



Bergvesenet

Postboks 3021, 7002 Trondheim

Rapportarkivet

Bergvesenet rapport nr BV 1651	Intern Journal nr	Internt arkiv nr	Rapport lokalisering Trondheim	Gradering
Kommer fra ..arkiv	Ekstern rapport nr Hydro 374	Oversendt fra	Fortrolig pga	Fortrolig fra dato:
Tittel Statusrapport Hurdal N / Østkanten 1981				
Forfatter Dannow, Verner		Dato 07.04 1982	Bedrift Norsk Hydro A/S	
Kommune Hurdal	Fylke Akershus	Bergdistrikt Østlandske	1: 50 000 kartblad	1: 250 000 kartblad
Fagområde Geologi Geokjemi Geofysikk	Dokument type		Forekomster Mistberget Silvifuturum Hellandsmyr Fjellsjøen Feiring Langtjern Svartungsbekken	
Råstofftype Malm/metall	Emneord Mo			
Sammendrag				



Norsk Hydro

Postadr.: Postboks 2594, Solli
Oslo 2 - Norway
Kontoradr.: Lørenfaret 3, Økern
Telefon: (02) 15 90 10
Telegram: norskhydro
Telex: 16473 hydro n

BV 1651

☒ Rapport	☐ Notat	☐ Referat	☐ PM	Polydoc nr. (NR)	Arkivnr. (BI)
Rapport nr.		Eksemplar nr.		Antall sider (BI)	Arkivsted (BI)
1316/82 -				54	HK Øk
Sirkulasjon	Fordeling			Tittel (TI)	
i Prosp.avd.	1. T.Vrålstad 2. V.Dannow 3. rød kopi 4. grønn kopi 5. sirk. og til P. arkiv 5. P.arkiv			Statusrapport Hurdal N/Vstkanten 1981	
35	T&F			Dato (DI)	
	Avdeling/seksjon			7.4.1982	
	Prospekteringsavd.			Felt	
	Forfatter (FO)			VRD/Skj	
	Godkjent av				
Vedr. undersøk. (FA)			Sted (FA)		
20736			Hurdal N/Vstkanten		
Emneord (EO)			Molybden		
Porfyrforekomst			Østfjeldet		
Regional geologi			Porfyrforekomst		

Resyme/konklusjon (RE)

Prospektering etter porfyr-molybden-forekomster i Hurdal N/V - Østfjeldområdet har pågått siden 1974 med økende innsats fra 1978, da Nordliforekomsten ble funnet.

Det regional-geologiske bilde er stort sett fastlagt, men kronologi og genese av de permiske intrusiver diskuteres stadig.

De intrusive bergarter, som er relatert til porfyr-mineraliseringene, er kvartssyenitt og granitter, mikrogranitter, granofyrrer og porfyrrer.

Det finnes 2 epoker med Mo-mineralisering i feltet:

1. En tidlig, finkornet type, som er knyttet til massive, diffuse ikke-sprekkebundne omvandlinger i ekstrusive bergarter.
2. Sene, intrusivt relaterte mineraliseringer, hvor stockwerk Mo-mineraliseringen ved Nordli representerer den viktigste type. Andre mineraliseringer er knyttet til pegmatitter, aplitter, grensesoner, strukturer etc.

Følgende lokaltfelt er blitt undersøkt: Hurdal N/Nordli, Mistberget, Silvifuturum, Hellandsmyr, Fjellsjøen, Feiring, Langtjern, Svartungsbekken, deler av Skreia.

Undersøkelsene har innbefattet detaljkartlegging, jordprøvegeokjemi, geofysikk samt ialt 3.500 m boring. Bortsett fra HurdalN/Nordli og Mistberget kan alle lokaltfelt nedprioriteres.

Anbefaling, videre arbeid

Alle jordprøveanomalier fra 1981 i HurdalN/Nordli skal følges opp med intens sporletting og evt. røsking. Dessuten skal Røtjern Qz-syenitten, samt de tilgrensende, eldre bergarter undersøkes nøyer med sporletting/kartlegging, og jordprøver bør innsamles i udekkede områder.

Et hull på maks. 500 m bør bores på Mistberget, for å få et endelig svar på om det finnes en interessant forekomst på dyptet.

Erfaringene fra disse undersøkelser anvendes i andre, tilsvarende felt.

1 STATUSRAPPORT HURDAL N/ØSTKANTEN
1981

2 LITTERATURLISTE OSLOFELT N

3 OVERSIKTER :
Mutinger, geologi, geokjemi, geofysikk

RAPPORTUTSNITT AV:

4 J.P.Nystuen 1975
J.S.Petersen 1980
J.S.Petersen 1981
P.M.Ihlen - E.Rasmussen 1981
A.Rehkopff 1981

LOKALFELTER:
Hurdal/Nordli-området
Mistberget
5 Hellandsmyr
Fjellsjøen
Svartungsbekken

6 REGIONAL GEOKJEMI

INNHALDSFORTEGNELSE

FORSIDE

INNHALDSFORTEGNELSE

BILAGSFORTEGNELSE

	side
1. INNLEDNING	1
2. HISTORIKK	2-5
3. REGIONAL GEOLOGI	5-16
3.1. Innledning	5
3.1.1. Trønnnes (79)	5
3.1.2. J.S.Petersen (80)	6
3.1.3. Geologisk feltarbeid 81	7
3.2. Områdets geologi og kronologi	7
3.2.1. Innledning	7
3.2.2. J.S.Petersen (80-81)	8
3.2.3. Nystuen (75)/Gaut (81)	10
3.2.4. Ihlen og Rasmussen (81)	12
3.2.5. A.Rehkopff (81)	13
3.2.6. Sammendrag	14
4. GEOKJEMI	16-18
4.1. Innledning	16
4.2. Behandlingsprosedyrer for jordprøver	17
4.3. Viktige punkter	17
4.3.1. Anomaliinndeling	17
4.3.2. Valg av prøvetetthet	18
4.3.3. Oppfølging av anomalier	18
5. LOKALFELTER	19-44
5.1. Innledning	19
5.2. Hurdal N/Nordli	20
5.2.1. Innledning	20
5.2.2. Undersøkelsene	21
5.2.3. Anomalibildet	21
5.2.4. anbefaling	24

	side
5.3. Mistberget	25
5.3.1. Innledning	25
5.3.2. Geologi	26
5.3.3. Geokjemi	26
5.3.4. Geofysikk	27
5.3.5. Boring	28
5.3.6. Feltarbeid 1981	32
5.3.7. Konklusjon	32
5.3.8. anbefaling	34
5.4. Silvifuturum	34
5.4.1. Geologi	34
5.4.2. Omdannelser og mineraliseringer	35
5.4.3. Geokjemi	35
5.4.4. Geofysikk	36
5.4.5. Konklusjon	36
5.5. Hellandsmyr	37
5.5.1. Innledning	37
5.5.2. Geologi	37
5.5.3. Geokjemi	38
5.5.4. Geofysikk	38
5.5.5. Konklusjon	38
5.5.6. anbefaling	39
5.6. Fjellsjøen	39
5.6.1. Innledning	39
5.6.2. Utført arbeid	39
5.6.3. Geokjemi	40
5.6.4. Konklusjon	41
5.7. Feiring	41
5.8. Langtjern	42
5.8.1. Innledning	42
5.8.2. Utført arbeid	42
5.8.3. Geofysikk	43
5.8.4. Konklusjon	43
5.9. Svartungsbekken	44

	side
6. SAMMENDRAG OG KONKLUSJON	45-54
6.1. Innledning	45
6.2. Geologi	45
6.3. Geokjemi	48
6.4. Geofysikk	50
6.5. Mineralisering	51
6.6. Konklusjon	52
6.7. Anbefaling	53

BILAGSFORTEGNELSE

Bilag

1 Litteratur

- 1.1. Litteratur/arbeidsoversikt Oslofelt Nord
- 1.2. Ekstern litteraturliste

2. Oversikter

- 2.1. Oversikt over del-områder og mutinger 1.1.82. Oslofelt Nord
- 2.2. Oversikt over utført geologi, når, hvor, av hvem kart 1-4
- 2.3. Oversikt over utført jordprøvegeokjemi - når, hvor.
- 2.4. Oversikt over utført mag.geofysikk - når, hvor
- 2.5. Skjema over innsamlede jordprøver 1979-81.
- 2.6. Fortegnelse over mutinger opprettholdt av NH pr. 1.1.1982
- 2.7. Jordprøver - feltobservasjoner
- 2.8.

3. Rapportkopier

- 3.1. Utsnitt av J.P.Nystuen, 1975, NGU nr.317: Plutonic and Subvolcanic Intrusions in the Hurdal Area, Oslo Region.
- 3.2. Utsnitt av J.S.Petersen, 1980, Intern rapport: Geologiske relationer i Hurdal-Nord, samt assosierede Mo-mineraliseringer.
- 3.3. Utsnitt av J.S.Petersen, 1981. Intern rapport: Hurdal Pluton Center.
- 3.4. Utsnitt av P.M.Ihlen & E.Rasmussen, 1981, Intern rapport: Geologisk kartlegging av intrusive bergarter i Hurdalsområdet, sommer 1981.
- 3.5. Utsnitt av A.Rehkopff, 1981, Intern rapport: Geologien i Skrukkeli - Høversjøen-området.

4. Lokalfelter

- 4.1. Hurdal/Nordli-området
 - 4.1.1. Jordprøvegeokjemi 1:10.000 1980, Nordliområde 1.
Lokalitetsnr., Mo, Zn, Pb, Cu, Mn, Fe kart 1-7
 - 4.1.2. Jordprøvegeokjemi 1:10.000 1981, Hurdal N/Nordli, område 1
Lokalnr., Mo,Zn,Pb,Cu,Mn,Fe, prøve kvalitet, kart 1-8
 - 4.1.3. Jordprøvegeokjemi 1:5.000,1980/82 Nordliskampen-området kart 1-7
- 4.2. Mistberget
 - 4.2.1. Geologisk kart 1:10.000 Ihlen, Mistberget kart 1
 - Hydrothermal omvandling 1:10.000 Ihlen, Mistberget kart 2
 - Fordeling av mineraliseringstyper, Ihlen, Mistberget 1:10.000 kart 3

- 4.2.2. Analysebevis fra BH3, Mistberget
- 4.2.3. Jordprøvegeokjemi 1:10.000, 1980, Mistberget område 4
Lokalitet, Mo, W, Zn, Pb, Cu, Mn, Fe kart 1-8
- 4.2.4. Jordprøvegeokjemi 1:10.000, 1981, Mistberget område 4
Lokalitet, Mo, Zn, Pb, Cu, Mn, Fe kart 1-7
- 4.3. Hellandsmyr
- 4.3.1. Geologi og geofysikk 1:10.000 L.N.Jensen-H.Elstad,
Hellandsmyr 1979/81 kart 1-2
- 4.3.2. Jordprøvegeokjemi 1:10.000, 1981, Hellandsmyr område 6
Lokalitet, Mo, Zn, Pb, Cu, Mn, Fe kart 1-7
- 4.4. Fjellsjøen
- 4.4.1. Jordprøvegeokjemi 1:10.000, 1979, NGU, Fjellsjøen
Mo, Zn kart 1-2
- 4.4.2. Jordprøvegeokjemi 1:10.000, 1981, Fjellsjøen område 9
Lokalitet, Mo, Zn, Pb, Cu, Mn, Fe kart 1-7
- 4.5. Svartungsbekken
Jordprøvegeokjemi 1:50.000 1979 Mo, Zn kart 1-2
- 4.6. Silvifuturum
Jordprøvegeokjemi 1:50.000 1979
Mo, Zn, Mn, Fe kart 1-4
- 5. REGIONAL GEOKJEMI
- 5.1. Hurdal-regionen
Vannprøvegeokjemi 1:100.000, 1981
F-verdier, pH-verdier kart 1-2

1. INNLEDNING

Oslofeltets potensiale som porfyr molybdenprovins ble første gang verifisert i felten av Norsk Hydro i august 1974, i de sentrale deler av Glitrevann-kalderaen nord for Drammen (Schönwandt 1975).

Denne rapport er en sammenstilling og en vurdering av det arbeid som har foregått siden 1974 for å finne porfyr molybden forekomster i Hurdal Nord og Østkantområdet i det nordlige Oslofelt.

Flere interessante områder ble funnet av T.Vrålstad under den regionale sporleting i 1978-79 (Nordli, Rustad, Silvifuturum). Disse "targets" er, sammen med flere andre som er funnet senere (Mistberget, Nordliskampen, Hellandsmyr, Fjellsjøen, Raumyr og Feiring), blitt detaljkarlagt og sporlett, noen er undersøkt med jordprøver og magnetometri, mens 2 "Targets" er testet med tilsammen 4.300 m diamantboring til nå.

Et område på ca. 500 km² er blitt regionalkartlagt i skala 1:10.000 og sammentegnet i 1:50.000 for å bedre forståelsen for den regional-geologiske oppbygging. Formålet med dette er:

1. å finne og avgrense områder med gode muligheter for nye prospekter, samt
2. å lette evalueringen av data fra allerede fundne "targets".

Dessuten er det ialt innsamlet 4.200 jordprøver og dekket ca. 25km² med bakkemagnetometri.

Tolking av geodata er en dynamisk prosess, hvor nye teorier og dermed nye muligheter må involveres og testes kontinuert. Basis for dette er bl.a. at alt grunnlagsmateriale finnes lett tilgjengelig.

Jeg har derfor lagt vekt på å gjennomgå og oppsummere det arbeid som er utført til nå på forskjellige felter, både regionalt og en detalje, med konklusjon og anbefaling for videre innsats. Dessuten finnes i form av bilag en oversikt over utført arbeid. Hvis resultatene ikke er tatt med i form av rapportutsnitt eller kart, er de referert i teksten og litteraturlisten (bilag 1).

2. HISTORIKK

Det nordlige Oslofelt har helt siden begynnelsen av 1970-årene hatt Norsk Hydros bevåkenhet som prospekteringsfelt. Frem til 1975/76 var det hovedsaklig flusspat og scheelit som var av interesse, men allerede i 1974 besøkte H.K.Schönwandt Raumyrforekomsten i Feiring, med tanke på porfyr Cu/Mo-mulighetene i Oslofeltet.

De positive funn i Glitrevannkalderaen i 1974 bevirket en mindre aksjon i 1976, med innsamling av bekkersedimenter, samt noen ukers sporleting av A.Geyti (ÅU) omkring Rustad og Hurdal, spesielt i områder med biotitt granitt. På tross av sterkt positive indiksjoner fra bekkersedimentene, ble det ikke funnet mineraliserte eller omdannede områder som kunne relateres til porfyr Mo-forekomster.

I 1974-76 samlet NGU inn bekkersedimenter på kartblad Hurdal, Nannestad, Østre Toten og Eidsvoll, som ledd i en regional geokjemisk kartlegging av Norge. Disse prøvene ble først analysert (og interessante) etter våre funn et par år senere.

Det var nemlig først i august 1978 under en sporletings- og rekognoseringstur at T.Vrålstad og H.K.Schönwandt fant sikre beviser på at det fantes muligheter for porfyr molybden mineralisering i dette området, nemlig ved Silvifuturum. Samme år ble targets som Nordli og Rustad funnet av T.Vrålstad, mens NGU fant Glassberget.

Det ble umiddelbart satt igang arbeid på de fundne, interessante områder (bilag 2.2, kart 1).

S.Stougård og L.N.Jensen detaljkartla omvandlinger og mineraliseringer ved Silvifuturum og Nordli, utvalgte områder ble dekket med bekkersedimentgeokjemi, og jordprøvemethodikken ble testet i 4 profiler over Nordlisenteret med positivt resultat. Dessuten viste NGU's aeromagnetiske flymålinger at Nordlisenteret markerte seg med sirkulære, lave verdier. Bakkeoppmåling i større detalj ble derfor påbegynt.

I 1979 (bilag 2.2, kart 1) ble undersøkelsene i området oppskalert. I Nordli ble boring påbegynt før påske 1979, og S.Stougård fortsatte detaljkartlegging i og omkring Nordlisenteret, hvilket bl.a. med-

førte funn av Nordliskampen-breksjemineraliseringen. Dette område ble detaljkartlagt av Getreuer, Rehkopff og Mengel. Magnetometriske målinger og jordprøveinnsamling fortsatte likeledes med positive resultater.

Bekkesedimentinnsamling stoppet helt opp, da anomale prøver viste seg umulige å forklare, og da Nordliforekomsten ikke slo ut. L.C.Booth kartla et område omkring Steinsjøen, mens L.N.Jensen under feltarbeid i Mauraområdet syd for Rustad fant og kartla Hellandsmyrsenteret.

Samtidig ble flere områder prøvetatt med jordprøver.

Samme år fikk vi konkurransei feltet, idet A/S Sydvaranger under sin oppfølging av F+ anomale vannprøver snublet over Mo-mineralisering ved Skisenteret i Hurdal. Et forhold, som bevirket innføring av "Canadiske tilstander" med stor mutingsaktivitet.

Innsatsen ble ytterligere øket i 1980, hvor J.S.Petersen koordinerte en rekartering av områdene i Hurdal N og V i skala 1:10.000 til 1:50.000. Området ble delt i mindre enheter, og følgende sto for kartleggingen i disse deområder (se bilag 2.2., kart 2).

T.F.Bliksted og G.Stenstrop:- Bergsjøen -Bergavann, Svartunge:

A.Rehkopff og F.Mengel: Skrukkeli, Fjellsjøkampen, Buråskollen

E.Yde: Seteråsen, Hanskollen, Røtjern

T.Lid-Larsen: Skreifjell - Torsætermassivet, samt Steinsjø granittporfyr

S.Stougård: Nordli - Nordliskampen

J.S.Petersen: Bergsjø, Høversjø, Steinsjø, Torsæter, samt deler av ovennevnte områder.

På selve Nordliforekomsten ble det dessuten utført arbeid av M. Martinsen, F.D.Pedersen og R.E.Sillitoe. F.D.Pedersen overtok i 1980 Nordli target som ansvarsområde.

Dessuten ble det utført ytterligere mag.målinger, samtidig som jordprøvenettet ved Nordli/Nordliskampen ble reprøvetatt og utvidet med en nye prøvetakingsmetodikk (hammermetoden).

Østkanten med Mistberget og Hellandsmyr hadde P.M.Ihlen som koordinator. På regional skala foretok I.S.Jensen kartlegging av intrusive mellom Mistberget og Hurdalsjøen, mens E.Rasmussen kartla suprakrustaler og intrusiver i Maura-feltet.

Mistberget-området ble detaljkartlagt og sporlett, samt dekket med jordprøver for å teste området som et mulig porfyr Mo-W senter. Dette på grunnlag av P.M.Ihlens tidligere kartlegging, studier av væskeinneslutninger samt tilstedeværelsen av flere scheelitt mineraliserte områder i feltet. Implikasjonene for andre, tilsvarende felter var store, hvis vi fikk positive resultater i Mistberget.

På grunnlag av sommerens feltarbeid ble et boreprogram påbegynt høsten 1980, for å finne mineralisering på dypet i de områder det var funnet mest mineralisering under feltarbeid.

Samme år inngikk Norsk Hydro og Undersøkelse av Statens Bergrettigheter (USB) en samarbeidsavtale, hvor Norsk Hydro i nærmere definerte områder skulle stå som operatør for feltarbeidet, med full informasjonsplikt til USB. Denne avtale strekker seg over 5 år.

Den regionale kartlegging ble fortsatt i 1981 (bilag 2.2, kart 3), hvor P.Ihlen og E.Rasmussen kartla de intrusive bergarter begrenset av Mistberget i øst, Skrukkelia i vest, Nordliskampen i nord og Øyangen-Vassbråa mot syd.

A.Rehkopff rekarterte i Hurdal vest i Fjellsjøkampen - Høversjø - Glassberget - Skrukkelisjø-området.

Mer detaljerte undersøkelser ble gjennomført ved Silvifuturum - Buråskollen av J.S.Petersen, samt fra Buråsen mot Hanskollen og Skisenteret av L.Bech.

I østkantområdet detaljkarterte I.S.Jensen området ved Langtjern (Raumyr-forekomsten, Skreia), mens P.Ihlen med assistenter avsluttet detaljundersøkelsene i Mistberget. Boringen i dette område ble avsluttet sommeren 1981, uten å gi oss svar på om det finnes mineralisering på dypet.

Det er boret i alt 800 m, fordelt på 5 hull, hvorav 3 av hullene forløp i stort sett massivt leireomvandlede bergarter.

Mag.målingene ble utvidet rundt Nordli-forekomsten, samtidig som måling av testprofiler ble utført i Silvifuturum, Hellandsmyr og Mistberget. Endel dybdesonderinger er blitt utført, for å fastlegge bergartsgrenser og overdekkets mektighet (Terrametermålinger).

Omfattende semiregionale og detaljerte jordprøveprogrammer ble gjennomført rundt Nordli, ved Mistberget, Fjellsjøen og Hellandsmyr.

Det arbeid vi har utført til nå, har medført at flere opprinnelig interessante prosjekter er lagt på is. Endel nye, lovende områder nord og øst for Nordli er funnet, og disse venter nå på nærmere undersøkelse i 1982.

Dessuten kan nye områder vise seg interessante, ut fra nye, teoretiske og feltmessige betraktninger.

3. REGIONAL GEOLOGI

3.1: Innledning

Den regionale geologi i Hurdal N og Østkanten var godt kjent da vi begynte vår intense prospektering i 1978. Nystuens (1975) og Ihlens (1976) kart er kun blitt svakt modifiserte under vår regionale kartlegging, men endel diskusjon er oppstått omkring aldersrelasjoner og intrusjonsrekkefølger. Dette er viktige faktorer for vurderingen av hvilke bergarter og hvilke områder som bør prioriteres.

- 3.1.1. R.Trønnes (NTH) compilerte i 1979 det første regionalgeologiske kart som omfattet Oslobergartene i kartbladene Hurdal, Østre Toten, Eidsvoll, Tangen, Nannestad, Gran og Oppkuven. Denne komplimering var i første rekke basert på Nystuen (1975) og Ihlen (1976), samt hans egen feltinnsats.

3.1.2. Sommeren 1980 utførtes omfattende regional kartlegging på skala 1:10.000 under J.S.Petersens ledelse, som resulterte i en ny kompilasjon av det regionalgeologiske kart i 1:50.000 (se bilag, kart 3.2).

Det ble kun foretatt mindre grenserevisjoner av hovedbergartsenhetene. Stor vekt ble lagt på å skjelne mellom granittiske og syenittiske bergartsuiter, idet kun de granittiske varianter ble tillagt tilstrekkelig mineraliseringspotensiale. Dette arbeid ble i høy grad vanskeliggjort av at det krever meget stor erfaringsbakgrunn for å kunne skjelne granittiske og syenittiske bergartsvarianter i felten.

Som klassifikasjonskriterier ble forsøkt anvendt innhold av biotitt-amfibol, bergartsteksturer, samt til en viss grad kvartsinnhold.

Likeledes var det nødvendig med aktiv blotningskartlegging for å fastlegge bergartenes innbyrdes aldersrelasjoner med så stor sikkerhet som mulig, fordi blotningsgraden generelt er meget liten.

Sommerens arbeid medførte en øket interesse for kalderarela-terte prosesser, hvor bl.a. de alkaligranittiske legemer på halvsirkelen fra Silvifuturum over Brustadkollen, Hanskollen til Skisenteret ble tolket som (sene?) intrusjoner langs en kalderaringgang med et mulig mineraliseringspotensiale.

Endel arbeid ble nedlagt i detaljkartering av områder med slike ekstrusive bergarter, for å forstå, evt. fastslå, deres opprinnelse som enten pyroklastisk materiale, eller relatert til hydrotermale breksjeprosesser.

Ofte er disse ekstrusiver omdannet og mineralisert langs dette spor, samtidig som de rikt mineraliserte fragmenter ved Nordliskampen likeledes fremkommer i breksjebergarter.

- 3.1.3. Det geologiske arbeid i 1981 var derfor i høy grad sentrert om å teste denne kalderahypotese (J.S.Petersen, 81, og P.M. Ihlen & E.Rasmussen, 81). Samtidig ble Hurdal vest kartlagt og sporlett på ny, for å få en endelig vurdering av dette område (A.Rehkopff, 81).

På grunnlag av det utførte arbeid kan sporet av kalderaringgangen sannsynligvis nedprioriteres, da evt. økonomisk interessante mineraliseringer i ekstrusivene er spist opp og ødelagt av senere syenittiske og alkaligranittiske intrusjoner.

Tilbake i sentrum for interessen er sene, sure, finkronede granittiske bergarter, hvis opprinnelse det er en viss disput om, samtidig som det ikke er full enighet om aldersrelasjonene mellom de forskjellige intrusive bergarter.

Da dette har klare prospekteringsmessige konsekvenser, vil jeg kort gjennomgå bakgrunn og beviser for de fremkastede synspunkter.

3.2. Områdets geologi og kronologi

3.2.1. Innledning

De geologiske grenser løper, med visse modifikasjoner, som vist hos J.S.Petersen (80), (bilag 3.2). Det er enighet om aldersrekkefølgen (fra eldst til yngst) for følgende bergarter:

- Prekambrisk gneis → Kambro-silur → ekstrusiver →
mænaitt → monzodioritt/monzosyenitt/gabbropyroxenitt →
permiske intrusiver.

Kronologien og differensiasjonsutviklingen av de etterfølgende permiske intrusiver er omdiskutert, mens det er enighet om at feltspatporfyr (PMD-ere) og camptonittganger er de siste intrusive begivenheter.

Her følger en gjennomgang av de vesentligste regionalgeologiske arbeider, så vidt mulig med referanse til å påvise veldefinerte grenserelasjoner. Disse arbeider representerer også de forskjellige syn på bergarts- og aldersrelasjoner.

3.2.2. J.S.Petersen (80-81)

Med utgangspunkt i Nordliområdet, som regnes for klart yngste begivenhet, kan følgende bergartsrelasjoner etableres:

a) Fra nord mot syd, fra eldst til yngst -

Nordmarkitt (Skreifjell) → mikrosyenitt m/nordmarkitt-inneslutninger og årer av → Qz-syenitt i skarp/graderende kontakt med → Bi-granitt (Hersjø- og Røtjern?) → Bi-syenitt (Rognli) m/finkornet randzone, assosierte allo-klastiske breksjer, samt feltspatporfyrer.

Bi-granitten kan deles opp i to typer, nemlig:

1. En grovkornet plagioklas- og kvartsrik Hersjø Bi-granitt,
2. En plagioklasfattig Røtjern Bi-granitt/Qz syenitt med varierende, men lavere kvartsinnhold. Kontaktforholdet mellom disse granitter er ikke fastlagt.

I Røtjerngranitten finnes et ca. 2 km² stort aplogranittisk legeme (Seterås, Nyseter) som er yngre enn den omkringliggende granitt, mens alderen til andre bergarter er ukjent.

I Hersjøgranittens østlige del finnes et nesten tilsvarende, 4-5 km² stort, granittporfyrisk legeme (Steinsjø), med intim kontakt til granitten, uten at aldersforholdet er helt klarlagt.

Imidlertid synes denne granittporfyr å være tidligere enn omkringliggende alkalisyenitter.

b. Fra syd for Høversjøen mot nordøst, finnes følgende relasjoner:

Qz-syenitt randfacies → Bi-granitt (Hersjø) → kontaktbreksje med Qz-syenittisk matrix → Qz-alkalisyenitt (Høversjø).

Qz-alkalisyenitten er ikke sett relatert til den østenforliggende Bi-syenitt (Fjellsjø).

I Qz-alkalisyenitten finnes et 4-5 km² stort aplogranitt-legeme (Bergvann), som regnes som samtidig eller senere enn Qz-alkalisyenitten. Alderen til andre bergarter er ukjent.

c. Syd og øst for Nordlisenteret kan etableres følgende del-kronologier, fra eldst til yngst:

1. Røtjern Bi-granitt/Qz-syenitt → Bi-syenitt (Fjellsjø-Hanskollen) → alkaligranitt (Nordliskampen).
2. Buråsen - Silvifuturum - } ekstrusiver → Bi-syenitt (Fjellsjø-Hanskollen)
3. Buråsen - Silvifuturum - } ekstrusiver → alkaligranitt (Burås-Hanskollen)

Kontakten mellom Bi-syenitt (Fjellsjø) og alkaligranitt (Burås) er ikke beskrevet, og kronologien kan ikke betraktes som verifisert. JSP's syn er at Bi-syenitt → alk.granitt, et syn som støttes klart av Mengel og Rehkopff (80).

d. Omkring Nordliskampen/Nordli defineres følgende kronologi:

Bi-syenitt (Fjellsjø) → ? mikrosyenitt ? → Nordliskamp-breksje/rhyolittporfyr kompleks → alkaligranitt (Nordliskampen) → Nordlisenterets breksjer og granofyrer med tilhørende mineralisering og omdannelser.

Mikrosyenitten er helt sikkert eldre enn alkaligranitten, mens dens aldersforhold til Bi-syenitten er usikker.

På tross av de oppstilte aldersrelasjoner og en antydning sammenheng mellom Høversjø-, Fjellsjø-, og Rognlisyenittene, foreslår JSP at Rognlisyenitten kan tenkes å være en "roof-pondant" på Bi-granittkomplekset.

Denne tanke videreføres av J.S.Petersen (81), hvor det blir foreslått en differensiasjonsrekke på grunnlag av ovennevnte kontaktrelasjoner.

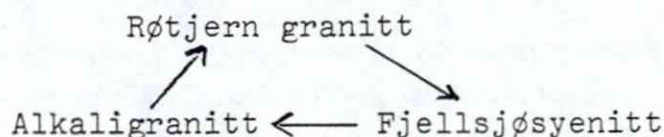
Hersjø Bi-granitt/granodioritt → Røtjern Bi-granitt/Qz-syenitt → Qz-øye-granitt/syenitt → alkaligranitt/aplogranitt → mikrogranitt/granofyr.

Qz-syenitten ved Nordlisenteret bindes her sammen med Røtjern-Qz-syenitt. De granofyriske faser i Nordlisenteret sammenlignes med Nyseter aplogranitten og evt. med Steinsjø granittporfyren. Alkaligranittene ved Nordliskampen og Buråsen-Hanskollen regnes for samtidige.

Enkelte problemer melder seg hvis rapporterte grenserelasjoner skal ses i denne sammenheng.

a. Det blir vanskelig å forstå Rognlisyenittens plassering i tid mellom Hersjø Bi-granitt og Røtjern granitt.

b. Trekanten



er også et problem.

c. Steinsjø granittporfyrens alder som yngre enn eller samtidig med Hersjø Bi-granitt, men eldre enn alkalisyenitt, som igjen er eldre enn Bi-granitt, er likeledes motsetningsfylt.

Det er viktig å fokusere på de skisserte problemer, fordi - som JSP påpeker - dannelsen av Nordliforekomsten er ett endeledd i en differensiasjonsprosess, hvor det er av stor betydning å finne modernagmaet for å vite i hvilken retning man skal lete etter andre forekomster, hvis de finnes.

JSP's funn av Mo-glans høsten -81 i Røtjerngranitten kan ha stor signifikans, i likhet med FDP's påvisning av disseminert Mo-glans i Rognlisyenitten ved Nordlisenteret. Interpretasjoner og oppfølging av bl.a. jordprøvene må ses i dette lys.

3.2.3. Til sammenligning skisseres her kort Nystuens(75) og Gauts(81) oppfatninger, hvor de er i uoverensstemmelse med JSP(80, 81), uten at det er mulig på samme måte å være kritisk, da vesentlige detaljer ofte ikke er så nøyaktig beskrevet.

Det dreier hovedsaklig om 3 forhold:

a. Nystuen regner Bi-granitten (Hersjø-Røtjern) for å være eldre enn Skreifjell-nordmarkitten (og som en pendant til Drammensgranitten). Alders- og grenseforholdet mellom Hersjøgranitten, Steinsjøgranittporfyren og de omkringliggende syenitter, bør bringes på det rene for, om mulig å definere granittporfyren eller andre bergarter i området som interessante prospekteringsobjekter.

Det må imidlertid regnes som sikkert at omkringliggende syenitter (minst 3 varianter) er yngre enn granittporfyren, idet entydige grenserelasjoner er observert under feltarbeid 1981 av P.M.Ihlen og V.Dannow.

- b. Nystuen (75, fig.7) viser at alkaligranitten ved Buråskollen er eldre enn Bi-syenitten (Fjellsjø), og hermed at Nordliskamp-alkaligranitten er yngre enn Burås-alkaligranitten, selv om de mesoskopisk er like. Dette vil si at alkaligranitter kan dannes til forskjellig tid, hvis ellers differensiasjonsprosessen forløper på noenlunde samme måte.

Likeledes vil også tilsynelatende like aplogranitter/granophyrer kunne ha vidt forskjellig alder.

- c. Alkaligranitt/granofyr regnes for å ha syenittisk opprinnelse, dels p.g.a. Nystuens aldersrelasjoner, og dels med analogi til andre områder i Oslofeltet. Dessuten inneholder alkaligranitten flere steder Na-amfiboler, som også indikerer syenittisk affinitet.

Bortsett fra de kronologiske motsetninger, er det altså den genetiske opprinnelse av de sure, kvartsrike, granofyriske differensiasjonsprodukter det er tvil om. Da Nordlforekomsten klart er knyttet til slike granofyriske bergartsvarianter, har det stor prospekteringsmessig verdi å vite i hvilken retning man skal lete for å finne tilsvarende bergarter.

Perspektivene er at med en granittisk opprinnelse av granofyrene, er det forholdsvis begrensede områder som er umiddelbart interessante, mens et syenittisk opphav åpner meget større områder.

Til gjengjeld viser amerikanske undersøkelser at, i det minste i USA, er potensialet for en stor, rik forekomst større i et granittisk derivat fremfor i et syenittisk.

- 3.2.4. For å belyse syenittintrusjonenes sammensatte oppbygging, kartla Ihlen og Rasmussen (81) sommeren 1981 de intrusive bergarter i området Nordliskampen - Mjøsa - Hurdalsjøen - Øyangen - Vassbråa - Skrukkelisjøen.

Den heterogene sammen setning av de forskjellige syenittintrusjoner gjør det nødvendig å akseptere tildels store variasjoner innenfor de enkelte enheter. Men på tross av dette, blir kartbildet allikevel temmelig komplisert på grunn av mange suksessive intrusjonsfaser, hvor senere faser tildels spiser opp de tidligere.

Følgende bergartskronologier synes rimelig veldokumenterte (eldre b.a. → yngre b.a.) innefor mindre områder, idet korrelasjoner over store avstander som anvendt i rapporten, baseres i meget høy grad på mesoskopiske likheter. En metode som kan være meget villedende.

a. Generell kronologi:

Prekambrium → Kambro silur → Monzodioritt/syenitt
→ permiske bergarter.

b. Området Nordliskampen - Mjøsa - Hurdalsjøen N, har følgende kronologi:

Bi-syenitt I → Qz-Bi-syenitt I → Bi-syenitt II →
Qz-Bi-syenitt II → alkaligranitt (Byuhøgda).

Her kommer altså en ny alkaligranitt, hvis relasjon til lignende bergarter ved Nordlisenteret og Silvifuturum er ukjent.

c. Ved Hurdalsjøen N og V mot Silvifuturum og Hanskollen ses:

Ekstrusiver (Silvifuturum, Buråskollen) → Alkaligranitt
(Silvifuturum, Hanskollen) → Bi-syenitt II (og III?) →
Nordmarkitt (Damtjern).

Alkaligranittens alder er fastlagt på grunnlag av Nystuens (75) observasjoner (Ihlen, oral comm.).

d. I Skrukkelisjøen - Nordliskampen-området er:

Bi-syenitt II → Nordmarkitt (Fjellsjø) → alkaligranitt

e. Langs Gjødningsselve fra Skrukkelisjøen til Hurdalsjøen:

Bi-syenitt II → Nordmarkitt (Gjødningsselv) → peralkalin granitt (Brennhaugen).

f. Mellom Mistberget og Hurdalsjøen er en sen Qz-syenitt dominerende, med store xenolitter av mellomkornet nordmarkitt og Bi-syenitt I, hvis innbyrdes relasjon ikke er kjent.

g. Lengst mot vest i feltet mellom Fjellsjø - Skrukkelia og Vassbråa ses:

Nordmarkitt (Fjellsjø) $\xrightarrow{?}$ "porfyr"-syenitt → nordmarkitt (Vassbråa) → Qz-syenitt/granitt (Skrukkeli).

Den generelle konklusjon av syenittintrusjonenes historie i Ihlen & Rasmussens rapport (81) blir, uten å korrelere for stramt over store avstander, at mafiske monzodiorittiske/-syenittiske plutoner etterfølges av en biotitt-syenittbatholitt med et visst innslag av kvartsbiotittsyenitter. Alkaligranitten ved Silvifuturum og Hanskollen synes å være dannet imellom disse to episoder. Deretter er de store nordmarkitt-plutoner ved Fjellsjøen og Vassbråa blitt emplantert, etterfulgt av intrusjoner av sene, sure bergarter som kvartssyenitter/granitter (Skrukkelia-), peralkaline granitter (Brennhaugen, Hegga) og alkaligranitt (Nordliskampen, Byuhøgda, Mistberget). Aldersrelasjonen innbyrdes mellom disse bergarter er ikke fastlagt, men de betraktes alle som sene derivater fra syenittplutonenes magmatiske differensiasjonsprosess. Noe som igjen indikerer at de kjente granofyriske/aplogranittiske bergarter også er av syenittisk opprinnelse.

Ihlen-Rasmussen rapporterer ikke om nye, ukjente, omdannede eller mineraliserte områder.

3.2.5. Den vestlige fortsettelse av Ihlen og Rasmussens kart mellom Skrukkelisjøen og Høversjøen er utført i skala 1:10.000 av A. Rehkopff (81).

De intrusive bergarter er delt i 4 hovedenheter, hvor aplogranitt og nordmarkitt er de mest homogene, mens biotitt-hornblendegranitten og biotittsyenittene viser store variasjoner.

Rehkopff fremviser en tilnærmet symmetrisk oppbygging omkring aplogranitten, som regnes som yngst. Kronologien regnet fra eldst til yngst, er:

Prekambrium → kambro silur → monzodioritter → ekstrusiv xenolitter → nordmarkitt (Bergsjø) → Bi-syenitt (St. Svartungen, Fjellsjø) → Bi-hornblende granitt/Qz-syenitt m/aplogranitt (5km²) → Bi-syenitt med fenokrystaller (Damtjernveien).

Det er i hovedsaken mulig å samtegne Rehkopffs og Ihlen/Rasmussens kart, men en viss redigering må foretas. Bl.a. synes Rehkopffs Bi-hbl.granitt å være den samme type bergart som Qz-syenitten ved Skrukkeli (kalt Skrukkeligranitt?).

Det vesentligste ved Rehkopffs bidrag er den aldersrekkefølge som fremkommer, hvor bergartene blir mer kvartsrike jo yngre de er. Dette er i god overensstemmelse med resten av det regionale mønster.

Rehkopff rapporterer at det ikke er funnet interessante mineraliseringer eller omvandlinger under feltarbeidet.

3.2.6. Sammendrag

En endelig sammenstilling av områdets kronologi er vanskelig på grunnlag av de nåværende informasjoner, idet spesielt Røtjerngranitt/Qz-syenittens plassering er usikker. Likeledes er det uenighet om aldersrekkefølgen for Skreifjellnordmarkitt - Hersjøgranitt og Silvifuturum/Hanskollen aplogranitt - biotittsyenitt.

- 3.2.6.1. Opprinnelsen av granofyr/aplogranitt-legemene er uløst, men det står imidlertid klart, at de interessante porfyr-Moly relaterte mineraliseringer er knyttet til sure sluttderivater, så som Qz-øyegranitter, mikrogranitter, aplogranitter og granofyrer. Mindre, meget begrensede områder er funnet i Nyseter aplogranitten med omdannelse og sporadiske Mo-glans korn. Det samme er tilfelle i Steinsjøgranittporfyren, hvor dog Raumyrmineraliseringen, som forekommer i grovkornet Qz-syenitt i kontakten, inneholder mest Mo-glans,

formodentlig av økonomisk uinteressant type. I Bergvann aplogranitten er ikke funnet noen interessante tegn. Noe som delvis kan skyldes manglende blotninger.

Aplogranittene har altså kun markert seg til nå, ved lokale omdannelser/mineraliseringer. Det er mulig at disse bergarter ikke har fått oppbygget tilstrekkelig trykk og temperatur, samt at de ikke har fått oppkonsentrert passende store mengder hydrotermale løsninger til å danne porfyr Mo-forekomster, men kun nok løsninger til å forårsake lokale omdannelser.

3.2.6.2. Mo-glans finnes dessuten i mer grovkornede Bi-alkalisyenitter, i mengder som gir geokjemiske utslag, men uten at dette har økonomisk interesse.

3.2.6.3. En spesiell type omvandling og Mo-mineralisering er funnet i bl.a. de ekstrusive bergarter ved Silvifuturum, uten at signifikansen av dette er fullt forstått. Omvandling og mineralisering kan være massiv og gjennomgripende, men den virker diffus og synes ikke å være bundet til sprekker. Muligens kan den forklares som dannet i meget permeable bergarter, som senere er blitt finkornede og tette. Den samme type forekommer formodentlig flere steder i Oslofeltet (Ramnes, Vrangla), hvor fenomenet vil bli studert i nærmere detaljer. Ved Silvifuturum (og Brustadkollen - Hanskollen) blir disse mineraliseringer tolket som en meget tidlig Mo-generasjon, som nå ligger i store xenolitter av ekstrusiver i sene, syenittiske intrusiver. Xenolittene regnes i øyeblikket som for små og for svakt mineralisert, men de pågående undersøkelser andre steder vil avgjøre disse mineraliseringers videre skjebne.

3.2.6.4. På tross av de uløste problemer vedrørende kronologi og genese, som må løses fordi de er vesentlige for det videre prospekteringsarbeid, er vi kommet et langt skritt videre.

På grunnlag av den utførte kartlegging, kan store deler av det nordlige Oslofelt legges på is, mens vi kan konsentrere oss om de mest potente områder.

Målene for neste feltsesong blir i første rekke å detalj-

undersøke de kjente granittiske/Qtz-syenittiske områder, som inneholder finkornede granittvarianter, spesielt hvor dette faller sammen med geokjemi-anomalier og Mo-funn. Dessuten bør de uklarheter som nå råder vedrørende kronologi og evt. genese, klarlegges gjennom kartlegging og geokjemisk-petrografisk arbeid. En forståelse av disse faktorer kan medføre at nye områder vil bli omfattet med interesse.

Endel sporleting og kartlegging er allerede foretatt i noen av disse områder, uten at det er funnet omfattende positive tegn, mens andre områder gjenstår uprospektert. Det gjelder spesielt nord og øst for Nordli, hvor det i tillegg er mange anomale jordprøver.

Det er dessuten satt igang endel geokjemiske analysearbeid på bergarter, for å få bakgrunnsinformasjoner om deres sammensetning. Likeledes forsøkes etablert et primær- og sekundær- geokjemisk utviklingsmønster på basis av analyser av de forskjellige bergarter, sett i sammenheng med deres relative alder i felt. Dette gjøres for såvel granitt- som syenitt-familien.

I videre perspektiv må dette arbeid korreleres med tilsvarende opplysninger fra andre områder i Oslofeltet, såvel som resten av verden.

4. GEOKJEMI

4.1. Innledning

Det har hovedsaklig vært anvendt 2 forskjellige geokjemiske metoder i dette området, nemlig:

1. bekkesedimentgeokjemi i perioden 1974-1978, hvor NH samlet inn totalt ca. 500 bekkesedimenter,
2. jordprøveinnsamling med økende innsats, fra ca. 80 prøver i 1978 til ca. 4.000 prøver i 1981.

Den markante endring i metode skyldes:

1. Nordliforekomsten slo ikke markant ut som bekkesedimentanomali
2. Meget markante Mo-anomalier i syenitter kunne ikke relateres til noen form for porfyr-mineralisering/omdannelser (unntatt Glassberget).

3. 4 jordprøveprofiler (1978) over Nordliforekomsten ga et lett tolkbart og forventet anomalibilde.

4.2. Behandlingsprosedyrer for jordprøver

Det har i de siste par år foregått endel eksperimentering med jordprøver for å undersøke hvilken innflytelse innsamlingsmengde, prøvebehandling, prøvetetthet, overdekketykkelse, prøvedybde etc. har på bl.a. innsamlingshastighet, anomalibilde samt interpretasjonsmuligheter.

Opprinnelig (1978-79) ble prøvene samlet i 0.3 - 0.7 m.dyp med spade eller spiralbor (NGU-metoden) i et formodet utfeltingslag. I 1980-81 er prøvene innsamlet med en "gjennomstrømmings"-prøvesamler montert på forlengbare stålstenger, som bankes ned i jorden med hammer, Pico eller Pionär boremaskiner (bensindrevet, ikke hydraulisk) til overgangen fjell/overdekke, for å få så gode prøver som mulig. Prøvedyp opptil 5 m er realistisk med denne metode (hammermetoden). Prøvene puttes i prenummererte, selvtørrende poser, hvor numrene angir hvilket område de kommer fra. Endel observasjoner noteres (se bilag 2.7). Posene tørres og sendes til analyse hos Mercury Analytical Ltd. i Irland, som analyserer den tørrede + 80 mesh fraksjon, løst etter NGU-metoden for Mo, Zn, Pb, Cu, Mn og Fe.

En mer inngående beskrivelse av disse prosedyrer og erfaringer får gjenstå til en planlagt samlet status over utført geokjemi og innhøstede blir ferdig senere.

4.3. Viktige punkter

Her skal bare gjennomgåas noen få hovedpunkter, som bakgrunn for de jordprøveresultater som er beskrevet under de enkelte lokalfelter.

4.3.1. Anomali-inndelingen av analyseverdier er basert på antall prøver innenfor 75-90-95-97,5-99% fraktilene på fordelingskurvene fra 1979, hvor innslaget av anomale prøver i forhold til bakgrunnsprøver var forholdsvis stort. Det er helt nødvendig med en revisjon av disse nivåer. Dette er gjort empirisk i enkelte områder.

- 4.3.2. Valg_av_prøvetetthet er skjedd på grunnlag av erfaringer innhøstet i Nordli - Nordliskampen-området, hvor man ser at 50 prøver/km² vil lokalisere en porfyr Mo-forekomst med stor grad av sikkerhet. Færre prøver pr. km² hadde vært tilstrekkelig for å få tolkbart anomalimønster i Nordli, men her vi også et ideelt topografisk snitt gjennom en forekomst med relativt grunt overdekke (< 2 m).

Tettere prøvenett er nødvendig for å definere interessante områder i Nordliskampen, da vi her formodentlig står overfor andre prosesser og en annen mineraliseringstype.

- 4.3.3. Oppfølging_av_anomalier er kun forekommet i rimelig detalj i Nordli - Nordliskampen-området, hvorfor mange anomale prøver/områder krever en nærmere forklaring.

Det synes nemlig allerede nå klart at områder kan fremstå som anomale på grunnlag av f.eks. anriking langs bergarts-kontakter og sprekker, primært innhold av elementer i bergarten osv.

- 4.3.4. En_nøye_oppfølging for å forklare anomalimønstre er nå i høy grad påkrevet, for å øke forståelsen for innsamlede og fremtidige prøver.

- 4.3.5. En_hjelp_for_en_slik_oppfølging vil være behandling av dataene med EDB, hvor anomalinivåene kan endres etter ønske, elementforhold utregnes, korrelasjoner oppstilles, for til slutt å bli uttegnet på plotter i den skala man måtte ønske.

Til slutt skal nevnes at det ble innsamlet ca. 150 vannprøver i 1981, som alle ble analysert for fluor og pH. Resultatet fremgår av bilag 5.1, kart 1 og 2).

5. LOKALFELTER

5.1. Innledning

I det følgende beskrives det arbeid som er utført i de lokal-områdene som til nå er blitt prioritert høyest.

Det dreier seg om:

1. Hurdal N/Nordli
2. Mistberget
3. Silvifuturum
4. Hellandsmyrsenteret
5. Fjellsjøen
6. Feiring
7. Langtjern/Raumyr
8. Svartungsbekken

Sporleting i aplogranitten (Seteråsen, Bergvann og Steinsjø), samt i Merraputten-, Nyseterkollen- og Røtjern-områdene, er ikke gjennomført i det omfang som ble planlagt for 1981, men dette bør gjøres nøye i 1982, bl.a. også for å forklare de geokjemiske utslag i disse områder.

Påtenkte jordprøveprogrammer i Feiring, Skreia og Silvifuturum ble likeledes postponert. Dette skyldes hovedsaklig at geologisk kartlegging/befaring sannsynliggjorde at disse områder kunne nedprioriteres til eventuelle nye tanker/informasjoner gjør dem aktuelle igjen.

5.2. Hurdal N/Nordli

5.2.1. Innledning

Nordli-forekomsten ble funnet av T.Vrålstad ved sporleting i 1978. Siden da har det foregått intensivt arbeid for å undersøke området nærmere.

Geologisk detaljkartlegging, diamantboring, geofysiske målinger og jordprøvegeokjemi har vært anvendt siden 1978.

Alle opplysninger fra Nordli Target-området er sammenfattet i FDP's statusrapport for 1981.

Regionalgeologien fra Hurdal N og Østkanten, som omfatter det her beskrevne område, er utført under ledelse av J.S. Petersen (1980,-81). Et kort resume av hans arbeid ses på side (se også bilag 3.2).

Her skal gjennomgås en jordprøvegeokjemi som er utført i 1981 i et 36 km² stort område omkring Nordli-forekomsten, i den hensikt å lokalisere geokjemiske mønstre som kan sammenkobles med dem som ble etablert fra Nordli-forekomsten og mineraliseringer på Nordliskampen i 1979-80 (Bilag 4.1.1, kart 1-7).

Denne jordprøvegeokjemi viser at Nordli-forekomsten gir seg tilkjenne med et tydelig Mo-senter som delvis overlappes av de i sentrum. Fe ligger også mellom Mo-senteret og de omkringliggende veldefinerte soner med Zn og Mn. Pb viser et mer diffust bilde, men følger stort sett Zn/Mn haloen, mens Cu er sporadisk forekommende, dog med anrikninger i Zn/Mn sonene.

Dette med en tetthet på 250 - 400 prøver/km² og med overdekketykkelse på under 2 meter.

Det omvandlede, mineraliserte område i breksjebergarten rett NV for Nordliskamptoppen, ga også markante konturerbare mønstre, men da med en prøvetetthet på opptil 1600 prøver/km² (Bilag 4.1.3, kart 1-7).

sydskråningen av Nyseterkollen. Om dette anomalispor egentlig hører sammen med det anomale område nord og øst for Merratjern, er vanskelig å si p.g.a. stort overdekke omkring og nord for Kakubråten. Likeledes er forbindelsen til det anomale område på begge sider av Storåsdalen usikker. Men også her ses et større sammenhengende anomalt område.

Videre mot nordøst ses omkring Seteråsen flere mindre, men markante områder med relativt høye verdier.

Nordliskampen breksjemineralisering kommer kun svakt frem med denne prøvetetthet, og flere mindre anomale områder peker seg ut, med tilsvarende og større styrke. Disse er stort sett beliggende i den halvmåneformede alkaligranitt ringgang, hvor det ikke er sett tegn til omdannelser.

Zn - utgjorde en markant forhøyet sone omkring Nordliseret på detaljundersøkelsen. Det regionale bilde er her mer diffust, men Nordliseret er stadig markant lavt. En endring av anomalinivået ville kanskje kunne gi et roligere bilde.

Sammenhengende Zn-anomalier finnes fordelt over hele området, men verdiene er markant lave i stort sett alle Mo-anomale områder. Faktisk synes Zn og Mo å være komplementære størrelser. Et forhold som ville kunne understrekes med et kart som viser Mo/Zn-forholdet.

Sett i sammenheng med Nordlis anomalibilde, øker det klart interessen for de andre Mo-anomale områder. De mest Zn-anomale områder ses i diorittene helt mot vest, SØ for Søndre Rognlia, i overdekket mellom Nordli og Nordliskampen, samt omkring Garsjørøet.

Zn-anomalier i tykt overdekke, hvor disse faller sammen med Fe-anomalier, skyldes høyst sannsynlig sekundær utfelling fra grunnvann.

Pb - viser et meget diffust bilde, som synes vanskelig å interpretare, men Nordli markerer seg stort sett som lav Pb, mens Nordliskampen-mineraliseringen kommer svakt frem. Likeledes ses en markant halvmåne frem på sydsiden av

Nordliskampen, noenlunde overlappende Zn-anomalien her.

Ellers ses anomale områder på SV-skråningen av Garsjørøet, i monzodioritten mot vest, omkring Nordli, samt sporadisk helt øst i det prøvetatte område.

- Cu - viser ingen sammenhengende anomalimønstre, men generelt synes området syd for Høverelven og vest for Bergseterelven å være svakt forhøyet. Det samme ses omkring Nordliforekomsten, samt helt mot nord ved Hersjøen, og helt mot øst ved Røtjern.

Det er ikke mulig på nåværende grunnlag å dra noen fornuftig konklusjon når det gjelder dette element.

- Mn - viser stor grad av korrelasjon med Zn (og tildels Pb), også omkring Nordli og Nordliskampen. Dessuten overlapper endel Mn-anomalier Mo-anomalier i det nordlige anomalispor fra Nordli, hvorimot Lysgårdlia - Garsjømoen sporet er uten Mn. Likedan er området ved Røtjern forholdsvis lavt på Mn. Spesielt synes Mn å være utbredt nord og nordøst for Høverelven (dog unntatt Nordli) og omkring Nordliskampen.

- Fe - utgjør en markant, kraftig halo omkring Nordli, delvis med overlapping til Mo-senteret, og delvis av Zn/Mn haloene.

Ellers synes de fleste anomale områder å befinne seg i forholdsvis tykt overdekke, f.eks. på Nordliskampen og nord og øst for Garsjørøet, noe som kan skyldes utfelling fra grunnvannet av sekundære jernhydroxyder.

Større, markante anomale områder ses vest for Røtjern. Likeledes peker Garsjøen seg ut.

Sammenholdes de forskjellige anomalikart, synes det klart at området sydøst samt nord og nordøst for Nordli bør undersøkes nærmere. Dette innbefatter også Merraputten og Seteråsområdet.

Det bør gjøres helhjertet innsats for å finne Mo-anomali-årsaken, idet videre anvendelse av denne metode vil være avhengig av en dypere forståelse av anomaliskapende faktorer.

Med vår nåværende vitens nivå er det ikke mulig å avgjøre om anomale områder skyldes hydrotermale porfyr-Mo prosesser, anrikninger i taksoner langs bergartskontakter, eller simpelt- hen primær anrikning i bestemte bergarter, som f.eks. Rognli alkalisyenitter, som er hovedbergart i Nyseterkollen-området. En bergart FDP rapporterer har et primært(!?) moly-innhold.

En mer positiv tolking vil være, om anomaliene skyldes mineralisering fra underliggende intrusiv-bergart. Det noe lavere Mo-nivå i forhold til Nordli-senteret, som er erodert til et ideelt nivå, kan være forårsaket av et "høyere" snitt i en evt. forekomst.

En annen viktig faktor for forståelse av anomalibildet er innflytelsen fra overdekkets mektighet/beskaffenhet og dets innflytelse på prøvers kvalitet.

Det mest favorable område totalt sett, synes absolutt å være rett sydøst for Nordli ved Lysgårdlia - Garsjømoen, hvor også halo-effekter fra Zn/Mn er sammenlignbare med Nordli.

5.2.4. Anbefaling

Med bakgrunn i jordprøvegeokjemien og de muligheter som foreligger for positiv tolking av denne ut fra det geologiske helhetsbilde, foreslås at Røtjern kvartssyenitten og eldre bergarter som grenser opp til denne, betraktes som høyst prioriterte områder. Arbeidet bør bestå av følgende punkter (bilag 2. 2,3,4):

1. Detaljkartlegging og sporleting av Røtjern kvartssyenitten, samt omkringliggende bergarter. Dette bør utføres av NH-personell.
2. Intens oppfølging av jordprøveanomaliene med detaljkartlegging, røsking og evt. korte borhuller i spesielt anomale områder (Nyseterkollen, Lysgårdlia).
3. Motstands(og IP?) måling i de samme områder.

4. Jordprøveinnsamling i resten av det interessante område, eventuelt etter at 1981-prøvene er testet nærmere.
5. Utvidelse av lithogeokjemiprogrammet fra Nordli, til å omfatte Røtjern kvartssyenitt, Hersjøgranitt, aplogranitt, og andre relaterte bergarter, for om mulig å etablere en sammenheng og et utviklingsmønster i bergartenes kjemi, til hjelp ved prospektering i andre områder.

5.3. Mistberget

5.3.1. Innledning

En endelig rapport fra Mistberget vil komme i løpet av våren 1982, men alle delrapporter er ikke kommet inn, så her begrenser jeg meg til et sammendrag av handlingsforløp og en foreløpig konklusjon.

Siden 1972 har Norsk Hydro holdt på med prospektering i kambrosilur-områdene ved Mjøsa. Inntil 1980 er det utført et stort arbeid av P.M.Ihlen og andre, for å finne drivverdige scheelittforekomster i disse bergarter. På tross av iherdige anstrengelser er det kun lyktes å finne mindre, svakt scheelittmineraliserte områder uten økonomisk betydning.

Ihlens videre bearbeiding fra 1976-80 av materiale fra Mistberg-området, bevirket imidlertid at det ble tatt opp som mulig target-område for en porfyr-Mo-forekomst i 1980.

Dette bygger hovedsaklig på teoretiske betraktninger over omdannelsesmønstre og væskeinneslutnings-undersøkelser som tilsa at trykk, temperatur og salinitet var av en slik størrelsesorden at en forekomst kunne finnes på dypet.

Man forestiller seg en intrusiv granittisk stock, som har omvandlet og mineralisert de kambrosiluriske bergarter, som har virket som taksone (roof pendant).

Videre arbeid i 1980-81 har vært sentrert om å verifisere eller avkrefte denne teori. Et arbeid som har involvert detaljkartering av omdannelses- og mineraliseringsmønstrene, samt lithologiske og strukturelle undersøkelser til bruk ved tolkingen av den geologiske historie.

5.2.2. Undersøkelsene

Et område på 36 km^2 er dekket med ca. 1800 prøver, dvs. 50 prøver/ km^2 i et grid (Bilag 4.1.2, kart 1-8). Alle prøver er innsamlet med hammermetoden, dvs. at en stålstang med prøvesamlet bankes ned til størst mulig dyp, helst til overgangen fjell - overdekke.

Det har ikke vært mulig å nå fjell i store områder, bl.a. på nordsiden av Nordliskampen, fordi det er opptil 40 m's blokkfylt morene. Likeledes er området nord for Kakubråten mot Nyseterkollen sterkt overdekket.

Et forsøk på å få dette frem er gjort på kart over prøve-kvalitet, hvor dårlige prøver representerer prøver hvor laget ikke mener at de har nådd fast fjell. Gode prøver indikerer at prøvene med stor grad av sikkerhet er samlet rett over fast fjell. Sannsynligvis har denne inndeling ikke ført frem, spesielt når det gjelder vurderingen av gode prøver. Dette skyldes delvis dårlig instruksjon, og delvis uerfarent mannskap.

Dette betyr at anomalibildet må benyttes positivt. Det vil si at anomale prøver vurderes som positive indikasjoner, mens prøver med lave verdier ofte kan regnes som å være uten informasjon, hvis ikke laget har sagt at det er en "god prøve" og samtidig har indikert lavt overdekke i feltobservasjonene.

5.2.3. Beskrivelse av anomalibildet

Det er viktig å understreke at Nordli-forekomsten er skåret i et ideelt topografisk og geologisk snitt, og at det bl.a. er derfor at ovennevnte pene soneringsmønster fremkommer.

Det ses ingen andre områder av tilsvarende størrelse og "lødighet" som Nordli-forekomsten.

Mo - Allikevel peker det seg klart anomale delområder ut, som må følges opp. Det gjelder i første rekke fortsettelsen av anomalisporet fra Nordli mot SØ, hvor det bl.a. ses meget høye verdier akkurat ved Lysgårdslia - Garsjømoen på grensen til Sydvarangers mutingsområdet. Den markerte begrensning mot Høverelven kan skyldes det kraftige morenedekke mot syd. Dessuten fortsetter et sterkt anomalispor ca. 2 km mot nord, til

5.3.2. Geologi

De detaljerte geologiske feltundersøkelser i 1980, som omfattet ca. 5 km² omkring Vannverket nord for Mistberget, viste et pent sonert omdannelses^{1 de lagdelle kambro-silur sedimenter}mønster med avtagende omdannelsesgrad bort fra et formodet sentrum (Ihlen 1980, Bilag 4.2.1, kart 1,2,3).

Samtidig fant Ihlen også endel blotninger med Mo-glans, spesielt i kvartsitt-bergarten. Den omtalte sonering manifesterer seg likeledes ved at sulfidmineralselskapet endres fra sentrum med Mo-Zn-W, mens det utover ses mindre Mo, og mineraliseringene blir mer polymetalliske (Pb-Zn-Cu-Fe-sulfider).

Det presise sentrum for disse mønstre var vanskelig å fastlegge, men en intensiv leireomvandling omkring Vannverket i det meget lavtliggende område, virket som det umiddelbart mest interessante område. Dette også fordi det rett utenfor dette leireområde ses mest MoS₂, hvilket muligens indikerer et forholdsvis dypt snitt i et vertikalt sonert mønster.

I den mest intense leiromvandling synes alle mineraliseringsspor å være fjernet, da ingen sulfider er funnet her.

5.3.3. Geokjemi

For om mulig å definere et mønster geokjemisk, ble det innsamlet 310 prøver i et 1 km² stort område i 1980.

Resultatene fremgår av bilag 4.2.3, kart 1-8.

Det mest markante fellestrekk er her at sentrum for leireomdannelsen ikke inneholder metaller, mens det mot kantene ses samme verdier som ellers i de omkringliggende bergarter. Det er ikke mulig, på grunnlag av disse geokjemiske undersøkelser, å trekke opp noe soneringsmønster, idet de fleste elementer viser en tilsynelatende tilfeldig fordeling, som nitid oppfølging i felt ikke har kunnet forklare.

De mest åpenbare enkelttrekk er:

- Mo er konsentrert øst og vest for leireområdet, for så vidt i områder hvor Mo-glans er funnet i fast fjell. Men Mo må forekomme temmelig sporadisk og spredt, idet prøver tatt nær Mo-funnsteder ikke viser høye Mo-verdier.

- W - synes å være et alminnelig element, men med ukjent signifikans. Anomalibildet antyder dog at W er anriktet i bunnen av dalen, med en vest-østlig utstrekning, og med avtagende verdier utover (og oppover?).
- Zn - synes sterkt anriktet i forhold til verdier vi kjenner fra andre områder, men så ses her også endel sinkblende. Enkelte clusters med høye anomalier finnes, men de er ikke forklart under oppfølging.
- Pb - har noenlunne samme trend som Mo.
- Cu - Det samme gjelder for Cu
- Mn - er jevnt fordelt, mens
- Fe - har samme tendens som Mo. Fe-nivået er forøvrig relativt høyt i forhold til i andre områder.

Konklusjonen på den geokjemiske undersøkelse ble at det utførte program ikke ga noen opplysninger om områdets potensiale, fordi det ikke fantes et mønster som kunne relateres til kjente mineraliseringer og omdannelser, eller som kunne forklares ut fra kjennskapet til de lokale forhold.

Det bør bemerkes at Mo- og M-analysene kan være feilaktige, idet Ca-mengden i prøven kan ha ganske stor innvirkning på oppløseligheten av Mo-W, og dermed på analysenøyaktigheten. Denne faktor formodes ikke å ha avgjørende betydning.

5.3.4. Geofysikk

5.3.4.1. Magnetometri

2 lange magnetometerprofiler ble målt over kambro-silur-xenolitten, mens 4 korte ble målt over den omvandlede sone, for å se om vi med denne metode kunne få antydning hvor dypt det formodede granittlegeme ligger under dagen (Nordang, 1980). Disse målinger ga ikke de ønskede opplysninger, idet resultatene ikke lar seg interpretere ut fra teoretiske modeller.

5.3.4.2. Dypdesonderinger med Terrameter

Etter et par forgjeves forsøk på å komme igjennom leire-omvandlingen med boring, ble det forsøkt å bestemme "leir-lagets" mektighet med elektrisk dybdesondering (Terrameter - motstandsmålinger) (Berger 1980). På grunn av terreng-forholdene var det bare mulig å fastslå at leireomvand-lingens mektighet sannsynligvis var mer enn 150 m, noe vi stort sett visste fra borhull 1 og 2.

Ved plassering av Bh 4 ble dybdesondering også anvendt, for å undersøke overdekkets mektighet. Målingene antydte motstandsending (og muligens fast fjell) på 26 m, men ved boring ble det vist at denne "grense" sannsynligvis var grunnvannsspeilet.

Terrametermålingene i Mistberget har hjulpet med til større forståelse av metoden, men de har ikke bibrakt informasjoner av verdi for boringen.

5.3.5. Boring

For å undersøke det område hvor det var funnet mest mine-ralisering, ble det planlagt et lite boreprogram på opptil 700 m, fordelt på 2-3 hull (borhulls plasseringen fremgår av bilag 4.2.1, kart 1).

Hovedformålet med borhullene skulle være (Vrålstad 22.8.80):

1. å finne mer mineralisering på dypet i det best mine-raliserte område.
2. å undersøke litologiers variasjon mot dypet, for å se om mineraliseringsgraden og intensiteten av omvandlingene ,tiltok,
3. samt å lokalisere det granittlegeme som forventes å ha forårsaket omvandling/mineralisering.

5.3.5.1. Bh_1.

(Retning N 20°Ø, helling 55°) ble boret til en lengde på 136 m i perioden 16.9. - 15.10.80. Hullet ble satt i fast fjell, men gikk etter ca. 95 m over leireomvandling, som mot slutten av hullet var fullstendig massiv.

Hullet ble stoppet, fordi spylingen under boringen førte rødt leirslam direkte ut i Stensbyåa, som anvendes som vannkilde.

Boringen viste at leireomvandlingen kunne forventes til et dyp på over 100 m. Dette skyldes bl.a. at de kalkrike bergarter som ble truffet, er forholdsvis lette å omdanne. Det ble bare funnet svært lite MoS_2 i hullet. Det forekom dels disseminert og dels på sprekker.

5.3.5.2. Bh_2

(Retning N26°Ø, 55° helling) ble plassert i hornfels i utkant av leireomvandlingens utgående i dagen, tettere på kvartsittenheten, som forventes å være den mest resistente bergart overfor omvandling. Hullets lengde var anslått til ca. 300 m.

Etter 40 m's leirboring, fikk vi 32 m's fast bergart fra 40 til 72 m, mens bergartene fra 72 m dyp til hullslutt på 98 m igjen var helt leireomdannet. Hullet ble påbegynt 16.10., og det ble stoppet 5.11.80 p.g.a. ras og manglende boreteknikk for denne type leirboring, uten at vi nådde frem til kvartsittenheten.

Nye opplysninger om mineraliseringbildet var sparsomme, men leireomvandlingen viste seg å ha meget større dimensjoner enn forventet.

I borhullene fantes visse indisier på at leireomvandlingen evt. kunne være senere enn mineraliseringen, noe som ikke er usedvanlig hvis man tenker seg at denne omvandling skyldes influks av grunnvann i et retirerende, hydrotermalt magmatisk system.

De boretekniske vanskeligheter i Bh 1 og Bh 2 medførte at en revurdering av borhullsplassering var nødvendig. På grunnlag av Ih lens omvandlings- og mineraliseringskart ble det besluttet å sette et loddhull ved Julsrudsøteråsen, med plassering i den mest intense omvandling, bortsett fra leiresonen. Med denne plassering forventet vi at: 1) problemet med leireomvandlingen ville bli mindre, og 2) dybden til den underliggende granitt ble økt med ca. 100 m, fordi borplassen ble flyttet topografisk opp.

5.3.5.3. Bh_3.

(Loddhull) ble påbegynt 10.11.80 og avslutten 28.3.81 på 340,5 m's dyp.

Boringen forløp noenlunde jevnt ned til ca. 280 m, hvor en leirsone ble påtruffet. Endel vanskeligheter oppsto her, men ble etterhånden avklart. De siste meter besto av uomdannet Bi-syenitt, hvor de øverste 2 m var anriket på MoS_2 . Kontakten til k-s bergartene er knivskarp.

MoS_2 fantes i k-s bergart gjennom hele hullet, men mest ble funnet disseminert i og omkring granatomvandlede kalkboller. Analyseverdiene på 15 antatt rikeste prøver fra 105. til 120 m viser innhold på opptil 0.93% MoS_2 med 0.1 til 0.2%F og mindre enn 0.3% S (se bilag 4.2.2).

En gjennomgang av lithologiene i hullet viser at de tektoniske bevegelser har vært meget kompliserte, slik at man ofte ser lagrepitisjoner.

Forøvrig ble det lithologiske loggearbeid meget sterkt vanskeliggjort av at boremannskapene hadde en utilgivelig slurvet kjerneorden, som hadde medført flere uforståelige forkastninger enn noe naturens verksted ellers har frembrakt

Leireomvandling forekommer, men oftes i mindre omfang. Kun ved ca. 280 - 310 m ses intens leireomvandling, som sannsynligvis er bundet til oppsprekking av sedimentene.

Den friske syenitt i bunnen av hullet er kun lett leireomvandlet, hvilket viser at det ikke finnes en senere hydrotermal aktivitet rett under. Syenittens relative alder kunne ikke fastslås, men den uomvandlede karakter antydnet at den kunne være emplasert senere enn den granitt som menes å ha forårsaket hydrotermale avsetninger og leireomvandlinger. Faktisk var det mulig at denne syenitt kunne tenkes å ha "spist opp" en eventuell mineralisering, ikke bar her, men også andre steder.

Da Bh 3 ikke hadde gitt oss svar på om det eksisterte en granitt på dypet, som har gitt opphav til evt. økonomiske mineraliseringer, ble det besluttet å bore Bh 4 loddrett fra en posisjon i kvartsitt i det område vi opprinnelig hadde ønsket å teste (se bilag 4.2.1, kart 1,2,3). Det er i dette område det er funnet mest Mo-glans, og også her vi forventer å være dypest i det hydrotermale system.

Boreteknisk mente vi oss nå istand til , klare problemene, samtidig som kvartsitten ble regnet som den mest motstandsdyktige bergart.

5.3.5.4. Bh_4

ble påbegynt som loddhull 18.5.81 i overdekke over en steiltstående kvartsitthorisont (bilag 4.2.1, kart 1). Etter 40 m's boring i sand og grus uten kjernevinning, ble hullet stoppet og nytt hull, Bh 4-I, påbegynt, med 60° vinkel mot retning S 22° fra samme posisjon. Denne endring skyldtes frykt for at vi boret langs en vertikal omvandlet struktur, og hullet ble tippet for å bore inn i fast fjell, vekk fra denne struktur.

Bh 4-I ble boret med mud til 127.5 m i perioden 26.5. til 25.6.1981.

Heller ikke med denne helling fikk vi noen kjernevinning, idet det kun ble spylt sand og grus -fraksjoner opp fra hullet, med enkelte kalkstensfragmenter i. Sand og grusfraksjonen stammer helt sikkert fra oppknust kvartsitt (diffraktometerundersøkelser) i hullet, bortsett fra helt øverst, hvor disse undersøkelser antydte granittiske bergarter.

Hullet ble stoppet på grunn av økende tekniske vanskeligheter (bl.a. stor kroneslitasje) og fordi det ikke var mulig å forutsi hvor eller når vi ville nå fast fjell.

5.3.5.5. Borekonklusjon

De ialt ca. 800 m's boring har vist at vi står overfor omfattende leireomvandling, også selv om manglengde kjernevinning fra Bh 4 skyldtes skjødesløs boring. Dessuten vet vi at kambrosilur-bergartene er underleiret av en uomvandlet syenitt mot sydvest.

Vi er ikke kommet årsaken til omvandling og mineralisering nærmere med de utførte boringer. Vi har heller ikke fått be- eller avskreftet porfyr Mo-W-teorien, på tross av temmelig stor pengeinnsats.

5.3.6. Feltarbeid 1981

I 1981 ble det gjennomført en enda mer detaljert kartlegging/sporleting i lokalområdet ved Vannverket/Julstrudsøter, for å tolke boringene, og for å finne nye mineraliseringstegn.

Dessuten ble det foretatt en regional kartlegging (Ihlen & Rasmussen 81), som på grunnlag av mesoskopiske likheter viser at biotitt-syenitten fra bunnen av Bh 3 kan korreleres med en meget tidlig biotitt-syenitt i området.

Rett nord for vei 180 forekommer et alkaligranitt-legeme som er omdannet. Dette er senere enn biotitt-syenitten, og det er således ikke sannsynlig at biotitt-syenitten er den omdannende bergart.

Ialt ble 333 jordprøver samlet inn over 6 km² med 50 prøver/km², for å se om det området vi anså som target ville manifestere seg på noen måte på mer regional skala enn tidligere undersøkt.

Av bilag 4.2.4, kart 1-7 fremgår det klart at dette ikke er tilfelle.

En nærmere tolking og beskrivelse av disse data vil bli presentert i sluttrapporten fra Mistberget.

5.3.7. Konklusjon

Formålet med de inngående undersøkelser av Mistberget-området er ikke bare å evaluere dette som et target i seg selv. Meningen er også, at resultater og erfaringer herfra skal brukes til vurdering av tilsvarende muligheter i kambrosilur-bergarter andre steder i Oslofeltet.

Arbeidet er nå nådd så langt ved Mistberget at ytterligere undersøkelser i dagen formodentlig ikke vil bibringe oss vesentlige nye informasjoner, og vi har stadig ikke fått av-eller bekreftet, om området er økonomisk interessant ut fra de oppstilte teorier og mål.

Det geologiske arbeid er fullført i dette tektonisk meget kompliserte område. Lithologien, strukturgeologien samt omvandlings-og mineraliseringsmønstret synes fastlagt så vidt det er mulig med den eksisterende overdekking. Det mest

interessante område er omkring Vannverket, hvor:

- 1) Leireomvandlingen er mest intens,
- 2) det finnes mest Mo-glans samt endel scheelitt,
- 3) vi befinner oss topografisk lavest i terreng (og dypest i det hydrotermale system).

Resultatet av den geokjemiske innsats er stort sett at jordprøvetoden ikke har hjulpet i lokalisering av definitte mønstre i disse bergarter, men derimot har vist et ujevnt anomalibilde for alle 6(7) elementer, som ikke har vært mulig å korrelere med geologiske informasjoner.

Heller ikke mag.målinger eller dybdesonderinger med terrameter har hjulpet oss synderlig for å definere henholdsvis dybde til et underliggende pluton, og tykkelse på leireomvandlingen.

Boringen av 4(5) hull på tilsammen ca. 800 m, har kun gitt ca. 50% kjernevinning. Dette har fortalt oss at leireomvandlingen er dyptgående og meget omfattende, samt at vi står overfor et stort, vannrikt system med stor influks av grunnvann i et størknende magmatisk system.

Det er under boringen lokalisert molybdenglans, hovedsaklig disseminert i granatskarn, men enkelte sprekker med Mo-glans forekommer. De høyeste Mo-analyser ses i Bh 3 fra 116 m til 117 m, med 0.093% MoS₂.

Det må understrekes at boringen ikke har gitt oss svar på de spørsmål som er helt essensielle for en endelig vurdering av Mistberget som target, og dermed heller ikke hvilke muligheter som eksisterer i andre, tilsvarende områder.

Vi trenger svar på følgende spørsmål i Mistberget:

- 1) Eksisterer det økonomisk interessante mineraliseringer på dypet?
- 2) Hvilken plassering i forhold til overgangen granitt - sediment har en evt. mineralisering?
- 3) Finnes det overhodet noen mineraliserende granitt under de omvandlede bergarter?

5.3.8. Anbefaling

Den eneste mulige måte å avgjøre Mistberg-targets skjebne på - på fornuftig geologisk grunnlag - er boring av et loddhull, omtrent fra Bh 4's posisjon, muligens litt lenger mot vest (bilag 4.2.1, kart 1).

Hullet skal bores til 500 m's dyp, eller til det treffer intrusiv bergart (granitt eller syenitt). Størst mulig kjernevinning må forsøkes oppnådd, men hvis det ikke er mulig, må slamprøver samlet opp kontinuert og kontrollert.

Videre arbeid, både her og andre, tilsvarende steder, bør avhenge av resultatet fra dette hull - Bh 5.

5.4. Silvifuturum

De omvandlede ekstrusive bergarter ved Silvifuturum (se bilag 2.1), ble funnet i 1978 ved bilrekognosering av H.K.Schönwandt og T.Vrålstad.

5.4.1. Geologi

Kartleggingsarbeidet, som umiddelbart ble påbegynt i 1978 av L.N.Jensen og S.Stougaard (78), definerte et større omvandlingsområde med sporadiske spor av Mo-glans. Årsaken til omvandlingene ble ikke forklart.

I 1980 ble området undersøkt av F.Mengel og A.Rehkopff (80) i skala 1:10.000, som ledd i den regionale kartering under J.S.Petersens ledelse. Feltet ble her kategorisert som en tidlig ekstrusiv xenolitt i senere granittiske bergarter, på samme måte som ekstrusivene på Lundbergskollen, Bjørnåsen, Øyangen, Brustadkollen, Hanskollen og Nordliskampen.

I forbindelse med beskrivelsen av den regional-geologiske oppbygging (J.S.Petersen, 80) samt i rapport fra detaljundersøkelser i Silvifuturum (J.S.Petersen, 81), advokes at alkaligranittlegemene ved Buråskollen/Silvifuturum, Brustadkollen og Hanskollen er seneste intrusive begivenhet i området muligens relatert til en kalderainnsynkning. Det steiltstående spor av alkaligranitten antyder nettopp en emplassering langs en strukturelt kontrollert sone. Denne kronologi støttes av Mengel og Rehkopff (80).

Dette syn strider mot Nystuen(75) og Ihlen & Rasmussen (81), hvor en sen syenittintrusjon regnes for å være seneste større intrusive begivenhet.

Opprinnelsen av de ekstrusive bergarter i Buråskollen - Silvifuturum - kompleksene er likeledes diskutert, idet J.S.Petersen (80, 81) mener at de hovedsaklig består av ignimbitter og pyroklastitter, mens Sillitoe (81) klart tilskriver den dannelsen i og som en diatrem.

5.4.2. Omdannelser og mineraliseringer.

De fundne omdannelser og mineraliseringer synes velavgrensede geografisk. De forekommer som en ikke-sprekkebunden, diffus type, ofte av massivt gjennomgripende karakter, men dannelsesmekanismen er ikke helt forstått ennå. Det kan være tale om prosesser som har foregått i lett permeable bergarter, som senere er blitt helt tette ved avsetting og kontaktmetamorfose.

Mo-analyser ble utført på bergartsprøver fra lokaliteter utvalgt 1) langs et profil fra uomdannet til helt omdannet bergart, og 2) hvor fargen på prøven tilsa at det muligens var Mo-glans tilstede (JSP,81). MoS_2 -innholdet varierer fra 0 til 0.15%, hvor de rikeste prøver er samlet i sortgrå omvandlede, finkornede bergarter langs Gjødningseelven.

Opprinnelsen til omdannelse og mineraliseringer i ekstrusivene er usikker, idet disse synes meget eldre enn de omkringliggende syenitter og alkaligranitter, og som sådan tilhører de en meget tidligere mineraliseringsfase enn f.eks. den vi finner i Nordliseret.

Potensialet for en økonomisk mineralisering ved Silvifuturum er nok begrenset, idet senere intrusiver synes å ha redusert ekstrusivbergartenes volumen, men mulighetene for en forekomst av rimelig størrelse er stadig tilstede.

3. Geokjemi

Da området de fleste steder er kraftig overdekket med forholdsvis tykk morene, ble det i 1979 samlet inn 37 jordprøver i 3 profiler over de mest omvandlede områder. Metoden var pade og spiralbor, og prøvedybden er derfor de fleste steder utilstrekkelig til å gi relevante opplysninger, noe som

også bekreftes av anomalibildet, som viser sporadisk høyere verdier i enkelte prøver, men som ikke hjelper til større forståelse for mineraliserings- og omvandlingsmønstret (om et slikt eksisterer).

5.4.4. Geofysikk

Likeledes ble det i 1981 målt 3 mag.profiler på tvers av lagdelingen i ekstrusivene, for å teste om denne metode kunne gi ytterligere informasjoner om: 1) bergartsgrenser, og 2) omvandlede områder med lavere mag.verdier.

Det er ikke mulig med vårt nåværende kjennskap til geologien å forklare disse mag.profiler, bl.a. fordi det trenges flere målinger for å få et interpreterbart bilde.

5.4.5. Konklusjon

Silvifuturum-områdets mutinger foreslås opprettholdt inntil vi oppnår en dypere forståelse for den mineraliserings- og omvandlingstype vi finner her. Denne type er formodentlig ekvivalent med de mineraliseringer som er funnet ved Vrangla og i Ramnes, hvor fenomenet vil bli studert nærmere i 1982.

Inntil nye opplysninger foreligger om denne mineraliserings-type, bør området legges på is, bl.a. fordi det aktuelle bergartsvolumen, som kan være mineralisert, synes å være av et visst begrenset omfang.

Når og hvis det blir tatt opp igjen, bør ca. 1 km² dekkes med 50x50 m jordprøver, samtidig som det måles med mag i samme nett. Likeledes bør det sporletes tett for å finne andre omvandlinger og mineraliserte områder.

Dessuten bør man på et tidlig tidspunkt teste dybden og relasjonen til underliggende senere intrusiver med boring.

5.5. Hellandsmyrsenteret

5.5.1. Innledning

Under regionalkartlegging i skala 1:50.000 Rustad - i Mauraregionen i Nannestad, ble omdannelsene ved Hellandsmyr funnet.

Følgende arbeider er utført i området:

1. L.N.Jensen (79), kartlegging og sporleting i 14 dager i august, i målestokk 1:5.000 (bilag 4.3.1, kart 1, 2).
2. Sporadisk sporleting av forskjellige Hydro-geologer i 79-80-81, samt av Trønnes og Martinsen i 80, og I.S. Jensen i 1981. Det er ikke rapportert.
3. Innsamling av 120 jordprøver (50 prøver/km²). (bilag 4.3.2, kart 1-7).
4. Måling av 2 mag.profiler ved H.Elstad (bilag 4.3.1, kart 1,2).
5. Kort besøk av Sillitoe (81).

5.5.2. Geologi

Resultatet av undersøkelsene viste at de omdannede partier ligger innenfor et 600x1500 m stort legeme av ekstrusive bergarter (rhyolitter og breksje, formodentlig ignimbritter), som er helt omgitt av mellomkornet, uomvandlet syenitt. Enkelte omvandlede syenittblokker er funnet, men der hvor kontakten er blottet, er syenitten uomdannet helt opp til grensen. I ekstrusivene er også funnet uomdannede granitt-aplittiske ganger med skarp kontakt til ekstrusivene.

Utviklingssekvensen i området synes å være fra eldst til yngst:

ekstrusiver → syenitt $\xrightarrow{?}$ aplittgranittganger.

Plasseringen av granittgangene er debatabel, og signifikansen av omvandlede syenittblokker er også usikker.

Omdannelsene i området er hovedsaklig preget av silicifisering med endel pyritt, mens det kun er funnet Moly på enkelte lokaliteter. Dette på tross av en samlet, ganske stor sporletingsinnsats fra erfarent mannskap.

5.5.3. Geokjemi

Da ytterligere kartlegging og sporleting syntes fruktesløst, ble et jordprøveprogram på 120 prøver med 50 prøver/km² gjennomført i 1981, for å lokalisere uoppdagede geokjemiske mønstre fra mulige mineraliseringer (bilag 4.3.2, kart 1-7).

Mo-anomaliene finnes hovedsaklig i kontaktsonen mellom ekstrusiver og syenitt, og kan som sådan godt tenkes å være et kontaktfenomen.

Et svakt anomalt område mot Stråtjernet kan skyldes transport med grunnvann og sekundær utfelling her.

Zn viser sammen med Cu et mer diffust bilde, hvor det ses anomalier både i ekstrusiver og syenitt. Zn er hovedsaklig anriket syd i xenolitten, mens kontaktsonen mellom syenitt og ekstrusiv mot vest markeres av høye Cu-verdier.

Verken Pb, Mn eller Fe viser noe interpreterbart mønster.

5.5.4. Geofysikk

Det ble gjennomført måling av 2 mag.profiler, for å se om denne metode kunne antyde tykkelsen på ekstrusivxenolitten (Elstad 82).

Profil 1 har fått en uheldig plassering for dette formål, mens Profil 2 er lagt riktig.

De målte profiler gir ikke opplysninger om tykkelse, men profil 1 viser at de omdannede ekstrusiver i grenseområdet mot syenitten har relativ lav susceptibilitet.

5.5.5. Konklusjon

Uansett hvilke tolkinger som legges til grunn for omdannelses-mønsteret, er det klart at det her ikke er tale om en klassisk porfyr Mo-forekomst. Omdannelsene (og evt.) tilknyttede mineraliseringer hører snarere inn under samme type som vi finner i Silvifuturum - Ramnes - Vrangla etc. Altså, diffust omvandlede og mineraliserte ekstrusive bergarter, omgitt av senere intrusive syenitter (og granitter?).

Mulige videre undersøkelser kan innbefatte en mer detaljert jordprøveinnsamling i anomale områder, for å få frem mønstre i mindre områder, med tanke på en annen type mineralisering enn tradisjonelle porfyr Mo-forekomster.

Dessuten vil et mag.kart over ekstrusivlegemet og et stykke ut i omgivende syenitt kunne gi informasjon om:

1. omfanget av omdannet bergart i ekstrusivlegemet, og
2. tykkelsen av ekstrusivlegemet. Muligens vil også opprinnelsen av aplogranittganger kunne antydes.

5.5.6. Anbefaling

På det nåværende grunnlag anbefales det imidlertid at området nedprioriteres og at mutingene gis opp, idet størrelsen av det bergartsvolumen som er omvandlet, er for begrenset og for dårlig mineralisert til at det er mulighet for en passelig stor økonomisk interessant forekomst i ekstrusivene. Den eneste åpning for ny interesse for området, er muligheten for en sen, sur intrusiv bergart under syenitt og ekstrusiver.

5.6. Fjellsjøen

5.6.1. Innledning

Under NGU's regionalgeokjemiske bekkesediment-undersøkelser i 1976, viste Fjellhammerbekken klart anomale utslag på Mo. USB fulgte opp denne anomali i 1980 med en jordprøveinnsamling i B-horisontjordlaget, samt sporleting i bekkeleiet, uten at bekkesedimentanomalien ble forklart.

USB's jordprøver viser enkelte anomale prøver, hovedsaklig ned mot Fjellhammerbekken. De mest anomale prøver finnes helt nord i deres nett, og ingen av dem er blitt rapportert fulgt opp.

Etter overtakelsen av Statens rettigheter i 1980, besluttet vi i 1981 å prøveta området med jordprøver i grid 100 x 100 m, med NH metoden.

Dessuten skulle området kartlegges og sporletes, for om mulig å finne årsaken til geokjemiutslagene.

5.6.2. Utført arbeid

I 1981 ble ialt 256 jordprøver samlet inn, mens den geologiske oppfølging og sporletingen har vært temmelig sporadisk p.g.a. manglende tid. Sporletingen utgjorde en halv dags arbeid av V.Aggerholm og V.Dannow.

De geologiske undersøkelser (A.Rehkopff 81) (bilag 3.5.) viser imidlertid at det finnes flere geologiske grenser i det prøvetatte område.

Lengst mot N finnes Bi-syenitt, som grenser opp til biotitt-hornblende granitt. Aldersrelasjonene mellom disse er litt usikre. Granitten intruderer litt øst for Fjellhammerbekken en Bi-syenitt (Fjellsjø-), hvori det ned mot Bergebekken finnes en xenolitt av tidlig monzodioritt.

Kontakten mellom granitt og Bi-syenitt (Fjellsjø-) er ikke kartlagt i detalj, men synes å være av forholdsvis komplisert natur. På grunn av stor overdekkingsgrad er grenseforholdet vanskelig å fastlegge.

5.6.3. Geokjemi

NGU's anomalipunkter bekreftes av vår undersøkelse (bilag 4.4.1), men i tillegg får vi frem et mer sammenhengende bilde (bilag 4.4.2).

Mo-anomaliene er hovedsaklig bundet til det overdekkede området omkring Fjellhammerbekken, med hovedparten av anomaliene beliggende i granitten. Dessuten slår prøver omkring Bergebekken ut.

Zn-anomaliene er neste eksklusivt bundet til granitten, spesielt langs Fjellhammerbekken. De anomalier som ligger på SV-spissen av Fjellhammerhøgda kan meget vel tenkes å skyldes underliggende granitt og/eller apofyser fra denne. Ellers ser man forholdsvis høye verdier i de sterkt overdekkede områder rett sydøst for Lokkehaugen.

Pb-bildet er sterkere knyttet til Fjellhammerbekken, og det mest signifikante anomalibelte strekker seg opp mot granittens grense til Bi-syenitten. Granitten synes ikke forhøyet på Pb på samme måte som gjaldt for Zn.

Cu er noe diffust fordelt, og faktisk synes de høyeste verdier å befinne seg i sterkt overdekkede områder øst-sydøst for Lyberget. Likeledes ses et anomalt felt på Fjellhammerhøgda, med ukjent signifikans.

Mn og Fe viser et meget diffust bilde, men et par steder i forbindelse med bekkelokaltiteter, synes det klart at forhøyelse i Mo-, Zn- og Pb-nivået kan skyldes sekundær-utfellingene

Typisk er prøver fra Bergebekken (nr.90116, 90104, og én enkelt i Fjellhammerbekken, nr. 90183).

5.6.4. Konklusjon

Selv om anomalibildet er forholdsvis sterkt og sammenhengende, er det ikke funnet tegn på omdannelse som kan relateres til porfyr Mo-omdannelsesprosesser. Mutingene (foretatt i Statens navn) er derfor foreslått gitt opp.

Videre arbeid bør begrenses til en mer intens sporletting i Fjellhammerbekken. Dessuten bør grensen mellom granitten og de to syenittene fastlegges med større omhu, med tanke på å fastlegge granittens emplaseringsmåte.

5.7. Feiring

Feiringfeltets mineraliseringer av kobber og bly, med litt mikroskopisk gull rapportert, ligger dels i det permisk mænaitt-(monzonitt-) legeme, og dels i prekambriske gneiser. Området er tidligere undersøkt og rapportert av P.M.Ihlen (1976), F.D. Pedersen (1979) og i 1981 av R.B.Sillitoe.

Alle fremhever det begrensede potensiale, både når det gjelder mulighetene for en porfyr-Mo-forekomst på dypet, og med hensyn til en eventuell større gullmineralisering.

Opprinnelsen av mineraliseringen er usikker, men synes knyttet til et underliggende, yngre "legeme" av ukjent karakter.

P.M.Ihlen arbeider i øyeblikket med en sammenstilling av omdannelsesmønstre i Feiring/Skreia-området, med bakgrunn i bl.a. de erfaringer vi har fra Mistberg"senteret".

Videre arbeid bør bygge på de resultater P.M.Ihlen kan fremlegge i sin publikasjon, som snart vil komme ut, men inntil videre har området lav prioritet.

5.8. Langtjern (Raumyr)

5.8.1. Innledning

Norsk Hydro har interessert seg for dette området siden begynnelsen av 1970-tallet (P.M.Ihlen, 76), opprinnelig med tanke på scheelitt. Men allerede i 1974 besøkte H.K. Schönwandt (75) forekomsten med henblikk på mulighetene for porfyr-Mo-forekomster i Oslofeltet. Området fikk på dette tidspunkt lav prioritet, fordi det ikke ble funnet tegn på at porfyr Mo-prosesser hadde foregått.

I 1978 ble Raumyrforekomsten mutet av Staten. Disse rettigheter overtok Norsk Hydro i 1980 etter inngåelse av samarbeidsavtale i et mindre område omkring forekomsten (se bilag 2.1).

Siden har A/S Sydvaranger(81) mutet inn et større område fra Hersjøen til Langvann, inklusive Raumyr (se bilag 2.1).

5.8.2. Utført arbeid

I 1980 inngikk dette område som en del av den regional-geologiske kartering (J.S.Petersen,81), hvor T.Lid-Larsen kartla et større område, som bl.a. innbefatter Skreifjell syenittmassiv og Hersjøgranitten (Lid-Larsen, 80).

Dette arbeid og H.K.Schönwandts rapport fra 1975 viser at Mo-glans finnes sporadisk som enkeltkorn og klyser, samt på tørre sprekker flere steder i granittporfyren, uten at omdannelse er observert i noe særlig omfang. Raumyr-forekomsten inneholder hovedmengden av Mo-glans funnet i området. Dette sitter som grove korn i pegmatittiske Qz-syenittpartier langs granittporfyrens kontakt til eldre ekstrusive bergarter (ignimbritt).

Lokale omdannelser og mindre mengder Moly/pyritt er utover dette kun funnet i feltspatporfyr (ignimbritt?) på den NØ-lige bredden av Langtjern (I.S.Jensen 1981).

I J.S.Petersen(81) regnes granittporfyren for å være et differensiasjonsprodukt fra Hersjøgranitten, og den oppfattes her som en pendant til Nysæter-aplogranitten i Røtjern kvartssyenitten.

Perspektivet videre er at disse bergarter kan korreleres med de sene, sure, finkornede granittiske bergarter i Nordliseret, med de muligheter dette innebærer.

Granittporfyrens grenserelasjoner til omkringliggende syenitter ble undersøkt av P.M.Ihlen og V.Dannow i 1981, og det er ingen tvil om at syenittene (min. 3 varianter) er yngre enn granittporfyren. Et forhold som minsker mineraliseringspotensialet for denne.

Samme år utført I.S.Jensen (81) et detaljstudium omkring Langvann-Bladtjern, for å se om området kan relateres til en kaldera-struktur i likhet med mønsteret fra Silvifuturum - Hanskollen. Hennes konklusjon er at dette ikke kan avgjøres på nåværende grunnlag, men at muligheten eksisterer.

P.M.Ihlen, som har arbeidet i området siden først i 70-årene, har videre-bearbeidet alle data fra bl.a. dette område, og disse blir sammenfattet i en publikasjon som p.t. er under utarbeidelse.

5.8.3. Geofysikk

Endel magnetometriske målinger er utført mellom Storvatnet - Langtjern - Syljuvatnet. Formålet var å definere områder med lave magnetiske verdier fra flymag.målinger på bakken (Nordang, 80).

Relativt lave verdier finnes langs granittporfyrens kontakt til de omgivende ekstrusive ignombritter og syenitter. Dette området strekker seg i et belte fra vestsiden av Langtjern mot SV ned mot Hekatjern. Videre målinger mot vest ble ikke foretatt, da dette området er skytefelt tilhørende militæret.

Årsaken til de lave mag.verdier er ikke fastlagt, idet området er forholdsvis kraftig overdekket. Intensjonen var i 1981 å følge opp med jordprøver og sporleting, men mangel på positive porfyr-Moly-tegn i området gjorde at dette arbeid ble nedprioritert.

5.8.4. Konklusjon

Det geologiske bilde av området er stort sett fastlagt, men aldersrelasjoner og opprinnelse av bergartene diskuteres fortsatt.

Det synes imidlertid klart at områdets potensiale ut fra porfyr-Mo synspunkter, er meget begrenset, selv om visse teoretiske betraktninger tilsier at det kan være interessant. Det er ikke funnet kraftige tegn på at porfyr-Mo prosesser har foregått, og Mo-glans i et visst omfang er kun funnet ved Raumyr-forekomsten.

Hvis ikke nye teoretiske betraktninger tilsier det, bør området nedprioriteres, selv om jeg foreslår at mutingene opprettholdes inntil videre. Dette syn støttes av R.E. Sillitoe (81), som besøkte forekomsten høsten 1981.

5.9. Svartungsbekken

NGU's bekkesedimentgeokjemi fra 1976 ga meget høye Mo-anomalier i Svartungsbekken nordøst for Glassberget-området (bilag 4.5, kart 1-2). Dette ble fulgt opp av jordprøveinnsamling i utfellingslaget i et 100 x 100 m grid omkring bekkesediment-anomalien.

Enkelte prøver er særdeles anomale på Mo og Zn, men det forekommer ikke noe regulært mønster.

I 1981 var det planlagt innsamling av dype jordprøver for å få frem et mønster, samtidig som området skulle sporletes.

Etter en befaring foretatt av V. Aggerholm og V. Dannow, ble det besluttet å nedprioritere området, da overdekket besto av tykk (> 5 m) blokkmorene. Dessuten fant vi kun uomvandlede, mellom- til grovkornede Bi-syenitter i de enkelte blotninger samt i blokkene.

I en blokk fant vi litt Mo-glans på en tørr sprekk, uten noen form for omvandling.

Sett i lys av observasjoner fra Kvernsjø-området i Rustad, hvor bekkesedimentanomalier formodentlig skyldes spor av Mo-glans i tørre, strukturelt kontrollerte sprekker hvor bekken renner, ble denne anomali forklart på samme måte.

5.9.1. Konklusjon

Mutingene i området kan gis opp, men som del av metodestudier for forklaring av geokjemianomalier bør både dette og andre områder med tilsvarende Mo-anomalier undersøkes nok en gang.

6. SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

6.1. Innledning

Prospektering etter porfyr molybden-forekomster relatert til Oslofeltets permiske intrusiver har pågått i Hurdal Nord og Østkantområdet siden 1974, men den massive innsats begynte først i 1978, da T.Vrålstad fant bl.a. Nordliforekomsten.

Det her beskrevne område strekker seg fra Mjøsa i øst- over Totenåsen til Skrukkelia mot vest, langs Skrukkelisjøen og Gjødningseelva til Hurdalsjøen, videre til dennes sydlige del. Dessuten er innbefattet området syd for en linje fra Hurdalsjøens sydlige del over Maura til Avalsjøen.

Detaljundersøkelsene i Nordlifeltet er utskilt som eget ansvarsområde under F.D.Pedersen. De øvrige feltene i området Rustad og Glassberget har V.Aggerholm som feltansvarlig.

Arbeidet har omfattet regional sporleting og kartlegging, samt undersøkelse av en rekke interessante lokalfelt ("targets"), med detaljkartering, og i noen områder med jordprøve-geokjemi og magnetometri. Dette gjelder følgende felt:

Nordli/Nordliskampen
Mistberget
Silvifuturum
Hellandsmyr,
Raumyr/Langtjern
Feiring
Fjellsjøen
Hanskollen/Hurdal Skisenter
samt deler av Skreia.

I de to førstnevnte områder er dessuten boret henholdsvis 3.500 m og 800 m til idag, og boringen i Nordli pågår fortsatt.

6.2. Geologi

Det regionalgeologiske bilde er stort sett fastlagt (bilag 3.2), og i skjema 1 gjengis den bergartskronologi som i øyeblikket synes mest sannsynlig. Den er hovedsaklig basert på I.P.Nystuen (75) og J.S.Petersen (80.81), samt delvis på P.Ihlen og E. Rasmussen (81), A.Rehkopff (81) og A.Gaut (81).

Det hersker en viss uenighet i tolkingen av de permiske intrusivers interne kronologi. Et forhold som for en stor del skyldes lav blotningsgrad i kritiske områder, samt problemer med klassifikasjonen av intrusivene på grunn av stor intern variasjon i de enkelte enheter av kritiske faktorer som kvartsinnhold, bergartsteksturer, biotitt-amfibolforhold o.l.

Dessuten diskuteres og undersøkes om det er mulig å definere om det er granittsuiten eller syenittsuiten (hvis slike finnes her!), som gir opphav til de sure sluttdifferensiater - granofyrer, granittporfyrer, etc. - som er mineralisert.

Følgende punkter - for å nevne de viktigste - er gjenstand for diskusjon, og flere av disse bør undersøkes næmere, da det har prospekteringsmessige konsekvenser:

1. Hersjøgranittens aldersrelasjon til Skreifjellmassivet.
2. Kontaktforholdet mellom Hersjøgranitten og Røtjern kvartssyenitten.
3. Røtjern kvartssyenittens interne variasjon.
4. Alkaligranittenes innbyrdes aldersrelasjoner, samt forholdet til f.eks. granofyr-bergarter.
5. Alderen av alkaligranittsporet fra Buråskollen over Brustadkollen og Hanskollen til Skisenteret.
6. Rognlisyenittens tilknytning til andre syenitter.
7. Opprinnelsen av Nordlisenterets granofyr-bergarter.
8. Skreifjellmassivets oppbygging og tilknytning til kvartsfeltspatganger i prekambriske bergarter.

Endel av disse punkter må avklares med kartlegging i 1982. Dessuten er et lithogeokjemisk program under utførelse, for om mulig ad geokjemisk vei å få informasjoner om sammenhengen mellom de forskjellige bergarter og deres utvikling.

BERGARTSKRONOLOGIHurdal Nord og Østkanten

Camptonitt

FSP-porfyr (PMD-)

* * Granofyr bergarter (Nordli-)

* Alkaligranitt (Nordli-)

Alkaligranitt (Byuhøgda)

* Biotitt granitt/kvartssyenitt (Røtjern) med aplogranitt (Sæteråsen)

* Kv-Fsp-porfyr (Nordli, Garsjø)

* Alloklastisk breksje₂ (Nordliskampen₇)

Mikrosyenitt (Daltjern-)

Alkali-kvartssyenitt (Høversjøen) med aplogranitt (Bergavann)

Biotitt-syenitt (Fjellsjø-)

(*) Biotitt-syenitt (Rognli-)

Alkali granitt (Burås-, Hanskollen-)

Fsp-porfyr

Alloklastisk breksje₁ (*Buråskollen, *Hanskollen, *Rognli, *Brustadkollen, etc.)

Nordmarkitt (Skreifjellmassivet udifferensiert).

Biotittgranitt (Hersjø-) med kvartssyenittisk randfacies, og
*aplogranitt (Steinsjø)

Monzonitt - gabbropyroxenitt

Mønaitt

Rb-porfyr/basalt

Kambro-silur sedimenter (*ved Mistberget)

Prekambrium

* Berg relatert til Mo-mineralisering og omvandling.

Basert på I.Nystuen(75), J.S.Petersen (80,81) og delvis på P.M.Thlen &
E.Rasmussen (81), A.Rehkopff (81), A.Gaut (81).

6.3. Geokjemi

Foruten geologisk kartlegging har bekkesediment- og jordprøve-geokjemi stått sentralt som prospekteringsmetoder.

- 6.3.1. Bekkesedimenter ble anvendt i perioden 1974-78, da vi sto overfor store, ukjente områder som skulle prioriteres for nærmere undersøkelser. Teststudier i Glitrevann i 1975 viste at denne metode var brukbar til dette formål.

Under oppfølging av de tildels meget Mo-anomale områder som fremkom i hele området, har det vist seg at bare anomaliene i Glassberget-området skyldes omfattende Mo-mineraliseringer. Resten av de anomale feltene forklares på nåværende tidspunkt med Mo-glansavsetninger på tørre, strukturbundne sprekker i mellom - grovkornede syenitter, uten tegn til hydrothermal aktivitet.

Metodens anvendbarhet er likeledes tvilsom, sett i lyset av at Nordliforekomsten ikke markerer seg i Mo-anomalibildet i det hele tatt. Bl.a. på den bakgrunn, ble jordprøvegeokjemi testet i 1978 på Nordliforekomsten, med særdeles positivt utfall.

- 6.3.2. Jordprøveinnsamling har siden 1978 eskalert, fra ca. 100 prøver til 4.000 i 1981, og er idag en av våre viktigste metoder i semiregionale og detaljerte undersøkelser av geologisk interessante områder.

Det gjenstår endel metodeutvikling, men de mest effektive og lettest tolkbare prøver blir samlet med gjennomstrømningsprøvesamler montert på forlengbare stålrør, som hamres ned i bakken (6 m) med hammer eller boremaskin, til overgangen mellom fast fjell og overdekke.

En prøvetetthet på 50 prøver pr. km² gir over Nordliforekomsten et pent sonert mønster med høye Mo-verdier i sentrum, overlappet av anomale Fe-verdier, som igjen overlappes av normalt høye Zn og Mn haloer.

Prøvetettheten er en kritisk faktor, som bør vurderes ut fra hvilken type mineralisering man forventer. Som eksempel

kan nevnes at Nordliskampenmineraliseringen krever mellom 800 og 1.600 prøver/km² for å gi et tolkbart anomalimønster.

Et anomalibilde tilsvarende Nordlis er ikke funnet, men så er det også usannsynlig at vi flere steder finner forekomster erodert til det ideelle snitt vi ser i Nordli. Interessante oppslag finnes både nord, nordøst og øst for Nordlisenteret. Disse bør følges opp med detaljkartlegging, røsking og eventuelt boring, for å undersøke om det finnes interessante mineraliseringer her. Hvis så ikke er tilfelle, så må det gis en forklaring på jordprøveanomaliene.

Andre områder er også blitt undersøkt, men ingen av disse gir utslag som kan tolkes positivt på nåværende tidspunkt. Blant annet synes metoden uanvendelig i Mistbergets kambrosilur-bergarter, da det ikke kan etableres noen forbindelse mellom feltobservasjonene og jordprøveanomaliene, noe som kan skyldes kraftig overdekke og mer dyptgående forvitring enn andre steder.

Det står imidlertid klart at jordprøvemethodikken, spesielt for molybden, er en god indikator på om det finnes i undergrunnen, forutsatt at prøven er samlet i overgangssonen fjell/overdekke. En god interpretasjon krever imidlertid at resultatene anvendes positivt. Det vil si, at en prøve med høyt innhold av Mo indikerer mineralisering, mens et lavt Mo-innhold kan bety at 1) det ikke finnes mineralisering, eller 2) at prøven er samlet i så tykt overdekke at den ikke gir informasjon om fjellgrunnen.

Man må altså vurdere resultatene ut fra det kjennskap man har bl.a. til områdets overdekke, samt de feltobservasjoner som blir gjort i innsamlingsfasen.

6.4. Geofysikk

Flere forskjellige geofysiske metoder har vært tatt i bruk, men det er ikke funnet noen enkelt metode som fungerer entydig positivt.

- 6.4.1. Det aeromagnetometriske bilde angir en klart avgrenset, lav magnetometrisk anomali over Nordli-forekomsten, hvilket bekreftes av oppfølging med protonmag.målinger på bakken. Nordlisenterets lavere susceptibilitet skyldes formodentlig nedbryting av magnetitt ved hydrothermal omvandling av bergartene.

Noenlunne tilsvarende mønstre er funnet andre steder, (f.eks. i Skreia), uten at det er sett tegn til at tilsvarende prosesser har foregått. Igjen bør man huske på at Nordliforekomsten representerer et ideelt snitt.

Tolkingen av magnetometrien i området bør derfor baseres på å finne et mønster som man tenker seg det, hvis Nordli forekomsten lå under 200 m mer eller mindre omvandlet fjell. En oppgave som er meget vanskelig.

- 6.4.2. IP- og motstandsmålinger har vært brukt til å definere utstrekning og type av den pyritt som er knyttet til omvandlingssonen i Nordlisenteret, med en viss suksess. Derfor vil disse metoder også bli forsøkt anvendt over et interessant geokjemiutslag i Nysäterkollen.

Motstandsmålinger med Terrameter har ellers vært brukt til å måle mektighet av overdekke, som hjelp til lokalisering av borplasser.

VLF og scintillometermålinger har vært forsøkt anvendt, men uten positivt resultat.

- 6.4.3. Generelt sett synes magnetometri og IP/motstandsmålinger å være anvendbare metoder i omvandlingssoner, og disse bør også kunne anvendes i fremtiden i en viss grad, for å definere utstrekningen av omvandlingen, samt eventuelt hvordan pyritt er bundet.

6.5. Mineralisering

Den geologiske kartlegging har vist at vi formodentlig står overfor to adskilte molybdenmineraliserende epoker, som gir seg vidt forskjellige uttrykk.

- 6.5.1. Den eldste mineraliseringstype synes bundet til massive, men diffuse ikke-sprekkebundne omvandlinger i hovedsaklig ekstrusive bergarter. Mineraliseringenes og omvandlingsenes diffus-massive natur tyder på at bergartene har vært forholdsvis permeable da de hydrotermale løsninger ble avsatt. Mineralisering og omvandling kan tenkes knyttet til vulkansk og subvulkansk aktivitet i forbindelse med f.eks. kalderadannelse.

Idag forekommer disse ekstrusiver som tette bergartsenheter, som ligger som tildels store xenolitter i yngre syenittiske og granittiske plutoner.

Sjansene for å finne en passe stor økonomisk forekomst synes derfor å være begrensede i dette området, fordi erosjonen og senere intrusiver har minsket det aktuelle bergartsvolumen betraktelig.

Imidlertid peker områder som Rannes og Vrangla i sydlige Oslofelt seg ut som særdeles potente med henblikk på denne type mineralisering.

- 6.5.2. De yngste Mo-mineraliseringer er knyttet til granitter og kvartssyenitter, samt til deres finkornede derivater - granofyrrer, granittporfyrrer - som regnes for å ha det største potensiale i området. Mo-mineraliseringene inndeles i flere typer på basis av deres forekomstmåte:

1. Stockwerk-typen-, hvor mineralisering og omvandling er bundet til sprekker som i en klassisk Climax-type forekomst. Denne type er kun funnet i Nordli i større omfang.
2. Anriking av Mo-glans i pegmatitter og aplitter uten særlige omvandlinger relatert. Dette ses bl.a. langs bergartskontakten ved Raumyr Mo-skjerp, i Røtjern kvartssyenitten, og Nysæter aplogranitt, samt flere andre steder i området (Glassberget).

3. Disseminert og sprekkebundet Mo-glans med meget lokale omvandlinger er funnet i alkaligranittene i Røtjern kvarts-syenitt og i aplogranitten, samt i kambro-silur-bergartene i Mistberget target.
4. Mo-glans i tørre, uomvandlede strukturbundne sprekker i mellom- til grovkornede syenitter ved f.eks. Kvernsjøen i Rustad, og Svarttjern i Skrukkelia.

6.6. Konklusjon

Konklusjonen på de hittil foretatte undersøkelser tyder på at Røtjern kvarts-syenitten og dens kontakter til omkringliggende eldre bergarter, er det område som bør prioriteres høyest i 1982.

Det er i og omkring denne bergart hovedmengden av interessante Mo-mineraliseringer er funnet (J.S.Petersen, 1981), og Nordli-forekomsten kan tenkes dannet ut fra denne bergart ved differensiasjon.

Det er likeledes her vi finner flere markante jordprøveanomalier, hvis årsak ennå ikke er funnet.

I videre perspektiv må også andre granittiske og kvarts-syenittiske områder betraktes med fornyet interesse. Dette gjelder i første rekke Skrukkelia-granitten, Hurdalsjø-kvartssyenitten (Ihlen & Rasmussen, 1981), samt områder med aplogranitt og alkaligranitt.

Av de lokaltfelt vi har undersøkt til nå, er det foruten Hurdal N/Nordli-området kun Mistberget som peker seg ut som interessant nok til å undersøkes nærmere, mens resten av feltene kan nedprioriteres.

Erfaringene til nå har vist at geologisk kartlegging og jordprøvegeokjemi før boring er de beste og mest pålitelige prospekteringsmetoder. Likeså tegner lithogeokjemi positivt. Dessuten synes magnetometri, IP og motstandsmålinger å kunne anvendes i et visst omfang.

6.7. Anbefaling

På denne bakgrunn anbefales følgende program for 1982, som likeledes utgjør budsjettforslaget for Hurdal NØ og Øst-kanten (se bilag 2.2, kart 4, 2.3, 2.4).

Det er de granittiske og Qz-syenittiske bergarter, samt derivater fra disse som står i fokus som potensielle mineraliseringskilder. Det dreier seg i første rekke om Røtjern kvarts-syenitter, men andre granitt/Qz-syenitter kan også være aktuelle prospekteringsobjekter.

Arbeidet i og omkring Røtjern Qz-syenitter bør bestå av følgende punkter:

1. Detaljkartlegging og sporleting av Røtjern Qz-syenitten, samt dens grenser til omkringliggende, eldre bergarter, ialt 40 km² (bilag 2.2, kart 4).
2. Intens oppfølging av jordprøveanomalier i samme område. Dette vil bl.a. inkludere røsking og/eller boring av korte hull i spesielt anomaliområder (Nysæterkollen, Merraputten, Lysgårdlia), for å forklare anomaliene. Dessuten bør området ved Nysæterkollen dekket med motstands-(og IP)-målinger, for evt. å definere en pyritt-sone.
3. Innsamling av 1.500 - 1.800 jordprøver (50 prøver/km²) i et 25 km² stort område, for å dekke ikke-prøvetatte områder, som en viss sikkerhet for at vi ikke går forbi interessante områder. (jfr. anomaliområdene i Rognli-syenitten).

Dette punkt kan nedprioriteres til pkt.2 er utført, hvis kapasiteten tilsier det.
4. Analysering av forskjellige faser av Røtjern Qz-syenitt, aplogranitt og andre relevante bergarter, for å etablere bakgrunnsverdier og om mulig utviklingsmønstre i bergarterenes geokjemi, til hjelp i prospekteringen.
5. Muting av Røtjern granittområdet - ialt 60 mutinger.

I tillegg til dette bør også andre områder, som Mistberget alkaligranitt, Bergavann aplogranitt, Skrukkeliggranitten, Stein-sjø granittporfyr etc. undersøkes igjen på basis av de erfaringer vi innhøster i løpet av sommeren, på tross av at disse områder allerede er kartlagt.

En dypere forståelse for årsakene til både jordprøve- og bekke-sedimentanomalier er tiltrengt, for å bedre interpretasjonen av disse, og et program vil bli satt opp med dette formål.

I Mistberget bør det bores et hull på inntil 500 m for å undersøke om det finnes den mineralisering på dypet som de geologiske informasjoner tyder på. De 800 m boret til nå, har ikke gitt oss svar på dette, og må anses som delvis bortkastet, hvis ikke problemet løses ved ytterligere boring. Detaljert boreopplegg vil følge senere.

Oslo, 2.4.1982

O. Dammann

Litteratur/arbeidsoversikt

OSLOFELTET NORD

1973

ØSTKANTEN

Dannow/Pedersen

0402/73

126/02/04

Flusspat prospektering i Mistberget område.

Ihlen, P.B.

0437/73

126/02/02

Wolframprospektering i Oslofeltet

Olsen, J.

0438/73

126/02/04

Prøvetakning Skreia, Mistberget, Grua

1974

ØSTKANTEN

Ihlen, P.M.

/74

Scheelitanomalikart fra Østkanten/Mistberget

1975

ØSTKANTEN

Schönwandt, H.K.

/75

Oslofeltets Mo-mineraliseringer, Rapport

1976

ØSTKANTEN

Ihlen, P.M.

Preliminær rapport om den permiske metallogenese i den nordøstre del av Oslofeltet med hovedvekt på scheelitt-mineraliseringene.

1978

GENERELT

Dannow, V.R. 0904/78 126/01/03
Bekkesediment - prosp. etter porfyr Mo-mineralisering i Oslofeltet.

Lenning, N.A. 0932/78 126/01/01
PM. utvikling MoS₂-prosj. Oslofeltet

Vrålstad, T. 0902/78 126/01/01
Tanker om NH's prosp. etter porfyr i Oslofeltet.

NORDLI

Jensen, L.N. /78
Rapport over Hurdalen

Lenning, N.A. 0937/78 126/00/05
Boring i Hurdal

Vrålstad, T./Lenning, N.A. 0936/78 126/00/01
Mo-forekomst i Hurdal

1979

GENERELT

Lenning, N.A. 1014/79 126/00/01
Notat: Hurdalsundersøkelsen

Lenning, N.A. 1029/79 126/00/01
Notat, Status MoS₂ (Hurdalsområdet)

HURDAL N

Booth, L.C. 1019/79 126/00/02
The geology and mineralization of the area north of Steinsjøen, Skreia.

NORDLI

Christiansen, F.G. 1021/79
Rehkopff, A.
Mengel, F.C.
Detailkartlægning af Nordlikampen, Hurdalsområdet

Getreuer, F. 1021/79 126/00/02
Rehkopff, A.
Mengel, F.
Nordlikampen. Geologisk blotningskort.

Stougård, S. 1017/79 126/00/02
Tyndslibbeskrivelse af prøvene 3-11 fra Nordli-Mo

Stougård, S. 1023/79 126/00/02
Rapport over Nordli 25.6.-12.8.79

Stougård, S. 1024/79 126/00/02
2½ - dimensjonal modelanalyse af magnetiske anomalier over
Hurdal - Nordli.

1979 forts.

Vrålstad, T. (Sillitoe) 1030/79 126/01/00
Konsulentoppdr. i forbindelse med Nordliprosj.

RUSTAD

Getreuer, F. 1022/79 126/00/02

Rehkopff, A.

Mengel, F.

Gran-Hurdal området. Interpretert geologisk kart.

Martinsen, M. 1016/79 126/00/02

Olesen, O.

Trønnes, R.

Feltarbeidsrapport fra geologisk kartlegging Rustad-Øyangen-området (Hurdal og Gran kommune) 1979.

DIVERSE

Jensen, L.N. 1018/79 126/00/02

Feltrapport fra Putthaugen området, Gåsetjernsområdet, Hellandsmyrsenteret, perioden 10.7.-19.8.79.

Pedersen, F.D. 1020/79 126/00/02

Feltrapport 1979, Feiring, Gjerdrum, Herstad.

1980

GENERELT

Sillitoe, R.E. 1117/80 126/01/02
An examination of Porphyry Molybdenum prospects in the Oslo region of Norway.

GLASSBERGET

Sandstad, J.S. 1140/80
En mineralogisk undersøkelse av blokker og blotninger i området Glasbergstjern-Osttjern-Svarttjern, Hurdal kommune (ved NTH.)

HURDAL N/W

Blikstad, T.F. /80
Stenstrop, G. /80
Hurdal Vest (Bergsjøen-Skrukkelisjøen)

Lid-Larsen, T. 1123/80 126/01/02
Feltarbeid Hurdal-Toten 1980.

Mengel, F. /80
Rehkopff, A.

Rapport om feltarbejde i permiske intrusiver og suprakrustaler i Skrukkeli-Hurdal området.

Petersen, J.S. 1125/80 126/01/02
Geologiske relationer i Hurdal Nord samt associerede Mo-mineraliseringer.

Tollefsen, T. Ikke reg. 1980
2 Mag profiler over Skicentret, Hurdal.

Yde, E. /80
Rapport over kartlægning af Hurdal og omegn.

1980 forts.

NORDLI

Martinsen, M. 1139/80 126/00/04
Geokjemisk karakterisering av en porfyr-molybden mineralisering i Oslofeltet. Hovedoppgave ved NTH.

Pedersen, F.D. 1122/80 126/01/02
Mo-førende intrusive breksjer, Nordlikampen.

Sillitoe, R.E. 1121/80 126/01/02
Comments on the Nordli Porphyry Molybdenum Prospect.

Stougård, S. /80
Rapport over mineraliseringen relatert til lithologiene i Nordli (23.6.-1.9.80).

RUSTAD

Rasmussen, E. 1120/80 1120/80 126/01/02
Feltrapport. Suprakrustal feltet Nord for Øyangen, Hurdal og Grankommune.

Trønnnes, R. 1124/80 126/01/02
Bergartstyper, intrusions forhold, hydrotermale omvandlinger og mineraliseringer, Rustad - Øyangen området.

Wellings C.D. 20127/80
Report Rustad

ØSTKANTEN/MISTBERGET

Berger, B. 1128/80 126/01/01
Rapport fra elektriske motstandsmålinger i Mistberget.

Ihlen, P.M. 1138/80 126/00/02
Definering av et mulig porfyr molybden system innen Kambro-siluriske bergarter i Mistberget, Eidsvoll kommune, Akershus.

Jensen, I.S. 1118/80 126/01/02
Kartløgning af intrusive mellom Mistberget og Hurdalsøen sommer 1980.

1980 forts.

Nordang, S. Ikke reg. 1980
Magnetiske målinger i området Stefferudkollen - Skurven - Langtjern.

Nordang, S. Ikke reg. 1980
Magnetiske målinger, Mistberget.

Rasmussen, E. 1119/80 126/01/02
Feltrapport 1980, Mavra, Nannestad kommune.

Vrålstad, T. 1113/80 126/02/05
Innledende diamantboring. Mistberget Porfyr Mo-W-forekomst i
Eidsvoll kommune.

DIVERSE

Elstad, H. 1135/80 126/01/03
VLF-målinger v/Oppgårdskollen, Nittedal.

1981

GENERELT

Sillitoe, R.E.

1240/81

126/01/02

A second examination of porphyry molybdenum project.

Vrålstad, T.

Porfyr Mo i Oslofeltet-progression og status - Våren 1980 til 15.2.1982.

GLASSBERGET

Aggerholm, V.

1233/81

126/01/02

Rapport: Prøvetagningsboring Glassberget.

Elstad, H.

1248/81

Elektriske motstandsmålinger ved Dalen, Skrukkelia.

Rehkopff, A.

1262/81

Auretjern - Granitten.

HURDAL N/W

Bech, L.

1246/81

126/00/02

Feltrapport. Kortlægning af Hurdal øst 1981.

Rehkopff, A.

1247/81

126/00/02

Geologien i Skrukkelig - Høversjøen-området

NORDLI

Elstad, H.

Magnetiske målinger 1981, Eriksstellet, Hurdal

Pedersen, F.D.

1201/81

126/00/05

Statusrapport for Nordli Target 1980/81

RUSTAD

Jensen, I.S.

1245/81

126/01/02

Feltrapport Svarttjernområdet

Sand, Kari

Kvartærgeologisk kartlegging og en jordartsgeokjemisk undersøkelse med henblikk på mineraliseringer i berggrunnen i Rustad-Øyangen-området. Hovedoppgave i ingeniørgeologi, NTH.

1981 forts.

RUSTAD (forts.)

Wellings, C.D.

1263/81

Report on the Nordgarshøgda - Styggberget area.

ØSTKANTEN

Jensen, I.S.

/81

Feltrapport fra Langtjennet, Akershus Kommune 1981.

1982Ihlen, P.M.

/82

Rasmussen, E.Geologisk kartlegging av intrusive bergarter i Hurdalsområdet.
Sommeren 1981.Petersen, J.S.

1304/82

20126-021

Geologiske undersøgelser i Silvifuturumfeltet, Hurdal Kommune.

Petersen, J.S.

/82

Hurdal Pluton center.

Elstad, H

1301/82

126/00/03

Magnetiske målinger, Hellandsmyr, Nannestad

EXTERN LITTERATURLISTE

- Gaut, A. 1981: Field Relations and Petrography of the Biotite Granites of the Oslo Region. NGU 367. 39-64
- Nystuen, J.P. 1970: Permiske vulkanitter og breccier i Hurdal. Nytt fra Oslofeltgruppen 1, 10-14.
- Nystuen, J.P. 1975a: Plutonic and suvolcanic intrusions in the Hurdal area, Oslo region N.G.U. 317.
- Nystuen, J.P. 1975b: Diatremes and volcanic rocks in the Hurdal area, Oslo Region. Vid.Akad.Skr.1, Mat-Nat K. 33, 33pp.
- Oftedahl, C., 1953: The Cauldrons, Studies on the igneous rock complex of the Oslo Region. Vid.Akad. Skr. 1. Mat-Nat. Kl. 3, 108pp.
- Oftedahl, C., 1978: Cauldrons of the Permian Oslo-Rift. Jour. Volc. and Geotherm Res. 3, 343-371.
- Ramberg, I.B. : Permian supracrustal rocks in Skrukkelia, Northern Oslo Region.
+
Larsen, B.T. :
- NGU-rapporter:
1978 - Nv 1257 Sammenligning av tungmetallinnholdet i midtprøver og sideprøver fra bekkene på kartblad 1915 i Eidsvoll.
- 1978 - Nv 1430/49A Cd, Mo, Pb og Zn i bekkesedimenter Oslofeltet, Oppland og Akershus fylke
- 1979 - 1215 Tungmetaller i Bekkesedimenter. Kartblad 1916 III Østre Toten, tabeller, frekvensfordelinger og kart.
- 1979 - 1494G del II Regional bekkesedimentgeokjemi (V,Mn,Fe,Co, Ni,Cu,Zn og Pb) i det sentrale østlandsområdet.
- 1979 - 1650/49B Cu,Co,Ni,V,Mn og Fe i bekkesedimenter, Romeriksåsen, Oslofeltet, Oppland og Akershus fylke.
- 1979 - 1750/66B Mo,Pb,Zn,Cu i bekkesedimenter Skrukkeliområdet Hurdal.
- 1979 - 1774 Sporelementer i bekkesedimenter. Kartblad 1915 IV Hurdal.
- 1980 - 1750/66A Skrukkelia porphyry molybdenforekomster. Hurdal og Østre Toten, Akershus og Oppland.
- 1980 - 1750/66D Jordprøver i Skrukkelia, Hurdal og Østre Toten Akershus og Oppland.
- 1980 - 1750/66E Kjerneboring ved Aurtjern, Skrukkelia Mo-forekomst. Hurdal og Østre Toten, Akershus og Oppland.

EXTERN LITTERATUR (forts.)

1981 - NGU Rapport nr. 1779

Måling av IP og ledningsevne i NORDLI MOLYBDENFELT,
Hurdal, Akershus

1982 - NGU Rapport nr. 1858

Måling av IP, ledningsevne, SP og magnetisk totalfelt i
Glasberget Molybdenfelt, Hurdal, Akershus

Glassberget

Hurdal

Skreia

N

W

Glassberget

Dalen

Nordli

Feiring

Østkant

Silvifuturum

Svarttjern

Mistberget

Rustad

Nordgardshøgda

Rustad

OSLOFELTET NORD
OVERSIKT OVER
DELOMRÅDER OG MUTINGER
PR. 1-1-82

- Norsk Hydro a.s.
- - - Staten/Norsk Hydro
- · · · · 1/3 Sydvaranger
- - - - - Avtaleområde
Staten/Norsk Hydro

Hellandsmyr

LEGENDE: GEO KORT OVER HURDAL-FELTET

-  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

ÅRHUS 12-11-80
JON STEEN PETERSEN

GEOLOGI 74-79

HURDAL N / ØSTKANTEN

L. Booth 79
? uger

H.K. Schuwardt 74
2 uger

F.D. Pedersen 79
2 uger

S. Stougård 79
2 uger

L.N. Jensen / S. Stougård 78
4 uger

P. Ihlen 79

ØSTKANT, GENERELT
P.M. IHLEN
1971-78

L.N. Jensen 79
2 uger

GEOLOGI 74-79

HURDAL N / ØSTKANTEN

LEGENDE: GEOLOGISK KORT OVER HURDAL-FELTET

- BI-GRANITE
- OZ-SYENITE
- ALK-GRANITE
- APLOGRANITE/GRANOPHYRE
- OZ-FSP-PORPHYRY
- FSP-PORPHYRY
- FELSITE/FELSIC EXTRUSIVE
- ALLOCLASTIC BRECCIE
- ALK/BI-SYENITE
- PORPHYRITIC SYENITE
- NORDMARKITE
- EKERITE
- GABBRO-PYROXENITE
- MONZONITE
- MONZOSYENITE
- CAMPONITE
- KAMBRO-SILURIAN
- RB-PORPHYRY
- BASALT
- PRECAMBRIAN BASEMENT-GNEISS
- MO-SULPHIDE OCC./IMPORTANT LOK.
- Pb-Zn-Mn DEPOSIT

ARHUS 12-11-80
JON STEEN PETERSEN

GEOLOGI 80

HURDAL N / ØSTKANTEN

T. Lid, Larsen 8
10 uger

ØSTKANTEN
Regional ansvarlig
P. M. Ihlen

Stenger/Pedersen 80

BLIKSTED/STENSTROP 80
2 uger

E. I. 80
5 uger

P. Ihlen 80

Mengel/Rehkopff 80
5 uger

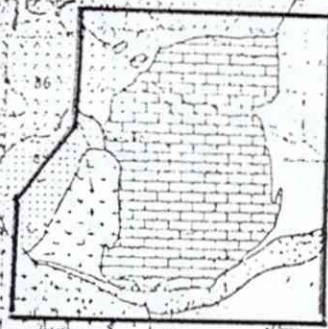
HURDAL N
Regional ansvarlig
J. S. Petersen 80

80 J. S. Petersen
4 uger

Rasmussen 80
4 uger

GEOLOGI 80

HURDAL N / ØSTKANTEN

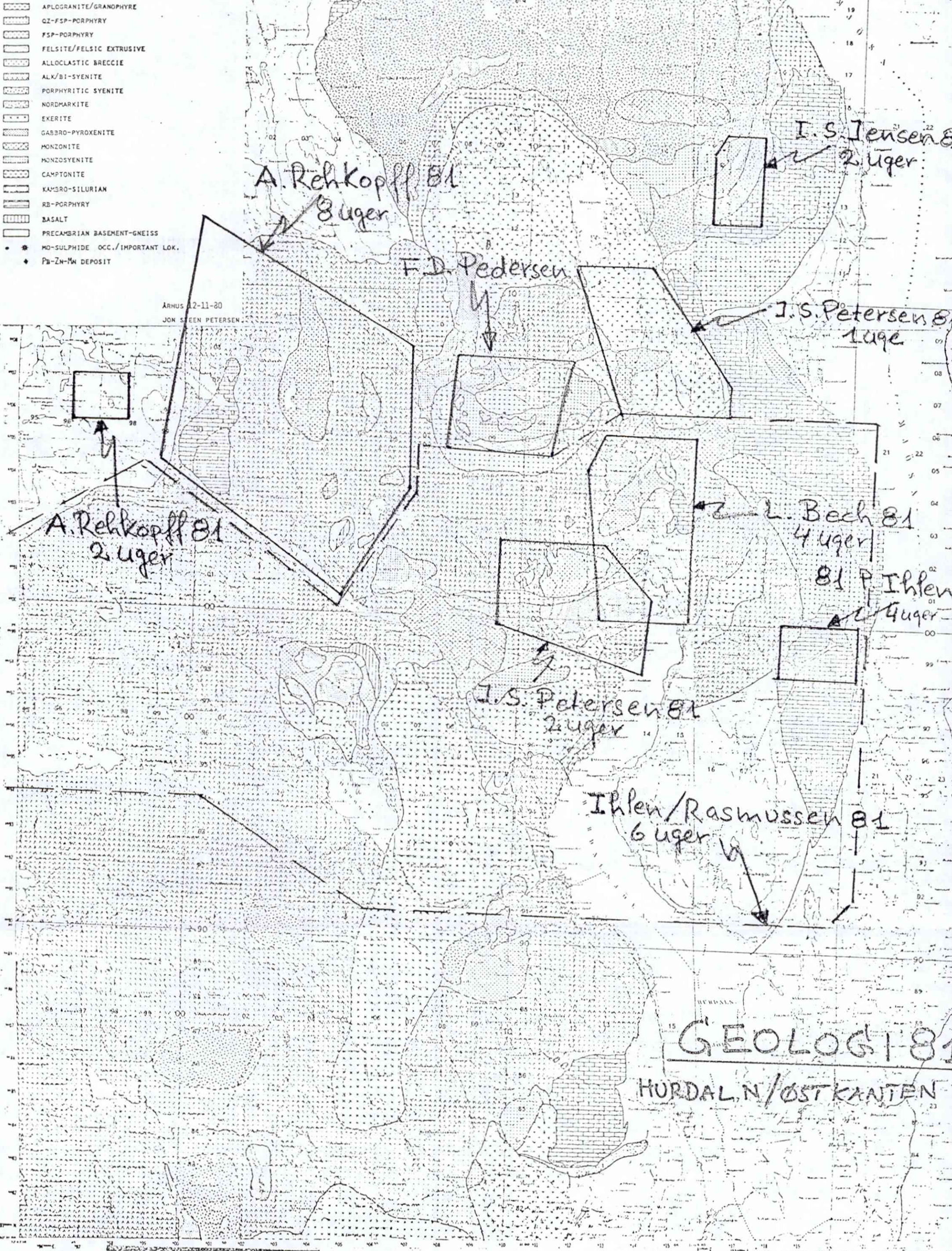


LEGENDE: GEOL. KORT OVER HURDAL-FELTET

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

GEOLOGI 81

HURDAL N/ØSTKANTEN



GEOLOGI 82

HORDAL N / ØSTKANTEN

- 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

ARHUS 12-11-80

JON STEEN PETERSEN

GEOLOGI 82

HORDAL N / ØSTKANTEN

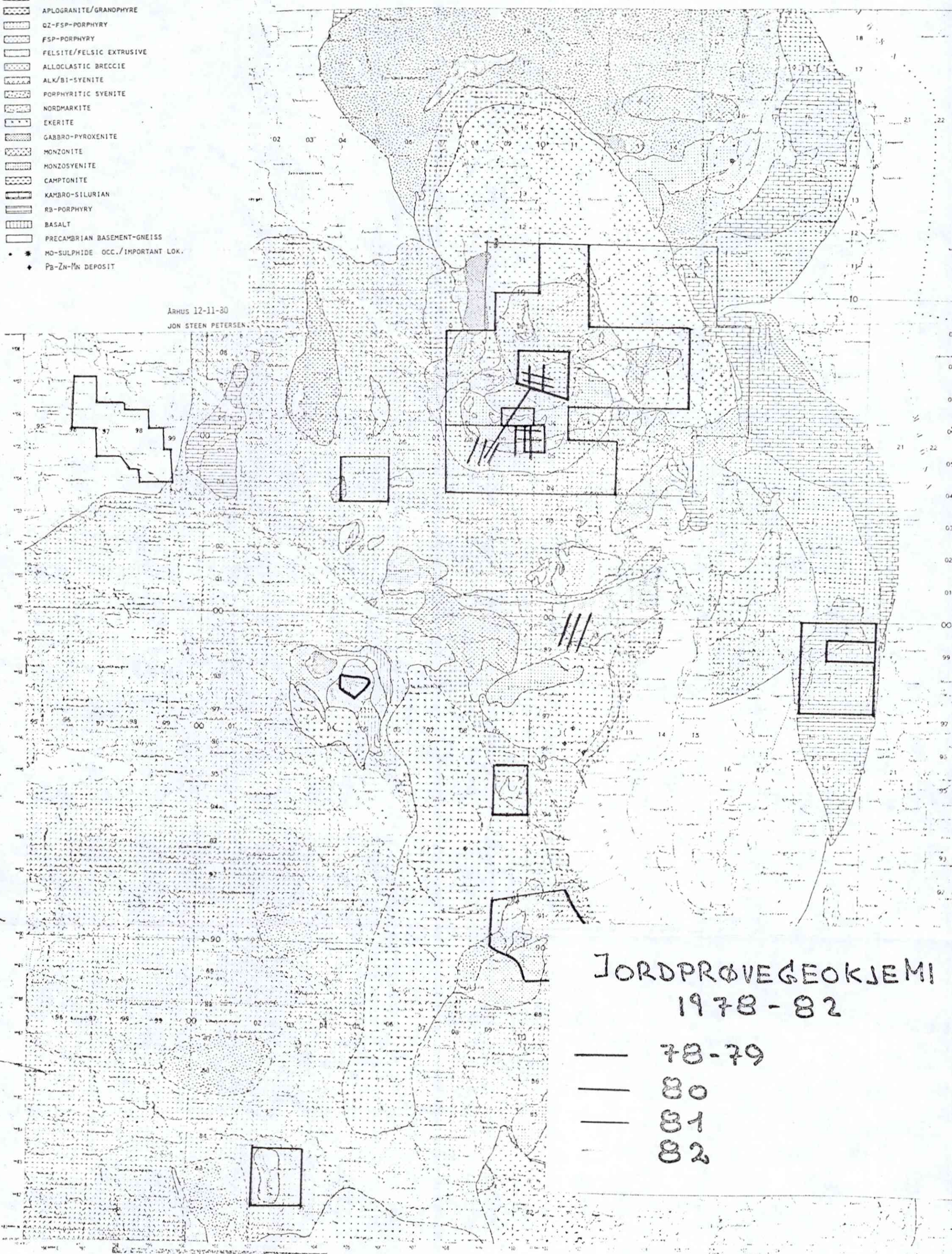
LEGENDE: G RISK KORT OVER HURDAL-FELTET

- BI-GRANITE
- OZ-SYENITE
- ALK-GRANITE
- APLOGRANITE/GRANOPHYRE
- OZ-FSP-PORPHYRY
- FSP-PORPHYRY
- FELSITE/FELSIC EXTRUSIVE
- ALLOCLASTIC BRECCIE
- ALK/B1-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

HURDAL N/ØTKANTEN

JORDPRØVEGEOKJEMI 1978-82.

ÅRHUS 12-11-80
JON STEEN PETERSEN



JORDPRØVEGEOKJEMI
1978-82

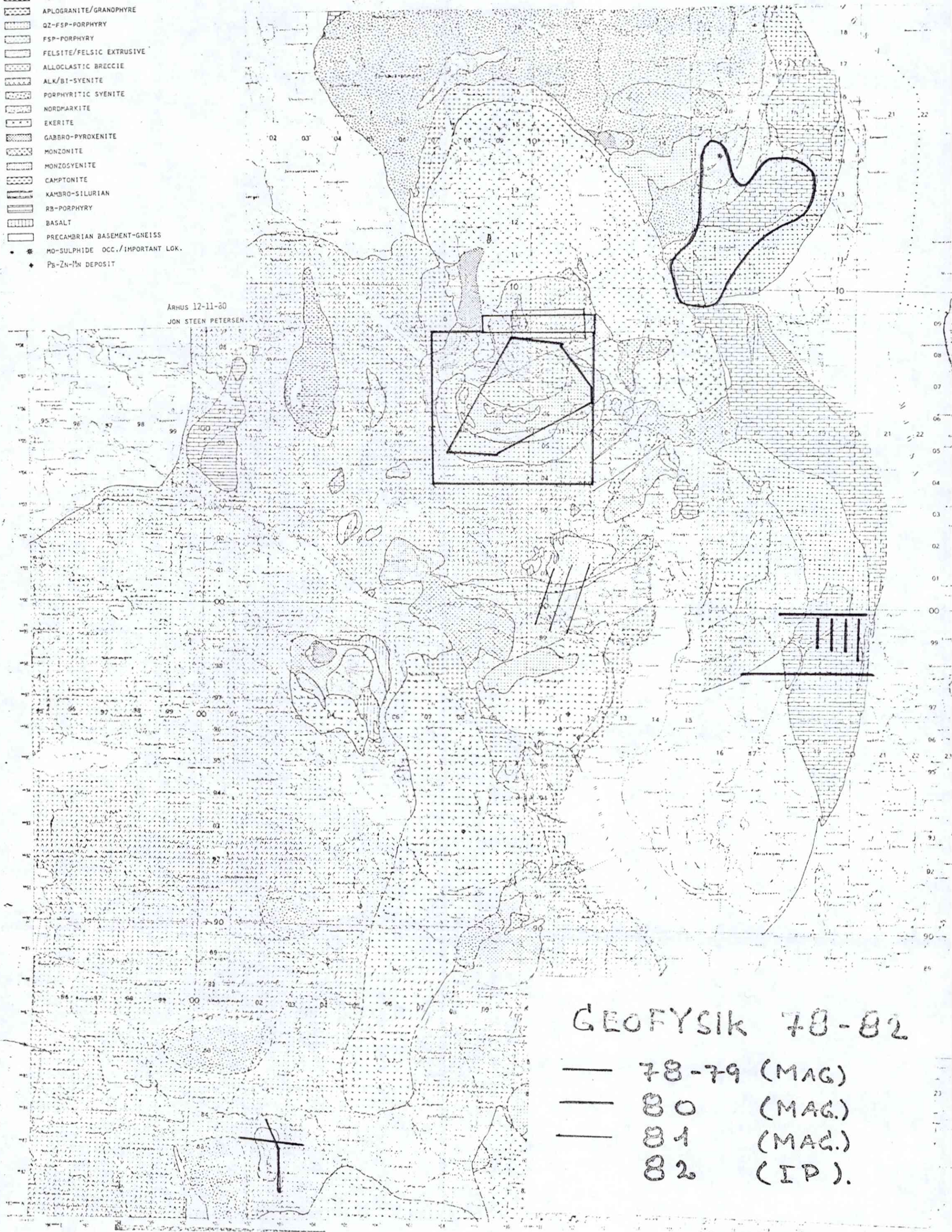
— 78-79
— 80
— 81
— 82

HURDAL N / ØSTKANTEN

GEOFYSIK 1978 - 82.

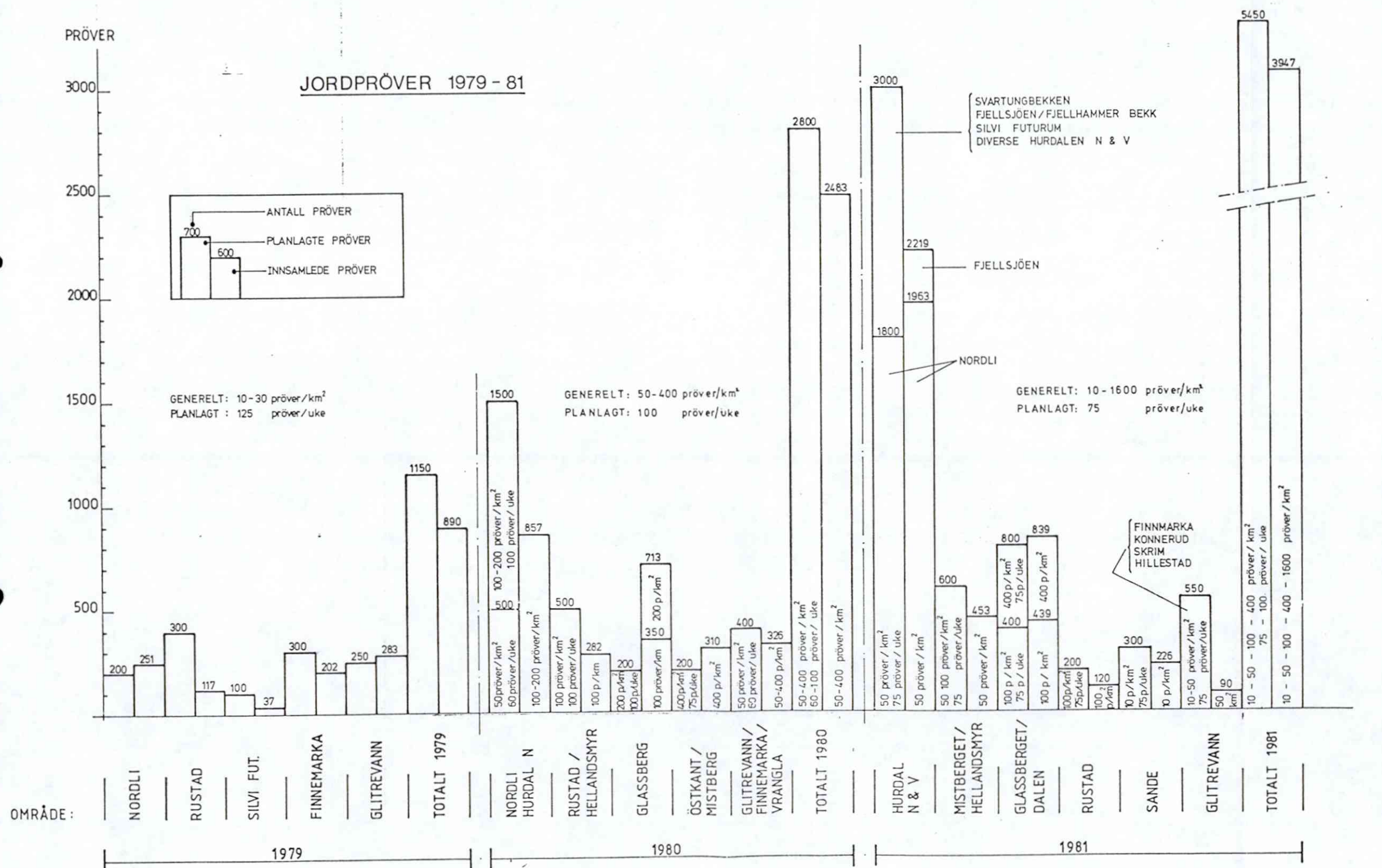
- BI-GRANITE
- QZ-SYENITE
- ALK-GRANITE
- APLOGRANITE/GRANOPHYRE
- QZ-FSP-PORPHYRY
- FSP-PORPHYRY
- FELSITE/FELSIC EXTRUSIVE
- ALLOCLASTIC BRECCIE
- ALK/BI-SYENITE
- PORPHYRITIC SYENITE
- NORDMARKITE
- EKERITE
- GABBRO-PYROXENITE
- MONZONITE
- MONZOSYENITE
- CAMPONITE
- KAMBRO-SILURIAN
- RB-PORPHYRY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

ARHUS 12-11-80
JON STEEN PETERSEN



GEOFYSIK 78-82

- 78-79 (MAG)
- 80 (MAG.)
- 81 (MAG.)
- 82 (IP).



40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80

H&U

Dr. 8
 Pros. arkiv 1125/80
 126/01/02

Til	Prosp. avd.	Sett	Eksp.
X	Lenning	✓	✓
X	Vrålstad	✓	✓
X	Lindberg	✓	✓
X	Dannow	✓	✓
X	Aggerholm	✓	✓
X	Pedersen	✓	✓
X	Eistad	✓	✓
X	Hajna		✓
✓	Skjellby		
Besvart (dato)		Sign.	

GEOLOGISKE RELATIONER I HURDAL-NORD
SAMT ASSOCIEREDE Mo-MINERALISERINGER.

- RAPPORT-1980 -

AF

JON STEEN PETERSEN
 GEOLOGISK INSTITUT
 ÅRHUS.

- Eksp. nr. 1 Uvålstad
 2 Aggerholm
 3 Dannow
 4 Pedersen
 5 Arkiv 50
 6 Pros. (i arkiv)
 7 Pros. ark
 8 — " — efter sirk.

INDHOLD:

1.	<u>ABSTRACT</u>	
	1.1 KONKLUSIONER	1
	1.2 FORSLAG TIL VIDERE UNDERSØGELSER	2
2.	<u>INTRODUKTION</u>	3
3.	<u>REGIONAL SETTING</u>	6
4.	<u>VULKANSKE VERSUS SUBVULKANSKE BJERGARTER</u>	10
5.	<u>CAULDRONS OG RINGKOMPLEKSER</u>	14
6.	<u>BRECCIER</u>	17
	6.1 NOMENKLATUR OG KLASSIFIKATION	17
	6.2 KOMMENTAR: POLYLITH. BRECCIER I HURDAL-OMR.	21
7.	<u>KRONOLOGI</u>	23
	7.1 KRONOLOGISK SKEMA	24
	7.2 OVERSIGT OVER BJERGARTSUDVIKLINGEN	25
	7.3 FELTBESKRIVELSE AF BJERGARTERNES KONTAKTFORH.	28
8.	<u>LITHOLOGI: FELTBESKRIVELSE AF BJERGARTSTYPERNE</u>	35
	8.1 HERSJØ-GRANIT	35
	8.2 ALKALI-GRANIT	37
	8.3 APLOGRANIT/GRANOPHYR	39
	8.4 KVARTS-FELDSPAT PORFYRER	40
	1. Nordliskampen Q-F-porfyr	40
	2. Steinsjø porfyr	42
	3. Langvann Mo-forekomst	43
	8.5 BRECCIER	44
	1. Buråskollen breccie-kompleks	45
	2. Hanskollen breccie	46
	3. Nordli-Høverelv breccie	47
	8.6 SYENITTER	48
	1. Høversjø Alk-granit	48
	2. Fjellsø Bi-granit	50
	3. Skreifjell nordmarkit	51
	8.7 MONZONIT-GABBRO SUITEN	52
	8.8 FELDSPAT PORFYRER	53
	8.9 RHYOLIT-EKERITE SUITEN	53b
9.	<u>MINERALISERINGER</u>	54
	9.1 NORDLI CENTRET	54
	9.2 OMDANNELSER	56

ABSTRACT.

Geologiske undersøgelser i Hurdal-nord området, sommeren 1980, har omfattet regionalgeologisk kortlægning, udredning af bjergarternes kronologiske relationer samt eftersøgning af eventuelle mineraliserede lokaliteter.

Disse undersøgelser har vist, at Nordli-forekomsten er knyttet til det yngste magmatiske center i området, og at dette består af mindst tre, successive, intrusive granitiske faser, muligvis associeret med indsynkning, og placeret i stort set samme position. Hydrothermal autobrecciering har overpræget disse intrusiver i en svagt eccentric position og dermed også delvis inkluderet sidestenen til komplekset. En perifert beliggende ringgang af alkaligranit i områdets sydlige del er øjensynlig associeret med den magmatiske aktivitet i Nordli-feltet, ligesom muligvis også intense hydrothermale omdannelser langs denne ringstruktur.

Flere mindre forekomster af Mo-bærende- eller bjergarter med porfyr-type hydrothermale omdannelser er rapporteret i området. Disse synes dog at have lokal udbredelse og er næppe associeret med omfattende hydrothermale systemer. Fælles for bjergarterne er imidlertid alkaligranitisk sammensætning, samt karakteristisk granophyrisk tekstur, (co-precipiteret kvarts og alkali-feldspat) - egenskaber, der også karakteriserer den stærkest mineraliserede bjergartsvariant, mikrogranitten i Nordli-centret (v. Ingjerdinga), der overvejende befinder sig i K-stabil zone og dermed antagelig nær kilden til de mineraliserende hydrothermale opløsninger.

Detaillerede geokemiske og petrografiske undersøgelser af disse granophyrer kan måske derfor indeholde oplysninger om kilden til hydrothermale opløsninger i de Mo-bærende systemer.

Undersøgelser af områdets breccier har vist, at disse ikke direkte er associerede med mineraliseringer af den søgte type, - antagelig på grund af deres affinitet til extrusive begunheder, hvorunder hydrothermale opløsninger er gået tabt. Lokalt kan breccier dog tilfældigt optræde som vært for

mineraliseringer, stammende fra dybereliggende kilder, - i lighed med alle andre finkornede, massive bjergarter, der indeholder gunstige mekaniske egenskaber, nødvendige for dannelsen af tilstrækkeligt intense krakkeleringsbreccier.

Områdets øvrige bjergarter, bestående af forskellige syenitter, bi-granitter samt gabbro-monzosyenitiske bjergarter indeholder ingen elementer, der antyder forbindelse til porfyr-Mo mineraliserede forekomster.

Forslag til videre undersøgelser.

Detaillerede geokemiske undersøgelser af uomdannede bjergartsvarianter, der er tilknyttet de Mo-bærende intrusioner vil være af stor betydning for kortlægningen af source-magmaets differentiation, og dermed identifikationen af det magmatiske stadium hvor Mo-bærende hydrothermale opløsninger skilles fra silikat-smelten. Specielt vil fordelingen af inkompatible sporelementer være betydningsfuld.

Detailleret petrografisk kortlægning af tekstur-variationer med øget differentiation anses at kunne udvikles til et overordentligt nyttigt redskab med henblik på identifikationen af mineraliserings-kilden. Da krystallisationen af bjergartsdannende mineraler synes at være følsom overfor forskelle i smeltens struktur, vil afblanding af frie volatil-faser, (opløst H_2O depolymeriserer, afblandet H_2O polymeriserer silikatsmelter) formentlig medføre så markante ændringer, at dette afspejles i bjergarternes teksturer, selv om sammensætningen måske er konstant. I denne forbindelse synes særligt myrmekit-granophyriske tekstur-typer, ligesom resorberede, afrundede kvarts-fenokryster at være væsentlige, idet sådanne teksturer synes at være særligt karakteristisk for de rigest mineraliserede bjergarter.

Ændringer i bjergarternes teksturer og kemiske sammensætning, som følge af progressiv hydrothermal omdannelse vil ligeledes kunne muliggøre eventuel identifikation af stærkt omdannede bjergarters tidligere status, samt belyse karakteren af de processer der skaber omdannelserne.

INTRODUKTION

Efter opdrag af Norsk Hydro a/s blev regional-geologiske undersøgelser i Hurdal-området, Nordlige Oslo-felt, udført i sommeren 1980. Hovedformålet med disse undersøgelser var dels gennem detail- og regional-geologisk kortlægning at klarlægge områdets geologiske udvikling, særligt med henblik på placeringen samt forståelsen af Mo-mineraliserede intrusiver i denne, og dels gennem feltsøgning samt blokletning at lokalisere eventuelle nye Mo-mineraliserede områder.

Det totale område dækker ca 350 km², og omfatter den nordligste del af Oslo-feltets permiske intrusiver, fra Hurdalssøen i syd til Skreia i nord. Den østlige begrænsning udgøres af kambro-silure hornfelter, mens den vestlige og nordvestlige begrænsning er svecofenniske gnejser og metasedimenter. Områdets sydlige begrænsning er dalstrøget fra Skrukkeli-søen langs Gjødingselva til Hurdalssøen, og området omfatter dele af kortbladene Toten, Tangen, Hurdal, Eidsvoll, NGO 1: 50.000.

Kortlægningen er hovedsagelig baseret på Økonomisk Kartverks kort (1:5000), reduceret til 1:10.000, - samt i området fra Hersjøen-Høversjøen mod nord, endvidere på NGO kartbladene Toten og Tangen (1:50.000)

Kortlægningen blev udført af flere grupper eller enkeltpersoner, der hver dækkede overskuelige områder på 20-50 km². Senere er disse områder blevet kompileret til det endelige kort. For at sikre konformitet ved den endelige kompilering blev dele af undertegnede's feltperiode anvendt til samarbejde og vejledning af de enkelte grupper. Endvidere blev en del af perioden anvendt til ekskursioner i beslægtede områder, med henblik på en større regionalgeologisk forståelse. I denne forbindelse besøgte Glasberget-centret (m. J. Sverre & V. Aggerholm, d. 13/7); Glitrevann-Vrangla feltet (m. H.Kr. Schönwandt & V. Dannow, d. 7-8/7); Rustad-feltet (m. F.Vokes, R.Trønnes, M.Martinsen, d. 26/8) ; Langvann-forekomsten (m. T. Larsen & S.Nordang); samt ekskursioner ved Nordliskampen og Buråskollen felterne (30/9, 13/8, 2/9).

Tidligere undersøgelser i området var forud for sommerens kortlægning sammenfattet i recognosceringskort over kortbladene Toten, Tangen, Gran, Hurdal & Eidsvoll i 1:50.000 af R. Trønnes, N.T.H. Bortset fra området omkring Nordlis-kampen var disse kort ført up-to-date og referencer til tidligere arbejder i områderne indbefattet i denne sammenstilling (Trønnes, 1980). Væsentlige nyere undersøgelser af området skyldes især J.P. Nystuen (1975a, -b), der i sine undersøgelser giver detaljerede beskrivelser af såvel de plutonske bjergartsselskaber som breccie-komplekserne. Disse beskrivelser er i store træk overensstemmende med aktuelle resultater, hvorimod bjergartskronologien synes at være principielt forskellig på kritiske punkter, særligt hvor det gælder placeringen af den Mo-mineraliserede granit-stock og dens associerede bjergarter i Nordli-området.

De enkelte karteringsområder var fordelt som følger:

- | | | | |
|---|--|----------------|-----------|
| 1 | Skrukkelia-Fjellsøkampen-Buråskollen: | { A. Rehkopf | |
| | | { F. Mengel | (23/6-27/ |
| 2 | Bregsjø-Bergavann-Svartungen-feltet | { T. Bliksted | |
| | | { G. Stenstrop | (18/8-27/ |
| 3 | Seteråsen-Hanskollen-Røtjern-feltet | E. Yde | (23/6-27/ |
| 4 | Skreifjell-Torsæter massivet samt
Steinsjø - porfyren | T. Larsen | (24/6-21/ |
| 5 | Nordli-området | S. Stougård | (23/6-27/ |
| 6 | Bergsjø-Høversjø-Steinsjø-Torsæter-
feltet, samt dele af 1-5. | J. Petersen | (9/6- 5/ |

Blotningsgraden i områderne er meget forskellig, idet store dele af feltet er dækket af betydelige moræneaflejringer, samt tæt skovbevoksning. Dette gælder særligt langs de store dalstrøg samt på nord-vendte skråninger af disse. I de generelt højtliggende syenit-massiver er blotningsgraden relativt god ($> 30\%$), mens de lavereliggende granit-massiver ofte er mere moderat blottede. Endelig er porfyre og breccier generelt dårligt blottede. ($< 15\%$). Mineraliserede eller omdannede

områder udgør områdets mindst tilgængelige partier, idet disse bjergarter som følge af stærk opsprækning ofte viser fremskreden forvitring, rustfarvning samt overdækning. Der gælder derfor den simple men beklagelige regel, at de mest interessante områder udgør de mindst blottede partier.

Da sommerens kortlægning har medført en del debat omkring karaktererne af visse af de undersøgte bjergarter samt deres tektoniske position, er visse generelle aspekter, der er relevant for denne diskussion, inkluderet i rapporten.

SPECIELLE FORHOLD

KRONOLOGI - BJERGARTSRELATIONER.

Opstillingen af et kronologisk skema for områdets geologiske udvikling er baseret på systematisk indsamling af kvalitative observationer af bjergarternes indbyrdes grænseforhold, herunder indeslutninger af ældre bjergarter, chill-margins, årer og veins af yngre bjergarter, rekrystalliserede sidesten eller diskordante transgrederede, anisotrope elementer som bånding, lamination, pegmatiter etc.

Isolerede intrusiver er imidlertid ofte umulige at placere nærmere end efter den bjergart de intruderer, hvorfor en del af disse kan være dannet i et ret stort tidsinterval. Som det ses af Tabel-1 kan f.eks. de fleste mindre mineraliseringsrelaterede intrusiver ikke dateres nærmere end efter deres værtsbjergart. Det er imidlertid muligt at deres store mesoskopiske ligheder antyder, at de måske alle tilhører samme, sene magmatiske periode, som den yngste hypersolvus alkali-granit i Nordli-centret.

Tabel - 1. Kronologiske relationer.

No.	indesluttet i/skæres af No:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	Pc-gneiss, Kambro-silur		X	X	X	X	X	X					X		X							X
2	Rb-porfyr/basalt			?	X	X					X	X	X									
3	mønait				X	X	X	X														
4	monzonit-gabbropyroxenit					X	X	X				X			X	X	X	X	X		X	
5	nordmarkit (Skreifjell-)						X	X	X			X										X
6	Qz-syenit							X	X			X	X		X	X		X	X		X	X
7	Bi-granit (Hersjø-)								X	X	X	X	X					?	?	X	X	X
8	*Qz-fsp porfyr (Steinsjø-)									~	X	X	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~
9	*aplogranit (Nyseter & Seterås-)									~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~
10	allokl-breccie ₁ (Buråskoll, Hanskoll, Rognli-etc.)										X	X	(X)	X					X			
11	fsp-porfyr (- - -)											X		X				X	X			X
12	alk-syenit (Høversjø-)												X						X			
13	*aplogranit (Bergavann-)														~	~	~	~	~	~	~	X
14	Bi-syenit (Fjellsø-, Rognli-)															?		X	X		X	X
15	mikrosyenit (Daltjern-)																?	X	X			
16	*allokl. breccie ₂ (Nordlikampen-)																	X	X	X	X	
17	*Qz-fsp porfyr (Garsjø-Nordli-)																		X	X	X	X
18	*alk-granit (Nordli, Burås-)																			?	X	X
19	**Qz-eye granit/mikrogranit (Erikstellet-)																				X	
20	Fsp-porfyr (-PMD-)																					X
21	camptonit																					

* Mineraliserings-relaterede intrusiver.

~ kan kun fastlægges som yngre end foranstående bja

Oversigt over Hurdal-områdets bjergartsrelationer

I PRE-MINERAL EVENTS

bemærkninger.

- | | |
|--|---|
| 1) prækambr. def. og metamorfose | Svecofennisk/Sveconorvegisk orogenese 1600 & 1200 M.A. |
| 2) hævnning og erosion | |
| 3) kambro-silur sedimentation | erosion unconformities |
| 4) erosion og langsom hævnning | |
| 5) intrusion af permisk mænait | konforme sills i kambro-silur samt på grænsen mellem K-S og Pc. |
| 6) extrusion af Rb-porfyr | fissure eruptions med dannelse af plateau-lava områder. |
| 7) intrusion af gabbro-monzonit komplekser. | differentiation fører til dannelse af bjergartsserier fra pyroxenit til monzosyenit-syenit. |
| 8) intrusion af nordmarkit-batholitten. | Skreifjell-massivet transgrederer gabbro-monzonit, Pc samt K-S ved passiv emplacering som en diapirisk pluton. |
| 9) intrusion af Bi-granitten | Hersjø-granitten intruderer ved passiv emplacering, med Qz-syenitis randfacies, der vidner om composite emplacering med flere syenitiske "forløbere" der prædaterer granitten. He-joints langs grænsen. |
| 10) dannelse af breccie-porfyr komplekser | Polyolithologiske A-breccier skæres af fsp-porfyrer, der viser kontakt-parallele flydestrukturer. Breccie relationer til ældre bjergarter ikke bevaret. Undertiden gradvis overgang mellem syenit-fsp-porfyr. fragmenter af RB-porfyr samt basalt |
| 11) intrusion af alk/bi-syenit | Qz-rig Høversjø-type og Qz-fattig Fjellsø-type. Passiv emplacering generelt uden chill-margin, dog lokalt med porfyrisk randfacies. |
| 12) dannelse af ekerite/trachyt-komplekset ved Hurdal verk | delvis extrusive materialer, rhyolit-ignimbrit samt meget fsp-rige porfyre. Interbandede basalter samt Rb-porfyrer. Grovkornede partier af "ekerite" nær Hurdal. |

II MINERAL-RELATED EVENTS

A: NORDLISKAMPEN.

1) Dannelse af Nordli-breccie

bemærkninger:

usorteret, polyolithologisk breccie med dominerende porfyritiske og extrusive fragmenter. Flere typer Mo-fragmenter i breccien antyder eksistensen af en tidligere mineralisering, til hvilken, der i øvrigt ikke findes lithologiske evidenser.

2) Intrusion af Qz-Fsp-porfyr

Finkornet, rød-grå Q-F-porfyr transgrederer monzonit og Bi-granit, samt optræder som diskordante dikes i syenit, Bi-granit og fsp-porfyr/breccie. Transgrederer med komplekse grænserelationer Nordli-breccie og viser kontaktparallele flydestrukturer, chill-margin samt lokalt back-veining fra breccierne. Lokalt mineraliseret i stockverk-veining.

3) Intrusion af Alkali-granit

Mellemkornet, homogen alk-granit transgrederer monzonit, syenit, Fsp-porfyr samt delvis omslutter Nordli-breccie/Q-F-porfyr. Alk-granitten overvejende uomdannet og uden mineraliseringer; indeholder dog dissimineret MoS_2 i området nær toppen af Nordliskampen. Pydiss. ved områder syd for Flaen Dam. Alk-granit skærer øjensynlig stockverk-seriticeret Q-F-porfyr og er derfor muligvis post- denne mineralisering.

4) Brecciering af Alkali-granit

Autoklastisk brecciering af især Alk-granit i Ingjerdinga-området. Afspejler formentlig afblanding af fri volatil-fase samt 'retrograd boiling'. Breccien post-dateres af mineraliserings stockverk.

5) Emplacering af Qz-eye granit

Kvarts-porfyrisk, mellemkornet/grovkornet alkali-granit, hvis karakteristiske tekstur muligvis reflekterer co-eksisterende frie volatil-faser. Forekommer ikke som fragment i autokl. granit-breccie og derfor antagelig yngre. Stærkt mineraliseret med Qz-sericit-Mo stockverk, overvejende i K-stabil zone observeres i borehul.

6) Intrusion af Mikrogranit

Finkornet, granophyrisk granit med intensiv mineraliseringer, overvejende i K-stabil zone. Udgør den rigest mineraliserede bjergartstype blottet i dagen. Antages at være nært knyttet til mineraliserings-kilden.

7) Intrusion af Fsp-porfyr
dikes

Moderat brecciering samt emplace-
ring af Post-Mineral-Dikes. Op-
træder i samtlige ovenstående
bjergarter samt i mineraliseret
stockverk.

B. ØVRIGE OMRÅDER:

1) Intrusion af mikrogranit/
granophyr.

Mindre isolerede intrusiver ved
Steinsjø (Q-F-porfyrisk); Seter-
åsen; Nyseter samt Bergavann.
Generelt ukompliceret geologisk
setting samt simpelt lithologisk
selskab.

2) Mineralisering

Lokalt stockverk-dannelse med
Mn- samt Py-afsætning og sericit-
omdannelse. MoS_2 både som finkor-
net belæg i Qz-sericit sprækker
og som tør Mo-paint.

3) Intrusion af Fsp-porfyr
samt camptonit

Felsitiske - porfyritiske dike
der skarer såvel værtsbjergart
som mineraliseringer.

FELTBESKRIVELSE AF BJERGARTSRELATIONER:

Områdets ældste materialer er Prækambriske bjergarter, der er domineret af grå-rødlige, stærkt folierede, stribede gnejser, -velfolierede rødlige augengnejser samt bandede amfibolitter.

Kambro-silure skifre og kalksten er unconformt pålejret gnejserne, og har lokalt bevaret en egentlig pålejringskontakt, men ofte har finkornede (mænaitiske?) sills transgrederet grænsezonen, samt adskillige niveauer i de lagdelte sedimenter, der gennemgående optræder som kontaktmetamorfoserede, grønlig-gullige hornfelter.

De omtalte mænait-sills udgør formentlig områdets tidligste, intrusive permiske bjergarter, men deres udbredelse i området synes begrænset til de kontaktmetamorfe kalkrige sedimenter.

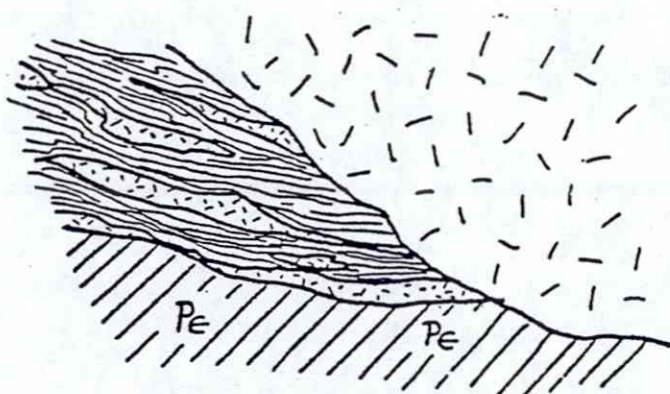


Fig 5. Finkornede, konforme mænait sills i Kambro-Silur skæres af nordmarkit (v. Oksbakken).

Strukturelt komplekse pyroxenit-gabbro-monzonit massiver forekommer i en række isolerede partier, der er helt omgivet af yngre intrusioner, og således udgør de ældste plutonske, intrusive bjergarter i området. I den NE'lige del af monzonit-feltet ved Melbybråten (N. for Hurdal skicenter) iagttages skarpe, intrusive grænser til de prækambriske gnejser samt kambro-silure hornfelter, inklusiv de tidligere omtalte mænait-sills. Grænsen er stærkt uregelmæssig, og monzonitten indeholder lokalt indeslutninger af sidestenen. I monzonit-feltet ved Kultom (Rognliåsen) samt ved Hersjøsætrene optræder en grovkornet, gabbro-pyroxenit, med karakteristiske cm-store poikilitiske amfiboler. Grænserelationerne mellem denne gabbro-pyroxenit og monzonitterne i øvrigt er ikke entydigt klarlagt, men begge bjergartstyper synes at tilhøre

den tidligste plutonske aktivitet i området, og bjergarterne viser ofte lokalt tegn på moderat retrograd omdannelse. Propylitiske omdannelser er således iagttaget i området ved Kultom mens intensiv leromdannelse optræder ved Hersjøsæter.

Intimt associeret med de monzonitiske bjergarter optræder en lang række melanokratiske syenitter og monzosyenitter, der viser såvel overgangsmæssige grænser som transgrederende relationer til monzonitterne, og øjensynlig udgør en genetisk beslægtet bjergartssekvens. Samtlige af de ovennævnte bjergarter er karteringsmæssigt henregnet til monzonit-gruppen, idet der ikke i den aktuelle kortlægning har været basis for at adskille disse i selvstændige massiver.

Skreifjell-nordmarkitten danner områdets nordlige pluton-massiv, og antagelig den tidligste syenit-batholit i dette felt. Diskordante kontakter er iagttaget til Prekambriske og Kambro-silure bjergarter i massivets randområder (Fig 6), hvor en skarp grænse forløber jævnt og let ondulerende, og kun lokalt har udviklet egentlige kontaktbreccier. Kontakten er stejltstående, men hælder ca 60-80° mod massivets centrum. Indeslutninger af andre bjergarter er generelt sjældne i dette nordmarkit-massiv. Dog, langs monzonit-gabbro massivet ved Hersjøelva, er kontakt breccier (= intrusionsbreccier) lokalt veludviklede. De øvrige bjergarter i feltet synes at postdatere dette massiv.

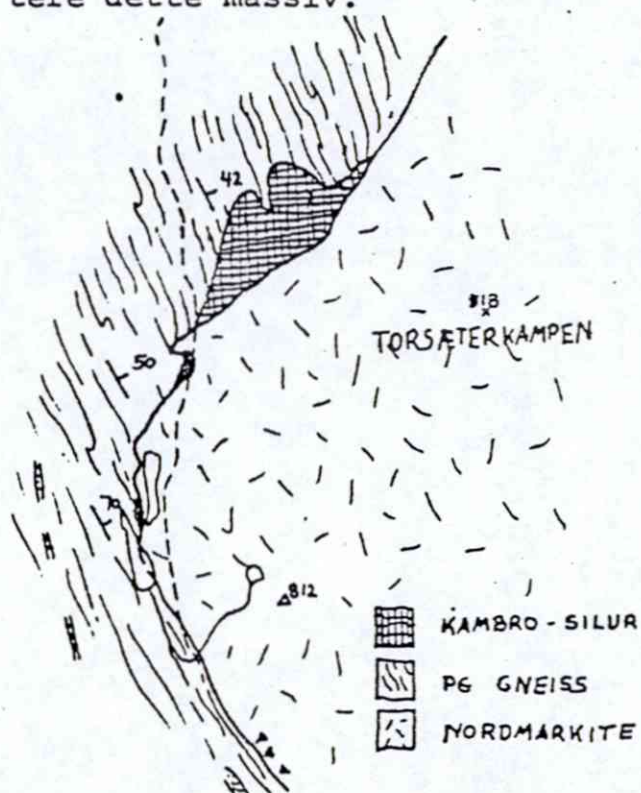


Fig 6. Diskordante relationer mellem Pc, K-S og nordmarkit. (v. Torsæter) (skala 1:50.000)

Den over 40 km² store, intrusive Hersjø-granit, grænser op imod samtlige af de tidligere omtalte bjergarter. Grænse-zonen indeholder generelt en mere finkornet Qz-syenitisk rand-facies, der i store dele af området viser helt gradvise overgange til granitten, men lokalt også støder op til den grovkornede granit langs en veldefineret, men ikke knivskarp grænse.

Grænserelationerne i nord, mellem Hersjø-granitten og Skreifjell-massivet, ved St. Øungsskarven afslører klart kontaktpåvirkning af den udenforliggende nordmarkit, men også, at der forekommer en smal zone med finkornede heterogene mikrosyenitter, med talrige indeslutninger af nordmarkitten. Årer af qz-syenit i denne mikrosyenit afslører en yngre alder af førstnævnte, der endvidere her går fuldstændigt jævnt over i granitten (Fig 7.) .

Langs gabbro-pyroxenit massivet vest for Amundalsseter danner den marginale qz-syenit en imponerende kontakt-breccie. Langs vest-grænsen af samme monzonit-massiv, mod Lauvkampen ved Høversjøens sydende, forekommer en kontakt-breccie, med qz-syenitisk matrix, hvis tilhørsforhold er uklar. Der synes dog med baggrund i en iøjefaldende lithologisk lighed, basis for at associere denne bjergart med Hersjø-granittens rand-facies, og således gruppere disse qz-syenitter med granit-kompleksets udvikling, selv om klare mesoskopiske forskelle muliggør selvstændig kartering af disse enheder.

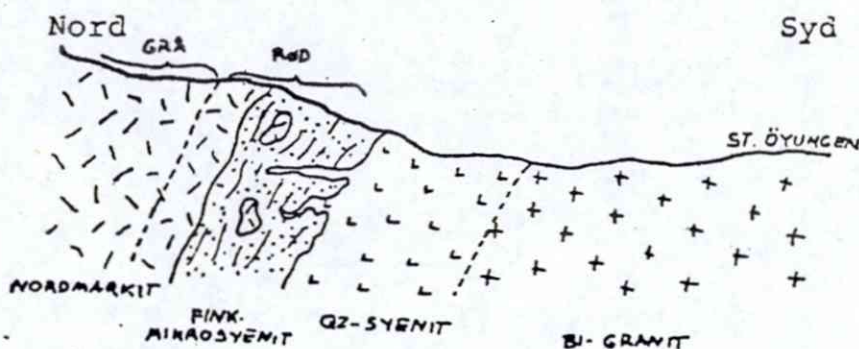


Fig 7. Overgangsmæssig grænse mellem Bi-granit og qz-syenit langs Hersjø-granittens nordgrænse.

Såvel typisk Hersjø-granit som den qz-syenitiske rand-facies skæres af den meget grovkornede, kvarts-rige Høversø-syenit, der er en biotit-førende alkali-syenit, ofte med i-øjenfaldende store mængder interstitiel kvarts. Denne bjerg-artstype udmærker sig ved ikke at have finkornede grænse-zoner, - grovkornet syenit forekommer i direkte kontakt med såvel prækambriske gnejser som andre syenitter, ligesom kontaktbreccier eller indeslutninger i øvrigt er bemærkelses-værdigt sjældne.

Høversjø-alkalisyenitten er muligvis sammenhængende med den sydøst for liggende Fjellsø-biotit-syenit, idet der ikke er iagttaget indbyrdes kontakter mellem disse. Sidstnævnte syenit strækker sig fra Fjellsøen i vest til Hansekollen i øst, hvor bjergarten i området syd for Garsjørøet (Ødemarks-kollen) igen træffes i skærende kontakt til Hersjø-granit, og : klart postdaterer denne.

Skelnen mellem Høversjø- og Fjellsø-syenitterne er væsent-ligst baseret på kvarts-indholdet, idet kvarts-rige syenit-varianter kun optræder vest og nordvest for Fjellsøen.

På basis af en porfyritisk og finkornet randzone imod Hersjø-granit, er det ligeledes muligt at placere det delvis isolerede syenit-massiv nordøst for Rognlia (Rongli-syenitten) som yngre end granitten, men det har ikke været muligt at vurdere dette massivs præcise relation til de øvrige syenitter i området.

En meget sandsynlig fortolkning er imidlertid, at Rongli-syenitten udgør en del af Fjellsø-Hanskollen syenitten, og er bevaret som en rudimentær "roof-pendant" oven på Hersjø-granitten. Dette må bl.a. ses i sammenhæng med det faktum, at qz-syenitter (Hersjø-granittens randfaciès-type), der op-træder langs syenittens øst-grænse, samt i en kile syd for Amundalseter er mesoskopisk identiske med de Qz-syenitter, der forekommer langs Bi-granittens vest- og nordgrænse, såle-des ved Lauvkampen-Gihleseter, nord for Høversjøen, og dermed øjensynlig udgør en sandwich-horisont mellem granitten og syenitten i begge massiver.

Denne fortolkning medfører endvidere at eksempelvis breccie - fsp-porfyren ved Hanskollen kan korreleres med breccie-fsp-porfyren ved Merraputten-Rognlisaga, - en ting der ikke synes urimelig i betragtning af deres beslægtede bjergartselskaber, der generelt er domineret af fsp-porfyre, og hvor deciderede breccier udgør relativt underordnede partier.

Petrografiske undersøgelser af syenit-massivernes anses at kunne belyse den ovennævnte hypotese.

Langs Rognli-syenittens sydgrænse, særligt i det østlige og vestlige hjørne forekommer der som nævnt en meget karakteristisk fsp-porfyre - breccie association, der for fsp-porfyrens vedkommende øjensynlig skærer syenitten (nær vejen ved Rognlisaga samt syd for Krakubråten), og således postdaterer denne. Meget komplekse breccie-porfyre relationer tillader ikke at adskille de to komponenter i kronologisk orden, ud over det faktum, at fsp-porfyren tilsyneladende både intruderer og mixes fuldstændigt med breccien.

Den følgende kronologiske begivenhed er intrusionen af Nordliskampen qz-fsp-porfyre, idet denne bjergart iagttages som transgrederende dikes i såvel Hersjø-granit, Qz-syenit, Rognli-syenit som det netop omtalte fsp-porfyre - breccie kompleks. Grænserne til ældre bjergarter er generelt jævne og veldefinerede; tilstedeværelsen af talrige dikes af samme bjergart vidner dog om at intrusionen lokalt har været associeret med frakturdannelse og evt stoping, (Fig 8).

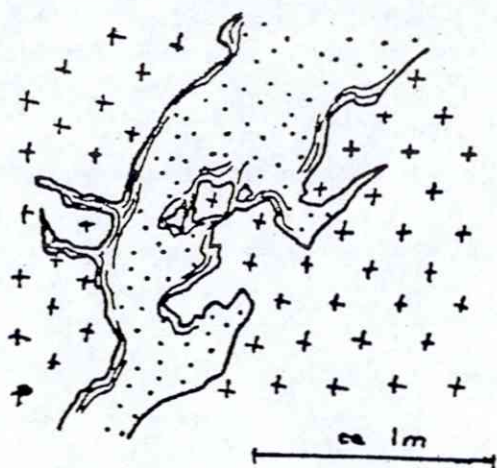


Fig 8. Stærkt fraktureret dike af Qz-fsp-porfyre i Qz-syenit (v. Rognliåsen).

Endelig transgrederes qz-fsp porfyren af alkali-granit (hypersolvus = plagioklas fri), der delvis omslutter og fortærer denne. Alkaligranitten viser sjældent chill-margin mod sidestenen, dog iagttages en ca 1/2 - 1 m bred zone af mere finkornet equigranular granit langs massivets sydgrænse (Faksebrekkollen-Liskollen). Grænsen mod qz-fsp-porfyren er skarp og stærkt ondulerende. Tilstedeværelsen af svagt dendritiske feldspater langs grænsen afslører lokalt at granitten har invaderet porfyren, og formentlig, som antydnet af de stærkt ondulerende grænser, delvis assimileret denne.

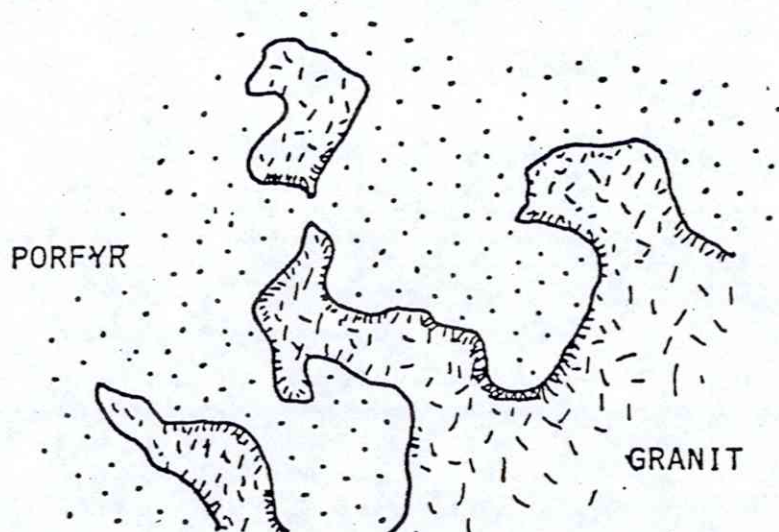


Fig 9. Komplekse grænser mellem alk-granit og Qz-fsp-porfyr. Dendritiske feldspater nucleeret på grænsen vokser ind i granitten og således viser dennes yngre alder.

Den på Nordliskampens sydside forekommende Mikro-syenit transgrederes såvel af qz-fsp-porfyr som alkali-granit, og udgør formentlig resterne af en ældre sidesten for qz-fsp-porfyren, bevaret som en kile mellem denne og den yngre alkali-granit.

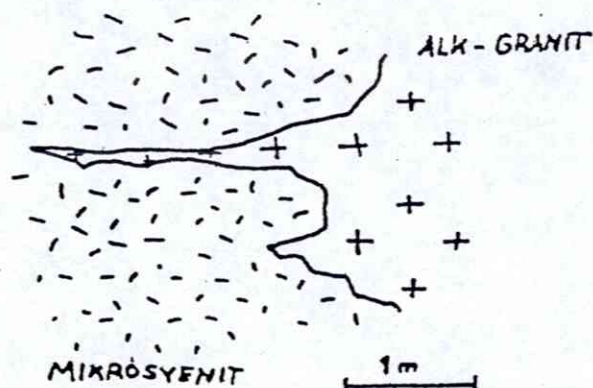


Fig 10. Transgressiv grænse mellem alkali-granit og mikrosyenit ved Rundtjern (Nordliskampen).

De efterfølgende magmatiske begivenheder i området er præget af gangintrusioner, først fsp-porfyrer og senere af N-S til NNW-SSE strygende camptoniter.

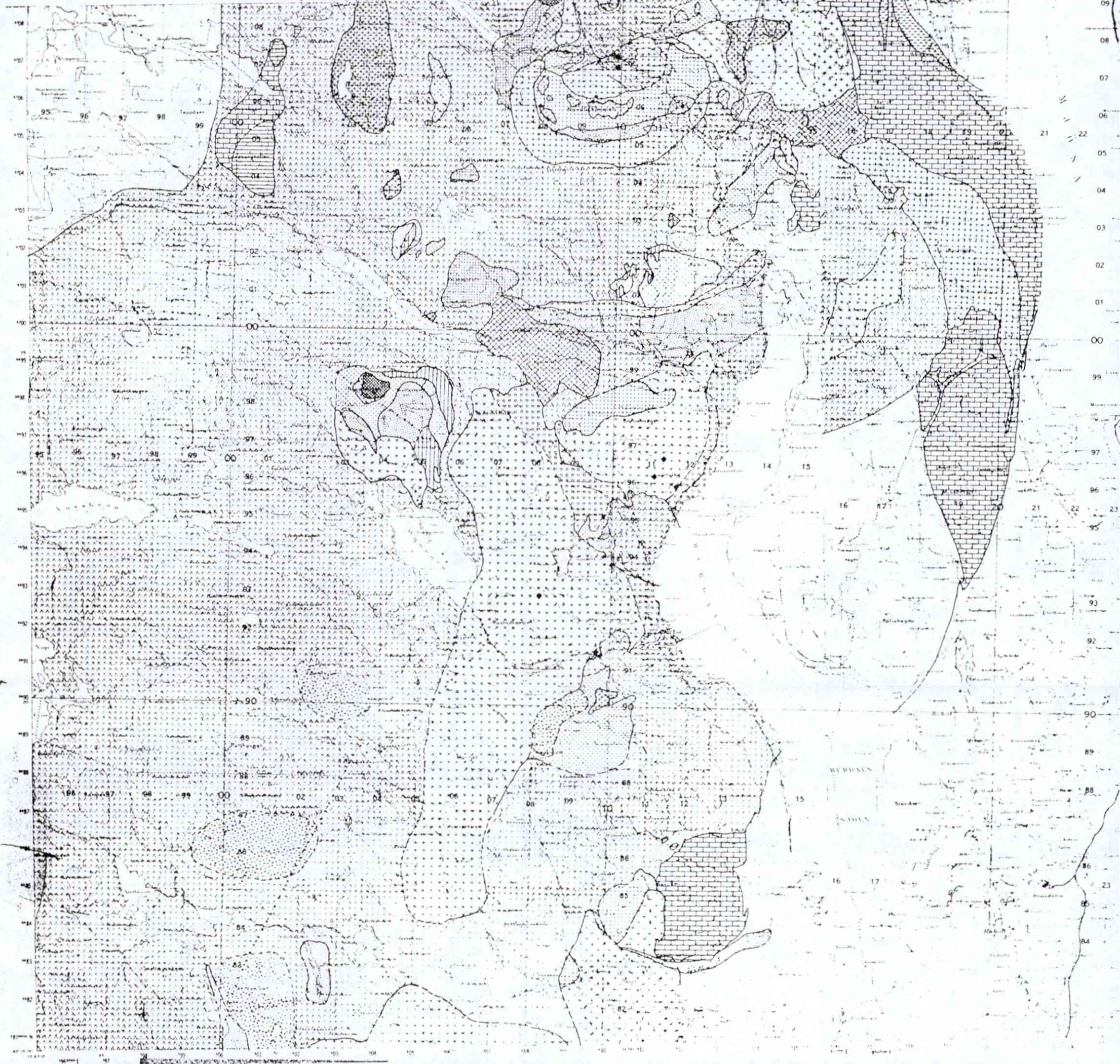
Boreholsanalyser afslører dog at alkaligranitten postdateres af senere breccie-dannelse (autoklastisk breccie), der øjensynlig igen postdateres af Qz-eye granit samt en mikrogranit/granophyrisk variant, der tilsyneladende ikke indgår i den ovennævnte breccie (F.D.P. pers.comm.). Grænserelationer til de sidstnævnte bjergarter er dog ikke observeret i dagen, hvorfor diskussion af disses placering ikke skal diskuteres her. Det skal dog bemærkes at begge bjergartstyper forekommer i dagblotninger nær Indgjeringa-centret.

LEGENDE: GEOLOGISK KORT OVER HURDAL-FELTET

- 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

ÅRHUS 12-11-80

JON STEEN PETERSEN





NGU
Norges geologiske
undersøkelse

Offprint NGU 317, 1-21

JOHAN PETTER NYSTUEN

Plutonic and Subvolcanic Intrusions
in the Hurdal Area, Oslo Region

Universitetsforlaget 1975
Trondheim - Oslo - Bergen - Tromsø

Plutonic and Subvolcanic Intrusions in the Hurdal Area, Oslo Region

JOHAN PETTER NYSTUEN

Nystuen, J. P. 1975: Plutonic and subvolcanic intrusions in the Hurdal area, Oslo Region. *Norges geol. Unders.* 317, 1-21.

The investigated area, ca. 100 km² in extent, is located in the northernmost part of the igneous province of the Oslo Region. The plutonic massifs are bordered to the east by Precambrian gneisses with overlying, thermally metamorphosed Cambro-Silurian sediments. Large isolated bodies of Precambrian and Cambro-Silurian rocks and Permian volcanics occurring within the plutonic rocks are considered to be roof pendants.

The plutonic rocks are described briefly petrographically whereas special emphasis has been directed towards their contact relations. According to the sequence of intrusion and petrographical interrelationships, the plutonic and subvolcanic rocks have been arranged in five main groups:

(I) kjelsåsité; (II) granite; (III) alkali-feldspar syenite and syenite, alkali-feldspar granite porphyry, subvolcanic breccia-complexes, alkali-feldspar granite; (IV) syenite, quartz syenite, alkali-feldspar syenite, alkali-feldspar quartz syenite; and (V) ekerite. In addition, at an early stage dykes and sills of mænaite and lamprophyres have intruded the Precambrian and Cambro-Silurian rocks in the east, probably contemporaneously with fault movements. Diabase dykes have been emplaced at different times during the igneous evolution, and dykes of syenite porphyry are late-magmatic intrusions related to Group IV. Rocks of Group III form, inter alia, a large arcuate complex of steeply dipping ring-dykes, the formation of which is suggested to be related to tensile fractures initiated by an upward-directed, excess, magmatic pressure. The main mode of plutonic intrusions is considered to have been by stoping. The main trend of the igneous evolution corresponds to that reported from areas further south in the Oslo Region.

J. P. Nystuen, Department of Geology, Agricultural University of Norway, N-1432 AS - NLH, Norway

Introduction

Since the publication of the survey map of the Oslo Region by Brogger & Scherelig (1923), very little additional information has been furnished from the Permian plutonic rock complex in the northernmost part of the region. With the intention of supplementing the geological data from this northern district of the Oslo Region, during the years 1966-1970 the author reinvestigated an area located at the northern end of Hurdalsjøen (Fig. 1). The mapping revealed a far greater variation in the bedrock geology than that which had been known earlier, and several generations of plutonic intrusions, areas of volcanic rocks and bodies of subvolcanic breccia have been recognized.

One of the major objects of the investigation was to establish the intrusive age relations between the various plutonic and subvolcanic rock-types and the mechanism of plutonic emplacement. This constitutes the theme of this paper. The origin of subvolcanic breccia bodies and their associated volcanic rocks,

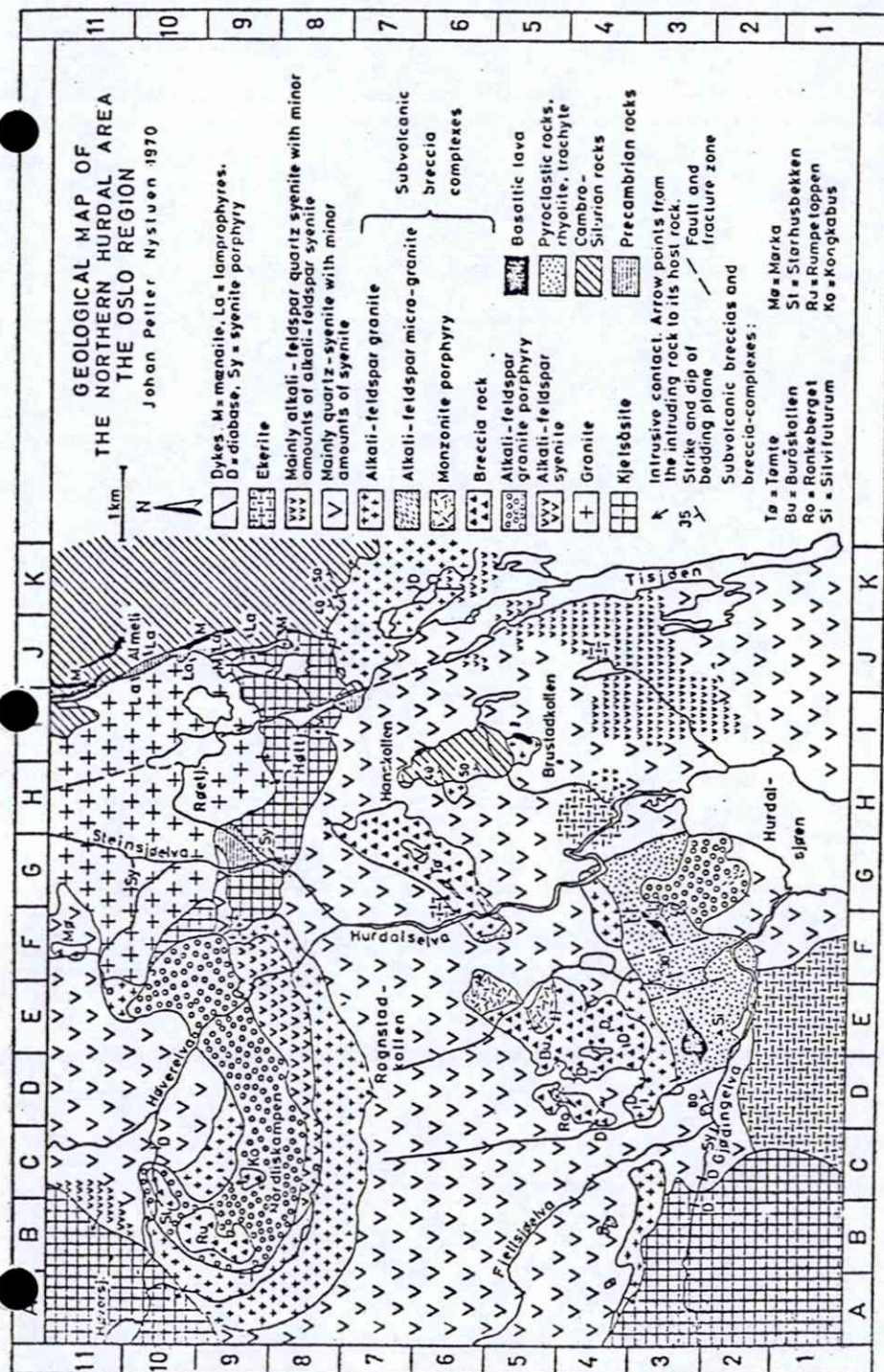


Fig. 2. Geological map of the northern Hurdal area.

been used with a different meaning by different authors. During the mapping in the Hurdal area, several of these terms were found to be impractical because they lack exactly defined compositional boundaries (Ofstedahl 1948,

- 2 Alkali
- 3 Granit
- 5* Alkali
- 5 Alkali
- 7* Quart
- 7 Syeni
- 8* Quart
- 8 Monzo
- 9* Quart
- 3 Monzo
- 10 Gebbr



Fig. 3. in the t on actu Systema

p. 49) chosen clature Igneou nomen basic r rich al feldspa

KJELS:

On the termed syenod granite in the quartz-nitic fa

Country Intruded or emplaced rock	Diabase	Ekerite	Alk.-fsp. qz. syenite Alk.-fsp. syenite	Quartz syenite Syenite	Alkali-feldspar granite	Alkali-feldspar micro-granite	Monzonite porphyry	Breccia rock	Alkali-feldspar granite porphyry	Granite (Hersjø)	Kjelsås site	Mønallet & lamprophyres
Diabase				↑	↑	↑		↑			↑	
Ekerite			↑↓									
Syenite porphyry dyke				↑						↑		
Alk.-fsp. qz. syenite Alk.-fsp. syenite		↑↓		↑↓	↑↓						↑	
Quartz syenite Syenite	↑Δ		↑Δ		↑Δ	↑Δ	∩	↑↑Δ	↑	∩	↑↑Δ	
Alkali-feldspar granite			↑↓					↑Δ	↑↑Δ	↑↑Δ		↑
Alkali-feldspar micro-granite							↑↑Δ					
Monzonite porphyry							↑Δ					
Breccia rock	↑		Δ	Δ	↑↑	↑↑	↑↑	↑	↑↑Δ		Δ	
Alkali-feldspar granite porphyry			Δ									
Granite (Hersjø)											↑↑	↑
Kjelsås site												↑↑

↑ Penetrating dykes or larger irregular masses

↑ Penetrating apophyses and smaller veins

↑↓ Transitional boundary

Δ Xenoliths of country rock

∩ Only fine-grained border-zone observed

Fig. 4. Diagram showing the various types of intrusive relations observed among the plutonic and subvolcanic rocks in the Hurdal area.

The kjelsås site is a light to dark grey rock, and in most of the massifs grain-size and texture vary considerably, comprising very coarse-grained facies as well as fine-grained and aplitic types. The feldspar is usually subhedral and anhedral, but plagioclase grains have rectangular outlines in some places. Textural varieties having rhomb-shaped plagioclase such as the larvikite in the southern part of the Oslo Region have not been recognized. The plagioclase, mostly an andesine (Table 1), is frequently mantled with alkali feldspar, and the ferromagnesian minerals have crystallized in the order clinopyroxene, hornblende and biotite. The mafic minerals may constitute up to 30 % of the total volume (Table 1).

In the area east of Holtjern (J 8-9) the kjelsås site has been observed to

Fig. 5
Diame

penetrating
intrusions
Hovland
plete
resen
tween
In
are e
mally
kjelsås
calc-s
mines

C. RAN

In the
of a
north
is
as ir
paren
jacent
granit

from movements pre-dating the plutonic intrusions (p. 3), and consequently an origin as roof pendants cannot be excluded. The structural concordance between the Ordovician-Silurian strata (stages 5-7) in the area between Hanskollen and Brustadkollen (HI 6-7) and the corresponding beds to the east strengthens the supposition that this large body is a true *roof pendant*.

The smaller masses of basalt at Brustadkollen (I 5) and of marble at Gjød- ingelva (D 2) are clearly overlain and underlain by the host rocks and are almost certainly real *enclosures*. Nevertheless, the basalt inclusions occur in the north-eastward continuation of the basalt horizon west of Hurdalsjøen and may thus be relics of this stratigraphic unit. Similarly, the marble enclosure, of Lower Silurian age, stage 7 ab, according to its content of *pentamerids* (Brøgger 1895, p. 145; Goldschmidt 1911, p. 327), corresponds structurally to beds of similar age in the isolated body north of Brustadkollen (HI 5). It would thus appear that the alignment of the various inclusions reflects some form of *ghost stratigraphy*, and may imply that the isolated bodies are largely preserved in the spatial arrangement which they possessed prior to the intrusion of the plutons.

Sequence of intrusion

From the various contact relationships described above and summarized in Fig. 4, it is possible to establish the igneous intrusive history of the area.

Igneous activity started in the east with the emplacement of dykes and sills of mænaite and lamprophyric rocks. This event may have been contemporaneous with the dissection of the Precambrian and Cambro-Silurian rocks by NNW-SSE trending faults and fracture zones. Dykes of these rock-types were considered by Brøgger (1894, 1933 a and b) to be the oldest igneous rocks in the Oslo Region, although Sæther (1947) and Dons (1952) also recorded mænaite and comptonite among a later group of dyke intrusions.

The dyke intrusions in the east were succeeded by the ascent of large volumes of magma which gave rise to the main plutonic rock complex. These plutonic rocks, including the subvolcanic breccias, can be divided into five groups according to their sequence of intrusion and emplacement and, in part, their petrographic relationships (Table 2).

Gr. 1 The kjelsåsite of Group I was probably spatially quite extensive in the northern part of the Oslo Region. This is indicated by the presence of a number of isolated areas of kjelsåsite within younger plutons further to the north, outside the present area (Brøgger & Schetelig 1923).

Gr. 2 The comparatively early position of the biotite granite (Group II) in the intrusive sequence must be emphasized. This type of granite has generally been accepted as the youngest, or at least a very late, plutonic rock in the Oslo Region (Brøgger 1933 b, p. 103; Barth 1945, p. 102), although its petrogenetic relationship to the differentiation series '*kjelsåsite-larvikite-nord-*

Table 2. Main groups of plutonic and subvolcanic rocks in the Hurdal area arranged according to their succession of emplacement

V	Ekerite
IV	Syenite, quartz syenite, alkali-feldspar syenite, alkali-feldspar quartz syenite
III _d	Alkali-feldspar granite
III _c ₃	Alkali-feldspar micro-granite
III _c ₂	Monzonite porphyry
III _c ₁	Breccia rock
III _c	Subvolcanic breccia-complexes
III _b	Alkali-feldspar granite porphyry
III _a	Alkali-feldspar syenite and syenite
II	Granite
I	Kjelsås site

markite-ekerite was claimed to be uncertain (Barth, op. cit.). Sæther (1962, p. 179) was unable to draw any definite conclusion as regards the age relations of the biotite granite to nordmarkite and ekerite, whereas Naterstad (1971) found this rock-type to pre-date the syenite intrusions, possibly forming the end member of a differentiation series which started with intrusions of monzonite.

The oldest intrusions of Group III are represented by the alkali-feldspar syenite in the Nordliskampen area and by the porphyritic alkali-feldspar quartz syenite forming the wall-rock to the Buråskollen and Ronkeberget diatremes. The inclusions of syenite, quartz syenite, alkali-feldspar syenite and alkali-feldspar quartz syenite which occur in the alkali-feldspar granite porphyry (Group III b), in the subvolcanic breccia-complexes (Group III c) and in the syenite and quartz syenite of Group IV, must be considered as having been derived from this early generation of syenitic and alkali-feldspar syenitic intrusions.

The subvolcanic breccia complexes owe their origin to a gas-rich episode in the magmatic evolution, and their emplacement in the crust represents the initial phase of the later, larger-scale intrusion of Group IV. Magmatic differentiation in the uppermost part of this rising syenitic magma may have produced the series *monzonite porphyry-syenite (and quartz syenite) - alkali-feldspar syenite-alkali-feldspar quartz syenite-alkali-feldspar granite*. With regard to their petrogenetic position, the rocks of Group III correspond to those of a similar rock-complex in the area north of Oslo, consisting of 'felsite porphyry, syenite porphyry, ekerite porphyry, fine-grained ekerite, and breccia' (Sæther 1962, pp. 176-179). Also, within the Nittedal cauldron the extensive intrusion of syenite was associated with the emplacement of alkali syenitic to alkali granitic magma, including intrusive breccias and ring-dykes (Naterstad 1971, p. 37).

Further magmatic differentiation has resulted in the formation of the syenite, quartz syenite, alkali-feldspar syenite, alkali-feldspar quartz syenite and nordmarkite of Group IV; via the nordmarkite these rocks grade into the ekerite of Group V. A close petrogenetic relationship between the members

of Gro
types o
soda-ric
amphib
magma
even be
Durin
possibly
of the c
rocks. ?
IV.

Mecha
kampe
Irrespec
a deep
several
crustal
the cas
1960, p
stratigra
nism of
sions co
sions in
has evi
probabl
passivel
the kje
the upv
the grai
a certai
ulitic da
The
(is co
mylonit
granite
tion alc
dykes, l
subsidi
this pre
tures w
ways fo

of Groups III, IV and V is also demonstrated by their content of similar types of alkali-feldspar, especially microperthite and chess-board albite. The soda-rich facies of the alkali-feldspar granite (Group IIId), carrying sodic amphibole, indicates that the magmatic differentiation in local parts of the magma chambers had reached the stage of producing ekeritic rocks at a time even before the larger-scale syenitic intrusions of Group IV.

During the plutonic phases represented by Groups III and IV (and also possibly Group V), dykes of diabase were intruded at various times. Some of the diabase dykes may, however, be considerably younger than the plutonic rocks. The syenite porphyry dykes belong to a late magmatic stage of Group IV.

Mechanism of plutonic intrusion and formation of the Nordliskampen ring-dyke complex

Irrespective of the initial origin of large volumes of magma and their extent at deeper levels (see Ramberg 1971, Ramberg & Smithson 1971), there are several features which show that the plutons have ascended into shallow crustal levels mainly by stoping mechanisms, as is generally considered to be the case for the plutonic rocks of the Oslo Region (Ofstedahl 1959, p. 24, 1960, p. 326). Besides the presence of probable roof pendants and a ghost stratigraphy reflected by the enclosed blocks, features favouring such a mechanism of emplacement include the sinuous nature of the contacts with inclusions concentrated along the margins, and the foundering of some basic inclusions in acid magma. The granite intrusion in the area of Høltjern (IJ 8-9) has evidently been arrested in a stage of piecemeal stoping, the clear-cut, probably thermally spalled-off blocks of kjelsåsité having been allowed to sink passively into the lighter magma (Fig. 5). The net-veining and jointing of the kjelsåsité massifs may have originated by tensional stresses caused by the upward directed pressure of the intruding magma. Both the syenitic and the granitic magmas must have possessed enough excess energy to assimilate a certain quantity of enclosed material now represented by the scattered, nebulitic dark inclusions.

The Nordliskampen ring-dyke complex has been emplaced into country rocks consisting of kjelsåsité and alkali-feldspar syenite. The brecciated and mylonitized margins of the kjelsåsité which borders on the alkali-feldspar granite ring-dyke indicate that the country rock has failed by brittle deformation along arcuate fracture zones. The sub-vertical disposition of the ring-dykes, however, appears to rule out the occurrence of large-scale underground subsidence, in accordance with the theory of Anderson (1924, 1936), since this presupposes the presence of outward dipping concentric or arcuate fractures which facilitate the sinking of a central block and provide channels for the ring-dyke intrusion.

A mechanism of emplacement by piecemeal stoping has been proposed for several broad and steeply dipping ring-dykes (Billings 1943, p. 138, 1945, p. 51; Jacobson et al. 1958, p. 69; Branch 1966, p. 89). Contrary to the cauldron-subsidence theory of Anderson (op. cit.), the cause of fracturing in this mechanism is considered to be the upward directed magmatic pressure (Billings 1943, p. 140, 1945, p. 52). Such fractures would tend to be inward dipping, approaching a vertical orientation at some distance above the magma chamber (Roberts 1970, p. 323). In the present case, some form of excess magmatic pressure might be postulated on account of the density differences between the rising acid magmas and their host rock of kjelsåsité. The presence of breccia pipes within the ring-dyke complex also suggests the occurrence of a magmatic gas phase, exerting an upward directed pressure. Dilation of the initially formed fractures might have supplied the initial space for the intruding magma.

The contact features of the alkali-feldspar granite ring-dykes are in agreement with a process of intrusion by piecemeal stoping: granular coarse-grained texture, sinuous irregular contacts, apophyses into country rocks, and angular xenoliths enriched along the margins. The convex limit of the inner ring-dyke and the concave limit of the outer ring-dyke seem to have been partly controlled by the borders of the older ring-dyke of alkali-feldspar granite porphyry. It is also possible that the older alkali-feldspar syenite has been emplaced as a ring-dyke, but its present position is that of a screen between younger ring-dyke intrusions.

The alkali-feldspar granite porphyry ring-dyke lacks obvious indications of emplacement by stoping. The fine-grained texture may be due to a low content of volatiles (mainly H_2O) in the magma of this rock, and to a faster rate of cooling. Conditions for rapid crystallization would be present if magma ascended into a pre-existing space in lower temperature environments of relatively shallow depth, and with possibilities for dissolved gases to escape. The local zones of increased viscosity, in which auto-brecciation occurred, may thus have been brought about by the loss of gas (and heat) along passage-ways to the surface.

Reynolds (1956) suggested that underground subsidence might result from the widening of steeply dipping, arcuate, tensile fractures by the erosive work of an uprushing, fluidized gas-liquid-solid suspension. Such a mechanism may have furnished space for the present alkali-feldspar granite porphyry, but there are no indications that the plutonic body itself has been emplaced as a fluidized magma as in the case of the ring-dykes described by Branch (1966, p. 131), Roberts (1966 a, p. 183, 1966 b) and Lewis (1968). Nevertheless, the eruption of large quantities of ignimbrite and pyroclastic material in the Hurdal area (Nystuen 1970) has very likely been associated with the ring-dyke formation and the origin of the diatremes.

The body of alkali-feldspar granite porphyry west of Hurdalsjøen must have crystallized in physical conditions similar to those proposed for the Nordliskampen ring-dyke complex. Its intrusive contact to the neighbouring

volcan
plug-li
sequen
alkali-
found
The
placed
forcef
feldsp
gether

Conc
Permi
and c
mian
(magm
placed
and s
alkali
alkali
III-V
paren
upper
placed
(Grou
the m
Th
ing b
as w
comp
lated
press
fract
(ures
fract
ma to
phyry
porta
Th
lined
Oslo

volcanics may imply a forceful injection at a shallow depth, probably as a plug-like intrusion. The acid magma might have ascended into the volcanic sequence before the latter subsided to its present structural level. If so, the alkali-feldspar granite porphyry must be regarded as an integral part of this foundered block.

The crystalline intrusions within the breccia complexes have been emplaced as passively rising masses of magma (monzonite porphyry) and by forcefully injected, both viscous and highly mobile, fluidized magmas (alkali-feldspar micro-granite). The features of these intrusions will be treated together with the subvolcanic breccias in more detail in another publication.

Conclusions

Permian igneous activity in the Hurdal area started with the intrusion of sills and dykes of mænaite and lamprophyric rocks along fault zones in the Permian and Cambro-Silurian rocks to the east. The subsequent ascent of plutonic magma masses gave rise to a series of major rock groups which were emplaced in the order: (I) kjelsåsité, (II) granite, (III) alkali-feldspar syenite and syenite, alkali-feldspar granite porphyry, subvolcanic breccia-complexes, alkali-feldspar granite, (IV) syenite, quartz syenite, alkali-feldspar syenite, alkali-feldspar quartz syenite, and (V) ekerite. The rock-types within Groups III-V most likely originated through magmatic differentiation from a syenitic parental magma. The evolution of Group III rocks has been restricted to the uppermost part of the magma chamber. Dykes of syenite porphyry were emplaced at a late stage of the crystallization of the syenite and quartz syenite (Group IV), whereas diabase dykes have intruded at different times during the magmatic history.

The intrusion of the plutons took place mainly by piecemeal stoping, leaving behind large roof pendants of Precambrian and Cambro-Silurian rocks as well as Permian volcanics. The origin of the Nordliskampen ring-dyke complex and subvolcanic breccias and breccia-complexes is thought to be related to a stage when the rising magma exerted an excess upward directed pressure, thus causing the roof rocks to crack along steeply dipping tensile fractures. Ascent of acid magma by piecemeal stoping along such arcuate fractures has given rise to the alkali-feldspar granite ring-dykes. Gas-coring along fractures might have initiated an underground subsidence which enabled magma to rapidly fill the space and crystallize into the alkali-feldspar granite porphyry. Flowage of gas through fractures is considered to have been an important process in the origin of the subvolcanic breccias.

The major trend of the igneous evolution in this area is similar to that outlined by Sæther (1962) and Naterstad (1971) for areas further south in the Oslo Region.

HURDAL PLUTON CENTER

I forbindelse med identifikation af visse lithologier i borekerner fra Nordli, med henblik på korrelation af regionale lithologier med disse, er fremkommet en række nye aspekter angående fortolkningen af områdets bjergartsrelationer, der efter undertegnede mening har så central betydning for forståelsen af dette områdes geologi, at de begrundet særlig behandling i dette notat. Oplysningerne indeholder endvidere væsentlige generelle konsekvenser for vurderingen af en række øvrige Mo-forekomster i Oslo-feltet.

Et meget diskuteret aspekt af Nordli-centrets geologi har været den tilsyneladende vanskelighed ved korrelationen af vigtige lithologier fra borehul med de omgivende bjergarter. Denne vanskelighed blev kort omtalt i undertegnede rapport (JSP-rapport 1980, p.34), der anbefalte videregående geokemiske undersøgelser af de involverede bjergarter og i øvrigt henviste til separate undersøgelser af borekerner, idet de for undertegnede præsenterede kernelithologier da var vilkårligt udvalgte og i en vis grad syntes at være delvis specielle varianter, uden umiddelbare ligheder med de i regionen udbredte bjergartsselskaber.

Den manglende kontinuitet i de examinerede kerneprøver vanskeliggjorde en placering af disse i en overordnet differentiationsfølge med baggrund i den regionale geologi. Derfor henvises da også dengang til særskilt arbejde af borehulsdatabaser. Imidlertid må det erindres at denne logging indeholder såvel undersøgelser af fordelingen og arten af det mineraliserede system som fordelingen og udviklingen af værtsbjergarterne på basis af deres interne strukturer og grænseforhold. Da særligt den sidstnævnte del indeholder aspekter, der også afspejles i områdets ^{regionale} lithologier, har den manglende korrelation vanskeliggjort forståelsen af dette centers overordnede og reelle udviklingshistorie.

Den følgende redegørelse er især relevant for den lithologiske side af forekomstens evaluering og er betinget af undertegnede særlige kendskab til feltets regionale lithologiske udvikling samt faglige kendskab til differentierede granitiske bjergartsselskaber i øvrigt.

Hurdal områdets dominerende biotit-granit: Hersjø granitten er ved den regionale geologiske kortlægning tidligere blevet beskrevet som en sammensat pluton med minst to facies-typer: en nordlig, biotit-plagioklas rig variant (typisk Hersjø granit) samt en sydlig, -væsentlig mere plagioklas-kvarts fattig men tilsvarende biotit-rig - variant, herefter benævnt Røtjern granit. (Petersen, rapport-80, 34-36).

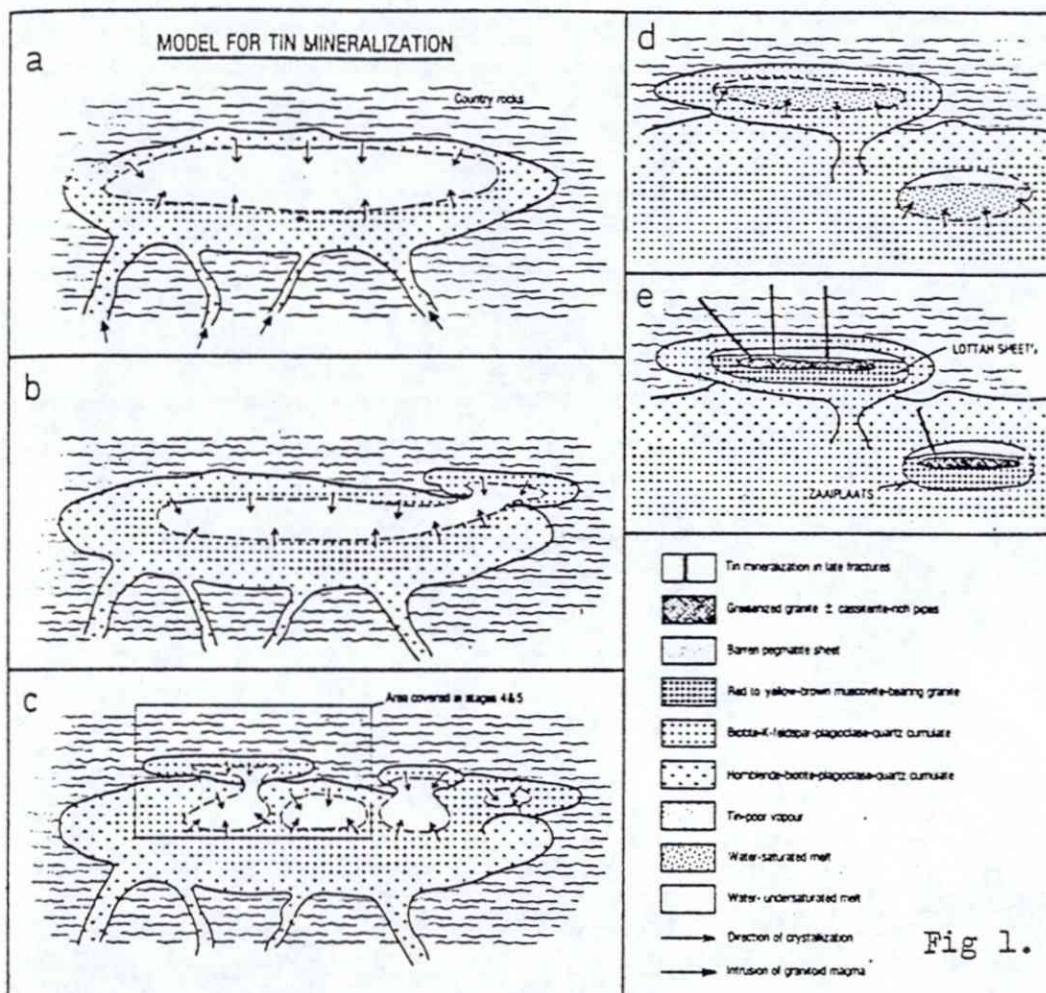
Indenfor denne sidstnævnte variant optræder flere isolerede partier med varierende faciestyper af aplit-granophyr, hvortil der karakteristisk lokalt er associeret seriticeret stockwork-omdannelser. Således f.eks. ved Seteråsen, ved Nysætra samt ved Merraputten og Tjønspotten. De to førstnævnte direkte associeret med intrusive aplitgranitter, mens de sidstnævnte tilsyneladende er associerede med breccie-ignimbrit dannelser.

Nye observationer af borekerner efterfulgt af fornyet feltøgning i oktober 1981, har bekræftet for undertegnede, at den væsentligste bjergartstype i Nordli centret, - den såkaldte kvarts-syenit i borekerner, - er identisk med den i felten tidligere omtalte Røtjern granit, der ikke nødvendigvis er lig den kvartssyenitiske variant, der i beskrivelser er angivet som omsluttende Hersjø granitten, og som tilsyneladende er af ældre dato (skæres? af Hersjø-granit.) Dermed kan aplit/granophyr intrusionerne i Nordli centret ses som ækvivalenter til de øvrige aplitgranitter i Røtjern granitten og altså som facies varianter (=differentiationsprodukter) af denne.

Den ovennævnte fortolkning synes at kunne bekræfte fordelingen af hovedparten af de øvrigt kendte Mo-påvisninger i Hurdal-feltets nordlige del (se geologisk kort over Hurdal-feltet, JSP et al., 1980), samt opdagelsen af en række nye lokaliteter ved fornyede feltundersøgelser i oktober 1981, og antyder stærkt at denne Røtjern granit er central for dannelsen af det mineraliserende magma.

Geologiske relationer og overgangsmæssige elementer i Hersjø bio-granit og Røtjern granit (Qz-syenit) tyder stærkt på et differentiationsmæssigt slægtskab mellem disse, og dermed at et overordnet differentiations-slægtskab kan etableres for Nordli-forekomsten, der tilfredsstiller de iagttagne grænserelationer. Denne følge synes at være: Hersjø bi-granit/granodiorit → Røtjern bi-granit/syenit → Qz-eye granit/syenit → alkaligranit/aplitgranit → mikrogranit/granophyr i rækkefølge fra ældst til yngst.

Min vurdering af de nyligt observerede relationer fra borekerner er, at der eksisterer såvel skarpe grænser mellem de forskellige facies-typer i Nordli, som fuldstændigt gradvise overgange mellem disse på flere skalatrin fra dm-til m- og titalsmeter-skala. Dette betyder, at mange af de iagttagne faciesvarianter formentlig i høj grad er udtryk for specielle krystallizationsbetingelser, der udmærket kan være udviklet på forskellige tidspunkter i forskellige niveauer af plutonet, som fuldstændigt selvstændige, lokale systemer. (se f.eks. lignende fortolkninger for Sn-granitter fig. 1 næste side). Dette må ses i lyset af, at især de overgangsmæssige relationer indeholder signifikante petrogenetiske oplysninger, idet de førstnævnte, skærende relationer jo altid vil udvikles også selv om der er tale om separate intrusive episoder uden snævert petrogenetisk slægtskab, - i modsætning til de sidstnævnte relationer, der udelukker denne mulighed. Der er naturligvis intet imod at senere differentiatier også skærer tidligere stadier, hvor der har været shear- eller emplaceringsmæssige, dynamiske bevægelser i plutonet. Se også Fig. 1D, hvor begge grænsetyper er markeret.



Den kemiske variation, der er udtrykt ved den omtalte facies-variation, er formentlig dannet som en kemisk final-transient (dvs som slutfraktionering i et lukket system) og findes lokalt i såvel mikro-skala, fra phenokryst til matrix, som regionalt, fra facies til facies, og indbefatter alle stadier derimellem, - et i øvrigt velkendt fænomen fra granitpetrologien, og af central betydning for geokemiske variationer i sådanne systemer. Konsekvensen af dette er, at analoge bjergartsvariationer med bestemte skærende relationer kan være dannet på helt forskellige tidspunkter forskellige steder i samme pluton. Hovedkrystallisationen kan i reglen opfattes som en steady-state tilstand dvs af konstant sammensætning under fremadskridende isothermisk krystallisation i et stort åbent system med uforandrede diffusionsbetingelser. Fra tid til anden kan disse betingelser så afviges, f.eks. ved mekanisk isolering (afsnøring fra hovedmagmaet) og danne et lokalt lukket system med ekstrem fraktionering og mineralafsætning tilfølgende. (Se også Fig 1).

Røtjern granitten anses at kunne udgøre et sådant tilbagevendende reference niveay (steady-state, konstant sammensætning) mens mere differentierede varianter afspejler lokale eller regionale afvigelser fra denne steady-state tilstand.

Et kritisk spørgsmål vil være om den kendte forekomst i Nordli udgør kernen af det formodede source-magma, dvs hoveddelen af magmaets slutdifferentiat eller om det blot udtrykker et lokalt omend omfattende subsystem, og at der derfor eksisterer andre lignende domæner indenfor området. En semikvantitativ metode til løsningen af dette problem foreslås senere i dette notat, baseret på den aktuelle erkendelse af en suite associerede bjergarter.

Det vil være naturligt et erindre om alkali-granitten ved Nordli-centret, der tilsyneladende skærer den mineraliserede del af Røtjern granitten, men selv indeholder let mineraliserede og omdannede partier. Mineraliserings-aktiviteten i området kan altså ikke have været afsluttet ved placeringen af denne sidstnævnte pluton, selvom muligheden af, at væsentlige dele af Mo-afsætningen var tilendebragt på dette tidspunkt, synes reel. Hvis kilden til alkaligranitten og Mo-mineraliseringen er det samme udgangsmagma, vil dets videre udvikling kunne begrunde tilstedeværelsen af mineraliserede partier også i sidstnævnte pluton samtidigt med at Mo-afsætningen i det hydrotermalt system kan være påbegyndt på et langt tidligere tidspunkt i forbindelse med afblandingen af de første mættede volatiler fra source-magmaet, og siden kontinuert, og parallelt med udviklingen af source-magmaet, have precipiteret fra successivt ophobede volatilreservoirirer.

Afsætningen af metaller fra sådanne kontinuert akkumulerede volatiler vil ofte følge pulserende begivenheder, idet de omgivende bjergarters mekaniske egenskaber først betinger bruddannelse ved overskridelse af bestemte tærskelværdier for trykket, og følgelig vil dekompressionen og afsætningen af metaller ske episodevis, måske delvis samtidigt med placeringen af successive restmagmaer, der i såfald vil optræde som intermineral-rock, men altså ikke nødvendigvis være

kilde til selve mineraliseringen. En sådan episodevis, polyfaset setting af mineraliseringen vil altså ikke udelukke en dannelse fra et enkelt udgangsmagma, hvis identitet ^{i øvrigt} kun vil være af teoretisk betydning, da den sidste restsmelte formentlig vil udgøre en forsvindende del af restmagmaet, - hovedparten af voluminet vil formentlig udgøres af residual volatiler, og det størknede produkt (= prøvetaget bjergart) være en blanding af mineraler der er krystalliseret fra en silikat smelte (20-40%) og mineraler der er dannet ved fortsat vækst blot nu fra supersatureret residual volatil.

En test af den ovennævnte hypotese kan udføres blandt andet ved hjælp af en undersøgelse af sporelementindholdet i Mo-sulfiderne, idet f.eks indkorporeringen af Re såvel som andre sporelementer, vil afspejle en gradvis stigende differentiation (~"aktivitet"=kemisk potentiale) af metal-kilden, og derfor kunne afsløres i bestemte metalafsetninger, dvs bestemte faser. Sådanne oplysninger vil derfor kunne antyde om metalafsetningen er polygenetisk eller simultan.

De geografiske relationer af de omtalte plutoner er skitseret på Fig2 hvor grænsen mellem Hersjø-granit og Røtjern granit er antydnet skematisk, idet kortlægningen ikke tidligere har været centreret omkring adskillelsen af disse to facies, og klare grænserelationer mellem disse ikke har været iagttaget. Den umiddelbare form af intrusionerne viser imidlertid at dette granit kompleks kan opfattes som et sammensat subcirkulært, intrusivt system, hvor mere og mere differentierede bjergartstyper udgør strukturelt yngre og yngre massiver (Fig 2.).

Kortbilledet kompliceres til en vis grad af, at bi-syenitten ved Rognli øjensynlig er placeret på et tidspunkt, der ligger mellem intrusionen af Hersjø-granitten og Nordli alkaligranitten. Grænse,assige relationer viser at Rognli syenitten indeholder en porfyritisk randzone ind imod Hersjø-granitten, mens relationerne til Røtjern-granitten er usikre, dog tilsyneladende optræder med en finkornet variant mod syenitten, og muligheden af at denne granit-variant er intru-

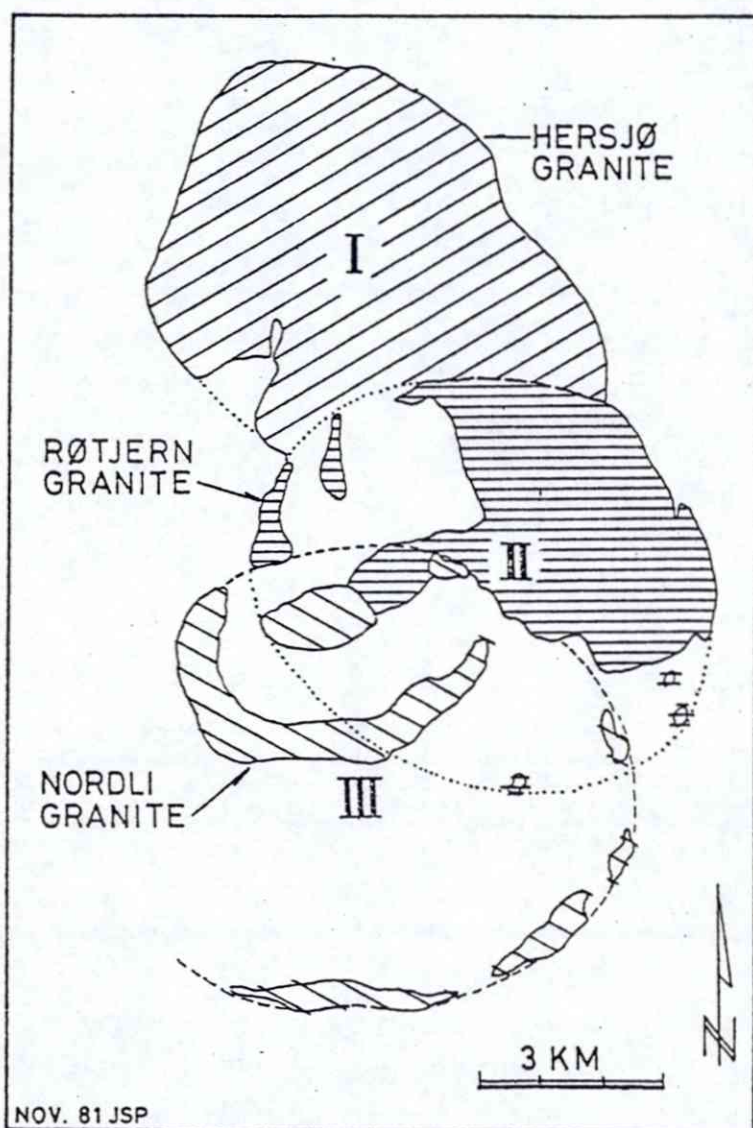


Fig 2. Alderskronologi i Hurdal pluton kompleks. Yngre intrusioner viser successivt højere niveau med overgang til egentlig cauldron-type tektonik.

deret i og delvis underlejrer en tidligere Rognli syenit synes reel. Denne mulighed er tidligere diskuteret i Petersen (Rapport-80, p.31) og er væsentlig for forståelsen af mineraliseringsbilledet i området, idet en sådan placering medfører at Rognli syenitten vil kunne udgøre vært for et mineraliseret stokwerk afgivet fra en underliggende Røtjern granit. Bemærk i denne forbindelse Fig 3 der viser samtlige forekomster af stokwerk-sericit og Mo-lokaliteter i Nordli-feltet, hvor det fremgår at den ekstrapolerede udbredelse af den omtalte Røtjern-granit omslutter samtlige af disse. Dette anses at være et meget iøjefaldende sammenfald der næppe alene kan tilskrives tilfældige årsager og formentlig må tilskrives en Mo-bærende hydrothermal aktivitet i forbindelse med denne granit-variant.

Den ovennævnte fortolkning af Hersjø granit-komplekset som et tre trins evolveret intrusivt kompleks, medfører at flere derivater af Røtjern-granitten på længere sigt må betragtes som potentielle for dannelsen af Mo-forekomster, og måske kun særlige omstændigheder har gjort at en forekomst i Érikstellet er blevet eksponeret i dagen netop her. Den regionale jordprøve-geokemiske fordeling vil antagelig give meget centrale data for den videre vurdering af området. På den anden side gør den nuværende erkendelse det meget vanskeligt at afskrive partier indenfor den omtalte granit på indeværende tidspunkt, som uinteressante. En

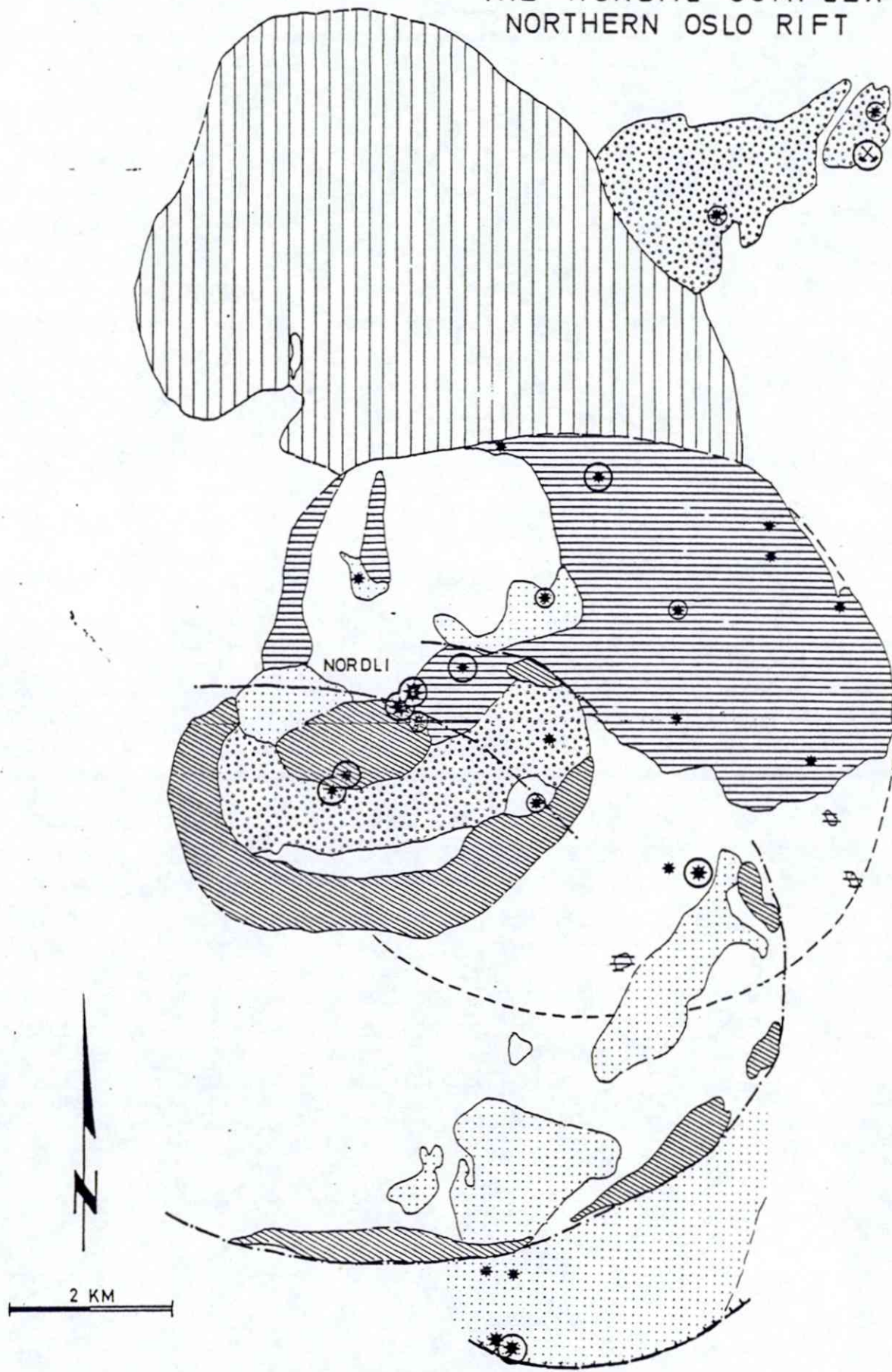
detailleret rekartering af den omtalte, sammensætningsmæssigt stærkt heterogene og formentlig multiple Røtjern granit vil givetvis være ønskelig med henblik på detailobservationer af facies-variationer, omdannelsescentre samt kronologiske relationer.

Langvann-porfyr intrusionen E for Steinsjø-Hersjø-setrene må også revurderes i dette lys, idet denne også udgør en sattelit-facies til Hersjø-granitten, og ligesom Røtjern granitten indeholder positive Mo-påvisning. Den omtalte tidligere iagttagelse af kraftige lokale facies-variationer i forbindelse med Langtjern Mo-skjerp bekræfter klart, at tilsvarende forhold som foreslået for Røtjern massivet også synes at forekomme her.

Tidligere undersøgelser af Røtjern granitten viser eksistensen af en noget heterogen granitisk-syenitisk bjergart med lokale variationer i såvel tekstur som sammensætning. Særligt varierer kvarts-indholdet iøjefaldende idet såvel kvarts-rige som meget kvarts-fattige varianter forekommer. Kvartsen danner ofte afrundede korn og giver undertiden et markant kvarts-øje porfyritisk udseende. I Røtjerngranittens E'lige del er denne kvarts-øje udvikling særlig karakteristisk og bjergarten antager undertiden langs den E'lige grænse et kvarts-porfyritisk udseende. (- en tekstur, der til forveksling ligner kvarts-porfyren på Brustadkollen samt på Buråsen, hvor sericit omdannelser også er iagttaget. Signifikansen af denne lighed er ikke i øjeblikket verificeret).

Røtjern granitten kan bedst katarakteriseret som Qz-syenit med et markant biotit-indhold samt ofte et kvarts-porfyrisk udseende, formet af afrundede kvartsfenokryster.

THE HURDAL COMPLEX NORTHERN OSLO RIFT



NOV. 81 JSP

- | | | | |
|---|-------------------|---|---------------------------------------|
|  | Bi-GRANITE |  | PYROCLASTIC COMPLEX |
|  | ALKALI Bi-GRANITE |  | MAJOR/MINOR SERICITE ALTERATION |
|  | ALKALI GRANITE |  | IMPORTANT / SUBORDINATE Mo-OCCURRENCE |
|  | Qz - PORPHYRY |  | RING FRACTURE / FAULT ZONE |

PETER M. IHLEN OG EIGIL RASVUSSEN:

GEOLOGISK KARTLEGGING AV
INTRUSIVE BERGARTER I HURDALS
OMRÅDET, SOMMEREN 1981.

Troudheim

Oslo

P. M. IHLEN

E. RASVUSSEN

1. INNLEDNING

De sentrale og nordlige deler av kartbladene Hurdal (1915 IV) og Eidsvoll (1915 I) 1:50.000 ble kartlagt sommeren 1981 (ca. 6 uker) av geologene P.M. Ihlen og E. Rasmussen.

Formålet med arbeidet var å definere de forskjellige syenitt intrusjoner innenfor eruptiv komplekset, og om mulig fastlegge deres innbyrdes aldersforhold. Videre var det ønskelig å forstå MoS₂-mineraliseringenes plassering i den magmatiske utvikling.

På grunn av syenittenes heterogene sammensetning ble visse litologiske variasjoner tillatt, for å kunne definere de enkelte intrusjoner. En ren litologisk kartlegging ville ha ført til et meget komplekst kartbilde.

Området syd for Skrukkelidalen er kartlagt av E. Rasmussen, mens resten av feltet er gjort i samarbeid. De kompilerte karter (bilag 1&2) er i målestokk 1:50.000 og inneholder også data fra tidligere års kartlegging. I felt ble geologien avmerket på 1:10.000 karter.

2. ERUPTIV-BESKRIVELSE

Monzodioritt - monzosyenitt

Denne gruppe av bergarter, ofte med et fellesnavn betegnet kjelsåsitter, omfatter mørk grå til grå monzodionitter og monzonitter i tillegg til mer rødlige varianter (monzosyenitter) som viser gradering mot biotitt syenitter. Kjelsåsittenes kornstørrelse varierer sterkt innefor de enkelte kropper, som er definert ut fra deres høye innhold (> 5%) av mafiske mineraler, pyroksen, hornblende og biotitt, samt deres generelt mørke farge.

Kjelsåsitt-massivene fører alltid partier med intrusjonsbreksje som har matriks av forskjellige syenitt-varianter. Kjelsåsittene må derfor antas å tilhøre den eldste intrusjonsfase i området.

Biotitt syenitt

Biotitt syenitt massivene er generelt meget homogene. Syenitten er grovkornet og med en jevnkornet tekstur. Den består av røde, tabulære og sonerte feltspat krystaller med en blå til blågrå 0.5 - 1 cm kjerne. Interstitielt opptrer vesentlig biotitt og små mengder amfibol (vanlig hornblende). De mafiske mineraler utgjør 1-5% volum.

Biotitt syenittene er lett erkjennbare ved sine blå feltspat "porfyrer", høyt innhold av biotitt, den nesten totale mangel på kvarts og titanitt, samt deres generelle dyp røde til lilla farge.

Biotitt syenittene kjennetegnes også ved opptreden av dm. store fragmenter av ekstrusive bergarter, vesentlig latitt porfyrer (RP) og porfyriske basalter.

Rundt suprakrustal bergartene i området opptrer ofte en grovporfyrisk avkjølingsfase.

I Buråskollen danner porfyren et opptil et par hundre meter bredt belte rundt ekstrusivene, og består av blå feltspat og biotitt fenokrystaller (0.5-2 cm) i en brunlig rød og finkornet grunnmasse.

En lignende type er i Skrukkelia-området utskilt som en egen enhet, "fenokrystall syenitt", og denne fører også amfibol i tillegg til blå feltspat og biotitt.

I Nordgårdshøgda opptrer en porfyrisk variant i kontakt med effusivene, men denne har lysere grunnmasse og fører lys rødlig til grå sonerte feltspat fenokrystaller. Den biotitt-førende porfyr bergart finnes også innenfor små områder i kvarts syenitt massivet på østsiden av Hurdalsjøen. Det er hittil noe usikkert om porfyren virkelig representerer en del av biotitt syenittene. Det kan ikke utelukkes at den tilhører den biotitt-førende nordmarkitt, som også opptrer i sydla av Nordgards-høgda.

Biotitt syenittene rundt Svarttjernshøgda suprakrustal felter viser derimot glomeroporfyrisk utvikling, som bl.a. kan studeres langs kjelsåsitt-kontakten ved Tangen, Skrukkelisjøen.

Kvarts - biotitt - syenitt

Kvarts biotitt syenitten viser lignende tekstur som biotitt syenittene, men mangler stort sett de blå og sonerte feltspater. Interstitielt opptrer 1-5% kvarts, < 3% biotitt og amfibol (vanlig hornblende). Mengdeforholdet mellom de mafiske mineraler kan variere sterkt, selv om biotitt generelt er det dominerende. Syenitten er ofte miarolittisk med mm til cm store hulrom. Den gir ofte en grusaktig forvittringsmasse, som i tillegg til dens ru overflate er et typisk kjennetegn i felt.

Nordmarkitt

Nordmarkitt-massivene i felt kan inndeles i flere plutoner, som alle kjennetegnes ved tilstedeværelsen av Na-amfibol.

Fjellsjø-plutonen, som strekker seg fra Fjellsjøen mot Skrukkelisjøen, Buråskollen og Rognstadkollen, består av en meget grovkornet variant med mørk til lys blågrå eller lilla farge. Feltspat-kornene er ofte sonert med en noe mørkere farget kjerne. Interstitielt opptrer aggregater (< 3%) av biotitt, amfibol og titanitt i tillegg til kvarts (< 3%).

I partier domineres de mørke mineraler av biotitt, og bergarten får her ofte en mer rød farge, og de sonerte feltspater trer mindre klart frem. Disse biotitt nordmarkitter, som er vanlig i randsonen på Rognstadkollen og Buråskollen, har generelt et lavere innhold av synlig titanitt, som ofte kan mangle helt.

Langs tømmerveien i Jodalen er pegmatittiske segregasjoner vanlig med 10 cm store radialstrålige amfibol nek og flak av biotitt.

Den sydlige kontakt av plutonen løper sannsynligvis langs lia på nordsiden av Skrukkelisjøen, hvor den danner grunnmassen i en intrusjonsbreksje med vesentlig kjelsåsitt fragmenter. I det samme området er nordmarkitten også gjennomført av et nettverk med finkornete syenitt-ganger som fører amfibol nåler og varierende mengde kvarts.

Det bør også tilføyes at den amfibolførende syenitt i sørlia av Garsjøredet, som kan korreleres med alkalisyenitten nord for Nordlikomplekset, er meget lik mørke nordmarkittvarianter innenfor Fjellsjø-plutonen (bl.a. i Rognstadkollen).

Den nordlige del av Vassbråa-plutonen har blitt kartlagt nordover til Skrukkelidalen, mens dens fulle utstrekning mot sør er ukjent.

Den fører hovedsaklig amfibol bare med små mengder biotitt assosiert. Kvarts-innholdet er ofte noe høyere ($< 10\%$) enn i Fjellsjø-plutonen.

Typisk for Vassbråa nordmarkitten er dens lys rødlige farge og lave innhold av blågrå sonerte feltspater. Titanitt er et vanlig aksessorisk mineral, men mangler langs den vestlige kontakt-sone, hvor nordmarkitten tildels er pegmatittisk og meget porøs p.g.a. små interstitielle hulrom. Disse er tildels fylt med biotitt og vanlig hornblende. Teksturelt og mineralogisk er denne randfacies meget lik den sydøstlige randsonen av Fjellsjø-plutonen.

Gjødningselv-nordmarkitten, som er blottet langs riksvei 180 i den østlige del av Skrukkelidalen, tilsvarer i utseende Vassbråa-nordmarkitten, men fører vanligvis ikke synlig titanitt.

Hurdalsjø-plutonen omfatter xenolitter av nordmarkitt innenfor det kvarts-syenittiske massiv som strekker seg fra Mistberget over Hurdalsjøen til Rustad-området. Nordmarkitten er karakterisert ved sin lys blågrå farge, tilstedeværelsen av sonerte feltspater og partivis middelskornet utvikling. Xenolittene rett øst for Mistberget består av en amfibol-dominert (1-5%) nordmarkitt med 1-2% kvarts og lavt innhold av titanitt. Mot Hurdalsjøen og Rustad får nordmarkitten et økt innhold av både biotitt og titanitt. På det sistnevnte sted kan den nærmest betegnes som en biotitt syenitt, men adskiller seg fra den klassiske typen ved sin farge og ekstremt høye innhold av titanitt.

Damtjern plutonen kan fra dens østlige grense ved Bundlitjern og Aklangen følges over Brustad kollen og ned i Hur-dalen hvor den opptrer i spredte blotninger.

Damtjern nordmarkitten er middels til grovkornet og er i motsetning til de andre nordmarkittene rød av farge. Den fører vanligvis nåleformete krystaller og finkornete aggregater av amfibol som eneste mafiske mineral. Kvarts innholdet viser store variasjoner fra kvarts-fri typer med sonerte feltspat korn som ved Buråstjern til granittiske eller ekerittiske varianter som langs kontaktsonen ved Bundlitjern. Titanitt er ikke tilstede i den vanlige Damtjern nordmarkitt som i blotninger langs tømmerveien ved Storhoggstua (Brustadkollen) viser gradvis overgang til den grovkornete variant som er typisk for de andre nordmarkitt massivene.

Vestranden av eruptivkomplekset, mellom Vassbråa plutonen og grunnfjellet, utgjøres av en middelskornet syenitt som i stor utstrekning ligner sterkt på Damtjern nordmarkitten.

Kvarts syenitter

Kvarts syenitter omfatter sterkt heterogene massiver som dominerer berggrunnen mellom Mistberget og Rustad og danner i tillegg to avlange kropper som strekker seg henholdsvis fra Nordgårdshøgda til østenden av Skrukkelisjøen og fra Skrukkeli til Langen.

Kvarts innholdet i syenittene varierer innenfor vide grenser og omfatter både kvartsfattige (1-2%) og granittiske varianter (15-20% kvarts) som lokalt kan observeres innenfor en og samme blotning. Bergarten er lys rødlig til grå med middels til grov kornstørrelse (2-5mm). Den har generelt et lavt innhold av mafiske mineraler (<1%) og mangler synlig titanitt samt tydelige sonerte alkalifeltspater.

Mikroskopiske undersøkelser har vist at massivet like øst for Mistberget består av mesopperthittisk feltspat og kvarts og med Na-amfibol, vanlig hornblende og biotitt som mørke

mineraler. Skrukkeli-Langen massivet derimot er i følge E. Rasmussen karakterisert ved opptreden av både plagioklas (oligoklas) og perthittiske alkalifeltspat og med biotitt som dominerende mafisk mineral.

Et typisk felt-kjennetegn for kvarts syenittene særlig innenfor Mistberg-Hurddalssjø massivet er tilstedeværelsen av Mn-Fe-oksyd som danner et finvevet nettverk mellom mineral-kornene og belegg på bruddflater.

Alkalifeltspat granitt

Langs østgrensen av eruptiv komplekset og nord for Mistberget opptrer en avlang kropp med granitt. Granitten er grovkornet med en ekvigranulær tekstur. Kvarts finnes både som subhedrale til euhedrale krystaller og som interstitielle aggregater mellom feltspat tavlene.

To hovedtyper av granittiske bergarter kan skilles ut. I en par hundre meter bred sone langs kontaktene mot Kambro-Silur bergartene opptrer en rød biotitt førende granitt som viser gradering inn mot hovedmassivet. Dette varierer i sammensetning fra kvarts syenittisk til granittisk og gjenkjennes lett ved opptreden av amfibol (Na-amfibol) og en store og sonerte xenokrystaller av mørk blålig feltspat som forårsaker forvittrings huller. Bergarten domineres vanligvis av lys blålige til rødlige sonerte feltspat korn som gir den et lilla skjær.

Apofysene innenfor Mistbergets Kambro-Silur felt viser en intermediær sammensetning mellom disse to hovedtyper, men mangler totalt de mafiske mineraler som er omvandlet til karbonat - kloritt aggregater.

Den ytre alkalifeltspat "ring" pluton i Nordli komplekset tilsvarende i utseende den biotitt dominerte variant av Mistberg plutonen. Kartlegging i øst og nord ligger av Rognstadkollen har vist at granitten langs nordmarkitt kontakten i stor grad

fører amfibol (Na-amfibol, Nystuen 1975). Amfibol innholdet avtar nordover og ved tømmerveien langs Blåbærbekken er biotitt dominerende samtidig som innholdet av mørke mineraler har sunket drastisk ($\ll 1\%$).

3. KONTAKT FORHOLD

Lokalitetene som nevnes i teksten er på kartene avmerket med piler som peker mot den intruderte bergart (eldst). Intrusjonens aldersforhold er bare basert på opptreden av finkornete rand facies og gjennomsettende apofyser.

Biotitt syenitt - kvarts biotitt syenitt

På grunnlag av kontakt forholdene mellom biotitt syenitter (BS) og kvarts biotitt syenitter (QBS) i den østlige del av området (kartblad Eidsvoll) kan disse inndeles i flere beslektete instrusjons sekvenser.

BS(I) som opptrer som xenolitter i kvarts syenitt massivet like vest for Mistberget intruderes av QBS(I). På den vestligste lokalitet ved Stormyra danner QBS(I) en ca. 1 m bred avkjølingsrand mot et lite parti av BS(I). Lignende avkjølingsrender (1-10 cm brede) er også utviklet i QBS(I) henholdsvis NV og V for Vesle Tisjøen og Rynes. Ved Rynes ble det også funnet pegmatittiske apofyser av QBS(I) som gjennomsetter BS(I).

QBS(I) intruderes videre av BS(II) som i vestlia av Veslekollen danner en 5 m bred avkjølings rand med porfyrisk utvikling. Porfyren er i utseende identisk med den som omgir effusivene i Buråskollen. BS(II) fører dessuten xenolitter av QBS(I) som kan observeres i veiskjæringer langs riksvei 180 (R180) like vest for Silvifuturum.

Vest lia av åsen i nordre ende av Tisjøen består nederst av QBS(II) og øverst av BS(II). Her ble det funnet en blotning hvor QBS(II) sender aplittiske årer, ofte med en pegmatittisk kjerne, inn i den overliggende BS(II). Kontakten mellom dem

er ellers karakterisert ved en 1-3 cm bred avkjølings rand som glir over i normal QBS(II) gjennom en meter tykk sone med dm store pegmatittiske segregasjoner.

Kontakten mellom den bueformete kropp av QBS(II) og den vestenfor liggende biotitt syenitt har ikke blitt påvist i felt. Dette skyldes både Damtjern nordmarkitten som intruderer kontakten SV for Bundlitjern og overdekning i den nordlige del, vest for Digerknappen. Ut fra kartbilledet i det sistnevnte området synes QBS(II) å bli skåret av en yngre BS(III).

Videre mot nord har det heller ikke latt seg gjøre å finne kontakten mellom BS(III) og BS(II). Det er derfor mulig at BS(II) og BS(III) tilhører samme intrusjon som marginalt ble gjennomslått av QBS(II). (Denne tolkning er brukt i fargevalg på kartene.)

Biotitt syenitt - nordmarkitt

Damtjern nordmarkitten er yngre enn BS(II)-BS(III) intrusiven(e). (Heretter sammenslått til BS(II)). I området mellom Aklangen og Vestre Morttjern blir BS(II) gjennomslått av en hærskare med nordmarkitt ganger og kan innenfor mindre områder betegnes som en intrusjons breksje. Lignende kontaktsforhold er også vanlig i området øst for Buråstjern.

Sydvest for Storhoggestua i sydria av Brustadkollen hvor høyspent linjen krysser tømmerveien, kan kontakten mot BS(II) studeres. Damtjern nordmarkitten har her en grovkornet utvikling og er i utseende lik Fjellsjø nordmarkitten. Ingen avkjølingsrand ble observert, men latitt porfyr fragmenter i BS(II) skjæres klart av nordmarkitten.

Ved Skogerud vest for Buråskollen ble det i bekken funnet blokker av Fjellsjø nordmarkitten med xenolitter av BS(II).

Gjødingselv nordmarkitten har en 10-30 cm bred avkjølingssone utviklet mot BS(II). Kontakt forholdene kan best studeres i brattskrenten langs Fjellsjøelva.

500 m syd for Hekkentjernstua er kontakten mellom Vassbråa nordmarkitten og "fenokrystall" syenitten blottet. I skjæringer langs tømmerveien ble det påvist apofyser og ganger av nordmarkitten i den porfyriske syenitt.

Nordmarkitt - nordmarkitt

I to veiskjæringer langs R180 og midtveis etter Skrukkeli-sjøen er en mørk titanitt rik variant av Fjellsjø nordmarkitten blottet. Denne fører et nettverk av årer bestående av en lys, grovkornet og amfibol førende nordmarkitt som mangler synlig titanitt. Denne lyse variant ligner i stor utstrekning på nordmarkitten innenfor Vassbråa plutonen.

På svabergene syd for Tuv seter i den ekstremt vestlige del av komplekset danner den middelskornete nordmarkitt både ganger i og graderende overganger til Vassbråa nordmarkitten.

Kvarts syenitt - biotitt syenitt

Kvarts syenitt massivet vest for Mistberget inneholder utallige små og store områder av BS(I). Blotninger nordvest for Rakkertjern er BS(I) tydelig gjennomsett av kvarts syenitt ganger og apofyser (Jensen, 1980).

Lignende geologiske forhold er også tilstede i Nordgårdshøgda hvor den porfyriske biotitt syenitt intruderes. Videre er små xenolitter av biotitt syenitt påvist i kvarts syenitten langs R180 ved Tuftelia, Skrukkeli-sjøen.

Kvarts syenitt - nordmarkitt

Sentralt i Vassbråa plutonen opptre et belte med kvarts syenitt som i store deler kan betraktes som matriks i en mega-intrusjons breksje. Nordmarkitten er gjennomsett av et nett med kvarts syenitt ganger og kropper som stort sett er orientert parallelt med beltets NNVLige trend. Det avsatte kvarts syenitt området er derfor meget heterogent i sammensetning.

Lignende kvarts syenitt ganger og kropper er også vanlig innenfor de biotitt førende syenitter vestover mot Rognhaugen.

Kontakten mellom kvarts syenitt og Hurdalssjø nordmarkitten

er blottet syd for Brenntoppen (kartblad Eidsvoll). Blotningene finnes i kanten av tømmerveien like ovenfor det sted hvor Styggdalsbekken krysser veien.

Kvarts syenitten fører her en grå, 1-2 m bred og aplittisk randsoner. Denne glir over i en amfibol rik kvart syenitt som graderer over i den normale type som er fattig på mørke mineraler.

Alkalifeltspat granitt - biotitt syenitt/kvarts biotitt syenitt

Langs tømmerveien midtveis på Store Byua (kartblad Eidsvoll) kan kontakten mellom granitt og BS(I) studeres i veiskjæringer. Granitten er mikrokrystaller til finkornet utviklet og viser flytebånding umiddelbart langs kontakten.

På vestsiden av Søndre Morttjern, lengre mot nord, har den dessuten inneslutninger av BS(II) og danner en ½ m bred aplittisk rand mot QBS(I).

Kontakt sonen mellom Rynes og Tisjø demningen ble spesielt godt sjekket for å finne alderen mellom granitten i Mistberget og BS(I) som tilsynelatende er ekvivalent med syenitten i borhull 3. I det best blottete området nord for Vesle Tisjøen opptrer alltid en mellomliggende sone (5-30 m bred) med QBS(I) som førte xenolitter av BS(I). Den sistnevnte fører her en myriade av latitt porfyr fragmenter som når meter størrelse. Kontakten mellom QBS(I) og granitt ble funnet et sted hvor den var skarp og uten medfølgende avkjølings rand eller apofyser.

Blotninger av et lite granitt legeme med en tynn aplittisk rand mot QBS(I) ble derimot funnet på den nordlige bred av bukten inn til Tisjø demningen. Denne isolerte kropp er sannsynligvis en utløper fra det større granitt massiv i Mistberget.

Disse indirekte evidenser antyder at Mistberg granitten er yngre enn BS(I) og dermed biotitt syenitten som ligger under deler av Mistbergets Kambro-Silur bergarter, bl.a. i borhull 3.

Fig. i Nystuens (1975) publikasjon viser videre at BS(II) i Buråskollen området intruderer Silvifuturum granitten.

Alkalifeltspat granitt - nordmarkitt

Kontakten mellom den ytre halvmåne formete granitt intrusjon i Nordlikomplekset og Fjellsjø nordmarkitten er blottet i den bratte østlia av Rognstadkollen. Blotninger av denne forekommer et par hundre meter ovenfor en gjengrodd tømmervei hvor denne gradvis forsvinner i terrenget i nordenden av et hogstfelt.

Granitten glir inn mot kontakten over en tildels kvarts fri syenitt uten mørke mineraler som gjennomvever nordmarkitten i form av cm brede og tildels finkornete årer.

Den lille alkalifeltspat granitt kroppen i sydlia av Hanskollen er nær dens sydlige utkilning fullstendig serisitt omvandlet. Denne omvandling har derimot ikke påvirket den feltspat porfyriske rand facies av Damtjern nordmarkitten.

4. ALDERSFORHOLD MELLOM MINERALISERINGENE OG ERUPTIVENE

Det har i løpet av sommeren bare blitt konstantert enkelte lokale mineraliseringer av molybdenglans og sinkblende utover de som allerede var kjent.

Disse innkluderer disseminerte flak av MoS_2 innenfor små områder i nordmarkitten og kvarts syenitten like sør for Haraldsvangen.

Dessuten er en 5 m bred sinkblende mineralisert sone blitt påvist over en lengde av 10 m langs granitt/nordmarkitt kontakten i Rognstadkollen (lokalitet som tidligere angitt). Granittens syenitt rand innholder her et par % gul sinkblende disseminert og karakteriseres ved utbredt dannelse av Mn-oksyder og små forvittrings-huller.

Ut fra befaringer i Silvifuturum området er det klart at den MoS_2 førende sericitt omvandling innenfor ekstrusivene skjæres

av BS(II) som er uomvandlet. Likeledes har det heller ikke blitt påvist omvandling i den porfyriske rand facies av Damtjern nordmarkitten hvor denne er i kontakt med serisittisert alkalifeltspat granitt (Hanskollen) og ekstrusiv fragmenter (Brustadkollen).

Utviklingen i Nordgårdsseter høgda kan etter en kort befarings med Chris Wellings betegnes som et to fase system. Både den porfyriske biotitt syenitt og kvarts syenitten fører her ofte fullstendig serisittpyritt omvandlete fragmenter, tildels med rik MoS_2 og/eller ZnS disseminasjon. Biotitt syenitten er også overpreget av en senere svak sprekkebundet MoS_2 -pyritt mineralisering som i stor grad virker K-silikat stabil. Sericitt omvandlete sprekker er bare påvist i biotitt nordmarkitten på vestsiden av åsen langs den gamle Jeppedalsveien. Kvarts syenitten er alltid uomvandlet. Bare i den umiddelbare nærhet (< 10 cm) av xenolittene kan kvarts syenitten føre litt disseminert pyritt som også er vanlig på gjennomsettende årer.

Svak sprekkebundet serisittisering med aksessorisk MoS_2 assosiert er også tidligere påvist av Jensen (1980) i åsene øst for Hurdalssjøen. Disse opptre innenfor QBS(I) (Veslekollen) og BS(II) + rhyolitt fragmenter (Skogstad og vest for Bundibekken langs R180) i tillegg til kvarts- MoS_2 årer i leiromvandlet kvarts syenitt nordvest for Langton (kartblad Eidsvoll).

5. KONKLUSJON

Eruptiv kompleksets utvikling kan ut fra de respektive kontakt forhold inndeles i følgende hovedepoker:

- 1) Dannelse av en monzodiorittisk til monzosyenittisk pluton.
- 2) Denne kan som differensiasjons produkt ha gitt opphav til intrusjoner av kvarts syenitt (fragmenter i Buråskollen breksje) og alkalifeltspat granitt (Silvifuturum granitten)
- 3) Dannelse av en biotitt syenitt batolitt som var sammensatt av en rekke sirkulære enkelt intrusjoner som delvisdifferensierte til kvarts biotitt syenitter. Denne batolitt hadde muligens samme omfang som det biotitt og hornblende domi-

nerte syenitt massiv på Skreia.

- 4) Intrusjon av store og tildels sirkulære nordmarkitt plutoner. De innbyrdes aldersforhold mellom disse er noe usikre, men Vassbråa plutonen synes yngre enn dannelsen av Fjellsjø typen.
- 5) Nordmarkittene intruderer videre av surere differensiatater som kvarts syenitter, peralkaline granitter (Hegga og Brennhaug granitten) og alkalifeltspat granitter (Mistberget og Nordli). Typisk for en del av disse er deres avlange form som samfaller med regional tektonisk mønsters hovedretning. Aldersforholdet mellom intrusjonene er ukjent.

Mineraliseringene i området synes i grove trekk å ha blitt utviklet i to hovedperioder: Den eldste omfatter mineraliseringene innenfor ekstrusivene mens den yngste er representert ved Nordli forekomsten dvs. knyttet til de sure differensiatater under epoke 5.

LITTERATUR

Jensen, I., 1980

Nystuen, J.P., 1975: Plutonic and subvolcanic intrusions in the Hurdal area, Oslo Regen. NGU 317 p. 1-21.

