

Oppdrag: T206B

Rapport nr: 3

TUNNEL VALDERØYA - ELLINGSØYA - NØRVØYA
FORSLAG TIL VIDERE GEOLOGISKE UNDERSØKELSER

Statens Vegvesen, Veglaboratoriet,

Gaustadalleen 25, Postboks 8109, Oslo Dep.



fylke: Møre og Romsdal

anlegg:

parsell: Vigra - Ålesund

profil:

UTM-ref.:

seksjon: 46- Geologisk

saksbehandler: A. Grønhaug/J. Grøndal

dato: Mai 1984.



VEGLABORATORIET

rapportsammendrag

INTERN RAPP. NR./OPPDR. NR.

111	A	Rapportstatus*) O	Seksjon 46	Prosjekt	Gruppe:	T206B nr. 3
-----	---	----------------------	---------------	----------	---------	-------------

1 2 3 4 5 21 31 41 51 61 71

TITTEL	212	A	Tunnel Valderøya - Ellingsøya - Nørvøya. Forslag til videre geologiske undersøkelser.			
--------	-----	---	--	--	--	--

SAKS-BEHANDLER	221	A	Navn Arne Grønhaug	Institusjon Veglaboratoriet
		B	Jørn Grøndal	_____ " _____
		C		

RAPPORT DATA	421	A	Rapporttype**) O	Dato		
		B	Totalt sidetall 11	Språk Norsk		
		C	Antall fotos	Ant. figurer 7	Ant. tabeller	Ant. litt.henv.
		D	Sammendrag i andre språk		UTM ref. 32VLOS133-5532-5430	

SAMMENDRAG	511	A	<p>Det forutsettes videre undersøkelser i området. Av hensyn til tidsplanene er det nødvendig at undersøkelsene kommer i gang så tidlig som mulig og at de fortsetter kontinuerlig.</p> <p>Undersøkelsene bør drives så rasjonelt som mulig innenfor den forsering som er ønsket.</p> <p>Som grunnlag for undersøkelsene er det brukt de geologiske vurderinger og antatt sikringsomfang som er skissert i rapport nr. 2. Det er satt opp prioritering av undersøkelser ut i fra disse vurderinger. Undersøkelsene ønskes prioritert på følgende måte:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1a. Geologisk kartlegging på land. b. Kjerneboring, seismikk, dykkerundersøkelser og fjellkontrollboringer. Undersøkelser av fjelloverdekning, bruddsoner og berggrunnsforhold. Ellingsøy- og Valderhaugfjorden. 2. Seismikk og fjellkontrollboringer. Undersøkelse av fjelloverdekning og berggrunnsforhold ved Valderhaug dersom det er et ønskelig alternativ med påhuggsområde her. 3. Fjellkontrollboringer. Påhuggsområder ved Ålesund og på Valderøya. <p>Undersøkelsene vil ha kostnader på 4 mill. kr.</p> <p>Undersøkelsene vil danne grunnlaget for å bestemme den endelige tunnel-trasé, for å lokalisere vanskelige berggrunnsforhold og for å anslå sikringsomfang og kostnader for tunnelen. Undersøkelsene ønskes utført i løpet av 1984.</p>		
------------	-----	---	---	--	--

FAG-OMR.	611	A	Prosjektering av tunnel	IRRD kode 25
		B	Grunnundersøkelse, fjell	41,3
		C		

NØKKELOD	621	A	Geologi	4053
		B	Sprekk	4089
		C	Struktur	4076
		D		
		E		
		F		
		G		
		H		

*) 111A: N = ny
O = oppdatert

**) 421A: FoU = forskning og utvikling K = konferansebidrag O = oppdrag
F = forskrifter/normaler A = artikkel

INNHold

- I INNLEDNING
- II VIDERE GEOLOGISKE UNDERSØKELSER
- III ARBEIDSMETODIKK
- IV GROVT KOSTNADSOVERSLAG FOR UNDERSØKELSENE
- V KONKLUSJON

BILAG

- Vedlegg 1i Bygging av vegtunneler
- Bilag 1C Forskrifter for fjellundersøkelse ved lufthammerboring
- Bilag 1D Forskrifter for framgangsmåte ved kjerneboring
- Bilag 1G Retningslinjer for geologiske undersøkelser
- Tegning T-206b-09: Tegnforklaring
- " " 10: Forslag til videre undersøkelser i Ellingsøyfjorden
- " " 11: Forslag til videre undersøkelser i Valderhaugfjorden
- " " 12: Forslag til videre undersøkelser på Valderøya
- " " 13: Profil for borplan, Ellingsøyfjorden
- " " 14: " " " , Valderhaugfjorden
- " " 15: " " " " .

I. INNLEDNING

For å skaffe grunnlag for et sikrere kostnadsoverslag, redusere faren for uforutsette forhold under drift, samt justere traséen til best mulige berggrunnsforhold og dybde er det nødvendig å utføre videre geologiske undersøkelser under detaljplanleggingen. Disse undersøkelsene vil nødvendigvis ta en del tid og forsering medfører parallell planlegging og økte kostnader.

For å oppnå et best mulig teknisk og økonomisk resultat er det nødvendig å fortsette grunnundersøkelsene kontinuerlig.

Det vil i det følgende vurderes hva som er grunnlaget og hensikten for videre undersøkelser, i hvilke områder undersøkelsene bør konsentreres, undersøkelsesmetodikk og det vil bli satt en grov tids- og kostnadsramme for undersøkelsene.

II. VIDERE GEOLOGISKE UNDERSØKELSER

Hensikten med videre geologiske undersøkelser vil være å skaffe tilveie så mye informasjon som mulig om berggrunnsforholdene og fjelloverdekningen i området, slik at man får best mulig grunnlag til å loaklisere den geologisk gunstigste tunneltrasé, lokalisere vanskelige berggrunnsforhold som krever spesielle drift- og sikringsmessige tiltak og for å anslå sikringsomfang og kostnader for tunnelen.

Det er derfor viktig å detaljundersøke områder for den mest gunstige trasé, samtidig som det er av stor betydning å undersøke områder øst og vest for Ålesund der det er mest sannsynlig at berggrunnen som finnes på bunnen av Ellingsøy- og Valderhaugfjorden stryker på land.

Som grunnlag for de videre undersøkelsene er det lagt vekt på de geologiske vurderinger og anslått sikringsomfang i rapport nr. 2. På s. 10 i rapport nr. 2 er overslag over sikringsomfang satt opp i en tabell I ut i fra gunstige og ugunstige berggrunnsforhold. Det tas utgangspunkt i tabellen for å legge opp en ramme for de videre undersøkelser.

Tabell I

Prioritet	Sikringsmetode	Mengde	Sikringskostnad	Sted	Metode	Mengde
1	Frysing	0-30 lm	0-10 mill.kr.	Ellingsøy- og Valderhaugfjorden	Kjerneboring (skråhull)	-1500 lm
2	Utstøping	500-1000 lm	10-20 mill.kr.	"	-Kjerneboring -Seismikk -Dykkerund. -Fjellkontrollboringer	-1800 lm -1350 " -diverse " "
3	Vannlekkasje, innjisering -Membranutstøpn. -Platehvelv -PE-skum -Forinjeksjon -Etterinjeksjon	Diverse	30-40 mill.kr.	Ellingsøy- og Valderhaugfjorden, Nørvøya, Valderøya, Ellingsøya	-Kjerneboring -Vanntaps- -måling " -Geologisk kartlegging	-1800 lm -1350 lm -diverse
4	Oppsprukket berggrunn -Bolter, bånd og nett	"	10-45 mill.kr.	"	Alle metoder	-diverse

Tabell I viser hvilke forhold som ønskes undersøkt nærmere og hvilket sikringsomfang og -kostnader som ønskes vurdert. Det er angitt område for hvor undersøkelsene ønskes utført, hvilke undersøkelsesmetoder som forutsettes benyttet og hvilket omfang undersøkelsene bør ha.

Når det gjelder mengden av undersøkelser vil samme type undersøkelse gi viktig informasjon om flere av forholdene. For kjerneboring og seismikk forutsettes det f.eks. henholdsvis 1800 og 2000 lm. De gjennomsnittlige lekkasjeforhold bør undersøkes ved kjerneboring for å gi vurderingsgrunnlag for gunstigste dybde for tunnelen.

Undersøkelser og arbeidsmetodikk er nærmere spesifisert under kapitell III.

III. ARBEIDSMETODIKK.

For å gjennomføre de videre geologiske undersøkelsene er det viktig å velge de undersøkelsesmetoder som gir mest mulig informasjon om fjelloverdekning og berggrunnsforholdene generelt.

Aktuelle undersøkelsesmetoder er

- Geologisk kartlegging
- Dykkerundersøkelser
- Kjerneboring
- Seismikk
- Fjellkontrollboringer
- Vanntapsmålinger

Når det gjelder overdekkete områder er det kun kjerneboring som kan gi oss direkte informasjon om berggrunnsforholdene, bortsett fra fjellkontrollboringer som kan gi oss dybden til fjelloverflaten i bestemte punkter.

Seismikk er en indirekte geofysisk målemetode som kan gi oss indikasjoner på gjennomsnittlig fjelloverdekning og berggrunnsforhold.

A. Geologisk kartlegging.

En kortvarig feltundersøkelse kan bare gi et generelt overblikk over bergarter og strukturer, -særlig i et område der berggrunnen er så dårlig kjent på forhånd som i dette tilfellet. Det bildet vi har fått ved den foreliggende, rent rekognoserende undersøkelse bør derfor utfylles både i detaljer og format ved fortsatte undersøkelser. For å få rede på hvilke bergarter og strukturer en kan regne med å treffe under Ellingsøy- og Valderhaug fjorden vil det bli nødvendig å finne ut hvor bergartene i fjordene går på land. Da strøkretningen er omkring øst-vest, og samme retning som fjordene, betyr det at en må gå langt utenom det nærmeste tunnelområdet på Nørvøy, Ellingsøy og Valderøy.

Bergartene under Ellingsøyfjorden antas å stryke på land på Godøy i vest og nær Skodje i øst. En eventuell svakhetssone under Valderhaugfjorden vil kanskje stryke på land først ved Hamsund. For å kunne forutsi berggrunnen under fjordene bør en gå opp snitt i disse områdene. En bør være spesielt opp-

merksom på mulig tilstedeværelse av opprinnelige sedimentære bergarter som glimmergneis og marmor. Soner av slike bergarter opptrer sør på Nørvøya og på nordspissen av Vigra, og en kan ikke se bort i fra at de opptrer også stripevis andre steder. En generell kartlegging av disse bergartene vil gi en pekepinn på hvordan de opptrer strukturelt og dermed bedre muligheter til forutsigelse av hvordan de eventuelt opptrer i overdekkete og oversvømmede områder.

Bergartene er hittil ikke bestemt på annen måte enn ved inspeksjon i felt. En skikkelig geologisk undersøkelse vil kreve at de aktuelle bergartene også undersøkes i tynnsnitt med tanke på å få et anslag over innholdet av kvarts, feltspat, amfibol og glimmer, og kanskje også kloritt i de mer gjennombevegede, skifrige sonene.

Rent konkret kan det foreslås følgende undersøkelser for å få bedre kontroll over geologien ved tunnelprosjektet:

1. Fortsatt geologisk kartlegging på Ellingsøya, Valderøya og Nørvøya for å få fastlagt bergartsgrenser, sprekkesoner og sprekkesett for presentasjon i målestokk 1:1000, 1:5000 og 1:20000.
2. Utvidelse av undersøkelsesområdet til Godøya og Hamnsund for å få snitt som forteller noe om geologien under Valderhaugfjorden, samt kystprofilen Borgund-Skodje hvor bergartene under Ellingsøyfjorden muligens stryker på land.
3. Generelt studium av de innsamlete bergartsprøver med standard metoder som f.eks. mikroskopiske undersøkelser.
4. Detaljstudium av sprekkesoner på kart i målestokk 1:1000 og 1:5000 i området langsmed de foreslåtte tunneltracéer.
5. Detaljundersøkelser av påhuggsområder.

Kartleggingen forutsettes utført av Veglaboratoriet. Det engasjeres to geologer og to studenter til dette. Kartleggingen utføres over en 14 dagers periode sommeren 1984 parallelt med andre undersøkelser i området. Geolog J. Grøndal vil være tilstede og lede undersøkelsene.

B. Kjerneboring.

Kjerneboring er en direkte undersøkelsesmetode. Ved å benytte kjerneboring sammen med vanntapsmålinger, vil man kunne få fram nødvendig informasjon om påvisning av berggrunn, bergartsfordeling, bergkvalitet, svakhets- og bruddsoner, forvitningsgrad og lekkasjeforhold. Likeledes vil man få grunnlag for vurdering av hvilken driftmetode som er best egnet, fullprofilboring eller konvensjonell drift.

Boringene vil samtidig gi oss et langt bedre grunnlag til å vurdere forholdene i de kritiske deler av fjordene ved at vi får god oversikt over berggrunnen her. Videre vil vi få et godt grunnlag til å vurdere sikringsomfang, driften generelt, justeringer av tracéen og ikke minst kostnader.

Det forutsettes at det benyttes kjerneboring for å undersøke de nevnte forhold. Vi foreslår en metode for kjerneboring der

det bores skråhull fra land langsmed de antatt beste tracéalternativer eller krysser traceene på kritiske steder i fjordene. Boringene bør gå ned mot det prosjekterte tunnelhvelv. Om nødvendig bør det benyttes utstyr som gir mulighet for å justere borretningen.

Speifikasjoner for boringene

Valderhaugfjorden.

Foruten de ovenfor nevnte forhold, anser vi det viktig å få undersøkt utbredelsen og kvaliteten av Kjeholmengabbroen. Dette vil få stor betydning for valg av driftsmetode.

Hull nr.1.

Det bør bores et hull i ØSØ-lig retning ut fra Laberget på Valderøya. I første omgang bør det bores 250 til 300m. Da antas sone 21 som er en bruddsone å være gjennomboret. Sonen kan få stor betydning for sikringsomfanget da det kan oppstå betydelig vannlekkasje. Dessuten er det viktig å fastlegge grensen mellom gneis og gabbro. Avhengig av resultatene fra undersøkelsene, må det bores eventuelt 300 til 350m videre i samme retning. Hullet er skissert i tegn.-11 og -14.

Hull nr.2.

Det forutsettes i tillegg en kjerneboring i N-S retning ut fra Kjeholmen. Det bør bores et vel 600m langt skråhull under det dypeste partiet i fjorden og gjennom sone 18. Seismikk indikerer at sone 18 er en vel 55m bred svakhetssone og at det dypeste partiet nord for sonen også kan ha dårlig berggrunn. Hull nr.2 er skissert i tegn.-11 og 15.

Ellingsøyfjorden.

Tilsvarende undersøkelser forutsettes også i Ellingsøyfjorden.

Hull nr.3.

Det forutsettes et lavvinklet skråhull i NNV-SSØ-lig retning ut fra Flatholmen. Det er i første omgang viktig å få gjennomboret sone 6 og 7. Sonene antas gjennomboret etter 350 til 400m. Sone 6 og 7 er medregnet blant de soner der det kan bli nødvendig med forsiktig drift, eventuell frysing og omfattende sikring. Det bør vurderes om det skal bores videre gjennom den dypeste delen av fjorden. Det kan være marmor eller skifrig og oppsprukket berggrunn i disse deler av fjorden. Borhullets lengde vil bli 550 til 600m.

Hull nr.4.

Det forutsettes videre at sone 5 gjennombores av et skråhull. Hullet bores ut fra Flatholmen mot Nørvøya. Hullets lengde antas å bli ca. 200m.

Hull nr.4 og 5 er skissert i tegn.10 og -13.

Dersom boringene gjennomføres etter spesifikasjonene, vil de kunne gi gode snitt gjennom berggrunnen på de aktuelle partier. Borhullene vil ha forholdsvis stor vinkel til foliasjonens strøketretning, en del viktige sprekkeretninger og svakhets- og bruddsoner i området.

Det kan bli ønskelig å ta orienterte kjerner som logges fortløpende av en geolog på stedet mens boringene pågår.
Det forutsettes at boringene påstartes snarest.

C.Dykkerundersøkelser.

Deler av fjelloverflaten ute i fjordene innenfor den aktuelle sektor antas å være fjell i dagen. Disse partier kan kartlegges av geologfroskemenn.
Det vil være aktuelt med prøvetagning, observasjon av bergarter og av strukturer, likeledes strøk- og fallmålinger av bergartsfoliasjonen og sprekeretninger.

Steder i fjordene der det antas å være bart fjell er skissert i tegn.-10 og -11.
Det bør forsøkes kartlegging i en del profiler i disse områder.

40 til 50 m antas å være største operasjonsdybde for froskemenn.

Ryggen som går ut i fjorden nord for Laberget i retning mot Kjøholmen er spesielt viktig å få undersøkt. En undersøkelse her vil kunne fortelle mye om utbredelsen av Kjøholmengabbroen. Dykkerundersøkelsene forutsettes utført i løpet av sommeren 1984.

D.Seismikk.

Seismikk er en aktuell indirekte undersøkelsesmetode. Seismikk kan benyttes både på sjø og land der berggrunn er overdekket. Det vil også være aktuelt å benytte seismikk til å styre og justere kjerneboring

Spesifikasjon for seismikk.

Ellingsøyfjorden.
Det forutsettes utlagt et seismisk profil på 225m. Utleget betegnes P 10 og legges som skissert i tegn.-10. Profilet legges med tanke på å finne det grunneste partiet av dyprennen i fjorden, slik at kjerneborhull nr.3 kan justeres til under dette parti.

Valderhaugfjorden.

Det forutsettes at tre utlegg á 225m legges ut først. Disse er betegnet P13,14 og 15 og skissert i tegn.-11. Disse tre profiler legges for å styre kjerneboringene under partier i fjorden der bergoverdekning og -kvalitet antas å være best.

Videre forutsettes to utlegg mot Ellingsøya. Profilene er betegnet P 11 og 12 og er skissert i tegn.-11. Disse to partier antas å være utilgjengelige for geologfroskemenn p.g.a. løsmasseoverdekning. Seismikken i P 11 og 12 må suppleres med videre undersøkelser.

Valdrøya - Valderhaug

Dersom det viser seg mulig å korte inn tunelltracéen, vil et alternativ være å legge tracéen på stigning i spiral under Valderhaug og med påhuggsområde mellom Giske rådhus og Laberget.

For å få undersøkt om det er tilstrekkelig fjelloverdekning her og om fjellkvaliteten er god nok, forutsettes det i første omgang seks seismiske profiler med 24 kanals kabel med en geofon-avstand på 5m.

Profilene vil ha en samlet lengde på ca.650m. De er betegnet som profil P16 til 21 og er skissert i tegn.-12. Seismikken i området må suppleres med videre undersøkelser.

Seismiske målinger på tilsammen 2000 lm i Ellingsøy-, Valderhaugfjorden og ved Valderhaug forutsettes utført sommeren 1984.

E. Fjellkontrollboringer.

Fjellkontrollboringer forutsettes benyttet i områder der det er tvil om fjelloverdekningen som ikke er undersøkt på annen måte og til og kontrollere seismiske målinger.

Det kan være aktuelt å utføre fjellkontrollboringer både på land og sjøen.

Mer spesifisert vil det være aktuelt å bore i følgende områder:

Ålesund.

Det vil være aktuelt å bore ved påhuggsstedet ved E 69 og Borgundvegen. Borplan settes opp etter befaring i området. Området er skissert i tegn.-10.

Valderhaugfjorden.

Det forutsettes boringer langs de seismiske profilene P 11 og 12 for å kontrollere disse. Borplan settes opp på grunnlag av seismikken. Det må bores fra lekter eller plattformer. Slike boringer vil bli forholdsvis kostbare.

Valderøya.

1. Valderhaug.

Boringer er nødvendig for å kontrollere seismiske målinger og fjelloverdekning i påhuggsområdet. Borplan settes opp senere bl.a. på grunnlag av seismikken.

2. Skjongskaret.

Det bør bores en del hull langsmed profil P7 og 8 for å kontrollere seismikken.

3. Øvre Blommen.

Det bør bores for å finne bergoverdekningen i påhuggsområdet. Borplan settes opp senere på grunnlag av befaring.

4. Stølshaugen.

Fjelloverdekningen her kontrolleres dersom dette tracé alternativ foretrekkes. Borplan settes opp senere på grunnlag av befaring.

IV. KOSTNADSOVERSLAG.

Det er nedenfor satt opp et grovt kostnadsoverslag for undersøkelser i tabellform. Kostnadene må kun betraktes som veiledende og kan bli både større og mindre.

Tabell II:

Type undersøkelse	Mengde	Kostnad
Geologisk kartlegging	14 dager	100 000 kr.
Kjerneboring med måling av avvik og oppretting	1800 lm	2.5 mill.kr.
Vannntapsmålinger	600 "	200 000 "
Seismikk	2000 "	600 000 "
Fjellkontrollboringer	diverse	400 000 "
Koordinering/- Rapportering	for 1984	120 000 "

Kostnader tilsammen inntil 4 mill.kr.

Det må forutsettes at det kan komme ytterligere undersøkelser i tillegg.

V. KONKLUSJON.

Det forutsettes at det utføres videre geologiske undersøkelser i området, og at Veglaboratoriet er fortsatt ansvarlig. Hensikten med undersøkelsene er å finne fram til den best mulig egnete tunneltracé ut i fra topografiske, geologiske, drift-, sikkerhets- og kostnadsmessige hensyn.

Som grunnlag for undersøkelsene er det derfor tatt utgangspunkt i geologiske vurderinger og foreløpig sikringsomfang beskrevet i rapport nr.2, se tabell I s.2.

Arbeidsmetodikken vil være geologisk kartlegging, dykkerundersøkelser, kjerneboring, seismiske målinger og fjellkontrollboringer.

Tilsammen vil kostnadene for de forutsatte undersøkelsene bli på 4 mill. kr.

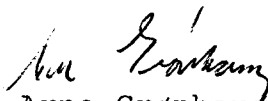
Av hensyn til tidsplanene er det nødvendig at undersøkelsene kommer i gang så tidlig som mulig og at de fortsetter kontinuerlig.

Av hensyn til geologene som er foreslått engansjert til geologisk kartlegging er det viktig at disse får svar så fort som mulig, da de også har mulighet for andre jobber.

Undersøkelsene bør drives så rasjonelt som mulig innenfor den forsering som er ønsket.

Vi mener at undersøkelsene som er forutsatt her vil kunne gi oss et godt arbeidsgrunnlag til en grundig vurdering av berggrunnsforholdene og bestemmelse av en mer endelig tunneltrasé, men det må ikke ses bort i fra at enkelte tilleggsundersøkelser må til.

VEGLABORATORIET
Oslo, 7. juni 1984
Geologisk seksjon


Arne Grønhaug
Seksjonsleder


Jørn Grøndal

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 rettlinjer 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 tunnelsåleens 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 svelleleiresoner 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 salverenssk 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 på-sprøyting av betong umiddelbart etter salven. Sprøytebetong eller betongutforing 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) Tunnelsålens dybde justeres om nødvendig og alle grøfter sprenges ferdig
- d) Berget forsterkes med korrosjonsbeskyttede bolter.
- e) Betongutforinger 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 kontaktutstøping 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

FORSKRIFTER FOR FJELLUNDERSØKELSER VED LUFTHAMMERBORING

I GENERELT

Geologisk overflatekartlegging gir ofte ikke tilstrekkelig detaljerte opplysninger om fjellkvaliteten til at tilfredsstillende slutninger kan trekkes.

Det vil da være nødvendig med supplerende undersøkelser, først og fremst ved boringer.

Forutsatt at arbeidet blir utført av nøyaktige, samvittighetsfulle, erfarne fjellborere, kan hammerboring for rimelig pris gi verdifulle opplysninger om fjellet:

Bløtt fjell registreres ved god borsynk, solid fjell ved lav og jevn borsynk og hardt fjell ofte ved høy borslitasje. Dessuten merkes lett åpne sprekker, leirslepper, ganger og råttent forvitret fjell.

II UTSTYR

A. Med lett håndholdt utstyr vil en kunne registrere mindre brudd i fjellet enn ved bruk av borvogn. Der det er tilstrekkelig med hullengder under 6-8 m bør derfor lett utstyr anvendes.

B. Ved boring av lange hull (med borvogn) bør retrackrone med "langt skjørt" brukes. Kronen har skjær for "tovegs" boring og gir normalt relativt rette hull.

Spesielt små hullavvik kan oppnås ved bruk av styrerør.

C. For å lette passasjen av borslam kan skjøtehylser med "riller" anvendes (ned til hulldimensjon 57 mm). Foruten å hindre fastboring vil hylsene kunne bidra til å lette tilbaketrekking av rørstrengen (under rotasjon).

D. Ved boring av lange hull skal det benyttes vannspyling. Vannpumpen må gi et trykk på min. 10 kg/cm², og det brukes nakne, mellomstykke og spylehode for separat spyling

III UTFØRELSE

A. For at de nødvendige observasjoner skal kunne utføres tilfredsstillende, bør boremannskapet til en borvogn

bestå av 3 mann, mens det ved bruk av håndholdt utstyr vil være tilstrekkelig med 2.

- B. Lange hull må settes an i godt fjell. En minsker derved risikoen for ras i borhullet eller tap av spylevann som lett kan inntreffe i oppsprukket og permeabelt dagfjell.
- C. Boreren må være meget påpasselig med å spyle godt for å hindre ansamling av borslam/borstøv.
- D. Kronen må skiftes så ofte at slitasjen ikke får innvirkning på borsynken.
- E. Lange hull bør avsluttes dersom en treffer på så dårlig fjell at det vanskeliggjør borearbeidet, eller dersom en mister spylevannet i en sprekk eller slette og dermed kontrollen over spylingen. (Alternativt kan støping i hullet utføres før boringen fortsetter).
- F. Hvis det skal utføres vanntapsmålinger i de ferdigborete hull er det viktig å huske:
 - 1. Ved tørrboring kan borstøvet lett tette til sprekker i borhullsveggen. Boringen bør derfor utføres med vannspyling, og hullet må spyles grundig rent etter boringen.
 - 2. Før boringen starter må en forsikre seg om at det finnes pakninger for den hulldimensjon som er tenkt benyttet.
 - 3. Slitte borkroner som kan gi for trange hull for pakningene må ikke brukes.
 - 4. Hullet må stakes nøye opp etter ferdigboring ved å kjøre boret opp og ned under full vannspyling. En vil derved kunne fjerne små ujevnheter som lett hindrer passasje av pakningene.
- G. Boremannskapet bør ha en bestillingskatalog for deler slik at unødige og kostbare forsinkelser ved feilbestilling kan unngås. Deler som lett ryker bør medbringes.
- H. Ferdigborete hull må plugges og merkes. Etter at eventuelle målinger er foretatt bør hullet støpes igjen med betongmørtel.

IV REGISTRERINGER

- A. Borhullets nummer og nøyaktige plassering angis på kart.
- B. Borkort for fjellkontrollboring utfylles nøye.

Borhullets orientering angis med retning i forhold til N,

og fall i forhold til horisontalplanet.

Netto boretid registreres med stoppeklokke for hver $\frac{1}{2}$ meter (evt. hver 1 meter i godt fjell). Borstengene må på forhånd være merket.

Under anm. noteres fastboring, forandring av rotasjons-hastighet, endring i matningstrykk/vanntrykk, forandringer i borslamfarve/borstøvfarve, vanninnbrudd, tap av spylevann etc.

- C. Ved gjennom boring av klare slepper bør prøver av borstøv/borslam tas.

FORSKRIFT FOR FREMGANGSMÅTER MED KJERNEBORING

A. Kjernevinning

Det skal tilstrebes en høyst mulig kjernevinning:

1. Boringshastigheten, vannspylingen og hyppigheten av kjerneopptak må avpasses etter fjellkvaliteten. I spesielt dårlig fjell bør bruk av kjemikalier i spylevannet vurderes i samråd med oppdragsgiveren.
2. Ved plutselig borsynk må boringen stoppes, spylevannet stenges og opptak utføres for å få tak i eventuelt sleppemateriale.
3. Det må stadig kontrolleres at borkronen er skarp og i god stand.

B. Registreringer

1. Borhullets orientering angis med retning og fall (i forhold til horisontalplanet).
2. Nøyaktig hulldyp ved opptak og kjernelengde ved hvert opptak noteres.
3. Det føres nøyaktige notater over spesielle iakttagelser under boringene som vanninnbrudd, tap av spylevann, rykkete bevegelser, endringer i borslamfarver (især ved kortere hull) etc.
4. Det føres løpende journal over matningstrykk, spylevannstrykk, rotasjonshastighet og borsynk. I tillegg angis kronetype og antall bormeter ved hvert kronebytte.
5. Mulige årsaker til kjernetap angis (rotasjon av kjernen, sleppe etc.)
6. Ved injeksjon av slepper avmerkes nivåene, samt type og forbruk av injeksjonsmasser angis.
7. Vanntapsmålinger, avviksmålinger og kjerneorienteringer utføres etter avtale.

C. Legging av kjerner

1. Kjernene plasseres i flate kasser, ca 1,05 m lange, med adskilte rom som er avpasset etter kjernediameteren. Både bunn og lokk må være tette.
2. Kjernene legges fra venstre mot høyre i hvert rom ovenfra og nedover i kassen. For at kjernene ikke skal kunne forskyve seg under transport, fylles eventuelle tomrom mellom kjerneendene og endeveggene ut (twist e.l.)

3. Det gjøres påskrifter slik at man senere nøyaktig kan vite fra hvilke borhull og hvilket dyp de forskjellige deler skriver seg. Hvert opptak markeres spesielt med angivelse av borløpemeter på innlagte trebiter.
4. Ved opptak markeres eventuelle kjernetap ved å legge inn trelister med samme lengde som kjernetapet.
5. Det er meget viktig at finere materiale kommer med i kjernebiter. Dette skriver seg gjerne fra svakere soner i fjellet og kan derfor ha stor betydning for tolkning av resultatene. For at materialet ikke skal spre seg, må det legges i plastposer på riktig sted i kassen.
6. Ombytting av kjernebiter må ikke forekomme. Knekkes kjernene ved legging i kassen, bør kunstige brudd anmerkes på kjernen.
7. Uttak av kjernen fra kjernebiter må utføres forsiktig uten unødig oppbrekning av prøven.

D. Opprydding

Borplassen må ikke forlates før opprydding er foretatt.

RETNINGSLINJER FOR GEOLOGISKE UNDERSØKELSER

1. Studere grunnlagsmaterialet og planlegge markarbeidet.
2. Klassifisere ulike bergartstyper og kartlegge bergartsgrenser som kan ha betydning for prosjektet.
3. Alle typer bruddstrukturer kartlegges og følges om mulig i terrenget bl.a. for oppletting av godt blottede tverrsnitt av bruddstrukturene.
4. Strukturmålinger (skifrihet, bruddflater, evt. foldeakser osv. utføres om mulig på minst et observasjonspunkt pr. dekar, og noe tettere på partier hvor tunnelen vil få liten fjelloverdekning.
5. Resultatene tegnes inn på kart, profiler og strukturdiagrammer.
6. Større bruddsoner og viktige bergartsgrenser prosjiseres ned til tunneltraséen. flytting eller justering av traséen vurderes.
7. Vurdering av omfanget av nødvendig vannsikring, bolting, utstøpning og oppfølging.
8. Eventuell prøvetakning for senere laboratorieundersøkelser.
9. Rapport sendes Veglaboratoriet, Gaustadalléen 25, Oslo 3, i 5 eksemplarer.

TEGNFORKLARING

	GABBRO / AMFIBOLITT
	MIGMATITTISK GNEIS
	FOLIASJON M/ANGITT STRØK OG FALL
	SPREKK " " " "
	SIKKER BERGARTSGRENSE
	USIKKER "
	SLEPPE ELLER STØRRE SPREKK
	SVAKHETSSONE, ANTATT FORLØP (SPREKKE-, KNUSNING ELLER SLEPPESONE)
	SVAKHETSSONE, TEGN.-02
	SVAKHETSSONE, I PROFIL, ANTATT FORLØP
	SEISMISK UTLEGG
	REG. ISTRERT FJELLOVERFLATE ETTER AKUSTISKE MÅLINGER (IKU)
	REG. FJ.OVERFL. ETTER AKUSTISKE MÅLINGER (NOTEBY A/S)
	REG. FJ.OVERFL. ETTER SEISMISKE MÅLINGER
	FJELL I DAGEN
	ANTATT NIVÅ FOR FJELL
	ROSEDIAGRAM FOR LINEAMENTER OG SPREKKER
	ANTATT BART FJELL SOM KAN NÅS AV DYKKERE
	FORSLAG TIL SEISMISK UTLEGG
	OMRÅDER DER DET KAN BLI AKTUELT MED FJELLKONTROLLBORINGER
	FORSLAG TIL KJERNEBORING MED ANGITT RETNING OG HELNING

TEGNFORKLARING	Målestokk	
FAST FORBINDELSE ÅLESUND- ELLINGSØY - VALDERØY		Tegning nr. T-206B-09
		Dato/Sign.: 7.5.84 EB
VEGDIREKTORATET VEGLABORATORIET - GEOLOGISK SEKSJON		

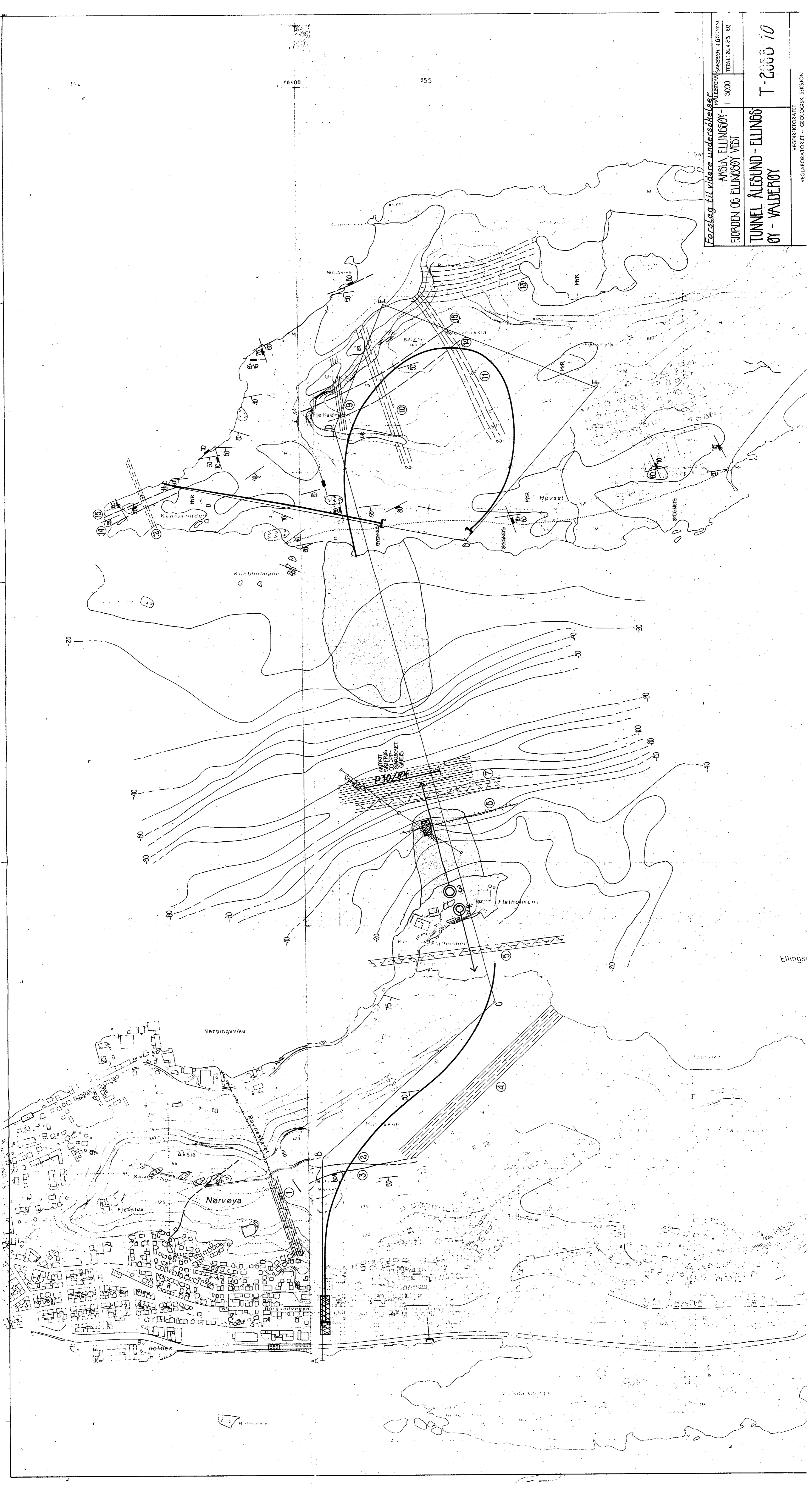
Forslag til videre undersøkelser
 NISLA, ELLINGSØY-
 FIORDEN OG ELLINGSØY VEST

TUNNEL ÅLESUND - ELLINGSØY - VALDERØY

VEGDIREKTORATET
 VEGLABORATORIET - GEOLOGISK SEKSJON

MALESTOKK 1:5000
 TEGNET 20.4.55

T-2000 70



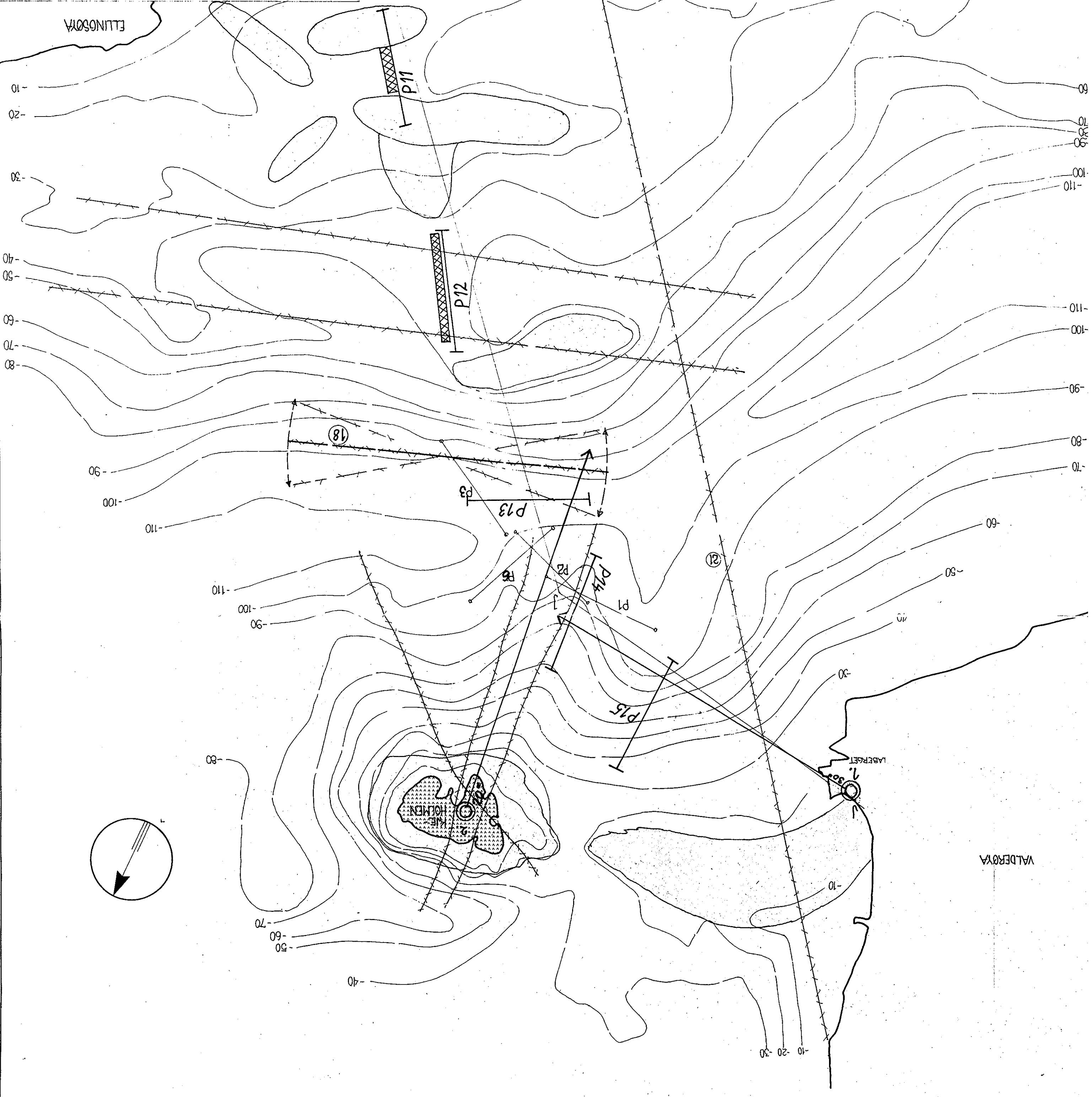
VEIABORATORIE: GEOTEKNISK SEKSJON
 VEGDIREKTORATET

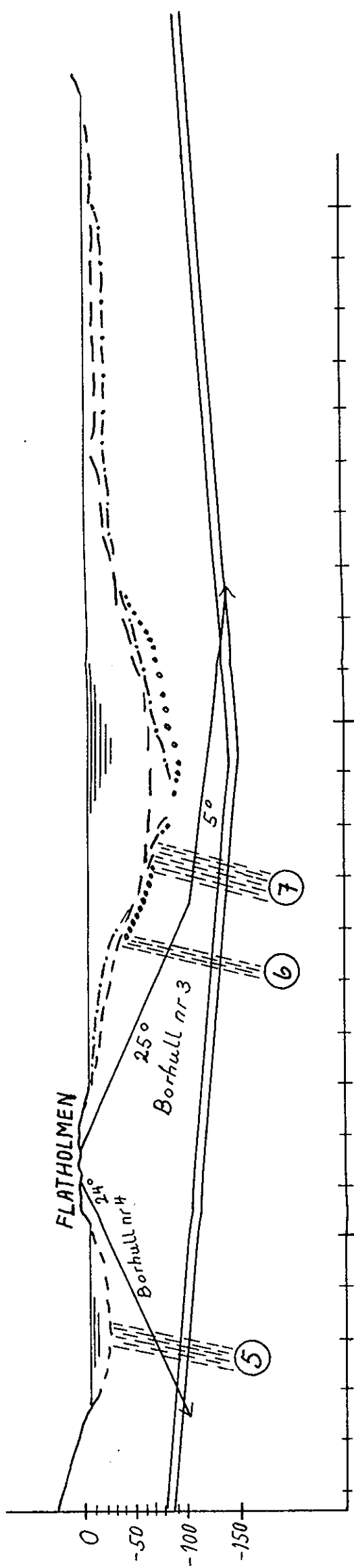
FAST FORBINDELSE
 ÅLESUND - ELLINGBØY - VØY

VALDERHÅVGFJORDEN
 Forslag til videre undersøkelse

MÅLSTOKK: SAMSBEL. I GRONDAL 1:5000
 TEGN. 25.04.84 ES

T-206B-11





Tegningsgrunnlag:

Vedlegg til rapport:

Profil for borplan
Ellingsøyfjorden

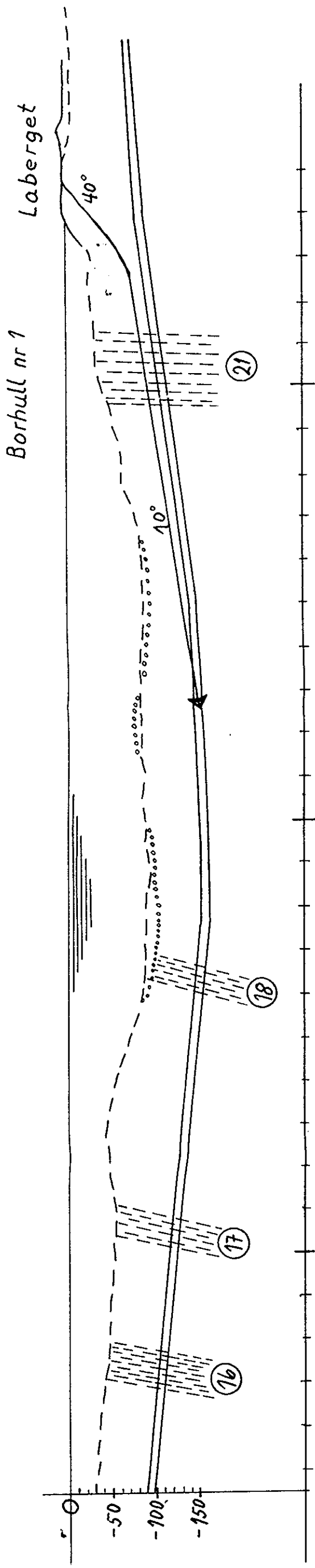
GRUNNUNDERSØKELSE:
Fast forbindelse Alesund-
Ellingsøy - Valderøy

Målestokk
1:5000

Boret:
Tegn.: 30.5.84 JS
Saksbeh.:

Tegning nr.

T 206B - 13



Tegningsgrunnlag:

Vedlegg til rapport:

Profil for borplan
Valderhaugfjorden

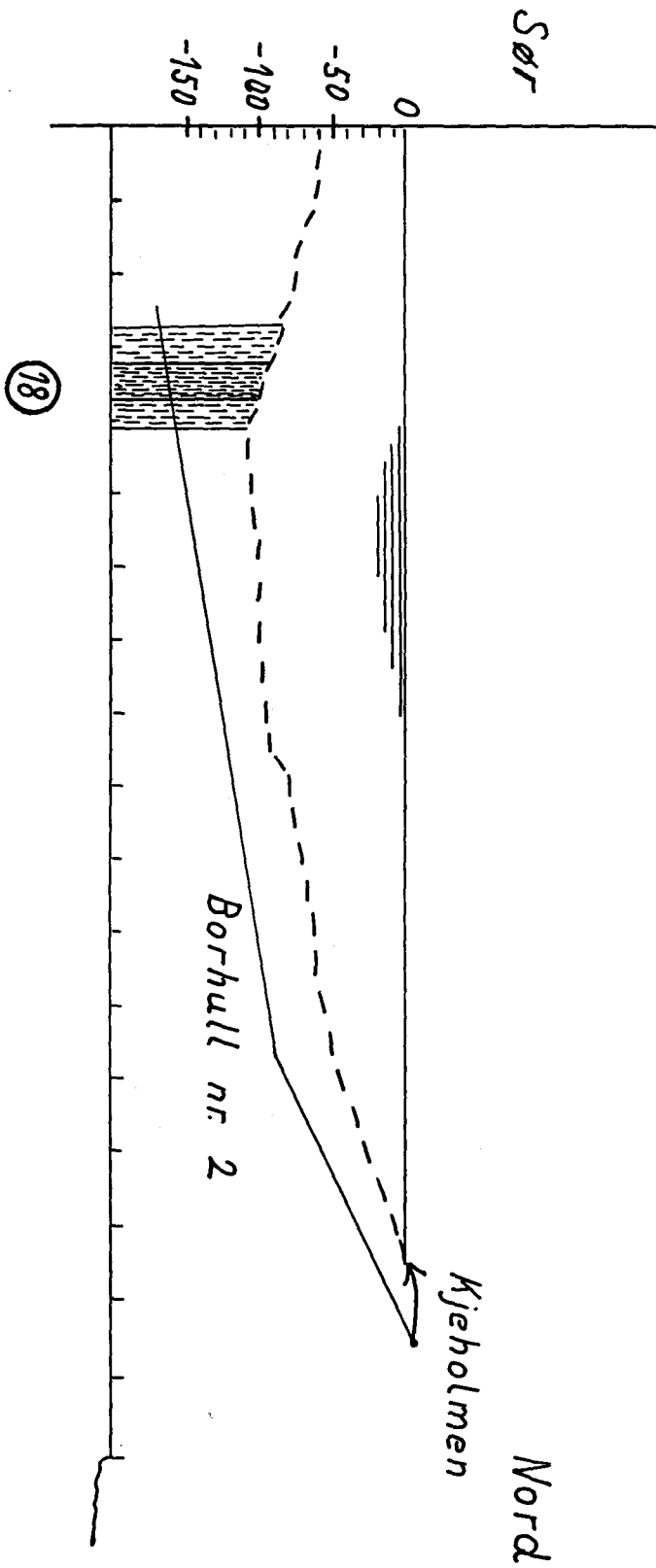
Målestokk
1:5000

Boret:
Tegn.: 30.5.84 JS
Saksbeh.:

GRUNNUNDERSØKELSE:
Fast forbindelse Ålesund-
Ellingsøy - Valderøy

Tegning nr.

T 206B - 14



Profil for borplan, Valderhaugfjorden	Målestokk	Tegning nr.
	1:5000	T 206 B - 15
Fast forbindelse Ålesund - Ellingsøya - Valderøya		Dato/Sign.: 30.5.84 JS