

# Tunnel under Sløverfjorden

## Ingeniørgeologiske vurderinger

921065-1

1. november 1992

**Oppdragsgiver:** Statens Vegvesen, Nordland

**Kontaktperson:** Knut E. Sjursheim

**Kontrakt:** Avtaledokument datert 10/9-92

### For Norges Geotekniske Institutt

**Prosjektleder:**

  
Arild Palmstrøm

**Rapport utarbeidet av:**

  
Arild Palmstrøm

**Rapport sjekket av:**

  
Fredrik Løset

## Sammendrag

Tunnelen vil for det meste gå i mangeritt, en monzonittisk dypbergart som består vesentlig av feltspat og pyroksen. Den er generelt mye gjennomsluttet av lange sprekker eller sprekkesoner som til dels har en ugunstig orientering i forhold til tunnelen. Dette vil kunne bevirke sikringsarbeider over lengre strekninger der disse skjæres av tunnelen.

Partiene mellom de lange sprekkeene er for det meste moderat oppsprukket. Det forventes vannlekkasjer fordi mange sprekker synes å være uten (tettende) sleppemateriale.

I et parti ved Storvatnet er det muligens flere svakhetssoner som krysser hverandre. Lekkasjer og lav stabilitet kan opptre her.

I første del av tunnelen på NØ side (sør for Kløvhaugen) er det liten fjelloverdekning og mulighet for vannlekkasjer og dagfjell med lav stabilitet.

Relativt flattliggende sprekker vil ventelig opptre i tunnelen, hvilket kan medføre redusert stabilitet og sikringsarbeider.

## INNHold

	<i>Side</i>
SAMMENDRAG .....	2
1 INNLEDNING .....	4
2 TOPOGRAFI OG GEOLOGI .....	4
2.1 Topografi	
2.2 Geologisk oversikt	
2.3 Bergarter	
3 TEKTONIKK .....	6
3.1 Oppsprekking, sprekkekarakter og sprekkeretninger	
3.2 Oppsprekkingsgrad	
3.3 Svakhetssoner	
4 UTFØRTE UNDERSØKELSER .....	8
5 INGENIØRGEOLOGISKE VURDERINGER AV GRUNNFORHOLDENE .....	9

## FIGUROVERSIKT

Fig. 1 Intensitetsrose for lineamenter i Lofoten - Vesterålen området

Fig. 2 Sprekkerose for a) Årnøy (sørvestre del av tunnelen) og for  
b) Kløvhaugen-Svartgalten (nordøstre del av tunnelen)

Fig. 3 Fordeling av de seismiske fjellhastighetene.

## TEGNINGER

Tegn. nr. 921065-1 Ingeniørgeologisk oversiktskart

## 1 INNLEDNING

Denne rapporten gir et sammendrag og vurderinger av de undersøkelser som er gjort av grunnforholdene langs tunnelen. I hovedsak er dette fra:

- Ingeniørgeologisk feltkartlegging, utført av Geoteam A/S og Nordland vegkontor.
- Akustiske målinger i Sløverfjorden over tunnelen utført av Geomap A/S.
- Refraksjonsseismiske målinger i sjøen og på land utført av Geoteam A/S.
- Laboratorieundersøkelser av bergarter utført av SINTEF.

I tillegg til en kort befaring til området er det foretatt tolkning av flyfotos i målestokk 1 : 15 000.

## 2 TOPOGRAFI OG GEOLOGI

### 2.1 Topografi

Årnøy som utgjør den sørvestre del av tunnelen, har ujevn topografi med en del markerte forsenkninger og søkk, mens det ved NØ del av tunnelen i området Kløvhaugen - Svartgalten er noe roligere terrengformer.

Bortsett fra løsmasser i de nevnte forsenkninger, samt i noen viker, på noen strender og i noen myrområder, er området på Årnøy godt blottlagt. På østsiden av Sløverfjorden er en del av berggrunnen dekket med løsmasser og/eller vegetasjon som vist på tegn. nr. 921065-1.

### 2.2 Geologisk oversikt

7 Berggrunnen i området som tilhører 'Raftsund mangeritt intrusjon'. Bergartene som regnes å være 1800 - 1600 mill. år gamle, ble dannet ved intrusjon av magma (smeltetmasse) med gabbroid sammensetning i en periode med fjellkjedefoldninger og metamorfose. Derneft ble berggrunnen utsatt for påvirkning ved følgende hovedhendelser:

- \* Etter intrusjonen var det en periode med jordskorpestrekning og påfølgende gang-intrusjon (av bl.a. gabbro).
- \* En ny metamorfoseperiode med foldninger for 1100 - 900 mill. år siden påvirket bergartene i mindre grad.

- \* I sen-prekambrisk tid (900 - 600 mill. år siden) førte oppskyvninger til at bergartene ble brakt fra en dyp til en høy plassering i jordskorpen.
- \* Den kaledonske fjellkjedefoldning (for 500 - 300 mill. år siden) som var sterk ellers i Norge, påvirket bergartene innen området i relativt liten grad.

I dag representerer berggrunnen en isolert del av det norske grunnfjellet.

3 Ut fra studier av Landsat satelittbilder er det påvist 3 hovedretninger av lineamenter (strukturer) i området: NØ - SV, NV - SØ og N - S. I tillegg er det en mindre utpreget retning Ø - V som vist i fig. 1.

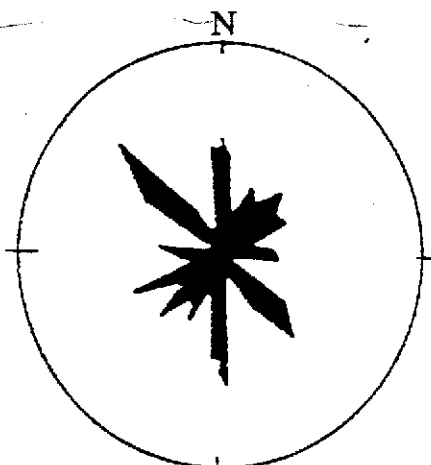


Fig. 1. Intensitetsrose for lineamenter i Lofoten - Vesterålen området.

### 2.3 Bergarter

2 Det vesentligste av bergartene innen området for tunnelen utgjøres av en grov- til middelskornet mangeritt. Dette er en monzonittbergart (granitt uten kvarts) som her består hovedsaklig av feltspat og pyroksen. Farven på fjellblotninger varierer fra forholdsvis lys brun/rødbrun til brunsort forvitrede flater og gråhvit på friske bruddflater.

På østre side av fjorden er det registrert to ganger av gabbro, se tegn. nr. 921065-1. Det er også observert mindre ganger av gabbro på Årnøya, men disse ventes ikke å treffe tunnelen. Videre finnes partier av folierte bergarter med gneis-karakter enkelte steder. Mindre pegmatitt- eller feltspatganger finnes ujevnt fordelt i det aktuelle området. Ingen av disse sistnevnte bergartene er angitt på tegn. nr. 921065-1.

### 3 TEKTONIKK

#### 3.1 Oppsprekking, sprekkekarakter og sprekkeretninger

Karakteristisk for berggrunnen i området er de mange og lange sprekker eller slepper, eventuelt sprekkesoner som gjennomsetter berggrunnen. Av tegn. nr. 921065-1 og fig. 2a fremgår at hovedretningene av sprekker på Årnøy er N10-20°, Ø-V og NV-SØ. Det er særlig førstnevnte retning som her er utviklet.

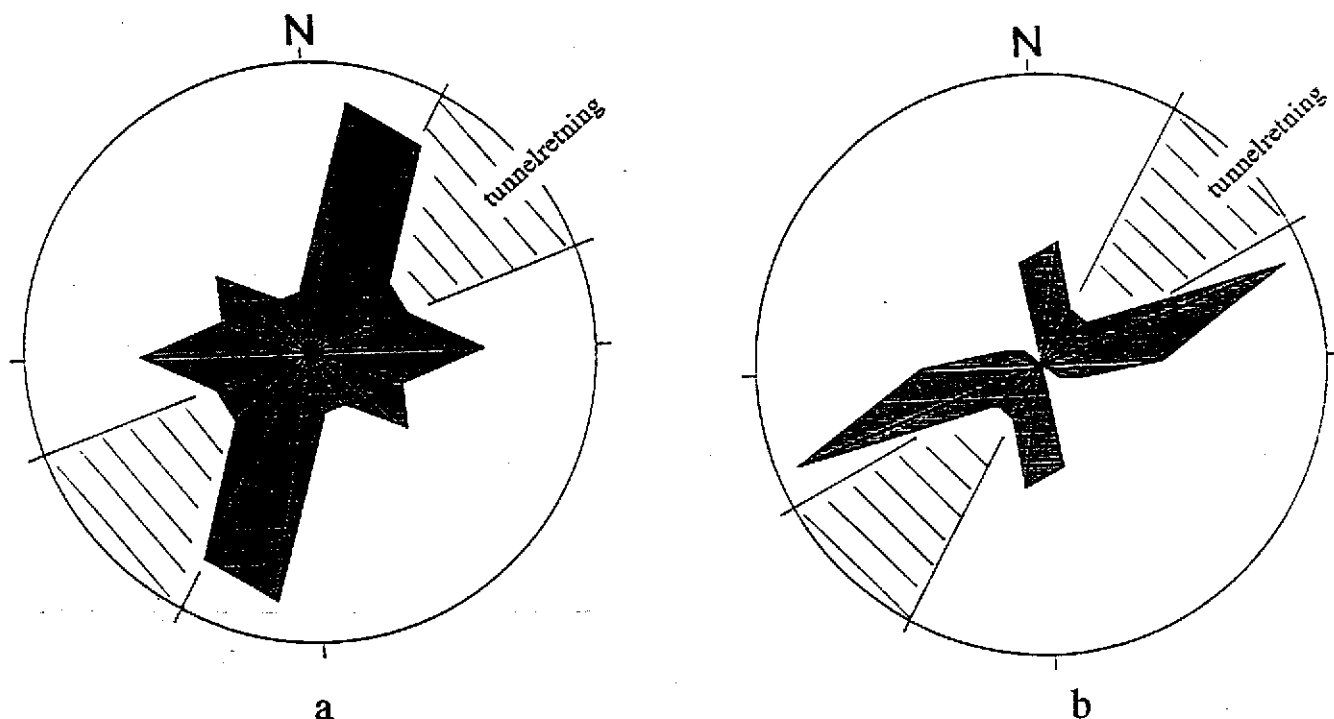


Fig. 2. Sprekkerose for a) Årnøy (sørvestre del av tunnelen) og for b) Kløvhaugen-Svartgalten (nordøstre del av tunnelen).

I området ved nordøstre del av tunnelen er det to markerte retninger. Her er det vesentlig sprekker med retning N70-90° som dominerer. Også på denne siden av fjorden opptrer retningen N0-30°. Bare få sprekker er observert med andre retninger i dette området.

Ved sammenligning av fig. 1 og fig. 2 sees at sprekkeretningene i de to områdene for tunnelen stort sett er de samme som opptrer for lineamentene.

I tillegg til de steile sprekkene (som fremgår tydelig på flyfotos), opptrer en del sprekker med midlere fall (40-80°). Dessuten opptrer mange flattliggende sprekker (fall 0-30°). Disse er normalt lengre enn 5 m og forekommer meget ujevnt fordelt. De synes ofte å ha hatt innvirkning på utviklingen av dagfjellsforvitringen.

Sprekkene i området er gjennomgående ru og forholdsvis plane, med lengde normalt i størrelsesorden 3 - 10 m. Det er vanskelig ut fra overflateobservasjoner å se om de større sprekkene har belegg pga. forvitring i overflaten. Det virker som de vanligvis er uten materiale. I sprengte vegskjæringer på fastlandet kunne det konstateres at de fleste mindre sprekkene i samme bergarter synes å være uten belegg eller materiale.

De fleste sprekkene med moderat lengde (1 - 3 m) er forholdsvis plane. Lengre sprekker har ofte noe bølgete forløp. Det finnes imidlertid en del unntak.

Noen av de større sprekkene/sleppene som er angitt på tegn. nr. 921065-1, opptrer sannsynligvis som sprekkesoner, eventuelt mindre svakhetssoner. Det er antatt at moderate seismiske hastigheter på 4000 - 5000 m/s ofte representerer slike strukturer. Moderate seismiske fjellhastigheter i profilene på sjøbunnen tyder på at de markerte sprekke-/sleppestrukturene fortsetter utover i Sløverfjorden.

### 3.2 Oppsprekkingsgrad

Selv om det på kartet synes å være en viss regelmessighet i sprekkeretningene innen området, er det pga. en del mindre sprekker ofte mer tilfeldige sprekkeretninger i felten, noe som gjør oppsprekkingen mer uregelmessig og uoversiktlig. Derfor er det vanskelig å angi noen karakteristiske avstander mellom sprekkene innen de ulike retningene.

I tilknytning til sprekkesoner eller lengre sprekker er det i sidefjellet ofte nær parallelle, korte (0,5 - 2 m) sprekker med innbyrdes avstand 0,1 - 0,2 m. Disse sidesprekkene kan forekomme på en eller begge sider.

I massivene mellom de store sprekkene/sleppene opptrer for det meste moderat oppsprekkingsgrad med enkeltblokker i gjennomsnitt med volum 1 - 10 m<sup>3</sup>. Stedvis opptrer naturlig mindre og større blokker ujevnt fordelt.

Normalt er enkeltblokkene noenlunde likesidet, men ved de større sprekke/sleppene forårsaker parallellsprekker i sidefjellet at de får flatere eller mer langstrakt form, samtidig som økende oppsprekningsgrad her bevirker at blokkene avtar i volum.

I områder der det er kort avstand mellom de store sprekke/sleppene, er det naturlig større oppsprekningsgrad, pga. påvirkning fra disse.

### 3.3 Svakhetssoner

Det er ikke påvist større, regionale svakhetssoner i området for tunnelen. En partier med lave fjellhastigheter ( $< 4000$  m/s) i de refraksjonsseismiske målingene tyder på at det kan opptre svakhets-soner. Som nevnt over er det ikke usannsynlig at enkelte av de angitte lengre sprekke vil opptre som sprekkesoner eller som mindre svakhetssoner.

Intensitetsrosen i fig. 1 viser fordelingen av lineamenter (større soner) i Lofoten-Vesterålen området.

I det overdekkede området ved Storvatnet er det usikkert hvorvidt det forekommer en eller flere svakhetssoner. Vår tolkning av forholdene her (vist på tegn. nr. 921065-1), er at det synes å opptre en sone NØ-SV slik lavhastighetssoner i de seismiske profilene tilsier, samt at det er kryssende sprekke/sprekkesoner etter hovedretningene N10 - 30 og N 100.

## 4 UTFØRTE GRUNNUNDERSØKELSER

I tillegg til ingeniørgeologisk kartlegging er følgende undersøkelser utført:

Akustiske målinger i fjorden. Ut fra disse er det fremstilt bunnkotekart og fjellkotekart. På tegn. nr. 921065-1 er bunnkotekartet vist.

Refraksjonsseismiske målinger både på land og i sjøen. Beliggenheten av disse er vist på tegn. nr. 921065-1 der også opptreden av moderate og lave fjellhastigheter er vist. Størst løsmassemekktighet er målt der fjorden er dypest der det er ca. 10 m løsmassetykkelse over tunnelen. Det dypeste punktet i fjelloverflaten ligger på kote -73. Fig. 3 viser fordelingen av de seismiske hastighetene i profil parallelt tunnelen og på tvers av tunnelen.

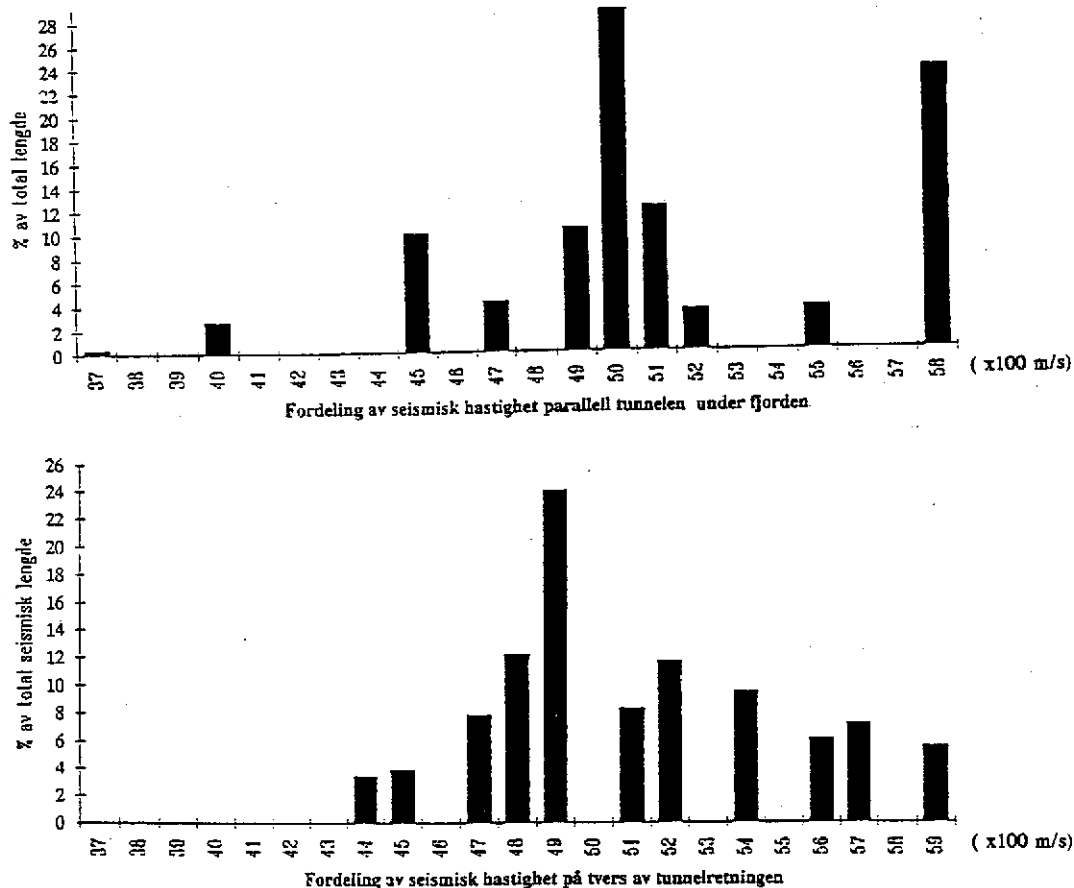


Fig. 3. Fordeling av de seismiske fjellhastighetene.

## 5 INGENIØRGEOLOGISKE VURDERINGER AV GRUNNFORHOLDENE

De ofte lange sprekke/sleppene i området vil kunne innvirke både på drive- og stabilitetsforhold i tunnelen, særlig der disse skjærer tunnelen under en liten vinkel. Som nevnt kan slike strukturer vise seg å være små eller stedvis moderate svakhetssoner. Mange steder vil kryssing av store sprekker/slepper kunne gi ustabile partier over lengre strekninger i tunnelen.

Ved Storvatnet er det som nevnt et område med løsmasser hvor det er vanskelig å tolke bergforholdene. Det er mulig at det her opptrer flere svakhetssoner som krysser hverandre, eller at det er sprekke-/sleppesoner i flere retninger som møtes. I dette området er det viktig med godt planlagt drift når det gjelder sonderboringer og beredskap til å utføre injeksjon og hurtig sikring på stuff.

Mange sprekker kan vise seg å være vannførende ettersom (tettende) sleppemateriale synes å mangle. I eventuelle sprekkesoner uten materiale kan det muligens opptre store lekkasjer. Der sleppemateriale opptrer, er det ikke usannsynlig at svelleleire vil være tilstede.

De fleste av de sprekke/sleppene som er angitt på tegn. nr. 921065-1 er forholdsvis steile. I tillegg opptrer sprekker med moderat fall mange steder. Flattliggende sprekker/slepper er observert mange steder i området. Forekomst av disse i tunnelnivå kan vanskelig angis ut fra overflatekartlegging. Det er imidlertid sannsynlig at slike sprekker vil opptre i tunnelen og det bør derfor påregnes at disse vil innvirke på drive- og stabilitetsforholdene.

Hovedsprekkeretningene vil for en stor del skjære tunnelen med relativt ugunstig (liten) vinkel. Da disse sprekke ofte er lange, vil de kunne føre til økt sikringsomfang over lengre strekninger.

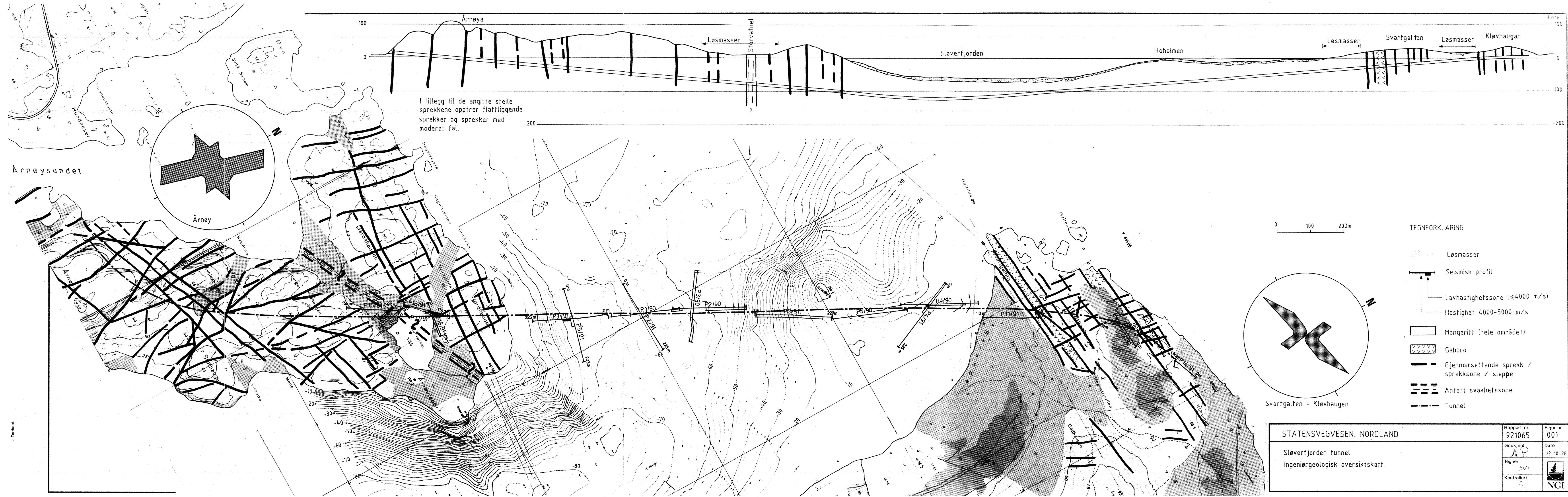
På den første delen av tunnelen fra østre påhugg (ved Kløvhaugen) har tunnelen liten fjelloverdekning. I påhuggsområdet er det en del blokkdannelser i overflaten. Under myrområdet mellom Brennhaugen og Kløvhaugen har tunnelen bare ca. 10 m fjelloverdekning. Seismiske målinger her viser stedvis moderate fjellhastigheter, hvilket kan tyde på sprekkesoner. Myrdannelsene i terrengoverflaten kan bevirke lekkasjer. I det meste av denne første tunnelstrekningen på ca. 300 m forventes det dagfjellskarakter.

Under sjøen har tunnelen fjelloverdekning på 40 - 60 m langs en del av strekningen. Dette gir en relativt høy gradient, hvilket vil kunne øke lekkasjen langs mulige åpne sprekker. Stedvis viser de seismiske målingene at det kan være en del dagfjell i sonen nærmest fjelloverflaten.

# dokumentkontrollside

<b>Oppdragsgiver / Prosjekt</b> Statens vegvesen, Nordland				<input type="checkbox"/> NS-ISO 9001 <input type="checkbox"/> NS-ISO 9002 <input type="checkbox"/> NS-ISO 9003 <input type="checkbox"/> Egen kontroll			
Kontraktnr.				Sign. .... <i>FL</i> ....			
NGIs prosjektnr. 921065							
<b>Dokumenttittel</b> Tunnel under Sløverfjorden Ingeniørgeologiske vurderinger				Dokument nr. 921065-1			
Utarbeidet av Arild Palmstrøm				Dato 1.11.92			
Skal kontrollers av: Sign. .....	Kontrolltype	Dokument		Revisjon 1		Revisjon 2	
		Godkjent		Godkjent		Godkjent	
		Dato	Sign.	Dato	Sign.	Dato	Sign.
FL	Helhetsvurdering*			17/8-93	FL		
FL	Språk			17/8-93	FL		
FL	Logisk			17/8-93	FL		
	Teknisk - skjønn						
	- total						
	- tverrfaglig						
FL	Utforming			17/8-93	FL		
	Slutt			18/8-93	FL		
JGS	Kopiering						
* Gjennomlesning av hele rapporten og skjønnsmessig vurdering av innhold og presentasjonsform.							
Dokument godkjent for utsendelse		Dato 17/8-93		Sign. Fredrik Løset			





I tillegg til de angitte steile sprekkene opptrer flattliggende sprekker og sprekker med moderat fall

- TEGNFORKLARING
- Løsmasser
  - Seismisk profil
  - Lavhastighetszone ( $\leq 4000$  m/s)
  - Hastighet 4000-5000 m/s
  - Mangeritt (hele området)
  - Gabbro
  - Gjennomsettende sprekk / sprekkssone / sleppe
  - Antatt svakhetssone
  - Tunnel

STATENSVEGVESEN, NORDLAND		Rapport nr. 921065	Figur nr. 001
Sløverfjorden tunnel. Ingeniørgeologisk oversiktskart.		Godkjent AP	Dato /2-10-28
		Tegner SN/1	
		Kontrollert	

J. Terrakopi