



26.11.2020

ERFARINGER ETTER TRE ÅR MED ELEKTRONISKE TENNERE I NORSKE TUNNELER

ESPEN HUGAAS
TEKNISK SERVICE
ORICA NORWAY AS



Historikk

- Foredrag på Fjellsprengningsdagen i 2014 og 2017 om samme temaet
- Ikke-elektriske tennsystemer har vært enerådende til underjordsbruk i ca. 30 år.
- Elektroniske tennere har eksistert like lenge, men har ikke blitt tatt i bruk



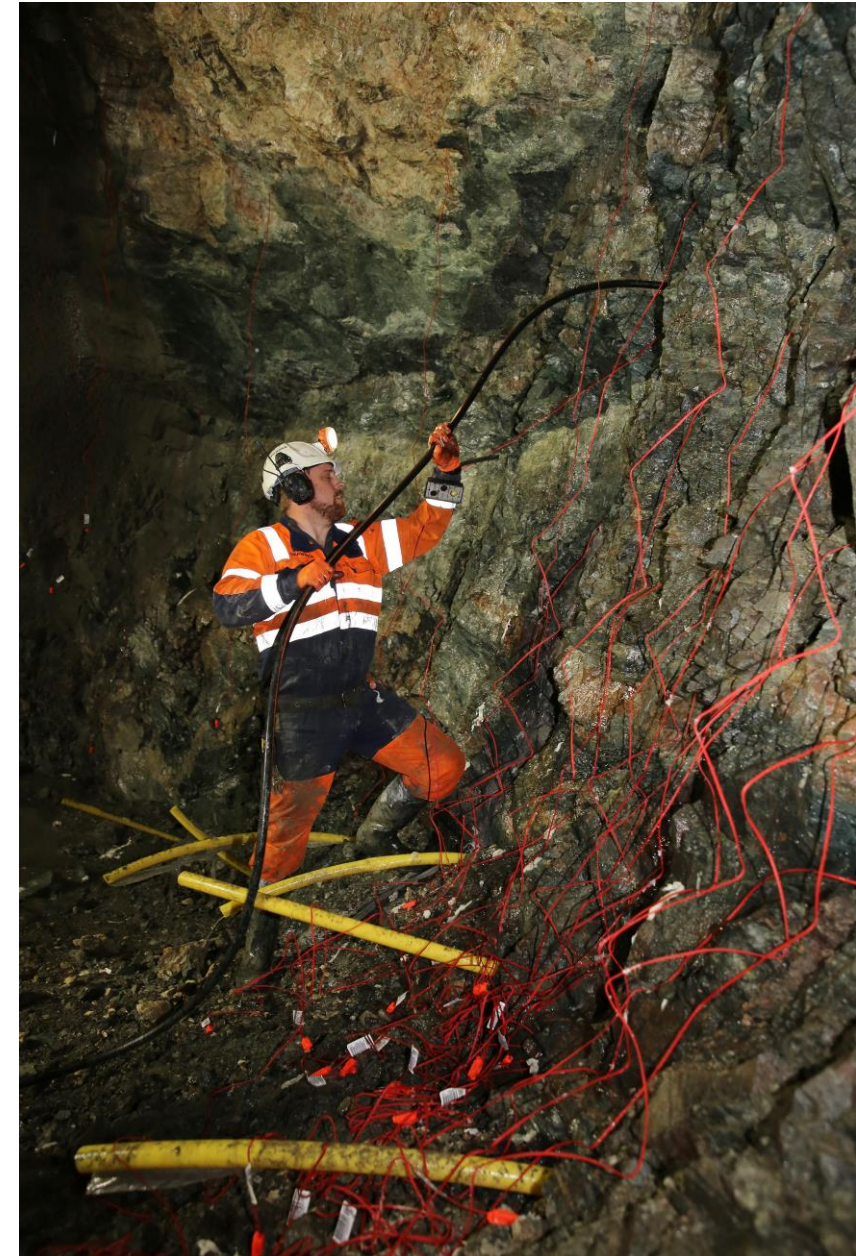
Historikk fortsettelse

- Begrensede prøver 1990-tallet framover
- Mer omfattende forsøk fra ca. 2010
- Parallelt har elektroniske tennere fått fotfeste på overjordsprosjekter
 - Sikkerhet → Gjenstående sprengstoff
 - Gjenstående sprengstoff og forsagere forsvinner ikke helt, men stor reduksjon av disse. Når de oppstår har man mer informasjon man kan bruke for å finne ut hva som har skjedd
 - Optimalisering (strekking av bormønster etc.)



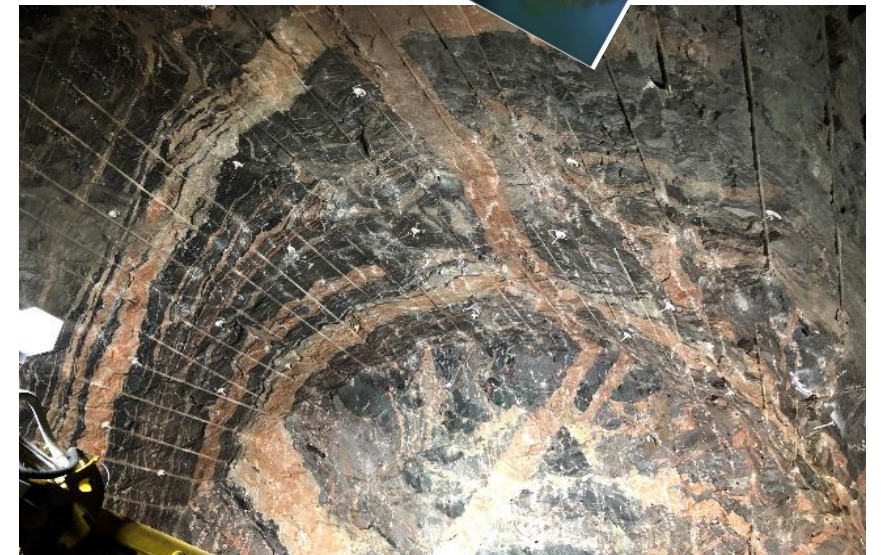
De siste tre og et halvt årene

- Til sammen 12 tunnelprosjekter har tatt i bruk elektroniske tennere på hele eller på omfattende deler av sprengningsarbeidet under jorden
 - Vei
 - Bane
 - VA
 - Kraftutbygging
- Anslagsvis 6000-8000 salver skutt



Elektroniske tennere i tunnel – Hvorfor?

- Krav til vibrasjoner fra sprengninger
 - Fylling av steinmasser i sjøen
 - Sikkerhet
-
- Bedre kvalitet på konturen – mindre skade på gjenstående berg
 - Bedre lastbarhet
 - Økt inndrift
 - Mindre pigging
- Husk! Sprengningstekniske fordeler er også avhengig av ladning og boring!



Hva kan vi evaluere?

- Bruk – faktisk tid
- Salveresultater
- Fleksibilitet – tennsystemet som et verktøy
- Plast som flyter i sjøen
- Forsagere

Utfordringer

- Mindre grunnlag for direkte sammenligninger mot ikke-elektriske tennsystemer
- Leverandør – bruker (entreprenør) – byggherre
 - Vil ha forskjellig vektlegging på hva som er positivt og negativt
- Person/skiftavhengig



Elektroniske tennere i bruk

- Den praktiske bruken har blitt viet relativt stor oppmerksomhet når det kommer til ekstra tid og ressurser på stuff
 - Fra en leverandørs side blir dermed også mye fokus rettet mot opplæring
- NFF Teknisk rapport nr. 19



Elektroniske tennere i bruk

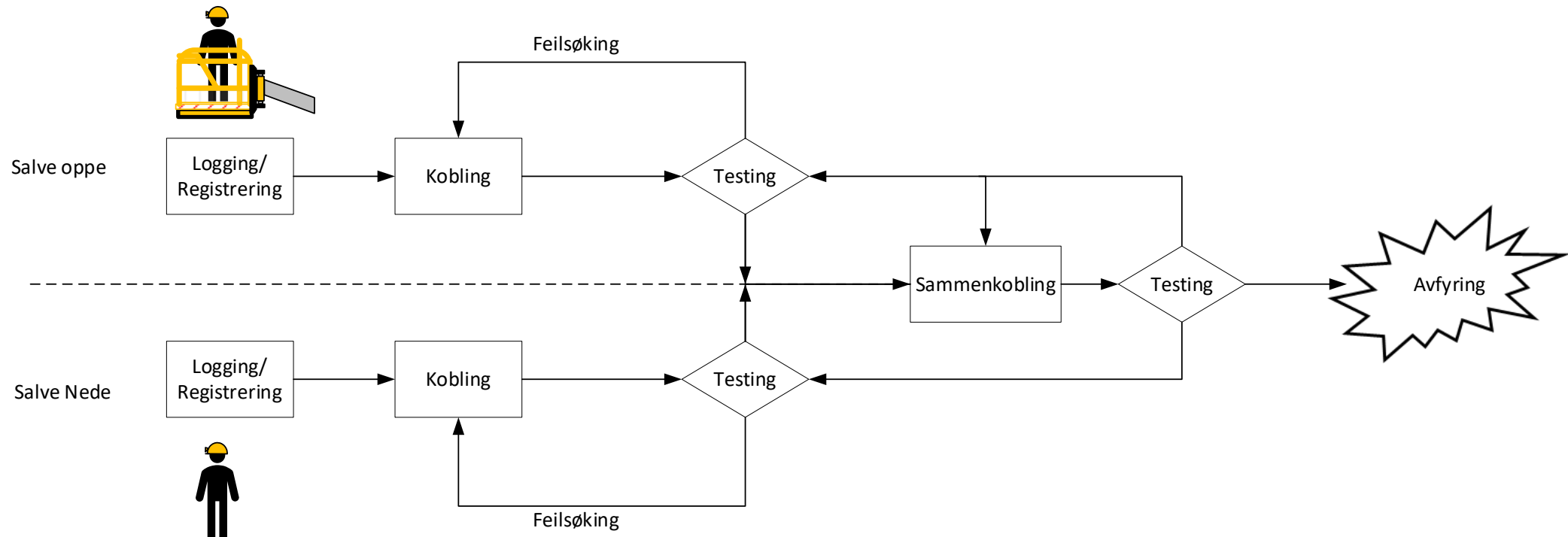
1. Tennere registreres med en loggeenhet
2. Tennere kobles sammen på en busskabel
3. Tennkretsen testes med dedikert testutstyr
4. (Feilsøking + retting)
5. Tennkretsen kobles til dedikert skyteapparat og settes av.

Operasjonen når alt fungerer er undersøkt under forsøksserier. (2014 foredraget)

Elektroniske tennere i bruk

1. Tennere registreres med en loggeenhet
 2. Tennere kobles sammen på en busskabel
 - 3. Tennkretsen testes med dedikert testutstyr**
 - 4. (Feilsøking + retting)**
 5. Tennkretsen kobles til dedikert skyteapparat og settes av.
- Feilsøking og retting av feil er situasjonsavhengig, men kan i noen tilfeller ta veldig mye tid.
 - Operasjon som ikke gjøres med ikke-elektriske tennsystemer
 - Feil som avdekkes kan rettes før de blir eventuelle forsagere etter en mislykket salve

Elektroniske tennere i bruk



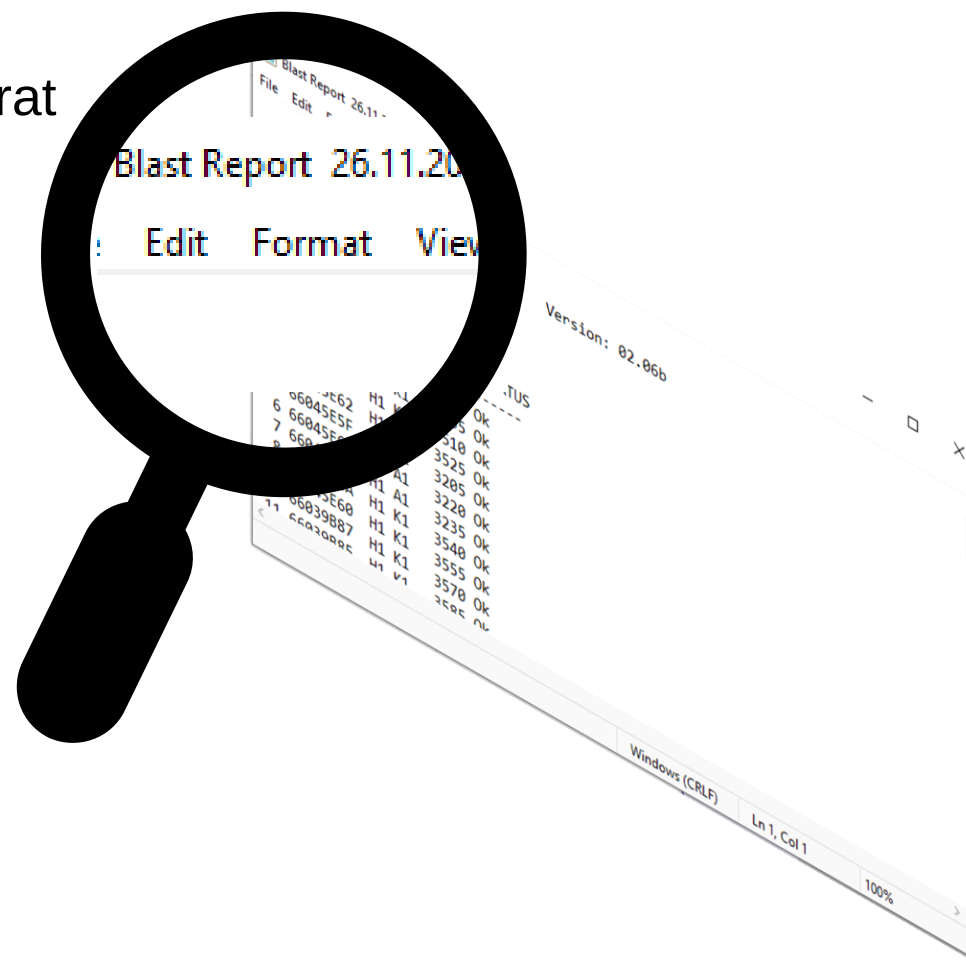
Hvor er tidstyvene?

Elektroniske tennere i bruk - dokumentasjon

Dokumentasjon hentes ut av loggeenhet og skytaapparat

- Tidspunkter for tester og avfyring
- Type feil

→ Tid brukt til feilsøking og retting av feil



Elektroniske tennere i bruk – statistikk eksempel

2 ulike anlegg

5 ulike stuffer

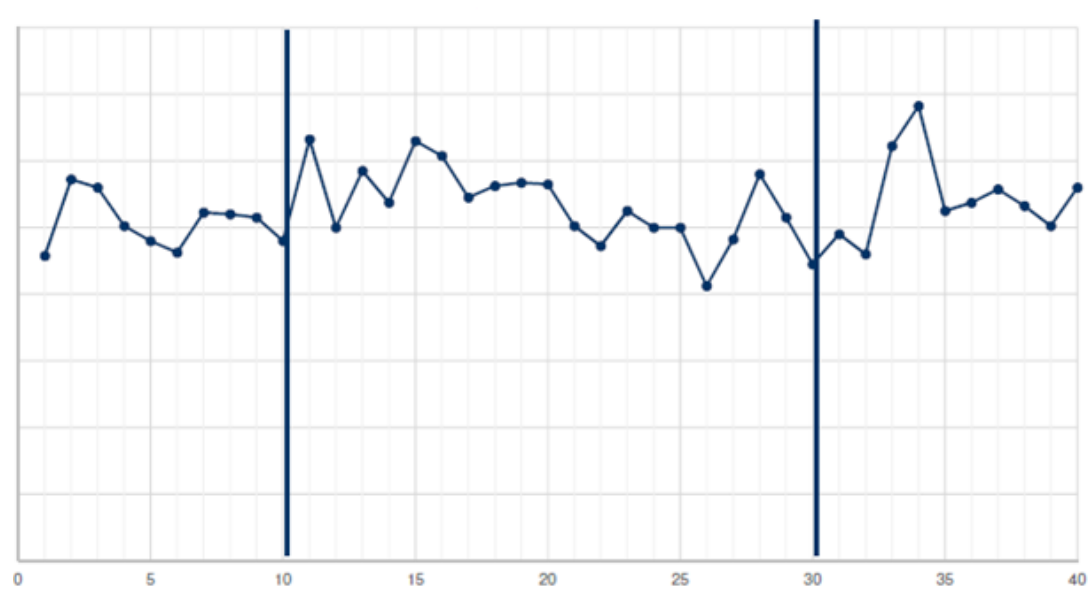
111 salver

14 247 tennere

Feil på stoff avdekket på 25 salver

Feil oppdaget før avfyring på 12 salver

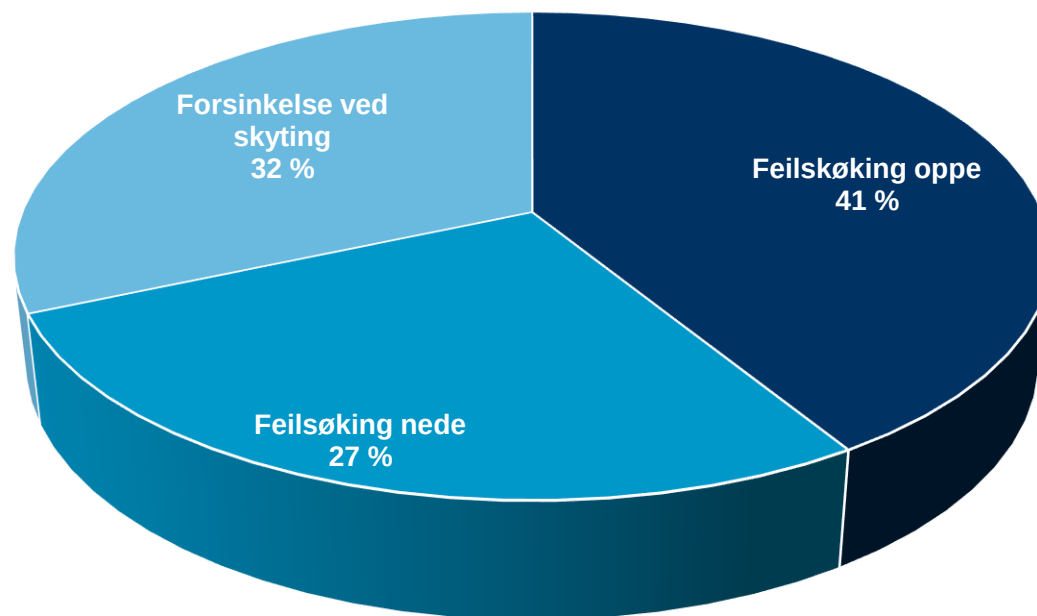
Totalt 444 minutter “tapt” på søking etter og retting av feil.



Elektroniske tennere i bruk – statistikk

Totalt 444 minutter “tapt” på søking etter og retting av feil.

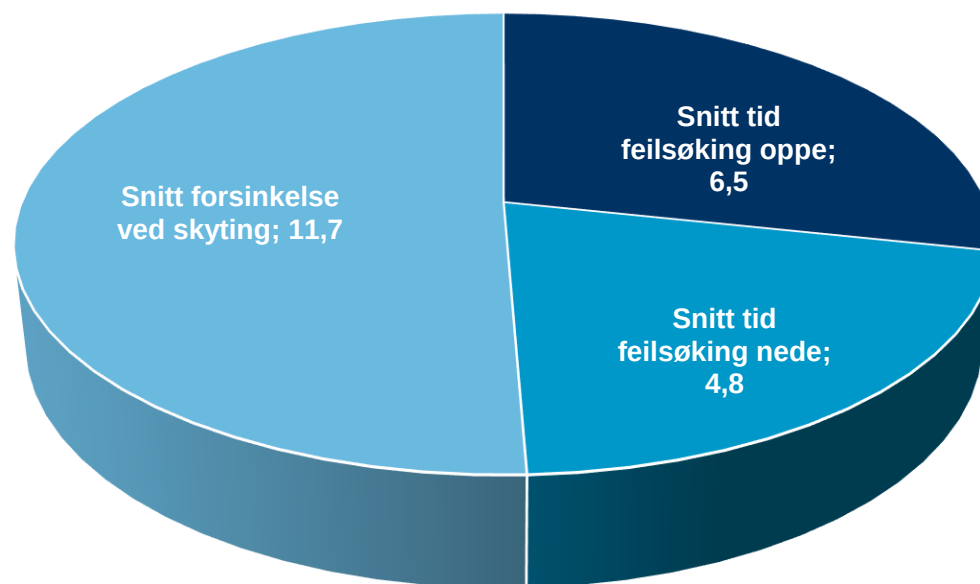
Tidstyver



Elektroniske tennere i bruk – statistikk

Hvor mye tid taper man når det først inntreffer feil?

Snitt tider i minutter ved forekomst



Elektroniske tennere i bruk – statistikk

Feil ignoreres → Systemet overstyres og man fyrer av en salve selv om det er et avvik

Totalt 19 salver med avvik på avfyringen

- 2 med feil
- 17 med “globale” → Tenner har ikke fått tildelt tid → programmeres til å gå av til slutt

Ulike årsaker til at dette gjøres.

Tidspress?

Uheldig! Opphav til reelle og potensielle forsagere!

Elektroniske tennere i bruk – feil og forsagere

Også elektroniske tennere kan feile av ulike årsaker

- Tenner ikke innkoblet → Skytes allikevel med en feil
- Tenner ødelegges under ladning / ledning rives av eller skades
- Tenner ødelegges i løpet av salvens forløp (trykk fra naboliggende hull)
 - Tenner deformeres
 - Elektronikk ødelegges

Tennere dukker opp under utlasting

Om en tenner skytes som global øker sjansen for at dette skjer.

Dokumentasjon kan hjelpe oss i finne ut når og hvor dette oppstår

Grunnlag for modellering



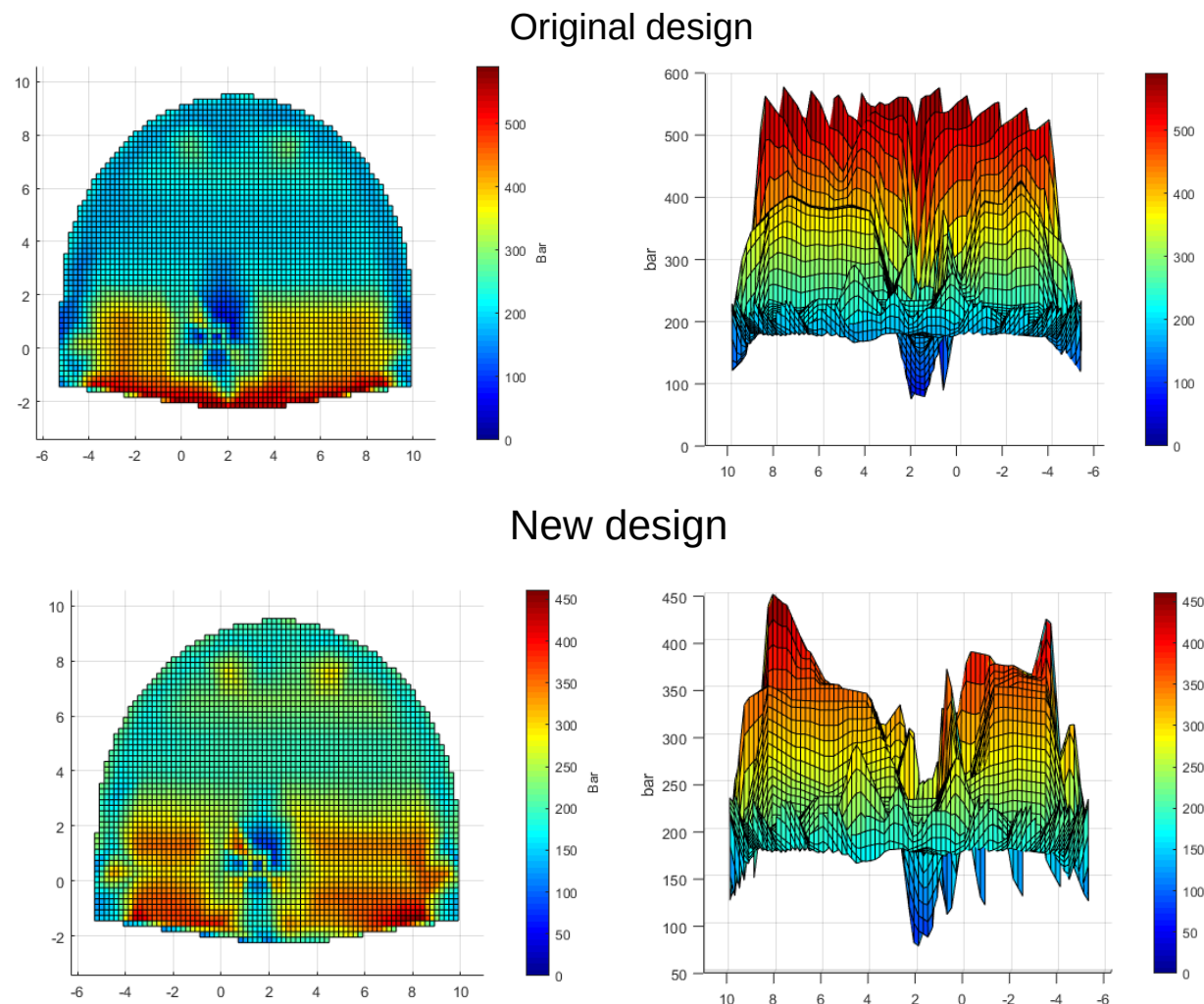
Elektroniske tennere i bruk – modellering av trykk

Bekrefter observasjoner i felt

Viser hvor mye relativt små endringer kan endre forløpet av salven.

Kan også brukes som et verktøy for å utvikle nye salvedesign som kan hjelpe oss å f.eks. redusere antallet hull

Kutt er fjernet fra modellen som er vist her



Elektroniske tennere – Tre år i bruk

- Tunneldrivere rapporterer om de samme positive effektene som har kommet fram tidligere
 - Generelt bedre konturkvalitet
 - Bedre lastbarhet
 - Mindre pigging
 - Mindre omskytinger
 - Inndrift
- I alle fall mulig å i større grad påvirke dette

OBS! Et anlegg i drift er ikke nødvendigvis det mest optimale stedet å bruke tid på alternative og eksperimentelle salveplaner!



Oppsummering

- Sprengningsteknisk ser vi fordeler med å bruke elektroniske tennsystemer fremfor ikke-elektriske
- Praktiske ulemper har vi et klarere bilde av nå enn for tre år siden

Helheten må evalueres

- Samarbeid! Fordeler og ulemper for alle involverte parter må legges frem sammen og veies opp mot hverandre.
 - Leverandør – Entreprenør – Byggherre – (Anleggseier)

Takk for meg!

espen.hugaas@orica.com