

Oppdrag: V 252 A

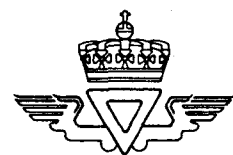
Rapport nr: 1

RV 17 LEIRNESSET - TROLLDALEN

GEOLOGISKE UNDERSØKELSER

**Statens Vegvesen, Veglaboratoriet,**

Gaustadalleen 25, Postboks 8109, Oslo Dep.



fylke: Nord - Trøndelag

anlegg:

parsell: Leirneset - Trolldalen

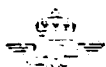
profil:

UTM-ref.: 33 W VN 67 - 09

seksjon: 46 - Geologisk

saksbehandler: E. Grimstad/B. Høygaard /RDa

dato: 23. november 1979



VEGLABORATORIET

## rapportsammendrag

XXXXXXX/OPDR. NR.

\*) 111A: N = ny  
O = oppdatert

O = oppdrag

K = konferansebidrag  
A = artikkel\*\*) 421A: FoU = forskning og utvikling  
F = forskningsletter/normaller

|       |     |                 |         |          |         |         |       |
|-------|-----|-----------------|---------|----------|---------|---------|-------|
| 111   | A   | Rapportstatus*) | Seksjon | Prosjekt | Gruppe: | V 252 A | nr. 1 |
| 1 2 3 | 4 5 | 121             | 131     | 141      | 151     | 161     | 171   |

|        |     |   |   |  |  |  |  |
|--------|-----|---|---|--|--|--|--|
| TITTEL | 212 | A | RV 17 LEIRNESSET - TROLLDALEN<br>GEOLOGISKE UNDERSØKELSER |  |  |  |  |
|--------|-----|---|---|--|--|--|--|

|                    |     |             |             |  |
|--------------------|-----|-------------|-------------|--|
| SAKS-<br>BEHANDLER | A   | Navn        | Institusjon |  |
|                    | 221 | B. Høygaard | NOTEBY      |  |
|                    | B   |             |             |  |
| C                  |     |             |             |  |

|              |     |                          |              |              |               |                 |
|--------------|-----|--------------------------|--------------|--------------|---------------|-----------------|
| RAPPORT DATA | A   | Rapporttype**)           | Dato         |              |               |                 |
|              | B   | Totalt sidetall          | Språk        |              | Norsk         |                 |
|              | 421 | C                        | Antall fotos | Ant. figurer | Ant. tabeller | Ant. litt.henv. |
|              | D   | Sammendrag i andre språk |              | UTM ref.     |               |                 |

|            |     |   |   |  |  |  |  |
|------------|-----|---|---|--|--|--|--|
| SAMMENDRAG | 511 | A | <p>De to alternative tunnelforslagene på hver side av eksisterende veg i Trolldalen må for begge vedkommende undersøkes nærmere i et myrområde nær høybrekket i Trolldalen m.h.t. fjelloverdekningen. For den korte tunneltraséens vedkommende kan det alternativt bli aktuelt å flytte traséen noe østover for å sikre fjelloverdekningen.</p> <p>Bortsett fra en svakhetssone som vil krysse den østlige tunneltraséen og usikkerheten m.h.t. fjellkvaliteten under myrområdet for den vestlige tunneltraséen, anses berggrunnen å være god. Tunnelsikringen utenom de usikre områdene vil derfor trolig bestå i spredt bolting.</p> <p>En vegsving rett nord for Trolldalen rettes ut enten ved en ca. 115 m lang tunnel eller en vegskjæring. Tunnelen må eventuelt sikres med frostisolerte platehvelv over anslagsvis halve tunnallengden, mens en vegskjæring vil medføre en del overmasse p.g.a. utglidning i fra toppen av den ene skjæringsveggen. Noe boltesikring av veggen kan også bli aktuelt.</p> |  |  |  |  |
|------------|-----|---|---|--|--|--|--|

IRRD kode

|              |     |   |                           |  |    |
|--------------|-----|---|---------------------------|--|----|
| FAG-<br>OMR. | 611 | A | Prosjektering av tunneler |  | 25 |
|              | B   |   |                           |  |    |
|              | C   |   |                           |  |    |

|           |     |        |        |      |
|-----------|-----|--------|--------|------|
| NØKKEWORD | 621 | A      | Tunnel | 3374 |
|           | B   | Sprekk | 4089   |      |
|           | C   | Boring | 3871   |      |
|           | D   | Bolt   | 3888   |      |
|           | E   | Fjell  | 4048   |      |
|           | F   |        |        |      |
|           | G   |        |        |      |
|           | H   |        |        |      |

RV 17 LEIRNESSET - TROLLDALEN  
GEOLOGISKE UNDERSØKELSER

En viser til Vegsjefens brev av 15. juni 1979 med ønske om geologiske undersøkelser.

På grunn av manglende kapasitet ved Veglaboratoriet er siv.ing. B. Høygaard fra NOTEBY engasjert til å ta oppdragene.

Vi har ingen kommentar til Høygaard rapport.

Veglaboratoriet  
Geologisk seksjon

*O. Jøsang*  
O. Jøsang

*E. Grimstad*  
E. Grimstad

| INNHold  | Side |
|--|------|
| I INNLEDNING   | 1    |
| II GEOLOGISKE FORHOLD  | 1    |
| III VEGKONTORETS FORSLAG TIL OMLEGGING<br>AV RV 17 I TROLLEDALEN | 1    |
| IV ALT 2   | 2    |
| V ALT 3  | 3    |
| VI ALT 5   | 3    |
| VII UTRETNING AV VEGKURVE VED KOLBOTN                            | 4    |
| 1. Alt. A  | 4    |
| 2. Alt. B  | 4    |
| VIII VIDERE UNDERSØKELSER  | 5    |
| IX KONKLUSJON  | 5    |

## BILAG

1 H Forsterkning av fjellet med KS 40 Ø 20 mm  
bolter

1 I Bygging av vegtunneler

Tegning V 252 A -01 Oversiktskart

-02 Alt. 2, 3 og 5 geologisk kart

-03 Alt. A og Alt. B

-04 Tverrprofil A-B

## I INNLEDNING

Mellom fjordene Indre Folda og Kolbotn nær fylkesgrensen mot Nordland passerer Rv. 17 gjennom Trollaldalen. P.g.a. at Trollaldalen danner et høybrekk på nordsiden slik at terrenget faller nokså bratt ned mot Kolbotn, har Rv. 17 på denne vegstrekningen fått en ugunstig linjeføring med korte siktelinjer. Vegkontoret i Nord - Trøndelag ønsker derfor å utbedre eller å legge om Rv. 17 i Trollaldalens nordre del.

Den 2. oktober 1979 ble det sammen med ing. Kjøbli fra vegkontoret foretatt en befaring og geologisk kartlegging i Trollaldalen. Den foreliggende rapport som i tillegg til geologisk kartlegging også er basert på studium av flyfotos, har til formål å vurdere vegkontorets alternative forslag til omlegging av Rv. 17.

## II GEOLOGISKE FORHOLD

Berggrunnen innenfor de aktuelle traséområdene består av glimmerrike gneisbergarter. Gneisen inneholder vesentlig kvarts og biotitt, en del lys feltspat samt litt muskovitt og granat. Den middelskornige gneisen har en utpreget foliasjon med NV - SØ strøkretning og ca. 40 - 60° østlig fall.

Det viktigste sprekkesystemet er foliasjonsoppsprekkingen som har en sprekkefrekvens fra 1 til 3 sprekker pr. m. Stedvis opptrer et sekundært sprekkesystem med NNV - SSØ strøkretning og steilt vestlig fall. Sprekkeavstanden er i gjennomsnitt på ca. 1,5 - 2 m. En steil og nær Ø - V orientert oppsprekking er lokalt observert i høybrekkområdet. I det samme området krysser trolig en svakhetssone Trollaldalen.

## III VEGKONTORETS FORSLAG TIL OMLEGGING AV RV 17 TROLLDALEN

Fra Nordlandskorsen (vegkryss mellom Rv. 17 og Rv. 770) stiger Rv. 17 jevnt oppover i Trollaldalen til høybrekket på nordsiden. Herfra danner Trollaldalen et gjel ned mot Kolbotn. Veien er lagt på vestsiden av dette gjelet og snor seg ned til fjorden i flere kurver (tegn. -01).

Vegkontoret har utarbeidet to alternative forslag til omlegging av Rv. 17 i selve Trollaldalen. Det ene forslaget, alt. 2, går ut på å legge veien i en ca. 460 m lang tunnel

vest for eksisterende veg (tegn. -01). Det andre forslaget, alt. 3, innebærer en ca. 220 m lang tunnel på østsiden av veien samt en større fylling over gjelet. De to tunnelforslagene vil bety både en utretting og en senking av vegnivået i forhold til nåværende vegbane.

Et tredje forslag, alt. 5, går ut på å senke vegbanen langs eksisterende vegtrasé ved helskjæring og å rette ut vegen på nordsiden ved fylling i gjeldet.

Uavhengig av de tre alternativene i selve Trollidalen, ønskes en uoversiktlig vegkurve nederst i kleiva mot Kolbotn rettet ut. Vegen runder her en N - S orientert fjellrygg som danner et lite nes i fjorden. Den krappe og uoversiktlige vegkurven foreslås rettet ut ved å legge vegen i skjæring (alt. B) eller i tunnel (alt. A) igjennom fjellryggen (tegn. -01).

#### IV ALT.2

Den planlagte ca. 460 m lange tunnelen legges på 60 ‰ stigning fra nord mot syd. Påhugget på nordsiden legges til en liten fjellkulle ved nåværende veg (tegn. -02). Det kreves en ca. 20 m lang og forholdsvis lav forskjæring mellom nåværende veg og påhugget. Terrengoverdekningen for tunnelen vil over en ca. 50 m lang myrstrekning kun være ca. 10 - 12 m. Myras tykkelse er ikke kjent, men et system av dype drengrofter indikerer at løsmasselaget kan være flere meter tykt. På tverrprofil A - B, tegn -04, er forløpet for den antatte fjelloverflate under myra antydnet. Usikkerheten m.h.t. fjelloverdekningen kan løses ved å flytte tunneltraséen ca. 15 - 20 m nordvestover. Hvis opprinnelig traséforslag opprettholdes, må den effektive fjelloverdekningen for tunnelstrekningen under myra undersøkes nærmere ved seismiske målinger og fjellkontrollboringer. Eventuelle lave seismiske hastigheter i underliggende fjell vil nødvendiggjøre kontroll av fjellkvaliteten ved kjerneboringer og vanntapsmålinger. Alternativt bør fjellkontrollboringer utføres med grovhullsutstyr slik at undersøkelsene kan suppleres med vanntapsmålinger.

Syd for myra skjærer tunneltraséen gjennom en lav fjellkulle. Foran det søndre påhugget må det derfor sprenges ut en lang og lav forskjæring.

Utenom det usikre myrområdet antas tunnelsikringen å innskrenke seg til spredt bolting.

## V ALT. 3

Den planlagte ca. 220 m lange tunnelen er lagt langs foten av den steile fjellskrenten på Trolldalens østside (tegn.-02). Påhugget på nordsiden legges i en bratt og noe ulendt skråning øverst i gjelet ned mot Kolbotn. Skråningen er for det meste tildekket med løs stein og vegetasjon, men fast fjell er blottlagt flere steder. Selvom tunnelretningen danner en spiss vinkel med skråningen kan påhugg etableres uten større vanskeligheter. Noe rydding og rensk av løs stein må utføres i påhuggsområdet. Tunnelen er planlagt med stigning ca. 55 ‰ mot syd og vil gå langsmed foten av fjellskrenten. Mellom ca. pel 1350 og ca. pel 1410 vil tunnelens vestre vederlag ligge like under selve brattskrentens fot og slik at den sideveise terrengoverdekningen kun er 8 - 10 m (tegn. -04). Den effektive fjelloverdekningen er usikker både p.g.a. et løsmasselag og det faktum at en svakhetssone krysser tunneltraséen ved ca. pel 1370. Fjelloverdekningen kan kontrolleres ved fjellkontrollboringer mens fjellkvaliteten best kontrolleres ved kjerneboringer og vanntapsmålinger.

For å sikre tunnelen tilstrekkelig sidedekning i fjell, anbefales det å flytte hele traséen noe østover.

På sydsiden skjærer den foreslåtte trasé seg inn i brattskrenten under en spiss vinkel. Dette vil medføre en ca. 50 - 60 m lang innskjæring i den steile fjellsiden. Selve påhugget legges der fjellsiden stiger så steilt at forskjæringen naturlig avsluttes. Det byr ikke på spesielle vanskeligheter å etablere selve påhugget. Tunnelsikringen utenom det usikre området mellom ca. pel 1350 og ca. pel 1410 vil bestå i spredt bolting.

## VI ALT. 5

Et tredje forslag går ut på å sprengne en opptil 10 - 12 m dyp skjæring over en strekning på ca. 350 m langs eksisterende veg (tegn. -02). Nord for skjæringen rettes veien ut ved en ca. 150 m lang fylling i gjelet. Skjæringen vil delvis ligge i myr og det er derfor påkrevd med grunnboringer langs traséen for å bestemme løsmassetykkelsen og eventuelt massenes beskaffenhet.

I motsetning til de to øvrige forslagene, vil alt. 5 i stor grad hindre den daglige trafikken gjennom Trolldalen i anleggsfasen.

## VII UTRETNING AV VEGKURVE VED KOLBOTN

Som det fremgår av tegn. -03 foreligger det til vurdering et tunnelforslag (alt. A) og et vegskjæringsforslag (alt. B) til erstatning for vegkurve innerst i Kolbotn.

### 1. Alt. A

Tvers igjennom fjellryggen foreslås bygget en ca. 115 m lang tunnel. Det vestlige påhugget legges til en steil fjellskrent som er blottlagt i hele påhuggsområdet. Gneisenes lagdelingsoppsprekking forårsaker en viss blokkdannelse i skrenten. Blokkene som henger litt løst og er ca. 0,5 - 1 m tykke må renskes/sprenges ned før rent påhugg er etablert. Forøvrig virker fjellet fast og massivt. Det valgte påhuggsstedet er gunstig idet forskjæring ikke er påkrevd og ura rett vestenfor ikke berøres.

Påhugget på østsiden vil medføre litt steinrydding før en kort forskjæring kan sprenges. Videre østover må det sprenges en ca. 50 m lang sideskjæring i fjellsiden mot eksisterende veg. Påhuggsstedet anses for å være rimelig bra og alternativer i nærheten peker seg ikke ut. Selve tunneltraséen ligger i alminnelig godt fjell. Ingen svakhetssoner krysser tunneltraséen, men et par hylleformede drag langs lagdelingen i tunneltraséens vestlige ende indikerer muligheten for vannførende sprekke-dannelser. P.g.a. en forholdsvis liten fjelloverdekning og en til dels markert foliasjonsoppsprekking, må det påregnes at tunnelen må sikres mot vanninnsig med frostisolerte platehvelv over ca. halve tunnallengden. Tunnelen sikres forøvrig ved spredt bolting.

### 2. Alt. B

Vegskjæringen vil bli ca. 100 m lang og få en maksimal dybde på over 20 m. Det må påregnes noe overmasse p.g.a. utglidning av lagdelte fjellflak langs toppen av søndre skjæringsvegg. Den potensielle utglidningsfaren skyldes at den markerte lagdelingsoppsprekkingen har en NV - SØ strøketretning som nær vil falle sammen med skjæringens lengderetning og at lagdelingen heller med 40 - 45° vinkel mot øst. Av ovennevnte grunn må det også påregnes en del boltesikring i søndre skjæringsvegg. For å hindre nevnte mulighet for utglidning av løse blokker fra skjæringsveggen, bør det overveies å forbolte langs kanten av veggen med f.eks. 5 - 6 m lange vertikale kamstålbolter. Boltene kan eksemplvis settes

med senteravstand 2 - 2,5 m. Det er viktig at skjæringsveggene sprenges mest mulig skånsomt ved slettsprengning (NB! ikke presplitt).

### VIII VIDERE UNDERSØKELSER

Nær høybrekket i Trolldalen er det et myrområde som skaper usikkerhet m.h.t. den effektive fjelloverdekningen for de to tunnelforslagene, alt. 2 og alt. 3.

For alt. 2 sitt vedkommende kan fjelloverdekningen undersøkes ved ett langsgående og et par tverrgående seismiske profiler, tilsammen anslagsvis ca. 100 m med seismiske målinger. I tilfelle de seismiske målingene indikerer lavhastighetssoner må undersøkelsene suppleres med kjerneboringer og vanntapsmålinger for kontroll av fjellkvaliteten. Hvis fjellkontrollboringen utføres med grovhullsutstyr kan kjerneboringene sløyfes idet fjellkvaliteten kontrolleres ved å måle vanntap i grovhull.

Fjelloverdekningen for alt. 3 må kontrolleres ved hjelp av fjellkontrollboringer. En kryssende svakhetssone vil trolig medføre forringet fjellkvalitet lokalt og må kontrolleres ved kjerneboring og vanntapsmålinger.

Forslaget om vegskjæring langs eksisterende vegtrasé, alt. 5, nødvendiggjør grunnboringer for geoteknisk bruk.

### IX KONKLUSJON

Alt. 2 innebærer en ca. 460 m lang tunnel på vestsiden av eksisterende veg gjennom Trolldalen. Tunnelen vil nær høybrekket i Trolldalen krysse under et myrområde som må undersøkes nærmere m.h.t. fjelloverdekning for den planlagte tunnelen. Undersøkelsene utføres ved seismiske målinger som eventuelt må suppleres med kjerneboring for kontroll av fjellkvaliteten. Hvis tunneltraséen flyttes ca. 15 - 20 m nordvestover kan undersøkelsene sløyfes. Den foreslåtte tunneltrasé er også noe ugunstig fordi det søndre påhugget betinger en lang forskjæring. Berggrunnen generelt sett representerer ingen spesielle vanskeligheter for bygging av den planlagte tunnelen. Også for alt. 3, en ca. 220 m lang tunnel på østsiden av eksisterende veg er det nær høybrekket i Trolldalen en viss usikkerhet m.h.t. fjelloverdekningen. Liten terrengoverdekning sideveis ut mot foten av brattskrenten og forringet fjellkvalitet p.g.a. en kryssende svakhetssone, tilsier videre undersøkelser ved grunnboringer og kjerneboringer. Disse undersøkelsene kan sløyfes hvis tunneltraséen legges lenger mot øst. I tunnelens øvrige deler vil sikringen bestå i spredt bolting.. Alt 5

med en skjæring langs eksisterende veg er anleggsmessig det rimeligste forslaget, men vil hindre den daglige trafikken på Rv. 17 over et lengere tidsrom.

Vegkurven ved Kolbotn kan rettes ut ved en ca. 115 m lang tunnel gjennom fjellryggen. P.g.a. en forholdsvis liten fjelloverdekning og en markert foliasjonsoppsprekking vil det være påkrevd med frostisolerte platehvelv over ca. halve tunnallengden. En vegskjæring gjennom fjellryggen vil p.g.a. foliasjonsoppsprekkingen trolig forårsake en del overmasse og noe boltesikring i skjæringsveggene.

*Bernt Høygaard*  
Bernt Høygaard

## FORSTERKNING AV FJELLET MED Ks 40, Ø 20 MM BOLTER

Arbeidsgangen er følgende:

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

Faststøping med syntetisk lim

- 2) Patronen med støpemateriale skyves inn til bunnen av borchullet 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.

Dersom sikringen skal være permanent må bolt, gjenger, plate, skive og mutter være korrosjonsbeskyttet med varmforsinking (lagtykkelse ca. 100 my).

Innstøping med betong (Bergjet-metoden)

- 2) Betong av passende konsistens fylles i pumpebeholderen og lokket stenges.
- 3) Pumpslangens ende føres opp til bunnen av borchullet.
- 4) Trykkluftventilen til pumpebeholderen åpnes, slik at blandingen presses fra beholderen gjennom slangen til bunn av borchullet.
- 5) Etersom borchullet 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 borchullet, slik at man er sikker på at det er fylt helt ut til munningen. Etter ca. 1 uke kan boltene belastes til brudd.

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

Til å pumpe betongen opp i borchullet finnes det spesielle pumper i handelen f.eks. Bergjet 30. De har trykkluftinntak via en kran (ventil) øverst på siden. Massen

fylles på gjennom en åpning på toppen, som kan stenges hermetisk med ventil. 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. Liknende pumpetyper kan også brukes.

Betongens konsistens er meget viktig for å oppnå et godt resultat. Den skal være plastisk til seigflytende. Blir massen for tykk får man ikke pumpet den inn, blir den for tynn vil den ikke henge i borhullet. Ved mindre arbeider vil det oftest være riktig å bruke fabrikkblandede mørtler.

Skal sikringen kunne regnes som permanent bør den del av bolten som ikke støpes inn inklusive gjenger, plate, skive og mutter rustbeskyttes - ved varmforsinking (lagtykkelse ca. 100 my).

For å hindre at sinkbelegget oppløses av fersk betong, må dette kromateres. Dette gjøres ved å dusje med, eller neddykking i en oppløsning bestående av 10 kg natriumdikromat, 0,25 kg svovelsyre og 0,25 kg salt-petersyre blandet med vann til 100 l løsning. Ca. 10 minutter etter påføringen spyles det hele med rent vann.

Forsinkingen bør utføres ved fabrikk, mens kromateringen kan utføres på anleggsplassen.

#### Underlagsplate

Normalt oppnås best kontakt med fjellet dersom det brukes sirkulære, tallerkenformede underlagsplater som legges med den hule siden mot fjellet. Mellom plate og mutter bør det legges halvkuleformet mellomleggsbrikker. Dette muliggjør forskjellige vinkler mellom plate og bolt uten at bolten bøyes ved tilstramming.

#### Leverandører av utstyr:

Fjellbolter, Ks 40 Ø 20 m, gjenget i en ende + nødvendig tilbehør:

- Ingvald Timdal, brugt. 1, Oslo 1
- Ørsta Stålinindustri A/S, 6151 Ørsta
- O.L. Engen & Co, 2390 Moelv
- Farex Fabrikker A/S, Chr. Krohgs gt. 28, Oslo 1

Ferdigblandet mørtel for innstøpte bolter

## Forhandlere:

Betokem ExM

" ExM-AF (Ved lave temperaturer)

Betongkjemisk A/S, Fritz Kjærs veg 11, Oslo 3

Farex Fabrikker A/S, Chr. Kroghs gt. 28, Oslo 1

Sika Produkter, Norge, Grorudveien 55, Oslo 9

Syntetisk lim

## Forhandlere:

Progas A/S, Ryensvingen 1, Oslo 6

Elkem-Spigerverket A/S, Fr. Nansens pl. 6  
p.b. 1252 Vika

Oslo 1

ITECO A/S, Brugaten 1, Oslo 1

Dyno Industrier, Tollbodgaten 22, p.b. 779  
Sentrum, Oslo 1

Ørsta Stålinindustri A/S, Boks 190, 6151 Ørsta

Farex Fabrikker A/S, 2043 Lindeberg

## BYGGING AV VEGTUNNELER

## SAMMENDRAG

Bygging av vegtunneler omfatter planlegging, tunneldriving og kompletteringsarbeider. For å oppnå gode økonomiske og tekniske løsninger må alle arbeidsoperasjoner sees under ett. Det er tunnelsikringen som vanligvis er den mest kostbare arbeidsoperasjon.

Vurdering av sikringen må derfor komme inn i de ovenfor anførte stadier.

Siden tunnelsikringens omfang og metode er så avgjørende, er det ønskelig å redusere omfanget i så stor grad som mulig uten at dette går ut over kvalitet og sikkerhet. Det en bør ta sikte på i så stor utstrekning som mulig er å drive vegtunnelen slik at hvelvet blir stabilt uten noen form for forsterkning. Der forsterkning og vannsikring er påkrevet bør det anvendes få, gjennomtenkte og godt innarbeidete sikringsmetoder, på grunnlag av det kjennskapet til grunnforholdene som er skaffet til veie. Beredskap for drift i dårlig berg bør inngå i driftsplanene.

## 1. PLANLEGGING

### a) Geologisk kartlegging

Foreløpige geologiske undersøkelser gir normalt en grov oversikt over de geologiske forhold og gir sjelden grunnlag for igangsettelse av tunneldrift, tilstrekkelige opplysninger for planlegging av driften eller justeringer av tracéen.

Detaljerte geologiske undersøkelser skal gi så meget detaljkunnskap om grunnforholdene at tunneltracéen kan føres i best mulig berg og at driftsplan kan utarbeides. Rapporten skal normalt gi en omtale av aktuelle tunneltracéer, forventet stabilitet langs tracéene, driftstekniske egenskaper og behov for midlertidige og permanente sikrings tiltak.

### b) Utforming av tunneltverrsnitt

Av hensyn til den forenkling og rasjonalisering som ens tunneltverrsnitt medfører, må det fastlegges hvilke standardiserte sirkulære tverrsnitt som skal benyttes på rettlinjler og i kurver. Strekninger som krever ekstra plass av hensyn til permanent sikring med betongutstøpning eller platetak, angies så godt som mulig ut fra den geologiske rapporten. Videre fastlegges tunnelsålens dybde avhengig av overbygningstykkelse og eventuelle behov for frostisolering.

### c) Planlegging av tunneldriften

På grunnlag av de geologiske rapportene vurderes det hvilke borplaner og sprengningmetoder som skal benyttes i berg av ulik karakter. Der det forekommer dårlig berg må driftssikring planlegges. Det må normalt være beredskap for drift og sikring i dårlig berg. Mannskapet må være opplært i metoden som skal benyttes.

Utstyr og mannskap må kunne disponeres på meget kort varsel. Særlig er dette viktig ved sikring av svelleleire-soner med sprøytbetong, der tidsfaktoren er helt avgjørende.

## 2. TUNNELDRIVING

### a) Sprengning

Når alle arbeidsoperasjoner sees i sammenheng viser erfaring at det er fordelaktig å investere i forsiktig sprengning. Dette vil i første omgang føre til besparelser i rensk, dernest i besparelser til bergforsterkningsarbeider.

For hvert sprengningstverrsnitt må det benyttes en sprengningsplan tilpasset generelle krav og lokale forhold. Generelle krav ved sprengning av vegtunneler er en spesielt tett og nøyaktig boring av kranshullene og sprengning med reduserte ladninger i kransen. Dessuten bør det benyttes tett og nøyaktig boring også i resten av salven. Erfaring har vist at merkostnadene ved dette kan oppveies mange ganger ved reduserte sikringskostnader; særlig er gevinstene store i dårlig berg.

### b) Tverrsnittutvidelse i dårlig fjell

Under tunneldrivingen må en nøye følge med i bergets kvalitet og øyeblikkelig utvide salvetverrsnittet dersom bergkvaliteten eller lekkasjeforholdene tyder på at det vil bli nødvendig med permanent sikring med betongutstøpning eller platetak. En kan ikke regne med at den geologiske rapport gir fullstendige opplysninger om ved hvilke profilnummer dette vil bli nødvendig.

### c) Arbeidssikring

Arbeidssikring omfatter normalt salverensk og spredt bolting til stuff. Dersom salverensken blir omfattende, og det blir nødvendig med en fast rutine for bergforsterkning vil en tale om driftssikring. Det er da viktig å finne frem til en metode for driftssikring som blir lett inn i driften uten at den sinkes for mye.

Arbeidssikringen må, der det er mulig, utføres slik at den ikke er til ulempe for den permanente sikring, og helst slik at den inngår som en del av denne. Dette kan for eksempel gjelde overdreven rensk eller støping til stuff uten plass for en fuktbeskyttet og godt fundamentert permanent utstøpning.

Bolting, eventuelt kombinert med bånd og netting, krever ikke økning av tverrsnittet, og gir god hvelvirkning og sikkerhet der berget ikke er for tett oppbrutt. Den er rimelig å utføre, og får permanent karakter ved anvendelse av korrosjonsbeskyttende materialer. Der det er vannlekkasjer tillater den etappevis sikring, først av berget dernest av lekkasjevannet. Boltene kan gjøres umiddelbart effektive ved forankring fortrinnsvis med ekspansjons-hylser eller polyester. Ekspansjonsboltene kan siden skiftes ut med innstøpte bolter en for en. Dette er arbeidskrevende og kostbart. Varmforsinkete kamstål-bolter som støpes inn med polyester vil kunne inngå i den permanente forsterkningen og bør derfor foretrekkes. Småknust sterkt forvitret berg og berg som inneholder leire eller berg må straks sikres på annen måte. Den beste metoden for sikring av berg av denne type er påsprøyting av betong umiddelbart etter salven. Sprøytebetong eller betongutføring som arbeidssikring må utføres slik at støpen kan benyttes som bergavjevning for en membranisolert permanent utstøpning.

### 3. KOMPLETTERINGSARBEIDER

Den permanente sikring bør utføres adskilt fra selve tunneldrivingen og alle arbeider må være avsluttet før tunnelen åpnes for trafikk. Sikringen bør bestå i et fåtall godt utprøvde metoder.

Etter at tunnelen er ferdig sprengt foretaes en grundig vurdering av stabilitetsproblemer samt vann- og frostproblemer i tunnelen. Vurderingen skal danne grunnlag for ferdigstillelse av tunnelen og bør foretaes i samarbeid med geolog.

Det er viktig at kompletteringsarbeidene utføres i den riktige rekkefølge som normalt er slik:

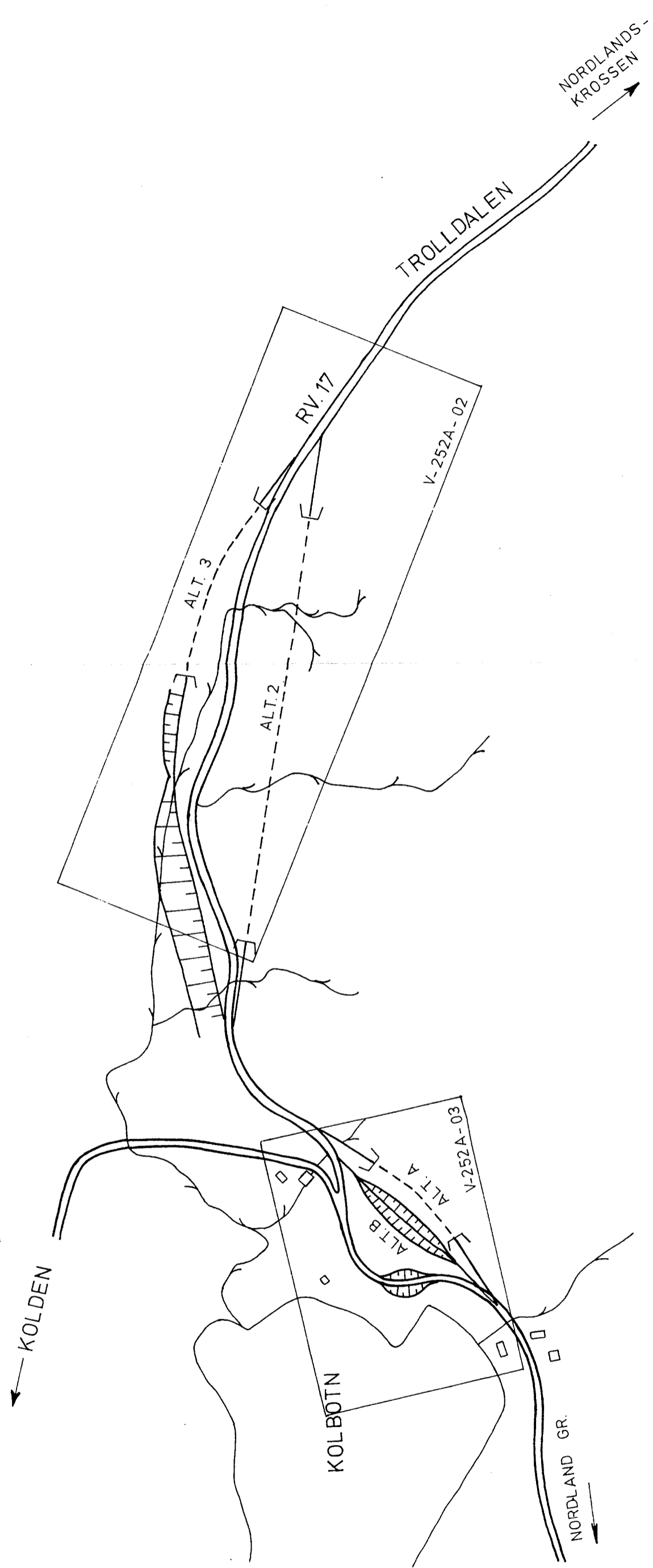
- a) Tunneltverrsnittet fotoprofileres for å gi nøyaktig oversikt over hvilke plass en har til rådighet.
- b) Eventuell ekstra utstrossing utføres etter behov
- c) Tunnelens dybde justeres om nødvendig og alle grøfter sprenges ferdig
- d) Berget forsterkes med korrosjonsbeskyttede bolter.
- e) Betongutføring fra arbeidssikring og forøvrig spesielt dårlig berg forsterkes med kontaktutstøpning og normalt ny utstøpning med membran

- f) Det utføres vannsikring med platetak, isolert eller uisolert. Dersom injeksjon vurderes som en mulig tettingsmetode, bør den utføres først.
- g) Nødvendig rensk av grøfter og såle samt isolering av grøfter og såle og legging av overgygning fjøres når skader og ulemper fra anleggstrafikken ventes å bli bli minst mulig. Imidlertid bør sålen ikke isoleres før arbeidene med kontaktutstøpning og platetak er utført.
- h) Installasjon av lys og ventilasjon bør foretas som siste arbeidsoperasjon.

Nærmere beskrivelse av de anførte sikringsmetoder finnes i Veglaboratoriets meddelelser og interne rapporter som kan skaffes på forespørsel.

Meddelelse fra Veglaboratoriet: Nr. 48 Sikring av tunneler

|               |     |  |
|---------------|-----|--|
| Int.rapp. nr. | 601 | Fleksibel forskalingsrigg for utstøping av vegtunneler                                   |
| "             | "   | " 689 Vanntetting ved injeksjon  |
| "             | "   | " 701 Forslag til oppbygging av vegoverbygging i tunneler                                |
| "             | "   | " 754 Utstøping av vegtunneler   |
| "             | "   | " 773 Vann- og frostsikring i vegtunneler med platetak                                   |
| "             | "   | " 807 Forsiktig tunnelsprengning   |
| "             | "   | " 882 Vann- og frostsikring NIF - kurs Vegtunneler - planlegging, bygging og vedlikehold |
| "             | "   | " 886 Tunneler. Forslag til kap. 10 i Vegnorm - Vegbygging                               |

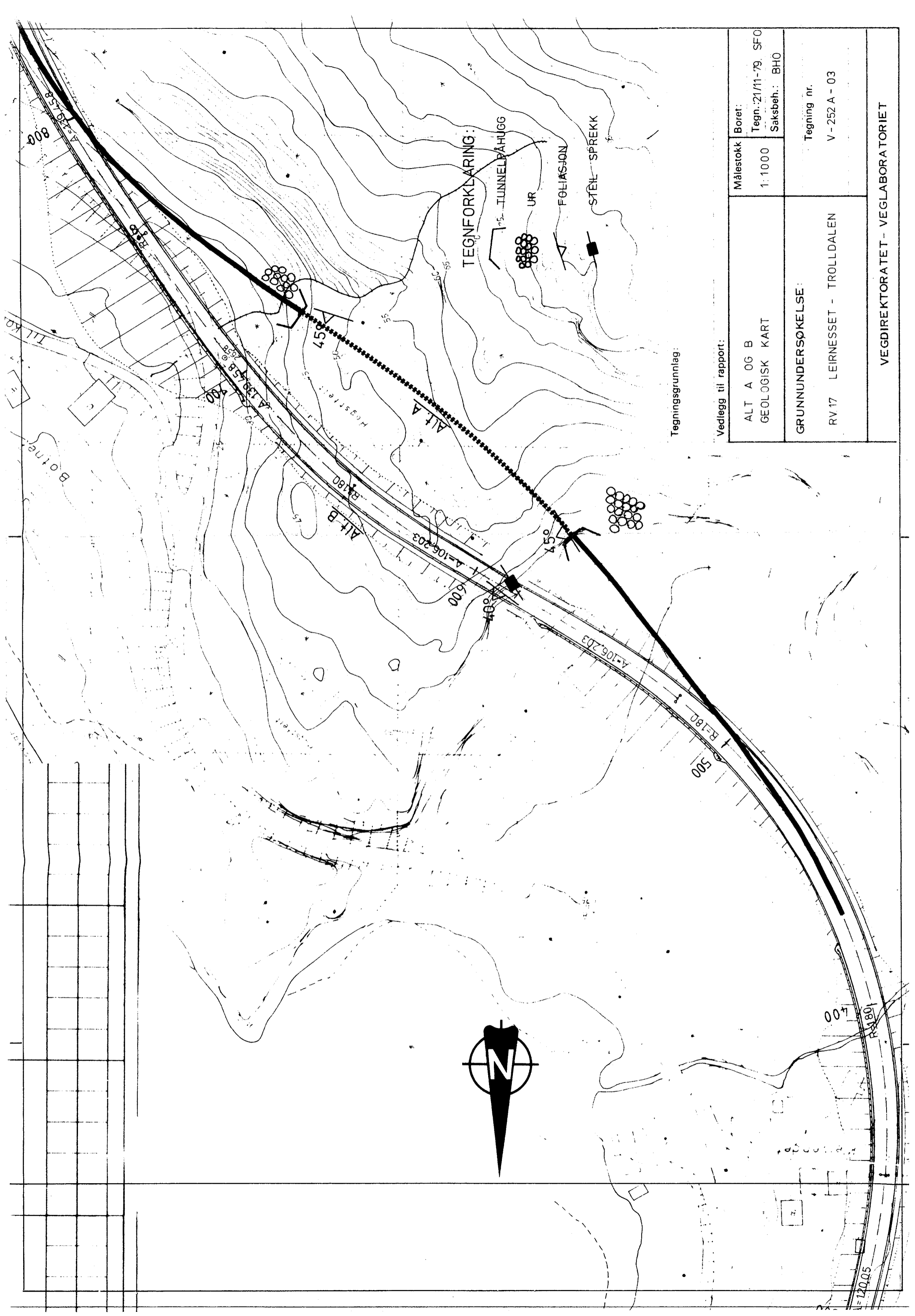


Tegningsgrunnlag:

Vedlegg til rapport:

|  |                              |                                      |
|--|------------------------------|--------------------------------------|
| OVERSIKTSKART                                      | Målestokk                    | Boret:                               |
|  | CA 1: 5000                   | Tegn.: 21/11 79 SFO<br>Saksbeh.: BHO |
| GRUNNUNDERSØKELSE:<br>RV.17 LEIRNESSET - TROLDALEN | Tegning nr.<br>V - 252A - 01 |                                      |





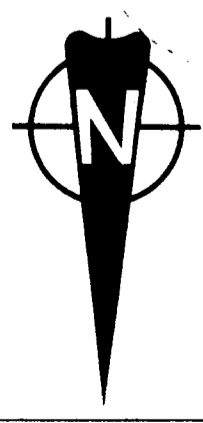
TEGNFORKLARING:

- 1:5 TUNNELPÅHUGG
- UR
- FOLIASJON
- STEIL SPREKK

Tegningsgrunnlag:

Vedlegg til rapport:

|                                   |                      |
|-----------------------------------|----------------------|
| Målestokk                         | Boret:               |
| 1:1000                            | Tegn.: 21/11-79. SFO |
|                                   | Saksbeh.: BHO        |
| GRUNNUNDERSØKELSE:                |                      |
| RV 17 LEIRNESSET - TROLLDALEN     |                      |
| Tegning nr.                       |                      |
| V - 252 A - 03                    |                      |
| VEGDIREKTORATET - VEGLABORATORIET |                      |



M.O.H.

A

120

110

100

90

80

70

B

TEGNFORKLARING :

--- ANTATT FORLÖP FOR FJELLOVERFLATEN

--- LÖSMASSER, VESENTLIG MYR

EKS. VEG



ALT. 3



ALT. 2

Tegningsgrunnlag:

Vedlegg til rapport:

|   |                               |                                      |
|---|-------------------------------|--------------------------------------|
| TVERRPROFIL A - B                                       | Målestokk                     | Boret:                               |
|   | 1 : 500                       | Tegn.: 29/11-79 SFO<br>Saksbeh.: BHÖ |
| GRUNNUNDERSØKELSE:<br>RV. 17 LEIRNESSET -<br>TROLLDALEN | Tegning nr.<br>V - 252 A - 04 |                                      |