



Bergvesenet

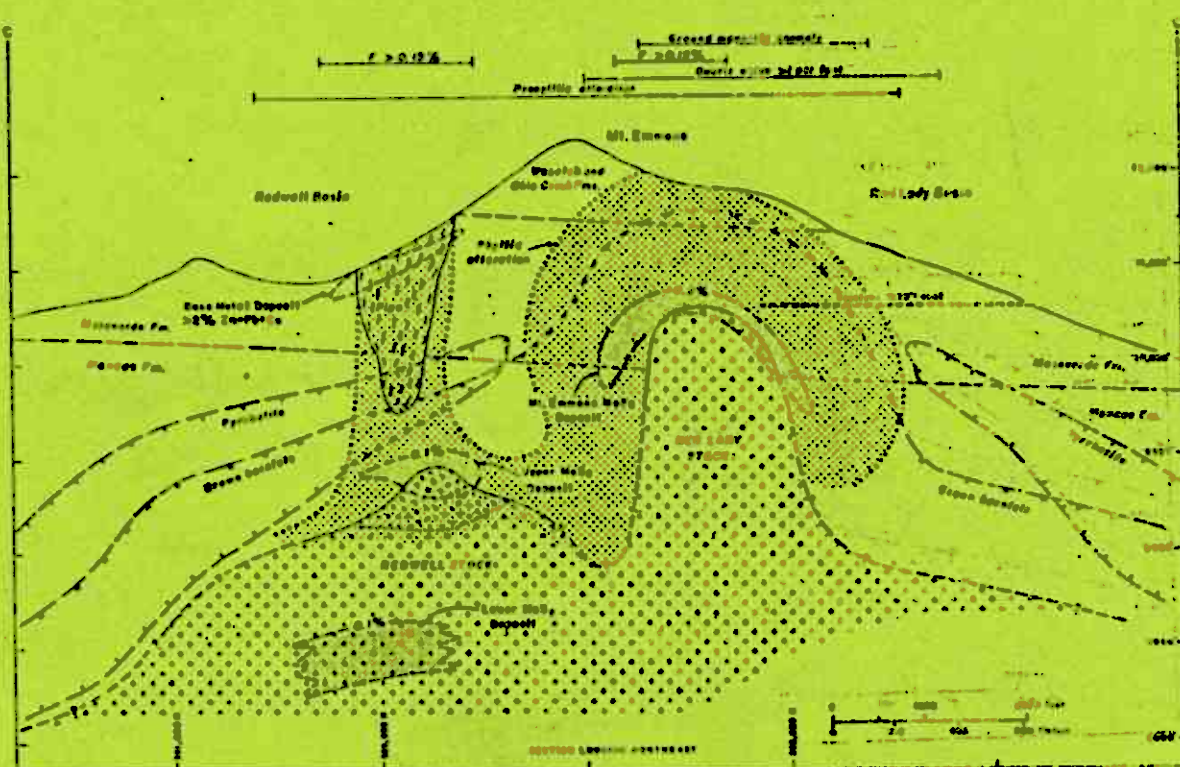
Postboks 3021, 7002 Trondheim

Rapportarkivet

Bergvesenet rapport nr BV 1640	Intern Journal nr	Internt arkiv nr	Rapport lokalisering Trondheim	Gradering
Kommer fra ..arkiv	Ekstern rapport nr	Oversendt fra	Fortrolig pga	Fortrolig fra dato:
Tittel Statusrapport over Nordli Target 1982 / 83				
Forfatter Frank D. Pedersen		Dato 25.01 1983	Bedrift Norsk Hydro A/S	
Kommune Hurdal	Fylke Akershus	Bergdistrikt Østlandske	1: 50 000 kartblad	1: 250 000 kartblad
Fagområde Geologi Geofysikk Geokjemi	Dokument type		Forekomster Nordli-forekomsten	
Råstofftype Malm/metall	Emneord Mo			
Sammendrag				

Time	Signature	Sy	Sign.
X	Lanning	✓	R
X	Vallstedt		
X	Hedberg		
X	Dunaway		
X	Alexander		
	Henderson		
X	Turk		
	Manning		
	Wright		
	McGee		
	Johnson		
	Stewart		
	Thompson		
	Williams		
	Miller		
	Brown		
	White		
	Black		
	Green		
	Gray		
	Blue		
	Yellow		
	Pink		
	Red		
	Orange		
	Purple		
	Brown		
	Black		
	White		
	Blue		
	Green		
	Yellow		
	Pink		
	Red		
	Orange		
	Purple		
	Brown		
	Black		
	White		
	Blue		
	Green		
	Yellow		
	Pink		
	Red		
	Orange		
	Purple		
	Brown		
	Black		
	White		
	Blue		
	Green		
	Yellow		
	Pink		
	Red		
	Orange		
	Purple		
	Brown		
	Black		
	White		
	Blue		
	Green		
	Yellow		
	Pink		
	Red		
	Orange		
	Purple		
	Brown		
	Black		
	White		
	Blue		
	Green		
	Yellow		
	Pink		
	Red		
	Orange		
	Purple		
	Brown		
	Black		
	White		
	Blue		
	Green		
	Yellow		
	Pink		
	Red		
	Orange		
	Purple		
	Brown		
	Black		
	White		
	Blue		
	Green		
	Yellow		
	Pink		
	Red		
	Orange		
	Purple		
	Brown		
	Black		
	White		
	Blue		
	Green		
	Yellow		
	Pink		
	Red		
	Orange		
	Purple		
	Brown		
	Black		
	White		
	Blue		
	Green		
	Yellow		
	Pink		
	Red		
	Orange		
	Purple		
	Brown		
	Black		
	White		
	Blue		
	Green		
	Yellow		
	Pink		
	Red		
	Orange		
	Purple		
	Brown		
	Black		
	White		
	Blue		
	Green		
	Yellow		
	Pink		
	Red		
	Orange		
	Purple		
	Brown		
	Black		
	White		</

STATUSRAPPORT OVER
NORDLI TARGET 1982/83
F. D. PEDERSEN



Diagrammatic section showing the geologic relationships of the three molybdenite deposits at Mt. Emmons.

19/4 -83

S. E. Christiansen
BA 902

REANALYSE AF BH 14:

Ved en cut-off på 0.05% MoS₂ fås en kontinuert skæring fra 65m til 710 m med et gennemsnit på 0.214% MoS₂ (s=0.116) mod før 1.84% (s=0.100), dvs en øgning på 16%.

Ved en cut-off på 0.200% MoS₂ fås en kontinuert skæring fra 330m til 705 m med et gennemsnit på 0.273% MoS₂ (s=0.101) mod før 0.244% (s=0.082), dvs en øgning på 12%.

Hilsen Frank P.

INNHALDSFORTEGNELSE

	<u>Side</u>
Sammendrag og konklusjoner	1
1. Innledning	3
2. Geologisk kartlegging	6
3. Jordprøvekjemi	12
4. Geofysikk	15
4.1 IP/ledningsevne	15
4.2 Magnetometri	18
5. Lithogeokjemi	20
6. Syntektoniske intrusiver, aktiv vulkanisme og hydrotermale celler	29
6.1 Regionale frakturer	29
6.2 Lokale frakturer	37
6.3 Sammenfatning og konklusjon	40
7. Nordli porfyr-molybden forekomsten	45
7.1 Diamantboring	45
7.2 Malmreserveberegning: Fluor Mining and Metals	48
7.2.1 Kommentarer til Fluor's rapport	53
7.2.2 Revisjon av vår oppfatning av malmlegemets morfologi	54
7.3 MoS ₂ -analyser: Avhengighet av hellningen av borehullene	57
7.4 Sekundære "guides to ore"	61
7.5 Susceptibilitetsmålinger	62
7.6 Ledningsevнемålinger	62
7.7 Væske-gass inneslutninger	62
8. Forslag til videre arbeide	63
8.1 Nordli	63
8.2 Ødemarken	68
9. Referanser	70

- Appendix 1: Nye lithologier i Hurdal-området.
- Appendix 2: Liste over tekniske data av borehullene i Nordli
- Appendix 3: Oversikts-logs over diamantborehullene i Nordli
- Appendix 4: Tekniske aspekter av diamantboringen i Nordli.
Av S. Parr
- Appendix 5: Rapport over oppredningsforsøk av
Nordli-malmen. Av M. Digre
- Appendix 6: Fremdriftsrapport i prosjektet:
"Sekundære guides to ore". Av M. Martinsen

- Plansje 1: Geologisk kart i skala 1:10.000 over Hurdal-området
- Plansje 2: Geologisk kart i skala 1:2.500 over Nordli-området
- Plansje 3: Mo-jordprøvekart i skala 1:10.000 over Hurdal-området
- Plansje 4: IP-kart i skala 1:10.000 over Hurdal-området
- Plansje 5: Ledningsevne-kart i skala 1:10.000 over Hurdal-området
- Plansje 6: Magnetometrisk kart i skala 1:10.000 over
Hurdal-området
- Plansje 7: Structural elements of the northern part of the
Oslo Graben
- Plansje 8: Geology and selected structural elements of the Hurdal
area
- Plansje 9: Structural elements of the Nordli area, Hurdal
- Plansje 10: Frekvensfordeling og retning av sprekker i BH 8-I
(av T. Veisal)

SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER

- a. En første malmreserveberegning av Nordli-forekomsten utført av Fluor M&M, antyder tilstedeværelsen av 190 millioner tonn malm med gjennomsnittlig 0.15% MoS_2 (ved en cut off på 0.05% MoS_2) og 20 millioner tonn med 0.23% MoS_2 (ved en cut off på ca. 0.2% MoS_2).
- b. Malmen i Nordli er ennå ikke avgrenset v.hj.a. diamantboring. Et boreprogram på ytterligere 5.500 m, fordelt på 7 huller, anbefales av Fluor M&M.
- c. De nye opplysninger fra 1982 har medført en øket forståelse av malmlegemets oppbygging. De tre tidligere definerte malmskaller kan vises å ha en langstrakt form langs 125°-140°-retningen som er definert som malmlegemets hovedakse.
- d. To sammensatte anomalier er definert i Ødemarks-feltet hvor Norsk Hydro nå samarbeider med A/S Sydvaranger. Anomaliene defineres av IP/ledningsevne, jordprøvegeokjemi, magnetometri og geologi. Det anbefales at anomaliene testes med 3 diamantborehull à 300 m.
- e. En analyse av forkastningstektonikken, relaterte intrusive bergarter, og hydrotermale celler i Hurdal-området har vist at de store molybdenførende omdannelses-områder systematisk opptrer i skjæringspunktene mellom to forkastningsretninger. Det anbefales at samtlige av disse skjæringspunkter rekognoseres i felt.
- f. En lithogeokjemisk undersøkelse av bergartene i Nordli antyder at de molybden-relaterte granitter kan adskilles fra "golde granitter" v.hj.a. tre parametre (ppm Mo, D.I. og $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$). De prospekteringsmessige aspekter av dette diskuteres.

- g. En undersøkelse er gjennomført av molybdengehaltenes avhengighet av de molybdenførende sprekkers retning i forhold til boreaksen. Resultatene antyder at Mo-analysene kan vise for stor variasjon i vertikale borehull i malmens perifere deler hvor en subvertikal sprekkeretning dominerer. Der gis en bedømmelse av størrelsesordenen av denne variasjon og en løsning på problemet anbefales.
- h. Av den opprinnelige ekstrabevilgning på kr. 10 mill. gjenstår ved utgangen av 1982 kr. 2 mill. I Ødemarks-feltet er brukt kr. 320.000 i 1982.

Oslo 25/1. 83

Frank Pedersen

1. INNLEDNING

Denne rapport gir en oversikt over de aktiviteter som har foregått og de resultater som er oppnådd ved de fortsatte undersøkelser av Nordli porfyr-molybden forekomsten i Hurdal kommune i Akershus fylke. Rapporten summerer dels foreliggende arbeider og notater, dels uferdige eller ikke påbegynte rapporter om enkelt-aspekter ved områdets geologi, geofysikk og geokjemi. Undersøkelsene av Nordli-forekomsten og dens umiddelbare omgivelser er foregått ved hjelp av en rekke forskjellige metoder.

Den systematiske geologiske kartlegging i skala 1:10.000, som ble påbegynt i 1980, er blitt utvidet til området nord for forekomsten. Her er kartleggingen blitt koordinert med den regionale kartlegging som i 1982 er blitt utført av Dannow og Rehkopff. Ytterligere er området mellom Nordli og A/S Sydvarangers mutingsområde Ødemarken blitt kartlagt, etter at samarbeidsavtalen om dette felt ble inngått våren 1982 mellom Norsk Hydro a.s og A/S Sydvaranger. Ødemarken-området ble i 1981 kartlagt i skala 1:10.000 av Bech (1981). Denne kartlegging er blitt gjennomgått i felt, og Bech's (op.cit) kartlegging er blitt korrelert med resten av området. Kartleggingen av ovennevnte detaljområder har resultert i et nytt, oppdatert geologisk kart over Hurdal-området, og vår forståelse av områdets geologi er øket betraktelig.

Under de innledende faser av samarbeidet omkring Ødemarken fikk Norsk Hydro mulighet til å gjennomgå det materiale som forelå fra feltet, bl.a. borekjerne og rapporter. Dette materiale er blitt innarbeidet i den øvrige datamengde fra området.

Dype jordprøver er blitt innsamlet i Ødemarken-området, og resultatene er blitt korrelert med tidligere års jordprøvegeokjemi. Det finnes nå regionale geokjemiske kart over store områder i Hurdal-feltet.

I løpet av sensommeren og høsten er det utført relativt omfattende IP- og ledningsevne-målinger av Ødemarken-området og av strøket langs Høverelven mellom Nordli og Ødemarken. Dette arbeide har muliggjort en korrelasjon mellom de tidligere utførte målinger omkring Nordli (Eidsvig, 1981) og de nye målinger fra Ødemarken-området.

Kartleggingen av Nordli-forekomsten ved hjelp av dype borehuller har fortsatt i 1982, og ytterligere er et antall korte borehull blitt satt ned i forekomstens nærhet for å teste forskjellige typer av anomalier. Undersøkelsene av forekomsten er nå inne i den kritiske, avsluttende fase, idet en høy-lødig kjerne, som er blitt definert i forekomstens nordvestlige del, for tiden er under oppboring.

For å sikre et reelt grunnlag for fremtidige beslutninger omkring prosjektet ble Fluor Mining and Metals Inc. kontaktet i løpet av sommeren med henblikk på å få utført en første malmreserve-beregning av Nordli. Denne beregning fant sted i løpet av oktober-november og resulterte i en rapport som omhandler dels malmreservene, dels forslag til de borer som Fluor M&M mener er nødvendige for å bringe kunnskapene om prosjektet opp på et nivå hvor en endelig avgjørelse om dets fremtidige status kan foretas.

Det sterkt forbedrede kunnskapsnivå på forståelsen av Nordli-forekomstens genese og struktur og de mange nye opplysninger om Hurdal-regionens geologiske oppbygging som er fremkommet i 1982, har dannet bakgrunnen for et antall teoretisk pregede prosjekter hvis sikt har vært å presisere vår prospekteringsinnsats. Følgende prosjekter er gjennomført eller er under gjennomføring innenfor NH-regi og/eller av enkeltpersoner ved læreanstaltene i samarbeide med NH:

- 1) Definisjon av primære lithogeokjemiske "fingeravtrykk" i granittiske bergarter assosiert med porfyr-molybdenforekomster.

- 2) Definisjon av sekundære "guides to ore" ved hjelp av geokjemiske undersøkelser.
- 3) Sammensetningen av væske-gass inneslutninger i det hydrothermale system i Nordli-forekomsten.
- 4) Betydningen av frekvensfordelingen av, og orienteringen av de molybden-førende sprekker i borekjernene i Nordli-forekomsten.
- 5) Relasjonen mellom aktiv bruddannelse, plutonisme og dannelsen av porfyr-molybden forekomster i den øvre skorpe.
- 6) Relasjonen mellom overflatemagnetiske målinger og susceptibilitet i borekjerner.
- 7) Relasjonen mellom overflatemålinger av ledningsevne og effekten målt i borekjerner.

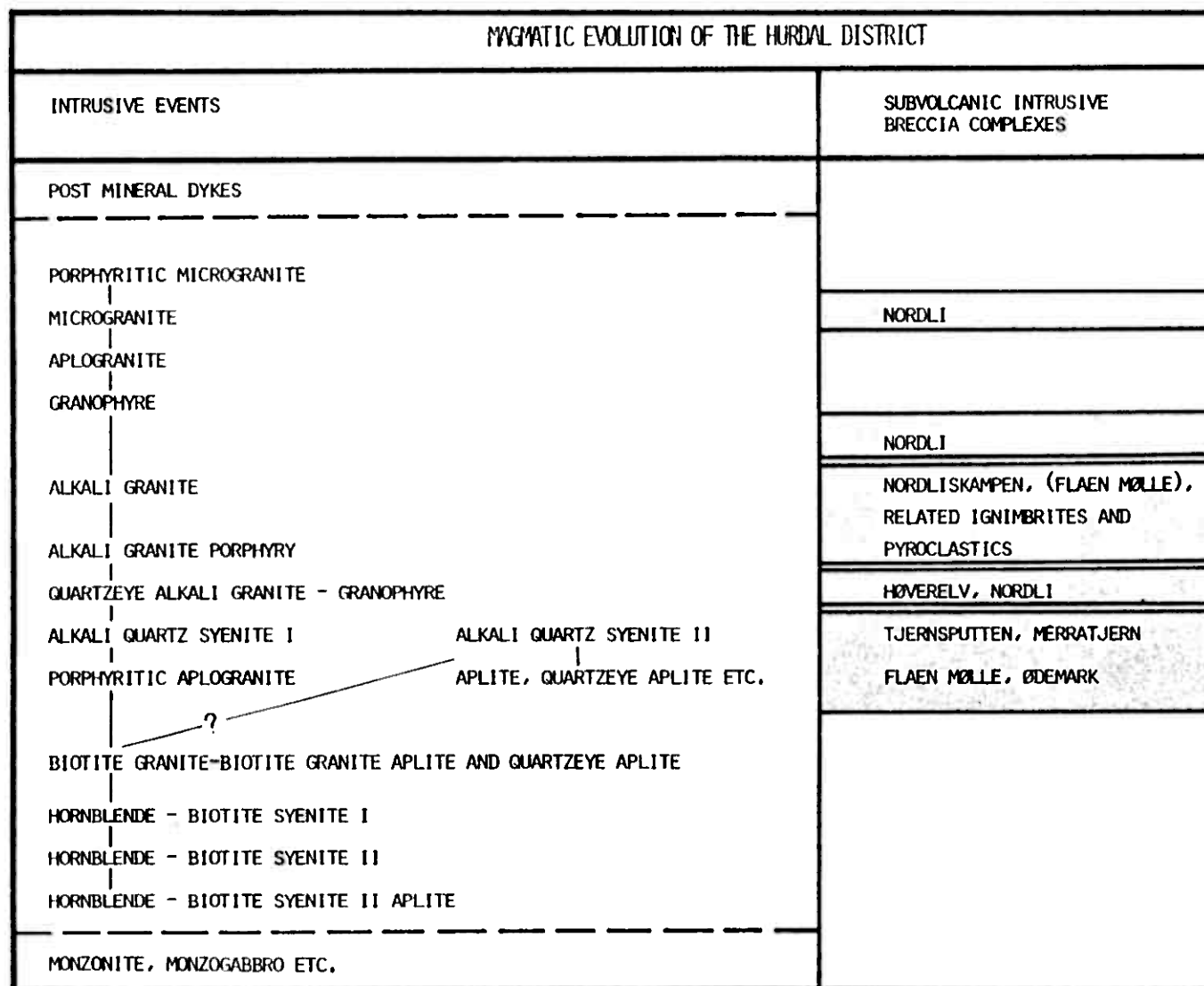
2. GEOLOGISK KARTLEGNING

Hovedformålelene med kartleggingen har i 1982 vært følgende:

- Å utvide den generelle kunnskap om Nordli-områdets geologi med hovedvekt på den magmatiske utvikling.
- Å øke kjennskapet til genesen av de intrusive breksjekomplekser, deres posisjon i tid og rum og deres sammenheng med porfyr-molybden forekomster.
- Å øke kjennskapet til Ødemarks-feltets geologi, dvs. hovedsakelig gjennomgå Bech's (1981) kartlegging i felt.

De kartlagte områder, som er innkorporert i siste års geologiske kart i skala 1:10.000, er vist i Plansje 1. Videre er det geologiske kart i skala 1:2500 over Nordli target område blitt oppdatert og utvidet ved hjelp av nye opplysninger fra borehuller og grøftingsarbeider på Inngjerdingens grunn (Plansje 2). De nye lithologier som er kartlagt i 1982 er beskrevet i Appendix 1. Figur 1 viser en summering av den magmatiske utvikling ifølge feltobservasjoner og observasjoner fra borekjerner som er gjort i den tid prosjektet har vært i gang. Aldersrelasjonene mellom de lithologiske enheter er basert på skjærende kontakter, inklusjoner av én bergart i en annen og avkjølingskontakter. De antydende differensierings-sammenhenger mellom enhetene (vist på Fig. 1 med streker mellom bergartene) er basert på mineralogiske, mikrostrukturelle og lithogeokjemiske likheter og glidene overganger.

Den magmatiske utvikling i Hurdal-området er preget av to kontrasterende, men nært beslektede typer av aktivitet: plasseringen av syenittiske og granittiske stocks og dannelsen av relaterte subvulkanske intrusive og ekstrusive komplekser.



FIGUR 1. DEN KRONOLOGISKE UDVIKLING AF DE MAGMATISKE REKORTER I HURDAL-FELTET.

De eldste bergarter i området utgjøres av prekambriske gneiser, kambro-siluriske metasedimenter og permiske monzonitter, monzodioritter og gabbroer. Disse bergarter finnes som xenolitter i yngre intrusiver, med arealer som varierer fra adskillige km² til under én cm.

Emplaseringen av et sammensatt syenittisk/granittisk magma av batholitdimensjoner markerte begynnelsen av de prosesser som i siste instans resulterte i dannelsen av porfyrforekomsten i Nordli. Dette magma omfattet i det minste den store biotittgranitt nord for Nordli (den såkalte Hersjø granitt) og den overliggende erosjonsrest av alkali syenitt omkring Rognlien (den såkalte Rognli syenitt). Det er videre sannsynlig at Skreia alkali syenitten, som ligger nord og øst for Hersjø granitten, har vært en del av det samme magmakammer.

Rognli syenitten er i sommer blitt oppdelt i to mikrostrukturelle varianter. Disse viser en distinkt forskjellig posisjon i rom, mens den relative posisjon i tid er usikker. Hornblende-biotitt syenitt II finnes generelt i de høyeste topografiske nivåer (Plansje 1) og er den mest kvartsfattige variant (Appendix 1). I BH 22 (Plansje 2) ses en tydelig glidende overgang mellom denne syenittvariant og den topografisk underliggende Hornblende-biotitt syenitt I. En lignende overgangsmessig kontakt er også iaktatt andre steder i området.

Hornblende-biotitt syenitt I viser på sin side (f.eks. i BH 14, Planche 2) en gradering til en plagioclas-fattig og kvarts-rik alkali kvarts syenitt(I) som makroskopisk er identisk med randsonen av biotitt granitten mot nord (Hersjø-granitten). Alkali kvarts syenitt I postdaterer hornblende-biotitt syenitt I (Fig. 1) og viser lokalt en svakt utviklet porfyrisk randzone (porphyritic aplogranite, Figur 1).

Den videre utvikling mot bergartene i Nordli-stock'en, og dermed mot porfyr-Mo forekomsten, går via kvartsøye alkali granitt, alkali granitt porfyr og alkali granitt. Alkali granitten danner en stock omkring Nordli forekomsten med en diameter på ca. 5 km. I de høyestliggende nivåer ses en chill utviklet på stock'en i form av en alkali granitt porfyr, som tydelig reintruderes av stock'en. I de dypere liggende nivåer av granittens uregelmessige øvre kontakt er denne chill ikke utviklet. I stedet ses i området omkring Nordli en kvartsøye alkali granitt (Pedersen 1982). Denne kan representere et område langs alkali granittens øvre kontakt hvor volatiler ble ansamlet og dermed dels ga opphav til den karakteristiske, tildels granofyriske mikrostruktur, og til en lithogeokjemi karakterisert av anrikning av lithofile elementer (se senere). Fra alkali granitten er det en direkte utvikling via differensiering til de fire faser i Nordli stock'en. De tre eldste av disse, granofyr, aplogranitt og mikrogranitt, er beskrevet i siste års statusrapport, mens den fjerde, en porfyrisk mikrogranitt, er blitt skåret på ca. 700 meters dyp i BH 14. Sistnevnte viser her en meget nær sammenheng med mikrogranitten som den dels skjærer og dels glir over i. Karakteristisk er videre at den tydelig skjærer det nedre malmskall i motsetning til mikrogranitten som antas å ha vært kilden til skallet. Som tidligere beskrevet postdateres hele den ovennevnte utvikling dernest av en ny syenittisk suite i form av Post Mineral Dykes (Figur 1).

I områdene omkring Merratjern, Tjernspetten og Brustadkollen er kartlagt en bergartsenhet benevnt alkali kvarts syenitt II (Plansje 1, Fig. 1). Denne er karakterisert ved listeformede, kort-prismatiske alkali-feltspatkorn som gjør den relativt lett å erkjenne i felten. Utbredelsen av enheten antyder at den danner en større, sammenhengende pluton på dypet. Ved Tjernspetten og Merratjernet ses en meget nær sammenheng mellom kvarts syenitt II og intrusive breksje komplekser, mens man ved Brustadkollen kan iaktta utvikling av aplitgranitt, kvarstøye granitt, granitt porfyr og andre, beslektede finkornede granittiske faser langs en sone som sannsynligvis

representerer den øvre kontakt av alkali kvarts syenitt II-plutonen. Plasseringen i tid er, noe mere problematisk, men de kartlagte aldersrelasjoner antyder at enheten er omtrent samtidig med alkali kvarts syenitt I. Relasjonen til biotitt granitten er derimot usikker. Alkali kvarts syenitt II kan være en lokal utvikling av det store biotitt granittiske magma, men kan også representere en puls fra en helt annen bergartssuite. En viss sammenheng med biotittgranitten er dog antydnet i de intrusive breksje komplekser.

Den geografiske fordeling av de intrusive breksje komplekser i Hurdal-området (Plansje 1) og deres plassering i tid (Fig. 1) viser at eksplosiv vulkanisme tok til i styrke på et tidspunkt i områdets utvikling hvor store mengder silica-rikt magma var dannet.

Som beskrevet av Pedersen (1982) består breksjekompleksene alltid av to komponenter: en intrusiv, polyolithologisk breksje og en ledsagende porfyr av varierende sammensetning. Matrix i den polyolithologiske breksje kan bestå av bergartsmel, men ofte ses graderende overganger til den ledsagende porfyr således at matrix i breksjen blir av magmatisk art. Gjensidige, og samtidige, intrusive forhold er karakteristiske mellom de to komponenter og understreker det co-genetiske forhold.

De intrusive breksjer danner velavgrensede legemer som er bundet dels til ringfrakturer, dels til lineære frakturer i jordskorpen (se senere). Som det vil bli vist, kan en del av ringfrakturane tolkes som røttene av delvis borteroderte kalderakomplekser, mens de lineære frakturer kan settes i forbindelse med den tektoniske utvikling av Oslo-grabenen. Generelt gjelder at hvor breksjakompleksene finnes langs ringfrakturer er formen på det ledsagende porfyrlegeme uregelmessig (se f.eks. Nordliskamp-, Merratjern-, og

Tjernsputten kompleksene, Plansje 1), mens både breksje og porfyr antar dyke-lignende former hvor de opptrer langs lineære frakturer (se f.eks. Flaen Mølle- og Ødemark kompleksene, Plansje 1). Nordli-komplekset er en variant av den lineære fraktur-type, idet det finnes i skjæringen mellom to lineære frakturetninger (se senere). Denne åpenbare, og meget nære sammenheng mellom breksjekompleksene og forskjellige typer av regionale strukturer er, som det vil bli vist, av stor betydning for den videre prospekteringsinnsats i Hurdal-området og andre steder i Oslo-feltet.

Kompleksene viser qua deres ledsagende porfyr nær sammenheng med forskjellige bergartenheter. Tjernsputten- og Merratjern porfyrene viser glidende overganger til biotitt granitt aplitt og til alkali kvarts syenitt II, og antyder således en nær sammenheng mellom disse enheter. Porfyrene i breksjekompleksene i Ødemarksfeltet og Flaen Mølle området er sannsynligvis co-genetiske med alkali kvarts syenitt I og beslektede, silicafattigere magmatyper, mens Nordliskamp-komplekset tydelig viser en sammenheng mellom alkali granitt og alkali granitt porfyr. Høverelv-komplekset og den eldste fase av det multiple Nordli-kompleks er dannet i forbindelse med intrusjonen av en porfyr som kjemisk viser store likheter med alkali kvarts syenitt I. De senere breksje-faser i Nordli kan derimot settes i sammenheng med intrusjonen av Nordli-stock'en, som på sin side viser en klar sammenheng med alkali granitten.

På grunn av det nåværende erosjonsnivå er det usikkert om alle de ovennevnte breksjekomplekser har hatt et uttrykk på jordoverflaten i form av ejecta, men i det minste har dannelsen av Nordliskamp-komplekset vært ledsaget av avsetning av pyroclastika og krystall ignimbritter. Rester av disse lagdelte avleiringer med bomber og lapilli av alkali granitt porfyr er blitt påvist under boringer syd for Erikstellet (BH 15 og 16, Plansje 1), og som nevnt av Pedersen (1982) kan Nordliskamp komplekset muligens tolkes som en blanding av intrusive- og proximale etrusive breksjer. I Sande kalderaen

er tidligere kartlagt co-sanquine krystallignimbritter, pyroclastika og intrusive porfyrer. Her finnes ekstrusivene karakteristisk innenfor kalderaens ringforkastning, som på sin side inneholder og har styrt de intrusive porfyrdomer (Pedersen, 1981). I overensstemmelse med bl.a. Nystuen (1975) foreslås det derfor tentativt at de kartlagte intrusive breksje komplekser representerer dype erosjonssnitt i subvulkanske dannelser knyttet til ringforkastninger i kalderaer og lineære frakturer. På tross av det relativt dype erosjonsnivå i Hurdal-området er det således tydelige paralleller mellom den geologiske utvikling i dette område og andre, mindre eroderte områder som f.eks. Glitrevann-Drammen-Sande feltet.

3. JORDPRØVEGEOKJEMI

Det regionale jordprøvenett ble i 1982 bl.a. utvidet til å omfatte størstedelen av A/S Sydvarangers mutingsområde ved Ødemarken (Plansje 3). I alt ble det innsamlet 238 prøver i et N-S grid med en densitet på 50 prøver pr. km², og prøvene ble som sedvanlig innsamlet umiddelbart over fast fjell så vidt det var mulig. Som det var tilfellet i det foregående år, voldte den opptil 40 m tykke sidemorene langs sydsiden av Høverelven problemer, men ellers antyder feltobservasjonene prøvedybder fra under 1 meter til 3-4 meter. Enkelte steder i dalen, bl.a. ved Flaen Sag, finnes dog sprang fra 2 meter til mere enn 10 meter prøvedybde.

Fordelingen av molybden er vist i Plansje 3. Det ses at en sterk, sammenhengende anomali langs Høverelven er dominerende i det geokjemiske bilde. Anomalien er oppbygget av to store og kraftige utslag omkring h.h.v. Nordli og Ødemarken, som er forbundet av en smal anomali langs elven. Videre ses at Ødemarken-anomalien har en generell nord-syd utstrekning, mens Nordli-anomalien tilsyndelatende er parallell med, og danner fortsettelsen av den smale anomali langs Høverelva som har en retning på ca. 125°. Fra Eriksstellet, umiddelbart nord for BH 21 går en utstikk av anomalien nordover med en retning på cirka 160°. Andre, mindre anomalier, og punkt anomalier finnes flere steder i området. Som det ses opptrer disse ofte langs dalstrøk som er dannet ved erosjon langs områdets lineære frakturer.

Nordli-anomalien avspeiler det øvre molybdens skall i Nordli-forekomsten som er blottlagt i anomali-området. I det detaljerte jordprøvekart over Mo-fordelingen ved Nordli (se plansje 5, Pedersen 1982) ses at anomalien definerer to retninger. Den kraftigste er den tidligere omtalte 1250° som er parallell med Høverelva. En annen retning er ca. 40° som er parallell med dyken av porfyrisk aplogranitt nordvest for Inngjerdinga (Plansje 2). Denne retning kan videre ses i Høverelva umiddelbart nedenfor Inngjerdinga i form av dm-brede pyritt-molybden årer med kraftige sericittbremmer som alle er subvertikale og stryker ca. 40°. Nordli-jordprøveanomalien antyder således at to forkastnings-, eller jointretninger, 1250° og 40°, har spilt en vesentlig rolle i lokaliseringen av molybdenen.

Den kraftige, langstrakte anomali (mere enn 70 ppm Mo) ved Eriksstellet er i 1982 blitt testet v.h.a. BH 21 som antyder tilstedeværelsen av sporadisk MoS₂-mineralisering i forbindelse med overflatenær sericitt-omdannelse (se senere).

Lokal, kraftig sericitt-omdannelse kan iakttas i fjellet langs Høverelven mot Ødemarken-feltet. Disse omdannelser menes å være årsaken til de sporadiske, kraftige Mo-anomalier i dette strøk.

Anomalien i Ødemark-området har på nivået over ca. 15 ppm Mo en størrelse som gjør at den er sammenlignbar med Nordli-anomalien. De høyeste verdier, dvs. over ca. 70 ppm Mo, finnes i tre områder som tilsynelatende definerer to smale nord-syd strykende soner (Plansje 3). De to vestligste av disse er testet marginalt v.hj.a. A/S Sydvarangers BH 1, 3 og 4, som viser tilstedeværelsen av et svakt utviklet stockwork av pyritt-magnetitt-kvarts-molybdenglans årer i området, med verdier i fast fjell på opp til 550 ppm Mo. Disse sprekker kan muligens forklare disse to vestlige anomalier. Den noe større anomali mod øst på mere enn 70 ppm Mo skyldes sannsynligvis tilstedeværelse av en ca. 200 meter bred dyke av kvarts-feldspat porfyr. I blotninger og i en nylig oppgravet

grøft i området ses at porfyren er totalt sericitt-omdannet og at den inneholder opp til 5 vol% pyritt og spredte korn av MoS_2 . Bergartens struktur, kjemiske sammensetning og de observerte omdannelser gjør at den er meget interessant i en porfyr-sammenheng. Samme bergart finnes som en ca. 100 meter bred dyke lengre mot øst (Plansje 1), hvor det likeledes er definert en (omenn litt svakere) anomali (Plansje 3). Denne anomali viser en strykning nord-syd. Langs dens sydlige forlengelse er funnet kraftig, lokal MoS_2 -mineralisering i kvarts-pyrittårer i en lapilli-tuff. Disse Mo-førende årer stryker likeledes nord-syd og underbygger betydningen av denne tektoniske retning for molybdenmineraliseringen i Ødemark-feltet.

Den arealmessig meget større 26-70 ppm Mo-anomali, som omkranser de tre ovennevnte kraftigere anomalier, er blitt testet ved bl.a. A/S Sydvarangers boringer BH 2,5 og 7B. Analyser av BH 2 viser ca. 200 ppm Mo i toppen av hullet i tilsvarende typer av sprekkefyllinger som ble observert i BH 1,3 og 4 (Se Pedersen 1982a). Disse sprekkefyllinger synes å være bundet til alkali kvarts syenitt i plutonen som finnes blottet i området (Plansje 1) og antyder tilstedeværelsen av en vidt utbredt, lavverdig MoS_2 -mineralisering langs den øvre kontaktr av denne pluton (Pedersen 1982a).

Årets jordprøvegeokjemi antyder at molybdenmineraliseringer finnes knyttet til tektoniske bruddsoner med varierende retninger. Nordli-forekomsten er dominert av en anomali med en retning på ca. 125° , parallelt med en lang, smal anomali langs Høverelven. En sekundær retning langs 040° er antydnet av siste års detaljerte jordprøveinnsamling, og en utstikker mot nord fra Eriksstellet stryker ca. 160° . I Ødemark-området dominerer nord-syd retningen, som ved Flaen Sag tydelig bøyer over i 125° -retningen.

4. GEOFYSIKK

Hovedparten av de geofysiske målinger har i 1982 vært konsentrert om Ødemarken-området og strøket langs Høverelven mellom Nordli og Ødemarken. Tre typer av målinger er foretatt, IP, motstand og magnetometri, og resultatene er rapportert av Elstad (1982) og Abildgård. Videre har Abildgård foretatt IP-målinger og Kjærgård susceptibilitetsmålinger på utvalgte borekjerne som et ledd i hovedfagsstudier ved Lab. for Geofysik ved Aarhus Universitet (rapportering forventes medio 1983).

4.1 IP/Ledningsevne

Resultatene av dette og tidligere års IP- og motstandsmålinger er vist i Plansje 4 og 5. I forbindelse med sammentegningen av kartene har Elstad multiplisert de tidligere målinger over Nordli (Eidsvig, 1981) med en fast faktor for å korrelere disse med resten av målingene. Den derved muliggjorte tolkning av de samlede måledata har betydd en meget viktig endring i IP-motstands bildet den tidligere oppfatning av IP-motstandsbildet over Nordli. Anomaliene ble tidligere tolket som en omtrent sirkulær struktur som avspeilet pyritt-sericitt-haloen over porfyr-forekomsten (Eidsvig, 1981).

Som det fremgår av IP-kartet (Plansje 4) kan området oppdeles i tre subområder, Nordli, Nordli-Ødemarken og Ødemarken. De høyeste IP-verdier finnes mellom Nordli og Ødemarken i en velavgrenset sone langs Høverelven. I Nordli-området endrer anomalibildet karakter, det blir bredere og ses å bestå av smale soner med høy IP parallelt med Høverelven, som veksler med tilsvarende smale soner med lavere IP. Noe lignende kan iakttas i Ødemarksfeltet, men retningen på anomaliene ses å være omtrent nord-syd. Kartet over motstandsmålingene (Plansje 5) viser en omtrent tilsvarende tre-delning. Lave motstandsverdier finnes i et veldefinert, smalt belte parallelt med, og langs Høverelven. I Nordli-området brer

lav-motstandanomalien seg ut, karakteristisk med de laveste motstandsverdier i en sone på hver side av Nordli-forekomsten. I Ødemarks-feltet defineres en meget stor lav-motstand anomali omkring trippelpunktet: Høverelva, Steinsjøelva og Hurdalselva. En annen anomali, knapp så kraftig som den ovennevnte, er definert som en langstrakt nord-syd sone umiddelbart vest for Skisenteret.

På grunn av de relativt mange boringer i Nordli-området er det naturlig å basere en tolkning av IP/motstandsmålingene på de geologiske opplysninger fra dette område.

Nordli-forekomstens øvre deler er karakterisert ved en halo av kraftig pyritt-sericitt omdannelse av bergartene langs et meget stort antall sprekker. Haloen, hvis omtrentlige ytre grense er antydnet i Plansje 4 og 5, er sterkt uregelmessig og fliket på grunn av at de hydrotermale oppløsninger fortrinnsvis har sirkulert i større bruddsoner parallelt med Høverelven. Pyritt-sericitt omdannelsen har vært styrt av en rekke faktorer som Eh, pH, T, P og graden av oppblanding av magmatiske og meteoriske oppløsninger. Dette har resultert i maksimal omdannelse langs sprekkeene i en vis, relativt konstant avstand fra varmesenteret, dvs. Nordli-stocken.

Omdannelseshaloen har derved stort sett fått et utseende som en kuppel over stock'en, men med store avvikelser hvor større strukturer har tillatt passasje av store mengder oppløsninger. Den senere erosjon har fjernet en meget stor del av haloen således at hovedsakelig flankene mot nord og mot syd er blitt bevart sammen med dyptliggende, kraftige omdannelser langs et antall større bruddsoner.

Tolkes tilstedeværelsen av høye IP-verdier som et tegn på et (totalt sett) høyt pyritt-innhold i en bergart, avspeiles ovenstående beskrivelse av omdannelsene i IP-kartet (Plansje 4). De smale, men kraftige IP-anomalier langs Høverelven kan representere dype, pyrittrike omdannelsessoner i større forkastninger, og tilsynelatende faller den nordligste av disse sammen med den kartlagte avgrensning av omdannelsene. Denne tolkning tyder videre på at det mellom Nordli og Ødemarksfeltet finnes en forkastningssone langs Høverelven med en meget sterk pyritt-sericittomdannelse, hvilket underbygges av feltobservasjoner.

Anomali-bildet i Ødemarksfeltet er meget lik bildet omkring Nordli og tolkes derfor på analog måte. Det bemerkes dog at den langstrakte, høye IP anomali umiddelbart vest for Skisenteret faller sammen med tilstedeværelsen av den tidligere beskrevne, sterkt pyritiserte og sericifiserte dyke av kvartsfeltspatporfyr som dermed kan betraktes som årsaken til denne anomali.

Meget lave motstandsverdier kan tolkes som et uttrykk for tilstedeværelsen av sprekkebundet pyritt i relativt store mengder. Anvendes dette som grunnlag for en tolkning av motstandskartet (Plansje 5) kan anomali-bildet omkring Nordli tolkes som tilstedeværelsen av omdannelseshaloens flanker nord og syd for forekomstens sentrum ved Inngjerdinga, hvor der er en generelt lav motstand. Den antydede, pyrittrike forkastningssone mellom Nordli og Ødemarken avspeiles også i lave motstandsverdier, og det samme er tilfellet for den pyrittrike, omdannede gang av kvarts-feltspat porfyr vest for Skisenteret. Den arealmessig meget store, og meget lave motstandsanomali i elv-trippelpunktet i Ødemarken er mere problematisk å tolke, idet den kun delvis overlapper med en IP-anomali i samme område (sml. Plansje 4 og 5). Et borehul (BH 6 er plassert perifert i denne anomali, men loggen viser at det ikke inneholder unormalt høye konsentrasjoner av pyritt sammenlignet med borehuller fra f.eks. Nordli. Det er mulig at pyritten i dette område opptrer i sprekker med en spesiell

struktur, som antydnet av Abildgård (pers. komm.), men inntil videre er anomalien ikke forklart. En nærliggende, men hypotetisk mulighet er at anomalien representerer en pyritt-sericitt halo som mere eller mindre har unngått erosjon. Hvis dette er tilfellet må anomalien testes v.hj.a. dybdeboring, men før dette skjer anbefales ytterligere overflatearbeide i området (se senere).

IP- og motstandsmålingene fra Nordli-området kan således tolkes ut fra kjente geologiske opplysninger, og det samme er tilfellet for området langs Høverelven mellom Nordli og Ødemarken. Tolkningen av Ødemark-området er mere problematisk p.g.a. et kraftig overdekke og dermed forbundet mangel på relevante, geologiske opplysninger. Ved anvendelse av analogi-prinsippet med Nordli peker to soner i området seg ut som interessante for ytterligere undersøkelser: Anomalien omkring elv-trippelpunktet som defineres av meget lav motstand og delvis av høy IP, og en langstrakt, nord-syd strykende anomali umiddelbart vest for Skisenteret som derfineres av lav motstand og høy IP.

4.2 Magnetometri

Det bakke-magnetiske kart over Hurdalområdet er blitt ajourført og utvidet (Plansje 6). Ved sammenligning med det geologiske kart (Plansje 1) ses at mag-bildet nøye avspeiler den lokale geologi og at kun meget få detaljer kan være vanskelige å forklare.

Den kraftige lav-mag anomali over Inngjerdinga er målt om igjen og er funnet å være reell. Anomalien er stort sett sammenfallende med den ytre grense for omdannelsene i forbindelse med Nordli-forekomsten, og en del av forklaringen på anomalien ligger sikkert i pyrittisering av magnetitt/ilmenitt innenfor dette område. De intrusive bergarter i samme område er generelt leukokratiske, hvilket vil underbygge og forsterke anomalien.

På grunn av den åpenbare likhet med den store lav-anomali omkring Inngjerdinga, er den mindre, runde anomali i det totalt overdekkede område mellom Tangen og Nord-Ringen blitt testet med to borehuller (BH 15 og 16). Anomalien er sammensatt av et lav- og et høysusceptibilitetsfelt og borehullene ble plassert slik at de gjennomskar begge feltene. Boringene viser at området består av en mere enn 100 m tykk sekvens av lapilli tuff og krystall ignimbritter som er underleiret av, og skjæres av alkali granitt. Målinger utført på kjernene av Kjærgård (Århus Universitet) viser en stor forskjell i susceptibilitet mellom de øvre enheter i de to borehull (krystall ignimbrit med høy susceptibilitet i BH 15, lapilli tuff med lav susceptibilitet i BH 16), og dette forklarer anomalibildet entydig.

Ytterligere tolkninger av mag-bildet i Hurdal-området vil fremkomme i forbindelse med Kjærgårds spesialstudie.

5. LITHOGEOKJEMI

Analyser av silica-rike bergarters primære geokjemi har i noen år vært anvendt av Nordamerikanske selskaper, som en hjelp i prospekteringen etter porfyr-type mineraliseringer.

Metoden sikter på å definere geokjemiske karakteristika i hoved- og sporelement-fordelinger som kan peke på mulige kildebergarter i "blinde" porfyr-systemer.

Norsk Hydros interesse i metoden stammer fra 1980/81, hvor det ble klart at metoden, som egentlig bare kan betraktes som en praktisk anvendelse av klassisk magmatisk petrologi, tilsynelatende kan anvendes til å skille ut granittiske bergarter som er assosiert med porfyr-type Mo-mineraliseringer fra golve granitter. Det ble derfor besluttet å sette igang et pilotprosjekt på Nordli-forekomsten for å undersøke metodens anvendbarhet i Oslo-feltet, og prøveinnsamling og analysearbeider ble gjennomført i løpet av høsten 1981 (Pedersen 1982b).

Prøvematerialet omfatter ialt 75 bergartsprøver fra blotninger og borhuller. Prøvene ble innsamlet i et koordinatsystem med to omtrent vannrette akser med retning VNV-ØSØ og NNØ-SSV, som skjærer hverandre i BH 8. Dette borhull, som er ca. 630 m dypt, utgjør dermed den tredje akse i koordinatsystemet, hvis horisontale akser hver er ca. 4,5 km lange.

De 75 prøver ble knust og splittet på IFE (Kjeller) og senere analysert for hoved- og sporelementer på PF (v/J. Jacobsen) og på Skyline Lab i U.S.A. Det ble analysert for følgende elementer:

Hovedelementer:

SiO₂, Al₂O₃, MgO, CaO, Na₂O, K₂O, Fe₂O₃, FeO, TiO₂, MnO (loss on ignition, vekttap).

Sporelementer:

Li, P, F, Be, Pb, Zn, Cu, Ni, Ba, S, Mo, Sr, Rb, Zr, Sn, Nb, Ta, Cs, U, Th.

Hovedresultatene av undersøkelsen kan summeres som følger:

De granittiske bergarter i Oslo-feltet er blitt oppdelt i to større grupper: BG I og BG II (Gaut, 1975, 1981). Den volumenmessig største gruppe er BG I, som utgjøres av store batholitter som Drammens-, Finnemarka- og Hersjøgranittene, samt mindre intrusjoner (Store Øyungen, Volhaug, Grua, Holterkollen, Glomsrudkollen). BG I viser i det sydlige Oslo-felt ingen sikre feltmessige eller petrokjemiske glidende overganger til andre bergarter, og granittene hører til blant de eldste bergarter i Oslo-feltet (Sundvoll, 1978).

BG II-granittene danner som regel mindre intrusjoner, som hører til de yngste bergarter i Oslo-feltet (Gaut, 1981). Som eksempler kan nevnes Tryvasshøgda-, Skrukkellia-, Myrer-, Bergdamtjern- og Glitrevann-granittene, og også Nordli-området granitter kan henføres til denne suite (Gaut, op.cit.). Med en alder på 216 ± 8 m.år (K-Ar på hydrothermal biotitt), representerer Nordli-stocken en av de yngste, daterte intrusjoner i Oslo-feltet.

BG II granittene opptrer som regel i meget nær tilknytning til syenittene i Oslo-feltet, og det finnes glidende overganger mellom syenitter og alkali granitter (Gaut, 1981).

Aldersrelasjoner og petrografi antyder videre at BG II-granittene representerer sene, SiO_2 -rike residualsmelter som er avledet fra det magma som har gitt opphav til de omkringliggende syenitter. BG II-granittene kan derfor representere alkaline ekvivalenter til de peralkaline ekeritter (Gaut, 1975, 1981). Mineralogiske og petrokjemiske data antyder at de peralkaline ekeritter er avledet ved fraksjonering av feltspat (pluss andre faser) fra en alkaline

kilde som formodes å ha vært av hornblende-biotitt-syenittisk sammensetning (Neumann, 1978).

Som tidligere nevnt (avsnitt 2) tyder Norsk Hydro's seneste undersøkelser på at de formodede BG I-granitter i Hurdal-området er utviklet fra hornblende-biotitt syenittiske magmaer via et mellomliggende differensiasjonstrinn som omfatter bl.a. alkali kvarts syenitter.

De samme undersøkelser antyder videre at flere av BG II-granittene er av samme type som BG I-granittene, og det ovennevnte nære slektskap som kan demonstreres mellom i det minste Hersjø-granitten og de omkringliggende syenitter peker på sannsynligheten av at Gaut's (1981) oppdeling av Oslo-feltets granitter i BG I og BG II ikke har den petrologiske signifikans (i det minste i det nordlige Oslo-felt) som oppdelingen tilsynelatende innebærer.

Den videre utvikling av biotitt-granittiske magmaer til alkali granitt, som er antydnet av feltdata, underbygges tildels av de utførte lithogeokjemiske undersøkelser, bl.a. ved omtrent konstante Th/U, Nb/Ta og Nb/Zr forhold.

De viktigste prosesser i dannelsen av de volatil-ladete, sene granittiske derivater i Nordli-stocken har sannsynligvis vært en kombinasjon av partiell oppsmelting (? av nedre skorpe/øvre kappe) og krystall-fraksjonering.

Høye, og stigende D.I.-verdier (differensiasjons-indeks) med fallende alder i Nordli-området antyder at selv de minst utviklede av bergartene, hornblende-biotitt syenittene, representerer bergarter som har nådd et modent stadium i magmatisk utvikling. Relativt høye verdier av Ba og Sr og relativt lave Ca- og Rb-verdier i hornblende-biotitt-syenittene, etterfulgt av fallende verdier av Ba, Sr og Ca, og stigende Rb-innhold ved økende differensiasjon antyder 1) at hornblende-biotitt-syenittene kan være dannet ved svak partiell oppsmelting, og/eller separasjon av en

alkalisyenittisk smelte fra en plagioclas/mafisk-mineralrik residual på et tidlig tidspunkt i den magmatiske utvikling, og 2) at denne utvikling etterfulgtes av fraksjonering av alkali feltspat og biotitt (+ hornblende). Krystallfraksjoneringen antydes videre ved et økende innhold av inkompatible elementer, som Th, U, Nb, Mo, (Ta), og (Be), og et fallende innhold av P (krystalliserer som apatitt), Li og F, hvor de to sistnevnte inkorporeres i mafiske mineraler.

Nordli-stockens bergarter (mikrogranitt, aplogranitt og granofyr) avviker på en rekke viktige punkter fra de øvrige bergarter i suiten. Fordelingen av Rb, Li, F, Ta og Zn i Nordli-suiten viser en markant reversjon fra økende verdier med økende differensiasjon til og med alkali granitt porfyr (Fig. 1), til fallende verdier fra mikrogranitt via aplogranitt til granofyr. Videre er Nordli-stocken relativt sett forarmet i noen av de inkompatible elementer (W, Be), mens den er anriktet i andre (Th, U, Nb, Mo) og i hovedelementene SiO_2 og K_2O . Det er endelig signifikant at alkaligranitten viser sporadisk meget høye verdier av Li, Mn, Zn og F.

De hydrotermale omdannelser, som har påvirket Nordli-stocken under og etter emplaseringen, kan ha gitt opphav til noen av de anomale trekk som karakteriserer bergartene, men neppe alle. Således er det vanskelig å forklare hvorfor noen inkompatible elementer tilsynelatende er fjernet, mens andre viser den utvikling man kunne forvente i en alkaline bergartssuite. Dette antyder at også andre prosesser har hatt innflytelse på den endelige element-fordeling. Ifølge Bailey (1979) er biotitt istand til å ta opp de største mengder av F, Cl, Ti, Mn, Zn, Rb, Nb, Ba og Ta i en granittisk bergart bestående av kvarts, alkalifeltspat, plagioclas, biotitt, hornblende, muskovitt og magnetitt. Disse elementer er de samme som karakteristisk er fjernet fra Nordli-stocken og som ytterligere viser fallende tendens med minkende innhold av mafiske mineraler. Innholdet av Ti og Ba i Nordli-stocken er meget lavt sammenliknet med resten av suiten, og Nb viser kun

en svak anrikning. Tolkingen av Nb og Ta-fordelingene vanskeliggjøres dog av at disse elementer kan inngå i zirkon og rutil, som begge finnes i Nordli-området bergarter.

Biotitt-fraksjonering, eventuelt som et resultat av sterkt øket PH_2O , foreslås derfor å ha funnet sted i forbindelse med videre-utviklingen av det alkali-granittiske magma til Nordli-stockens leukokratiske intrusiver. En antydning av at denne prosess har funnet sted, ses kanskje i de sporadisk meget høye Li og F-verdier i den biotittførende alkali-granitt.

Avgassing av volatilfasen kan i visse tilfelle medføre forarming av de lithofile elementer (Dietrich og Heier, 1967) og endre Rb-fordelingen i en bergart (Bailey, 1979). Denne prosess, som er en nødvendig del av dannelsen av enhver porfyrforekomst, kan derfor muligens forklare forarmingen i Rb, Li, F, Mn, Zn, U, Be og Ta, og disse elementer skulle kunne finnes anrikt i det hydrothermale system rundt Nordli-stocken. Inntil data om dette foreligger, er det vanskelig å bedømme viktigheten av denne prosess, men det bemerkes at den Rb-fattige alkalifeltspat som er krystallisert i f.eks. granofyren, på dannelsesetidspunktet må ha vært i likevekt med den vandige restsmelte og volatilfasen, som dermed allerede på dette tidspunkt må ha vært forarmet på Rb. På den andre siden er det ingen tvil om at anrikningen på SiO_2 og K_2O skyldes en pervasiv hydrothermal omdannelse (Westra og Keith, 1981) (se senere).

Den viste geokjemiske utvikling av Nordli-bergartene forklares derfor best ved dannelsen av et nordmarkittisk/alkali-syenittisk magma ved svak partiell oppsmelting av nedre skorpe/øvre kappe-bergarter og/eller tidlig separasjon av et magma av denne sammensetning fra en residual bestående av plagioclas og mafiske mineraler. Denne utvikling etterfulgtes av fraksjonering av alkalifeltspat og biotitt, og resulterte i utviklingen av de leukokratiske, silica-kalium-rike granittiske intrusiver i Nordli-stocken.

De prospekteringsmessige aspekter av undersøkelsen kan summeres på følgende måte:

I en nylig publisert undersøkelse av bla. kildebergarters primære geokjemi i porfyr-type molybden-mineraliseringer, foreslår Westra og Keith (1981) en klassifikasjon basert på det såkalte $k_{57,5}$ -forhold og innholdet av sporelementene F, Nb, Rb og Sr i bergartene. Forfatterne skjelner mellom to store tektonomagmatiske grupper av porfyr-Mo-forekomster: a) forekomster assosiert med granittiske bergarter med $k_{57,5}$ større enn 2,5, som er rike på Rb, men lave i Sr, og b) forekomster med $k_{57,5}$ mindre enn 2,5, med høyt Sr- og moderat Rb-innhold. I begge typer ses en anrikning av Nb, som er mest uttalt i bergarter med $k_{57,5}$ større enn 2,5. Implisitt i klassifikasjonen ligger at man, ut fra de forskjellige mulige kombinasjoner av de ovennevnte elementer, kan forutsi om en gitt bergart er en mulig vertsbergart for en porfyr-forekomst, og til og med forutsi den maksimale størrelse og gehalt av en eventuell tilknyttet mineralisering.

Videre postuleres at intrusive bergarter assosiert med porfyr-Mo-mineraliseringer adskiller seg vesentlig fra andre granittiske bergarter.

Den ovennevnte klassifikasjon er ikke universelt anvendelig av flere grunner. Først og fremst er hovedinndelingen i de to større grupper basert på ekstrapolasjon av K_2O -verdiene fra ca. 70 vekt% SiO_2 til 57,5 vekt% SiO_2 , hvilket i mange tilfeller ikke er mulig. Derneft har en rekke andre undersøkelser vist at vertsbergartene til porfyr-Mo-forekomster ikke adskiller seg på vesentlige punkter m.h.t. hovedelementer fra gjennomsnittsgranitter og/eller gjennomsnitts alkali granitter (Mutschler et.al. 1981). Endelig er de postulerte signifikante utviklinger av sporelement-innhold fullstendig avhengig av krystallasjonshistorien av den enkelte granitt, og dermed ikke generelt signifikante eller anvendelige i en prospekteringssammenheng. Det bør dog nevnes at et av hovedformålene med forsøket på klassifikasjon av de

Nordamerikanske porfyr-relaterte granitter har vært å skjelne disse fra "golde" prekambriske granitter, og på dette punkt har metoden sikkert vært suksessfull, uten at vi dog vet dette med sikkerhet.

I Oslo-feltet står vi i prospekteringsmessig sammenheng overfor et noe annerledes problemkompleks. Vi vet f.eks. at samtlige intrusive granitter i riften er av permo-triassisk alder, og alene på bakgrunn av analogi-prinsippet med Bordvika- og Nordli-forekomstene, kan samtlige av disse granitter betraktes som interessante m.h.t. mulige assosierte porfyr-Mo-forekomster. I Colorado Mineral Belt (som inneholder størstedelen av de viktigste Nordamerikanske Mo-forekomster) tyder flere ting på at den nedre skorpe/øvre kappe i utgangspunktet var anomalt rik på Mo som sporelement (White et.al. 1981, o.a.). De magmaer som ble dannet ved ?partiell oppsmelting på dette nivå i jordskorpen, var derfor allerede i de mest primitive stadier anriket på Mo, som videre gjennom magmaets utvikling mot de granittiske sluttdifferensiater i porfyr-forekomstene konstant undergikk ytterligere konsentrering ved bl.a. krystallfraksjonering. En lignende situasjon synes antydnet i Oslo-feltet, bedømt bl.a. på bakgrunn av den begrensede geokjemiske undersøkelse i den herværende rapport. Flere forfattere har vist at den sydnorske, prekambriske W-Mo-provins skjæres av, og sannsynligvis har underleiret størstedelen av Oslo-riften (se f.eks. Torske, 1976), hvilket peker på tilstedeværelsen av en analog situasjon til Colorado Mineral Belt og dermed ytterligere aksentuerer den høye "kvalitet" som enhver granittisk bergart i Oslo-feltet har m.h.t. potensiale i en porfyr-Mo-sammenheng.

De petrokjemiske data fra Nordli tyder på, som vi også ad empirisk vei etterhånden er blitt klar over, at tegn på differensiasjon av kvarts-alkalifeltspat-rike faser fra syenittiske magmaer kan antyde de første skritt på veien til dannelsen av porfyr-Mo-forekomster. Som senest understreket av Dannow (1982), er alle kvarts-syenitter derfor i prinsippet interessante og bør undersøkes nærmere for tegn på ytterligere differensiasjon.

På mer lokalt plan har den geokjemiske undersøkelse av Nordli-området bergarter vist at disse med visse modifikasjoner følger en helt "normal" magmatisk utvikling av en alkaline, granittiske bergartssuite. Visse anomale trekk er innlysende, så som f.eks. det forhøyede innhold av Mo, men ellers adskiller Nordli-bergartene seg ikke vesentlig fra andre, intrakratone granittiske bergarter. Det er således ikke umiddelbart mulig å adskille interessante granitter fra uinteressante på grunnlag av hoved- eller sporelementer, men tre faktorer synes tross dette å være særdeles anvendelige i denne sammenheng, grunnet visse pervasive omdannelser som karakteriserer porfyr-systemer. Disse faktorer er: innholdet av Mo, K_2O/Na_2O -forholdet og D.I. (differensiasjonsindekset). Plotter man disse tre faktorer parvis mot hverandre, fremkommer en tydelig adskillelse av de granittiske bergarter som er assosiert med Mo-mineraliseringen fra de andre, normative granitter i området. Disse plots antyder at følgende parametre definerer kildebergarter til porfyr Mo-forekomster i Oslo-feltet:

- 1) Et innhold av mer enn ca. 70 ppm Mo i "uomdannede" bergarter.
- 2) Et K_2O/Na_2O -forhold større enn ca. 1,46, som er den globale gjennomsnittsverdien for alkali granitt.
- 3) Et D.I. høyere enn ca. 97,0.

Det fremgår at jo flere av disse kriterier som oppfylles, jo mer interessant er den aktuelle bergart. Forklaringen på dette ligger i det komplekse omdannelsessystem, som er en nødvendig følge av dannelsen av en porfyr-Mo-forekomst. Disse omdannelser resulterer i dannelsen av bergarter som er gjennomgripende omdannet, men som makroskopisk ser helt uomdannet ut.

Det teoretisk høyeste SiO_2 -innhold i en bergart, som har undergått en "normal" krystallisasjonshistorie, er ca. 76%, og bergarter med høyere SiO_2 -innhold har derfor i de fleste tilfeller fått tilført hydrothermal kvarts. I porfyrforekomster er dette et velkjent fenomen. I Climax-forekomsten finnes f.eks. en bergart som består av omtrent ren SiO_2 umiddelbart under både øvre og nedre malmlegeme, den såkalte "high silica rock".

Kalium-omdannelse finner sted før, under og etter dannelsen av molybden-mineraliseringen, og resulterer i replassering av tidlig dannet albitt med kalifeltspat. Det eksisterer videre en nesten direkte korrelasjon mellom graden av kalium-anrikning og innholdet av Mo i den vannrike restsmelte.

De høye $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ -forhold i porfyr-relaterte intrusiver er derfor et direkte uttrykk for graden av kalium-metasomatose, og dette innebærer at et høyt $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ -forhold sammen med høyt Mo-innhold i en (finkornet) granittisk bergart er ytterst signifikant i en porfyr-Mo sammenheng. Sammen med en i utgangsmagmaet høy verdi av D.I. skyldes de høye D.I.-verdier i porfyrtype-systemet dels krystallfraksjoneringen, som foregår kontinuert under magmaets utvikling, og dels de ovenfor nevnte pervasive hydrotermale omdannelser av kildebergartene. Spesielt er en høy Mo-verdi sammen med en høy D.I.-verdi "tidlig" i en bergartssuite meget interessant, fordi Mo til en viss grad ellers ville fraksjonere med de mafiske mineraler.

Sammenfattende ser det således ut til - med det begrensede prøvemateriale in mente - at kildebergarter, og dermed ofte også vertsbergarter til porfyr-Mo-forekomster, kan defineres geokjemisk ved hjelp av de tre parametre: ppm Mo, $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ -forholdet og differensiasjons-indekset. De tre parametre inneholder dels tilstrekkelige petrokjemiske trekk til å skille ut de mest differensierte bergarter, og dels tilstrekkelige trekk til å peke ut de Mo-rike faser som er preget av minst to typer av omdannelser, som er "nødvendige" resultater i dannelsen av en porfyr-Mo-forekomst.

6. SYNTEKTONISKE INTRUSIVER, AKTIV
VULKANISME OG HYDROTHERMALE CELLER

Undersøkelser av det foreliggende geologiske materiale, logging av A/S Sydvarangers borekjerner fra Ødemarksfeltet, (Pedersen 1982a) og en flybilde-tolkning av bruddsystemet omkring Nordli-forekomsten førte i begynnelsen av året til etableringen av følgende hypotese: Nordli-forekomsten (og sannsynligvis også de intrusive breksje-komplekser ved Ødemarken, Flaen Mølle og Høverelva) finnes i områder hvor regionale tensjons-sprekker, som ble dannet under utviklingen av Oslo-grabenen, gjennomskar og derved tappet aktive magmakamre på et visst dyp i jordskorpen. Dette medførte dels eksplosiv intrusiv aktivitet av magmatisk materiale og molybden-førende gasser til høye nivåer i jordskorpen, dels relatert ekstrusiv vulkanisme.

Kunne en slik sammenheng demonstreres var implikatorene m.h.t. prospekteringen etter porfyr-forekomster i Oslo-feltet innlysende, og da ideen så umiddelbart lovende ut, ble en betydelig del av sommerens feltarbeide mer eller mindre direkte anvendt til å etterprøve hypotesen. Utvidelsen av studiet til hele den nordlige del av Oslo-feltet ble muliggjort da K. Buer i slutten av feltsesongen presenterte et kart i skala 1:50.000 som viser en flybildetolkning av bruddsystemet i denne del av Oslo-grabenen. Som det vil fremgå kan hypotesen tilsynelatende forklare mange trekk ved de kjente hydrothermale systemer, spennende fra deres posisjon i regional skala og helt ned til den lokale kontroll på de hydrothermale, molybden-førende årer i bl.a. Nordli-forekomsten.

6.1 Regionale og frakturer

De strukturelle elementer i den nordlige tredjedel av Oslo-grabenen er sammensatt av både lineære og sirkulære frakturer som avspeiler forskjellige bruddannende prosesser i jordskorpen (Planche 7.1).

Det lineære bruddsystem kan oppdeles i fire retningsbestemte komponenter som vist i Planche 7.2, 7.3, 7.4 og 7.5. Disse er karakterisert av følgende:

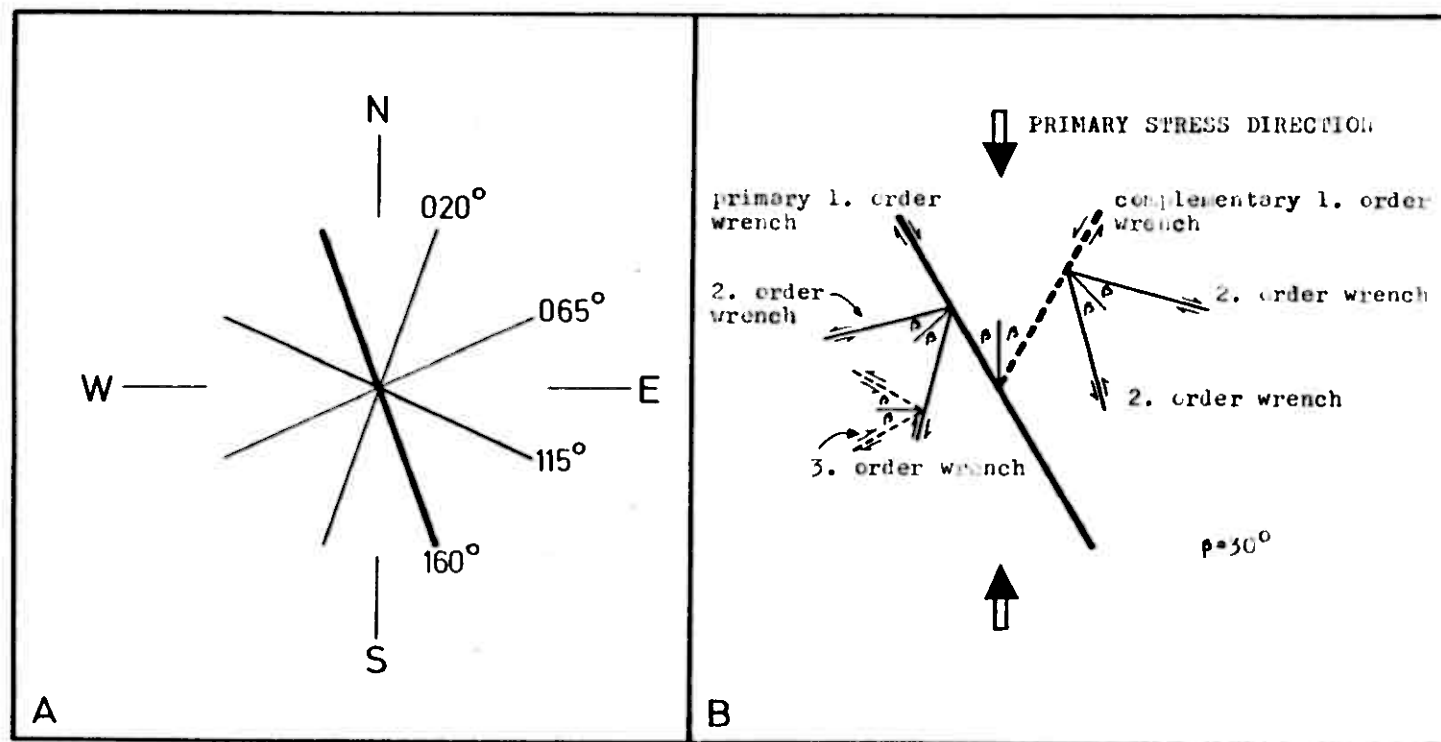
- Den sterkest utviklede retning er ca. 160° , som er et gjennomsnitt for frakturer med retninger fra 150° til 180° . Lineamenter med denne retning er som regel rettlinjede og relativt gjennomgående i regional skala med lengder på opp til 25 km. De viser en jevn spredning over området.
- Den nest kraftigste retning er ca. 115° (Planche 7.3). Brudd med denne retning er karakterisert ved et sikk-sakk forløp med åpen z-asymmetri. Enkelt-frakturer er relativt gjennomgående med lengder på opp til 25 km. Det bemerkes at disse frakturer ikke finnes i den nordligste del av Oslo-grabenen og at det tilsynelatende er to lengdeklasser: En klasse som består av 4 til 5 større frakturer med en lengde av 12 km eller mer, og en klasse som består av tallrike bruddsoner med lengder på under 5 km. Sammen med 160° -retningen har 115° -retningen tilsynelatende kontrollert dannelsen av de postglaciale sjøer i området.
- De to siste grupper av lineamenter er svakt utviklede retninger på hhv. 60° og 20° (Planche 7.4 og 7.5). Begge består av enkeltfrakturer med lengder på generelt under 5 km, som viser en jevn fordeling over området.

Aldersrelasjonene mellom de to sterkest utviklede retninger, 160° og 115° , er vist i Planche 7.7. Her sees, at 160° retningen forsetter 115° retningen med en horisontal, dextral komponent som i flere tilfeller er på mer enn 2 km. Feltundersøkelser viser, at de store forkastninger i nesten alle tilfeller er subvertikale, og de viste forkastnings-sprang demonstrerer derfor at det under utviklingen av bruddsystemene var en betydelig lateral shear-stress-komponent til stede.

De fire lineament retninger antas å representere to konjugerte sett av forkastninger: 160° - 20° og 115° - 65° , begge karakterisert ved at den ene retning i settet (160° og 115°) er meget sterkere utviklet enn den andre retning. De to konjugerte sett danner en innbyrdes vinkel på ca. 45° med hverandre, slik at forkastningsretningene parvis er vinkelrette på hverandre (figur 2).

Den sterkeste utviklede retning og dens konjugerte ekvivalent (160° - 20°) er parallell med, og representerer dermed sannsynligvis de store normalforkastninger som dels har styrt Oslo-grabenens morfologiske utvikling og dels har gitt opphav til den symmetriske oppbygging av grabenen omkring den sentrale spredningsakse som antas å ha forløpt omtrent gjennom det nåværende Oslo (Ramberg og Larsen, 1978).

Symmetri-elementene består av soner med sentral-vulkaner og kaldera-komplekser nærmest spredningsaksen, fulgt av soner med plutonitter og rester av kalderaer i de sydvestlige og nordøstlige deler av grabenen. Ramberg og Larsen (op.cit) foreslår. at dannelsen av grabenen fant sted som et resultat av en post-orogen, Hercynisk kompressjon som medførte et fremherskende N-S forløpende shear-system. Forfatterne foreslår videre, at en rotasjon mot uret av de kratone blokke på begge sider av dette system forårsaket begynnende oppbrytning av jordskorpen og dermed til dannelsen av grabenen. Dette innebærer at Oslo-feltet i tiden for sin dannelse var preget av et stress-mønster som dels må ha inneholdt en meget sterk lateral tensjons-komponent i omtrent øst-vest retning, dels en lateral shear-stress komponent som forårsaket dextral forsetning langs den omtrent nord-syd løpende retning. Et slikt stress-mønster er i overensstemmelse med en primær stress-retning (maximal kompressjon) langs en nord-syd akse, som antydnet av de konjugerte sett av forkastninger i det nordlige Oslo-felt med retningene 160° - 20° . Denne tolkning gjør det videre mulig å sette det andre av de to konjugerte sett av forkastninger, 115° - 65° , inn i den regionale tolkning. Sees det i første omgang bort fra den øst-vest rettede tensjonskomponent var stress-mønsteret



FIGUR 2. A: DE DOMINERENDE SPRÆKKERENTELLINGER I DEN NORDLIGE DEL AF OSLO-FJELLET:

B: DANDELSE AF PRIMÆRE OG SEKUNDÆRE WRENCH-FORKASNINGER I ET NORD-SYD KOMPRESSIØNSFELT. Efter E. Sherbon Hills, Elements of structural Geology, Methuen & Co, 1963.

som nevnt dominert av en primær stress retning langs nord-syd akse. Dette kan ha resultert i et forkastnings-system som antydnet i figur 2, med utviklingen av en dextral, primær wrench forkastningsretning langs 160° og med en svakt utviklet komplementær retning langs 20°. Det sekundære forkastningsmønster er representert ved fire mulige forkastningsretninger, hvorav de to nordligste i figuren viser god overensstemmelse med de to retninger i det andre konjugerte sett på 115°-65°. En mulig tolkning av forkastningssystemet i det nordlige Oslo-felt er således å forklare dette som normalforkastninger med en lateral forsettningskomponent som fører til dannelsen av, og stadig forsetter sekundære wrenchforkastninger.

Morfologien av de sirkulære bruddsystemer (Planche 7.6) antyder at forskjellige tektonomagmatiske prosesser var aktive under dannelsen av strukturene. Disse kan inndeles i to grupper:

- En gruppe representeres ved Vasbraa- og Skreia-Nordliskamp kompleksene. Vassbraa-komplekset består av et system av delvis sentrerte, konsentrisk sirkulære brudd med størrelser som varierer fra mer enn 10 km til under 1 km i diameter. Enkelte skjærende relasjoner antyder at de mindre strukturer suksessivt postdaterer de større. Skreia-Nordliskampen komplekset er oppbygget av et meget stort antall kurvede til sirkulære enkeltbrudd med diametre som varierer fra noen få km til ca. 10 km. De skjærende relasjoner antyder at de eldste strukturer finnes omkring Skreia, mens stadig yngre bruddsoer ble dannet først i vestlig retning og dernest i sydlig retning mot Nordliskampen. Den samlede migrasjonslengde for sentrum av de sirkulære brudd er på mer enn 20 km.

- Den andre gruppen består av små, dvs. 1 til 4 km store, simple, ovale til sirkulære brudd som fortrinnsvis opptrer i to områder: Syd for Vassbraa hvor en klynge av småstrukturer synes å være bundet til svakt definerte, store kurvede brudd, og fra Mjøsa gjennom Nordliskampen, hvor en 30 km lang perlerekke av småstrukturer ligger langs 115° forkastningsretningen.

I felten representeres de to grupper av sirkulære strukturer av forskjellige bergartstyper.

Vassbraa-komplekset defineres i et meget stort felt med alkali-syenitter, mens Skreia-Nordliskamp-komplekset defineres i en stor alkali-syenitt intrusion mot nord (Skreia syenitten) og en granitt av batholitdimensjoner (Hersjø-granitten) i syd. Den yngste ringstruktur i Skreia-Nordliskamp-komplekset er definert i syenittiske bergarter syd for Nordliskampen, men dette området er videre karakterisert ved forekomsten av en rekke blotninger av alkali granitt som skjærer alkali syenitten (Planche 9).

De mindre, simple ringstrukturer har ikke noen entydig fellesnevner i felt, men det er meget påfallende at størstedelen er bundet til forekomsten av små og mellomstore granittlegemer, mens resten er knyttet til forekomsten av subvulkanske, intrusive breksjer og suprakrustaller av forskjellig art (figur 3).

Sirkulære, topografiske strukturer er tidligere beskrevet fra Oslo-riften, hvorav de mest kjente er kaldera-strukturene i den sentrale del av riften (Ofteidal, 1953; Naterstad, 1971). Lignende ringstrukturer er også påvist i områder med plutonske bergarter som representerer et noe dypere erosjonssnitt. Disse strukturer er blitt tolket dels som røtterne av borteroderte kalderaer som opprinnelig ble dannet på toppen av magmakamrene (Segelstad, 1975), dels som interne strukturer i de øvre deler av multipelt intruderte plutoner som gav opphav til ekstrusiv vulkanisme (Petersen, 1978).



FIGUR 3.
 Brecciekomplekser i Mirdals-feltet. 1: Nordli,
 2: Høverelva, 3: Nordliskampen, 4: Merratjern,
 5: Tjernsgutten, 6: Fløen Hølle, 7: Edemarken,
 8: Brustedkollen, 9: Buråskollen, 10: Sargård
 Haugen, 11: Bjernasen.
 Skala 1:100.000; Strukturelementer efter Buer
 (1982). Geologi efter Pedersen (Platene 1) og
 Dønnow (1983).

Strukturene i det nordlige Oslo-felt er tydeligvis dannet ved forskjellige tektonomagmatiske prosesser. De store komplekser (Vassbraa, Skreia-Nordliskampen) er bundet til intrusjonen av batholitter, og avspeiler sannsynligvis interne strukturer i disse. Det er interessant å bemerke, at hvis ringstrukturene i Skreia-Nordliskamp-komplekset representerer repetert intrusjon med et sentrum som først har migrert vestover og derpå sydover, indikerer dette at Skreia-syenitten og den senere intruderte Hersjø biotitt granitt er co-magmatiske. Dette er nettopp hva de geologiske feltdata antyder og som i en viss grad også fremkommer i den lithogeokjemiske analyse av de syenittiske og granittiske bergarter fra Nordli-området (se avsnitt 5). En annen bemerkelsesverdig ting er at den yngste, sydligste ringstruktur tildels faller sammen med, og sannsynligvis skyldes forekomsten av et antall legemer av sen alkali granitt, som lithogeokjemisk hører til blant områdets mest utviklede bergarter. Det foreslås derfor at ringstrukturene i Skreia-Nordliskamp-komplekset avspeiler interne strukturer i en differentiært, sammensatt mega-batholitt. De eldste, minst utviklede deler av batholitten intruderte i Skreia-feltet, og det intrusive sentrum forflyttet seg gradvis vestover, samtidig med at batholitten differensierte. Videre migrasjon av senteret sydover og videre differensiasjon i batholitten resulterte i dannelsen av den multiple Hersjø-granitt. Denne bærer på sin side evidenser for utvikling videre til alkali-granitt, og dette antyder at alkali-granitt legemene omkring Nordliskampen representerer noen av de siste differensiasjons produkter og intrusiver i den sammensatte batholitt. Det betraktes videre som signifikant at intrusjonssenteret i batholitten etter en begynnende vestlig migrasjonsretning foretar en bra retningsendring og migrerer sydover i de senere faser. Den sydlige retning av senteret er ca. 160° , hvilket faller sammen med den kraftigste tektoniske lineamentretning i området. Det ser derfor ut til at en del av disse strukturer har vært syntektoniske og har styrt beliggenheten av senteret for intrusjonen.

Vassbraa-komplekset er ikke kjent i detaljer, men med ovenstående hypotese i mente kan komplekset representere multiple intrusjoner i et system med et omtrent stasjonært intrusjonssentrum. Om aldersrekkefølgen også følges av en differensiasjon mot mer utviklede magmatyper enn alkali-syenitt er ikke kjent, men det bør undersøkes.

De små, simple ringstrukturer tolkes som et uttrykk for dels granittiske stocks, dels strukturer dannet i forbindelse med kaldera-innsynkninger som idag representeres ved forekomsten av suprakrustaller og intrusive, subvulkanske breksjer. Intrusjonen av flere av disse stocks, og dannelsen av noen av kalderainnsynkningene har uten tvil vært kontrollert av de store 115°-forkastninger, som antydnet bl.a. av perlerekken av ringstrukturer fra Mjøsa gjennom Nordliskampen og videre mot nordvest. Dette underbygges også av de struktur-relaterte intrusive breksjer og porfyrer i f.eks. Flaen Mølle-, Ødemark- og Nordlikompleksene.

Med bakgrunn i ovenstående skisse av den tektonomagmatiske utvikling av Hurdal regionen er det dernest naturlig å se på plasseringen av de store, hydrothermale molybdenførende omdannelsessentre i området, dvs. Nordli, Ødemarken, Mistberget, Silvifuturum og Glassberget. Disse definerer omdannelsesområder med en diameter på opp til flere km og er i plant snitt ofte tilnærmet ovale til sirkulære. Andre, mindre molybden-mineraliseringer er kjent rundt om i distriktet. De fleste av disse finnes i nær tilknytning til Hersjø biotitt granitten hvor de ofte opptrer i forbindelse med en smule sericitomdannelse langs de omtrent nord-syd strykende forkastninger (Dannow, 1983).

Forkastningsretningen på 160° er likeledes en fellesnevner for de store omdannelsessentre, som alle ligger langs større eller mindre lineamenter med denne retning. På den andre siden finnes tallrike eksempler på forkastninger langs 160°-retningen som ikke er preget av hydrotermale omdannelser, så denne retning har neppe alene lokalisert mineraliseringene. En annen fellesnevner som i denne sammenheng synes interessant er 115° forkastningene. Som det fremgår av Planche 7.3 finnes alle sentrene langs større lineamenter med denne retning, og bemerkelsesverdig er det at de nærmere bestemt er lokalisert hvor det er skjedd forsetning av 115°-retningen langs 160°-forkastningene, dvs. omdannelsessentrene opptrer i skjæringspunkter mellom de to forkastningsretninger. Fra feltevidenser vet vi, at ikke alle av disse skjæringspunkter er karakterisert ved molybdenmineraliseringer, hvilket peker på den tredje faktor som har hatt betydning for dannelsen av de store omdannelsessentre.

Porfyr-molybden systemer er uvegerlig knyttet til sterkt differensierte, granittiske stocks, som i mange tilfeller med sikkerhet kan relateres til et granittisk magma av batholitt-dimensjoner i dypet. I Hurdal-området finnes granittiske bergarter i forbindelse med Nordli-forekomsten og Glassberget. Ødemarken er karakterisert ved forekomsten av kvarts-feltspat porfyrer, Mistberget opptrer i nær tilknytning til Mistberggranitten, mens Silivfuturum tilsynelatende er et "blindt" omdannelsessystem på tross av den nære tilknytning til alkali granitt blotninger som sannsynligvis er eldre enn mineraliseringen. Den tredje faktor som favoriserer dannelsen av porfyrssystemer må derfor ha vært tilstedeværelsen av differensierte granittiske bergarter på tidspunktet for lineamentenes dannelse. Som det tidligere er fremgått, og som det vil fremgå i detaljer senere, er 160° og 115° forkastningene nettopp karakterisert ved at de har vært tilstede før og etter intrusjonen av de granittiske bergarter, dvs. intrusjonen av disse bergarter har vært syn-tektonisk.

Den regionale analyse antyder derfor, at lokaliseringen av de store hydrotermale omdannelsessentre har vært styrt av syntektonisk intrusjon av høytdifferensierte granitter langs forkastninger med en retning på 115° og at plasseringen i de fleste tilfeller ytterligere har vært bestemt av skjæringspunktene mellom denne retning og forkastninger med en retning på 160°.

6.2 Lokale frakturer

Ytterligere opplysninger om styringen av de hydrotermale systemer i Hurdal-området kan fås ved analyse av de lokale strukturer i delområder. Det viktigste område for øyeblikket, og det best kjente, er strøket omkring Nordli-Ødemarken, hvor blant annet diamantboringene har gitt oss en detaljert viten om sprekkesystemene.

Som man kan forvente, vil det på lokal skala opptre en del flere sprekkeretninger enn på regional skala. Noen av disse retninger kan ikke umiddelbart relateres til et kjent stress-system, men må antas å avspeile lokale variasjoner i det regionale mønster. I Planche 9.1 er sprekkemønsteret i Nordli-Ødemarken området vist, og posisjonen av de to omdannelsessentre er angitt. Anvender man den regionale analyse som bakgrunn, kan man på lignende vis inndelesprekkesystemet i lokalområdet i sirkulære og lineære frakturer.

De sirkulære frakturer tilføyer kun få nye trekk til det regionale bilde. Som vist i Planche 9.2 skjæres de kurvede frakturer i nord, som er relatert til Hersjø-granitten, av den yngre sydlige fraktur som er definert i det regionale bilde. Denne inneholder på sin side den ringfraktur som skyldes intrusjonen av Nordliskamp-granitten. Umiddelbart øst for Nordli-forekomsten sees to mindre, konsentriske frakturer som postdateres av Nordliskamp-frakturen. Ved sammenligning med det geologiske kart (Planche 1) sees at disse småfrakturene er sammenfallende med forekomsten av megaxenolitter av monzonitt i området omkring Ødemarkskollen, og disse kan derfor markere tilstedeværelsen av en lokal innsynkning, eventuelt i forbindelse med en kalderadannelse omkring Nordliskampen.

De lineære frakturer kan oppdeles i tre store grupper. Den dominerende retning er som i regional skala omtrent nord-syd, men med to tydelige komponenter. Den sterkest utviklede av disse er 158°-retningen, svarende til den regionale gjennomsnittsretning på 160° (Planche 9.3). Disse postdateres generelt av en svakere utviklet retning på 172°, som må skyldes en sen tensjonspreget frakturdannelse idet det ikke er antydning til lateral fortsetning langs denne retning.

De nest kraftigste retninger på lokal skala tilsvarer overraskende nok ikke den nest kraftigste retning på regional skala (115°). I Nordli-Ødemarken området sees retningen på 40° og den noe svakere 65°-retning å være nesten like sterk utviklet som nord-syd frakturene (Planche 9.5), selv om de førstnevnte ikke i samme grad er utviklet som gjennomgående strukturer.

Det antas at disse to retninger er det lokale uttrykk for 65°-retningen på regional skala. De tilovers blitte frakturer stryker hhv. 95° og 125° (Planche 9.4). Disse kan korreleres med den regionale 115°-retning, og spredningen skyldes som tidligere nevnt det asymmetriske, åpne z-forløp som disse frakturer viser på grunn av forsetningen langs nord-syd retningen.

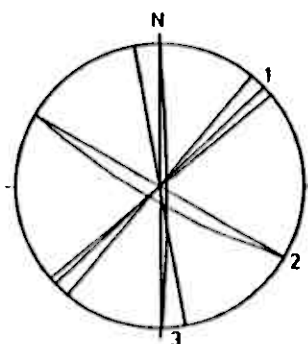
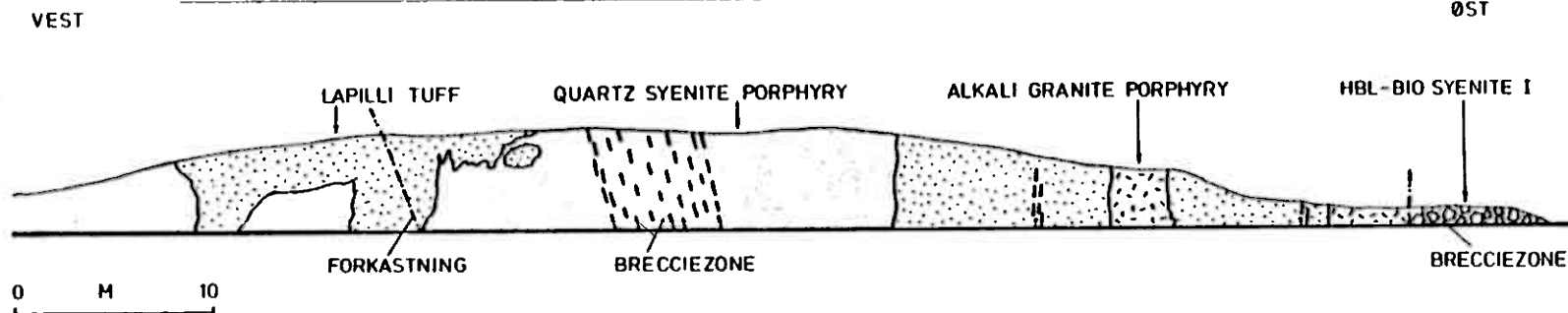
Det ser således ut til at det lokale mønster i Nordli-Ødemarken-området avspeiler det regionale bruddmønster selv om det finnes variasjoner som må tilskrives lokale forholds innflytelse på stress-systemet.

I Nordli-området er det gjort forsøk på å datere de enkelte sprekkeretninger i forhold til hverandre, og et typisk eksempel på en sann datering er vist i figur 4, som representerer en veiskjæring ved Rognlisaga. Av denne fremgår det, at den sene regionale nord-syd forkastningsretning også på lokal skala kan vises å være den seneste aktive retning. Disse strukturene forsetter forkastninger langs 120° , tilsvarende den regionale retning på 115° . Interessant er det videre å bemerke at 120° -retningen postdaterer forkastninger/joints langs 30° - 50° , dvs. den retning som i regional skala er tolket som sekundære wrenchforkastninger til nord-syd hovedretningen. Sprekkene er ytterligere karakterisert ved forskjellige typer av sprekkebelegg som er vist nederst i figuren. Det bemerkes, at MoS_2 synes å være bundet til 120° -retningen, mens nord-syd forkastningene er karakterisert ved lav-T parageneser.

Det lokale sprekkemønster avspeiles også i det detaljerte geologiske kartbilde (Planche 1 og 2). Følgende stress-indikatorer kan erkjennes:

1. Langs 95° - 125° -retningen: Dykes av PMD, alkali granitt, alkali granitt porfyr, intrusiv breksje, diverse syenitt porfyrer.
2. Langs 40° - 65° -retningen: Dykes av porfyrisk aplogranitt, alkali granitt porfyr, udifferensiert kvarts syenitt porfyr, intrusive breksjer og den elongerte form av granofyr-intrusjonen i Nordli-forekomsten.
3. Langs 158° - 172° -retningen: Dykes av hybrid (kvarts) syenitt porfyr, syenitt porfyrer og camptonitt (ikke vist).

GEOLOGI OG STRUKTURELLE ELEMENTER AF VEJBLOTNING VED ROGNLISAGA.



STRUKTURELLE ELEMENTER,
NEDRE HALVKUGLE,
WULFFNET

- 1: 30-50/90°
BJERGARTSKONTAKTER, FLYDEFOLIATIONER
SHEAR I HBL-BIO SYENITE I.
- 2: 120/78°SW
HØVERELVFORCASTNINGEN
(I PAPIRETS PLAN).
- 3: 00/85°E, 170/90°
BRECCIEZONE I QUARTZ SYENITE PORPHYRY,
FORCASTNINGER.

ALDERSRELATIONER:

1 — 2 — 3

ÆLDST → YNGST

JOINTBELÆG:

2: MoS₂, PYRIT, FLUSSPAT O.A.

3: SPECIELT LEROMDANNELSE,
BASE-METAL SULFIDER O.A.

FIGUR 4.

Disse intrusjoner viser entydig at det lokale forkastningssystem har vært aktivt under intrusjonen av magmaer med sterkt varierende sammensetning, og at frakturene til en viss grad har styrt plasseringen av flere mindre intrusjoner. Det er spesielt interessant å bemerke, at granofyren i Nordli-stock'en finnes dels i skjæringspunktet mellom forkastninger med retning 158° - 172° og 125° , dels er preget av den eldste av områdets forkastningsretninger, dvs. 40° . Molybdenavsetningen i Nordli har også vært styrt nesten utelukkende av de lokale frakturer. Samtlige store molybdenførende sprekker som er målt i Høverelven hvor denne krysser granofyren (Planche 2) stryker som tidligere nevnt ca. 40° , og denne retning avspeiles også tydelig i det detaljerte Mo-jordprøvekart over forekomsten som ble presentert i siste års statusrapport (Planche 5, Pedersen, 1982). Samme jordprøvekart antyder videre at den dominerende sprekketretning i forekomsten stryker ca. 125° , dvs. parallelt med Høverelven. De samme retninger kom frem under den statistiske behandling av Mo-analysene fra borehullene i Nordli som Fluor M & M gjennomførte i løpet av høsten. Variogram-analysen viser at hovedaksen i mineraliseringen, dvs. den 45° -sektor som viser sterkest sammenhengende mineralisering, har en gjennomsnittsretning på 140° , og at den nest kraftigste retning er utviklet i en 45° -sektor med en gjennomsnittlig retning på 40° . Nordli-forekomsten ser således på lokal skala ut til å være dannet i skjæringspunktet mellom forkastninger/joints med retninger 125° - 140° og 40° .

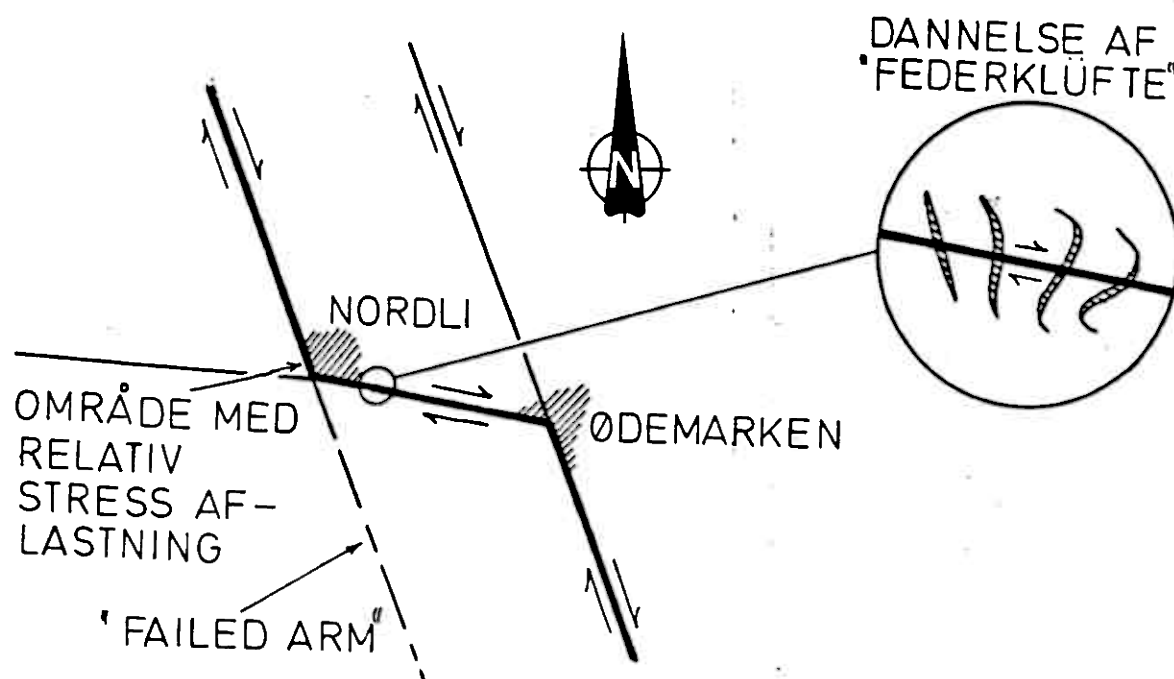
6.3 Sammenfatning og konklusjon

Analysen av det regionale og det lokale sprekkesystem i et utvalgt område har vist at tilstedeværelsen av frakturer under Oslo-riftens magmatiske utvikling har vært av avgjørende betydning for dannelsen av større hydrotermale celler. Det kan påvises en sammenheng mellom aktiv forkastning langs fire lineære retninger som kan tolkes i lyset av den kjente tektoniske utvikling av riften, og syntektonisk intrusiv og extrusiv aktivitet som til en stor grad har vært styrt av

forkastningsaktiviteten. Forkastningene kan videre vises å ha vært den styrende faktor for en rekke omdannelser og molybdenavsetninger spennende fra deres plassering i det regionale bilde ned til retningen på enkelte, molybden-førende årer på blotningsskala.

Det er blitt demonstrert at alle de viktigste hydrothermale sentre finnes i, eller tett på skjæringspunkter mellom forkastninger med retninger på ca. 160° og 115°. Disse skjæringspunkter opptrer alle i nær tilknytning til granittiske bergarter og har til en viss grad også styrt intrusjonen av disse. Det ser derfor ut til at et samspill av forskjellige begivenheter har vært nødvendig for dannelsen av en porfyrforekomst. Det viktigste i det aktuelle tilfellet synes å være tilstedeværelsen av dextral forkastningstektonik over aktive, sterkt differensierte granittiske magmakamre. Lokaliseringen av omdannelsene til knekkpunkter langs 115°-forkastningene skyldes sannsynligvis dannelsen av områder med stressavlastning i disse områder.

Skjæringspunkter mellom forkastninger er en klassisk malmfelle bl.a. på grunn av økt porøsitet i forbindelse med breksjering, men også mere kompliserte mønstre kan være aktive. I Nordli-Ødemark-området har den dextrale forsetning langs 160°-forkastningene sannsynligvis også til en viss grad involvert bevegelse langs 115°-retningen ifølge nedenstående skisse (figur 5).



FIGUR 5. DANNELSE AF LAV-STRESS OMRÅDER OG FEDERKLÜFTE VED KOMBINERET FORSETNING LANGS TO PARALLELLE 160°-FORKASTNINGER OG EN 125°-FORKASTNING.

I dette område kan forsetningen ha foregått langs to parallelle 160° forkastninger, hvorav den vestligste har vært ufuldstendig utviklet i området syd for det nåværende Nordli (Planche 9.1). Dette kan ha resultert i at en del av bevegelsen langs den vestligste 160°-forkastning er blitt kanalisert sydøstover langs den overskårne gren av 125°-forkastningen som antydnet av bevegelses-pilene i skissen. I skjæringspunktene kan det derved være dannet områder med relativ stress-avlastning (vist med skravering) på grunn av den innbygde rotasjon av blokkene i forkastningssystemet, og disse områder vil ha vært ytterst favorable for introduksjonen av subvulkanske intrusjoner (bl.a. Nordli-granofyren) og de dermed forbundne omdannelser og molybden mineraliseringer. Imellom disse to områder med stress avflasing har det langs 125°-forkastningen vært relativt sterkere kompressjon. Dette forklarer f.eks. jordprøve-anomali kartet over molybden

fordelingen, IP- og motstandskartene, som alle antyder en smal, veldefinert struktur mellom Nordli og Ødemarken.

Nordli-intrusjonen og en viktig del av de molybdenførende årer i Nordli-forekomsten følger en retning på 40°, dvs. omtrent vinkelrett på 125°-forkastningen. Denne retning ville under en wrench bevegelse langs 125°-forkastningen kunne svare til retningen for dannelselse av såkalte "federklüfte" som er tensjonspregede strukturer dannet på grunn av shear-stress som oppstår i blokkene på begge sider av hovedforkastningen (figur 5).

Områder for videre prospektering bør på basis av det foregående i første omgang være samtlige knæpunkter langs 115°-strukturene i Hurdal-området. Dette baseres på det faktum, at de spredte felter med granitiske bergarter teoretisk sett kan tilhøre en eller flere store granitiske batholitter som kan underligge betydelige områder og derved være potensielle kildebergarter til molybdensystemer. Videre bør samtlige av de små sirkelstrukturer rekognoseres for tegn på granitiske intrusiver og relatert omdannelse. Endelig bør man rekognosere i det minste de største forkastninger med 115°-retning mellom knæpunktene, idet avvikelser fra det regionale stress-system kan ha dannet lokale lav-stress regimer.

Som det er blitt påvist av Ramberg og Larsen (1978) kan Oslo-graben oppdeles i to segmenter, den sydvestlige Vestfold-Ringerike graben og den en echelon plasserte Akershus graben mot nordøst. En overfladisk undersøkelse av det ledsagende tektoniske kart til denne avhandling antyder at det er relativ stor forskjell på sprekkmønsteret i de to graben-segmenter, idet det sydlige er nesten totalt dominert av nord-syd forkastninger, mens det nordlige som vi har sett inneholder to viktige retninger: nord-syd og ca. 115°.

I et videre perspektiv bør man derfor i sprekkeanalysen av Vestfold-Ringerike grabenen være oppmerksom på andre typer av strukturer som kan ha hatt en funksjon tilsvarende 115°-retningen i Akershus grabenen. I første omgang synes de store randforkastninger som definerer kalderaerne å være lovende sett på bakgrunn av de pågående undersøkelser i Ramnes.

7. NORDLI PORFYR-MOLYBDEN FOREKOMSTEN

Undersøkelsene av denne betydelige molybden-ressurs er fortsatt i 1982 med bl.a. 2840 m diamantboring fordelt på 10 huller (se appendix 2, 3 og 4). Videre har det amerikanske konsulentfirma Fluor Mining & Metals foretatt en første malmreserve beregning og gitt forslag til den videre utforskning av forekomsten. Endelig foregår en rekke detaljundersøkelser av forekomsten, tildels i samarbeide med læreanstaltene.

7.1 Diamantboring

De lithologiske modeller og den kronologiske utvikling av det hydrothermale senter i Nordli som ble presentert i siste års statusrapport (Pedersen, 1982) er blitt underbygget og bestyrket av de boringer som er utført i 1982. Strukturanalysen av Nordli-området og Fluor M&M's statistiske behandling av de kjemiske analyser har gitt en øket forståelse av malmlegemetts morfologi selv om de grunnleggende parametre i malmens oppbygging som tidligere er presentert Pedersen, 1981, 82) ikke er endret. Plasseringen av de enkelte borehuller har vært bestemt av forskjellige forhold, som skisseres i nedenstående del (Appendix 2, 3 og 4, Planche 2).

BH 13 ble plassert i den vestlige del av forekomsten med henblikk på å avgrense mineraliseringen i denne retning. På grunn av tekniske vanskeligheter ble det besluttet å stanse hullet ved 350 m. BH 13 gjennomskjærer i de øverste 85 m de svake, øvre molybden skall (gjennomsnittlig 0.094% MoS_2) som er bundet til kraftig sericitomdannelse. Mot dypet var det planlagt at hullet skulle få kontakt med mellomste og nedre skall hvilket ikke lyktes p.g.a. avbrytelsen av hullet. Viktige lithologiske opplysninger er innhentet, bl.a. om overgangen mellom hornblende-biotitt-syenitt I og alkali kvarts syenitt I.

BH 14 var planlagt til å innhente opplysninger om mineraliseringens utbredelse mot nord og ble boret til en dybde av 795 m. Det viste seg relativt hurtig at hullet uten sammenligning er det sterkest mineraliserte hittil (f.eks. gjennomsnittlig 0.196% MoS_2 fra 180 m til 705 m; 0.308% MoS_2 fra 615 m til 705 m). Det skjærer alle de tre mineraliserte skall fra en dybde av ca. 150 m til 705 m. En av grunnene til de høye analyseverdier er at skallene i vid utstrekning lapper over hverandre i dette området, men flere ting tyder også på at vi her befinner oss i den viktigste malmførende struktur i forekomsten (se senere). Den viktigste lithologiske opplysning fra hullet er at nedre malmskall ved ca. 705 m skjæres av en porfyrisk mikrogranitt. Denne bergart viser meget stor likhet med den mikrogranittiske, nedre fase i Nordli-stock'en som også opptrer i bunnen av BH 8-1 og BH 8. Denne bergart vil derfor fremover tjene som en meget viktig indikator på bunnen av MoS_2 -systemet.

BH 15 og BH 16 ble boret i området omkring Ringen for å teste en kombinert, sirkelformet høy- og lav mag.anomali. Denne danner et appendix på den store lav-mag.-anomali omkring Nordli og kunne derfor representere et overflateuttrykk for en dyptliggende porfyr forekomst (Planche 6). Som nevnt (se avsnitt 4) skyldes anomalien forekomsten av krystall ignimbrit med høy susceptibilitet omkring BH 15 og lapilli tuff med lav susceptibilitet omkring BH 16. Muligheten for tilstedeværelsen av en dypere liggende porfyr forekomst i denne position må derfor anses å være beskjeden. Borehullene har bidratt med viktige lithologiske opplysninger. Blant annet er sikre evidenser for tilstedeværelsen av pyroclastika blitt funnet her for første gang i Nordli-feltet.

BH 17, 18 og 19 ble boret i den sydvestlige del av Nordli forekomsten for å teste en mulig overflatenær mineralisering som var antydnet av det detaljerte jordprøvekart over dette område (se Pedersen 1982, figur 19). Hullene er derfor av beskjedne lengde. Kun BH 18 viser mineralisering av betydning, men denne er til gjengjeld ganske kraftig (gjennomsnittlig 0.213% MoS_2 over de øverste 50 m og 0.165% MoS_2 over de øverste 105 m). Mineraliseringen opptrer i forbindelse med intens sericitomdannelse. Loggingen av kjernen antyder at mineraliseringen i BH 18 er bundet til en subvertikal forkastning, og BH 19 ble derfor boret i en 45° vinkel mot syd (se Planche 2). BH 19 traff kun ytterst beskjedne mineralisering langs subvertikale sprekkesystemer (0.148% MoS over 5 m). Jordprøveanomalien i området skyldes derfor sannsynligvis relativt sterk MoS_2 mineralisering i smale forkastninger som er parallelle med PMD-ene i feltet.

BH 20 ble boret i området omkring BH 8 for å undersøke om borehullenes hellning har noen betydning for de antydde MoS_2 -lødigheter i et gitt område. Resultatene vil bli gjennomgått i avsnitt 7.3.

BH 21 ble boret ved Lysgårdslia for å teste en kraftig, langstrakt Mo-jordprøve anomali langs Høverelven (Planche 3). Hullet var planlagt som et loddhull som skulle plasseres direkte på anomalien, men p.g.a. bebyggelse lot dette seg ikke gjøre. Isteden ble det boret et -30° skråhull mot nord fra Høverelven. Hullet skar anomaliens vertikale projeksjon i en dybde av ca. 150 m under jordoverflaten. Loggingen av hullet har vist tilstedeværelsen av sporadisk kraftig, subvertikal (?) sprekkebundet MoS_2 mineralisering uten større utstrekning. Kraftig sericitomdannelse kan sees i enkelte blotninger omkring borehullet og jordprøveanomalien tolkes derfor å avspeile en overflatenær ansamling av molybdenglans som er avsatt i forbindelse med sericitt-pyritt omdannelse langs Høverelvforkastningen.

Denne molybden kan representere en lokal mineralisering uten "røtter", avsatt langs en Eh-pH gradient, eller den kan være uttrykk for en meget høyt beliggende mineralisering over en eventuell dypere-liggende porfyr-type Mo-mineralisering. Av disse alternativer ansees det første å forklare de innsamlede data best, men før anomalien avskrives helt bør den testes med et dypt, vertikalt borehull. Motivasjonen for dette vil avhenge av positive resultater fra de fortsatte boringer i Nordli-forekomsten.

BH 22 som p.t. bores er blitt plassert ca. 150 m VNV for BH 14 for å teste utbredelsen av den meget kraftige mineralisering i BH 14 langs forekomstens 125°-140° hovedakse. Ved årsskiftet var hullet boret til ca. 620 m. Sammenhengende mineralisering, som hovedsakelig kan henføres til mellomste skall på basis av molybdenårens struktur (se Pedersen 1982, avsnitt 5.5.1), ble truffet fra 400 m til 485 m. Molybdenen er bundet til et system av subvertikale sprekker som formodes å avspeile den kraftige forkastningsretning langs mineraliseringens hovedakse. Under 485 m antyder Mo-årer som kan henføres til det nedre skall, at dette nivå i mineraliseringen vil bli skåret på dypet. Hullets endelige lengde vil avhenge av når den porfyriske mikrogranitt (som postdaterer mineraliseringen) blir truffet.

7.2 Malmreserveberegning: Fluor Mining & Metals

I juni måned kontaktet Norsk Hydro det amerikanske konsulentfirma Fluor M&M for å få utført en første malmreserveberegning av Nordli og for å få forslag til et boreprogram som ville bringe Nordli-forekomsten frem til "pre-feasibility" fremdriftsstadiet. Arbeidet startet i Oslo i slutten av august med møter mellom NH og tre medarbeidere fra Fluor. Selve beregningen ble deretter utført i U.S.A., og en representant for Hydro's stab deltok i de siste stadier av dette arbeidet (se Pedersen, 1982). Undersøkelsen resulterte i en omfattende og meget velutført rapport (Fluor M&M, 1982). De viktigste konklusjoner som er gitt i rapporten fremgår av nedenstående utdrag:

Chapter 2

SUMMARY, CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

2.1 SUMMARY AND CONCLUSIONS2.1.1 GEOLOGY

Nordli is a porphyry-type molybdenum deposit located within Permian intrusives of the Oslo Graben. Molybdenite mineralization occurs with quartz, calcite and pyrite in veins and veinlets cutting alkalic granitic rocks. The mineralization was deposited during a sequence of subvolcanic intrusive events.

Statistical analysis shows that Nordli MoS_2 assays contain two lognormally distributed populations. These two populations are separable spatially and seem to represent ore shell mineralization and low-grade halo or inter-shell mineralization. A threshold value of 0.05% MoS_2 effectively separates the populations, and can be considered a "natural cutoff" for defining ore shell boundaries.

Sulfur and tungsten also show multiple lognormal populations. The two sulfur populations are separable spatially and clearly have geologic meaning. One population represents a high-sulfur pyrite halo which is vertically above the other, which represents low-sulfur molybdenite mineralization. Tungsten populations were too ill-defined to interpret.

Sulfur, tungsten, and fluorine enrichment seems to occur zonally above the main mass of molybdenite mineralization. Sulfur and tungsten enrichment shells may be composite bodies representing successive, overlapping mineralization events. Enrichment in sulfur, tungsten and fluorine should be detectable at least 100 m above the main ore body, and may be valuable exploration guides to molybdenum deposits in the Oslo Graben.

Variogram analysis detected anisotropy at Nordli. Continuity of MoS_2 grade (as reflected by lower levels of variability) is greatest in the NE-SW and NW-SE directions. This coincides with two directions of strong tension fracturing and dike intrusion. The main axis of mineralization at Nordli parallels the 140° direction and can be accurately plotted from existing drill hole data.

A zonal variogram model, consistent with the known geologic anisotropy, was used to krig the Nordli reserves. However, the choice of model parameters, based on the existing data, was difficult since the experimental variograms were very noisy. A simpler isotropic model appeared to give equivalent results. As more holes are drilled, the variogram structure should become cleaner enabling the parameters of the zonal anisotropic model to be adjusted more accurately. At this point, the performance of the two models would have to be re-evaluated.

2.1.2 RESERVES

The total geologic reserves (190 million tonnes averaging 0.15% MoS₂) calculated for Nordli are indicative of a substantial molybdenum resource. These reserves are conservative since the deposit has not been closed off by drilling.

A substantial tonnage of high-grade ore (20 million tonnes averaging 0.23% MoS₂) exists in the vicinity of drill hole 14. The search for additional high-grade ore should focus on this area.

Nordli ore reserves at the 0.05% MoS₂ and the 0.20% MoS₂ cutoffs are summarized in Tables 2.1 and 2.2, respectively.

2.1.3 ANALYTICAL PROBLEMS

A major problem which Hydro must address immediately is that of laboratory reliability. Check assays from Institutt for Energiteknikk (IFE) are biased low with respect to corresponding check assays from Hydro's laboratory. The amount of bias does not seem to be constant, indicating that one of the laboratories has a problem with reproducibility. IFE reassays of composites from drill hole 14 are biased relative to the original IFE assays. Again, the amount and sign of the bias are not constant, but rather change with sample batch. This uncertainty about the reliability of the MoS₂ assays must be cleared up.

Table 2.1 Reserve Summary (0.05% MoS₂ Cutoff)

Case	Ore Shells	Tonnage (tonnes x 10 ⁶)	Average Grade (% MoS ₂)
1	Shell 1	27.96	0.088
2	Shell 2	94.79	0.142
3	Shell 3	68.44	0.154
4	Shell 2*	94.79	0.141
5	Shell 3*	68.44	0.154
6	Shell 2 + Shell 3	163.23	0.147
7	Shell 2* + Shell 3*	163.23	0.146
8	Shell 1 + Shell 2 + Shell 3	191.19	0.139
9	Shell 1 + Shell 2* + Shell 3*	191.19	0.138

* Estimated using composites from Shell 2 and Shell 3

Table 2.2 Reserve Summary (Approx. 0.20% MoS₂ Cutoff)

Case	Ore Shell	Tonnage (tonnes x 10 ⁶)	Cutoff (% MoS ₂)	Average Grade (% MoS ₂)
1	Shell 1	-	-	-
2	Shell 2	10.25	0.198	0.220
3	Shell 3	13.09	0.199	0.237
4	Shell 2*	9.03	0.198	0.224
5	Shell 3*	13.09	0.195	0.231
6	Shell 2 + Shell 3	22.06	0.199	0.231
7	Shell 2* + Shell 3*	20.08	0.198	0.232
8	Shell 1 + Shell 2 + Shell 3	22.06	0.199	0.231
9	Shell 1 + Shell 2* + Shell 3*	20.08	0.198	0.232

* Estimated using composites from Shell 2 and Shell 3

2.2 RECOMMENDATIONS

To ensure an adequate data base for future development decisions at Nordli, Fluor recommends the following:

- o Drill seven exclusionary holes to determine whether a 140 million tonne target can exist.
- o Survey all drill hole collars.
- o Survey all drill holes "down-the-hole."
- o Make systematic, regular specific gravity determinations.
- o Scan all core with an ultraviolet lamp and scintillometer.
- o Adopt a computer-compatible core logging procedure.
- o Begin bench-scale metallurgical testing.
- o Establish and maintain a systematic check assaying program.
- o Collect systematic mineralogical data for interpreting metallurgical test results.
- o Explore the Oslo Graben for lithophile elements (such as tungsten and tin) often associated with molybdenum mineralization.

7.2.1 Kommentarer til Fluor's rapport

En rekke kommentarer til Fluor's beregningsprosedyre er gitt i Pedersen (1982). Videre er en del av de punkter Fluor M&M anbefaler i rapporten (2.2 Recommendations) allerede utført eller er under utførelse. Hullenes påhugg er under innmåling av en ingeniør fra Hurdal. En del av borehullene er avviksmålt (rapportering i 1983), og det er sannsynlig at samtlige huller vil bli avviksmålt etterhvert. Bestemmelse av vektfyllden av de mineraliserte bergarter vil bli gjennomført i løpet av 1983. De første 7 huller ble undersøkt med UV-lampe i 1978/79 med negativt resultat, og metoden ble oppgitt. Med hensyn til en computer-egnet log av borekjernene finnes dette allerede for alle observasjoner med unntagelse av lithologi. Det er undertegnede erfaring at lithologiske observasjoner av eksplorasjon-borehuller meget vanskelig lar seg formulere på et EDB-egnet språk og det vil derfor inntil videre ikke bli foretatt endringer i det nåværende logge-system. Flotasjonsforsøk av Nordli-malmen er foretatt på NTH og rapportert i slutten av desember (Digre, 1982, se appendix 5). Resultatene er inkonklusive p.g.a. for lite prøvemengde og en ny prøveinnsamling av større prøver er derfor foretatt. Disse vil bli behandlet i løpet av 1983. Re-analyser i NH-regi av rutineanalysene for MoS_2 fra Institutt for Energiteknikk er påbegynt på en systematisk basis ved PF. Videre er ca. 65 utvalgte prøver sendt til det kommersielle laboratorium Skyline i U.S.A. for at vi kan få et tredje laboratorium til å sammenligne kritiske prøveresultater med. Når disse reanalyser foreligger vil det være mulig fortløpende å bedømme kvaliteten av IFE's analyser, og eventuelle endringer i analyseprosedyren og om- analyseringer kan heretter om nødvendig foretas. Innsamling av systematiske mineralogiske data til hjelp i tolkningen av flotasjonsforsøkene er meget tidkrevende og har derfor ikke funnet sted. Materialet til et slikt studium, polerprøver og tynnslip, er fremstilt, og undersøkelsen kan gjennomføres når det oppstår behov for det.

7.2.2 Revisjon av vår oppfatning av malmlegemets morfologi

Den økte forståelse av forkastningsstrukturens innflytelse på mineraliseringsbildet (se avsnitt 6) var til stor hjelp under den computer-baserte konstruksjon av 10 tverrsnitt av forekomsten som Fluor M&M utførte (se omstående figur 6.8 og 6.9 fra Fluor M&M, 1982). Disse tverrsnitt illustrerer på utmerket vis den langstrakte "whale-back" form som malmlegemet har langs hovedaksen på 125°-140° og understreker de relativt dyptliggende områder hvor det finnes overlapping mellom nedre- og mellomste molybden-skall. Øvre skall er bundet til, og skyldes sericitomdannelse og sees å danne et mindre, likeledes langstrakt legeme.

Grunnformen av de tre malmskall har tidligere vært oppfattet som hovedsakelig sirkulær og paddehattlignende (Pedersen, 1981, 1982). Den nødvendige revisjon av denne modell mot mer langstrakte former av skallene er en naturlig følge av vårt økte kunskapsnivå og vil i høy grad bidra til en effektiv avslutning på utforskningen av forekomsten.

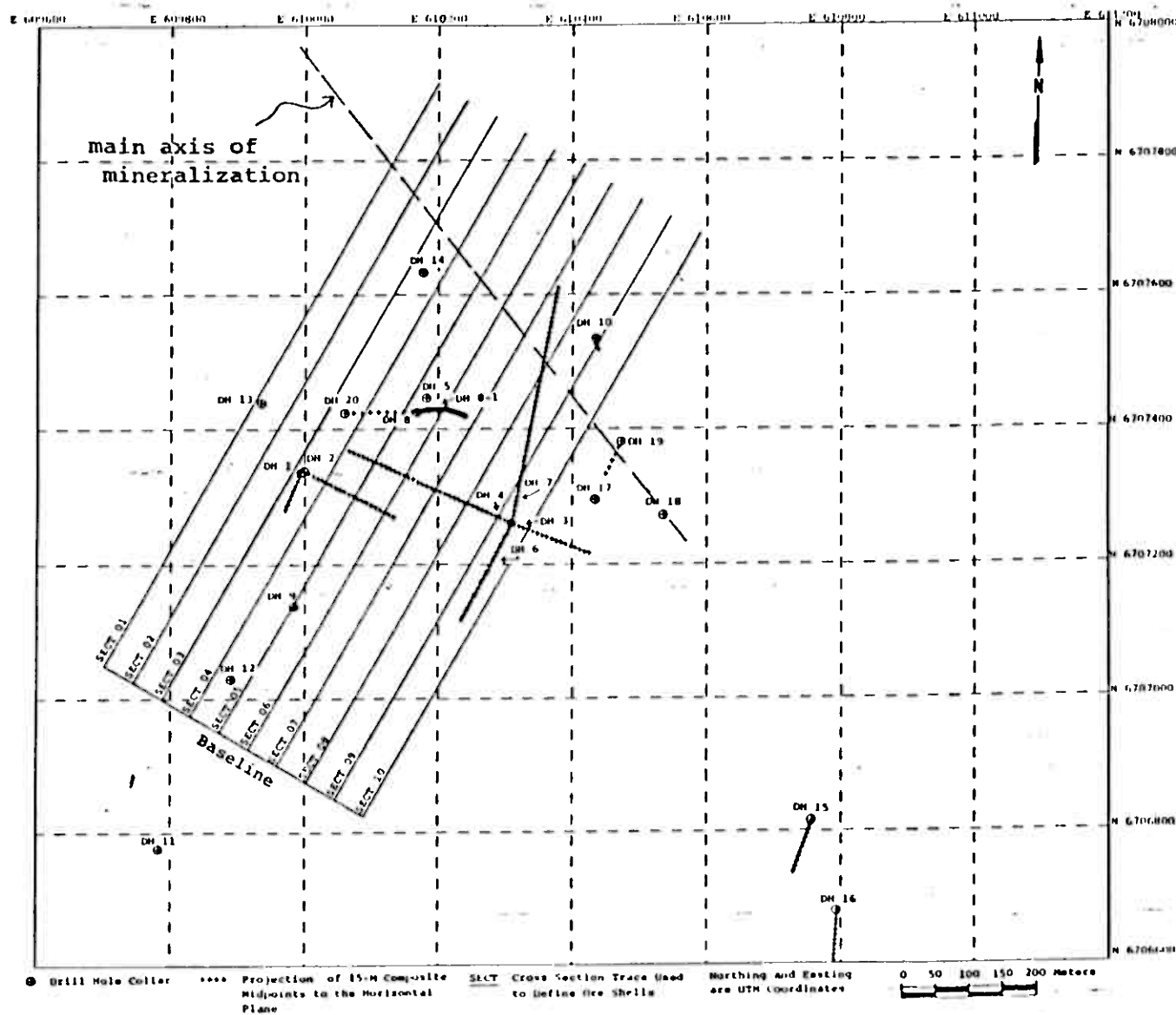
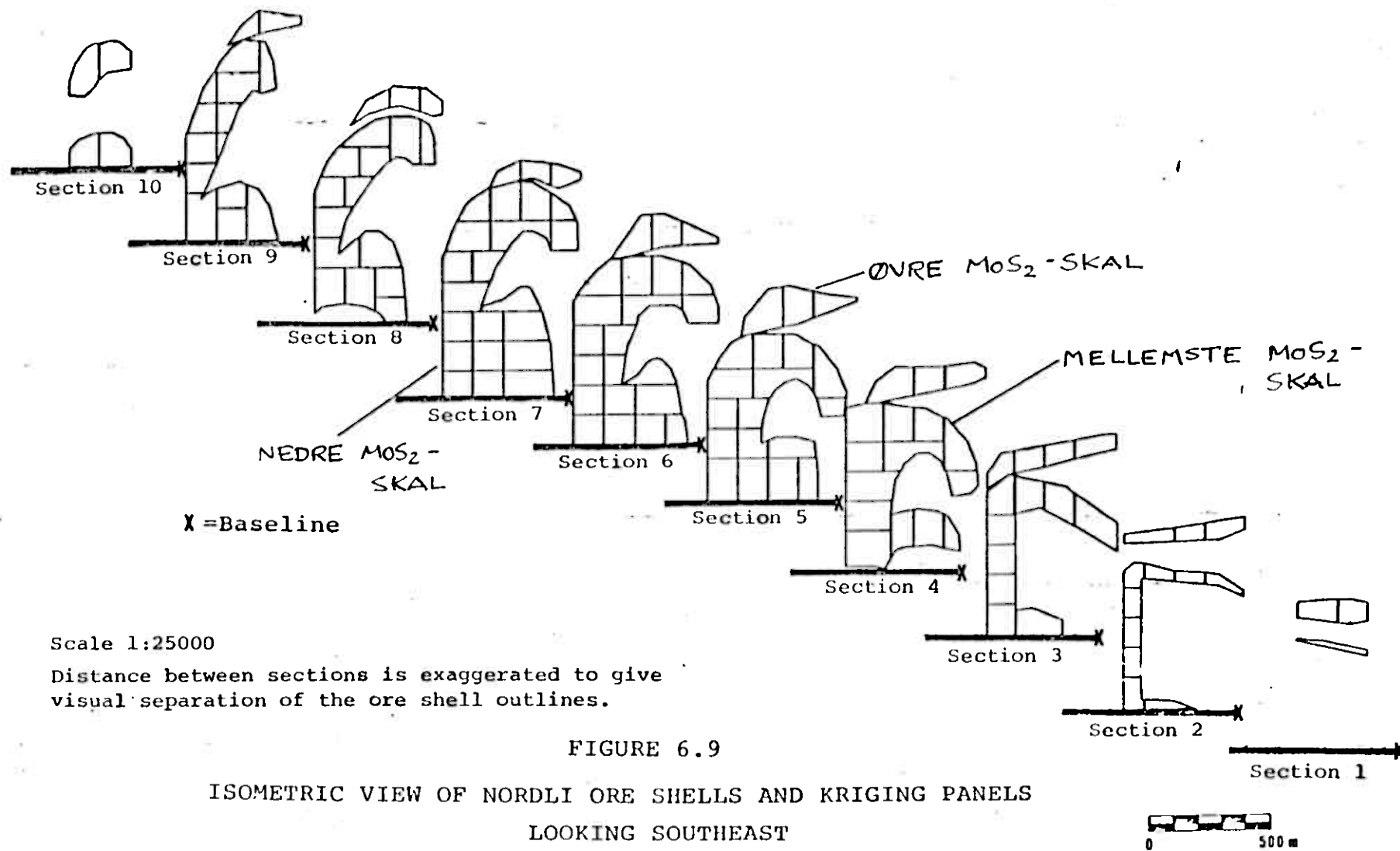


FIGURE 6.8

CROSS SECTION TRACES AND DRILL HOLE LOCATIONS
NORDLI DEPOSIT

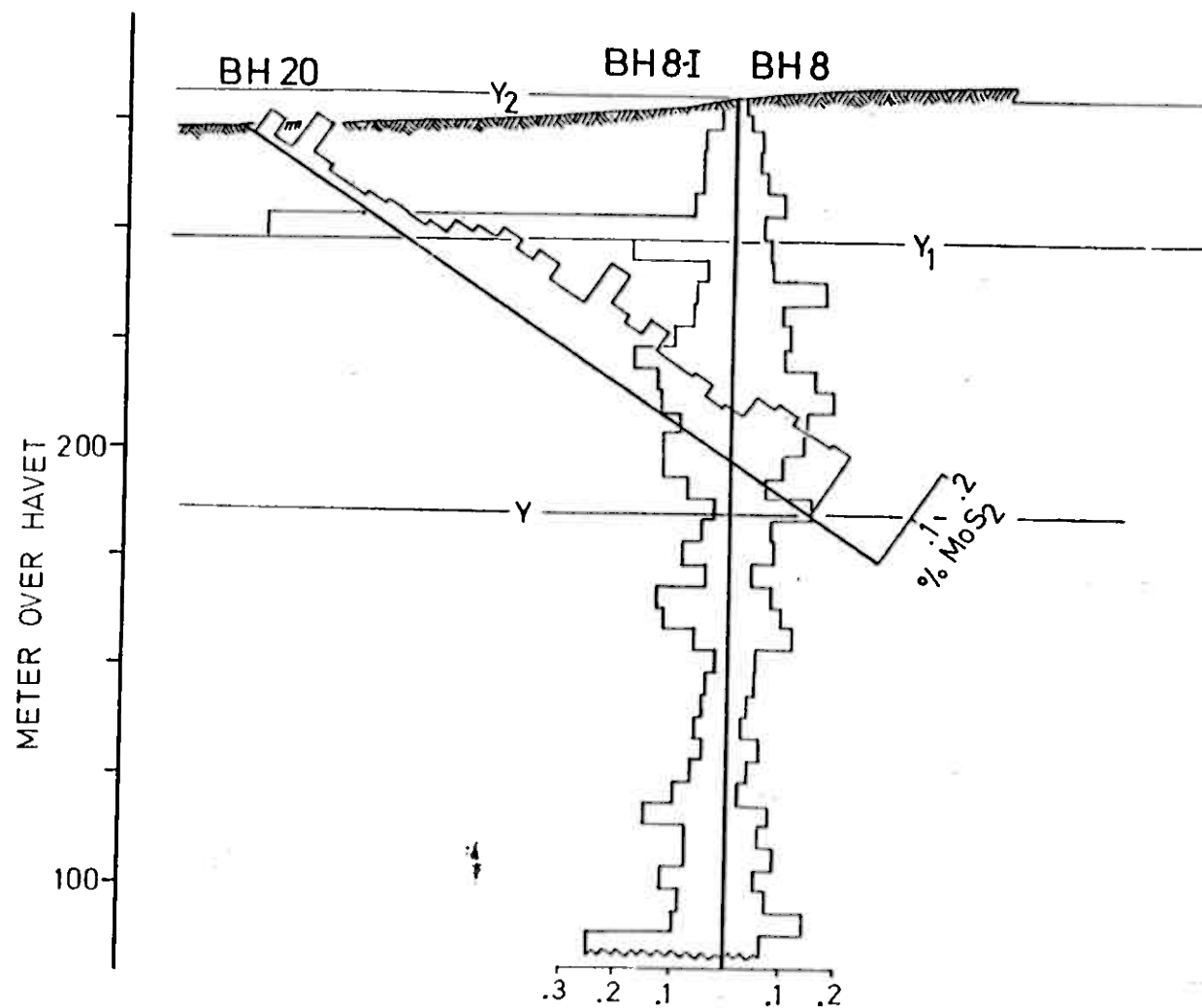


7.3 MoS₂-analyser: avhengigheten av hellingen av borehullene

Den ofte iakttatte subvertikale retning av de molybdenførende sprekker i borehullene har aktualisert spørsmålet om de analyseverdier vi får tilbake fra laboratoriet er representative for forekomsten. Et stor antall subvertikale sprekker i et vertikalt borehull vil gi mange og lange skjæringer parallelt med akse i borekjernene og kan derved gi f.eks. en høyere analyseverdi enn hvis hullet var boret i en vinkel på sprekken. For å belyse dette problem ble to typer av undersøkelser igangsatt: Boring av BH 20 og en strukturanalyse av sprekkesystemet i to utvalgte vertikale borehuller.

BH 20 ble boret fra vest mot de vertikale huller BH 8 og 8-1 med en vinkel på -30°. BH 20 var planlagt å skjære BH 8/8-1 ca. 100 m under jordoverflaten, midt i det øvre malmskall som er definert i disse borehuller (Planche 2, figur 6). Retningen ble planlagt til 90° for å få den størst mulig skjæringsvinkel på de formodede to dominerende sprekkeretninger i området, 40° og 125°.

De faktorer som under dannelsen av forekomsten ansees å ha hatt størst betydning for molybdenavsetningen er P og T, dvs. parametre som har definert subhorisontale isochorer for et gitt subområde. Legges dette til grunn for en sammenligning av det skrå borehull (20) med de to loddhuller (8/8-1) kan man som én mulighet beregne det gjennomsnittlige MoS₂-innhold mellom nivåene y og y₂ i figur 6. Resultatet fremgår av tabell 1.



FIGUR 6. FORDELINGEN AF MOLYBDEN I BORRILLERNE BH 8, BH 8-1 og BH 20. FOR DISKUSSION, SE TEKST.

Beregning	BH	x(% MoS ₂)	st.d	Relativ forskjell i %
y ₂ -y	8	0.088	0.045	8/20 : 10%
	20	0.079	0.039	
	8-1	0.120	0.178	8-1/20 : 52%
y ₁ -y	8	0.111	0.039	8/20 : 10%
	20	0.101	0.024	
	8-1	0.153	0.205	8-1/20 : 52%

Tabell 1 Gjennomsnittslødigheter i % MoS₂ (x) og standardavvikelser (st.d.) i to beregninger av BH 8, 8-1 og 20.

Som det sees er de antydende lødigheter i loddhullene hhv. 10% og 52% høyere enn i skråhullet. Beregner man som en annen mulighet gjennomsnittslødighetene innenfor det øvre malmskall (definert mellom y og y₁ i figur 6) fås som vist i tabell 1 likeledes relative forskjeller på hhv. 10% og 52%. Det er videre signifikant at standardavvikelsen på gjennomsnittene fra skråhullet er lavere enn i loddhullene, som på sin side viser en meget stor forskjell i standardavvikelse på tross av at borehullene er omtrent parallelle og kun adskilt av noen få dm. Den store fordel mellom BH 8 og BH 8-1 skyldes i høy grad én analyse i BH 8-1 på 0.846% MoS₂ (figur 6). I borekjernen sees i dette intervall en del subvertikale molybden-sprekker, men hoveddelen av molybdenen stammer fra pegmatittiske ansamlinger som må anses å være helt lokale. Ser man derfor bort fra denne ene analyse blir gjennomsnittet for y₂-y intervallet 0.081% MoS₂ med en standardavvikelse på 0.050. Den relative forskjell mellom BH 8-1 og BH 20 blir dermed redusert til 2,5% hvilket ikke kan betraktes som signifikant. Disse betraktninger er i overensstemmelse med Fluor's

beregnete nugget-effekt for BH 8/8-1 på 0.001 som antyder en generelt meget liten variasjon mellom de to borehuller. Ikke desto mindre ser det ut til at på tross av det begrensede materiale, antyder loddhuller til en viss grad for høye MoS_2 -verdier for et gitt område.

For å løse dette problem ble en strukturanalyse av to utvalgte borehuller igangsatt. Ved årets utgang forelå rapportering av resultatene fra BH 8-1 (Veisal, 1982), mens BH 10 undersøkelsen vil bli rapportert i 1983. Analysen har til formål dels å bestemme de molybdenførende sprekkers retning i forhold til borekjernens akse (dvs. vertikalen) dels frekvensfordelingen av sprekker langs borekjernen.

I Planche 10 er analysen av ca. 12 000 sprekkemålinger fra BH 8-1 vist. Sammenlignes frekvensfordelingen med de kjemiske analyser av BH 8-1 (Appendix 3) antydes som ventet en korrelasjon mellom antall sprekker og molybden-gehalt. Frekvensfordelingen kan videre vise seg å være verdifull i en brytningssituasjon som et bergmekanisk bakgrunnsmateriale.

Sprekkediagrammene viser en interessant utvikling av sprekkeretningene ned gjennom borehullet. I de øverste 150-200 m av BH 8-1 dominerer en subvertikal sprekkeretning som sannsynligvis avspeiler Høverelv-forkastningen. Fra 200 m til ca. 500 m er den subvertikale retning fremdeles sterkt representert, men subhorisontale og skrå sprekker begynner å gjøre seg sterkere og sterkere gjeldende nedefter. I intervallet fra 500 m til 700 m ses en nesten isotrop fordeling av sprekkeene, som kan avspeile utviklingen av et stockwork sensu stricto. I det nederste intervall fra 700 m til 850 m ses en tydelig dominans av subhorisontale sprekker. Fra observasjoner av borekjernene vet vi, at de subvertikale sprekker hovedsakelig kan henføres til det øvre og mellomste molybdenskall, mens de nedre subhorisontale sprekker kan regnes til det nedre malmskall, (Pedersen 1982, avsnitt

5.5.1). Dette antyder derfor at de subhorisontale sprekker er de yngste. Sprekkebildet kan derfor tolkes som et uttrykk for en sterk tektonisk dominans av sprekkeene i de øverste 500 m av hullet som omfatter øvre og mellomste skall. Dette skal sikkert ses i forbindelse med gjentatt reaktivering av Høverelv-forkastningen under intrusjonen av Nordli-stockens granofyr- og aplogranitt faser, hvilket muligens kan forklare de mange indikasjoner på plastisk deformasjon som preger disse faser (se Pedersen 1982, figur 12, 16 og 17). Intrusjonen av mikrogranitten nederst i Nordli-stock'en har ikke vært ledsaget av reaktivering av Høverelv forkastningen. Det ledsagende sprekkesystem har derfor fortrinnsvis vært styrt av det lithostatiske trykk som har medført dannelsen av subhorisontale og hellende sprekker som et resultat av en subvertikal minste-stress komponent.

Sammenholder man BH 8/8-1 analysen med sprekke-diagrammene fremgår det at de høyere analyseverdier som er antydnet i de øverste 100 m av BH 8/8-1 i forhold til BH 20 sannsynligvis skyldes en overrepresentasjon av subvertikale sprekker i dette området. For det mellomste skall, som strekker seg fra 150 m til 300 m, blir denne overrepresentasjon redusert på grunn av innslaget av hellende og subhorisontale sprekker, og "feilen" i analysene kan derfor antas å være ubetydelig. Nedre malmskall finnes fra ca. 500 m til 800 m. Dette område, som lødighetsmessig er det viktigste i forekomsten, er preget av dels en isotrop fordeling, dels en subhorisontalfordeling av sprekkeene. Det kan for dette område derfor ikke foreligge overrepresentasjon av sprekker langs boreaksen, og analysene må anses å være representative for dette skall.

Selv om det med ovenstående ikke er endelig fastslått at en dominans av subvertikale sprekker vil gi en for stor variasjon i analyseverdiene i vertikale borehull bør vi i den videre kartlegging av forekomsten være oppmerksomme på problemet. I de sentrale deler av malmen ser det ut til at et isotropt stockwork og/eller subhorisontale sprekker har styrt molybdenavsetningen. Disse områder er derfor ikke problematiske i denne sammenheng. Det er derimot malmens perifere deler mot NV og SØ, hvor bl.a. BH 14, BH 22 og BH 18 (Planche 2) viser en markant subvertikal dominans av de molybdenførende sprekker. Blir det på et tidspunkt aktuelt å gjennomføre grid-boring for å fastlegge den globale malmreserve til et feasibility studium vil dette uten tvil bli basert på de antydende tonnasje og lødigheter i BH 14-22 området. Før grid-boring gjennomføres bør derfor minst ett skråhull bores i dette område for å fastlegge om de antydende lødigheter er reelle. Samtidig bør det gjennomføres en strukturanalyse av borehullene i dette området til støtte for sammenligningen av skråhullet med loddhullene.

7.4 Sekundære "guides to ore"

I løpet av høsten 1982 har siv.ing. Magne Martinsen ved NTH innledet et forskningsprosjekt som bl.a. involverer data fra Nordli. Prosjektet tar sikte på en multivariabel tolkning av fastfjellsgeokjemiske data fra porfyr-molybden mineraliseringer med det mål å bestemme geokjemiske "guides for ore", dvs. finne frem til de elementer eller kombinasjoner av elementer som karakteriserer mineraliseringen og dens hydrotermale omdannelser. Detaljer og de foreløpige resultater av prosjektet er gitt i Appendix 6.

7.5 Susceptibilitetsmålinger

For å kunne relatere de bakkemagnetiske målinger fra Nordli området (Planche 6) til kjente geologiske parametre har stud.scient. Lars Kjærgård innledet en hovedfagsoppgave med dette emne ved Lab. for Geofysik ved Aarhus Universitet, Danmark. De foreløpige resultater er rapportert i form av susceptibilitets logs av en stor del av borehullene fra Nordli, og de endelige resultater ventes i løpet av 1983.

7.6 Ledningsevne-målinger

Stud.scient. Per Abildgård ved Lab. for Geofysik Aarhus Universitet, Danmark har påbegynt en hovedfagsoppgave med det mål å kunne tolke bakke-målinger av ledningsevne (Planche 5) i lyset av laboratoriemålinger av borekjerner hvor de ledningsforøgende parametre kan iaktas. Rapporteringen, som forventes medio 1983, kan bli til stor nytte i tolkingen av bl.a. Ødemark anomaliene.

7.7 Væske-gass inneslutninger

Lic.scient. J. Konnerup-Madsen ved Københavns Universitet har i 1982 påbegynt et prosjekt som tar sikte på å analysere væske-gass inneslutninger fra det hydrothermale system i Nordli. Fremdriften i prosjektet har vært beskjedent, men foreløpige resultater forventes i løpet av 1983.

8. FORSLAG TIL VIDERE ARBEIDE

8.1 Nordli

Et av kjernepunktene i Fluor's malmreserveberegning var påvisningen av at bryteverdige tonnasje må finnes i det høy-lødlige område omkring BH 14. For å bevise en nødvendig malmmengde på ca. 140 millioner tonn med en lødlighet over 0.2% MoS₂ foreslår Fluor at det bores ytterligere 7 hull hvorav 5 plasseres omkring BH 14. Fluor's argumentasjon er gjengitt i nedenstående utdrag fra rapporten (Fluor M&M, 1982):

9.3 EXPLORATION DRILLING

Given what is presently known of the geology and soil geochemistry at Nordli, grid drilling as discussed above would be premature. There appears to be limited room for an orebody of target tonnage, i.e., five to seven 200 x 200 x 210 m blocks above the 0.20% MoS₂ cutoff. Hence, it would be easier and less expensive to drill a carefully selected pattern of "exclusionary" holes to disprove the existence of an orebody rather than trying to prove an orebody with less than the target tonnage. With these exclusionary holes, Hydro would be seeking an answer to the question: "Is there room for 140 million tonnes of ore?" If not, then drilling money would be more wisely spent exploring the Oslo Graben for larger deposits. If the exclusionary holes fail to disprove the existence of the target tonnage, then Hydro can continue grid drilling to define global reserves.

Where to drill the exclusionary holes at Nordli is influenced by four factors:

- 1) Continuity of the high-grade ore in DH-14 must be proven. Without it, Nordli has little chance of being economically viable.
- 2) There is a main axis of mineralization which strikes at 140°, parallel to a direction of maximum continuity shown by the variogram.
- 3) There may be a second axis of mineralization which strikes at 40° and intersects the main axis of mineralization near DH-14. This direction is parallel to a second direction of maximum continuity shown by the variogram.
- 4) Assuming similar ore thickness (400 m) and grade (greater than 0.20% MoS₂), an orebody could exist about DH-14 in an area 300 to 400 m on a side.

Given the above, Fluor recommends drilling seven vertical holes in the locations shown on Figure 9.3. Five of the holes (E1-E5) are considered first priority and are essential to disproving the existence of an orebody about DH-14. Two are considered second priority (E6-E7) and would test for high-grade mineralization plunging to depth.

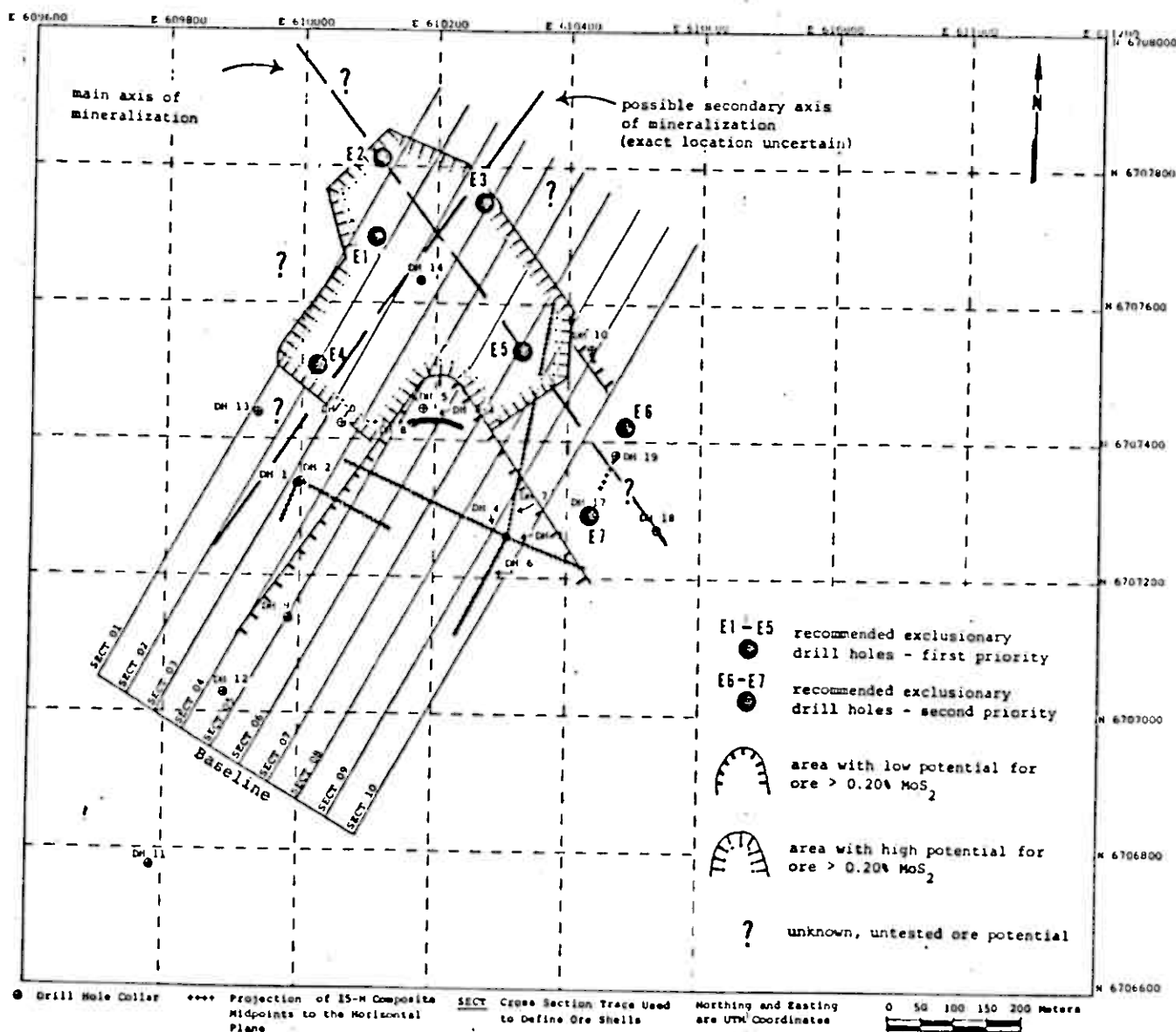


FIGURE 9.3

RECOMMENDED DRILLING, NORDLI DEPOSIT

A total of 5500 m of drilling is involved. Details of hole location and depth are given in Table 9.3. The collar locations recommended appear to be in reasonable topographic positions on the maps available to Fluor. Logistical or land use considerations, not obvious on the maps, could modify these locations. The rationale for each hole is discussed below.

Hole #E1 is 100 m northwest of DH-14. As mentioned above, the continuity of the high-grade ore intersected in DH-14 is critical to the Nordli's viability. At least on the surface DH-14 occurs in an area where northeast-trending structures intersect the northwest-trending main axis of mineralization. Specifically, a large aplogranite dike and the granophyre-quartz syenite contact strike northeast. Hence it is possible that the high-grade ore in DH-14 is relatively restricted to this structural intersection. The purpose of Hole #E1 is to test the short-range continuity of the high-grade ore.

Hole #E2 is located on the main axis of mineralization, approximately 200 m from DH-14. On the surface, this position coincides with the contact between the quartz syenite and the hornblende-biotite syenite II. It is also the area where soil molybdenum values start to drop below 26 ppm. The purpose of this hole would be to test the limits of the mineralization to the northwest.

Hole #E3 is located 150 m northeast of DH-14. It is also 90 m from the main axis of mineralization; if DH-07 is representative, this is the distance at which mineralization starts to die out along the northeast side of the axis. Therefore, the purpose of this hole is to test the limits of the mineralization in this direction. Like Hole #E1, it will also yield information on the continuity of high-grade ore in an area of intersecting structures.

Hole #E4 is 200 m southwest of DH-14, approximately two-thirds of the distance between DH-14 and DH-13. This hole is located along the projection of the northeast structural trend. Its purpose would be to test ore continuity to the southwest. It also occurs in the fine-grained, hornblende-biotite syenite and would test continuity of mineralization into this intrusive.

Hole #E5 is located 180 m southeast of DH-14. Its purpose would be to check ore continuity in this direction.

Holes #E6 and #E7 (second priority holes) are located 375 m and 425 m southeast of DH-14, respectively. Both holes would test the continuity of mineralization along the main axis of mineralization. Hole #6 would test the northeast side of the axis; hole #7 would test the southwest side of

the axis. Also, since the dowel rod model indicates that mineralization is plunging to greater depths towards the southeast, these holes would ensure that Hydro does not overlook ore potential on this side of the Nordli stock.

Results obtained from the first priority holes would determine what holes should be drilled next.

- o If all five holes intersect ore grades and thicknesses similar to those in DH-14, then Hydro can continue grid drilling to define global reserves.
- o If some of the holes intersect ore, then Hydro could drill additional exclusionary holes in whatever directions ore had not been closed off.
- o If the five holes completely close off the high-grade mineralization, then the second priority holes (E6 and E7) should be drilled.

If these second priority holes fail to locate significant thicknesses of ore grade mineralization, then it is improbable a target 140 million tonne deposit exists at Nordli. Further exploration would probably not be advisable.

Table 9.3 Nordli Exclusionary Drill Holes

Hole Number and Priority	Collar Location		Orientation	Estimated Depth (m)
	Northing	Easting		
1	6707700	610110	Vertical	750
2	6707810	610115	Vertical	750
3	6707750	610270	Vertical	750
4	6707510	610020	Vertical	750
5	6707535	610330	Vertical	800
6	6707420	610480	Vertical	850
7	6707295	610435	Vertical	850
Total				5,500

Det må understrekes at Fluor's forslag til ytterligere eksplorasjons-boringer på ca. 5500 m er basert på en sunn argumentasjon og nødvendig å gjennomføre, hvis vi skal kunne avgjøre om Nordli kan bringes frem til det stadium hvor et feasibility-studium kan utføres. De første skritt i denne retning er tatt med plasseringen av BH 22 tett ved Fluor's El-posisjon (se ovenstående figur 9.3 fra Fluor's rapport). Når resultatene fra dette hull foreligger vil disse danne basis for en avgjørelse av posisjonen av det neste hull. Motivasjonen til ytterligere boringer bør på det nåværende stadium av prosjektet i høy grad baseres på geometriske betraktninger sammenholdt med de påviste lødigheder, dvs. vi bør kontinuert bedømme muligheten for å påvise tilstrekkelig lødighet/tonnasje omkring BH14 og styre boreprogrammet etter dette.

8.2 Ødemarken

Status for Ødemarken kan kort summeres som følger:

Det er definert to sammensatte anomalier i området. Den ene av disse danner en ca. 250 m bred sone umiddelbart vest for Skisentret med retning nord-syd. Den er karakterisert ved tilstedeværelsen av molybdenførende sericitisert og pyrittisert kvarts feltspat porfyr, høye Mo-jordprøve verdier, høy IP-effekt, høy ledningsevne og lav susceptibilitet (H. Elstad, pers.komm.). Den andre finnes omkring elv-trippelpunktet Høverelva-Hurdalselva-Steinsjøelva. Denne er definert av høy IP-effekt, høy ledningsevne og tildels høye Mo-jordprøve verdier i den perifere, østlige del.

På grunn av det kraftige overdekket i området er det begrenset hva det ytterligere kan gjøres av overflatearbeide. Det anbefales derfor å diamantbore anomalien ved Skisentret med ett eller to loddhull á ca. 300 m. Plasseringen av disse bør bestemmes endelig etter befaring i felt, men de bør holdes

innenfor Mo-jordprøve anomaliene. Anomalien ved elv-trippelpunktet bør undersøkes nærmere før den bores. Spesielt bør det innhentes opplysninger om overdekkets beskaffenhet for å undersøke om geofysikken avspeiler tilstedeværelsen av f.eks. marinleire. Dette gjøres lettest ved hjelp av jordprøveutstyr. Kan anomalien ikke tilskrives spesielle forhold i overdekket bør den diamantbores. Det første hullet bør være vertikalt, ca. 300 m langt og bør plasseres tett ved elv-trippelpunktet.

9. ØKONOMI

Ved utgangen av 1981 var det brukt kr. 5 021 000 av den opprinnelige ekstrabevilgning fra 1980 på 10 000 000 (ordre nr. 20644). Status for ekstrabevilgningen i november 1982 fremgår av tabell 2. Det sees at ialt kr. 7 560 000 er gått med til dette tidspunkt på bevilgningen. Gjenstående utbetalinger i 1982 andrar kr. 420 000, slik at det samlede forbruk på 20644 ved utgangen av 1982 var på kr. 7 980 000, dvs. det gjenstår kr. 2 020 000 på bevilgningen. Med en meterpris på ca. kr. 1000 (basert på BH 14, inkluderer boring, flytning, erstatning til grunneier, el, analyser) gjenstår det midler til ca. 2000 m boring.

I Ødemarksfeltet er det i 1982 gått med ialt kr. 320 000 (tabell 3, prognose for 1982 p.g.a. utestående fordringer), og budsjettforslaget for 1983 er på kr. 514 000.

Avtalen med A/S Sydvaranger om Ødemarksfeltet gir Norsk Hydro 50% eierandel i rettighetene når NH har brukt et beløp som tilsvarende A/S Sydvarangers utgifter i feltet, dvs. kr. 1 000 000. På nåværende tidspunkt har NH således en eierandel på 16% i feltet. Hvis den foreslåtte budsjettramme for 1983 blir utfylt vil NH's eierandel andrag 42%.

ØK. STATUS - PROSP. ØDEMARKSFELTET - HURDAL

Belastning pr. 1.12.1982:

Gen. utgifter HK	kr. 3.000.-	
Geologi HK	" 34.000.-	
Geofysikk HK	" 4.000.-	
Geofysikk PF	" 30.000.-	
Geofysikk ekst.geologer	<u>" 10.000</u>	kr. 82.000.-

Restbelastning desember 1982 (prognose):

Lønnsutgifter(jordprøver, geofysikk, rapport.)	kr.177.000	
Reiseutgifter	" 26.000	
Leiebiler	" 15.000	
Leie av geofys. utstyr(A/S Sulfidmalm)	" 10.000	
Analyser	<u>" 10.000</u>	<u>" 238.000.-</u>
SUM PROGNOSE FOR PROSP. 1982		<u>kr.320.000.-</u>

BUDSJETT 1983

Avregning eget personell	kr. 27.000	
Reiser, diett, eget personell	" 15.000	
Avregning PF (analyser, tekn.bistand)	" 20.000	
Div. fremedytelser (diamantboring)	" 390.000	
Div. driftsutgifter	" 10.000	
Eksterne geologer (lønn, reiser, diett)	" 42.000	
Leiebiler	<u>" 10.000</u>	<u>kr. 514.000.-</u>

Oslo, 3.1.1983



Oftedahl, C., 1953: Studies on the igneous rock complex of the Oslo region. XIII. The Cauldrons. Skr. Norske Vidensk.-Akad. i Oslo, I. Mat.-naturv. Kl. 1953, No. 3, 108 pp.

Pedersen, F.D., 1981: Geologisk kartlegning av den nordvestlige del av Sande-kalderaen og sporledning etter mulige porfyr-type MoS₂-forekomster. Intern rapport N.H.

Pedersen, F.D., 1981 a: Statusrapport for Nordli Target 1980/81 Intern rapport N.H.

Pedersen, F.D., 1982: Statusrapport over Nordli Target 1981/82. Intern rapport N.H. 126/01/01.

Pedersen, F.D., 1982 a: Evaluering av A/S Sydvarangers mutingsområde "Ødemarken" i Hurdal. Intern rapport N.H.

Pedersen, F.D., 1982 b: Lithogeokjemi i Nordli. I: Primær geokjemi av de intrusive bergarter. Intern rapport N.H. 126/00/04.

Pedersen, F.D., 1982 c: Rapport over arbeidsopphold hos Fluor Mining and Metals, Redwood City, California, 28/9-12/10 1982. Intern rapport N.H. 126/01/02.

Petersen, J.S., 1978: Structure of the Larvikite-Lardalite Complex, Oslo-region, Norway, and its evolution. Geol. Rundschau, 67, 1, p. 330-342.

Ramberg, J.B. and Larsen, B.T., 1978: Tectonomagmatic evolution. NGU 337, p. 55-73.

Segelstad, T.V., 1975: Cauldrons subsidences, ring-structures, and major faults in the Skien district, Norway. NGT 55, p. 321-333.

Sundvoll, B., 1976: Isotope- and Trace-Element Chemistry, geochronology. NGU 337, p. 35-40.

Torske, T., 1976: Metal-provinces of a Cordilleran-type orogen in the Precambrian of South Norway. Geol. Assoc. Canada, Spec. Paper no. 14, p. 597-613.

Veisal, T., 1982: Sprekkeanalyse af BH 8-I, Nordli, Hurdal. Intern rapport N.H.

Westra, G. and Keith, S.B., 1981: Classification and genesis of stockwork molybdenum systems. Econ. Geol. vol. 76, p. 844-873.

White, W.H., et. al., 1981: Character and origin of Climax-type molybdenum deposit. Econ. Geol. 75th Anniv. Ed., p. 270-316.

Referanser

Bailey, J.C., 1979: Geochemistry of igneous rocks.
Institut for petrologi, Københavns Universitet, 287 p.

Bech, L., 1981: Feltrapport. Kartlegning av Hurdal øst. Intern rapport N.H. 126/00/02.

Buer, K., 1982: Sprekketektonisk kart i skala 1:50.000 over det nordlige Oslo-felt, N.H.

Dannow, V., 1982: Statusrapport 1981 Hurdal N/Østkanten.
Intern rapport N.H.

Dietrich, R.V. and Heier, K.S., 1967: Differentiation of quartz-bearing syenite (nordmarkite) and riebeckite-arfvedsonite granite (ekerite) of the Oslo series.
Geochim. et Cosmochim. Acta, vol. 31, p.275-280.

Eidsvig, P., 1981: Måling av IP og ledningsevne i Nordli molybdenfelt, Hurdal, Akershus. NGU rapport nr. 1779.

Elstad, H., 1982: Kart i skala 1:10000 over IP- og ledningsevne-målinger i Hurdal. N.H.

Fluor Mining and Metals, 1982: Geostatistical study of the Nordli molybdenum deposit, Norway.

Gaut, A., 1975: Oslofeltets biotitgranitter:
Petrografi og posisjon i den magmatiske historie.
Oslo UUniversitet, 188 p.

Gaut, A., 1981: Field relations and petrography of the biotite granites of the Oslo region.
NGU nr. 367, p.39-64.

Mutschler, F.E., et al., 1981: Granite molybdenite systems.
Econ. Geol., Vol. 76, p. 874-897.

Naterstad, J., 1971: Nittedal Cauldron. Nytt fra Oslofelt-gruppen, 1, 29-41.

Nystuen, J.P., 1975: Plutonic and subvolcanic intrusions in the Hurdal area, Oslo region. NGU nr. 137, p. 1-21.

Neumann, E.-R., 1978: Petrology of the plutonic rocks.
NGU nr. 337, p. 25-34.

APPENDIX 1

APPENDIX 1 NYE LITHOLOGIER I HURDAL-OMRÅDET

LITHOLOGY

In the course of the 1982-mapping a number of new lithologies were encountered and a few of the previously described lithological units (Pedersen, 1982) were subdivided into microstructural and/or mineralogical variants (Plate 1). In the following a brief description is given of these new lithologies and the changes introduced in relation to the lithological descriptions of the 1981/82 status report. The reader is accordingly referred to Pedersen (1982) for a description of lithologies which are not included in the present report.

Hornblende-Biotite Syenite I and II

The body of alkali syenite present to the west and the north from Indgjerdinga (Plate 1) (the so-called Rognli syenite), was subdivided into two cogenetic variants, termed hornblende-biotite syenite I and II, on the basis of mineralogy and microstructure. In the northernmost part of this syenite, a body of alkali quartz syenite (II, Plate 1) was separated from the main body.

The hornblende-biotite syenite I is essentially the variant described in the 1982 status report (5.2.5 Alkali syenite, Pedersen 1982). This has been shown to be present in two principal areas: to the west/northwest from Indgjerdinga and in an area to the north from Merratjern.

The hornblende-biotite syenite II occurs in an irregular area to the north from Indgjerdinga, in general at higher topographic levels than the hornblende-biotite syenite I. The rock has a conspicuous mottled appearance due to the antirapakivi texture. This is defined by anhedral, 3-7 mm sized blue-grey plagioclase grains with by 1-2 mm thick mantlings of red alkali feldspar; these aggregates make up approximately 80 vol% of the rock. Interstitial 2-3 mm anhedral alkali feldspar grains constitute approximately 15 vol% and the remainder consists of aggregates of biotite and amphibole (hornblende in some areas, Na-amphibole in others). Quartz very seldom occurs as scattered, less than 1 mm sized anhedral, interstitial grains. To the south of Tjernspalten a small body of aplitic syenite occurs which shows gradations to the hornblende-biotite syenite II.

A variety of syenite which is very similar to the hornblende-biotite syenite II occurs in the Ødemark area to the southeast from Indgjerdinga (Plate 1). This rock has been described by Bech (1981) as biotite syenite and by Pedersen (1982) as alkali syenite.

Hornblende-Biotite Syenite, Undifferentiated

This designation covers a variety of syenites occurring to the south and west from Nordliskampen which previously have been described by among others Rehkopff (1981) as Fjellsjøkampen syenite. The most widely distributed rock type is a brown, coarse grained nordmarkitic variety composed of anhedral, carlsbad-twinned alkali feldspar grains with interstitial biotite and/or Na-amphibole; miarolitic cavities occur frequently. It resembles the hornblende-biotite syenite I somewhat, but lacks the quartz and the conspicuously zoned feldspars of this rock.

Alkali Quartz Syenite II

This rocktype occurs as two distinct bodies in the vicinity of Merratjern and Tjernspalten and as a much larger body around Brustadkollen in the southeastern part of the mapsheet where Bech (1981) describes it as alkali syenite. It is light brown and is characterized by up to 80 vol%, 5x2 mm sized antirapakivi-type laths of alkali feldspar rimming a core of light grey plagioclase. Interstitial, 1-2 mm sized anhedral grains of quartz make up 15-5 vol%; biotite and locally Na-amphibole make up less than 2 vol% as 2 mm aggregates; and interstitial 1-2 mm sized anhedral alkali feldspar grains make up the balance of the rock. In the Tjernspalten body the quartz content is seen to be a maximum estimated 15 vol% along the contacts (where the rock may be termed an ekerite) decreasing to approximately 5 vol% in the interior of the body. The contact zones of this particular body are further characterized by a large number of cm- to dm-sized subrounded to angular xenoliths of lavas and near-surface intrusive porphyries.

At Brustadkollen, which is situated close to the upper contact of the alkali quartz syenite II in this area, transitions to aplitic- quartz- and feldspar porphyritic- and aphanitic ekeritic varieties are observed. In these rocks the feldspar is frequently of a darker blue-grey type than in the coarser grained parts of the body, suggesting a genetic tie to the hornblende-biotite syenites.

Alkali Quartz Syenite I

This rock is essentially as described in the previous status report (quartz syenite, section 5.2.6, Pedersen, 1982). However, the body of quartz syenite exposed to the west of Indgjerdinga differs somewhat from the other areas where this rock type is exposed.

In this area the alkali quartz syenite consists of an estimated 30 vol% antirapakivi-type, 5 mm sized feldspar grains composed of a blue-green plagioclase core rimmed by flesh-coloured alkali feldspar. Quartz occurs as 5-10 vol% mm sized interstitial grains as does 1-2 mm sized, anhedral flesh-coloured alkali feldspar grains which make up the rest of the rock. Biotite and rare amphibole occurs as scattered, 1-2 mm sized grains and aggregates. Although this body of alkali quartz syenite I has been interpreted as a border facies to the large biotite granite intrusion which is situated to the north from the area under consideration (the Hersjø granite), the conspicuous antirapakivi texture with the blue-green plagioclase cores suggest a possible genetic tie to the hornblende-biotite syenites. This corresponds well with the observations from the Nordli drill cores where a gradual transition from hornblende-biotite syenite I to alkali quartz syenite I has been observed (Pedersen 1982). This hypothesis is further strengthened by the lithogeochemical analysis of the rocks in question.

Porphyritic Aplogranite

This rock type is exposed in a small dyke immediately to the north of Indgjerdinga (Plate 1). It has further been encountered in drillholes 10, 14 and 22. In the last mentioned drill hole it is seen to form a chill on alkali quartz syenite I which grades into biotite granite downwards. The rock is pinkish and finegrained, porphyritic. It consists of a finegrained granular to granophyric matrix of alkali feldspar and quartz. Three types of phenocrysts are present:

1. Approximately 10 vol%, 2-6 mm sized short prismatic alkali feldspar phenocrysts, locally displaying a plagioclase core (?albite).
2. 1-5 vol%, 2-3 mm sized, sericitized albite (?) phenocrysts

3. Less than 1 vol%, 1-2 mm sized euhedral quartz grains. Biotite is present as scattered, mm-sized platy grains, frequently with associated, finegrained pyrite.

Biotite Granite Quartzey Aplite

The southern tip of a biotite granite aplite body which is characterized by quartzey microstructure is exposed to the east from Garsjørøet (Plate 1). This quartzey granite forms a transition between the coarse grained biotite granite and the biotite granite aplite in that it shows gradations into both of these rock types. The rock consists of a finegrained biotite granite matrix with up to 10 vol%, 3-4 mm sized subrounded quartz phenocrysts and up to 10 vol%, 3-5 mm, short prismatic alkali feldspar phenocrysts. Biotite occurs in the matrix and as scattered, 3 mm sized platy grains.

Hybrid (Quartz) Syenite Porphyry

This rock type occurs in small areas to the north of Tjernspalten and in an area at Merratjern. Mapping carried out by Dannow and Rehkopff this summer reveals that the hybrid porphyry occurs as a more or less ring-shaped body which roughly surrounds the body of hornblende-biotite syenite present to the north of Indgjerdinga. The hybrid porphyry is invariably associated with small bodies of intrusive breccia. It comprises two major rock types which, at the scale of the map (Plate 1), in part are unseparable.

One is a feldspar porphyry. It consists of a grey aphanitic matrix with approximately 5 vol%, 2-5 mm sized, short prismatic, flesh-coloured alkali feldspar phenocrysts; 2-5 vol%, 3-5 mm sized, grey, in part rapakivi-type plagioclase phenocrysts; and scattered mm-sized grains of hornblende and rare biotite. This rock is exposed in an area to the northwest of Tjernspalten, and in some areas in the western part of the Merratjern breccia complex. Towards the east in the latter complex the feldspar porphyry is fragmented and transgresses

the other major rock type of the hybrid porphyry. This is a brown to reddish brown porphyry which vary in composition from granite (as the predominant) to syenite, as judged from the variation in the quartz content. The rock is in general fine grained and granular. It is composed of a matrix of alkali feldspar, plagioclase, quartz and scattered hornblende and biotite. It contains an estimated 5 vol% of rapakivi-type, 3-5 mm sized, short prismatic feldspar phenocrysts and a few vol% 1-2 mm sized, short prismatic and flesh-coloured alkali feldspar phenocrysts. Quartz occurs as rare mm-sized phenocrysts. In some areas this porphyry is seen to grade into an aplitic biotite granite, which in turn grades into the alkali quartz syenite I, representing a border facies of the large biotite granite situated to the north from the mapped area. In other areas of the Merratjern complex the porphyry shows a very high degree of resemblance to porphyritic varieties of the hornblende-biotite syenite II. In a few, localized areas the porphyry grades into a reddish-brown aphanite with a few scattered rapakivi-type phenocrysts. In the area surrounding Tjernspalten this type of granitic aphanite occurs as separate body.

The porphyries are invariably associated with polyolithological, intrusive breccia of the type described in the previous status report (Pedersen, 1982). The fragments in general consists of near-surface intrusive porphyries and lavas while intrusive rocks are more seldom. The matrix is in most instances rock flour, although transitions to the grey feldspar porphyry described above may occur. The breccia shows numerous intrusive characters as described by Pedersen (1982).

Quartz Syenite Porphyry, Undifferentiated

This designation covers a number of quartz-bearing, porphyritic rocks with similar macroscopic characteristics. These include the previously described feldspar porphyry of the Høverelv intrusive breccia complex (Pedersen, 1982, p. 20); the (quartz) feldspar porphyry of the Nordli intrusive breccia complex (Pedersen, 1982, p. 21); and the clearly genetically related quartz feldspar porphyry, the syenite porphyry 4 and the syenite porphyry 5 of the Ødemark area (Pedersen, 1982a). This summer's field work in the last mentioned area has shown relatively large areas with exposures of quartz feldspar porphyry which in general is highly altered and pyritized; locally MoS_2 occurs in this altered rock as scattered grains. In conjunction with intrusive bodies of polyolithological breccia, the porphyry probably forms dyke-like bodies similar to the dykes observed in drill-core from this area (Pedersen, 1982a). The Ødemark area thus stands out as yet another intrusive breccia complex which bears all the characteristics of the previously described complexes: Nordliskampen, Høverelv, Nordli, Merratjern, Tjernspotten, and. The Flaen Mølle complex (Pedersen, 1982, 1982a).

Syenite Porphyry, Undifferentiated

This includes the syenite porphyries 1, 2 and 6 from the Ødemark area, (Pedersen, 1982a), which show great resemblance to parts of the hybrid (quartz) syenite porphyry at Merratjern; various small dykes scattered in the area under consideration; the oldest porphyry in the Høverelv intrusive breccia complex (Pedersen, 1982); and rocks exposed in the Flaen Mølle area.

The Flaen Mølle area hosts an intrusive breccia complex which is very similar to the above mentioned complexes. It consists of a large number of dykes composed of syenite porphyry and intrusive breccia, which more or less parallels the Hurdalselva. The porphyry involved in this complex is grey and is composed of an aphanitic matrix with an estimated 20 vol% 3-6 mm sized subhedral, weakly zoned flesh-coloured alkali feldspar phenocrysts, and a few vol%, 2 mm sized biotite flakes. The associated breccia is dominated by fragments of the syenite porphyry; the alkali quartz syenite I which borders the complex to the south; and near surface intrusive porphyries and lavas. Brecciation and intrusion of new igneous material probably took place over a prolonged time interval as suggested by the dykes of quartz feldspar porphyry which transects the complex parallel to the river, while at the same time this rock locally occurs as fragments in the breccia.

Ignimbrite, Pyroclastics, Undifferentiated

A small area composed of ignimbrite and pyroclastics has been delineated by diamond drilling in an area immediately to the southeast of Indgjerdinga. The extrusive is a dark reddish-brown crystal ignimbrite with a massive appearance showing some resemblance to the intrusive syenite porphyries of the area. However, it is intimately interbedded on the scale of a few tens of meters with bedded and graded pyroclastic lapilli tuffs, which indicate its origin as a crystal ignimbrite.

APPENDIX 2

DDH No	UTM COORDINATES OF COLLAR		ALTITUDE, COLLAR M	DIREC- TION	DIP	LENGTH M
	⁶ X	⁶ Y				
1	09996	07340	271	203°	-60°	133,0
2	09996	07340	271	117°	-60°	314,0
3	10310	07260	269	111°	-60°	260,0
4	10310	07260	269	294°	-60°	535,0
5	10183	07446	283	-	-90°	132,0
6	10310	07260	269	208°	-60°	331,0
7	10310	07260	269	011°	-60°	722,0
8	10168	07425	281	-	-90°	638,0
8-I	10168	07425	281	068°	-85°	874,0
9	09984	07138	275	-	-90°	530,0
10	10431	07529	296	-	-90°	880,6
11	09783	06775	393	-	-90°	107,0
12	09891	07029	313	-	-90°	82,3
13	09935	07439	275	-	-90°	350,0
14	10178	07634	298	-	-90°	795,0
15	10758	06819	251	200°	-60°	185,0
16	10794	06683	257	184°	-60°	202,2
17	10435	07295	270	-	-90°	100,3
18	10537	07271	264	-	-90°	141,7
19	10476	07385	280	206°	-45°	95,0
20	10055	07424	274	089°	-34°	176,2
21	11153	06748	249	026°	-30°	250,0
22	10052	07720	311	-	-90°	(620)

(sum længde: 8.453.7 m)

APPENDIX 3

[illegible]

BOREHULL NR BH 3	LOKALITET INDGJERDINGA, NORDLI	RETNING 111°	DYK ± 60°	LENGDE 260M	KOORDINATER, UTM 610310, 6707260	HØIDE OM 269 M	BØRET, DATO 1979
HØR KOMPONENT 130.0M	VERT KOMPONENT 225.2 M	KERNESTØRR T 46	% KERNETAP —	LOGGET AV FDP		DATO 197-80	NORSK HYDRO a.s. Prospekteringsavd.

LITHOLOG	OYB M	OMVÄNDLINGAR Relativ intensitet				MOS ₂					GJ SNITT	WO ₃ PPM			ANM	
		SERICIT	SILIC	LER	PYRIT	ESTIM NR	PROV NR	LEMLIN %	%			50	60	70		
									0.1	0.2						0.3
	10					1	5	0.026						50		
						4	5	0.049						50		
	20					4	5	0.023						60	*	
						4	84	0.046						70		
	30					1										
						0										
	40					0										
						1										
	50					0										
						0										
	60					1	3.6	0.049						40		
						4	5	0.025						70	*	
	70					4	4.3	0.032						70		
						0										
	80					1	4.8	0.031						50		
						4	5	0.041						70		
	90					1	5	0.030						80		
						2	5	0.057						80		
	100					2	5	0.120						80	*	
						1	5	0.034								
	10					1	5	0.048								
						1	5	0.018								
	20					4	5	0.060							*	
						4	5	0.017								
	30					1	5	0.045							*	
						4	5	0.041								
	40					1	5	0.028								
						4	8	0.063						90		
	50					4	5	0.021						40		
						4	5	0.048								
	60					4	5	0.021								
						2	5	0.054								
	70					4	5	0.108							*	
						4	5	0.130								
	80					4	5	0.024								
						4	8	0.089						60		
	90					4	5	0.020						40		
						4	5	0.036						60		
	200					4	5	0.064						30		
						1	5	0.051							*	
	10					4	5	0.036								
						1	5	0.030								
	20					4	5	0.045								
						1	5	0.040								
	30					1	5	0.033								
						4	5	0.026								
	40					4	5	0.044								
						1	5	0.044						50		
	50					4	5	0.028						40		
						4	5	0.064						60		
	60					4	5	0.026						30		
	70															
	80															
	90															
	300															
	10															
	20															
	30															
	40															
	50															
	60															
	70															
	80															
	90															

BOREHULL NR. BH 4	ORALITET INDGJERDINGA NORDLI	RETNING 294°	DYK +60°	LENGDE 535M	KOORDINATER, UTM 6°10310, 67°07260	HØIDE O.M. 269 M	BORET, DATO 1979
HØR KOMPONENT 267.5 M	VERT KOMPONENT 462.3 M	KERNESTØRRE T 46	% KERNE TAP —	LOGGET AV FDP 24/7-80		DATO NORSK HYDRO a.s. Prospekteringsavd.	

LITHOLOG	DYB M	OMVANDLINGER Relativ intensitet				MOS ₂					WO ₃ PPM			ANM.
		SERICIT	SILIC	LER	PYRIT	ESTIM NR	PROVE NR	LENGDE	%	Q1	Q2	Q3	GJ SNITT	
	10								0.010					
	20								0.010					
	30								0.010					
	40								0.010					
	50								0.010					
	60								0.010					
	70								0.010					
	80								0.010					
	90								0.010					
	100								0.010					
	110								0.010					
	120								0.010					
	130								0.010					
	140								0.010					
	150								0.010					
	160								0.010					
	170								0.010					
	180								0.010					
	190								0.010					
	200								0.010					
	210								0.010					
	220								0.010					
	230								0.010					
	240								0.010					
	250								0.010					
	260								0.010					
	270								0.010					
	280								0.010					
	290								0.010					
	300								0.010					
	310								0.010					
	320								0.010					
	330								0.010					
	340								0.010					
	350								0.010					
	360								0.010					
	370								0.010					
	380								0.010					
	390								0.010					
	400								0.010					

BOREHULL NR. BH 4		LOKALITET		RETNING	DYK	LENGDE	KOORDINATER, UTM	HØIDE O.H.	BORET, DATO
HØR KOMPONENT	VERT KOMPONENT	KERNESTØRR	% KERNETAP				LOGGET AV	DATO	NORSK HYDRO a.s. Prospekteringsavd.

[illegible]

BOREHULL NR. BH 6	LOKALITET INDGJERDINGA, HURDAL	RETNING 208°	DYK -60°	LENGDE 331M	KOORDINATER, UTM 610310, 6707260	HØIDE O.H. 269 M	BORET, DATO 1979
HØR. KOMPONENT 165.5M	VERT. KOMPONENT 286.7M	KERNESTØR T46	% KERNETAP —	LOGGET AV FDP 18/7 -80		NORSK HYDRO a.s. Prospekteringsavd.	

LITHOLOG	DYB M	OMVÄNDLINGAR Relativ intensitet				MOS ₂					WO ₃ PPM	ANM.		
		SERICIT	SILIC	LER	PYRIT	ESTIM NR	PROBE NR	LENGD %	%				GJ. SNITT	
									01	02	03			
	10							1	0.038				12	
								5	0.006				11	
								5	0.044				11	
	20							5	0.022				13	
								5	0.030				12	
	30							5	0.029				12	
								5	0.031				10	*
	40							5	0.034				9	
								5	0.016				11	
	50							5	0.021				14	
								5	0.022				11	
	60							5	0.103				13	
								5	0.046				12	
	70							5	0.033				12	
								5	0.025				13	*
	80							5	0.036				11	
								5	0.049				14	
	90							5	0.025				13	
								5	0.006				13	
	100							5	0.014				14	
								5	0.029				13	
	10							5	0.112				11	*
								5	0.024				13	
	20							5	0.031				13	
								5	0.035				14	
	30							5	0.029				14	
								5	0.018				13	
	40							5	0.032				13	*
								5	0.010				14	
	50							5	0.021				13	
								5	0.012				14	
	60							5	0.012				13	
								5	0.080				14	
	70							5	0.051				14	*
								5	0.026				14	
	80							5	0.019				13	*
								5	0.042				14	
	90							5	0.019				13	
								5	0.033				14	
	100							5	0.029				14	
								5	0.042				13	
	10							5	0.040				13	
								5	0.013				13	*
	20							5	0.022				13	
								5	0.021					
	30							5	0.019					
								5	0.028					
	40							5	0.028					*
								5	0.028					
	50							5	0.024					
								5	0.063					
	60							5	0.070					
								5	0.021					
	70							5	0.009					
								5	0.065					
	80							5	0.109					*
								5	0.030					*
	90							5	0.020					
								5	0.013					
	100							5	0.035					
								5	0.041					
	10							5	0.054					
								5	0.023					*
	20							5	0.028					
								5	0.021					
	30							5	0.049					*
								1	0.013					

FOREKULL NR.	LOKALITET	RETNING	DYK	LENGDE	KOORDINATER, UTM	HØIDE O.H.	BORET, DATO
BH 7	INDGJERDINGA NORDLI	011°	-60°	722 M	6 10310, 67 07260	269 M	1979
HØR KOMPONENT	VERT KOMPONENT	KERNESTØRR	% KERNETAP	LOGGET AV		DATO	NORSK HYDRO a.s.
361,0 M	625,27 M	AQ	—	FDP		25/7-80	Prospekteringsavd.

LITHOLOG	DYM	OMVANDLINGER				MOS ₂				GJ SNITT	WO ₃ PPM			S %			F PPM			ANM			
		Relativ intensitet				ESTIM	PROVE NR	LENGD %	%		%			10	20	30	1	2	3		2	3	x10 ³
		SERICIT	SILIC	LER	PYRIT						01	02	03										
	10							5	0.016					21				1.25			2045		
								5	0.025					16									
								5	0.023					16				2.06			2050	*	
	20							5	0.030					16									
								5	0.044					14				1.64			2195	*	
	30							5	0.033					18									
								5	0.062					14				1.14			2215		
	40							5	0.003					16									
								5	0.002					18				0.40			1800		
	50							5	0.002					13									
								5	0.002					14				0.70			2280		
	60							5	0.002					13									
								5	0.003					14				1.04			2300	*	
	70							5	0.020					21									
								5	0.030					26				2.24			2065		
	80							5	0.033					16									
								5	0.046					24				2.24			2040		
	90							5	0.103					24									
								5	0.104					24				1.37			1715		
	100							5	0.058					26								*	
								5	0.034					18				1.31			3280		
	10							5	0.041					16									
								5	0.051					24				2.37			3320		
	20							5	0.050					21									
								5	0.053					28				2.75			3455		
	30							5	0.065					16									
								5	0.023					24				1.90			2710	*	
	40							5	0.008					26									
								5	0.053					24				1.00			3455		
	50							5	0.050					24									
								5	0.034					24				0.88			2380		
	60							5	0.036					14									
								6	0.025					21				2.77			2325		
	70							5	0.033					14								*	
								5	0.053					16				1.56			2620		
	80							5	0.034					18									
								5	0.040					24				1.02			2170		
	90							5	0.040					21									
								5	0.044					24				1.51			2115		
	200							3	0.045					14									
								5	0.054									1.78			2660	*	
	10							5	0.062														
								5	0.063									1.09			2700		
	20							5	0.045														
								5	0.028									1.00			2705		
	30							5	0.043														
								5	0.048									2.20			3550		
	40							5	0.053													*	
								5	0.113									1.07			2090		
	50							5	0.046														
								5	0.084									0.98			2730		
	60							5	0.076														
								5	0.113									0.77			2760		
	70							5	0.043														
								5	0.055									0.65			2065	*	
	80							5	0.406														
								5	0.065									0.73			2290		
	90							5	0.048														
								5	0.300									0.96			2510		
	100							5	0.136														
								5	0.081									0.82			3200		
	10							5	0.131													*	
								5	0.107									0.73			2550		
	20							5	0.480														
								5	0.113									2.11			2375		
	30							5	0.098														
								5	0.480									1.51			2735		
	40							5	0.234														
								5	0.351									1.23			3115	*	
	50							5	0.403														
								5	0.119									0.71			3635		
	60							5	0.218														
								5	0.231									0.42			3155		
	70							5	0.151														
								5	0.166									0.37			2435		
	80							5	0.185													*	
								5	0.108									0.65			2795		
	90							5	0.128														
								5	0.223									0.59			2065		
	100							5	0.124														

BOREHULL NR. BH 8	LOKALITET INDGJERDINGA, NORDLI	RETNING —	DYK -90°	LENGDE 638M	KOORDINATER, UTM 610168, 6707425	HØIDE O.M 281 M	BORET, DATO 1980
HOR. KOMPONENT —	VERT. KOMPONENT 638M	KERNESTØRRE T 60	% KERNETAP —	LOGGET AV FDP		DATO NORSK HYDRO a.s. Prospekteringsavd.	

LITHOLOG	DYS M	OMVANDLINGER				MOS ₂					GL SNITT	ANN																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
		Relativ intensitet				ESTIM NR	PROVE NR	LENGDE	%	%																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
		SERICIT	SILIC	LER	PYRIT					Q1			Q2	Q3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
	10					1	5	0.043																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							

BOREHULL NR. BH 8	LOKALITET	RETNING	DYK	LENGDE	KOORDINATER, UTM	MONDE D.M.	BOREI, DATO
HOR. KOMPONENT	VERT. KOMPONENT	KERNESTØR	% KERNETAP	LOGGET AV		DATO	
						NORSK HYDRO a.s. Prospekteringsavd.	

LITHOLOG	DYB M	OMVÄNDLINGER Relativ intensitet				MOS ₂					GJ. SMITT	ANN.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
		SERICIT	SILIC	LER	PYRIT	ESTIM. NR	PROV. NR	VÄRDE	%	%																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
										0.1			0.2	0.3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
	10					1	5	0.034																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													</

BOREHULL NR BH 8-I	LOKALITET INNGJERDINGA, NORDLI	RETNING 068°	DYK -85°	LENGDE 874 M	KOORDINATER, UTM 10168, 67 07425	HØIDE O.H. 281 M	BORET, DATO 1981-82
HØR KOMPONENT 76,17 M	VERT KOMPONENT 870,67 M	KERNESTØRR T 60	% KERNETAP —	LOGGET AV FDP 1981-82	DATO 1981-82	NORSK HYDRO a.s. Prospekteringsavd.	

LITHOLOG	DYS M	OMVANDLINGER				MOS ₂					GJ SNITT	ANN			
		Relativ intensitet				ESTIM	PROVE NR	LENGDE	%	Q1			Q2	Q3	
		SERICIT	SILIC	LER	PYRIT										
	10							5	0.021						
								5	0.021						
	20							5	0.040						
								5	0.043						
	30							5	0.047						
								5	0.070						
	40							6	0.046						
								5	0.106						
	50							5	0.044						
								5	0.042						
	60							5	0.048						
								5	0.098						
	70							5	0.177						
								5	0.130						
	80							5	0.127						
								5	0.087						
	90							5	0.116						
								5	0.113						
	100							5	0.072						
								5	0.023						
	10							5	0.046						
								5	0.078						
	20							5	0.038						
								5	0.129						
	30							5	0.113						
								5	0.058						
	40							5	0.021						
								5	0.036						
	50							5	0.040						
								5	0.054						
	60							5	0.041						
								5	0.058						
	70							5	0.090						
								5	0.146						
	80							5	0.068						
								5	0.067						
	90							5	0.109						
								5	0.078						
	200							5	0.084						
								5	0.243						
	10							5	0.084						
								5	0.073						
	20							5	0.080						
								5	0.116						
	30							5	0.160						220.0 - 224.6
								5	0.415						224.6 - 229.0
	40							5	0.165						229.0 - 234.0
								5	0.080						234.0 - 242.8
	50							5	0.052						242.8 - 247.7
								5	0.087						247.7 - 252.3
	60							5	0.081						252.3 - 257.0
								5	0.108						257.0 - 261.4
	70							5	0.137						261.4 - 266.6
								5	0.088						266.6 - 271.4
	80							5	0.044						271.4 - 276.2
								5	0.183						276.2 - 281.5
	90							5	0.080						281.5 - 286.0
								5	0.124						286.0 - 291.0
	100							5	0.066						291.0 - 295.7
								5	0.088						295.7 - 300.7
	10							5	0.053						300.7 - 305.7
								5	0.071						305.7 - 310.4
	20							5	0.053						310.4 - 315.2
								5	0.034						315.2 - 319.7
	30							5	0.030						319.7 - 324.7
								5	0.020						324.7 - 329.7
	40							5	0.014						329.7 - 334.7
								5	0.024						334.7 - 339.7
	50							5	0.025						339.7 - 344.7
								5	0.038						344.7 - 349.7
	60							5	0.012						349.7 - 354.7
								5	0.024						354.7 - 359.7
	70							5	0.028						359.7 - 364.7
								5	0.028						364.7 - 369.7
	80							5	0.020						369.7 - 375.0
								5	0.016						
	90							5	0.044						
								5	0.022						
	400							5	0.010						
								5	0.010						

BOREHULL NR. BH 8-I	LOKALITET	RETNING	DYK	LENGDE	KOORDINATER, UTM	HØIDE O.H.	BORET, DATO
HØR. KOMPONENT	VERT. KOMPONENT	KERNESTØRRE	% KERNETAP	LOGGET AV		DATO	NORSK HYDRO a.s. Prospekteringsavd.

LITHOLOG	Dyb M	OMVÄNDRINGAR Relativ intensitet				MOS ₂					GJ. SNITT	ANM.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
		SERICIT	SILIC	LER	PYRIT	ESTIM. NR.	PROV NR.	LÄN G	%	%																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
										Q1	Q2		Q3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
	400							5	0,040																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			

OREMULL NR. BH 8-I		LOKALITET		RETNING	DYK	LENGDE	KOORDINATER, UTM	HØIDE OM	BORET, DATO
HOR. KOMPONENT		VERT. KOMPONENT		KERNESTØRRE	% KERNETAP		LOGGET AV	DATO	NORSK HYDRO a.s. Prospekteringsavd.

LITHOLOG	Dyb m	OMVANDLINGER				MOS ₂							GJ SNITT	ANN.	
		Relativ intensitet				ESTIM	PROVE NR	L	ENGDE	%	%				
		SERICIT	SILIC	LER	PYRIT						Q1	Q2			Q3
	00														
	10														
	20														
	30														
	40														
	50														
	60														
	70														
	80														
	90														
	00														
	10														
	20														
	30														
	40														
	50														
	60														
	70														
	80														
	90														
	00														
	10														
	20														
	30														
	40														
	50														
	60														
	70														
	80														
	90														
	00														
	10														
	20														
	30														
	40														
	50														
	60														
	70														
	80														
	90														
	00														
	10														
	20														
	30														
	40														
	50														
	60														
	70														
	80														
	90														
	00														
	10														
	20														
	30														
	40														
	50														
	60														
	70														
	80														
	90														
	00														
	10														
	20														
	30														
	40														
	50														
	60														
	70														
	80														
	90														
	00														
	10														
	20														
	30														
	40														
	50														
	60														
	70														
	80														
	90														
	00														
	10														
	20														
	30														
	40														
	50														
	60														
	70														
	80														
	90														
	00														
	10														
	20														
	30														
	40														
	50														
	60														
	70														
	80														
	90														
	00														
	10														
	20														
	30														
	40														
	50														
	60														
	70														
	80														
	90														
	00														
	10														
	20														
	30														
	40														
	50														
	60														
	70														
	80														
	90														
	00														
	10														
	20														
	30														
	40														
	50														
	60														
	70														
	80														
	90														
	00														
	10														
	20														
	30														
	40														
	50											</			

BOREHULL NR BH 9	LOKALITET SLATTVANG, NORDLI	RETNING —	DYK -90°	LENGDE 530M	KOORDINATER, UTM 09984, 07138	HØIDE O.M 275 M	BORET, DATO 1980-81
HOR. KOMPONENT —	VERT. KOMPONENT —	KERNESTØR T 60	% KERNETAP —	LOGGET AV FDP 1980-81		DATO NORSK HYDRO a.s. Prospekteringsavd.	

LITHOLOG	Dyb M	OMVÄNDLINGAR Relativ intensitet				MOS ₂					GJ SNITT	ANM.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
		SERICIT	SILIC	LER	PYRIT	ESTIM NR	PROVE NR	LENGD	%	Q1			Q2	Q3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
	10					1	4	0.010																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											</

BOREHULL NR BH 10	LOKALITET INDGJERDINGA, NORDLI	RETNING —	DYK -90°	LENGDE 880,6	KOORDINATER, UTM 6 10431, 67 07529	HØIDE O.H. 296 M	BORET, DATO 1980-81
HØR KOMPONENT —	VERT KOMPONENT —	KERNESTØR T 60	% KERNETAP —	LOGGET AV FDP	DATO 1980-81	NORSK HYDRO a.s. Prospekteringsavd.	

LITHOLOG	DYB M	OMVÄNDRINGAR Relativ intensitet				MOS ₂					GJ SNITT	ANN																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
		SERICIT	SILIC	LER	PYRIT	ESTIM NR	PROVE NR	TÄNKN NR	%	%																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
										01			02	03																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
	10					1	1	1	0.010																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				

BOREHULL NR. BH 10	LOKALITET	RETNING	DYK	LENGDE	KOORDINATER, UTM	HOIDE OM	BORET, DATO
HOR. KOMPONENT	VERT. KOMPONENT	KERNESTØRRE	% KERNETAP	LOGGET AV DATO		NORSK HYDRO a.s. Prospekteringsavd.	

LITHOLOG	DYS M	OMVANDLINGER				MOS ₂				GJ SNITT	ANN																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
		Relativ intensitet				ESTIM NR	LENGDE	%	%																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
		SERICIT	SILIC	LER	PYRIT				01			02	03																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
	10					1	5	0.167																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												

BOREHULL NR BH 10	LOKALITET	RETNING	DYK	LENGDE	KOORDINATER, UTM	HØIDE Q.M	BORET, DATO
HØR KOMPONENT	VERT. KOMPONENT	KERNESTØRR	% KERNETAP	LOGGET AV		DATO	
						NORSK HYDRO a.s. Prospekteringsavd.	

[illegible]

BOREHULL NR. BH 11	LOKALITET LISMARKSVEJEN, NORDLISKAMPEN	RETNING —	DYK ÷ 90°	LENGDE 107 M	KOORDINATER UTM 6 09783, 6 06775	HØIDE O.H. 393 M	BORET, DATO 1981
HØR KOMPONENT —	VERT. KOMPONENT —	KERNESTØR T 56	% KERNETAP —	LOGGET AV DATO FDP 9/8-81		NORSK HYDRO a.s. Prospekteringsavd.	

[illegible]

[illegible]

BOREHULL NR. BH 13	LOKALITET INNGJERDINGA, NORDLI	RETNING —	DYK -90°	LENGDE 350 M	KOORDINATER, UTM 6 09935, 67 07439	HØIDE O.H. 275 M	BORET, DATO 1982
HOR. KOMPONENT —	VERT. KOMPONENT —	KERNESTØR T 60	% KERNETAP —	LOGGET AV FDP		DATO 1982	NORSK HYDRO a.s. Prospekteringsavd.

[illegible]

BOREHULL NR. BH 14	LOKALITET INDGJERDINGA HURDAL	RETNING —	DYK -90°	LENGDE 795 M	KOORDINATER, UTM 610178, 6707634	HØIDE O.H. 298 M	BORET, DATO 1982
HOR. KOMPONENT —	VERT. KOMPONENT —	KERNESTØRRE T 60	% KERNETAP —	LOGGET AV FDP	DATO 1982	NORSK HYDRO a.s. Prospekteringsavd.	

LITHOLOG	Dyb M	OMVANDLINGER Relativ intensitet				MOS ₂					GJ. SNITT	ANN.
		SERICIT	SILIC	LER	PYRIT	ESTIM. NR.	PROVE NR.	LENGDE	%	%		
									Q1	Q2	Q3	
	10								5 0.040			
									5 0.041			
	20								5 0.048			
									5 0.042			
	30								5 0.040			
									5 0.045			
	40								5 0.044			
									5 0.025			
	50								5 0.024			
									5 0.034			
	60								5 0.042			
									5 0.017			
	70								5 0.049			
									5 0.045			
	80								5 0.025			
									5 0.042			
	90								5 0.062			
									5 0.038			
	100								5 0.040			
									5 0.102			
	10								5 0.083			
									5 0.058			
	20								5 0.031			
									5 0.028			
	30								5 0.060			
									5 0.102			
	40								5 0.090			
									5 0.093			
	50								5 0.054			
									5 0.048			
	60								5 0.043			
									5 0.090			
	70								5 0.061			
									5 0.046			
	80								5 0.063			
									5 0.114			
	90								5 0.121			
									5 0.100			
	200								5 0.087			
									5 0.163			
	10								5 0.163			
									5 0.094			
	20								5 0.159			
									5 0.125			
	30								5 0.146			
									5 0.198			
	40								5 0.136			
									5 0.142			
	50								5 0.113			
									5 0.100			
	60								5 0.143			
									5 0.096			
	70								5 0.122			
									5 0.131			
	80								5 0.173			
									5 0.111			
	90								5 0.125			
									5 0.106			
	300								5 0.240			
									5 0.200			
	10								5 0.132			
									5 0.129			
	20								5 0.110			
									5 0.203			
	30								5 0.127			
									5 0.188			
	40								5 0.227			
									5 0.201			
	50								5 0.142			
									5 0.295			
	60								5 -			
									5 0.136			
	70								3 0.203			
									5 0.196			
	80								5 0.240			
									5 0.197			
	90								5 0.461			
									5 0.299			
	400								5 0.192			

BOREHULL NR. BH 14	LOKALITET		RETNING	DYK	LENGDE	KOORDINATER, UTM	HØIDE O.M.	BORET, DATO
HOR. KOMPONENT	VERT. KOMPONENT	KERNESTØRRE	% KERNETAP			LOGGET AV	DATO	NORSK HYDRO a.s. Prospekteringsavd.

LITHOLOG	DYB M	OMVÄNDLINGAR Relativ intensitet				MOS ₂						GL SNITT	ANN.	
		SERICIT	SILIC	LER	PYRIT	ESTIM NR	PROVE LENGD	%	%					
									0.1	0.2	0.3			
	400							0.198						
	10							0.218						
								0.153						
	20							0.251						
								0.234						
	30							0.224						
								0.441						
	40							0.272						
								0.207						
	50							0.470						
								0.273						
	60							0.233						
								0.280						
	70							0.427						
								0.233						
	80							0.235						
								0.247						
	90							0.204						
								0.258						
	500							0.245						
								0.266						
	10							0.256						
								0.257						
	20							0.207						
								0.139						
	30							0.221						
								0.216						
	40							0.155						
								0.225						
	50							0.189						
								0.134						
	60							0.162						
								0.123						
	70							0.228						
								0.170						
	80							0.451						
								0.179						
	90							0.275						
								0.252						
	600							0.190						
								0.156						
	10							0.214						
								0.237						
	20							0.380						
								0.383						
	30							0.439						
								0.230						
	40							0.324						
								0.338						
	50							0.193						
								0.219						
	60							0.339						
								0.208						
	70							0.223						
								0.246						
	80							0.228						
								0.215						
	90							0.385						
								0.347						
	700							0.325						
								0.523						
	10							0.058						
								<0.010						
	20							0.042						
								0.059						
	30							0.063						
								0.011						
	40							0.013						
								0.010						
	50							<0.010						
								<0.010						
	60													
	70													
	80													
	90													
	800													

BOREHULL NR.	LOKALITET	RETNING	DYK	LENGDE	KOORDINATER, UTM	HBIDE Q.H	BORET, DATO
BH 15	RINGEN (NORDLI)	200°	-60°	185 M	610758, 6106819	251 M	1981
HØYD. KOMPONENT	VERT. KOMPONENT	KERNESTØRR	% KERNETAP	LOGGET AV		DATO	NORSK HYDRO a.s. Prospekteringsavd.
92,5 M	160,21 M	T 56	—	FDP		1981	

[illegible]

[illegible]

HØR KOMPONENT	VERT KOMPONENT	KERNESTØR	% KERNETAP	LOGGET AV	DATE	NORSK HYDRO a.s.
—	—	T 56	—	FDP	1982	Prospekteringsavd.

[illegible]

BOREHULL NR	LOKALITET	ØRNING	DYK	LENGDE	KOORDINATER, UTM	HOIIDE OM	BORET, DATO
BH 18	INDGJERDINGA, HURDAL	—	-90°	141,7 M	6°10537, 6°07271	264 M	1982
HOR. KOMPONENT	VERT. KOMPONENT	KERNESTØRRE	% KERNETAP	LOGGET AV		DATO	NORSK HYDRO a.s.
—	—	T 56	—	FDP		1982	Prospekteringsavd.

LITHOLOG	DYB M	OMVÄNDLINGAR Relativ intensitet				MOS ₂							GJ. SNITT	ANM.	
		SERICIT	SILIC	LER	PYRIT	ESTIM. NR	PROV NR	LÄNGD %	%						
									0.1	0.2	0.3				
	10							5	0.125						
								5	0.165						
	20							5	0.174						
								5	0.317						
	30							5	0.243						
								5	0.282						
	40							5	0.379						
								5	0.193						
	50							5	0.107						
								5	0.196						
	60							5	0.057						
								5	0.082						
	70							5	0.134						
								5	0.113						
	80							5	0.117						
								5	0.099						
	90							5	0.100						
								5	0.182						
	100							5	0.149						
								5	0.132						
	10							5	0.263						
								5	0.045						
	20							5	0.115						
								5	0.105						
	30							5	0.028						
								5	0.130						
	40							5	0.041						
								4.7	<0.040						
	50														
	60														
	70														
	80														
	90														
	100														
	10														
	20														
	30														
	40														
	50														
	60														
	70														
	80														
	90														
	100														
	10														
	20														
	30														
	40														
	50														
	60														
	70														
	80														
	90														
	100														
	10														
	20														
	30														
	40														
	50														
	60														
	70														
	80														
	90														
	100														
	10														
	20														
	30														
	40														
	50														
	60														
	70														
	80														
	90														
	100														
	10														
	20														
	30														
	40														
	50														
	60														
	70														
	80														
	90														
	100														
	10														
	20														
	30														
	40														
	50														
	60														
	70														
	80														
	90														
	100														
	10														
	20														
	30														
	40														
	50														
	60														
	70														
	80														
	90														
	100														
	10														
	20														
	30														
	40														
	50														
	60														
	70														
	80														
	90														
	100														
	10														
	20														
	30														
	40														
	50														
	60														
	70														
	80														
	90														
	100														
	10														
	20														
	30														
	40														
	50														
	60														
	70														
	80														
	90														
	100														
	10														
	20														
	30														
	40														
	50														
	60														
	70														
	80														
	90														
	100														
	10														
	20														
	30														
	40														
	50														
	60														
	70														
	80														
	90														
	100														
	10														
	20														
	30														
	40														
	50														
	60														
	70														
	80														
	90														
	100														
	10														
	20														
	30														
	40														
	50														

FOREKULL NR. BH 19	LOKALITET INNGJERDINGA NORDLI	RETNING 206°	DYK -45°	LENGDE 95 M	KOORDINATER, UTM 6 10476, 67 07385	HØIDE O.M. 280 M	BØRET, DATO 1982
HØR KOMPONENT 67,18 M	VEST KOMPONENT 67,18 M	KERNESTØR T 56	% KERNETAP —	LOGGET AV FDP		DATO 1982	NORSK HYDRO a.s. Prospekteringsavd.

[illegible]

BOREHULL NR BH 20	LOKALITET INDGJERDINGA, HURDAL	RETNING 089°	DYK -34°	LENGDE 176,2 M	KOORDINAT, UTM 610055, 6707424	HØIDE O.M. 274 M	BORET, DATO 1982
HØR KOMPONENT 146,08 M	VERT KOMPONENT 98,53 M	KERNESTØR T 56	% KERNETAP —	LOGGET AV FDP		DATO 1982	NORSK HYDRO a.s. Prospekteringsavd.

[illegible]

ØREHULL NR BH 22		LOKALITET VESTENGA, HURDAL		RETNING	DYK 90°	LÆNGDE	KOORDINATER, UTM 10052 07720	HØIDE O.H. 311 M	BØRET, DATO 1982/83
HØR KOMPONENT	VERT KOMPONENT	KERNESTØRR	% KERNETAP				LOGGET AV FDP	DATO NORSK HYDRO a.s. Prospekteringsavd.	

[illegible]

GRENHULL NR BH 22		LOKALITET		RETNING	DYK	LENGDE	KOORDINATER, UTM	HOIDE G.H.	BORET, DATO
HOR. KOMPONENT	VERT. KOMPONENT	KERNESTØRR	% KERNETAP				LOGGET AV	DATO	NORSK HYDRO a.s. Prospekteringsavd.

[illegible]

APPENDIX 4

DIAMANTBORING - NORDLI

Teknisk statusrapport - 1982

Generelt

Diamantboreprogrammet i Nordli-forekomsten som ble startet opp i juni 1980, er videreført også i 1982.

Pr. 1.1.1983 er der tilsammen boret ca. 8 000m, hvorav 2 840m er boret i 1982. I 1982 er det tilsammen boret 11 hull med varierende hull-dybder fra 95m til 873m.

Ved årsskiftet er det boring igang på ett hull, bh.22, som står på 627m og som er planlagt til 750-800m.

I løpet av 1982 har opptil 3 borerigger vært i drift i området, og fremdriften har vært rimelig god.

Av uferdige prosjekter ved forrige årsskifte er bh. 8-I fullført 11.5.82 ved 873m og bh. 13 oppgitt 1.3.82 ved 350m p.g.a. ras og vanninnbrudd i borehullet. Gjentatte støpinger hadde da vært mislykket.

Nye hull som er fullført eller påbegynt i løpet av 1982 er bh. 14 - bh. 22, i alt 9 hull.

Rekognoserende boring

Bh. 15 og bh. 16 er boret for testing av to geofysikk-anomalier syd for Høverelven ved gården Ringen. Disse hullene er boret til henholdsvis 183m og 203m, faller 60°S og har hulldimensjon 56mm ø.

Skulle det bli aktuelt å bore dette hullet videre er det nødvendig å sette 56mm casing til ca. 330m (forbi raset), og deretter fortsette boringen innvendig med AWL-utrustning (46mm ø).

Bh. 14

Geologiske- og analysemessige resultater fra bh. 8-I, ledet i febr. 82 til en beslutning om ytterligere ett dyphull i Innngjerdingen-området.

Hullets plassering ble ca. 200 N for bh. 8-I, og hensikten var å forsøke å begrense forekomsten mot NV, et område hvor det hittil ikke fantes geologisk informasjon mot dypet.

Forberedelsene til dette hullet startet i februar/mars 82, og hullet ble påbegynt med en Hydiafor-700 maskin og BWL-utrustning. Kapasiteten for denne maskin/utstyrs-kombinasjonen ble vurdert til ca. 300m. På dette nivå var planen å foreta et valg mellom bh. 13 og bh. 14 vedr. hvilket av disse som syntes mest lovende og følgelig burde bores dypere.

I løpet av 4 uker var det boret til 278m i bh. 14. Maskinens antatt max-kapasitet var på det nærmeste nådd, og nye oppdrag ventet. Derfor ble maskinen rigget ned og flyttet ut av feltet 1.4.82.

Analysene fra bh. 14 og nedre deler av bh. 8-I gav som resultat at man i midten av mai-82 besluttet å fortsette boringen av bh. 14 til anslått dyp 750-800m.

Bh. 8-I ble avbrutt 9.5.82 og forberedelser til flytting av utstyret til bh. 14 startet umiddelbart.

Vanskelige grunnforhold (myr) omkring bh. 14 nødvendiggjorde en større masseutskiftning for å oppnå tilstrekkelig stabilitet for den tunge bormaskinen (8-10 tonn inkl. borrør og utstyr). Det måtte dessuten bygges kjørbare vei fram til borplassen.

Nedrigging, tilrettelegging og ny opprigging tok nøyaktig 4 uker, og 11.6.82 kunne videre boring av bh. 14 starte.

I skarp kontrast til alle problemene forbundet med boringen av bh. 8-I, gikk bh. 14 meget bra. Etter ca. 10 ukers boring ble hullet avsluttet ved 793m (20.9.82).

Påfølgende analyseresultater viste en ganske kraftig Mo-mineralisering med vesentlig høyere gjennomsnittsanalyser enn tidligere hull. Ytterligere boring syntes derfor nødvendig for å få bedre kjennskap til denne sonen med "high grade" mineralisering.

Plasseringen av neste hull ville imidlertid være kritisk for videre aktivitet. Det ble derfor i juli/august besluttet å gjennomføre en teknisk/økonomisk vurdering av Nordli-forekomsten basert på alt hittil innhentet data-materiale.

Fluor Mining & Metals Ltd. fikk i oppdrag å utføre dette, og arbeidet ble igangsatt 1.9.82 og skulle gjennomføres i løpet av 5-6 uker.

I påvente av denne rapporten ble alt utstyret på bh. 14 beholdt stand by, og NH inngikk avtale med entreprenøren om en min. leiepris for denne perioden.

15.10.82 forelå rapport fra Fluor M & M, og på grunnlag av disse resultatene og anbefalingene ble bh. 22 planlagt plassert ca. 140m NV for bh. 14.

Bh. 22

Forberedelsene til dette borhullet startet umiddelbart etter at klarsignal var gitt, og boringen var igang 5.10.82 etter en flytteperiode på ca. 2 uker.

Boringen siden har gått upåklagelig, med en gjennomsnittseffekt på ca. 17m/skift ned til ca. 630m. Ved årsskiftet var hulldypet 627m.

Basert på erfaringen fra bh. 8-I og bh. 14, er maskinen kjørt på ett skift á 12t, 2 mann pr skift med skifte av mannskap hver 14. dag.

Det er de samme 4 mann som har fulgt boringen hele tiden, og her mener vi at mye av årsaken til de vesentlig bedre fremdriftsresultatene ligger.

Driftsklarheten på utstyret har øket betraktelig. Havarier av teknisk art har omtrent ikke forekommet, og heller ikke stans p.g.a. "menneskelig svikt" under borprosedyren.

Dette har sammenheng med godt kvalifisert borpersonell, til enhver tid god kjennskap til forholdene i hullet (samme mannskap hele tiden), og utstyr som etterhvert er reparert for barnesykdommene.

Det tekniske opplegget omkring selve borplassen er også vesentlig forbedret sammenlignet med bh. 8-I: Maskinen er bygget skikkelig inn med tett, tak også over bortårn og rørstativ, noe som gir langt mindre frost- og snøproblemer.

Vanntilførsel skjer via el-oppvarmet vannledning til innebygget, isolert reservoartank.

Bergartsmessig har nok forholdene vært noe bedre i både bh. 14 og bh. 22 sammenlignet med bh. 8-I. Såvel kvartsinholdet som oppsprekingsgrad er mindre i de to førstnevnte hull enn i bh. 8-I, som viste seg ekstrem på flere måter.

Graden av oppsprekking har muligens sammenheng med at avstanden til den gjennomløpende PMD er større både til bh. 14 og bh. 22, en til bh. 8-I som var plassert like inntil denne.

Fremdrift

Som nevnt innledningsvis har fremdriften i boringen i 1982 vært rimelig god. Tabell I viser en oversikt over effekten i de enkelte borhull.

I årets tre første mnd. var det tre borrygger i Hurdal, to stk. Hydiafor 700 og den store DB1200 på bh. 8-I. Grunnen til såvidt mange maskiner var et forsøk fra entreprenørens side på å ta igjen noe av den forsømte fremdriften i 1981.

Tekniske problemer gjorde imidlertid at det sjelden var tre maskiner i drift samtidig.

Etter 1.4.82 ble den ene Hydiafor 700 trukket ut av feltet, og etter 15.9.82 har det kun vært den store maskinen tilbake.

Dyphullsboringen (hull 300m) har totalt vist en gjennomsnittseffekt på 0,63m/mask. t eller 7,6m pr. 12t's skift.

Bh. 8-I vurderes som ekstremt m.h.t. såvel tidsforbruk som tekniske problemer. Dette gjelder til en viss grad også Bh. 13, hvor det er nedlagt mye timer i forsøk på stabilisering av en svakhetssone med stort vanninnbrudd.

Holdes bh. 8-I utenom, viser statistikken en gjennomsnittseffekt på 0,93m/t eller 11,12m pr. 12t's skift.

TABELL I

Borhull	Maskintimer	Manntimer	Hulldyp	Gjennomsnittlig effekt	
				m pr. mask. t.	m pr. skift (12t)
Bh. 8-I	2.375	9.836	873,70	0,37*	4,41
" 13	802	2.786	350,0	0,44	5,23
" 14	719	2.820	793,6	1,10	13,25
" 22	625	2.674	844,7	1,35	16,22
Gjennomsn.					
inkl. 8-I	4.521	18.116	2.862,0	0,63	7,60
Gjennomsn.					
eks. 8-I	2.146	8.280	1.988,30	0,93	11,12
=====					
Bh. 15	191	1.230	183,70	0,96	11,51
" 16	175	653	202,1	1,15	13,86
" 17	87	363	99,4	1,14	13,71
" 18	130	453	141,5	1,09	13,06
" 19	51	131	95,0	1,86	22,35
" 20	108	300	176,2	1,63	19,58
" 21	171	536	250,0	1,46	17,54
	913	3.666	1.147,90	1,26	15,09
=====					

* Bh.8-I vurderes som ekstrem p.g.a. store tekn. problemer med utstyret, urutinert personell osv. Det er derfor fremstilt en egen kolonne som viser effekten for dyphullsboringer eks. bh. 8-I.

Som et holdepunkt for senere planlegging av dyphulls-prosjekter, synes det rimelig å kunne anta en gjennomsnittlig fremdrift på ca. 1m/maskintime under de tekniske og bergartsmessige forhold det her dreier seg om: Konvensjonell borutrustning - harde, kvartsrrike bergarter og stedvis sterk oppsprekking.

Rekognoserende boring (hulldyp 100-250m) har gått jevnt bra med en total gjennomsnittseffekt for ca. 1150m på 1,26m/t eller 15m pr. 12t's skift, hvilket må vurderes som normalt bra i de bergarter det her er snakk om.

Økonmi

Oppstillingen nedenfor viser en oversikt over total meterpris for hvert borhull, inkl. eksterne kostnader i forbindelse med grunnerstatninger, transport osv. Oversikten sier at dyphullsboringen totalt koster ca. 1100kr/m, mens de korte hullene fra 100m til 250m koster i underkant av 700kr/m.

TABELL II

Borhull	Hulldyp	Pris pr. m
Bh. 8-I	873,70m	1.193kr/m
" 13*	349,90m	1.195 "
" 14	793,60m	957 "
" 22	844,70m	1.127 "
Dyphulls boring, gjennomsnitt		1.118kr/m =====
Bh. 15	183,70m	744kr/m
" 16	202,10m	607 "
" 17	99,40	735 "
" 18	141,50	716 "
" 19	95,00	654 "
" 20	176,20	650 "
" 21	250,00	665 "

Rekognoserende boring, gjennomsnitt 682kr/m
=====

- * Kostnadene forbindet med bh. 13 er ekstreme, og har sammenheng med store timebelastninger i forbindelse med forsøk på stabilisering/- støping av rassone.

En vurdering av pris/kostnads-nivået ved diamantboring i porphyry-systemer med Nordli-karakter tyder på at prisen for dyphull ligger der man har forventet den med det tekniske apparat som er nødvendig for å nå det aktuelle nivå, 800-1000m.

Korthullsboringen derimot virker noe kostbar, og med flere, konkurrerende entreprenører inne i bildet, ville nok prisene på denslags boring kunne presses noe ned.

Oslo, 1.2.1983



S. Parr

APPENDIX 5

RAPPORT til Norsk Hydro, Prospekteringsavdelingen

FLOTASJON AV MOLYBDENMALMPRØVER

Norsk Hydro's bestilling nr. T 6348 A/HK/Prosp.

1. Innledning

Prospekteringsavdelingen ved Norsk Hydro sendte to mindre prøver av molybdenførende malm for å få utført undersøkelser av hvordan molybdenglansen opptrådte, og orienterende flotasjonsforsøk.

2. Prøvemateriale

Prøvene betegnes videre som prøve 1 og prøve 2. Dr.ing. T. Malvik ved Geologisk Institutt på NTH har fått laget slip og mikroskopert prøvene. Hans rapport følger som vedlegg 1.

Prøve 1 var merket 80824 og angitt til å stamme fra borhull 8-I, 220-224,6 m. Den bestod av en lys, rødlig grå bergart med ubetydelig sulfidinnhold. Analyse utført på IFE ga 0,21% Mo. Malvik angir at finkornet svovelkis <50 µm er det vanligste sulfidmineral. Molybdenglans opptrer hyppigst som finkornete inneslutninger på 10-20 µm i silikatkorn, og antas å være vanskelige å frimale.

Prøve 2 var ikke merket ytterligere. Den bestod av mørkt grågrønne steinstykker som syntes å stamme fra dagflaten. Den virker å være en lavabergart. IFE's analyse ga 0,54% Mo. Malvik angir her også svovelkis som det hyppigste sulfidmineral, vanlig korn <100 µm, men enkelte opp i 1 mm. Molybdenglans opptrer som aggregater av meget små korn, de er samlet langs korngrensene og bør være meget lettere å frimale enn i prøve 1.

3. Forsøksprosedyre

1 kgs prøver -5 mm males vått i kulemølle ned 400 mg vannglass (35%), 200 mg Exxol D40 (renset parafin) og 20 mg Pineoil. Pulpen floterøs så på MoS₂ i 2-3 trinn med nye tilsatser av

Pineoil mellom trinnene. Deretter agiteres 5 min. med 25 mg K-amyloxantat (KAX), og svovelkis floterer av. Tilslutt floterer ytterligere med 25 mg KAX og svovelsyre til pH 4-5.

Produktene ble tørket, veid, og utsplittede prøver ble sendt IFE for AA-analyse på Mo, og vanlig kjemisk bestemmelse av S i noen av prøvene. Analyseresultatene fremgår av vedlegg 2.

Avgangene, som utgjorde hovedmengden, ble målt på Microtrac partikkelanalysator. De holdt 50 til 60% -200 mesh (75 μ m) hvilket passer bra for flotasjon.

I nedenstående tabell har vi stilt sammen resultatene med analyser og utvinning for hvert enkelt produkt. Dessuten har vi regnet ut kumulert (oppsummert) produkt etter hvert flotasjonstrinn.

4. Resultater

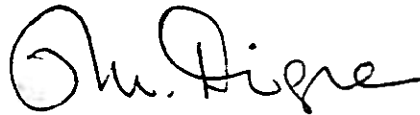
Produkt	Prøve 1				Prøve 2			
	Vekt-%	% Mo	Utv.Mo	% S	Vekt-%	% Mo	Utv.Mo	% S
Mo 1	1,14	2,0	11,2	5,1	1,6	1,5	4,5	3,1
Mo 2	0,96	0,64	2,9		2,3	2,1	8,9	
Kum.produkt	2,10	1,38	14,1		3,9	1,85	13,4	
Mo 3	-	-	-		13,9	1,7	43,9	
Kum.produkt	-	-	-		17,8	1,74	57,4	
S 1	1,31	0,11	0,7	21,0	6,1	0,50	5,8	26,4
Kum.produkt	3,41	0,89	14,8		23,9	1,42	63,0	
S 2	6,64	0,05	1,6		8,9	0,72	11,9	
Kum.produkt	10,05	0,51	16,4		32,8	1,23	74,9	
Avgang	89,95	0,19	83,6	0,3	67,2	0,20	25,1	0,34
Sum	100,0	0,21	100,0		100,0	0,54	100,0	

Sammenholdt med den mikroskopiske undersøkelse viser resultatene at for prøve 1 vil bare en liten del av molybdenglansen frigjøres ved vanlig flotasjonsfinhet, og oppkonsentreringen av Mo er lav.

For prøve 2 får man langt bedre Mo-utvinning i flotasjonsproduktene, men også her er oppkonsentreringen lav. Dette har sannsynligvis sammenheng med at denne prøven var sterkt oksydert.

På grunn av de lave gehalter og de små mengder prøvemateriale har vi ikke prøvet videre oppkonsentrering.

Trondheim, 22. des. 1982.

A handwritten signature in cursive script, reading "M. Digre". The signature is written in dark ink and is positioned above the printed name.

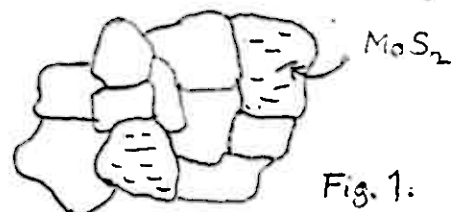
M. Digre

Mikroskopering av molybden-malm (Norsk Hydro)

To prøver, merket prøve 1 (80824) og prøve 2, er innlevert for mikroskopering.

Prøve 1 (80824) - fig. 1.

Vanligste sulfidmineral er svovelkis, som opptrer mer finkornig enn i prøve 2 - hyppigst $< 50 \mu\text{m}$. Spor kobberkis. Også spredt hematitt (?), samt spor magnetitt.



Molybdenglansen opptrer tilsynelatende som ujevnt disseminerte, finkornige, listeformete korn. Hyppigst 10-20 μ brede, men registrert opp til 70-80 μ .

Listene av molybdenglans synes å sitte inne i silikatcornene og/eller på tvers av korngrensene mellom silikatene.

Frimalingen av molybdenglans vurderes for vesentlig vanskeligere i prøve 1 (80824) enn i prøve 2.

Prøve 2 - fig. 2.

Vanligste sulfidmineral er svovelkis. Bra krystallutvikling. Maks. påvist kornstørrelse $\approx 1 \text{ mm}$, men vanligst $< 100 \mu$. Relativt jevnt disseminert i materialet.



Ganske vanlig er også hematitt, enten i form av små listeformete korn, - eller i litt mer uregelmessige korn.

I tillegg spor av kobberkis.

Molybdenglansen ser ut til vesentlig å opptre som aggregater i riss, og som matriksmineral for silikatene (fig. 1).

Aggregatene består tilsynelatende av ørsmå krystaller av molybdenglans.

Dimensjoner aggregater, maks. registrert til 150 μ , men hyppigst $< 150 \mu$. Molybdenglansen må antas å frimales lett, men med sterk tendens til slam-dannelse.



Institutt for energiteknikk

Professor M. Digre
Oppredningslaboratoriet
7034 TRONDHEIM - NTH

KJELLER
Hovedkontor og forskningssenter
Postadresse:
Boks 40, 2007 Kjeller
Telefon:
(02) 7125 60 - 7135 60
Telex:
16361 energ n
Telegram:
Isotop Oslo
Bankgiro:
5102.05.00070
Postgiro:
5 33 96 01

Dato: 23. august 1982

Vår ref.: DES/EBJ

Deres ref.:

Vedr.: Atomabsorpsjonsspektrometrisk bestemmelse av
Mo (11 stk.) og kjemisk bestemmelse av S (6 stk.)
i 11 prøver. L.nr. 86001/011

Prøve mrk.	L.nr.	% Mo		% S
1/II - Mo 1	86001	1,5 1,5	1,5	3,1
1/II - Mo 2	86002	2,0 2,2 2,0	2,1	
1/II - Mo 3	86003	1,8 1,7 1,7	1,7	
1/II - S 1	86004	0,49 0,51	0,50	26,4
1/II - S 2	86005	0,76 0,70 0,69	0,72	
1/II - Avg	86006	0,20 0,20	0,20	0,34
2/I - Mo 1	86007	2,0 2,3 1,8	2,0	5,1
2/I - Mo 2	86008	0,62 0,71 0,64 0,60	0,64	
2/I - S 1	86009	0,12 0,11	0,11	21,0
2/I - S 2	86010	0,05 0,05	0,05	
2/I - Avg	86011	0,19 0,19	0,19	0,30

APPENDIX 6

Å R S R A P P O R T 1 9 8 2.

Til: NTNF Komite for metallurgi og bergteknikk.

Fra: Dosent R. Sinding-Larsen, Geologisk Institutt, NTH

Sak: 0801.12726 GEOKJEMISK KARAKTERISERING AV
PORFYRMOLYBDEN MINERALISERINGER.

PROSJEKTMÅL:

Prosjektet tar sikte på en multivariabel tolkning av fastfjells-geokjemiske data fra porfyr-molybden mineraliseringer med den hensikt å kunne bestemme geokjemisk "guides for ore", d.v.s. finne fram til elementer eller kombinasjoner av elementer som karakteriserer mineraliseringen og dets hydrotermale omvandlinger.

BENYTTET METODIKK:

Mineraliseringene/omvandlingene er betraktet på følgende to måter:

I: i forhold til totale bergartsanalyser,

II: i forhold til analyser av mineraler utseparert fra
de forskjellige bergartene.

Sammen gir disse to betraktningsmåtene en god beskrivelse av mineraliseringene/omvandlingene. Metoden som er brukt innenfor I er geokjemisk modellering, der man danner kombinasjoner av kjemiske variable og gir disse kombinasjonene en geologisk forklaring. For å sannsynliggjøre resultatene er det utført røntgen-diffraktometri.

Innenfor II er flere metoder forsøkt. I det undersøkte materiale finnes en kompleks blanding av glimmer-mineraler med forskjellig opprinnelse, som selv med røntgen-diffraktometri er vanskelig å bestemme. Det er vanskelig og meget tidkrevende for hånd å skille ut enkelte glimmermineraler knyttet til spesifikke geologiske faser. Studiet av glimmerkornenes størrelsesvariasjon viser at de lokalt er for finkornet til å bli friknust og senere utseparert. En videre utseparering og bearbeiding av glimmer-

konsentrater er derfor oppgitt. En bedre metode viste seg å være mikrosondeanalyser av glimmermineralenes kjemi i bergartsslip.

FORELØPIGE RESULTATER:

De foreløpige resultatene fra den statistiske bearbeiding av analysedataene har vist seg meget lovende. Ved å studere variasjonen i den beregnede mineralsammensetning, som er i overensstemmelse med sammensetningen observert i mikroskop, så kan man definere følgende 5 forskjellige geologiske faser.

- Man har antagonisme mellom to forskjellige bergartssuiter, en Ca-rik og en alkali-rik.
- Man får en differensiasjon av alkali-suiten som uttrykkes ved en tidlig utfelling av biotitt og plagioklas, og senere anrikning av kvarts og ortoklas.
- Man får en hydrotermal omvandling som uttrykkes ved en nedbrytning av alkalifeltspat til serisitt og kvarts, og destabilisering av biotitt til kloritt og serisitt.
- En annen type omvandling er den deuteriske. Denne er noe usikker da den ligner svært på hydrotermal omvandling.
- En mulig sen type omvandling utgjøres av en albitt-stabil fase.

Det har som nevnt ikke vært mulig å framstille konsentrater av forskjellige glimmermineraler. Ved bruk av mikrosondeanalyser har det vært mulig å skille ut flere typer glimmer; en mulig primær biotitt, minst to typer sekundær biotitt, og minst tre typer serisitt. Disse mineralene opptrer i flere typer som skjærer hverandre. Ved å analysere sprekke-systemer som skjærer hverandre vil man forvente å se en utvikling som gjenspeiler forandringene i væskenes sammensetning. Konklusjoner vedrørende disse forhold vil bli rapportert i juni 1983.

PRAKTISK NYTTEVERDI:

En multivariabel tolkning av de kjemiske data viser at det er mulig å definere omvandlingsfaktorer basert på samvariasjonen mellom hovedelementene. Dette er av stor betydning for å kunne definere romlig plassering av omvandlingssonene og eventuelle tilhørende mineraliseringer.

PROSJEKT-PLAN:

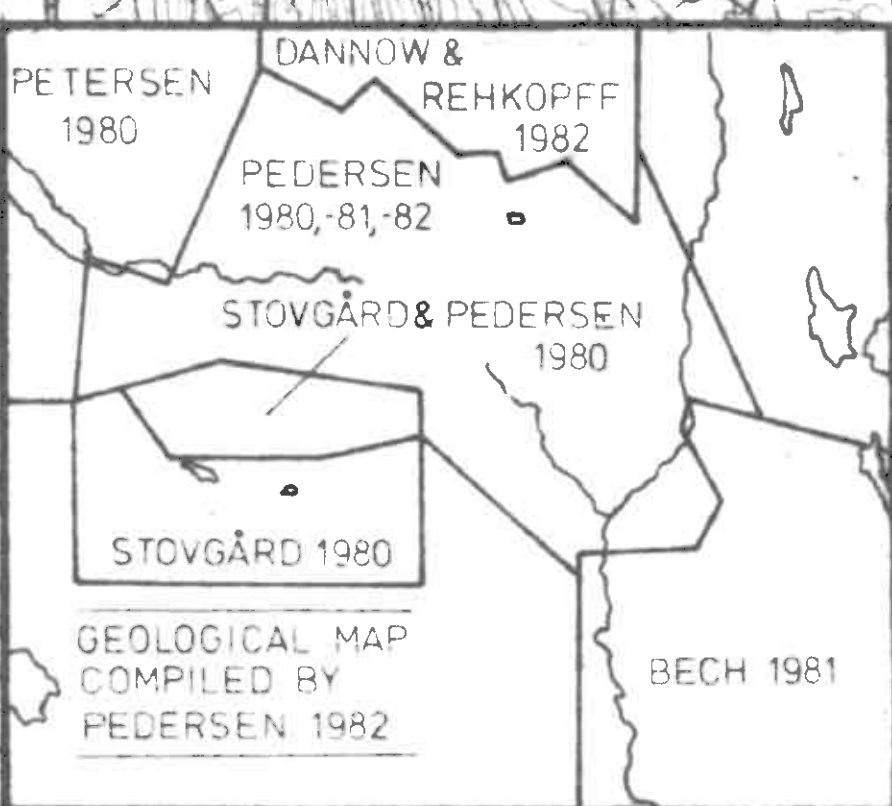
I 1983 vil vi gjennomanalysere prøver fra Sæteråsen molybden-mineralisering for å kunne sammenligne den geokjemiske primær-dispersjon fra dette relativt enkle område, med prøvene fra det mer kompliserte området i Nordli. I Sæteråsenområdet er det samlet inn nærmere 200 prøver. Man vil her få se hvilke kjemiske variable som er mest karakteristiske for sirkulerende væsker innen et hydrotermalt system.

Innen omvandlingssoner vil det i løpet av 1983 bli utført væskeinneslutningsanalyser samt analyser som viser fordelingen av sjeldne jordarter. Brukt sammen vil disse analyseresultater kunne karakterisere malmdannende løsninger svært godt. I Sæteråsen er væskeinneslutninger allerede utført. I Nordli-området er undersøkelser av denne typen satt igang.

Beregningsprosedyren som benyttes ved den multivariable tolkning vil bli forbedret når økende informasjon om mineralogi samt sporelementes fordeling foreligger i første halvdel av 1983.

For 1984 vil prosjektet følge den nedenstående fremdriftsplan.

Delprosjekter	1982	1983	1984
1. Tolkning eksisterende data	—	—	
2. Konstruksjon av logiske kombinasjoner av kjemiske variable		—	—
3. Prøvetakning av overflateprøver og geologisk kartlegning	—	—	—
4. Mikrosondeanalyser av mineraler	—	—	—
5. Analyse av overflateprøver	—	—	—
6. Prosjektarbeid	—	—	—
7. Prosjektreiser	—	—	—
8. Rapportering og informasjon	—	—	—



GEOLOGICAL MAP OF THE HURDAL AREA

LEGEND:

- | | | | | | |
|--|---------------------------------|--|--|--|--|
| | GRANOPHYRE | | ALKALI QUARTZ SYENITE BORDER FACIES I | | IGNIMBRITE, PYROCLASTICS, UNDIFFERENTIATED |
| | PORPHYRITIC APROLOGRANITE | | HYBRID (QUARTZ) SYENITE PORPHYRY | | MONZONITE |
| | ALKALI GRANITE | | QUARTZ SYENITE PORPHYRY, UNDIFF. | | MONZONITE BORDER FACIES |
| | ALKALI GRANITE PORPHYRY | | HORNBLLENDE-BIOTITE SYENITE II/APLITE | | PRECAMBRIAN GNEISS |
| | QUARTZEY ALKALI GRANITE | | HORNBLLENDE-BIOTITE SYENITE I | | LITHOLOGICAL BOUNDARY, ESTABLISHED |
| | BIOTITE GRANITE | | HORNBLLENDE-BIOTITE SYEN I & II, UNDIFF. | | " " " " , INFERRED |
| | BIOTITE GRANITE APLITE | | HORNBLLENDE-BIOTITE SYENITE, UNDIFF. | | " " " " , ARBITRARY |
| | BIOTITE GRANITE QUARTZEY APLITE | | SYENITE PORPHYRY, UNDIFFERENTIATED | | FLOW FOLIATION / |
| | ALKALI QUARTZ SYENITE II | | POLYLITHOLOGICAL (INTRUSIVE) BRECCIA
± GRANTIE-, QUARTZ SYENITE- OR
SYENITE PORPHYRY | | APOXIMATE OUT-
LINE OF THE
NORDLI
HYDROTHERMAL
AUREOLE |
| | ALKALI QUARTZ SYENITE I | | | | DIAMOND DRILL HOLE |

GEOLOGICAL MAP OF THE NORDLI AREA, HURDAL

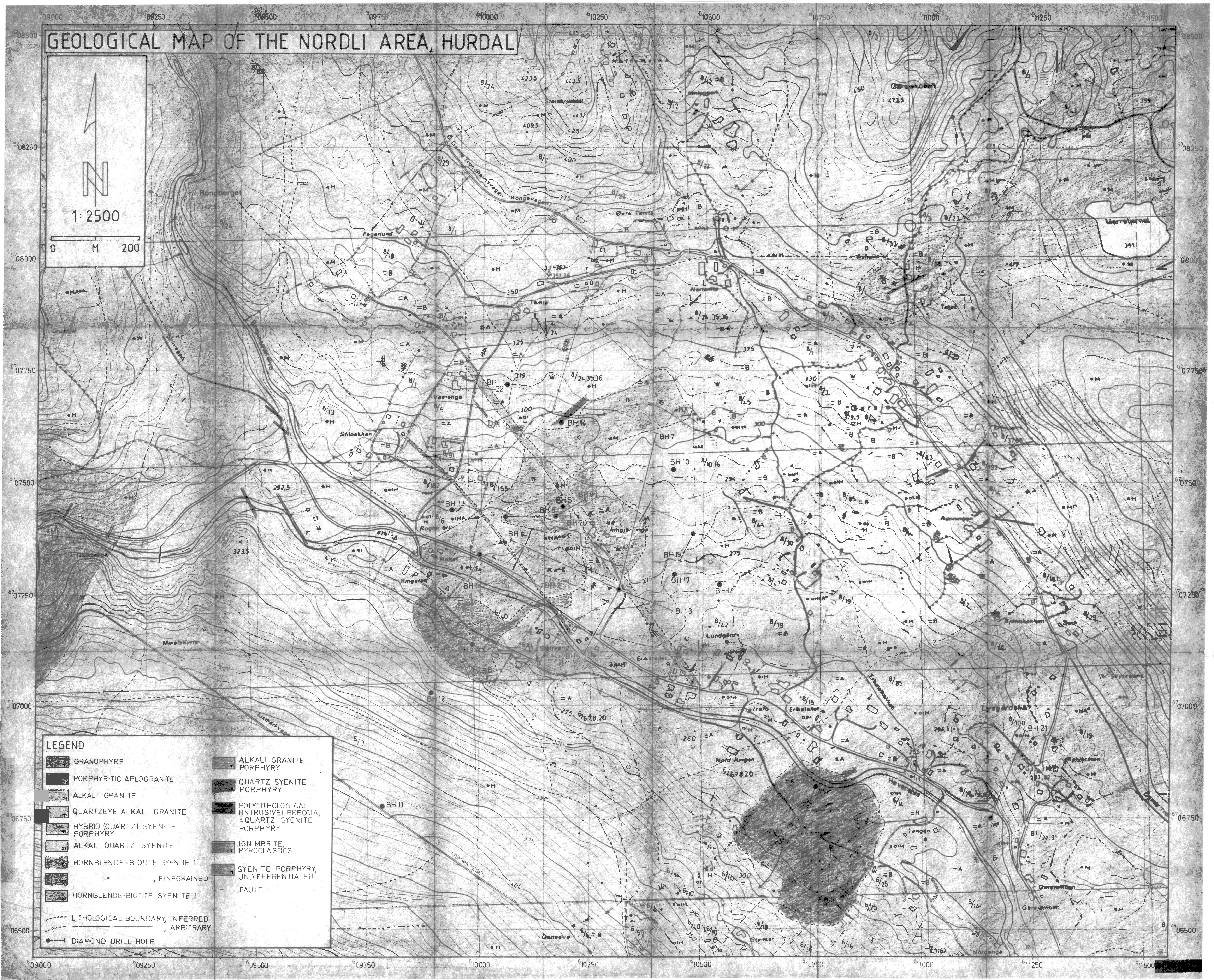


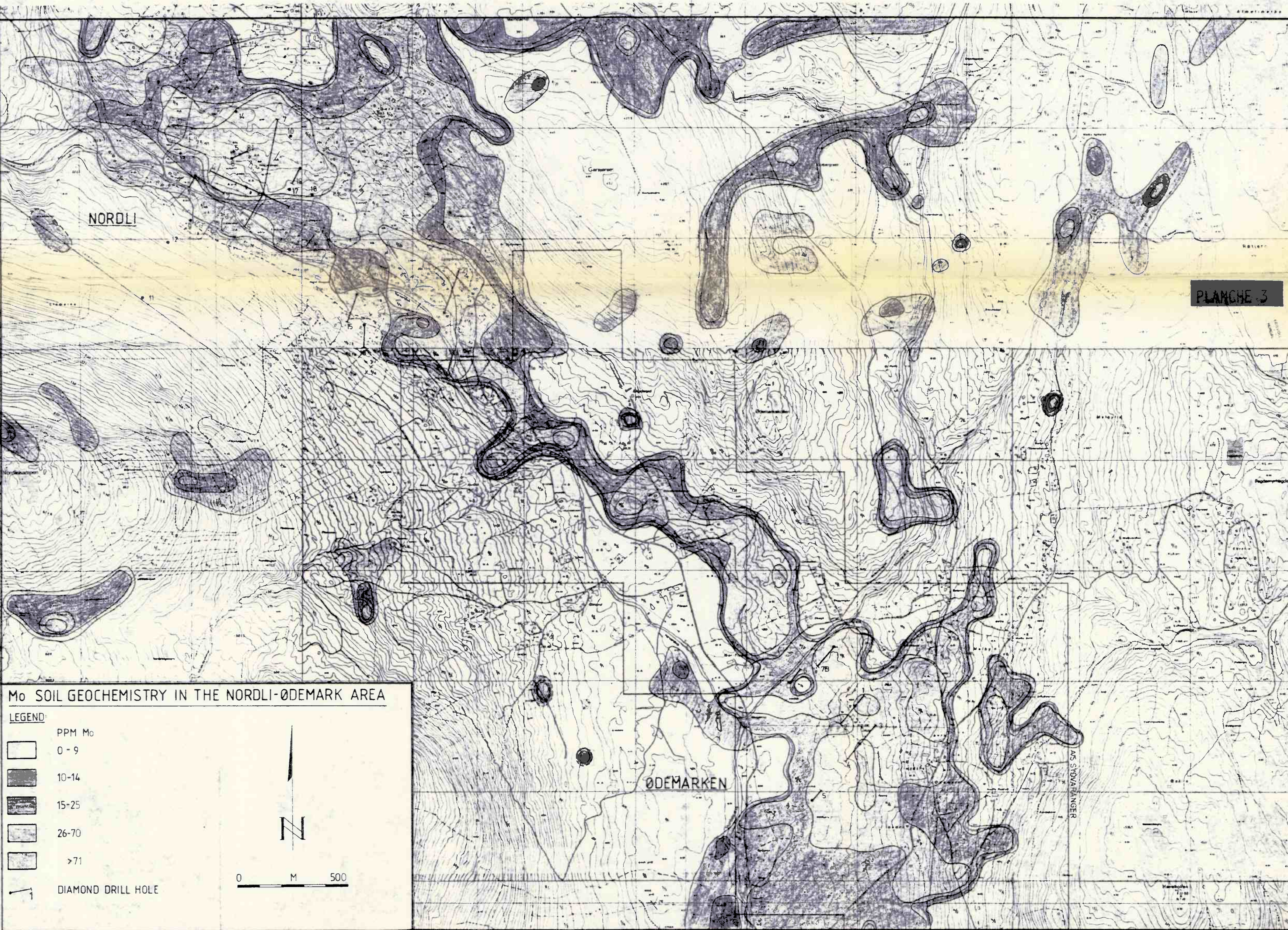
1:2500

0 M 200

LEGEND

- | | |
|--|---|
| GRANOPHYRE | ALKALI GRANITE PORPHYRY |
| PORPHYRITIC APOLOGRANITE | QUARTZ SYENITE PORPHYRY |
| ALKALI GRANITE | POLYTHOLOGICAL (INTRUSIVE) BRECCIA, QUARTZ SYENITE PORPHYRY |
| QUARTZEYE ALKALI GRANITE | IGNIMBRITE, PYROCLASTICS |
| HYBRID (QUARTZ) SYENITE PORPHYRY | SYENITE PORPHYRY, UNDIFFERENTIATED |
| ALKALI QUARTZ SYENITE | FAULT |
| HORNBLENDE-BIOTITE SYENITE II | |
| HORNBLENDE-BIOTITE SYENITE I | |
| LITHOLOGICAL BOUNDARY, INFERRED, ARBITRARY | |
| DIAMOND DRILL HOLE | |





Mo SOIL GEOCHEMISTRY IN THE NORDLI-ØDEMARK AREA

LEGEND

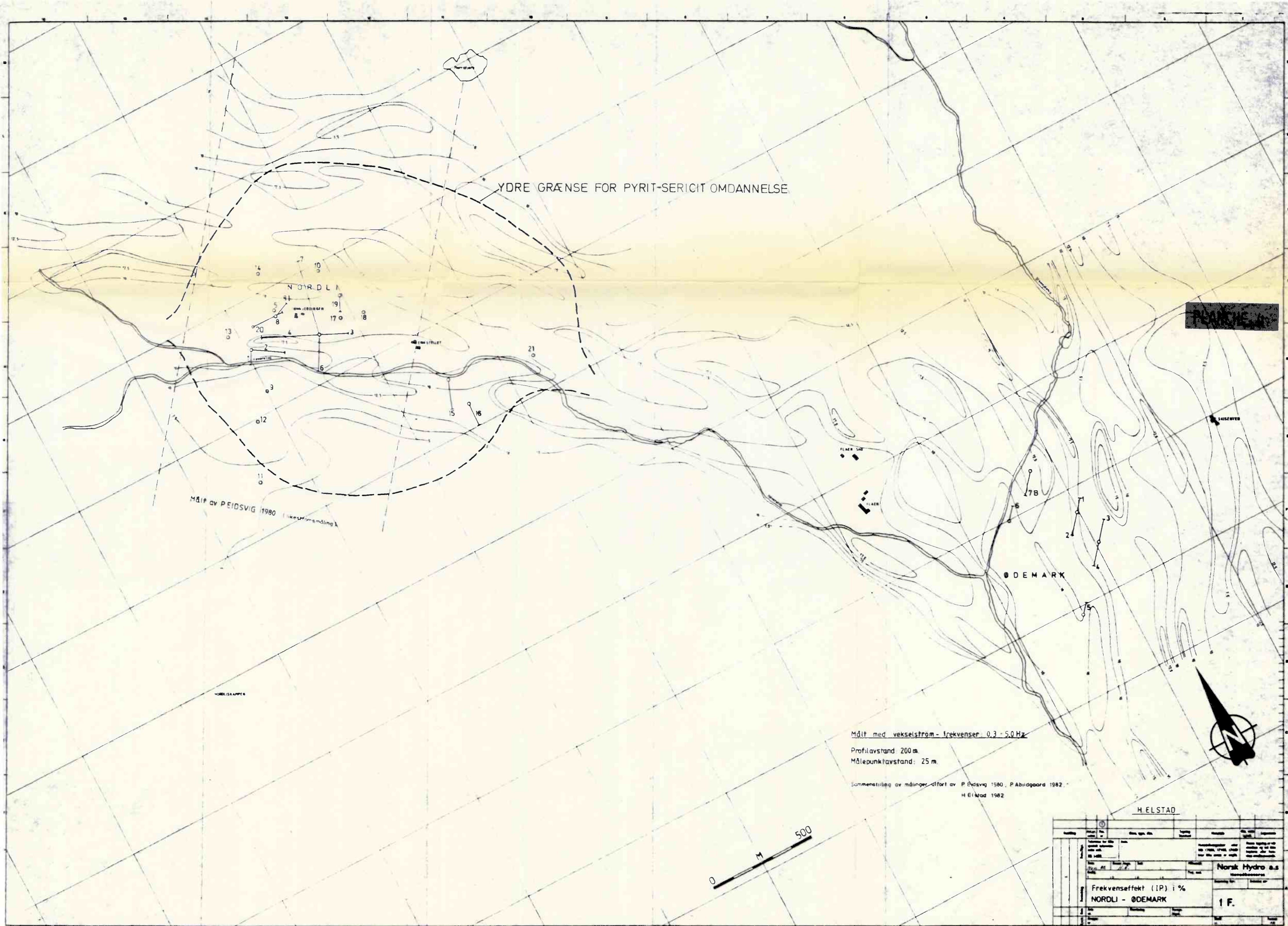
PPM Mo

[White box]	0 - 9
[Light grey box]	10-14
[Medium grey box]	15-25
[Dark grey box]	26-70
[Black box]	>71

DIAMOND DRILL HOLE

0 M 500

N

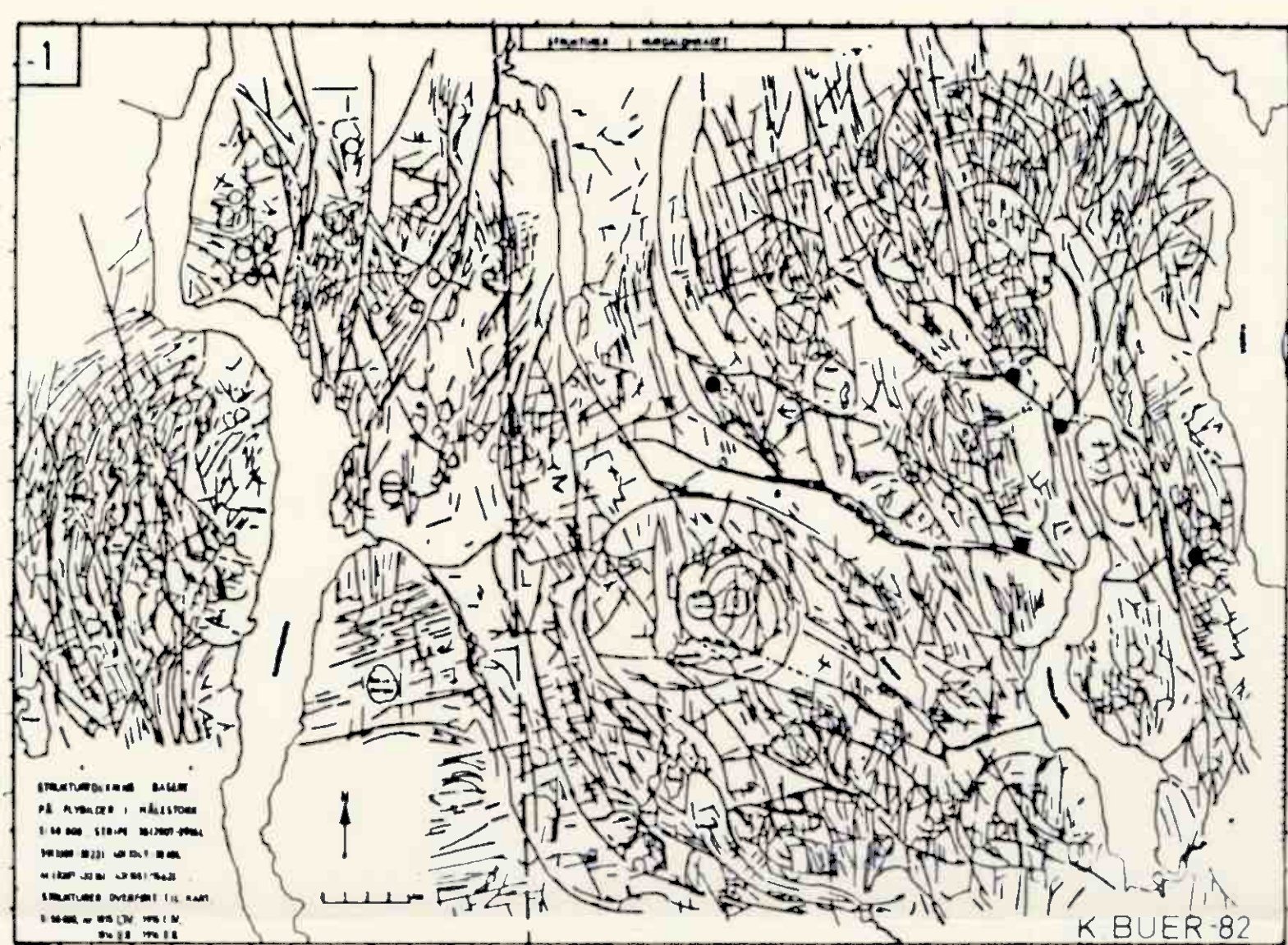




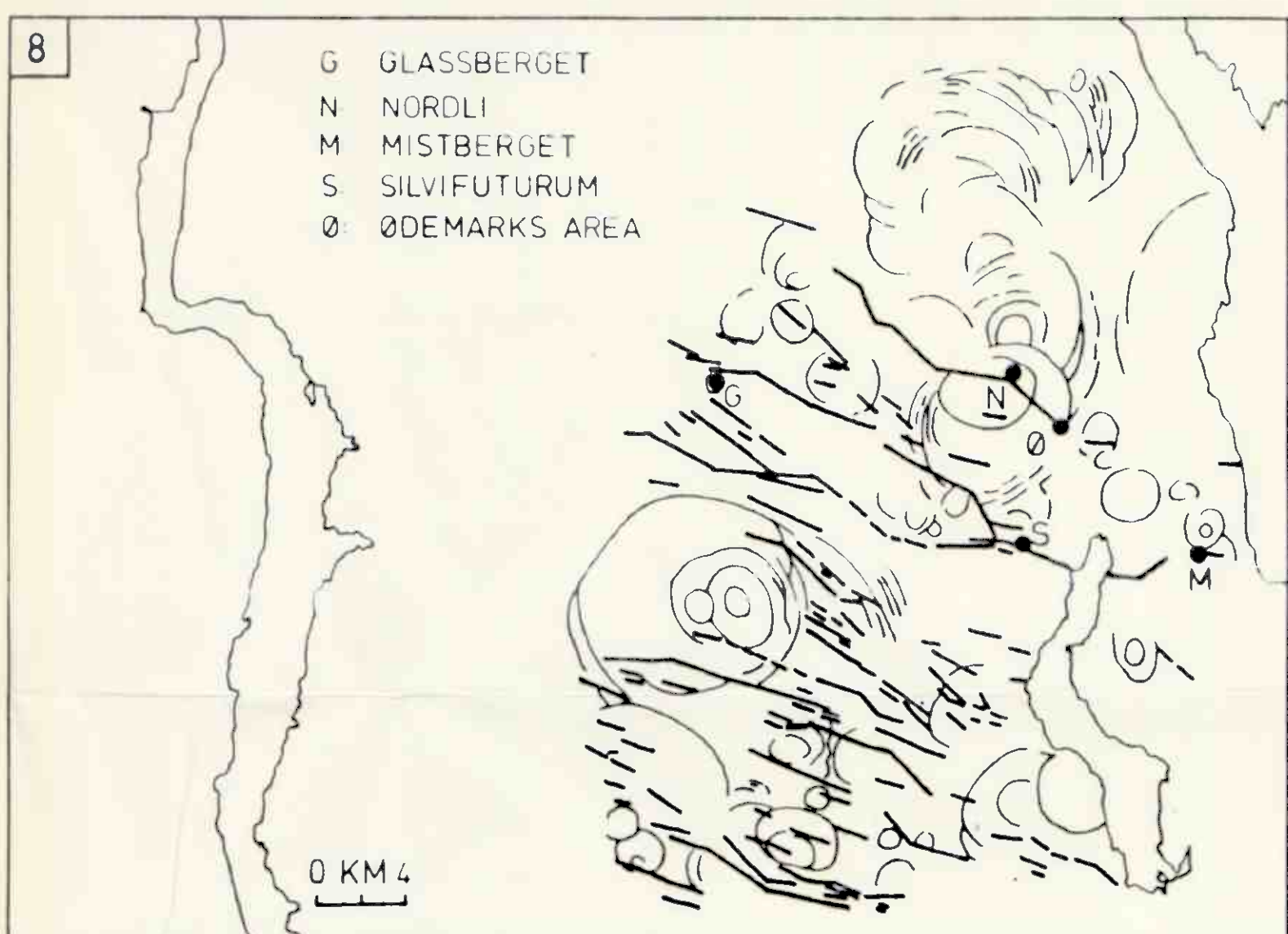
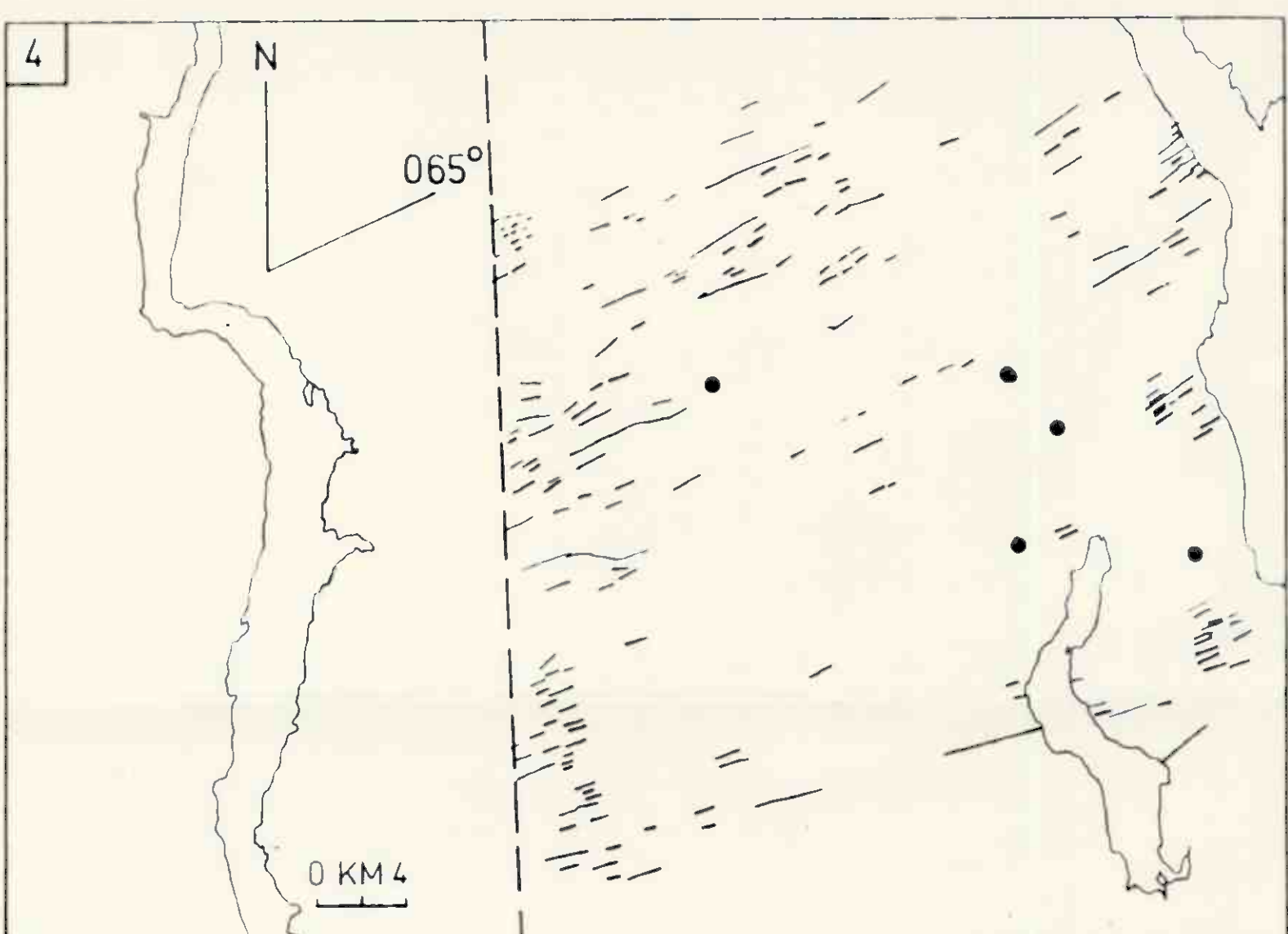
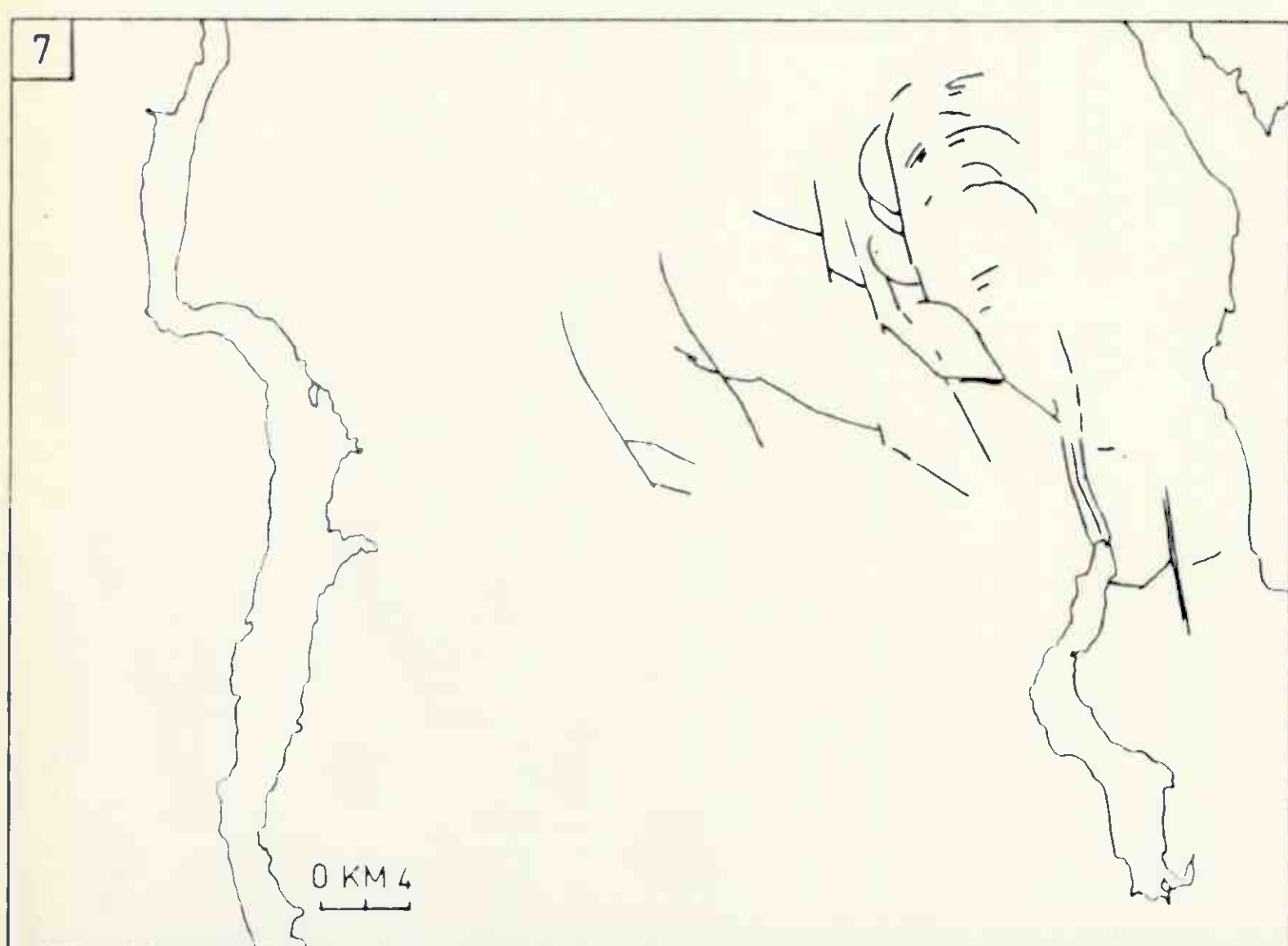
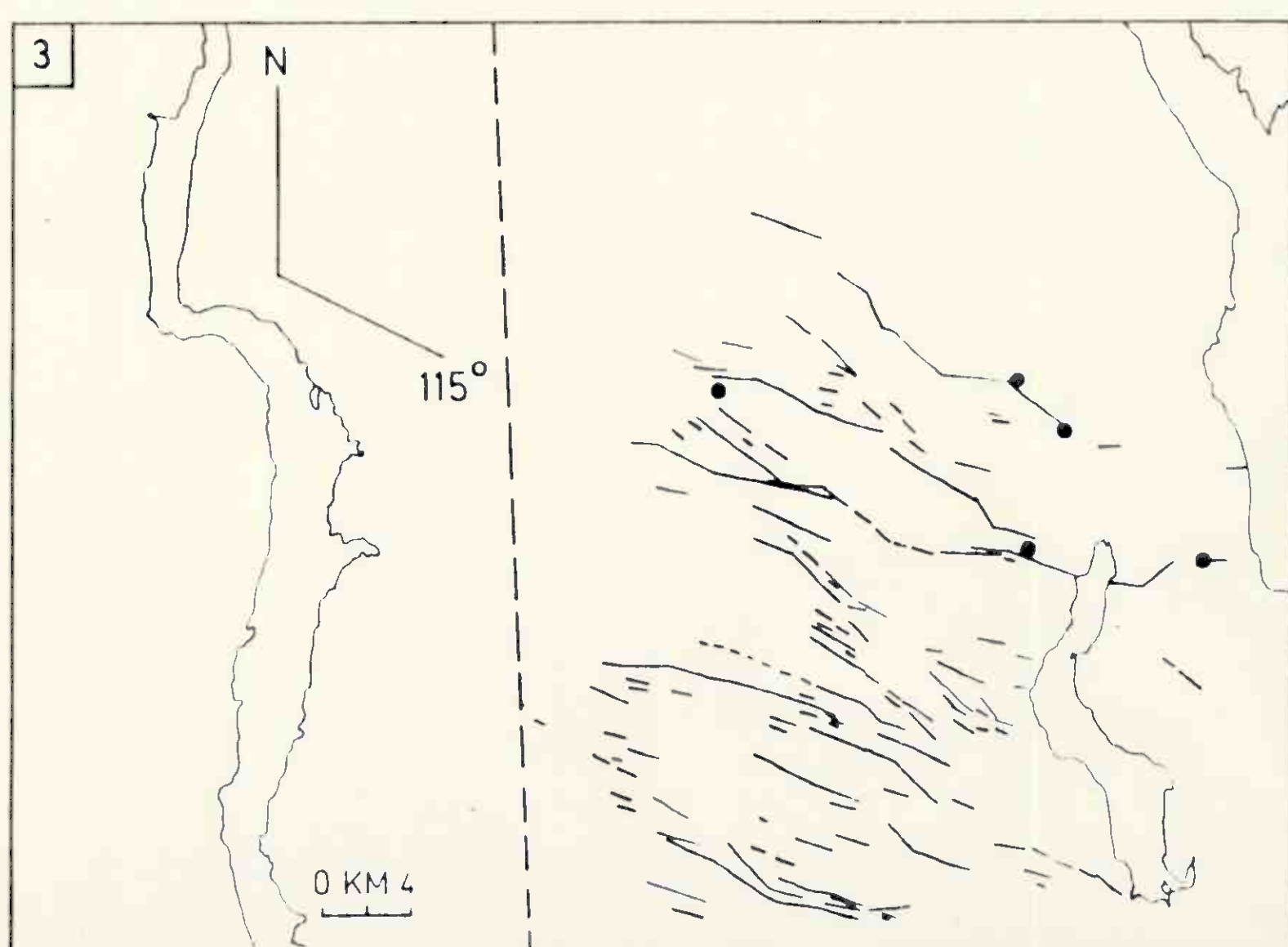
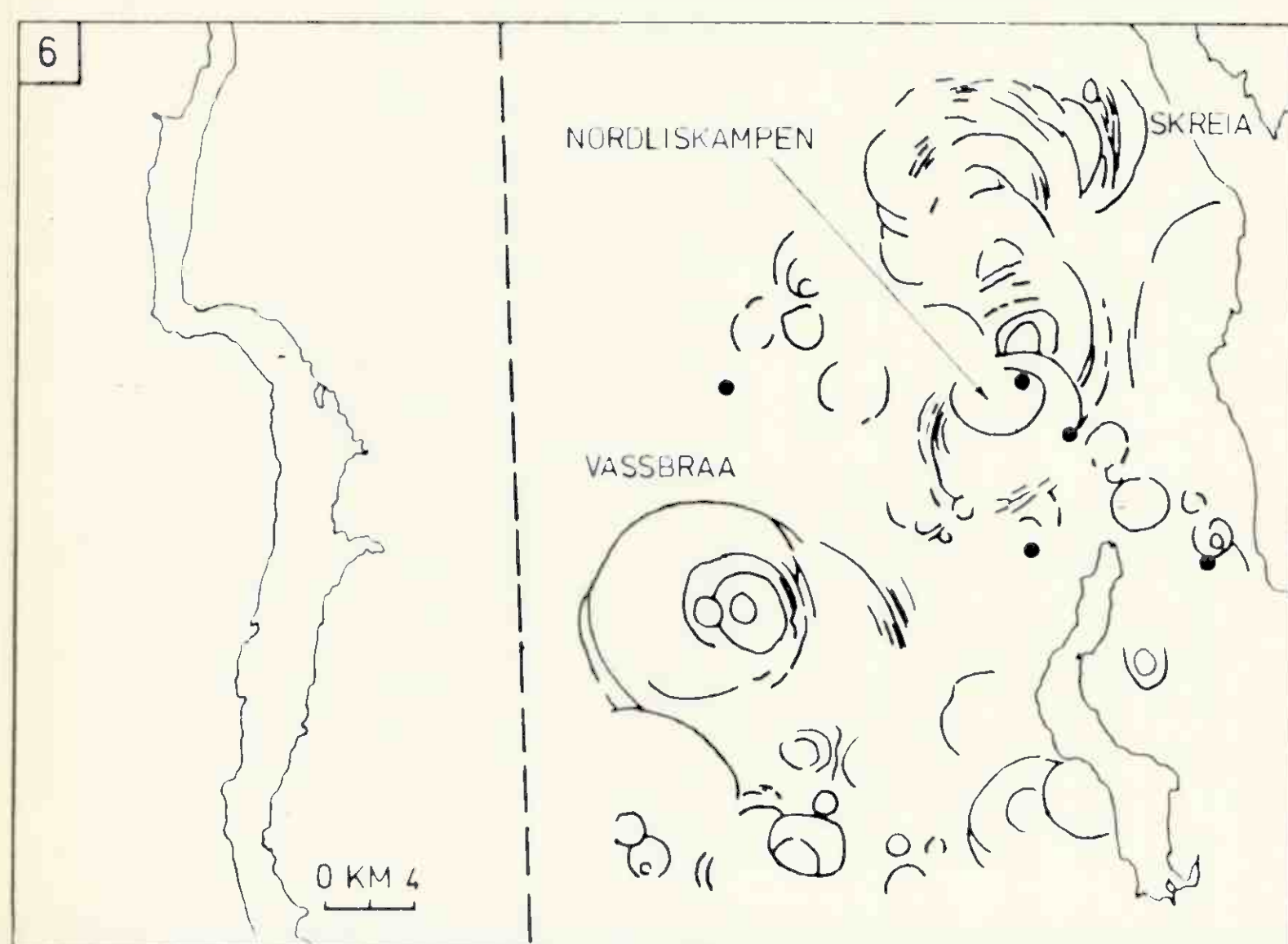
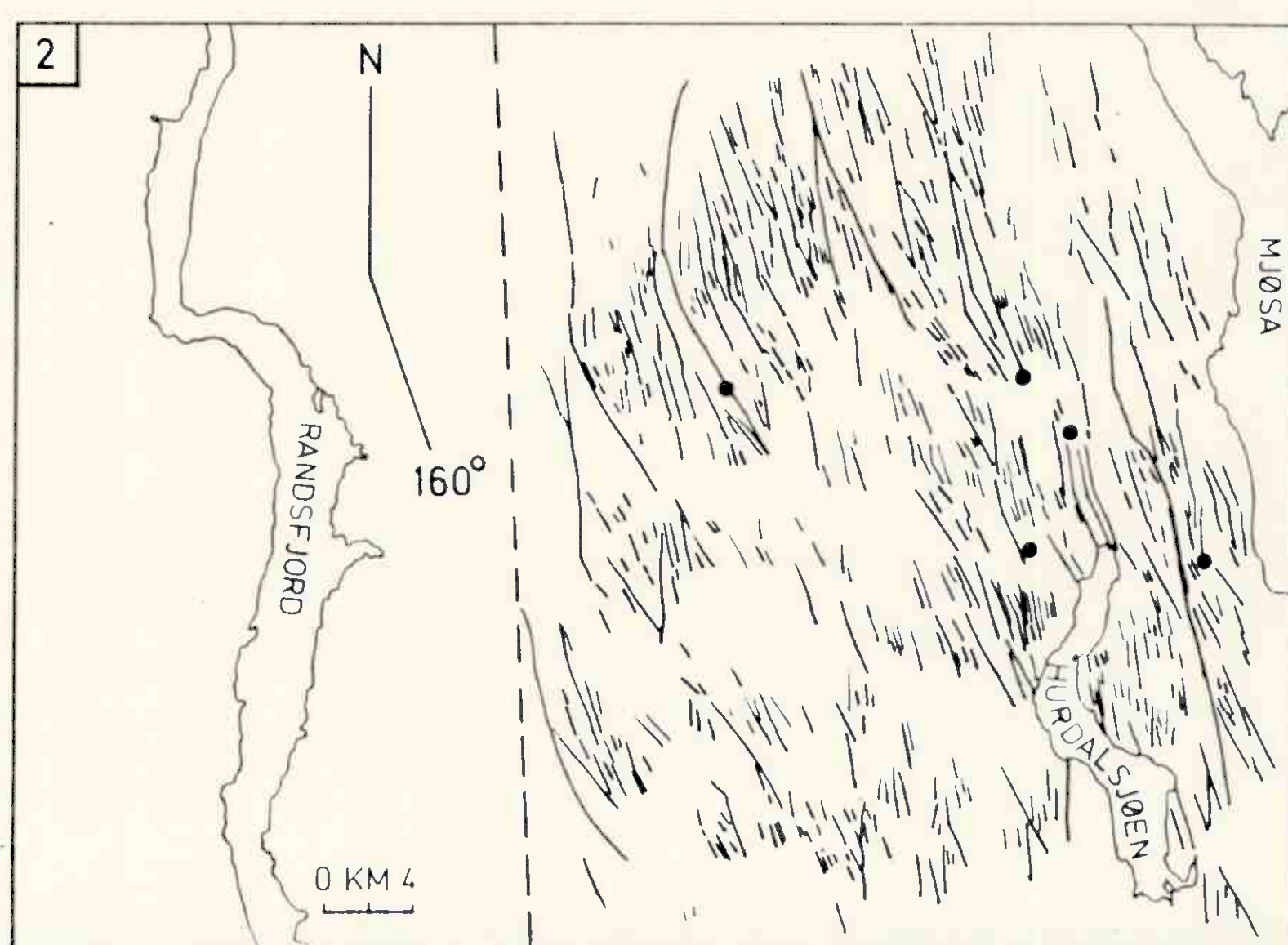
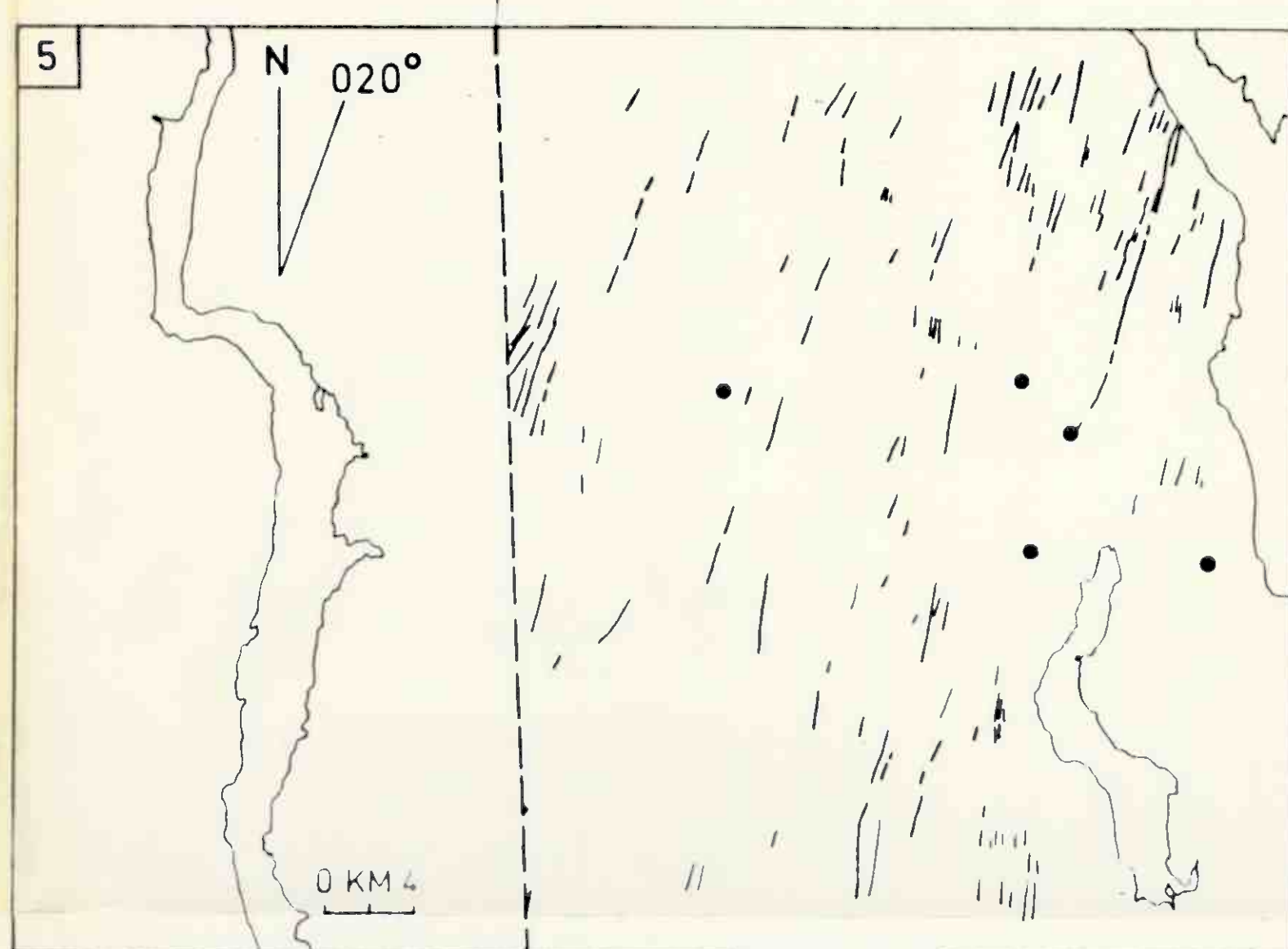
TEGNFORKLARING

-  Magnetiske isolinjer, intervall 100 gamma
-  Hovedvei
-  Annen viktig bilvei

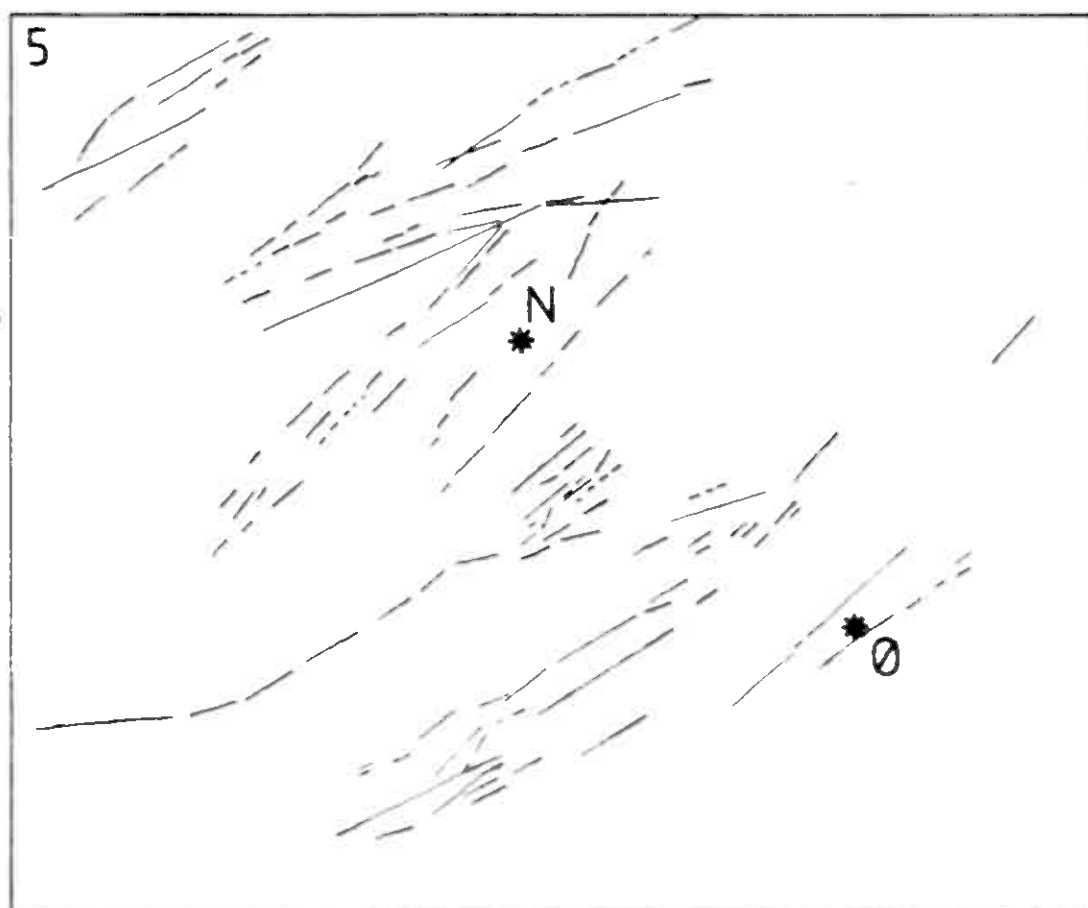
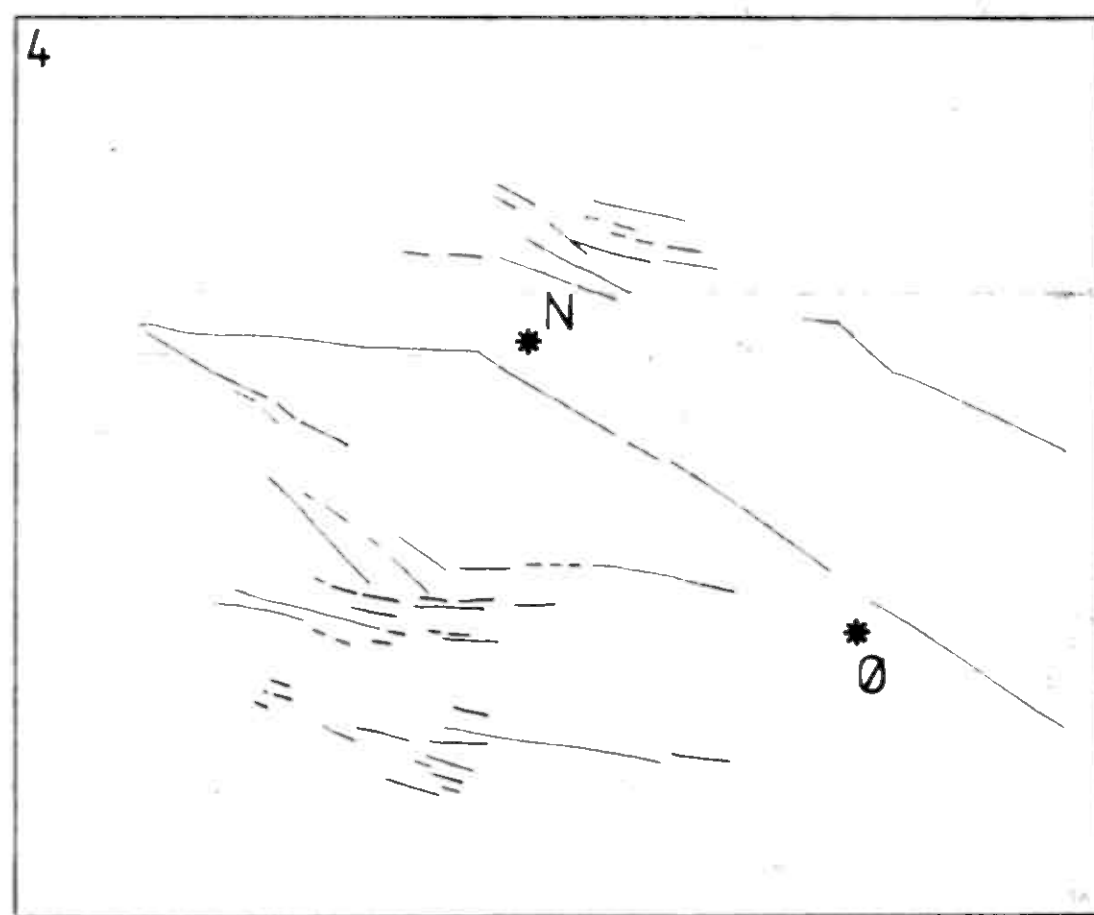
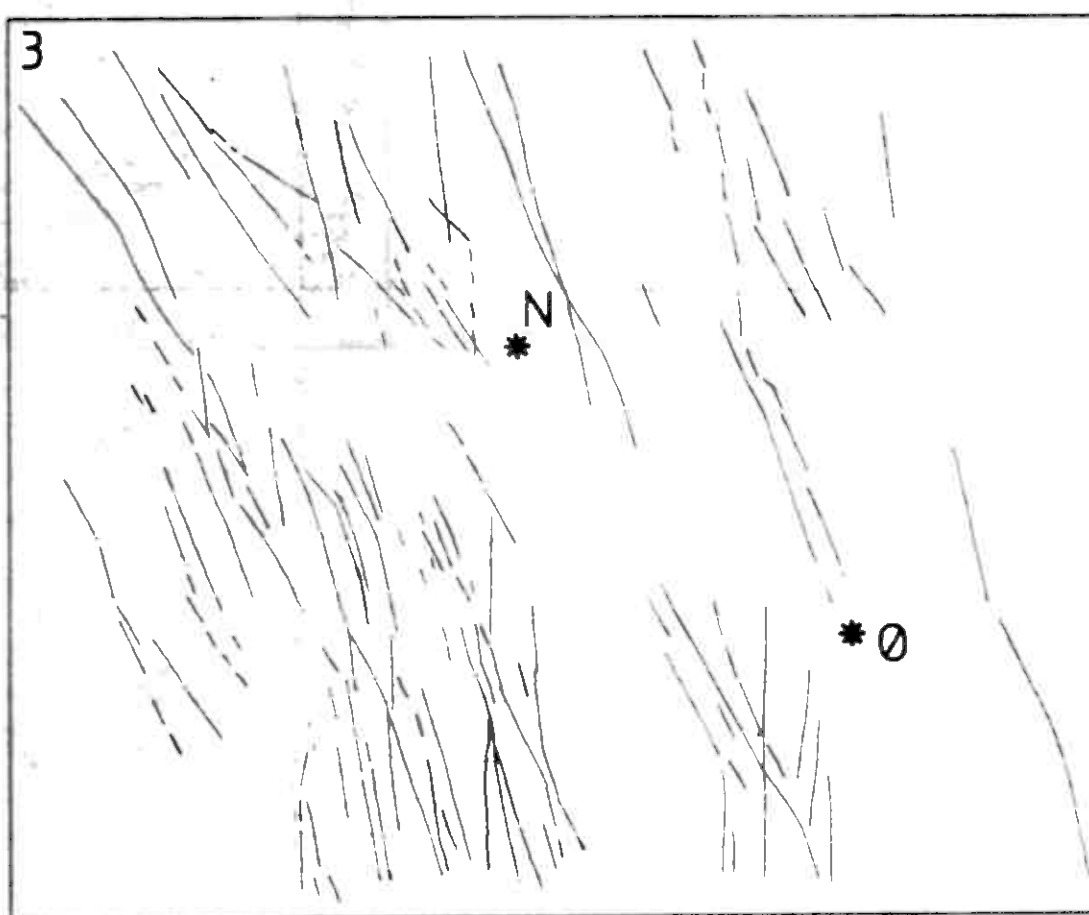
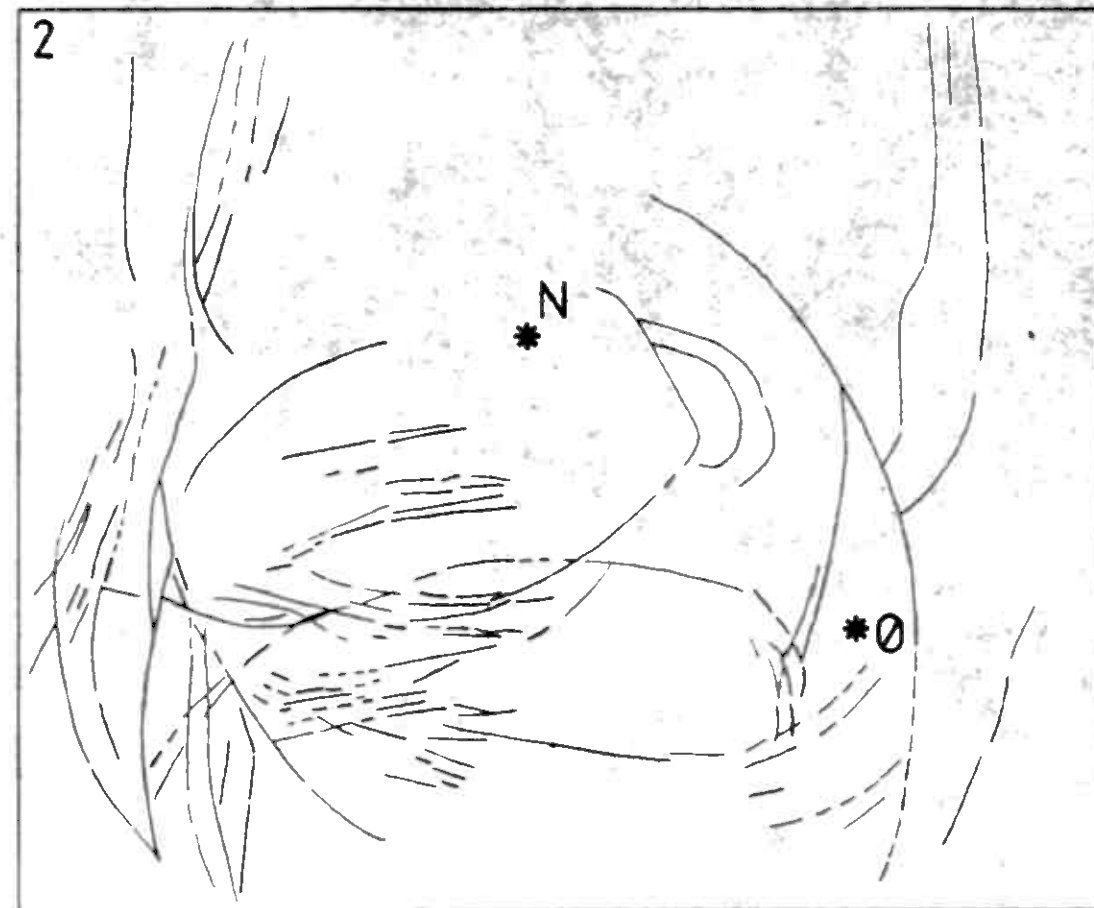
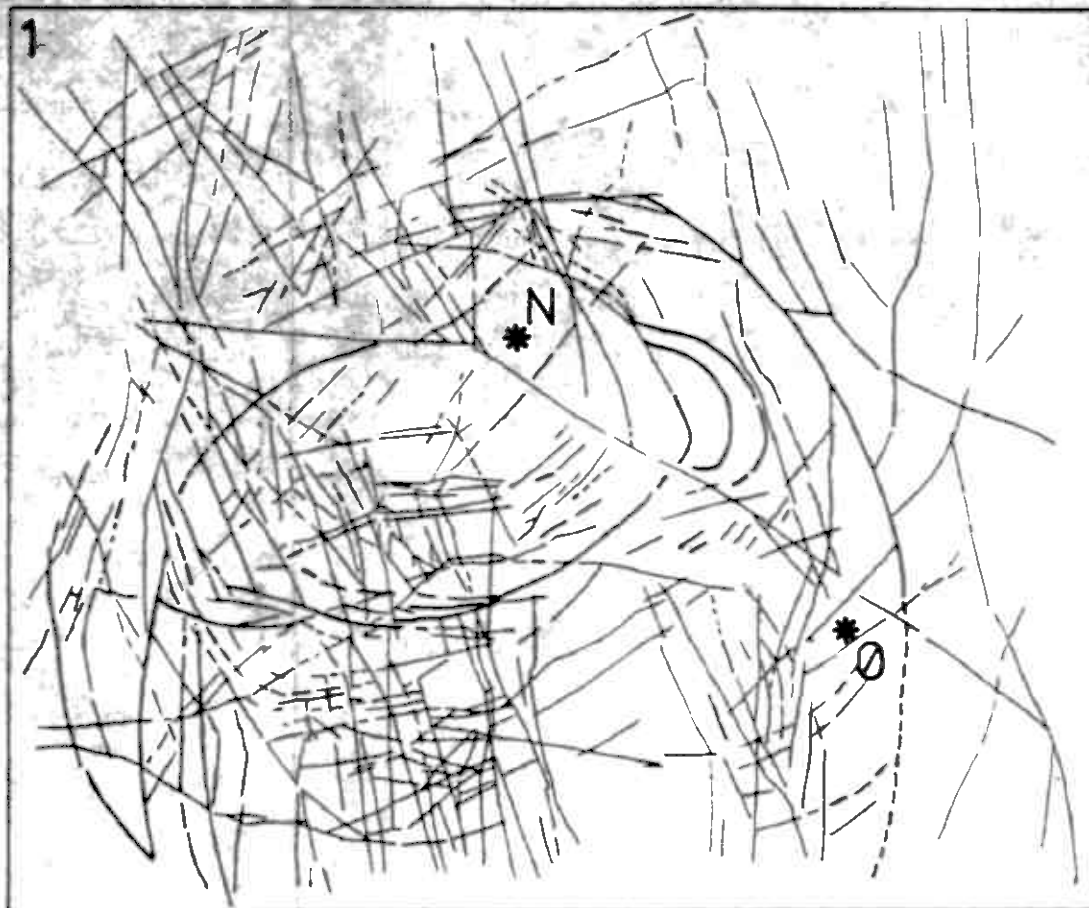
[illegible]



● CENTER OF HYDROTHERMAL ALTERATION; SEE 8

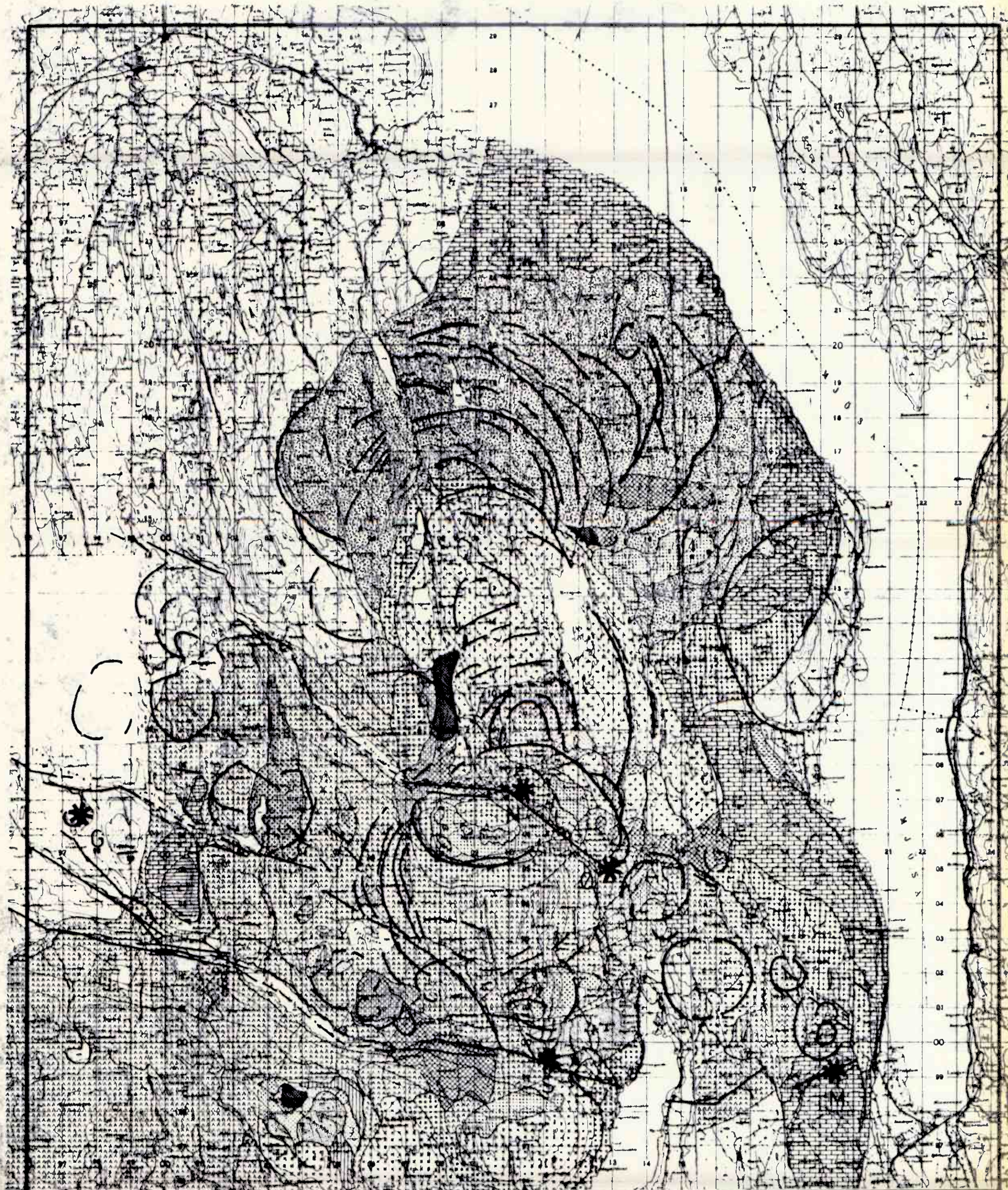


STRUCTURAL ELEMENTS OF THE NORDLI AREA, HURDAL



N: NORDLI
Ø: ØDEMARKS AREA

0 1 2 3 KM



LEGEND

- BI-GRANITE
- QZ-SYENITE
- ALK-GRANITE
- APLOGRANITE/GRANOPHYRE
- QZ-FSP-PORPHYRY
- FSP-PORPHYRY
- FELSITE/FELSIC EXTRUSIVE
- ALLOCLASTIC BRECCIE
- ALK/BI-SYENITE
- PORPHYRITIC SYENITE
- NORDMARKITE
- EKERITE
- GABBRO-PYROXENITE
- MONZONITE
- MONZOSYENITE
- CAMPTONITE
- KAMBRO-SILURIAN
- RB-PORPHYRY
- BASALT
- PRECAMBRIAN BASEMENT-GNEISS
- MO-SULPHIDE OCC./IMPORTANT LOK.
- PB-ZN-MN DEPOSIT

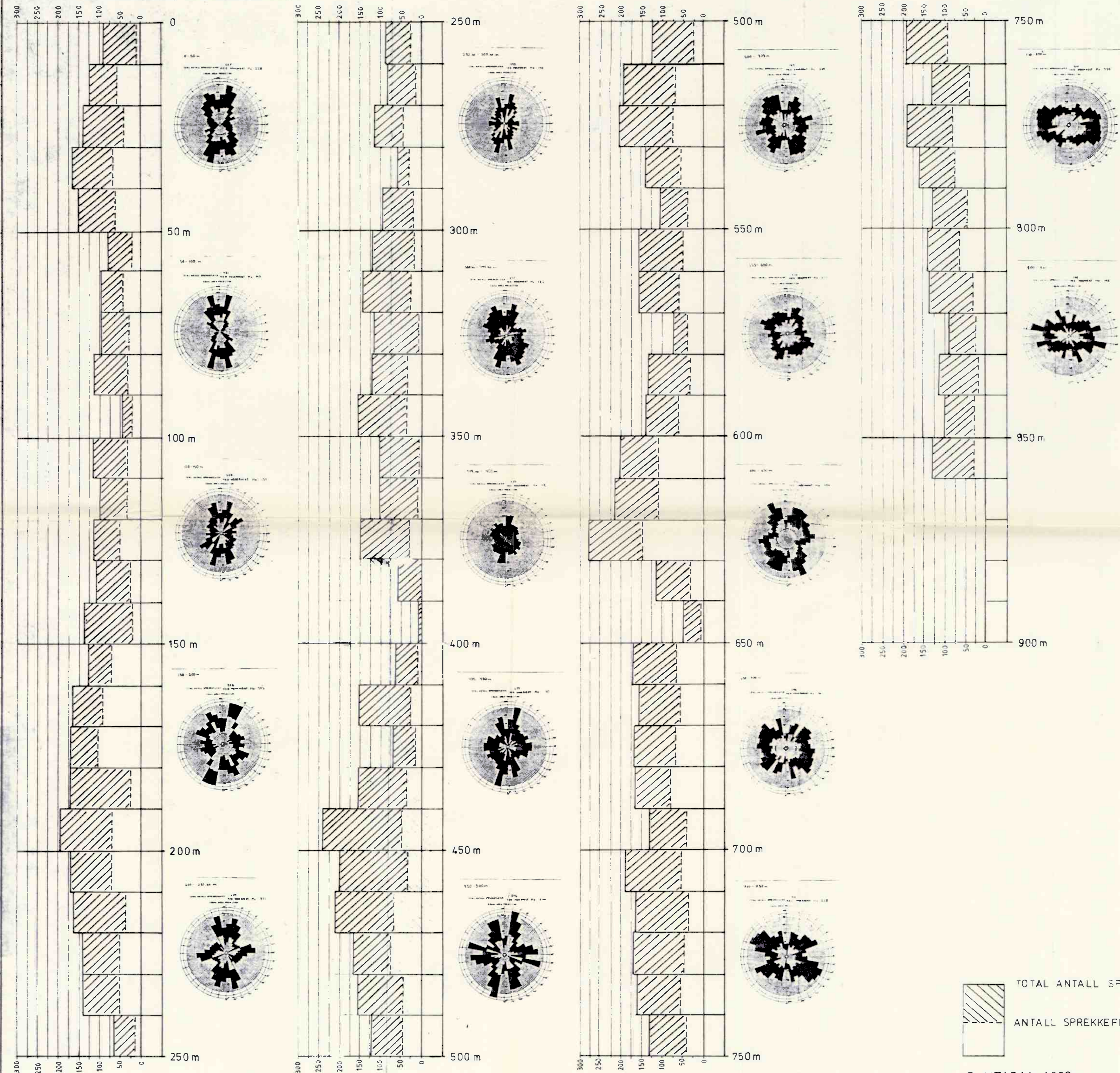
GEOLOGY AND SELECTED STRUCTURAL ELEMENTS OF THE HURDAL AREA.

- RINGFRACTURE
- LINEAR FRACTURE
- N NORDLI
- M MISTBERGET
- G GLASSBERGET
- S SILVIFUTURUM
- O ØDEMARK AREA

POSITION OF FRACTURES BASED ON AIR PHOTO INTERPRETATION BY K.BUER 1982.
GEOLOGY BY J.S.PETERSEN 1980.

SPREKK ANALYSE AV BOREHULL 8^I, NORDLI, 0 - 860 m

HISTOGRAMMET VISER
ANTALL SPREKKEFLATER. SPREKKEDIAGRAM.



TOTAL ANTALL SPREKKEFLATER
ANTALL SPREKKEFLATER MED SIKKER MØ.

T. VEISAL 1982

Bestilling		Ant. pr. enhet		Pos. nr.		Navn, type, dim.		Tegning Standard		Materiale		Hts. vekt kg/stk		Lagernorm	
Dato: 17/8-82		Godkj:		Konstr./tegn. T.V.		Sett		Målestokk		Proj. met.		Norsk Hydro a.s. Hovedkontoret		Erstattet av:	
1		2		3		4		5		6		7		8	
1 F.		2		3		4		5		6		7		8	
Hensyn		Gruppe		Hensyn		Beregnet		Beregnet		Beregnet		Beregnet		Beregnet	
Hensyn		Gruppe		Hensyn		Beregnet		Beregnet		Beregnet		Beregnet		Beregnet	