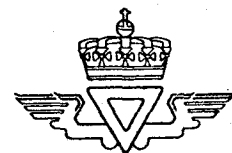


SIKRING I TUNNELENE TRONVIK
OG HESKESTAD

Statens Vegvesen, Veglaboratoriet, Oslo

Gaustadalleén 25, Postboks 8109, Oslo Dep.



fylke:	Rogaland
anlegg:	Rv. E-18
parsell:	
profil:	
UTM-ref.:	LK 600 800 (Tronvik) og LK 465870 (Heskestad)
prosjekt/oppdrag:	L-59A
seksjon:	Bærelag
saksbehandler:	E. Brenna /HNe
dato:	3. mars 1972

Sikring i tunnelene Tronvik og Heskestad

SAMMENDRAG

Behovet for permanente sikringstiltak i tunnelene er undersøkt.

I Tronvik tunnel foreslås fjellet forsterket med systematisk bolting. Lekkasjene foreslås avskjernet med et hvelv av korrugerte plater med frostisolering.

I Heskestad tunnel anbefales det at lekkasjene forsøkes tettet ved injisering.

Nærmere beskrivelse av sikringsmetodene er gitt i vedleggene.

Forøvrig vil Veglaboratoriet kunne bistå med mer detaljerte anvisninger og oppfølging.

INNHOLD

Sammendrag

Innhold

Bilag

Vedlegg

1. Orientering
2. Tronvik tunnel
 - 2.1 Geometri, grunnforhold og utført sikring
 - 2.2 Forslag til sikring
3. Heskestad tunnel
 - 3.1 Geometri og grunnforhold
 - 3.2 Forslag til sikring

BILAG:

L-59A -01 Foretrukket tverrprofil

VEDLEGG:

L-59A

- Vedlegg 1. Forsterkning av fjellet med innstøpte bolter
- Vedlegg 2. Avskjerming av lekkasjer med platehvelv
- Vedlegg 3. Vanntetting med totanin-injeksjon

1. ORIENTERING

Etter avtale med konstr. Hansen ble det den 8.2.72 foretatt en befaring av tunnelene Tronstad og Heskestad, rv. E-18. Med på befaringen var avd.ing. Sloreby og konstr. Hansen fra fylket, avd.ing. Brenna fra Veglaboratoriet.

Hensikten med befaringen var å få et inntrykk av lekkasje- og stabilitetsforhold, for å kunne bedømme hvordan tunnelene skal sikres permanent.

2. TRONVIK TUNNEL

2.1 Geometri, grunnforhold og utført sikring

Tunnellengde: 80 m. Tot. bredde: 9,50 m. Dekke: Asfalt
Tunnelen ble strosset ut i 1969 til nåværende tverrprofil, antydnet på fig. L-59A -01. Tunnelen hadde i 1965 trafikkmengde: ÅDT ca. 300, SDT ca. 400.

Fjellgrunnen består av vekslende amfibolittiske og granittiske gneiser. Tunnelen ligger langs en bratt fjellside ned mot Lundevatn. Fjelloverdekning på yttersiden mot vannet er bare 4-5 m. Hele tunnelen ligger således i dagfjell. Fjellet er gjennomgått av uregelmessige, åpne sprekker som fører overflatevannet rett ned i tunnelen. Ved befaring var det jevne drypp i hele råttunnelen, 40 lm. I tørre perioder om sommeren og under sterk frost om vinteren vil tunnelen sannsynligvis være bortimot tørr. Når frosten er mindre kan det bli betydelig ismengder. Maksimal frostmengde er ca. 10000 h°C, midlere frostmengde ca. 500 h°C.

Tunnelfjellets stabilitet må betegnes som mindre bra. Oppsprekningen kombinert med gjentatt frysing og tining vil kunne føre til nedfall av stein.

Det er støpt 30 lm portal på nordsida, derav 10 lm overbygg og 10 lm portal på sørsida, derav 5 lm overbygg. Utstøpningene ser foreløpig ut til å fungere bra. Men det bør legges en pute av sand eller grus på overbyggene som beskyttelse mot nedfall av stein og is fra den bratte fjellsida over tunnelen. En kjenner ikke til om det er sprengt drengrofter på begge sider.

2.2 Forslag til sikring

I tunneler med lekkager og frost har en i prinsippet tre måter å sikre på: Injisering eventuelt kombinert med bolting, utstøpning med membran samt hvelv av korrugerte plater med frostisolering, eventuelt kombinert med bolting.

Injisering kan neppe brukes her, fordi fjelloverdekningen er for liten. Sprekkene er dessuten delvis fylt med luft som erfaringsmessig er meget vanskelig å fortrenge med injiseringsmidlene. Utstøpning med membran er en meget

god metode, men den koster 7000-10000 kr. pr. lm. Platehvelv er en god sikringsmetode der hvor fjellet ikke er for dårlig. Prisen er 3000-4000 kr. pr. lm. inkludert bolting. Platehvelvet bør helst være sirkulært med samme krumning i hele profilet, da dette gir størst styrke og enklest montering. I Tronvik er det ikke mulig å bruke et slikt profil, da både rå-tunnelen og utstøpningen har rette vegger og flatt tak, fig. -01. En antar likevel at platehvelv kombinert med bolting vil være den beste løsningen her. En isoleringstykkelse på 10 cm skulle være tilstrekkelig i dette tilfelle. Hvelvet vil da kreve minimum 25 cm ekstra plass utenfor det teoretiske tunnelprofilet.

Det må først sørges for frostsikre drengrofter langs begge vegger gjennom hele tunnelen, hvis dette ikke alt er gjort.

Videre må tunnelens tverrprofil kontrolleres nøye og det må strosses ut hvis dette er nødvendig for å få plass til platehvelvet.

Det må boltes systematisk i tunneltaket. Platehvelvet er en ren varmsikring, og vil ødelegges av steinnedfall. Det bør brukes bolter av kamstål som støpes inn med betong i full lengde. For å hindre korrosjon må boltene være varmforsinket. Boltingen kan godt utføres om vinteren. Nærmere beskrivelse av metoden er gitt i vedlegg nr. 1.

Montering av platehvelv bør skje når tunnelen er isfri. Korrugerte aluminiumsplater antas å bli billigst, samtidig som de har god korrosjonsbestandighet og gunstige lysegenskaper. For at hvelvet skal bli tilstrekkelig stivt med det profilet en har i denne tunnelen, bør det brukes buer av stålrør til avstivning. Nærmere beskrivelse er gitt i vedlegg nr. 2. Hvis vegkontoret velger denne metoden vil Veglaboratoriet kunne bistå med nærmere anvisninger og oppfølging.

3. HESKESTAD TUNNEL

3.1 Geometri og grunnforhold

Tunnellengde: 300 m. Fri bredde: 9,5 m. Fri høyde: 4,75 m
Tverrsnitt av råttunnel: 53 m².

Råttunnelen er ferdig. Kompletterende arbeider er igang og tunnelen er planlagt ferdig i 1972.

Fjellgrunnen består av massiv gneis og granitt med lite oppsprekning. Tunnel fjellets kvalitet er således god. Men det er enkelte lekkasjer i tunnelen. Ca. 40 m innenfor østre påhugg er det en konsentrert lekkasje fra en sleppe som stryker på tvers av tunnelsetningen og faller steilt. Den er delvis fylt med finstoff hvor vannet nå har dannet uregelmessige kanaler. Nær vestre påhugg er det noen mindre spredte drypp fra uregelmessige sprekker i tunneltaket, ellers er tunnelen helt tørr. Det er ikke utført noen arbeidssikring.

3.2 F o r s l a g t i l s i k r i n g

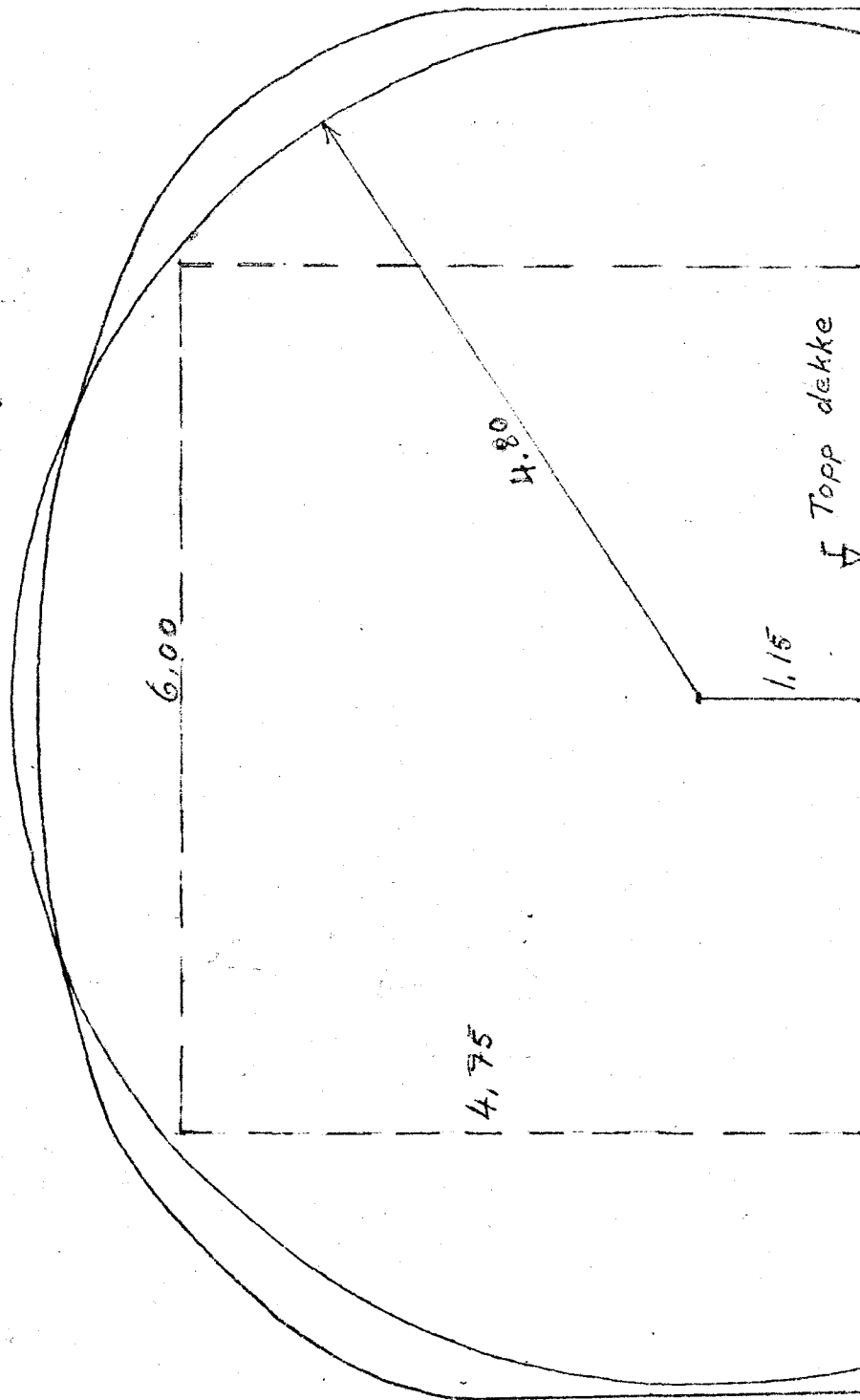
De nevnte lekkasjene foreslås tettet ved injisering. Lekkasjer av denne typen er tettet i andre vegtunneler med godt resultat. En av fordelene ved injisering er at metoden ikke krever noen plass. Prisen har ligget på 500-1000 kr. pr. lm tettet tunnel, og kapasiteten har gjennomsnittlig vært vel 1 lm pr. skift a 2 mann. Det må ikke være frost i tunnelen mens arbeidet utføres. Nærmere beskrivelse av metoden er gitt i vedlegg nr. 3. Forøvrig kan Veglaboratoriet bistå med nærmere anvisninger og oppfølging.

Veglaboratoriet
Oslo 3. mars 1972

Kaare Flaate

Kaare Flaate

E. Brenna
E. Brenna



Førettrukket tverrprofil sammenliknet med virkelig tverrprofil for tunnel av vegklasse II d.

Tronvik tunnel, E 18

Målestokk

1:50

Tegning nr.

46/L59A-07

Dato/Sign.: 8/3-1972

VK74A

VEDLEGG 1

FORSTERKNING AV FJELLET MED INNSTØPTE BOLTER

Arbeidsgangen er følgende:

- 1) : Hullet bores opp med vanlig smalskjær (Borserie 11) i tilstrekkelig dybde og spyles rent.

Innstøping med syntetiske støpematerialer:

- 2) Patronen med støpemateriale skyves inn til bunnen av borhullet med bolten.
- 3) Ved hjelp av bormaskinen eller drill roteres bolten i ca. 30 sekunder slik at patronen knuses og komponentene blandes. Etter 10-30 minutter kan bolten belastes til brudd. Ved å varme opp bolten umiddelbart før innstøpingen kan herdetiden reduseres ytterligere. Hvis det er ønskelig kan bolten forspennes.

Innstøpning med betong (Bergjet-metoden):

- 2) Betong av passende konsistens fylles i pumpebeholderen og lokket stenges.
- 3) Pumpeslangens ende føres opp til bunnen av borhullet.
- 4) Trykkluftventilen til pumpebeholderen åpnes, slik at blandingen presses fra beholderen gjennom slangen til bunn av borhullet.
- 5) Ettersom borhullet fylles med betong, dras slangen langsomt ut, til man har fylt hullet i en tilstrekkelig lengde og ventilen stenges.
- 6) Bolten skyves eller slås deretter opp i hullet til plata ligger opp mot fjellet. Det bør da komme litt betong ut av borhullet, slik at man er sikker på at det er fylt helt ut til munningen. For å lette sentreringen i hullet kan det sveises fast "styrefinner" av ståltråd på boltene. Etter ca. 1 uke kan boltene belastes til brudd.

Utstyr:

Syntetiske støpematerialer fås kjøpt i form av patroner i forskjellige lengder og diametre og med forskjellige herdetider. De leveres her i landet av Norforskaling A/S, Haugenslettveien, Grorud, tlf. 250050.

Betong kan enten kjøpes som ferdig tørrmørtel eller blandes til selv. Ferdig mørtel leveres av Betongkjemisk A/S' Frits Kiær's vei 11, Oslo 3. Den har betegnelsen Betokem EXM (H).

En passende blanding lages av like deler sand og sement. Sanden skal være jevnt gradert fra 0-2 mm. Ved aggressivt lekkasjevann bør det brukes sulfatresistent sement. Betongens konsistens er meget viktig for å oppnå et godt resultat. Den skal være plastisk til seigtflytende. Blir massen for tykk får man ikke pumpet den inn, blir den for tynn vil den ikke henge i borhullet.

Boltene lages av 20 mm KS 60. De kan enten ha en fast påsveiset underlagsplate eller plata kan være løs med hull og festes med gjenger og mutter. Er boltene forsynt med gjenger og mutter kan de forspennes ved at en støper inn enden av bolten, lar støpematerialet herde og deretter forspenner. For å lette boltens innpressing i hullet kan den lages med meiselformet spiss.

Skal sikringen kunne regnes som permanent bør også den del av bolten som ikke støpes inn inklusive gjenger, plate, skive og mutter rustbeskyttes. (Tilpassing av gjengene bør skje etter denne behandlingen).

Overflaten renses da først i et beisebad, f.eks. bestående av ren saltsyre og vann i blandingsforhold 1:1.

Deretter varmforsinkes den med en lagtykkelse på 100 my, tilsvarende 800 g sink pr. m².

Tilslutt kromateres sinkbelegget for å hindre at det oppløses av fersk betong. Dette gjøres ved å dusje med en oppløsning bestående av 10 kg natriumdikromat, 0,25 kg svovelsyre og 0,25 kg saltpetersyre blandet med vann til 100 l løsning. Ca. 10 minutter etter påføringen spyles det hele med rent vann.

Eventuelle bånd og nett som brukes sammen med boltene bør rustbeskyttes på samme måte.

Bolter bånd og nett leveres av Rosings bro- og gjærdefabrik A/S, Lørenveien 54, Oslo, tlf. 214350.

Til blanding av betongen bør en helst ha en liten blandingsmaskin for å få tilstrekkelig jevn konsistens uten klumper. Det kan også brukes en drill påmontert visp til blandingen.

Til å pumpe betongen opp i borhullet finnes det spesielle pumper i handelen. Hordaland Vegvesen har imidlertid dårlige erfaringer med disse og har laget en konet beholder som tar ca. 10 l masse. Den har trykkluftinntak via en ventil øverst på siden. Massen fylles på gjennom en åpning på toppen, som kan stenges hermetisk med et lokk med klemmer. I bunnen er det tilkobling for plastslange som fører betongen inn i borhullet. Av hensyn til trykktapet bør ikke slangen være for lang, og beholderen bør stå oppe på arbeidsbukken.

Virkingen av boltene er avhengig av en god vedheftning fra bolten via betongen til fjellet. Er det vannlekkasjer fra borhullet kan en få utvasking av betongen før herding som resulterer i nedsatt vedhefting og dessuten fare for korrosjon av boltene.

✓ Ved prøvebelastning av enkelte bolter med hydraulisk jekk kan vedheftingen undersøkes. ~~-(Slik kontroll utføres bl.a. av Kontor for fjellsprengningsteknikk).~~

K74A

VEDLEGG 2

AVSKJERNING AV LEKKASJER MED PLATEHVELV

Vedlagte figurer viser prinsippene for bygging av frost-isolert platetak. Det forutsettes brukt dobbelt hvelv av sinusformede bølgeplater med isolering av mineralull overtrukket med plastfolie imellom. Arbeidsgangen er følgende:

1. ; Tunnelens tverrprofil måles nøyaktig opp slik at en er sikker på at det blir plass til hvelvet. Der hvor det er for trangt må det strösses ut. Helst bør hvelvet ha en krumningsradius i hele tverrprofilen for at det skal få maksimal styrke og samtidig være enkelt å montere.
2. Fjellsets stabilitet kontrolleres. Det foretas rensk og boltsikring etter behov.
3. Boltene som fester hvelvet til fjellet måles nøyaktig inn og festes med ca. 2m mellomrom, f.eks. med syntetisk støpemateriale.
4. De langsgående bærebjelkene måles inn, skrus fast til boltene og overskytende boltender skjæres av.
5. Platene skrus fast til bærebjelkene. En begynner i taket og arbeider seg nedover slik at platene blir liggende med ca. 20 cm overlapp som en taktekkning. I tunnelretningen skal platene ligge med minst en bølgelendes overlapping. Vannet skal nå fritt kunne renne ned på baksiden. Slik fortsetter en til hele lekkasjepartiet er avskjermet.
6. Isoleringsmattene legges kant i kant og kan limes fast til bølgeplatene med spesiallim. En kan enten lime matten fast til det indre platehvelvet som alt er reist, eller en kan lime dem fast til de ytre platene og deretter montere disse. En må i begge tilfelle sørge for å unngå kuldebroer gjennom isoleringen. Det må heller ikke rives hull på mattene da dette vil føre til at fuktighet trenger inn og ødelegger isoleringsevnen.
7. Montering av ytre platehvelv begynner med bolter og vinkeljern som hvelvet skal hvile på. Deretter monteres platene, idet en begynner nederst i veggene og arbeider seg oppover mot midten av taket. For å unngå kuldebroer må isolering og plater presses opp mot det indre hvelvet og skrus sammen i kantene slik at de danner et selvbærende hvelv. For å forenkle monteringen kan det lages slisser i kanten for skruene.

8. Skal det kunne brukes tynne, forholdsvis billige plater i hvelvene bør de stives av med støttebuer tilslutt. Dette kan gjøres ved å reise opp buer av stålrør som på forhånd er bøyd til et profil som nøyaktig tilsvarer hvelvets. For å forenkle transporten kan rørene deles i kortere seksjoner som forbindes ved montering, f.eks. ved gjenger og muffe. Etter at buene er presset opp mot det ytre hvelvet låses de fast til vinkeljernet med skruer.
9. Den del av veggseksjonen som kommer under vegbanen bør beskyttes med en tykkere plate, f.eks. av PVC på innsiden.
10. Alle åpninger i kantene av hvelvet tettes til, f.eks. med skumplast, steinull etc. Dette er meget viktig for å hindre at kald luft kommer inn på baksiden av hvelet. Dessuten gjenfylles med steinmaterialer slik at platene går helt ned i kultlaget. For å hindre iskjøving fra lekkasjer i sålen kan en også isolere under vegoverbygningen.

Materialer:

Plater, sinusformede bølgeplater i aluminium. Kan eventuelt fås lakkert, men dette er ikke nødvendig for korrosjonsbestandigheten. Bredde: 30". Lengde 6, 8 eller 12'. Tykkelse 0,56 mm. Plateskruer.
Leverandør: Vik Verk, Vik i Sogn.

Isolering, matter av glassull innpakket i sømfri polyetylenfolie. Tykkelse 5 eller 10 cm. Lengde og bredde bestilles etter hva som er mest praktisk ved montering
Leverandør: Glavaprodukter eller Rockwool, Oslo.

Lim, Pantex skumplastlim, HS 44,
Leverandør: Lüttichau kem. fabrikk, Oslo

Bolter, kamstål, varmforsinket 20-25 mm med gjenger, mutter og plate.

Bærebjelker, aluminium- eller stålprofiler (varmforsinket) 3-5 mm tykke på limt ca. 2mm tykk gummilist mot platene.

Støttebuer, stålrør, varmforsinket ca. 1½" diam.

Leverandør: Diverse mek. verksteder, f.eks. Ørsta stålindustrier.

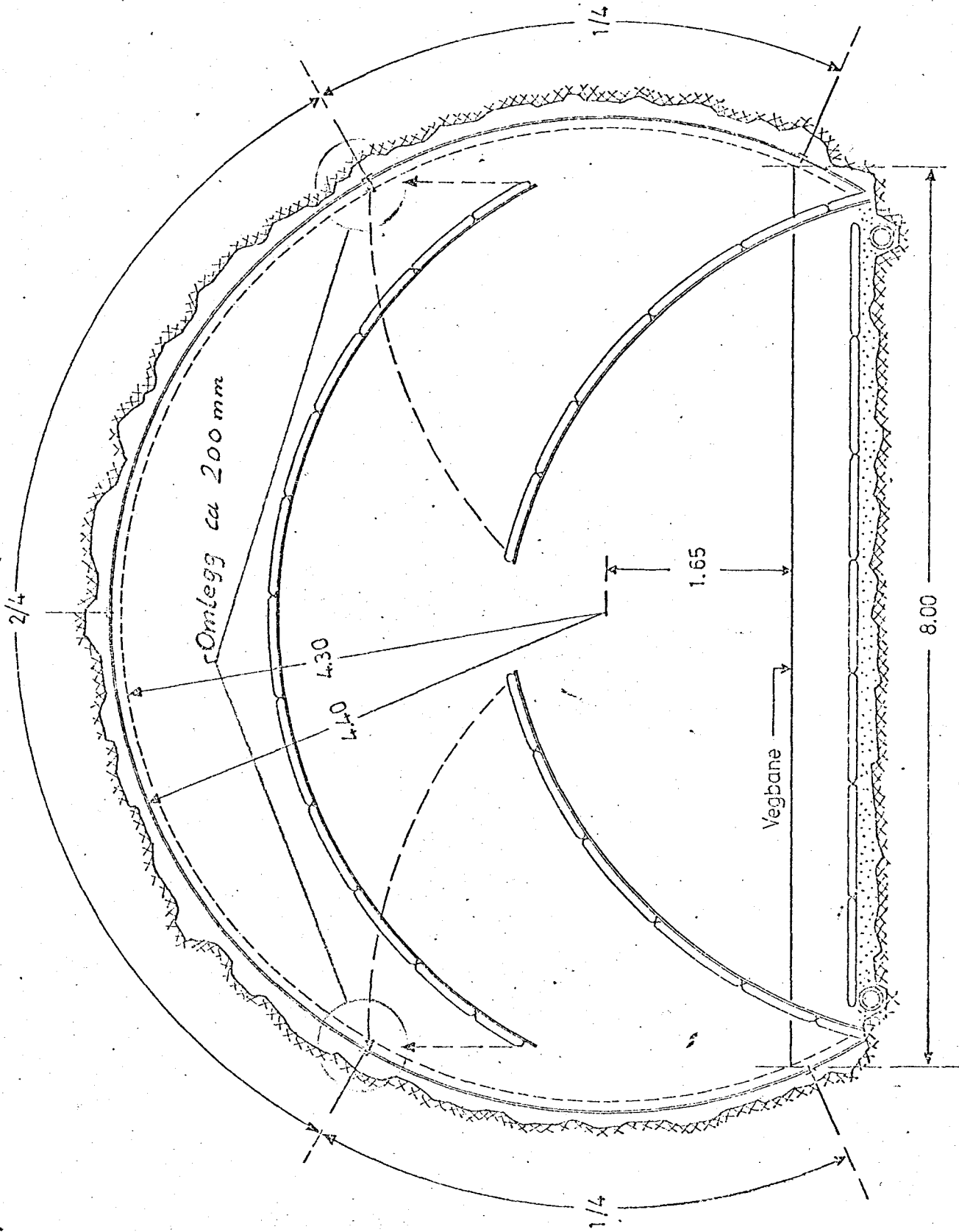
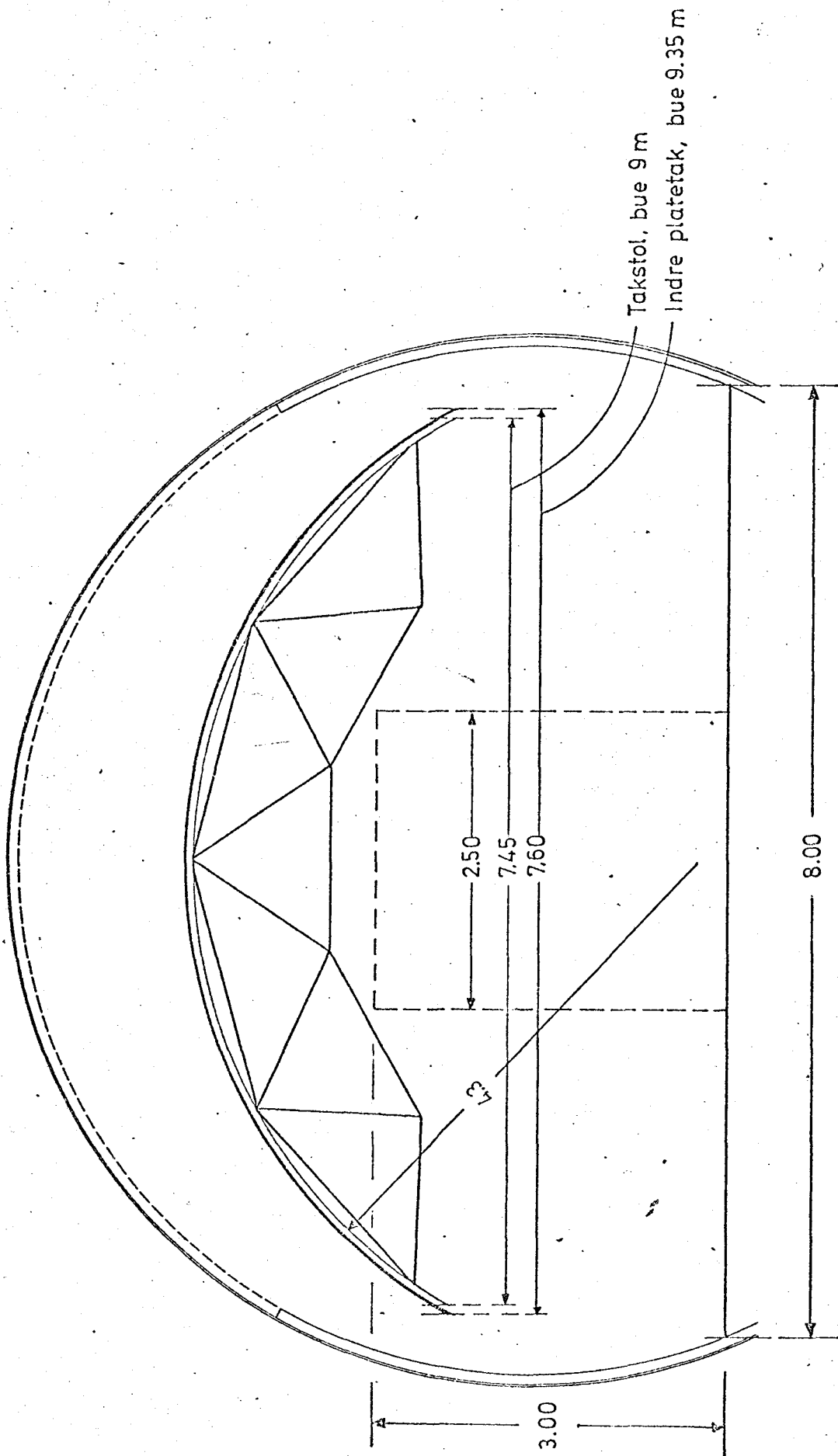


FIG. 1. VANN OG FROSTSIKRING AV TUNNELER, VEGKLASSE II D.
 Dobbelte Al-platetakk isolert med mineralull. Isolasjon i såle.
 Stadier under montering. M=1:50



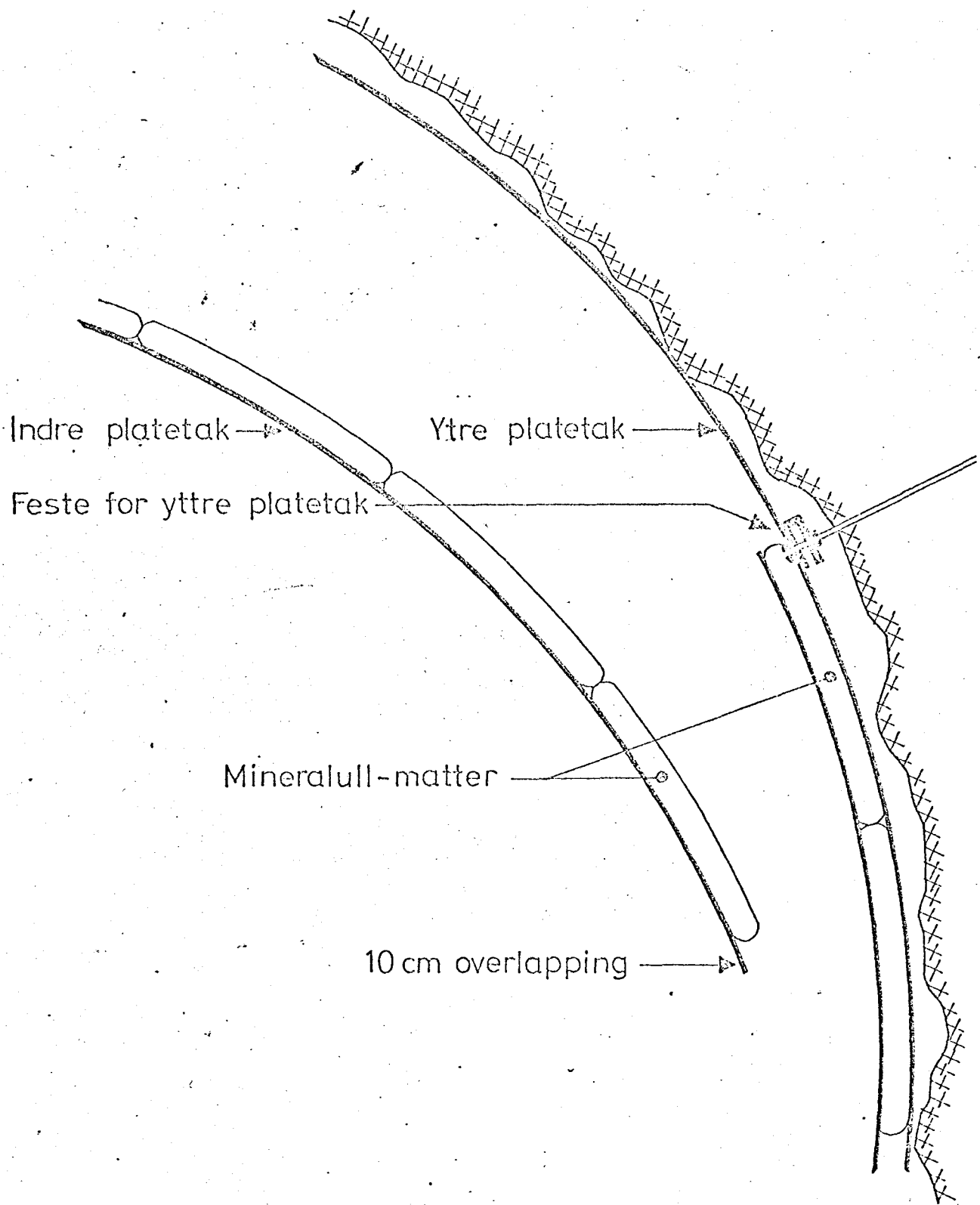


FIG. 3.
MONTERING AV INDRE PLATETAK
MED ISOLERING.

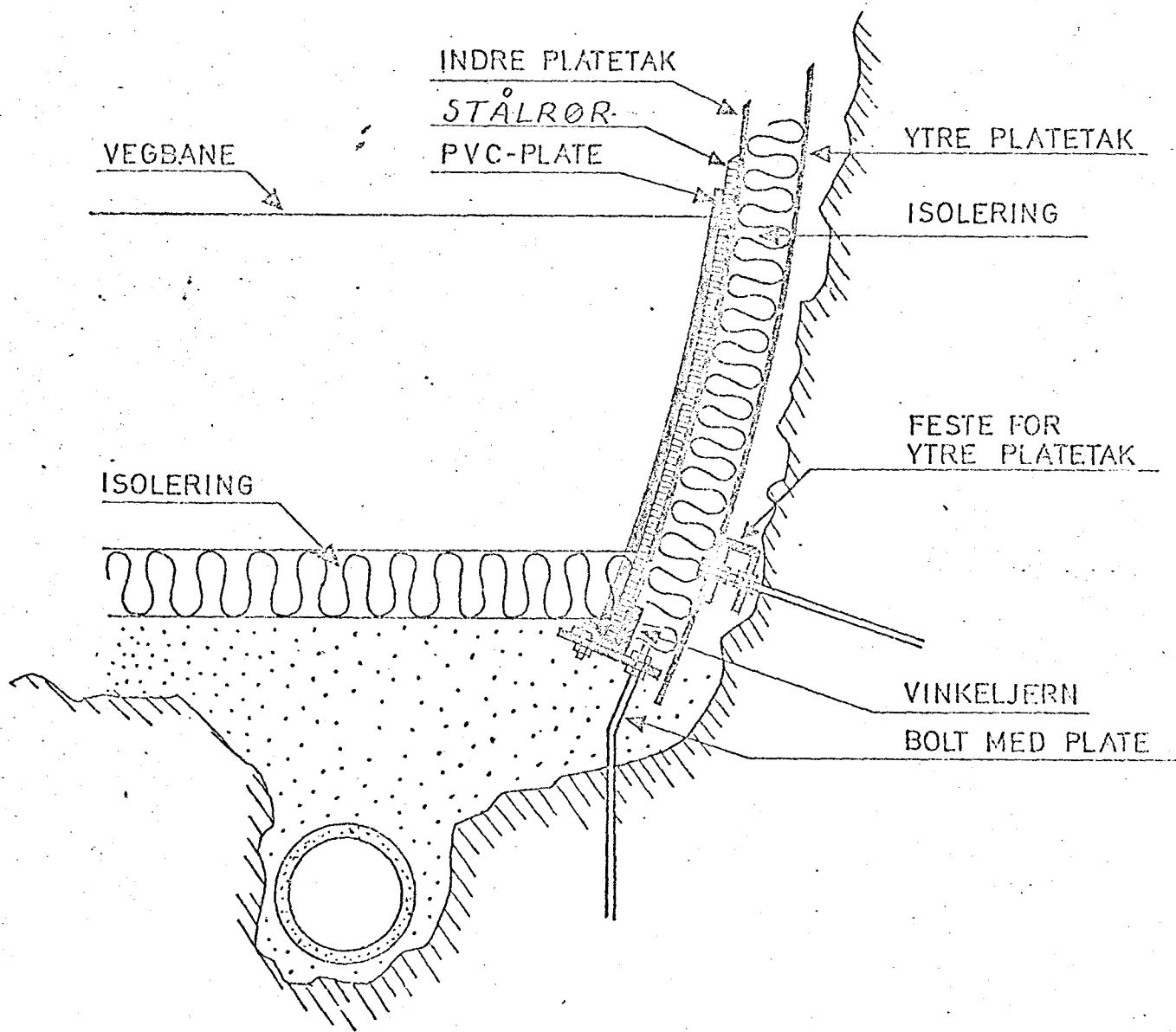


FIG. 4.
 FOT FOR INDRE PLATETAK.
 M. 1:10

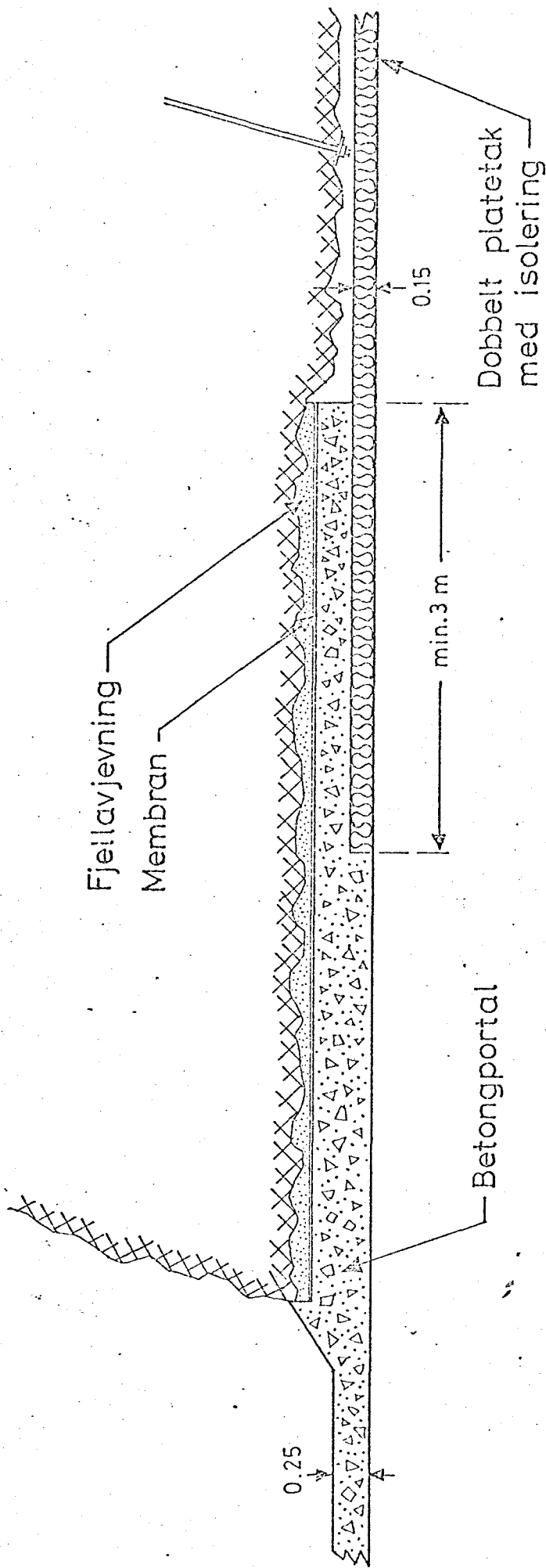


FIG. 5. OVERGANG PORTAL-ISOLERT PLATETAK.

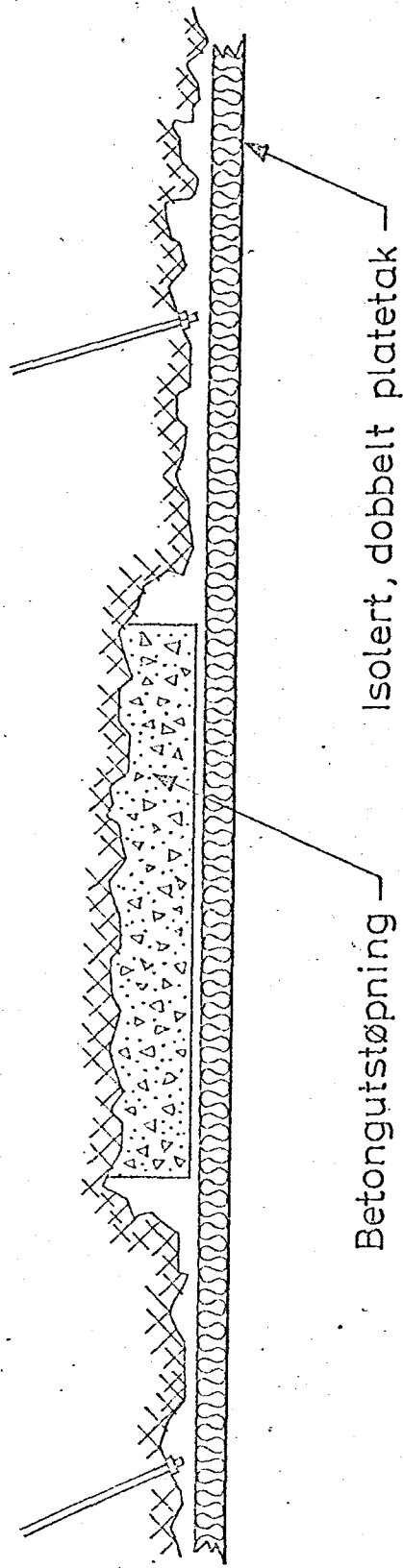


FIG. 6. ISOLERT PLATETAK FORBI KORT BETONGUTSTØPNING.

L-59A
Vedlegg 3

VANNTETTING MED TOTAMIN-INJISERING

Arbeidsgangen er følgende:

1. Borhullenes påsett, retning, lengde og innbyrdes avstand fastsettes på grunnlag av oppsprekningen og vannets antatte strømbaner i fjellet. Det må bores slik at hullene skjærer de vannførende sprekker et stykke inne i fjellet. Derved har en muligheter til å presse injiseringsmidlet inn på sprekke med et visst trykk. Det må bores så tett at en får en sammenhengende "skjerm" over tunneltaket som tvinger vannet utenom tunnelen. Optimal hullavstand vil avhenge av sprekkenes åpning og avstand og dessuten hvor lang herdetid injeksjonsmidlet har og hvor høyt trykk som kan brukes. Vanlig hullavstand ved etterinjisering er 1-2 m.
2. Hullene bores vanligvis med 42 mm påsett og videre borserie 11. Lengden er oftest 4,8-5,6 m. Hullene spyles godt rene for borslam. Så føres lufteslanger inn til bunnen av hullene, deretter settes munnstykkene inn. Før ekspansjonen skruses fast spyles det vann gjennom lufterøret og slangen med en konisk spiss, som også brukes til rengjøringsarbeidet. Forutsatt at luftslangen ligger riktig vil vannet komme ut igjen fra munnstykket, fig. 2. Slangene koples så til munnstykker og pumpe.
3. Det presses først rent vann gjennom slager og borhull med luftekranene på munnstykkene åpne slik at all luften drives ut av systemet. Deretter stenges luftekranene og fjellet injiseres med rent vann. En starter forsiktig og øker trykket gradvis til et visst nivå, f.eks. det trykk som senere skal brukes ved ordinær injisering. Hensikten med dette er dels å kontrollere at utstyret fungerer som det skal, dels å få en orientering om fjellets permeabilitet og dels å fukte eventuelle luftfylte sprekker slik at injeksjonsmidlet trenger bedre inn i fjellet. Er sprekkefylt med finkornige løsmaterialer, f.eks. leire blir væskeopptaket lite og muligheten for å tette lekkasjene dårlig. Det kan da være lønnsomt å forsøke å spyle ut løsmaterialene ved å sette vanntrykk på enkelte borhull mens andre holdes åpne.
4. Injeksjonsvæsken blandes slik at viskositet og herdetid passer til fjellets permeabilitet og det trykk som forholdene tillater. Er sprekkeåpningene trange må det brukes tyntflytende, langsomtherdende blandinger og høyt trykk. Det samme gjelder når sprekkeavstanden er liten. Er sprekkeåpningene åpne og fører mye vann må det brukes tykkere blandinger, kortere herdetider og lavere trykk for å unngå at væsken tynnes for mye ut i lekkasjevannet eller presses ut i tunnelen. Etterhvert som større sprekker tettes kan trykket økes,

og til å fylle de siste fine sprekkene bør det brukes tyntflytende blandinger. For en bestemt sprekkåpning er den væskemengde som går inn i et visst tidsrom, d.v.s. det fjellvolum som kan tettes omtrent proporsjonalt med trykket. Men det er alltid en kritisk verdi som trykket ikke bør overskride hvis stabilitetsproblemer eller utblåsing av væske skal unngås. Særlig bør en være forsiktig der trykket kan belaste åpne sprekker som ligger parallelt tunneloverflaten.

5. Ordinær injisering startes under de betingelser som er nevnt foran. Under hele injiseringen må følgende faktorer kontrolleres:
 - a) Injeksjonstrykket. (Moderne injeksjonspumper kan stilles inn på et bestemt pumpetrykk som avleses på manometeret).
 - b) Væskeopptaket i fjellet. Dette kan registreres direkte med væskestrømsmåler eller indirekte ved å telle stempelslagene eller måle gjenværende væskemengde i tanken.
 - c) Blandingens viskositet. En nøyer seg i alminnelighet med en visuell bedømmelse av væsken i tanken eller helst borhullene ved å åpne luftekranene. Med et viskosimeter kan en få et mer nøyaktig mål for hvor langt herdingen til enhver tid er kommet.
 - d) Om injeksjonsvæske kommer ut i tunnelen eller i dagen. Dette merkes som regel ved at injeksjonstrykket plutselig avtar. En må spesielt unngå at injeksjonsmidlet kommer i kontakt med drikkevann.
6. Injiseringen må avsluttes en stund før væsken er blitt så tyktflytende at den ikke lenger er pumpbar, slik at en får tid til rengjøring.

En kan også være nødt til å avslutte injiseringen fordi fjellet ikke tar opp mer injiseringsvæske. Hvis første væskeblanding går inn vesentlig hurtigere enn den herdetid en har blandet for, kan det være lønnsomt å lage en ny blanding som injiseres i de samme hullene. En må da sørge for å fjerne all væske fra første blanding i rør og munnstykker slik at den ikke blir stående å herde.

Straks munnstykkene er skrudd løs proppes hullene med treplugger, papir etc. Deretter spyles og rengjøres hele injeksjonsutstyret grundig. For å unngå driftstans på grunn av tilstopping er det særlig viktig at pumpe, kraner og munnstykker holdes rene.

Det må dessuten sørges for nødvendig vedlikehold og reparasjon av utstyret og tilstrekkelig lager av utstyr og materialer.

Videre bør det for hvert skift føres en journal som omfatter hvilket tunnelparti som er behandlet, hvor mange hull og lm som er boret og injisert, hvilke trykk og herdetider som er benyttet og hvor mye væske som er gått med. Disse journaler kan danne grunnlag for en driftsoppfølging som bør omfatte kostnadene, kapasiteten og kvaliteten av injiseringsarbeidet.

ARBEIDSHYGIENE

Natriumdikromat er et sterkt oksydasjonsmiddel og etser derfor hud og slimhinner.

Ved utveining av det tørre stoffet skal en arbeide slik at det ikke støver, og at støv kommer i nese og øyne. Tendensen til støvning er svært liten.

I arbeidet med oppløsninger som inneholder natriumdikromat, skal en være renslig og påpasselig slik at en så langt råd er unngår å få oppløsning på hender og tøy.

Har en fått natriumdikromat, tørt eller oppløst, på huden, skal en straks vaske det bort med vann, og deretter vaske med natriumhydrogensulfitt-oppløsning (NaHSO_3), 50 g/l.

En liten overfladisk hudskade framkalt av natriumdikromat behandles ved omhyggelig vask med nevnte oppløsning av natriumhydrogensulfitt, og deretter som ethvert annet sår.

Er såret dypt, f.eks. ved at det er kommet natriumdikromat i et snittsår, skal det behandles 3 - 5 dager med vått omslag av natriumhydrogensulfitt-oppløsning, og deretter 3 - 5 dagers vått omslag med en oppløsning av kaliumnatriumtartrat, 50 - 100 g/l. Oppsøk lege. Hansker og tøy som berører huden, må ved vask holdes fri for natriumdikromat.

På apotek kjøpes:

5 l natriumhydrogensulfitt-oppløsning, 50 g/l, på 1 liter plastflasker. 1 liter kaliumnatriumtartrat-oppløsning, 50 g/l på plastflaske.

Bomull, gasbind.

Utstyr:

- 1) Kjemikaliene kjøpes i pulverform og løses opp i vann på arbeidsstedet. (Umiddelbart før injeksjonen blandes så løsningene sammen i et forhold som tilsvarende den herdetid man ønsker).
 - a) Natriumdikromat, teknisk kvalitet i 50 kg sekker.
 - b) Jernkorid, teknisk kvalitet i 50 kg fat.
Disse kjemikalier leveres av Tollef Bredal A/S, Wesselsgt. 8, Oslo 1.
 - c) Magnesium-totanin ("Totanin") i 25 kg sekker leveres av Norsk Hydros salgskontor. Bygdøy Allé 2
- 2) Injeksjonsmunnstykker for 1 5/8"-2 hull med et indre rør for utlufting av borhullene.
Veglaboratoriets modell, pris ca. kr. 250 pr. stk.
Leveres av Geonor A/S, Grini Mølle, P.O. Box 99, Røa, Oslo 7.
- 3) Pumpe, f.eks. trykkluftdrevet stempelpumpe av merke Häny ZMP V som kan gi trykk på opptil 50 kg/cm².

Av utstyr ellers kreves en mobil arbeidsbukk (lastebil), vanlig kompressor, slanger for trykkluft og injeksjonsvæske, tank for injeksjonsvæske, blandekar for kjemikaliene samt god belysning.

Arbeidet går erfaringsmessig best med 2 eller 3 skift da det kan være vanskelig å tilpasse den variable arbeidsrytmen (p.g.a. forskjellige herdetider) til ett skift. På hvert skift er det 2 mann og på dag-skiftet gjerne en leder i tillegg.

Kapasiteten pr. skift er 1-2 lm.
Prisen for injisering med totanin er 500-1000 kr. pr. lm.

INJEKSJONSVESKE

A) Oppløsning av kjemikalier

- 1) 40% totaninløsning: 25 kg Mg-totaning
37,6 l vann

Totaningpulver og vann blandes under kraftig omrøring og blandingen får stå minst 12 timer til fullstendig oppløsning før bruk. Dette gir 53,4 l totaninløsning.

- 2) Natriumdikromatløsning: 50 kg natriumdikromat
30,5 l vann

Natriumdikromatpulver og vann blandes under kraftig omrøring og blandingen får stå minst 24 timer til fullstendig oppløsning før bruk. Dette gir 50 l løsning.

- 3) Jern(III)kloridløsning: 5 kg jern(III)klorid
47,5 l vann

Jern(III)klorid og vann blandes under kraftig omrøring og blandingen får stå minst 12 timer til fullstendig oppløsning før bruk. Dette gir 50 l løsning.

B) Blandingsforhold for forskjellige herdetider

Herdetid 11 timer: 53,4 l totaninløsning
3,2 l natriumdikromatløsning
3,2 l jernkloridløsning

Herdetid 5 timer: 53,4 l totaninløsning
4,8 l natriumdikromatløsning
3,2 l jernkloridløsning

Herdetid 3 timer: 53,4 l totaninløsning
6,4 l natriumdikromatløsning
3,2 l jernkloridløsning

Herdetid 1 time: 53,4 l totaninløsning
6,4 l natriumdikromatløsning
7,0 l jernkloridløsning

Herdetiden tilsvarer en temperatur av + 10°C. Ved høyere temperatur blir herdetiden noe kortere - ved lavere temperatur noe lengre.

De oppgitte herdetider må bare oppfattes som omtrentlige da det vil forekomme variasjoner fra en totaninleveranse til en annen. Pass derfor på ved nye leveranser, så ikke blandingen størkner i tank og slanger.

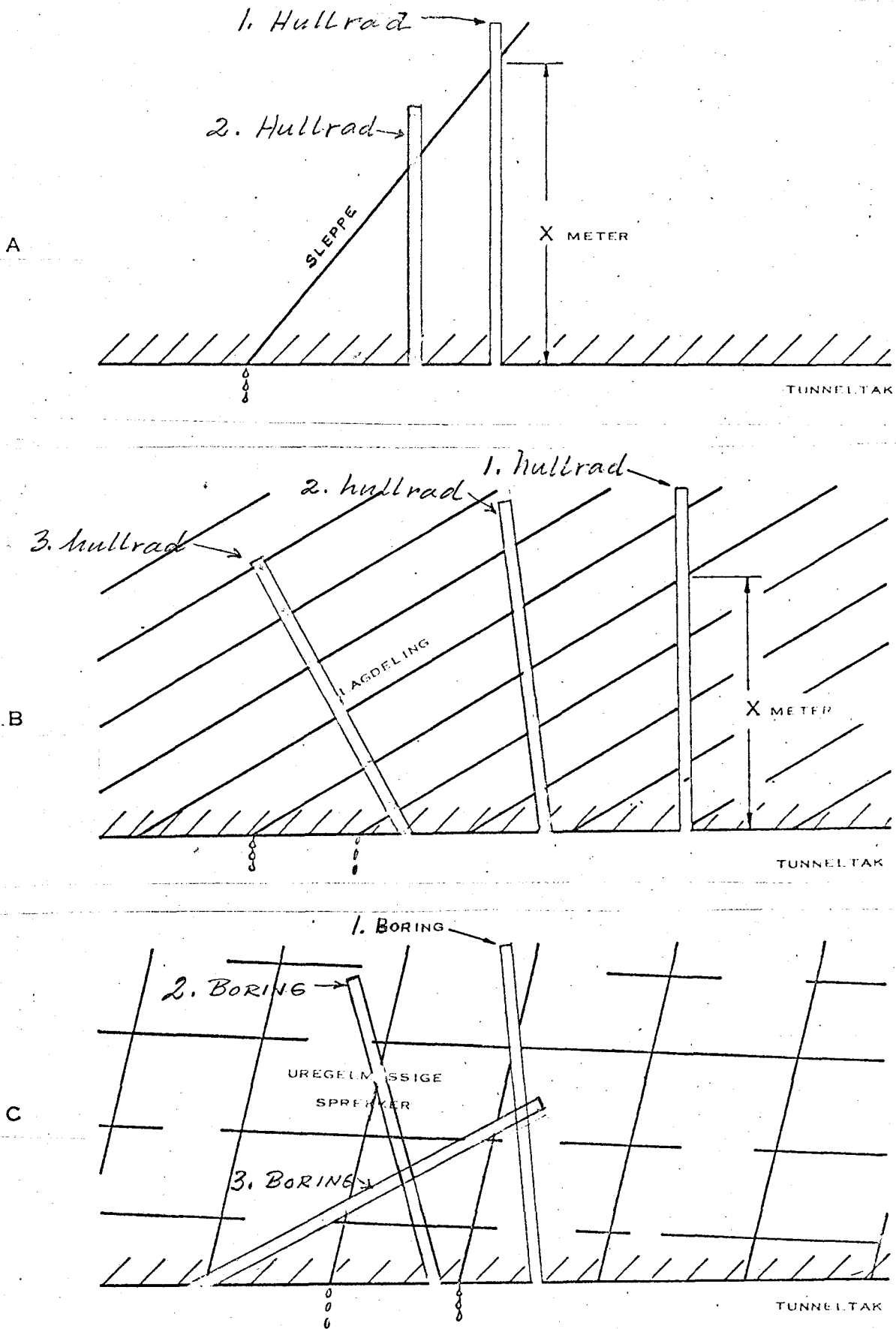
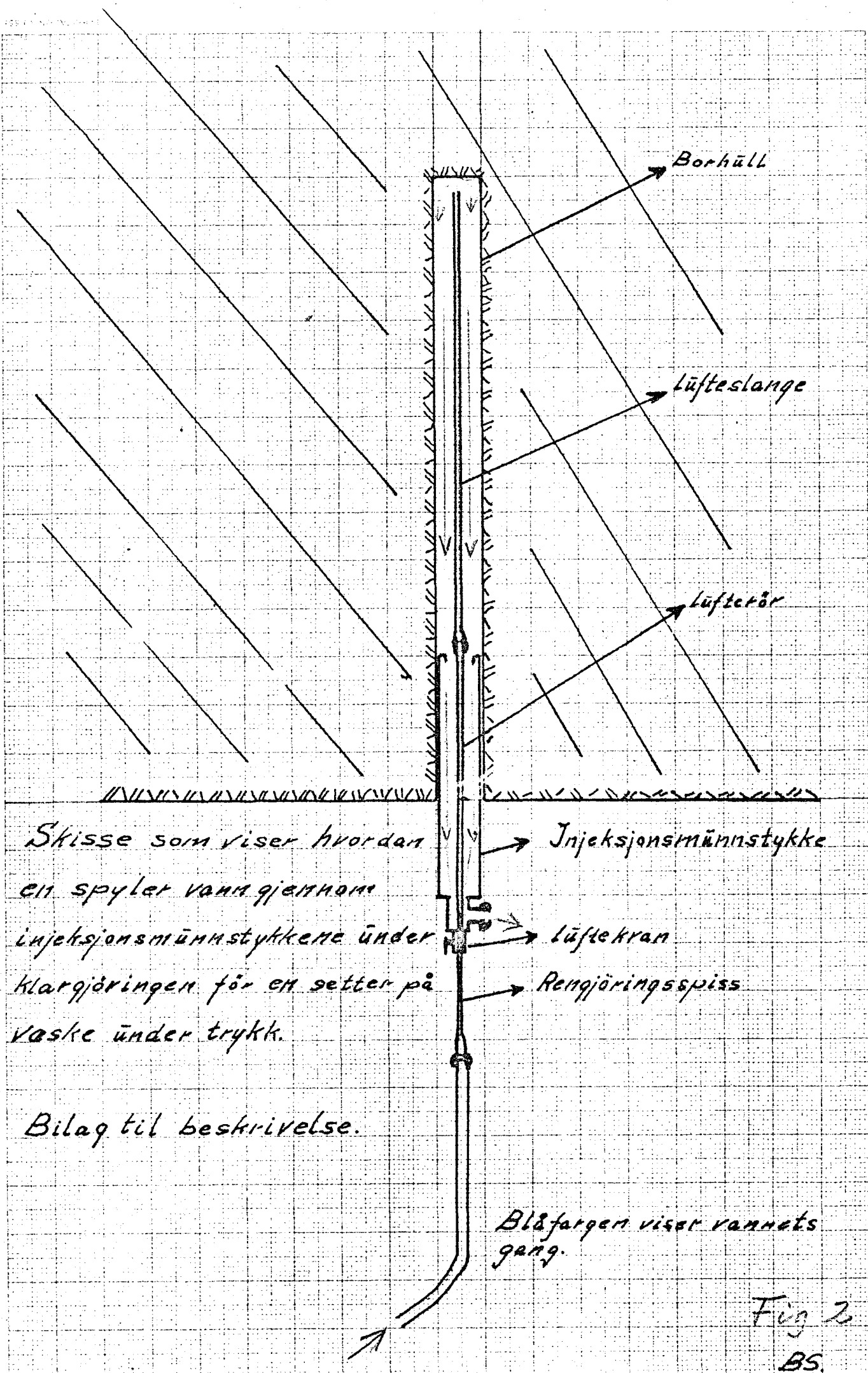


Fig. -1 Etterinjisering av forskjellige sprekke-typer:

- A) Enkelt sleppe
- B) Lagdelt fjell
- C) Tosprekkesystemer



Skisse som viser hvordan
 en spylar vann gjennom
 injektionsmunnstykkene under
 klargjøringen for en setter på
 vaske under trykk.

Bilag til beskrivelse.

Blåfargen viser vannets
 gang.

Fig 2
 BS.