



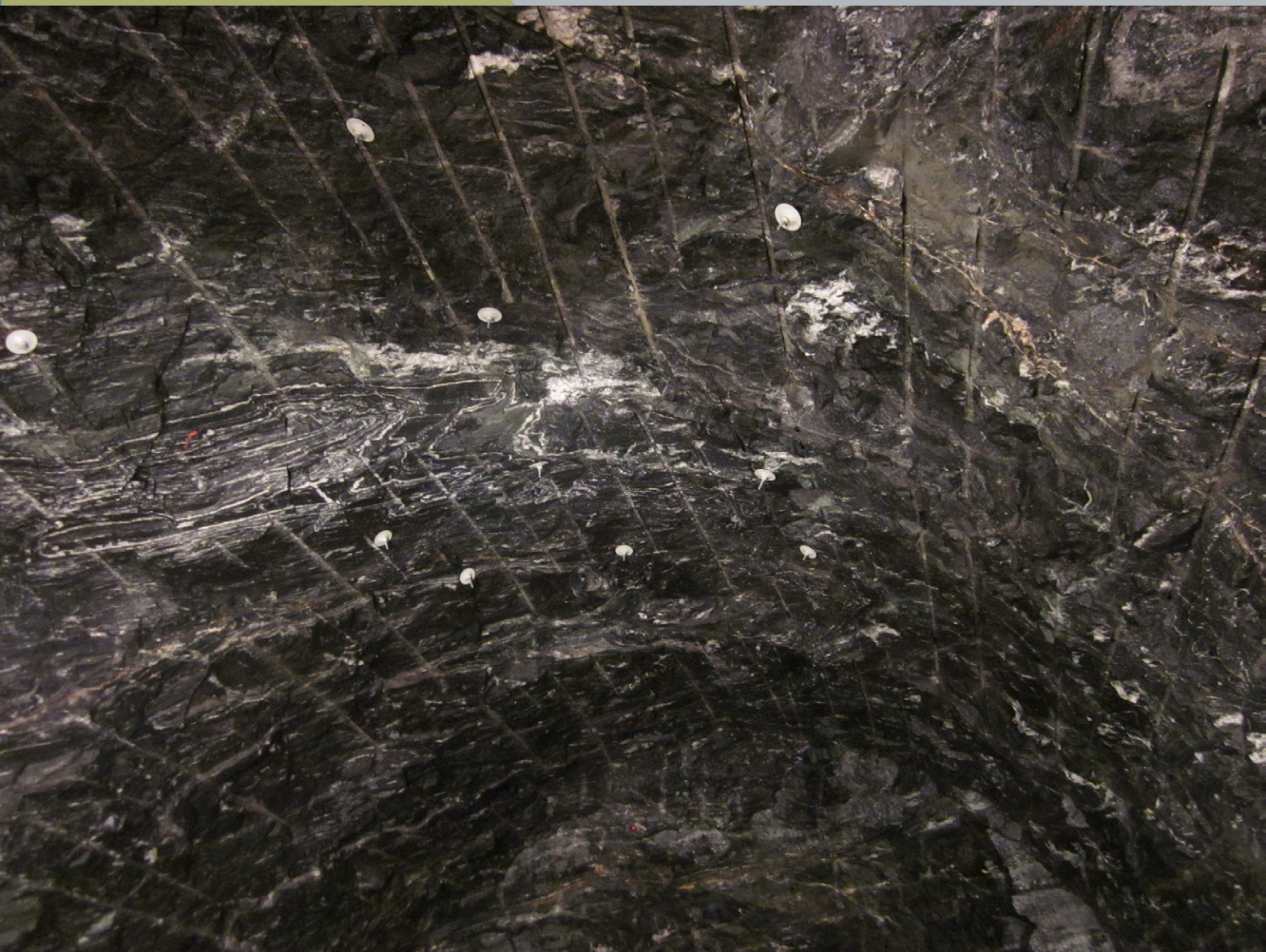
Statens vegvesen

# Kontursprengningsforsøk med ulike bore/ladeplaner i Rv.70 Eikremtunnelen på StorKrifast

VD rapport

Vegdirektoratet

Nr. 13



Vegdirektoratet  
Trafikksikkerhet, miljø- og teknologiavdelingen  
Tunnel og betong  
Desember 2011

# VD rapport

# VD report

## Tittel

Kontursprengningsforsøk med ulike bore/  
ladeplaner

## Title

## Undertittel

(Rv.70 Eikremtunnelen på StorKrifast)

## Subtitle

## Forfatter

Terje Kirkeby

## Author

## Avdeling

Trafikksikkerhet, miljø- og teknologiavde-  
lingen

## Department

Trafikksikkerhet, miljø- og teknologiavde-  
lingen

## Seksjon

Tunnel og betong

## Section

Tunnel og betong

## Prosjektnummer

602239

## Project number

## Rapportnummer

Nr. 13

## Report number

No. 13

## Prosjektleder

Harald Buvik

## Project manager

## Godkjent av

Knut Borge Pedersen

## Approved by

## Emneord

tunnel, kontur, sprengning, SSE-emulsjon,  
rørladninger, rensk, overmasser

## Key words

## Sammendrag

Forsøk med ulike bor- og ladeplaner har vist at nøyaktigere boring kombinert med 17mm og 22mm rørladninger ikke uventet gir forbedret kontur som muliggjør besparelser på rensk, lasting og sikring, selv med dagens grove utstyr.

## Summary

Nøyaktig boring etter en gjennomtenkt plan og redusert lading/ forsetning mot kontur er helt vesentlig.

Rørladninger er imidlertid tungvint og kostbart, mens SSE-emulsjon kan føre til overlading. Det oppfordres til levering av et mer egnet kontursprengstoff for tunnel.

Det er vel kjent hvordan man oppnår jevn, uskadet tunnelkontur, nye kontrakter må utarbeides slik at resultatet garanteres.

Antall sider 155 (inkl. vedlegg)

Pages

Dato Desember 2011

Date

## FORORD

Rapporten beskriver forsøk med kontursprengning i Rv.80 Eikremtunnelen på StorKrifast i perioden 8-19. desember 2010.

Forsøkene har vært gjort i forbindelse med delprosjekt 7 (Dp 7) – Tunnelutforming – under etatsprogrammet Moderne vegtunneler som avsluttes i år (leder Harald Buvik).

Prosjekt StorKrifast ved prosjektleder Per Bjørn Gjelsten og byggeleder Odd Arild Lindseth satte en tunnel til disposisjon for etatsprosjektet Moderne vegtunneler, med konturforsøkene innarbeidet i kontraktsbeskrivelsene.

Tunneldrivingen ble kontinuerlig fulgt opp i perioden, med støtte fra anleggets kontrollring. Carsten Kofoed, Tore Havnvik og Terje Anundsen, samt Tore Humstad fra Tunnel- og Betongseksjonen /SVV i Molde og prosjektets geologer Lillian Todnem og Carina Forstad.

Betonmast Mika AS stillte villig og positivt med på konturforsøkene, ved driftsleder Mathias Hagestuen, geomatikere Øyvind Myklebost og Markus Gunnebrink, og ikke minst tunnelbasene Oddbjørn Sørli og Oddvin Hefte & co med skiftledere Sven Åke Kristofferson og Øyvind Sletten. Tredje bas, Harald ....., var stort sett på fri i forsøksperioden.

I tillegg til vedlegg listet opp på forrige side finnes også, på forespørsel:

- Flere bilder tatt på stuff og under sprøyting
- Høyoppløselig fotomosaikk (vedlegg 6 i denne rapporten er reduserte bildefiler)
- Mer utfyllende salverapporter fra Mika
- Skiftrapporter (ukeskjemaer) fra Mika
- Rapporter fra skanning (10-30m av gangen), både som cm overmasser og som utsprengte tunnelprofiler med prosjektert profil (normalprofil +40cm)
- Punktskyen fra skanningen
- Rockma borparametertolkning fra MWD
- Kartlegging i Novapoint Tunnel

Terje Kirkeby  
Tunnel- og betongseksjonen  
TMT, Vegdirektoratet

Oslo, desember 2011

## INNHALDSFORTEGNELSE:

Forord	
1. Bakgrunn .....	3
2. Om tunnelkontur generelt .....	4
3. Forsøkene på Kvivsvegen, og erfaringene derfra .....	5
4. Om vegprosjekt StorKriFast .....	5
5. Generelt om disse forsøkene .....	7
6. Forberedelser .....	8
7. Mikas utstyr .....	8
8. Erfaringer fra driving før forsøkene .....	11
9. Geologien generelt .....	12
10. Borplaner og forsøksserier .....	12
11. Første forsøksserie .....	16
12. Andre forsøksserie .....	18
13. Tredje forsøksserie .....	20
14. Fjerde og siste forsøksserie .....	22
15. Boring i fulldatamodus .....	22
16. Tenningsrekkefølge .....	22
17. Rystelser .....	23
18. Lading med rør, og litt om detonerende lunte .....	24
19. Lading med slurry .....	26
20. Tidsforbruk .....	29
21. Oppsummering forsøk .....	31
22. Hva kunne vært gjort anderledes .....	32
23. Anbefalinger .....	33
24. Driving etter forsøkene .....	34
25. Såle/grøft .....	35
26. Fotografering .....	36
27. Oppsummering .....	38
Referanser	

## VEDLEGG:

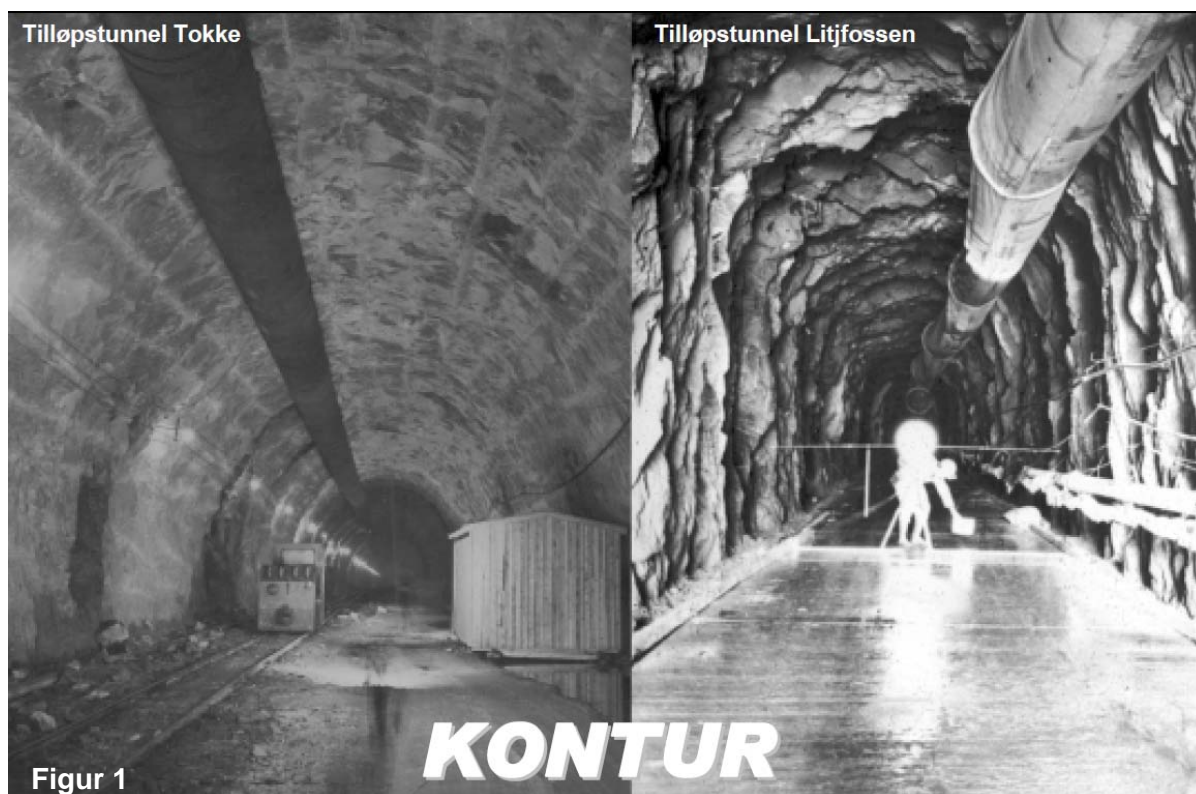
1. Referat fra Samhandlingsmøte, mars 2010
2. Referat fra Oppstartmøte, desember 2010
3. Salvebeskrivelser (18 salver, 45 sider)
4. Geologiske tunnelkart 810-940 (3 sider)
5. Skanning før sprøyting (for hver meter), inkludert normalprofil og innskutte salverapporter
6. Fotomosaikker
  - a. Salvene 1,2,3
  - b. Salvene 3,4,5
  - c. Salvene 6,7,8,9
  - d. Salvene 10,11,12,13
  - e. Salvene 14,15,16
  - f. Salvene 17,18,19
7. Produktinformasjon

## 1. BAKGRUNN

FoU-prorammet Moderne vegtunneler ble satt i gang etter flere hendelser i både europeiske og norske tunneler de siste tiårene, samt føringene i bransjerapporten Tunnelsikkerhet (juni 2007) og Agendarapporten (okt. 2007). Fram til 2011 skal prosjektet arbeide med å utvikle en enhetlig strategi for vegtunneler i etaten som skal omfatte bl.a. planlegging, bygging, drift og vedlikehold, forvaltning, tilgjengelighet og sikkerhet, levetid, økonomi og konsekvenser, tverrfaglig kompetanse, ledelse og styring, med innspill til normaler og retningslinjer.

Samtlige temaer er viktige og kan ikke tas ut av en samlet strategi, men her skal det fokuseres på bygging: Delprosjekt 7 – Tunnelutforming, med nøkkelord som profilutforming, utførelse, stabilitetssikring, kledninger, materialutvikling og teknisk utstyr.

Hvordan tunnelen drives ut (dvs. sprenges) er avgjørende, det kan gjøres skånsomt med vekt på jevne, uskadete vegger eller mindre forsiktig med lite fokus på konturkvalitet.



Figur 1

En kontursprengt tunnel fra 1950-tallet til venstre mot en hurtigere og billigere sprengt tunnel fra 1980-tallet til høyre. Om vi vil forlenge levetiden til en tunnel og redusere vedlikeholdsbehovet og -kostnadene må det brukes mer ressurser i byggefasen (foto: NTNU). Det må legges til at bergartene er ganske ulike.

*Moderne vegtunneler* vil ha tilbake kvaliteten på kontursprengning i tunnel (å få en jevn, god kontur med minst mulig skade på gjenstående berg og lite overmasser) fordi vi mener at med det oppnås en rekke fordeler mht. både økonomi og levetid (neste side).

Bransjen burde vite hvordan det gjøres. Vi kan vise til eldre rapporter fra kontursprengningsforsøk i Holmestrandtunnelen for 30 år siden (Sanden 1978, 1983) ved siden av fagartikler og lærebøker av nyere dato, men dagens tunnelkontrakter legger ikke opp til verken reelle krav til konturkvalitet eller premiering (eller straff) av oppnådd resultat.

Denne rapporten er fra kontursprengningsforsøk i Eikremtunnelen på Møre, et samarbeide mellom AF Betonmast anlegg - Mika, SVV Region Midt og Vegdirektoratet.

## 2. OM TUNNELKONTUR GENERELT

Før vi lister opp hvorfor en jevn tunnelkontur er ønskelig og hvordan det oppnås, skal vi slå fast hva som kjennetegner en god kontur:

- Jevnest mulig tunnelprofil etter sprengning, dvs. parallelle og synlige borpiper, minst mulig utfall av berg og ingen gjenstående knøler.
- Oppnådd tunnelprofil skal ligge nærmest mulig prosjektert kontur, med tilstrekkelig plass til nødvendig sikring. Minst mulig overmasser/overberg.
- Ikke bare jevnhet innen hver salve, men også mellom salvene, dvs. helst minimale og avrundete hakk i salveskjøtene.
- Minst mulig sprekkedannelser i gjenstående berg etter sprengning (lite sprengnings-indusert oppsprekking).

Hoveprinsippet for hvordan dette oppnås kan oppsummeres slik:

- En gjennomtenkt bor-, lade- og tennplan tilpasset både geologi og geometri
- Nøyaktig boring med svake og jevnt fordelte ladninger og samtidig/nøyaktig tenning i og nær konturen

Noen flere utfyllende punkter:

- Tilstrekkelig med hull, redusert hullavstand/forsetning mot konturen (gjelder også nest ytterste rad, eller innerkonturen) og liten innspenning for det enkelte hull
- Svakere ladninger i og nær konturen, svakest i ytterste hullrad (konturen)
- Nøyaktig boring mht. både ansett og retning er viktig(!), mest mulig parallelle hull
- Nest ytterste rast har samme, eller nær samme stikning som ytterkransen
- Samtidig tenning i og nær kontur (over til mer bruk av elektroniske tennere?)
- Rett, eller symmetrisk helst skålformet stuff tilstrebes, dvs. spesielt i konturen bør alle hull slutte på omtrent samme profilnummer
- Et lite etterslep i konturhullene (f.eks. 30-50cm) er en fordel, gjelder også neste rast
- Redusert / ingen bunnladning i kontur vurderes (avh. av type sprengstoff og boring)
- Endre bor- og ladeplan etter forholdene, helst ha flere planer liggende klare
- Hard mating øker faren for boravvik, under boring kan også stikningen manuelt endres fra borplanen for å motvirke kjent avvik i den aktuelle bergarten
- Nøyaktig boring forutsetter at borrhjellen alltid er helt riktig posisjonert
- Utnytte datariggene, forsøke fulldata-modus iallfall i kontur og innerkontur
- En felles forståelse for viktigheten av god kontur, fra bas/drivere til prosjektledelse
- Motiverte bas/stuffarbeidere, evt med en direkte bonusordning?
- Unngå taktisk prising i kontrakten (f.eks. lav sprengningspris, høye sikringspriser)
- Kvalitet og god kontur belønnes, ikke bare framdrift

Oppnådde fordeler er:

- Mindre (over)masser, kortere lastetid og redusert transport
- Mindre sprengningsskader på gjenstående berg
- Mindre driftsrensk, bedre HMS på stuff
- Redusert oppsprekking og mindre innlekkasje
- Redusert forbruk av bolter og sprøytebetong, spesielt i tilfelle konstruksjonsbetong
- Mindre sprengstofforbruk
- Enklere innredning, spesielt mht vann/frostsikring
- Etterhver reduserte byggekostnader (en påstand...)
- Etthvert redusert byggetid (raskere syklus) (nok en påstand...)
- Det ser rett og slett bedre ut, et tegn på kvalitetsarbeide

En ulempe er derimot noe flere hull, og den tiden det faktisk tar å sette an, vinkle riktig og bore mer forsiktig. Ladetiden vil også gå opp i forhold til strengladning med slurry i færre

hull, spesielt om en bruker rørladninger. Denne ekstratiden bør ses i sammenheng med innsparinger på de andre prosessene. Boring/lading bør også med tiden kunne effektiviseres.

### 3. FORSØKENE PÅ KVIVSVEGEN, OG ERFARINGENE DERFRA

Det ble i januar/februar 2010 gjennomført kontursprengningsforsøk i Fyrdsberg-tunnelen på E39 Kvivsvegen på Sunnmøre i et samarbeide mellom Mesta ASA, NTNU, Statens vegvesen Region Midt og Vegdirektoratet. Ansatte/studenter fra NTNU fulgte opp forsøkene i tunnelen, men de ble av flere årsaker ikke så vellykket.

Det var mye unøyaktig boring, problemer med rørladningene (ikke bruk av detonerende lunte førte til uomsatte rør og gjenstående knøler), sent innkommende/manglende dokumentasjon fra entreprenør (feilboring kunne f.eks vært innskjerpet tidlig), for mange ulike forsøk (hele 5 ulike bor- og ladeplaner), for mange temaer uten nok ressurser (også gassmålere og egne rystelses-målere), generelt manglende forberedelse, for lite informasjon til tunneldriverne, for uerfarne folk til oppfølging (for så vidt ikke noe galt med det, men da trengs veiledning og oppfølging underveis) og for liten kontroll/oppfølging fra Tunnel- og betongseksjonen i Vegdirektoratet.

En foreløpig rapport ble levert fra NTNU sommeren 2010, men det har fortsatt ikke kommet fullstendig rapport. Det ble holdt innlegg på Fjellsprenningskonferansen (Kirkeby 2010).

### 4. GENERELT OM VEGPROSJEKT STORKRIFAST

Utbyggingen av Krifast fase 2 – også kalt StorKrifast, består av tre mindre – delprosjekter: Rv.70 rehabilitering av Freifjordtunnelen (ferdig i desember 2010), E39 Astad-Høgset (veg og tunnel) og Rv.70 Øydegard-Bronneset (veg og tunnel) og skal gi en trafikksikker og bedre framkommelig E39 og Rv.70.



Figur 2 Oversiktskart med Høgset-tunnelen og Eikrem-tunnelen nær KriFast.

De to nye tunnelene, Høgsetttunnelen på 700 meter og Eikrem-tunnelen på 970 meter, er lyst ut i en samlet entreprise. Prosjektet ferdigstilles i 2013.

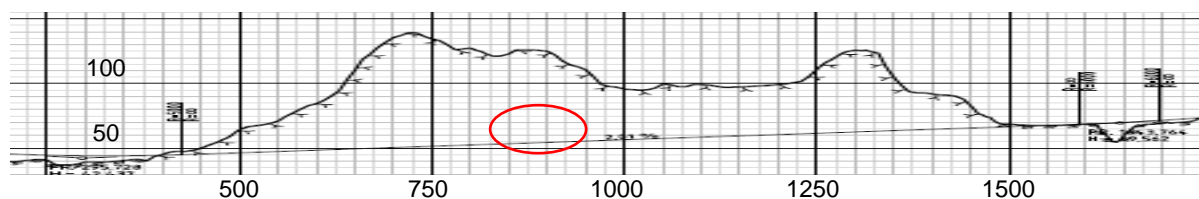
Riksveg 70 med Eikremtunnelen går fra Oppdal til Kristiansund og har status som stamveg. Delprosjektet Øydegard-Bronneset omfatter utvidelse og omlegging av eksisterende veg til stamvegstandard og bygging av en ny tunnel. Den nye riksvegen korter inn strekningen med 580 meter. Prosjektet har en total lengde på 4 200 meter og består av den 1 010 meter lange Eikremtunnelen og 3 190 meter veg i dagen.

Løsning med tunnel forbi Eikrem er valgt for å unngå de miljømessige og trafikksikkerhetsmessige problemene vi ellers ville ha fått med å legge en veg gjennom bebyggelsen her. Det skal også bygges 260 meter gang- og sykkelveg ved Øydegard.

Se ellers [www.vegvesen.no/Vegprosjekter/storkrifast](http://www.vegvesen.no/Vegprosjekter/storkrifast) for mer.



Figur 3 Skråfoto av området ved den nye Eikremtunnelen, som skal bli omtrent 980m lang. Forsøksstrekningen er ringet inn med rødt, der overdekningen er ~65m.



Figur 4 Lengdeprofil fra tegning B001 i konkurransegrunnlaget, noe modifisert mht. vertikal overdrivelse, som her er 2 x 1.



## 5. GENERELT OM DISSE FORSØKENE

En av erfaringene fra Kvivsvegen var at det bør kjøres færre forsøksserier, bl.a. for lettere oppfølging og oversikt. I konkurransegrunnlaget ble det etter avtale med prosjektledelsen derfor tatt inn 3 ulike bor/ladeplaner under prosess 32.2 – Sprengning med alternativ kontur.

	Kontur 1	Kontur 2	Kontur 3
<b>Hullavstand x forsetning i kontur:</b>	0,7m x 0,9m	0,6m x 0,7m	0,5m x 0,5m
<b>Sprengstoff tilsvarende:</b>	1,1 MJ/m <sup>1)</sup>	0,9 MJ/m <sup>2)</sup>	0,7 MJ/m <sup>3)</sup>
<b>Hullavstand x forsetning i nest ytterste hullrad:</b>	0,9m x 1,0m	0,9m x 1,0m	0,8m x 0,8m
<b>Sprengstoff tilsvarende:</b>	2,5 MJ/m <sup>4)</sup>	2,5 MJ/m	2,0 MJ/m <sup>5)</sup>

1) tilsvarer 22 mm gule rør

eller 0,35 kg SSE/m (x4,4m = 1,5 kg, eller ~1,95 kg/hull inkl. bunnladning)

2) tilsvarer 17 mm orange rør + 40g detonerende lunte

3) tilsvarer 17 mm orange rør

4) tilsvarer 0,80 kg SSE/m (x4,4m = 3,6 kg, eller ~4,15 kg/hull inkl. bunnladning)

5) tilsvarer 0,64 kg SSE/m (x4,4m = 2,8 kg, eller ~3,45 kg/hull inkl. bunnladning)  
(omtrentlige SSE-mengder etter hva Orica-ladeenhetene generelt er innstilt på)

Tabell 1 Bore/ladeplanen oppgitt i konkurransegrunnlaget for Eikremtunnelen. Merk at underpunktene <sup>1)-5)</sup> ikke var med i 32.2-teksten, men lagt til her for å synliggjøre hva MJ-begrepet i praksis innebærer.

Hele prosess 32 – Sprengning av tunnel i Eikrem- og Høgsetttunnelene er vist som vedlegg 1. Av spesiell tekst som går på kvalitet av ferdig kontur nevnes

- Fortløpende profilkontroll (og levering) med laserskanning, *før* sprøyting
- Overmasser rapporteres for hver 50.meter, angitt som cm fra teoretisk spr.profil
- Hull i kontur og nest ytterste rast lades max 90% av hullengden
- Alle hull i kontur og nest ytterste rast føres ned i sålen
- Ved rørladninger skal 10g detonerende lunte tapes til hvert rør i hele ladelengden
- Ansettmøyaktighet og retningsavvik hver boret salve skal dokumenteres

I motsetning til Kvivsvegen vil det ikke bli aktuelt med gass- og rystelesemålere montert nær stuff, her skal hovedsaken være kontur, det er ikke ønskelig å spre fokus på for mange temaer.

Forsøkene skulle gå med direkte og kontinuerlig oppfølging av Tunnel- og betongseksjonen i Vegdirektoratet, om nødvendig med hjelp fra prosjektets egne kontrollingeniører og geologer. Det var lagt opp til minst mulig heft for entreprenøren i forsøksperioden.

## 6. FORBEREDELSE

Det ble i et møte med mellom FoU-prosjekt Moderne vegtunneler og prosjektledelsen Stor-Krifast i mars 2010 avtalt å ta med 3 ulike bore/ladeplaner under prosess 32.2 – Alternativ kontur. Disse ble utarbeidet av prof. Amund Bruland ved Institutt for anleggsteknikk på NTNU. En passende *spesiell beskrivelse* til 32.2 i E-kapittelet ble skrevet, med innspill fra både NTNU, prosjektledelsen StorKrifast og Vegdirektoratet.

Entreprenøren Mika ble forelagt konturforsøkene på et samhandlingsmøte hos Betonmast i Oslo 15. september 2010 (referat som vedlegg 2; sak 0504). Allerede her ble viktigheten av nøyaktig boring understreket, med ønske om salveboring også i fulldatamodus.

På et felles møte med entreprenøren MIKA og SVV avholdt på tunnelanlegget 30. november 2010 (referat som vedlegg 3) ble de praktiske detaljene gjennomgått, det var bl.a enighet om:

- Oppstart 8.desember med kontur 1, kanskje ferdig med alle 3 før jul?
- Først manuell boring, SSE i konturen (ned mot 0,35 kg/m skal være mulig)
- Nøyaktig boring har høyeste prioritet
- Lade/tennplan for hver forsøksserie legges ut på eRoom, også loggene fortløpende
- Hver serie starter med avrettet stuff (+/- 0,5-1 meter i lengderetningen)
- Hver side merkes med profilnummer for hver 5.meter
- Tidsforbruk alle driveprosesser noteres ned (boring, lading, lasting, maskinrensk, spettrensk)

Tidspunktet var gunstig, en havarilomme var nettopp passert, bergkvaliteten god (bergklasse B ihht Q-systemet) og overdekningen tilstrekkelig, en forholdsvis rett strekning med T8,5 og ikke sondering/injeksjon før etter ytterligere 200 meter.

## 7. MIKA'S UTSTYR

Tunnelriggen er en 3-boms Sandvik DT1100i, relativt ny (2009, bare gått på Gevingsåsen), fulldata med utstyr for MWD til borparametertolkning. Det benyttes 48 mm kronediameter, både ballistiske og sfæriske. Hva dette eventuelt skulle å ha for konturkvaliteten var ikke tema, det kunne i så fall være om den ene kronetypen var mer retningsstabil enn den andre <sup>1)</sup>. Rigger opererer med 20 fot stenger som kan bore hele 5,80 meter, men i praksis ble det ikke boret mer enn ca. 5,3 meter, som i seg selv er noen cm lenger enn vanlig på norske anlegg.

Kommentar <sup>1)</sup>, tilleggsinfo om borekroner:

Normalt egner borekroner med sfæriske "bit buttons" seg best i bergarter med høy enakset trykkfasthet som kvartsitter, gneiser, granitter og amfibolitter. De semiballistiske kronene går best i bergarter som skifer, sandsteiner, kalkstein og forvitret bergmasse. De koniske går best i bergarter med lav enakset trykkstyrke som fyllitter, svake skifre og sandsteiner.



Figur 5:  
DT1100  
serien  
som vist i  
brosjyre  
fra  
Sandvik

Laderiggen er standard enhet fra Orica (Mini-SSE Process model, Spec.no. S-504). Den har ikke automatisk logging, sprengstoffmengdene må noteres ned for å vite hva som gikk inn i de ulike hullgruppene (kontur, innerkontur, bunnstross, etc). Det blir ikke nødvendigvis gjort systematisk, og strengt tatt er det kun totalmengden som teller for entreprenøren, noe som riggen faktisk registrerer. Sprengstoffet er for øvrig SSE-emulsjonen Civec<sup>TM</sup> Control.

Orica opplyser at laderiggen har tre hovedinnstillinger, kontur, innerkontur og fullading. Ved lading kontur og innerkontur trekkes slangen automatisk ut i en gitt hastighet og legger igjen en strengladning av en gitt tykkelse. En liten forsinkelse i slangetrekket sørger for at bunnen av hullet fullades. Denne bunnladningen omhyller primeren (15x150mm Pentritt tenmpatron) som sørger for at hele strengen går av som den skal. Kun strengladning anbefales ikke.

For kontur er normalinnstillingen ca. 400g bunnlading (0,2m) og videre ca. 0,4 kg/m i resten av hullet (normalt unntatt ytterste halvmetre). Tilsvarende for innerkonturen er 6-700g og 0,8 kg/m. Mengde/hull skal da bli i overkant av 2 og 4 kg for henholdsvis kontur og innerkontur. Kun Orica kan endre innstillingene, tunnelentreprenøren kan bare manipulere bunnladningen ved å gi slangen en slakk i starten om det av en eller annen grunn skulle være ønskelig med mer.

Oppsummert; Orica opplyser at normal utgangsinnstilling på ladeenhetene er

- Kontur: 0,40 kg bunnlading + 0,40 kg/m x 4,3-4,5m = 2,1-2,2 kg/hull
- Innerkontur: 0,60-0,70 kg bunnlading + 0,80 kg/m x 4,2-4,4m = 4,0-4,1 kg/hull

Tunnelentreprenøren kan selvfølgelig komme med egne ønsker tilpasset sitt anlegg.

Tredje innstilling er fullading, ca. 1,8 kg/m i tilfelle 48 mm hull. Her blir slangen presset ut av sprengstoffet selv og riggen leverer den mengde entreprenøren har bedt om. Sprengstoff pr. tidsenhet gjennom slangen er mao. konstant, det er raskt, langsomt og intet uttrekk som avgjør mengden pr. hull. Operatøren kan selvfølgelig også trekke manuelt og dermed fordele en forutbestemt mengde omtrentlig slik han selv ønsker.



Figur 6 Ladekorga med slangetrekket (uttrekksmekanismen) i bakkant. Lading av siste salve med orange 17 mm rør i kontur.

På Eikrem kunne også innerkonturen bli trukket manuelt. Resultatet er selvfølgelig avhengig av operatørens erfaring, trekkes slangen f.eks. for fort ut blir ladningen konsentrert i indre del av salva.

Nøyaktigheten var ikke god. For eksempel ga laderiggen større mengder i begynnelsen før slangetrekket hadde ”gått seg til”. Det kommer mer slurry enn innstillingen på laderiggen skulle tilsi, kanskje opptil dobbelt så mye til opp på vederlaget ved start i bunn. Deretter går det med mindre og jevnere mengde over til andre siden. Særlig ille dersom riggen har stått ute i kulda. Problemet unngås ved å starte med andre hull enn kontur og innerkontur, dvs de som ikke er avhengig av rett hastighet.

Laderiggen skal ved finkalibrering kunne legge igjen 0,35 kg/m (tilsvarende 22 mm gule rør) eller like i underkant av 2 kg ved 90 % av hullet ladet (antar at innerste 20 cm er fulladet med 0,4 kg). Denne riggen kom ikke lavere enn 2,8-2,9 kg/hull fordi en ikke fikk opp hastigheten på uttrekksmekanismen for ladeslangen. Dersom en antar 0,4 kg bunnladning blir resten av ladestrengen (2,85 kg totalt – 0,40 kg) / 4,3-4,5 m pipeladning  $\approx$  0,56 kg/m. Mer om strenglading under avsnittet ’Lading med SEE-slurry’.

Det er uansett mer enn oppgitt i tabellen og ble dessverre ikke rettet opp i løpet av forsøksperioden. Laveste lading pr. konturhull med slurry ble dermed 2,8-2,9 kg i forsøkene med kontur 1 (c/c=0,7m). På nyåret ble slangetrekket byttet ut og riggen kalibrert til 2,1-2,2 kg som minstemål, dvs. nesten ned mot styrken oppgitt i ladeplanen i kontrakten.

Spettrensk ble utført fra solid plattform på hjullaster, en metode som iallfall denne geologen mener er bedre enn både ladekorg, lift og bakstoffbil, med eller uten svingbar plattform. Godt lys er derimot alltid et savn.



Figur 7 Spettrensk fra renskeplattform på hjullaster.

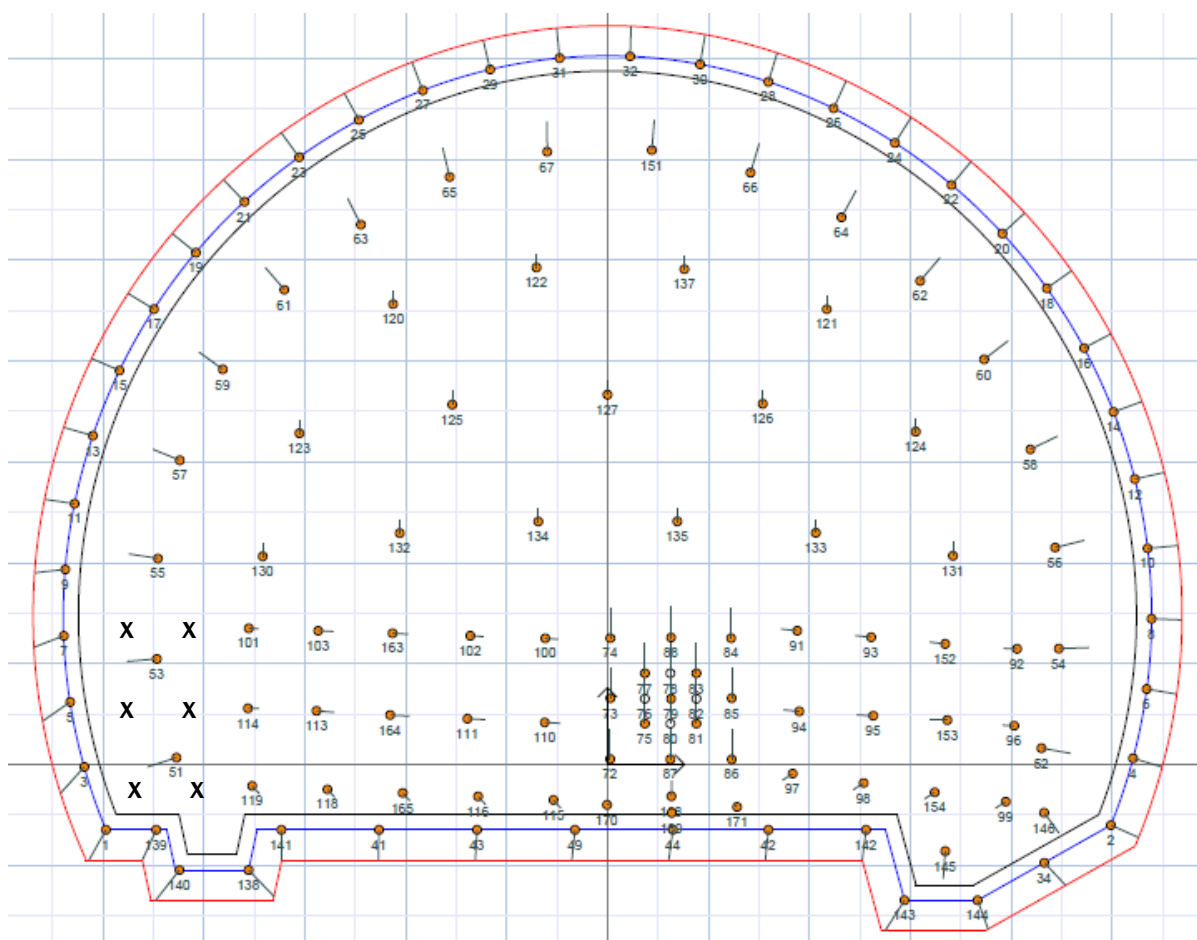
Figur 8 En Faro laserskanner kontrollerer tunnelprofilen før hver betongsprøyting, vanligvis etter rundt 4 salver, men skannet lengde har variert fra 10 til over 25 meter.

## 8. ERFARINGER FRA DRIVING FØR FORSØKENE

Fra påhugg i slutten av september på profil ~480 til de første konturforsøkene i begynnelsen av desember på profil 847 er det oppnådd relativt gode rutiner på de fleste operasjonene. En havarilomme er nettopp passert og kurvaturen er  $R=1250$  i en slak høyresving (5 meter mer til høyre for hver 100 meter).

Det er normalt med inntil 2 salver i døgnet, det sprøytes 2.hver natt til ned i veggene. Det har vært overveiende bra bergmasse og lite vann. Bergarten (amfibolittisk gneis) har imidlertid vært meget tungsprengt og tunglastet. En har jobbet mye med kutten og det forbrukes relativt mye sprengstoff fordelt på mange hull til å være T8,5 (typisk >900 kg og omtrent 130 hull). Konturen lades med redusert SSE-streng, omskyting pga. gjenstående knøler har ikke vært uvanlig.

Som arbeidsikring settes normalt minst 5 stk. 3m-bolter fra Pretec pr. salve, endeforankret med limpatroner, før sprøyting. Denne minimumsmengden ble avtalt etter en periode med etter byggherrens mening for lite bolter som arbeidsikring og konsekvent gjennomført.



Figur 8 Borplan "normalsalve" før forsøkene"; 30 hull i kontur (hjørnehullene er ikke medregnet), 18 hull i innerkonturen. Standard seksjonskutt med 4 grovhull. Totalt 128 hull. Merk at det faktisk ble boret tettere ut mot veggene til venstre (2 hull byttet ut med 'x' her), og litt mer spredning på hullene i motsatt side.

## 9. GEOLOGIEN GENERELT

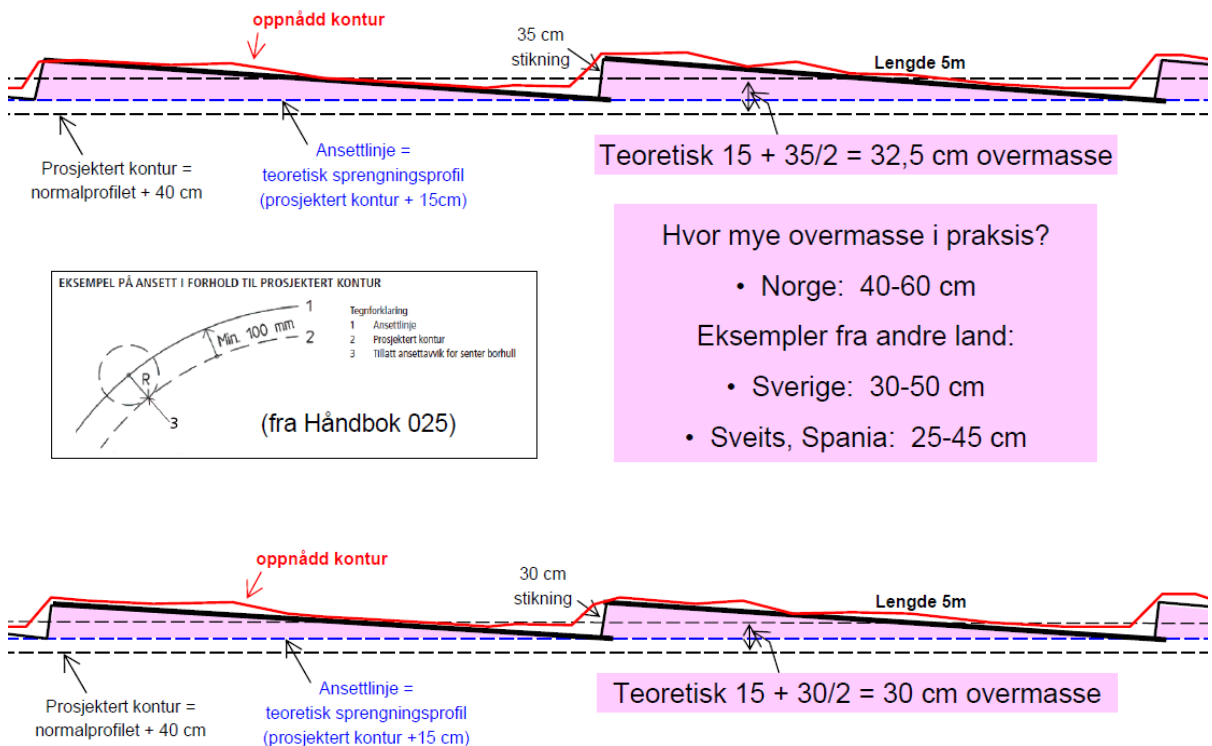
Den geologiske rapporten for byggeplanen (Humstad 2007) beskriver granittiske til diorittisk grunnfjellsgneiser og amfibolitt. Foliaasjonen stryker hovedsakelig NNØ-SSV med 20-40° fall mot VNV som er *mot* driveretningen i forsøksområdet, siden tunnelen går nesten på tvers av gneisfoliasjonen.

Det var forventet hovedsakelig bergklasse A, B og C under høydedraget med den nordlige halvdel av tunnelen inkludert forsøksstrekningen (bergklasser ihht klassifisering etter Q-systemet). Bergklassene A og B ble da også kartlagt på stoff, se avsnitt 11-14 og vedlegg 3,4 for mer detaljer angående tunnel og stoff.

## 10. BORPLANER OG FORSØKSSERIER

Med utgangspunkt i gjeldende borplan T8,5 ble det i samarbeide med geomatiker satt opp nye planer for kontur 1, 2 og 3. For kontur 1 var kranen økt med 30 hull i Mikas standard-salve, innerkonturen ble flyttet noe ut ihht tabell 1 som igjen førte til et par-tre hull ekstra i oversalva. Borplanen ellers ble ikke endret. Det samme ble gjort med kontur 2 og 3. Det er viktig at forsetningen i to ytterste raster ikke blir uforholdsmessig stor også i bunn av salva.

Mika opererte allerede med en ansettlinje 15 cm utenfor prosjektert kontur. Siden det var snakk om boring i automodus (sagt å trenge litt mer plass) ble stikningen etter avtale med en av basene satt til 35 cm. Teoretiske overmasser ble dermed 32,5 cm. På kontur 3 ble stikning siden satt ned til 30 cm, som gir 30 cm teoretiske overmasser nå ansettlinja fortsatt er +15cm.



Figur 9 Kontur 1 i lengdeprofil øverst og kontur 3 nederst.

Det ble avtalt å starte med SSE-slurry også i konturen, der det skulle være mulig å komme ned i 0,35 kg/m i konturen som beskrevet i ladeplanen (~1,9 kg/hull). Da det allikevel ikke viste seg mulig å komme under 2,8-2,9 kg/hull ble det etter 5 salver bestemt å gå over til gule 22 mm rør, fortsatt med kontur 1. Ved en misforståelse ble det også boret én salve kontur 2 (forsøkssalve nr. 6), men ladet med gule rør.

Siden det var forholdsvis liten forskjell til kontur 2 og det faktisk ikke finnes noe sprengstoff som har oppgitt ladestyrke (måtte i såfall være orange rør og 40g detonerende lunte som ikke er tillatt under jord), gikk vi rett over til kontur 3 med c/c=0,5m i konturen og orange 17 mm rør. Det ble boret 5 salver kontur 3.

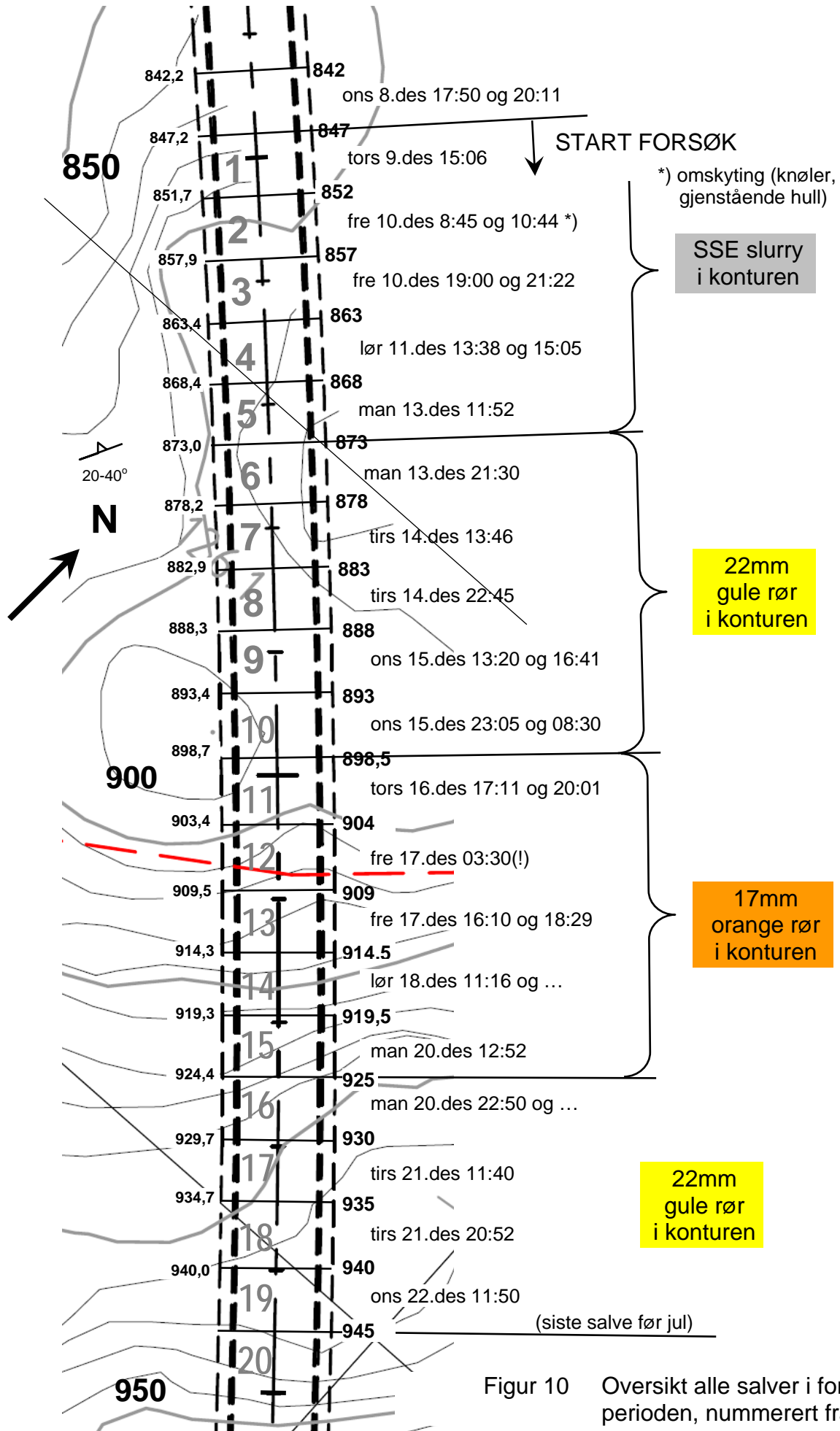
Under forsøkene var overmassene fra 25-30 til 50 cm, mot 40-80 cm tidligere (figur ). Det var imidlertid ingen synlig sammeng mellom mengde overmasser og type sprengstoff og en kan mistenke at det er borenøyaktigheten som er avgjørende her.

Under boring dro grovhullene (~100 mm) seg vanligvis svakt mot venstre, eventuelt ned mot venstre, i størrelsesorden 7-8cm. En kan forvente at 48 mm-hullene dro seg noe mer uten at dette ble undersøkt nærmere. Iallfall viste det seg at det alltid ble et større hakk i salveskjøten på venstre enn på høyre side, nærmere en 0,5 meter var ikke uvanlig, mot 10-20 cm på høyre side (kun vurdert ved øyemål). Det var vanskelig å rette dette opp manuelt, kanskje det var for liten plass til å vri bommen tilstrekkelig for å motvirke avviket på venste side.

			B	kg <sup>1)</sup>	MJ/m <sup>1)</sup>	krav	B	kg <sup>2)</sup>	MJ/m <sup>2)</sup>	krav	% <sup>3)</sup>	cm <sup>4)</sup>
1	kontur 1	slurry	0,4	3,7	2,3	1,1	0,6	5,5	3,4	2,5	21	60
2	"	"		3,1	1,9			4,3	2,6		35	
3	"	"		2,8	1,7			4,5	2,75		27	36
4	"	"		2,9	1,8			4	2,4		31	42
5	"	"		2,9	1,8			5	3,1		38	36
6	kontur 2	gule rør	D		1,1	5		3,1	2,5	36	38	
7	kontur 1	"	?		1,1	?			2,5	64	38	
8	"	"	P		1,1	4		2,4	2,5	41	43	
9	"	"	0		1,1	?			2,5	56	33	
10	"	"	P		1,1	4,5		2,75	2,5	47	35	
11	kontur 3	orange rør	1/4		0,7	4,5		2,75	2,0	60	32	
12	"	"	1/6		0,7	4,5		2,75	2,0	58	35	
13	"	"	1/6		0,7	4,5		2,75	2,0	55	35	
14	"	"	1/6		0,7	4		2,4	2,0	53	42	
15	"	"	1/6		0,7	4		2,4	2,0	50	47	
16	kontur 1	gule rør	1/6		1,1	4		2,4	2,5	37		
17	"	"	1/6		1,1	4		2,4	2,5	56		
18	"	"	1/6		1,1	4		2,4	2,5	47		
19	"	"	1/6		1,1	4		2,4	2,5	50		

Tabell 2 Forenklet sammenstilling av alle forsøkssalvene.

- 1) ca.mengde sprengstoff i hvert konturhull, inkl. en variabel bunnladning **B**. For salve 1-5 antas 0,4 kg bunnladning, salver med rør varierer fra ingen til minst 1/4 eller 1/6 DynoRex 32mm som bunnladning. **D** er en 30x180mm dynamitt-patron, **P** er bare 40g Nobel primer (pentritt). **MJ/m** er oppgitt (i tilfelle rør) eller beregnet (i tilfelle slurry) energi pipeladning. Kolonnen 'krav' er fra Tabell 1.
- 2) ca.mengde sprengstoff (slurry) i hvert innerkonturhull, inkl. en antatt 0,65 kg bunnladning. Samme beregninger som for kontur.
- 3) % er ca. andel synlige borpiper av totalt boret lengde konturhull målt på foto, etter maskinrensk.
- 4) omtrentlige cm overmasser, og omtrent midt i salva



Figur 10 Oversikt alle salver i forsøksperioden, nummerert fra 1 til 19.



Etter 5 salver gule rør og kontur 1 ble det drevet 5 salver kontur 3 med orange rør. Fortsatt 5g detonerende lunte og bunnladung minst 1/6 Dynorex. Konturen nå ble om mulig enda bedre, bl.a. ble stadige små utfall fra venstre heng/øvre vederlag nå merkbart mindre.

Forsøkene ble like før jul avsluttet med 4 salver kontur 1 og gule rør. Figur 10 forrige side er en plantegning med alle salver og tidspunkter. Tunnelkart med geologi er vist i vedlegg 4 og oppnådd kontur med innklemte borplan/rapporter som vedlegg 5. Vedlegg 3 er beskrivelser av alle forsøkssalvene, unntatt som nr.19 som ikke var lastet/rensket klar før ”hjem til jul”.

Det gikk naturlig nok noe mer tid på boring og ikke minst lading med rør, særlig 17mm, men inndriften var allikevel ikke dårligere i forsøksperioden enn ellers. Dene ene rene forsøksuka ble faktisk tidligere rekord for størst ukeinndrift tangert (52 meter).

Ved siden av skanning og antall cm overmasse er salvene også visuelt vurdert med de usikkerheter det fører med seg. En enkel metode er å telle omtrentlig hele og omtrentlig halve gjenstående borpiper. Antall synlige borpiper synker med overlading og unøyaktig boring og høye verdier betyr ”godt” resultat. I tabell 2 for to sider siden er samlet lengde borpiper målt på sammensatte fotomosaikker, de samme som vist i vedlegg 6. Bildene er først tatt etter maskinrensk, som nok reduserer antall meter noe, men rensken skal i prinsippet bare fjerne løst berg.

Bildene er tatt med høy oppløsning, men allikevel kunne det være vanskelig i den ofte mørke bergarten å få med alle lengder. En bedre vurdering kunne kanskje vært gjort helt enkelt med håndholdt, radiell fotografering i godt lys under salveboring, helst med målestav lagt i bildet.

En mer avansert metodikk for nøytral bedømmelse av tunnelkonturkvaliteten er nylig lansert av Kim (2009). Her innføres begrepet TCI (Tunnel Contour Quality Index).

$$TCI_T = \frac{C_r}{W_1 E_A + W_2 E_L + W_3 E_V}$$

$C_r$  = Constant for range adjustment

$E_A$  = Overbreak area element

$E_L$  = Contour length element

$E_V$  = Longitudinal overbreak variation element

$W_1, W_2, W_3$  = Weights

TCI, enten for én eller flere salver ( $TCI_T$ ), eventuelt hele tunnelen, beregnes fra både målte og valgte inngangsparametre i et gitt formelverk der de antatt viktigste elementene for oppnådd konturkvalitet; overmasser, radiell ruhet og langsgående ruhet (m/korreksjonsfaktorer), under brøkstreken ”vektes” etter hvor viktig elementet antas å være i beregningene. Typisk vektning kan være 4,5:4,5:1 for de tre nevnte elementene.

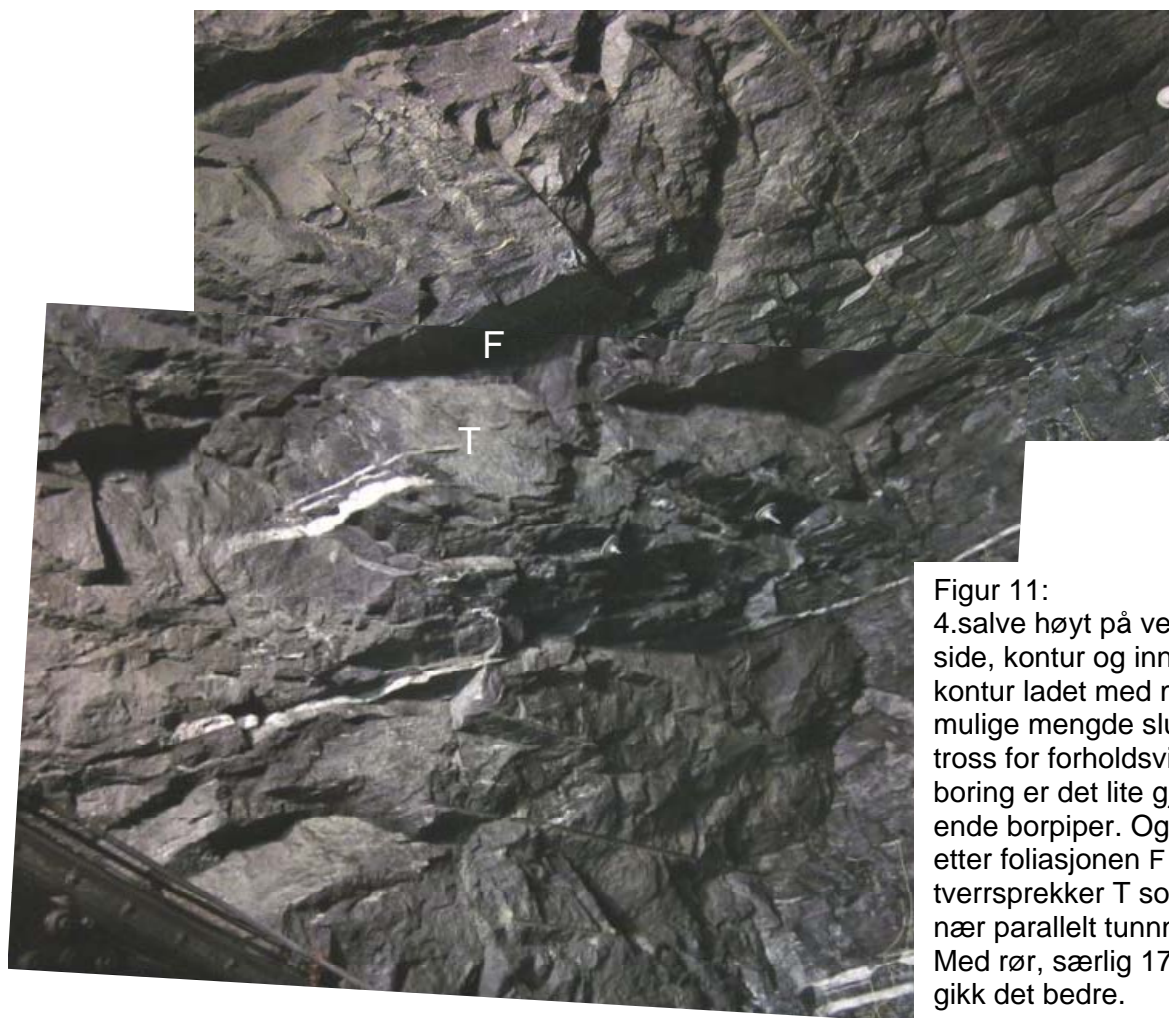
Over brøkstreken velges, etter beregning av deelementene, en konstant som skal sørge for at TCI-verdiene får en stor nok spredning til at ulike tilfeller kan vurderes mot hverandre.

Det vil bli alt for omfattende å benytte denne metoden for evaluering i disse for så vidt enkle konturforsøkene og det er dermed heller ikke gjort. Et verktøy er imidlertid foreslått og vi viser til avhandlingen og inkluderte fagartikler.

## 11. FØRSTE FORSØKSSERIE; KONTUR 1 med SSE-SLURRY Salvene nr. 1, 2, 3, 4, 5 (ca.profil 847-873)

8. desember stod stuffen på ca.profil 847 i en båndet amfibolitt av god kvalitet og under tørre forhold (bergklasse B). 5 salver med slurry også i konturen, fram til ca.profil 873 den 13.des.

*Bergarten er en mørk, middelskornet granat-amfibolitt med en varierende grad av bånding med eller uten foliasjonsoppsprekking. På grunn av det til dels høye granatinnholdet har bergarten vært hard å bore i samtidig som den viste seg både tungsprengt (gått mye sprengstoff, problemer med kutten, lite framkast) og tunglastet (kompakt røys). Amfibolitten har i tillegg høy egenvekt.*



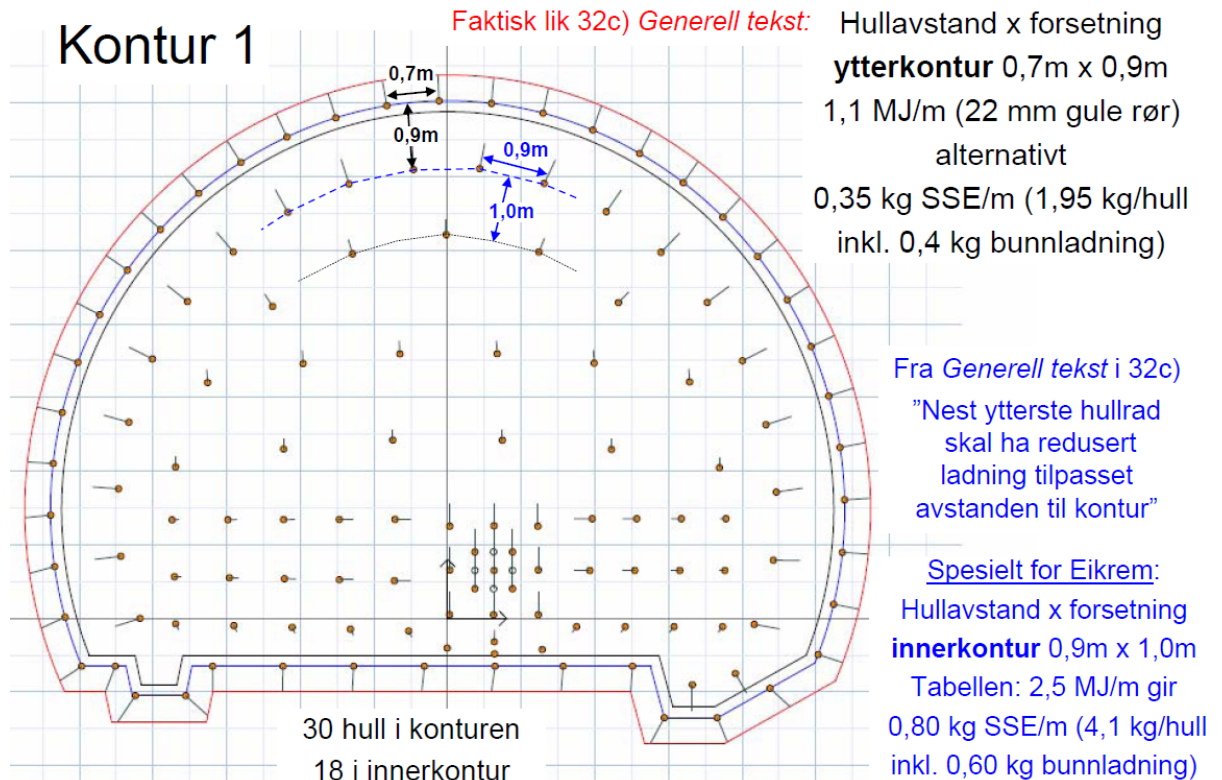
Figur 11:  
4.salve høyt på venstre side, kontur og innerkontur ladet med minste mulige mengde slurry. Til tross for forholdsvis god boring er det lite gjenstående borpiper. Og utfall etter foliasjonen F og tverrsprekker T som står nær parallelt tunnelen. Med rør, særlig 17mm, gikk det bedre.

*Foliasjonen er et av sprekkesettene, men oppsprekkingsgraden varierer fra kun bånding og 0-2 sprekker pr. meter, til soner og partier med inntil 8-10 sprekker eller mer pr. meter. Et bølgende på planstrukturene er også vanlig. Det kan være noe glimmer, endog mulig kloritt, men ikke leire. Pegmatitter og større kvartsårer forekommer.*

*Tunnelen drives mot N135°Ø (dvs mot SØ), foliasjonen stryker ca. N35-40°Ø med 25-60° fall mot NØ, dvs mot driveretningen. Sprekkesett som kutter foliasjonen står ganske ofte med høy vinkel til denne, men her på Eikrem følger de nær samme strøkretning og har et vertikalt til steilt fall (60-90°) både mot NØ og SV. De er utholdende, noe bølgende, har bare sporadisk med tynn leire. Sprekker med nær samme retning som tunnelen er som regel mindre utviklet, ofte ru/hakkete og vipper rundt vertikalplanet, men det er unntak (se figur...).*

Beregnete  $Q$ -verdier på strekningen ligger akkurat innenfor hele intervallet 4-40, dvs fra lavt i bergklasse C (middels) til øverst i bergklasse B (god), se tunnelkart som vedlegg 2. Det dårligste partiet er der nær skifrige soner krysser assymmetrisk over tunnelen ved 855-60.

Konturkvalitet dreier seg meget om borenøyaktighet og mannskapenes motivasjon for minst mulig overmasse. Første salve ble boret med unøyaktig ansett og ganske stor stikning (ca. 60 cm), og med i tillegg hard lading ble resultatet deretter. Gjenstående borpiper er et tegn på skånsom sprengning og her var bare ca. 20% av boret lengde synlig som halvpiper i konturen.



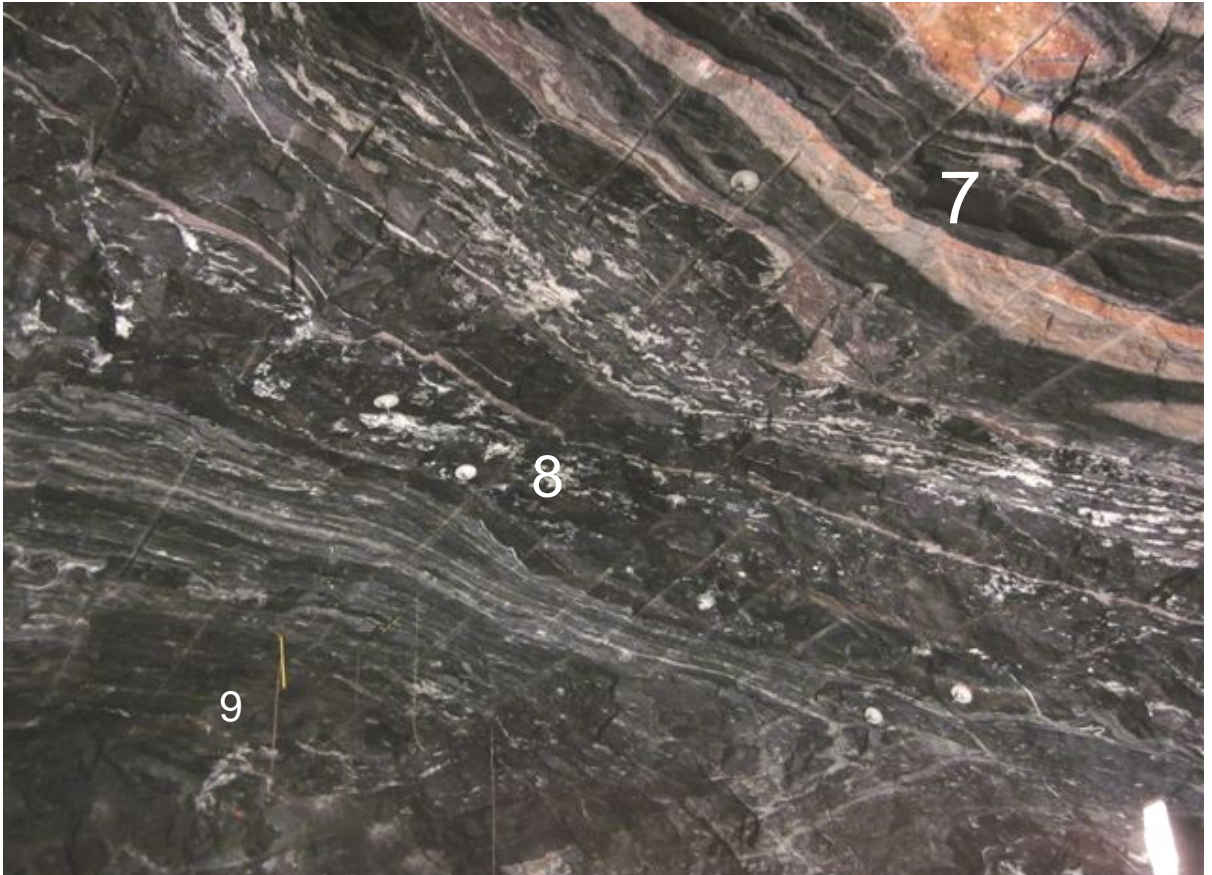
Figur 12 Borplan for "Kontur 1" med hullavstand x forsetning lik 0,7m x 0,9m i kontur (30 hull ekskl. hjørner) og 0,9m x 1,0m i nest ytterste rast (20 hull). Totalt 128 ladete hull og 4 grovhull.

På neste salve var nøyaktigheten adskillig forbedret og profilerte overmasser sank fra ca. +60 til rundt +35, det tilsvarer ca. 25 fm<sup>3</sup> eller 45 m<sup>3</sup> tunnelstein (som er 4-5 ekstrabilen pr. salve, omregningsfaktor 1,8 fra Hb025). Det ble brukt noe mindre sprengstoff i to ytterste rasterne, men fortsatt er det for mye. Her er det nok nøyaktigere boring som er avgjørende. Etter første salve økte gjenstående borpiper fra ca.20% til 25-35% av teoretisk boret lengde.

Siste salver var med 2,8-2,9 kg/hull i konturen og med en anslått 0,5 kg bunnladung blir det ~0,55 kg/m, godt over planlagt og antatt tilstrekkelig mengde. Innerkonturen ble på sin side ladet med ned mot 4 kg/hull som med antatt 0,6 kg bunnladung er omtrent ihht ladetabellen.

## 12. ANDRE FORSØKSSERIE; KONTUR 1 med GULE 22 mm RØR Salvene nr. 6, 7, 8, 9, 10 (ca.profil 873-899)

Siden det ikke var mulig å komme lavere med slurry i konturen ble det etter 5 salver besluttet å gå over til gule 22 mm rør, ihht ladeplanen for kontur 1 (tilsvarende 0,35 kg slurry/m). Det ble brukt 5 gram detonerende lunte og varierende bunnladning (se tabell 2). Innerkonturen ble ladet med 4-5 kg slurry/hull, dvs. litt over og litt under mengdene oppgitt i ladetabellen. Det ble på stoff oppgitt ca. ½ til ¾ time mer ladetid grunnet rørene (lengde 1m).



Figur 13 Hengen 7., 8. og 9.salve i båndet amfibolitt/amfibolittisk gneis med innslag av marmor øverst til høyre på bildet. Det er normalt lettere å få til en god kontur i heng enn vegg og vederlag.

*Fortsatt amfibolitt som etterhvert blir mer gneispreget med tydelige bånd og slirer av lysere materiale. Fra profil 870-875 til 885-890 er det foldet inn lag av "uren", gulrosa marmor og gneis. Foliasjonen står omtrent som før, men er noe steilere med 50-60° fall fra stoff. Det er tydelige folder inne i foliasjonen. Tverrsprekkene er omtrent som før.*

*På slutten av strekningen dreier foliasjonen over til et slakt fall mot venstre. En flakig oppsprekking kombinert med steile/vertikale sprekker langs tunnelen fører til litt mer utfall i venstre heng og høyt i vederlaget. Generelt har bergkvaliteten vært god, med Q-verdier som svarer til øvre del av bergklasse B ("godt"). Bergarten er en båndet, "slirete" amfibolitt, se bilde figur 13.*



Figur 14 Høyt på høyre side av 7.salve ca.profil 878-883. Mange borpiper, men også utfall og gjenstående knøler. På denne strekningen er marmor-holdig gneis foldet inn i amfibolitten.

*Omtrent ved 875 krysser tunnelen en 5 cm tykk leirsleppe som ligger i foliasjonen. Med godt fjell på begge sider får den liten betydning (kun et lite utfall) for gjenstående kontur. Det var heller ikke omskyting her. Strekningen med lysere gneis og marmorsoner syntes å være mer "konturvennlig", det var lite utfall og jevnere klipping mellom konturhull.*

Tre første salver gikk uten omskyting av gjenstående knøler, men det var litt omskyting på de to siste salvene, totalt sett ikke ulikt slik det også var før forsøkene. Derimot er gjenstående berg åpenbart mindre skadet (med unntak av veggene) med 40-60% av boret lengde stående igjen som halvpiper i konturen, uten tegn på den overlading som kommer så klart fram på fotografiene i figur 26. Foto av 7.salve på figur 15 viser at veggene fortsatt er for hardt ladet.

Bunnladning eller ikke i konturen var opp til bas og det ble prøvet forskjellig, fra kun tenner uten primer til en dynamittgubbe. Det syntes ikke å være mye forskjell, men blir det for mye innspenning/forsetning innerst i konturen kan det stå igjen noen cm/dm om bunnladning ikke brukes. Det ble iallfall til 1/6 rør DynoRex som bunnladning ved bruk av gule og orange rør ut forsøksperioden. Stod det igjen "rester" av hullbunnene ble disse pigget før spettrensket. Bunnladning innerkontur antas rundt 0,60-0,65 kg SSE-emulsjon, som Orica oftest har som utgangspunkt her.



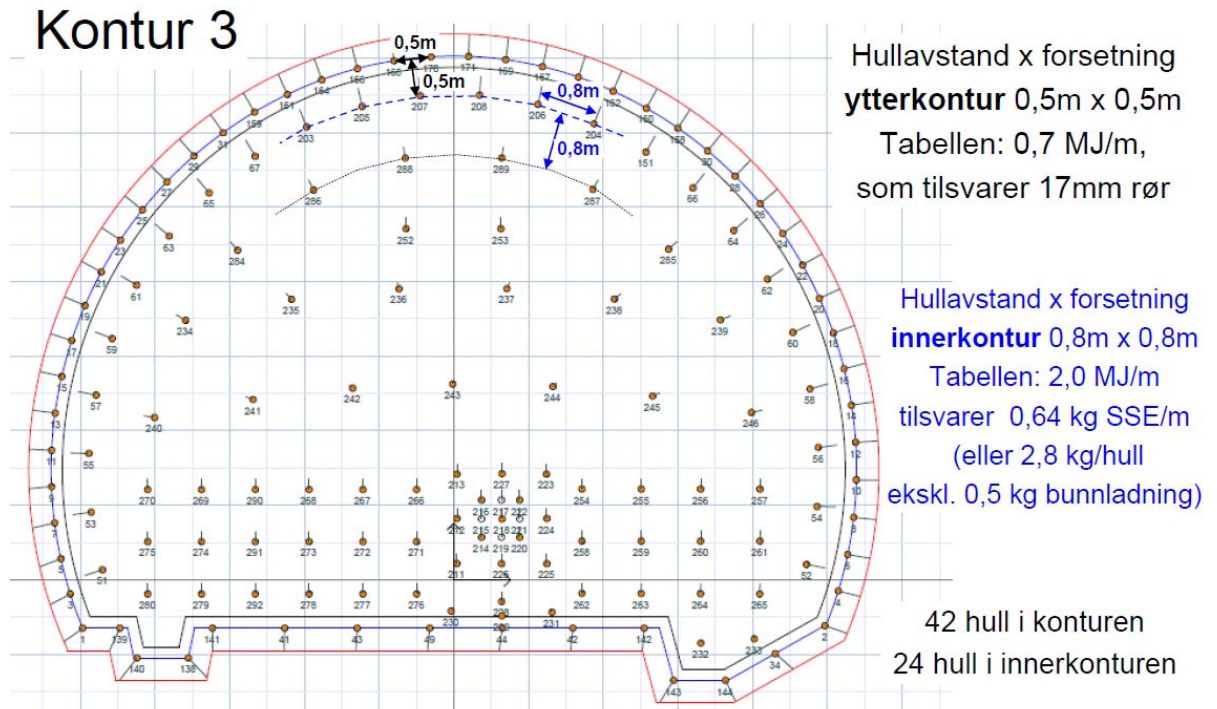
Figur 15 Høyre side 7.forsøkssalve 878-883. Ingen gjenstående borpiper i veggen, kun lyst, knust berg som viser hvor hullene sto. Lenger opp står borpipene nesten uskadet igjen (gule rør).

### **13. TREDJE FORSØKSSERIE; KONTUR 3 m/ORANSJE 17mm RØR Salvene nr. 11, 12, 13, 14, 15 (ca.profil 899-925)**

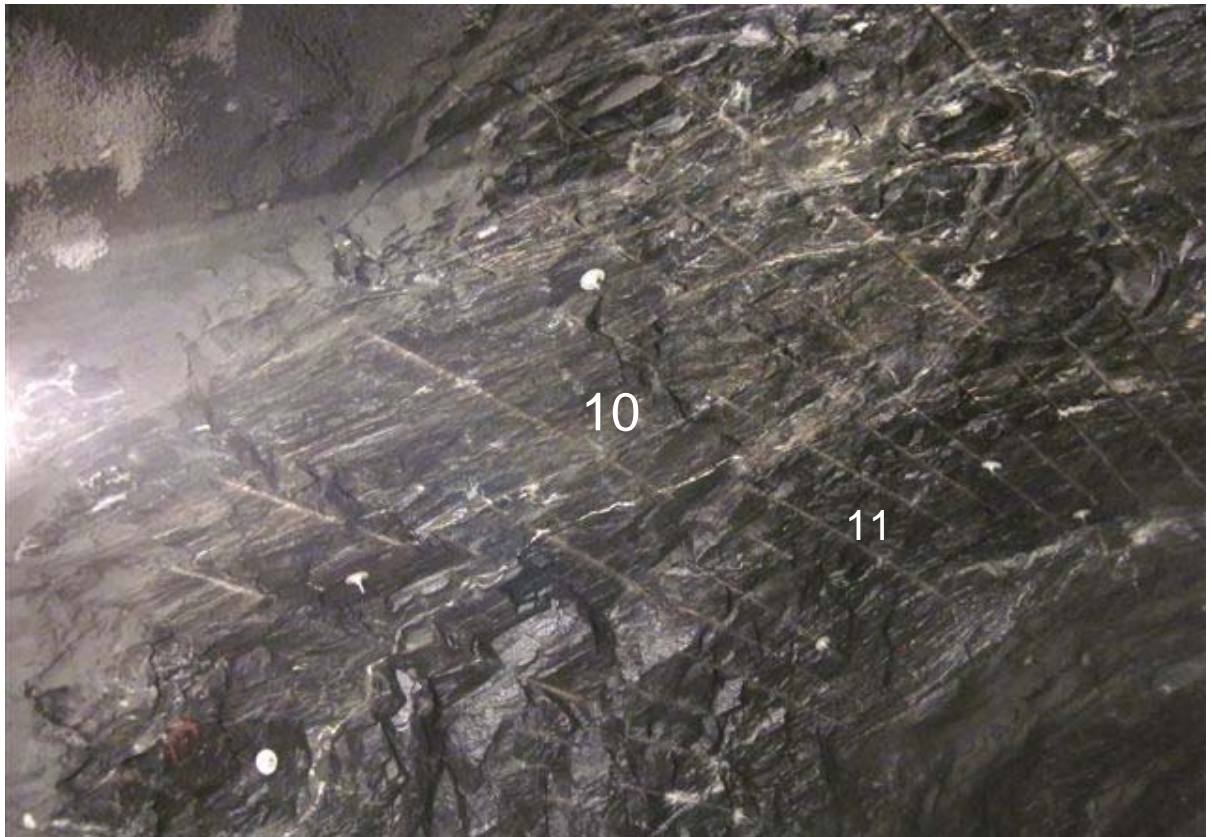
Det ble drevet 5 fortløpende salver med kontur 3. Det ble på stuff oppgitt ca. 1– 1½ time mer ladetid grunnet rørene i forhold til bare slurry i alle hull, så de var ikke populære. Rørene er også kun snaut halvmeteren lange, de må enkeltvis skjøtes og knyttes/teipes til det.lunte. Som bunnladning ble det benyttet 1/6 DynoRex 32 mm (kommer i 1100 mm lengder).

Det blir ca. 185 x 32 mm, tilsvarende ca. 200 gram og 0,9 MJ. En kan diskutere om dette er i meste laget i salveskjøten for hver 0,5m radielt, men det var nå slik det ble gjort. I høyre side og heng så det ikke ut til å gjøre mye skade, men større forsetning grunnet boravvik i venstre side ga mer oppriving her. Å kutte bunnladning helt er nok bare aktuelt om konturhullene er trukket f.eks. en halv meter tilbake (etterslep) i forhold til innerkonturen (minst innspenning).

Resultatet ble bra, med et visuelt fint og jevnt tunnelprofil. Mange gjenstående borpiper tyder iallfall ikke på overlading (unntaket er nedre vegger). Skanning viser allikevel overmasser omtrent som før med kontur 1 og det er nok borenøyaktigheten som avgjør. En bør derimot kunne forvente seg en grunnere skadesone i konturen og trolig derfor også lettere rensk. Sprøytebetongoperatøren var på sin side fornøyd med lett sprøyting; uten skygger og hull å fylle.



Figur 16 Borplan for "Kontur 3" med hullavstand x forsetning lik 0,5m x 0,5m i kontur (42 hull ekskl. hjørner) og 0,8m x 0,8m i nest ytterste rast (24 hull). Totalt 150 ladete hull og 4 grovhull.



Figur 17 Foreløpig siste salve kontur 1 (nærmest, som 10.forsøkssalve) og første salve m/ kontur 3 (innerst), etter vask. På 10.salve er det små utfall og færre borpiper pga. en foliasjon med svakt fall mot venstre kombinert med tverrsprekker langsetter tunnelen (var også vanlige på salvene før). På 11.salve (nå kontur 3) er profilet gjenopprettet og beholdes også videre. Større, eventuelt også ugunstig rettet oppsprekking fordrer flere hull og svakere lading pr. hull for å opprettholde tunnelprofilen (borenyaktighet spiller selvfølgelig også inn).

Med gule rør var det stadig litt utfall fra venstre heng og vederlag, men med tettere boring og svakere lading pr. hull fikk vi tilbake profilet (figur 16). Høyeste antall gjenstående borpiper ble da også registrert med kontur 3 (rundt 60% av teoretisk boret lengde).

*Fortsatt båndet amfibolitt eller amfibolittisk gneis. Slakt 10-15° fall mot venstre, men etter hvert faller foliasjonen 25-30° fra stoff igjen. Bergmassen er vurdert til klasse B ("godt").*

*To sprekeretninger utenom foliasjonen; steile sprekker nesten tvers av tunnelen og nesten rett fram. Begge retninger med både moderat og steilt fall. På 14.salve har tverrsprekkene på tvers av tunnelen tynn, hvit, bløt sprekketrylling (kalspat?) og bølgende forløp. Ved 925 høyre er det en liten forkastning som over hengen går over i flere bølgende, enkeltsprekker med litt leire og antatt kalkspat (vedlegg 6). Smale skifrige soner i foliasjonen.*

#### **14. FJERDE OG SISTE FORSØKSSERIE; KONTUR 1 m/GULE RØR Salvene nr. 16, 17, 18, 19 (ca.profil 925-945)**

Forsøkene ble avsluttet med 4 salver kontur 1 igjen, de siste dagene før jul. Resultatene her ble omtrent som på forrige runde med gule rør. 16.salve ble avtalt med gule rør helt ned i vegg, det ble en liten omskyting i høyre vegg. De tre resterende fikk 3 kg slurry pr. hull i veggene, ingen omskyting. Alle konturhull med rør fikk 1/6 DynoRex bunnladning. Innerkonturen ble konsekvent ladet med 4 kg slurry, så vidt lavere enn ladetabellen. Gjenstående borpiper ned til 35-55% av teoretisk boret lengde.

*Fortsatt amfibolitt, men mindre utpreget bånding og foliasjon. En noe øket oppsprekking gir overgang til bergklasse C ("middels") som også fører til et mer småhakkete profil. Innslag av uregelmessig pegamtitt, men også innen foliasjonen, inkludert noe som trolig er innfoldet marmor. Foliasjonen faller svakt til moderat fra stoff.*

#### **15. BORING I FULLDATAMODUS**

Boring i automodus skal teoretisk være raskere og mer nøyaktig enn manuell boring. Raske og kraftige borhammere borer fort et hull ferdig før operatøren rekker å manuelt posisjonere en annen bom og vil således fort komme på etterskudd. Inne i salva er det uproblematisk, men ute i konturen kommer bom, guider og borutstyr lett bort i bergveggen lenger bak om operatøren ikke styrer selv etter de faktiske forholdene, blir det sagt. Automatikken blir derimot brukt til flytting rundt, men ansett og vinkling gjøres manuelt og nøyaktigheten blir dermed sterkt personavhengig. En eldre, sliten og kanskje også dårlig vedlikeholdt borrhigg ville heller ikke hjulpet.

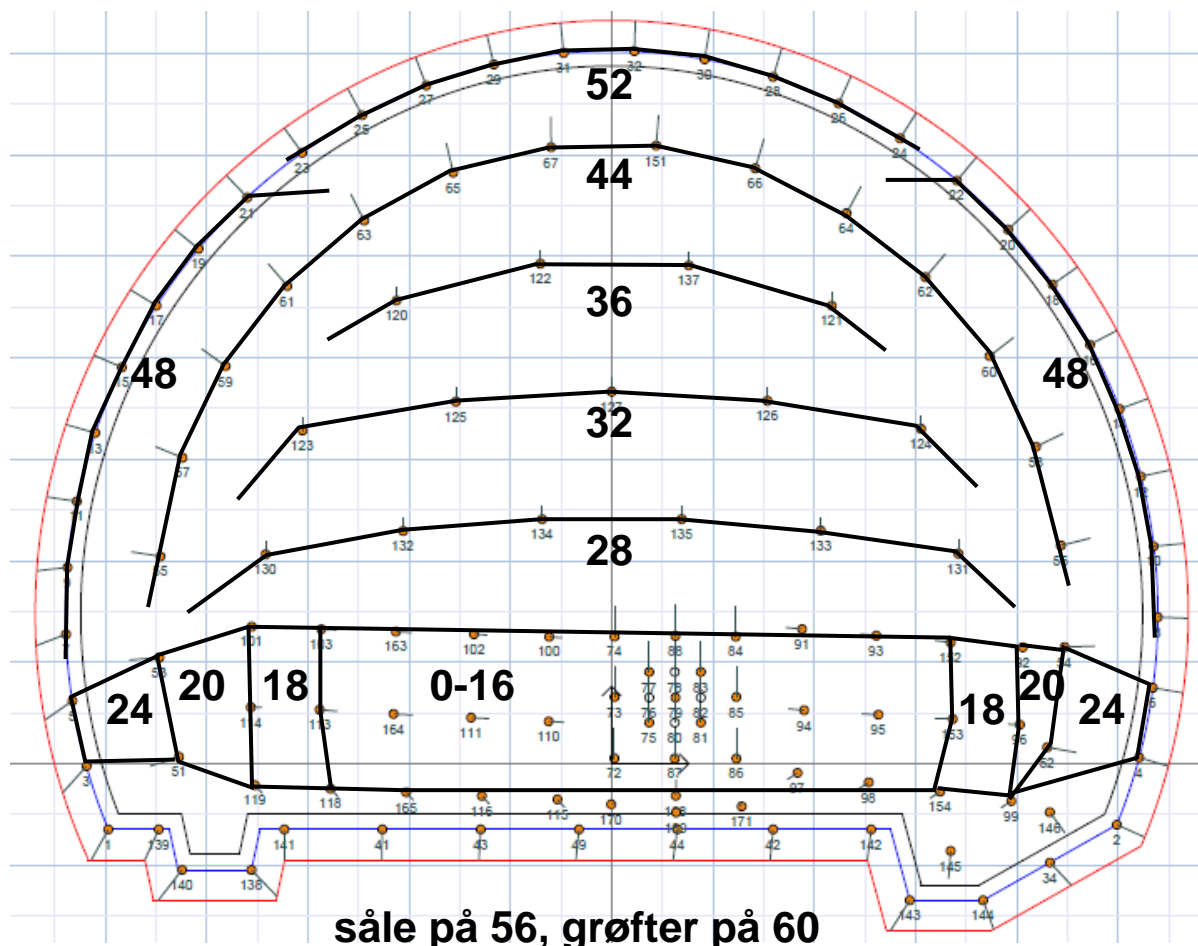
Her er det en utfordring til utstyrproduzentene, og mulig vil bedre konturkvalitet på sikt fremme autoboring.

#### **16. TENNINGSREKKEFØLGE**

Figur 18 nedenfor viser en skjematisk tennplan for kontur 1, uten bunter og blokker (kontur 3 følger samme prinsipp). Typisk er at bunnsalva strosses helt ut til vegg før oversalva kommer etter. Såle/grøft går til slutt, men kunne også vært tatt etter rett bunnstrossen. Konturen er for øvrig her delt på to intervaller.



En kan absolutt diskutere å la bunnstrossen bare gå ut til maksimalt nest ytterste rast for å skåne veggen mest mulig og la denne bli en del av kontursprengningen. Veggene blir kraftig opprevet nettopp fordi de må lades hardt for å få dette innspente berget ut. Forsøk i Eikremstunnelen med rør helt ned var ikke populært, fordi det ble for svakt med bor/tennplanen vist nedenfor. Flere ganger stod veggene igjen, med rask bemerkning fra laster.



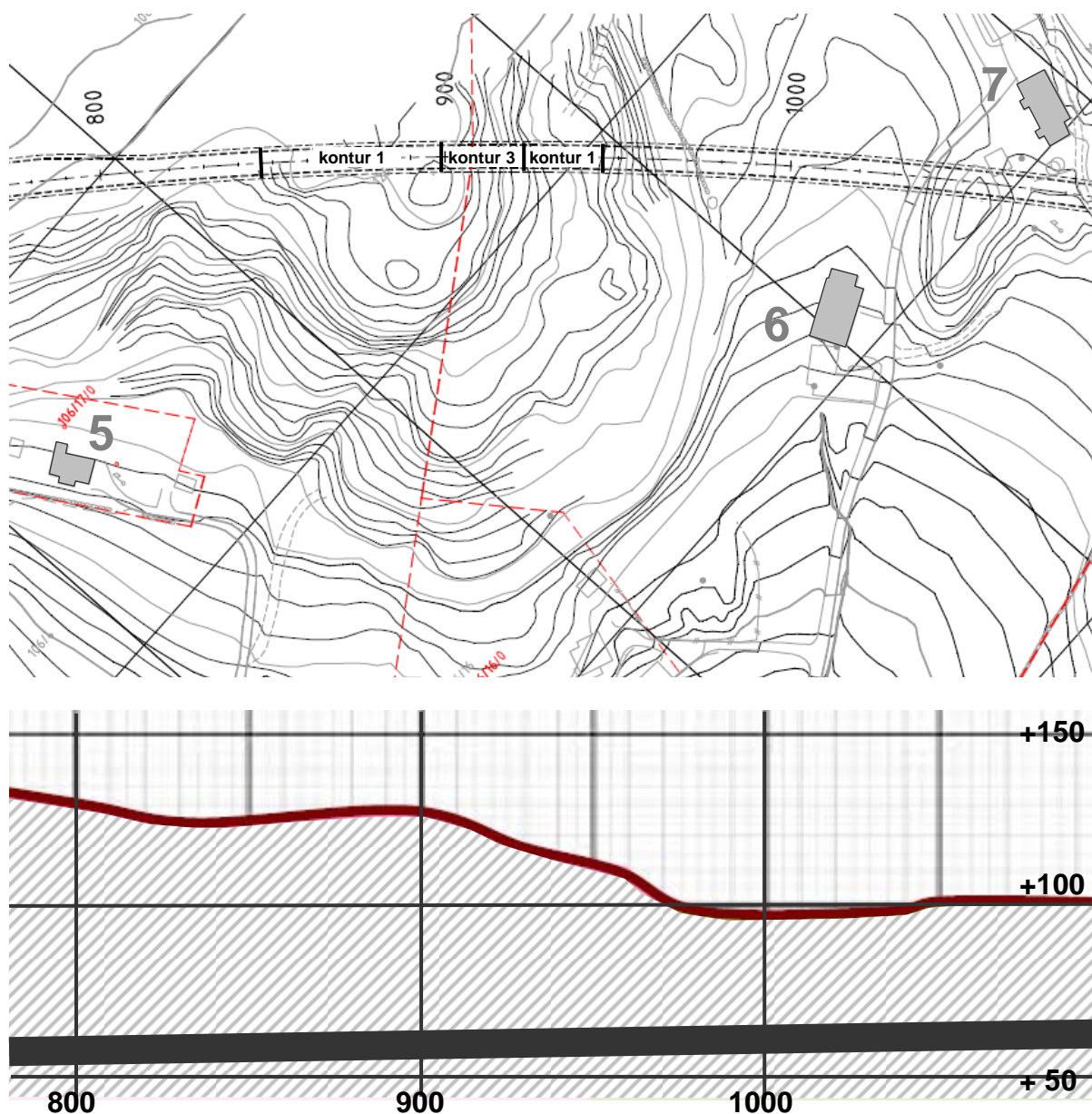
Figur 18 Skematisk tennplan fra forsøkssalvene. Bunnstrossen går helt ut i veggene før stross oppe og såle/grøft til slutt.

## 17. RYSTELSER

Som nevnt har ikke rystelser vært noe tema for disse forsøkene, for eksempel om det skulle være andre rystelesesmønstre/verdier for salver med alternativ kontur (forsøkssalvene) enn ”normalsalvene”. Det ble derfor ikke satt opp målere nær stoff i tunnelen, vi har kun verdier fra prosjektets egne målere i dagen. Avstand fra stoff til målere har vært i størrelsesorden 100-150 meter (figur 19).

Rystelsene har vært gjennomgående lave:

- måler 5 synker fra 8-9 til 2-3 mm/s i forsøksperioden, den fjernes etter salve 10
- måler 6 monterer 13/12; øker fra ca.2 mm/s til ca.5 mm/s i løpet av forsøksperioden
- måler 7 monterer s.d.; øker fra ca.1 mm/s til ca.4 mm/s i løpet av forsøksperioden



Figur 19 Plassering av rystelsesmålere 5, 6 og 7 nær forsøkene.

## 18. LADING MED RØR og litt om detonerende lunte

Det er benyttet gule Dynotex 2 rør (22x1000 mm) og orange Dynotex 1 rør (17x460 mm) på henholdsvis kontur 1 ( $c/c=0,7m$ ) og kontur 3 ( $c/c=0,5m$ ), med en energi (kJ/m) som svarer til beskrivelsen i tabell 1. Sprengstoffet i Dynotex 1 er litt kraftigere enn i Dynotex 2\*), men pga. rørdiameteren frigjøres allikevel mindre energi pr. meter borhull med Dynotex 1 enn 2.

Det er avgjørende at det brukes detonerende lunte langs hele ladestrengen. Brukes ikke lunte risikerer en at mye av sprengstoffet ikke blir omsatt og står igjen i hullene eller går i røysa (jfr forsøkene på Kvivsvegen), uansett blir det mye knøl og omskyting. Leverandøren Orica anbefaler 5g eller 10g lunte.

\*) 3,4 MJ/kg mot 2,8 MJ/kg, se ellers vedlegg 7 med produktdatablader.



Figur 20 Gule 22 mm rør (Dynotex 2) og orange 17 mm rør (Dynotex 1) fra Orica. Blå og hvite rør ble ikke benyttet her.

Siden lunta alltid er langt raskere enn kontursprengstoffet blir sistnevnte side-initiert, ikke fra enden av strengen. Følgen er en noe lavere effekt fordi sprengstoffet ikke kommer opp i full hastighet. Effekt-tapet er ikke ubetydelig. Orica opplyser opptil 40-50% reduksjon på SEE-slurry og anbefaler vanligvis ikke lunte her, men i enkelte tilfeller skal det allikevel ha vært vellykket.

Her i Eikremtunnelen er det benyttet E-Cord 5 gram siden den allerede fantes på anlegget for å binde sammen Nonel-buntene før tenning. Riktignok er 10g lunte beskrevet i kontraktens E-kap, men siden dette ikke var i strid med leverandørens anbefalinger (Orica) ble 5g godttatt. Andre leverandører (som Eksplosiveservice) antyder at 5g kan være for lite og leverer 12g Detonex for rørladninger.

Lunta kan anvendes med rør på flere vis, men for å sikre detonasjonsoverføringen helt ut skal det være god kontakt med hvert enkelt rør i hele rørstrengen. Det beste er da å tape lunta til hvert enkelt rør over noen cm's lengde. Rørladninger er i seg selv tidkrevende og det brukes som regel enklere metoder; et halvstikk på hver rør under innskyvning av rørene eller bare å slynge lunta uvørent rundt rørene i en ujevn spiral innover i hullet.

Alle tre metoder er sett i bruk her, men det er ikke med så få salver grunnlag å se hva det gir av ulike resultater, iallfall ikke når en ikke har sett spesielt på denne problemstillingen. Det synes åpenbart at første metode med tape er best mens sistemetoden virker mest tvilsom, spesielt med kun 5g lunte. Vi holder det for sannsynlig at 10g lunte tapet til hvert rør ville gitt mindre "støvelskaft" og færre uomsatte rør, men har ingen statistikk eller observasjoner på det.

Detonerende lunte (med PETN, pentritt) har 2-3 ganger så høy detonasjonshastighet som rør med "nitroglykol-holdige pulverrecepter". Høy detonasjonshastighet i kombinasjon med lav vektstyrke pr. meter ladning er skånsomt for tilgrensende fjell mht sprekkdannelse. Dessuten øker sikkerheten ved initiering og detonasjonsstabiliteten i rørladninger med lav diameter.

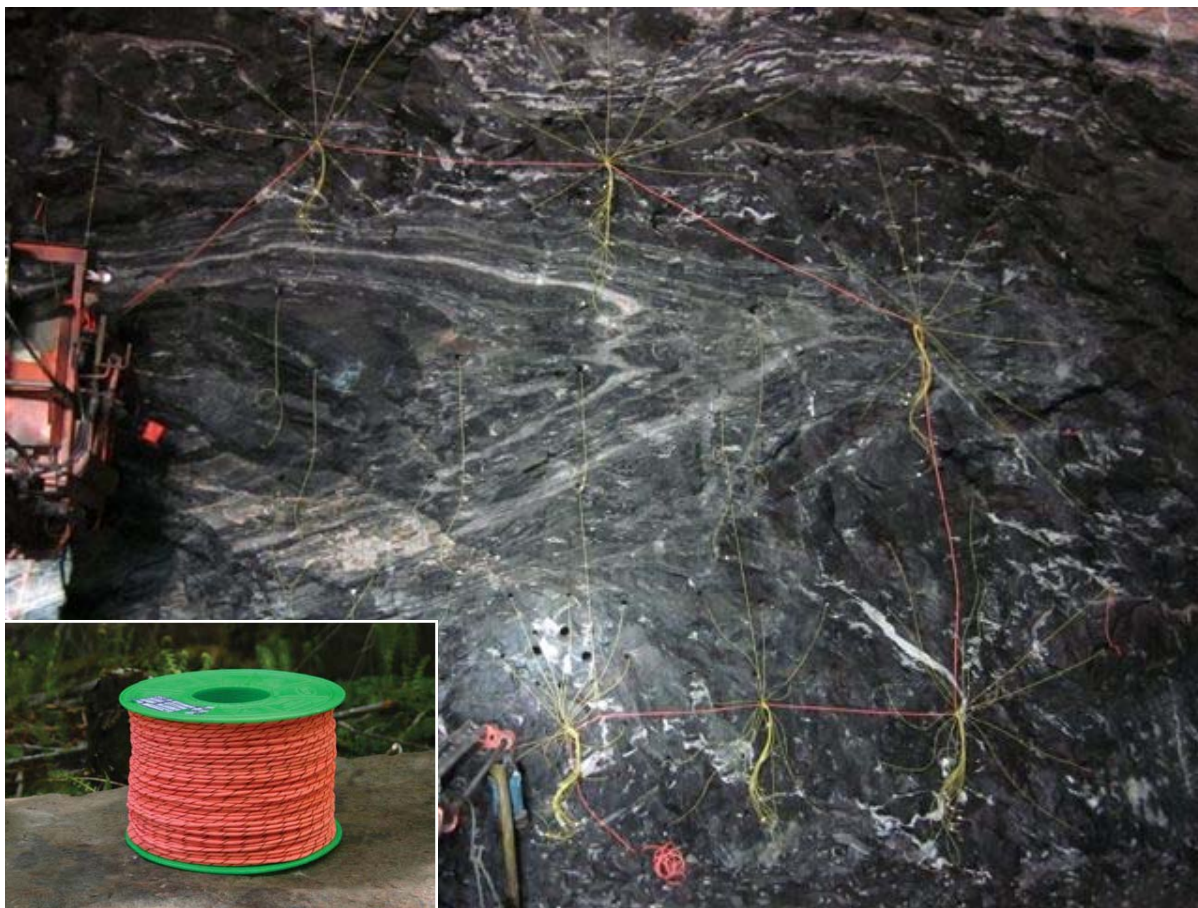
Lunte grovere enn 20g er i følge DSB – Direktoratet for Samfunnsikkerhet og beredskap ikke tillatt å bruke ved sprengning under jord. Årsaken er at slagømfintlige sprengstoffer ikke skal

gå i knuseverket. Det er forståelig men allikevel synd, siden det er svært gode erfaringer med bruk av kun 80g detonerende lunte ved kontursprengning i tunnel (Jensen & Hansen 2010).

I forhold til slurrylading er det tidkrevende å skjøte rør +lunte og skyve inn i hvert enkelt hull. Tunneldriverne hos Mika snakker om rundt én time ekstra (i forhold til slangelading) for gule rør og omtrent 2 timer ekstra for orange rør. Med rutine er det håp om nedkorting, og en vil anta at tidsforbruket siden på lasting (mindre overmasser), pigging og spettrensk går ned. Det vil også være fordeler for senere sprøyting (mindre ruhet → mindre betong, lettere sprøyting med færre ”skygger”). Mindre bolting forventes også.

Sprengstoffprodusentene oppfordres til å komme med mer anvendelige sprengstoffløsninger, det burde verken ta lang tid eller være særlig kostbart.

En annen sak er at det er mer avgasser fra rørladninger enn slurry. Benyttes det kun slurry kjøres det inn med en gang for lasting, ved bruk av også rør venter en gjerne 10-15 minutter.



Figur 21 5g detonerende lunte benyttet som ringlunte på stuff 888.

## 19. LADING MED SLURRY

I dag foregår nesten all tunnelsprengning med SSE-slurry raskt og effektivt gjennom slange fra laderigg, også i konturen. Lademengden i konturhullene reduseres i forhold til de andre hullene (strenglading), men i ulik grad fra anlegg til anlegg. Standard oppgitt fra Orica er 400g bunnlading (grunnet en innlagt forsinkelse i slangetrekket) og 0,40 kg/m pipelading. For innerkonturen er tilsvarende mengder 6-700 gram og 0,80 kg/m.

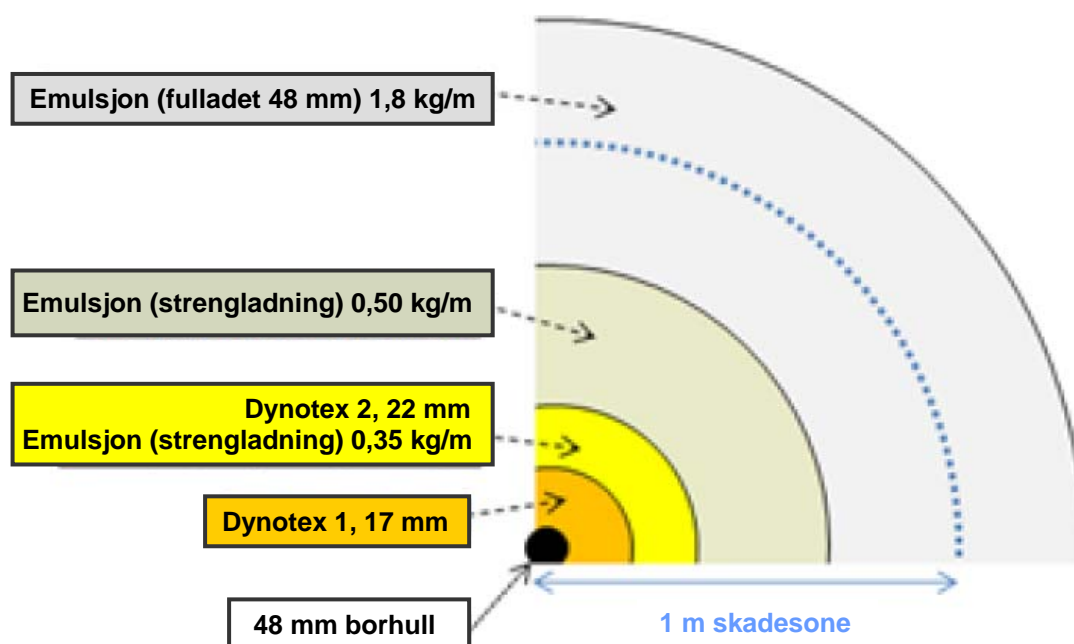
Ved fullading (1,8 kg/m) er det sprengstoffet som presser ladeslangen ut, og legger igjen en forhåndsinnstilt mengde. Operatøren kan også trekke slangen manuelt ut og fordele en gitt mengde over den lengden han omtrentlig vil ha det spredt.

Prosesskoden 025 sier "... tilsvarende maks 22 mm rørladninger." som er 0,35 kg slurry/m (forutsetter gule Dynotex 2). Uten bunnladning er dette i underkant av 1,6 kg pr. konturhull. Bunnladningen som omhyller primereren er imidlertid viktig for full omsetting av strengen og teoretisk totalmengde blir i underkant av 2 kg. I praksis lades det som regel mer (Jensen & Hansen 2010). 2,5 kg eller mer ikke uvanlig. Det er flere årsaker.

Strengen blir ikke alltid jevntykk, ujevnheter i borhull og utstyr kan forårsake tynnere partier der detonasjonen faktisk kan stoppe opp. Problemet øker med minkende diameter. I tillegg vil sprenggasser/påvirkning fra andre hull i salven lettere klippe av en tynn streng enn en tykk og detonasjonen avbrytes, med gjenstående hull og knøler ("støvelskaft") som resultat. Ved vann i borehullene blir ujevn slurryfordeling enda mer kritisk.

Tykkere streng gir mindre omskyting, men skadeomfanget på gjenstående berg øker. I følge Olsson m.fl. 2008 vil en økning fra 0,35 kg/m til 0,50 kg/m øke skadesonen/sprekkelengden med 50%. Se også Jensen & Hansen (2010), Fauske (2009). Et fulladet hull har skadesone på opp til 1,5 meter, bunnladningen bør dermed ikke overdrives! (figur 22) noe som lett kan gjøres dersom slangen får litt slakk ved start bunnladning.

Enda verre blir det dersom det bores unøyaktig med ujevnt sprikende hull som kompenseres med enda mer sprengstoff. Unødvendig stor bunnladning øker også skadene som naturlig nok skjer i salveskjøtene. Noen laderigger er heller ikke riktig innstilt og gir feil mengder. Rigger på dette anlegget ga f.eks alt for mye sprengstoff før den er "innkjørt", se avsnitt ..., og selv etter det kommer ikke mengden under 2,8-2,9 kg/hull. Problemet kan "løses" midlertidig ved å lade hull i innersalven først.

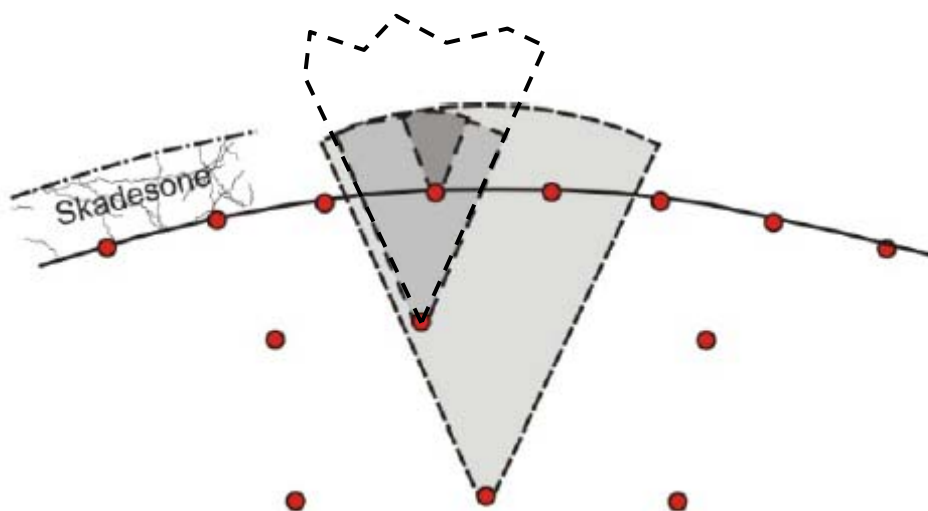


Figur 22 Skadesone for 48 mm borhull ved bruk av ulike sprengstoffer. Ikke eksakte verdier (figur hentet fra Olsen 2010). Dette er nettopp de sprengstofftypene som ble benyttet i Eikremtunnelen.

Generelt kan en si at dersom en lader med slurry også i konturen bør en søke å komme fram til en optimal mengde pr.meter ved en gitt hullavstand/forsetning i kontur og innerkontur, dvs nok til å unngå knøler og omskyting men heller ikke så mye at gjenstående berg skades unødige. En forutsetning er at laderiggen alltid er riktig kalibrert og både viser sanne verdier og gir rette mengder.

Som Jensen & Hansen (2010) oppsummerer, strenglading med slurry er rask og effektiv, men har noen ulemper som ikke sikrer optimal kvalitet på konturen. Med strengere krav til kontur oppfordres leverandørene til alternative løsninger som ikke overlader konturen. Lading med dagens korte rør er tidkrevende/dyrt og detonerende lunte >20g er forbudt.

Brøndbo (2011) har friske innspill på moderne tunneldriving med effektivt utstyr og slurry kontra gamle dagers tunnelsprengning, og er verdt å lese, inkl. motinnleggene i fagpressen.



Figur 23 Lademengden må tilpasses avstand til kontur, det hjelper ikke med redusert konturlading om innerkonturen overlades. Figur fra Jensen & Hansen (2010), noe endret.

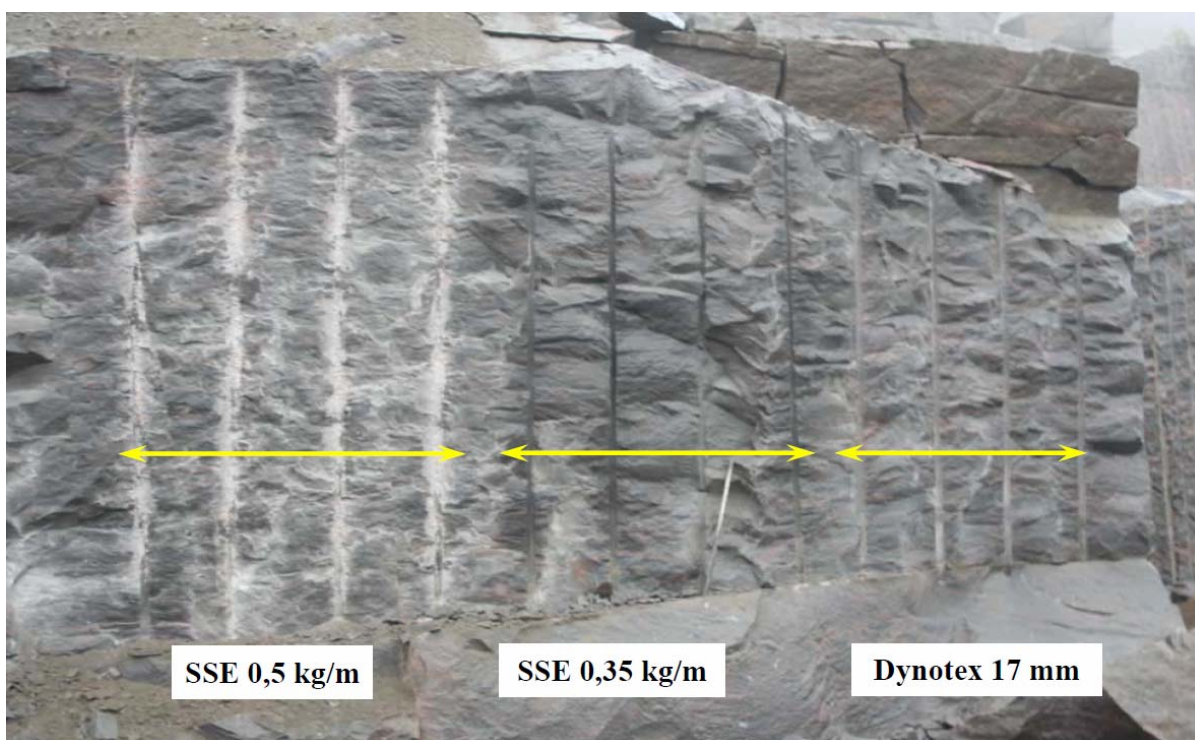


Figur 24 15X150 mm primer for tenning av SSE bunnladning. Denne legges i slange-åpningen før ladeslangen føres til bunns.

Rapporten tar også opp problemet med avkutting av SSE-strengen fra sprenggasser/sjokk fra nabohull innenfor konturen, som fører til gjenstående knøler og ”støvelskaft”. En tynn streng kuttes lettere av enn en tykk streng og entreprenøren kompenserer med mer slurry pr. meter for å redusere problemet (også Fauske 2002). Strengen er dessuten ikke alltid like jevntykk og en tynn OG ujevn streng kan faktisk få partier med en diameter mindre enn sprengstoffets kritiske diameter slik at detonasjonen avbrytes av den grunn.

Swebrec og Orica gjennomførte 2001-2008 et forskningsprogram med sprengningsinduserte sprekker i gjenstående berg, hvorav siste delrapport (Olsson m.fl. 2008) bl.a. konkluderer med at ved økning fra 0,35 kg til 0,50 SSE/m øker sprekkelengden 50 %, vann i borehullene dobler sprekkelengden (betydning for hull på synk i nedre del av salva) og at samtidig tenning er viktig for å redusere oppsprekkingen. Selv 0,35 kg/m kan gi oppsprekking inntil 0,7 m utenfor kontur (Saiang 2008).

Samtidig menes bokstavelig og da er det bare elektroniske tennere som gjelder. En sprekke-dannelse må ikke nå nabohullet før dette også går av og da må en ned på bedre enn ett milli-sekund spredning. Ved vanlige Nonel-tennere kan en også tenke seg at hull i innerkonturen faktisk går av før hull i ytterkonturen dersom unøyaktigheten slår maksimalt uheldig ut.

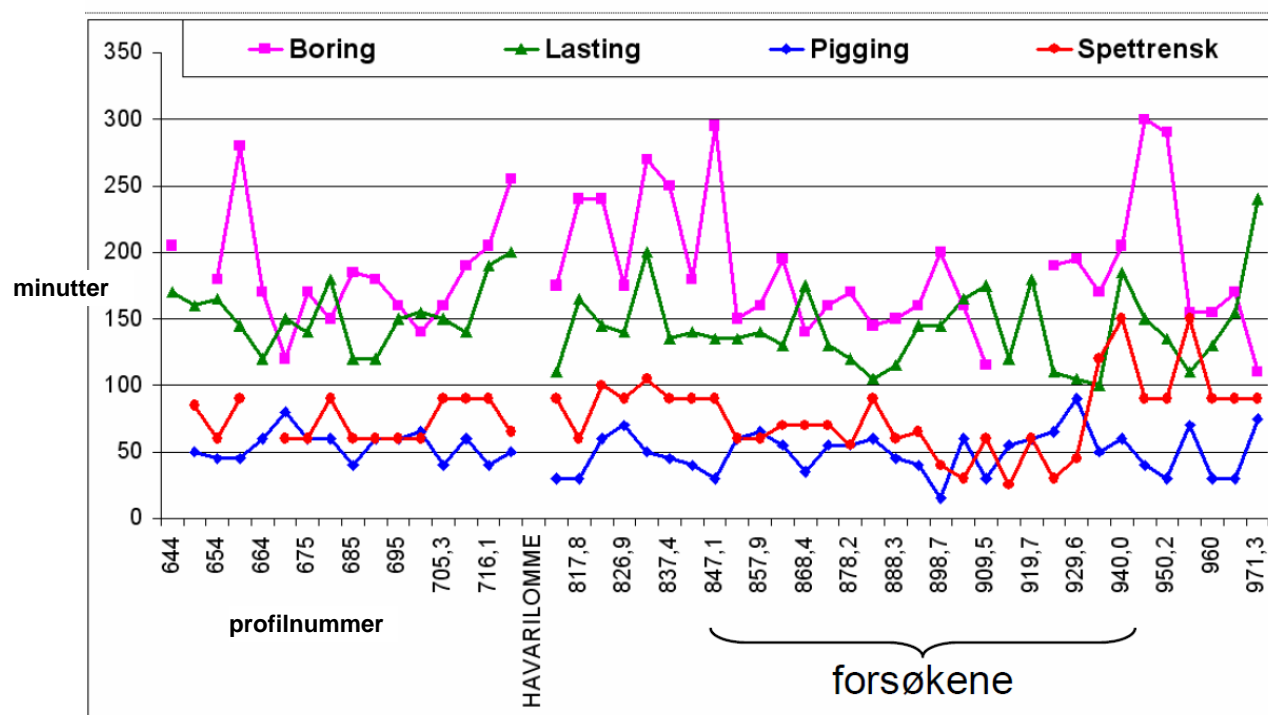


Figur 25 Bare fra 0,35 til 0,5 kg SSE/m er det tydelig forskjell mht sprengningsskader, utseendet til de 4 hullene til venstre er typisk for hull som er ladet unødvendig hardt. Et fulladet hull (som f.eks en bunnladning) med 1,8 kg/m har en anslått skadesone på omtrent 1,5 meter (figur 36 fra Olsson m.fl. (2008))

## 20. TIDSFORBRUK

Én hensikt med forsøkene har vært å sammenligne tidsforbruket på alle driveprosessene (som salveboring, lading, pigging, spettrensk, utlasting) før og etter forsøkssalvene. Entreprenøren skulle notere seg dette og satset på bruk av registreringen i skiftrapportene. Diagrammet vist som figur 26 nedenfor er basert på ukjeskjemaene til Mika.

## Tidsforbruk i minutter for ulike prosesser, langs tunnelen



Figur 26 Tidsforbruket på driveprosesser som salveboring, lasting, pigging, spettrensk før, under og etter forsøkene. Ladetiden er ikke direkte registrert.

Diagrammet har desverre begrenset verdi. Det er mye sprang som må skyldes tilfeldigheter og forsinkelser (strømbrudd, maskinhavari etc), og en må også anta unøyaktige oppføringer siden notering av tidsforbruket ikke ble nok vektlagt.

2½ time spettrensk er ikke sannsynlig og inntil 5 timer boring må skyldes avbrudd underveis. Videre er det pussig at boretiden synes kortest under forsøkene selv om en nettopp her burde vente seg det motsatte. Det må skyldes tilfeldigheter. Ladetiden er ikke direkte registrert men kan beregnes omtrentlig fra borlogg (avsluttet boring) og salvetidspunkt. Det kan nevnes at det på stoff ble snakket om ½ til ¾ time og 1-1½ time ekstra for henholdsvis gule og orange rør.

En kan allikevel merke seg at bare under forsøkene har spettrensk kommet ned i en ½ time. Det skal også sies at inndriften i uka med bare forsøkssalver var på høyde med inndriften før forsøkene, og faktisk tangerte den tidligere rekorden for maks ukeinndrift som var 52 meter.

Skal registrering av tid med tanke på forskjeller mellom forsøksdriving og ”vanlig” driving ha noen hensikt må tidsforbruket nitidig noteres hele tiden, gjerne til 5 minutters nøyaktighet, og ikke f.eks. omtrentlig etter hukommelsen når skiftet er over. Det var tilfeller der tidspunkt i ukeskjemaene overhode ikke stemte med egne notater.

Tradisjonelt har basen i norsk tunneldriving en sterk posisjon, i motsetning til utlandet der det meste avgjøres og beskrives på kontoret, og på grunnlag av omfattende forundersøkelser. I Norge dreier diskusjonen seg ofte om bergsikringen og der har basen siste ord mht. arbeids-sikring og sikkerhet for egne folk på stoff, men allikevel i ønsket samråd med byggherrens personell og egen ledelse.

Dette gjelder også boring og ikke minst lading.

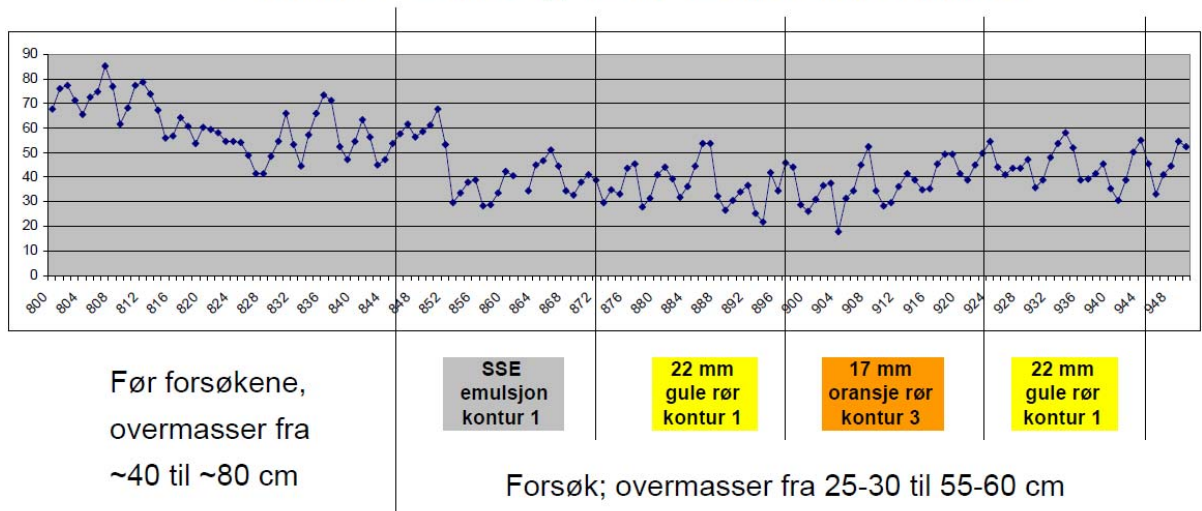


## 21. LITT MER OM FORSØKENE

19 salver med fokus på nøyaktig boring, mindre forsetning i ytre raster og svakere lading pr. hull ga – ikke overraskende – god konturkvalitet med jevnt profil, lite sprengningsskader og mindre overmasser. En slet imidlertid fortsatt med gjenstående knøler og omskyting.

Bortsett fra cm overmasser er ikke salvene før forsøkene vurdert nærmere mht konturkvalitet, sprøyting pågår fortløpende. 20-25 cm reduksjon overmasse tilsvarer 20-25 fm<sup>3</sup> pr. salve, eller 35-45 m<sup>3</sup> tunnelstein, dvs. omtrent 4 færre lastebillass å kjøre ut.

### Overmasser/berg i cm vs. profilnummer



Figur 27 Overmasser fra skanning profil 800-950, inkludert forsøksperioden 847-945 vist som cm fra prosjektert kontur (dvs inkludert +15cm ansettlinje). Det er en reduksjon på omtrent 20cm.

Tabell 2 i avsnitt 10 gir en oversikt over sprengstofforbruk, overmasser og synlige borpiper i alle forsøkssalvene.

Første serie med slurry i konturen viser at riktig boring og rett lading er viktig. Salve nr.1 er ikke bare unøyaktig boret, men også hardere ladet enn de andre med mye overmasser som et av resultatene. En må anta mye skader på gjenstående berg. Uansett ga laderiggen for mye slurry og forsøkene fortsatte med gule rør.

Andre serie med gule rør ga like mye overmasser som de siste salvene med slurry, men det var langt flere borpiper å se. Profilet syntes mye jevnere, men dette er ikke tallfestet. Data fra skanningen foreligger fortsatt (som en punktsky, med cm overmasser beregnet), men er ikke videre bearbeidet. Konturering hadde f.eks vært en mulighet.

Tredje serie med orange rør og tettere boring gir synlig fin kontur. Overmassene er fortsatt av samme størrelse, trolig er det boringen som setter begrensningene; det er vanskeligere å bore mer nøyaktig innenfor gitte rammer (slik som krav til produksjon, tungt/kraftig utstyr).

Jevnere, uskadet tunnelprofil må føre til kortere pigging og spettrensk. Det kan dessverre ikke dokumenteres (forrige avsnitt), men det ble flere ganger sagt av mannskapene på stoff; tiden på rensk går ned. Sprøyteoperatøren var også meget fornøyd med enkel sprøyting og jevne flater. Lading med rør tar på sin side mer tid, mye mer mht orange rør.

Forsøkene skulle i minst mulig grad forstyrre regulær drift. Det var én uke med bare forsøks-salver (uke 50) som endte med tangering av den tidligere ukerekorden; 52 meter (profil 868-920, endog med 4 salver tidkrevende kontur 3 og oransje rør).

## 22. HVA KUNNE VÆRT GJORT ANDERLEDES?

Det er med slike forsøk alltid noe som kunne vært gjort på en annen måte. En har vel sjelden tenkt på alt. Noen momenter med kommentarer følger:

1. Ladeenheten med SSE-slurry ble ikke kontrollert/kalibrert før oppstart forsøk
2. Tidsforbruk alle prosesser skulle vært notert mer nøyaktig
3. En enda bedre gjennomgang med tunnelbasene, også hver enkelt for seg
4. Kontursprengning burde vært ført helt ned i sålen
5. Rapportering for hver salve mht lading og tenningsrekkefølge
6. Skanning av tunnelprofilen
7. Bemanning

1) Laderiggen ble ”uteglet”. Det viste seg at den ikke kunne gi mindre enn 2,8-2,9 kg/hull som med antatt 0,40 kg bunnladung blir hele 0,56 kg/m pipeladning, godt over sprengstoffstyrken (eller energiinnholdet) i avtalt ladetabellen som er 0,35 kg slurry/m. Slurry var kun tenkt brukt i kontur 1. Orica var visstnok ikke klar over at det skulle kjøres forsøk, men det er uansett viktig at alle aktører involveres og at alt utstyr fungerer som det skal.

2) Tidsforbruket på alle driveprosesser skulle noteres ned, men det kan ikke overlates kun til en normal basrapportering. Den blir for unøyaktig, med mindre det ikke konsentreres spesielt på tidsbruken. Noen må faktisk stå med klokke og notere start/stopp alle prosesser, stopptid og heft underveis trekkes fra i ettertid.

3) Enhver bas har sine måte å gjøre sakene på. Selv om alle har den samme borplanen settes det av og til ekstra hull, eller noen hull kuttes ut. Lading og tenningsopplegg/rekkefølge vil også skje utifra personlige erfaringer/preferanser og kan endre seg fra salve til salve avhengig av resultater og endringsvilje. Skal resultatene kunne sammenlignes bør salvene være skutt på nogenlunde samme vis.

Berget endrer seg også underveis og det *blir* prøving/feiling for å oppnå best resultat. (Best resultat er ikke nødvendigvis at profilet er jevnt og uskadet, men at massene raskt kan kjøres ut, ingen omskyting og tidligst mulig i ny salveboring. Men det er viktig å se *alle* prosessene under ett, det kan spares på utkjøring, rensk og sikring.)

En enda tettere diskusjon med basene om boring og lading, både i forkant og underveis, kan tas, gjerne på brakka for i tunnelen blir det dårlig med tid.

4) Kontursprengning skal gjelde helt ned i veggen (helst også hele vegen rundt, se avsnitt 25 om såle/grøft) og dette må diskuteres og gjøres klart på forhånd slik at bor/lade/tennplan i det hele tatt gjør det mulig. For enkelte slutter all kontursprengning oppe i veggen.

5) Avtalte planer skal følges og hvis ikke skal alle avvik rapporteres, eller helst én rapport for hver salve i forsøksperioden.

6) Hva slags skanning, og når, avtales og følges opp. Her ligger resultatene som mengder av digitale data, avhengig av utstyret og bruken av det. En klar plan for hva som skal gjøres og presenteres er en fordel.

7. Det må settes av nok ressurser til oppfølging av forsøk, dvs nok personer som har avklart/ fordelt hva som skal gjøres, og tid/vilje til å gjøre det. Kostnader og kostnadsfordeling også. Dette gjelder både utførende (entreprenør) og kontrollerende (byggherre/forsøkspersonell).

## 23. ANBEFALINGER

SSE-bulkemulsjon er effektivt, men strengladning er ikke optimalt for konturkvalitet grunnet behov for en viss strengtykkelse og nødvendigheten av minst 0,40 kg bunnladning. Begge deler sikrer detonasjonen langs hele strengen, men fører også til større skade på gjenstående berg (utvidet skadesone, opprevet salveskjøt).

Sprengstoffprodusenter og –leverandører oppfordres til å presentere egnet kontursprengstoff. Det burde ikke ta lang tid, spesielt om store aktører som f.eks. Statens vegvesen og Jernbaneverket presser på. Korte rør på ½ og 1 meter er håpløst tungvinte. Det finnes f.eks et produkt som heter Riosplit på markedet, et pølsestreng-lignende kontursprengstoff (ammoniumnitrat-basert water-gel) med innebygget detonerende lunte (vedlegg 7).



Figur 28

Kontursprengstoffet Riosplit (Riogur), bilde fra Produktinformasjonen

80-100 gram detonerende lunte kan vurderes på nytt, den er fortsatt tillatt over jord. Forsøk har vist at iallfall med elektroniske tennere omsettes all lunte (Jensen & Hansen 2010, som også foreslår flere prosjekter med forsøk på 80g-lunte).

Elektroniske tennere er fortsatt meget dyre, forbruket er jo lite. Større produksjon vil på sikt gi lavere priser. I kontur teller samtidig tenning. Elektriske tennere skal være mer nøyaktige enn Nonel, og brukes i utlandet nettopp av den grunn (Japan?). En skal imidlertid merke seg at elektroniske tennere ikke er et tryllemiddel, det hjelper lite dersom bormønster og lading innenfor konturen ikke er gjennomtenkt. Konturen kan like gjerne ødelegges fra disse hullene også.

Kunnskapen for å få god kontur finnes, fordelene er alle enige om og en kan diskutere hvor mange flere forsøk som egentlig er nødvendig. En avtale om flere kontursprengningsforsøk ble allikevel gjort på StorKrifast (mars 2011). Her skulle entreprenøren få godtgjørelse for oppnådd resultat (mindre enn +40, +35 og +30 cm overmasser pr. salve gir kompensasjon, økende med synkende cm), men ingen oppskrift på hvordan det kan/skal gjøres.

Tunnelen kom dessverre inn i dårligere fjell med behov for stadig spiling og det ble ikke noe av disse forsøkene.

I andre land som f.eks. Sveits beskrives ikke i detalj hvordan salva skal bores og lades, det er resultatet som teller, ikke hvordan en kom fram til det. På sikt blir det kanskje også slik her, iallfall om det etter hvert skal helstøpes. Entreprenørens fortjeneste kan ligge i innsparingen på konstruksjonsbetongen, evt en kompensasjon/"bonus" for jevn kontur.

Inntil videre kan tunnelsprengningen beskrives bedre, med klare, oppfølgbare krav til både utførelse og dokumentasjon. Her er eksempel på tekst som kan tas inn i D-kapittelet under spesiell beskrivelse i Hb025:

- Veggene skal kontursprenges helt ned til sålen. (Bunnstrossen skal mao. avsluttes absolutt senest i flukt med innerkonturen).
- Hullavstand/forsetning i konturen (også sprengstoffmengde) er gitt i nåværende 025, men nest ytterste rast (innerkonturen) bør også bestemmes, *med en gitt mengde sprengstoff*, f.eks tilsvarende 0,70 kg slurry/m. Nær parallelle hull i to ytterste raster (gjerne ta eksempelet fra kontur 1 i Eikremtunnelen).
- Det kan også bes om pris på flere alternativer kontur, inkl. tilpasset innerkontur.
- For alle salver skal ansettnøyaktighet og retningsavvik ved ansett for alle konturhull dokumenteres.
- Rett/symmetrisk, gjerne skålformet stuff skal tilstrebes, dvs. bunn konturhull skal ikke avvike mer enn +/- 1,0 meter (eller mindre) i tunnelens lengderetning. Blir avviket større skal det skytes opprettingssalve uten tilleggskostnader for byggherren.
- Hull i kontur og innerkontur trekkes bakover for mindre innspenning.
- Byggherren involveres i utarbeidelse av bor/lade/tennplaner.
- Grøft/såle skal vies oppmerksomhet, som en del av kontursprengningen. Oppgraving og kontroll.
- Sprengstoffbruket skal dokumenteres, iallfall i de to ytterste (og konturskapende) rastene.
- Minst mulig, evt ingen, bunnladning i konturen (avhengig av sprengstoff og borplan).
- Ved rørladninger skal 10 gram detonerende lunte benyttes, tapet til hvert enkelt rør.
- Overmassene skal dokumenteres i cm (her kan bonus/trekk komme inn, evt. som +/- i forhold til en bestemt profilklasser).
- Kontroll av tunnelprofilet skal utføres fortløpende ved hjelp av laserprofilering, og *før* påføring av sprøytebetong.
- All dokumentasjon (gjerne opplisting) overleveres byggherren fortløpende, hvor ofte og i hvilken form vil avhenge av type dokumentasjon.
- Det kan legges inn en godtgjørelse ("bonus") for godt oppnådd resultat, det spørres om trekk er like virkningsfullt. ...

Det begynner nå å dukke opp mer utfyllende spesielle beskrivelser i nye tunnelkontrakter. Her beskrives bormønster/lading detaljert, salvene skal planlegges i fellesskap, det er krav til dokumentasjon og oppgjøret avhenger av resultatet. Et eksempel er nye E6 langs Mjøsa.

## **24. DRIVING ETTER FORSØKENE**

Mika valgte å fortsette med kontur 1 på nyåret og utover vinteren, nå med SSE-slurry i alle hull. Disse salvene ble ikke fulgt spesielt opp med tanke på konturkvalitet. Siste radielle foto til mosaikk inkluderer de to første salvene på nyåret. Gjenstående borpiper er målt til rundt 30% av teoretisk boret lengde, omtrent som i starten av forsøkene der det også ble brukt slurry i konturen.

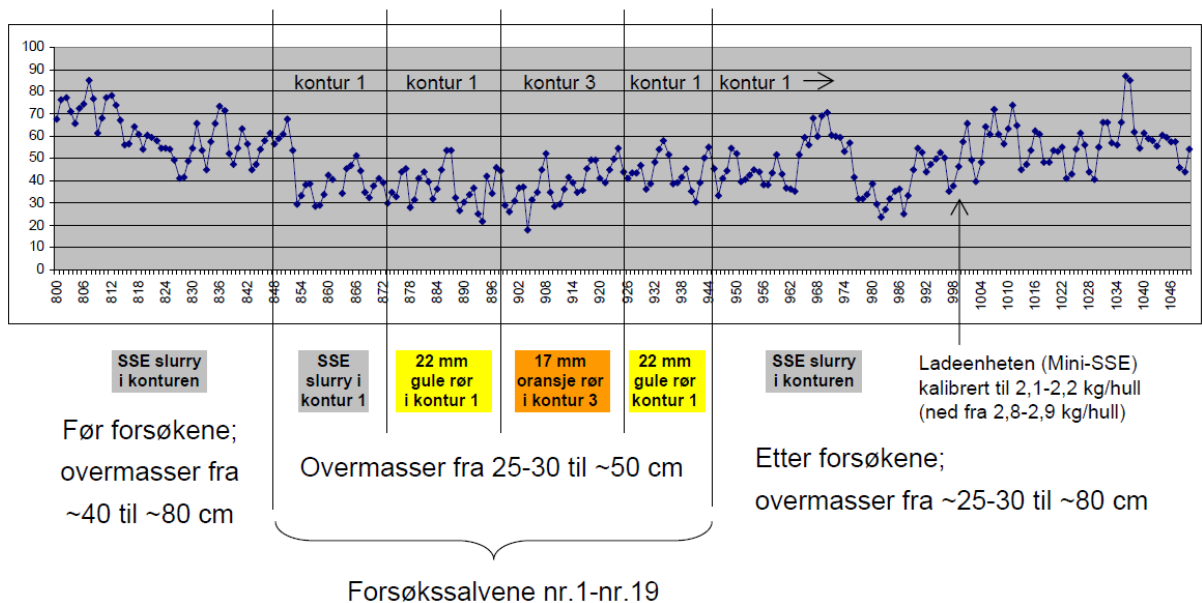
I følge kontr.ing.dagbok ble berggrunnen (overveiende amfibolittisk gneis) etter hvert mer båndet og skifrig med nær horisontal foliasjonsoppsprekking og glimmerrike soner. De første 100 metrene etter forsøksslutt hadde en ganske variabel overmasse, fra 25-30 til opptil 75-80cm, gjennomsnittlig mer enn hva som ble oppnådd i desember (figur 29). Det skal ikke spekuleres på årsakene til dette.

12. januar ved ca.profil 1000 kom Orica og skiftet ut både uttrekksmekanisme og slanger. Ladeenheten ble deretter kalibrert til å legge igjen 2,1-2,2 kg SSE-emulsjon pr. hull i kontur (det minst mulige på denne riggen) og 3,8-3,9 kg pr. hull i innerkonturen. Slurrymengde og -fordeling pr. hull skulle da bli:

Kontur: 0,40 kg bunnladning og (2,15-0,40)kg/4,4m  $\approx$  0,40 kg/m pipeladning  
 Innerkontur: 0,60 kg bunnladning og (3,85-0,60)kg/4,3m  $\approx$  0,76 kg/m pipeladning

som omtrent tilsvarer energiinnholdet anvist i ladetabellen (tabell 1). Størrelse bunnladning og streng pipeladning er oppgitt av Orica som et vanlig utgangspunkt og antas benyttet her. Sprengstoffbruket skal ha gått ned fra over 900 kg til under 700 kg for en normalsalve T8,5, boret etter planen med kontur 1.

### Overmasser/berg i cm vs. profilnummer



Figur 28 Overmasser fra skanning profil 800-1050, inkludert omtrent 20 salver etter forsøksperioden 847-945. Merk kalibrering ladeenheten ved ca.profil 1000.

## 25. SÅLE/GRØFT

Kontursprengning må også gjelde såle og grøft, men vanlig praksis her er få hull kompensert med god lading og dyp stikning for å være sikker på at ikke noe ikke står igjen. Det er ingen som verken bryr seg eller kontrollerer såle/grøft allikevel, med mindre massene må skiftes ut (pga. svake, oppknuste, telefarlige bergarter) og elendigheten kommer til syne.

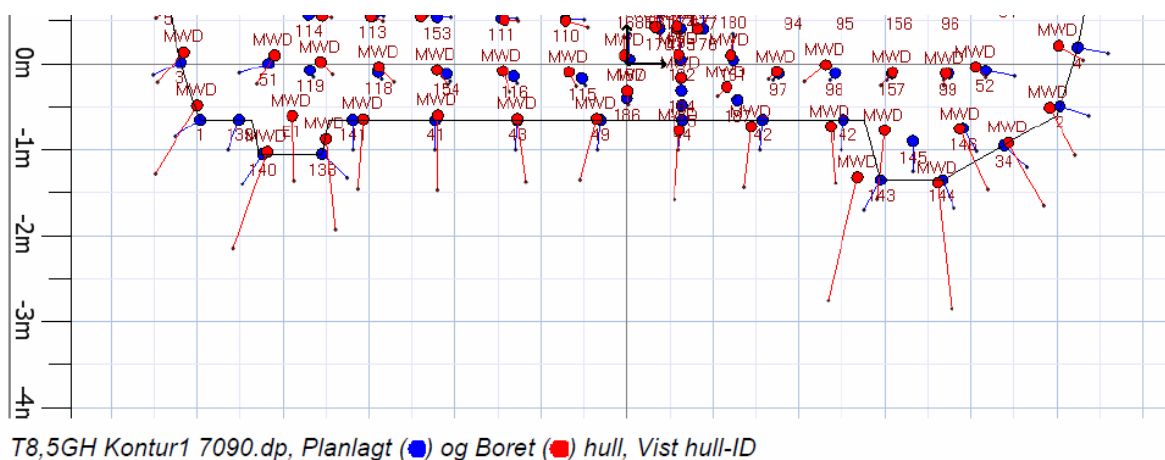
Åpenbare ulemper er vannansamlinger og faren for å skyte i stykker en evt. injeksjonsskjerm, særlig når det opereres med svært strenge innlekkasjekrav.

Løsningen er tilstrekkelig med hull, også her boret etter planen, og at det graves opp såpass langt bakover at bommene kan legges ned til riktig vinkel. Dette er selvfølgelig tidkrevende.

Figur 29 nedenfor viser at selv om entreprenøren gjorde seg god flid med den synlige delen av konturen gjaldt dette ikke sålen og særdeles ikke grøfta. Vi antar at dette er ganske vanlig for de fleste tunneler under driving.

Kutten er en kraftig påkjenning og også ansvarlig for de høyeste rystelsene. En lavtliggende kutt skader sålen unødvendig mye. Av den grunn kunne både kutt og bunnstross vært flyttet høyere opp, men da mister en fordelen med en praktisk arbeidshøyde fra sålen, uten bruk av ladekorga eller annet utstyr på de høyeste hullene.

Uansett, såle og grøft var ikke tema for disse forsøkene. Det er opp til framtidige prosjekter.



Figur 29 Ekspemmel på boring av såle/grøft, opptil 1,5 meter stikning.

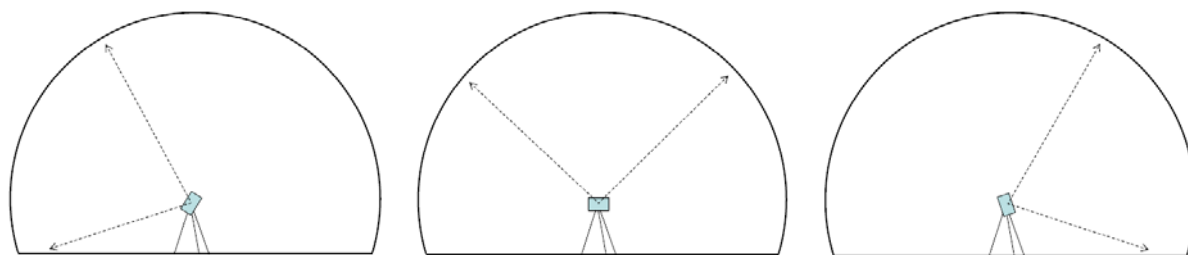
Statens vegvesen Utbygging går inn for samme krav i sålen som i profilet for øvrig. Store sprengningshakk med fare for vannansamlinger og telehiv /iskjøving) aksepteres ikke. Det kan komme krav til oppgraving og kontroll, nødvendig utjevning av salvehakk kan bli en konsekvens, trolig for entreprenørens regning.

## 26. FOTOGRAFERING

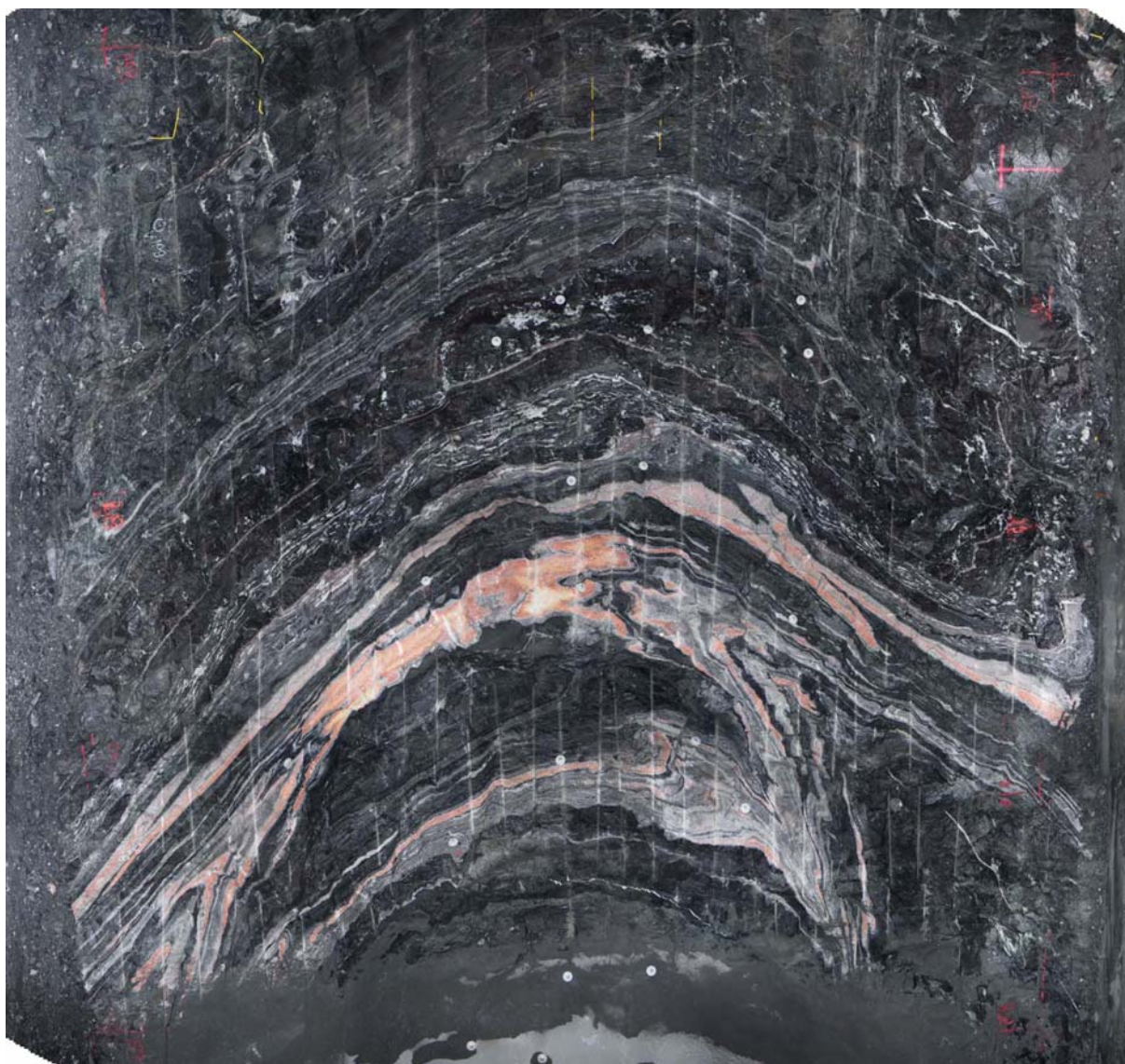
For hver 5.meter langsetter tunnelen ble det tatt radielle høyoppløselighetsbilder med kamera på stativ, før sprøyting men etter vasking (unntatt 1.gang, med dårlig resultat grunnet skittent fjell). 3 bilder pr oppstilling slik som figur 30 viser. Begge vegger var på forhånd merket med profilnummer for hver 5.meter.

Deretter ble bildene satt sammen i Photoshop, én mosaikk før hver sprøyterunde. For så vidt kunne alle bildene vært satt sammen, men da blir filstørrelsen ekstremt stor.

Kameraet var en CANON EOS 5D MK2 med fullformat 24x33mm 21 MPixel databrikke og linse CANON EF 14mm/2,8L USM. Vanlig elektronblits. Stativ med påmontert finérplateboks for kameratet stilles opp omtrentlig i vater og et par innebygde, vanlige bygningslasere viser hvor i tunnelprofilet bildet vil bli tatt. 2 sek. forsinkelse på utløseren hindrer effektivt vibrasjoner. Utstyret var leid av Ivarsen (2010).



Figur 30 Kameraoppstilling ved radiell fotografering for hver 5.meter langs tunnelen.



Figur 31 Ekspemmel på mosaikk fra radiell fotografering på stativ. Bildet er brettet ut med en såle på hver side, akkurat som tunnelkartene i vedlegg ... Derfor er bildet også speilvendt, det er nå slik det ser ut "ovenifra". Bildene har høy oppløsning og også kan brukes til å telle meter synlige borpipler, og dermed regne ut en % av totalt boret lengde som ennå står igjen som halvpipler.

## 27. OPPSUMMERING

Det er gjort forsøk med ulike bor- og ladeplaner under byggingen av Rv.70 Eikremstunnelen på Møre. Det er brukt SEE-emulsjon (slurry), gule 22mm rør og orange 17mm rør i konturen med hullavstand/forsetning fra 0,7m/0,9m til 0,5m/0,5m.

Forsøkene viste – ikke uventet – at selv med dagens kraftige maskiner (høy borsynk, relativt grove, lange hull) gir nøyaktig boring, tilstrekkelig med hull og redusert lading/forsetning en bedre kontur og mindre overmasser. Dette skal igjen føre til mindre rensk, kortere lasting og mindre sikring.

Slurry har fordeler som rask og effektiv lading av alle hull, lite avgasser, men er ikke nær et ideellt kontursprengstoff. Det blir ofte ladet for hardt, både i bunn og langs strengen ellers. Rørladninger gir bedre kontur og mindre belastning på gjenstående berg, men er tidkrevende (og kostbart). Imidlertid førte feil på laderiggen til at slurryen ikke ble prøvet ut ordentlig i disse forsøkene, men sprengstoffmengden vil i praksis ligge over gule rør.

Rørladningene resulterte derimot mindre rensk (pigging, spett) og enklere sprøyting av en slettere kontur. Samlet må dette gi mindre betong og bolting, uten at det ble fokusert på det her. Et relativt lite antall forsøkssalver gir ikke stort grunnlag, selv om tendensen er der.

Produsenter/leverandører oppfordres til å levere et bedre kontursprengstoff for tunnel, rask å lade og som gir den ønskede effekt, og ikke mer.

Det syntes ikke å være noen forskjell i mengde overmasser på slurry kontra rør, her kommer nok boringen inn. Ved siden av redusert lading/forsetning er nøyaktig boring absolutt vesentlig og det spørs om det kunne gjøres mye bedre innenfor rammene på prosjektet (som generelle krav til inndrift, raske/kraftige bormaskiner).

Unøyaktig boring og stor stikning kompensert ved hard lading med slurry slår verst ut på alle felter (overforbruk av sprengstoff, mye masser, lang rensk, mye sikring).

Et steg på vegen mot fullgod kontur er bedre og mer detaljert beskrivelse av hvordan *kontur*-sprengningen skal utføres. Alternativet er å betale entreprenøren for oppnådd resultat uten å bry seg om hvordan det ble gjort, enten ved å måle sluttproduktet (grad av jevnhet, mengde overmasser), eller ved utstøping; gi entreprenøren innsparingen på konstruksjonsbetongen.



## REFERANSER

Brøndbo, Oddvar 2011: "Har vår effektive og moderne tunnelsprengning redusert kvaliteten på våre samferdseltunneler?" Innlegg 11 på Fjellsprengningsdagen 2011. Norsk Jord- og Fjellteknisk Forbund.

Fauske, Arve 2002: "Praktiske erfaringer og muligheter med SSE strengladningssystem". Fjellsprenger'n nr.1, mai 2002.

Humstad, Tore 2007: "Eikremtunnelen på Rv 70 Øydegard-Brunnset. Geologisk rapport for byggeplan." Nr. 2007129523-15 Statens vegvesen Region midt.

Ivarsen, Svein Roger 2010: [www.relevant.no](http://www.relevant.no) (kamera for radiell fotografering i tunnel)

Jensen, Petter & Tom F. Hansen 2010: "Rapport fra forsøk med elektroniske tennere og detonerende lunte ved driving av Jarlsberg-tunnelen. Rapport fra Jernbaneverket, LNS og Nexco.

Kim, Y. 2009: "Tunnel Contour Quality Index in a drill and blast tunnel: Definition, analysis and effects." Ph.D. Thesis. Doktoravhandling ved NTNU, ISSN 1503-8181; 2009:197.

Kirkeby, Terje & Amund Bruland 2010: "Kontursprengning i Fyrdsberg-tunnelen på ny E39 Sunnmøre." Innlegg 16 på Fjellsprengningsdagen 2010. Norsk Jord- og Fjellteknisk Forbund.

Olsen, Vegard 2010: "Kontursprengning – samvirke mellom borhull." Fjellsprenger'n 1/2010 (Orica), s. 50-53.

Olsson, Mats, Johan Svärd og Finn Ouchterlony 2008: "Sprängskador från strängemulsion, fältforsök och förslag till skadesonstabell som innehåller samtidig opptändning". Swebrec report 2008:1, Stockholm/Luleå.

Ouchterlony, Finn, Mats Olsson, & Johan Svärd 2010: "Crack lengths or blast damage from string emulsion and electronic detonators". In "Rock Fragmentation by Blasting – Sanchidrian (ed.). Taylor & Francis Group, London.

Saiang, David 2008: "Blast-induced damage. A summary of SveBeFo investigations. Technical Report. Division of Mining and Geotechnical Engineering, Department of Civil, Mining and Environmental Engineering, Luleå University of Technology, Luleå, Sweden. Report 2008:21.

Saiang, David 2008: "Behaviour of blast-induced damaged zone around underground Excavations in hard rock mass." Doctoral Thesis. Division of Mining and Geotechnical Engineering, Department of Civil, Mining and Environmental Engineering, Luleå University of Technology, Luleå, Sweden. Report 2008:60.

Sanden, Bjarne 1978: "Forsiktig tunnelsprengning." Internrapport nr. 807, Vegdirektoratet (Veglaboratoriet).

Sande, Bjarne 1983: "Kvalitetssprengning i Holmestrandtunnelen." Internrapport nr. 1074, Vegdirektoratet (Veglaboratoriet).



# Vedlegg 1

referat fra Samhandlingsmøte  
mars 2010  
(10 sider)



## Statens vegvesen

### Referat

Dato: (14.- 15.) 09.2010  
Tid: 0900 - 1600  
Referent: Odd Arild Lindseth

Saksbehandler/innvalgsnr:  
Odd Arild Lindseth - 74135944  
Vår dato: 15.09.2010  
Vår referanse:

### **StorKrifast. Samhandlingsmøte mellom byggherre og entreprenør**

**Møte nr:** 4

**Sted:** Oslo, Schweigaardsgate 34 E

**Møteleder:** Odd Arild Lindseth

**Til stede:** Fra Statens vegvesen:  
Ove Nesje 14. sept  
Per Bjørn Gjelsten ”  
Stig Vindenes ”  
Odd Arild Lindseth 14. – 15. sept  
Terje Anundsen ”  
Tor Havnvik ”  
Lillian Todnem ”  
Carina Farstad ”

Fra AF Betonmast/Mika:  
Trond Johansen 14. – 15.sept  
Ulf Theander ”  
Øystein Nordjordet ”  
Mathias Hagestuen ”  
Geir Nilsen ”  
Truls Evensen 14. sept

**Forfall:**

**Kopi til:** Jan Eirik Henning, Carsten Kofoed, Lene Solli, øvrige møtedeltakere

Tirsdag 14. sept.2010

### Sak 0104 Konflikt

En av hensiktene med sak 0104 er å sette fokus på årsaker til at konflikter oppstår gjennom framlegging av eksempler og erfaringer fra både entreprenør- og byggherresiden.

Ved å belyse en del årsaker til at konflikt oppstår, vil partene i gjennomføringen av denne kontrakten bli mer bevist på hvordan konflikt kan unngås.

Som avslutning av denne sekvensen vart temaet dreid over på hvordan partene på omforent vis skal forholde seg for å løse de konflikter som event. vil oppstå.

#### Årsaker til konflikt:

- Entreprenørerfaringer:
  - Entreprenøren har ofte liten tid på å sette seg inn i kontrakten pga. kort tilbudsperiode.
  - De gitte tilbudsfrister er for knappe.
  - Byggherren er ofte mindre villig til å bruke kontrakten. Byggherren har ofte frykt for endringsanmodninger. Vegring begrunnet i entreprenørens prissetting. NB! Jobben må gjøres. Ingen av partene kjenner kontraktbestemmelsene godt nok.
  - Tid og Penger. Entreprenørens økonomi er vesentlig. Tidskritiske kostnader. Byggherren mangler ofte innsikt og dermed forståelse for at noen aktiviteter er mer bestemmende for entreprenørens framdrift og økonomi enn andre.
  - Byggherren utnytter entreprenørens "hoppeplikt". Tilleggsarbeider bestilles og blir utført uten at verken pris eller tidsforlengelse er avtalt/behandlet.
  - Nytt prosjekt – vanligvis ukjente folk å forholde seg til.
  - Manglende vilje til å gjøre innrømmelser. Eks. feil i byggherrens beskrivelser eller feil prising av entreprenøren.
  - Manglende bruk av "sunn fornuft" i tilfeller der eks. gitte priser er urimelige høye eller lave. Kan rettes opp undervegs.
  - Ulike intensjoner vedr. økonomi og framdrift.
    - Ingen av partene har "helt rett."
    - Penger er kimen til konflikt.

	Ansvar / frist
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Entreprenøren skal tjene penger. Har derfor fokus på mulige feil i kontrakten.</li> <li>- Byggherren ønsker å beskrive så presist at det ikke skal være rom for tillegg.</li> <li>- Dersom avgjørelser flyttes opp i systemet; Ofte manglende kunnskap hos beslutningstakerne.</li> <li>- Byggherren har ofte lite innsikt i entreprenørens framdriftsplaner.</li> <li>- Manglende avklaring av forventninger</li> <li>- Konfliktnivået øker mot slutten av kontraktstiden. Årsak: "Pengesekken slunken".</li> <li>- Byggherrens myndighet til å ta avgjørelser er ulikt fra prosjekt til prosjekt. Trekker saker ut i tid. Det tar for lang tid før reaksjoner/tilbakemeldinger kommer.</li> <li>- 3. partskontroll fører ofte til avventende beslutning.</li> <li>- Ubevist forsering. Manglende avklaring av når forsering utløser rett til kompensasjon.</li> <li>• <u>Byggherreerfaringer:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Manglende personellressurser hos entreprenøren mot slutten av en kontraktperiode vil medføre forsinkelser i sluttoppgjøret. Eks: - Forsinket oppmåling og oversending av målebrev. - Forsinket og mangelfull kvalitetsdokumentasjon,</li> </ul> </li> <li>- Vegring for å bruke prosessbeskrivelsen. Entreprenøren lager egne tolkninger av beskrivelser i kontrakten. Medfører ofte stor ressursbruk til avklaringer i ettertid.</li> <li>- Det finnes eksempler på at entreprenører har gitt så lave priser på enkeltprosesser at de vegrer seg for å utføre dem.</li> <li>- Manglende personlige relasjoner – sviktende kommunikasjon</li> <li>- Utførende personell (eks. skiftleder) hos entreprenør er ofte lite kjent med beskrivelsene i kontraktsdokumentet. Prosesskoden blir stadig revidert. Medfører at tidligere praksis må endres.</li> <li>- Kommunikasjon på stoff. Manglende kommunikasjon mellom skifta kan skape missforståelser. Skiftleder/bas – kontrollingeniør.</li> <li>- Endringsanmodninger. Fristforlengelse. Entreprenør opptrer spekulativt mhp. eks. tidsforlengelse.</li> </ul>	

- E-room må aldri erstatte den personlige, muntlig kommunikasjon.
- Ubenyttede prosesser skal iht. kontraktsbestemmelsene virke innkortende på gitte tidsfrister. Lite anvendt.
- Ved avvik fra framdriftsplaner: Logistikkproblemer for tiltransporterte entrepriser. Eks: elektro, asfalt etc.
- Entreprenørene vegrer seg mot å være åpne mhp. framdriftsplaner
- Tidsfrister. Press på gitt byggetid uansett. Ved gitt romslig byggetid er det ofte lav produksjon i startfasen.

### **Hvordan unngå konflikter.**

#### Kommunikasjon:

- Byggherren skal opptre enhetlig og dermed etterleve egen Byggherrestrategi.
- Ha respekt/kunnskap om hverandres roller og ansvar. Gå ”tjenestevegen,” følg kommandolinjene.
- Legge til rette for gode personlige relasjoner.
- Unngå at bruk av e-room erstatter den personlige, muntlig kommunikasjon.
- Muntlig dialog i forkant av at saker blir lagt ut på e-room. Saksgangen skal være tilgjengelig på e-room.
- Være ærlig på forhold som eks. prosjekteringsfeil og feil prising.
- Ikke unnvike fra å ta den ”vanskelige samtalen”.
- Gjennomføre kontraktens bestemmelser vedr. samarbeidsmøte to ganger i året.  
Dette kan også inngå i videreføring av denne Samhandlingsprosessen.
- Omforent møtestruktur.
  - Byggemøter: - Avklaringer vedr. endringer/tillegg bør i størst mulig grad holdes utenfor byggemøtene.
  - Byggemøtereferatet skal gjenspeile dok. fra e-room
  - Arbeidsmøter: - Avtales for avklaringer av eks. endring/tillegg, tekniske avklaringer inkl. tegningsgjennomgang i forkant av byggemøter.

	Ansvar / frist
<p><u>Beskrivelser:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Entydige prosessbeskrivelser og god kvalitet på tegninger.</li> <li>- Samsvar mellom beskrivelser/rapporter og angitte mengder.</li> <li>- Byggherren bør gjennomføre kvalitetskontroll av sine konkurransegrunnlag før utlysning.</li> <li>- Geologiske rapporter: Åpenhet vedr. tolkningsdelen.</li> </ul> <p><u>Dokumentasjon/krav:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Rettidig framlegging av krevd dokumentasjon. Eks: kvalitet, HMS, målebrev.</li> <li>- Redusere byggherrens frykt og vegring ved å spesifisere kostnaden før framsetting av krav ved endringsanmodninger og tilleggsarbeid.</li> <li>- Byggherren bør kreve mer innsikt vedr. entreprenørens framdriftsplaner</li> <li>- Ved all underkjenning av dok./krav skal det redegjøres for årsaken til underkjenning.</li> <li>- Avklaring av partenes forventninger til hverandre i forhold til responstid.</li> </ul> <p><u>Produksjon:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Byggherren skal legge til rette for, og opptre slik at entreprenørens produksjon i minst mulig grad blir hindret. Dette gjøres ved at: <ul style="list-style-type: none"> <li>- avgjørelser tas på de ulike prosjektnivå.</li> <li>- større fokus på "riktige" arbeidsoperasjoner. (eks. <i>entreprenørens tidsavhengige kostnader</i>)</li> <li>- byggherrens folk er til stede på stuff.</li> <li>- svar på varsel/avgjørelser blir tatt til riktig tid og er forutsigbare.</li> </ul> </li> <li>- Krav om tidsforlengelse – Forespørsel om forsering. Kontrakten bør i størst mulig grad benyttes til å formalisere disse forhold.</li> <li>- Tidsfrister. Summen av beskrevne arbeidsprosesser skal samsvare med de gitte frister. (Ekvivalentregnskap) Entreprenøren kan gi uttrykk for at det ikke er rom for mye tilleggsarbeider innenfor de gitte frister. Viktig at krav om tilleggstid blir framsatt og avtalt fortløpende. Eventuell behov for forsering skal også være avklart med</li> </ul>	



	Ansvar / frist
<p>byggherren i god tid.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Konfliktløsning</b></li> </ul> <p>Sagt om konflikter:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Konflikter tar bort fokus fra prosjektet.</li> <li>- Konflikter tar tid å løse.</li> <li>- Nederlag å ikke greie å løse saken på eget nivå.</li> </ul> <p>Når konflikt oppstår:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Saklig uenighet. <ul style="list-style-type: none"> <li>Bli fort enig om at man er uenig og at uenigheten er begrenset til en bestemt sak.</li> <li>La uenigheten i en bestemt sak i minst mulig grad ha innvirkning på øvrige gjøremål og samarbeid i prosjektet.</li> </ul> </li> <li>- Unngå å dvele forlenge ved uenigheten. <ul style="list-style-type: none"> <li>- Erfaringsvis blir konfliktsaker gående for lang tid på byggeleder-/anleggsledernivå.</li> <li>- Bli enig om videre saksgang.</li> <li>- Sørg for at valgte beslutningstakere har alle opplysninger på bordet.</li> </ul> </li> <li>- Følelser. <ul style="list-style-type: none"> <li>- Unngå å blande egen prestisje og stolthet inn i saksgangen og de beslutninger som blir tatt.</li> </ul> </li> <li>- Beslutningsansvar: <ul style="list-style-type: none"> <li>Hvem har ansvar og hva innebærer ansvaret?</li> <li>- Byggherrens prosjektleder har budsjettansvar.</li> <li>- Erfaringer fra StorKrifast-prosjektet vil bli videreført også for denne kontrakten.</li> <li>- Samhandlingsprosjektet har i betydelig grad avklart roller og ansvar gjeldende for denne kontrakten.</li> </ul> </li> </ul> <p>Saker til Vegdirektoratet:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Saker som vil skape presidents</li> <li>- Tilleggskrav &gt; 1,0 mill.kr. (omfatter vanligvis ikke endringer og tilleggsbestillinger)</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Samarbeidsmøter <ul style="list-style-type: none"> <li>- Det anbefales at dette prosjektet gjennomfører de pålagte halv-årlige samarbeidsmøter.</li> </ul> </li> <li>- Samhandlingsmøter <ul style="list-style-type: none"> <li>- Videreføring av samhandlingsmøter etter fysisk oppstart: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Form</li> <li>- Hyppighet</li> <li>- Integrering av samarbeidsmøter</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>- Avklaringer i neste møte.</li> </ul>	

Stor interesse fra "omverdenen":

- Resultatet av denne samhandlingsprosessen blir imøtesett med stor interesse fra byggherre- og entreprenørmiljøet i anleggsbransjen.
- Det bør virke forpliktende på de involverte parter.

### **Intensjon**

Det at konflikt oppstår, eller at konflikt kan unngås, er tett linket opp mot formuleringenes pasus i kontrakten. Dette gjelder både for den spesielle beskrivelsen og prissetting.

Den intensjonen som egentlig er lagt til grunn er ikke nødvendigvis det den blir oppfattet å være.

Kvalitetssikring av konkurransegrunnlag bør ha fokus på oppsporing av upresise og tvetydige beskrivelser som igjen kan føre til spekulasjoner og tvil om hvilke intensjoner tiltakshaver har.

### **Holdninger**

Det vart presisert at en bærende kraft i samarbeidet mot felles mål er de holdninger som blir lagt for dagen.

Dette gjelder i forhold til:

- etterlevelse av kontraktens bestemmelser.
- respekt og forståelse for motpartens personell og oppgaver.
- være forutsigbar og handle innenfor omforente rammevilkår.
- dialog først, - i alle sammenhenger.

### **Sak 0204 Målpris**

- Videreføring av debatten fra forrige møte.
- Byggherren oversender bøyelister for portalene (begge tunneler) og kulvert Kjervik når godkjenningsvedtakene foreligger fra Vegdir. for utført prosjektering. Dette for kontrollregning og beslutningsgrunnlag for om konstruksjonen skal gå til målpris etter de prinsipper som er omtalt i referat fra byggemøte nr. 3
- Omfang av arbeid ved kontrollregning i forkant kontra oppmåling av utført mengder i ettertid. Ingen nye momenter.

### **Sak 0304 Gjennomgang av referat nr. 3**

- Det ble kommentert at rystelsesmålere må settes ned i god tid før sprengningsarbeidet blir igangsatt. Behov for plassering kartlegges av Svv, og at entreprenøren vil få plan for utplassering i løpet av uke 38.
- Ellers ingen kommentarer til referatet.

### **Sak 0404 Samhandlingsdokument**

- Byggherrens forslag til tekst i Samhandlingsdokumentet ble presentert og drøftet punkt for punkt.
- Omforent dokument foreligger som vedlegg til referatet.
- Partene utpeker ansvarlige personer for oppfølging og evaluering.

**Sak 0504 FoU prosjekt slett kontur**

- Terje Kirkeby fra Vegdir. gjennomgikk bakgrunnen for FoU prosjektet med slett kontur/ forsiktig sprengning.
- Det ble henvisning til nettside der bakgrunn for FoU prosjektet er beskrevet: [vegvesen.no/Fag](http://vegvesen.no/Fag)
- Det ble poengtert at nøyaktig boring er en forutsetning for et godt resultat (Automatisk boring). Viktigheten av å bore parallelle hull ble poengtert.
- Entreprenøren fikk klarhet i spørsmål angående gjennomføringen av forsøket.
- Det er et ønske fra byggherren at det blir en god oppfølging fra FoU prosjektet under utførelsen av forsøket.
- Dersom bergmassen veksler hyppig i kvalitet, vil det være vanskelig å oppnå sammenlignbare resultater fra konturforsøket. Det vil da kunne vurderes å avslutte forsøket.
- Dokumentasjonen som FoU prosjektet trenger for å vurdere resultatene er angitt i kontrakten, og ble gjennomgått på møtet.

**Sak 0604 Tekniske avklaringer**

Høgsetunnelen.

Mellomlagring av tunnelstein/prod. av omfylling- og vegbyggingsmaterialer.

- Prioritering av disponible lager:
  1. eksist.lager
  2. langs fjellskjæring
  3. lager øst for tunneltrasse.

Problematikk – Høgsetområdet:

- Rapport ang. område på Høgset med kvikkleireproblematikk er ennå ikke ferdig.

**Etterskrift:**

***3.partskontroll utføres av Norconsult i uke 38.***

***Geoteknisk rapport oversendes byggherren i uke 39.***

MWD-logg

- Både entreprenør og byggherre har gjennomført møte med en representant fra Rockma.
- Det har vært en del uklarheter ang. tolkning av MWD data og fordeling av kostnader mellom entreprenør og byggherre.
- For fremtiden vil det nok være mest aktuelt at byggherren kjøper denne tjenesten direkte fra leverandør, og at entreprenør kun leverer rådata. I denne kontrakten har imidlertid byggherren bedt entreprenøren om pris på denne tjenesten.
- I det første tilbudet fra Rockma til entreprenøren var kostnadene knyttet til byggherrens programvare og oppfølging også tatt med. Dette har nå blitt skilt ut og byggherre og entreprenør har fått hvert sitt tilbud fra Rockma.

- For å kalibrere systemet har Rockma antydnet at det må utføres tre runder med boring av injeksjonshull for å få nok data. Det er ikke ønskelig verken fra entreprenørens eller byggherrens side å utføre boring av lange hull uten annen hensikt enn å kalibrere systemet. *Det har i etterkant av møtet blitt avklart at for kalibrering av systemet i forhold til vanlig salveboring trengs kun data fra ordinær salveboring i tillegg til utboret materiale fra kjerneboring* Etter ca to ukers driving vil systemet være kalibrert. For å tolke langhulls-boring trenger systemet data fra tilsvarende tre injeksjonsskjermer på minst 20 hull. Disse dataene regner vi med å kunne få underveis i drivingen og før vi når frem til området der det er tenkt å utføre systematisk sonderboring og injeksjon.

Sikringsbolter. (Jf. e-post datert. 8.sept)

- I følge vegdirektoratet kan ikke rørbolten godkjennes på grunn av kontraktens krav til stål-kvalitet. Men dersom entreprenøren kan dokumentere stål-kvaliteten på rørbolten, åpner det muligheten for bruk av denne. Dette følges opp av entreprenør.

**Etterskrift:**

***Det har kommet skriftlig beskjed fra Vegdir. at Galvanos rørbolt ikke er i samsvar med kontraktens krav.***

Sikringsklasser

- Byggherren har rådført seg med vegdirektoratet ang. differensiering av boltetetthet og sprøytebetongtykkelse innenfor sikringsklassene. Vi har differensiert sikringsmengdene i hver sikringsklasse ut i fra dette. Dette vil ikke få noen særlig betydning for entreprenøren, som kun skal forholde seg til bestilling av permanentsikring som vil komme fortløpende.

Betongkvalitet

- I kontrakten står det beskrevet betongkvalitet E700/E1000. Det skal altså benyttes den type betongkvalitet som sikringsklassen tilsier. Dvs. at i områder med dårlig fjell, må E1000 benyttes. Dersom det bare skal benyttes en betongkvalitet for hele tunnelen, må entreprenøren benytte E1000.
- Entreprenøren uttrykker at det ikke er noen problem for dem å benytte seg av begge betongkvalitetene.

Deformasjonsmåling:

- Det vil være aktuelt at byggherre overvåker deformasjonsutviklingen i dårlige soner ved hjelp av ekstensometer. Det vil da utføres jevnlig målinger.
- Entreprenøren har tidligere nevnt at de har utført deformasjonsmålinger ved hjelp av prisme og laserinnmåling. Det kan være aktuelt for byggherren å benytte seg av den måten å måle deformasjoner på, hvis det viser seg å være nøyaktig nok og fordelaktig med hensyn til praktisk gjennomføring.

**Sak 0704 Informasjon**

- Folkemøte vurdert. Liten effekt.
- relativt få husstander er direkte berørt.
- vil nå fram til få trafikkanter
- beskjedent oppmøte forventes.
  
- Lokalaviser.
- byggherre/entreprenør enig om å benytte lokalavisene til å spre informasjon om oppstart av anlegget og hva trafikkanter og fastboende kan forvente seg i anleggsperioden framover. Dette skjer i forbindelse med markering av første salve på Eikremtunnelen og tilsvarende for Høgsetttunnelen litt ut i oktober.
  
- Infoskriv
- Infoskriv utarbeides og legges i postkasser til husstandene innen anleggsområdet.  
Vektlegging av hva naboer og trafikkanter kan forvente av ulemper i anleggstiden.

**Sak 0804 Evaluering**

- Byggherren vil til neste samhandlingsmøte utføre evaluering av Kap. D2 pkt.33 "Samhandlings og utviklingsfase"
- Evalueringen vil legge vekt på å konkretisere status over oppnådd detaljeringsgrad for de opplistede tema som samhandlingsfasen skal ha gjennomført.

**Sak 0904 Neste møte**

- Samhandlingsmøte
- Anleggsområdet Fjordkroa 27. sept. 2010 kl. 0900
  
- Bas/formannsmøte
- Fjordkroa 27.sept kl. 1400 – 1500
  
- Oppstartsmøte
- Fjordkroa 28. sept. kl. 0900



# Vedlegg 2

referat fra Oppstartmøte  
desember 2010  
(3 sider)



## Statens vegvesen

### Referat

Dato: 30.11.2010  
Tid: 12:00-13:00  
Referent: Tore Humstad

Saksbehandler/innvalgsnr:  
Tore Humstad - 71274296  
Vår dato: 06.12.2010  
Vår referanse: 2010/038532-011

U

### Arbeidsmøte nr 04: Kontursprengningsforsøk i Eikremtunnelen

Møte nr: 04 SVV Vd:  
Terje Kirkeby, Tore Humstad

SVV prosjektet:  
Terje Anundsen, Tor Havnvik, Carina Fårstad, Lillian Todnem

Fra AF Betonmast Anlegg – Mika:  
Mathias Hagestuen, Øyvind Myklebust m.fl.

#### Forfall:

Kopi til: Mika

	Ansvar / frist
1. Det vises til prosessene 32.21, 33.22 og 33.23 (alternativ kontur 1, 2 og 3)	
2. Forsøkene vil starte onsdag 8. desember (etter nærmere avtalt tidspunkt)	
3. Forsøkene begynner med alternativ kontur 1 den første uka, og fortsetter med alternativ kontur 2 og 3 i uke 50.	
4. Forsøkene skal i utgangspunktet gjennomføres innen lørdag 19. desember, men en forlengelse fram mot juleferien 22. desember kan bli aktuelt.	



5. Terje Kirkeby fra Vegdirektoratet kommer 8/12 for å følge opp forsøkene fra byggherrens side. Tore Humstad bistår Kirkeby ved behov.
6. Entreprenør vil bruke slurry på alt.konur 1, rørladninger på alt.kontur 2 og 3. Entreprenør opplyser for øvrig at 0,35 kg slurry pr bormeter er minste praktiske lademengde pr. m.
7. Nøyaktig boring er den absolutt viktigste enkeltfaktoren for å oppnå en vellykket kontur. Dette bør prioriteres høyt. Det er ønskelig at entreprenør bruker datastyrt boring i kontur og nest ytterste rast. Entreprenør hevder å ha problemer med å gjennomføre dette pga. for lite plass til ansett ut fra innlagt retningsavvik. De begynner i første omgang med manuell boring der målet er å oppnå størst mulig nøyaktighet ift borplan. *Det vurderes fortløpende om det er mulig/nødvendig å gå over til datastyrt boring dersom manuell boring ikke gir tilstrekkelig nøyaktighet.*
8. Det er usikkert når retningsavviket på boringen blir registrert. Registreres dette ved ansett? Entreprenør finner ut av dette.
9. Entreprenør legger ut borplaner på forhånd - og borlogger fortløpende - på eRoom. Entreprenør inkluderer slutt-tidspunkt i borlogg-malen (starttidspunkt står der allerede). Lade/tenn-plan skal lages for hver forsøksserie. Disse legges på eRoom.
10. Det er viktig med god dokumentasjon mens arbeidet pågår. Øyvind Myklebust fra Mika vil være tilstede de dagene forsøkene pågår for å ta seg av dette.
11. Entreprenør skanner alle tunnelflater før påføring av sprøytebetong. Profiler tas ut fra punktsky-modellen for hver meter og overleveres byggherre.
12. Byggherre foretrekker at hver forsøksserie starter med avrettet stoff (+/- 0,5-1 meter i lengderetningen). Entreprenør hevder at dette skal gå greit.
13. Entreprenør merker profilnr for hver 5. meter på hver side av tunnelen. Før sprut merkes dette bare med en kort strek. Etter sprut påføres også profilnummer.
14. Geologisk kartlegging på stoff skal foregå kontinuerlig, forsøk eller ikke. Under forsøkene vil "forsøkspersonellet" kartlegge særlig nøye, også spesielle forhold som f.eks gjenstående borpiper. Byggherre vil derfor bruke noe mer tid enn ellers ved kartlegging på stoff. Det må påregnes en viss økning i bruk av "byggherrens halvtimer". "Byggherrens halvtimer" vil muligens også benyttes til systematisk fotografering (hver 4. salve). Entreprenør kan på forespørsel stille med ekstra belysning for kartlegging/fotografering
15. MWD-data leveres som vanlig i henhold til kontrakt

	Ansvar / frist
16. Entreprenøren registrerer tidsforbruk for alle prosesser i salvesyklusen, slik som boring, lading, ventilering før lastning (ved evt rørladinger), pigging, spettrensk, etc, også på "normalsalvene" mellom forsøkene. Hensikten med dette er å registrere er forskjellen mellom "vanlig" driving og forsøksdriving.	

# Vedlegg 3

Salvebeskrivelser  
(19 salver, 61 sider)

## SALVEBESKRIVELSER

Salvene beskrives kort fortløpende, det er lagt vekt på utseende og geologi. Sikring er ikke spesielt vurdert, om det ikke er noe særlig som kan nevnes. Vi viser til geologisk tunnelkart, vedlegg 3.

Slik gjøres det her: Etter pigging og spettrensk fra korg på hullaster settes det normalt minst 5 limforankrete Pretex-bolter som arbeidssikring. Det sprøytes systematisk med E700 plastfiberarmert 2.hver natt (3-4 salver, mellom nedre vegger, dvs. en buelengde på omtrent 18m, ca.10m<sup>3</sup> pr.salve).

Kommentarer sikring: Det er valgt å sprøyte uansett, men på sikringsklasse I (Q-verdi >10) kan sprøyting vurderes fra gang til gang (ihht Tekn.rapport 2538). Det er lav pris på stoffbolting, som i noen tidlige tilfeller førte til undersikring. Det ble deretter enighet om minst 5 bolter etter spettrensk, uansett. Permanentbolting (3- og 4m gyste Pretex-bolter) kommer et stykke bak, etter mønster bestemt av prosjektets geologer. Særlige områder sikres spesielt (event. tykkere betong, tettere bolting, det har hittil ikke vært svakhetssoner av betydning).

Vannlekkasjer: Det er lite vann i fjellet, kun spredte drypp. Bare et par-tre steder har det i løpet av forsøksperioden vært raske drypp eller tynt rennende.

Det bores med 48mm krone, det er brukt både sfæriske og ballistiske kroner (ser ikke ut til å være noe system i hva de benytter). Det har vært vanlig at hullene drar seg litt mot venstre. Borerne forsøker å tilpasse, men venstre vegg får allikevel tydelige hakk i salveskjøten, mens høyreveggen blir mye jevnere.

Vurdering av synlige borpiper (eller halvpipe) er gjort etter rensk (som nok redusere mengden til en viss grad), basert på visuell betraktning av salva, men mest målt med linjal på høyoppløselige, sammensatte, radielle fotografier tatt etter spyling. Oppgis i % av teoretisk boret lengde.

Vurdering på stuff er omtrentlig og personlig. De kan vanskelig måles direkte med tommestokk eller laser innen rimelig tid. En omtrentlig måte er å telle antall mer eller mindre hele piper og antall mer eller mindre halve piper. Alternativt kan de også telles/måles mer nøyaktig fra foto med håndholdt kamera, eller på fotomosaikk satt sammen av foto fra avansert kamera på stativ.

Sistnevnte bilder ble ikke så gode som forventet; det blir fortegninger i skjøtene og i mørke bergarter (mye av her) forsvinner borpipene. Meter borpiper får en tendens til å bli underrepresentert, kanskje minst 10-15%? fra sammenligninger gjort her.

Vurdering og fotografering har alltid vært etter pigging og antall borpiper reduseres. 60-65% av teoretisk boret lengde (med oransje rør, svakeste) er høyeste registrerte verdi, ca. 20% laveste registrerte (slurry 0,55 kg/m, kraftigste).

Entreprenørens salverapporter (egentlig borrarapporter) er ikke med i sin helhet, men utsnittet med ansett/stikning i forhold til plan er tatt med i salvebeskrivelsene. Det opplyses at riggen "merker" (registrerer på loggen) ansett og stikning etter ca. ¾ meter boring.

**1.salve 847-852**

tors 9.des kl.15:06, kun SSE-slurry

**(kontur 1)**

Bergarten er en båndet/foliert granat-amfibolitt med ganske liten oppsprekking og en ville forventet å se mange flere borpiper (hardt ladet, se under). Profilet er ikke særlig jevnt og bærer preg av unøyaktig boring. Dette er første forsøkssalven, men den ser ikke særlig annerledes ut enn salvene før. Ekstra ujevnt i venstre vederlag og ut i fra ansett neste salve ser en at det er nesten én meter overfjell venstre sidevegg. Det er allikevel lite å spette ned fra konturen generelt, men det er mye ujevne sprengnings-sprekker og -riss.

Fra observasjoner på stuff og måling på radielle foto anslås 20-25% av boret lengde (28 hull á 5m = 140m, ekskl. hull i FV-nivå) som synlig i form av halve borpiper.

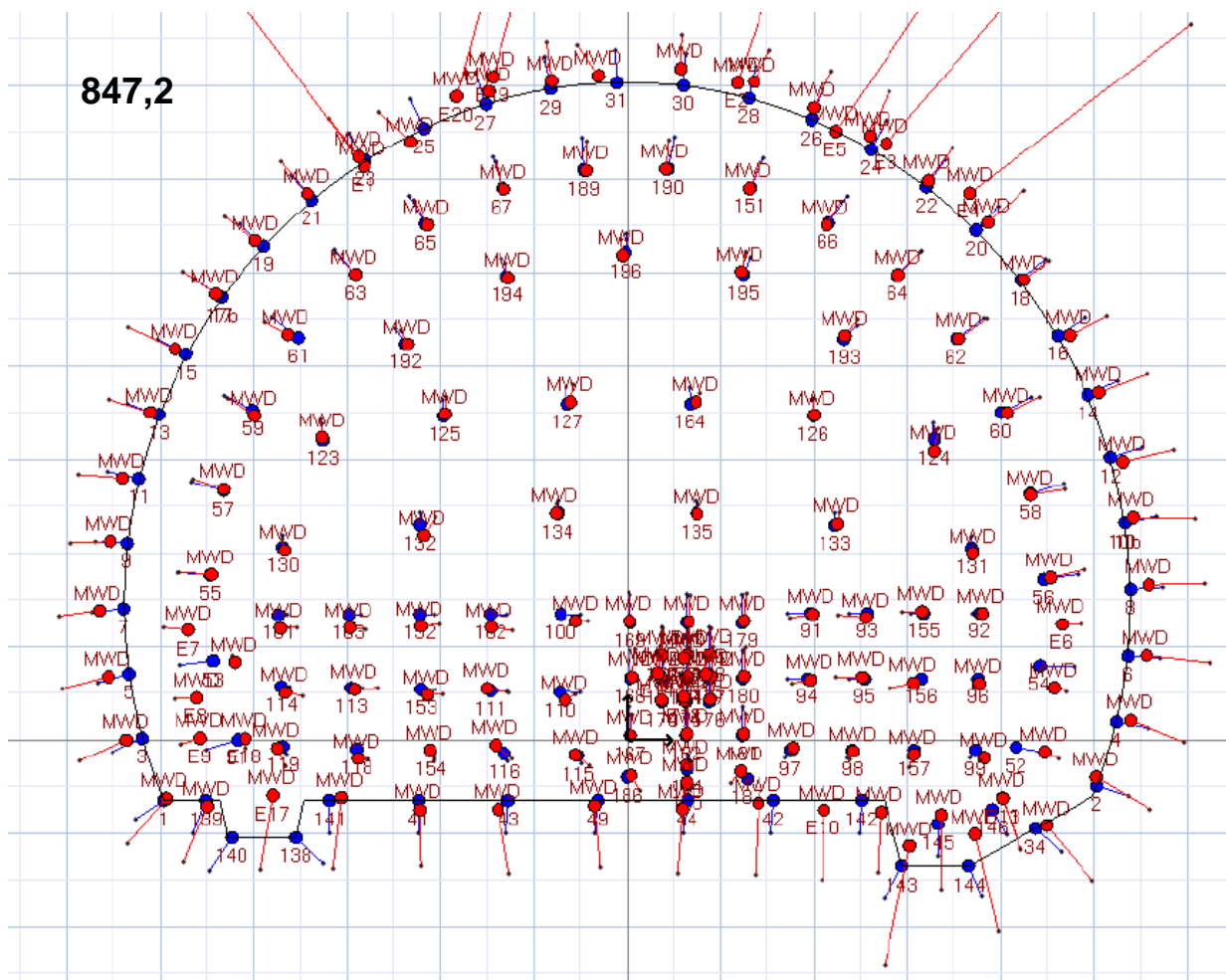
Q-verdien er beregnet til  $95/4-6 \times 2/1 \times 1/1 \approx 38$ , dvs. helt i øvre del av bergklasse B.

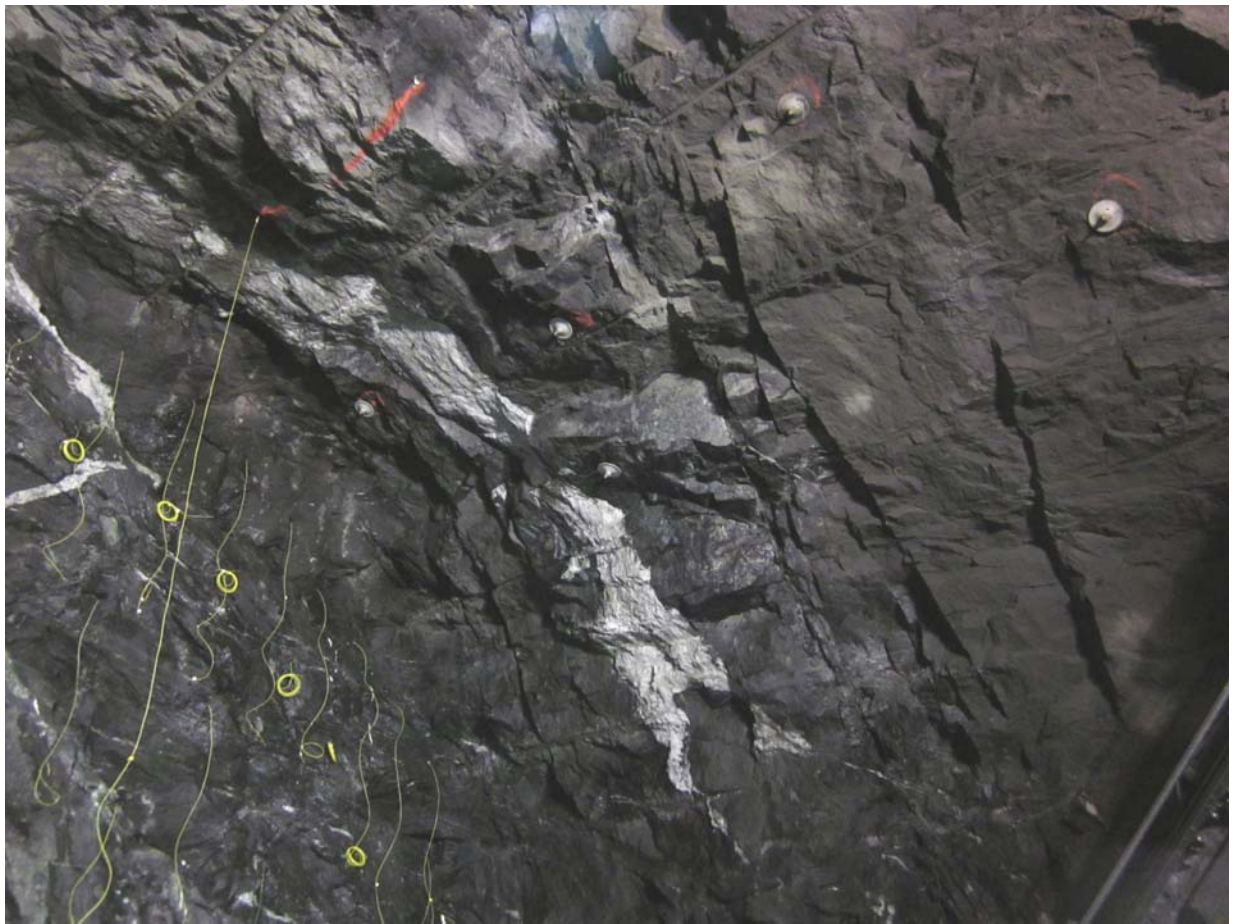
Foliasjonen stryker nesten på tvers av tunnelen og faller moderat fra stuff, men det er svært få foliasjonssprekker. En sprekkeretning med tildels utholdende sprekker stryker som foliasjonen, men faller steilt fra stuff ( $\sim 80^\circ$ ). Denne sprekkeretning kan sammen med foliasjon danne kileformete blokker med spissen opp. Nær vertikale, ujevne, korte riss står normalt på foliasjonen.

Får opplyst 6,8 kg i hvert av 2x3 vegghull, 5,5 kg/hull i 2.konturen og 5,5 – 30% er 3,7 kg/konturhull. Totalt skal det være brukt 225,1 kg i begge raster.

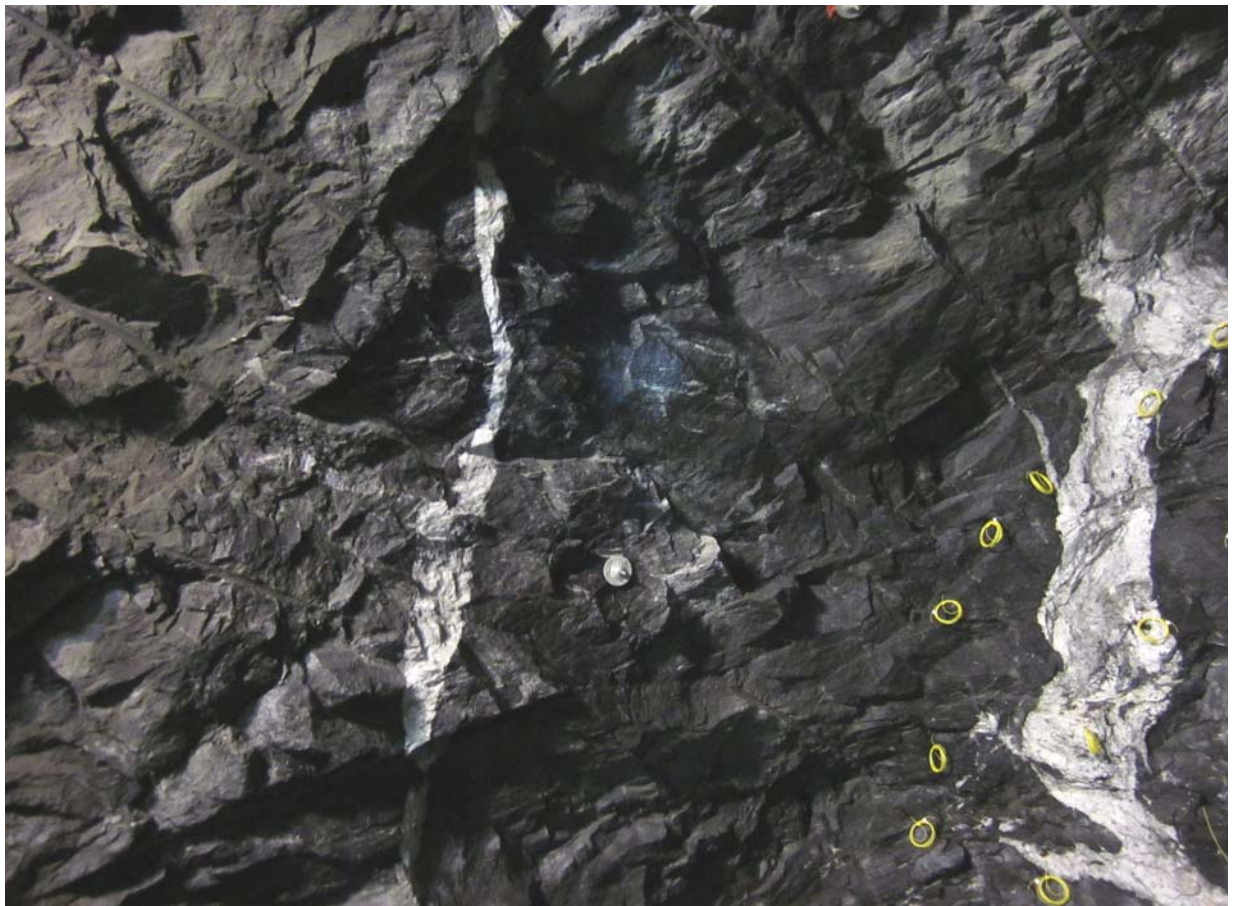
$6 \times 6,8 + 25 \times (5,5 - 30\% = 3,85) + 16 \times 5,5 = 40,8 + 96,25 + 88 =$  nettopp 225,1 kg.

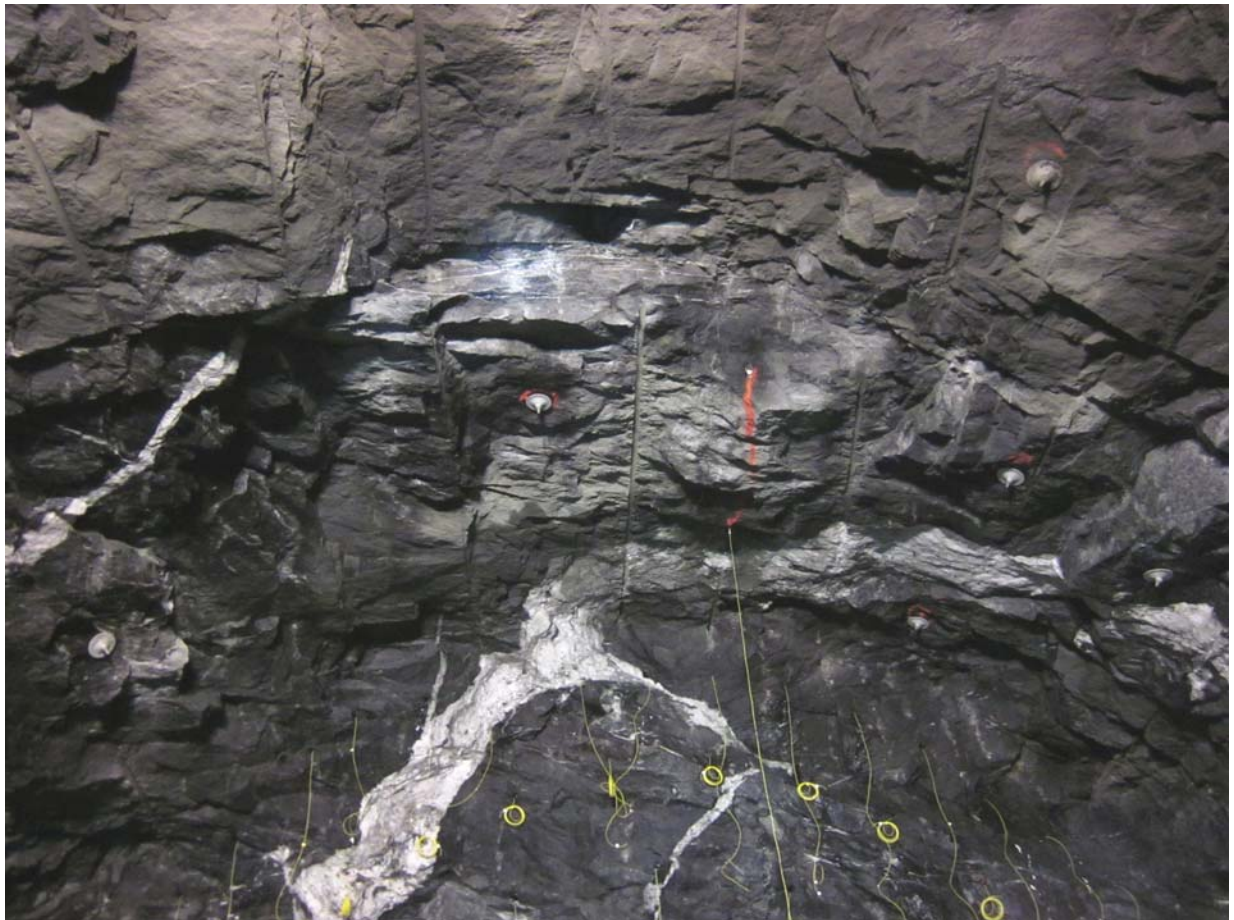
På hele salva trolig mer enn 900 kg. Dette er mye, også mht kontur, og absolutt ikke iht plan for forsøk med kontur 1.





Fra høyre og venstre side 1.prøvesalve, ca.profil 847-52. Få borpipe synlig, og knapt ingen hele. Gneisfoliasjonen/båndingen er ikke tydelig, sprekker ("med skygge") over står steilt med høy vinkel til tunnelaksen. Noen steiltstående sprekkeflater parallelt tunnelaksen.





Heng ca.847-852, deler av borpipene på forrige salve er med. Et gjenstående hull tas med i neste salve. Slirer/årer av hvit pegmatitt (mest kvarts, noe feltspat).

**2.salve 852-57** fre 10.des kl.08:45, kun SSE-slurry (omsk.10:44) **(kontur 1)**

Liten bergartsendring siden forrige salve, men mye bedre (mer nøyaktig) boring. Jevn kontur med mange halvpiper synlig (xx% av boret lengde målt på radielle foto). Salve-rapporten viser også lite avvik i forhold til planen. Mindre utfall og manglende borpiper øvre venstre side og innerst høyre side. Lite halvpiper nedre vegger (hard lading).

Q vurderes til 85-90/6-9 x 2/1-2 x 1/1 ≈ 16, som tilsvarer nedre bergklasse B ("godt"). Gneisfoliasjonen på tvers er litt mer ujevn, med overveiende 35-45° fall fra stuff. Også Sprekker med samme strøkretning, men med steilere fall (70-80°). Det opptrer fortsatt lys pegmatitt.

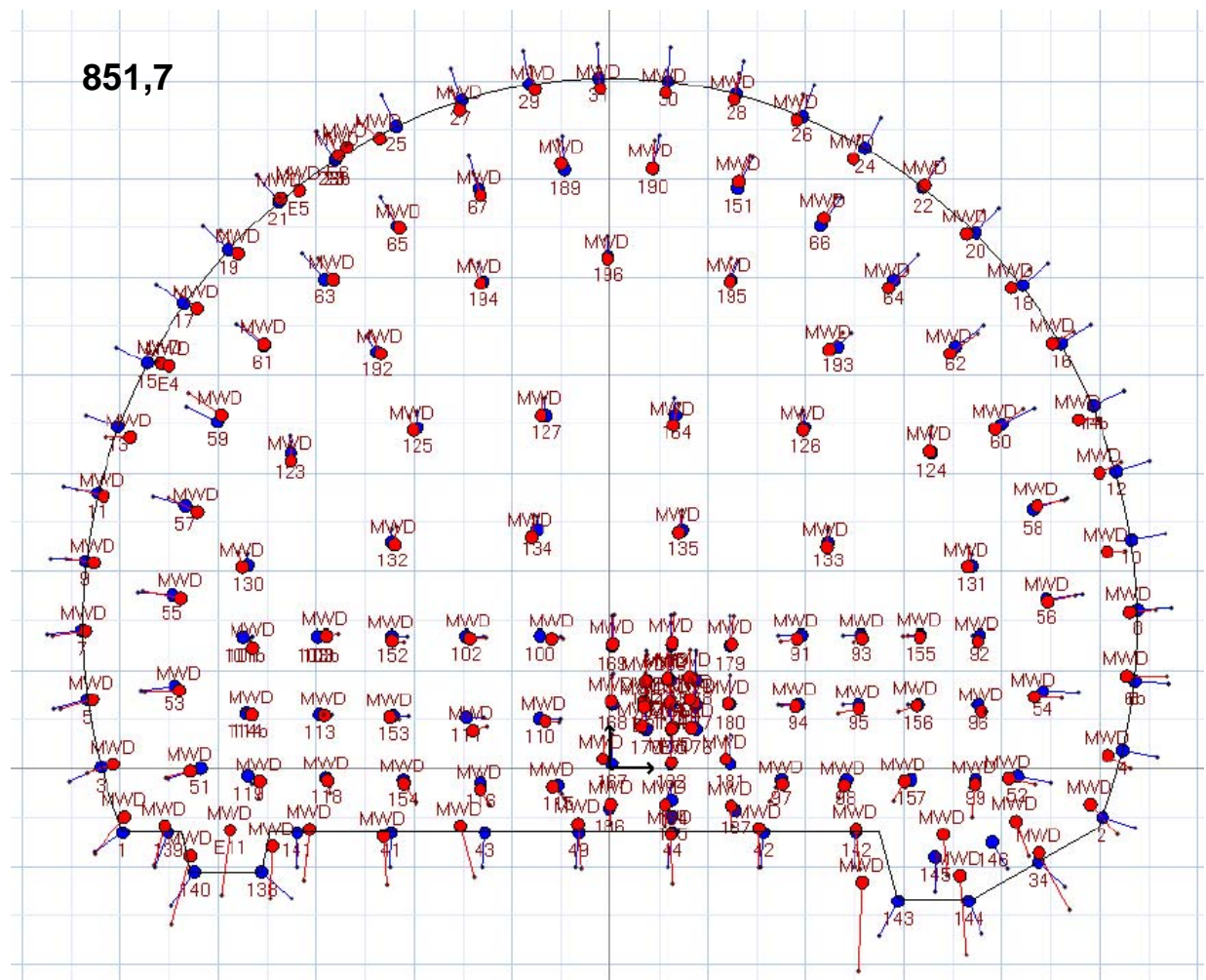
Opplyst lading i to ytterste hullrader 2.salve er:

2 x 3? vegghull: 7,8 kg slurry pr hull (usikker; mulig bare to nederste hull i hver vegg?). Konturen: 2,9-3 kg/hull, noe mer i venstre vegg (slangetrekket må "gå seg varmt"), dvs det har vært lading med klokka (men noe usikker her på hvilken veg det eg. ble ladet). Videre opplyses totalt 76,2 kg i konturen (ekskl 2x3 vegghull), fordelt på 23 hull blir det 3,3 kg/hull. Fordelt på 25 hull er det 3,05 kg/hull i snitt). Planen sier mindre enn 2 kg... 2.konturen: 3,9-4,67 kg/hull (16 stk).

Opplyst forbruk 68,7 kg slurry fordelt på 2.konturen betyr 4,3 kg/hull.

Det skal være benyttet 873 kg slurry på hele salva.

Omskyting høyre heng(?) med visstnok 17-18 meter gule rør.



Planlagt (●) og Boret (■) hull, Vist hull-ID





Heng 2.forsøkssalve 857,5-863. Tydelig hakk mot 1.salve, der bunn konturhull skimtes. Vært unødig stor stikning her.



Øvre venstre side 2.salve ca.profil 857,5-863, noen mindre utfall og manglende halvpiper.



Høyre vegg/vederlag ca.profil 857,5-863. Utfall etter foliasjon og sekundærsprekker.



Venste vegg med for store hakk, omtrent 1 meter fra salve 1 til salve 2 grunnet unøyaktighet både ansett og stikning kombinert med boravvik, omtrent halvparten fra vegg til konturhullene i neste salve (3.salve).

**3.salve 857,5-863** fre 10.des kl.19:00, kun SSE-slurry (omsk.21:22) **(kont.1)**

Fortsatt bra boring, men noe lavere i bergklasse grunnet mer oppsprekking etter både moderat fallende gneisfoliasjon og steile sprekker med nær samme strøkretning. Flere mindre utfall (mest i v.side) grunnet kombinasjonen av disse to, spesielt der det også er steile/vertikale sprekker langsetter tunnelen (se f.eks. første bilde).

Det er tettere foliasjonsoppsprekking i ujevne soner (se tunnelkartene). Det kan være vanskelig å skille moderat fallende foliasjonssprekker fra steile sprekker med samme strøkretning, de kan gå mot parallellitet med hverandre.

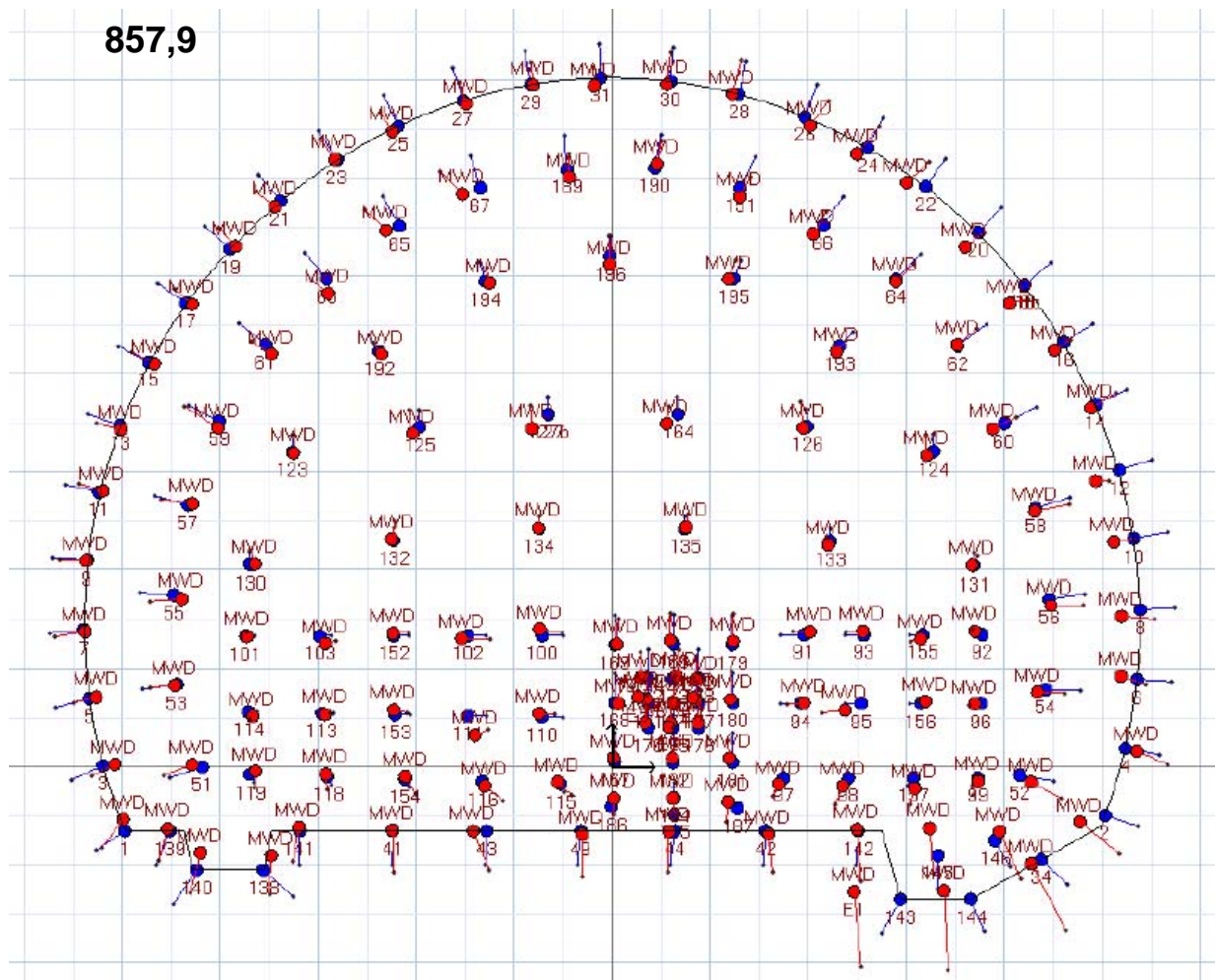
Q-verdien vurderes til  $70/6-9 \times 2-3/2 \times 1/2,5 \approx 5$ , som tilsvarer nedre del bergklasse C ("middels"). SRF=2,5 fordi "enkle soner som kan føre til nedfall". Båndet amfibolitt.

Noen halvpipler mangler helt, de fleste andre er bare delvis synlig. Denne salven ville basen ha sprøytet helt fram før videre driving (så vidt jeg vet som den eneste av alle salvene), men det ble ikke slik grunnet misforståelser.

Bas ville ikke ha mindre enn 2,8 kg/hull i konturen, det er også visstnok nedregrensen for hva laderiggen kan levere. Ellers 4,5-5 kg/hull i 2.konturen. Veggen blir vel en 6-7 kg/hull.

Ladet omtrent som forrige salve, tortalt 860 kg SSE-slurry. Fortsatt for mye. Svakere lading ville nok gitt mindre utfall, boring/lading etter kontur 3 trolig enda bedre.

Omskyting 21.22 (lite, skal ha vært noen få rør rundt v.vederlag og ett i h.side).





Venstre vegg/vederlag 3.salve, ca.profil 857,5-863.Nedfall og færre halvpipe.



Venstre vederlag/heng 3.salve, ca.profil 857,5-863.



Heng 3.salve, ca.profil 857,5-863.



Øvre høyre side 3.salve, ca.profil 857,5-863.



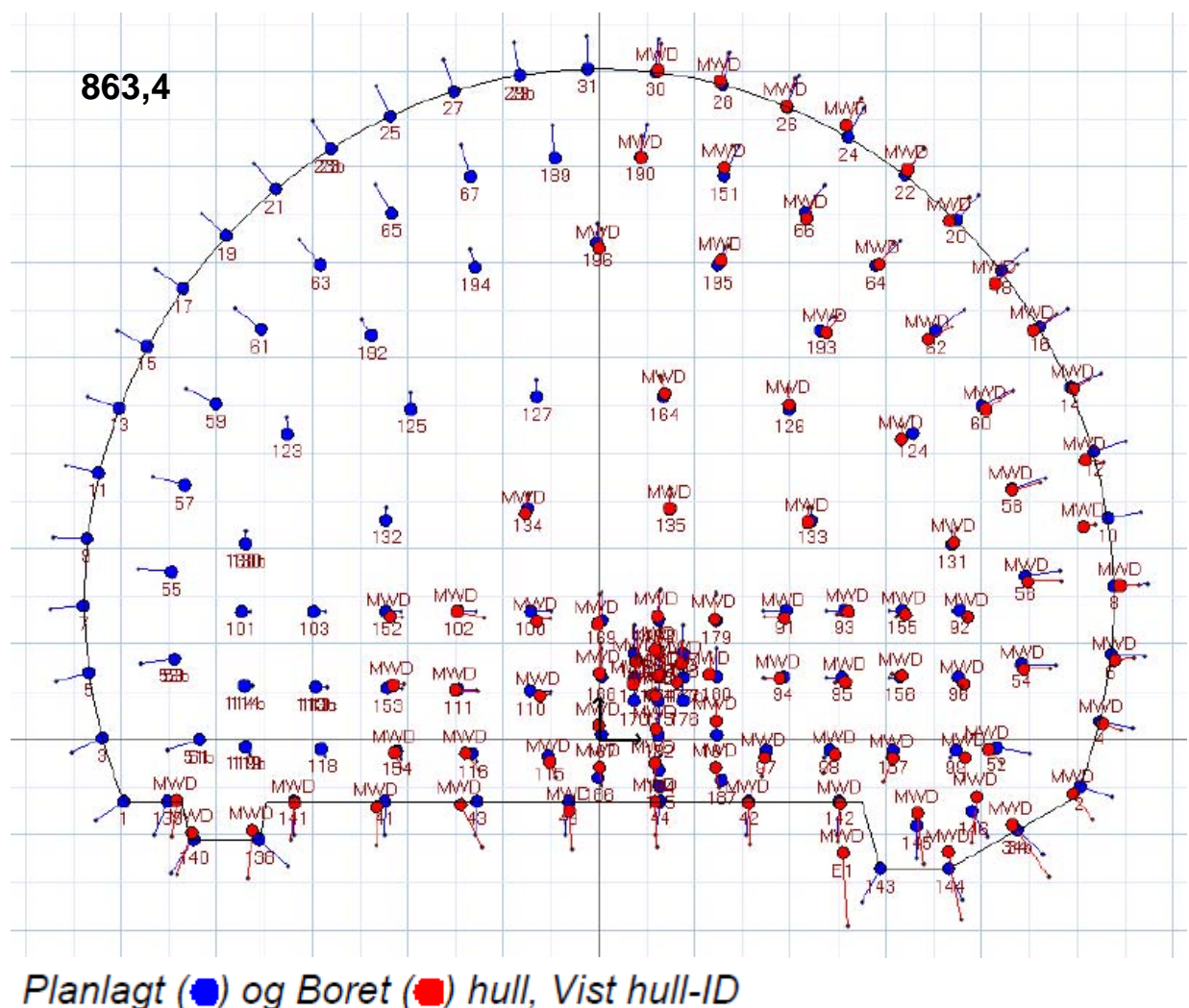
Høyre vegg/vederlag 3.salve, ca.profil 857,5-863.

**4.salve 863-868** lør 11.des kl.12:38, kun SSE-slurry (omsk.15:05) **(kont.1)**

Fortsatt noen blokkutfall og manglende borpiper. Få hele halvpiper, og mange delvise. Uheldig med foliasjonssprekker og vertikale/steile sprekker nær parallelt tunnelaksen, det går typisk ut over vederlagene. Trolig ville mer skånsom sprengning kunne reddet vederlagene. Mange borpiper viser mye sprengningsriss og til dels knusing, særlig i vegghullene der det er rester igjen.

Q-verdien vurderes til  $80/9 \times 2-3/2 \times 1/1 \approx 11$ , helt i nedre del bergklasse B ("godt").

Ladet som i går, 2,9-3 kg i 23 konturhull, men skal være nede i 4 kg/hull i vegg (3 hull hver side), totalt 860 kg hele salva (litt usikker; var det 834 kg?).





Øvre venstre vegg og vederlag 4.salve 463-68, manglende borpiper og utfall etter foliasjonen (her lett tydeliggjort med lyse, kvartsrike lag) og steile sprekker langs tunnelaksen



Øvre del høyre side av 4.salve 863-68. Her er også et par utfall etter foliasjonen og steile sprekker. Lite borpiper selv der det ikke er utfall.





Heng samme salve, overlapp fra forrige bilde. Foliasjonsoppsprekkingen tydelig. Flere synlige halvpiper men allikevel ikke mange.

**5.salve 868-873**

man 13.des kl.11:52, kun SSE-slurry

**(kontur 1)**

Fortsatt en mørk foliert/båndet amfibolitt, men det begynner å komme opp en lysere, gneisaktig, båndet bergart i stoff og nedre vegger. Den er foldet inn i amfibolitten med tette, isoklinale (parallele foldeflanker som ligger i den generelle foliasjonen), særlig synlig i stoffen (foto nedenfor). Testing med kald, fortynnet saltsyre gir brusing som betyr kalkspat, dette er nok en marmor som er foldet inn i vertsbergarten. Soner med marmor blandet inn i amfibolittene/gneisene er kjent i området fra før.

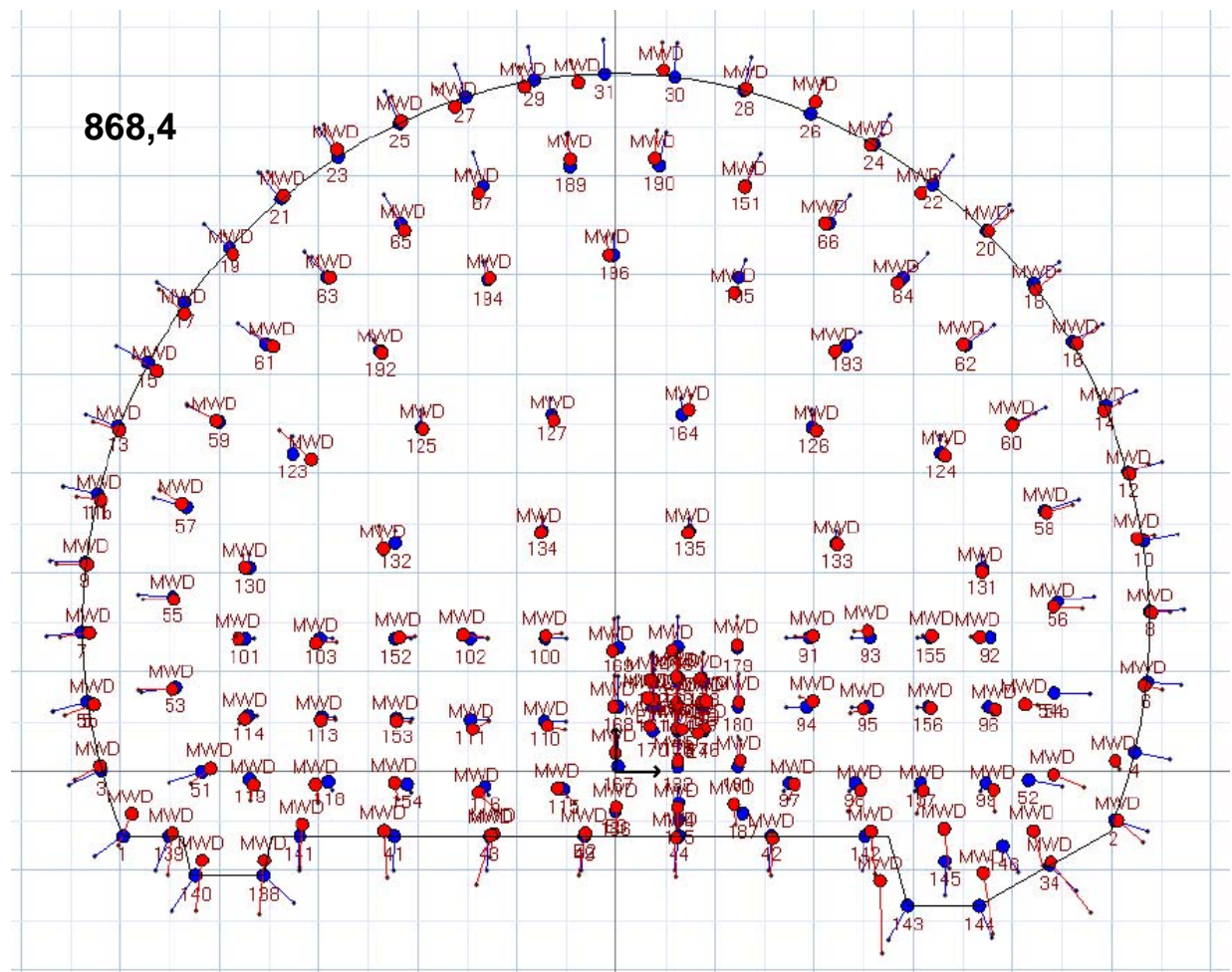
En omtrent 5 cm tykk, skifrig/leirig sleppe følger også foliasjonen opp i veggene og vil etter hvert krysse hengen (se tunnelkart), men har ennå ikke betydning for stabiliteten.

Q-verdien vurderes til  $90-95/6-9 \times 2/2-3 \times 1/1 \approx 10$ , som er i grenseland mellom klasse B og C ("godt til middels").

Profilen er litt bedre enn forrige salve, og mindre utfall i vederlagene. Men heller ikke nå er gjenstående borpiper utpreget parallele, det er alltid noe sprik.

Ingen omskyting denne gangen, men det står igjen et par-tre småknøler som tas med neste salve.

Ladet med 2,9-3 kg i 23 konturhull, 5 kg i 16 stk 2.konturhull, totalt 834 kg hele salva.



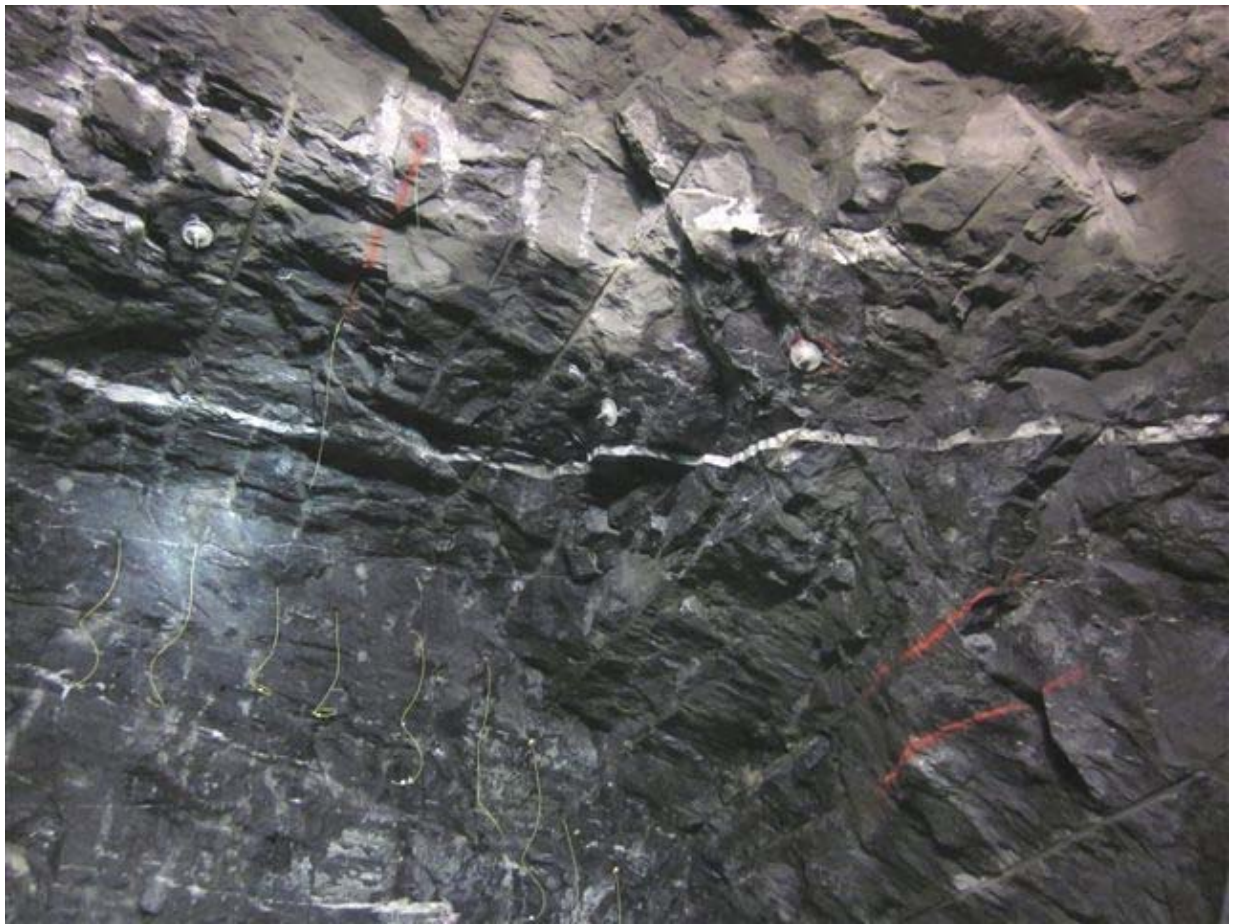
Planlagt (●) og Boret (■) hull, Vist hull-ID



Overgangen 4. til 5.salve; det er på venstre side i tunnelen stadig tydelige hakk i salveskjøten, mens høyresiden jevnt over er jevnere. Lys gneis med marmor skimtes i stoffen.  $c/c=0,7$  og 3 kg slurry/hull gir ikke spesielt jevn kontur.



Heng to siste salver, dvs ca.profil 863-73. Foliasjonen er tydelig, med omtrent  $35^\circ$  fall fra stoff.



Øvre høyre side av 5.salve 868-73. Det står igjen tre hull på salva markert med rødt, som tas sammen med neste salve. Profilet er noe ujevnt, flere borpiper mangler helt eller delvis.

**6.salve 873-78**

man 13.des kl.21:30, 22mm gule rør

**(kontur 1)**

Det har ikke vært mulig å komme noe særlig ned under 3 kg slurry/hull, eller ca. 0,65 kg/m. Nå forsøkes 22mm gule Dynotex 2 som skal tilsvare 0,35 kg slurry/m, helt i tråd med avtalt ladeplan. Rørene forbindes med 5g detonerende lunte. En dynamittpatron som bunnladning (25 eller 30 x 180). Nede i veggen brukes 1/2 DynoRex i bunn, gule rør, og slurry ytterst.

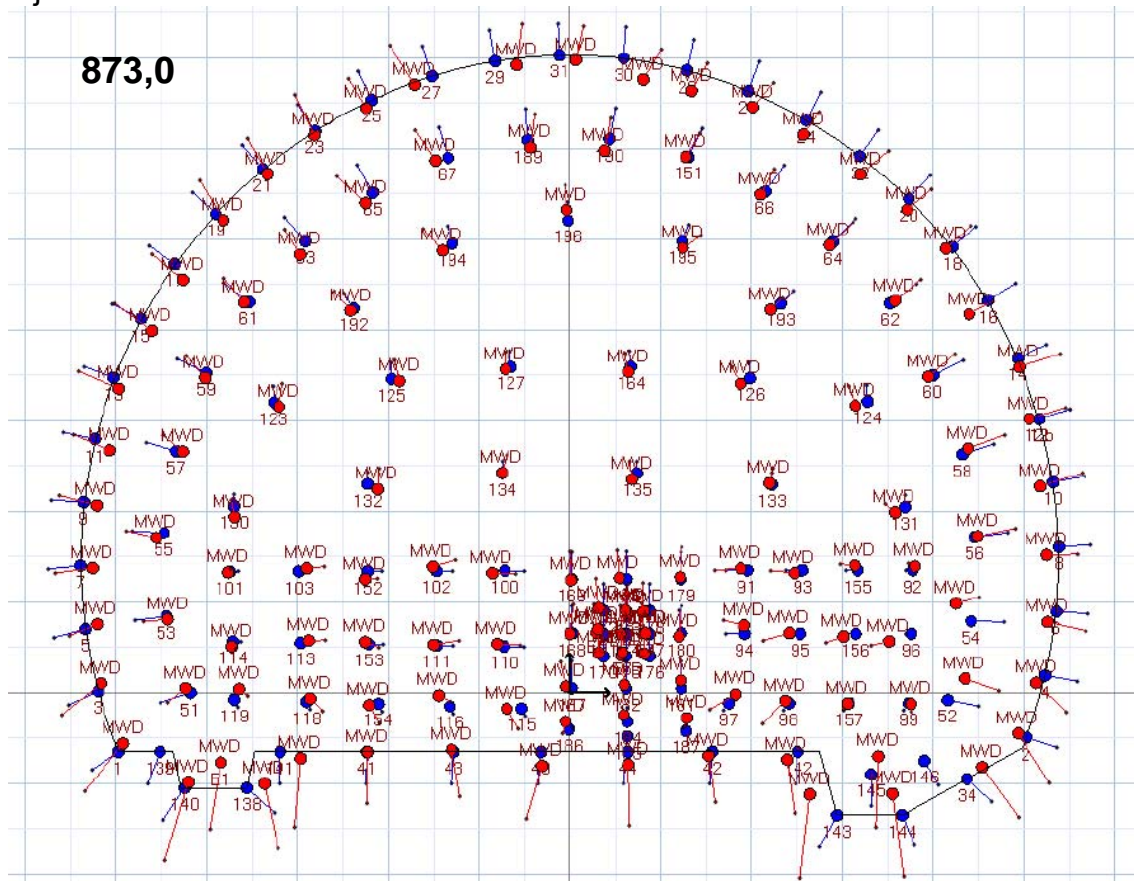
Det lades fortsatt med 5 kg slurry i 2.konturen, som nok er ca. 1 kg for mye i forhold til oppgitt ladeplan. Primer i bunn.

Resultatet ble absolutt bedre, med jevnt over slettere vegger og flere gjenstående bor-piper. Siden det skulle sprøytes denne natten, kjørte sprøyteriggen og ikke borryggen inn etter lasting og det ble ingen gode stuffbilder under boring/lading. Bilder tatt under vasking antyder allikevel forbedringen. Synlige borpiper målt på radielle foto anslås til .... % av teoretisk boret lengde (ca. xx m av 140m (28x5m).

En hvit/rosa gneis er nå foldet godt inn i bergmassen, særlig tydelig på stufflaten med fine strukturer. Den kan av utseende ligne på en typisk "Fauske-marmor", og har nok en del rødlig kalkspat.

Q-verdien beregnes til  $85-95/6-9 \times 2/1 \times 1/1 \approx 24$ , som tilsvarer bergklasse B ("godt"). Kombinasjonen av dårligere belysning, mindre oppsprukket gneis enn amfibolitt og en mer skånsom sprengning gjør vurderingen mer usikker. Det er fortsatt litt ujevnt profil i amfibolitten, noe må også tilskrives litt sprikende borpiper.

5cm-leirsleppa nevnt på forrige salve krysser hengen helt innerst, øverst på stuff. Det er ikke tatt hensyn til denne ved Q-beregningene, denne er så klart avgrenset at den må sikres uavhengig av det generelle boltemønsteret. Leirsleppa og den generelle foliasjonen faller 40-45° fra stuff.





Venstre vederlag i overgang gneis-amfibolitt. Hele borpiper iallfall i gneisen.



Venstre side 6.salve 873-78, den første med rør i konturen. Mye av 5.salve er også med.



Heng samme salve, det lyse båndet øverst er midt på forrige salve. Rød stipling viser omtrent overgang stufflate-tunnelkontur

**7.salve 878-83**

tirs 14.des kl.13:46, 22mm gule rør

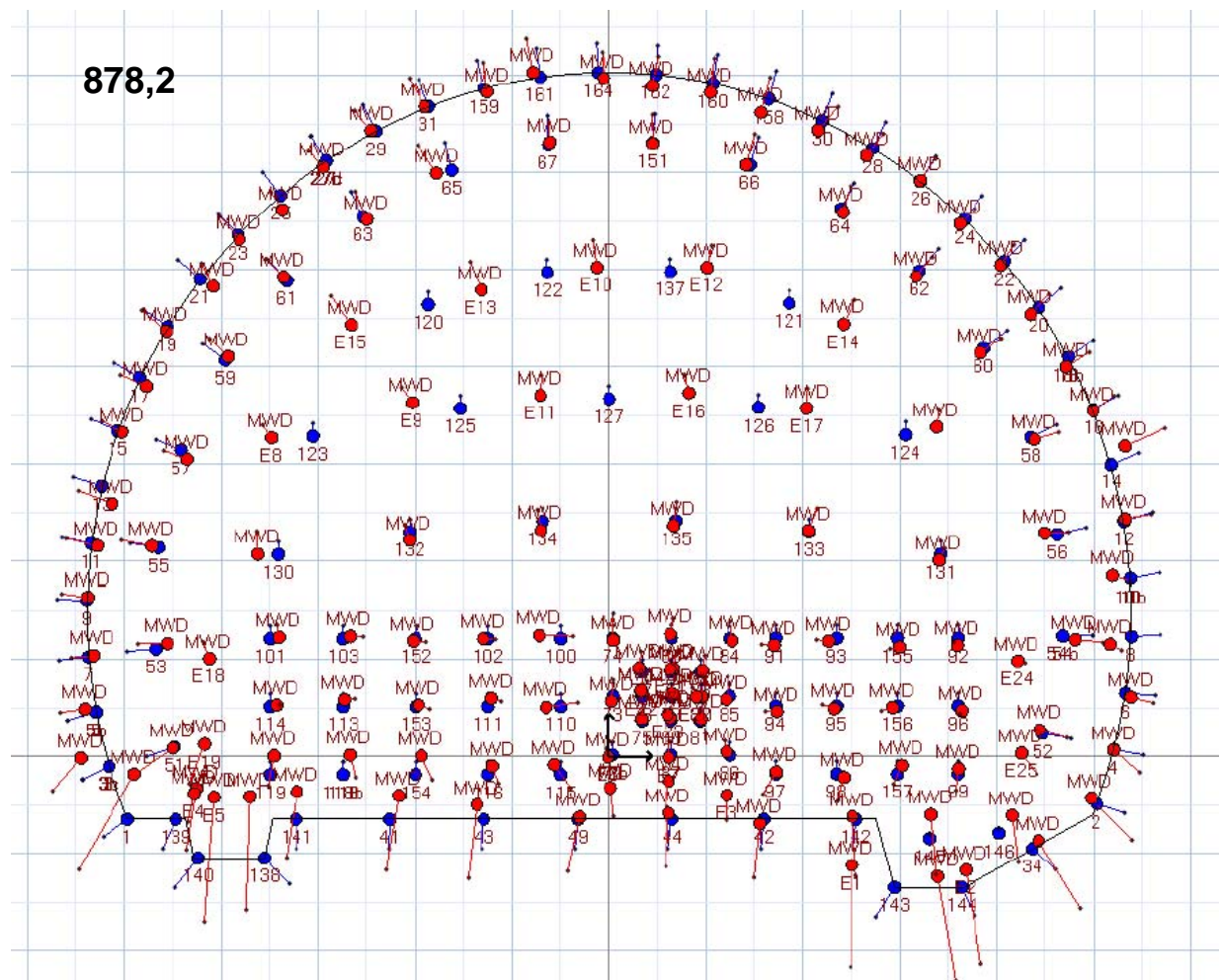
**(kontur 2)**

Denne salven er den eneste som er boret etter kontur 2 ( $c/c=0,6m$ ), beskjed om at vi skulle fortsette med kontur 1 og gule rør nådde ikke ut til geomatiker i tide.

Den båndete gneisen er nå i nesten hele profilet, som blir mye lysere (gir bedre foto). Det er lite oppsprekking langs foliasjonen som ikke opptrer som et egentlig sprekkesett. Q-verdien vurderes til  $95/4-6 \times 2/1 \times 1/1 \approx 38$ , dvs i grenseområdet mellom bergklasse B og A ("godt til svært godt").

Utfall i skjøten til forrige salve skyldes leirsleppa som krysser over hengen nettopp her (se foto, denne er det ikke tatt hensyn til i Q-beregningen og sikres separat), også noe utfall og manglende borpiper i øverst i venstre. Ellers er profilet relativt bra med en del borpiper, anslagsvis 64% av teoretisk boret lengde (90m av 28x5m, nederste meteren ved FV ikke tatt med) målt fra radielle fotografier.

Bortsett fra gule rør og detonerende lunte er det usikkert om det ble bunnladning. Ut i fra sprengningskader i halvpipene har veggen vært ladet hardere enn gule rør.







Øvre venstre side av 7.salve 878-83, båndet gneis. Utfall (svart) øverst etter nevnte leirsleppe, også utfall innerst grunnet kombinasjon(?) sprekker/sprikende hull.



Øvre høyre side av 7.salve 878-83. Tydelig flere borpiper enn da det ble ladet med 3 kg slurry i hullene. Bornøyaktighet/parallelitet er dog varierende. De to konvergerende hullene oppe til venstre ser ut til å skyldes boravvik, ikke ansettfelil (basert på salverapport og radielle foto).



Nedre del høyre side, en ser at veggladingen er noe kraftigere.

**8.salve 883-88**

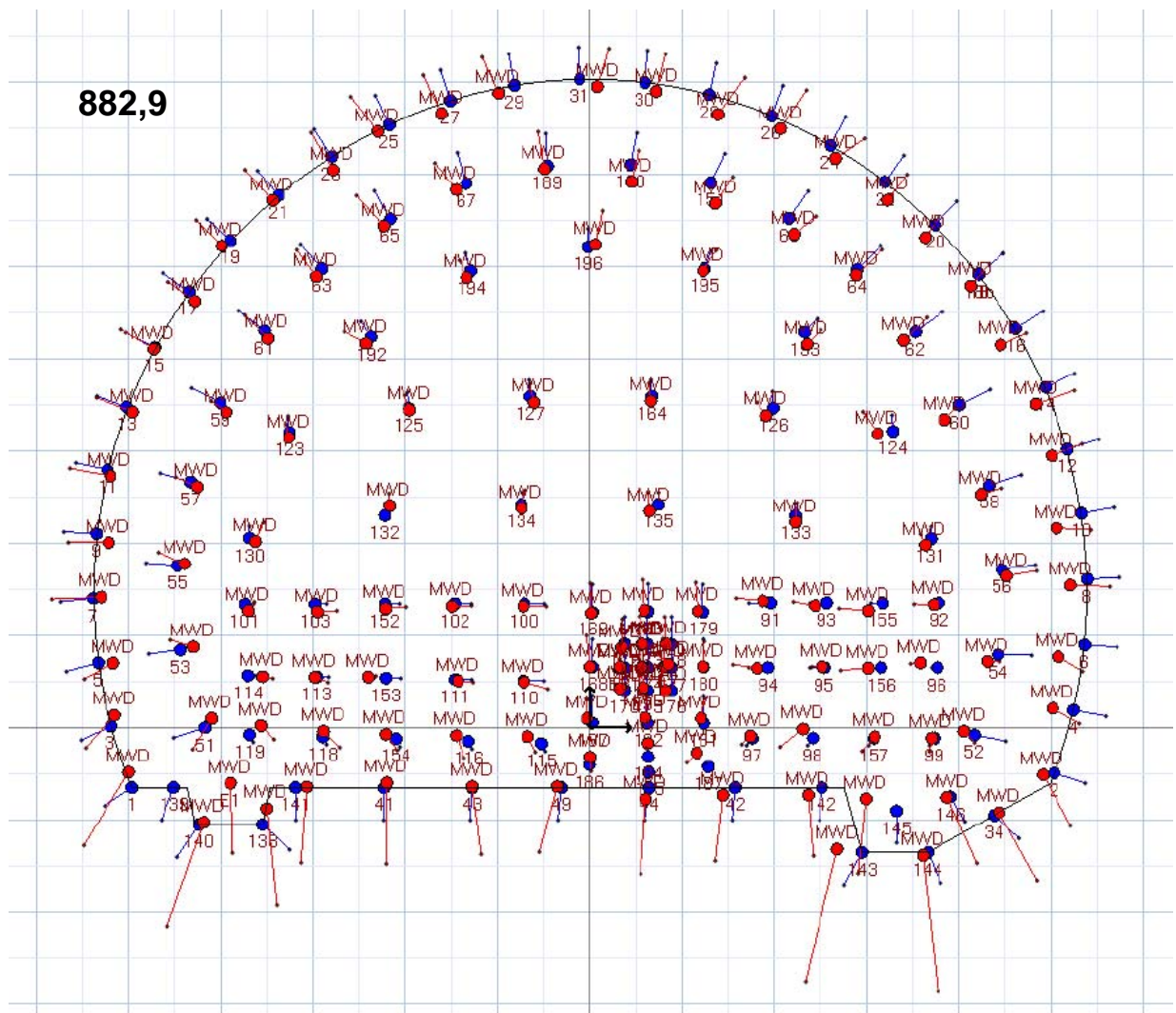
tirs 14.des kl.22:45, 22mm gule rør

**(kontur 1)**

Tilbake i kontur 1 med  $c/c=0,7m$ . Denne skal være skutt med gule rør *helt* ned (med en primer i bunn, ingen 1/2 DynoRex her). 4 kg slurry/hull i nest ytterste rad. 642 kg slurry ellers, totalt i hele salva 690 kg, inkludert gule rør.

Stort sett fin kontur, men allikevel noen manglende borpiper høyt oppe på hver side, og nede i veggene. Det er fortsatt hakk i salveskjøte, spesielt på venstre side, så her får hullene for mye stikning selv om det ikke ser slik ut på salverapportene. Hullene drar seg åpenbart litt til venstre (også synlig i grovhullene).

Skånsom sprengning fører fort til bedre Q-verdi, her vurdert til  $95/4 \times 2/1 \times 1/1 \approx 48$ , som er over grensen til bergklasse A ("svært godt"). Det meste av profilet er i lys båndet gneis, mens stuff og nedre vegger er i en mørkere, mer ujevnt båndet gneis med lyse slirer.



Planlagt (●) og Boret (●) hull, Vist hull-ID



Området ved venstre vederlag av 8.salve 883-88. Et hull står igjen (lang hvit pil), men siden denne venstreveggen allikevel er utenfor teoretisk profil, blir det værende slik. Utstikkende detonerende lunte på neste salve (små piler) viser at også denne er ladet med rør helt ned, unntatt nederste hull i hjørnet mot sålen.



Heng 8.salve 883-88, samt halve 7.salve. Som vanlig er det mest borpiper i hengen.



Høyre heng og vederlag 8.salve 883-88, og meste av 7.salve. Stuff til venstre, øvre vegg er nede i bildet. Legg merke til to konvergerende borripene i øvre del av bildet, og sammenlign med forrige bilde.



Høyre side 8.salve 883-88, samt halve 7.salve. Lite med gjenstående borpiper i veggen, men det er noen. En knøl er antydnet med rødt(?), men det var allikevel ingen omskyting her etter lasting. Mulig ble denne tatt med på neste salve (bilde er tatt før boring av annet enn sålehull), evt var veggen allikevel utenfor teoretisk profil.

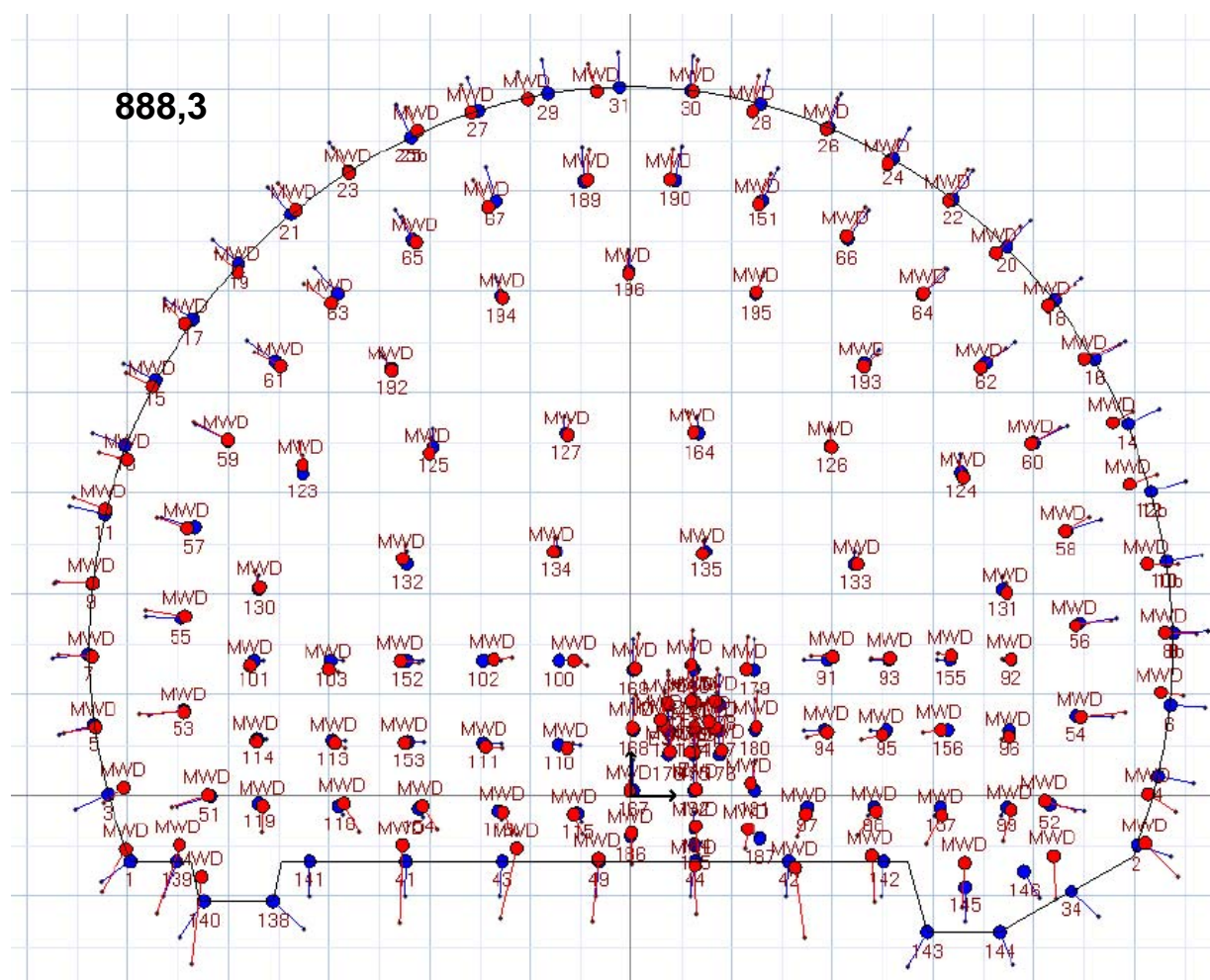
**9.salve 888-93**    ons 15.des kl.13:20, 22mm gule rør (omsk. 16:41)    **(kont. 1)**

Også denne skal være med gule rør *helt* ned (se første bilde forrige salve), men ingen primer eller bunnladning innerst, kun fenghette tapet til enden av røret sammen med 5g detonerende lunte, som videre ut hullene ble festet kun med halvstikk til hvert rør. Det ble mye omskyting begge vegger (rørene blåst hele ut?).

Av denne salven ble det av en eller annen grunn ikke tatt skråfoto. Det ble heller ikke tegnet stuffskisser\*). Det finnes kun radielle foto tatt etter vask og før sprøyting. Dette viser at ca.70 % av hullene står igjen som halvpiper (målt som synlige bormeter av 28 hull, hull i FV ikke tatt med siden disse uansett er skjult av grus på bildene).

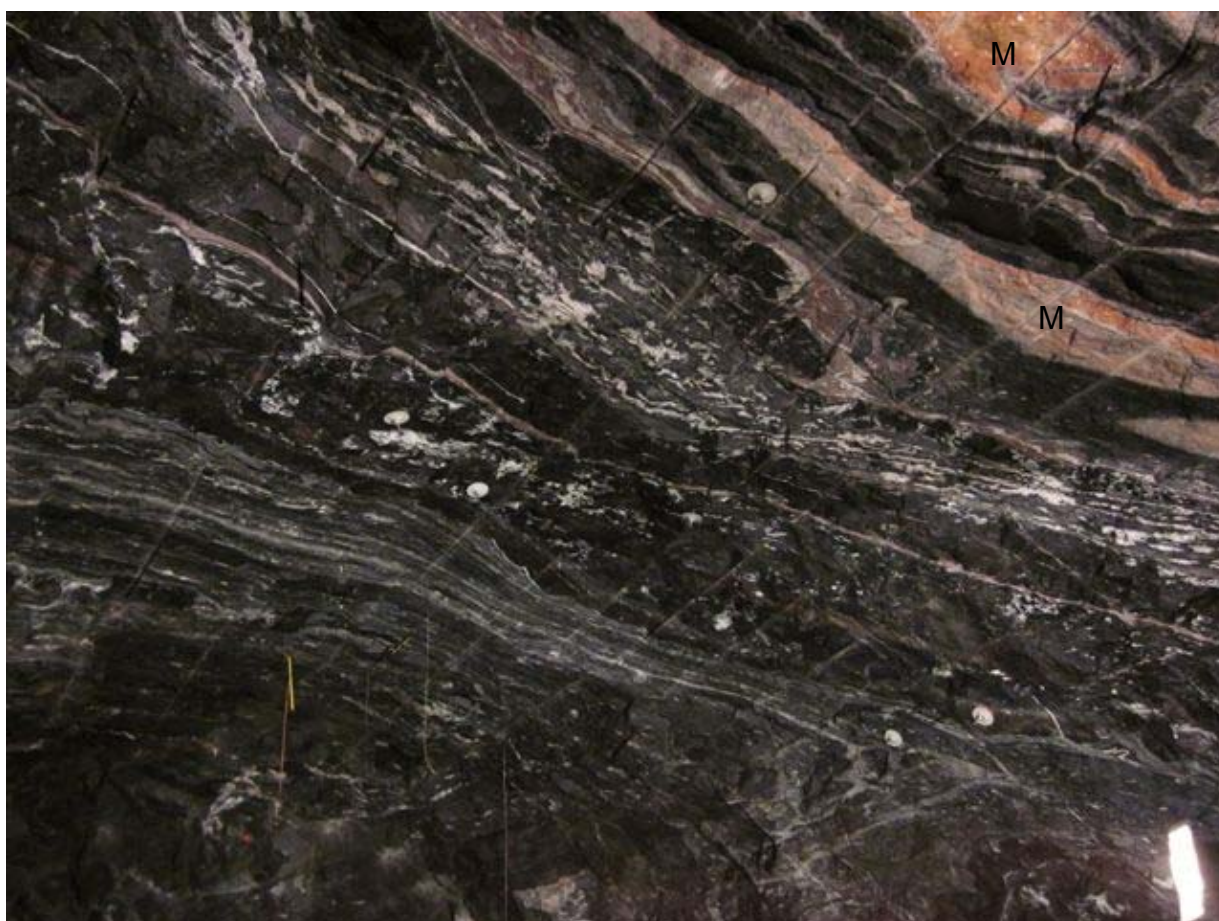
Bergartsmessig er vi tilbake i amfibolitt/amfibolittisk gneis, uten innfoldete lag av gneis og marmor.

\*) Etter omskyting var det middag og pause fram til natt og vasking, og da var 10.salve allerede skutt men ikke pigget. Det ble ingen registrering.





Del av sammenstilling radielle foto tatt natt til 16.desember, etter vasking med sprøyteriggen. 10.salve øverst er skutt og lastet, men ikke rensket (legg merke til gjenstående gule rør). Mosaikken tilsvarer kartene for tunnelregistrering, med veggene brettet ut.



Båndete/flekkete amfibolitt eller amfibolittisk gneis i 9.salve ca.profil 893,5-899, diagonalt over bildet, fra øverst til venstre og på skrå ned mot høyre. 10.salve til venstre, før rensk og med et rør hengende igjen i hengen nær salveskjøten mot 9.salve. Marmor-innslaget 'M' går ut av konturen (og amfibolitten) på den 8.salva øverst til høyre.

**10.salve 893,5-899**    ons 15.des kl.23:05 gule rør (omsk. 08:30)    **(kontur 1)**

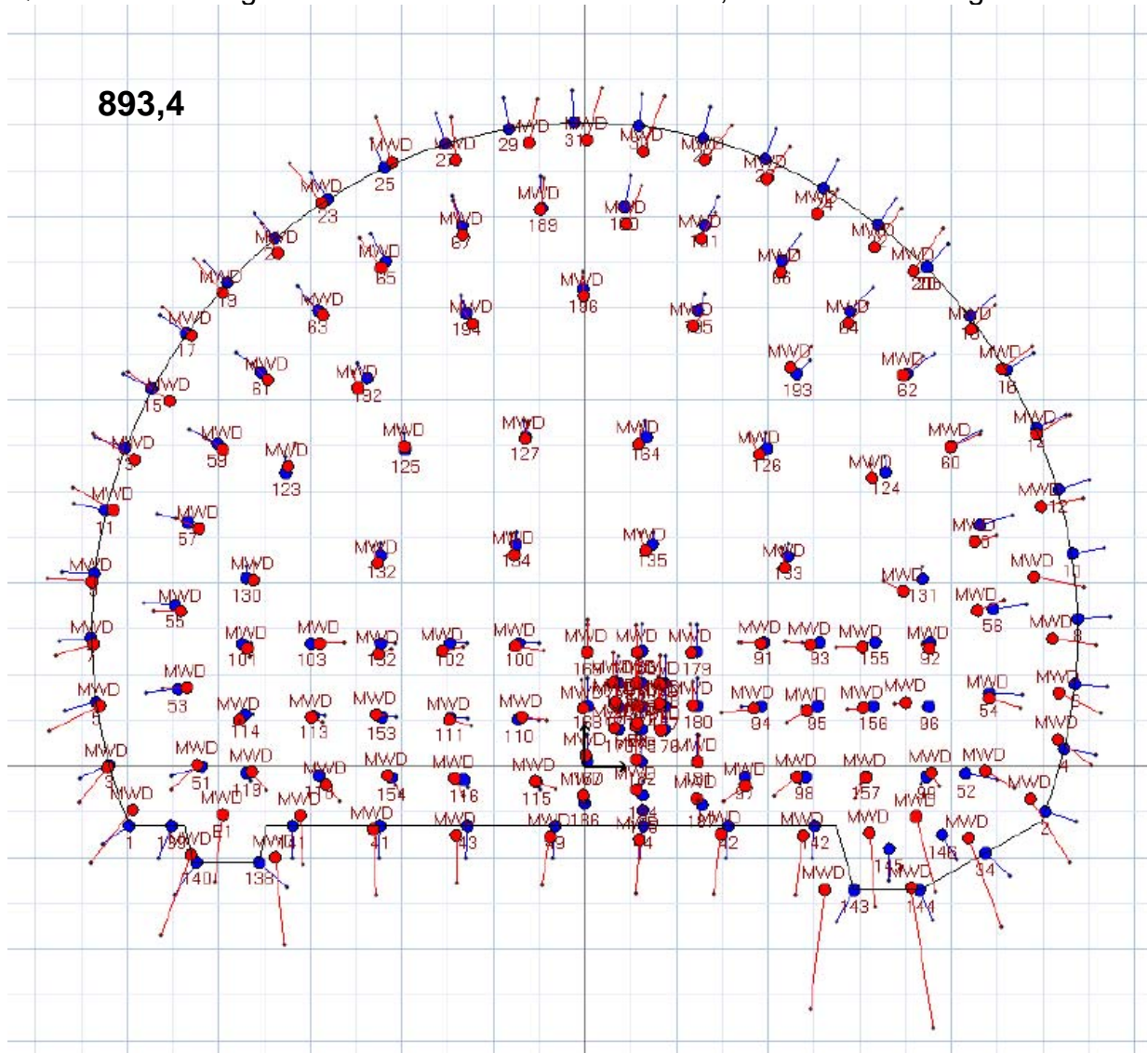
Foreløpig siste salve med kontur 1 og 22mm gule rør i 26 konturhull, med primer som bunnladning, det.lunte med halvstikk innerst, ellers tapet til rørene utover. 2x2 vegg-hull er ladet med 4,5 kg slurry i hvert hull, det samme i 2.konturen, unntatt nederst der det er 7 kg/hull innenfor de to 4,5kg-hullene. Totalt 639 kg slurry, rør kommer i tillegg. Fortsatt litt for mye i 2.konturen, etter tabellen burde det vært i underkant av 4 kg/hull.

Opplyst om mye omskyting begge vegger; "rør ikke nok til å få det ut" (som en del av sidestrossen helt ut mot vegg).

Amfibolitt/amfibolittisk gneis. Grunnet folding står nå foliasjonen med ca.15° fall mot venstre, eller SSV. En foldeakse har omtrent samme stupning, evt noe mer sørlig.

Fint profil, unntatt noe utfall i øvre venstre vederlag, skyldes kanskje foliasjonens fall-retning (kombinert med steile tverrsprekker) i forhold til tunnelaksen; det samme er ikke tilfelle i høyre side. Venstre halvdel av profilet synes noe mer oppsprukket enn høyre side. Steile tverrsprekker omtrent på tvers av tunnelen faller både fra og mot stuff. Ujevne nær vertikale Sprekker langs tunnelen har innvirkning særlig i venstre vederlag. Det er fortsatt bedre plass for ansett neste salve på venstre enn høyre side.

Q-verdien er beregnet til  $80-90/6-9 \times 2/1 \times 1/1 = 20-25$ , omtrent midt i bergklasse B.







Venste vegg 10.salve ca.profil 893-898,5.



Venste vederlag 10.salve ca.profil 893-898,5, noe utfall grunnet foliasjonsoppsprekking og steile sprekker med liten vinkel til tunnelen.



Heng 10.salve ca.profil 893-898,5, litt oppflaking og manglende borpiper til venstre grunnet en foliasjon som faller svakt mot venstre.



Høyre heng-vederalg 10.salve ca.profil 893-898,5, ikke alltid like parallelle hull.



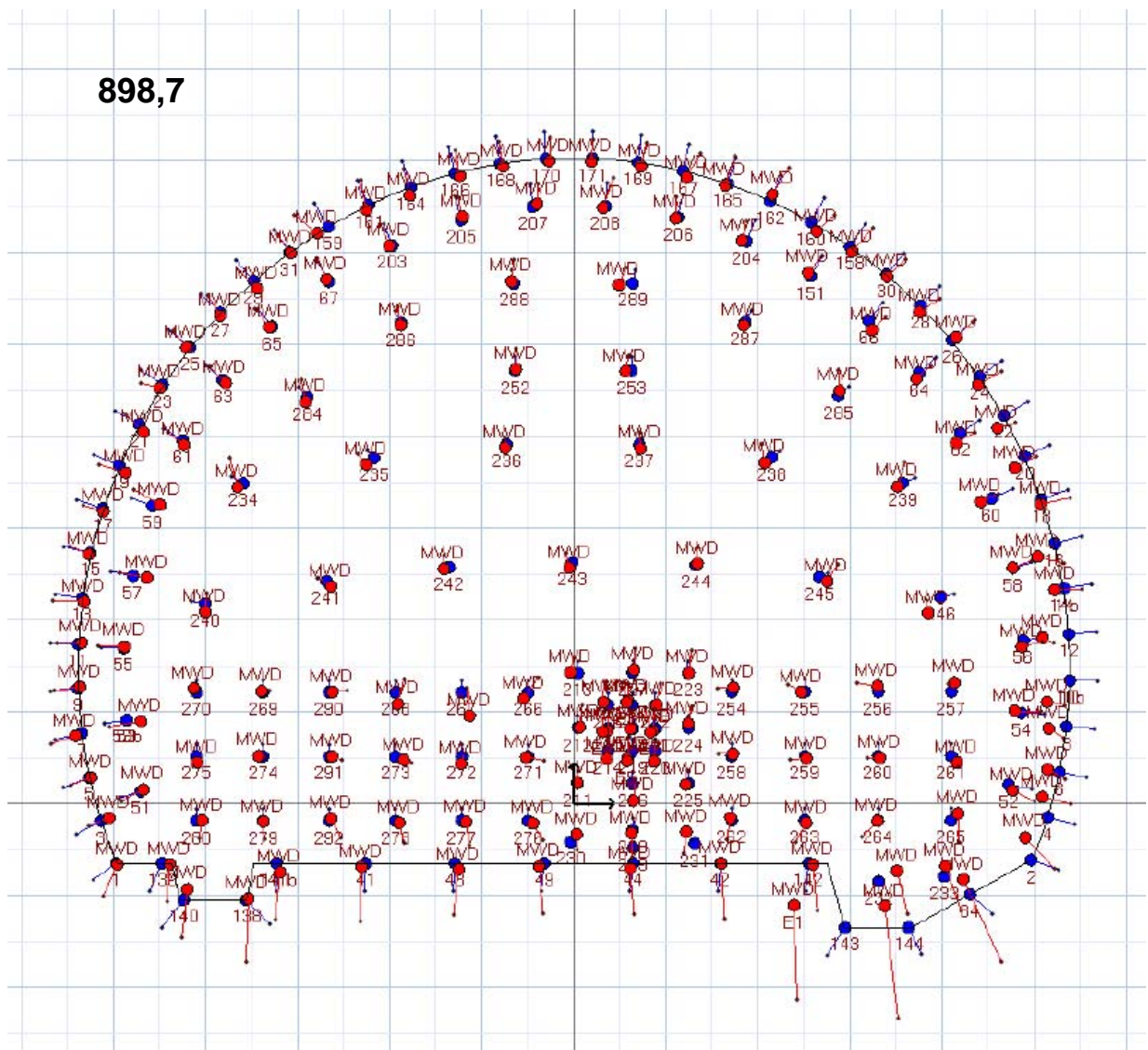
Høyre vederlag-vegg 10.salve ca.profil 893-898,5. Lite borpipe i vegg, det er også ladet relativt hadt her.

**11.salve 899-904** tors 16.des kl.17:11 orange rør, (omsk. 20:11) **(kontur 3)**

Første salve med kontur 3 ( $c/c=0,5m$ ), ladet med orange rør, også helt ned i veggene. Kontur: 1/4 Dynorex som bunnladning, 5g det.lunte med halvstikk til hvert 17mm rør. De tre nederste vegghull får 1/2 Dynorex i bunn. 2.konturen lades med 4,5kg SEE-slurry med primertemming (for tenn/ladeplan, se vedlegg...). Lading fra 13:50, brukte ca. 4 minutter på lading ett konturhull fra korg. Liten omskyting i hvert vederlag.

Meget jevnt profil og sjeldent mange borpiper, også i veggene. Vært plaget med utfall rundt v.vederlag over flere salver, men bare ganske lite denne gangen (foto).

Bare på stoff under pigging på kvelden, neste salve ble uventet skutt 03:30 samme natt. Ingen gode stoffbilder av denne salven. Se også radielle foto.



Planlagt (●) og Boret (■) hull, Vist hull-ID



Høyre side 11.salve ca.profil 899-904, dårlig lys men det er forholdsvis mye borpipe.

(Flere foto av 11.salve sammen med foto av 12.salve, se der.)

**12.salve 904-909**

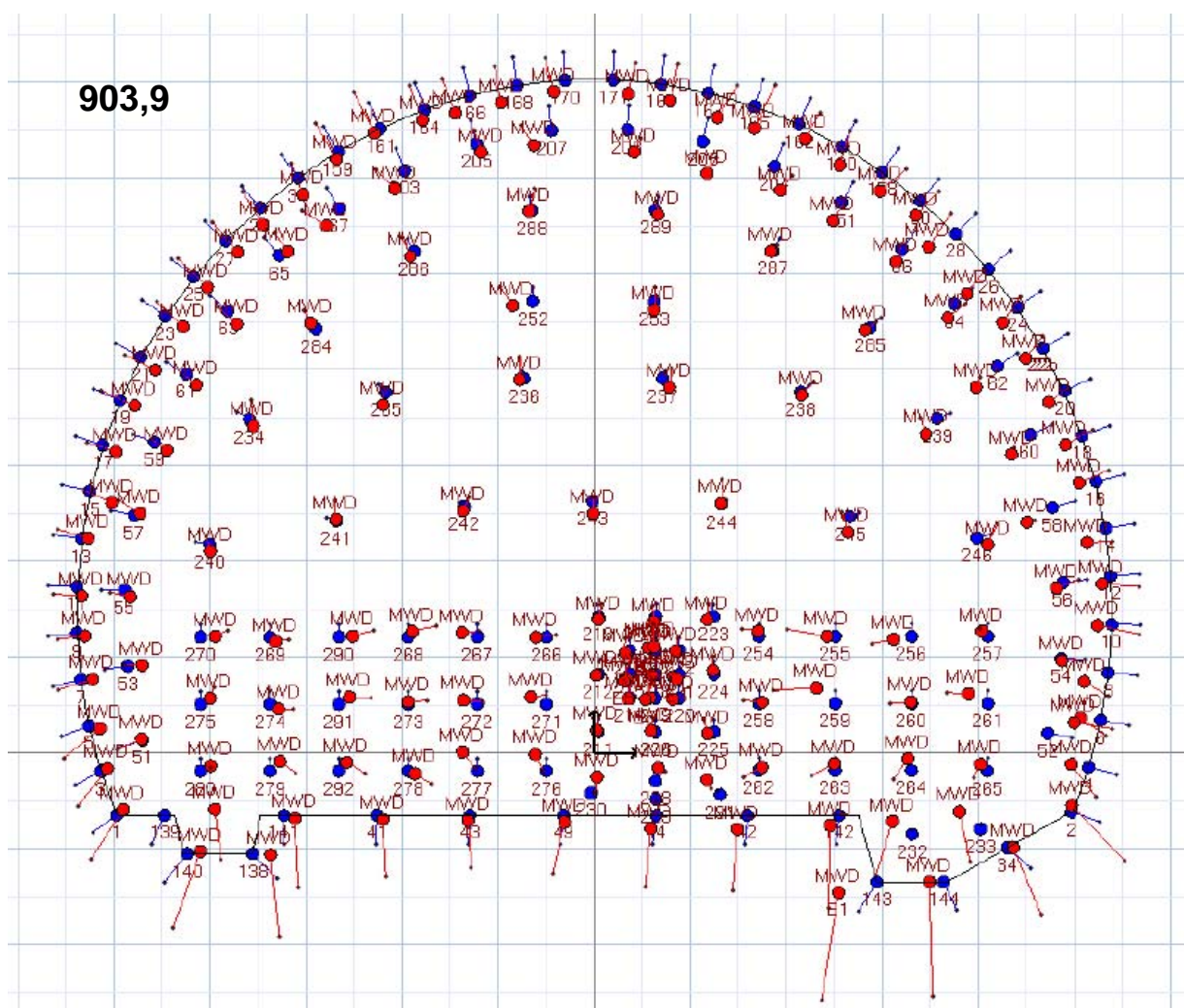
03:30 natt til fredag 17.des (omskyting?)

**(kontur 3)**

2.salve med kontur 3, fortsatt meget bra resultat. Jevnt profil hele veggen rundt. Svært lite å rense ned, ingen bomparter. Anslått 75%(?) av borpipene synes. Noen små utfall oppe i venstre side skyldes foliasjon og kryssende steile sprekker/stikk (foto). En liten tendens til flakig oppsprekking her.

Ladet med orange rør helt ned i veggene (bortsett fra 4,5 kg slurry i nederste vegghull over hjørnehullet), 1/6 Dynorex 32 mm i bunn alle konturhullene. Sannsynligvis 4,5 kg slurry i innerkonturen, antar 0,5 kg bunnladning og 4 kg/4,5m  $\approx$  0,9 kg/m pipeladning.

Amfibolittisk gneis med Q-verdi rundt 40, ingen lange, gjennomsettende sprekker, kun kortere sprekker/stikk. Bergarten er foldet, med akser og foliasjon som faller svak mot venstre.



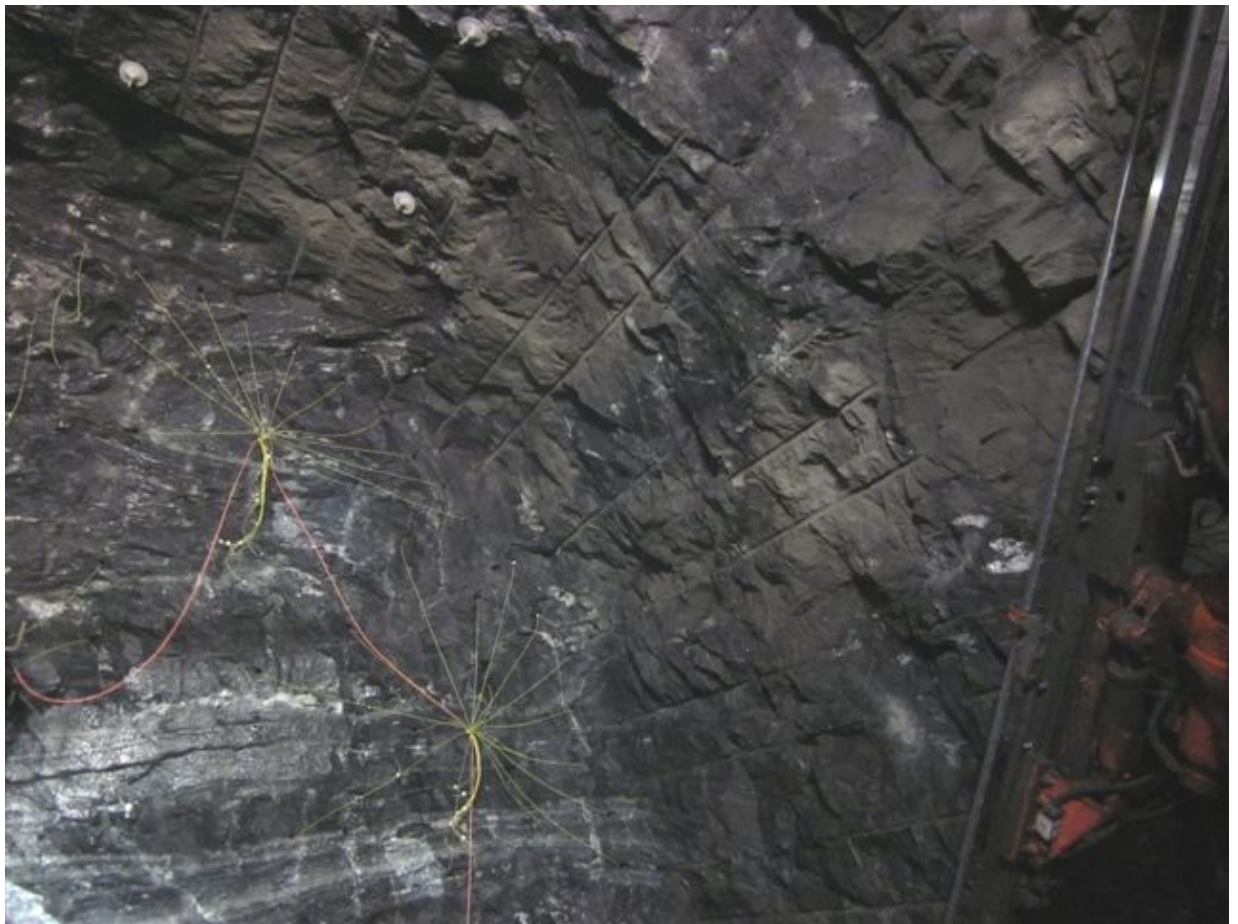
Planlagt (●) og Boret (■) hull, Vist hull-ID



Venstre side 12.salve ca.profil 904-909.



Heng 12.salve ca.profil 904-909.



Høyre side 12.salve ca.profil 904-909.



11. og 12.salve ca.profil 899-909.





11. og 12.salve  
ca.profil 899-909.

**13.salve 909-914**

fre 17.des kl.16:10 (omsk. 18:29)

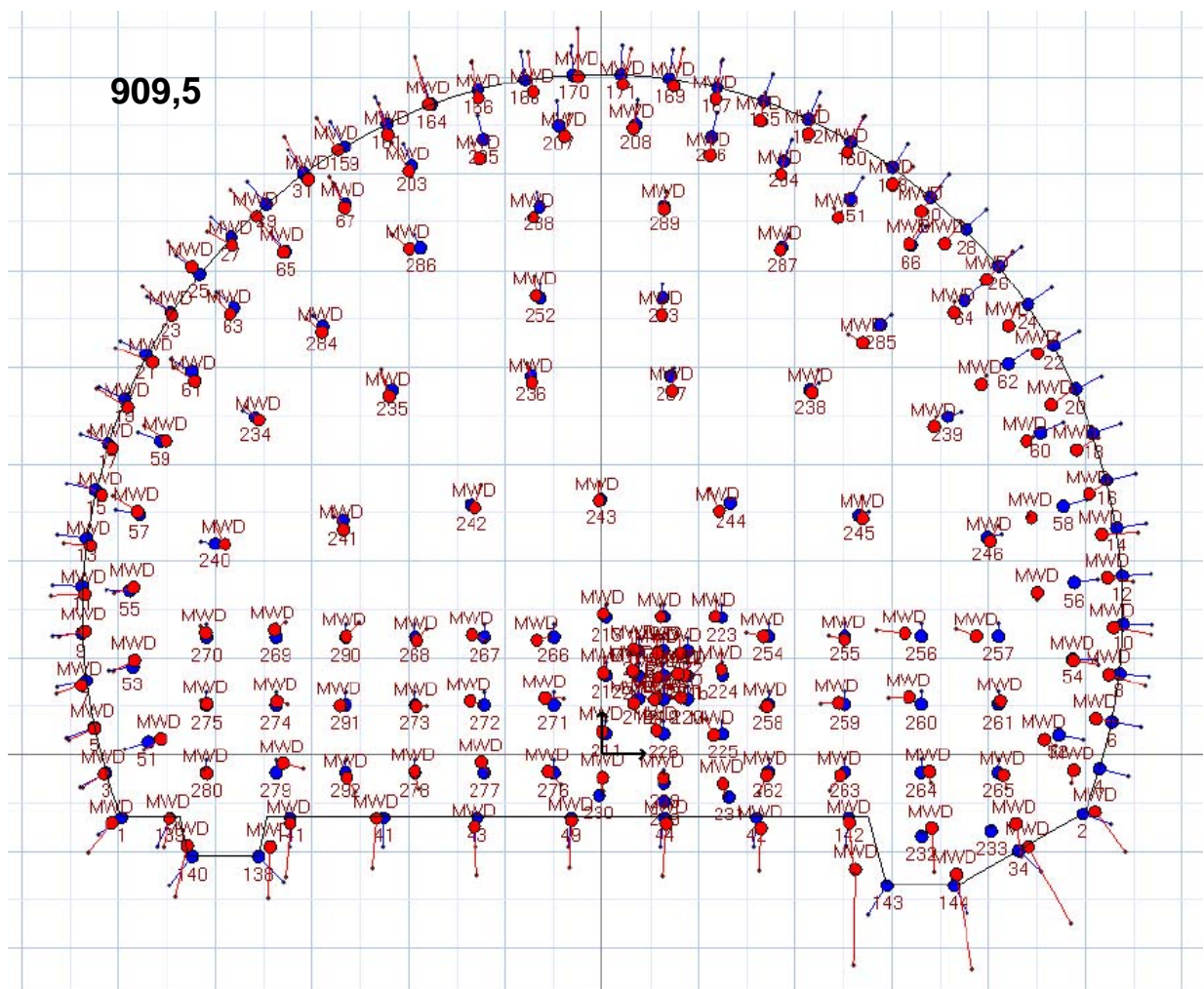
**(kontur 3)**

3.salve med  $c/c=0,5m$  er fortsatt meget bra med hensyn til kontur, mange borpiper og lite utfall.

Ladet med orange rør ned i veggen, unntatt 3 nederste over hjørnehullet, som får 4,5 kg slurry hvert (antar 0,5 kg bunnladung og 4 kg/4,5m  $\approx$  0,9 kg/m). 1/6 Dynorex 32mm i bunn alle konturhull med rør. 4,5 kg slurry i innerkonturen, antar 0,5 kg bunnladung og 4 kg/4,5m  $\approx$  0,9 kg/m pipeladning. 2 nederste hull i innerkonturen får 7 kg slurry i hvert hull. Tyngre ladning mot nedre vegg denne gangen, de som laster klager over dårlig brytning her nede.

Lite og forsiktig pigging, mer er ikke nødvendig.

$Q = 80-90/6-9 \times 2-3/1-2 \times 1/1 \approx 19$ , dvs bergklasse B. Gneisfoliasjonen faller 10-15° til venstre, steile bølgende sprekker går på skrå fram mot høyre med hvit sprekkefylling, se ellers tunnelkart.



Planlagt (●) og Boret (■) hull, Vist hull-ID



Heng og høyre side 13.salve ca.profil 909-914. To konvergerende hull midt i hengen skyldes boravvik høyre hull, ansett var rett.



Venste side oppe, 13.salve ca.profil 909-914. Noen små utfall



Heng 12. og 13.salve ca.profil 904-914.

**14.salve 914,5-919,5**

lør 18.des kl.11:16 orange rør

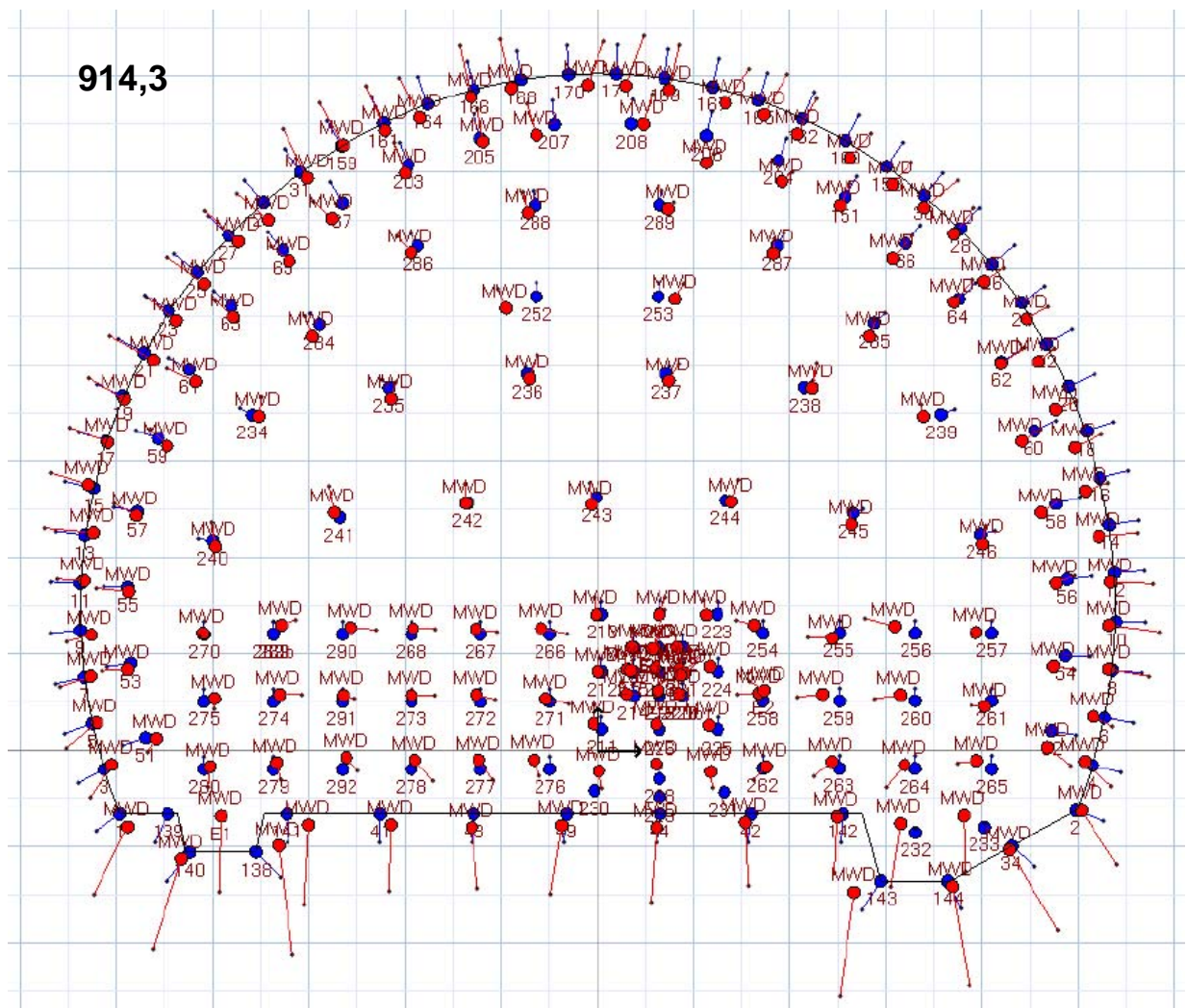
**(kontur 3)**

Noe færre borpiper på denne enn forrige, men allikevel 22 "hele" og 10 "halve" (neste hele og halve boret lengde synlig som mer eller mindre sammenhengende halvpiper). Etter lastning henger det igjen 5-6 orange rør, men synes allikevel ikke å være knøler av betydning.

Konturen fikk orange rør pipeladning og 1/6 Dynorex 32mm som bunnladning, unntatt 3 nederste vegg hull; her ble de to øverste ladet med gule rør og nederste med 4,5 kg slurry (0,5 kg + 4 kg pipeladning  $\approx$  0,9 kg/m).

Innerkonturen blir etter avtale med bas ladet med  $\frac{1}{2}$  kg mindre, dvs kun 4,0 kg slurry. Med antatt 0,5 kg bunnladning blir pipeladningen 3,5 kg / 4,5m  $\approx$  0,8 kg/m. Unntatt to nederste innerkonturhull som fikk 7 kg slurry hver. Nedre vegg blir følgelig ladet hardt i forhold til resten av konturen.

Fortsatt amfibolittisk gneis, en 30-50 cm skifrig sone høyt oppe har gitt noe utfall. Steile (fall mot øst), bølgende sprekker med hvit fylling stryker på skrå fram til høyre.  $Q = 80-85/6-9 \times 2-3/2-3 \times 1/1 \approx 11$ , dvs i grenseområdet mellom bergklasse B og C, som er godt/middels.



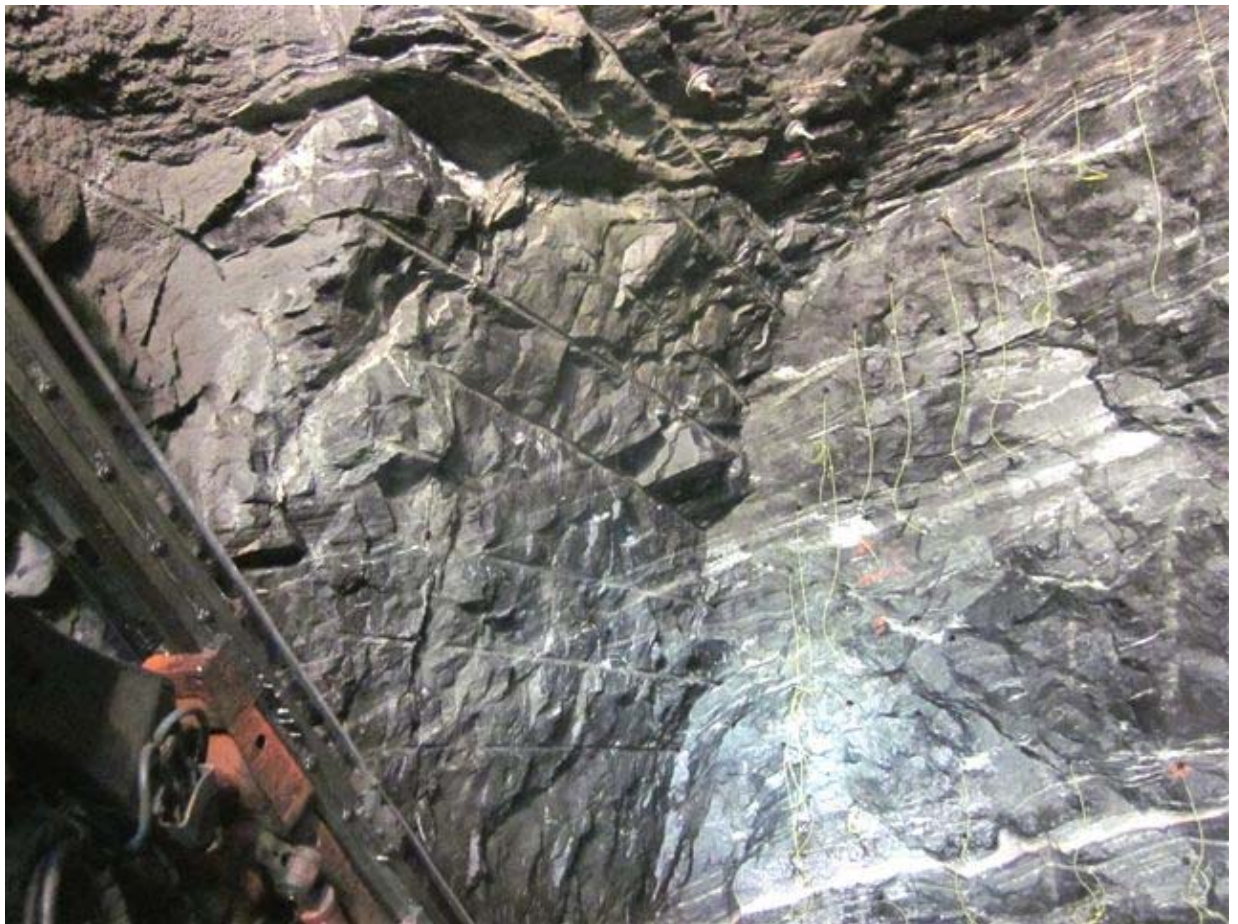
Planlagt (●) og Boret (●) hull, Vist hull-ID



Høyre side 14.salve ca.profil 914,5-919,5. Noe mindre utfall enn venstre side.



Venstre side 14.salve ca.profil 914,5-919,5. Litt utfall i forbindelse med skifrig sone, ikke alle hull er like parallelle. Gneisffoliasjon med svakt fall mot venstre gir glatte flater uten borpiper i venstre heng.



Venstre side 14.salve ca.profil 914,5-919,5. Ingen borpipler i nedre vegg skyldes hard lading (samme andre siden), knølen midt på bildet ville trolig vært borte om hullene her stod parallelt. Gule nonel-slanger på neste salve viser det var god plass i venstre side for å ansett ny kontur.

**15.salve 920-925**

man 20.des kl.12:52 orange rør

**(kontur 3)**

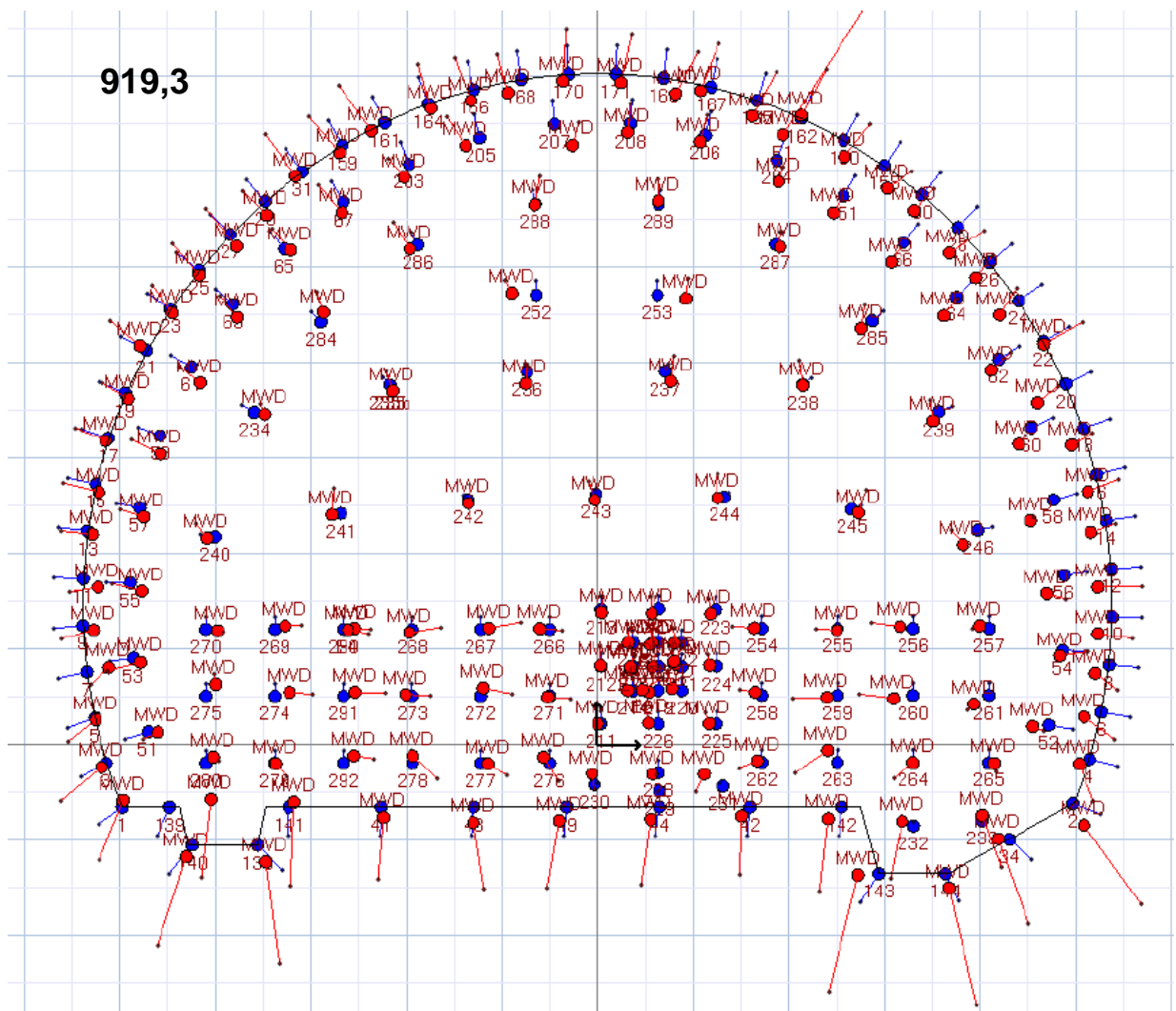
Mange borpipor (21 hele/neste hele, og 8-9 halve) og minimalt med utfall. Allikevel er det et "småhakkete" profil, det er ikke plant eller slett mellom borpipene.

Amfibolittisk gneis, foliasjonen begynner igjen å falle fra stuff, etter å ha vært orientert med svakt venstrefall noen salver.

$Q = 80-85/6-9 \times 2-2,5/2 \times 1/1 \approx 12$ , dvs også her i grenseområdet bergklasse B/C som godt/middels.

Det nederste vegghullet hver side fikk 4,5 kg slurry hvert, som vanlig av denne basen. De to hullene over her igjen fikk kun 3 kg hver, deretter orange rør med urviseren tom. 7.vegg hull nedenfra h.side grunnet slutt på orange rør. Ned resten av veggen ble det her 3 kg/hull.

Innerkonturen fikk 4 kg/hull, unntatt to nedeste hver side som ble ladet med 7 kg/hull.



Planlagt (●) og Boret (■) hull, Vist hull-ID





Hengen 15.salve ca.profil 920-925.



Høyre side 15.salve ca.profil 920-925, foliasjonen er tydelig



høyre side side 15.salve ca.profil 920-925.



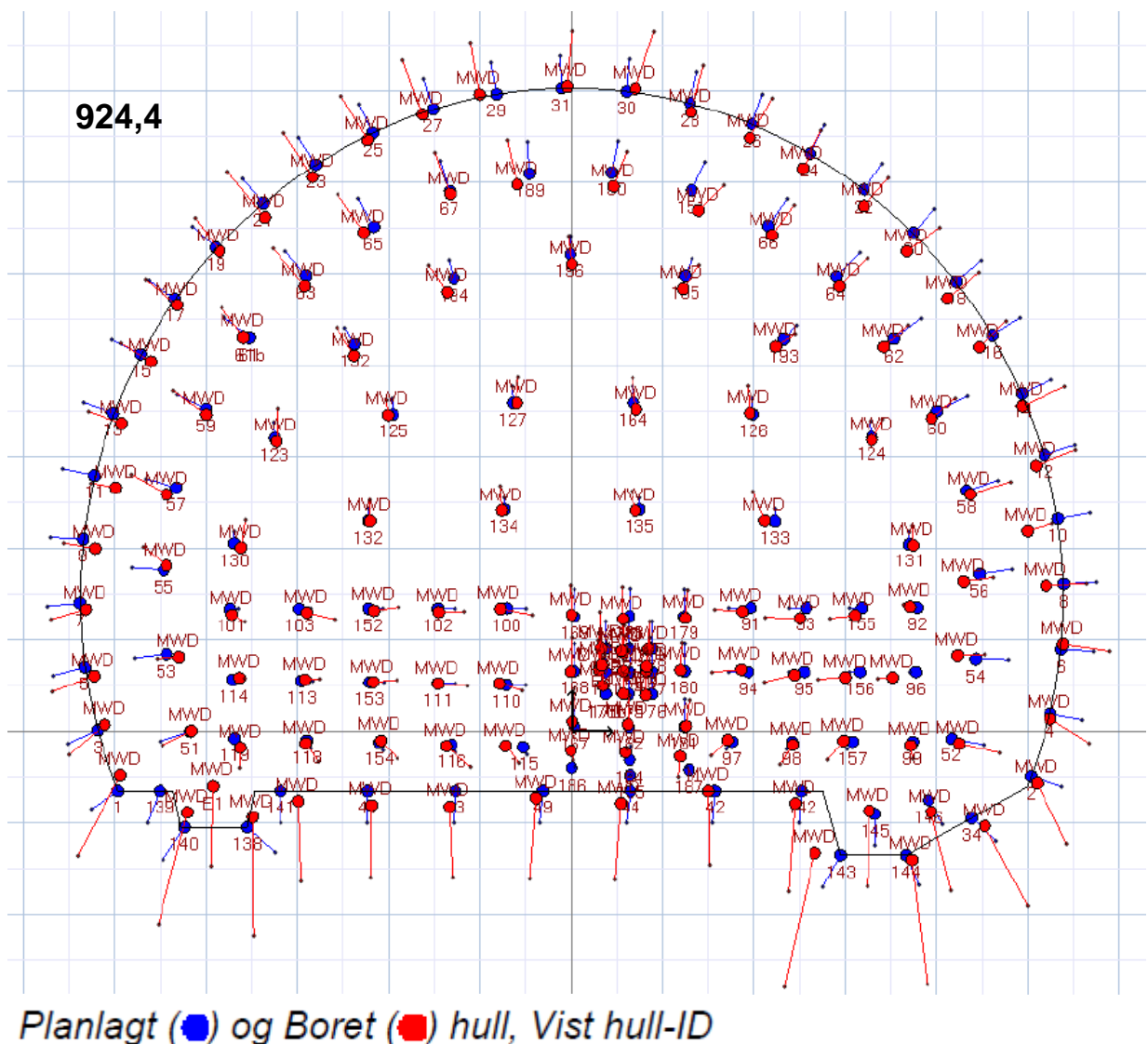
Venstre side 15.salve ca.profil 920-925. Stadig et hakk i venstresiden bak til forrige salve.

**16.salve 925-930**man 20.des kl.22:50 gule rør (omsk. h.side) **(kontur 1)**

Tilbake i kontur 1 med gule rør, visstnok helt ned begge sider. 4 kg/hull i innerkontur, unntatt to nederste hver side som fikk 7 kg/hull.

Mer rufsete tunnelprofil og færre borpiper enn salvene med kontur 3 og orange rør. To hull står igjen i venstre vegg, men er utenfor teoretisk profil. Typisk, det har hele tiden vært god plass på venstre side.

$Q = 85/6-9 \times 2/1 \times 1/1 \approx 23$ , dvs i bergklasse B (godt).

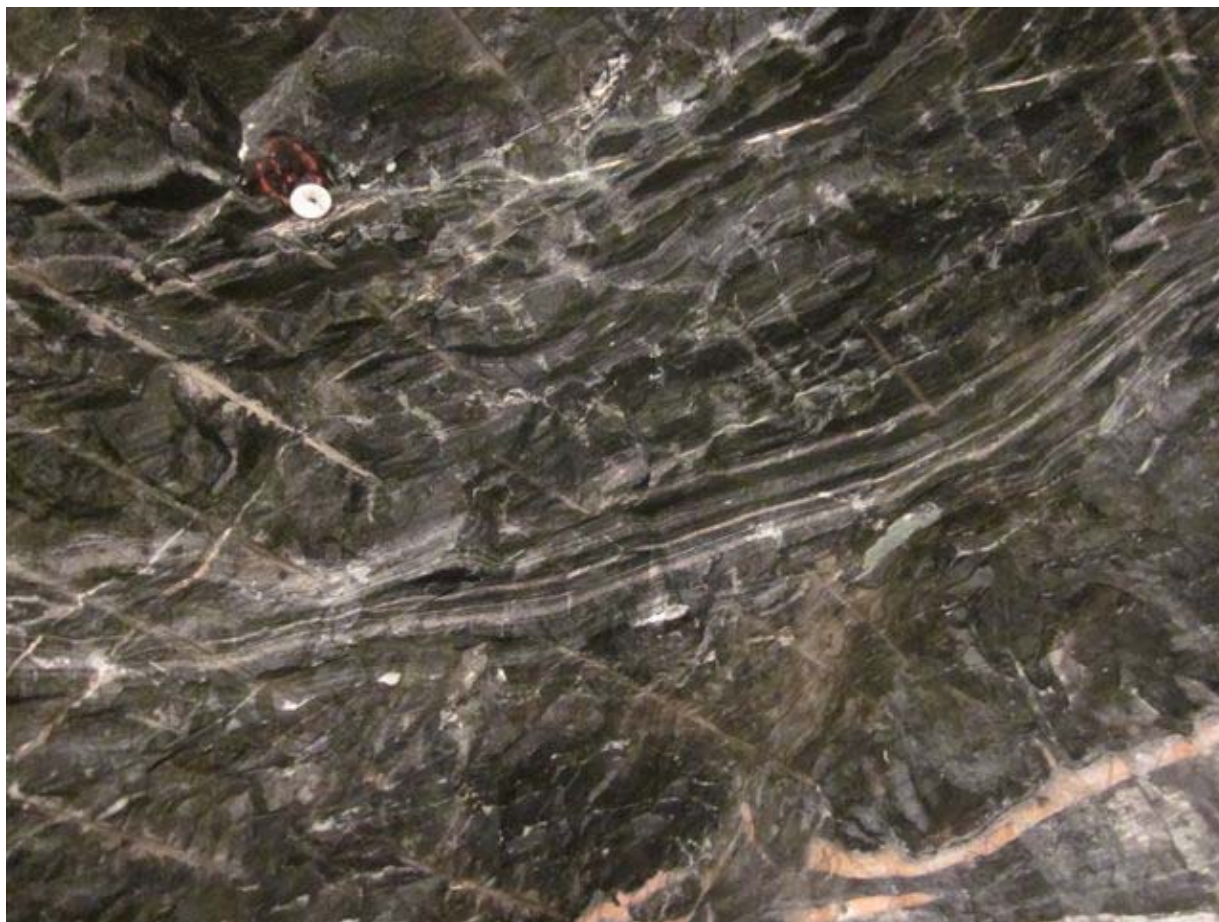




Høyre side; en forkastning i salveskjøten mellom 15.salve med  $c/c=0,5\text{m}$  til høyre og 16.salve med  $c/c=0,7\text{m}$  til venstre.



Venstre side 16.salve ca.profil 925-930. To gjenstående hull markert med piler  
Det er allikevel utenfor teoretisk profil.  
Fortsatt god plass for ansett venstre side (unødvendig store hakk i salveskjøten).



Venstre side/heng 16.salve ca.profil 925-930 innerst, flere borpiper på salva før (med bolten) som er boret etter kontur 3.

**17.salve 930-935**

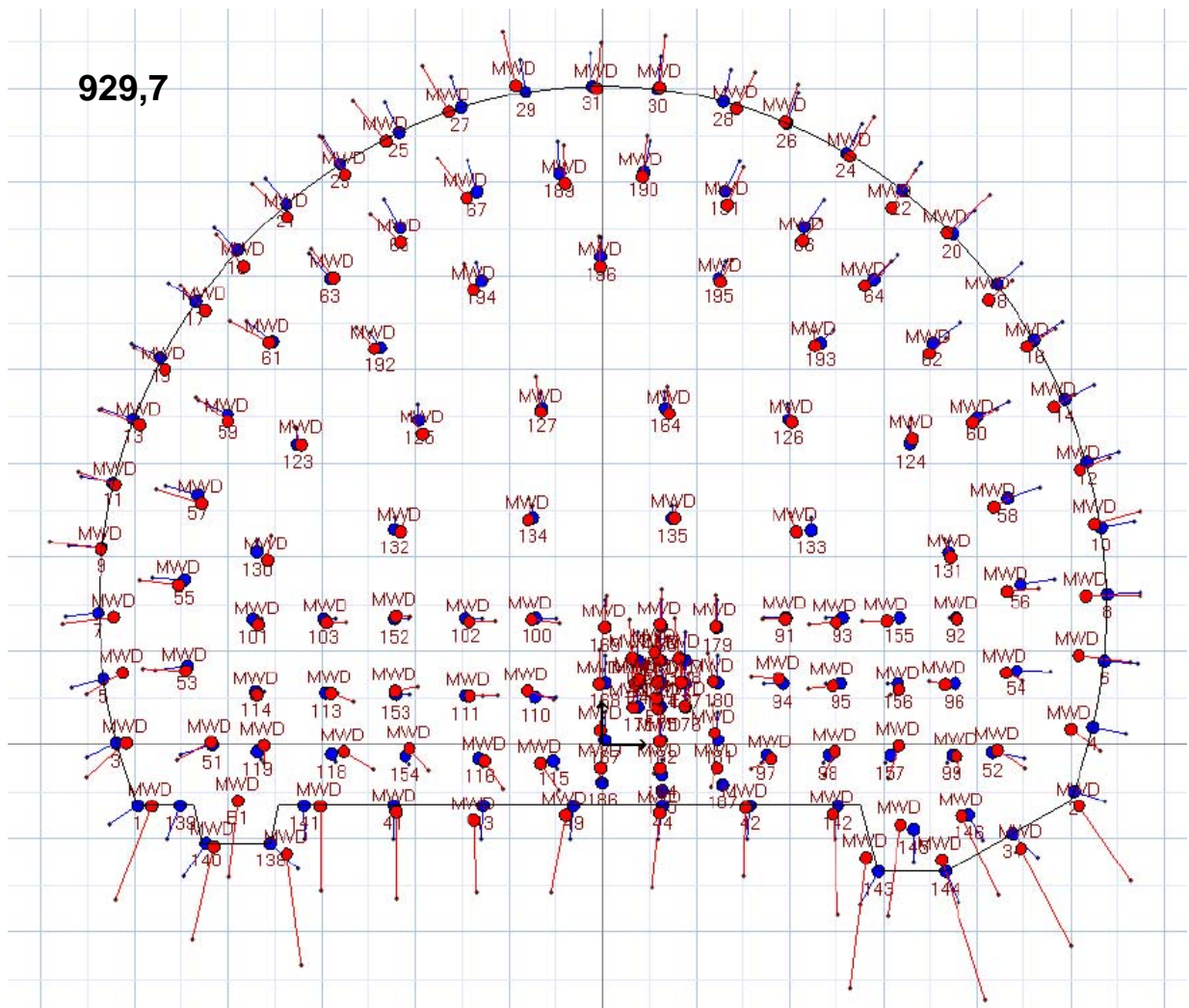
tirs 21.des kl.11:40 gule rør

**(kontur 1)**

Fin bue, men ujevn (ru) overflate. Ett hull står igjen i venstre vegg, men profilet holder. Litt utfall i øvre h.vegg (for hardt ladet?). Av 30 konturhull synes vel 16 nærmest hele borpiper og 3-4 halvpiपर.

Kontur: Gule rør med 1/6 Dynorex bunnladning, 5g det.lunte bare surret tilfeldig rundt rørene. 4? kg slurry pr.hull i 2.kontur, primer innerst (for lade/tennplan, se vedlegg...). 3 nedre vegg hull med slurry, ikke rør.  
2.kontur er mao. litt for hardt ladet, burde vært i underkant av 4 kg.

Q-verdi rundt 7,5, lavere nå fordi to sett steile tverrsprekker står litt tettere enn før, de har ujevnt forløp, stedvis med litt leire og/eller kvarts/kalsitt(?)fylling.



Planlagt (●) og Boret (●) hull, Vist hull-ID



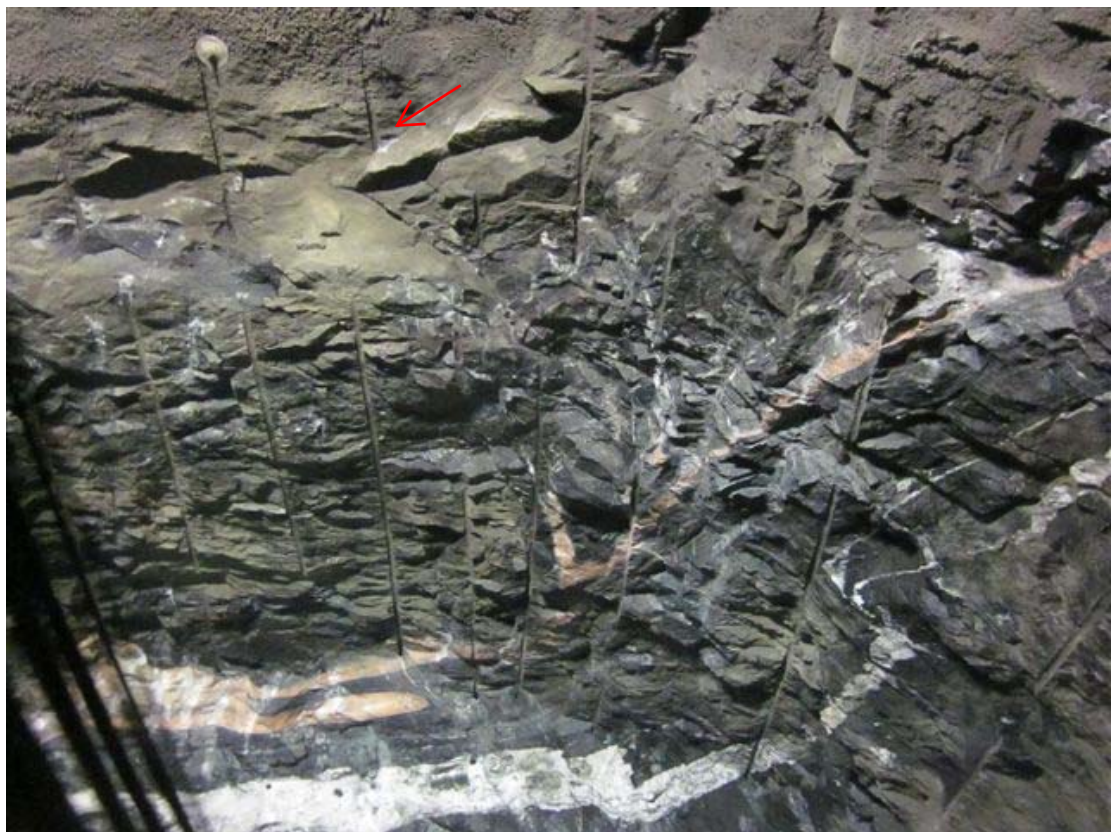
Venstre side 17.salve ca.profil 930-935.





Høyre side  
17.salve  
ca.profil  
930-935.

Heng 17.salve ca.profil  
930-935. Det var noe  
stor stikning på tak-  
hullene på forrige salve  
(60-70cm ihht salve-  
rapport, se eks. pil)



**18.salve 935-940**

tirs 21.des kl.20:52 gule rør

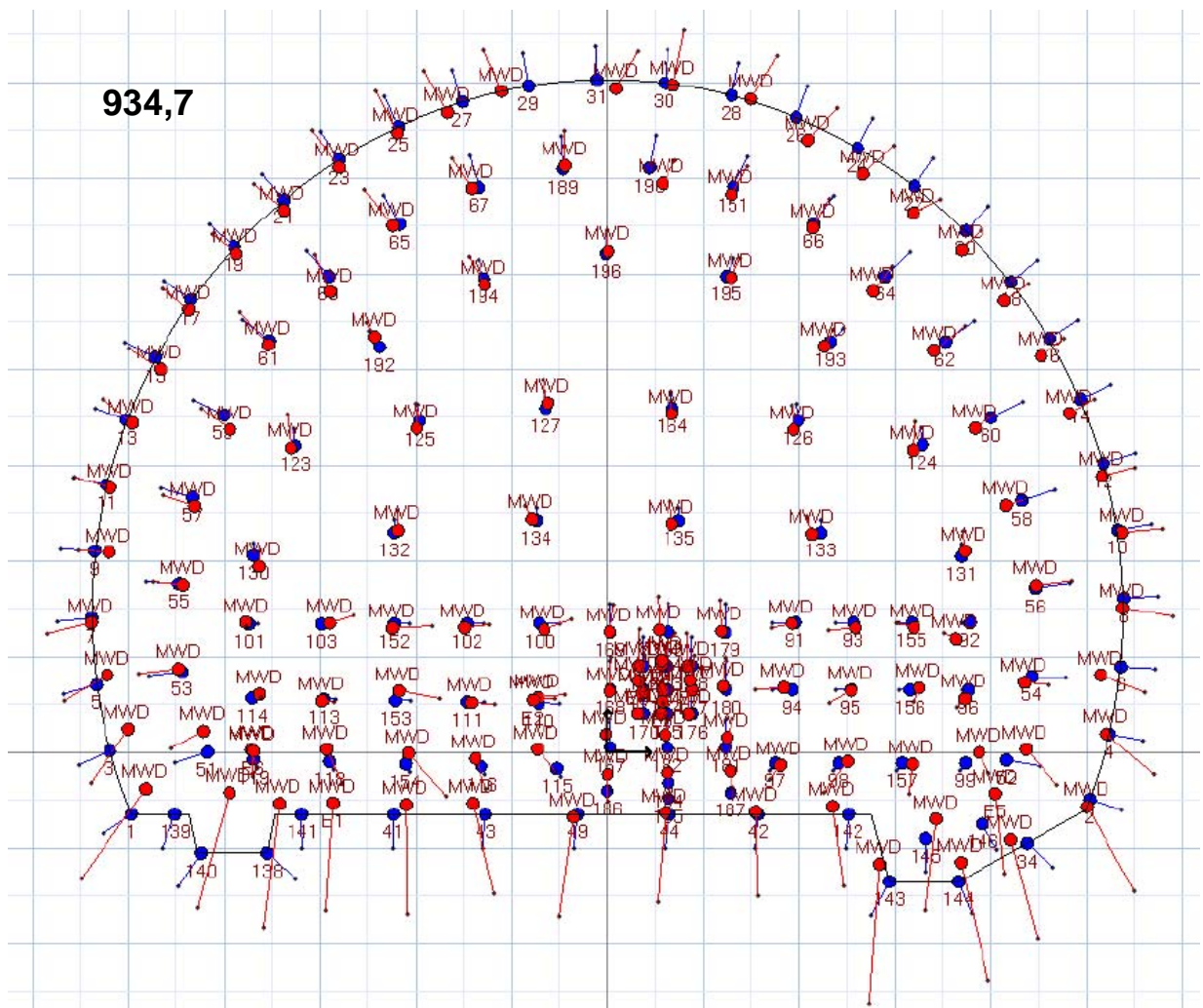
**(kontur 1)**

Ladet med slurry i 3 nederste vegghull, gule rør med 1/6 DynoRex bunnladung ellers. 4-5 kg slurry pr. hull i innerkonturen. Det.lunta bare surres løselig rundt rørene i en spiral innover, ingen tape eller halvstikk.

Teller løselig 14 tilnærmet "hele" borpiper og 6-7 halve. Et lite utfall midt i høyre heng.

Bergarten er en granat-amfibolitt igjen uten gneisstruktur,  $Q = 75/6-9 \times 2-3/1 \times 1/1 \approx 8$ , dvs i bergklasse C (middels). Noen spredte uregelmessige lyserødlige kvarts/feltspat-pegmatitter i profilet. Foliasjonen faller moderat fra stoff. Steile til vertikal sprekker på tvers og langsetter tunnelen er gjennomsettende og bølgende med kvartsfylling, førstnevnte med litt kloritt og leire.

Fortsatt for mye plass på venstre side (se foto), også som det ses fra salveskjøten, generelt for mye stikning på forrige salve.



Planlagt (●) og Boret (●) hull, Vist hull-ID



Venstre side 18.salve ca.profil 935-940. Fortsatt god plass på venstre side, over 1/2m.  
For borpipe med pil, se neste bilde.



Venstre vegg 18.salve ca.profil 935-940. Piler viser samme borpiper som på forrige bilde, det nederste hullet var åpenbart hardt ladet som innerste hull i bunnstrossen.



Heng 18.salve ca.profil 935-940



Høyre side 18.salve ca.profil 935-940, som vanlig ikke borpiper i veggen.  
Profilet ellers er ikke så galt.

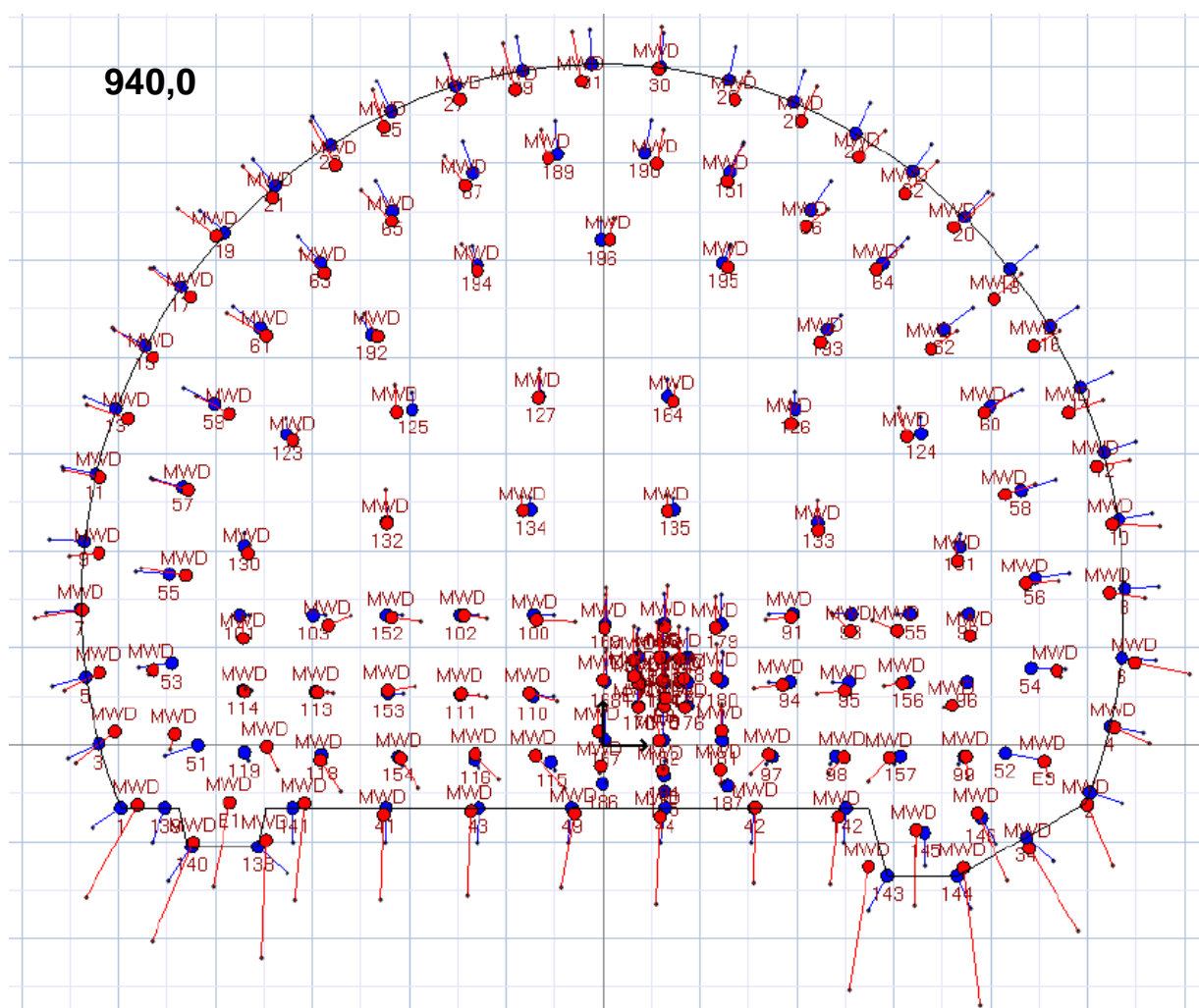
**19.salve 940-945**

tirs 21.des kl.20:52 gule rør

**(kontur 1)**

Siste salve før jul, ble ikke lastet og rensket før jeg måtte reise inn til Molde/flyplassen. Bilder/tekst nedenfor er fra k.ing.dagbok på nyåret:

*"Flott kontur med synlige borpiper. Godt fjell Q=29. Lite sprekker, ikke svelleleire eller vanddrypp. Bas informert om at det kan sprutes 8 cm B35 E700 ned til 2 m over sålen."*



Planlagt (●) og Boret (■) hull, Vist hull-ID



Heng 19.salve ca.profil 940-945.



Venstre side av 19.salve ca.profil 940-945. Synes som hardt ladet vegg hull midt på bildet, og utfall forrige salve i bildets venstre øvre hjørne.



Høyre side 19.salve ca.profil 940-945. Et par konvergerende borhull like til høyre for midten av bildet.



# Vedlegg 4

Geologiske tunnelkart 810-940  
(3 sider)

komb. fol.spr. og  
subpar. steile spr.  
gir mindre utfall

③ forsøk ②  
① forsøk ③

④

sone med mer  
bånding/foliasjon  
og skjøvighet

båndet/lamener  
gra-amfibolitt  
hidels uklar/var.  
foliasjon  
(mye granuler)

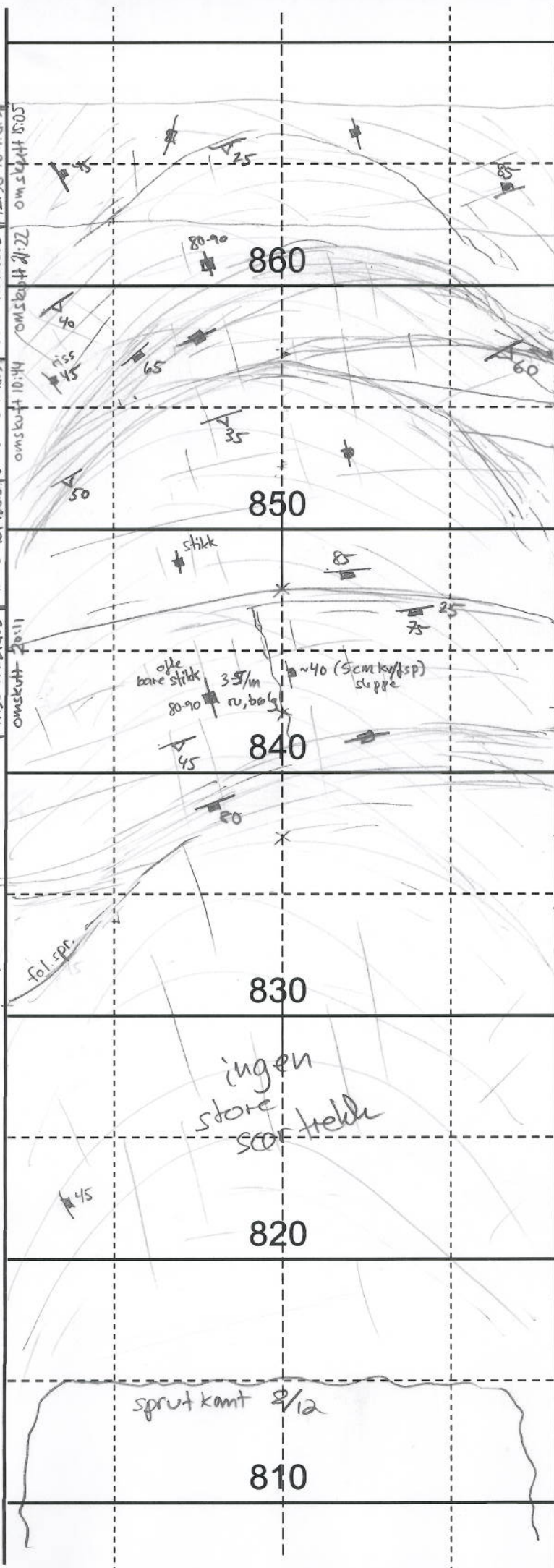
spr.sone, 1/2-1m sentral del  
med spr.avstand 5-10m, ru, bulg.  
litt spr.avst. 1/2-1m, også 1/2m  
leire, og kv/fsp-fyllinger.  
Lokalt små knuste soner

$$\frac{85}{49} \times \frac{2-3}{1,5} \times \frac{1}{1}$$

Q ≈ 22  
(sikt. I)

amfibolitt.  
gneis?

80 \* 2,5 \* 1 / 9 \* 2 \* 1 ≈ 11,1  
65 \* 2,5 \* 1 / 6,9 \* 2 \* 2,5 ≈ 4,5  
85 \* 2 \* 1 \* 15 / 6,9 \* 12 \* 1 ≈ 38  
95 \* 2 \* 2,5 \* 1 \* 65 / 4,9 \* 4,6 \* 1 ≈ 65  
12:38 10.11.05  
19:00 fr. 10. des  
15:06 to. 9. des  
17:50 on 8. des



80  
A 65  
A 65  
A 45  
A 45  
spr.sone med litt leire  
(2,0,5 cm)  
lite fol. spr. (bånding)

$$\frac{50}{4} \times \frac{2-3}{4,6} \times \frac{1}{5}$$

Q\_sone ≈ 1,3  
(sikt. III)

$$\frac{95}{49} \times \frac{2-3}{1,5} \times \frac{1}{1}$$

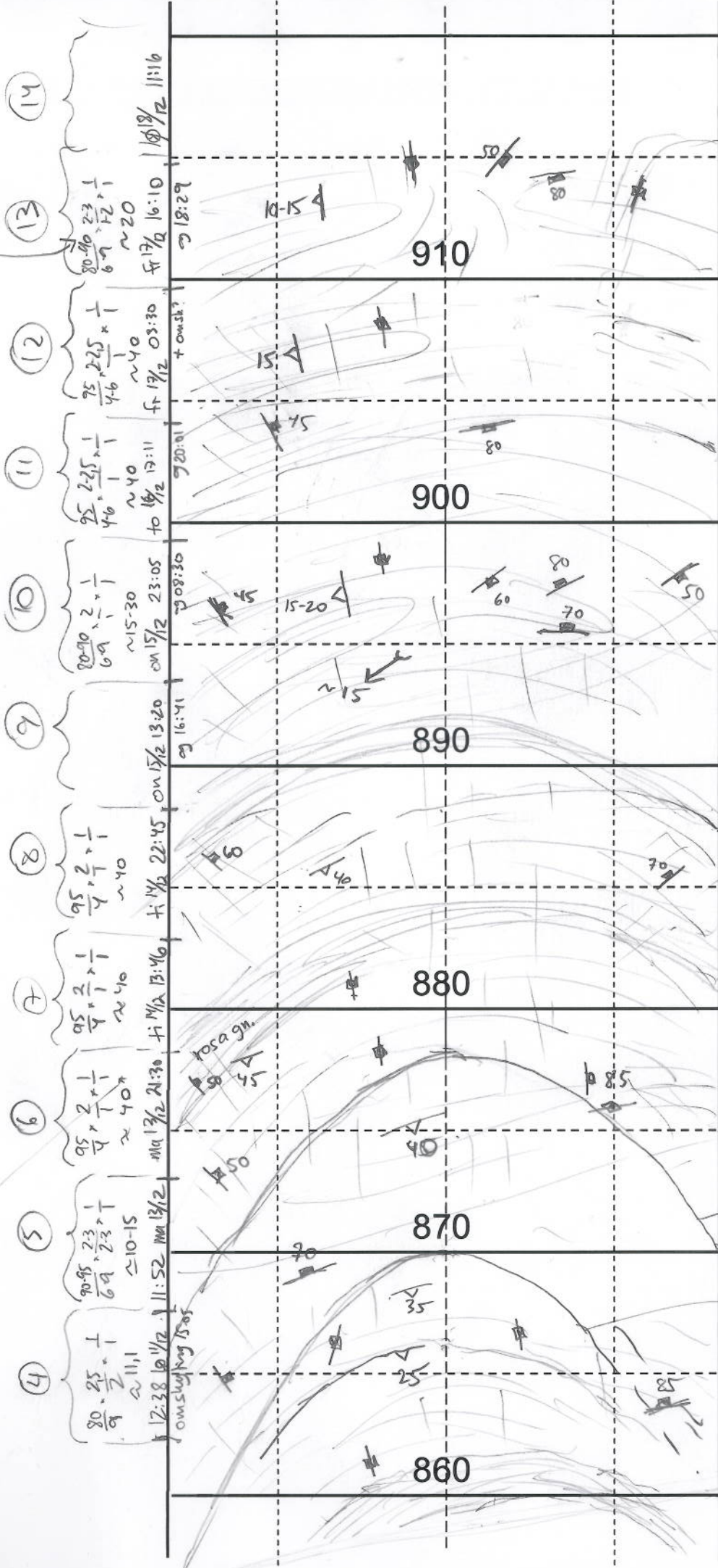
Q ≈ 24,3  
(sikt. I)

omst.  
bd. gni.  
isoklinal  
folder i gen. fol.

bd. gneis  
foldet inn fra venstre

svært  
spes. tilføle

bd. gneis  
foldet inn  
i gen. fol



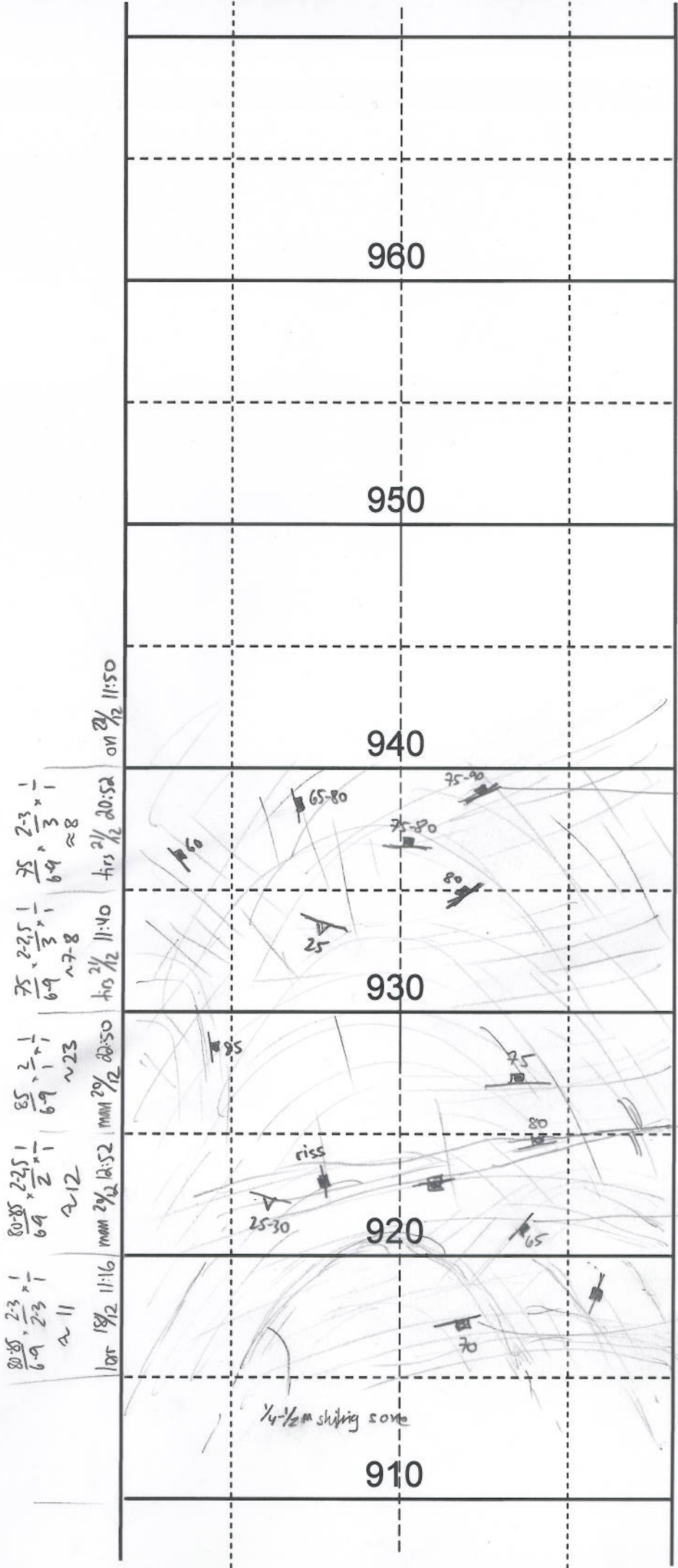
45-50  
60  
65  
80  
65

5cm leirleppa 3  
shifing/105 gn.  
(leir, klo)  
10cm kvarts bånd

gra-amfibolitt

amd. gneis

anf. gneis, bånding



$\frac{80-85}{69} \cdot \frac{2-3}{23} \approx 11$   
 for 18/12 11:16  
 $\frac{80-85}{69} \cdot \frac{2-25}{2} \approx 12$   
 mm 2/2 10:52  
 $\frac{85}{69} \cdot \frac{2-1}{11} \approx 23$   
 mm 2/2 00:50  
 $\frac{75}{69} \cdot \frac{2-25}{3} \approx 7-8$   
 hrs 2/2 11:40  
 $\frac{75}{69} \cdot \frac{2-3}{3} \approx 8$   
 hrs 2/2 20:52  
 om 2/2 11:50

gj. sett, bolg., litt klo, løire

$\frac{60-75}{80}$   
 $\frac{80}{80}$

liten forkastning

→ bolg, hvit spr.-fylling

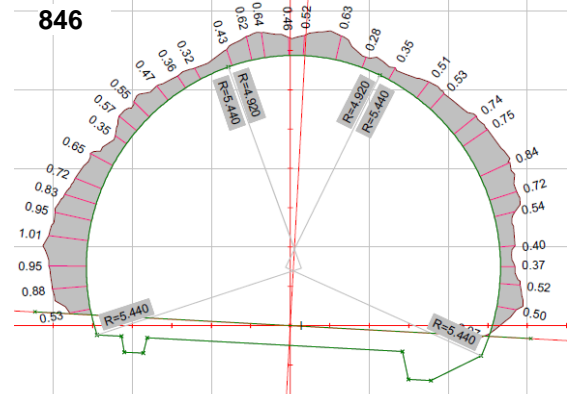
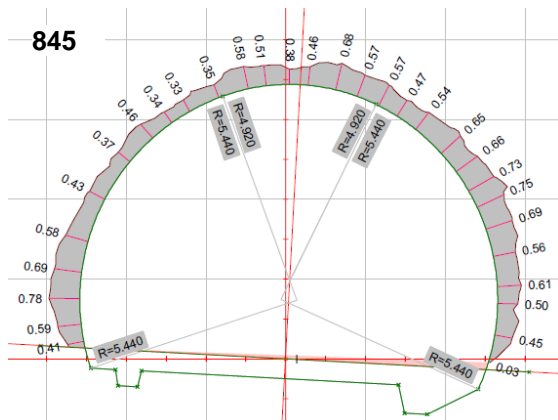
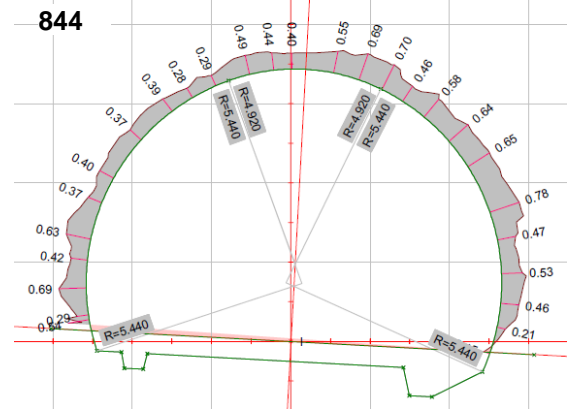
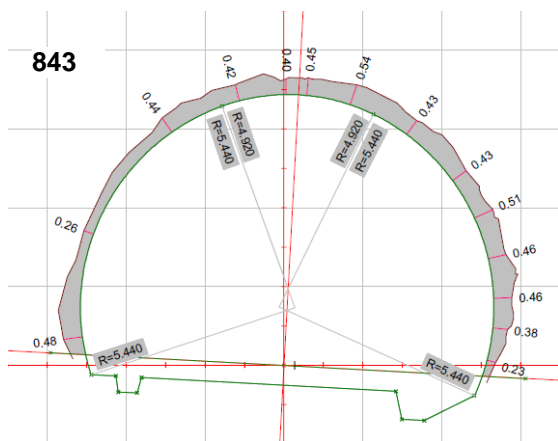
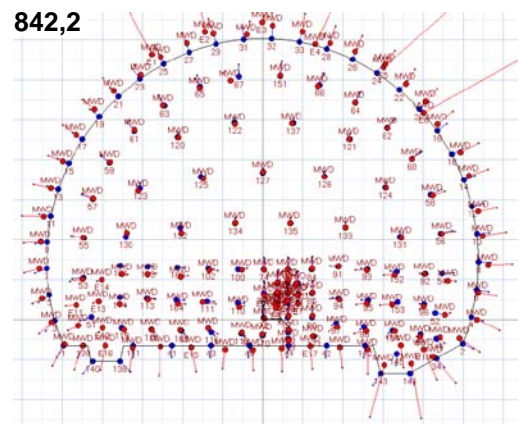
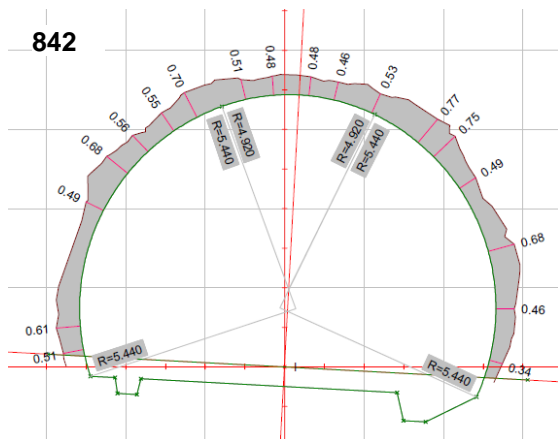
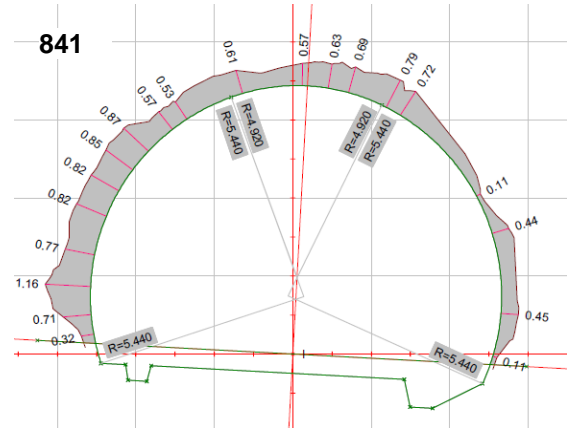
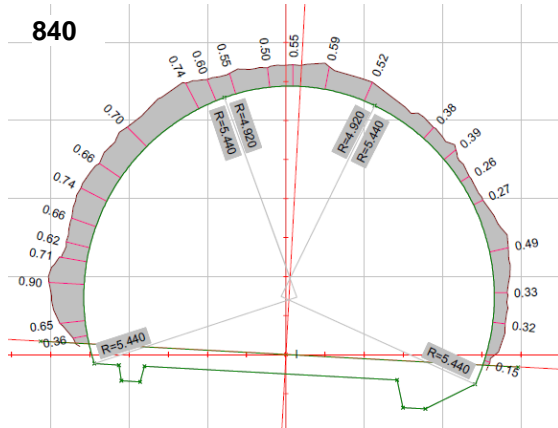
5-6 spr/m  
 sprekketog  
 hvit fylling, bolg.

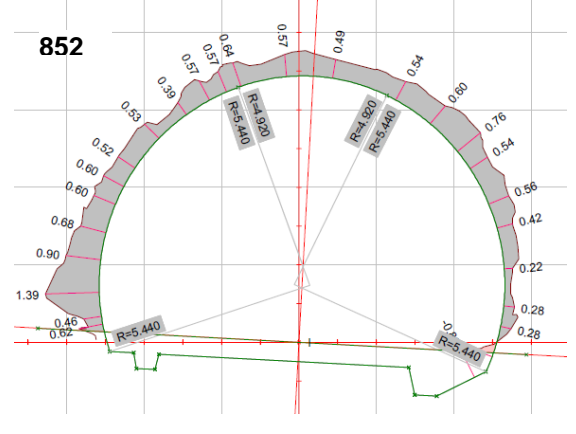
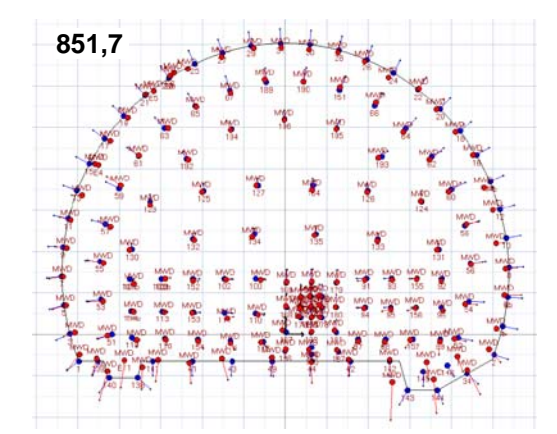
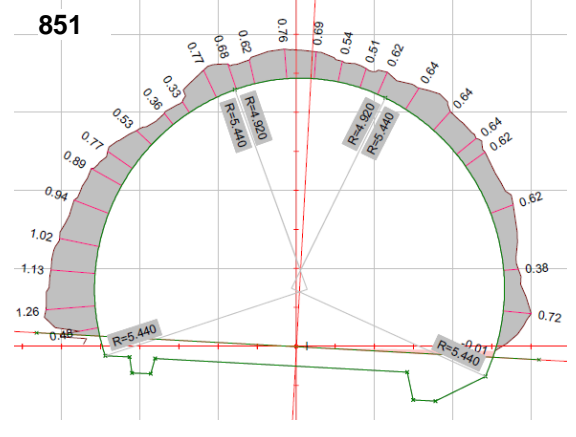
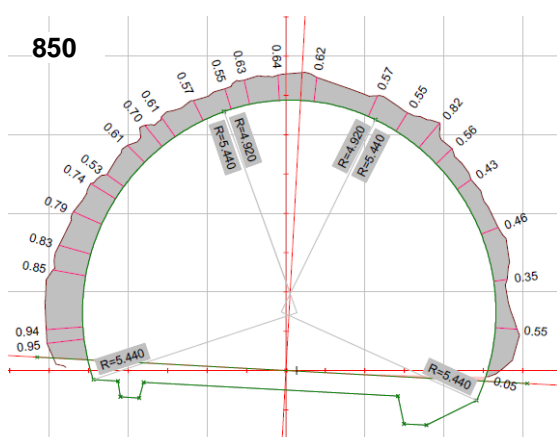
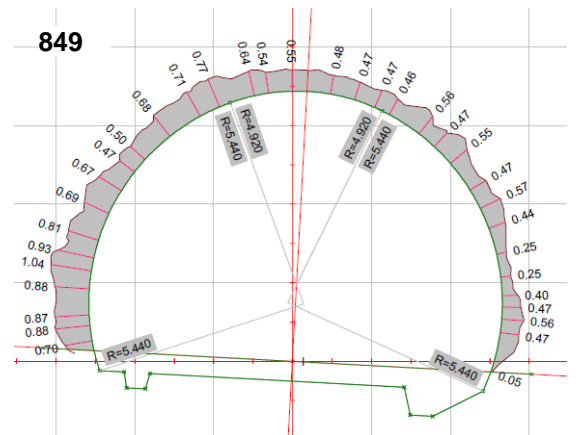
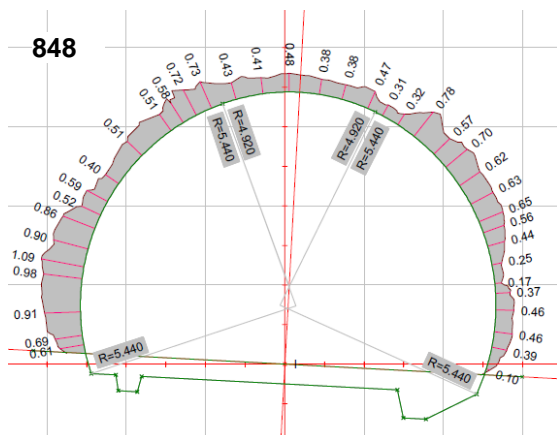
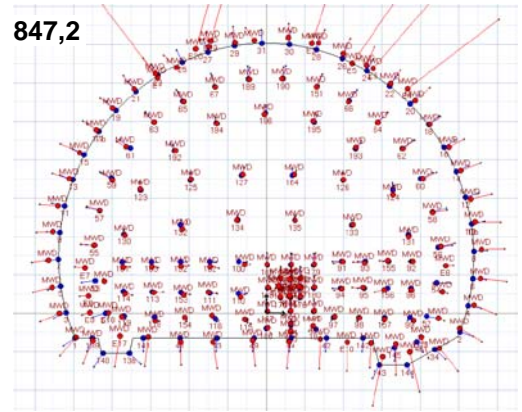
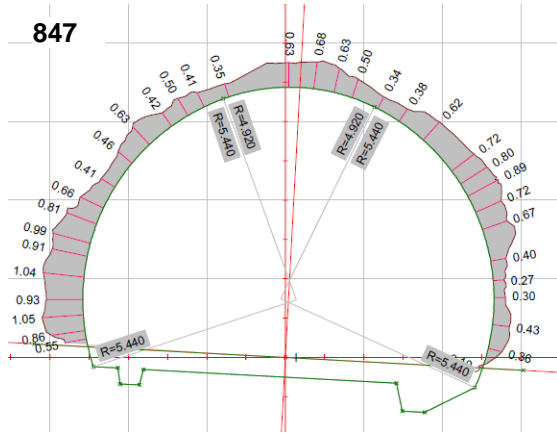
1/4-1/2 m skiving some

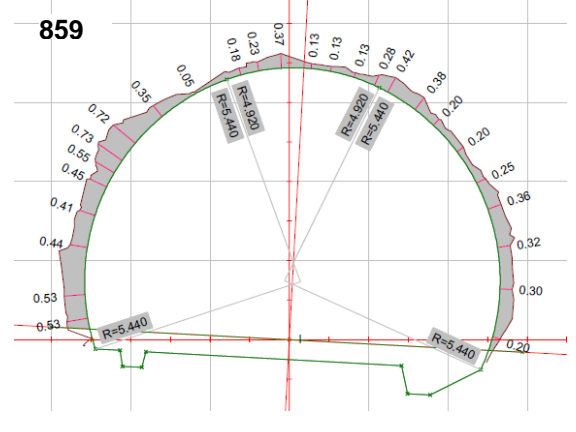
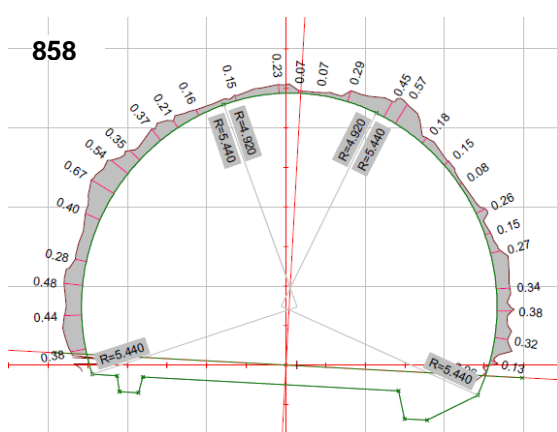
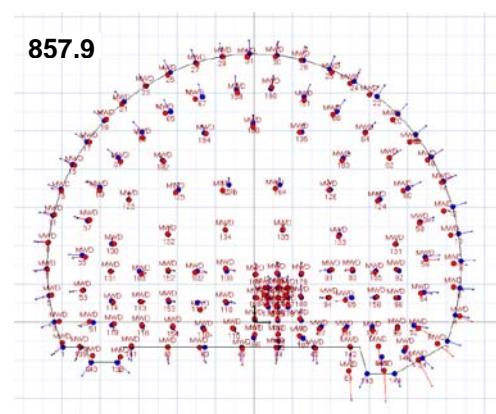
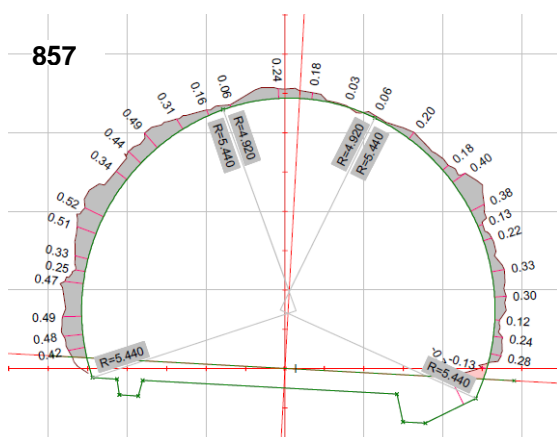
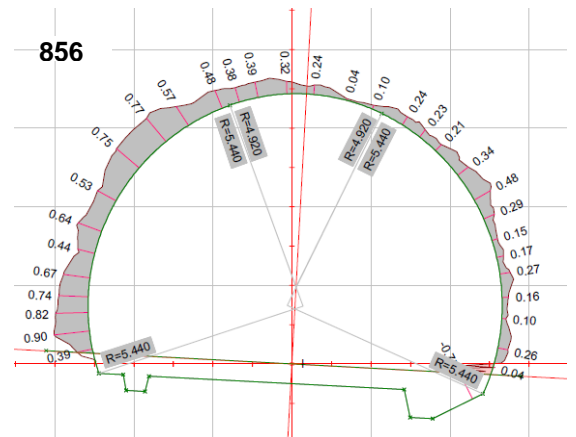
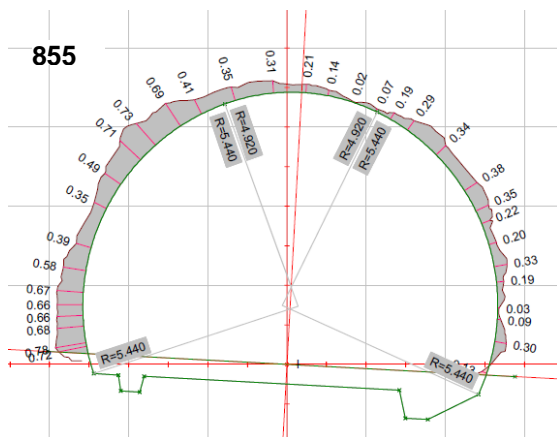
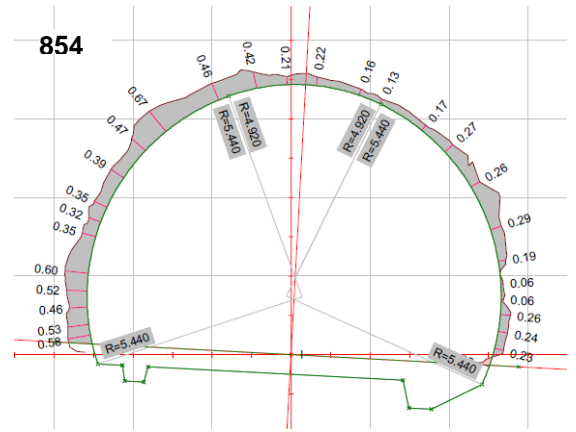
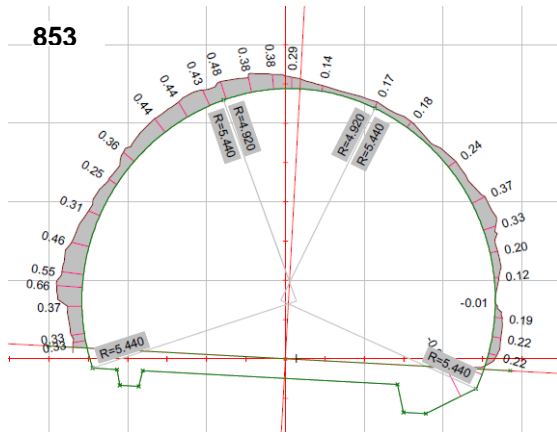
$\frac{60-65}{30}$

# Vedlegg 5

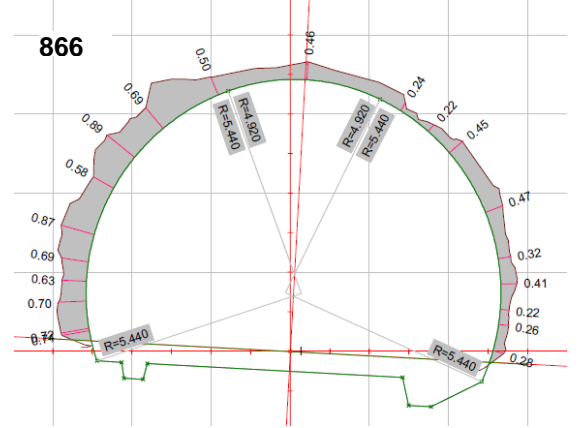
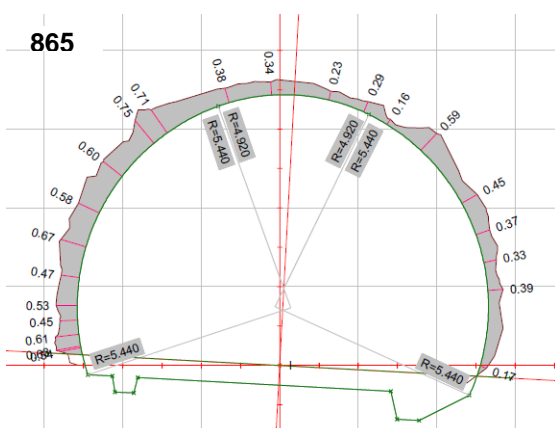
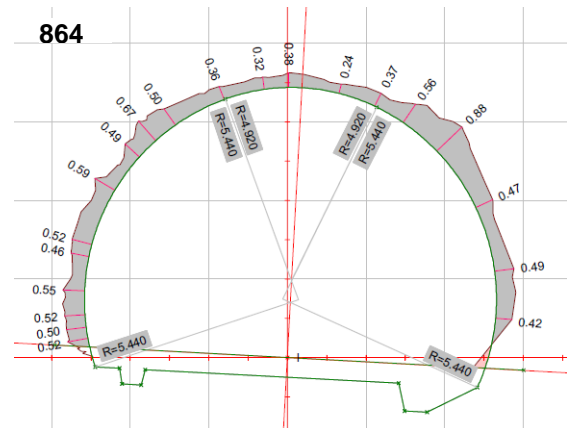
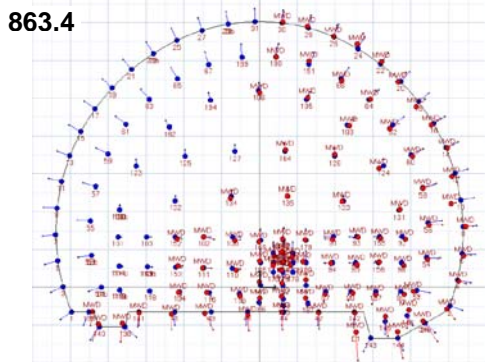
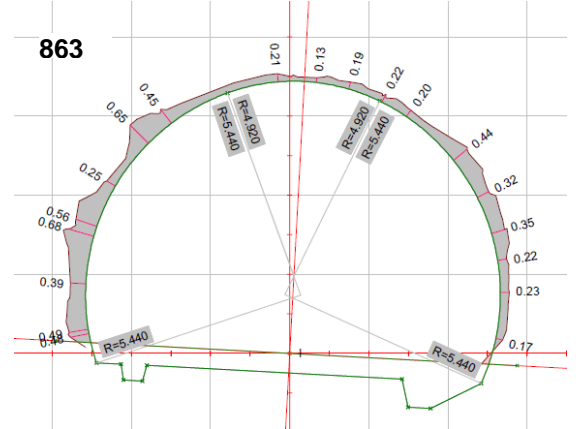
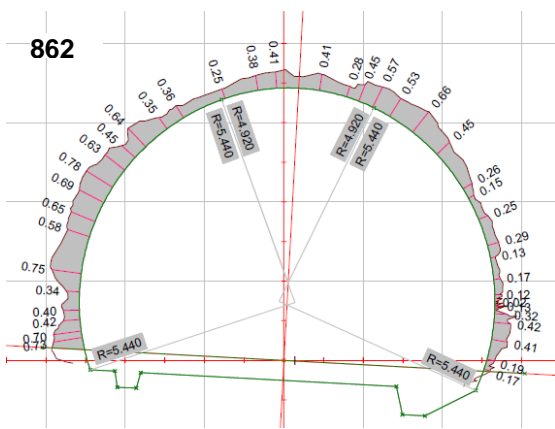
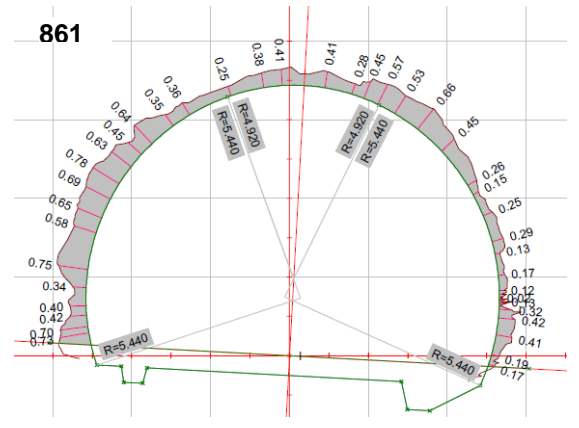
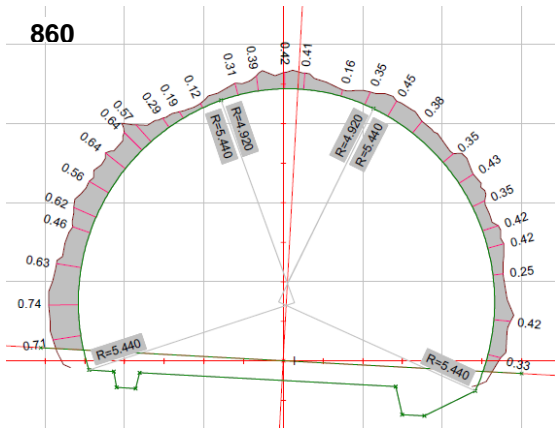
Skanning før sprøyting  
(for hver meter), inkludert normalprofil  
og innskutte salverapporter  
(16 sider)

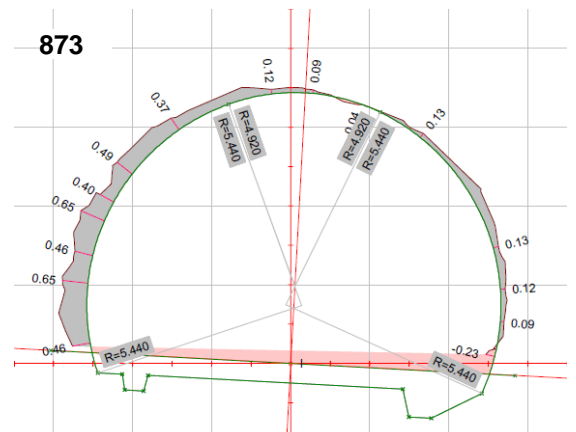
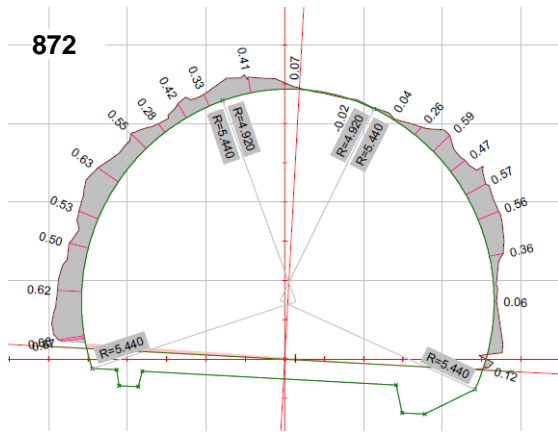
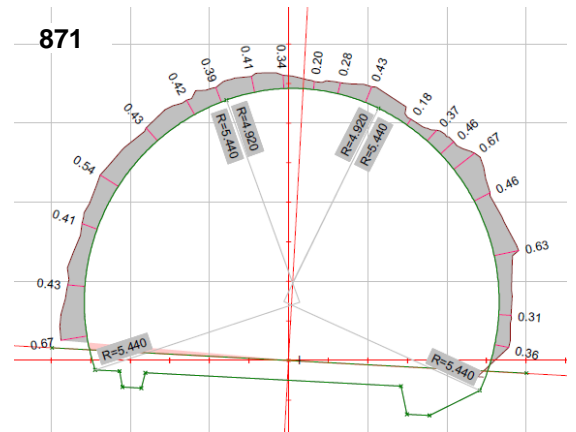
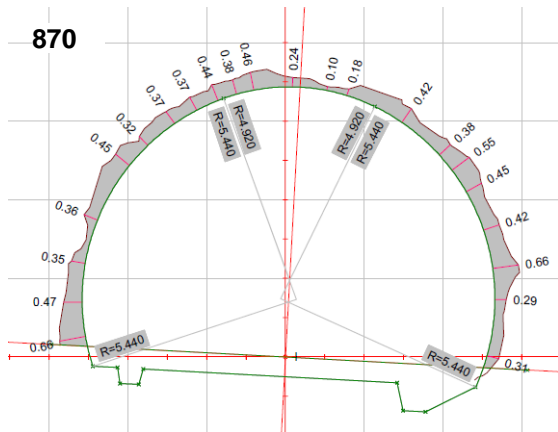
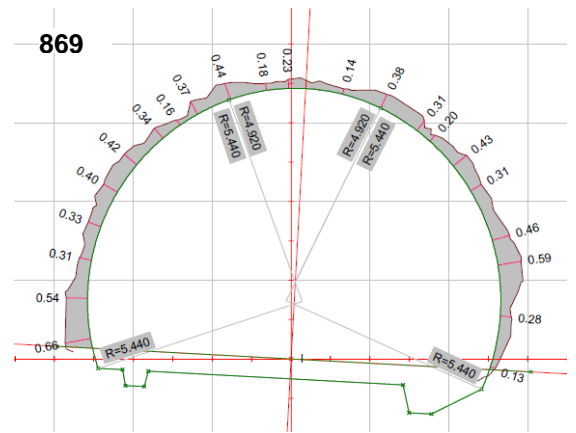
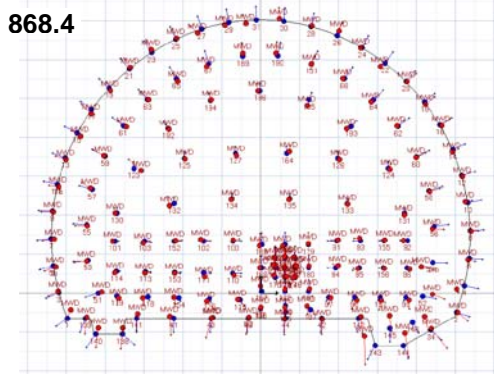
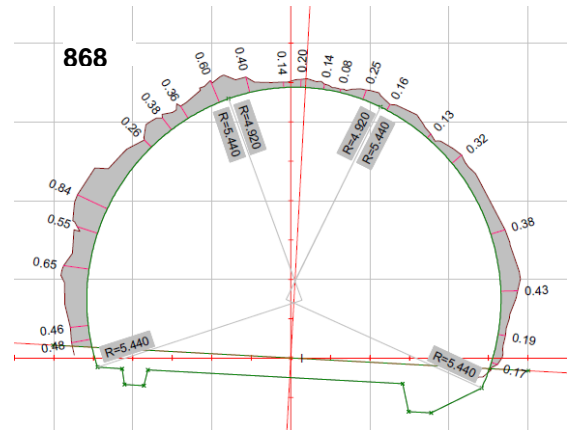
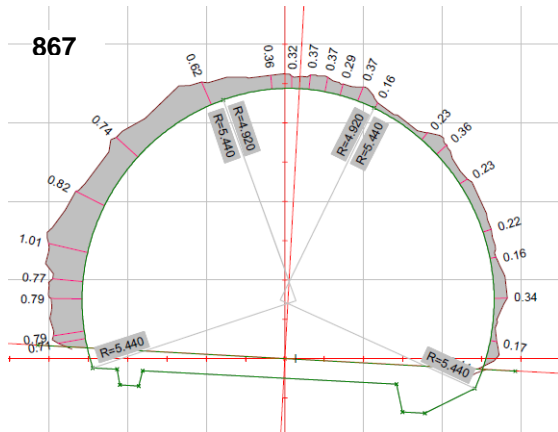


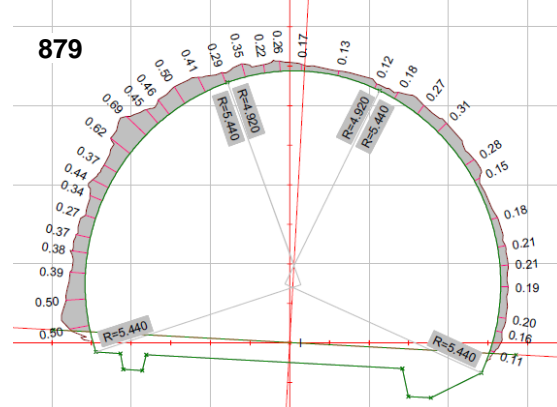
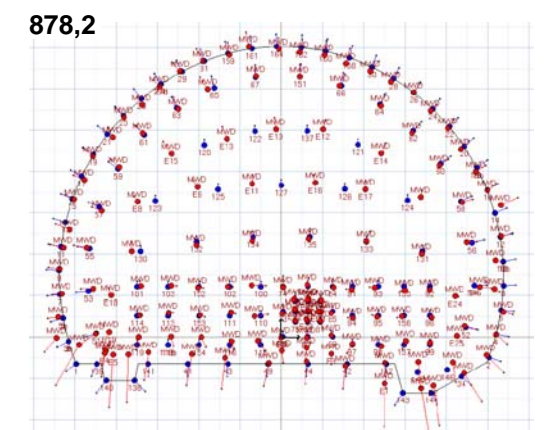
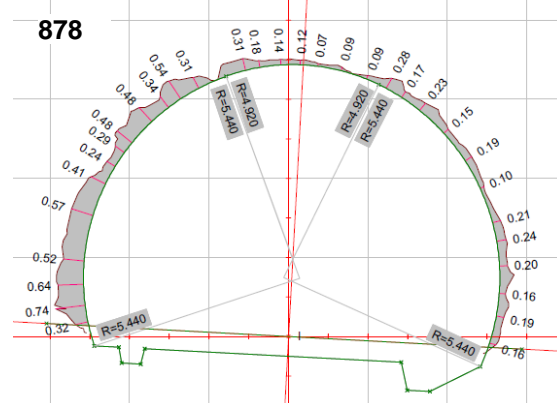
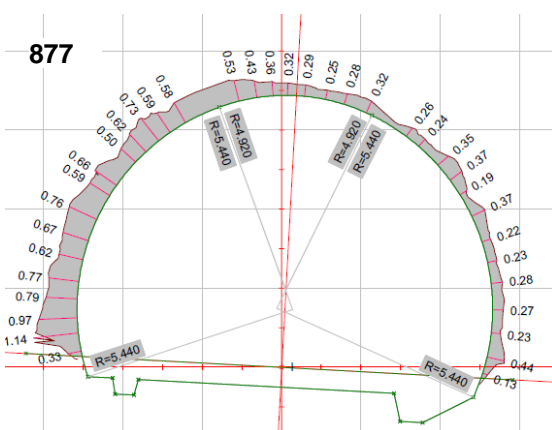
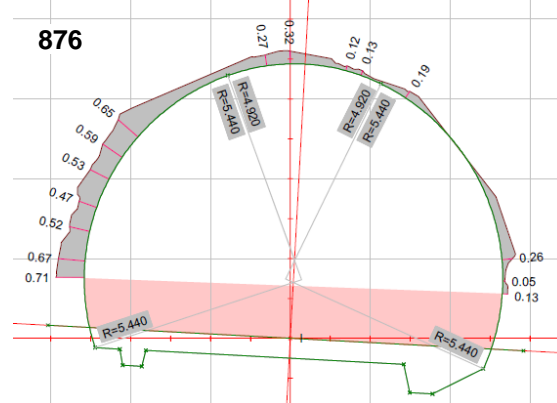
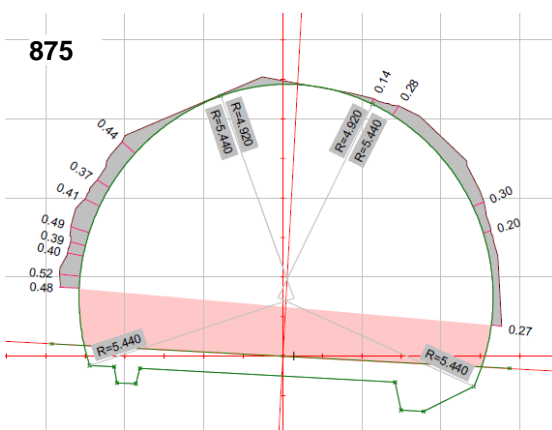
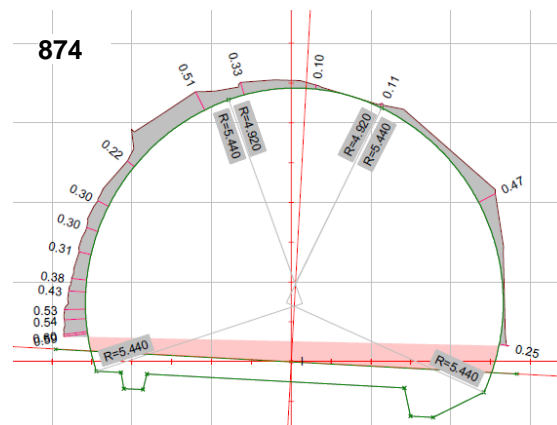
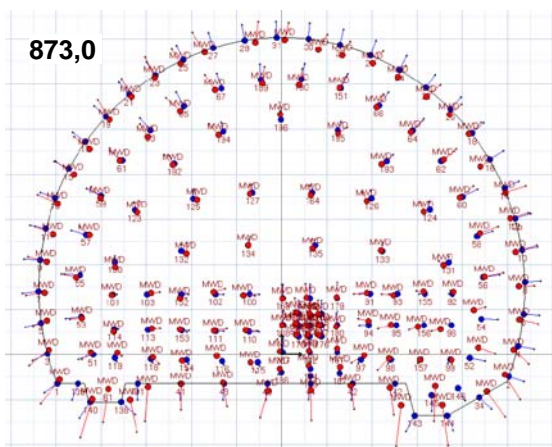


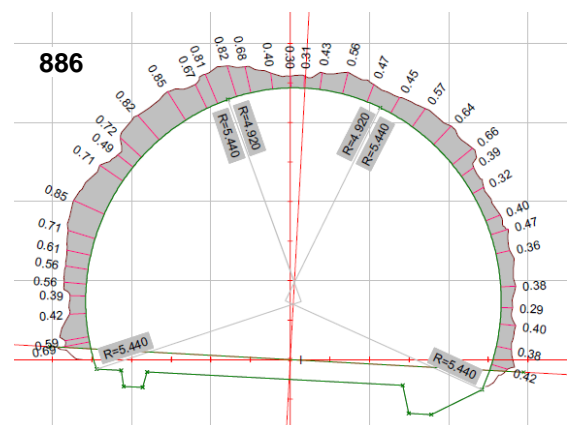
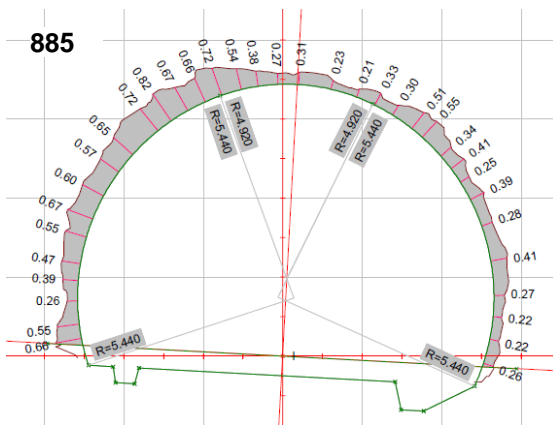
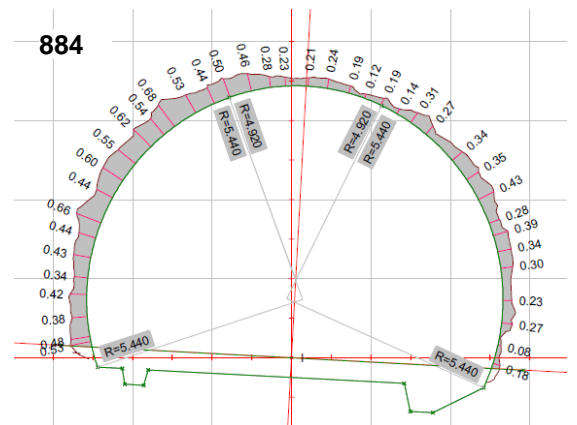
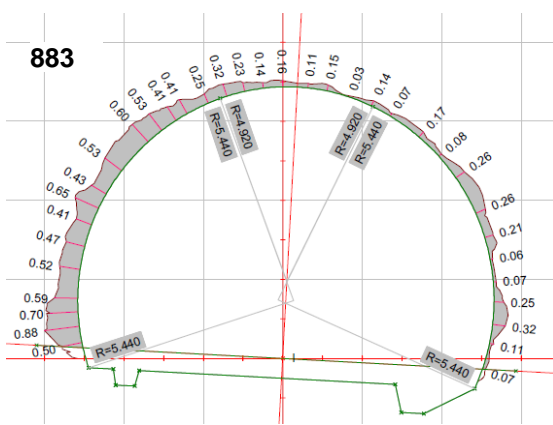
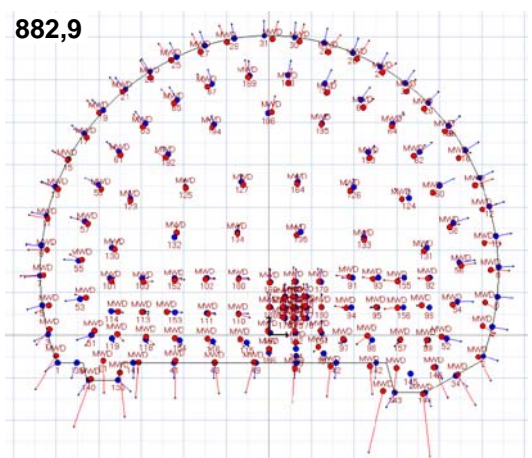
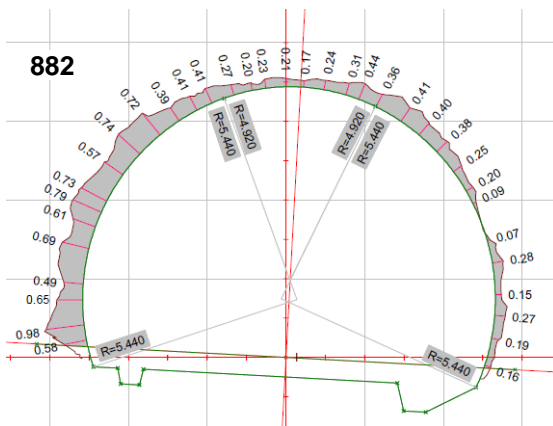
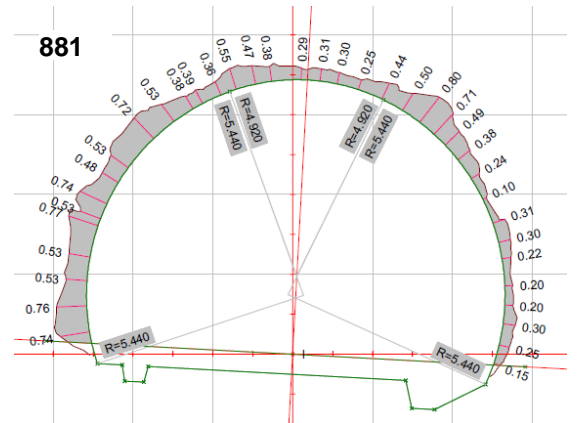
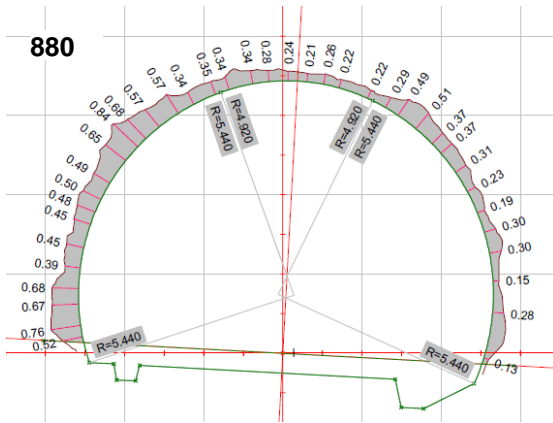


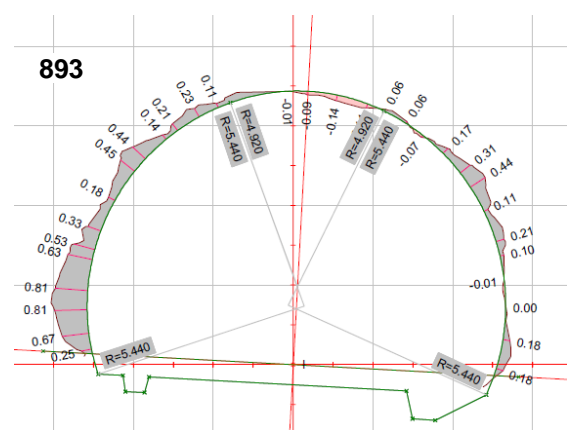
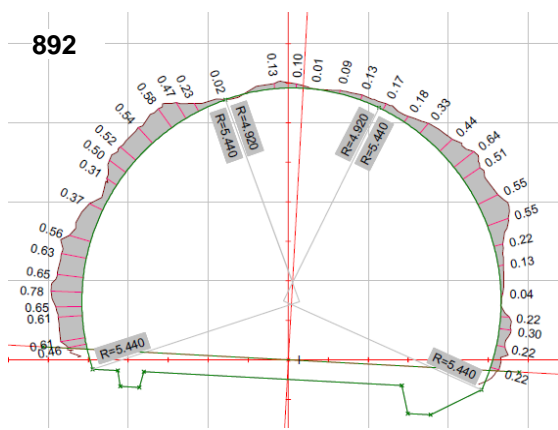
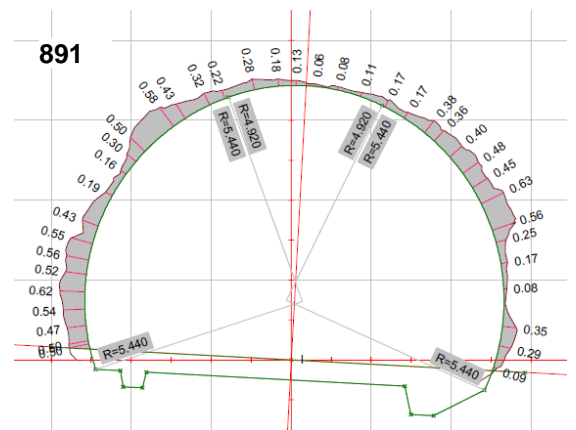
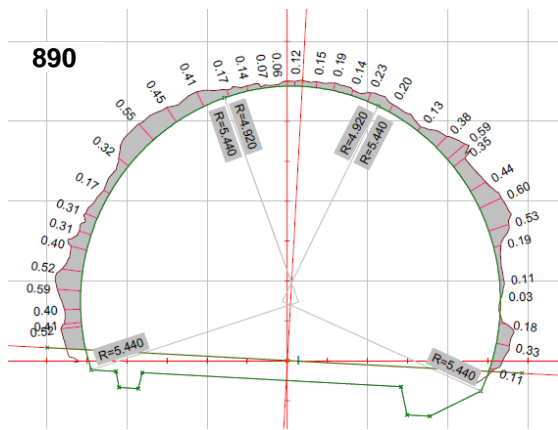
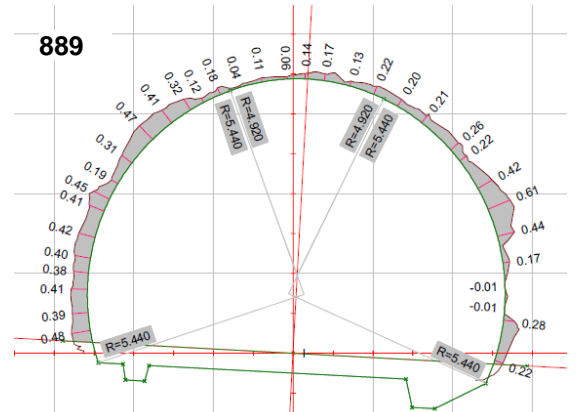
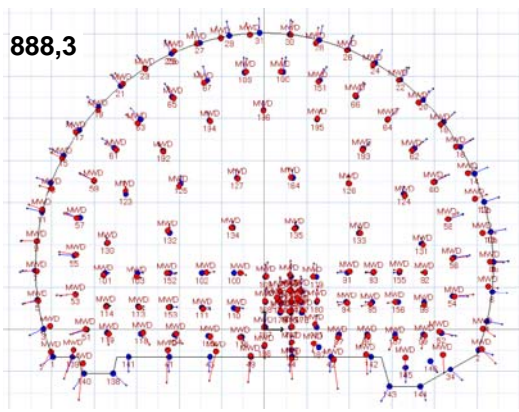
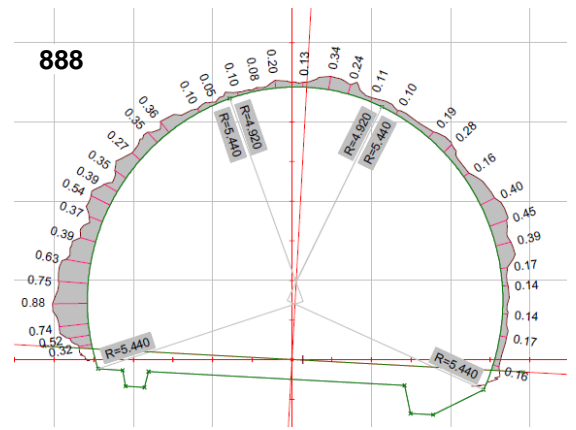
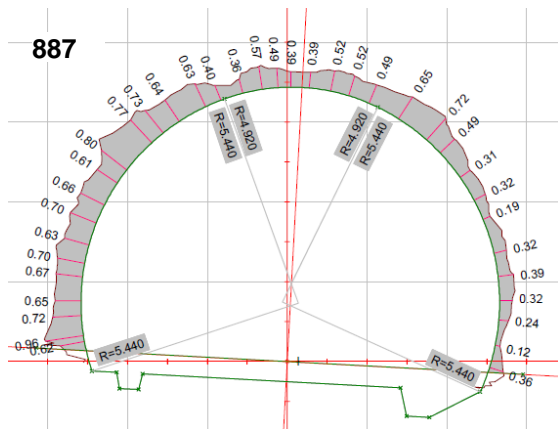




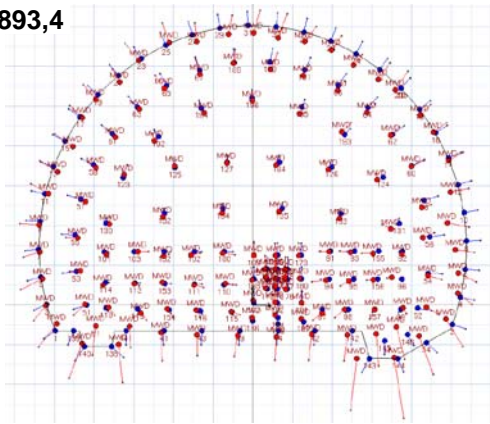




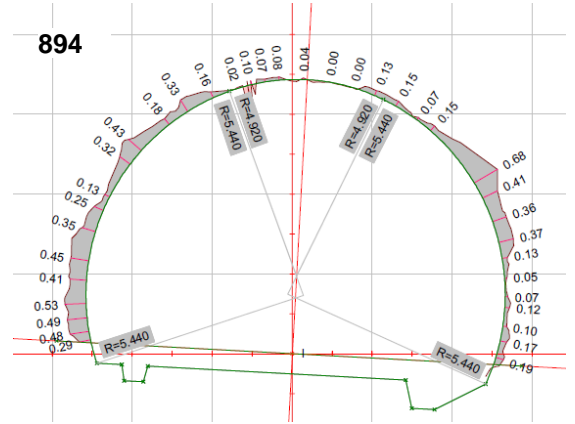




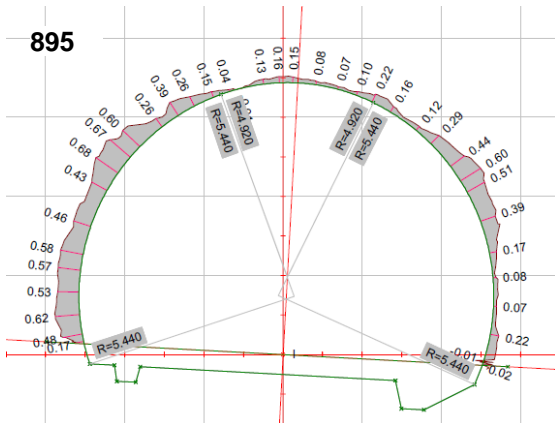
893,4



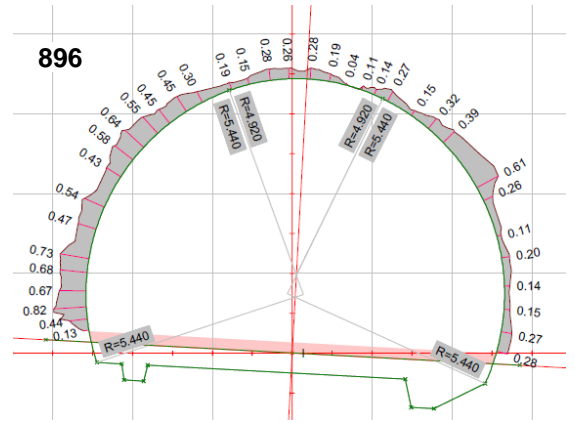
894



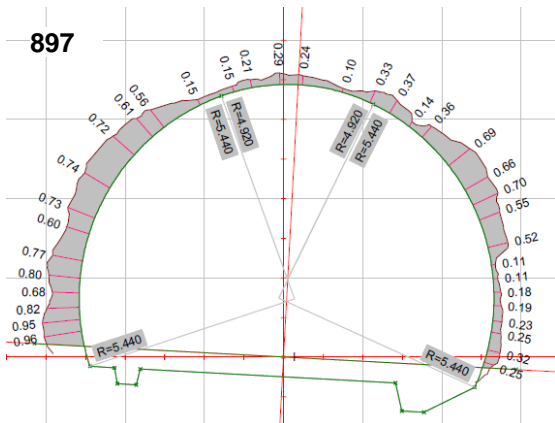
895



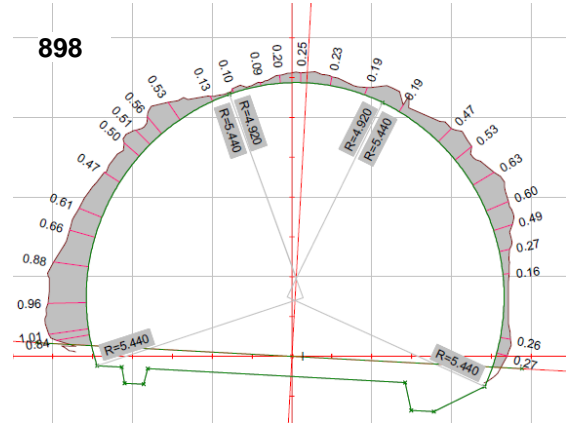
896



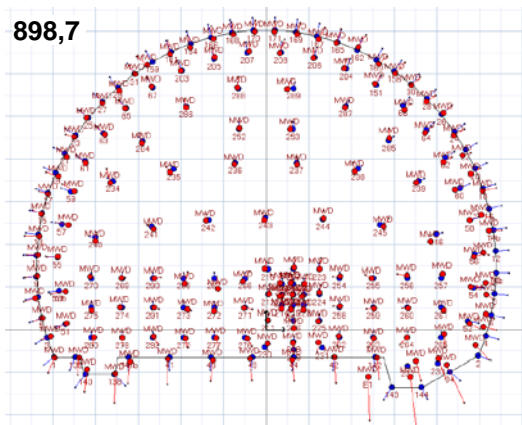
897



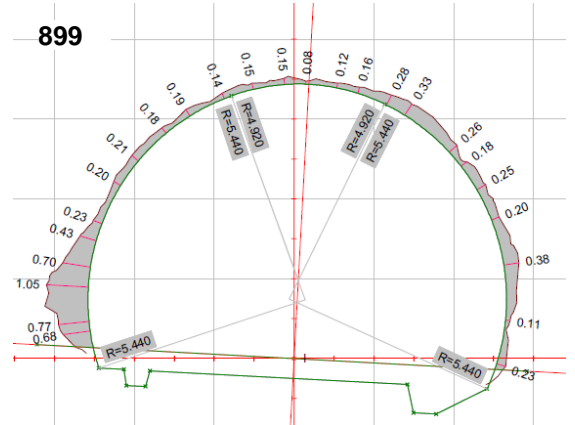
898

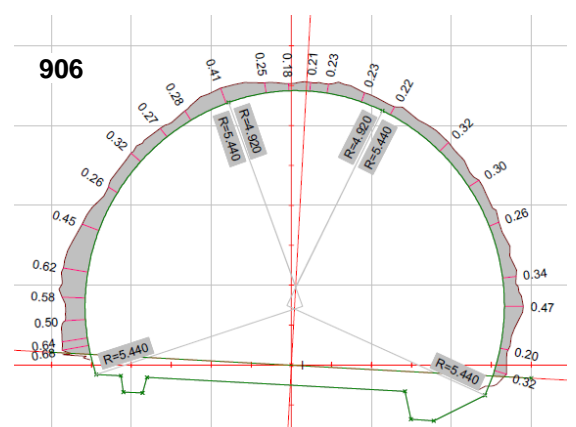
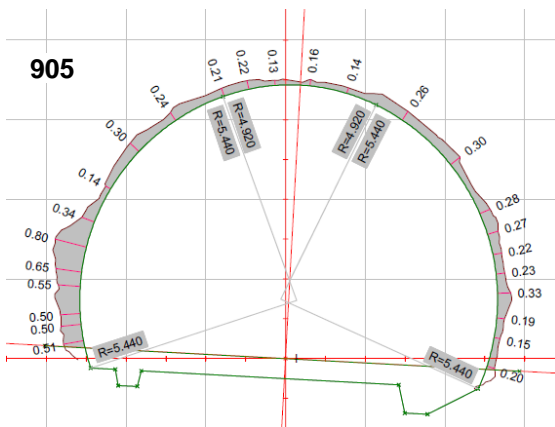
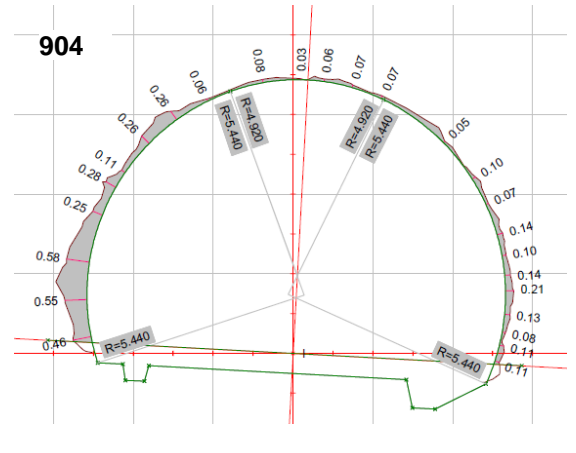
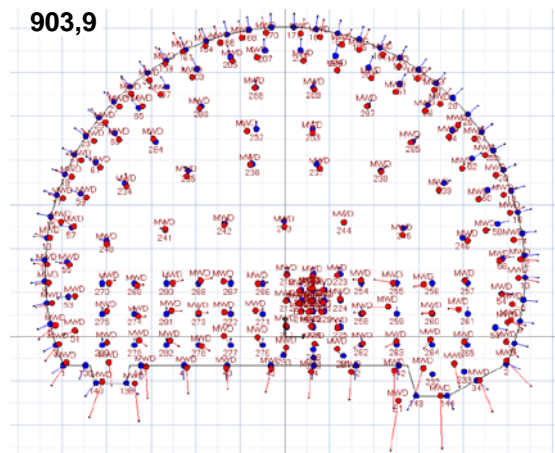
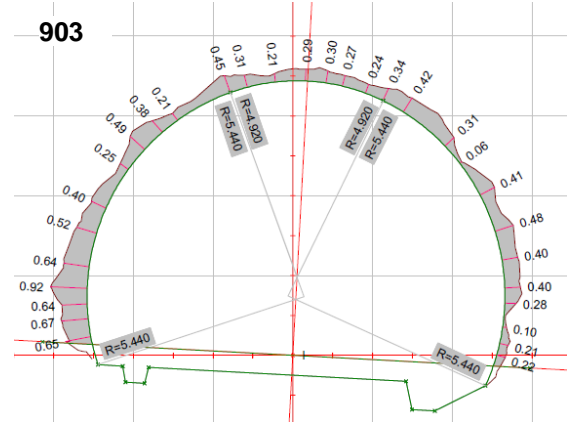
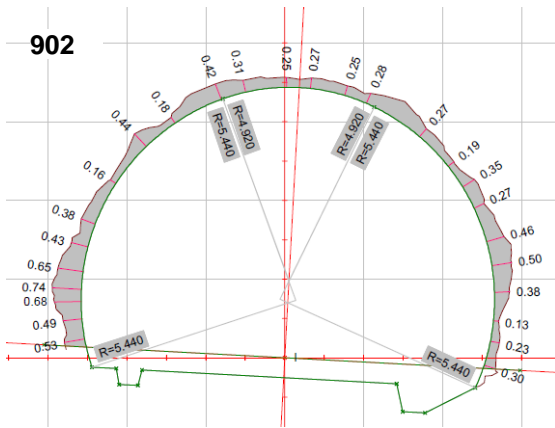
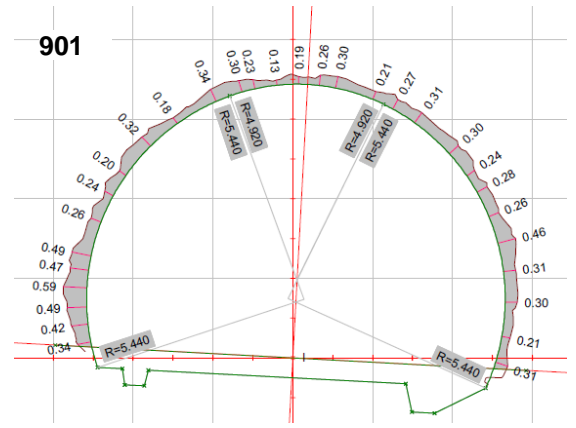
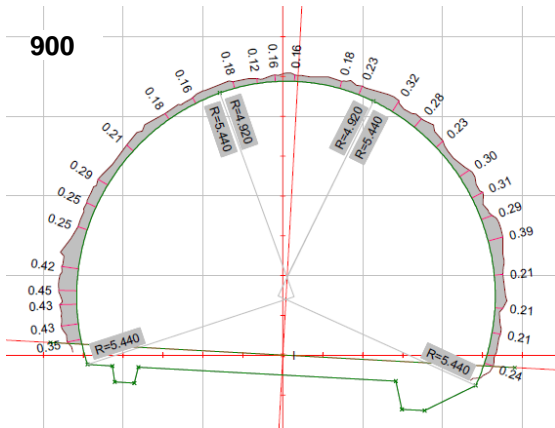


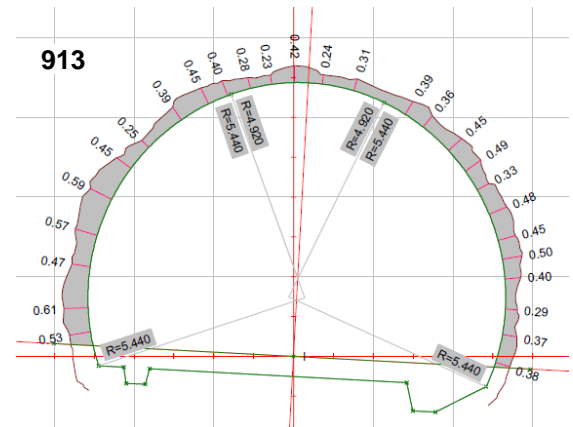
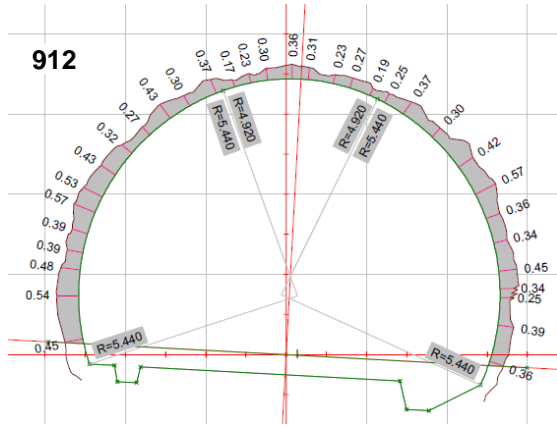
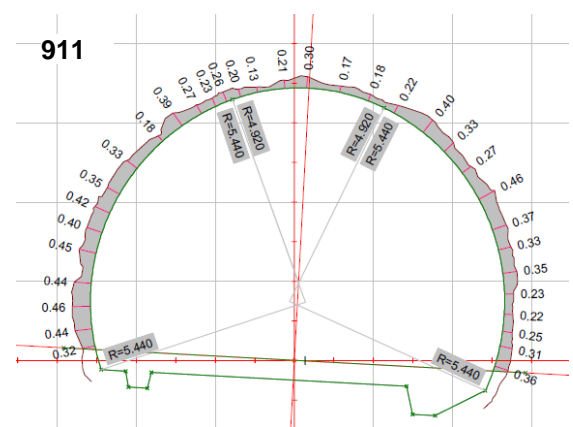
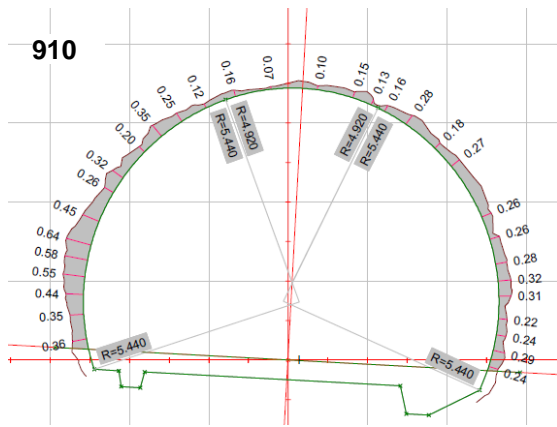
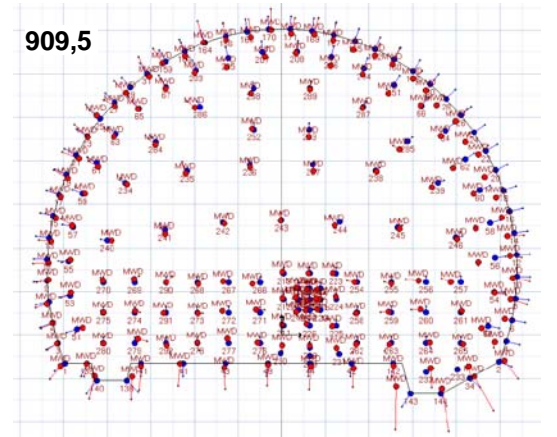
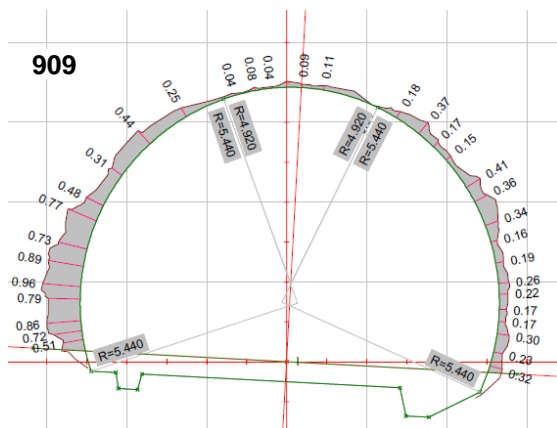
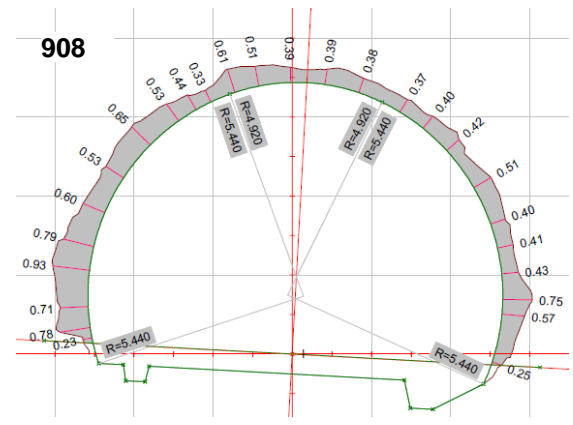
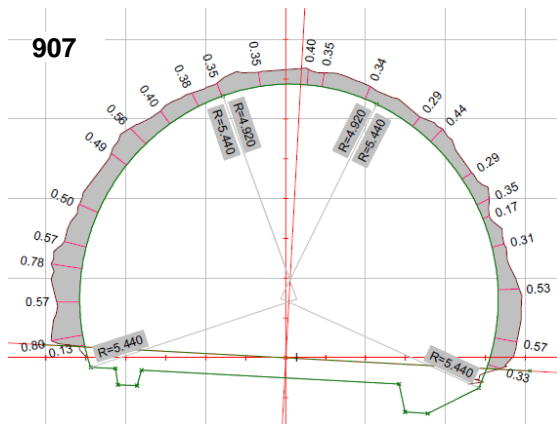
898,7



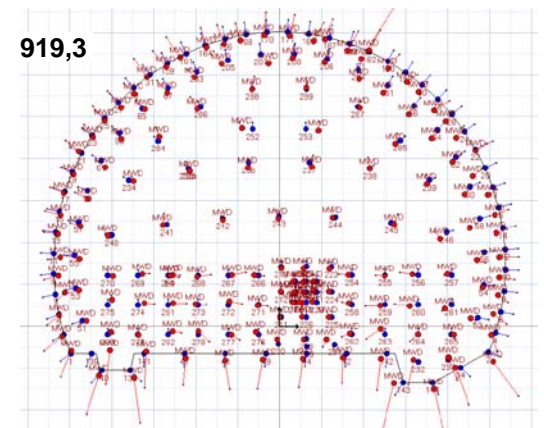
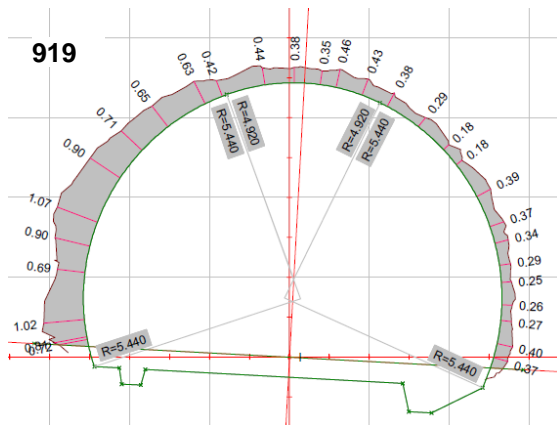
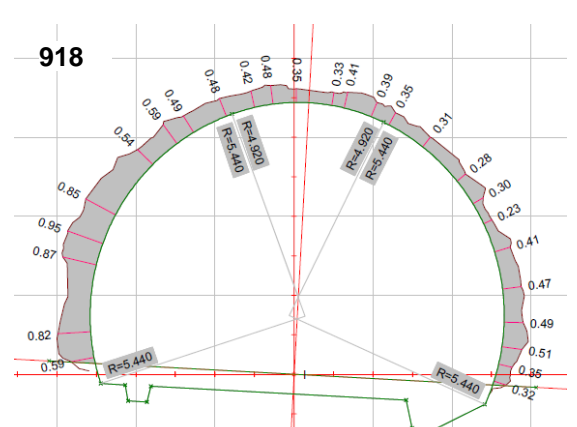
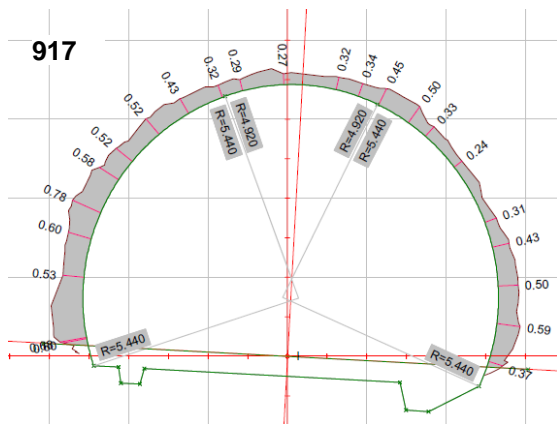
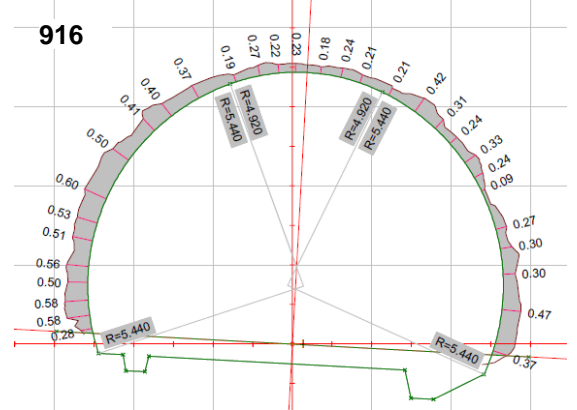
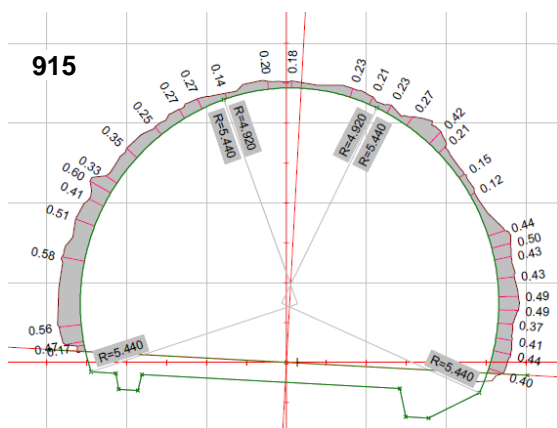
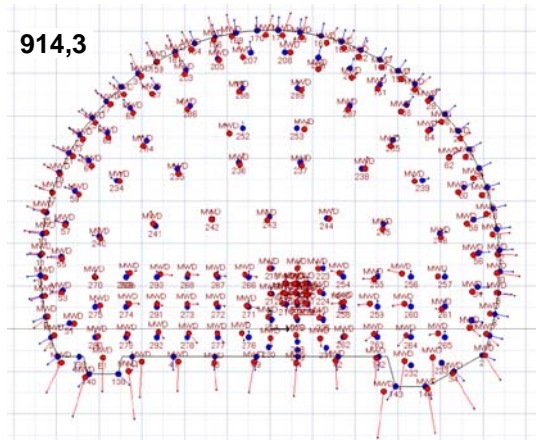
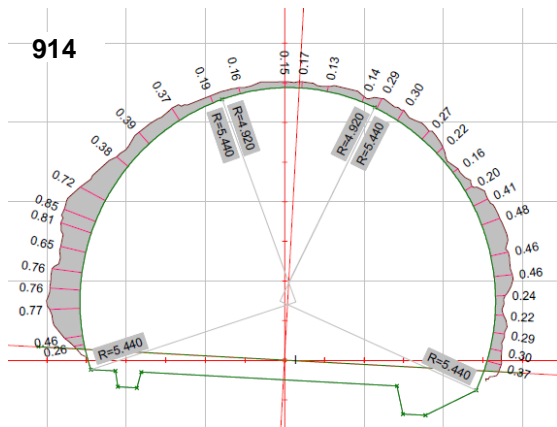
899

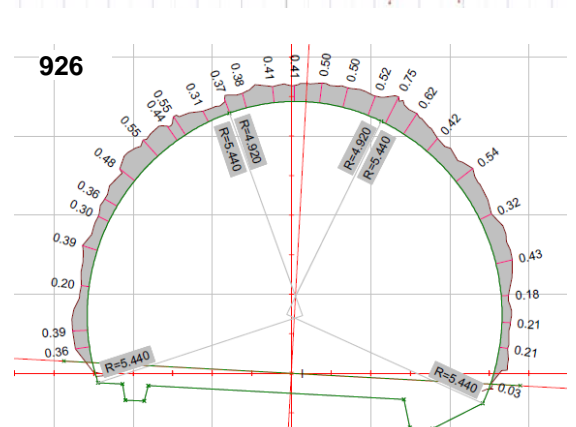
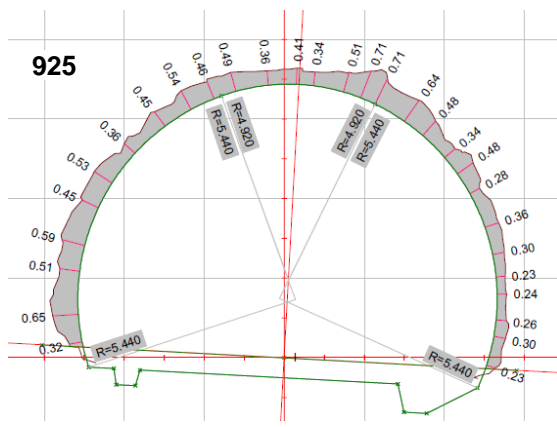
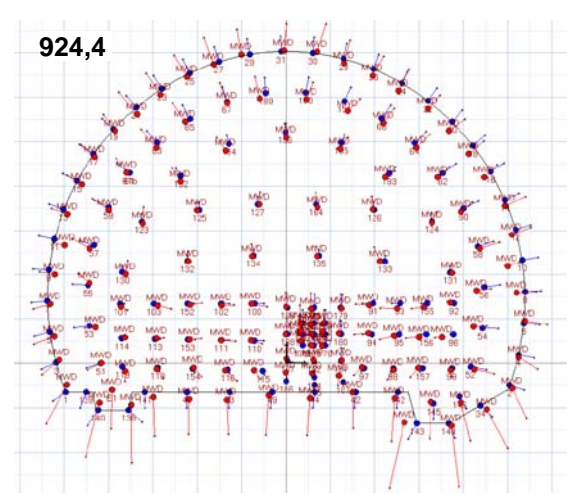
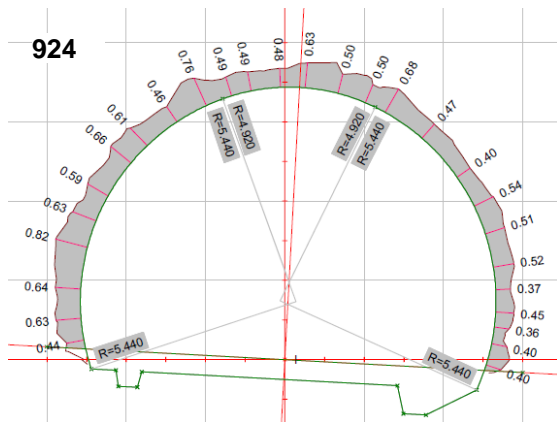
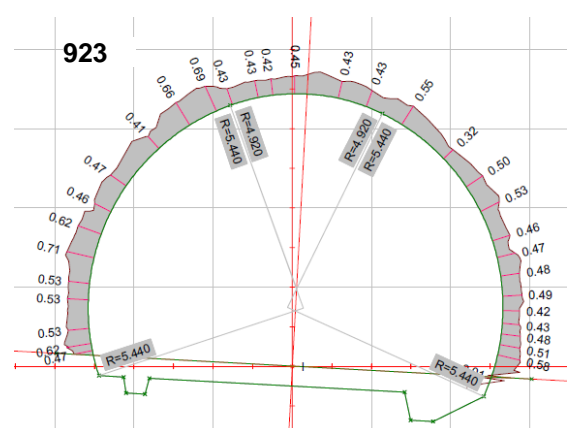
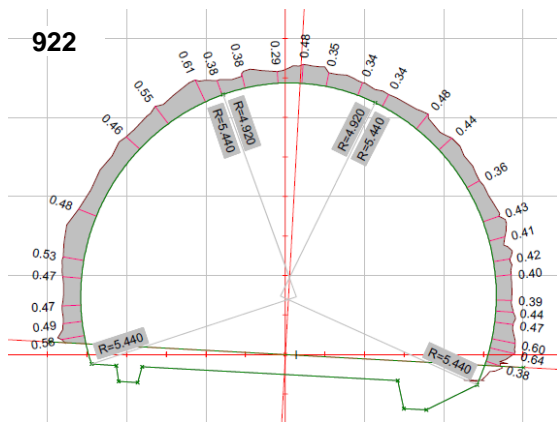
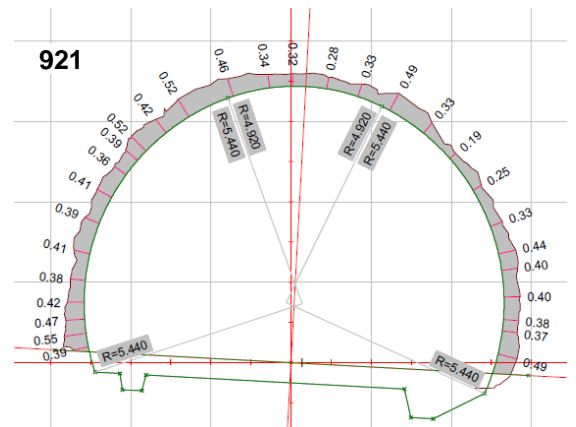
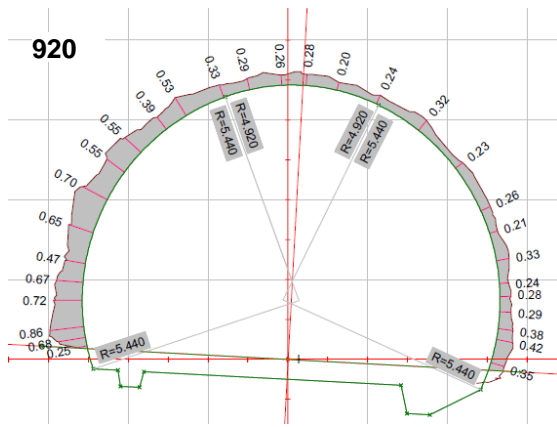


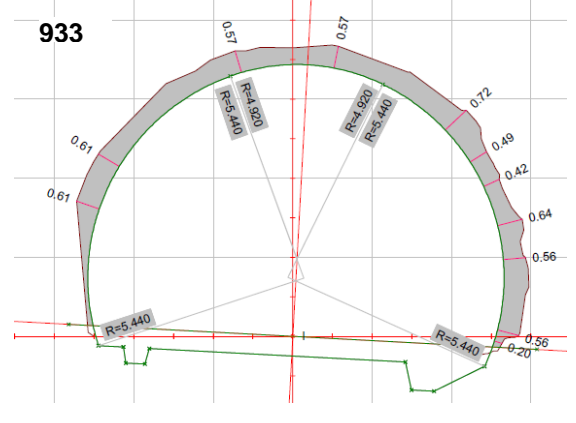
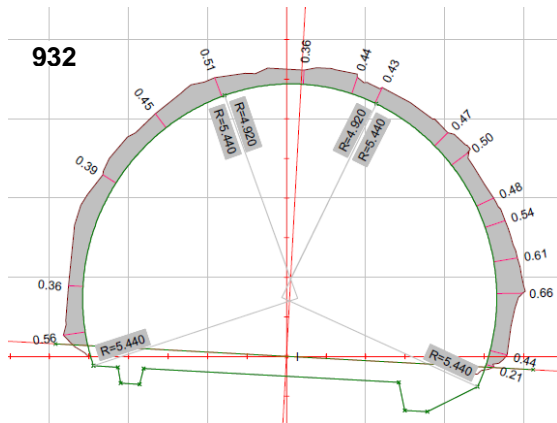
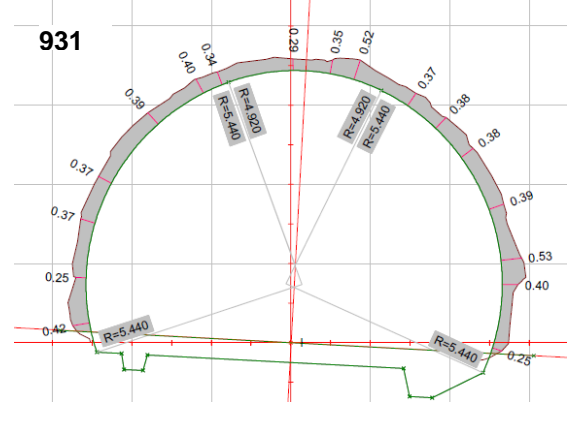
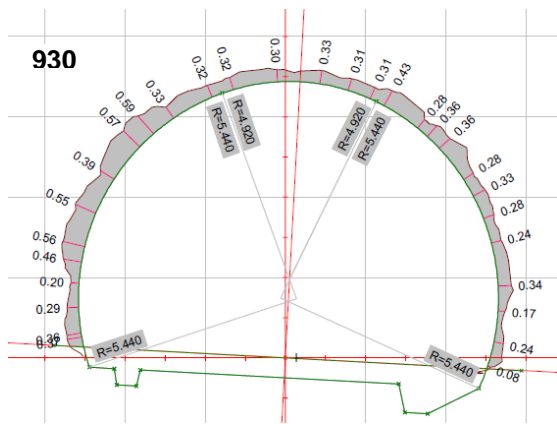
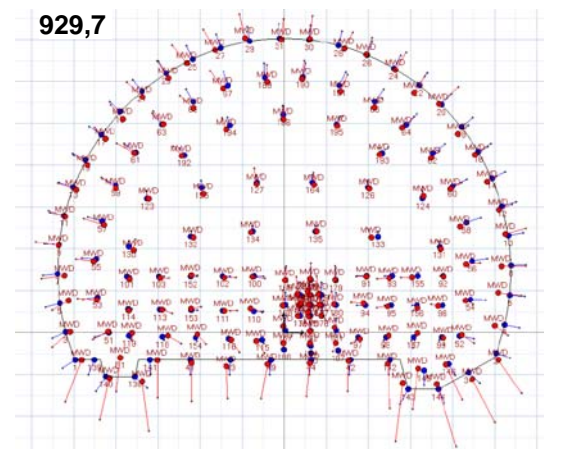
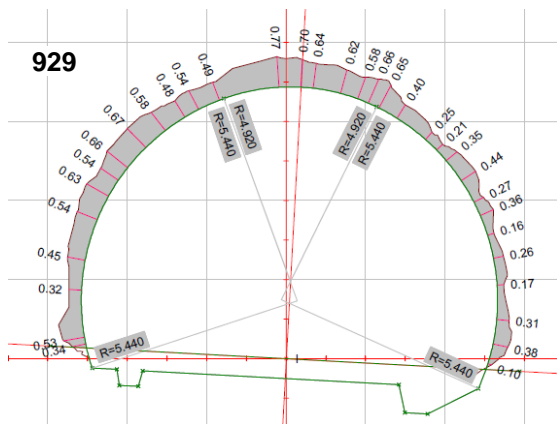
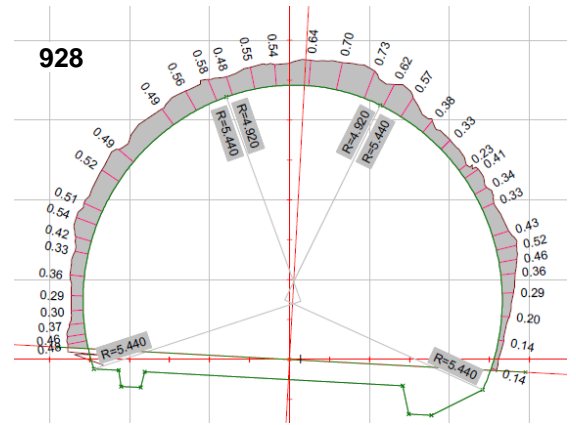
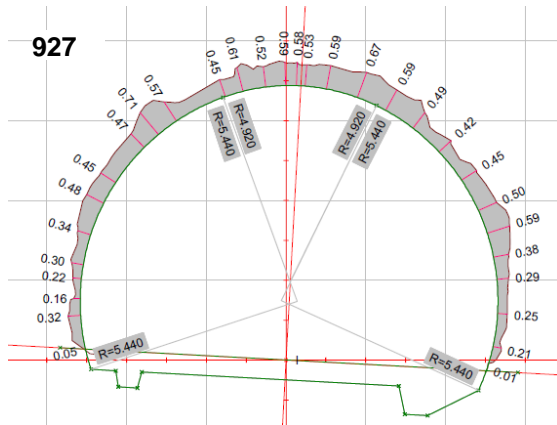


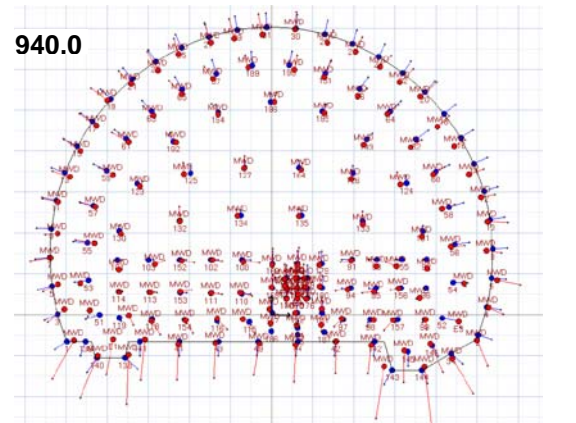
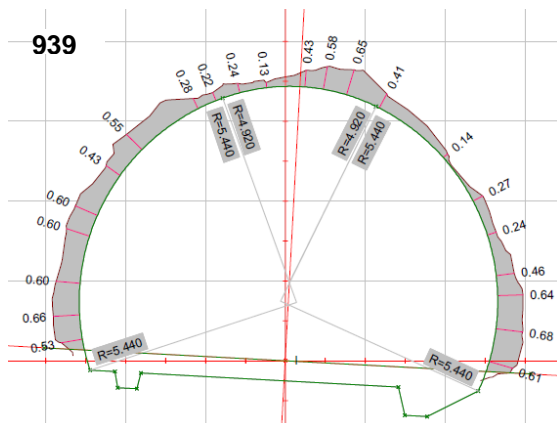
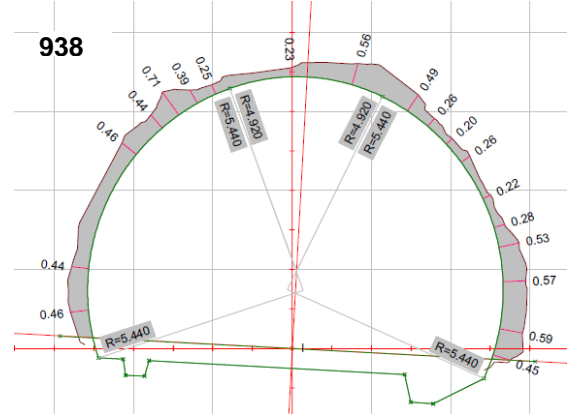
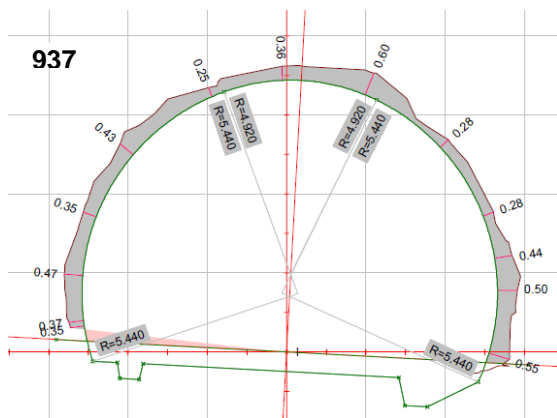
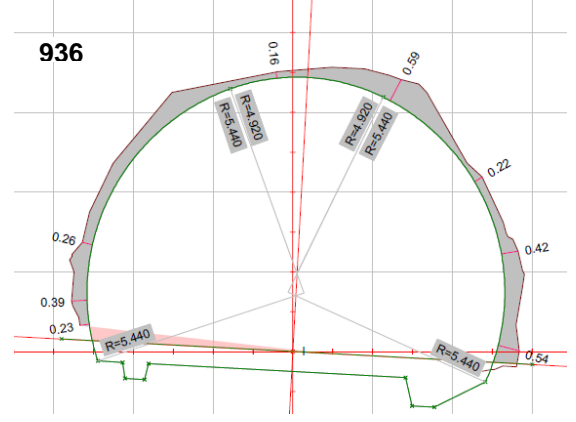
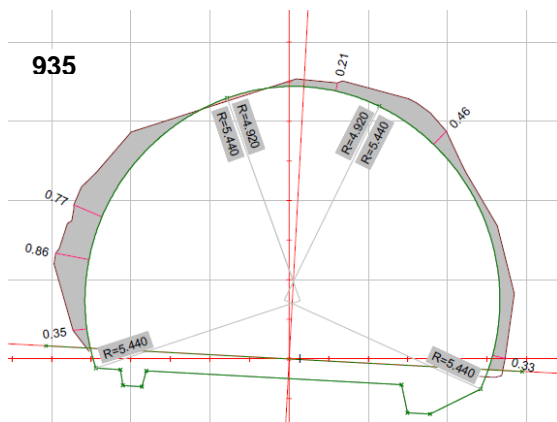
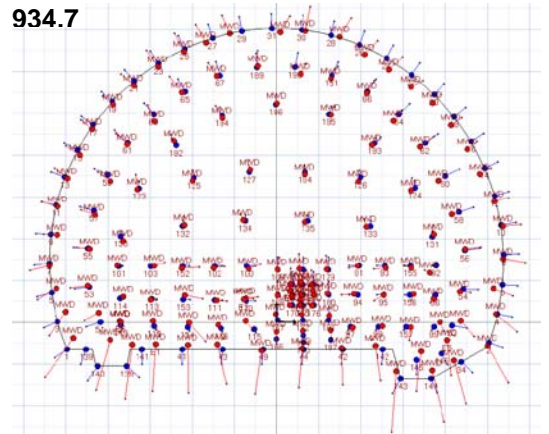
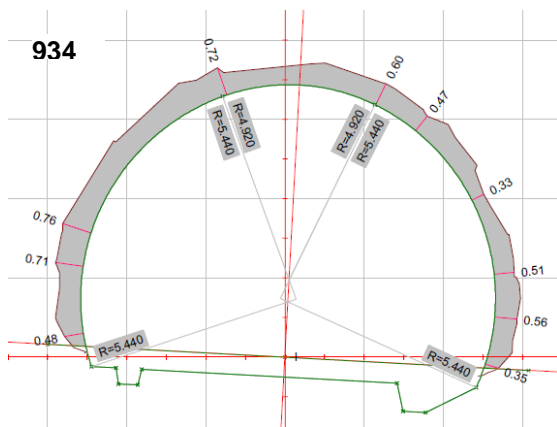


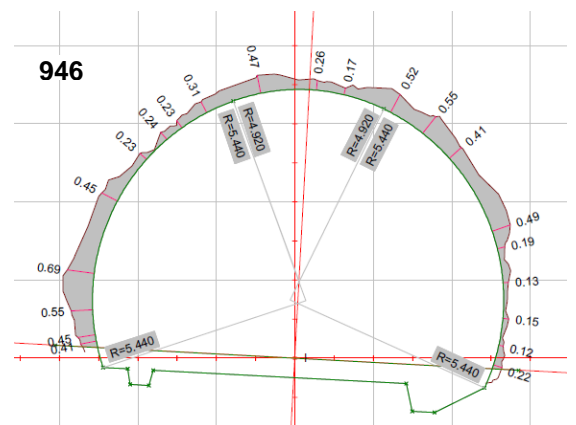
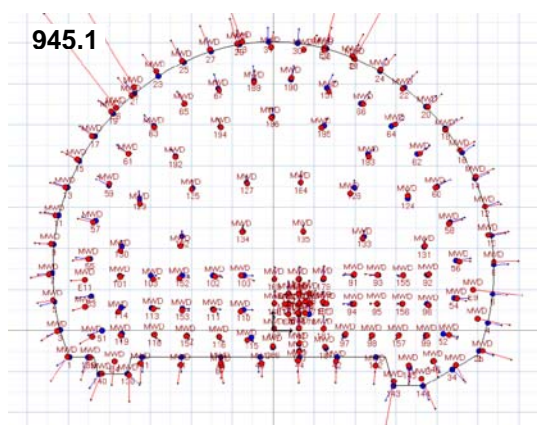
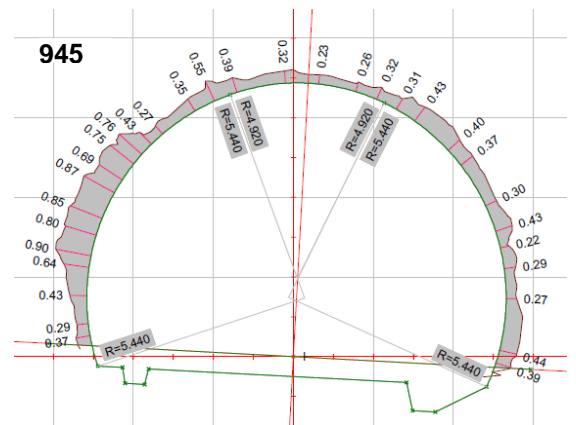
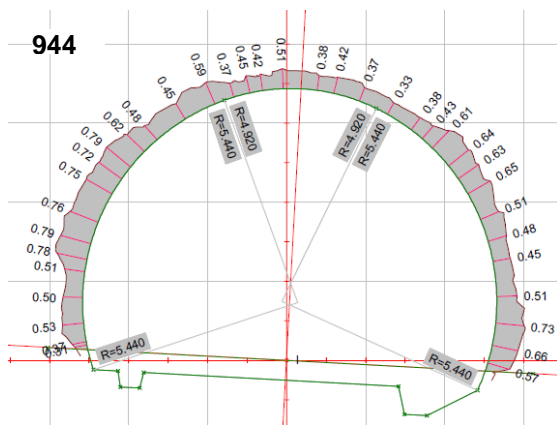
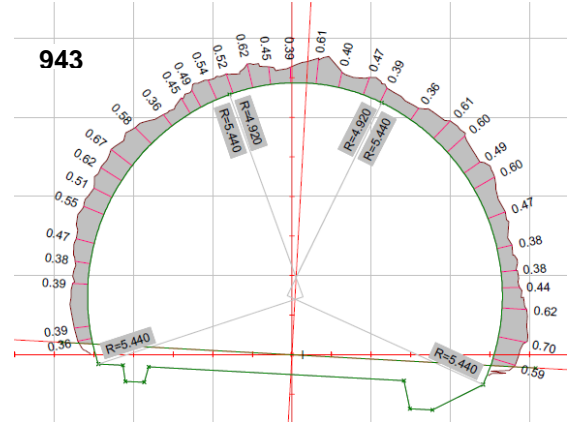
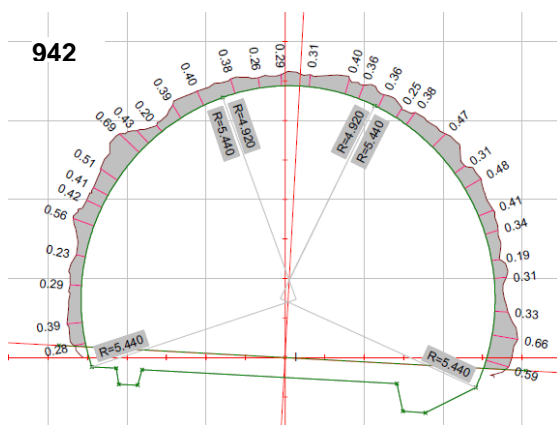
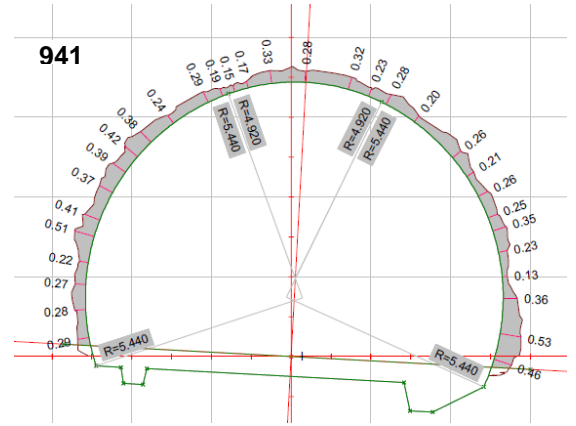
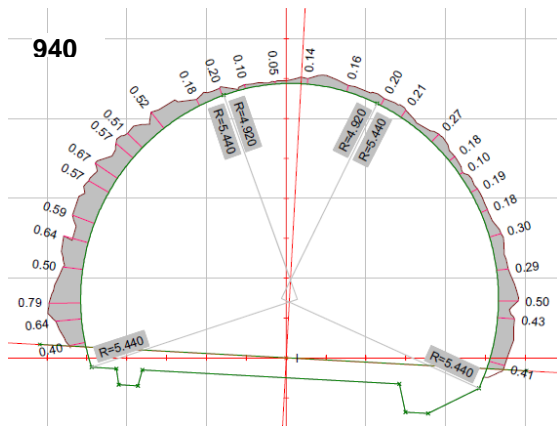














# Vedlegg 6

## Fotomosaikker (6 sider)

- a) Salvene 1,2,3
- b) Salvene 3,4,5
- c) Salvene 6,7,8,9
- d) Salvene 10,11,12,13
- e) Salvene 14,15,16
- f) Salvene 17,18,19



3

2

1

c/c=0,7m, SSE-slurry i konturen

spilvendt

860

860

855

855

850

850

845

845

VO  
028

VO  
028

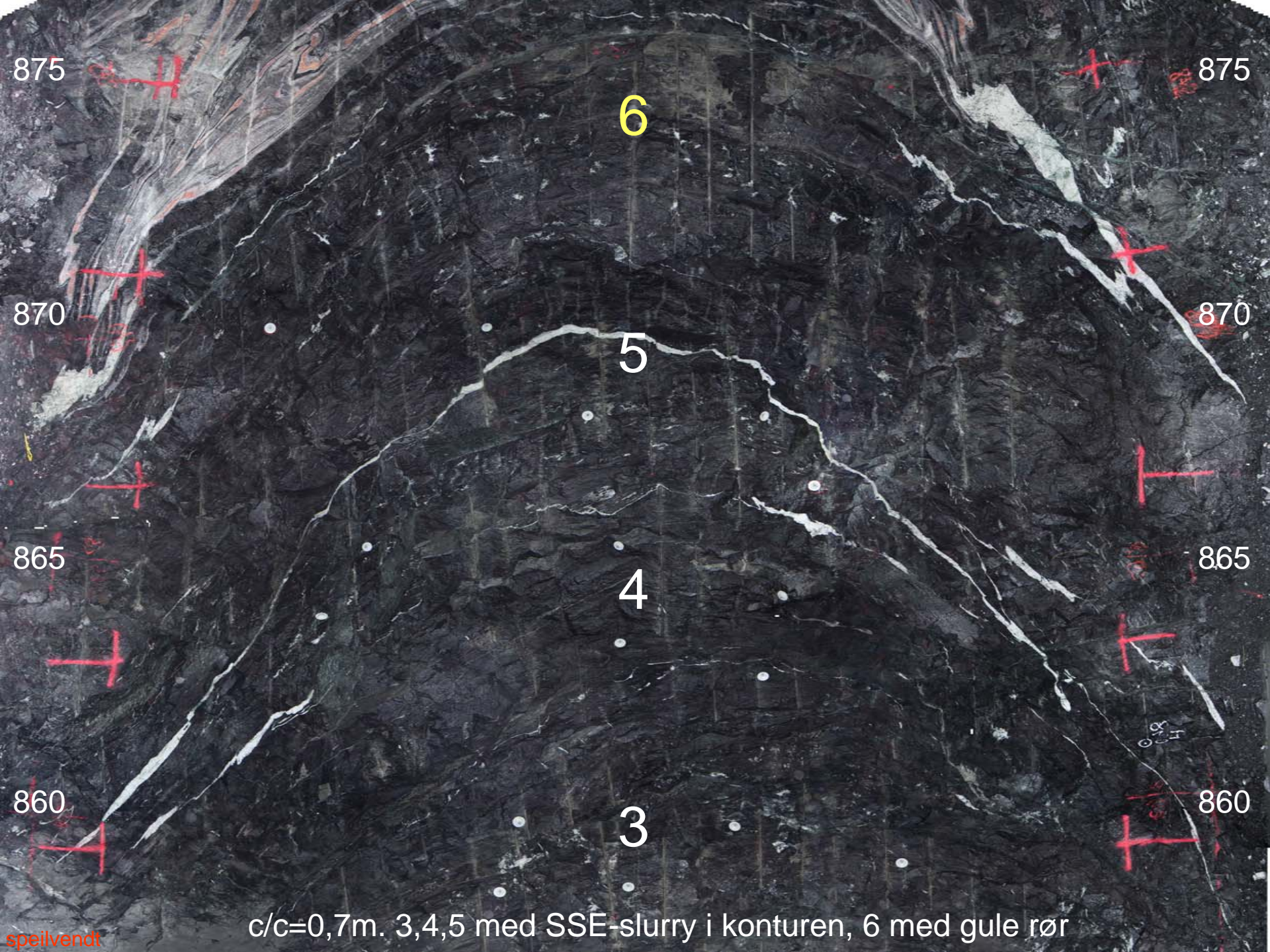
VO  
011

VO  
020

VO  
020

VO  
022





875

875

6

870

870

5

865

865

4

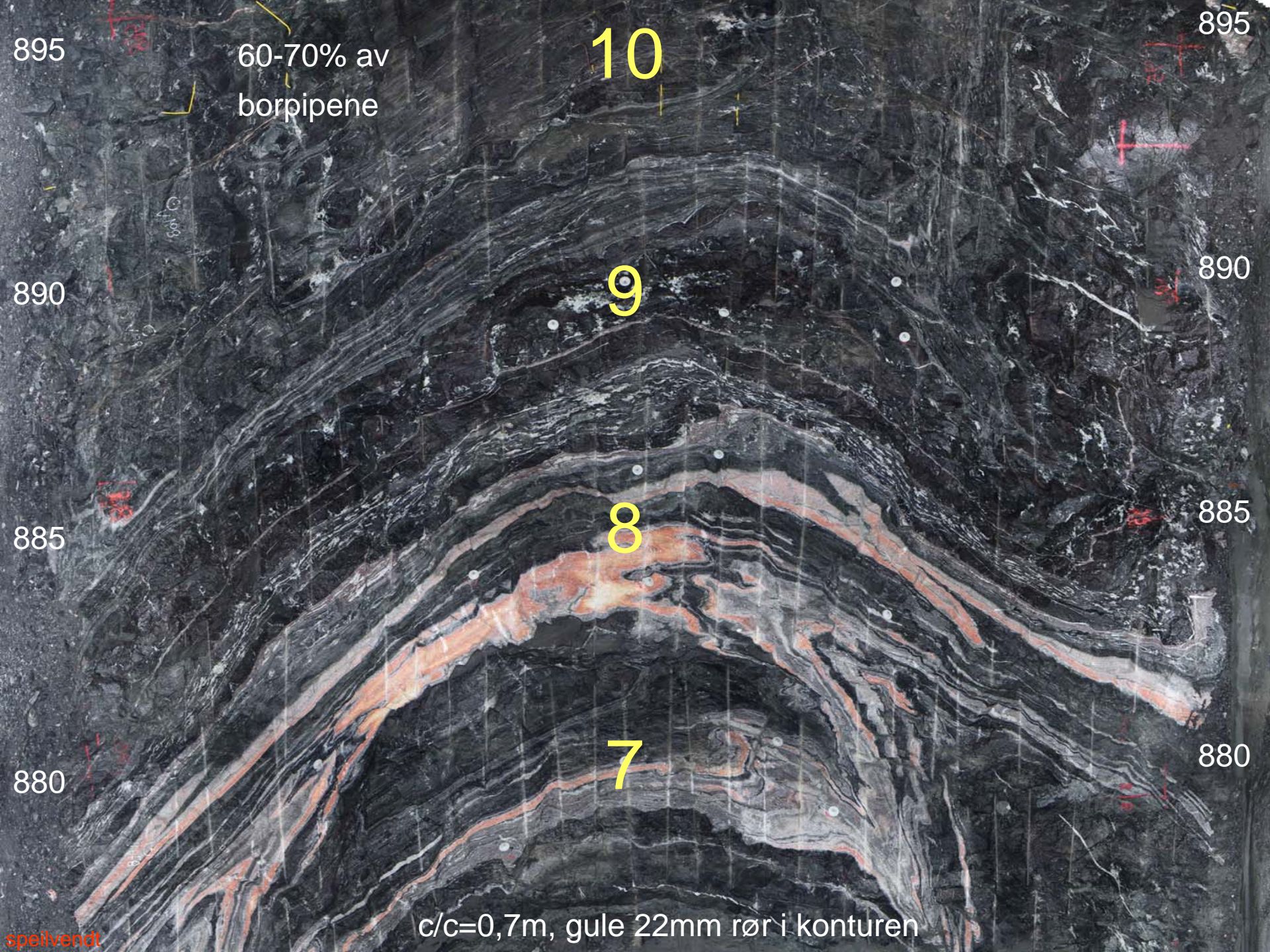
860

860

3

speilvendt

c/c=0,7m. 3,4,5 med SSE-slurry i konturen, 6 med gule rør



60-70% av  
borpipe

10

9

8

7

895

890

885

880

895

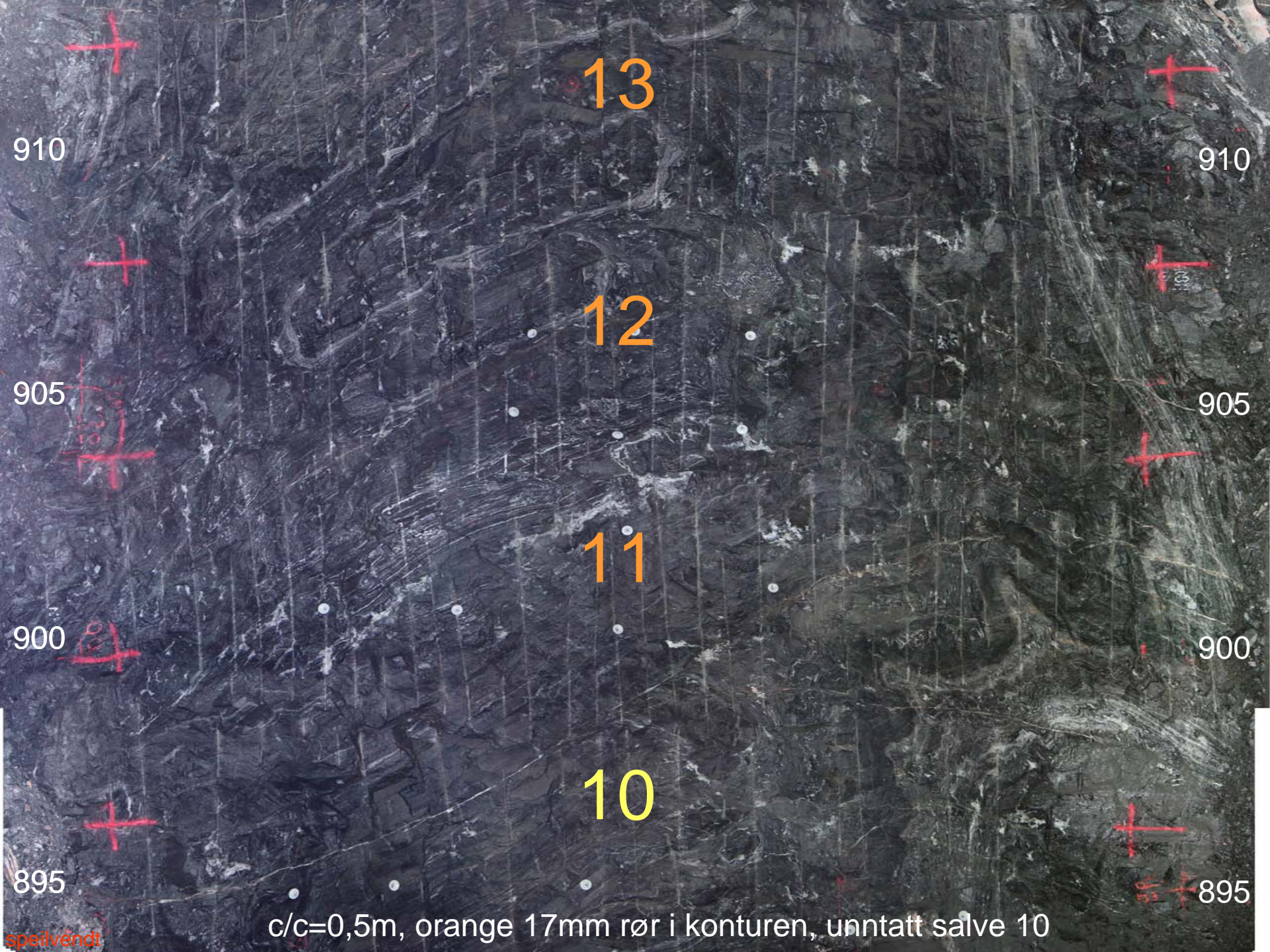
890

885

880

c/c=0,7m, gule 22mm rør i konturen

speilvendt



13

12

11

10

910

910

905

905

900

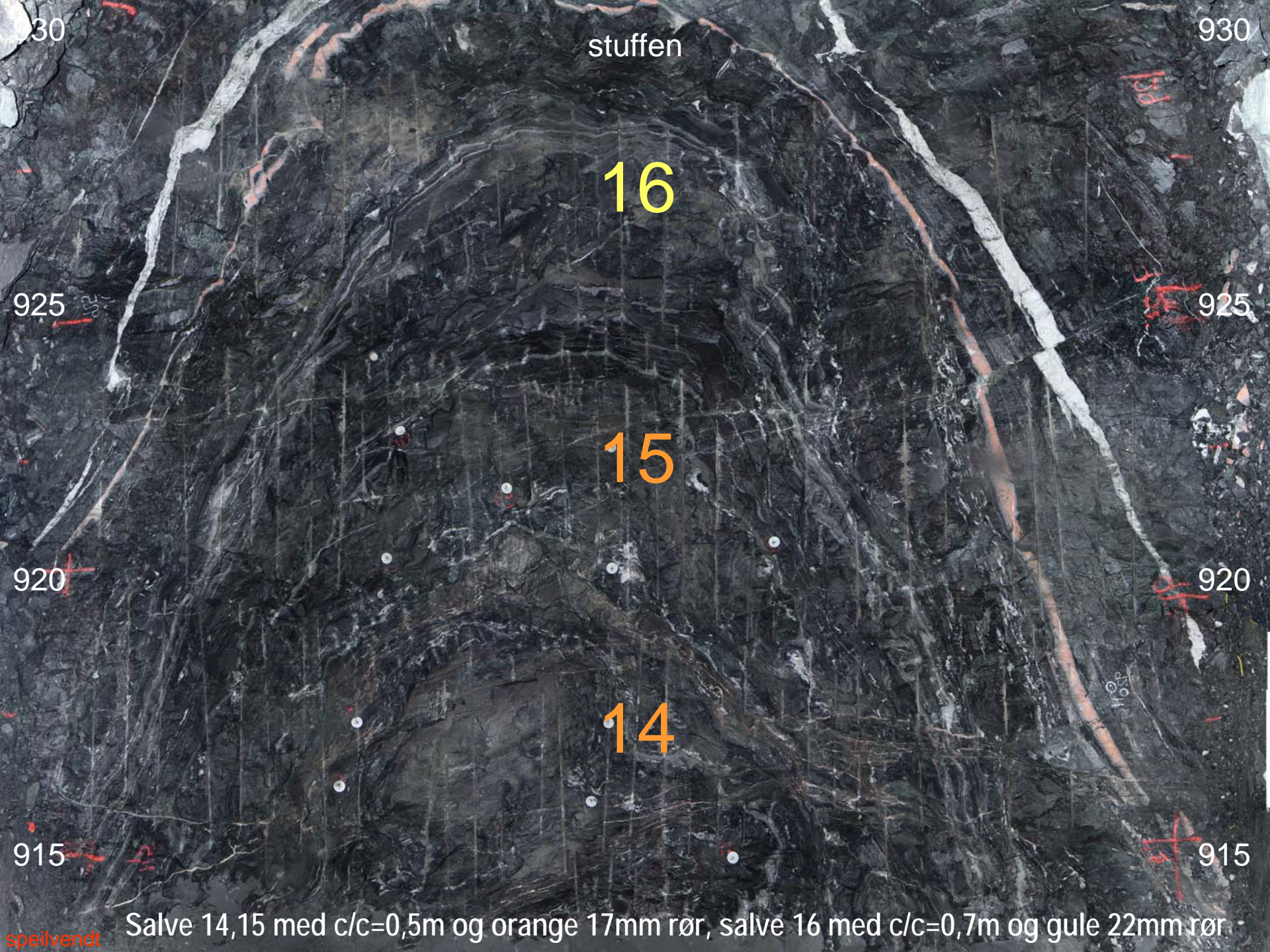
900

895

895

speilvendt

c/c=0,5m, orange 17mm rør i konturen, unntatt salve 10



stuppen

16

15

14

930

930

925

925

920

920

915

915

speilvendt

Salve 14,15 med c/c=0,5m og orange 17mm rør, salve 16 med c/c=0,7m og gule 22mm rør

930

935

940

945

950

17

18

19

SSE-slurry igjen,  
etter salve nr.19

930

935

940

945

950



# Vedlegg 7

## Produktinformasjon (6 sider)

Dynotex

Detonerende lunte

DynoRex

Civec Control

Riosplit

NO.: Dynotex\_no  
Utgave: 2010-11-05



Ved mange fjellsprengningsarbeider er det viktig at sprengningen kan utføres slik at den gjenstående fjellflaten skades minst mulig. Til dette formål leverer Orica Mining Services en serie rørladninger av forskjellige dimensjoner og styrkegrader basert på nitroglykol-holdige pulverresepter.

Orica Mining Services serie med rørladningene er registrert under varemerket Dynotex®. Nummeret etter navnet angir reseptens styrkegrad (se egen tabell). Dynotex rørladninger har begrenset vannbestandighet, og det forutsettes at de bare brukes i tilnærmet tørre borehull.

Dynotex rørladninger ble utviklet med tanke på kontursprengning. Men de egner seg også godt til sprengning i tettbebyggelse hvor man på grunn av fare for rystelser ønsker en redusert og kontrollert ladning i borehullene. Rørene leveres med sperrehylser (17x460 mm-rør) eller skjotemuffer (1000 mm lange rør).

### Dynotex 1, Orange rør

Leveres i dimensjonen (17x460) mm. All-round rørladning for kontur, presplitting og slett-sprengning. Maksimal anbefalt borehullsdiameter er 2½". For å sikre detonasjonsoverføringen i hele rørstrengens lengde, anbefales bruk av detonerende lunte, enten E-Cord (5 g/m) eller F-Cord 10 (10 g/m) som har god kontakt med hvert enkelt rør i hele rørstrengen.

### Dynotex 1, hvite rør

(22x1000 og 32x1000) beregnet for kontursprengning i borehull 2½" og større. Også her anbefales bruk av detonerende lunte (enten E-Cord eller F-Cord 10) som har god kontakt med hvert enkelt rør i hele rørstrengen.

### Dynotex 2, Gule rør

(22x1000) mm rørladning hvor resepten er spesielt tilpasset sprengning av tunnelkontur med 45 mm borehull. Produktet er også velegnet til annen kontursprengning hvor man ønsker å redusere ladningen noe i forhold til Dynotex 1. Anbefalt bruk av detonerende lunte som for Dynotex 1.

Dynotex	1	2	3	4
Tetthet ca. (patrontetthet, kan variere noe)	1,0 kg/dm <sup>3</sup>	1,05 kg/dm <sup>3</sup>	1,16 kg/dm <sup>3</sup>	1,21 kg/dm <sup>3</sup>
Energi (eksplosjonsvarme) ca., teoretisk verdi	3,4 MJ / kg	2,8 MJ / kg	1,6 MJ / kg	1,2 MJ / kg
Detonasjonshastighet ca., <sup>(1)</sup>	2300 m/s	2200 m/s	1700 m/s	1300 m/s
Gassvolum ca., teoretisk verdi	930 l/kg	700 l/kg	370 l/kg	210 l/kg
Overføringsavstand ca., <sup>(2)</sup>	> 8 cm	> 5 cm	1 cm	1 cm
Vannbestandighet, trykk - tid <sup>(3)</sup>	Begrenset for alle typer			
Oksygenbalanse	4,8 %	4,8 10 %	0,8 10 %	0,4 %
Vektstyrke <sup>(4)</sup>	75 %	65 %	35 %	30 %
Følsomhet ved slag/støt (BAM fallhammer)	20 J	20 J	20 J	>50 J
Følsomhet ved friksjon (BAM friksjonsapparat)	>360 N			
Min. styrke tenner (detonerende lunte anbefales ikke til start initierting, men 5 eller 10 g /m PETN-lunte må benyttes som overdrager ved Dynotex 3 og 4)	≥ 1 g (standard brukstenner)			
Laveste <sup>(5)</sup> / høyeste brukstemperatur	Mellom – 20 <sup>o</sup> C og + 50 <sup>o</sup> C			

1. Frittliggende, fersk vare (vil variere med patrongdiameter, testet på minste rørdiameter)
2. Fritthengende, fersk vare, gjelder produkter med minste diameter
3. Vil variere med produktdiameter og emballeringsmateriale rundt produkt.
4. For patronerte produkter refereres det til den relative vektstyrken (MJ/kg) mellom produktene hvor dynamitter er basis produkt = 100% (teoretisk vil vektstyrken mellom ulike dynamitter – Dynamit/DynoRex/Fordyn - varierer med små marginer, avhengig av produsentens utregningsmetode).
5. For bulkprodukter refereres det til den relative volumstyrken (MJ/dm<sup>3</sup>) mellom produktene hvor standard Anolit er basis produkt = 100%.



## Dynotex 3, Blå rør

Leveres i dimensjonen (17x460) mm. Egnert til sprengningsarbeider som krever noe mer energi enn Dynotex 4, Lavikit rør, ofte i kombinasjon med dette produkt. Ved bruk av Dynotex 3, må detonerende lunte brukes (enten E-Cord eller F-Cord 10). Sørg for god kontakt mellom rør og lunte.

## Dynotex 4, Larvikit rør

Resepten ble utviklet for sprengning i Labradorstein (Larvikit) og er det svakeste detonerende sprengstoffet i Orica Mining Services produktspekter. For å oppnå en sikker omsetning i rørstrengen, må det brukes detonerende lunte, enten E-Cord eller F-Cord 10, som har god kontakt med hvert rør. Dynotex 4 kan også brukes i skiferbrudd, gjerne i kombinasjon med Dynotex 3.

Dynotex 1										
Fargekode	Dimensjon mm		Nettvekt (kg)			Bruttvekt (kg)			Antall rør i kasse	Antall kasser på pall
	Diam.	Lengde	Rør	Kasse	Pall	Rør	Kasse	Pall*		
Orange	17	460	0,095	19,0	570,0	0,115	26	780	200	30
Hvit	22	1000	0,370	18,5	388,5	0,415	23	489	50	21
Hvit	32	1000	0,792	19,9	417,4	0,855	23	502	25	21

Dynotex 2, 3 og 4										
Fargekode	Dimensjon mm		Nettvekt (kg)			Bruttvekt (kg)			Antall rør i kasse	Antall kasser på pall
	Diam.	Lengde	Rør	Kasse	Pall	Rør	Kasse	Pall*		
2, Gul	22	1000	0,395	19,8	414,8	0,440	24	515	50	21
3, Blå	17	460	0,110	22,0	660,0	0,129	28	864	200	30
4, Larvikit	17	460	0,115	23,0	690,0	0,134	29	894	200	30

Fargede felt er bestillingsvare

Anbefalte lagringsbetingelser	
Lagringstid	2 år fra prod. dato på esken
Luftfuktighet	Tørt og luftig

Godkjennelse og klassi sering	
Notified Body (godkjennende institutt)	CE 0812 (PvTT, Finland)
Godkjennelsesnummer Dynotex 1 orange	PvTT. 071/02
Godkjennelsesnummer Dynotex 1 hvite	PvTT. 075/02
Godkjennelsesnummer Dynotex 2	PvTT. 072/02
Godkjennelsesnummer Dynotex 3	PvTT. 073/02
Godkjennelsesnummer Dynotex 4	PvTT. 074/02
Produktbetegnelse / varenavn	Sprengstoff, Type A
UN-nummer	0081
Transportklassifisering	1.1 D
Dekl.-nr. (Norge) / Produktreg.nr.:	PRN 200847, Dynotex 1 PRN 200846, Dynotex 2 PRN 200845, Dynotex 3 PRN 200844, Dynotex 4

Destruksjon av sprengstoffavfall	
Generelt henvises det til nasjonale lover og forskrifter. Forskrift om håndtering av eksplosjonsfarlig stoff. Kapittel 11. Innsamling, mottak og tilintetgjøring.	

# Teknisk Informasjon

## Detonerende Lunte

### E-Cord - 5 gram

# The Power of Partnership

NO.: E-Cord\_no  
Utgave: 2010-11-05



E-Cord er betegnelsen på detonerende lunte (5 g/m) som markedsføres i Skandinavia av Orica Mining Services.

E-Cord har en kjerne av sprengstoffet PETN (pentritt). Kjernen er omgitt av en tett tekstilstrømpe. Utenpå strømpen er det ekstrudert et plastbelegg. Deretter er det krysspunnet langsgående tråder.

Trådene er innsatt med et bindemiddel. Det ytre belegget gir luntene gode knyteegenskaper. Pålitelige knuter og koblinger kan utføres under alle normale temperaturforhold.

Luntens konstruksjon gir god beskyttelse mot sideveis inntrengning av vann og olje.

Tekniske spesifikasjoner	
Detonasjonshastighet	ca. 7000 m/s
Fenghetfølsom	Fra - 20° C til + 60° C
Sprengstoffkjerne	Pentritt (PETN)
Sprengstoffvekt	5,3 g/m ± 0,5 g/m
Luntediameter	4,0 mm
Farge	Rødlig orange / langsgående sorte striper

#### Typiske bruksområder for E-Cord er:

- Tennmiddel for NONEL i tunnelsprengning (alternativ; F-Cord 10 med 10 g PETN/m).
- Kontur- og blokkstensprengning i kombinasjon med rørladninger eller sterkere detonerende lunter (momentan optenning av hull)

#### Bruks- og sikkerhetsregler:

- Detonerende lunte skal kappes med skarp kniv eller spesialverktøy egnet til dette formål.
- Detonerende lunte skal initieres med fenghette eller tenner. Denne skal surres med tape eller festes tilsvarende godt 20-30 cm fra den kappede ende og slik at dens bunn peker i luntens detonasjonsretning.
- Ved skjøting av to lunter skal dette gjøres med sikker knute, eller ved at luntene surres sammen med tape i en lengde av minst 10 cm.
- Ved forgrening av den detonerende lunte, skal dette gjøres ved halvstikk, klips eller ved at luntene surres sammen med tape i en lengde av minst 10 cm. Forgreninger skal legges slik at detonasjonen fra hovedlunten fortsetter i samme retning når den slår over i forgreningslunten.
- Sammenkoblinger og forgreninger av detonerende lunter bør alltid anbringes utenfor borehullene.
- For å hindre overføring mellom flere parallelt løpende lunter, skal avstanden mellom luntene være minst 1 m.
- Ved bruk av detonerende lunte under vann, skal lunteender forsegles med tetningsmiddel.



I tillegg bør følgende punkter iakttas:

- Sikkerhetsavstanden mellom detonerende lunte og NONEL-slanger til borehullene ved buntopptenning må være minst 20 cm.
- Unngå kinker eller krøll på luntene under lading. Dette kan føre til detonasjonsavbrudd i lunta.
- Unngå bruk av multiklips ved kobling av E-Cord til sterkere lunter (>20 g/m) med langt større diameter. Åpningen kan bli noe trang og plastmaterialet kan sprekke.
- Hvis spill eller rester av detonerende lunte oppdages etter sprengning, skal dette samles opp og behandles som eksplosiv vare.

NONEL eclip koblingsblokk skal ikke brukes som buntopptenner kombinert med F-Cord 10 eller annen detonerende lunte. Benytt NONEL SnapLine-blokk.

E-Cord				
Luntevekt (g/m)	Diameter (mm)	Ruller x lengde i eske (m)	Nettovekt eske (kg)	Bruttovekt eske (kg)
5,3	4,0	2 x 400	8,8	10,4

Anbefalte lagringsbetingelser	
Lagringstid	2 år fra prod. dato på esken
Luftfuktighet	Tørt og luftig

Godkjennelse og klassifisering	
Notified Body (godkjennende institutt)	CE 0163 (Lom, Spania)
Godkjennelsesnummer	LOM 01.EXP.4293
Produktbetegnelse / varenavn	Lunte, detonerende
UN-nummer	0065
Transportklassifisering	1.1 D
Dekl.-nr. (Norge) / Produktreg.nr.:	PRN 120402

#### Destruksjon av Detonerende lunte

Generelt henvises det til nasjonale lover og forskrifter. Forskrift om håndtering av eksplosjonsfarlig stoff. Kapittel 11. Innsamling, mottak og tilintetgjøring.



DynoRex inneholder en blanding av nitroglyserin og nitrioglykol som sammen med nitrocellulose og ammoniumnitrat gir dynamitten den plastiske konsistensen.

Den miljøvennlige resepten er uten dinitrotoluen (DNT), men besitter alle gode egenskaper som kjennetegner en dynamitt:

- Stor sprengstyrke og overføringsavstand
- God lagrings- og vannbestandighet

Tekniske spesifikasjoner	
Tetthet ca. (patrontetthet, kan variere noe)	1,4 kg/dm <sup>3</sup>
Energi (eksplosjonsvarme) ca., teoretisk verdi	4,4 MJ/kg
Detonasjonshastighet ca., <sup>(1)</sup>	> 4000 m/s
Gassvolum ca., teoretisk verdi	885 l/kg
Overføringsavstand ca., <sup>(2)</sup>	> 6 cm
Vannbestandighet, <sup>(3)</sup>	Generelt meget god
Vannbestandighet, trykk - tid <sup>(3)</sup>	20 m i 48 timer
Oksygenbalanse	+ 0,47 %
Vektstyrke <sup>(4)</sup>	100 %
Følsomhet ved slag/støt (BAM fallhammer)	> 2 J
Følsomhet ved friksjon (BAM friksjonsapparat)	> 80 N
Min. styrke tenner eller detonerende lunte for sikker initiering	Hhv. 0,6 g eller 6 g/m PETN
Laveste <sup>(5)</sup> / høyeste brukstemperatur	Mellom – 20° C og + 50° C

1. Fritthengende, fersk vare 18°C (vil variere med patrongdiometer, initieringsstyrke og temperatur).
2. Fritthengende, fersk vare. Tester gjennomført av Orica Mining Services gir verdier langt over 2 x produkt diameter.
3. Vil variere med produkt diameter og emballeringsmateriale rundt produkt. Angitt verdi gjelder hele rørladningslengder.
4. For patronerte produkter refereres till den relativa viktstyrkan (MJ/kg) mellan produkterna, där dynamit är basprodukt = 100% (teoretiskt varierar viktstyrkan mellan olika dynamiter - Dynamit/DynoRex/Fordyn - med små marginaler beroende på producentens uträkningsmetod). For bulkprodukter refereras till den relativa volymstyrkan (MJ/dm<sup>3</sup>) mellan produkterna, där standard Anolit er basprodukt = 100%.
5. Produktet kan bli hardt ved lave temperaturer. Plasser derfor alltid tenneren i endehylsens tennerbrønn.

DynoRex rørladninger produseres i lengder på 1100 mm for Orica Mining Services til det Skandinaviske marked.

I samarbeid med produsenten er det utviklet en endehylse i rørladningene som gir en sikker plassering av tenneren.

Lengden og diameteren på tennerbrønnen i endehylsen er tilpasset Orica Mining Services's tennmiddelsortiment.

DynoRex kan leveres i fire dimensjoner. I hver kasse medfølger det skjøtehylder som gir mulighet til en sikrere sammenkobling av rørene.



Rørladninger								
Dimensjon mm		Nettovekt kg			Bruttovekt kg			Antall rør i kasse
Diam.	Lengde	Patron	Kasse	Pall	Patron	Kasse	Pall*	
25	1100	0,68	23,0	644,0	0,74	26,6	770	34
29	1100	0,93	23,3	652,4	1,00	26,6	770	25
32	1100	1,16	23,2	649,6	1,25	26,6	770	20
39	1100	1,75	22,8	638,4	1,85	25,6	742	13

\* Inkl. pallvekt 15 kg 28 kasser på en pall

Fargede felt er bestillingsvare

#### Anbefalte lagringsbetingelser

Lagringstid	2 år fra prod. dato på esken
Luftfuktighet	Tørt og luftig

#### Godkjenning og klassifisering

Notified Body (godkjennende institutt)	CE 0589 (BAM, Tyskland)
Godkjenningensnummer	0589.EXP.1806/02
Produktbetegnelse / varenavn	Sprengstoff, Type A
UN-nummer	0081
Transportklassifisering	1.1 D
Dekl.-nr. (Norge) / Produktreg.nr.:	PRN 200876

#### Destruksjon av sprengstoffavfall

Generelt henvises det til nasjonale lover og forskrifter. Forskrift om håndtering av eksplosjonsfarlig stoff. Kapittel 11. Innsamling, mottak og tilintetgjøring.

## Civec™ Control

**Beskrivelse**

*Civec™ Control* er et primerfølsomt bulkemulsjonssprengstoff. Konsistensen er seig, omtrent som tungt smørefett. Den enestående vannbestandigheten er en iboende egenskap i emulsjonsstrukturen til *Civec™ Control*.

**Bruksområde**

*Civec™ Control* fremstilles på brukerstedet ved hjelp av Oricas egenutviklede system for lading under jord. Sprengstoffet sensiteres først i ladeprosessen. Ladning per meter borehull kan tilpasses bergarten og boremønster. Produktet er ikke egnet til bruk i grunn som inneholder reaktive sulfider.

**Fordeler**

- Med *Civec™ Control* kan man variere ladetettheten/energien i hullene fra 30 – 100. Dette kan utnyttes i konturhullene for å redusere oppsprekking og sikringsomfang samt ved forsiktig sprengning for å redusere rystelser.
- *Civec™ Control* er utviklet for å kunne brukes i hele salven.
- *Civec™ Control* leveres med Orica Mining Services' spesialbygde mobile ladeenheter. *Civec™ Control* sensiteres og pumpes direkte i borehullene etter kundens ønsker.
- Oricas ladeenheter har automatisk slangetrekk. Ved styrt tilbaketrekking og pumpehastighet kan man plassere en frikoblet emulsjonsstreng i borehullet, Denne metoden korter ned syklustiden.
- *Civec™ Control* har enestående vannbestandighet, noe som reduserer avrenning av nitrater.
- Ingen transport og lagring av eksplosiver ved bruk av *Civec™ Control*.

**Anbefalinger for bruk****Borehullsdybde**

*Civec™ Control* er velegnet til bruk i horisontale hull i alle praktiske lengder.

**Tennsystemer og initiering**

*Civec™ Control* initieres med en egnet primer, sammen med en for eks. *NONEL®* eller electronic tennere.

**Tekniske data**

Produkt	<i>Civec™ Control</i>
Densitet (g/cm <sup>3</sup> ) <sup>(1)</sup>	0.9
Minste ladningsstyrke (g/m)	350
Borehull, minste diameter (mm) <sup>(2)</sup>	38
Minimum ladningsdiameter (mm)	20
Detonasjonshastighet (m/s) <sup>(3)</sup>	3000 - 5000
<b>Relativ effektiv energi (REE) <sup>(4)</sup></b>	
Relativ vektstyrke (%)	81
Relativ volumstyrke (%)	91
CO <sub>2</sub> (kg/t) <sup>(5)</sup>	188
Maksimaltid i borehull (dager)	2

**Lading**

Ladingen utføres ved hjelp av et spesialutviklet system for tunnel og anleggsdrift under jord. Kontakt Orica Norway AS hvis du ønsker ytterligere informasjon.

**Maksimal tid i borehull**

Den anbefalte maksimaltid i borehull er 2 dager. Siden maksimaltid i borehullet er avhengig av faktorer som hulldiameter, tetthet, fjellkvalitet, vann, ladesystemer etc., bør Orica Norway AS kontaktes dersom spesielle forhold foreligger.

**Gassing**

Gassehastighet i *Civec™ Control* er temperaturavhengig. Typisk gassetid er 20 – 30 minutter.

**Temperatur i grunnen**

Disse produktene kan brukes ved temperaturer i grunnen fra 0 °C og opp til maksimalt 55 °C. Kontakt din lokale Orica-representant før du utfører sprengningsarbeid ved temperaturforhold utenfor dette området.

# Civec™ Control

## Lagring og håndtering

### Produktklassifisering

Registrert navn: *Civec™ Control*  
Fraktnavn: Eksplosiver, sprengstoff, type E  
UN-nr.: 0241  
Klassifisering: 1.1D  
EC-typesertifikat: PvTT 184/08  
CE: PvTT 0812

Alle forskriftene for håndtering og bruk av slikt sprengstoff må følges.

### Avhending

Håndtering av eksplosivt avfall kan medføre fare. Hvilke metoder som skal benyttes ved håndtering av eksplosivt avfall, avhenger av brukssituasjonen. Kontakt din lokale Orica-representant hvis du trenger mer informasjon om trygg avfallshåndtering.

### Sikkerhet

Under normale bruksforhold er *Civec™ Control* relativt ufølsomt overfor utilsiktet initiering som følge av støt, friksjon eller mekanisk påvirkning. Detonasjon kan oppstå ved kraftig påvirkning eller overoppheting, særlig under innestengte forhold.

Eksplosivene i *Civec™ Control* er basert på ammoniumnitrat. De kan derfor reagere med pyrittiske materialer i grunnen og forårsake potensielt farlige situasjoner. Orica tar ikke ansvar for eventuelle tap eller skader som kan oppstå ved bruk av produktet i grunn bestående av pyrittiske eller andre reaktive materialer.

### Varemerker

Ordet Orica, figuren med ringen og Oricamerket, er et varemerke som eies av Oricakonsernet. *Civec™* er varemerker som tilhører Orica Explosives Technology Pty Ltd ACN 075 659 353, 1 Nicholson Street, East Melbourne, Victoria, Australia..

### Ansvarsbegrensning

Produsenten forbeholder seg retten til å gjøre endringer i produktene uten å informere om dette på forhånd. All informasjon i denne brosjyren forutsettes å være aktuell ved utgivelsen. Ettersom Orica ikke kan forutse eller råde over de omstendigheter hvor denne informasjonen og produktene brukes, tar Orica ikke ansvar for deres egnethet i forhold til det å bruke dem til et bestemt formål utover pålagt ansvar gjennom lovgivning og slikt ansvar som selskapet ikke kan frasi seg. Det gjøres uttrykkelig klart at det er brukers ansvar å kontrollere at både informasjon og produkt er egnet til bestemte formål. Oricas generelle salgsvilkår omfatter alt salg og det henvises til disse. Eksemplar av vilkårene kan gis på forespørsel.

### Orica Norway AS

Røykenveien 18  
3412 LIERSTRANDA  
Telefon: 32 22 91 00  
Email: nordics@orica.com

### Nødtelefon

Norge: 91 70 58 50  
Utenfor Norge: Kontakt lokal representant

### Merknader

1. Nominell densitet.
2. Kontakt Orica Norway AS for ytterligere råd om minste hull diameter.
3. Detonasjonshastigheten vil avhenge av bruksområdet, herunder sprengstoffets tetthet, sprenghullets diameter og graden av innspenning. Detonasjonshastigheten er en beregnet idealverdi med detonasjon i optimal innspenning.
4. REE er relativ effektiv energi i forhold til ANFO med en tetthet på 0,8 g/cm<sup>3</sup>. ANFO har en effektiv energi på 2,3 MJ/kg. Angitt energi er basert på kalkulerte optimale detonasjoner ved et avstengingstrykk på 100 MPa. Andre, ikke optimale verdier for detonasjonsenergi er også tilgjengelige på forespørsel. Disse verdiene tar hensyn til sprenghulldiameter samt steinens type og reaksjonsmønster ved sprengning.
5. Karbondioksid er den drivhusgassen det produseres mest av. Utrengningen av utslippene er basert på optimale detonasjoner.

# MAXAM

## Produktinformasjon

### RIOSPLIT (RIOGUR)



- Patronert watergel
- Kontursprengstoff for fjell-sprengning over og under jord.
- Meget lett å lade, ideelt ved både presplit og slettsprengning.
- En detonerende lunte løper i senter av patronen for å sikre momentan detonasjon av hele ladestrengen.
- Fengettefølsomt sprengstoff, initieres av tenner med minimum styrke standard nr. 8 eller detonerende lunte, 10 g/m.
- Inneholder ikke nitroglyserin.
- Meget god vannbestandighet.
- Temperaturområde mellom 60°C og -20°C.
- Meget god håndteringssikkerhet.
- Leveres i kontinuerlige lengder, og kappes etter behov.
- Leveres i flere patrondimensjoner (se tabell på neste side)
- Lagringsbestandighet: 12 mndr. fra produksjonsdato.

### Tekniske data:

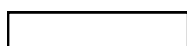
Klassifisering CE merke nr.:	UN No. 0241, Sprengstoff type E, 1.1D (ADR, RID) LOM CE/Ep 96.1003	
Densitet	Kg/dm <sup>3</sup>	1,17
Energi	MJ/kg	3,41
Relativ vektstyrke (RWS)*	Ca. %	87
Relativ volumstyrke (RBS)*	Ca. %	127
Detonasjonshastighet	m/sek.	7000
Initiering		Fengette No. 8 evt. 10 g/m detonerende lunte
Vannbestandighet		Meget god
Detonasjonstrykk	Gpa	12,0
Teoretisk gassvolum	l/kg	932

\*) Beregnet med bruk av WINEX™, programvare utviklet av Maxam for eget bruk. Annen programvare kan gi andre verdier.



## RIOSPLIT leveres i følgende patrondimensjoner og kartongstørrelser:

Patrontype	Dimensjon Diam.Xlengde mm/m	Nto. pr. pall kg	Nto. pr. Eske kg	Ant. esker pr. pall stk.	Patronvekt gram/meter	Ant. patroner pr. eske stk.
Plastpatron/ kontinuerlig	17/80	750	25	30	312	1
Plastpatron/ kontinuerlig	22/60	750	25	30	416	1
Plastpatron/ kontinuerlig	26/40	750	25	30	626	1
Plastpatron/ kontinuerlig	32/28	750	25	30	892	1
Plastpatron/ kontinuerlig	40/17	750	25	30	1470	1
Plastpatron/ kontinuerlig	45/14	750	25	30	1786	1
Plastpatron/ kontinuerlig	50/10	750	25	30	2500	1



Lagervare



Bestillingsvare, leveringstid: Ca.6-8 uker fra ordreinngang.

Utfyllende teknisk informasjon og brukerveiledning gis på forespørsel.

### Importør og distributør:

MAXAM

Maxam Norge AS  
Kirkeveien 10  
2120 Sagstua

Tlf.: 62 97 21 50  
Faks.: 62 97 21 51  
E-post: [firmapostkasse@maxam-norge.no](mailto:firmapostkasse@maxam-norge.no)



Statens vegvesen

Statens vegvesen Vegdirektoratet  
Publikasjonsekspedisjonen  
Boks 8142 Dep.  
N-0033 Oslo  
Tlf. (+47 915)02030  
E-post: [publvd@vegvesen.no](mailto:publvd@vegvesen.no)

ISSN: 1892-3844