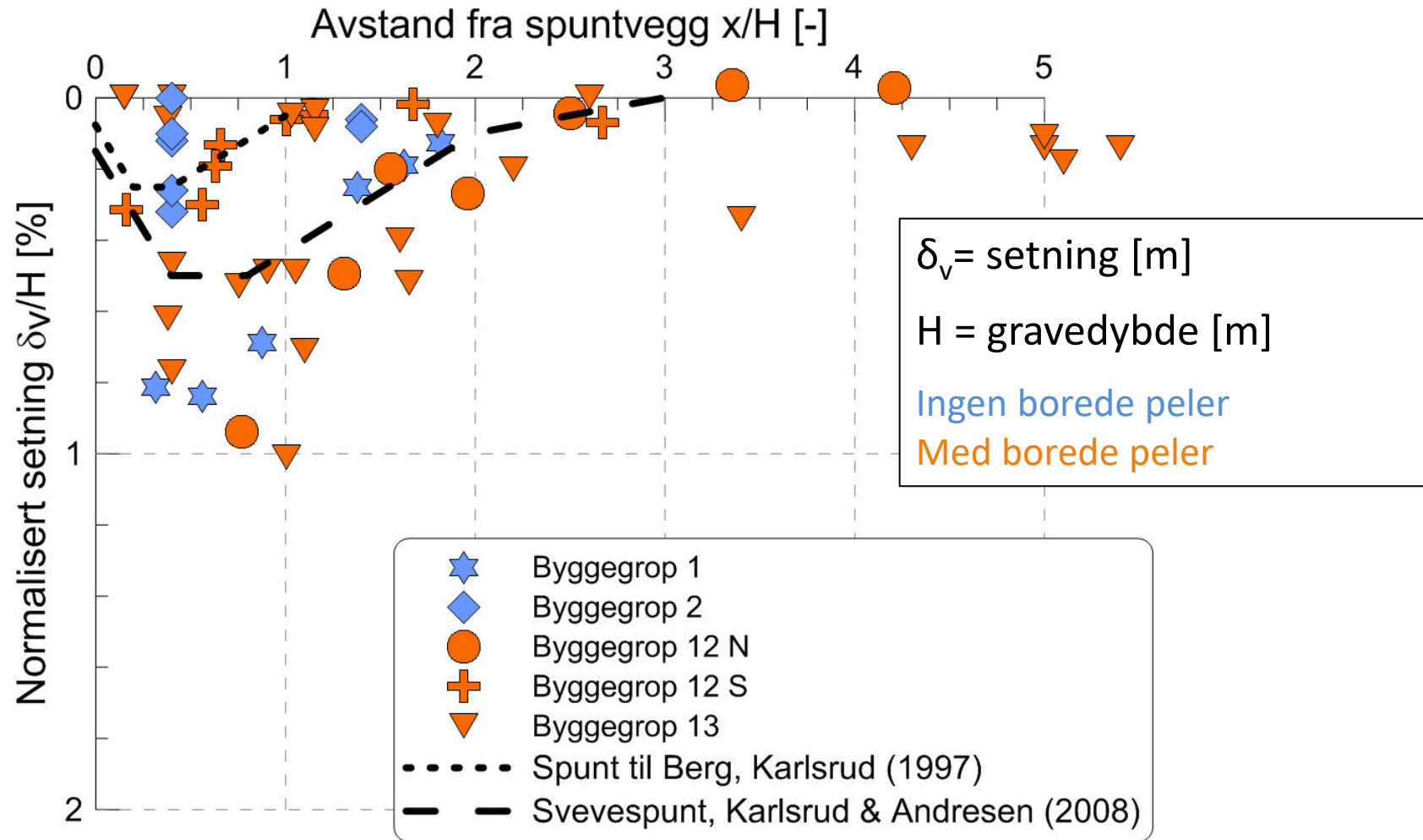
Δu = reduksjon i stighøyde ved berg [m]

H = gravedybde under grunnvannstand [m]

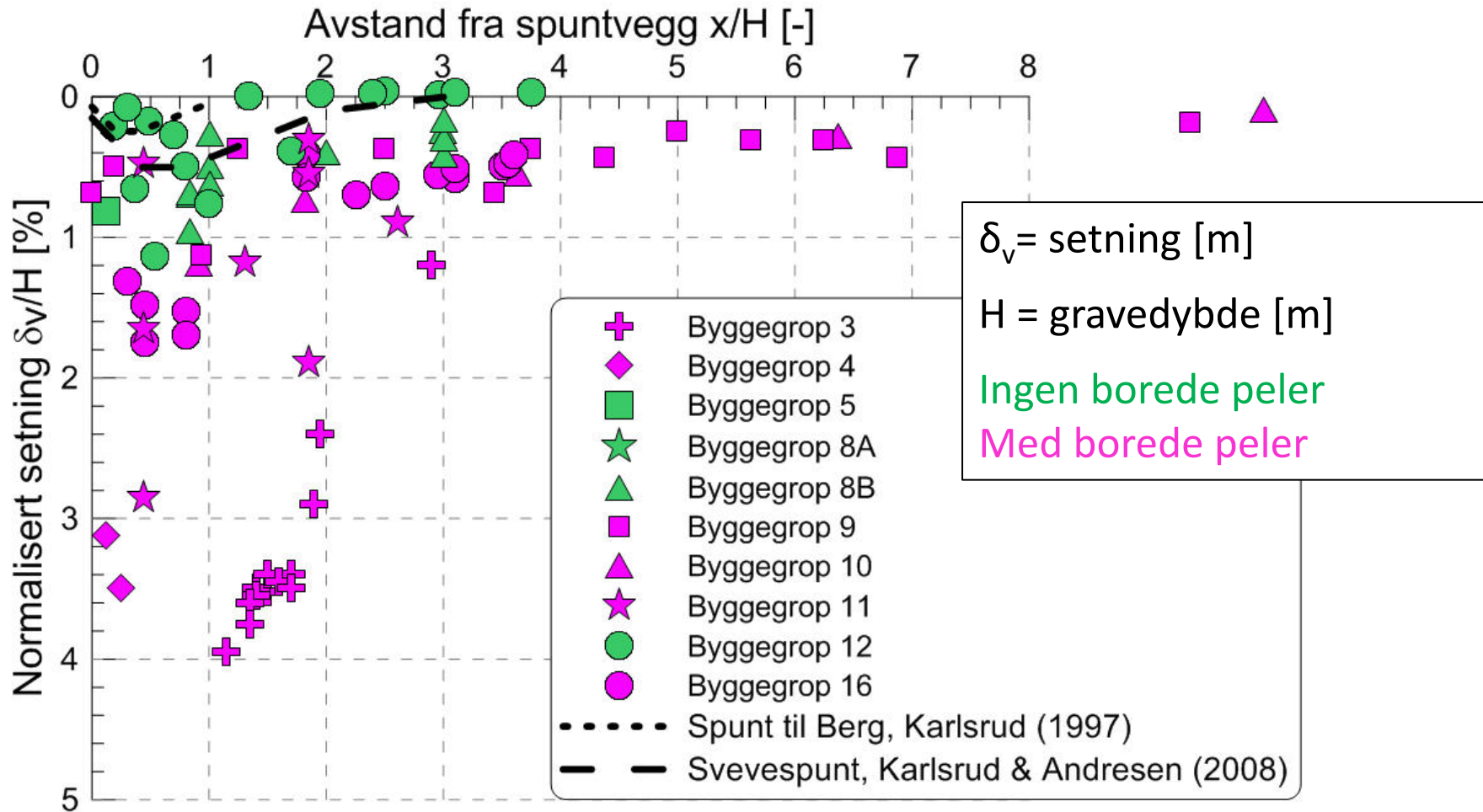
Målt setning bak spunt



Setning innvendig avstiving



Setning stagforankring



Konklusjoner - størst fare for store setninger

1. Det er anvendt spuntvegg avstivet med utvendige stag forankret i berg. Setningspotensialet øker med antall stagrader og med dybden det bores fra i forhold til terreng og ytre grunnvannstand.
2. Alle tilfeller der det er installert borede peler fra traubunn. Setningspotensialet øker med dybden det bores fra, antall peler som bores og hvis det er styltespunt.
3. Alle byggegropen som kommer i nær kontakt med berg vil kunne gi poretrykksreduksjon og setninger. Dette forsterker de negative konsekvenser av lekkasje knyttet til boring for stag og peler.

Tiltak – forprosjektfase

- Forundersøkelser og vurdering av grunnforhold
- Krav til setninger og poretrykk
- Vurdere effekt av tidligere og pågående byggevirkosomhet
- Boring for stag og/eller peler vurderes mot andre metoder mht kostnader – risiko for skader
- Dybde byggegrop og avdekking av berg
- Byggetid/tid for åpen byggegrop

- Spesielle tiltak for borede løsninger
 - Tetting av bunn av foringsrør
 - Boring av stålkjernerperler fra terreng (må også tettes)
 - Valg av boremetode (erosjon, forstyrrelse, drenasje, logging av bordata)
- Hydrogeologiske vurderinger
- Tettetiltak for drenasje inn i byggegropen beskrives sammen med vanninfiltrasjon

- Måleprogram for dokumentasjon av effekter
 - Måling i forkant for å fange opp årstidsvariasjoner, pågående setninger
 - Tilstrekkelig avstand fra byggegrop
 - Poretrykk må måles i overgang leire/berg og i vannførende lag i leire
- Etablere alarmgrenser for poretrykk
- Oppfølging på byggeplass av geoteknikker eller annen kvalifisert personell
- Fokus på oppfølging av entreprenørens prosedyre og utførelse for boring og tetting
- Strengere krav til utførende og til hovedentreprenør (kompetanse og dokumentasjon)



Takk for oppmerksomheten!

06 07 2015