

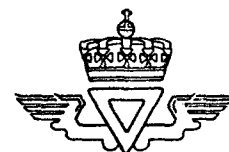
Oppdrag: T-136A

Rapport nr: 1

VANNSIKRING I FONNAFONNA TUNNELEN

Statens Vegvesen, Veglaboratoriet,

Gaustadalleen 25, Postboks 8109, Oslo Dep.



| | |
|----------------|---------------------|
| fylke: | Møre og Romsdal |
| anlegg: | Fonnafonna tunnelen |
| parsell: | Rv. 0016.03 |
| profil: | |
| UTM-ref.: | 32 Y MQ 775535 |
| seksjon: | 46 - Geologisk |
| saksbehandler: | E. Tveide /BN |
| dato: | 22. oktober 1973 |

VANNSIKRING I FONNAFONNA TUNNELEN

SAMMENDRAG

Fonnafonnatunnelen har generende vannlekkasjer. Spesielt vil ulempene være store i tunnelens frostsoner, der det kan oppstå isdannelse i vinterhalvåret. Det antas at frosten kan trenge inn ca. 100 m fra sydsiden og ca. 50 meter fra nordsiden i tunnelen. Oppsprekningen i fjellet er dominert av åpne sprekker som går parallelt med dalsiden.

Aktuelle sikringsmetoder i frostsonene er isolert platehvelv og injeksjon med totanin. Det frostoffrie partiet kan sikres med enkelt platetak eller injeksjon. Det antas at injisering vil være den rimeligste løsning i tunnelens frostsoner, men dette kan først sies med sikkerhet etter at arbeidene har pågått en tid. Injeksjonsarbeidene anbefales utført på to skift, og det er en fordel om tunnelen kan stenges for trafikk. Arbeiderene bør få en tilfredsstillende opplæring og det bør holdes en nær kontakt med Veglaboratoriet.

INNHold:

SAMMENDRAG

1. ORIENTERING
2. FORHOLD I TUNNELEN
3. FROST
4. FJELLETS OPPSPREKKNING
5. VANNLEKKASJER
6. VANNSIKRINGSTILTAK
7. FORSLAG TIL ARBEIDER I FONNAFONNA TUNNELEN
8. ARBEIDSOPPLEGG
9. KONKLUSJON

BILAG:

- T-136A -01 Temperaturmålinger
" -02 " "
" -03 Oppsprekkning
" -04 MG-Totanin -Tilblanding

1. ORIENTERING

Etter anmodning fra vegkontoret i Møre og Romsdal ble det den 7. september 1973 holdt befaring i Fonnaafonna tunnelen på rv. 16 ved Sundalsøra.

Tunnelen har generende vannlekkasjer, og vegkontoret ønsket å få klargjort hvilke arbeider som kunne gjøres for å redusere ulempene. Spesielt var mulighetene for en vanntetting med totanininjeksjon fremhevet.

Til stede var overing. Kjell Loen, avd.ing. John Samdal og vegmester Dahl fra vegkontoret i Møre og Romsdal. Fra Veglaboratoriet deltok geolog Egil Tveide.

2. FORHOLD I TUNNELEN

Tunnelen er tilfredsstillende stabilitetsmessig sett. Foruten portaler i begge ender er det støpt ut 2 partier. Hele tunnelen er dessuten påført et tynt lag med sprøytbetong. Dette betongskiktet synes ikke å hindre vannlekkasjer i nevneverdig grad. Sprekker og svakheter i fjellet er godt synlig til tross for sprøytbetong.

Tunnelens totale lengde er 585 m, den er nesten horisontal og ligger nær dalsiden.

På utsiden av tunnelen går en gammel veg som vil kunne taes i bruk i sommerhalvåret når rasfaren er liten.

3. FROST

De temperaturmålinger som er gjort i tunnelen vintrene 71/72 og 72/73 tyder på stabile trekkforhold som synes å være preget av et ganske svakt vinddrag mot nord (mot Mo). Det er ikke grunn til å anta at trekken øker nevneverdig med synkende utetemperatur. Målingene viser at frosten på det kaldeste har trengt ca. 75 m inn i tunnelen fra sydsiden, bilag T-136A -01 og -02. På nordsiden har det bare vært frost i de ytterste ca. 25 m. Imidlertid har de to siste vintrene vært uvanlig milde, og en må derfor vente større frostinntrengning enn det som hittil er målt. Anslagsvis regner en med at frosten kan trenge inn drøyt 100 m fra sydsiden og drøyt 50 m fra nordsiden.

4. FJELLETS OPPSPREKKNING

Tunnelen går i en gneis som virker temmelig hard og massiv. Sprekkemønsteret er dominert av åpne, gjennomsettende dalsidesprekker med relativt stor innbyrdes avstand. (1 m og mer.) Et annet sprekkesystem står tvers på dalsidesprekkene og er blitt fremhevet ved tunnelsprengningen, fig. T-136A -03.

5. VANNLEKKASJER

Fra nordsiden er lekkasjene betydelige, men konsentrert om et mindre område innenfor portalen. Innerst i frostsonen fra nordsiden (de første 50 m) er det også et parti med generende lekkasjer, men her er disse noe mer spredt. I tunnelens midtparti der en ikke regner med frost, er det spredte, men stedvis betydelige lekkasjer over lengre områder. I frostsonen på sydsiden (de ytterste 100 m) er lekkasjene igjen mer konsentrert i visse områder.

6. VANNSIKRINGSTILTAK

I frostsonene er to tiltak aktuelle: Reising av isolert platetak og injeksjon med totanin. Isolert platetak vil koste ca. kr. 2500 pr. lm, mens kostnadene ved injisering vil variere meget etter hvor vanskelig arbeidet viser seg å være. Ved injisering kan en heller ikke garantere en absolutt vannfri tunnel. En må regne med at det vil gjenstå små lekkasjer i veggene og at en og annen dråpe også vil komme fra taket. Slike små drypp kan imidlertid ofte fryse tørre om vinteren. Kvalitetsmessig er altså isolert platetak å foretrekke. Dersom injisering skal gjennomføres bør derfor kostnadene ligge betydelig under kr. 2500,- pr. lm tunnel.

Erfaring med totanininjeksjon har vist at konsentrerte vannlekkasjer fra klare og forholdsvis åpne sprekker lettest lar seg tette. Kommer derimot små lekkasjer fra et stort antall fine sprekker vil tetting med injeksjon som regel bli lite vellykket og falle dyrt.

Det må imidlertid presiseres at vanntetting med totanin-injeksjon ennå befinner seg på forsøksstadiet i vegvesenet.

På tunnelpartier uten frost, vil alternativet til injeksjon være et enkelt platetak som koster ca. kr. 1700,- pr. 1m tunnel. Her må derfor fjellet være enda mer egnet for injeksjon for at det skal være den rette metoden.

7. FORSLAG TIL ARBEIDER I FONNAFONNA TUNNELEN

Like innenfor nordre tunnelportal er det konsentrerte lekkasjer som ville ha krevd isolert platetak i ca. 20 meters lengde. Forholdene synes å ligge godt til rette for injeksjon her.

Erfaringene som vinnes bør være grunnlag for en vurdering av fortsatte injeksjonsarbeider i tunnelens frostsoner. Dersom resultatene er gode, kan det være riktig å fortsette injeksjonsarbeidene også i tunnelens midtsone der det ikke er frost.

Arbeidene krever kostnadsoppfølging for at en hele tiden kan sammenlikne utgiftene med prisen på de alternative metoder, isolert, eller uisolert platehvelv. Arbeidene bør stanses dersom resultatet ikke blir så godt som en kan vente.

Ut fra fjellets oppsprekking og de eksisterende lekkasjer vil en på dette forberedende stadium anta at injeksjon med totanin vil være den gunstigste vannsikringsmetode i tunnelens frostsoner.

8. ARBEIDSOPPLEGG

Erfaringer har vist at det er lite rasjonelt å drive injeksjonsarbeider på et skift, mens 2 skift er gunstig. Utstyret krever en besetning på to mann pr. skift. Dersom trafikken skal gå gjennom tunnelen under arbeidene vil dette være til stor hindring. Utføres arbeidene på en årstid da rasfaren utenfor tunnelen er liten, går en ut fra at vegen her kan brukes til omkjøring. En vil da unngå trafikkulempene samt daglig til- og nedrigging av utstyret.

Til arbeidene trengs følgende:

- Arbeidsplattform med høyderegulering
- Boremaskiner med knematere
- Helstangbor serie 12
- Godt arbeidslys
- Min. 10 m³ kompressor med rør og slanger
- Trykkvann
- Injeksjonspumpe (stempelpumpe) med slanger og koplinger
- Ca. 15 stk. injeksjonsmannstykker (fra Geonor A/S)
- Ca. 300 m 1/4" luftslanger i plast
- En del kar eller tomme tønner (min. 100 l)

Mg-totanin

Natriumdikromat (tekn. kval.)

Jernklorid (tekn. kval.)

Bilag T-136A -04 gir oppskrift på totaninblandinger med forskjellige herdetider. Mg-totanin fåes i 25 kg sekker og leveres gjennom Norsk Hydro - Elektrisk Kvälstoffaktieselskab, Bygdø Allé 2, Oslo 1. Natriumdikromat (tekn. kval.) fåes i 50 kg sekker og jernklorid (tekn.kval.) i 50 kg tønner. Begge deler leveres av Tollef Bredal A/S, Wesselsgt. 8, Oslo 1.

Dersom det forutsettes at arbeidet vil vare i 2 mndr. vil det tilsammen gå med omkring 5000 l ferdig injeksjonsvæske. Til dette trengs ca. 100 sekker Mg-totanin á kr. 7,70, ca. 15 sekker Natriumdikromat á kr. 275,- og 2 tønner jernklorid á kr. 120,-. Alt er eksklusivt frakt og moms.

De oppgitte kvanta er bare orienterende. Faktiske mengder vil i sterk grad avhenge av hvor vellykket arbeidet viser seg á bli.

For á oppná gode resultat er det nødvendig á ha folk med erfaring fra totanininjeksjon. Før arbeidet kan settes i gang, er det derfor nødvendig at oppsynsmannen eller arbeiderene gjennomgår en opplæringsperiode på minst 1 uke ved á følge injeksjonsarbeidene sammen med folk som har god erfaring i dette arbeidet. Videre forutsetter en nær kontakt med saksbehandleren i Veglaboratoriet.

9. KONKLUSJON

Tetting av en del vannlekkasjer i Fonna-fonna tunnelen anses å ligge til rette for totanininjeksjon.

Arbeidernes omfang bør bestemmes etterhvert som det vinnes erfaring med tetting på de steder som er anvist.

Det bør arbeides på to skift og tunnelen bør stenges for trafikk mens arbeidene pågår. En forutsetter opplæring av arbeidere eller oppsynsmann, samt en nær kontakt med Veglaboratoriet.

VEGLABORATORIET
Oslo, 22. oktober 1973

Geologisk seksjon

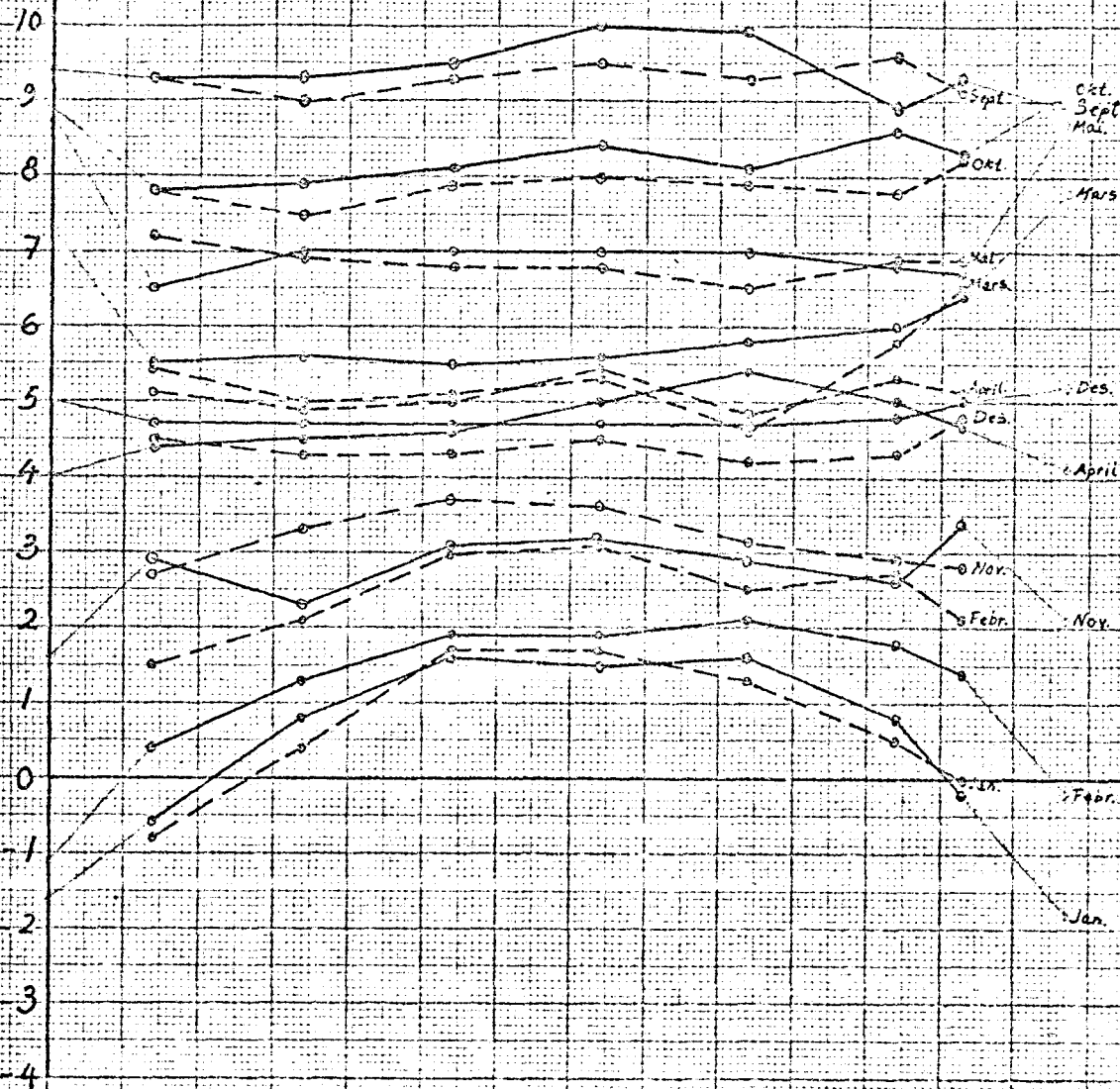
A. Grønhaug
A. Grønhaug

Egil Tveide
Egil Tveide

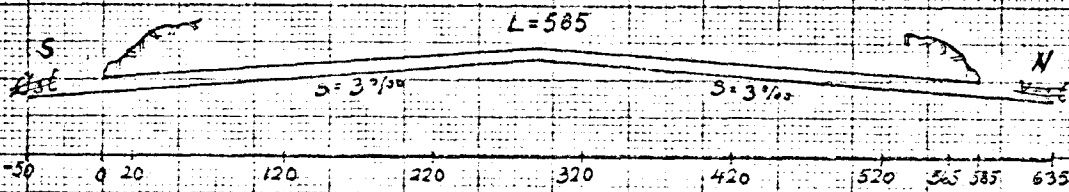
MIDDELTEMPERATURER I FONNA-FONNA TUNNELEN, MØRE OG ROMSDAL.

RIKSV. 16. SEPT. 71 - MAL 72

°C.



TUNNELENS LENGDEPROFIL



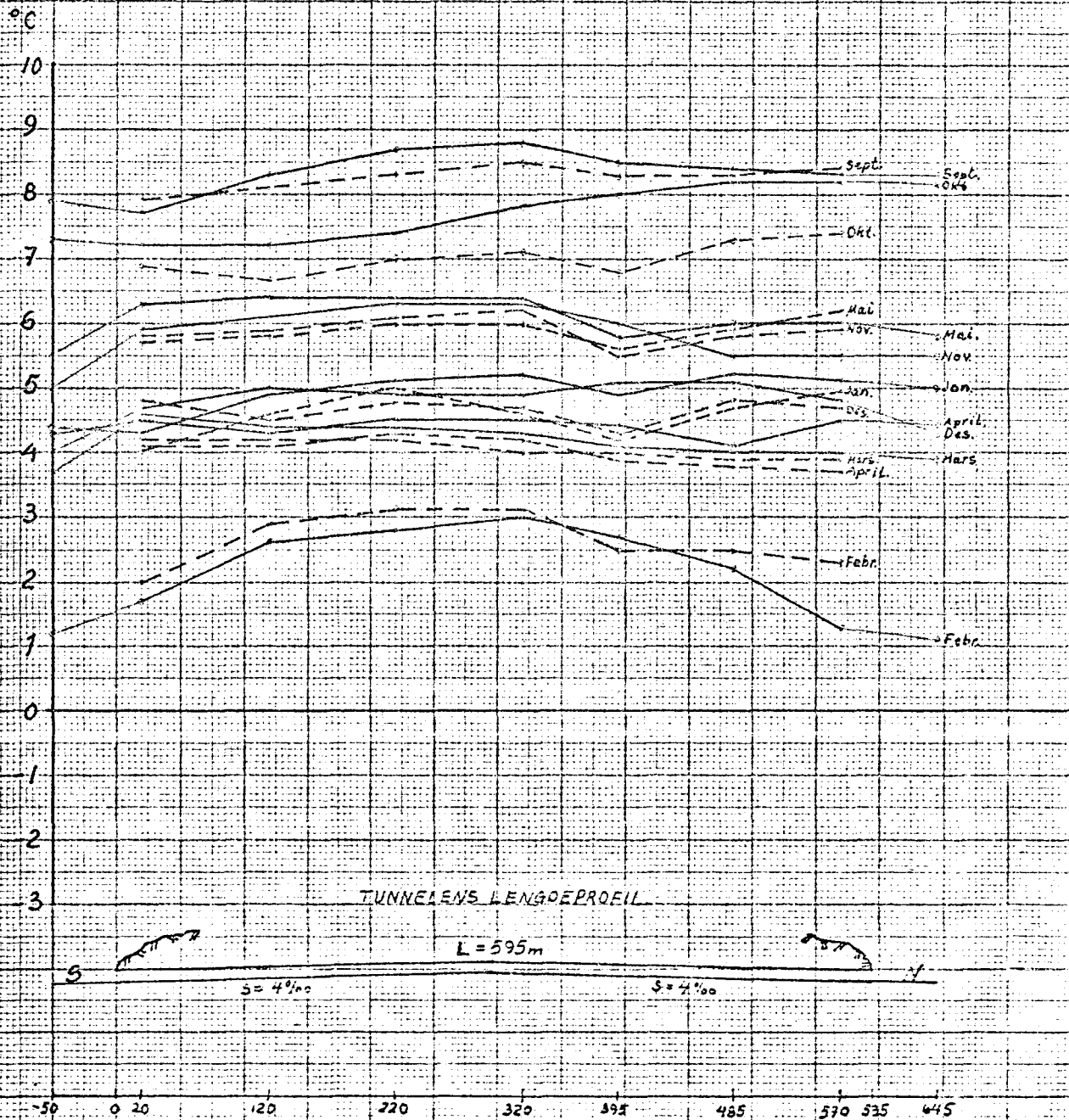
LUFTTEMPERATUR

VEGGTEMPERATUR

| | | |
|-----------------------------------|-----------|--------------------------------|
| Temperaturmålinger | Målestokk | Tegning nr. T 136A-01 |
| | H=1: 200 | |
| Vannsikring i Fonnafonna tunnelen | L=1: 5000 | Dato/Sign.: 19.10.73 <i>ST</i> |

MIDDELTEMPERATURER I FONNA-FONNA-TUNNELEN, MØRE OG ROMSDAL.

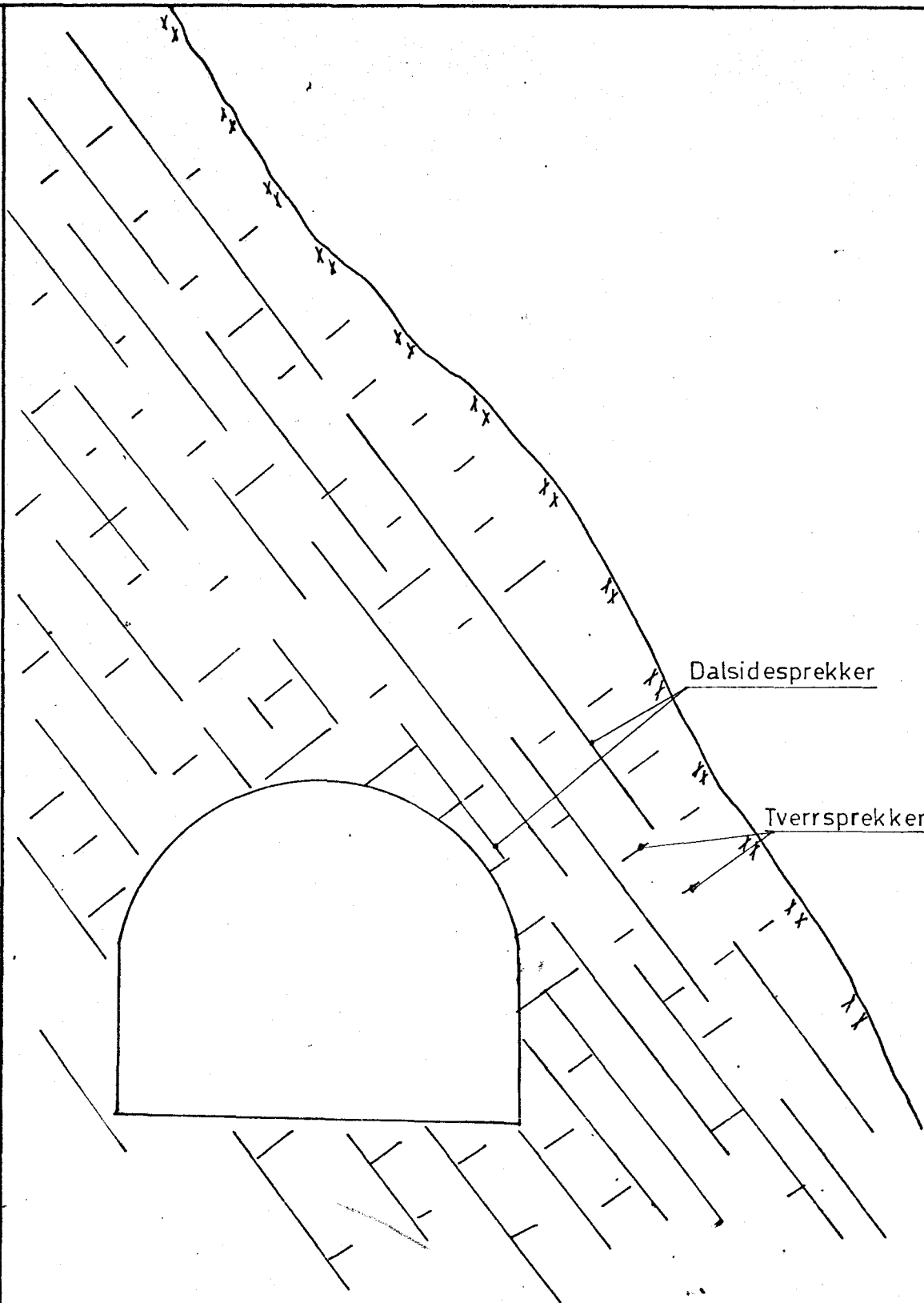
RIKSY 16. SEPT 72 - MAI 73.



LUFFTEMPERATUR

VEGGTEMPERATUR

| | | |
|------------------------------------|-----------|---------------------------|
| Temperat urmålinger | Målestokk | Tegning nr. |
| | H=1:200 | T 136A-02 |
| Vannsikring i Fonna-fonna tunnelen | L=1:5000 | Dato/Sign.: 19.10.73. ET. |



Sett mot syd (mot Sunndalsöra)

| | | |
|-----------------------------------|-----------|---------------------------|
| Oppsprekking | Målestokk | Tegning nr. |
| | | T 136 A-03 |
| Vannsikring i Fonnafonna tunnelen | | Dato/Sign.: 19.10.73 & T. |

VEGDIREKTORATET – VEGLABORATORIET

Vannsikring i Fonnafonna tunnelen

MG-TOTANIN-TILBLANDING

Reagenser:

A) 40% totaninlut lages av:

Mg-totanin25 kg
Vann.....37,6 l

Gir blandet ca. 53,4 liter løsnig. Blandingen lages ved å ha totanin oppi vannet under omrøring. Blandingen får stå natten over til fullstendig løsnig og klarning.

B) Natriumbikromatløsnig lages av:

Natriumbikromat.....1 kg
Vann.....0,6l liter

Gir blandet ca. 1 liter løsnig. Må stå ca. 1 døgn til løsnig.

C) Jern (III) kloridløsnig lages av:

Jern (III) klorid.....0,1 kg
Vann.....0,95 liter

Gir blandet ca. 1 liter løsnig. Må stå ca. 1 døgn til løsnig.

FORSKJELLIGE HERDETIDER:

1. Blanding med herdetid ca. 11 timer:

| | |
|-----------------------------|--------------|
| 25 kg totaning i 40% løsnig | = 53,4 liter |
| Na-bikromatløsnig..... | 3,2 " |
| Jernkloridløsnig..... | 3,2 " |

2. Blanding med herdetid ca. 5 timer:

| | |
|----------------------------|--------------|
| 25 kg totanin i 40% løsnig | = 53,4 liter |
| Na-bikromatløsnig..... | 4,8 " |
| Jernkloridløsnig..... | 3,2 " |

3. Blanding med herdetid ca. 3 timer:

| | |
|----------------------------|--------------|
| 25 kg totanin i 40% løsnig | = 53,4 liter |
| Na-bikromatløsnig..... | 6,4 " |
| Jernkloridløsnig..... | 3,2 " |

Anmerkning: Samtlige herdetider gjelder ved ca. +10°C.