

22/10-80 Baff

F. Hartmark

Gh-saken

Gjenpart: B, Bvk, Bpk, Bgk, Bat,
Oslo S ntralstasjon,
Dc. Bergen.

Statens Vegvesen
Vegdirektoratet
Grenseveien 92

OSLO 6

Henvendelse til
H. Hartmark

Deres referanse
10.4.79 -/79 Plan 7671/10 B/H.Hk

Saksreferanse

Dato
20. OKT. 1980

FELLESPROSJEKTET VEG/JERNBANE DALE - BOLSTADØYRI

NSB henvendte seg i brev av 7.5.79 til Samferdselsdepartementet om ovennevnte sak.

Henvendelsen resulterte i et møte om saken i Samferdselsdepartementet 1.6.79. Etter dette m te konkluderer Departementet med at det ikke har prinsipielle innvendinger mot at alternativ I velges.

Fra et møte i Vegdirektoratet 22.10.79 hvor NSB var representert ved Generaldirektøren og Teknisk direktør er det protokollert at både fylket, NSB og Vegvesenet er oppsatt på at fellesprosjektet må gjennomføres, og det ble fremlagt forslag til finansieringsopplegg.

NSB har avsatt de nødvendige beløp i sin fem rsplan for oppstartning av anlegget i 1984 og fullføring 1.1.88.

Det totale kostnadsoverslag lyder på 71 mill. kr. i 1978-priser. Prisjustert etter 1981-priser utgjør dette 88 mill. kr.

Det er forutsatt at Vegvesenet yter et tilskudd på 23,6 mill. i 1978-priser, som prisjustert utgjør 29,3 mill. kr. i 1981-priser.

Det ble på møtet 22.10.79 foreslått at Vegvesenets tilskudd skulle fordeles med 1/3 på årene 1985 og 1986 og 1/6 på årene 1984 og 1987.

NSB har i mellomtiden arbeidet videre med prosjektet og er kommet til at det vil være ønskelig å velge en trasé med en sammenhengende tunnel på 7459 m istedenfor 2 tunneler og et mellomliggende åpent parti. NSB vil da kunne tilby den gamle jernbanetrasé på ca. 1 km lengde i området ved Djupevik - Tresneset.

Preliminære grunnundersøkelser utført av NSB viser at det vill medføre store vanskeligheter å legge vegen utenfor jernbanen som opprinnelig tenkt. Dette problemet vil elimineres hvis

Vegvesenet legger vegen på jernbanens gamle trasé.
Vi går derfor ut fra at Vegvesenet vil være interessert
i å yte et større bidrag for å oppnå denne fordel.

Vi ber om å få komme sammen til et møte så snart som mulig
for å drøfte dette tilbud.

A/s GEOTEAM

OFFSHORE DIV.
ØKONOMIAVD / ACCOUNTING
Gml. Drammensvei 48
P.O.Box 102, 1321 STABEKK
Tel. (02) 12 37 90 - Telex 18489 gt n



LAND SEKSJON / ONSHORE DIV.
Wdm. Thranevegt 98, 0175 Oslo 1
Tel. (02) 37 97 85 - Telex 18489 gt n

BERGEN:
Birkelundshk. 35, 5040 PARADIS, tel. (05) 22 05 70

KRISTIANSAND
Ø. Strandgt. 1A, 4600 KRISTIANSAND, tel. (042) 27 143

TRONDHEIM
Kongensgt. 49, P.O.Box 4342, 7001 TRONDHEIM
tel. (07) 53 31 33 - 52 05 55

HARSTAD
Mercurv. 67, P.O.Box 2007, 9405 KANEBØGEN, tel. (082) 73 168

Trondheim, 1.2.85

DERES/YOUR REF.

VÅR/OUR REF. **RSO/jv**

OPPDRAG/PROJECT **9999**

Ing. Thor Furuholmen A/S
5280 DALEKVAM

JERNBANETUNNEL BOLSTADØYRI-DALE
INGENIØRGEOLOGISK KONSULENTBISTAND

Vedlagt følger notat fra professor R. Selmer-Olsens befaring
23. januar 1985 inklusiv vurderinger om stabilitet og sikring.

Med hilsen
for A/S GEOTEAM

Olav Torgeir Blindheim
Olav Torgeir Blindheim

R. Selmer-Olsen
R. Selmer-Olsen

Vedlegg: 3 eksemplarer av notat av 1.2.85

NOTAT

JERNBANETUNNEL BOLSTADØYRI-DALE
INGENIØRGEOLOGISK KONSULENTBISTAND

Det ble den 29. januar 1985 foretatt en befaring fra påhugg Dale i nevnte jernbanetunnel. Deltakere var Skjoldli og Tøen fra NSB, Birkeland og Johnsrud fra Ing. Thor Furuholmen A/S og Selmer-Olsen fra A/S Geoteam. En vurdering av bergslagsforhold og sikring var ønsket.

Bergslagsprognose

Bergartene i området er en moderat oppsprukket migmatittgneis med noe vekslende nordøstlig strøk og midlere sydlig fall. Bergartens styrke er ukjent. Forholdene frem til stuff tyder imidlertid på at punktlaststyrken neppe er mindre enn ca. 8 MPa. I andre tunneler i området har gneisene til dels vist seg lokalt å kunne frigjøre noe av sine residualspenninger ved frisprenghninger. Slike residualspenninger adderer seg til gravitasjonsspenningene. På et par steder i disse tunnelene har punktlaststyrken (I_s) vært målt til ca. 11 MPa.

De variasjonene i styrke og frigjørbare residualspenninger som man må vente, gjør en nærmere analyse av forholdene i Bolstad-øyri-Daletunnelen noe usikre. Lokale avvik fra det en analyse av de maksimale tangensialspenninger i tunnelhengen ut fra topografien og forholdene frem til stuff tilsier, må derfor ventes.

De maksimale tangensialspenninger (σ_{tmaks}) i hengen ut fra topografien er beregnet for fem særlig utsatte profiler østover fra påhugget ved Dale. Resultatet fremgår av vedlegg 1.

I vedlegg 2 er forholdet mellom styrke, maks. spenning og bergslag angitt.

På det ugunstigste parti fra pel 421,70 til pel 421,00 krever σ_{tmaks} en styrke (I_s) på over 10 MPa for ikke å gi bergslag under forutsetning av lave frigjorte residualspenninger. En vurdering av bergslagsforholdene frem til stuff tyder på at I_s ligger mellom 9 og 11 MPa, og at varierende bidrag av residualspenninger gir de variasjoner fra null til moderat bergslag som man har fått. Avtagende gravitasjonsspenninger må da også ventes i hovedtrekk å gi avtagende bergtrykksproblemer i denne forholdsvis ensartede gneisen. Fra pel 420,9 til 417,1 blir det derfor neppe bergslag. Fra 417,1 til 416,4 må bergslag igjen ventes lokalt å kunne inntruffe, men i et mindre omfang enn på partiet omkring pel 421,5.

Bergslagsaktiviteten var tydeligvis noe større nær sålen i søndre vegg enn i nordre hengside. Dette skyldes ventelig det forholdsvis steile fall på største in situ hovedspenning i kombinasjon med den ugunstige form tunnelprofilet har på dette partiet (høy, plan vegg i rett vinkel til sålen).

Foliasjonen har en forholdsvis gunstig orientering, og belastes tilnærmet i den retning som gir maksimal styrke. Langsgående sprekker med relativt steilt fall og lokale konsentrasjoner av residualspenninger er de forhold som særlig vil forverre bergslagsforholdene og stabiliteten. Dertil vil spenningsomlagringen nær knusningssoner og partier med svakere bergarter kunne gi spesielt disponerte partier.

Den gamle jernbanetunnelen nord for pel 416,5, som ble sagt å ha hatt betydelige bergtrykksproblemer, ligger meget ugunstig plassert i forhold til topografien. Et overslag ut fra profil IV tilsier $\sigma_{tmaks} = 82,5$ MPa. Det vil si at ved de aktuelle bergartsstyrker 9-11 MPa må man vente betydelig bergslagsaktivitet og kjøldannelse i fall tunnelen ligger under dagfjellet. Kravet til I_s for å unngå bergslag er her over 16 MPa. Den dypere beliggenhet for den nye tunnelen reduserer spenningsanisotropien fra mellom 8 og 10 til ca. 3,5, og gir derved vesentlig lavere σ_{tmaks} -verdier.

Sikringsmetoder

Systematisk bolting gir vanligvis en tilstrekkelig radialspenning for å stoppe avskallingen, men den løse fjelloverflaten man får med fare for nedfall av flak mellom boltene, er neppe gunstig for en trafikk tunnel. Da spenningene etter hvert jevner seg ut ved kryp, kan fjellet renskes etter ett, eventuelt to-tre år, og boltes på nytt og derved bli stabilt med bare en lett senere periodisk rensk.

Sprøytebetong synes ikke å ta opp særlig meget av spenninger fra fjellet andre steder enn der de fjellflakene som dannes har sitt utgående. Ved liten bergslagsaktivitet, slik som det stort sett må ventes her, vil sprøyting på stuff av nordre hengside vanligvis gi en god sikring. I søndre veggflate blir en slik sikring imidlertid ofte noe mer tvilsom uten bolting, fordi flakene kan bli meget store og overgangen vegg-såle er vanskelig å få rengjort og sikret med sprøytebetong.

Da en vedlikeholdsfri detaljsikring må være ønskelig for en jernbanetunnel i sprakefjell, er det under disse bergslagsforholdene naturlig å basere seg på sprøytebetong og om nødvendig dertil forsterke med bolter bak riggen. Dette øker samtidig arbeids-sikkerheten, reduserer antall arbeidsprosesser og gir ventelig den laveste samlede kostnad for byggherre og entreprenør. Boltingen blir da begrenset til de partier hvor bergslagsintensiteten av en av de nevnte grunner blir særlig høy. Det vil si boltingen vil først og fremst skje i søndre vegg, hvor den vil være nødvendig for sikkerheten også på lengre sikt, og bare mer sporadisk i nordre langside.

I veggen vil boltene bl.a. ta hånd om de utsatte partier med steile langsgående slepper som er vanskelig å sikre på annen måte. Boltene må her også ta lasten fra det fjell som sprekker opp ved spenningsriss, som over tid vil arbeide seg oppover fra sålen. Maksimalt kan dette vanskelig bli mer enn 15-20 tonn pr. løpemeter tunnel når etterboltingen skjer bak riggen. Oppsprekningsformen og arbeidssikkerheten kan imidlertid lokalt måtte kreve mer enn en bolt pr. 0,75 strekkmeter tunnel, men oftest vesentlig mindre og på mange partier vil bolting være unødvendig. Sprøytebetongen på disse partier av tunnelprofilen blir mer å betrakte som en detaljsikring.

De boltene som skal nyttes på og nær stuff bør være av en type med sfærisk plate og et ekspansjonshode eller et plastinnstøpt hode, og forspennes idet de må kunne gi noe etter for deformasjoner den første tiden uten å overbelastes. Settes boltene opp langt bak stuff fordi deformasjoner, eventuelt sprekker, i sprøytebetongen gjør dette nødvendig, kan fullt innstøpte bolter nyttes. Boltlengder på ca. 2,5 m er tilstrekkelig i hengen og vanligvis også i veggene. Bare ved helt spesielle situasjoner med ugunstige slepper i sydveggen kan lengre bolter være ønskelig.

Må bolter settes i nordre hengside etter at sprøytebetongen er lagt, vil det pga. spenningsanisotropien sjelden bli aktuelt med mer enn to boltrader, en på hver side av tangeringspunktet for σ_1 med radavstand ca. 1 m, maksimum boltlengde ca. 2,5 m og 1,2-1,5 m mellom boltene i raden. (I fall det ikke sprøytes, kan over den dobbelte boltmengde bli nødvendig for arbeidssikkerheten.) En pent boret hengkontur og vel avpassede konturladninger vil alltid forbedre spenningsfordelingen i en sirkulært formet heng ved lav bergslagsintensitet slik som her.

Trondheim, 1.2.85

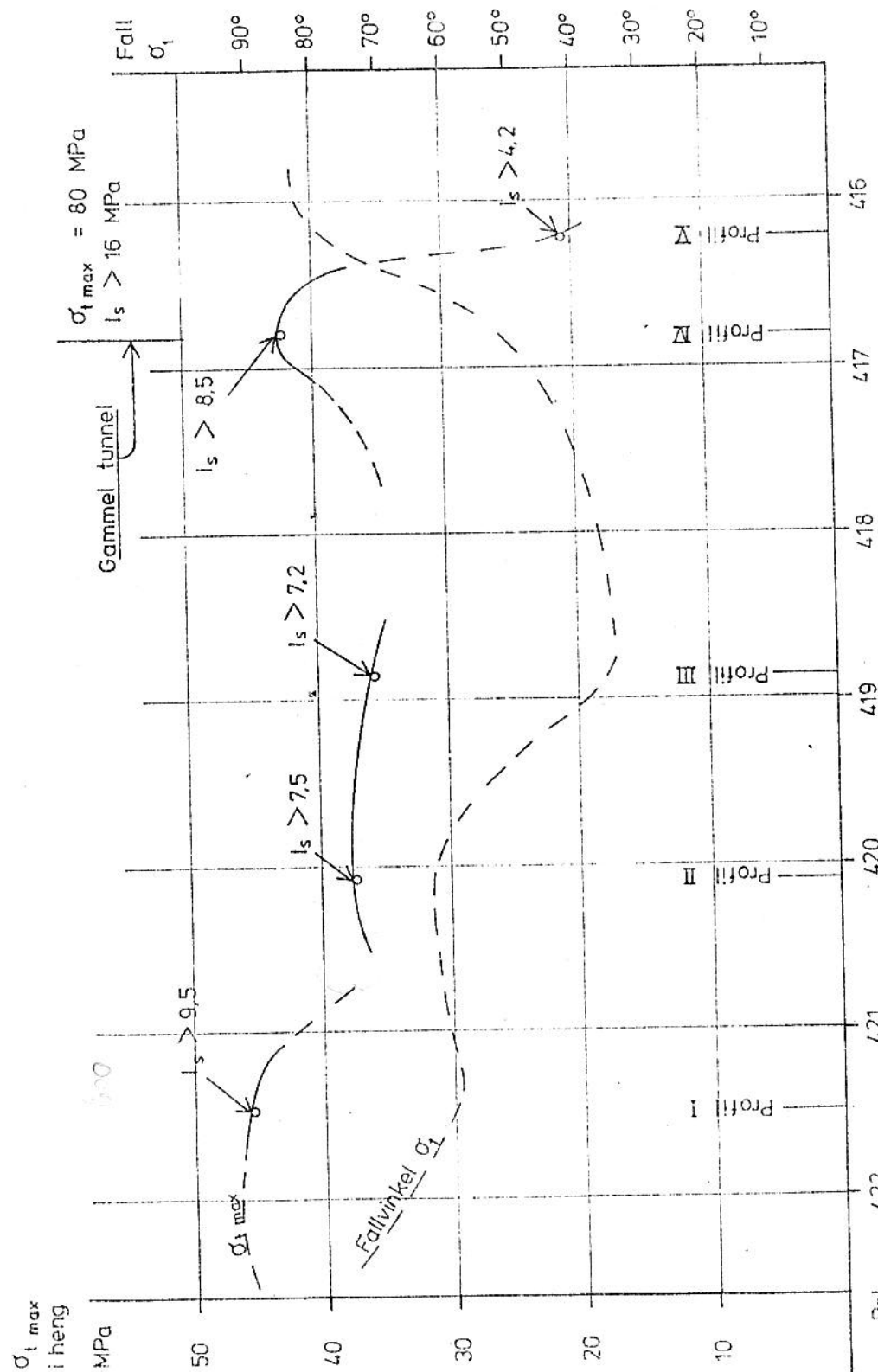
for A/S G E O T E A M

R. Selmer-Olsen

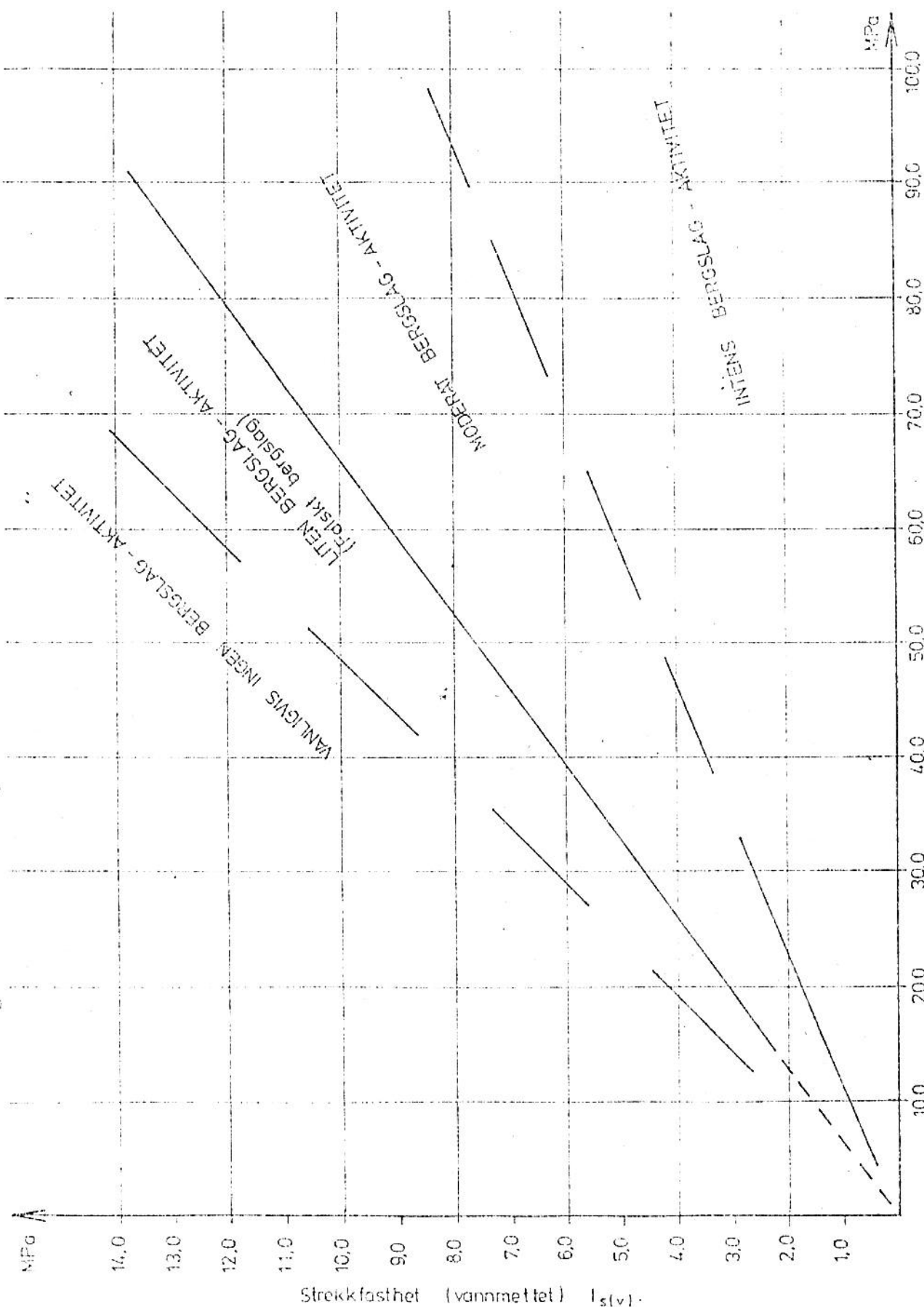
Vedlegg: vedlegg 1 og 2

SPENNINGSTYRKE, ANALYSE.

Max tangentialspenning ($\sigma_{t \max}$) i hengen og krav til punktlaststyrke (I_s) belastet parallelt σ_1 samt fallvinkel for σ_1 basert på gravitasjonsspenninger.



Bergslag i sirkulære tunneler styngt i dalsiden. Forholdet maks. gravitasjonsspenninger ($\sigma_{(max)}$) og punktlaststyrke (f_p) belastet $\sigma_{(f)}$. Etter B. F. Russenes -74.



Maks. tangentialspenning i konturen av en sirkulær tunnel $\sigma_{t(max)}$

Tunnel Dale - Bolstad

Rapport etter befaring 7/2-85

Situasjon under befaring.

Sikringsarbeidet i tunnelen på Dale-siden har på grunn av sprakkjell vært utført med fiber-sprøytebetong på stoff. Etter hver salve er sikring med 6 m^3 sprøytebetong utført.

7 tillegg er bolter satt inn bak stoffen. 2 bolterader er satt inn i søndre vegg og 2 rader (pluss noen ekstrabolter) i vederlaget på nordre side (venstre) av ful.

Ingeniørgeologiske betraktninger.

Fjellet over tunnelen stiger fra km 422.250 til - km 421.650 fra kote 100 \rightarrow kote 675.

Det er høydeforshjell mellom tunnel og fjelltopp på 650m og fjellshråningen stiger ca 45° . Gammel tomme-fryse regel, at: Forberedt på bergslag når høydeforshjellen $> 500\text{m}$ og vinkel $> 25^\circ$.

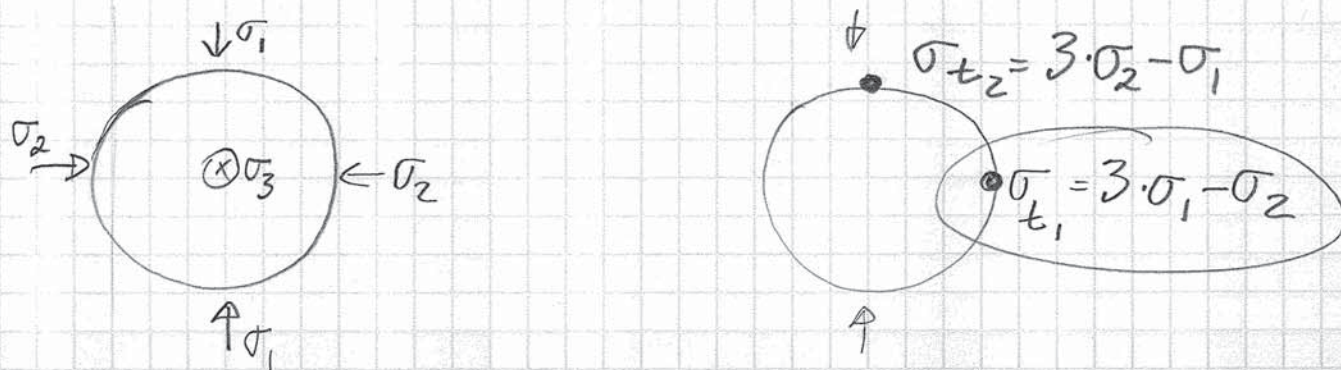
Vertikalspenningen på grunn av fjelloverdekningen (v. stoff 1. februar km 421,750)

$$\sigma_v = \rho \cdot g \cdot h = 2700 \cdot 10 \cdot 600 = \underline{16,2 \text{ Mpa.}}$$
$$\left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) \left(\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right) (\text{m})$$

Horisontalspenningen kan derfra regnes ut ved å anta et tverrkontraksjonskoeffisient ($\nu = 0,15$)

$$\sigma_h = \frac{\nu}{1-\nu} \cdot \sigma_v = \frac{0,15}{1-0,15} \cdot 16,2 = \underline{2,9 \text{ Mpa.}}$$

Ved å sprengje ut et sirkulært forsmjøtt vil en få spenningskonentrasjonar langs kanten. Etter KIRSCH er disse :



Maks tangentialspenning i vårt tilfelle

$$\sigma_{t,1} = 3 \cdot \sigma_1 - \sigma_2 = 3 \cdot 16,2 \div 2,9 = \underline{45,7 \text{ Mpa}}$$

Fra A/S-Geoteams rapport kan en av bilag nr. 2 finne at I_s (med denne tangentialspenningen) (strekkefastheten målt med punktlast-testeren) i område 7,0 → 9,5 Mpa vil gi liten bergslagsaktivitet. $I_s > 9,5 \text{ Mpa}$ gir vanligvis ingen bergslagsaktivitet.

R. Selmer Olsen sier at han antar at $I_s > \text{ca } 8$ og at den i tilsvarende bergarter har vært målt til ca 11 Mpa.

Ved I_s lik 8,0 Mpa må en vente ^{liten} bergslagsaktivitet når maks tangentialspenning er $> 40 \text{ Mpa}$

Ved I_s lik 11,0 - må tangentialsp. være $> 55 \text{ Mpa}$.

Vårt tilfelle ligger akkurat på grensen mellom liten aktivitet og vanligvis ingen aktivitet.

Personlige betraktninger.

Nedfallet på grunn av sprakefjell har vært
berghedne. Disse har konsentrert seg omkring
de partiene hvor det ^{tunnelen} er tettere oppsprekking
ca 15m bak stutt ($7\frac{1}{2}$) ble det registrert
ca 12-14 sprekker innenfor 1,5m bredt bulte hvor
en "registrert at nedfallet (rensket ned?)
hadde vært. Skisse 2 viser ^{hvordan} storkretningen
(som er 11 med datiden) krysser tunnelen.

- Ved å følge med sprekkemonsteret kan en ved
observasjon ved (a) og på stoffen få
indikasjoner på når en kan vente nedfall
ved (b) når stoffen ved en senere salve
kommer dit. (Skisse 2.)
- Ved å endre litt på sprengningsprofilen vil
en konsentrere bergslaget til et bestemt
sted i vederlaget selv om tangentialspenningen
skulle endre litt på retningen.
Ved å la nordre vederlag gå ut i en
stump vinkel ^(i stedet for vinkel) vil en lage tunnelprofilen slik
som spenningene i fjellet ønsker den
skal være og etterstreber å bli. (Det er her
det shalter av). Med dette tiltaket
blir usikkerheten p.g.a. bergslaget meget
sterkt redusert. En vet hvor det vil komme
og hvor rikingsstiltakene skal settes inn.

Sikrings tiltak.

Det primære tiltaket mot dette sprakeffillet er bolting. Det kan boltes systematisk i nordre vederlag i 2-3 bolterader med 1-1,5m mellom boltene.

Fra andre anlegg er det uvanlig å spraye direkte på stoff. Det sprayes en 2-3 salver bak stoff, med bolting og nett/fjellband som primær-sikringen.

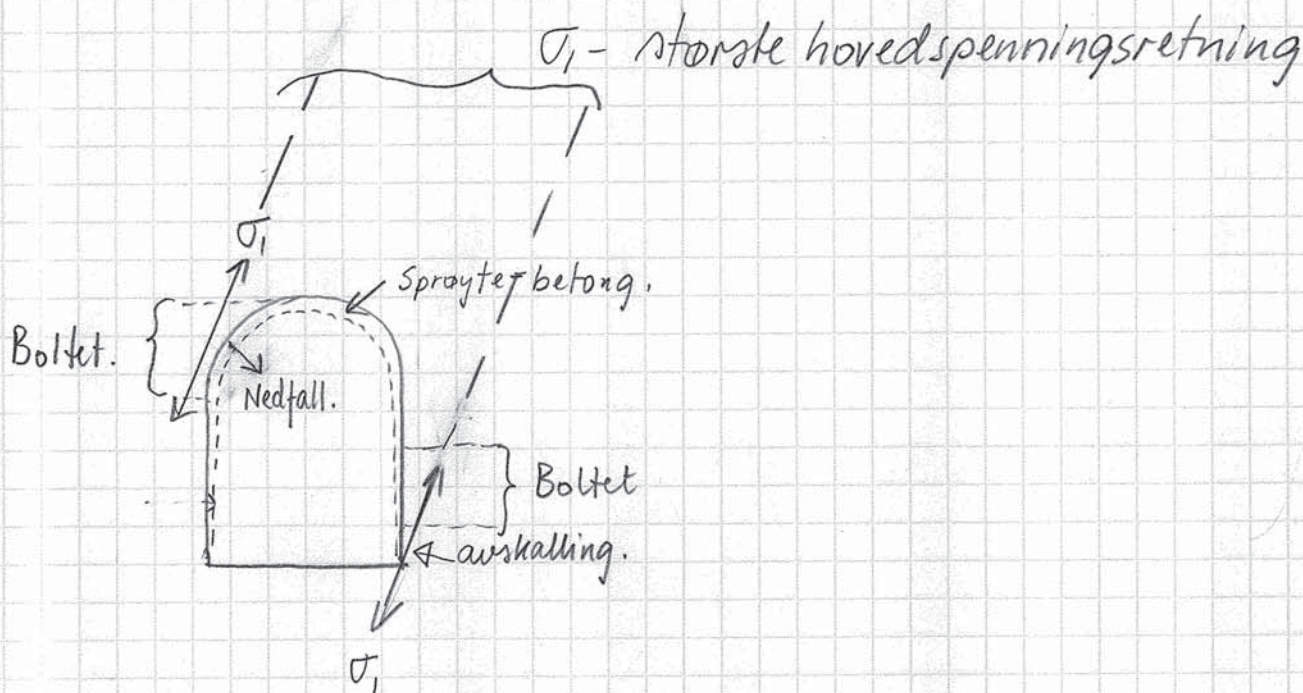
Spraybetongen kan spores på søndre vegg. Her har den ingen virkning mot sprakeffillet. Oppknusingen i høyre (søndre) fot kan best sikres med ^{kun} bolter slik som det er blitt utført som ekstra sikring. Dette gjør at volum spraybetong kan reduseres for hver spraying.

Det er uheldig å påføre spraybetongen så nær stoff. Det fører til at spenningsomlagringen ikke er ferdig før spraybetongen er herdet og riss vil oppstå i betongen.

Konklusjon på forslaget til sikring er at en primær salver på bolter.

Etter noen salver vurderes feltet og sprakeaktiviteten og sikres med spraybetong de partiene hvor sprekker i fullt og sprake virker uheldig på hverandre.

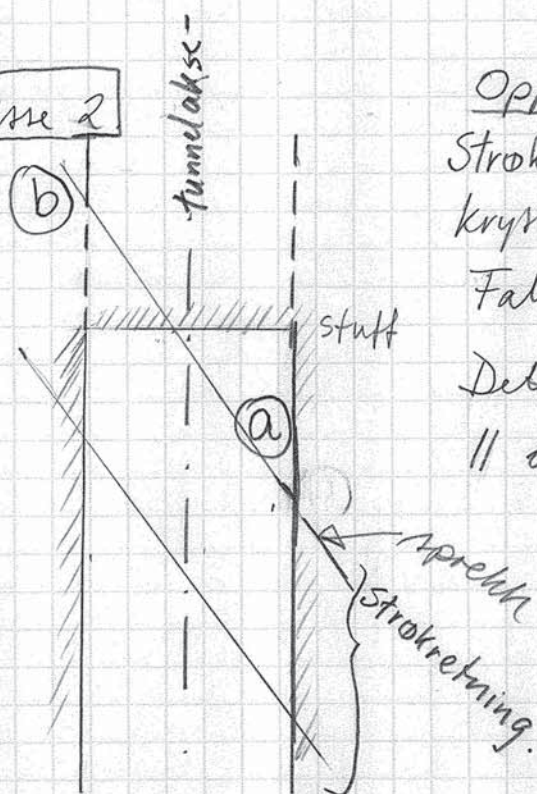
SKISSE 1.



Situasjonen i tunnelen i dag.

1. Nedfall fra nordre vederlag
2. Avskalling i overgang vegg-såle.
3. Bolting i partiene 1 og 2.
4. Sprøytebetong med fiber på hele tverrsnittet.

Skisse 2

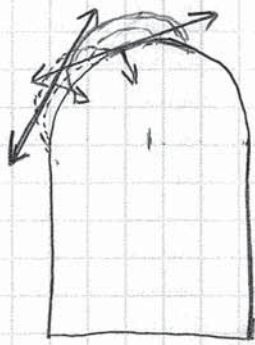


Oppsprekning:

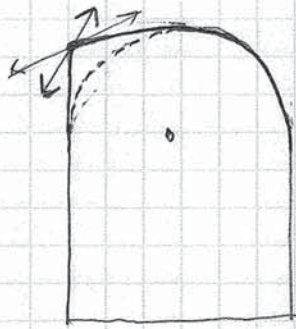
Støkretningen til hovedoppsprekningen krysser tunnelen som vist på skissen. Fallet står tilnærmet vertikalt. Dette støket er tilnærmet // dalriden.

Skisse 3.

Sprakefjellat vil føre til avskalling i venstre (nordre) vederlag. Ved tverrsnittsendring vil en konsentrerte aktiviteten og dermed redusere usikkerheten. Ved retningsendring på spenningene vil tangeringspunktet ikke endres.



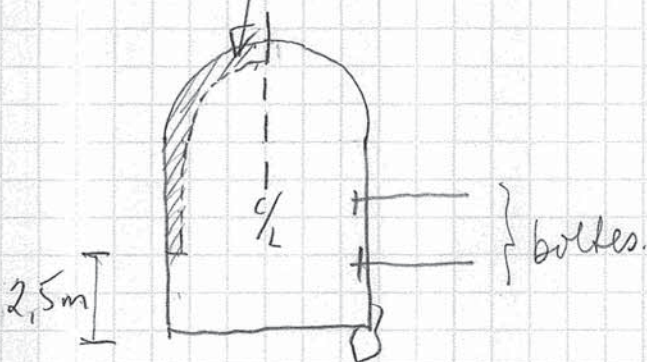
a)



b) - Foreslått profil.

Skisse 4.

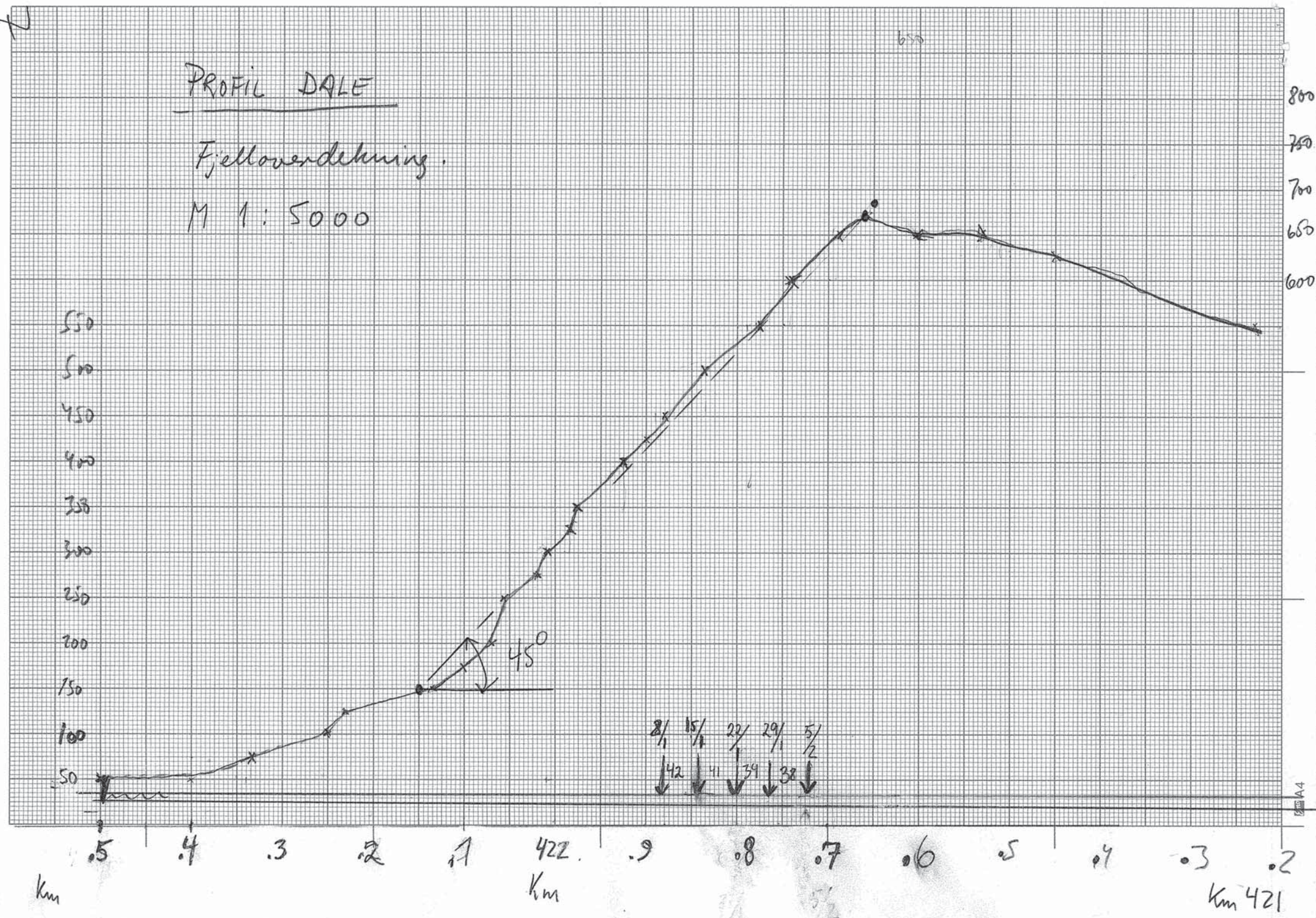
Sprøytebetong p.g.a sprakefjell.



PROFIL DALE

Fjelloverdekning.

M 1:5000



NORGES STATSBANER

Forskrift nr. 06.01-86

Beregnet Distrikt
Eiendoms: Skole.

BEREGNET SKRINGSKOSTNADER FOR HELLE
TUNNEL-LENGDEN $3600 + 2500 = 6100 \text{ m}$

Kostnad drivekringj Bolkad	kr 1.557.000,
Kostnad perm.sikringj "	" 2.711.000,
Kostnad drivekringj Dale	" 5.627.000,
Kostnad perm.sikringj "	4.272.000
Totalkostnad hittil	14.167.000

Beregnet midlere enh. pris $\frac{14.167.000 \text{ kr}}{6100 \text{ m}} = 2322$
for alle 6100 m tunnel

- Dette tilsvare ca 50 % av driveprisen

- Hvis en antar at denne midlere
sikrings-kostnad også vil bli gjelden
for den resterende tunnelsektering med
 $6100 - 1948 = 4152 \text{ m}$

- Totalkostnad for hele
tunnellengden $2322 \text{ kr/m} \cdot 1948 \text{ m} = 4523 \text{ m}$

- Skippåtert enh. pris for gjennom-
drevet samt ferdigsikret tunnel

$4500 \text{ kr/m} + 2322 \text{ kr/m} = 6822 \text{ kr/m}$

Bergen Distrikt

SAMMEDRAG OVER TOTAL MENGE ETTER SKRIBING 0-2500 m TROLLKONATUNNEL DRA FRÅ DALE

- Ferdigstilt tunnel for gjennom-
slag, utført med sprøytebetong og
bolter, slag, ekskl noe etterkontroll, etc: 98
- Renske av resterende tunnelprofil: 136
- Utstøping av tunnelprofil: 156
- Fiberarmert sprøytebetong tinnid 7cm
tilsvarende 2 påslag: $4500 m^2$: 33
- Fiberarmert sprøytebetong tinnid 4cm
tilsvarende 1 påslag: $2850 m^2$: 145
- Bolting i permanentstilt profil
(480m-370m) 1 bolt/m \bar{a} 2,5m : 610
- Bolting i tunnel hvor fjell-
rensk er tilstrekkelig 900m 1 bolt/m \bar{a} 2,5m: 900
- Bolting 1/18 stk nister: 180
- Bolting for betongpåsag
 $465m \bar{a}$ 0,5 bolt/m \approx 250

Avrundet bolteantall ca 2000 stkAvrundet betongvol sprøyting $500 m^3$

Beskrivelse over de ulike partier hvor
de forskjellige skrifttyper vil bli brukt
følger vedlagt.

Oppsettet er ment som et forslag.

- Skjoldu-

Resten av 1000 m har det hensgjort at sikkerhet mer normalt på tunnelstrekken, noe som også er gunstligere.

Somvis etterseiling ved påslag av fôrannert sprøytebehandling samt rensk og sprede bolting.

OVERSIKT PERMANENT SIKRING

UTFØRT TIDL GJENNOMSLING

km 421.430 - km 421.354, lengde 596 m
 Betongmengde netto påstøt 693 m³
 Betongmengde i middele pr km
 tunnel: $693 \text{ m}^3 / 596 \text{ m} = 1.162 \text{ m}^3/\text{m}$
 Beregn. midl. tykkelse: $t_m = \frac{1.162 \text{ m}^3/\text{m}}{15 \text{ m}^2/\text{m}} = 7.75 \text{ cm}$

km 421.354 - km 420.991, lengde 363 m
 Betongmengde netto påstøt 245 m³
 Betongmengde i middele pr km
 tunnel: $245 \text{ m}^3 / 363 \text{ m} = 0.67 \text{ m}^3/\text{m}$
 Beregn. midl. tykkelse: $t_m = \frac{0.67 \text{ m}^3/\text{m}}{10 \text{ m}^2/\text{m}} = 6.7 \text{ cm}$

Bolting er foretatt på alle sprøytesikre parti over lengden 1067 m med ialt 1029 bolter. Midlere boltemengde 1 bolt/m

NORGES STATSBANER

den

PROJEKT: LINJEFOMLEGGING DALE - BOLSTADØYER
TROLLONN TUNNELL

SAK: FORSLAG TIL PERMANENTSIKRING AV
TUNNELTRACÉ DREVET FRÅ DALE

TUNNELTVERRSNITT: $33,6 \text{ m}^2$

TUNNELLENGDE: 2500 m

Pet 0-500 FROSTZONE

Storblokkig fjell med slappesoner inn i
bakkene leirmatricule, samt knusnings-sone
som er vannførende. Minst to hovedtrekk-
retning opptrer samtidig, enkelte steder
3 strekninger. Utsløpning samt utsire-
brak av fiberarmert sprøytebetong er
her nødvendig.

Pet 500 - 2500

Første 1000 m er det moderat berg
slagsaktivitet inn mot hovedtrekkretning som
er mer vertikal og i vinkel 20-30°
med horisontale, strek 40-50° for nord
Sikring hovedsakelig ved bruk av
fiberbetong-pålegg.

Spredning er etablering i sprøtte
profil forfall systematisk, med en
rast i høyre vegg, samt to raster i
venstre vegg med $\approx 1,25$ m langs tinn-
aksen

Middel; 3 bolter pr $1,25$ m tunnel

Beregnet lengde hvor system bolting
av denne art er utført:

$$\frac{880 \text{ bolter} \cdot 1,25 \text{ m}}{3 \text{ bolter/m}} = 370$$

Der hvor profilt ble påført sprøtte
bortr under drivesikringen, bør det
kontrolleres mht "bomperier" samt a
disse bør etableres med en bolt
i snitt pr. m. tunnel

$$(980 - 370) \text{ m} \cdot 10 \text{ bolter/m} = 610$$

Bolting i tunnel hvor fullstend
synes å være tilstrekkelig må
forles over en lengde som
sammens 900 m @ 1 bolt/m: 900

Bolting ved ialt 18 steder og
mindre måler @ 10 bolter 180

Resteren av tunnelporøsi skal sikres med sprøytebetong 4500 m med 2 påslag og 2850 m med 1 påslag.

Tilsvinner skal der sikres med full 480 m³ fiberbetong.

Betongen sprøytes ut Sonoris.

For betongpåslag skal der bolles sprø med en 0,5 bolt/m.

(2500 - 480 - 900 - 156) m · 0,5 ~ 250 b

I tunnelens frattone er der ialt 3 partier som må sikres ved full utsløpning av profil.

Totalt over en lengde på 156 m.

Muligens kan en del av dette erstattes ved bruk av fiberbetong bolier. Må vurderes av geolog.

For vedlegg framgår det hvilke partier som skal tenkes og bolles sprøytes og hvor det sikres ved full utsløpning.

KOSTNADSOVERBUDNING FOR ARBEIDS OG PERMANENT
SIKRING FOR TROLLKONSTRUKT - DYLE.

ARBEIDS-SIKRING (DYLE)

Totale sikringskostnader sumlet
for dekke stuffer pr 19/11-85³
 $(7354 - 140) 10^3 \text{ kr} = 7214000,$
 Medgått for Bokstadsstuffer 1557000,
 Medgått sikringskostn Dalesstuffer 5657000,

Beregna midlere arb. sikrings-
kostnader $\frac{5657000 \text{ kr}}{2664 \text{ m}^3} = \underline{\underline{2123 \text{ kr}}}$

PERMANENTSIKRING (DYLE)

Bråk av fiburbetong $(335 + 145) \text{ m}^3 \cdot 250 \text{ kr/m}^3 = 103200$

Bolter 2000 stk à 215 kr/stk = 430.00

Finansk av profilet, ekskl hvor

det er utstøp 2 perm. sikring:

$(2500 - 156 - 980) \text{ m} \cdot 0.5 \text{ m} \cdot 250 \text{ kr/m} = 170.00$

Leige av rentekjeller $\frac{1500 \cdot 1300}{3300} \text{ kr} \cdot 300 \text{ kr/kr} = 180.00$

Leige av hydraulisk

rentekjemaskin: $\frac{1300 \cdot 72 \text{ kr}}{100 \text{ km/kr}} \cdot 700 \text{ kr/kr} = 765$

a) Kostnader gjelder for 2664 m³ tunnelt.

NORGES STATSBANER

..... den

Bråk av fjellbævel	25	kr 25000
Utsk av fjellflate for		
Betongpistlag $(4500 + 2300) m^2 \cdot 30 \text{ kr/m}^2$		" 220.000
Utstøpning 150 m $\cdot 9400 \text{ kr/m}$		" 1400.40
Ekstribetong 675 m $\cdot 950 \text{ kr/m}^2$		" 641.250
Endesteng 5 stk $\cdot 6000 \text{ kr/stk}$		" 30.00

Totalsum for perm sikring 4272.10

Beregna midlere perm sikrings
kostnader $\frac{4272.10 \text{ kr}}{2500 \text{ m}} = \underline{\underline{1709 \text{ kr}}}$

Midlere sikringskostnader totalt for
støtt Trollkona Dale. Samme sikring
volum mellom 0-2500 m drive fra T.
totaltkostnad = perm. sigr. + arb. sigr.
- $1709 + 2123 = \underline{\underline{3832 \text{ kr}}}$

Detto lisvaser $\frac{100\% \cdot 3832}{4500} \% = 85\%$ =
drivepris

SURINAMESOVERSICHT TROLLKONA STUFF DALE.

Pel nr 422.466 - 422.043

Pel. Nr. N.	km ANGEIVELSE	tunnel lengde	L	D	t	m ²	m ³	Feltbund boller	beskrivelse af Felt undersøgning storblødding 3 uboku oppspr. rødv
	422.426 - 422.465	21 m	21		40 cm				
	422.465 - 422.463	62.	62	15	7,5	930	70	Spætt bolting	Spætt bolting knusnings og skifnings søner. Felt undersøgning Oppkrust Flere søner med lavinnhold.
	422.463 - 422.285	118	118		40 cm				
	422.285 - 422.272	13	13	15	7,5	195	15	Spætt bolting	Større dækk - L. tinnel Felt undersøgning knusnings- søner med lavinnhold.
	422.272 - 422.255	17	17		40 cm				
	422.255 - 422.125	130	130	15	7,5	1950	146		Oppkrust i vegger og heng — — i heng
	422.125 - 422.110	15	15	10	7,5	150	12		Bergskagsak liv i det
	422.110 - 422.092	18	15	15	7,5	225	17		Først sikret ved spr. beting Kontroll parti Bergskag.
	422.092 - 422.080	12						Bolting	
	422.080 - 422.043	37							

SINGLESCHERS. ST

TRILLONASTUFF

DATE

Tel nr 422.043 - 420.510

TEL NR	KM ANEIVELSE	turnel- ligger	L	B	±	2 m	3 m	Fullført bolter	Klassifisering av fjell
	422.043 - 421.952	61	61	15		915		Spredt bolting	
	421.982 - 421.950	32							
	421.950 - 421.354	596	596	14	7.5	8344	693	Spredt etterbolt. Spredt. Term. sikring utført	
	421.354 - 421.316	363	363	10	6.7	3630	245	Ca 50 m horisontal er ikke sprøytet	Term sikring utført
	421.303 - 420.991	3	31	10	5	310	155	Bolting fjell, noe oppenhet	
	420.991 - 420.960	90						Spredt bolting	Stil til oppsprøtting 1-2
	420.960 - 420.870	35	35	10	6.0	350	21.3	Boltes i Hs	Stil oppspr. + hor. sonc + misje
	420.870 - 420.850	30						Spredt bolting	1-2 Kan bli etterbolt a spr.
	420.850 - 420.835	30	30	15	5	450	22.5	Spredt bolting	
	420.835 - 420.775	90						Spredt bolting	Term sikring
	420.775 - 420.745	9	9	15	5	135	7	Spredt bolting	Stil test oppspr. Se frig zone
	420.745 - 420.655	71	13	12.5	5	1621	8	Spredt bolting	Stil test oppspr. Se frig zone
	420.655 - 420.646	13							Stil test oppspr. Se frig zone
	420.646 - 420.575	52.							Stil test oppspr. Se frig zone
	420.575 - 420.562								Stil test oppspr. Se frig zone
	420.562 - 420.510								Stil test oppspr. Se frig zone

SIGBINGSOVERSIKT

TROLLKONASTUFF DALE

Pel nr 420.510 - 420.000

Pel nr	km ANVENDELSE	Trassel lengde	L	B	t	m ²	m ³	Fjellband Bolter	Klassifisering	Tjell
	420.510 - 420.484	26	26	10	5	260	565		Sliftrige soner i takt M ² bolter.	
	420.484 - 420.474	10	10	15	7.5	150				
	420.474 - 420.445	29	29	10	5	290				
	420.445 - 420.430	15	15	10	5	150				
	420.430 - 420.410	20	20	10	5	200				
	420.410 - 420.400	10						Spætt bolting	Unnschrypp "Vende end Skjæpe	
	420.400 - 420.365	35	35	15	7.5	525	40	Spætt bolting	Slappu som krysser kving	
	420.365 - 420.340	15						Spætt bolting	Penske	
	420.340 - 420.310	30	30	10	5	300	15		Stille stikk i to retter L.	
	420.310 - 420.285	55						Spætt bolting	Penske	
	420.285 - 420.220	35	35	10	5	350	17.5		Stille stikk i to retter L.	
	420.220 - 420.135	80						Spætt bolting	Penske	
	420.135 - 420.125	10	10	10	5	100	5		Stille stikk + sliftrige flat soner	
	420.125 - 420.050	75						Spætt bolting	Penske	
	420.050 - 420.035	15	15	10	5	150	7.5		Stille stikk sliftrige flat soner	

NORGES STATSBANER

Bolsladøyei den 06.01-86

Bergen Distrikt

Sammenheng over total mengde etter
 sikring 0-3500 m Trollskvittunnel, Dreve
 fra Bolsladøyei, samt Bolsstadttunnel

Ferdigjortet tinnel for gjennom
 slag, utført med sprøyteborring og bolter: 236
 Rens av restene tinnelprofil 3380
 Bolting med 25m lange bolter 2000
 Fiberarmert sprøytebetong tinnel 10cm
 likseende 2 påslag 2670 m² 200
 Fiberarmert sprøytebetong tinnel 4cm
 likseende 1 påslag 5000 m² 250
 Utstøping og etterinjeksjon i
 profillet er ikke aktuelt -
 Vannisolering i frostsoner 2000

Sprøyting av takflate mellom
 vederlagul i Bolsstadttunnelen
 2 påslag likseende; 70cm
 700 m² 50

Beskrivelse over de ulike partier hvor
 de forskjellige sikringsmetoder vil bli
 brukt følger vedlagt.
 Oppsettet er ment som et forslag
 til sikring.

NORGES STATSBANER

den

PROSJEKT : LINJELNLEGGING DHLE - BOLSTINDØYRI
TROLLKONH TUNNEL

DHLE: FÖRSLAG TIL PERMANENTISIERING AV
TUNNELTRACÉ DREVET FRA BOLSTINDØYRI.
ØYRI.

TUNNELTVERRSNITT 336 t/m²
TUNNELLENGDE 3600 m

DEL 0-500 FROSTZONE

- Bløkkig og skifrig fjell, men fukt
partier.

Eftersikres soner med 2 påslag
sammen ca 7 cm fibervarmet sprøyebetong
Forøvrig spredt bolting.

DEL 500-3000

- Skifrig fjell. Noen knusningssoner
samt mindre lokale områder med
slagaktivitet.

Eftersikres soner med 1 påslag
sammen ca 4-5 cm fibervarmet
sprøyebetong. Forøvrig spredt bolting.

NORGES STATSBANER

den

Periode og kiling av fjelloverflaten
mellom de påsprøykede partiene.

Per. 3000 - 3600

Sonvis mindre beredningsaktivitet.
Eftersikrets lokalt med påslag av 5/7
lyse fiberrørst sprøytebetong.
Mellomværende partier renkes og kiles.
Tørring spredt bolting.

Per. 3600 - MØTEPUNKT

Kun 200 m drukt pr dato.

Nisjer:

- Nisjene er i stor grad ferdigdrukk
og sikret med bolter.
Ørig, permanentisering bør gjøres
ved renke og spredt bolting.

TUNNELPROFIL:

Øversikt over partier hvor fin-
renke av heng og vaffer synes.

hustrekkelig, er gitt nedenfor. Spørre
bolting kan være nødvendig.

Pel 710-880	110	lml
" 1130-1330	200	"
" 1460-1520	60	"
" 1570-1630	50	"
" 1640-1770	130	"
" 1790-1870	80	"
" 1920-2200	280	"
" 2340-2430	90	"
" 3320-3460	140	"

Sum totalt 1140 lml

Samlet lengde hvor finansk og kiling
samt sporadisk bolting er nødvendig:

1140 m

Samlet lengde hvor portuller eller
stær med fiberarmert sprøytebetong:

680 m

- Samlet længde som pr. skot er
permanent - sikret:

Del 3160-3320 og Del 3460-3520

220 m

- Beregnet igjenskrævet tånelængde for
en konv. m. bolte spædt samt
utført færdig:

$(3600 - 1140 - 680 - 220) \text{ m} = \underline{1560 \text{ m}}$

Anslog over nødvendig
antall bolter:

På partier med spædt bolting brukt
er 2,5 m lang varmgalvanisert poly
bolt pr. km tunnel som middel.

På partier med sporadisk bolting brukt
er 2,5 m lang varmgalvanisert poly
bolt pr. 2 km tunnel som middel.

Sporadisk bolting i
1140 m tunnel \bar{a} $\frac{1}{2}$ bolt/m ≈ 570

Bolting i 27 meter \bar{a} 10 stk ≈ 270

Spædt bolting i
1560 m tunnel \bar{a} 1 bolt/m ≈ 1560

Avrundet 100

Samt avrundet 2500

~ Anslag over nødvendig effektivisering ved bruk av stålfiberarmert sprøytebetong.

~ Effektivisering av ialt 30 partier, lisamr. 680 m tunnel, ialt 6700 m²

Middelt tykkelse ≈ 6 cm

Største sammenhengende parti 100 km lisarende 1500 m².

Totalt påskatt betongvolum netto: 400 m³

~ Anslag over bruk av hydraulisk rentemaskin for grovereise av vegger:

~ Anslått midlere kapasitet på rentemaskin 100 km tunnel pr skift

Midell maskin timer totalt:

$$\frac{3600 \text{ m} \cdot 15 \frac{\text{t}}{\text{sk}}}{100 \frac{\text{m}}{\text{sk}}} = 270 \text{ t}$$

~ Anslått midlere forbruk av lid til håndrensk lid 0,5 t/m

~ Finrens for tunnellingelen som ikke er perm. siket:

$$(3600 - 270) \text{ m} \cdot 0,5 \frac{\text{t}}{\text{m}} = 1700 \text{ t}$$

KOSTNADSOVERSLAG FOR PERMANENTSIKRING
174 1947 3600 LM TUNNEL BOLSTADØYEL.

- Finnesk 3380 km \bar{a} $\frac{1}{2}$ tv/lm \cdot 220 kr/tv \cdot kr 423.6
- Leige av rensekåtte 1500 tv \cdot 300 kr/tv \cdot " 450.0
- Leige av hydraulisk rense-
 maskin $\frac{(3600 - 220) \text{ km} \cdot 75 \text{ kr/stk}}{100 \text{ km/stk}} \cdot 750 \text{ kr/tv} = \text{kr } 190.0$
- Bortring av ialt 2500 bort \bar{a} 215 kr/bort " 537.5
- Bort av varmgavl fjellbind R₂ " 50.0
- Vask av fjelloverflate bort
 stoff: 6700 m² \cdot 30 kr/m² \cdot kr 201.0
- Sprøyling av ialt 400 m³ \cdot 2150 kr/m³ = kr 860.0

Kostnadsoversikt totalt \cdot kr 2711.0

Midlere kostnad for permanentisering
 av 3600 km tunnel, enh. pris:
 $\frac{2711.000, - \text{kr}}{3600 \text{ m}} = \underline{750 \text{ kr}}$

KOSTNADSOVERSLAG FOR ARBEIDSSIKRING
1947 3600 LM TUNNEL BOLSTADØYEL.

NORGES STATSBANER

den

~ Boltkrastnader	420 stk	~	
2,5m/4,0m lange bolter:	~ (285+420) kr/stk	= kr	128.10
~ Vask av fjelloverflate	750 m ² · 30 kr/m ²	=	225.00
"	(2500-750) m ² · 15 "	=	26.25
~ Sprøyting fiburbetong:	162 m ³ · 2500 kr/m ³	=	405.00
" vanlig "	45 m ³ · 1500 "	=	67.50
~ Tilrigging sprøyting	34 · 10000 kr/stk	=	340.00
~ Pensk av profilert	876 tr · 250 kr/tr	=	219.00
~ Pensk m/rigg	100 tr · 2100 kr/tr	=	210.00
~ Pensk Cot 980 B	300.000 kr · $\frac{2}{3}$	=	200.00

Sum arbeids-sikring kr 1527.00

Midlere kostnad for arbeids-sikring 3600 km tunnel

$$\frac{1527.000,- \text{ kr}}{3600 \text{ m}} \approx 425 \text{ kr/m}$$

Samlet sikringsvolum for tunnelprofilert mellom 0-3600 m idrett fra Bakkedrye:

Totalkostnad = permanentstøt + arbeidsstøt.

$$= 750 \text{ kr/m} + 425 \text{ kr/m} \approx 1200 \text{ kr/m}$$

Detta gir svarer $\frac{100\% \cdot 1200}{425} \% = 28\frac{2}{3} \% \text{ av den pri.}$

Sum sikrings-kostn 0-3600 m

$$1200 \text{ kr/m} \cdot 3600 \text{ km} = \text{kr } 4320.000,-$$

Utdrag til oversikt:

a) Geologisk registrering av foliasjon, klipper og knusnings-zoner.

b) Funksjonell oversikt over skningstyper; sprøytebetong, bolting, rent og kiling.

Overzicht Inventaris van de Tegelwerken - STREEK DOELSTADT 1911.

Pl. 0-912

Pl. nr. (m)	Inv. nr. 1911	Tegel lengte	L	B	t.	m ²	m ³	Tegel Bakker	Classificering en felle
0-125	44543 - .668	135	125	15	75	1875	140	Specie bakker	Bakker felle, felle
125-310	.828 - .853	135						— " —	horizontale skifrig, vanderhapp
310-330	.853 - .873	20	20	10	75	200	15		Skifrige zand
330-350	.873 - .893	20							Vanderhapp
350-360	.893 - .903	10	10	10	75	100	75		Skifrig zand
360-444	.903 - .937	84						Specie bakker	horizontale skifrig
444-450	.937 - .993	6	6	10	75	60	5		Skifrig zand
450-480	.993 - 415.023	30							Vanderhapp vande veggel
480-500	415.023 - .043	20	20	10	75	200	15		Skifrig zand
500-645	.043 - .183	145							horizontale, skifrig
645-660	.183 - .203	115	15	125	75	137	14		Kruisinge zand
660-720	.203 - .263	60							Nie skifrig
720-740	.263 - .283	80	20	10	5	200	10		Skifrig, grotkruist veggel
740-884	.283 - .427	144							Homogen gaeis
884-912	427 - 455	28	28	15	5	420	21		Kruisinge zand.

PL 9.2-1776

Per No	Km Average	Land Length	L	B	L	m ²	m ³	Field Notes	Classifying as field.
912 - 952	45.455 - .475	40 "							Homogen grass
952 - 966	.475 - .509	14 "	14	15	5	210	11		Crusning zone
966 - 1105	.509 - .648	139 "						Spade belly	Slifrig, grass
1105 - 1125	.648 - .668	20 "	20	15	7.5	300	22.5		Crusning zone
1125 - 1416	.668 - .959	291 "						Spade belly	Homogen grass, no Slifrig
1416 - 1426	.959 - .969	10 "	10	10	5	100	5		Burgetree
1426 - 1448	.969 - .991	22 "							Slifrig grass
1448 - 1452	.991 - .995	4 "	4	10	5	40	2		Slifrig zone
1452 - 1550	.995 - 416.093	92 "						Spade belly	Slifrig grass
1550 - 1558	416.093 - .101	8 "	8	15	5	120	6		Crusnings - zone
1558 - 1584	.101 - .107	6 "	6	10	5	60	3	Spigles ice	Slifrig grass
1584 - 1570	.107 - .113	6 "	6	10	5	60	3		Slifrig zone
1570 - 1635	.113 - .178	65 "							Homogen grass
1635 - 1646	.178 - .183	5 "	5	10	5	50	2.5		Slifrig zone
1646 - 1776	.183 - .319	136 "						Spade belly	Homogen grass

Feb 1776 - 2643

FEZ NR	KM ANGLEISE	linnet- lagere	L	B	t	m ²	m ³	Fickend Bakter	Klassifisering av fjell.
1776-1784	4239 - 327	8	8	10	5	80	4		Skifring Sonc
1784-1964	327 - 507	180						Spott skifring	Homogen gneis
1964-1974	507 - 517	10	10	10	5	100	5		Bergtrykke
1974-2200	517 - 743	226						--	Homogen gneis (Partier med Sonc)
2200-2220	743 - 763	20	25	6	5	150	7'		Slappsonc
2220-2275	763 - 818	55						--	Homogen gneis
2275-2280	818 - 823	5	15	2	5	30	15		Oppsprukket gneis
2280-2430	823 - 973	150						--	Homogen gneis
2430-2444	973 - 997	28	35	10-40	5	~100	5		Slappsonc
2444-2458	997-47.001								Oppsprukket gneis. Homogen gneis
2458-2508	47.001 - 051	50						--	Oppsprukket gneis
2508-2516	051 - 059	8	15	8	5	120	6		Homogen gneis
2516-2570	059 - 113	54						--	Oppsprukket gneis
2570-2626	113 - 169	56	26	10	5	260	28		Homogen gneis
2626-2643	169 - 186	17						--	Bergtrykke
								--	Bergtrykke lokalt

PL 2043 - 3500

PL NR	NY 4161V-235	lines large	L	B	T	m ²	m ³	Felled Bolls	Classifying fuel
2043 - 2653	47.186 - 196	10	10	15	5	155	75		Slaps 2 stick
2653 - 2664	196 - 207	11							
2664 - 2694	207 - 237	30	30	10	5	300	15		Opponitka fuel
2694 - 2706	237 - 249	12	20	1	5	20	1		Slaps
2706 - 2714	249 - 257	8							
2714 - 2730	257 - 273	16	16	10	5	160	8		Slaps 1/2 Slaps 1/2 Slits
2730 - 2820	273 - 363	90						Small bolting	Homogen grass
2820 - 2834	363 - 377	14	14	10	5	140	7		Slaps 1/2 Slaps 1/2 Slits
2834 - 300	377 - 643	266						- - -	Slifting grass
300 - 303	643 - 706	63	63	10	5	630	31.5		Berlypke
303 - 3321	706 - 864	158	158	10	7.5	1580			Parti m/Slaps, perm. sitting
3321 - 3462	47 864 - 4805	141						Rest	Homogen grass
3462 - 3516	005 - 059	54	54	15/10	7.5				Parti m/Slaps perm "
3516 - 3600	059 - 143	84	84	10	5	840	42		Bellet parti, Slaps.

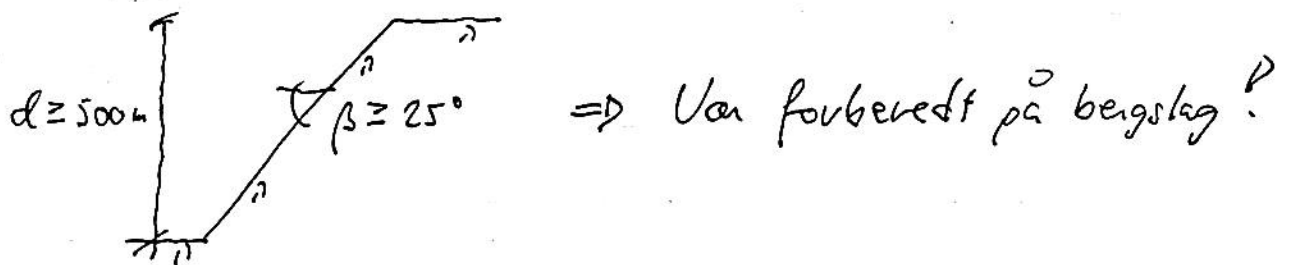
NOTAT

TUNNEL DACE - BOLSTADØYRI

Knut Sætre
GK
Had

1. BERGSLAG - TEORI/PRAKSIS

1.1 Tunneregel (Sørensen Olsen - 65)



1.2 Retning G_1

Bygger på en matematisk modell (FEM - Endelig element metode) utsatt for en viss horisontal-spennings.

Modeller finnes for forskjellige β og d .

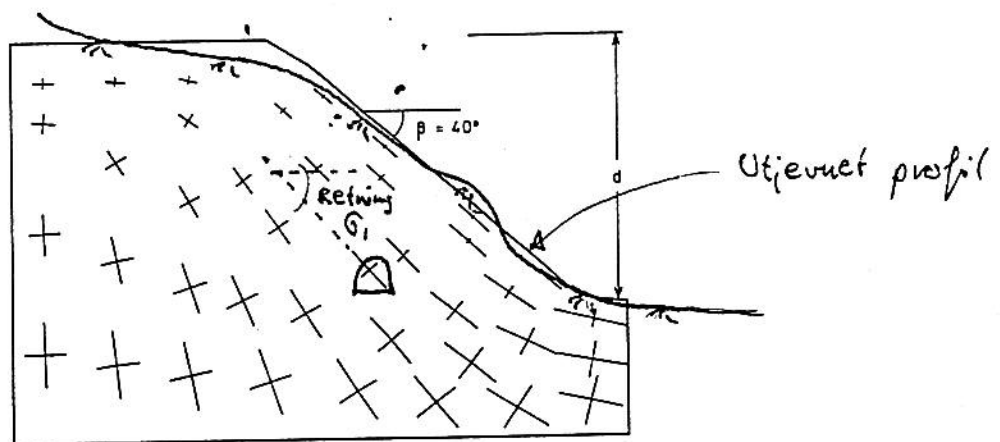


Fig 1.2-1. FEM-modell ved $\beta = 40^\circ$

1.3 Tangentialspenning, σ_t

Eks: Profil 1

$$\sigma_1 = \sigma_r = \rho g h = 2700 \cdot 10 \cdot 600 \Rightarrow 16,2 \text{ MPa}$$

$$\sigma_2 = \sigma_h = \frac{\nu}{1-\nu} \cdot \sigma_r = \frac{0,15}{1-0,15} \cdot 16,2 = 2,9 \text{ MPa}$$

KIRSCH (superposisjon)

$$\Rightarrow \sigma_{tmax} = 3 \cdot \sigma_1 - \sigma_2 = \underline{45,7 \text{ MPa}}$$

Migmatitten inneholder sannsynligvis remanente spenninger. Disse adderes reg til gravitasjonsspenningene ved frysprengning slik at den utreguede maksimale tangentialspenning blir nær på som en minimumsverdi.

1.4 Krav til opptredende bergarter

"Russeus - 74" gir verdier for minste strekkfasthet (I_s) for å unngå bergslag.

Eks: Profil 1

$$I_s > 9,5 \text{ MPa} \quad \text{OK.}$$

NB: a) Både utregning av tangentialspenning og "Russeus - 74" forutsetter sirkulært profil.
b) Forenklet fremgangsmåte benyttet.

b) forutsetter også lave fippjunkte residual -
spenninger.

(Residualspenninger = Remanente spenninger)

c) "Russeenes - 74" viser i noen tilfeller
dårlig konklusjon med virkeligheten.

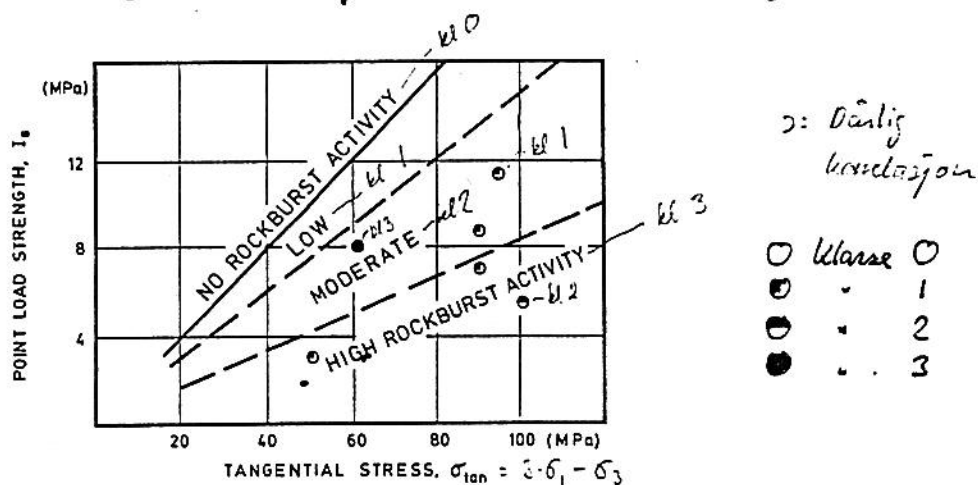


Fig 1.4-1 "Russeenes - 74"

d) Finnes det bergsprøver (kjerner/blokker,
som kan benyttes til en evt. punkt -
laststyrketest for å forutsi (fremtidig)
bergslag i tunnelen?

e) Finnes sprekkeroser som viser berg -
arternes foliasjon over hele traseen?
Deane kan virke negativt på I_s .

2. SIKRING AV HENG

2.1 Utgangspunktet

Ungå sprengning på stoff?

2.2 Sikringsforslag

2.2.1 Alternativt profil for å konsentrere stabilitetsproblemene der de er uunngåelige og dermed redusere området som må sikres.

Dette bør normalt redusere sikringskostnadene.

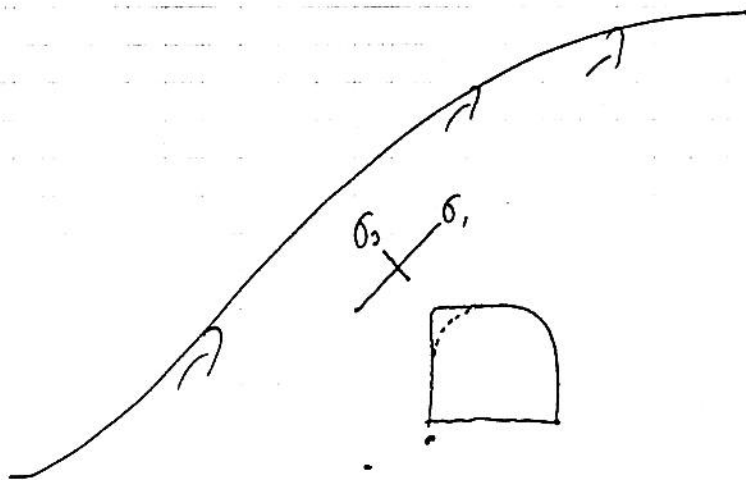
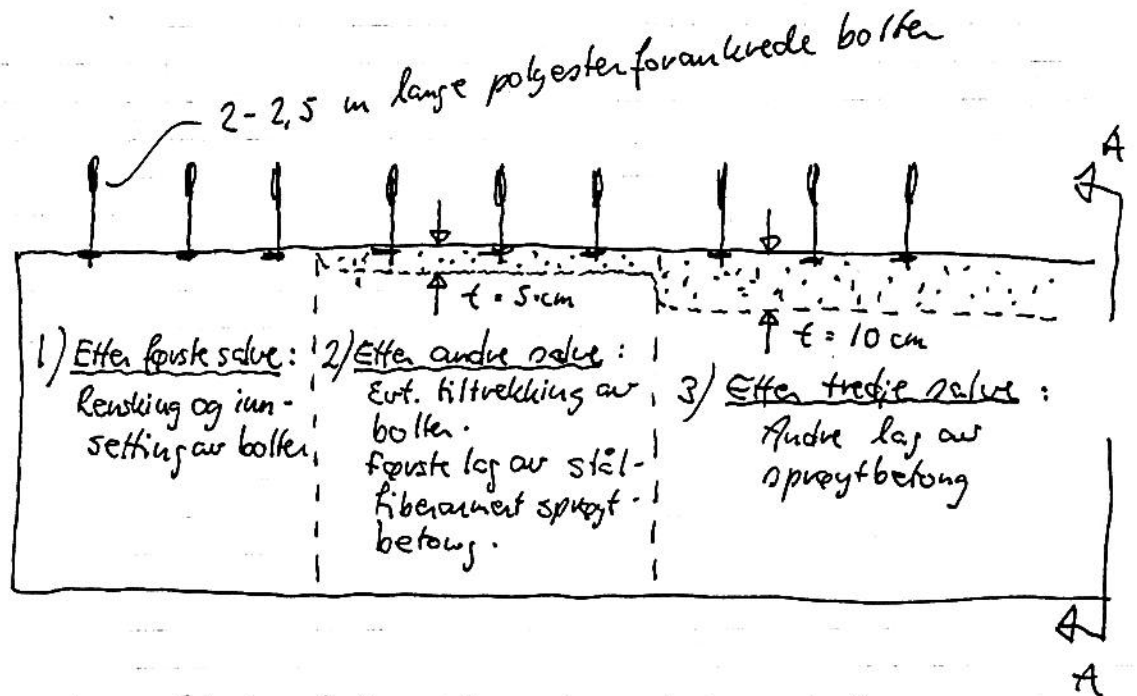


Fig 2.2-1. Alternativt profil.

2.2.2. Alternativt profil og utførelse sikring



NB: Ved liten bergslagsaktivitet kan påføring av sprøytbetong utsettes noen salver for ikke å forsinke inn-
driften.

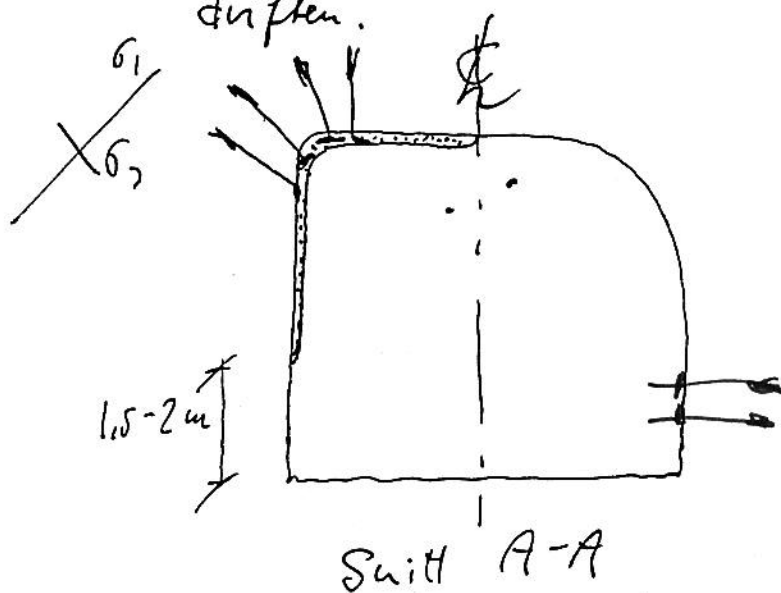


Fig 2.2-2. Forslag til utførelse sikring.

Boltemengde

Stor bergsteppeskillet	7,7 bolter/m	Heggura tunnel
Moderat "	4,8 "	
Liten "	3,1 "	
Dagur "	2,6 "	

Sannsynligvis ikke i stor bergsteppeskillet i Dale - Bolstedøgen.

Alternativt profil bør undersøke antall bolter/m.

I tillegg kommer evt. tilleggsbolting etter sluttveisk.

NB: Heggurertunnelen som ligger ikke så langt fra Heggura ble sikret med i gjennomsnitt 10 bolter/m. Her ble det ikke benyttet sprøytbetong.

Bolter

(Max) 2,5 m lange forspente polyesterforankrede bolter.

Ved en etterundersøkelse i Heggura ble det ikke oppdaget og sprukkelannelse særlig dyptere enn 25 cm

ian i de sterkeste bergartere. (maks 1m,
D.v.s. det er ikke nødvendig med
så lange bolter ved generell
bolting mot bergskjelle. Max 1,5m?

Bør nok følges opp i andre tunnel-
anlegg for å få sikrere data?

Ved innsetting av bolter etter
sprengning bør sfæriske skiver be-
nyttes for god heft mellom betong
og fjell.

Langtids-
stabilitet { Ved fuktige forhold (og evt surt
vann - lav pH) bør vannforsinkede
kamstål og skiver benyttes

I grunnfjellsgruener (misenstikker osv)
burde en forankringslengde på
20-40 cm være tilstrekkelig for å
få en forankringskraft på 15-20 ton
dvs. 3-400 gram polyester pr hull
ved borevise //.

Sprøytbetong

Stålfiberarmert og klistet akselevator
(for ~~ikke~~ ^{hurtigere} heft).

Se opp for glatte flater (glinner \Rightarrow dårlig heft)

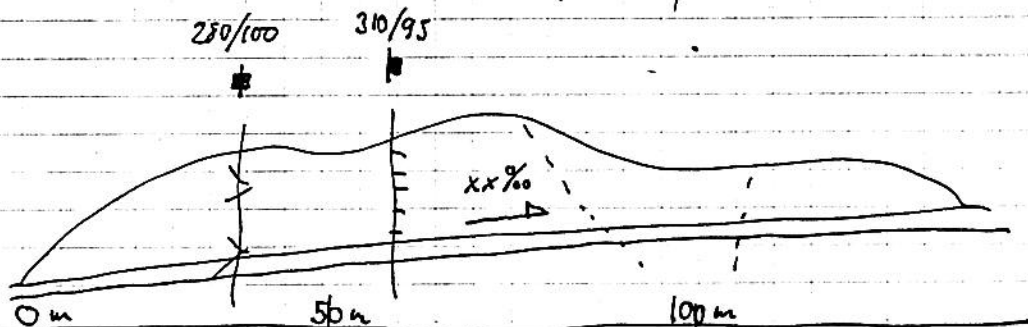
Sprøytbetong må påføres i tilstrekkelig tykkelse for at nødvendig stabilitet skal oppnås \Rightarrow fortløpende kontroll!

2.2.3. Selmer Olsens forslag i rapport

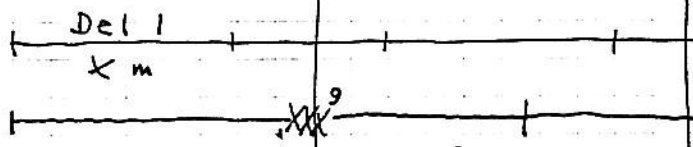
Sprøyting på stoff med evt. bolting bak ryggen.

2.2.4
⋮
2.2. n } Flere forslag

3. TUNNELKARTLEGGING



Tunnelretning



Bergart

| Migmatitt |

Oppsprekking

I 124/80

(størk/fall)

II 250/90

III 0/100

Sprekkestørrelse

50 | 100

Ruhet

(sprekker)

M | 5° |

Støketstørrelse

(mekkighet) cm

50

100

Sprekkestørrelse

Leiv/silt (svell?)

Pore nr

1/85

Tilstand

sidefjell

Stekt/oppsprekket

Berglegsløst

(kussenes)

1

0-1

Vannforhold

Moderat vannføring

Stabilitet:

Langre steken.

Svært dårlig stabilitet

Kortere steken

Q-metode

(NSI)

Svært dårlig

Moderat

forb.

- 10 -

distrikting

Type

Elektronisk

~~Elektronisk~~
(manntimer/salve)

8

6

4

2

Antall bolke
pr salve

15

10

5

Anmerkninger

⊗ Kalkspat på
spredningsflaten