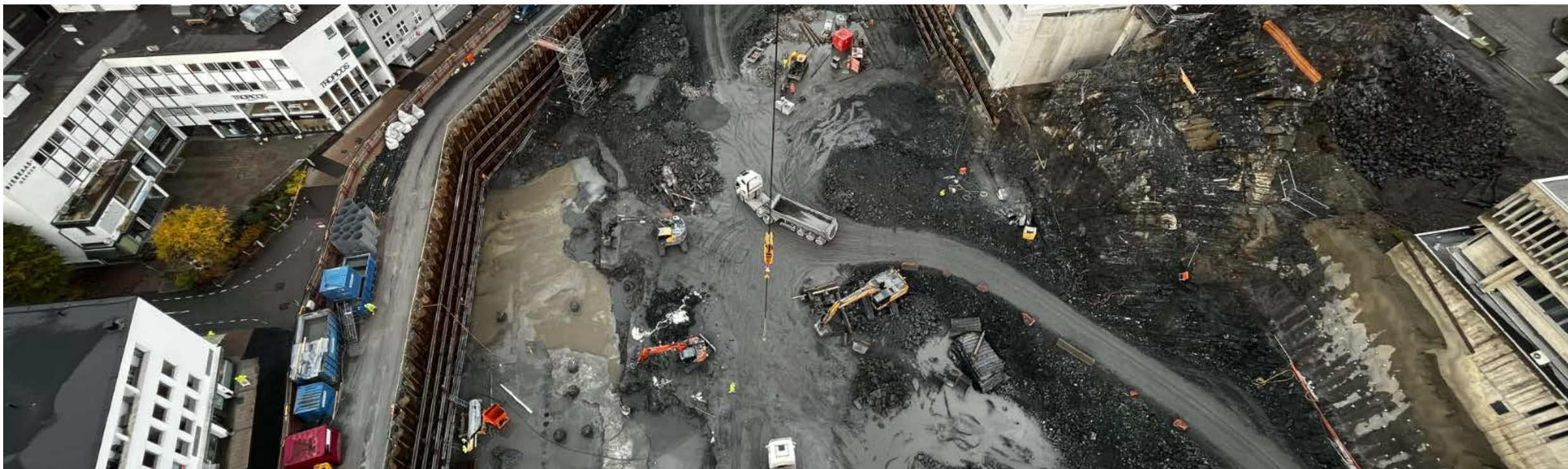


Norconsult 

Hydrogeologi og geoteknikk

Byggegrøper i setningsutsatte områder - Helgerudkvartalet



Oversiktsbilde



Sand, grus og grove fyllmasser
(1-5 m)

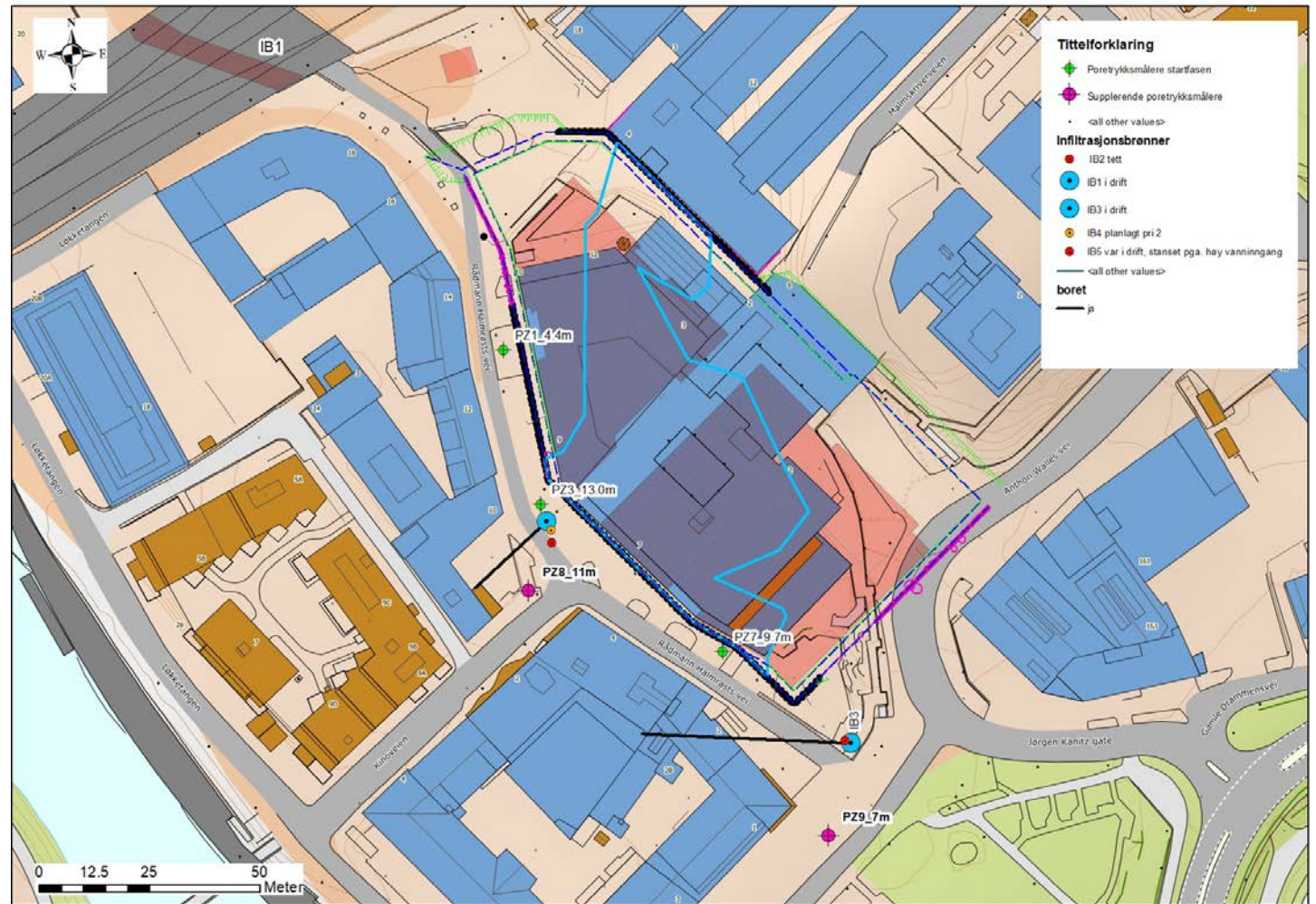
Leire (siltig) / kvikkleire
(0-18 m)

Morene (0-2 m)

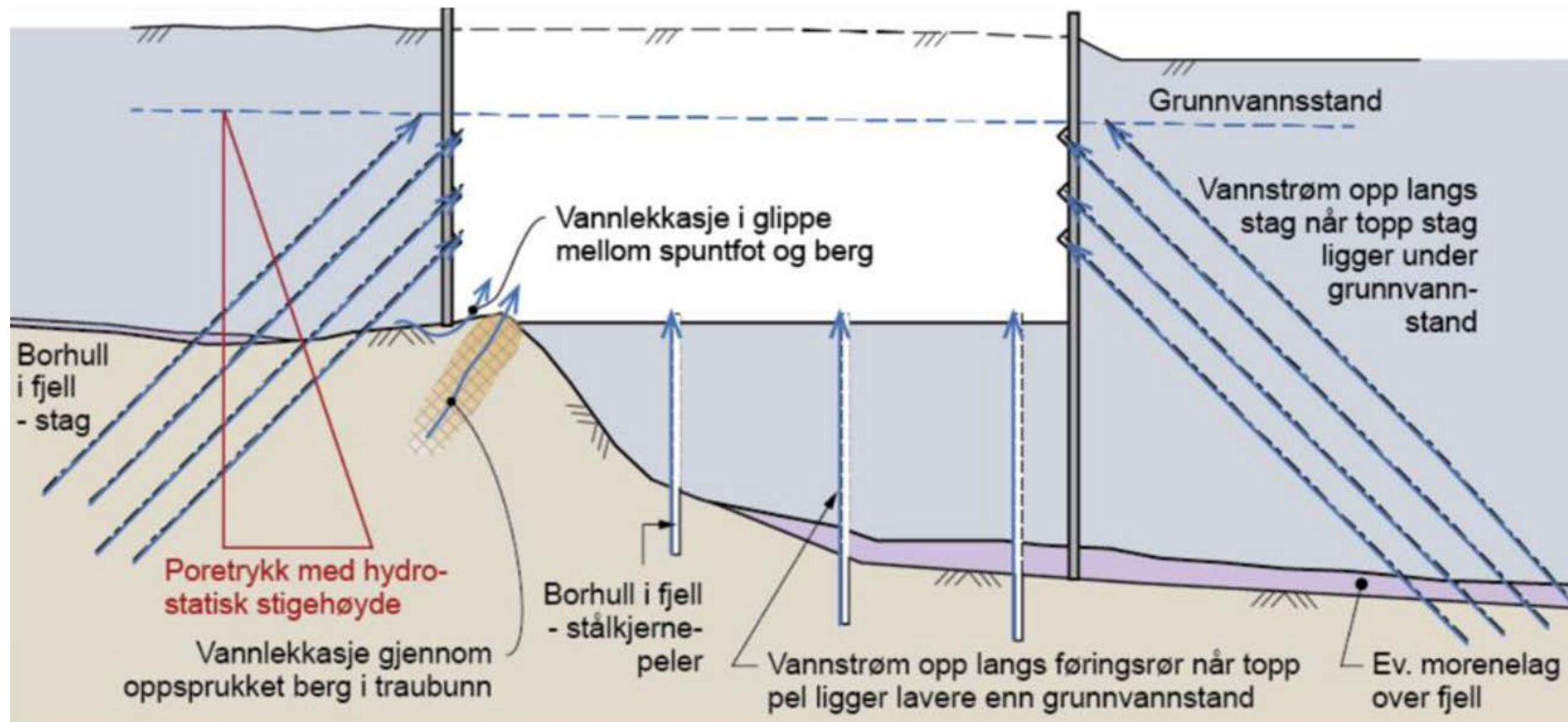
Figur 3: Generalisert lagdeling over berg i planområdet.

Helgerudkvartalet

- ▶ Ca. 10 m dyp byggegrop.
- ▶ 5 m poretrykksreduksjon maksimalt (trodde vi)
- ▶ Grunnvann opp igjen etter anleggsperiode
- ▶ Berggrunn – kalkstein, skifer, sandstein.
- ▶ Dyprenne som går fra nord til sør.
- ▶ Setningsutsatte bygg ca. 20 m unna



Innlekkasjeveier



Figur 30: Potensielle innlekkasjeveier av grunnvann til byggegrop [12]

Utfordring for hydrogeologi

- ▶ Få fokus på vårt fag fra entreprenør
- ▶ Hvorfor vanskelig å få fokus
 - ▶ Kostnadsdrivende med tett tiltak
 - ▶ Noen ganger worst case tankegang fra hydrogeologi som ikke faller i god jord hos entreprenør
 - ▶ Løser dette med mer undersøkelser
 - ▶ Prosjekterende geoteknikk er fra entreprenør mens hydrogeologi og ingeniørgeologi er Norconsult – vanskeligere å samarbeide tett med geoteknikk.

Utfordring for hydrogeologi – avbøtende tiltak 😊

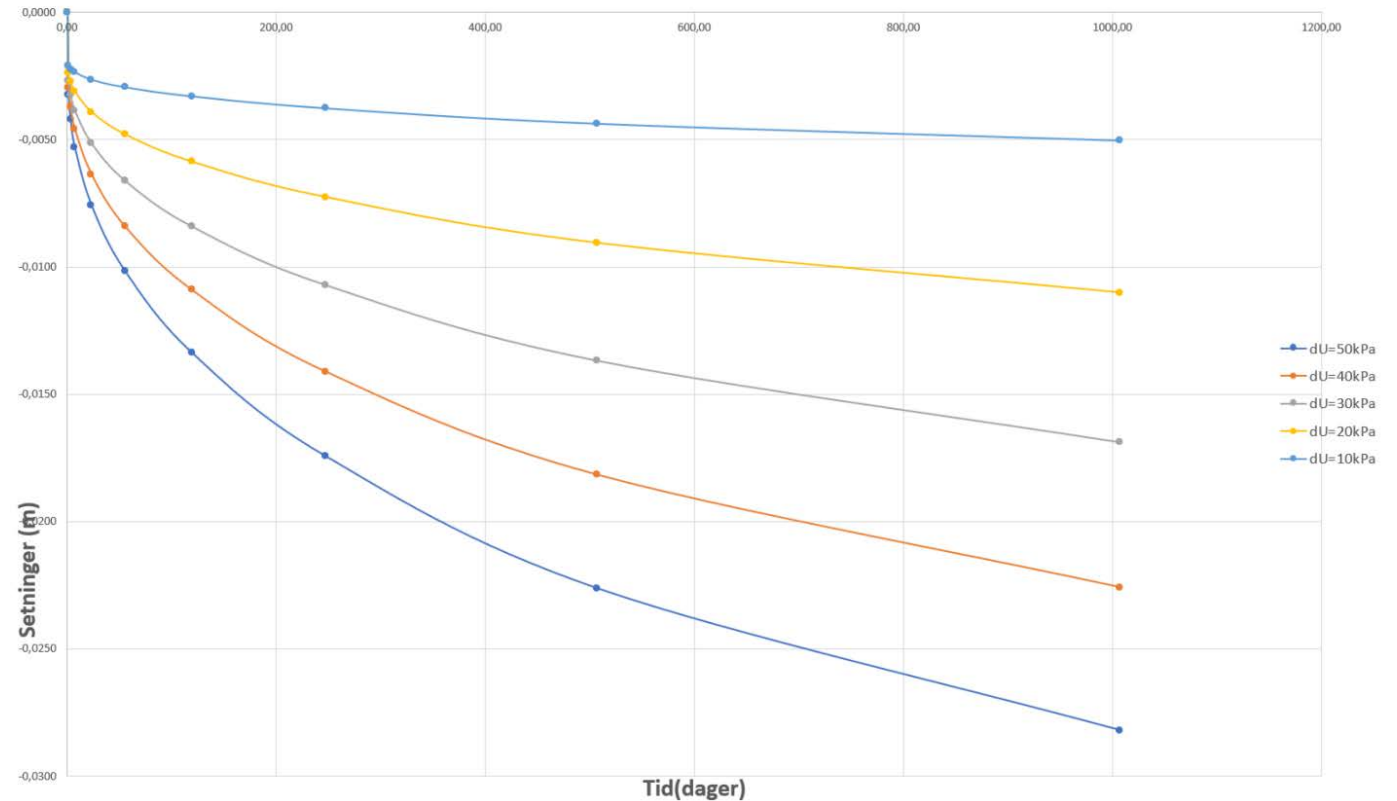
- ▶ Hydrogeologi fikk være i oppdragsledelsen for geofag (hydrogeologi og ingeniørgeologi)
- ▶ Startet arbeid med georisikovurdering med en gang. Georisikovurderinger var:
 - ▶ Viktig for å få fokus – få i gang vurderinger og være i forkant.
 - ▶ Viktig for å få i gang tverrfaglige prosesser spesielt innenfor geofagene
 - ▶ Viktig for å synliggjøre hvor det er høy risiko i prosjektet for oss, entreprenør og byggherre.

Tabell 8: Risikomomenter, potensielle prosesser og konsekvenser samt avbøtende og risikoreducerende tiltak i forbindelse med etablering av byggegrøp HRK (inkluderer ikke berguttak for S2-3)

Risikomomenter	Risiko før tiltak L, M, H	Potensielle prosesser og konsekvenser	Anbefalte avbøtende og risikoreducerende tiltak	Risiko etter tiltak L, M, H
Rystelser og vibrasjoner som følge av sprengningsarbeid	H	<ul style="list-style-type: none"> Skader på bygg og konstruksjoner 	<ul style="list-style-type: none"> Vibrasjonskrav utarbeides av Rambøll Forsiktig sprengning Uttak av lave (3-4 m) paller Overvåking med vibrasjonsmålere Sømboring 	M. Risiko håndteres av Rambøll i samråd med sprengningsentreprenør
Setninger på bygg og konstruksjoner grunnet spuntdeformasjon	H	<ul style="list-style-type: none"> Deformasjonspant som fører til setninger ved bygg i nærheten, spesielt utsatt er bygg i Rådmann Halmrastsvei 2-4-10 som ligger over dyprenne 		H
Setninger på bygg og konstruksjoner grunnet poretrykksreduksjoner	H	<ul style="list-style-type: none"> Setninger på bygg pga. innlekkasje av grunnvann til byggegrøp og påfølgende reduksjon av poretrykk i setningssensitiv leire, spesielt utsatt er bygg i Rådmann Halmrastsvei 2-4-10 som ligger over dyprenne 	<ul style="list-style-type: none"> Overvåking med poretrykksmålere koblet til web med alarm Etableres tre infiltrasjonsbrønner som settes i gang ved uakseptable reduksjoner i poretrykk Injisere berg vertikalt under ytterkant byggegrøp ned til kote -10 Betongdrager ned mot berg for tetting mellom spunt og 	M

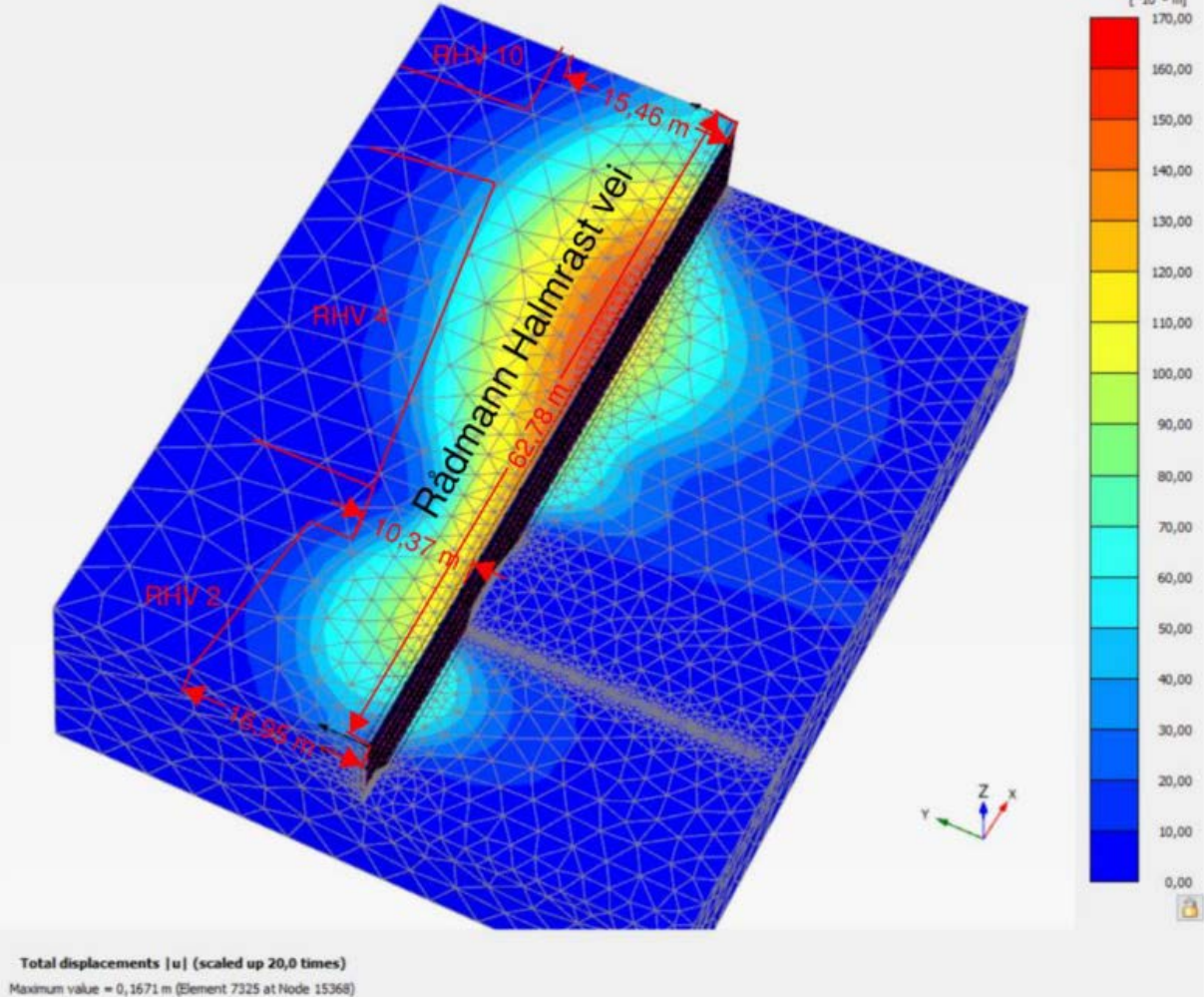
Potensielle setninger pga. poretrykksreduksjon – avbøtende tiltak

- ▶ Injeksjon i berg ned til kote -10
- ▶ Unntak hvor det var over 2-3 m leire igjen under graveplanum
- ▶ Betongdrager overgang spunt berg
- ▶ Peler tettes i overgang berg/foringsrør
- ▶ Grunnvann opp igjen etter anleggsperiode 2-3 år
- ▶ Potensial 2-3 cm setninger pga. poretrykk Plaxis og Begrensskade



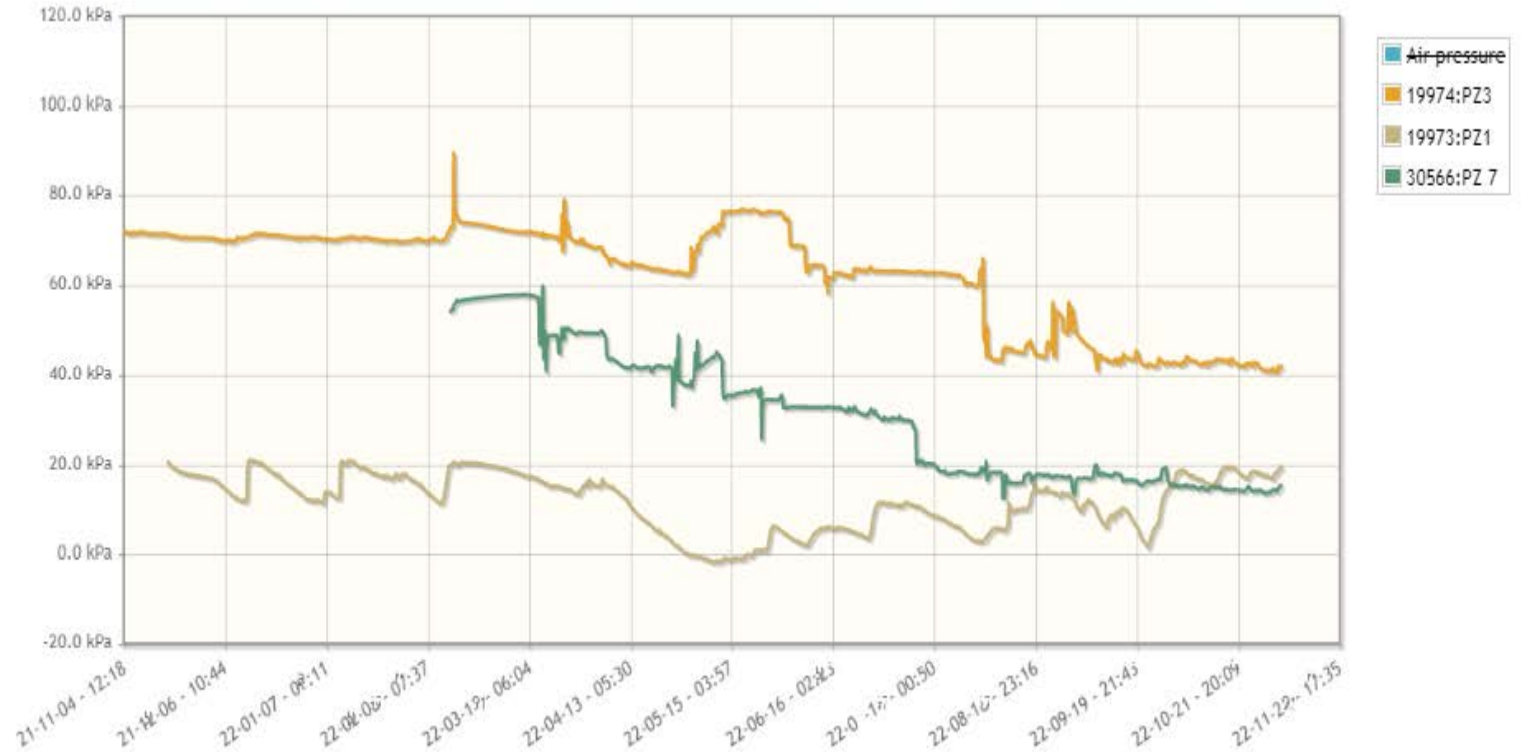
Figur 24: Deformasjoner grunnet poretrykksreduksjon

Potensielle setninger pga. spuntdeformasjon



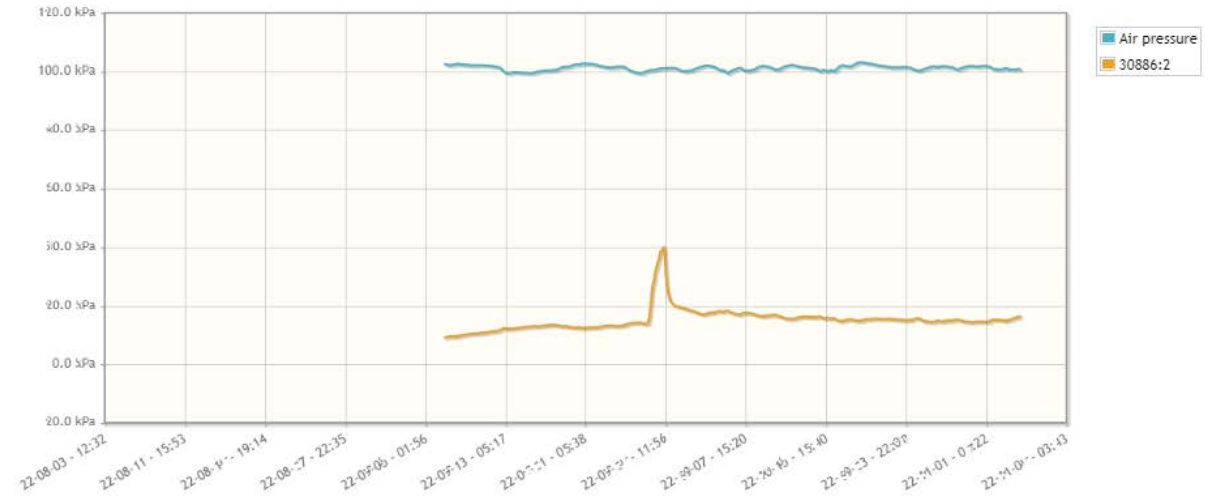
Poretrykksovervåkning - i målere nærme byggegrøp.

- ▶ PZ3 og PZ7 sitt poretrykk følger gravedypet i byggegrøpen – de er for nærme!
- ▶ PZ1 er for grunn – markvann
- ▶ Infiltrasjon startet 2.mai 2022 i to brønner IB1 og IB3.
- ▶ Mellom 4 – 6 l/min infiltrert vann pr. brønn
- ▶ Manuell oppfølging av infiltrasjonsbrønner. Tungvint.



Poretrykksovervåkning

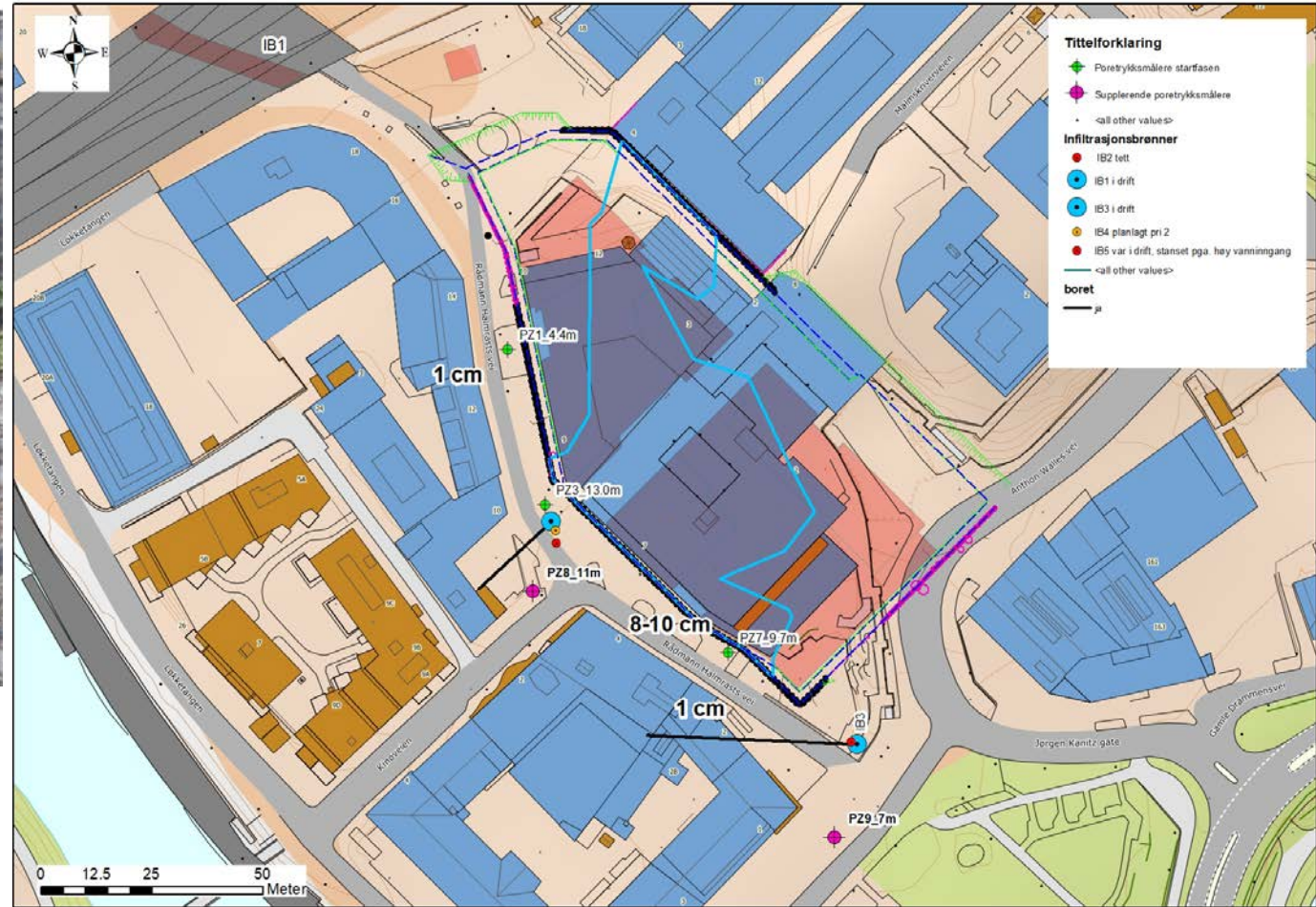
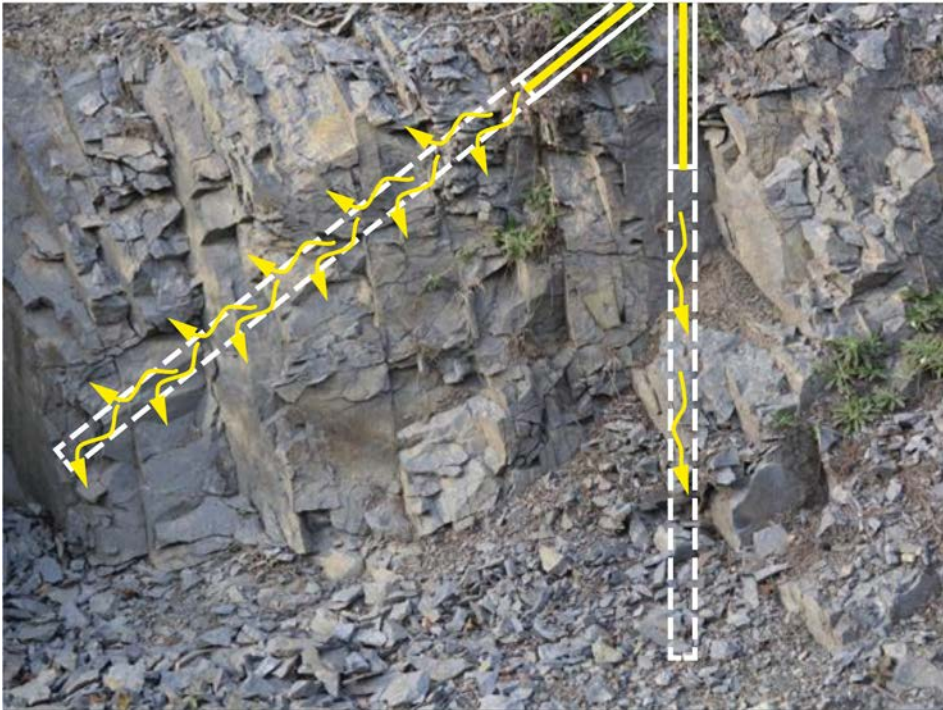
- i målere med større avstand fra byggegrop etablert tidlig høst 2022



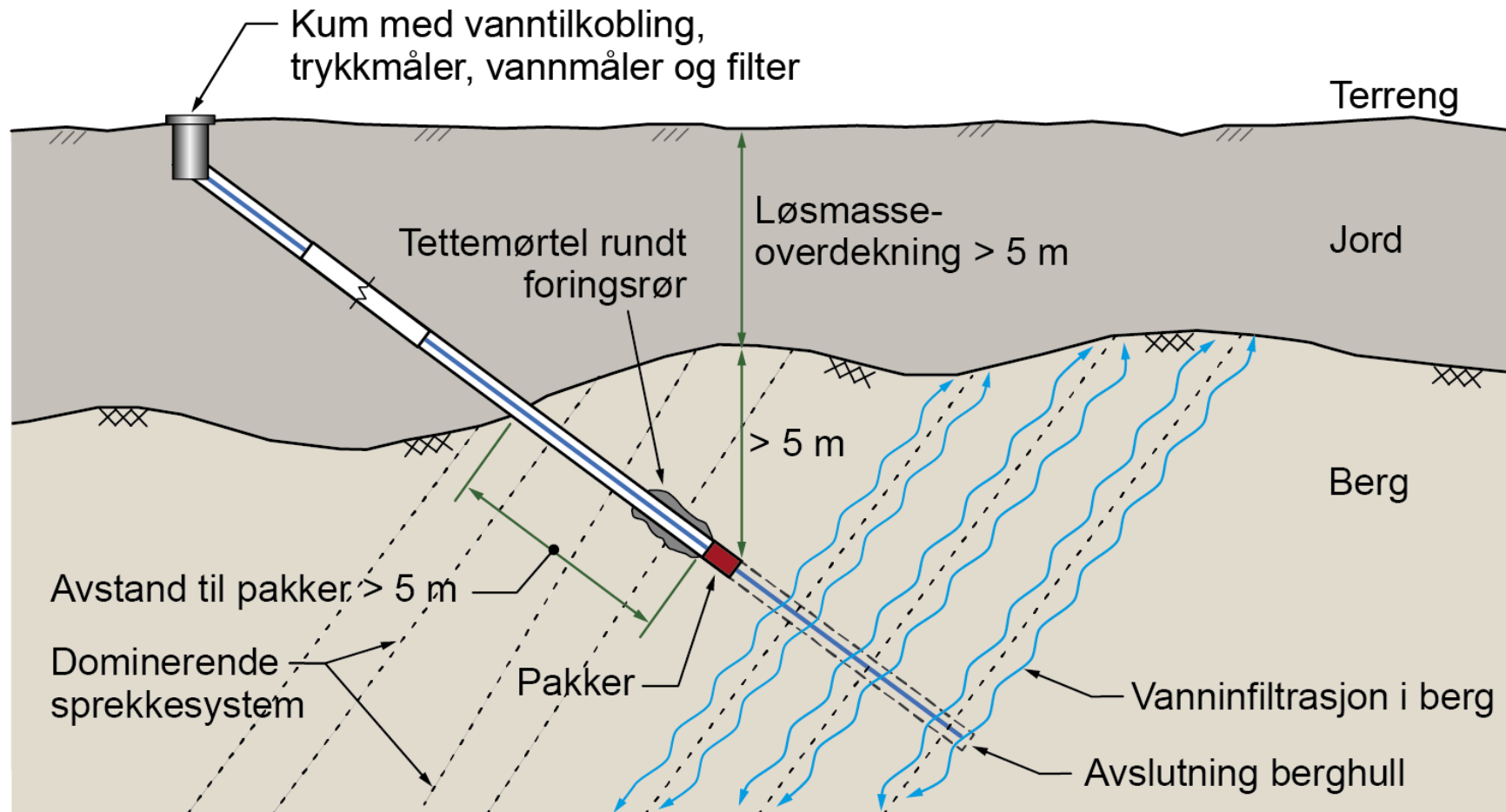
- ▶ PZ8_11m
- ▶ Ca 20 m fra byggegrop
- ▶ Bra plassert i forhold til bygg som er utsatt for setninger

- ▶ PZ9_7m
- ▶ 30 m unna byggegrop
- ▶ Bra plassert i forhold til influensområde

Infiltrasjonsbrønner i berg – best på skrå



Infiltrasjonsbrønner



Erfaringer underveis

- ▶ Ikke så mye lekkasjer gjennom spunt – tettes fortløpende
- ▶ Ikke mye lekkasjer under spunt
- ▶ Lite lekkasjer fra berg så langt, store deler av byggegropa går ned i berg.
- ▶ Lite lekkasjer fra morene
- ▶ Berg er stedvis veldig dårlig, men lite vannlekkasje

Erfaringer

- ▶ Georisikovurdering var nyttig, men vrient som et levende dokument underveis
- ▶ Ha møter jevnlig – vi har godt samarbeid

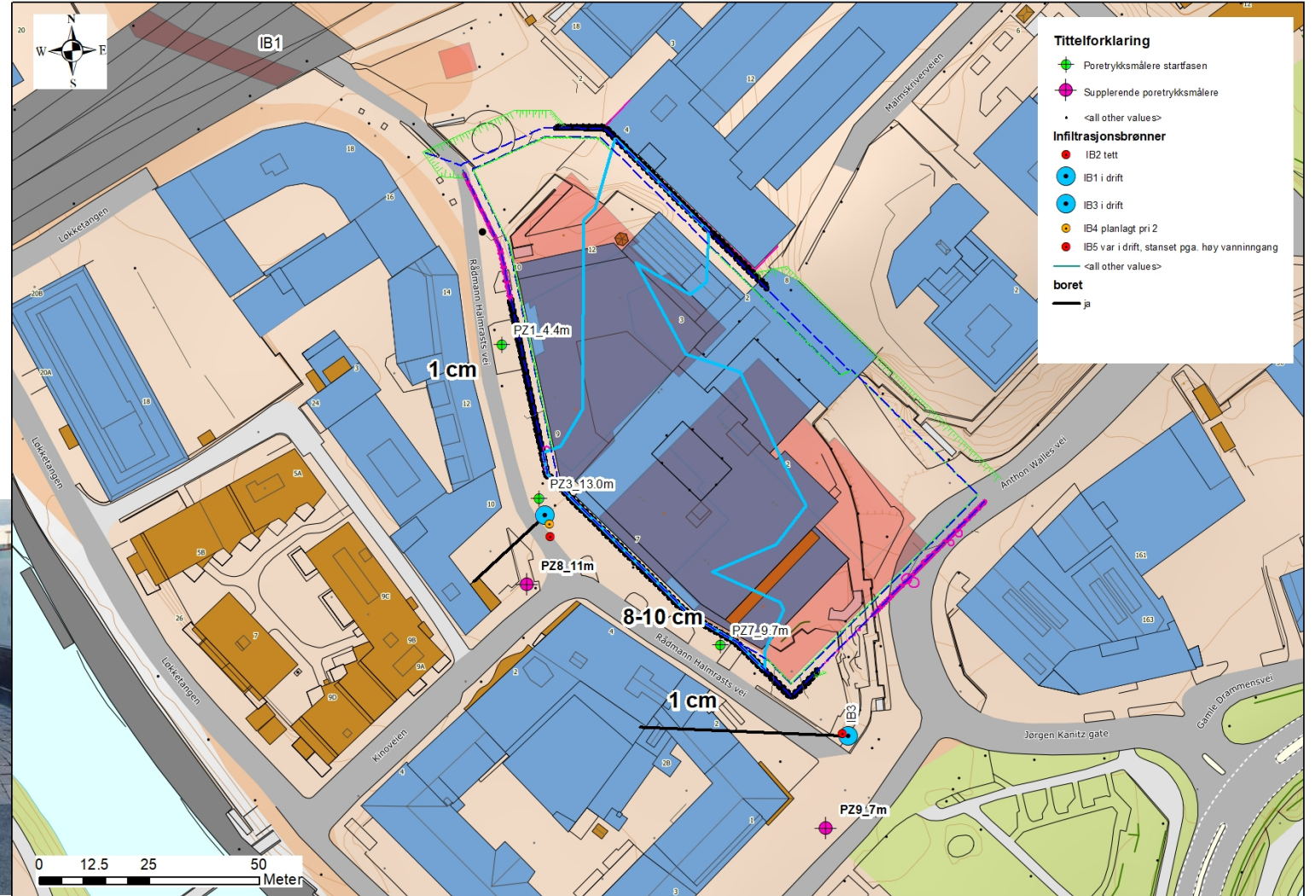
- ▶ Infiltrasjonsbrønner har god effekt
- ▶ Absolutt best når de skråner
- ▶ Infiltrasjonsbrønner krever en del oppfølging – absolutt best med automatisk overvåkning
- ▶ Sett poretrykksmålere min 15 m fra byggegrop – ikke for nærme stag

Erfaringer

- ▶ Forhold som påvirker vårt fag endrer seg underveis
 - ▶ Byggegroppen har blitt dypere enn antatt pga:
 - ▶ Kraner skal fundamenteres nærmere dyprenne, krever sjakter som går dypere enn antatt.
 - ▶ Graving i bløt leire i sjakter er vanskelig – lettere å starte fra et nivå dypere.
 - ▶ Sjakter nærmere dyprenne vil kunne gi problemer med innlekkasje mellom spunt og berg, berget er for bratt til betongdrager.
- ▶ Vanskelig å få innvilget dyre tett tiltak senere i prosjektet

Setninger så langt

- ▶ Setninger målt på bolter på bygg
 - ▶ 1 cm, usikker på årsak
- ▶ Setninger på gateplan
 - ▶ Nærmere byggegrop 8-10 cm



Norconsult 

Hver dag forbedrer vi hverdagen