

LYDERHORN TUNNELEN

GEOLOGISK RAPPORT

HELGE ASKVIK

UNIV. I BERGEN

RV 555. VESTRE INNFARTSVEG TIL BERGEN.

BERGGRUNNSGEOLOGISK UNDERSØKELSE OVER LYDERHORNTUNNELEN.

av Helge Askvik

RAPPORTSAMMENDRAG

Det er utført en geologisk undersøkelse over Lyderhorntunnelen.

Berggrunnen langs tunnelen består av båndgneis som stedvis er sterkt forskifret, saussurittgabbro og amfibolitt, granitt/gneisgranitt og granittpegmatitt. Bergartene opptrer i veksling i feltet, og fordelingen er komplisert. Bergartene er som typer godt tunnelberg, og bergkvaliteten vil avhenge av oppsprekning, slepper og svakhetssoner.

Området er gjennomsett av svakhetssoner/forkastninger og noen av disse vil berøre tunnelen. Langs Loddefjorddalen er der en betydelig forkastning, og parallelt med denne vil der i tunnelberget ved vestre påhugg trolig være mindre forkastninger, i tillegg til en markert oppsprekning i samme retning.

En forkastning i forlengelsen av Grøvledalen og en annen forkastning med retning NNV-SSØ vil kanskje berøre tunnelen ved østre ende.

Der tunnelen krysser forkastningene og svakhetssonene vil der bli stabilitetsproblemer og trolig vannlekkasje, og det blir behov for tung sikring. Mindre slepper og sterkt forskifret berg vil trolig medføre behov for noe lettere sikringstiltak.

RV 555. VESTRE INNFARTSVEG TIL BERGEN.

BERGGRUNNSGEOLOGISK UNDERSØKELSE OVER LYDERHORNTUNNELEN.

av Helge Askvik

INNHold

1.	INNLEDNING.....	3
2.	TOPOGRAFI.....	3
3.	BERGGRUNNSGEOLOGI.....	4
3.1	Bergartsbeskrivelse.....	4
3.2	Utbredelse og fordeling.....	4
4.	STRUKTURELEMENTER	5
4.1	Skiffrighet.....	5
4.2	Folder og minerallineasjon.....	6
4.3	Forkastninger/svakhetssoner.....	6
4.4	Sprekker.....	7
4.5	Geologisk strukturkart.....	8
5.	BESKRIVELSE AV TUNNELTRASÉEN, BERGKVALITET OG SIKRING....	8
6.	FORSLAG TIL EVENTUELLE VIDERE UNDERSØKELSER.....	9
7.	KONKLUSJON.....	9

TEGNINGER

Tegning 1:	Strukturdiagrammer.....	11
Tegning 2:	Geologisk strukturkart.....	13
Vedlegg 1:	Tolkning av stereografisk strukturdiagram.....	12

1. INNLEDNING.

Etter anmodning fra Vegkontoret i Hordaland er det utført geologisk undersøkelse av Lyderhorntunnelen, Rv 555.

Lyderhorntunnelen skal gå gjennom sydlige del av Lyderhorn, mellom veikrysset Sotraveien/Kjøkkelveien og kryss ved Lappeleiren ved sydenden av Liavatnet.

Undersøkelsen har bestått i studier av eksisterende geologisk litteratur over geologien i området, flyfotostudier samt feltundersøkelser.

Grunnlagsmateriale for undersøkelsen er:
Tegning nr. 10.1467-15, 10.1467- 19, 10.1467-20 (topografisk kart i målestokk 1:1000 med planene inntegnet) samt topografisk kart i målestokk 1:5000 med inntegnet tunneltrasé. Det er benyttet flyfoto i målestokk 1:15000 og kompass med 360° inndeling.

Tunneldriften er allerede startet. Påhugget på vestsien er gjort, og det støpes nå portal og støpearbeider for veikrysset utenfor tunnelen. På østsiden var arbeidet med påhugget igang.

Tunneltraséen er derfor på det nærmeste fastlagt, og den kan trolig ikke justeres særlig på grunn av eventuelle berggrunns-geologiske årsaker. Det kan likevel etter mine undersøkelser vise seg ønskelig å få sikrere kunnskap om geologiske forhold, og forslag til eventuelle videre undersøkelse vil derfor bli tatt med.

2. TOPOGRAFI

Lyderhornmassivet er en fjellrygg som ligger mellom det markerte dalføret Bjørndalspollen-Loddefjorddalen-Kjøkkelvik i vest og Bjørndalspollen-Liavatn-Gravdalsviken i øst. Lyderhorn-toppen har en høyde på 396 m.o.h., mens fjellryggen i den sydlige delen, som tunnelen går gjennom, når opp til ca. 200 m.o.h.

Fjellsiden mot vest veksler mellom omtrent nord-sydgående fjellskråninger og bratte skrenter og med enkelte fremstikkende skuldre samt kløfter som skjærer ned i berggrunnen. Flater og slakkere partier fins i de nedre deler.

Fjellsiden mot øst er en jevnere skråning med øst-vest-gående dalsøkk og hvor søkkene ofte har en steil nordside. Nordvest for påhugget ved Lappeleiren er et søkk med retning NNW-SSØ.

Berggrunnen er blottet i varierende grad med mest blotninger i de høyestliggende partier og forøvrig i skrenter og knauser. Den er ellers dekket av jord, delvis myrlendt i søkk og flate partier, generelt tilvokst med lyng og einer og med spredt blandingsskog spesielt i de lavere partier.

3. BERGGRUNNSGEOLOGI.

3.1 Bergartsbeskrivelse.

Berggrunnen i det aktuelle området består vesentlig av dypbergarter av forskjellig sammensetning og alder og som er omdannet i varierende grad. Følgende bergartstyper opptrer:

1. båndete gneiser (eldst), stedvis mylonittgneis
2. gabbrobergarter, omdannet til saussurittgabbro og amfibolitt
3. homogene granitter, omdannet til gneisgranitter
4. storkornete granittpegmatittganger (yngst).

De båndete gneiser er middelskornet og foliert og med mer eller mindre tydelige mørke og lysere bånd. Skiffrigheten er varierende utviklet, og bergarten spalter gjerne etter adskilte skiffrighetsplan. I soner på vestsiden er der utviklet mylonittgneis (finkornede, skiffrige bergarter dannet ved nedknusning og rekrySTALLISJON under bevegelse).

Gabbrobergartene er omdannet i varierende grad. De store kroppene er gjerne middelskornet, retningsløs (massiv) saussurittgabbro som består mest av grønnlig-hvit plagioklasfeltspat og grønn amfibol (hornblende). De tynnere kroppene og grensesonen og skjærsoner i de større kroppene er gjerne omdannet til middels- til finkornet amfibolitt, ofte skiffrig og med minerallineasjon og som består av hvit plagioklas feltspat, grønn amfibol (hornblende), varierende mengde biotitt-glimmer og muligens epidot og kloritt.

De homogene granitter/gneisgranitter er rødlige, middels- til grovkornede med svakt utviklet foliasjon/skiffrighet og minerallineasjon (gneisgranittene), og de består av grålig kvarts, rødlig alkalifeltspat, stedvis grønnliggrå plagioklas, sort biotitt og grønn epidot. Enkelte steder er bergarten en øyegneis med store feltspatkorn blant mer finkornede mineralkorn.

Granittpegmatittene danner opp til 10 meter lange linser eller ganger, 1-2 meter tykk. Tynnere ganger og årer av pegmatitt opptrer også. Bergarten er grov- til storkornet og består av grå kvarts, rød kalifeltspat, gråhvit plagioklas-feltspat og litt lys grønnlig muskovitt-glimmer.

3.2 Utbredelse og fordeling.

Bergartene er alle av eruptiv (intrusiv) opprinnelse, muligens med unntak av de eldste, båndete gneisene.

Flere større og mindre, ofte linseformede gabbrokropper er dannet ved at bergartssmelter har trengt inn i de eksisterende bergartene (gneiser) og størknet.

Senere har granittsmelte trengt inn i komplekset og dannet granittganger og større, uregelmessige granittkropper. Deformasjon i bergmassivet med bevegelse og foldning har omdannet bergartene, og det er utviklet mer eller mindre tydelig skifrihet.

De yngste bergartene er grovkornede og storkornede granittpegmatittganger som delvis synes yngre enn foldningen.

Deformasjon og bevegelser i jordskorpen har ført til strukturer som folder og skifrihet. Mylonittgneis er dannet i soner i de eldste gneisene under skjærbevegelser, og bruddsoner og forkastninger kutter bergmassivene.

Fordeling av bergartene i feltet er komplisert, og en detaljert kartlegging vil være meget tidkrevende. På grunn av overdekning vil der likevel knytte seg usikkerhet til kartbildet. Den romlige fordelingen av bergartene og fordelingen i tunnelnivå vil kunne være en annen enn i overflaten. På grunn av dette og fordi alle bergartene i seg selv er brukbart tunnelberg er det ikke laget kart over bergartenes utbredelse.

Bergartsfordelingen i tunnelområdet antas i grove trekk å være: I vest, øst for Loddefjorddalen er der mest båndede gneiser, stedvis med mylonittsoner, samt gneisgranitter og amfibolittganger. I de sentrale deler langs tunnelen er der trolig gabbro og amfibolitt samt gneisgranitt. På østsiden er der vekslende båndgneis, gneisgranitt og gabbro/amfibolitt. Over hele feltet kan en møte granittpegmatittganger.

4. STRUKTURELEMENTER.

4.1 Skifrihet.

Under omdanning og deformasjon av bergartene er det utviklet skifrihet i bergartene i varierende grad. Særlig i gneisene i vestre og undre del av massivet er skifriheten stedvis velutviklet, og bergartene viser sterk tendens til oppsprekning langs skifrihetsplanet.

Skifrihetsorienteringen varierer noe i feltet på grunn av foldning (se kart og diagram). I den vestlige delen har skifriheten gjerne fallretning mellom øst og nordøst med fallvinkel mellom 15 og 25°, mens i den østlige delen er fall mot nordøst og fallvinkel 20-40° mest vanlig.

Enkelte skifrihetsplan er utviklet som bevegelsesplan (mindre skyveplan) med utvikling som sleppeplan og som ofte går over i mindre forkastninger.

4.2 Folder og minerallineasjon

Bergartene i komplekset er foldet minst en gang. Dominerende foldeakseretning er ca Ø-V med stupning 15-25° mot øst. Ved noen større folder er det utviklet slepper langs skifrihetsplan, særlig ved grensen mellom amfibolitt og gneis.

Under rekrySTALLISASJONEN av bergartene er gjerne avlange mineralkorn blitt parallellorientert og bergarten viser mer eller mindre tydelig mineral-lineasjon. Lineasjonen er parallell med den dominerende foldeakseretningen, Ø-V med stupning 15-25° mot øst.

4.3 Forkastninger/svakhetssoner.

Lyderhornmassivet er på vestsiden begrenset av en stor forkastningssone som også påvirker tunnelberget. På østsiden, langs Liavatnet, er der også en markert forkastning, men denne synes ikke å ha påvirket berget i Lyderhorntunnelen. Lyderhorn-massivet er ellers gjennomslått av mindre forkastninger i andre retninger og som kan berøre tunnelen.

Forkastninger representerer svakhetssoner med oppsprukket og knust berg og med markerte sprekkeplan, og de er generelt sterkt erodert og gjerne overdekket. De fremtrer derfor vanligvis som oftest rettlinjede forsenkninger og søkk i terrenget. Berget er ikke alltid blottet langs forkastningen slik at det lar seg ikke alltid gjøre direkte å påvise at der er en forkastning og nærmere beskrive deformasjonen langs forkastningen.

Langs forkastninger og andre svakhetssoner kan berget være omdannet til leire som kan inneholde svelleleire. Ved en liten forkastning utenfor østre påhugg ble det observert leire, men om der er svelleleire er ikke avgjort.

4.3.1 Forkastninger N-S (N 10° V) øst for Loddefjorddalen.

Parallelt med den store forkastningen langs Loddefjorddalen synes der å være flere mindre forkastninger i et belte inntil ca. 150 m øst for Rv 555 i dalen.

I en skrent ca. 100 m syd for påhugget og ca. 30 m øst for Rv 555 er blottet en mindre forkastning. Forkastningsplanet har her strøk N 20° V og fall 70° mot øst. Foran (vest for) skrenten løper en hylle med et søkk videre nordover, og det antas å være en sone av svakere berg her og som skyldes en forkastning.

Flere forsenkninger i terrenget østover mot den brattere fjellveggen under Små-Lyderhorn tyder på flere små-forkastninger her (se kart). Berget i dette beltet har markert og utholdende, steil oppsprekning med strøk ca. N 10° V, og jeg antar dette er den vanlige orienteringen av disse forkastningene.

4.3.2 Forkastninger ØNØ-VSV (Grøvledalen m. fl.).

Langs Grøvledalen er der et markert, rettlinjert søkk som kan følges fra Rv 555 ca. 100 m nord for Loddefjord Torg og mot ØNØ over fjellryggen. Berget er her oppknust med steiltstående glideplan og slepper, og det er en tydelig forkastning.

I forlengelsen av Grøvledalen er der på østsiden, mot påhugget ved Lappeleiren, forsenkninger og skrenter i samme retning, og der er observert tett og markert oppsprekning i berget i enkelte skrenter. Det synes som forkastningen i Grøvledalen her kan ha delt seg i flere mindre forkastninger, men overdekning og lite blotninger gjør konklusjonen usikker. Muligens vil den kunne berøre traséen og da med svakhetssoner som skjærer tunnelretningen under spiss vinkel.

Parallelt med Grøvledalen er der ca. 200 m lenger nord et markert søkk som også er en mindre forkastning, men denne har ikke latt seg følge tydelig så langt øst- og vestover som Grøvledalsforkastningen. Berget er også her oppsprukket/oppknust og gjennomført av steiltstående og utholdende glideplan/sleppeplan. Det er mulig at disse også vil opptre i tunnelnivå.

På fjellryggen 100-200 m lenger nord er der søkk av samme retning som kan representere svakhetssoner og som kan fortsette i forsenkningene i østskråningen av Lyderhorn. Det er mulig at disse sonene ikke vil nå ned til tunnelnivå.

4.3.3. Forkastning NNV-SSØ nær østenden av tunnelen.

Et markert søkk kan følges fra nær østenden av tunnelen og mot NNV. Søkket er dekket av løsmasser, og berget på hver side har steile skrenter og viser utholdende, markert og steiltstående oppsprekning parallelt med søkket. Det er sannsynlig at dette er en mindre forkastning med sterkt oppsprukket fjell.

Nær tunneltraséen er terrenget overdekket og søkket adskil- lig mindre markert, men jeg antar at sonen vil kunne registreres i tunnelen.

4.4 Sprekker.

I tillegg til oppsprekning langs skifrihetsplanet er berget gjennomført av sprekker av forskjellig retning (se struktur- diagram og geologisk strukturkart).

Særlig markert er steiltstående sprekker med retning omkring N 10° V, parallelt med forkastningssonen langs Loddefjorddalen. Sprekkene er ofte utholdende, og avstanden mellom dem varierer fra et par centimeter i det mest oppsprukkede berget til noen desimeter eller meter andre steder. I mindre oppsprukket berg er sprekkavstanden over 0,5 meter. Disse sprekke-ene er særlig

markert i den vestlige halvdel av feltet, men opptrer også i øst.

Sprekker med strøkretning ca. ØNØ-VSV, steile eller med slakere fall er stedvis markert, særlig i midtre og østlige deler av feltet.

4.5. GEOLOGISK STRUKTURKART.

Et representativt uvalg av strukturelementer som skifrighet, foldeakser, lineasjon og sprekker er tegnet inn på et geologisk strukturkart (Tegning 2). Det er videre tegnet inn forkastninger/svakhetssoner som antas å ville berøre tunneltraséen.

5. BESKRIVELSE AV TUNNELTRASÉEN, BERGKVALITET OG SIKRING.

Bergkvaliteten i tunneler avhenger av bergartstype, skifrighet og oppsprekning samt spesielle strukturer. De opptredende bergarter ved Lyderhorn-tunnelen er alle i seg selv gode tunnelbergarter, og det er derfor trekk som svakhetssoner (forkastninger, knusningssoner), sterkt utviklet skifrighet og intens oppsprekning som vil bestemme variasjon i bergkvalitet.

Pel 6420-6600

Påhugget ved Lappeleiren (Pel 6420) er i amfibolitt med gneisgranitt like syd for og over tunneltraséen. Basert på observasjonene antas tunnelen å fortsette i amfibolitt/saus-surittgabbro kanskje et par hundre meter, men usikkerheten er her stor. Alternativet er gneisgranitt eller båndgneis.

Forkastningen NNV-SSØ nær østenden av tunnelen (avsnitt 4.3.3) kan muligens merkes i tunnelen, og i så tilfelle trolig nær Pel 6450. Forkastningssonen vil da krysses under en vinkel på ca. 70° og vil kunne fremstå som en 4-5 meter bred, loddrett sone av sterkt oppsprukket berg og med sannsynlig vannlekkasje. Det vil her kunne bli behov for tung sikring, kanskje i form av utstøpning m/vannsikring.

Grøvledalsforkastningens fortsettelse vil kunne opptre som steile soner med sterk oppsprekning og oppknusning samt vannlekkasje som krysser traséen under en vinkel på ca. 30° mellom Pel 6500 og 6600. Usikkerheten er her stor. Dersom svakhetssonen berører tunnelen, vil det bli behov for tung sikring (utstøpning) m/vannsikring.

Pel 6600-7250.

Tunnelberget antas her å være vekslende saussurittgabbro/amfibolitt, gneisgranitt og båndgneis som i seg selv er godt berg. Sterk forskifring med fall ca. 20° mot øst i soner av båndgneis kan kanskje opptre. Steil oppsprekning med strøk N 10° V vil opptre og kan være sterkt utviklet i soner, særlig jo lenger mot NV en er.

Nær Pel 6800 kan tunnelen komme til å krysse en steil, mindre forkastningssone under en vinkel på ca. 65° .

Pel 7250-7500.

Berggrunnen antas mest å være gneisgranitt og båndgneis med underordnet amfibolitt. Soner med sterk forskifring med fall ca. 20° mot øst kan opptre.

Steiltstående oppsprekning med strøk ca. N 10° V vil opptre, utholdende og intens med liten avstand mellom sprekkeplanene i enkelte soner. Trolig er der mindre forkastninger i samme retning, antydningssvis ved Pel 7340, 7370, 7420, 7455. Vannlekkasje ventes.

En må regne med at det i dette området kan bli sikringsbehov ved svakhetssoner og hvor berget er sterkt oppsprukket, særlig der berget også er sterkt forskifret. Mindre slepper med behov for sikring vil trolig og opptre.

6. FORSLAG TIL EVENTUELLE VIDERE UNDERSØKELSER.

For å skaffe sikrere opplysninger om de mulige svakhetssoner/forkastninger og bergkvalitet vil det være nyttig med kjerneboring langs tunneltraséen ved østre påhugg (Pel 6430-6460) og i området ved Pel 6550 (vanskeligere tilgjengelig).

Også ved det vestre påhugg vil kjerneboring langs traséen fra påhugget og innover gi opplysning om bergkvaliteten.

7. KONKLUSJON.

Berggrunnen langs tunnelen består av båndgneis som stedvis er sterkt forskifret, saussurittgabbro og amfibolitt, granitt/gneisgranitt og granittpegmatitt. Bergartene opptrer i vekslende i feltet, og fordelingen er komplisert. Bergartene er som typer godt tunnelberg, og bergkvaliteten vil avhenge av oppsprekning, slepper og svakhetssoner.

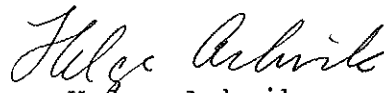
Området er gjennomsett av svakhetssoner/forkastninger og noen av disse vil berøre tunnelen. Langs Loddefjorddalen er der en betydelig forkastning, og parallelt med denne vil der i tunnelberget ved vestre påhugg trolig være mindre forkastninger, i tillegg til en markert oppsprekning i samme retning.

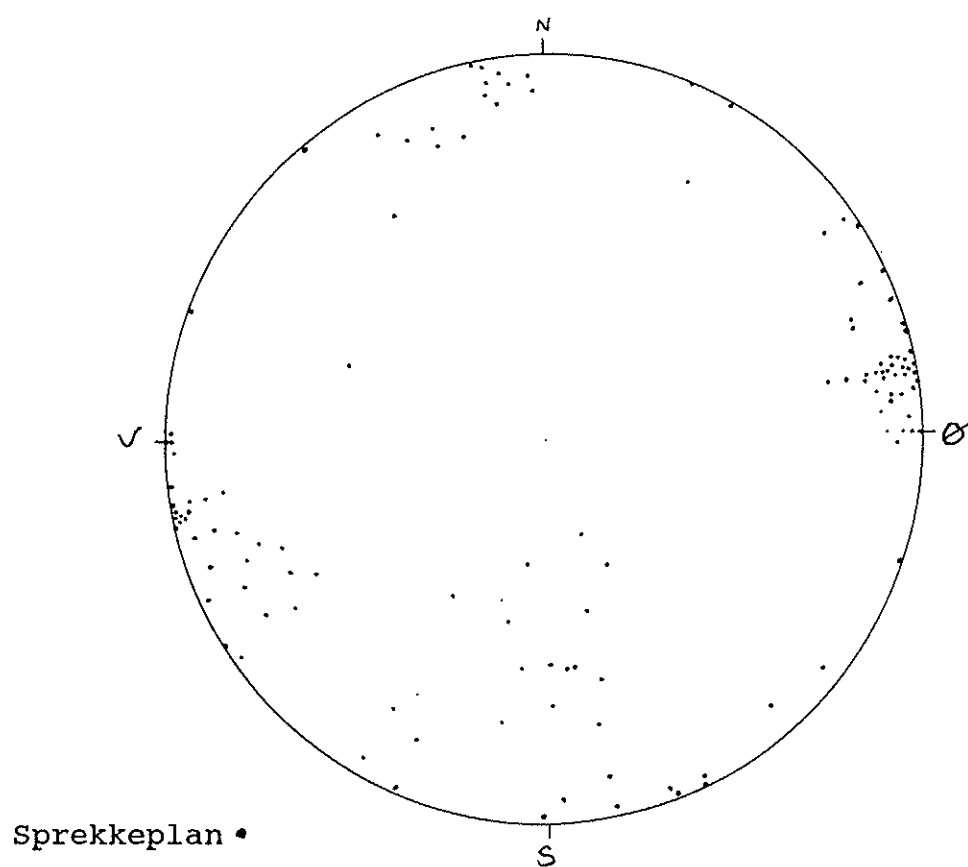
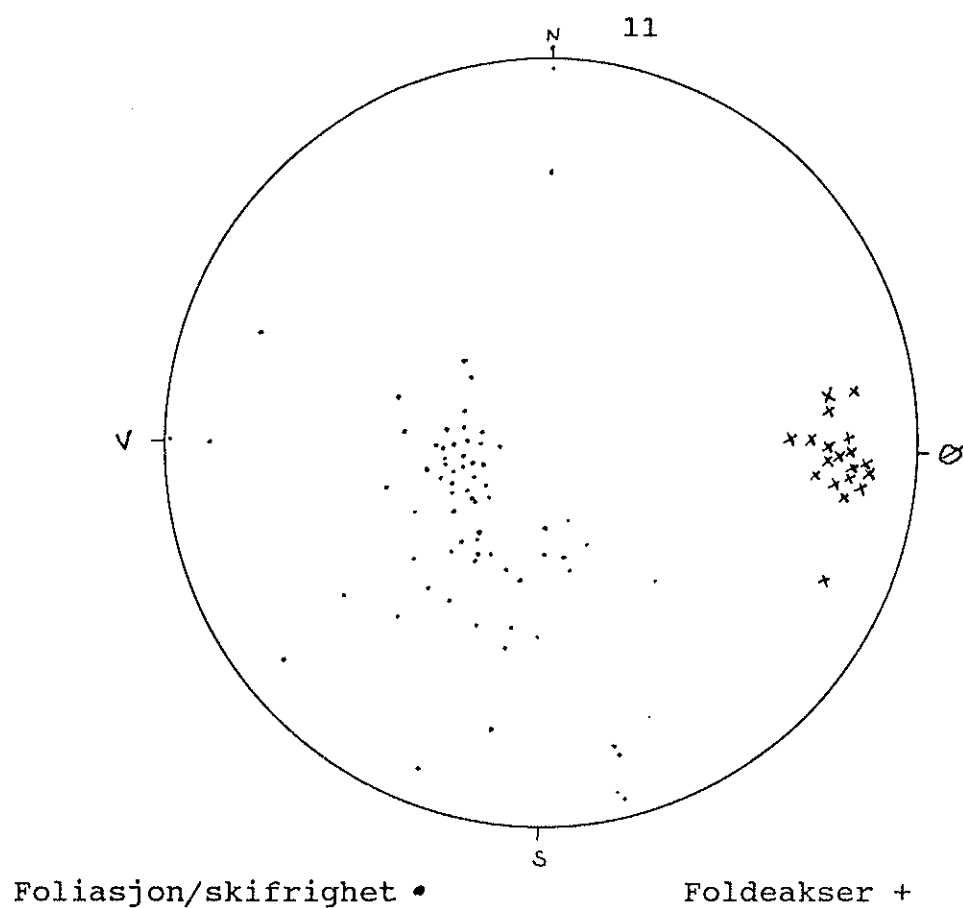
En forkastning i forlengelsen av Grøvledalen og en annen forkastning med retning NNV-SSØ vil kanskje berøre tunnelen ved østre ende.

Der tunnelen krysser forkastningene og svakhetssonene vil der bli stabilitetsproblemer og trolig vannlekkasje, og det blir behov for tung sikring. Mindre slepper og sterkt forskifret berg vil trolig medføre behov for noe lettere sikringstiltak.

Sikrere kunnskap om bergkvaliteten fra vestre tunnelende og innover samt hvorvidt de to antydete forkastningene ved østre ende kan en få ved boring/kjerneboring.

Bergen 22/1-1991


Helge Askvik
geolog



Tegning 1. Stereografisk projeksjon av strukturobservasjoner
(For tolkning av diagrammet, se vedlegg)

VEDLEGG 1: TOLKNING AV STEREOGRAFISK STRUKTURDIAGRAM.

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 = papirplanet.

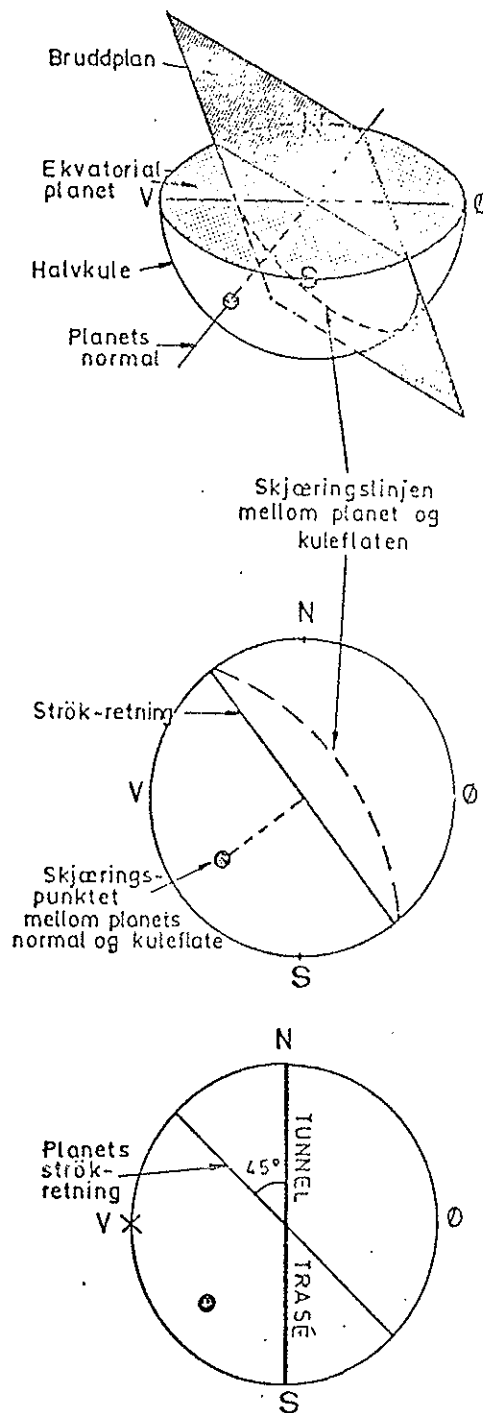
Figuren viser et plan med strøk nordvest-sørøst og fall ca. 70° mot nordøst.

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.



Tegning 2.

GEOLOGISK STRUKTURKART

Målestokk 1:5000

Tegnforklaring:

