



Oslo

# Ny Vannforsyning Oslo

Vann- og Avløpsetaten  
Oslo Kommune

Ingjerd Mørck



# Agenda

- ▶ Om prosjektet
- ▶ Geologiske utfordringer
- ▶ Hvordan har det gått?

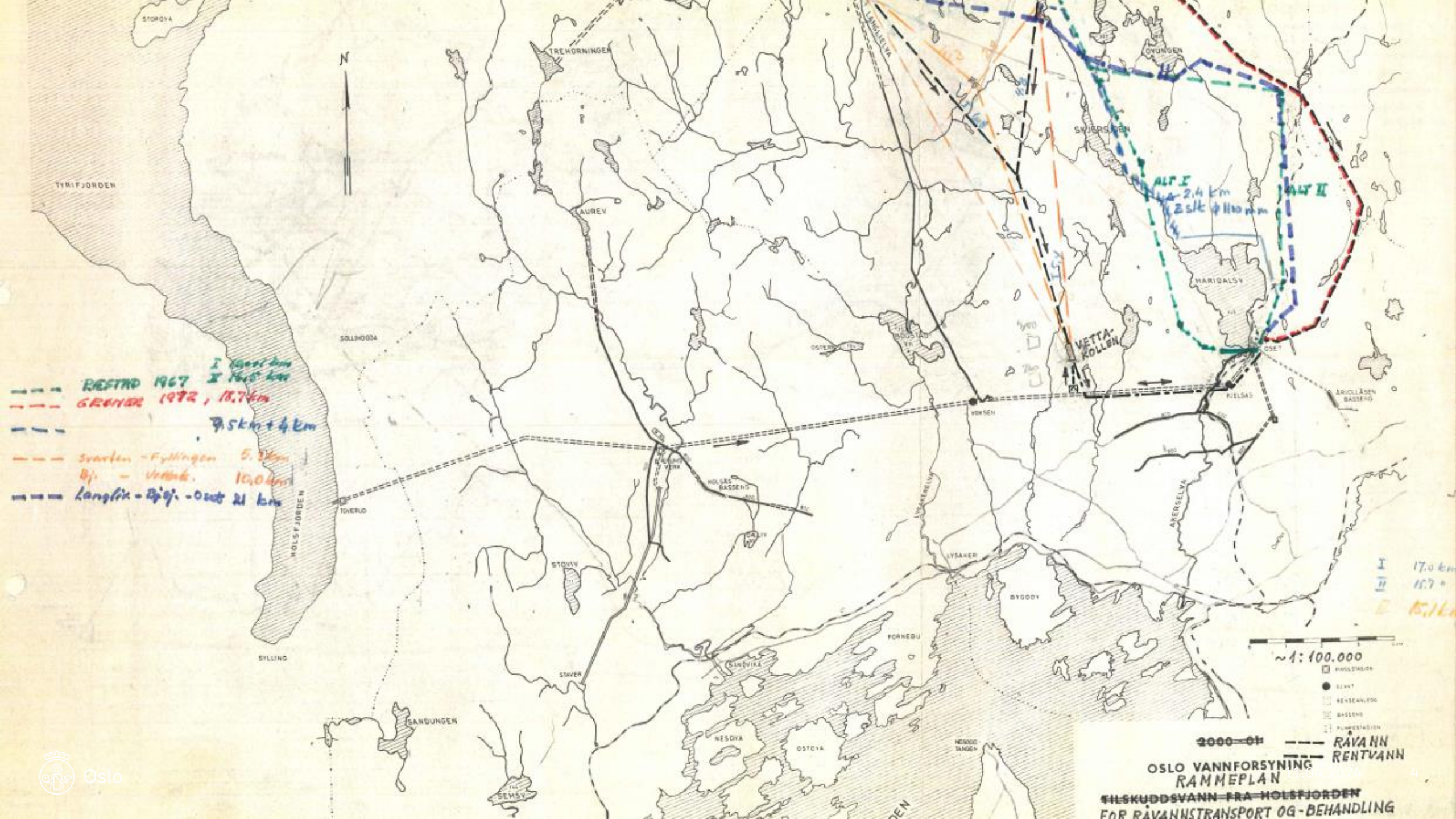


Foto: VAV

An aerial photograph of Oslo, Norway, showing the city, the Maridalsvannet lake, and the Oset water treatment plant. The city is visible in the background, and the lake is in the foreground. The Oset water treatment plant is marked with a red dot. The sky is overcast with grey clouds.

Oset vannbehandlingsanlegg

Maridalsvannet



- I 1967 km
- II 14,5 km
- GRØNNE 1972, 18,7 km
- 7,5 km + 4 km
- Svarlen - Fyllingen 5,8 km
- Bj. - Vettak. 10,0 km
- Langlin - Bj. - Oset 21 km

- I 17,0 km
- II 15,7 km
- III 15,1 km

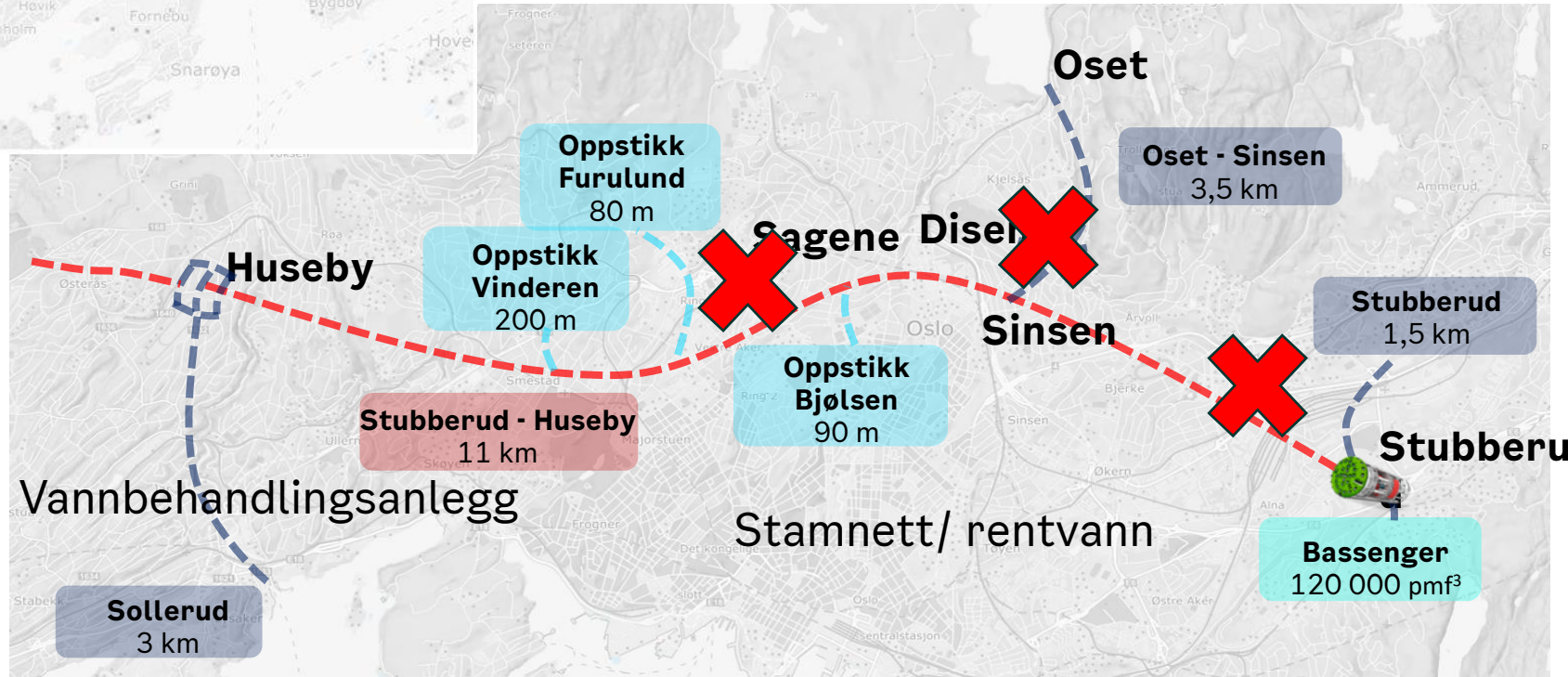
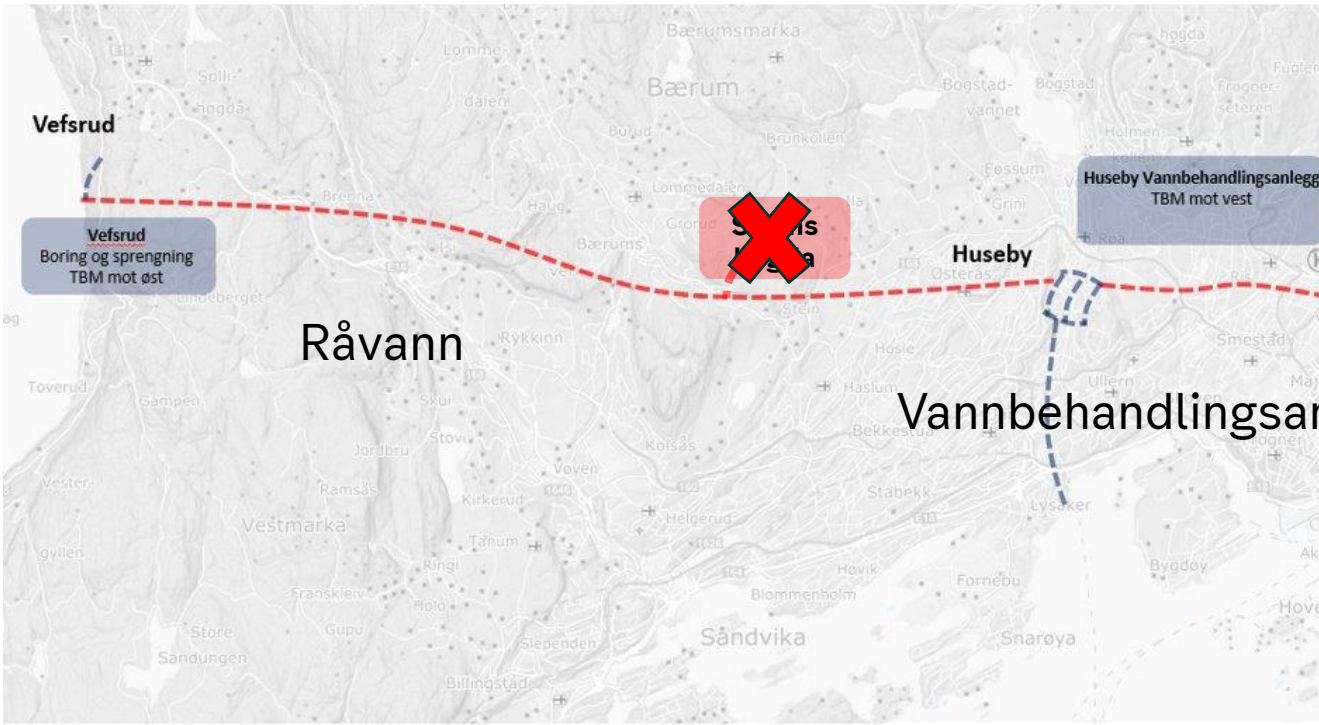
~ 1:100.000

- Fyllstasjon
- Slakt
- ▨ Rensningslag
- ▩ Basseng
- ⊕ Pumpestasjon

2000-01 --- RÅVANN  
 --- RENTVANN

**OSLO VANNFORSYNING  
 RAMMEPLAN  
 TILSKUDDSVANN FRA HOLSFJORDEN  
 FOR RÅVANNSTRANSPORT OG -BEHANDLING**





 **Tunnel driving with TBM**  
 **Tunnel driving with drilling and blasting**

## Rentvannstunnelene

- Kryssing av Ekebergforkastningen
- Setningsømfintlige masser
- Nærføring til VA-tunneler
- Alunskifer
- Veldig mange naboer

## Råvannstunnelen

- Kjaglidalen
- Bærumskaldera
- Høyt vanntrykk og høy konduktivitet
- Askelag
- Høye bergspenninger
- Drikkevannsbrønner

## Vannbehandlingsanlegget

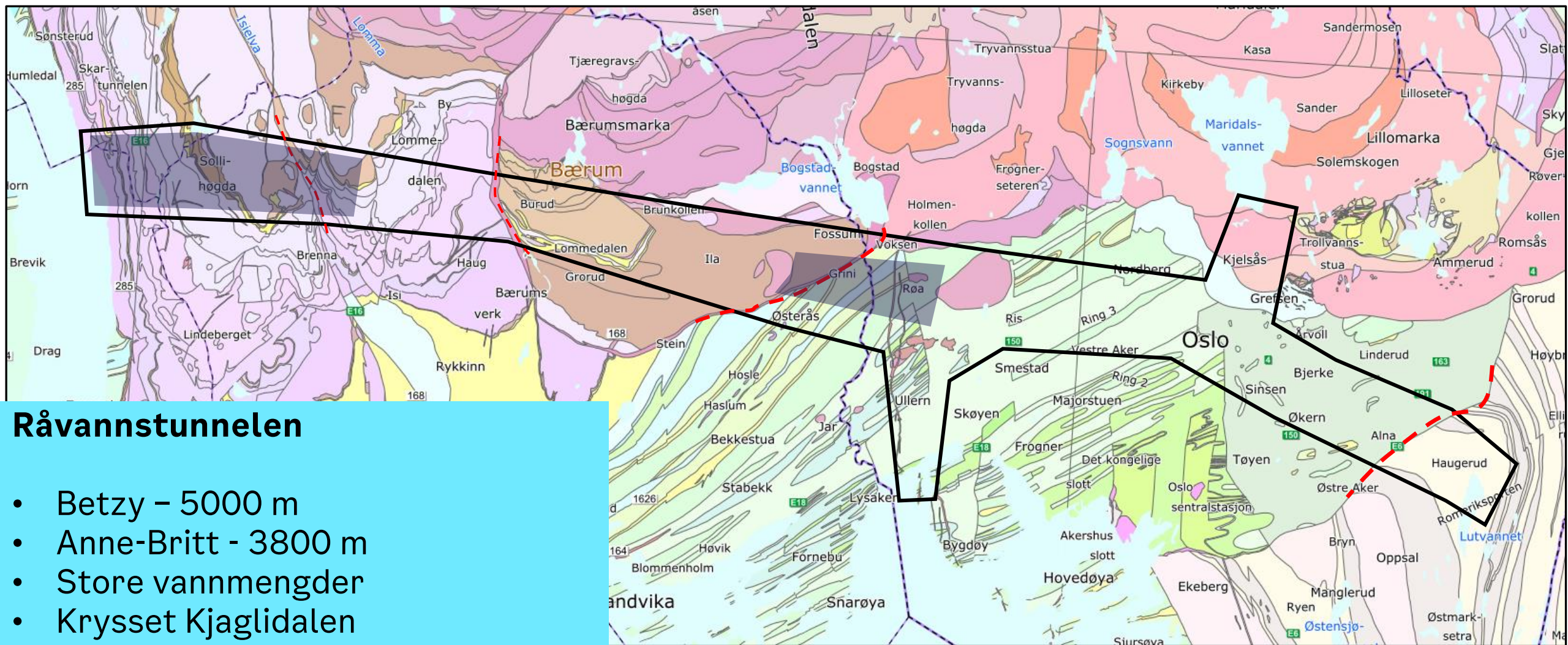
- Stor og kompleks geometri
- Kryssing av kritisk infrastruktur
- Mulige utfordringer med bergspenninger
- Veldig mange naboer



# Status april 2024

Hvordan har det gått så langt?





## Råvannstunnelen

- Betzy – 5000 m
- Anne-Britt - 3800 m
- Store vannmengder
- Krysset Kjaglidalen
- Krysset Ringgangen



# Hydrogeologi og injeksjon

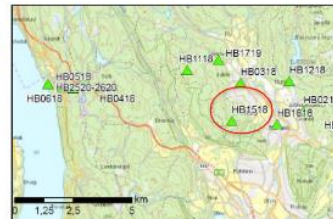
- ▶ Krevende hydrogeologiske forhold – topprisiko i prosjektet
- ▶ Strengt krav til injeksjonsboring og injeksjonsutstyr på TBM
- ▶ Byggherrestyrt injeksjon
- ▶ Godt samarbeid med entreprenøren

Multiconsult COWI asplan viak AV

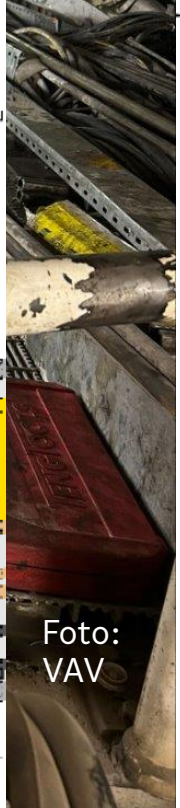
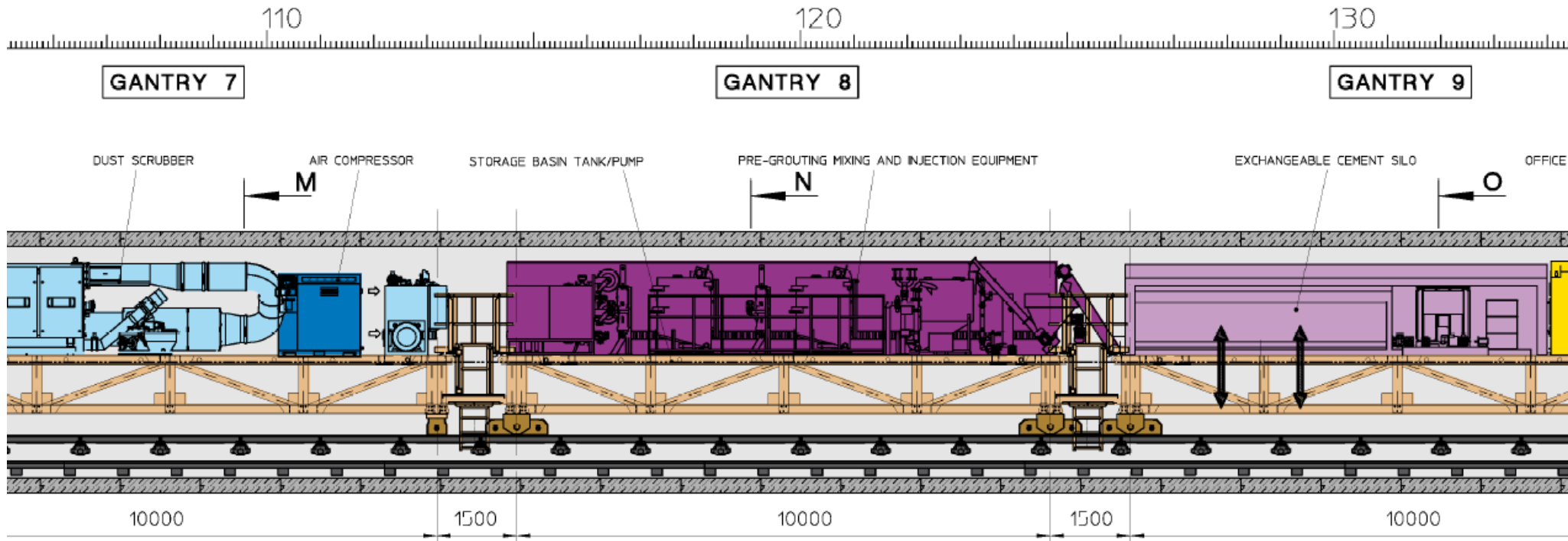
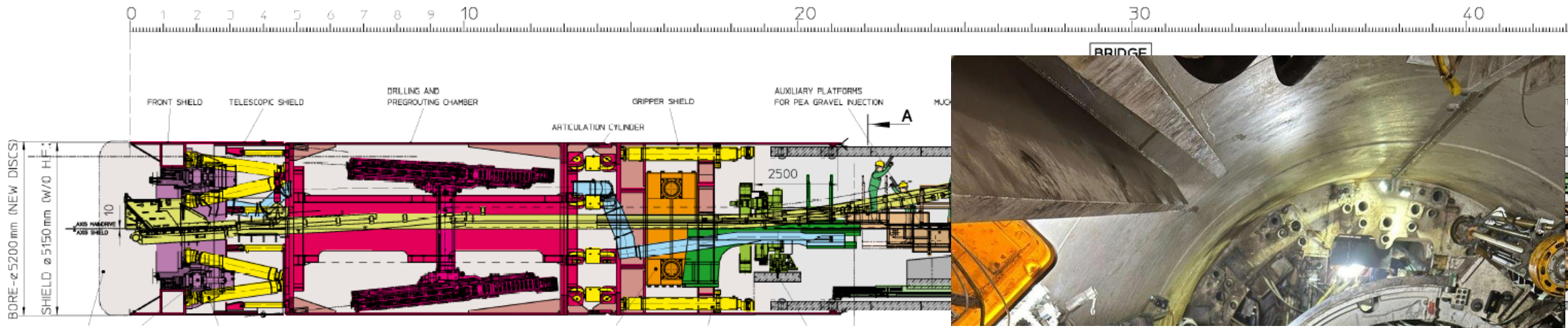
## Eksempel på store vannmengder i rombeporfyr ved boring av hammerborhull HB1518, Vintermyra Bærum



Boringen ble stoppet ved 246 m dyp pga. for mye vann, og ønsket boredyp på 300 m ble ikke nådd.



Eksempel på åpen sprekke i rombeporfyr, hammerborhull HB1719 ved Jonsrudtjern, Bærum





- ▶ Testing av injeksjonsresepter
- ▶ Hydrauliske pakkere
- ▶ Standardisert injeksjonsprosedyre
- ▶ Felles beredskapsplaner for ekstra krevende forhold



Foto: VAV

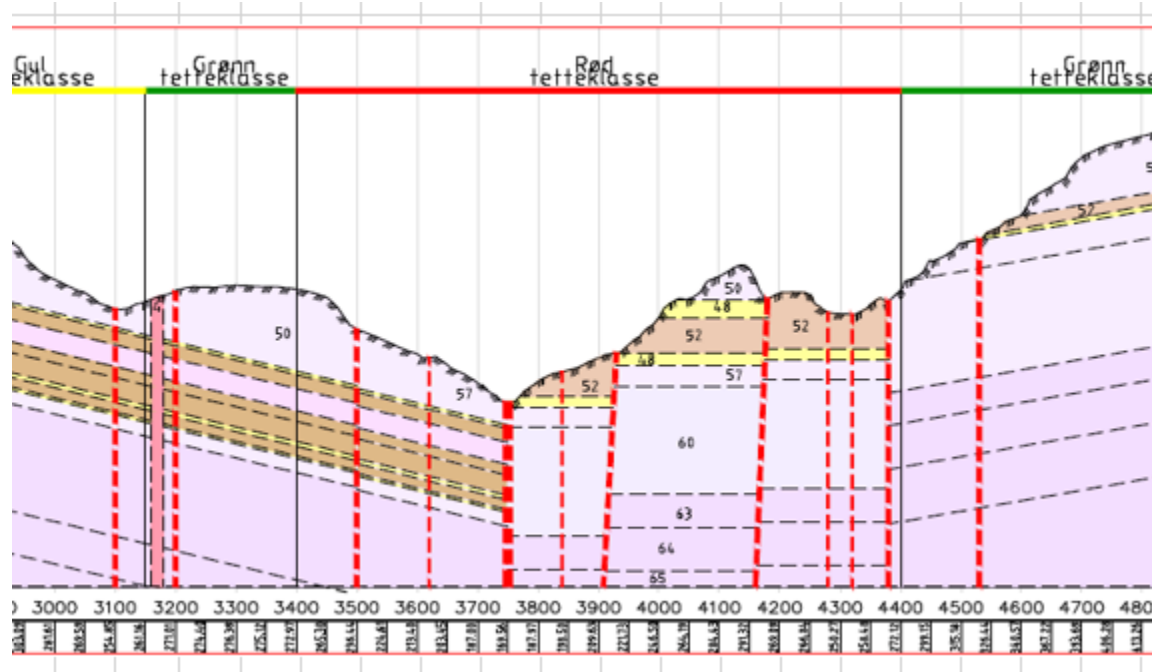
3,7

4,65

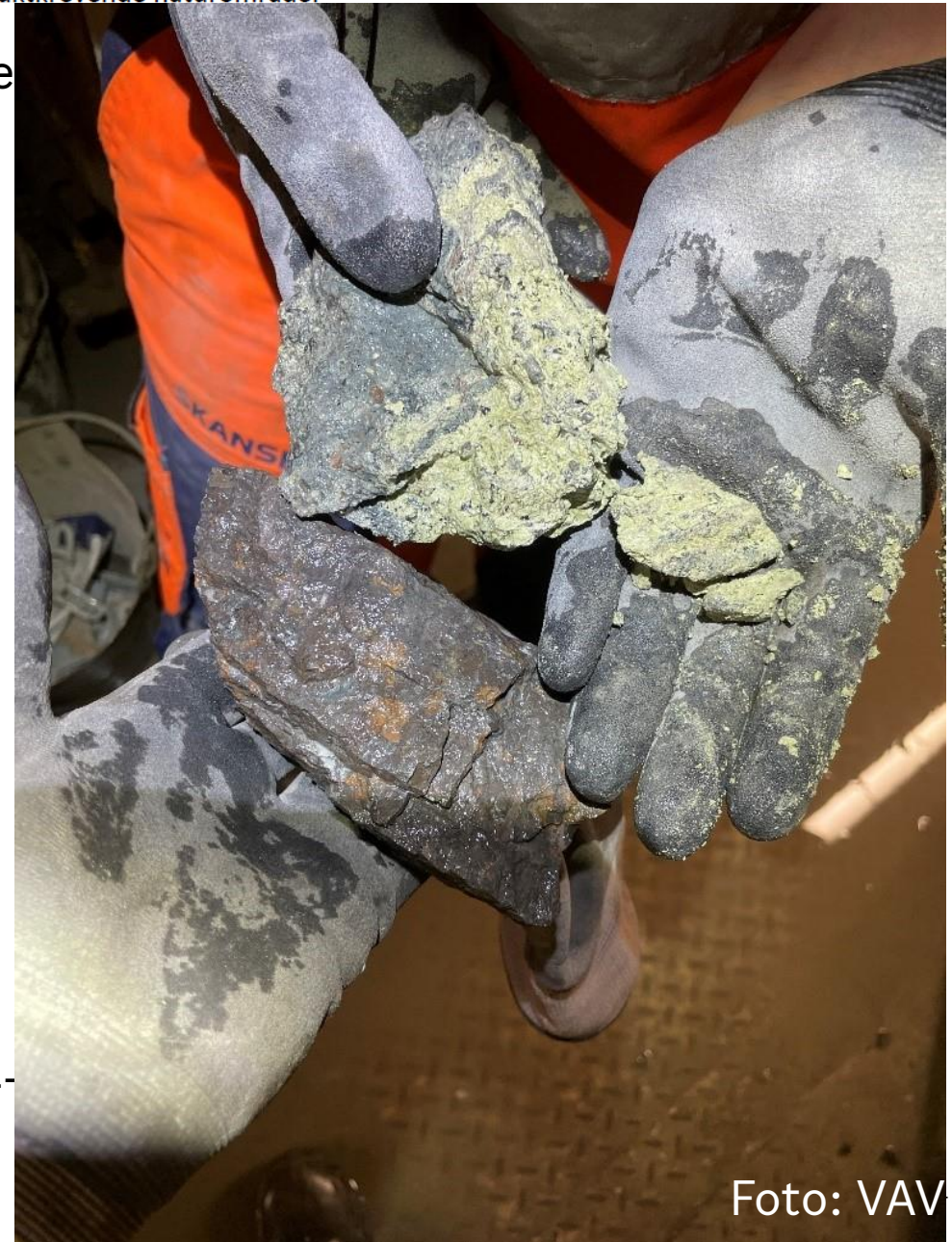
Antatt stor sårbarhet, det finnes flere soner i- og nær Kjaglidalen. Tunnelen passerer under Djupdalen og Kjaglidalen naturreservat. Nærhet til viktige, fuktkrevende naturområder

# Kjaglidalen

Vestfold grabe



- Transferforkastning, regional skala
- Vestside nedforkastet 65m
- Kjerneboringer → knuste soner, leireseksjoner 0,4-

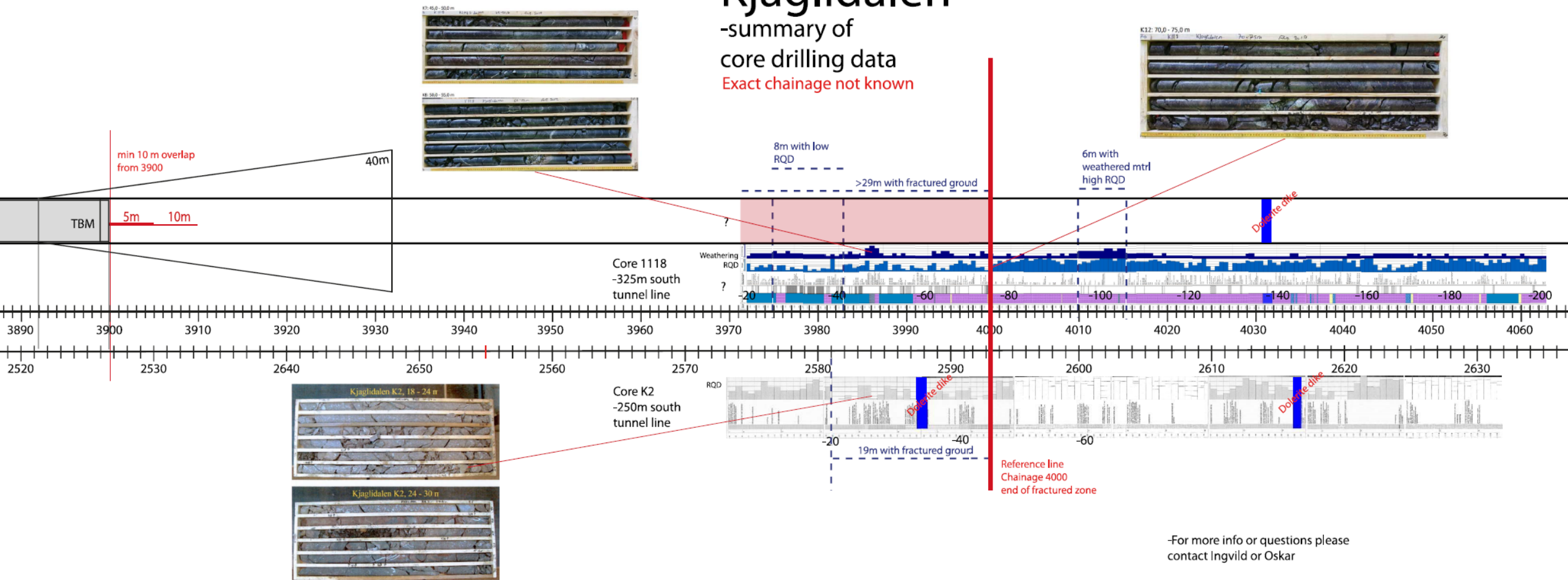


Oslo

Foto: VAV

# Kjaglidalen

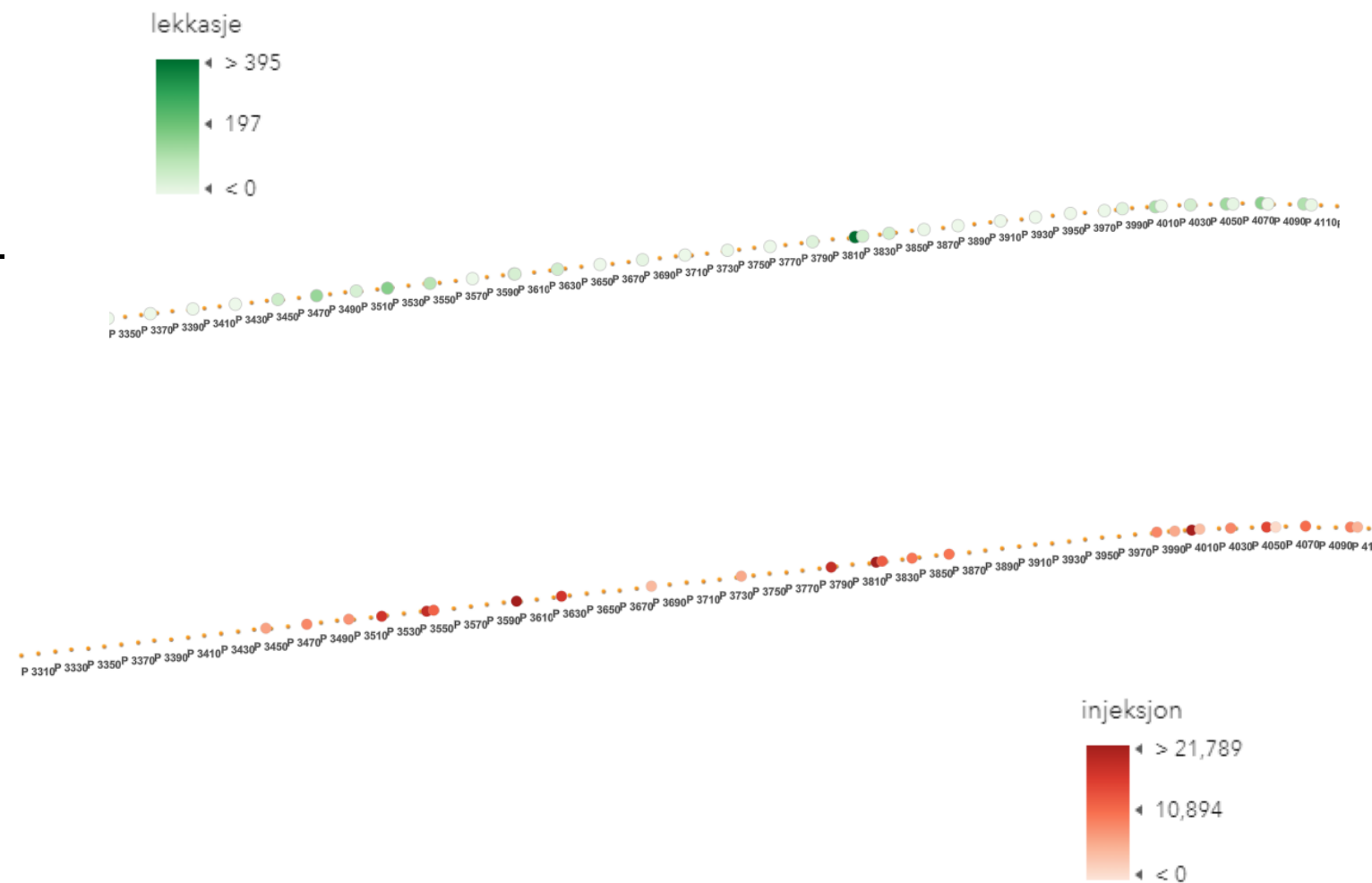
-summary of  
core drilling data  
Exact chainage not known



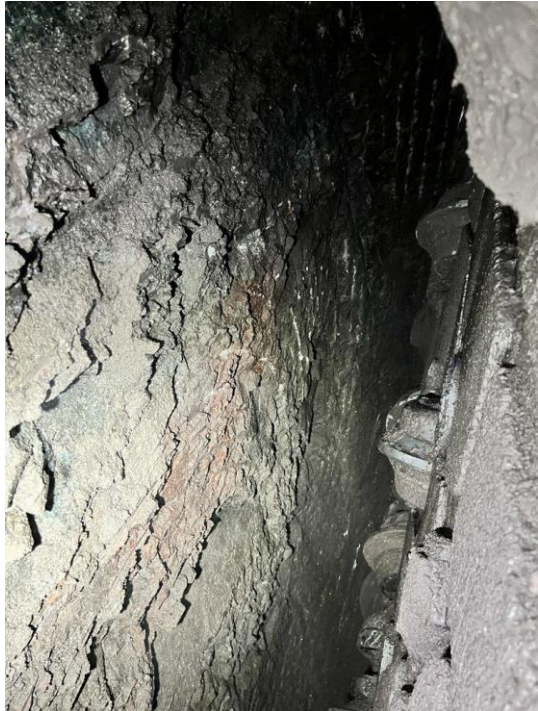
-For more info or questions please contact Ingvild or Oskar

# Hvordan gikk det?

- ▶ I starten var berget svært oppknust – utfordrende boreforhold for langhullsboringen - > kortere hull og større overlapp
- ▶ Tørre forhold i starten
- ▶ Bedre bergforhold øst i sonen – vellykket injeksjon
- ▶ 5 dager å krysse Kjaglidalen (Q-verdier fra 0,1 til 7)
- ▶ 13,2 m/dag



# Vekslende bergforhold gjennom Kjaglidalen. RP9.



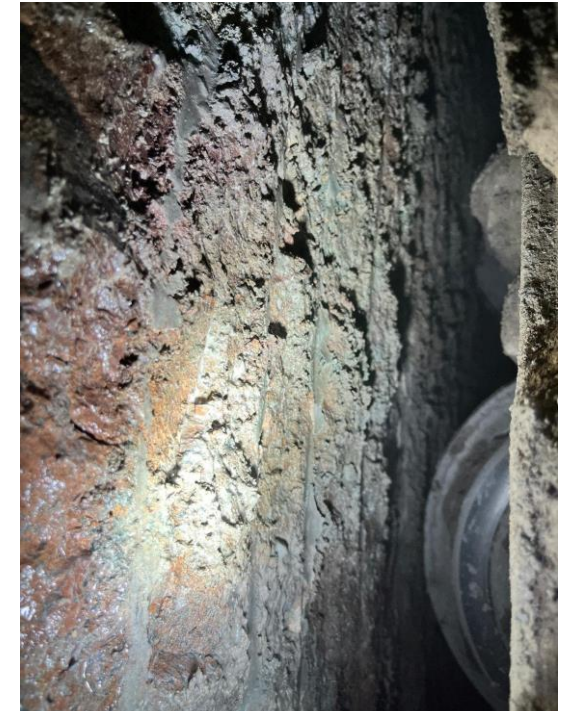
Stuff 30.01. Økt oppsprekking og noe forvitret masse. Lav Q-verdi



Stuff 01.02. Svært få sprekker, ingen forvitring. Høy Q-verdi



Stuff 03.02. Mye oppsprekking + forvitring. Lav Q-verdi

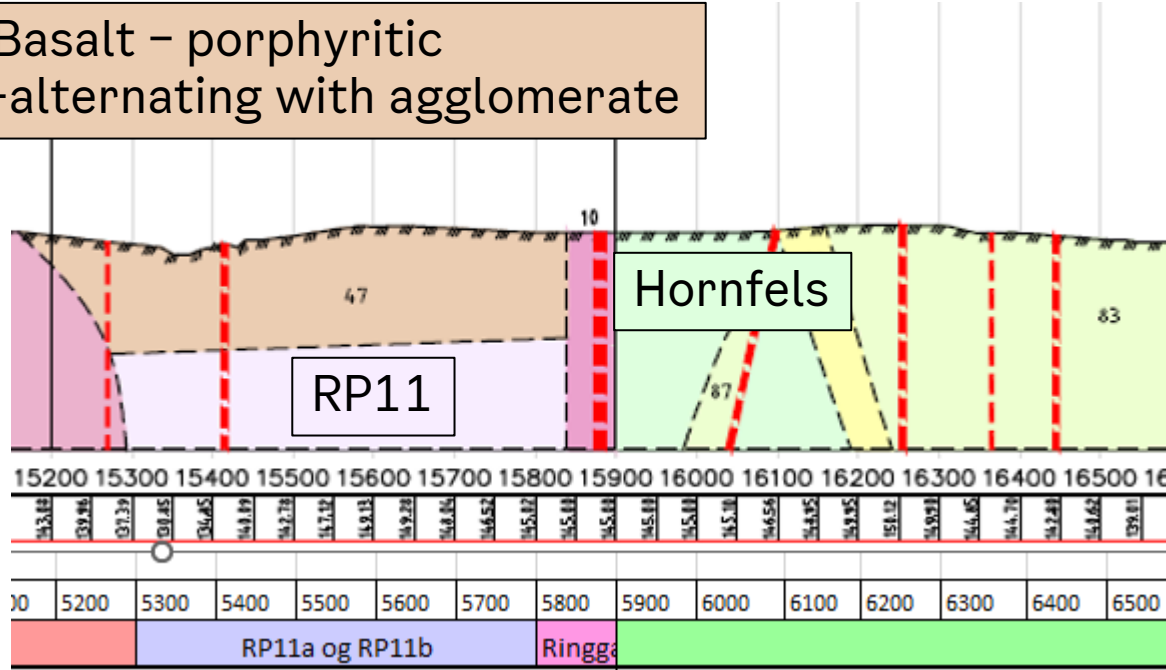


Stuff 12.02. RP 8 med lavatopper, askelag, få sprekker, hetrogen



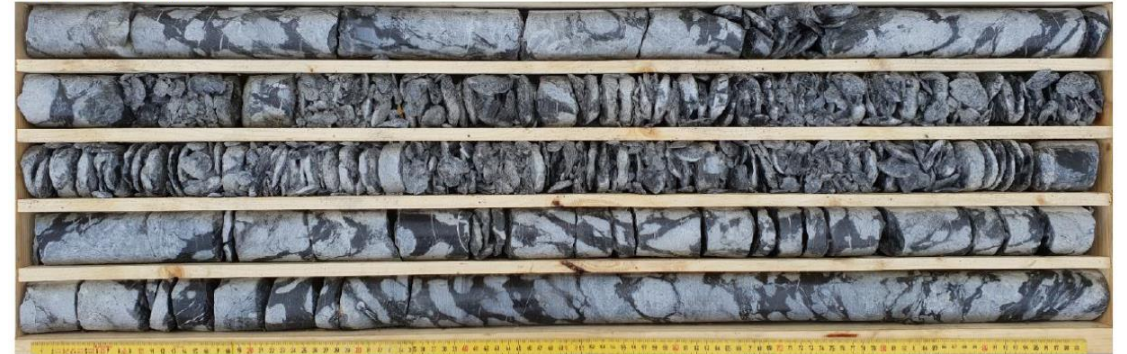
# Ringgangen

Basalt – porphyritic  
-alternating with agglomerate



Quartz-syenite-porphyr  
-quartz rich

K30: 160,0 – 165,0 m



Figur 7-13 Eksempel på core discing i kjerneborhull K0118 ved Grini i Oslo

### Large water in-leakage

- expected in border zones towards dyke and within dyke
- larger overlap and pre grouting

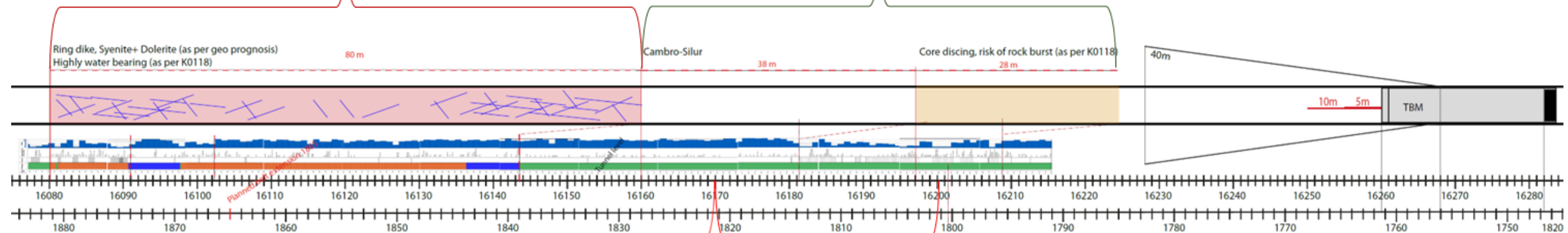
### Increased cutter wear

- Expected in quartz-syenite porphyry (approx. 70m wide)
- Normal cutter maintenance considered sufficient

### Rock burst

- expected in hornfels between approx. ch. 16230 up to dyke
- focus on good back-fill quality
- possible measures: bentonite lubrication, geofoam, special segments, single shield mode

← Expected conditions



### Increased overlap

- Stop minimum every 20m
- Continue into volcanic rocks, with less water approximately to ch. 16000
- Conservative pre grouting, procedure adjusted to the encountered conditions

### Starting point: Ch. 16170-16200:

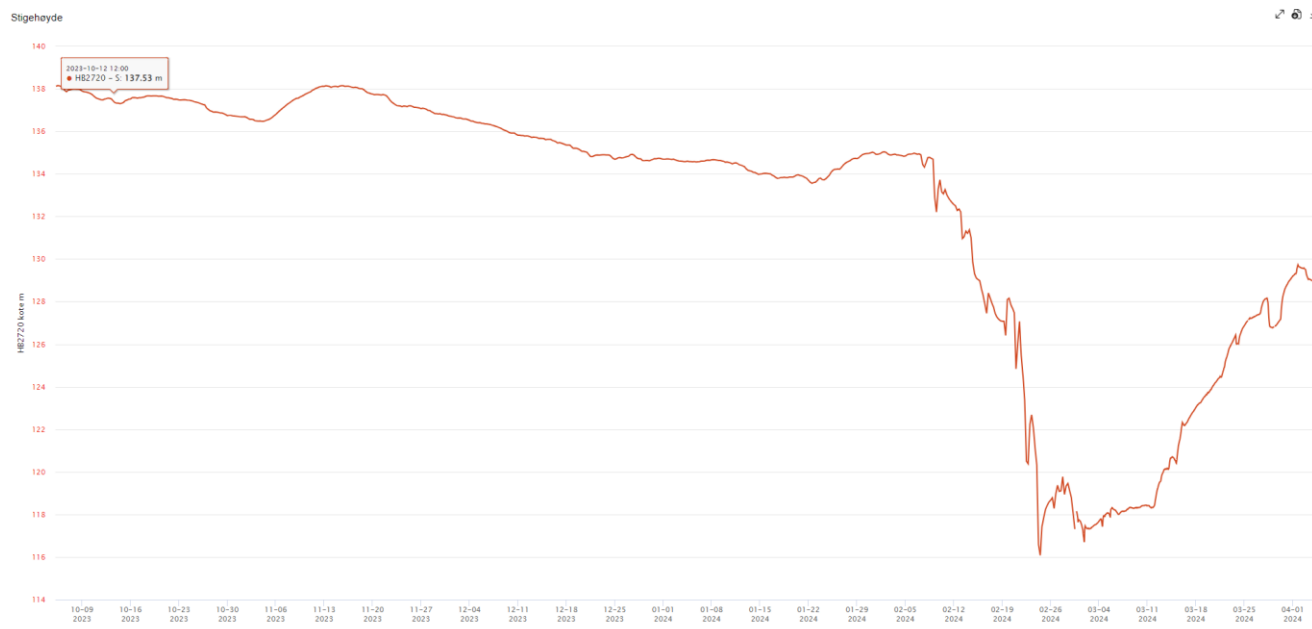
- Start with probe drilling every 20m
- Evaluate starting point from:
  - Rock burst
  - Water
  - MWD

← Adjusted TBM drive

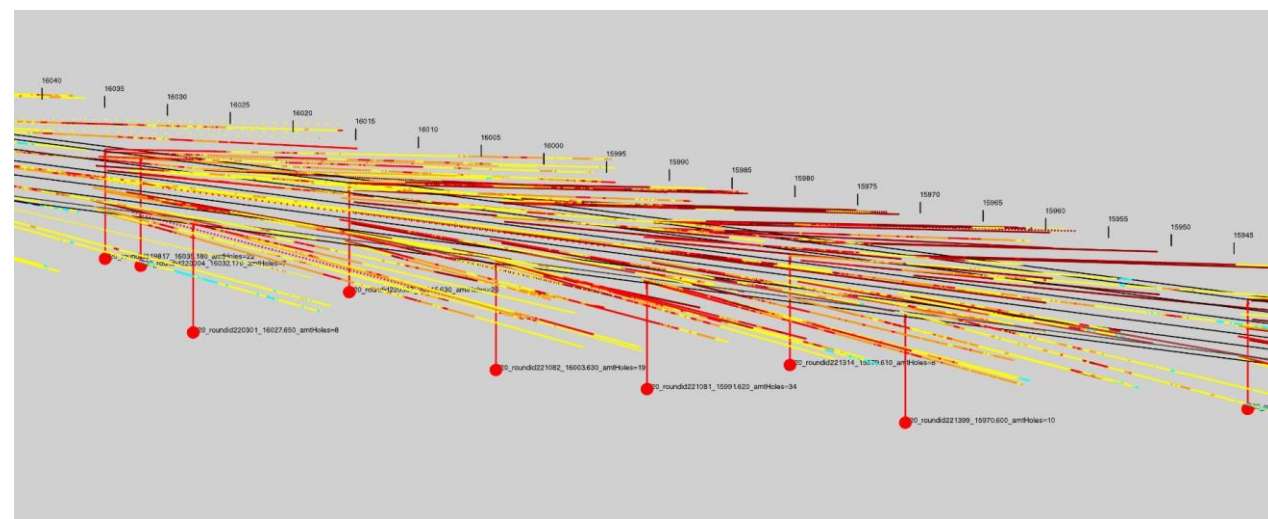
# Hvordan gikk det?

## ◆ Ringgangen

- Lite vann i sonderhull i starten av ringgangen
- Store vannmengder og utfordrende forhold ut av ringgangen og inn i kalderaen
- Større overlapp mellom skjermene gjennom hele ringgangen (ca. 9m)
- Reduserte skjermmlengde grunnet fastboring
- Injeksjons-skjerner som stoppes på mengde (7000 l på enkelthull)
- Utganger i stuff
- Passert på under en uke
- 17,9 m/dag



Fra vannstandsmåler i bergbrønn øst for ringgangen



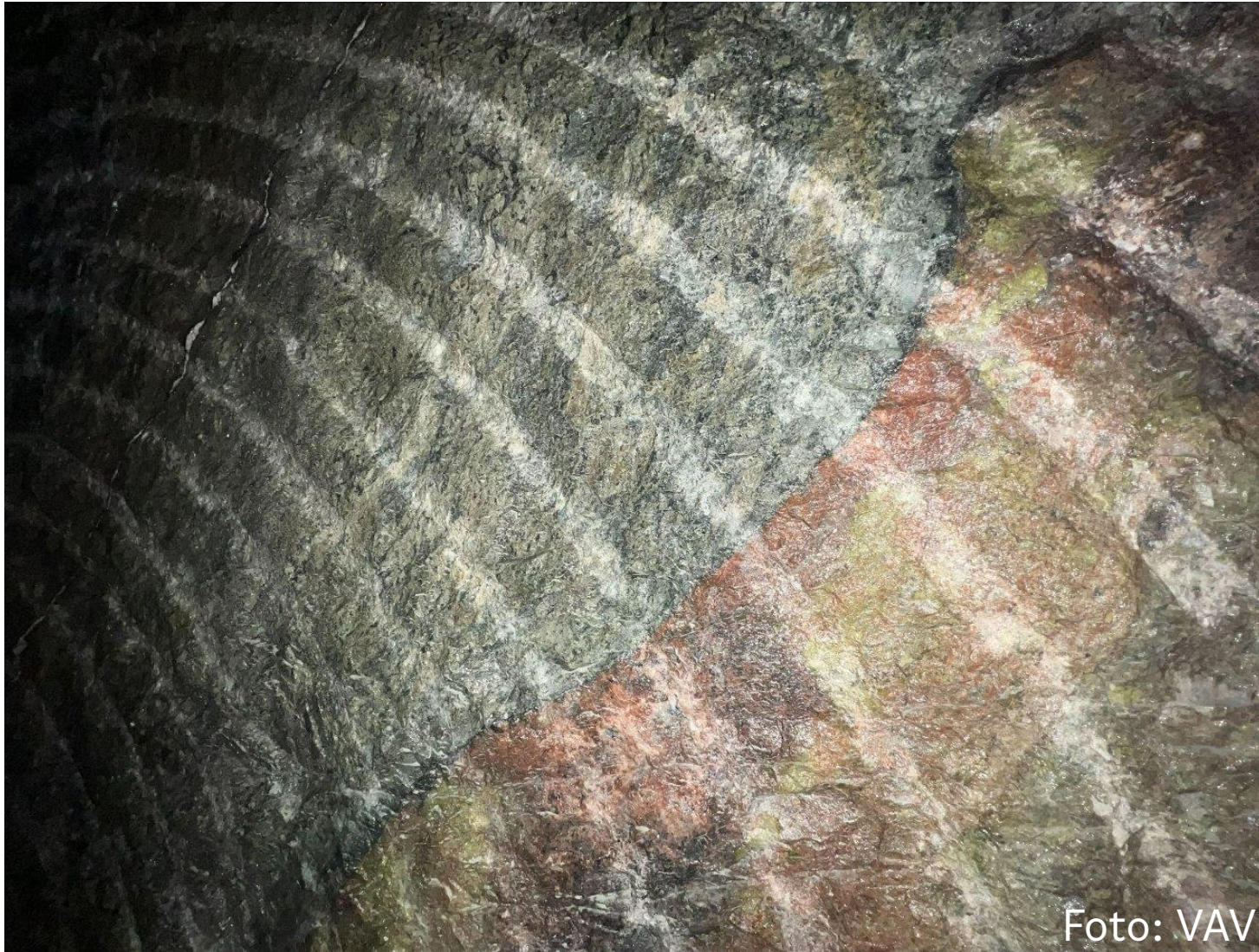
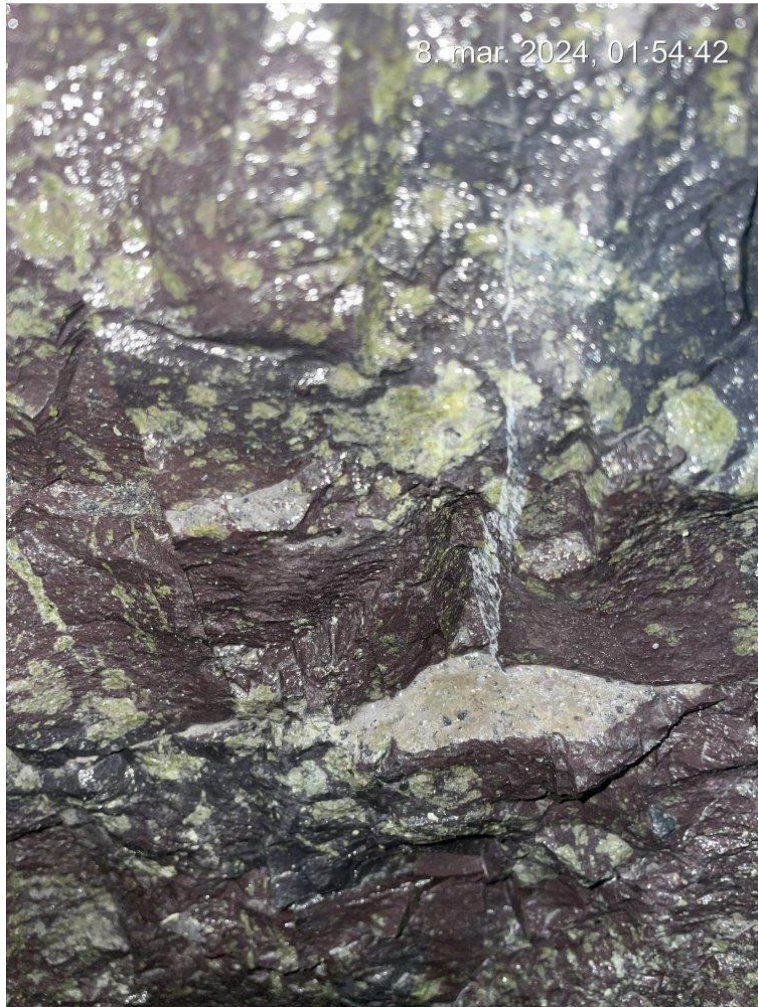


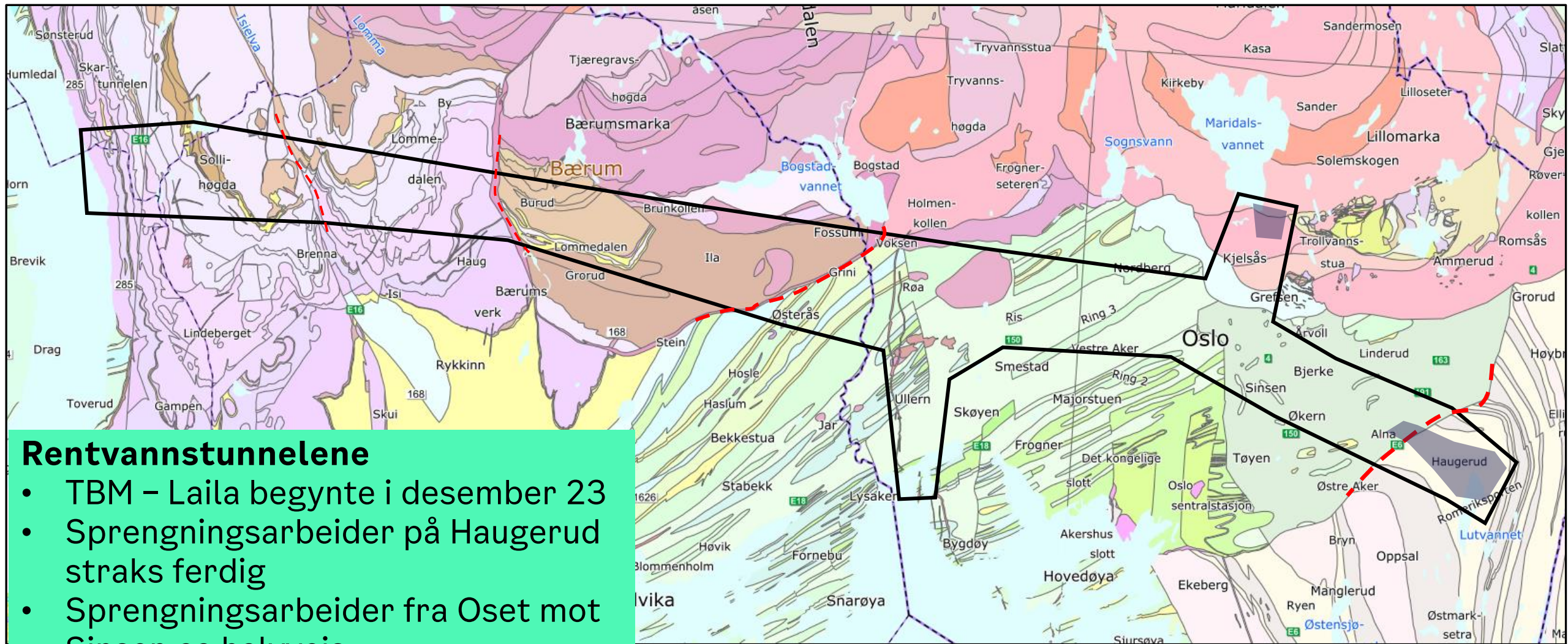
Foto: VAV

## Huseby – Ringgangen

Kompetent og homogen bergmasse. Tydelig magmatisk og lys syenittporfyr. "Flekker" der bergmassen har en litt mørkere farge, mulig variasjon av syenitt.





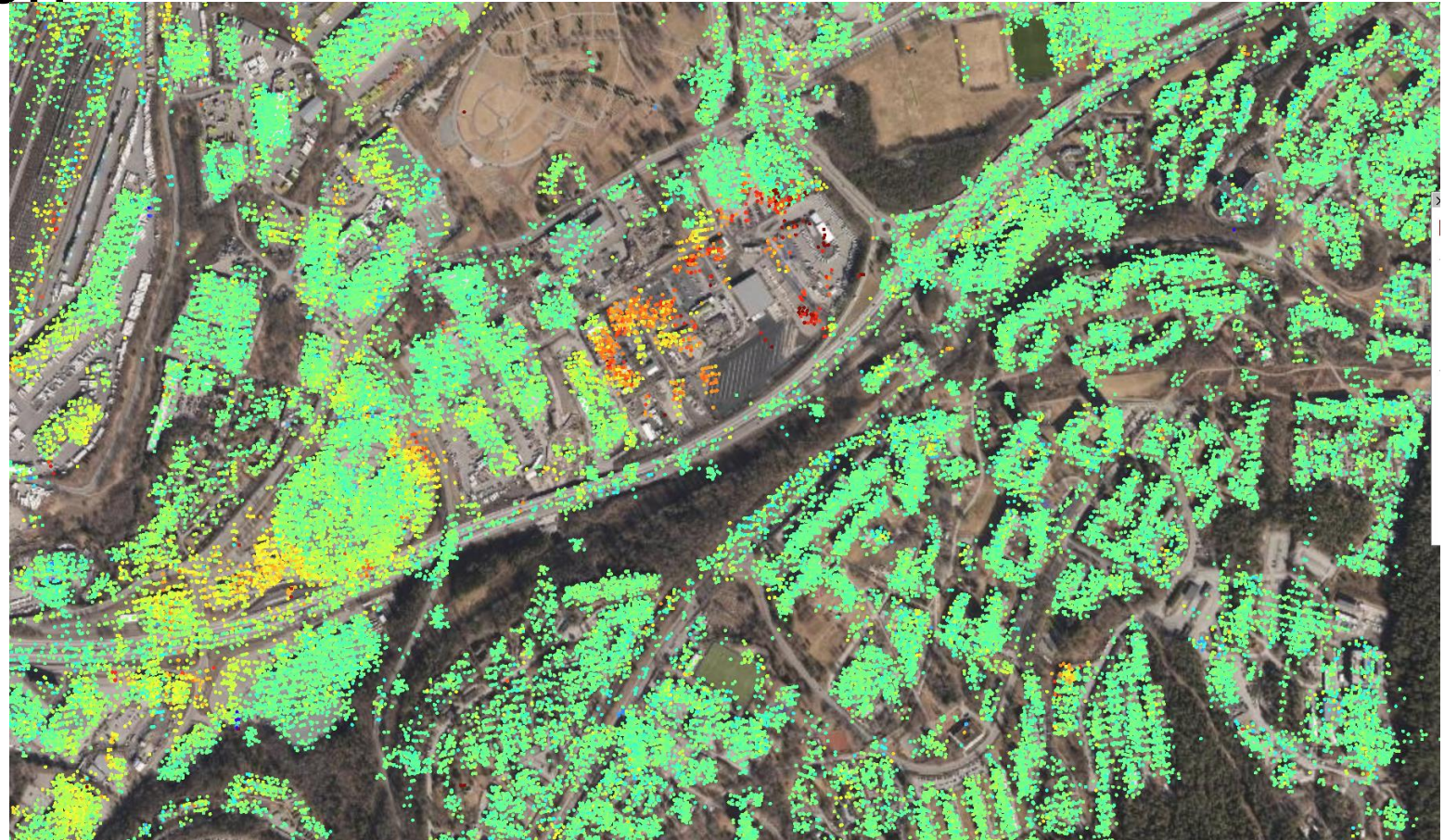


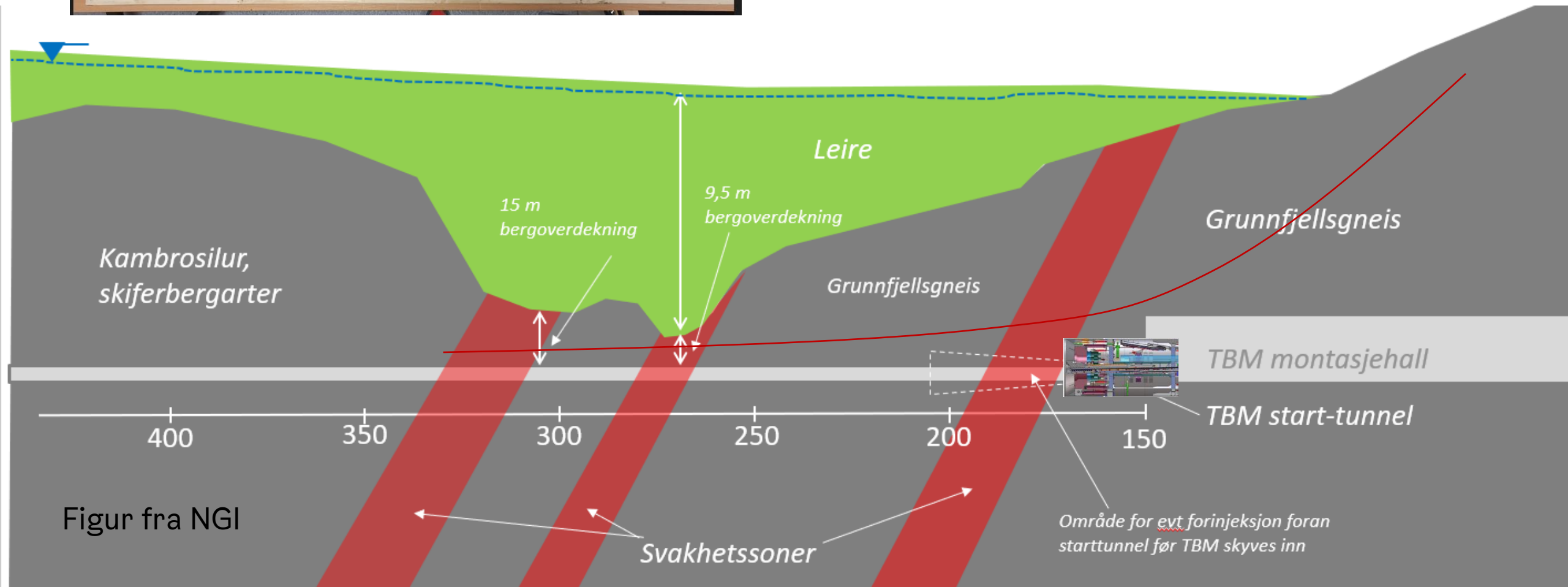
## Rentvannstunnelene

- TBM – Laila begynte i desember 23
- Sprengningsarbeider på Haugerud straks ferdig
- Sprengningsarbeider fra Oset mot Sinsen ca halvveis

# Tunnel gjennom Ekebergforkastningen

- ▶ 50 til 90 m løsmasse
- ▶ Marin leire over vannførende bunnmorene
- ▶ Artesisk trykk i bergvannet
- ▶ Pågående setninger
- ▶ TBM-stans over flere dager for montering av bakrigg og transportbånd





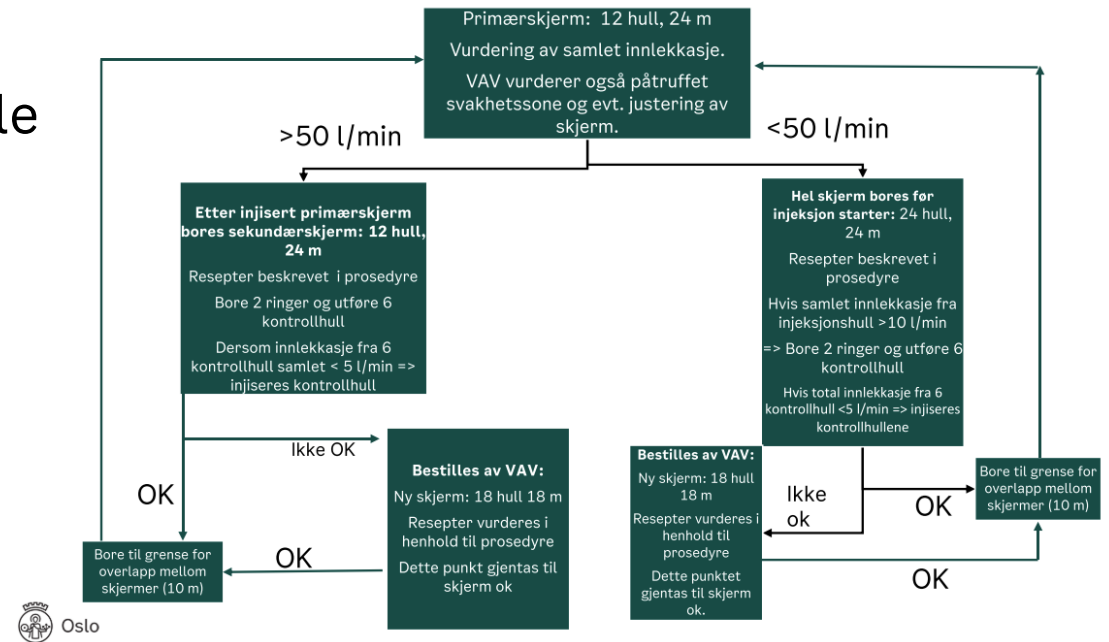
Figur fra NGI



# Grundig planlegging

- ▶ Risikoanalyse med deltakere fra alle aktører
- ▶ Avholdt seminarer og workshops
- ▶ Supplerende grunnundersøkelse
- ▶ Systematisk injeksjon med korte skjermene og 10 m overlapp på skjermene
- ▶ Barrierer i godt berg før innboring i sone og før stans
- ▶ Injeksjon i borhull fra dagen og forinjeksjon fra oppstillingstunnel
- ▶ Sørg for å ha tilgjengelig utstyr for bergforbedring

## Flytskjema pel 250 - 350



### Vurdering av skjermene (vurderes av VAV):

Ok: Skjerm blir avsluttet på ønsket sluttrykk

Ikke Ok:

- Samlet innlekkasje fra 6 kontrollhull >5l/min
- Basert på annen tilgjengelig info om skjerm og grunnforhold

### Stoppkriterier

Sluttrykk: 30 bar  
Menge pr. hull: 2000 l/hull

NB: Byggherre varsles ved oppnådd mengde

06.12.2023 3

# Hvordan har det gått?

- ▶ Traff på sonen i sonderboring 6. februar
- ▶ 10. februar boret vi inn i skifer (pel 293)



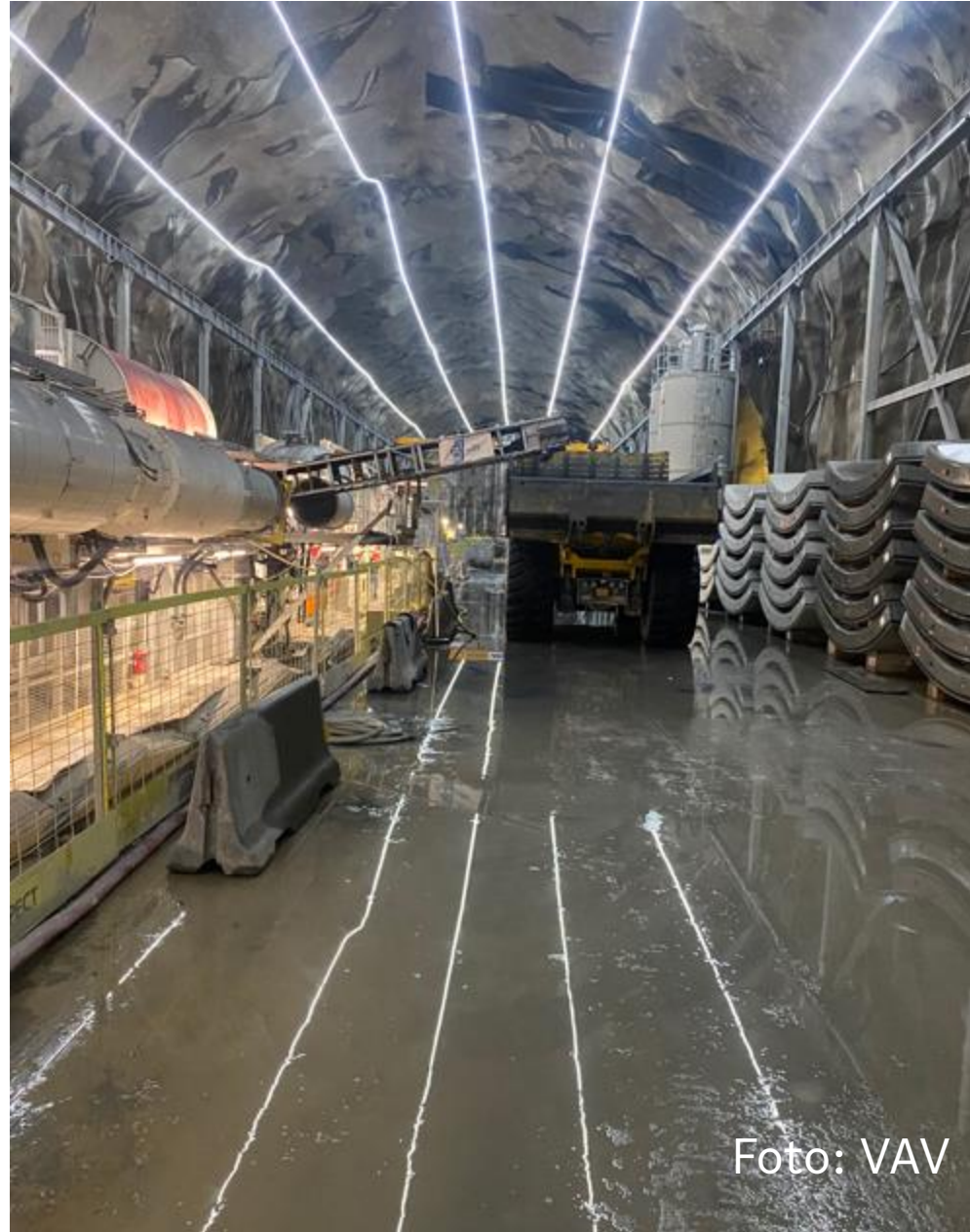


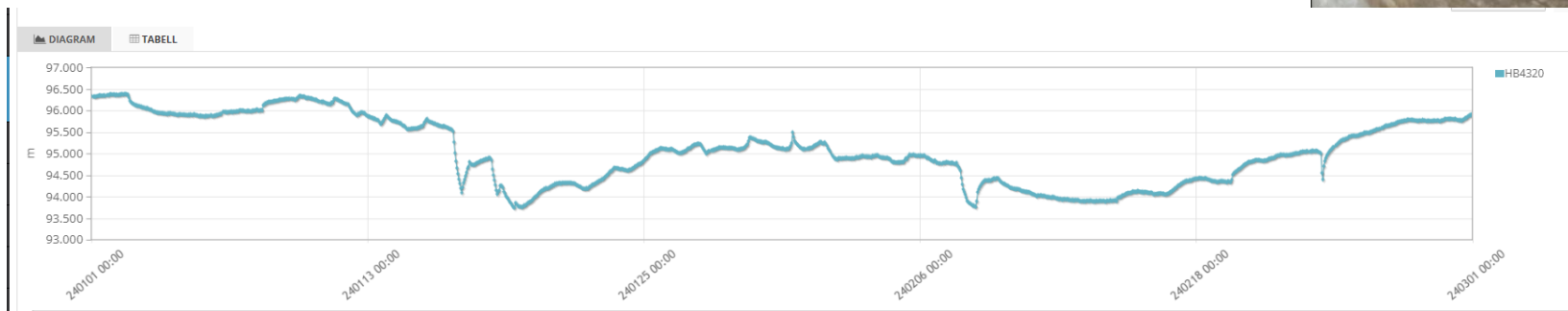
Foto: VAV



- ◆ Lite vann i sonderboringen
- ◆ Store injeksjonsmengder
- ◆ Læringskurve for TBM-personell i møte med ny maskin



Foto: VAV



# Injeksjonsmengder Ekebergforkastningen



6. februar  
10. februar  
17. februar  
20. februar

- ▶ Store injeksjonsmengder
- ▶ Hastighet: 3,2 m/dag



- ◆ Vanskelige forhold for kartlegging av berg
- ◆ Vanskelige forhold for OTV



# Oppsummering

- ▶ Vi har boret ca 1/3 av strekningene
- ▶ Vi har krysset de mest utfordrende sonene med gode resultater
- ▶ Gode injeksjonsresultater

Rekord	Antall m	prosjekt
Ukerecord	165	Råvann
Dagsrekord	42	Råvann





Oslo kommune

Takk for oppmerksomheten