

Oppdrag: C-767A

Rapport nr: 1

VEG E18 - KROKODDEN. GEOLOGIEN I HØN-
FUSDAL-GULLHELLA OMRÅDET, ASKER

Vegdirektoratet
Veglaboratoriet

Gaustadalleen 25, Postboks 6390 Etterstad, Oslo 6

Tlf. (02) 63 99 00



fylke: Akershus
anlegg:
parsell: E18 (Høn-Fusdal)-Gulhella
profil:
UTM-ref.: NM810330 (1814I Asker)
seksjon: 46 - Geologisk
saksbehandler: P. Hagelia / JEB
dato: 1990-04-25

11-86

rapportsammendrag

	Intern rapport
	Laboratorierapport
X	Oppdragsrapport

111	A	Rapportstatus*) N	Seksjon/fylke 46	Prosjekt	Gruppe:	nr. C-767A nr. 1
-----	---	----------------------	---------------------	----------	---------	------------------

1	2	3	4	5	21	31	41	51	61	71
---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----

TITTEL	212	A	Veg E18 - Krokodden. Geologien i Høn-Fusdal-Gullhella området, Asker
--------	-----	---	--

SAKS-BEHANDLER	221	A	Navn P. Hagelia	Institusjon Veglaboratoriet
		B		
		C		

RAPPORT DATA	421	A	Rapporttype**) O	Dato 1990-04-25	Erstatter rapport nr:		
		B	Totalt sidetall 21		Språk Norsk		
		C	Antall fotos	Ant. figurtegn 13	Ant. tabeller 1	Ant. litt.henv. 12	
		D	Sammendrag i andre språk			UTM ref. NM810330	

SAMMENDRAG	511	A	I samband med muleg ny vegtrase mellom E18 i Asker og storflyplass på Hurum, er det gjort geologisk overflatekartlegging med tanke på tunnelprosjekt i området Høn-Fusdal-Gullhella, Asker. Eventuelle tunneler i dette området vil gå i kalksteinar, skifrar og (kalk-)sandsteinar. Disse er omvandle til hornfels i Bondi-Gullhella området. Det finst elles ein del spreidde diabasgangar. Q-verdiar viser at dei største stabilitetsproblema vil vere knytta til skifrar (Q = ca. 1-8; dårleg til middels berg). Kalkstein og sandstein representerer godt berg (Q = ca. 10-20-(45)). Hornfels gir tilsvarande Q-verdiar (Q = ca. 10-25-(57)). På bakgrunn av dominerande sprekkeretningar, forkastningar, bergkvalitet og topografiske forhold ser det ut til at ein tunneltrase Fusdal (E18) - Bondi-(gjennom hornfels)- Gullhella, peker seg ut. Det er muleg at hornfels vil gje noko større lekkasje enn uomvandla sediment. I det kartlagte området er det ein del lausmassar som kanskje dekker over djuprenner og svakhetssoner. Vidare undersøkingar bør omfatte grunnboringar, vasstapsmålingar særleg i hornfels, og seismikk. Vi kjem ^{gjeme} tilbake med ein meir detaljert undersøkningsplan.
------------	-----	---	--

FAG-OMR.	611	A	Grunnundersøking, berg	IRR kode 41.3
		B	Tunnelprosjektering	25
		C		
NØKKELOD	621	A	Geologi	4053
		B	Oppsprekking	5211
		C	Tunnel	3374
		D	Q-verdier/bergstabilitet	5930
		E	Lekkasje	4315
		F	Kambro-silur	4081
		G	Diabas	4125
		H		

INNHALD**SIDE**

1. INNLEIING.....	3
1.1. Generell bakgrunn.....	3
1.2. Målsetting for dette arbeidet.....	4
2. TIDLEGARE ARBEID.....	4
2.1. Generell geologi.....	4
2.2. Erfaringar frå kloakktunnelen mellom Oslo og Slemmestad (VEAS tunnelen).....	7
2.2.1. Introduksjon.....	7
2.2.2. Stabilitetsproblem.....	7
2.2.3. Lekkasjeproblem.....	8
2.2.4. Leirsoner.....	8
3. FELTARBEID I OMRÅDET HØN-FUSDAL-GULLHELLA.....	9
3.1. Tidspunkt og vektlegging.....	9
3.2. Resultater.....	9
3.2.1. Topografi og lausmasser.....	9
3.2.2. Bergartar.....	10
3.2.3. Oppsprekking.....	11
3.2.4. Strukturgeologi.....	12
4. BERGKVALITET I LYS AV Q-VERDIAR.....	13
4.1. Kort om Q-metoden.....	13
4.2. Resultater.....	14
4.2.1. Kalkstein og sandstein har høgare Q-verdiar enn skifer.....	14
4.2.2. Q-verdiar i hornfelssona.....	15
4.2.3. Oppsummering.....	15
5. DISKUSJON.....	15
5.1. Generelt.....	15
5.2. Topografiske forhold.....	16
5.3. Ingeniørgeologiske forhold.....	16
5.3.1. Store forkastningar; to hovudkorridorar.....	16
5.3.2. Alternative påhoggsområde langs strekningen Høn-Fusdal.....	16
5.3.3. Vurdering av berggrunnen i dei to korridorane.....	16
6. KONKLUSJON.....	17
7. FORSLAG TIL VIDARE UNDERSØKINGAR.....	18
Referansar.....	19

VEDLEGG

Vedlegg 1. Utrekning av Q-verdiar

Vedlegg 2. Tabellar for å bestemme Q-verdiar

Vedlegg 3. Tolking av stereonett

Vedlegg 4. Bygging av vegtunnelar

Tegning nr. C-767A-01: Tunneltrasear vurdert av NGI.

- 02: Geologisk oversiktskart over området Asker-Krokodden.
- 03: Histogram over sikringstiltak i VEAS tunnelen.
- 04: Geologisk kart over området Høn-Fusdal-Gullhella med lokalitetsnummmmer.
- 05: Geologiske profiler A-A' og B-B'.
- 06: Geologisk profil C-C'.
- 07: Strukturelle subområde, sprekkar og traseforslag.
- 08: Sprekkerose, subområde 1.
- 09: Sprekkerose, subområde 2.
- 10: Sprekkerose, subområde 3.
- 11: Sprekkerose, subområde 4.
- 12: Stereografisk nett.
- 13: Q-verdiar som funksjon av bergartsetasje og avstand til hornfelsgrensa.

1. INNLEIING

1.1. Generell bakgrunn

I samband med bilveg mellom E-18 i Asker og mogleg storflyplass på Hurum er det lagt fram 6 ulike ideutkast som omfattar i alt 11 alternative trasear (Bruer 1988, Taugbøl og Øverland 1988, Scandiaplan A.S. 1988, ViaNova 1988, NPC Samferdsel A.S. 1988, Statens Vegvesen Buskerud 1988). Resultat av høringar tyder på at alternativ 3c ved Leangenbukta (Scandiaplans alt. 3) og alternativa 1 (Bruers alt.) og 6b (NPCs alt. 2), dvs. vestre linjer i Asker, ikkje er aktuelle (N. Rygg pers. komm. 1990). Det ser derfor ut til at ein endeleg trase vil ligge på austsida av Bondivannet og Gjellumvannet, og i god avstand frå Oslofjorden (tegn. nr. C-767A-01).

Felles for alle aktuelle alternativ er at dei tar sikte på å føre trafikken frå E-18 mot Hurum gjennom relativt lange tunnelar under tettbygde strøk i Asker. Alternativ 5 er det einaste som tar utgangspunkt i Holmenkrysset, medan dei andre linjene i den mest aktuelle korridoren har tilknytning til E-18 i Høn området (tegn. -01). Pr. dags dato kan det sjå ut til at trase nr. 2, med eventuelle justeringar, peker seg ut. Det ligg likevel ikkje føre noko vedtak (samtale med N. Rygg jan. 1990).

Asker kommune har ønske om å få vurdert tunnelpåhogg ved FUSDALSKRYSSET, ca 1 km sørvest for Høn (samtale med J. TysseLand jan. 1990).

Det fleste av linjealternativa fell stort sett saman med linje 2 i området sør for Gullhella (aust for Gjellumvannet). Linje 5 ligg noko lengre aust (ViaNova 1988). Dei største avvika mellom linjealternativa er i det tettbygde området sør for FUSDAL-HØN og nord for Gullhella, og det er her dei lengste tunnelane vil måtte byggast (tegn. -01).

Heile dette området er dekt av geologiske kart i skala 1:5000 (J.F. Bockelie upublisert).

Norges Geotekniske Institutt (NGI) har gitt ei ingeniørgeologisk vurdering av fem av dei mest aktuelle veg-/tunneltraseane (tegn. -01). NGI rapporten (Grimstad og Løset 1989) behandlar stabilitets- og tetthetsproblem, og bygger på vurderingar av bergartar, strukturgeologi og sikringsmengder i kloakktunnelen mellom Oslo og Slemmestad (tegn. -01). Erfaringane frå denne fullprofilbora tunnelen har stor verdi for eventuelle tunnelprosjekt sør for Asker sentrum, då ein stort sett har same bergartstyper her. NGI sine resultat er oppsummerte i kapittel 2.

1.2. Målsetting for dette arbeidet

I samråd med A. Grønhaug og N. Rygg ved Veglaboratoriet blei det bestemt at geolog P. Hagelia skulle gjøre geologisk kartlegging i Høn-Fusdal området, særleg med tanke på tunnelpåhogg. Val av påhogg kan ikkje sjåast isolert frå geologien sørover, og det var derfor i første omgang nødvendig å kartlegge fram mot Gullhella.

Målsettinga for dette arbeidet var å:

- a) oppsummere tidlegare relevant arbeide
- b) utføre geologisk kartlegging i området Høn-Fusdal-Gullhella med særleg vekt på sprekkemålingar, forkastningar/svakhetssoner og bergstabilitet
- c) vurdere tunnelpåhogg ved E-18 (Høn-Fusdal, nær Asker sentrum) og optimale tunnelkorridorar frå E-18 mot Gullhella.

Denne rapporten bygger på geologiske data aleine, og det er ikkje tatt med eksplisitte økonomiske vurderingar.

Til slutt er det summert opp forslag til vidare undersøkingar.

2. TIDLEGARE ARBEID

2.1. Generell geologi

Berggrunnen mellom E-18 i Asker og Hurum er danna i fleire tidsepokar ved tildels veldig ulike geologiske prosessar. Grovt sett kan ein dele bergrunnen i tre hovudregionar:

- a) Høgmetamorfe prekambriske gneisar (området Slemmestad-Krokodden-Åros, nr. 5, tegn. -02)
- b) Nærmast uomdanna til kontaktmetamorfoserte kambro-siluriske kalk- og leirsteinar (området omkring Asker, aust for Gjellumvannet og ned til Slemmestad; nr. 1, 2, 3 på tegn. -02). Denne sedimentsekvensen inneheld også alunskifer ved og sørvest for Slemmestad (nr. 3, tegn. -02).
- c) Drammensgranitten, ein relativt grovkorna permisk intrusiv bergart (området vest for linja Gjellumvannet- Krokodden og sør for Krokodden-Åros).

Den kambro-siluriske lagrekka blei avsett på prekambriske gneisar og så folda omkring aust-nordaustlege foldeaksar i Kaledonsk tid. Lagrekka stryker aust-nordaust og faller mot nordvest og søraust.

Deretter blei Oslo Graben danna under høg tektonisk og magmatisk aktivitet. Drammensgranitten hører til denne siste viktige epoken, saman med ein del gangbergartar ("eruptivgangar"). Dei viktigaste gangbergartane er diabas (gjerne steile nörd-sør gåande, ofte 0,1-15 m mektige), mænaitt og syenitt (oftast parallelle med lagstillinga til dei kambro-siluriske sedimenta).

Omkring Drammensgranitten er kambro-siluren kontaktmetamorfosert i ei ca. 1-2,5 km brei sone. Her er kalk-og leirsteinar/-skifrar omdanna til hornfels ved rekrystallisasjon under høg temperatur ("steikt" av Drammensgranitten).

Forkastningar. Dei to viktigaste forkastningane er Sems-vannet-Bondivannet-Krokodden forkastninga og Skaugum-Gullhella forkastninga (tegn. -02). Dette er nord-sørgående normalforkastningar der dei austre blokkene har sunke inn (Ramberg og Larsen 1977). I sør har forkastningane forgreiningar, men nordover gjennom det aktuelle området var deformasjonen meir fokusert og resulterte i to parallelle bruddsoner.

I tillegg er det aust-nordaust gåande "strøkforkastningar" som både følgjer og kutter den sedimentære lagrekka (sjå Lien og Løset 1983).

Området Høn-Fusdal-Gullhella (kartlagt område; tegn. -02) er lokalisert til kambro-siluriske kalkar og skifrar, og er avgrensa i vest av Semsvannet-Bondivannet-Krokodden forkastninga. Den sørvestlege delen ligg innanfor hornfelssona. Skaugum-Gullhella forkastninga går gjennom dette området. I følgje Bockelies geologiske kart forkommer det ein del diabasgangar. Alunskifer er ikkje representert.

Tabell 1 gir ein samla oversikt over dei kambro-siluriske bergartane som det blir referert til i dette arbeidet. Tradisjonelt er desse delte inn i "etasjar" på bakgrunn av fossilinnhald og litologi. Tabellen er ordna stratigrafisk; etasje 7 er avsett på etasje 6, e.t.c.

Tabell 1. KAMBRO-SILURISKE BERGARTAR REFERERT TIL I
DETTE ARBEIDET

Etagje	Bergartstype
7	Massiv kalkstein.
6	Vekslande innhald av kalkstein og skifer varierer på cm - dm skala. Enkelte soner er kalkrike, vanlegvis dominerer skifer.
5b	Kalksandstein og sandstein.
5a	Kalkstein.
4d γ	Kalkstein.
4d β	Skifer.
4d α	Kalkstein.
4c γ	Skifer.
4c β	Knollekalk.
4c α	Svart skifer.
4b δ	Kalk med skifer (knollekalk).
4b γ	Gråsvart skifer.
4b β	Knollekalk.
4b α	Brun skifer.

2.2. Erfaringar frå kloakktunnelen mellom Oslo og Slemmestad (VEAS-tunnelen)

2.2.1. Introduksjon

Kloakktunnelen mellom Oslo og Slemmestad (Vestfjorden avløpsselskap = VEAS) går gjennom kambro-siluriske skifrar og kalksteinar. Tunnelen ligg nærare Oslofjorden i god avstand (> 1 km) frå hornfelssona omkring Drammensgranitten (tegn. -01 og -02).

Det er laga ei omfattande samanstilling av data, både frå tunnelnivå (Lien og Løset 1983, Grimstad og Løset 1989) og frå overflatekartlegging av same traseen (Kveen 1987). Sjølv om VEAS tunnelen er fullprofilbora, så er erfaringane med drift og sikring viktige også for sprengte vegtunnellar i same type bergartar.

I NGI-rapporten, gjort på oppdrag frå Statens vegvesen i Akershus for å vurdere 5 tunnelalternativ gjennom Asker (Grimstad og Løset 1989), er det lagt særskild vekt på stabilitet (og i mindre grad tettheit) i;

- a) dei enkelte bergarts-etasjeane, der etasjeane 4 og 6 er rekna som dei minst stabile
- b) forkastningar
- c) eruptivgangar.

Rapporten vurderer derimot verken påhoggsområde eller fjelloverdekning.

Tunnelalternativa (tegn. -01) er rangerte;

- | | |
|-----------------------------------|-------------|
| 1. Trase 5 (med mindre endringar) | - best |
| 2. Trase 6a | - middels |
| 3. Trase 2 og 7 | - middels |
| 4. Trase 3a | - dårlegast |

Det er likevel forholdsvis liten forskjell på dei 5 traseane når det gjeld bergartstyper og struktur-geologi (Grimstad og Løset 1989).

2.2.2. Stabilitetsproblem

I VEAS tunnelen var det totalt sett nødvendig med 7 % stabilitetssikring.

Både strøkforkastningar (ofte med nokre dm tykke leirsoner) og N-S gåande tverrforkastningar (relativt få, men breie og meir eller mindre leirrike) fører til dårleg stabilitet.

For heile VEAS tunnelen (Oslo-Slemmestad) viste det seg at av strekningar med eruptivgangar og tilknytt svakhetssoner i sidebergartane krevde ca. 30 % stabilitetssikring. Kalksteinsetasjar krevde minst sikring (ca. 3 % av totalstrekning av desse), og etasje 7 er klart den mest stabile (2,6 %). Skifrar i etasje 4 og

den skiferrike etasje 6 krevde ca. 7,5 % stabilitets-sikring (Lien og Løset 1983) (sjå histogram tegn. -03 A).

For delstrekningen Holmen-Slemmestad, som går gjennom dei same laga som området Asker-Gullhella, er sikringsmengdene lågare enn totalt for VEAS tunnelen. Alle typer sikring (dvs. både stabilitetssikring og vassikring) utgjør her 4,2 % av delstrekningen. Tegn. -03 B viser stabilitetssikring pr. etasje og bygger på data frå Grimstad og Løset (1989). Også her ser ein at skiferrike etasjar (4 og 6) krev mest sikring, medan kalkstein og kalksandstein (etg. 7 og 5b) er mest stabile. Talet på eruptivgangar minkar sørover (1 pr. 240 m mellom Holmen og Slemmestad).

Ein må generelt rekne med noko høgare sikringsmengder i ein sprengt vegtunnel.

2.2.3. Lekkasjepproblem

Eruptivgangane er stivare enn sidebergartane og derfor ofte meir oppsprukne. Særleg dei N-S gåande diabasgangane har ført til større lekkasjar. Bare 30 % av gangane er tette, medan 40 % har ført til "store" lekkasjar (Grimstad og Løset 1989).

Forkastningssonene er ofte leirførande og tette, men på grunn av sterkare oppsprekking i sideberget langs forkastningar (særleg under djuprenner) er likevel lekkasjane her større enn elles.

I tegn. -03 B er gjennomsnittlege injeksjonsmengder frå delstrekningen Holmen Slemmestad (data frå Grimstad og Løset (1989) presentert. Etasje 7 (massiv kalkstein) er den bergarten som krev minst vassikring. Etasje 5b som er ein relativt stiv kalkholdig sandstein, krevde dei største injeksjonsmengdene. Det blei også registrert ein god del lekkasje i etasje 6.

Hornfels, som er ein veldig stiv bergart, vil truleg vere meir lekk enn tilsvarande uomvandla kambro-siluriske bergartar fordi den sprekker lettare opp. Dette trenger derimot ikkje å føre til større stabilitetsproblem (Lien og Løset 1983).

2.2.4. Leirsoner

Grimstad og Løset (1989) rapporterer at det finst leire i samband med forkastningar og eruptivgangar. Vanlegvis fører desse kloritt og glimmermineraler. Svelleleire er ikkje vanleg, men er likevel funne i tilknyting til enkelte diabasgangar.

3. FELTARBEID I OMRADET HØN-FUSDAL-GULLHELLA

3.1. Tidspunkt og vektlegging

Feltarbeidet blei gjort 5/2, 6/2, 26/2 og 19/3 - 1990. Dei to første dagane var det relativt pent overskya ver, med temperaturar omkring 0-3 °C. Tredje dagen var det noko regn og ca. 5-8 °C. 19/3 var det sol med omkring 10 °C midt på dagen. Det var praktisk talt snøfritt i alle periodane.

Under kartlegginga blei det brukt kompass (400°/90° klinometer), hammar, lupe (12x). Xeroxkopiar av J. F. Bockelies kart (på Økonomisk kartverk målestokk 1:5000) blei brukt som grunnlag for all kartlegging. Asker kommune v/Reguleringsvesenet skaffa kopiane til bruk for dette konkrete prosjektet.

Under feltarbeidet blei det lagt vekt på å:

- a) undersøke sprekkeutvikling og sprekkeorientering i ulike bergartstyper
- b) lokalisere diabasgangar og eventuelle andre litologiske trekk som ikkje er kartlagt tidlegare
- c) skaffe grunnlagsdata for å vurdere stabiliteten til dei mest utbreidde kambro-silur bergartane både som relativt uomvandla og som hornfels.

Resultata frå punkt c) er presenterte i kapittel 4. Bergartane i dei sørlegaste delane av området, ved Østenstad og søndre Gullhella, er ikkje studerte i detalj.

3.2. Resultater

3.2.1. Topografi og lausmasser

Det geologiske kartet (tegn. -04) er teikna på Økonomisk kartverk (målestokk 1:5000) og viser bl.a. topografi og område med lausmasser.

Nord for E-18 er det eit høgdedrag (som stiger frå ca. 75-100 m. o. h. til over 150 m norvest for Asker sentrum). E-18 går langs eit søkk, der det er ganske stor overdekning av lausmasser. Det er likevel mange blotta bergryggar som eventuelt kan brukast til tunnelpåhogg (området Høn-Fusdal).

På sørsida av E-18 er det eit ganske slett terreng. Her og der stikk det opp aust-nordaust-orienterte bergryggar. Mellom bergryggane er det ofte store område som er dekte av lausmasser. Sør for linja Bondi-Askerhallen-Nedre Bleiker er fjellryggane meir markerte.

Askerelva (ca. 100 m ved Bondivannet til ca. 15 m. o. h. i austre kartgrense) følgjer langs ein brei dal der blotningsgraden avtar frå vest (ved Bondivannet) mot

aust.

Mellom Askerelva og Gullhella er det ein lang aust-vestleg åsrygg som går opp i over 160 m (i sørvest).

Dei tjukkaste lausmassene finnst truleg under Jørgensletta, Langenga, Askerhallen og nordover mot Fusdal, Askerelva og rett sør for Gullhella.

Området rett aust for Bondivannet dannar eit høgdedrag med forholdsvis god blotningsgrad (bortsett frå Fusdal sør). Vestover mot Oslofjorden skråner terrenget, og her er også dalsøkk meir markerte.

3.2.2. Bergartar

Dei ulike kambro-siluriske bergartane kan grovt sett karakteriserast som vist i Tabell 1. Likevel er det noko variasjon innan dei enkelte etasjane.

Etasje 7. Denne etasjen er stort sett av massiv kalk. Den inneheld likevel iblant tynne (1-2 cm) lag av skifer. Etasje 7 er utbreidd i området Langkollen-Bleiker, og i eit noko mindre område omkring Bondi (ca. 12 % av det kartlagte arealet).

Etasje 6. Etasje 6 er vanlegvis samansett av leirskifer her og der siltig) med kalksteinslag. Desse vekslar på cm-dm skala, og det er oftast mindre enn 50 % kalk. Vanlegvis opptre skifer og kalk 1-10 cm tjukke band. Skjeldnare dannar kalkstein knollar i skiferen. Kalksteinen dominerer av og til sterkt, som for eksempel ved lokalitet 8 ved Ertesløkka (Fusdal). Etasje 6 utgjør på overflata 50-55 % av det kartlagte området.

Etasje 5. Denne etasjen er delt i to (5a kalkstein og 5b sandstein - kalksandstein). I løpet av feltarbeidet fann eg etasje 5b også i området sør for Bondi. Etasjen er her praktisk talt ein rein sandstein. 5a og 5b er ein god del mindre utbreidd enn 4, 6 og 7 (ref. tegn. -04).

Etasje 4. Etasje 4 er samansett av mange underetasjar og veksler hovudsakleg mellom skiferrike og kalkrike bergartar (ref. Tabell 1). Desse dominerer i søndre del av feltet og utgjør totalt litt over 25 % av arealet.

Hornfels. Hornfelsgrensa som er merka av på tegn. -04, er overført direkte frå kartet til J.F. Bockelie. Feltarbeidet viser at lokaliseringa av denne grensa er korrekt. Omvandlinga til hornfels er tydeleg i alle kambro-silur bergartane, og den er særskild slåande i "skifrane". Desse har til vanleg blitt heilt rekrystalliserte, slik at skifriheten er totalt utviska. Her er truleg mesteparten av skiktsilikata omdanna til hornblende eller pyroxen.

Diabasgangar. Det er funne ein god del diabasgangar i

området, og desse varierer i mektighet frå <1 dm til 15-20 m. Dei er orienterte NS til ca. N20Ø og er subvertikale eller heller 75-85° mot aust. Gangane er ofte noko oppsprukne. Sidebergartane er også vanlegvis meir deformerte enn det som er vanleg.

Drammensgranitten. Denne bergarten er ein grovkorna biotittgranitt og forekommer sørvest for Bondivannet. Granitten blei ikkje studert i felt.

3.2.3. Oppsprekking

Lagflatesprekkar. Skifrane utanfor hornfelssona er ofte sterkt oppsprukne langs lagflatene. Desse sprekkane varierer i intensitet frå ca. 10 til >> 25 pr. m. Dette er styrt av skiktsilikatmineraler (glimmer, kloritt etc.). Kalksteinane som har veldig lite skiktsilikater har vanlegvis mindre grad av oppsprekking langs lagflatene (ofte 3-5 pr. m). Lagflatesprekkane er ofte plane til bølgtete, særleg i skifrar. Kalksteinane, og særleg etasje 7, har ofte inhomogenitetar i kalken som fører til bølgtete lagflateoppsprekking. Graden av lagflateoppsprekking er det som først og fremst utgjør forskjellen i oppsprekking mellom kalksteinar og skifrar.

Sprekkar på tvers av lagdelinga er stort sett ganske plane og rue, men dei kan også vere noko bølgtete. Det er vanlegvis svak overflate-oksydasjon på sprekkane. Stort sett er det liten forskjell i grad av oppsprekking på tvers av lagdelinga i dei enkelte etasjane. Intensiteten varierer frå ca. 2-6 og er til vanleg minst i etasje 7.

Sprekkeutviklinga i hornfels er ein del ulik det ein ser elles. Mangelen på skiktsilikater har ført til at lagflatesprekkane er mindre framherskande. Sprekkane på tvers av den komposisjonelle lagninga dominerer og dei fleste sprekkane er relativt plane og rue. Omvandlinga til hornfels ser ut til å ha ført til meir einsarta eigenskapar for alle bergartane. Oppsprekkingsgraden ser i liten grad ut til å vere styrt av samansetninga.

Penetrativitet. Sprekkane i uomvandla kalkstein er ofte noko mindre penetrative enn det ein finn i skifrane. I hornfels er sprekkane kanskje noko meir penetrative enn utanfor kontaktaureola. Det må likevel presiserast at dette er eit inntrykk snarare enn eit måleresultat.

Sprekkemateriale er det ofte ganske lite av, sjøl om kalkspat opptre som sement i ein del tilfelle. Dette er typisk for etasje 7 og andre kalksteinar. Det er gjerne små mengder av leirmineraler langs lagflatesprekkar i skifrar. Desse kan vere danna ved forvitring på overflata og er kanskje mindre viktige i undergrunnen.

3.2.3. Strukturgeologi

Kaledonske strukturar

Dei kambro-siluriske bergartane har blitt folda på stor skala omkring subhorisontale aksar. Foldane har bølglengder på fleire hundre meter og vekslende amplituder. Det er også observert folding på liten skala (m-dm), for eksempel ved Røykenvegen nær Bondi skole.

Skyvesonene (strøkforkastningane) blei danna i tilknytning til foldinga. I dei fleste tilfella er det snakk om soner på ca. ≤ 10 m. Likevel tyder observasjonar frå søndre delar av feltet (ved lok 33) at det kan vere fleire parallelle plan langs ei sone. Av den grunn bør ein rekne med at fleire av skyvesonene representerer breie svakhetssoner, kanskje på opp til fleire timeter.

Dei geologiske profilane er konstruert normalt på den regionale foldeaksen (tegn. -05, -06 og -07). Tolkinga av undergrunnen er nødvendigvis noko usikker, men bygger på alle tilgjengelege strukturdata. Profilane er konstruerte ved å projisere alle strøk og fallmålingar av lagflater inn i dei respektive profilplana (A-A', B-B' og C-C').

Informasjonen frå profilane er diskutert i kapittel 5.

Permiske sprekkar og forkastningar

Alle observerte forkastningar og sprekkesoner er teikna inn på tegn. -04, saman med målte sprekkeplan på ulike lokalitetar og mulege sprekkesoner (ikkje observerte direkte).

Dei nord-sørgående forkastningane representerer soner med kraftig deformasjon. Skaugum-Gullhella forkastninga, som er sentralt plassert i feltet, er smalare enn forkastninga langs Bondivannet. På grunn av den store graden av overdekning er det vanskeleg å bestemme mektigheten. Vurdert på grunnlag av avstanden mellom næraste blotta berg på tvers av sona må ein rekne med minst 10-20 m over det meste av strekningen, og kanskje opp mot 50 m enkelte stader.

Subområder

Sprekkeplan er plotta samla på stereonett (tegn. -07), og rosedigram er konstruert for 4 subområde (tegn. -09, -10, -11 og -12). Subområda er vist på tegn. -08, saman med hovudsprekkeretningane innan kvart enkelt;

- a) Subområde 1 dekker området omkring Fusdal, og er avgrensa i vest av dei to store NS-forkastningane og av hornfelsgrensa i sør.
- b) Subområde 2 er avgrensa av dei same forkastningane, og dekker bare hornfels (nord for muleg skyvesone i

- sør).
- c) Subområde 3 er området aust for Skaugum-Gullhella forkastninga og sør til omkring Askerelva.
 - d) Subområde 4 representerer sprekkar knytta til ei markert skyvesone ved Blakstad.

Av rosedigramma ser ein at utviklinga av sprekkese sett varierer noko mellom subområda. Lagflatesprekkane er godt utvikla utanfor hornfelssona, og er mest framherskande nær skyvesona i subområde 4.

I subområde 1 er det i tillegg eit dominerande sprekkese sett NNW-SSØ, og to mindre viktige omkring h.h.v. NS (steile fall mot V og Ø) og VNW-ØSØ (veldig variable fall mot N og S).

Subområde 2, som viser tydeleg færre lagflatesprekkar enn dei andre, har eit markert sprekkese sett omkring NS (steile fall mot V og Ø). Mindre sett er orienterte h.h.v. NW-SØ (subvertikale) og NNØ-SSV (steile fall mot V og Ø).

Subområde 3 har også også eit dominerande sett ca. NS (steile), og nokre mindre sett omkring NW-SØ.

Subområde 4, som omfattar langt færre sprekkemålingar enn dei tre andre subområda, har i tillegg til lagflatesprekkane, eit mindre dominerande sett omkring NW-SØ og eit underordna system (tegn. -12).

Kjennskap til dominerande sprekkese sett og lagstilling vil kunne bidra vesentleg til å bestemme optimal vinkel for tunneltraseen (ref. kap. 5).

4. BERGKVALITET I LYS AV Q-VERDIAR

4.1. Kort om Q-metoden

Q-metoden er eit klassifikasjonssystem som gir ein numerisk verdi for stabiliteten til bergmasser. Q-verdien er avhengig av 6 parametrar etter formelen:

$$Q = RQD/J_n \times J_r/J_a \times J_w/SRF$$

RQD = oppsprekkingstal $\approx 115 - 3,3 \times J_v$
 der J_v er talet på sprekkar pr. m³
 J_n = sprekkese-tal
 J_r = tal for ruheten til sprekkane
 J_a = tal for styrken til sprekkematerialet
 J_w = sprekkewassfaktor
 SRF = bergspenningsfaktor

Tal for dei enkelte parametrane er hovudsakleg avhengig av geologiske feltdata og kan bestemmast ut frå tabellar gitt i Vedlegg 2 (ref. Lien og Løset 1978).

Q varierer mellom 0.001 og 1000, og formelen er konstruert slik at stabiliteten aukar med aukande Q-verdi. På dette grunnlaget er det mogleg å vurdere nødvendige sikringstiltak i bergrom.

Erfaringar viser at Q-verdiar basert på overflatekartlegging vil ligge noko lågare enn dei gjør i tilsvarande bergartar i undergrunnen. Årsaken er ofte forvitring som gjerne er mest omfattande i dagen. Det er derfor grunnlag for å rekne bergrom under rimeleg god fjelloveredekning som noko meir stabile enn det overflatebaserte Q-verdiar indikerer.

4.2. Resultater

4.2.1. Kalkstein og sandstein har høgare Q-verdiar enn skifer

Dei estimerte Q-verdiane for bergartane i Høn-Fusdal-Gullhella området er summerte i teqn. -13 og utrekningane er gitt i Vedlegg 1. Variasjonen innan lokalitet representerer frå stad til stad ulike faktorar; det er ikkje alltid like einsarta forhold på ein lokalitet og det er også av og til vanskeleg å bestemme eksakt dei enkelte parametrane. Variasjonen bør behandlast som rimelege tilnærmingar.

Kalksteinar representerer berg av høg stabilitet, og etasje 7 oppnår dei høgste Q-verdiane. Ifølgje Kveen (1987) hadde denne etasjen omkring 30 i dagen (i VEAS tunnelen). Dette svarar omtrent til snittet av verdiane ($Q = 10 - 57$) her, og representerer godt berg. Andre kalksteinar (5a og 4bδ) har Q-verdiar på omkring 20.

Etasje 6, med vekslande skiferinnhald har gitt meir varierende Q-verdiar, og det er klart at jo mindre skiferinnhald jo høgare er Q-verdiane (ref. Vedlegg 1). For eksempel så har lokalitetane 3 og 4 (mykje skifer (>> 50%)), og det er her stor grad av oppsprekking langs lagflatene som gir dei låge Q-verdiane (ca. 1-2; dårleg berg). Dei fleste Q-verdiane for etasje 6, bortsett frå fokuserte svakhetssoner ligg på ca. 5-20 (middels til godt berg). Det er likevel mange skiferrike soner i denne etasjen som ikkje er målte, men som liknar på lokalitet 3 og 4. Ein må derfor rekne med relativt dårleg berg mange plassar i denne etasjen (NB. utanfor hornfelssona; sjå under).

Sandstein-kalksandstein (etasje 5a), har Q-verdiar på omkring 10-30 (godt berg).

Skifrar i etasje 4 er lite undersøkte, men ei måling ved lok. 27 (Bondibråten) viser $Q = 7,5 - 8,75$ for 4cy. I lys av resultatata frå skiferrik etasje 6 og målingar langs VEAS traseen er dette truleg ikkje representativt for skifrane i 4 (Kveen 1987 finn verdiar mellom 1 og 5).

Skyvesoner og andre svake soner gir som venta svært låge Q-verdiar (ca. 0,1-1), som er svært dårleg berg.

4.2.2. Q-verdiar i hornfelssona

For å få fram eventuell variasjon i bergkvalitet ved aukande grad av kontaktmetamorfose, er Q-verdiar for kvar litologi (alle undersøkte lokalitetar er gitt med nr.) plotta mot avstand (i meter) frå hornfelsgrensa. Det er gjort slik at hornfelsgrensa representerer null, og kortaste avstand frå null til dei enkelte lokalitetane er målt (positive avstandar representerer lokalitetar utanfor kontaktaureola, medan negative avstandar er frå lokalitetar i hornfels).

Om ein ser bort frå sprekke- og skyvesoner (lok 10, 15 og 33) så ser det ut til at Q-verdiane i hornfelssona ($Q = \text{ca. } 10-25-(57)$) er meir einsarta og jamt over høgare enn Q-verdiane utanfor. Dette er mest tydeleg i etasje 6, og er eit direkte utslag av rekrySTALLisasjon og utvisking av skiffrigheten (reduisert lagflateoppsprekking).

Kalkstein og sandstein har derimot stort sett same kvaliteten uansett metamorfosegrad.

Sjøl om skifrane i etasje 4 ikkje er målte, er det grunn til å tru at også desse har høgare Q-verdiar i hornfelssona.

4.2.3. Oppsummering

For å oppnå god stabilitet i ein framtidig tunnel bør derfor;

- a) store bergrom (tunnelkryss el.l.) leggst til etasje 7 (innafor eller utanfor hornfelssona) og ikkje til skiferrike bergartar utanfor hornfelsaureola.
- b) strekningar dominerte av hornfels, kalksteinar og sandsteinar utnyttast maksimalt.

Generelt bør ein sjølv sagt krysse så få svakhetssoner (forkastningar, skyvesoner og diabasgangar) som muleg.

5. DISKUSJON

5.1. Generelt

Alle alternative tunneltrasear vil måtte gå ca. nord sør, sjøl om det er rom for justeringar i forhold til blant anna ingeniørgeologiske begrensningar (tegn. -01). I tråd med dei fleste forslaga vil det vere ein fordel med eit stort vegkryss rett sør for Gullhella

(tegn. -07). Dette området blir vurdert som målet for tunneltrasear i denne rapporten.

5.2. Topografiske forhold

Ut frå topografi aleine vil det vere ein fordel å legge ein tunneltrase til høgdedraget rett aust for Bondivatn i det ein vil kunne dra nytte av god berg-overdekning over ein lang strekning. Lengre vest vil ein tunnel måtte krysse under dalsøkk (tegn. -04), noko som vil gje dårleg bergoverdekning og truleg noko mindre fleksibilitet.

5.3. Ingeniørgeologiske forhold

5.3.1. Store forkastningar; to hovudkorridorar

Skaugum-Gullhella forkastninga dannar ei naturleg avgrensing i området. Då denne går ca. nord-sør og dermed fell saman med hovudretningen til tunneltraseane vil det vere lite fordelaktig å krysse sona. Dette er både fordi sona er relativt brei, og fordi det vil vere unaturleg å krysse denne i den mest fordelaktige vinkelen (dvs. i aust-vestleg retning).

Ein kan derfor konkludere med at to hovudkorridorar peker seg ut, tunneltraseen må anten ligge på vestsida eller på austsida av forkastninga.

5.3.2. Alternative påhoggsområde langs strekningen Høn-Fusdal (E-18)

Ein vestre trase vil kreve tunnelpåhogg ved E-18 nær Fusdalskrysset/Ertesløkka, medan ein austleg trase vil måtte ta utgangspunkt ved Høn. Det er her tatt hensyn til at Asker kommune kan tenke seg alternativ Fusdal, og at påhogg lengre aust ved Holmen er mindre aktuelt.

Det er klart at etasje 6 gir høgare Q-verdiar i Fusdal/Ertesløkka området ($Q = (8)-11-20$; stort sett godt berg) enn i området Lerkeveien/Høn ($Q = (1,25)-8-13$). Det må her leggjast til at det forekommer ein del diabasgangar ved E-18 Høn (tegn. -13 og -04), noko som gjør at dette området ser ut til å vere mindre eigna for tunnelpåhogg enn Fusdal.

5.3.3. Vurdering av berggrunnen i dei to korridorane

Q-verdiar og stabilitet. På bakgrunn av Q-verdiane (kap 4) er det ganske klart at den vestre blokka (hornfels) vil gje størst bergstabilitet. Det er viktig å legge merke til at etasje 6 vil dominere i begge korridorane. Denne bergarten er opplagt minst stabil utanfor kontaktaureola. Av profil A-A' (tegn. -05) ser ein at etasje 5a og truleg etasje 4 vil ligge ganske nære

overflata under sandsteinen. Ingen av desse etasjane burde føre til redusert stabilitet innafor innafor hornfelssona.

Dominerande sprekkeretningar

Ut frå sprekkesetta er det teikna inn ein alternativ trase i vestre blokka (tegn. -07). Som ein ser det muleg å legge denne ganske nær dei optimale retningane; ein unngår å legge lange tunnelstrekningar langs dominerande sprekkesett og samtidig vil ein alltid få ein ganske høg vinkel mellom trase og lagning. Dette gir optimal stabilitet. (Den siste strekningen fram til Gullhella er lagt innanfor hornfelssona). Ein nord-sør gåande trase i austre blokka, som for eksempel alternativ 2 (tegn. -01), vil ligge nær/langs hovudsprekkeretningen.

Det er verd å merke seg at det vestre alternativet vil krysse færre kjente svakhetssoner enn det austre (ref. tegn. -04). I tillegg kjem at det er meir skifer i etg. 4 i den austre korridoren, og at lagflateoppsprekkinga her er meir utvikla, også i etg. 6.

Trasear i både den austre og den vestre korridoren vil måtte krysse diasbasganger. I det vestre alternativet vil traseen krysse dei kjente diabasgangane ved ganske høg vinkel. I den austre korridoren ser det ut til å vere større sjanse for at diabasgangane vil ligge bli liggande nær tunnelaksen (studer tegn. -04).

Lekkasjeproblem

Det er vanskeleg å vurdere om hornfelsen vil føre til høgare lekkasje enn i uomvandla bergart. I VEAS var det ofte ein del lekkasje i etasje 6, som var kanalisert langs lagflatesprekker (Lien og Løset 1983). Dette problemet er truleg mindre i hornfels. I tilfelle tverrsprekkane i hornfels korresponderer (heng i saman) i større grad enn i uomvandla bergartar, vil ein likevel vente å få større lekkasje.

Eigenskapane til etasje 6, innanfor og utanfor hornfelssonar vil vere avgjørande, fordi dette er den mest utbreidde bergarten i området.

Askerelva

For tida er det vanskeleg å vurdere om ein bør føre tunnelen under Askerelva, eller om det er best å gå over i bru. Dette er blant anna avhengig av om det er svakhetssoner under lausmassane, som eventuelt vil kunne gje både mindre stabilitet og større lekkasje.

6. KONKLUSJON

Resultata av undersøkingane viser at;

a) tunnelpåhogg ved Fusdal vil vere å foretrekke

framfor påhogg omkring Høn.

- b) ein framtidig tunnel bør leggst mellom Bondivannet og Skaugum-Gullhella forkastninga, både på grunn av generelt høgare stabilitet og meir optimal orientering i forhold til dominerande sprekkeretningar. Denne traseen kryssar totalt sett færre (kjente) svakhetssoner enn trasear aust for forkastninga, og gir også best overdekning.
- c) det er likevel muleg at tunnelstrekningar i hornfels vil kunne gje noko større vasslekkasje enn elles. Ein bør undersøke dette for eventuelt å kunne vurdere lekkasje opp mot stabilitet.

7. FORSLAG TIL VIDARE UNDERSØKINGAR

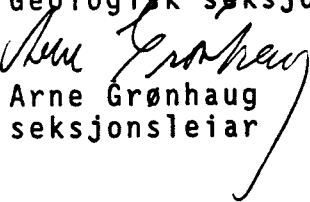
Eit hovudproblem for detaljert kartlegging og tolking av undergrunnen er den relativt store lausmasseoverdekninga. I området Høn-Fusdal-Gullhella er det ein god del topografiske renner som følgjer hovudstrøket til bergartane. Desse er oftast heilt overdekte av lausmassar, og det er derfor muleg at dei representerer diuprenner. Det må også reknast som sannsynleg at lausmassene kan dekke over forkastningar eller andre svake soner.

For å gjøre det optimalt beste valet av tunneltrase er det viktig å utføre grunnboringar/seismiske undersøkingar i området. Grunnboringar bør kombinerast med vasstapsmålingar, med vekt på eigenskapane til hornfels.

Seismiske undersøkingar vil også kunne gje viktig tilleggsinformasjon om dei kjente forkastningane og bidra til lokalisering av eventuelle overdekte bruddsystem.

Vi kjem gjerne tilbake med ein meir detaljert undersøkingsplan.

Veglaboratoriet
Geologisk seksjon


Arne Grønhaug
seksjonsleiar


Per Hagelia
geologisk konsulent

REFERANSAR

- Bruer, 1988, Ny vegforbindelse mellom E-18 i Asker og Bjørnstad i Røyken.
- Grimstad, E., og Løset, F., 1989, Veg Asker-Hurum flyplass, ingeniørgeologisk vurdering av vegtunneler i kambro-silurbergarter, NGI.
- Kveen, A., 1987, Indriftsresultater i tre fullprofil-borede tunneler sett i sammenheng med geologi og oppsprekking, Cand. Scient oppgave, Universitet i Oslo.
- Lien, R., og Løset, F., 1978, Q-metoden, NGI.
- Lien, R., og Løset, F., 1983, Vestfjorden avløpsselskap VEAS, kloakktunnelen Oslo-SRV. Ingeniørgeologisk sluttrapport. NGI.
- Naterstad, J., Bockelie, J. F., Bockelie, T., Graversen, O., Hjelmeland, H., Larsen, B. T., og Nilsen, O., 1989, ASKER 1814 I, bergrunnskart 1:50 000, Norges geologiske undersøkelse.
- NPC Samferdsel, 1988, E-18 - Midtbygda (Røyken). Utredning av mulige vegløsninger.
- Ramberg, I. B., og Larsen, B. T., 1978, Tectonomagmatic evolution; I Dons, J. A. og Larsen, B. T.; The Oslo Paleorift, Norges geologiske undersøkelse, Nr. 337.
- Scandiaplan, 1988, Traceforslag for ny vegforbindelse Bjørnstad i Røyken - E-18 i Asker.
- Statens Vegvesen, Buskerud, 1988, Vegutredning Bjørnstad - Asker; parsell Krokodden - Asker.
- Taugbøl og Øverland, 1988, Ideplan. Ny hovedvei mellom E-18 øst for Asker og Krokodden/Sagbakken i Røyken.
- Via Nova, 1988, Ideskisser for vegutredning. Hovedveg til Hurum, forbindelse E-18 Vest - Røyken.

VEDLEGG 1

Q-VERDIAR.

VEDLEGG 1

UTREKNING AV Q-VERDIAR FOR EIN DEL VIKTIGE KAMBRO-SILURISKE BERGARTAR I OMRÅDET HØN-FUSDAL-GULLHELLA.

LOKALITETSNUMMER ER GITT PÅ TEGN. NR. C-767A-04.

$$Q = RQD/JN \times Jr/JA \times Jw/SRF$$

Lokalitet 1. Etasje 6 ved Høn; kalk og skifer

$$Q = 50/6-9 \times 1,5/1 \times 1/1 = \text{ca. } 8-13$$

Lokalitet 2. Etasje 6 ved Høn ca. 30 m frå diabasgang; kalkstein og skifer.

$$Q = 65-75/9 \times 1,5/1 \times 1/1 = \text{ca. } 11-13$$

Lokalitet 3. Etasje 6 ved Jørgensløkka; skiferrik og oppsprukken.

$$Q = 10/12-9 \times 1,5/1 \times 1/1 = \text{ca. } 1,25-1,7$$

Lokalitet 4. Etasje 6 ved E-18 (Jørgensløkka); knollete kalk med oppsprukken skifer.

$$Q = 10/12 \times 1,5/1 \times 1/1 = \text{ca. } 1,25$$

Lokalitet 5. Etasje 6 nær lok. 4; mindre oppsprukken.

$$Q = 60-70/12 \times 1,5/1 \times 1/1 = \text{ca. } 7,5-8,75$$

Lokalitet 6. Etasje 6 ved nordre Erteløkka; kalk og skifer, relativt lite oppsprukken.

$$Q = 65-80/12 \times 1,5/1 \times 1/1 = \text{ca. } 8-10$$

Lokalitet 7. Etasje 6 ved Erteløkka; kalk og skifer.

$$Q = 42-50/6 \times 1,5-3/1 \times 1/1 = \text{ca. } 11-17$$

Lokalitet 8. Etasje 6 ved Erteløkka nær E-18; hovudsakleg kalkstein.

$$Q = 90/12-9 \times 1,5/1-0.75 \times 1/1 = \text{ca. } 11-20$$

Lokalitet 9. Etasje 6 rett nord for Gullhella ved Røykenvegen; hornfels.

$$Q = 70/12-9 \times 1,5/1 \times 1/1 = \text{ca. } 9-23$$

Lokalitet 10. Etasje 6 rett aust for Granerudbakken ved Røykenvegen; sterkt oppsprukken hornfels.

$$Q = 10/15 \times 1,5-3/1 \times 0,5/7,5 = \text{ca. } 0,07-0,13$$

Lokalitet 11. Etasje 7 ved Nordre Bondi; kalkstein med enkelte cm tjukke skiferlag.

$$Q = 65/6 \times 1,5-4/1 \times 1/1 = \text{ca. } 16-43$$

Lokalitet 12. Etasje 6?, bak Brannstasjonen; kalk med noko skifer.

$$Q = 90/6-9 \times 1,5-3/1 \times 1/1 = \text{ca. } 22-45$$

Lokalitet 13. Etasje 7 ved fotgjengerundergang Risengveien/Røykenvegen; massiv kalkstein, rett innafor hornfelssona.

$$Q = 85/6 \times 1,5-4/1 \times 1/1 = \text{ca. } 21-57$$

Lokalitet 14. Etasje 6 ved Bondi skole; hornfels.

$$Q = 80/9 \times 1,5/1 \times 1/1 = \text{ca. } 13$$

Lokalitet 15. Etasje 6 ved Risenga skole; i utkanten av hornfelssona.

$$Q = 80/6 \times 1,5/1 \times 0,66-1/1 = \text{ca. } 13-20$$

lokal sprekkesone;

$$Q = 10/6 \times 1/1 \times 1/1-5 = \text{ca. } 0,3-1,7$$

Lokalitet 16. Etasje 7 rett aust for Askerhallen; kalkstein.

$$Q = 90/6-9 \times 3/1 \times 1/1 = \text{ca. } 30-45$$

Lokalitet 17. Etasje 6 ved Nedre Bleiker; kalk og skifer.

$$Q = 75-80/9 \times 1,5/1 \times 1/1 = \text{ca. } 12,5-13$$

Lokalitet 18. Etasje 6, Langenga; kalk og skifer.

$$Q = 60-70/12 \times 1,5/1 \times 1/1 = \text{ca. } 7,5-8,75$$

Lokalitet 19. Etasje 6, austre Skytterveien; skiferrik.

$$Q = 30-50/12-15 \times 3/1 \times 1/1 = \text{ca. } 6-12,5$$

Lokalitet 20. Etasje 6, Skytterveien aust for Myrabakken/Ridderkleiva; hornfels.

$$Q = 80-90/9 \times 1,5/1 \times 1/1 = \text{ca. } 13-15$$

Lokalitet 21. Etasje 6, ved hoppet i Myrabakken; hornfels.

$$Q = 85-95/6 \times 1,5/1 \times 1/1 = \text{ca. } 21-24$$

Lokalitet 22. Etasje 7 ved Bleikerhaugen, Øvre Bleiker; kalkstein.

$$Q = 90/6-9 \times 3/1 \times 1/1 = \text{ca. } 30-45$$

Lokalitet 23. Etasje 7 ved Bleikerhaugen; kalkstein.

$$Q = 85/4-9 \times 1,5/1 \times 1/1 = \text{ca. } 14-32$$

Lokalitet 24. Etasje 6 og 7 ved Bleikerveien nord for Askerhallen;
Etasje 6, kalk og skifer;

$$Q = 30-50/12 \times 1,5/1 \times 1/1 = \text{ca. } 4-6,25$$

Etasje 7, kalkstein (massiv);

$$Q = 85/12 \times 1,5/1-0,75 \times 1/1 = \text{ca. } 10-14$$

Lokalitet 25. Etasje 5a og 5b langs Haldenveien ved Øvre Båstad.
Etasje 5a, kalkstein;

$$Q = 90-92/12 \times 3/1 \times 1/1 = \text{ca. } 22,5-23$$

Etasje 5b, kalksandstein;

$$Q = 70-75/12 \times 3/1 \times 1/1 = \text{ca. } 17,5-19$$

Lokalitet 26. Etasje 5b nær lok 25; kalksandstein.

$$Q = 75-80/12 \times 1,5/1 \times 1/1 = \text{ca. } 9-10$$

Lokalitet 26b. Etasje 5b nordvest for Bårdsruddammen; kalksandstein.

$$Q = 89-92/6-9 \times 3/1 \times 1/1 = \text{ca. } 29-31$$

Lokalitet 27. Etasje 4cy, Bondibråten; skifer.

$$Q = 60-70/12 \times 1,5/1 \times 1/1 = \text{ca. } 7,5-8,75$$

Lokalitet 28. Etasje 5a ved Bondibråten; kalkstein

$$Q = 80-85/12 \times 3/1 \times 1/1 = \text{ca. } 20-21$$

Lokalitet 29. Etasje 6 ved Myrabakken (Trelastbedrift); hornfels.

$$Q = 80-90/6 \times 1,5/1 \times 1/1 = \text{ca. } 20-23$$

Lokalitet 30. Etasje 5b nord for Høva ved Bondivannet; kontaktmetamorf sandstein (kvartsitt).

$$Q = 80/6-12 \times 1,5/1 \times 1/1 = \text{ca. } 10-20$$

Lokalitet 31. Etasje 7, Søndre Bondi; Kalkstein med cm lamina av mørkt materiale, kontaktmetamorfosert.

$$Q = 95-99/6-9 \times 1,5/1 \times 1/1 = \text{ca. } 16-25$$

Lokalitet 32. Etasje 4dy nord for Blakstad Hovedgård; kalkstein.

$$Q = 80-85/6 \times 1,5/1 \times 1/1 = \text{ca. } 20-21$$

Lokalitet 33. Etasje 4bδ aust for Blakstad Hovudgård; kalkstein og skifer i skyvesone.

$$Q = 10/15 \times 1,5/2-3 \times 0,5/1 = \text{ca. } 0,17-0,25$$

Lokalitet 34. Etasje 4bδ nær lok 33; kalkrik med cm tjukke lag av skifer.

$$Q = 95-100/6-9 \times 1,5/ \times 1/1 = \text{ca. } 16-25$$

VEDLEGG 2

**TABELLAR FOR Å BESTEMME Q-VERDIAR.
(FRÅ LIEN OG LØSET 1978).**

$$Q = \frac{RQD}{J_n} \cdot \frac{J_r}{J_a} \cdot \frac{J_w}{SRF}$$

TABELLER MED ANGIVELSE AV TALLVERDIER FOR PARAMETRE TIL BESTEMMELSE AV Q-VERDIEN.

Tabell 1 RQD

Beskrivelse av bergmassens oppsprekningsgrad ved hjelp av RQD (Rock Quality Designation).

	RQD	Antall sprekker pr. m ³
A. Meget sterkt oppsprukket.	0- 25	>27
B. Sterkt oppsprukket.....	25- 50	20-27
C. Moderat oppsprukket.....	50- 75	13-19
D. Lite oppsprukket.....	75- 90	8-12
E. Meget lite oppsprukket...	90-100	0- 7

Merknad: For RQD-verdier 0-10 brukes alltid 10 i formelen for Q.

Ved bestemmelse av RQD-verdi er intervall på 5 nøyaktig nok (100, 95, 90, 85 osv.)

Tabell 2 J_n

Beskrivelse av antall sprekesett med angivelse av tallverdier for J_n.

	J _n
A. Få eller bare sporadiske sprekker.....	0,5-1
B. Ett sprekesett.....	2
C. Ett sprekesett + sporadiske sprekker.....	3
D. To sprekesett.....	4
E. To sprekesett + sporadiske sprekker.....	6
F. Tre sprekesett.....	9
G. Tre sprekesett + sporadiske sprekker.....	12
H. Fire eller flere sprekesett, sterkt oppsprukket berg, sukkerbitberg osv.....	15
J. Oppknust berg, nærmest som jordmateriale.....	20

Merknad: For tunnelkryss brukes 3·J_n.

For portaler, påhugg o.l. brukes 2·J_n.

Tabell 3 J_r

Beskrivelse av sprekkers ruhet med tallangivelse for parameter J_r.

	J _r
a) Bergkontakt	
b) Bergkontakt før 10 cm skjærdeformasjon	
A. Diskontinuerlige sprekker.....	4
B. Ru eller irregulære, bølgete.....	3
C. Glatte, bølgete.....	2
D. Glidespeil, bølgete.....	1,5
E. Ru eller irregulære, plane.....	1,5
F. Glatte, plane.....	1,0
G. Glidespeil, plane.....	0,5

Merknad: Første del av beskrivelsen refererer til små strukturer (mm, cm), mens andre del refererer til middels store strukturer (dm, m).

Tabell 3, forts.

c) Ingen bergkontakt ved skjærdeformasjon	J _r
H. Soner med stort nok leirinnhold til å hindre bergkontakt.....	1,0
J. Gruslignende knust materiale tykt nok til å hindre bergkontakt.....	1,0

Merknad: 1,0 adderes når midlere sprekkeavstand er større enn 3 m.

J_n = 0,5 kan brukes for plane glidespeil med lineasjon, når lineasjonen er orientert langs min. styrke.

Tabell 4 J_a

Beskrivelse av sprekke materialets styrke med tallangivelse for parametret J_a og tilnærmete verdier for friksjonsvinkel φ_r.

a) Bergkontakt	J _a	φ _r ^o (tilnærmet)
A. Sammenvekste sprekker med hard uoppbløtelig impermeabel fylling, f.eks. kvarts, feltspat.....	0,75	
B. Uomvandlete sprekkeflater, bare overflateoksydasjon.....	1,0	(25-30)
C. Svakt omvandlete sprekkeflater. Uoppbløtelig mineralbelegg. Sandige partikler, leirfritt, oppknust sprekke materiale.....	2,0	(25-30)
D. Siltig eller sandig sprekke materiale, litt leire (ikke svelleleire).....	3,0	(20-25)
E. Oppbløtelig leire eller leirbelegg med lav friksjon, f.eks. kaolinit eller glimmer. Også kloritt, talk, gips, grafitt osv. og små mengder svelleleire.....	4,0	(8-16)
b) Bergkontakt før 10 cm skjærdeformasjon.		
F. Sandige partikler, leirfritt, oppknust sprekke materiale.....	4,0	(25-30)
G. Sterkt overkonsolidert uoppbløtelig leirfylling. (Kontinuerlige, men <5 mm tykkelse).....	6,0	(16-24)
H. Middels eller lav overkonsolidering, oppbløtelig sprekkefylling av leir materiale. (Kontinuerlige men <5 mm tykkelse).....	8,0	(12-16)
J. Sprekkefylling av svelleleire, dvs. smektitt (montmorillonitt). (Kontinuerlige men <5 mm tykkelse). J-verdien avhenger av prosentvis innhold av leirpartikler og tilgang på vann osv.....	8-12	(6-12)
c) Ingen bergkontakt		
K. Soner eller bånd av desintegrert L- eller knust bergartsmasse (se G, H, eller M: J for beskrivelse av leirforholdene)	6, 8 8-12	(6-24)
N. Soner eller bånd av siltig eller sandig leire, liten leirfraksjon (uoppbløtelig).....	5,0	(-)
O. Tykke, kontinuerlige soner eller P. bånd av leire (se G, H, J for beskrivelse av leirforholdene).....	10, 13 13-20	(6-24)

bell 5 J_w

skrivelse av vannforhold med tallangivelse for rameter J_w .

J_w	Ca. vanntrykk i kg/cm ²
Torre bergrom eller minimal innlekkasje, dvs. < 5 l/min. lokalt. 1,0	<1
Middels innlekkasje eller trykk. Stedvis utvasking av sprekke-materiale.....	0,66
Stor innlekkasje eller høyt trykk i massivt berg med sprekker uten fylling.....	0,5 2,5-10
Stor innlekkasje eller høyt trykk. Utvasking av sprekke-materiale.....	0,33 2,5-10
Meget stor innlekkasje eller vanntrykk ved utsprengning, avtagende med tiden.....	0,2-0,1 >10
Meget stor innlekkasje eller vanntrykk. Ikke avtagende.....	0,1-0,05 >10

knad: Verdiene for C til F er antatte. J_w økes når dreneringstiltak blir gjort.
Spesielle stabilitetsproblemer ved isdannelse er ikke vurdert.

bell 6 SRF

krivelse av spenningsforhold og tallangivelse for rameter SRF.

Svakhetssoner som kan medføre nedfall når bergrommet er sprengt.

	SRF
Hyppig opptreden av svakhetssoner som inneholder leire eller kjemisk omvandlet bergmasse, svake bergarter (alle dybder).....	10
Enkle svakhetssoner som inneholder leire eller kjemisk omvandlet bergmasse (anleggets dybde $\leq$ 50 m).....	5
Enkle svakhetssoner som inneholder leire eller kjemisk omvandlet bergmasse (anleggets dybde > 50 m).....	2,5
Hyppig opptreden av markerte sprekker (skjærsprekker, slepper) i harde udeformerbare bergarter (uten leire) (alle dybder)...	7,5
Enkle, markerte svakhetssoner (skjærsoner, sprekkesoner) i harde udeformerbare bergarter (uten leire) (anleggets dybde $\leq$ 50 m).	5,0
Enkle markerte svakhetssoner (skjærsoner, sprekkesoner) i harde udeformerbare bergarter (uten leire) (anleggets dybde > 50 m).	2,5
Ukonsoliderte, åpne sprekker, sterkt oppsprukket eller sukkerbitberg osv. (alle dybder).....	5,0

knad: SRF-verdiene reduseres med 25-50% når svakhetssonene bare innvirker på stabiliteten, men ikke skjærer anlegget.

b) Harde, lite deformerbare bergmasser (kompetente). Bergtrykksproblemer.

	σ_c/σ_1	σ_t/σ_1	SRF
H. Lave spenninger nær overflaten.....	>200	>13	2,5
J. Middels høye bergspenninger. 200-10	13-0,66		1,0
K. Høyt bergtrykk "tette" bergarter (vanligvis gunstig for stabilitet, kan være ugunstig for veggstabilitet)....	10-5	0,66-0,33	0,5-2
L. Noe bergslag (massivt berg). 5-2,5	0,33-0,16		5-10
M. Intens bergslag (massivt berg).....	<2,5	<0,16	10-20

Merknad: For sterkt anisotrope spenningstilstander: Når $5 \leq \sigma_1/\sigma_3 \leq 10$ reduseres σ_c og σ_t til $0,8 \sigma_c$ og $0,8 \sigma_t$. Når $\sigma_1/\sigma_3 > 10$ reduseres σ_c og σ_t til $0,6 \sigma_c$ og $0,6 \sigma_t$ hvor σ_c = aksial trykkstyrke og σ_t = strekkstyrke (punktlaststyrke) og σ_1 og σ_3 er henholdsvis største og minste hovedspenning.

Få beskrevne tilfeller hvor overdekningen er mindre enn spennvidden. Det antas da at SRF økes fra 2,5 til 5 (se pkt. H).

c) Tyteberg (skviseberg). Plastisk flyting av bløte deformerbare (inkompetente) bergarter under innflytelse av høye bergtrykk.

	SRF
N. Moderat tyteberg.....	5-10
O. Intens tyteberg.....	10-20

d) Svellende berg. Kjemisk svellingsaktivitet som avhenger av tilgangen på vann.

	SRF
P. Moderat svellende berg.....	5-10
R. Intens svellende berg.....	10-15

VEDLEGG 3

TOLKING AV STEREONETT.

TOLKING AV STEREONETTENE

Stereonettet er projeksjonen av nedre halvdel av en kuleflate. Resultatet av en strøk- og fallmåling gjengis som et punkt i stereonettet. Dette punktet viser det målte plans orientering i rommet.

En kan tenke seg det målte plan plassert gjennom sentrum av kulen (se figur). Planets normal gjennom kulens sentrum skjærer halvkulens overflate i et punkt som projiseres på ekvatorialplanet = papiplanet.

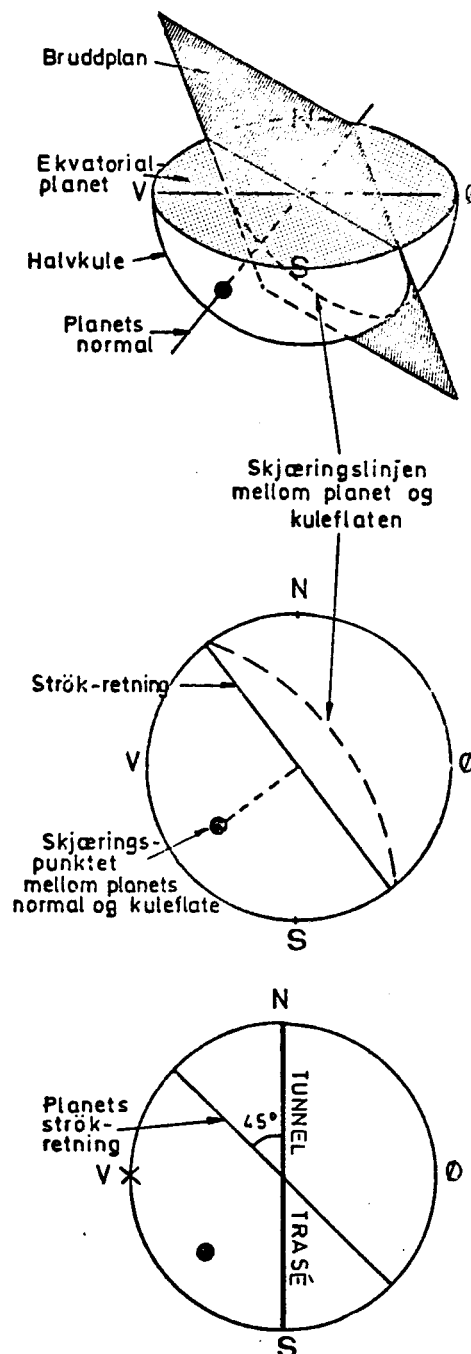
Figuren viser et plan med strøk nordvest-sørøst og fall ca. 70° mot nordøst.

Et plan som ligger vannrett vil ha en normal som står loddrett og projiseres i stereonettets sentrum.

Et plan som står loddrett vil ha en normal som skjærer kuleflaten ved ekvator og dermed ligge i sirkellinjen på stereonettet.

I den nederste figuren er retningen til en nord-sør-gående tunnel lagt inn. Planet som er tegnet med fall 70° mot nordøst vil i dette tilfellet skjære tunnelen i 45° vinkel.

Punktet markert x i stereonettet representerer et plan som står loddrett med strøk nord-sør. Dette planet vil gå på langs av tunnelen.



VEDLEGG 4

BYGGING AV VEGTUNNELAR.

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 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 glir 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 hvelvvirkning 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 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 frost-problemer 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:

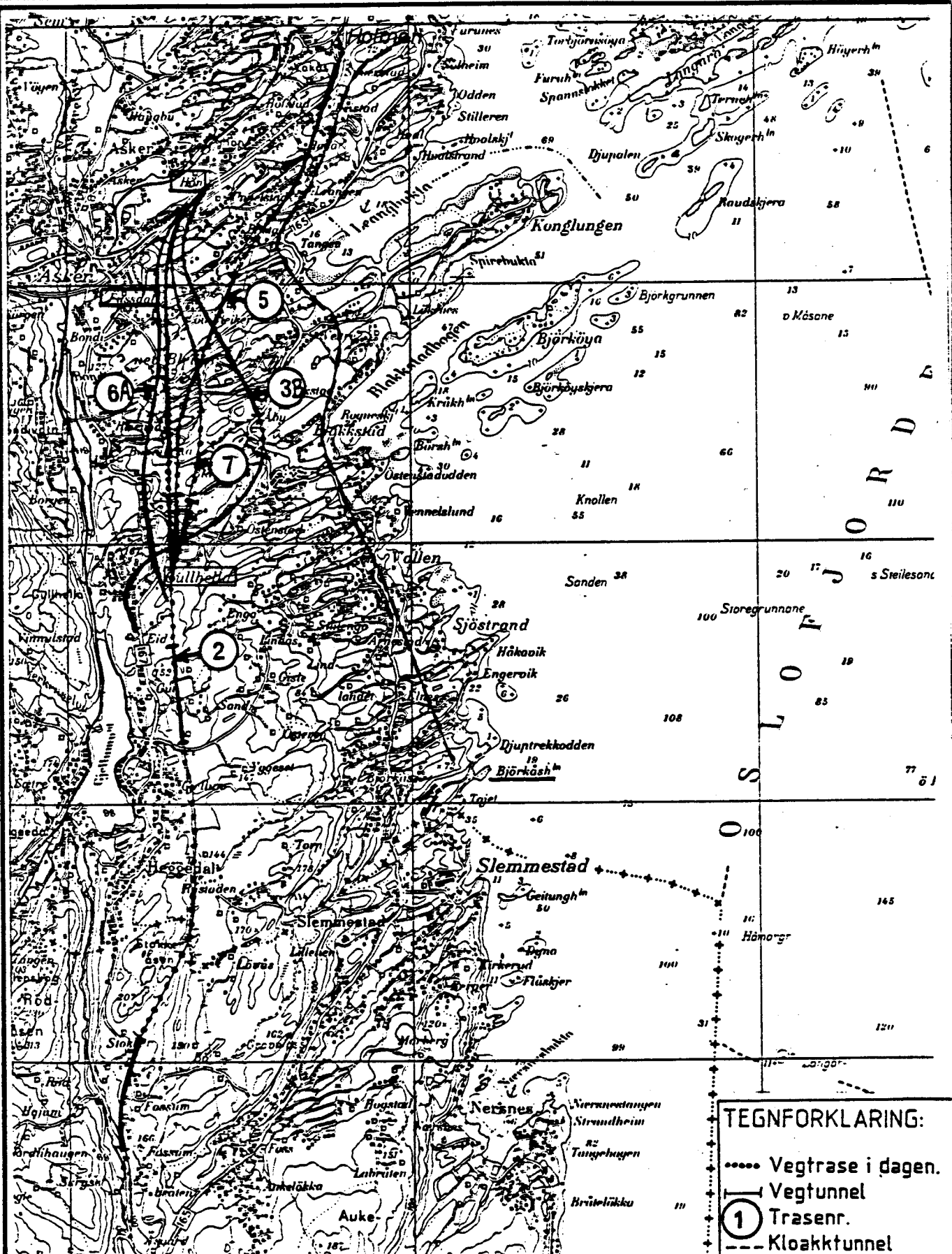
- a) Tunneltverrsnittet fotoprofileres for å gi nøyaktig oversikt over hvilke plass en har til rådighet.
- b) Eventuell ekstra utstrossing utføres etter behov
- c) Tunnelens dybde justeres om nødvendig og alle grøfter sprenges ferdig
- d) Berget forsterkes med korrosjonsbeskyttede bolter.
- e) Betongutføring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

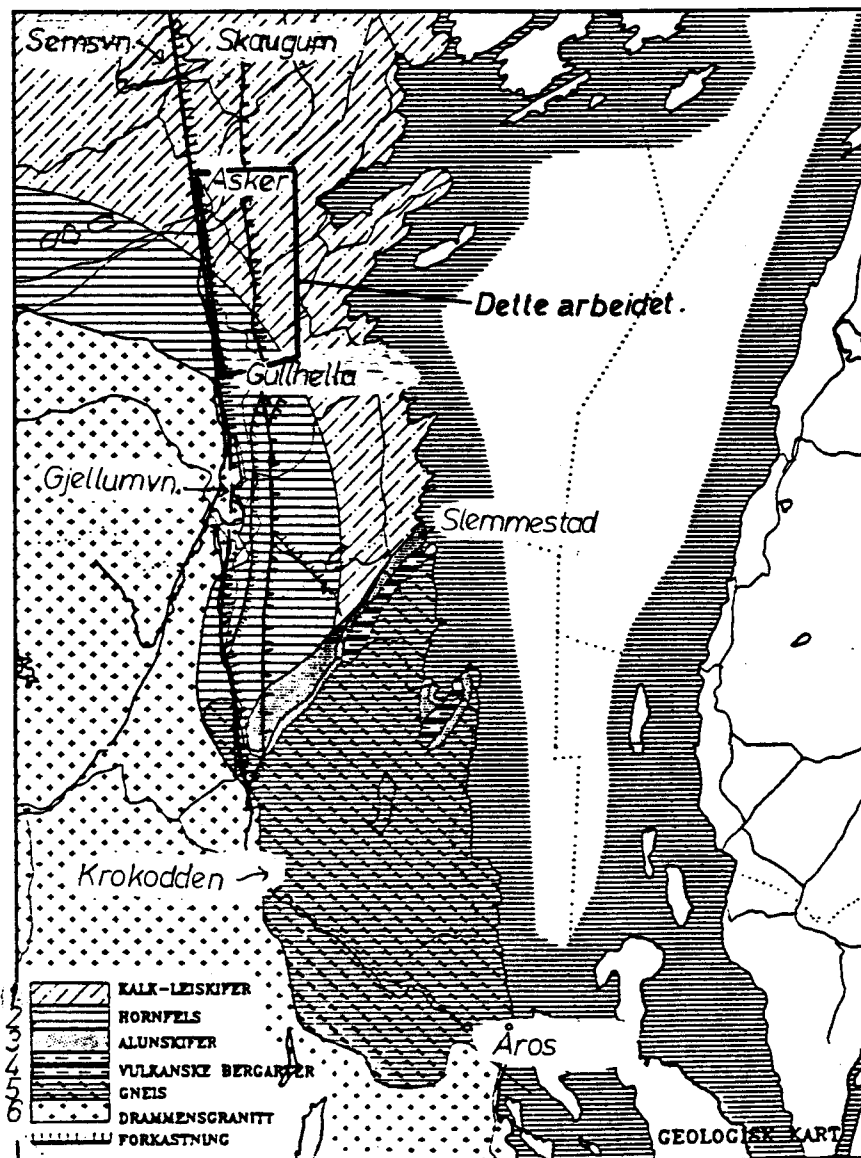
Nærmere beskrivelse av de anførte sikringsmetoder finnes i Veglaboratoriets meddelelser og interne rapporter som kan skaffes på forespørsel.

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

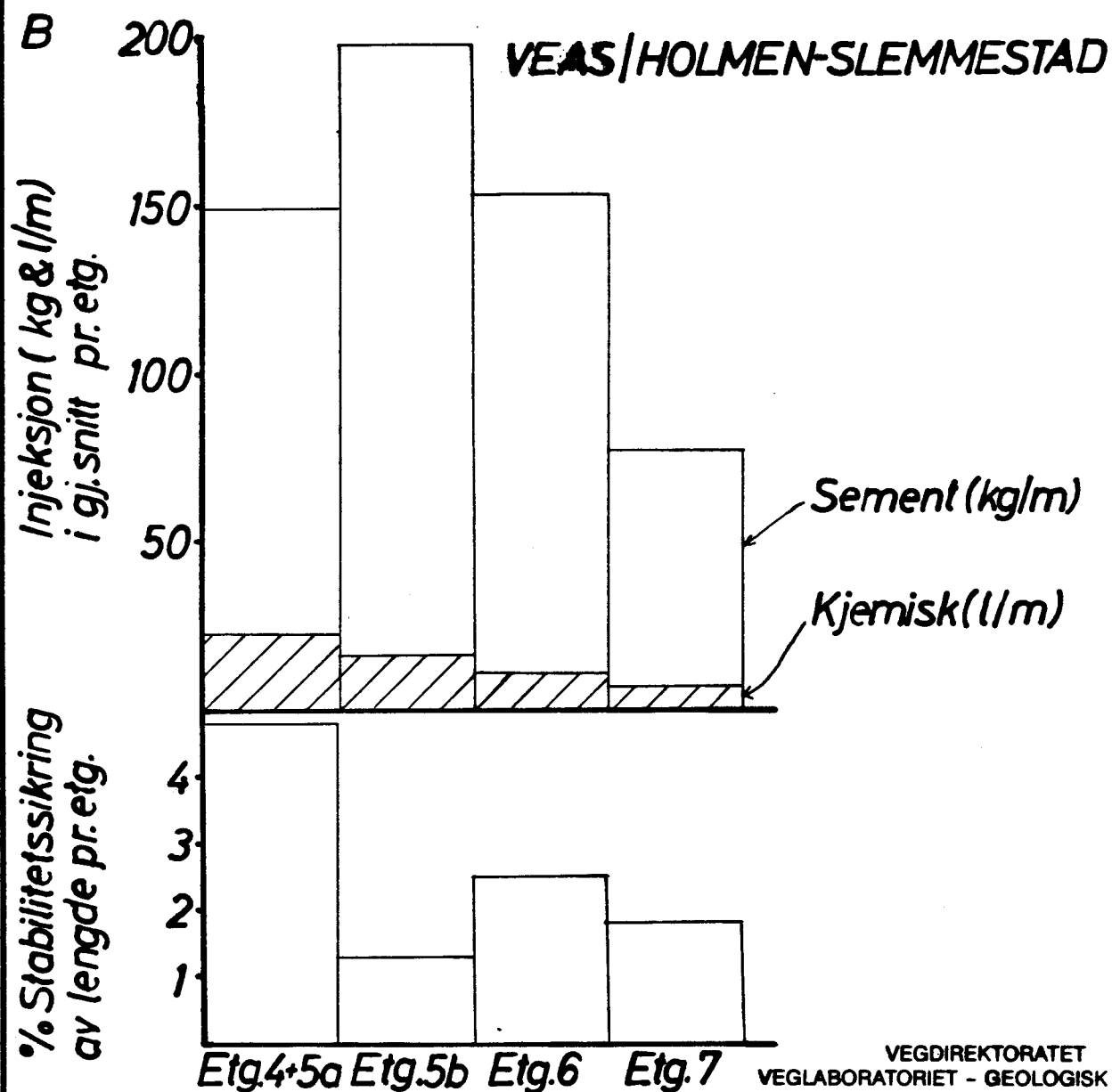
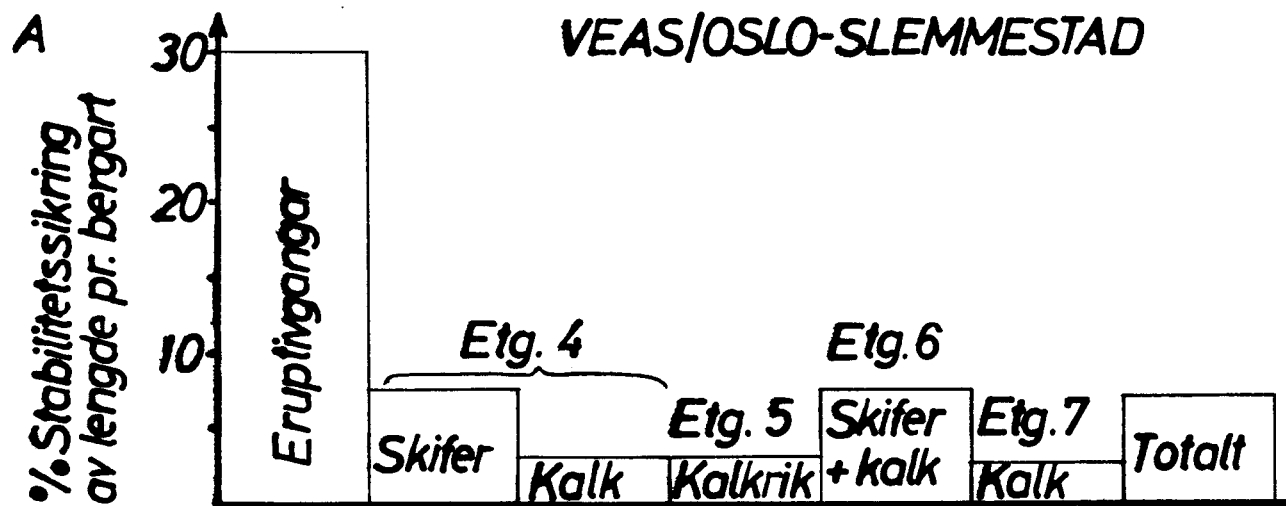


Dato	Konstr./Tegnet <i>L. Nøpke</i>	Godkjent	Målestokk 1:50 000	Veg E18-Krokodden, geologi Høn-Fusdal- Gullhella, Asker.	
Tunneltrasear vurdert av NGI. VEGDIREKTORATET VEGLABORATORIET - GEOLOGISK SEKSJON				Erstatning for:	Erstattet av:
Henvising: Grimstad og Løset (1989).				C-767A-01	
				C-767A NR.1.	



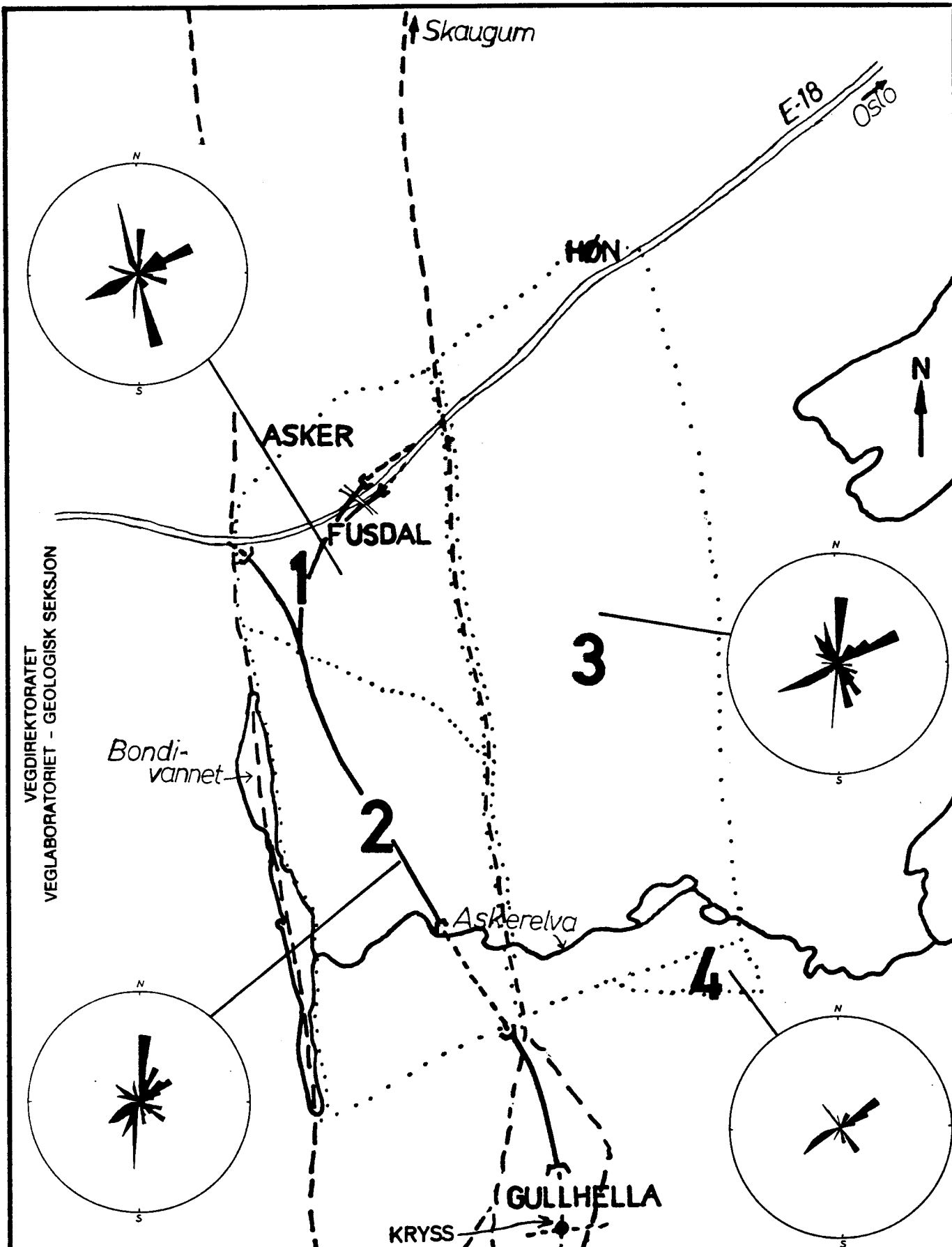
VEGDIREKTORATET
VEGLABORATORIET - GEOLOGISK SEKSJON

Dato	Konstr./Tegnet <i>In Høyde</i>	Godkjent	Målestokk 1:156300	Veg E18-Krokodden, geologi Høn-Fusdal Gullhella, Asker.	
				Erstatning for:	Erstattet av:
Geologisk kart over området Asker-Krokodden.				C-767A-02	
Via Nova (1988); Naterstad et al. (1989)				C-767A NR.1.	

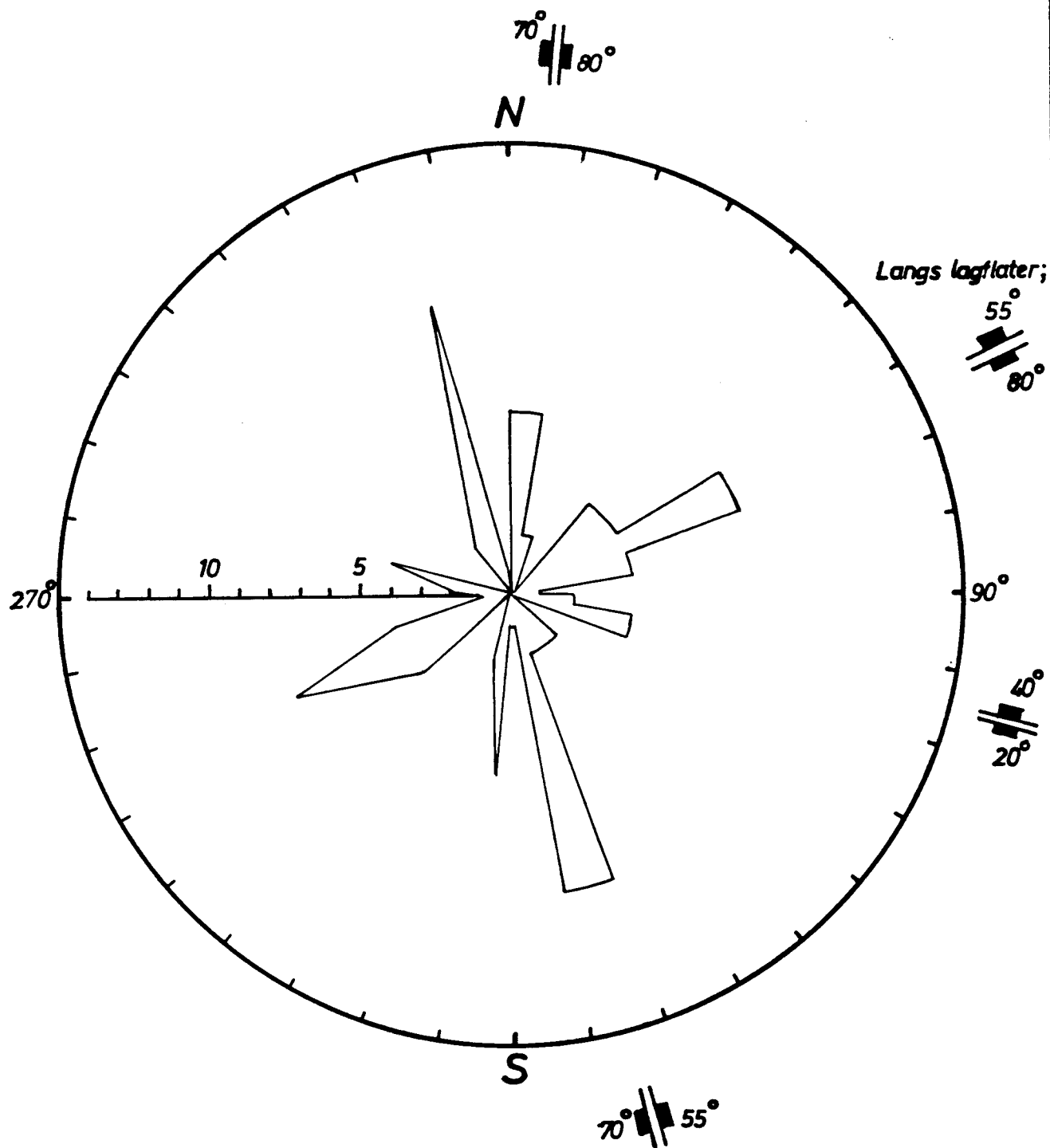


VEGDIREKTORATET
VEGLABORATORIET - GEOLOGISK SEKSJON

Dato	Konst./Tegnet <i>L. Lien</i>	Godkjent	Målestokk ---	Veg E18-Krokodden, geologi Høn-Fusdal- Gullhella, Asker.	
				Erstatning for:	Erstattet av:
Histogram over sikringstiltak i VEAS tunnelen.				C - 767A - 03	
Lien og Løset (1983); Henvising: Grimstad og Løset (1989).				C-767A NR.1.	

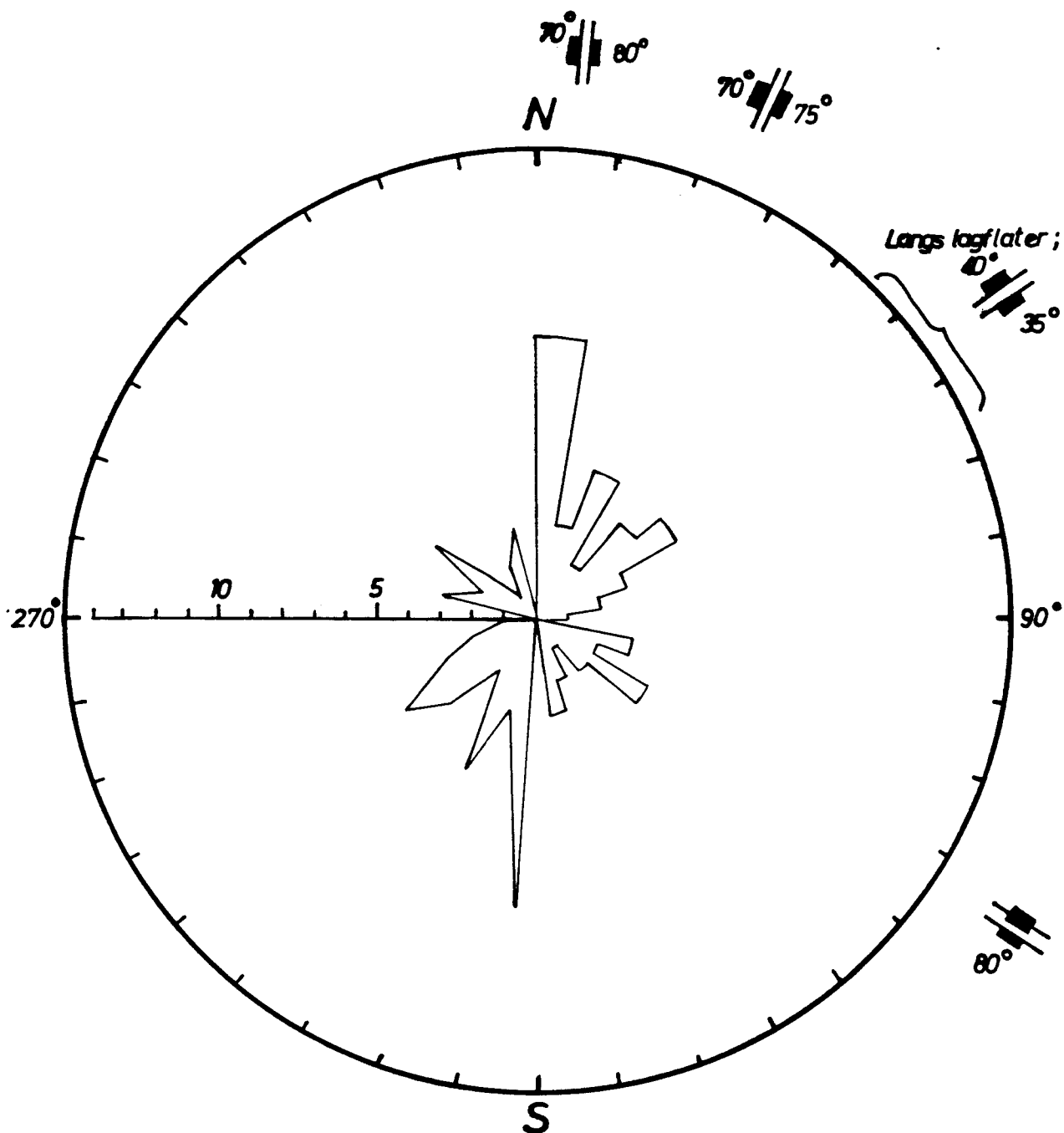


Dato	Konst./Tegnet <i>Per Høegh</i>	Godkjent	Målestokk 1:20000	Veg E18-Krokodden, geologi Høn-Fusdal-Gullhella, Asker.	
Strukturelle subområde (prikka linje og nummer), sprekkeretninger og traseforslag (tjukk linje Fusdal-Gullhella).				Erstatning for:	Erstattet av:
				C-767A-07	
Henvisning:		Beregning:		C-767A NR.I.	



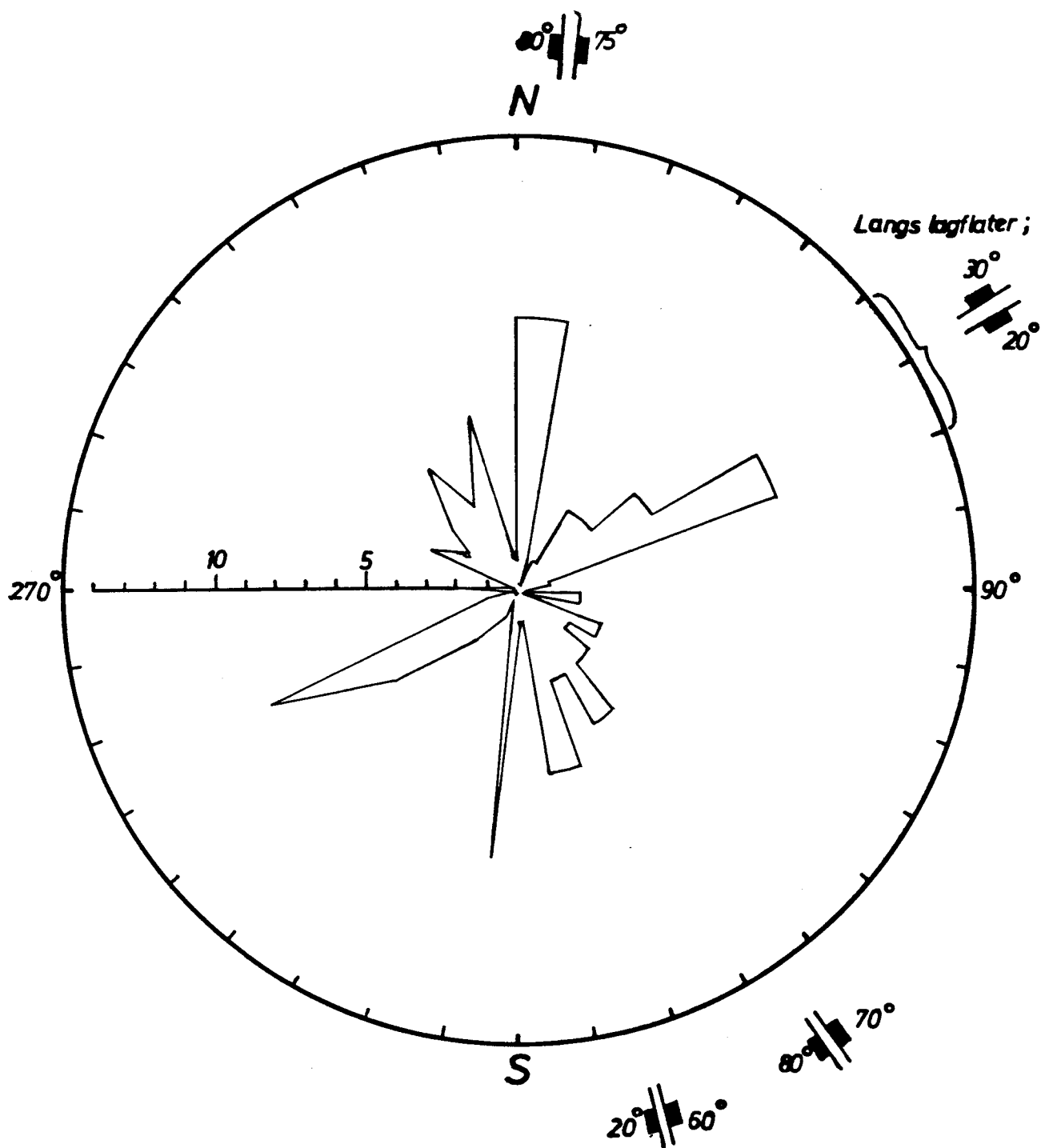
VEGDIREKTORATET
VEGLABORATORIET - GEOLOGISK SEKSJON

Dato	Konst / Tegnet <i>L. Høglia</i>	Godkjent	Målestokk -----	Veg E18 Krokodden, geologi Høn-Fusdal- Gullhella, Asker.	
Sprekkerose, subområde 1.				Erstatning for:	Erstattet av:
				C-767A-08	
Henvisning:		Beregning:		C-767A NR.1.	



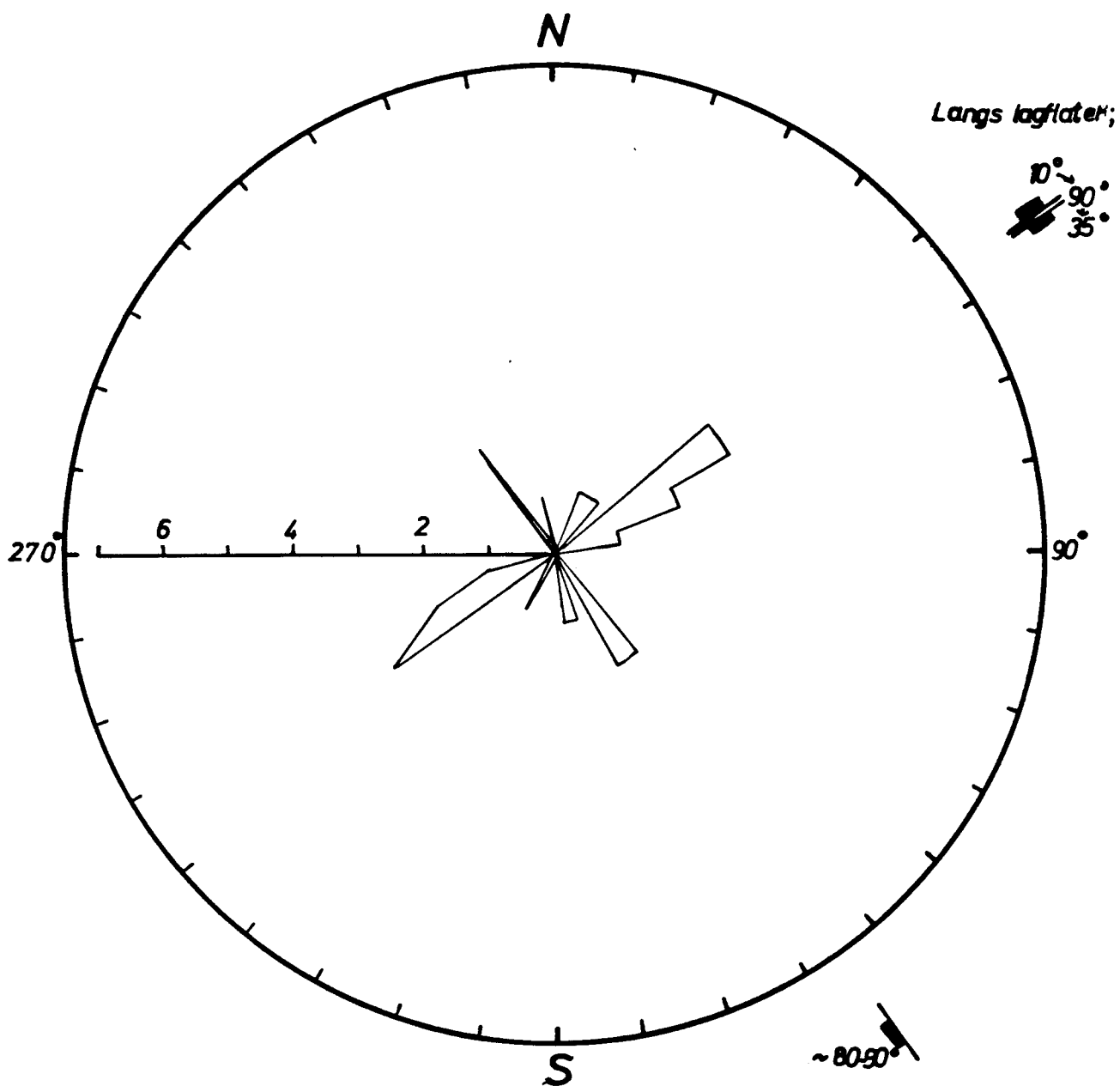
VEGDIREKTORATET
VEGLABORATORIET - GEOLOGISK SEKSJON

Dato	Konst. / Tegnet <i>T. Høglund</i>	Godkjent	Målestokk -----	Veg E18-Krokodden, geologi Høn-Fusdal- Gulhella, Asker.	
Sprekkerose, subområde 2.				Erstatning for:	Erstattet av:
				C-767A-09	
Henvisning:		Beregning:		C-767A NR.1.	



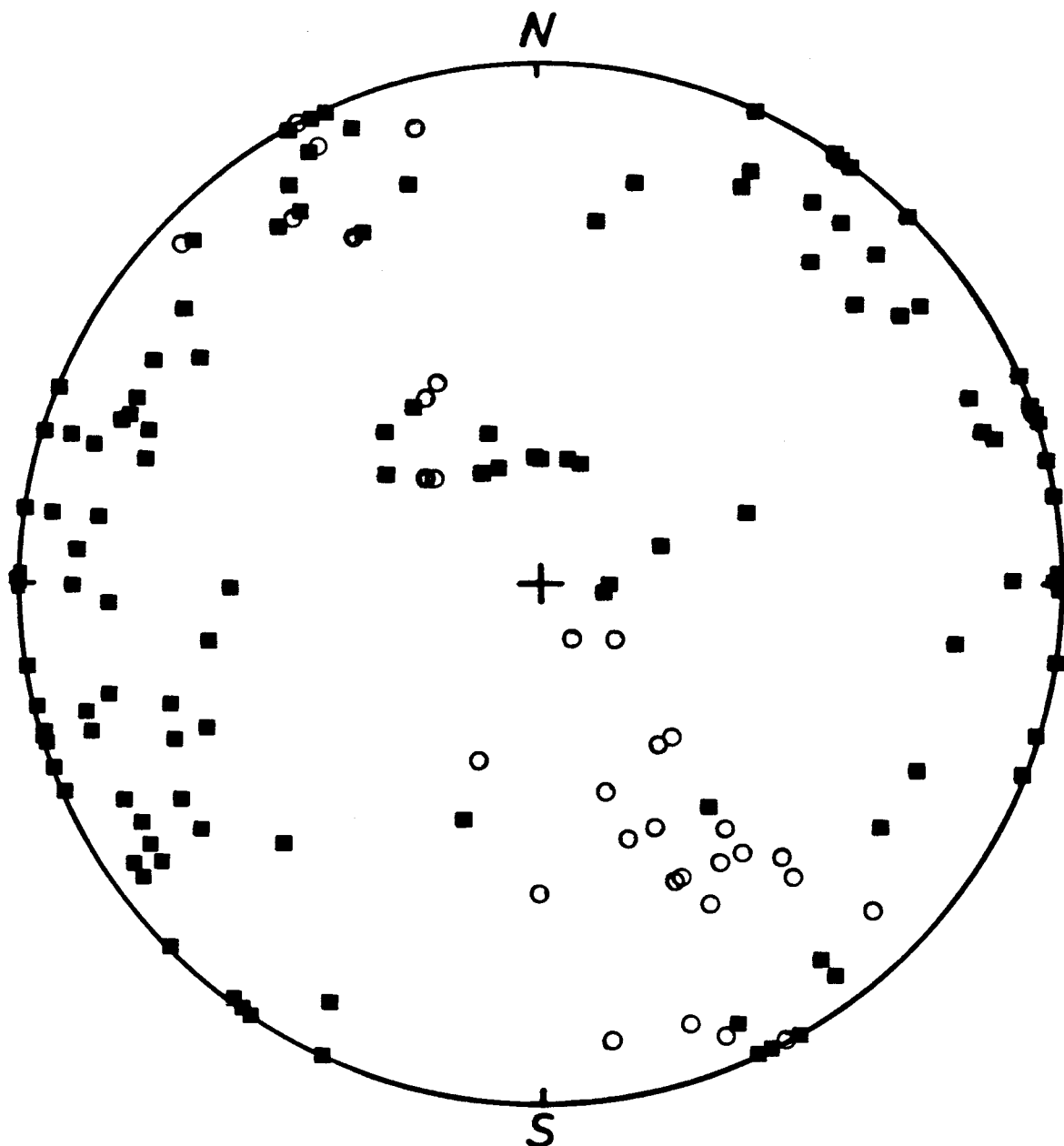
VEGDIREKTORATET
VEGLABORATORIET - GEOLOGISK SEKSJON

Dato	Konstr./Tegnet <i>L. Hopli</i>	Godkjent	Målestokk -----	Veg E18-Krokodden, geologi Høn-Fusdal- Gullhella, Asker.	
Sprekkerose, subområde 3.				Erstatning for:	Erstattet av:
				C-767A-10	
Henvisning:		Beregning:		C-767A NR1.	



VEGDIREKTORATET
VEGLABORATORIET - GEOLOGISK SEKSJON

Dato	Konstr./Tegnet <i>La. Høpke</i>	Godkjent	Målestokk -----	Veg E18-Krokodden, geologi Høn-Fusdal- Gulhella, Asker.	
Sprekkerose, subområde 4.				Erstatning for:	Erstattet av:
				C-767A-11	
Henvisning:		Beregning:		C-767A NR.1.	



○ Polar til lagflater + lagflatesprekker

■ Polar til sprekkeflater

VEGDIREKTORATET
VEGLABORATORIET - GEOLOGISK SEKSJON

Dato 4/4-90	Konst./Tegnet <i>[Signature]</i>	Godkjent	Målestokk -----	Veg E18-Krokodden, geologi Høn-Fusdal- Gullhella, Asker.	
Stereografisk nett.				Erstatning for:	Erstattet av:
				C-767A-12	
Henvisning:		Beregning:		C-767A NR.1.	