

Hvordan vi samler inn, analyserer og fremstiller geometrisk og geologisk informasjon?

Christian Haugen Svendsen

Geolog
Bever Control



Agenda

- Innsamling av data
 - Datafangst
 - Dataflyt
- Analyse
- Fremstilling av geologisk og geometrisk informasjon
- Oppfordringer og videre utvikling

Innsamling av data gjennom tunnelsyklus

Sonderboring,
innhenting av MWD



Injeksjon,
Innhenting av
Injeksjonsdata



Salveboring,
innhenting av MWD,
skanning



Ladelogg



Tid – volum –
vekt



Pigging – mot
teoretisk kontur
(instrumenteres)



Sprutbetong,
Måling av tykkelse



Bolteboring,
Innhenting av MWD
3D hull



← → ↻ e39k10beverteamonline.azurewebsites.net

Apps Bever Team Online Bever Online Verktøy Bever Other bookmark

BTO: E39-K10 [Hjem](#) [Tilbake](#) [Om](#) [Thèmes](#) [Hello Emil!](#) [Log off](#)

Bever Team Online

Tunnel planlegging og rapportering.

[Les mer »](#)

[Kart »](#)

Geometri modell

Planlegging av senterlinje og konturer.

[Geometri modell »](#)

Produksjons-modell

Planlegging av produksjon (borplaner, fastpunkter etc.)

[Produksjons planer »](#)

Som bygget

Som bygget dokumentasjon (salver, geometrilogger, sikring etc.)

[Som bygget »](#)

Rapporter

Auto genererte rapporter

[Rapporter »](#)

Administrativt

Prosjekter, brukere etc.

[Administrativt »](#)



Prosjekt: E39K10

Prosjekterende
Sender:
Tunnelgeometri



Ingeniørgeolog
Ingeniørgeologisk karetlegging
(Bever Mapping)
MWD analyser



Sprengningsbas

Sender:
Drill plan



Mottar:
Drill logg
3D skann



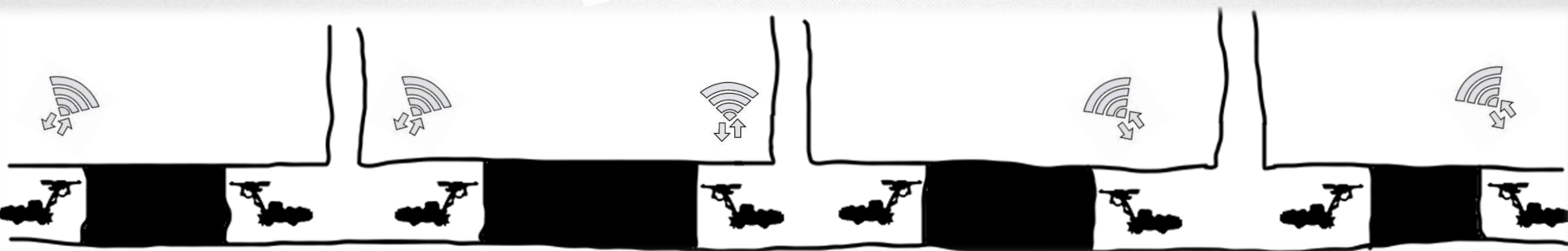
Byggleder
Produktivitet
Kvalitetskontroll



**Bever Team
Online**



Stikker
Navigasjonsdata
3D skann

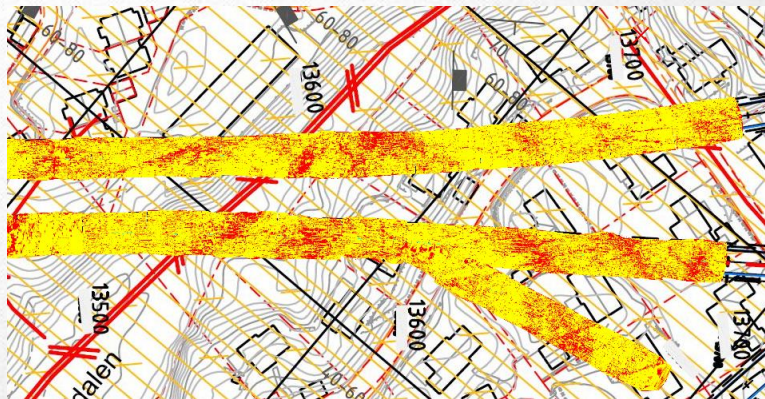




Ingeniørgeolog

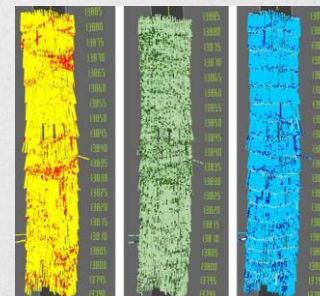
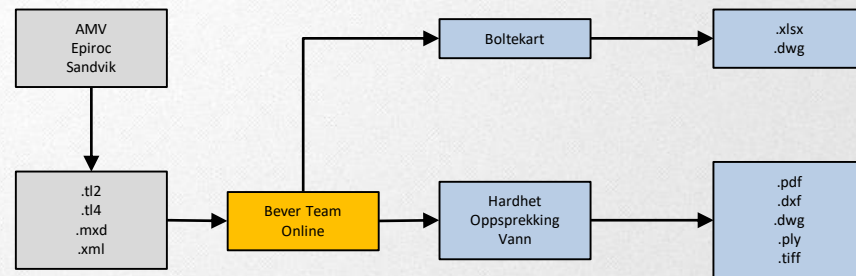
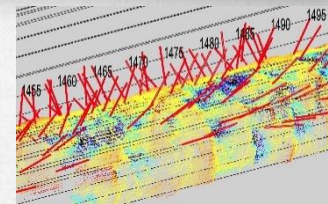
- MWD analyser
- Ingeniørgeologisk kartlegging
- Geometrisk informasjon

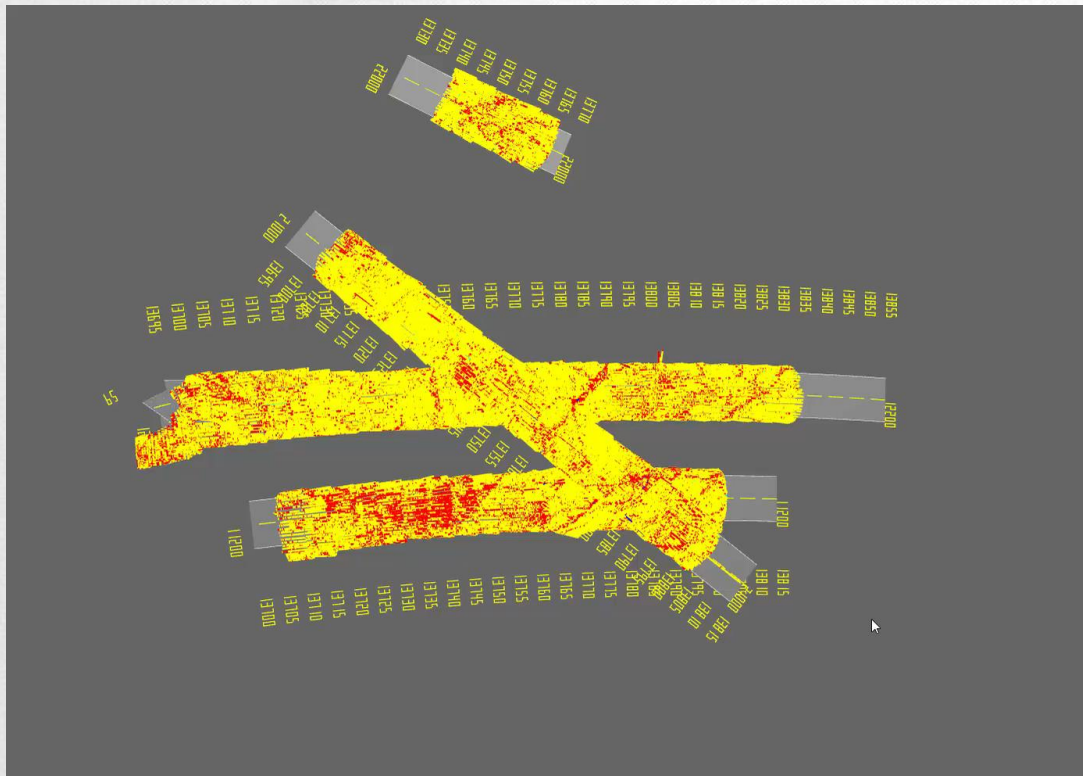
- Kalibrering
- Feilkilder
- Numeriske analyser
- Visuelle analyser



E39 Rådal - Flyplassveien

- Hullkoordinater - hull start, stopp i lokalt koordinat system
- Logger hver 2 cm
- Måler borsynk, hammer-, mater-, rotasjons- og vanntrykk samt vannflow
- Proprietære og standard format (IREDES)
- Knyttes til tunnelgeometri
- Filtreres, normaliseres og kalibreres
- Beregner hardhet, oppsprekking og vannforstyrrelser

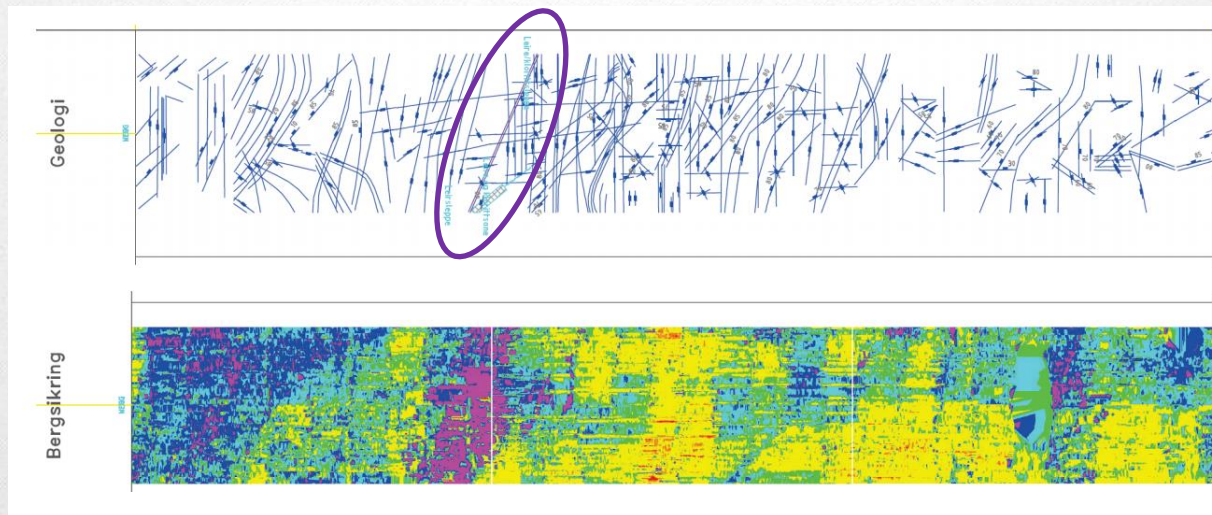




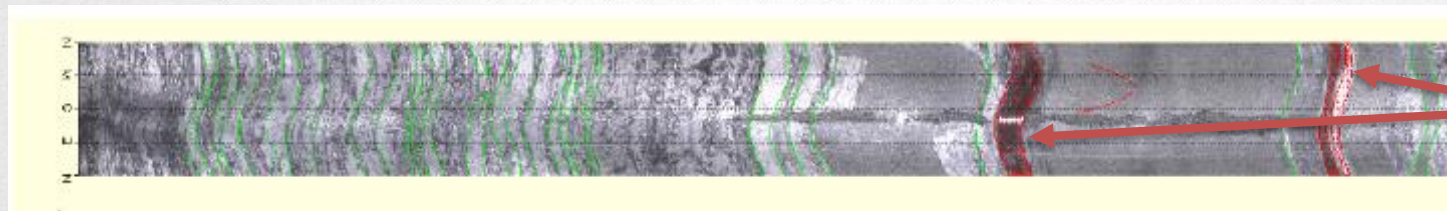
- E39 rådal – Flyplassveien
- Kryssende tunnellop

Case - Sørkjosen

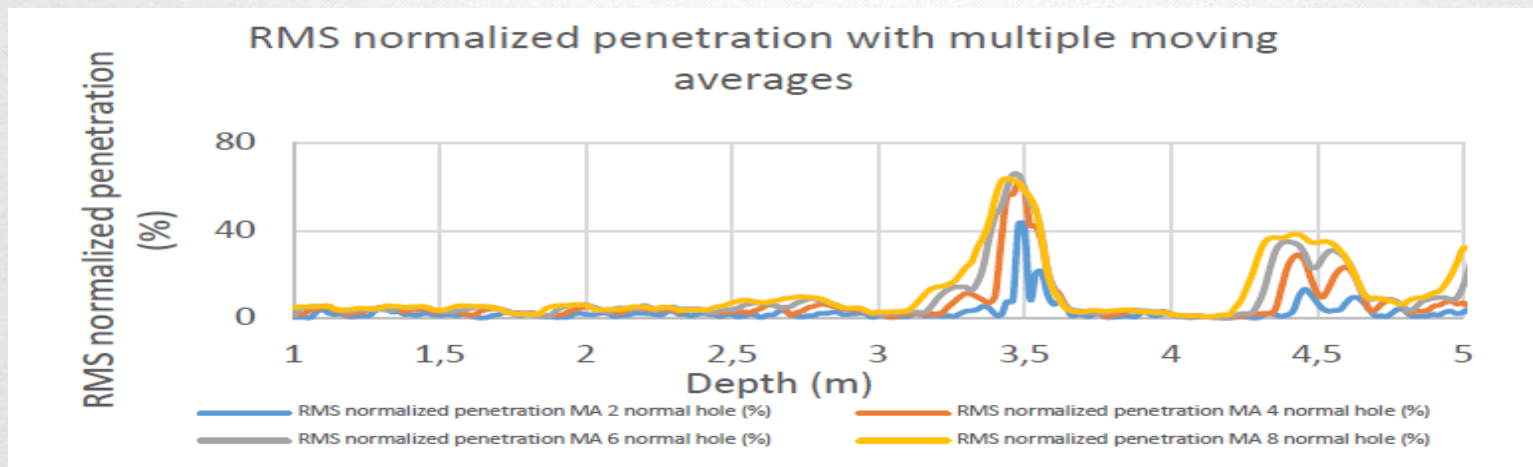
Observervert leire og klorittsone

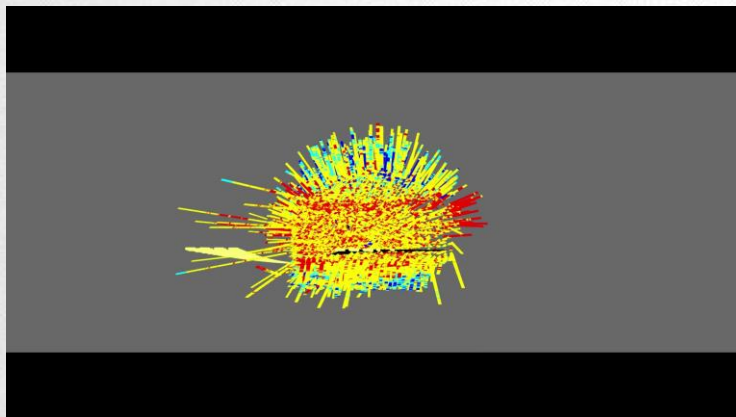


Case - Bjørnegård



Åpen sprekk

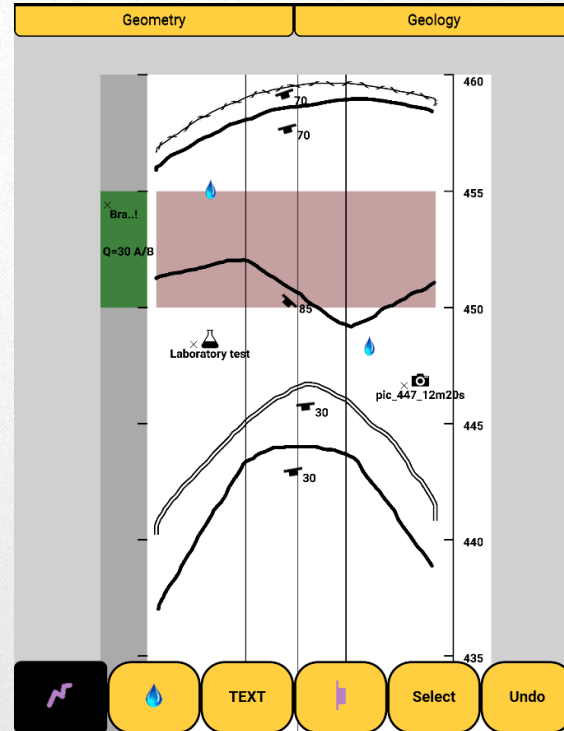


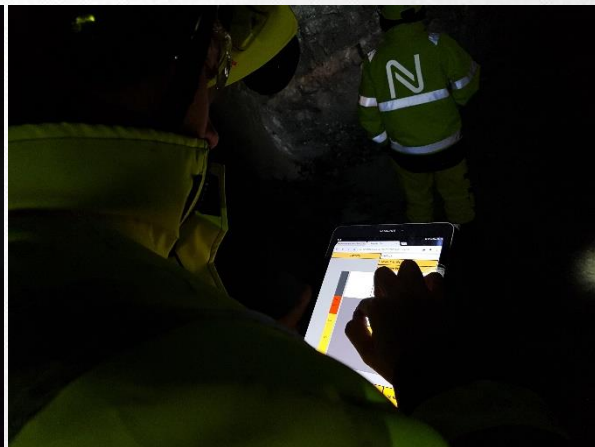


- Lagdelt geologi
- Bruker MWD til å finne bergartskiller
- Systematisk sporadisk injeksjon

- Dokumentasjon av geologi
- Forutsi geologien foran stoff
- Evaluering av stabilitet og sikkerhet foran stoff
- Estimering av arbeidssikring
- Sortering av bergmasse
- Injeksjonplanlegging

- Visuelt
- Formater
- Import/Eksport
- Rapporter
- Sluttdokumentasjon





Digital kartlegging på stoff

Kontrollingeniør A

Bergmassekvallitet og oppsprekkningsgrad	OK kvalitet. Varierende grad av oppsprekking	Soner, slepper og større sprekker	Slepper i høyre side. Mest gj. gamle oppspr. langs kulasjonen
Sprekkehyl og beleg	Belegg på slepper	Vann	Tørt
Kontur	OK	Borpipper	Nei
Andre kommentarer			

Sikringstiltak

Sikringsklasse	3	Andre kommentarer	
----------------	---	-------------------	--

Sprekkesett

Sett nr.	Strøk/fall (etter tunnelretning)	Sprekkeavstand (m)	Sprekkelengde (m)	Sprekkehyl/-belegg



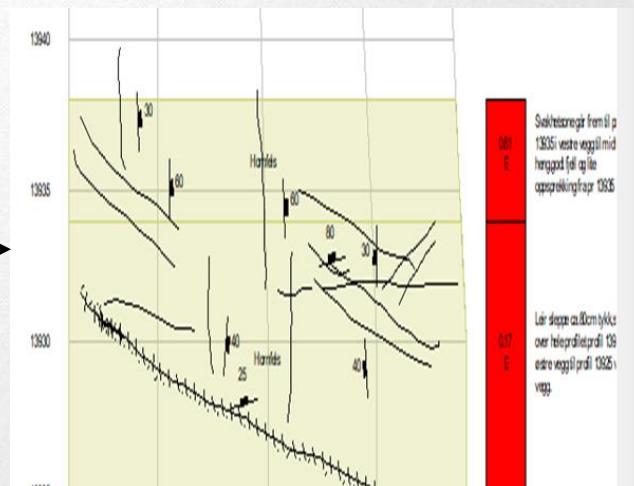
RQD	60
J _n	6-9
J _r	1.5
J _s	3
J _w	1
SRF	1
Q-verdi	4

Kartlegging utført av

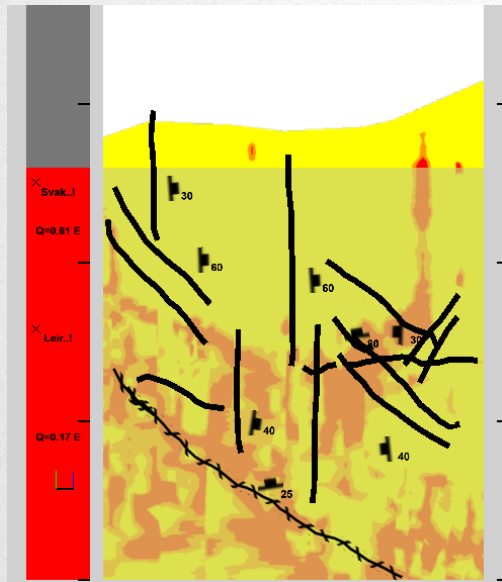
Kontrollingeniør B



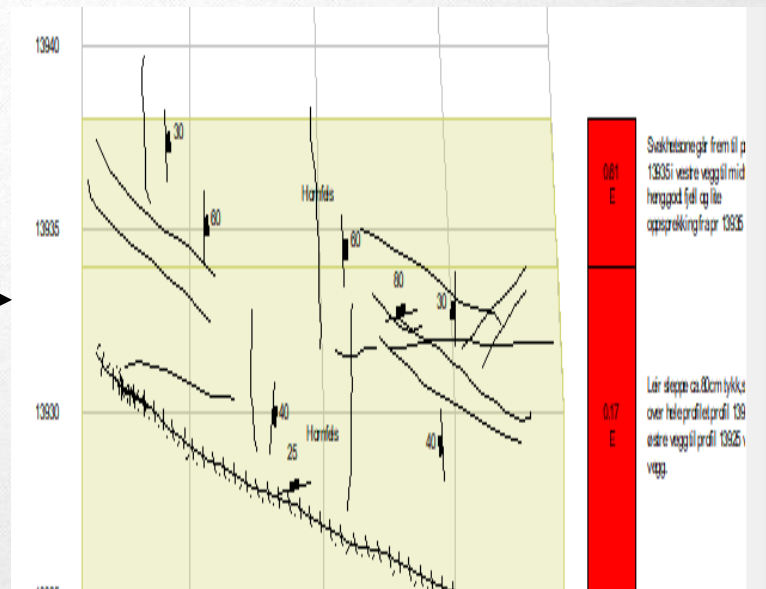
Byggherre

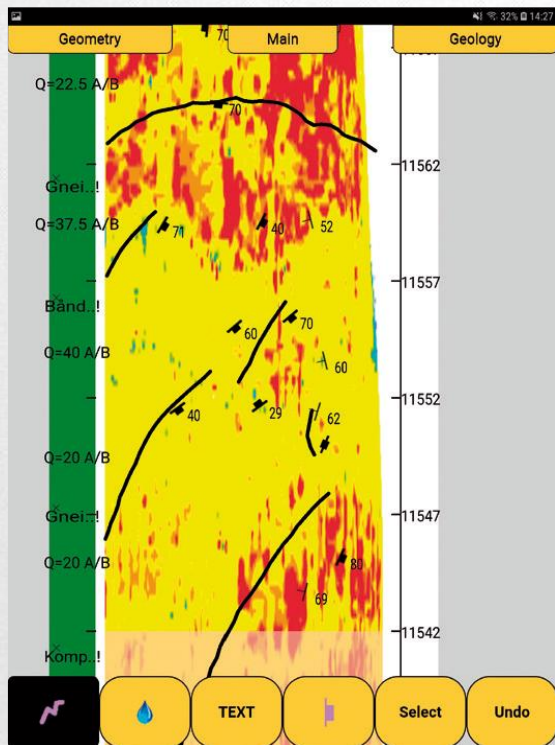


Kontrollingeniør A

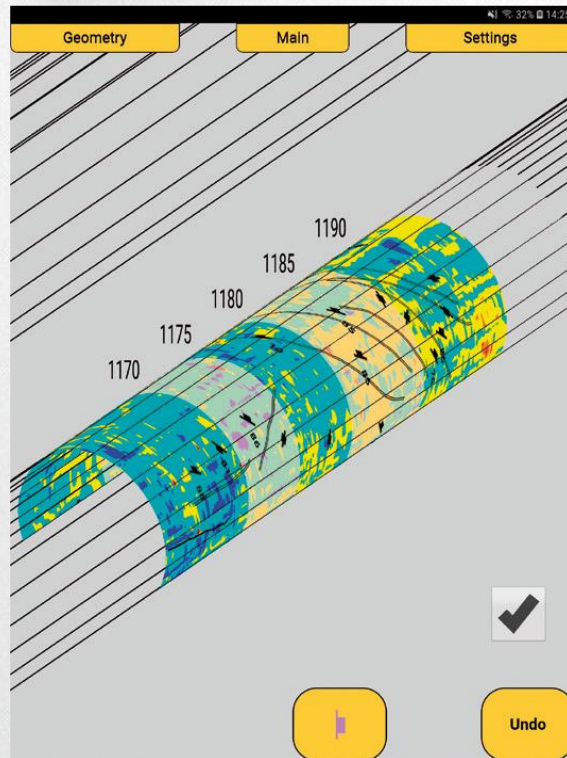


Byggherre



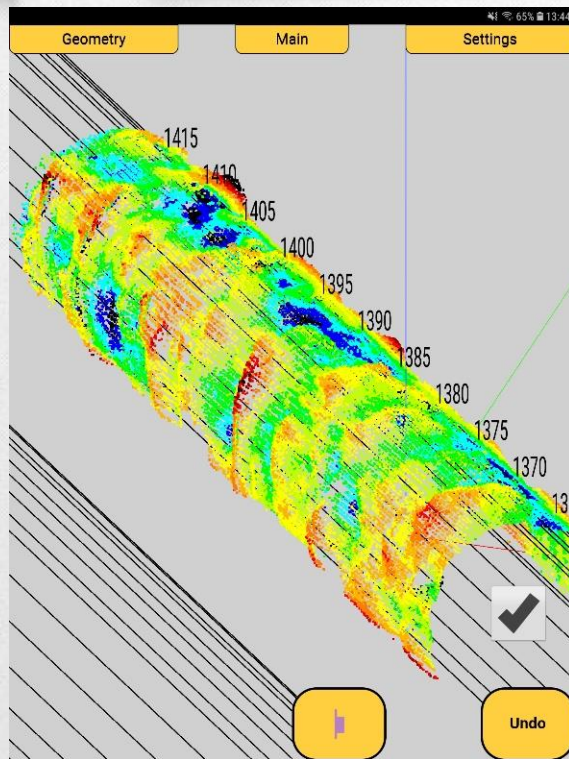


- Registrer
 - Svakhetsoner
 - Strøk og fall
 - Vannobservasjoner
- Q- Verdi beregning
- MWD analyse
- Høyere presisjon og nøyaktighet
- Tidsbesparelse



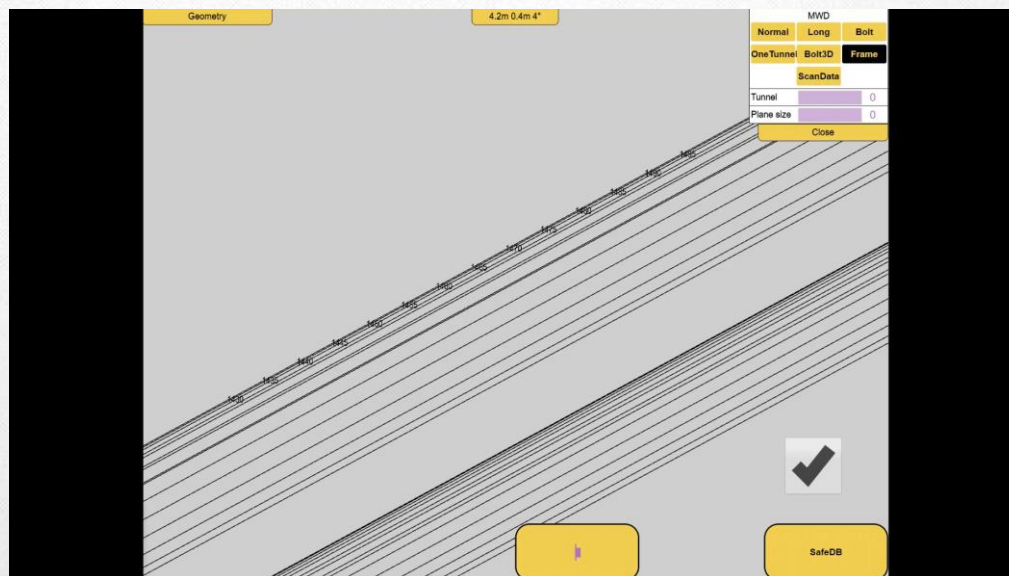
Ingeniørgeologisk registrering

- Erstatte papiret
- Innebygd Q-Verdi tabellene
- Systematisk arkivering
- Online and off-line modus
- Mulige integrasjoner med:
 - Boltehull i 3D
 - Skanning
 - MWD analyse

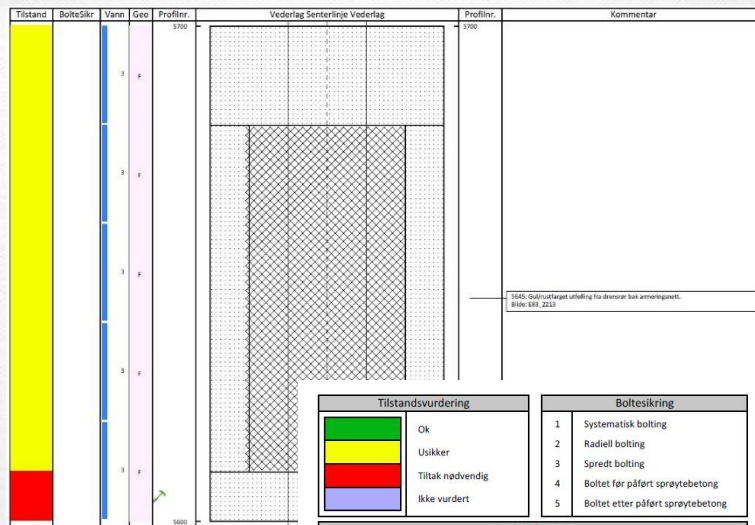


- Skanning fra Bever Profiler
- Visualiser over (rød) og under (blå) fjell i 3D.

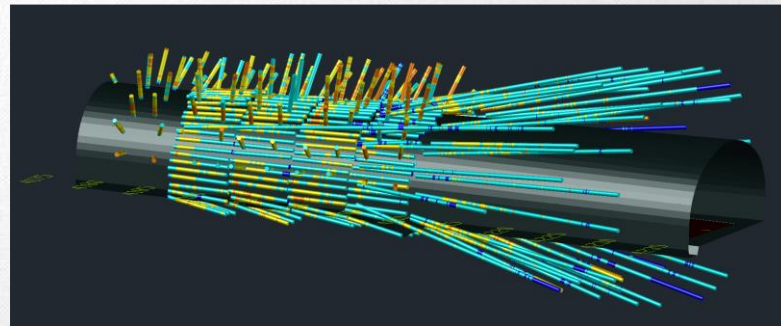
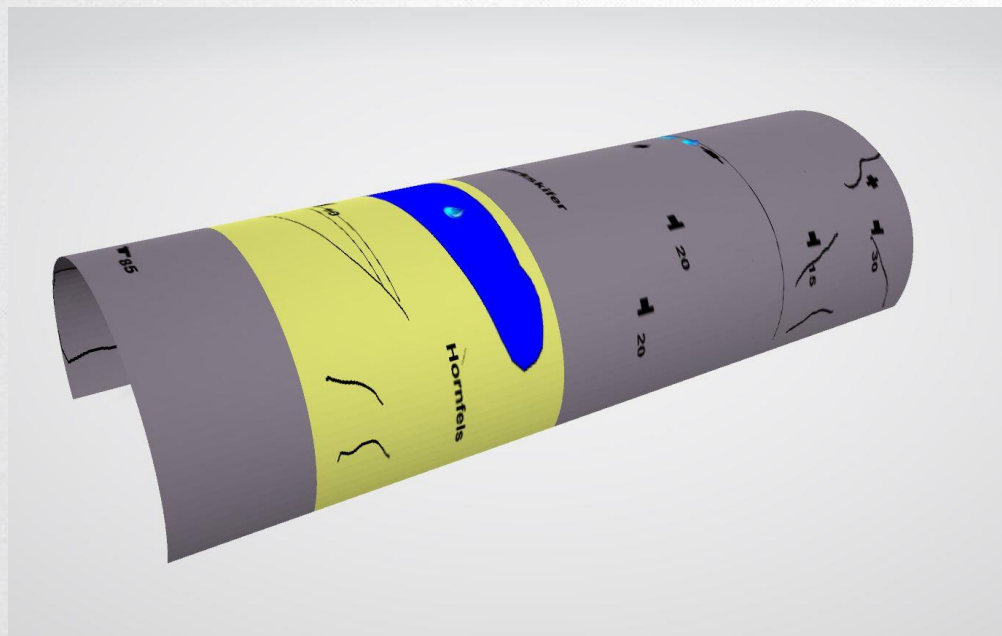
Bever Mapping - 3D boltehull



- Boltehull plassering – lengde, vinkel og koordinater.



Tilstandsvurdering		Boltesikring		Sikringstyper		Analyser og prøvetaking	
	Ok	1	Systematisk bolting		Armeringsnett og PE-skum		Vannprøve
	Usikker	2	Radiell bolting		Betongelement		Vannanalyse(lab)
	Tiltak nødvendig	3	Spredt bolting		Sprøytebetong		Radonmåling
	Ikke vurdert	4	Boltet før påført sprøytebetong		Synlig berg		Testfelt
		5	Boltet etter påført sprøytebetong		Ustøpning		Annet
Geologi fra NGU				 Fjellbånd		 Inspeksjonslukke rustet fast	
A	Uinndelte kambrosilurbergarter i områder som er dekket av kvartære avsetninger og er sterkt nedbygd					 Inspeksjonslukke ikke sjekket	
B	Knollekalk og skifer (et. 4a)					 Inspeksjonslukke åpnet	
C	Granodiorittisk øyegneis, rosa med K-feltspat (5-10 cm)					 Inspeksjon bak hvelv	
D	Granat-biotittgneis, biotitt-muskovitgneis, stedsvis amfibolitt og kalksilikatlinser, stedsvis migmatittisk					 Klink	
E	Granittisk til granodiorittisk gneis, migmatittisk og biotittrik med grå øyne av kalifeltspat (1-2 cm)					 Bom	
F	Tonalittisk til granittisk gneis, grå, middels- til grovkornet						
SL	Svelleleire						
Vann							
 1 - tørr  5 - gjennom fuktete flater med rennende vann  10 - rennende vann fosser ut							

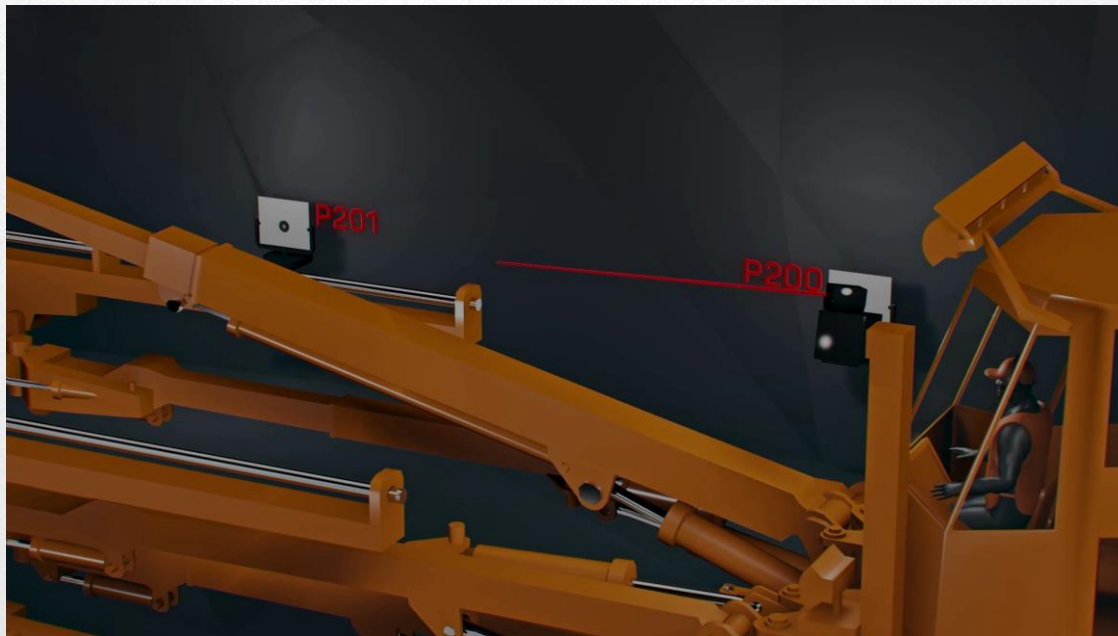




Bever Profiler prinsipp for skanning

- Styrt av rigg operatør, stikker er ikke nødvendig – mindre personal
- Skanning blir utført samtidig som boringen starter og forstyrrer ikke drivingen - tidsbesparelse
- Resultatene er vist på operatørens skjerm og under fjell er synlig for operatøren øyeblikkelig.
- Skanneren kan også peke på bergmassen hvor under fjell ble indikert i skannet.
- Muligheter for å ta bilde av fjellet med profiler

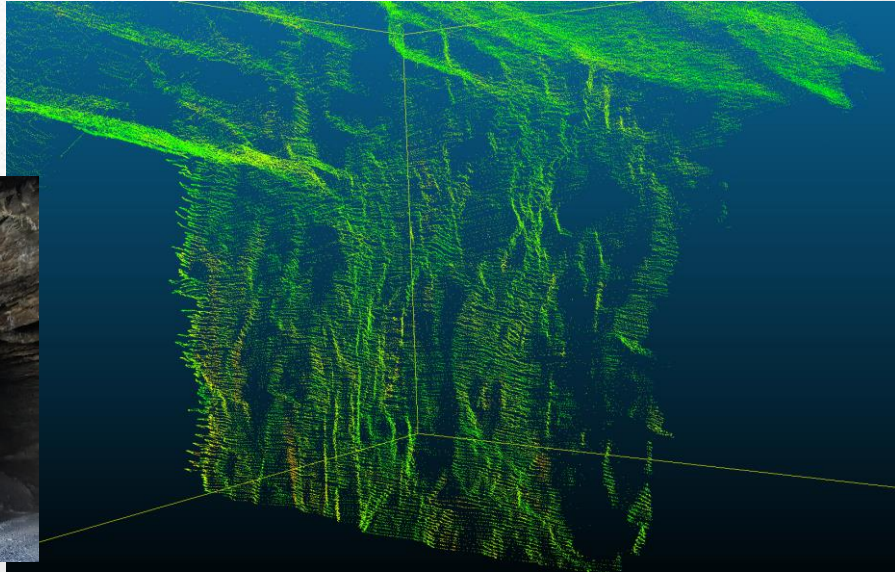
Navigation with profiler



Sett utenfra



Sett innenfra



Tverrprofil visning

Pel
5000.00

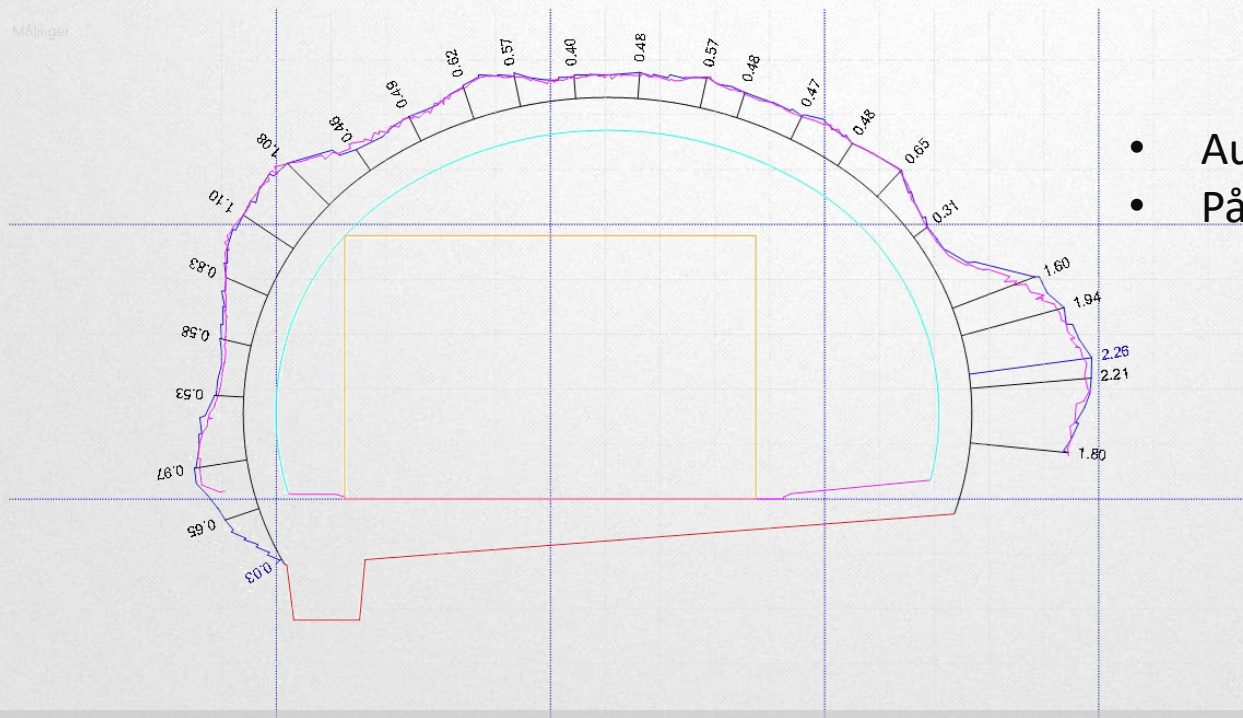
Type ending

Markør

Forrige

Neste

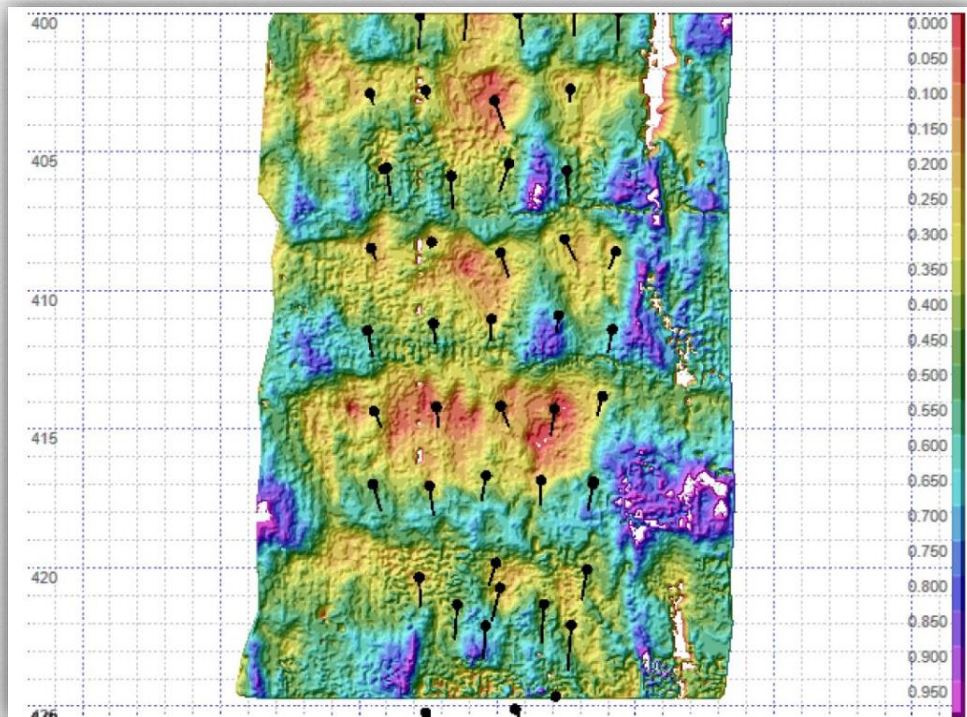
Målinger



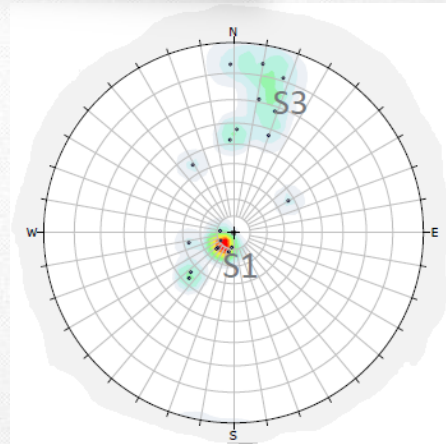
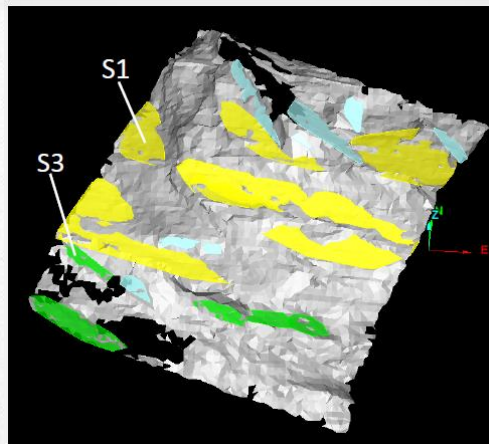
- Automatisert
- Pålitelig



Konturskann med bolter



Fremtidig funksjon

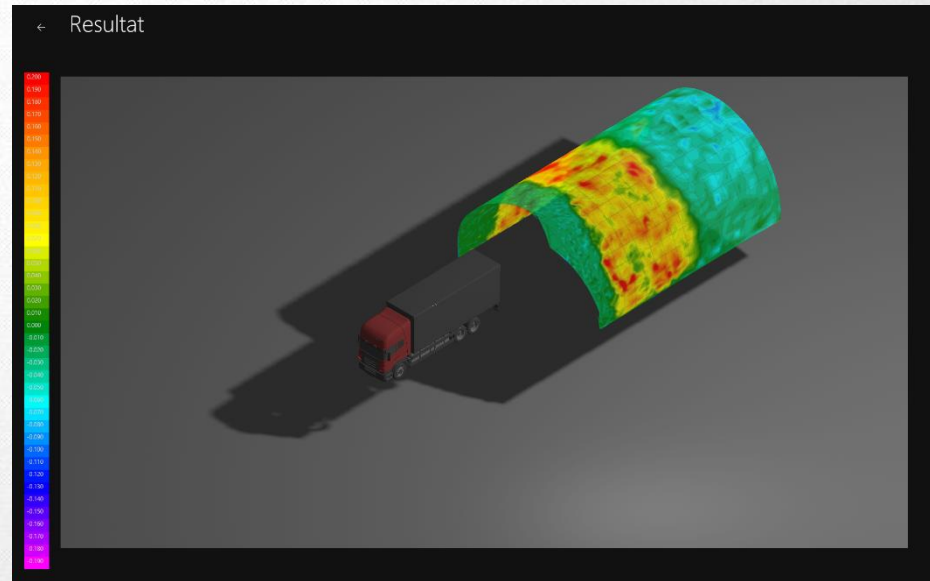
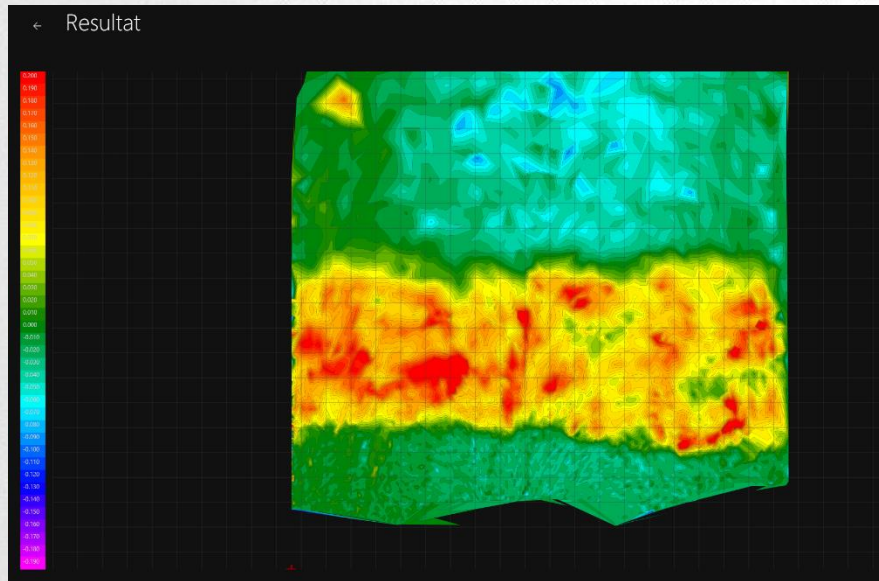


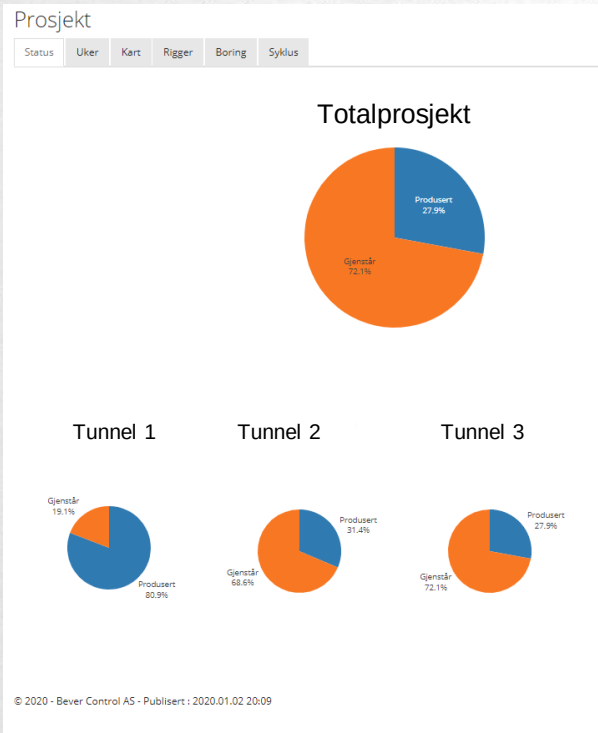
- Stereonett –
automatisk beregning
av sprekkemønster
- Kunstig Intelligens –
mønster-gjenkjenning

Forsøk utført av NGI

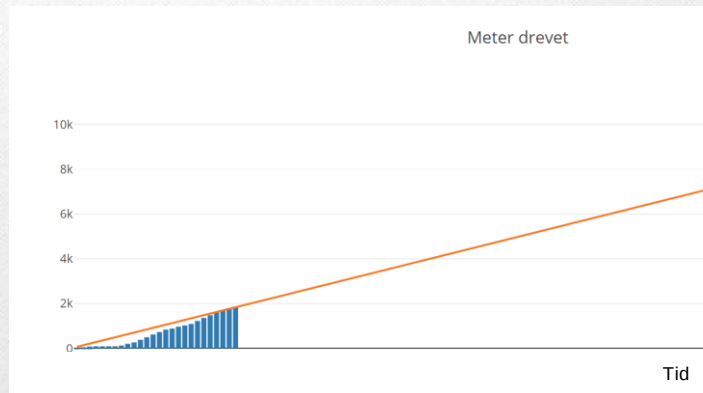


Tykkelsesmåling ny profiler



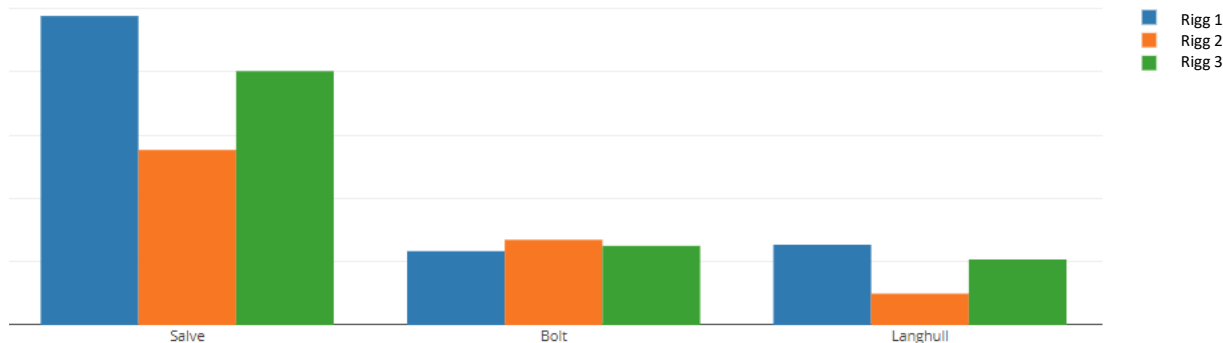


- Kontinuerlig oppdatert fremdriftsoversikt for driving



Kapasitet – automatisk rapportering

Kapasitet (m/min)



- Analyse kapasiteter
 - Fjellvariasjoner
 - Maskinkapasitet
 - Personell





- Flinkere til å ta i bruk data
- Ta vare på rådata
- Utvikle nye bruksområder
 - MWD også over jord
 - Registrere boltehull automatisk over jord
 - Digital kartlegging

«Uansett hvordan MWD data blir behandlet og til hvilket formål dataene blir brukt, bør teknologien benyttes som et supplement til geologisk kartlegging.»

Pål Drevland Jakobsen
(NTNU) og Dirk van Oosterhout (SINTEF).
Teknisk rapport nr. 18, NFF.

