Bergvesenet
Postboks 3021, 7002 Trondheim

Rapportarkivet

Bergvesenet rapport nr	Intern Journal nr	Internt arkiv nr	Rapport lokalisering	Gradering
BV 1641			Trondheim	
Kommer fra ..arkiv	Ekstern rapport nr	Oversendt fra	Fortrolig pga	Fortrolig fra dato:

Tittel

Status-rapport for Rustad-området 1981 / 82

Forfatter	Dato	Bedrift
Aggerholm, Viggo	22.02 1982	Norsk Hydro A/S

Kommune	Fylke	Bergdistrikt	1: 50 000 kartblad	1: 250 000 kartblad
Hurdal	Akershus	Østlandske		

Fagområde	Dokument type	Forekomster
Regional kartlegging Geokjemi		Rustad-forekomsten Tajet - Nordgardshøgda Steinmyrveien - Hegga Svarttjern
Råstofftype	Emneord	
Malm/metall	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

1314/82

126/01/01

BV 1641

☐ Rapport ☐ Notat	☐ Referat ☐ PM	Polydoc nr. (NR)	Arkivnr. (BI)
Rapport nr.	Eksemplar nr. 6	Antall sider (BI)	Arkivsted (BI)

Sirkulasjon

32

Fordeling

1. T.Vrålstad
2. V.Aggerholm
3. Prosp.arkiv
4. " " etter sirk.
5. Arkiv(rød kopi)
6. " (grønn ")

Tittel (TI)

Statusrapport for Rustad-området 1981/82

Divisjon	
T&F-stab	
Avdeling/seksjon: Prospektering	Dato (BI): 22.2.82
Forfattet av (FO): Viggo Aggerholm	Ref.: VA/Skj
Godkjent av	
Vedr. ordrenr. (FA): 20741	Sted/land (FA): Hurdal/Norge

Emneord (EO)

Molybden

Status Rustad-området

1314/82

Postadr. ...
granit ...

Kopi til (NP)	Adresse (BI)
	Adresse (BP)

Tittel: Statusrapport for ... sad-området

1. ... Vrål
2. V. Aggerholm
3. Prosp. ... arkiv
4. " ... etter salg
5. Arkiv (røde kort)
6. ...

Utdrag: TSB-stan	
Avdeling: Prospektering	Dato: 22.2.82
Forfatter: Viggo Aggerholm	Ref.: VA/Skj
Sted: ...	
... 8741	Fylke/land: Hurdal/Norge

Område: ...

...sk undersøkelse ... Rust ... området har pågått siden 1979. Området er be... ...intrusiver vest for Hurdalsjøen, bare ... Nordmarka ...

... 150 km² ... kartlagt i regional skala. En ... andre områder er ... påvise forekomster av porfyr... ...dentype.

... inndelt ... som ... typer av hydrotermale omvandlinger og mineraliseringer.

...ad-forekom... ...jet-Nordgardshøgda. Kvarts-sericitt-pyritt omvandling med ... mineraliseringene tolkes å være knyttet til taksonen av biotitt... ...generelt ubetydelige og spredte. Både s... porfyr... ...mineralisering betraktes områdene som ...økonomisk ...ante.

...inger tilknyttet granitt... ...ser etter all sannsynlig... ...positive... aktivitet, magmatisk-hydrotermale betingelser ...type fo... har aldri vært tilstede. Dimensjonene ... for små til å ha noen direkte økonomisk interesse men ... sjeldne ...

...er omkring Svartbjørn finnes ... ...usive bergarter ... ...ing av området utsettes ... har resultatene fra ...

...-Nordgardshøgda ... som økonomisk uinteressante.

... granitt ... økonomisk uinteressante.

... fra Ram... angle er ...

Norsk Hydro

Postadr.: Postboks 2594, Solli
Oslo 2 - Norway
Kontoradr.: Lørenfaret 2, Oslo
Telefon: (02) 15 90 10
Telegram: norskhydro
Telex: 18473 hydro n

1514/82

126/01/01

☐ Rapport ☐ Notat ☐ Referat ☐ PM

Rapport nr.

Eksemplar nr. 6

Antall sider (BI)

Sirkulasjon

32

Fordeling

1. T. Vrålstad
2. V. Aggerholm
3. Prosp.arkiv
4. " " etter ajfk.
5. Arkiv(rød kopi)
6. " (grønn ")

Tittel (TI)

Statusrapport for Rustad-området 1981/82

Utført av

T&U-stab

Forskningsfelt/oppgave

Prospektering

Dato

22.2.82

Forfatter(e) (FO)

Viggo Aggerholm

Ref.

VA/Skj

Godkjent av

Vedk. område (FA)

20791

Sted (PI)

Hurdal/Norge

Emneord (EO)

Molybden

Status Rustad-området

Resymé/konklusjon (RE)

Den geologiske undersøkelse av Rustad-området har pågått siden 1979. Området er beliggende innenfor syenittiske og granittiske intrusiver vest for Hurdalsjøen, bare ca. 10 km syd for Nordli Target.

Et område på ca. 150 km^2 er kartlagt i regional skala. En rekke mindre områder er undersøkt i detalj, for evt. å påvise forekomster av porfyr molybdentype.

Det er skjelnet mellom 3 hovedtyper av hydrotermale omdannelser og mineraliseringer.

1. "Rustad-forekomsten" og Tajet-Nordgardshøgda. Kvarts-sericitt-pyritt omvandling med mindre mengder MoS_2. Mineraliseringene tolkes å være knyttet til taksonen av biotitt-syenitt. Mineraliseringene er generelt ubetydelige og spredte. Både som porfyr-molybden muligheter og som taksone mineralisering betraktes områdene som økonomisk uinteressante.

2. Mangan-sink-bly-mineraliseringer tilknyttet granittene. Disse er etter all sannsynlighet resultatet av sen- til postmagmatisk aktivitet. Magmatisk-hydrotermale betingelsen til dannelse av porfyrtype forekomster har aldri vært tilstede. Dimensjonene av mineraliseringene er alt for små til å ha noen direkte økonomisk interesse med hensyn til Pb, Zn og evt. sjeldne jordarter.

3. Hydrotermale omdannelser omkring Svarttjern finnes i ekstrusive bergarter analogt til Silvi Futuum. Sluttvurdering av området utsettes til vi har resultatene fra Rannes og Vrangla.

Anbefaling, videre arbeid

1. "Rustad-forekomsten" og Tajet-Nordgardshøgda vurderes som økonomisk uinteressante og oppgis.

2. Mn-Zn-Pb-mineraliseringene tilknyttet granitter er likeledes økonomisk uinteressante, og mutingene er falt bort.

3. Svarttjern legges på is til resultater fra Rannes og Vrangla er vurdert.

344 (N) HK 9 79 1000 VW 91090

INNHOLDSFORTEGNELSE

		SIDE
Innledning		1
Utført arbeid:		
	1979	1
	198o	2
	1981	3
Resultater:		
	Den regionale kartlegging	3
	Mineraliseringer og omdannelser	5
	a. "Rustad-forekomsten"	5
	b. Tajet-Nordgardshøgda	6
	Diskusjon og kommentarer	7
	Konklusjon	8
Mn-Pb-Zn-mineraliseringene knyttet til Hegga- og Brennhaugen-granittene		9
	Konklusjon	1o
Svarttjern		1o
	Konklusjon	11
Anbefalinger		12
Mutingsoversikt		13
Referanseliste		14

BILAG

Jordprøvegeokjemi "Rustad-forekomsten" 1979	bilag 1
" " Svarttjern 1979	" 2
Trønnes R. 198o: Bergartstyper, Intrusjonsforhold og hydrotermale omvandlinger og mineraliseringer, Rustad - Øyangen-området, Hurdal	" 3
Jordprøvegeokjemi Nordgardshøgda - Tajet 198o	" 4
Wellings C.D. 1981:Report on the Nordgardshøgda - Stygge-berget area	" 5
Jensen I. 1981: Feltrapport fra Svarttjernområdet Hurdal/ Gran kommune	" 6
Elstad H., 1982: Magnetiske og elektromagnetiske målinger, Rustad	" 7
Jordprøvegeokjemi: "Rustad-forekomsten"	" 8

Prosp.avd.
Aggerholm/Skj

STATUSRAPPORT FOR RUSTAD-OMRÅDET 1981/82

Innledning

Som ledd i kartleggingsprogrammet i det nordlige Oslofelt, ble det i 1979, -8o og -81 utført regional berggrunnskartlegging og detaljstudier innenfor eruptivfeltet vest for Hrdalsjøen.

Motiveringen for undersøkelsen var påvisning av hydrotermale omvandlinger og molybdenglans mineraliseringer på tørre sprekker i et område 2-3 km NV for Rustad Bruk ("Rustad-forekomsten", funnet av T.Vrålstad i 1978).

Dessuten var det observert rustsoner flere andre steder i området, samt blokker med blyglans og sinkblende ved Steinmyrvegen.

Områdets beliggenhet innenfor syenittiske og granittiske intrusiver kun ca. lo km syd for Nordli Target, ble også ansett som interessant.

Et område vest for Hurdalsjøen og syd for Skrukkeliaveien, totalt ca. 15o km^2, er kartlagt i regional skala (fig.1). Innefor dette område er en rekke mindre områder med interessante omdannelser og mineraliseringer blitt detaljundersøkt. Denne del av undersøkelsen har bestått av kartlegging, sporleting, registrering av omdannede og mineraliserte blokker, jorprøvegeokjemi og geofysikk.

Utført arbeid

1979

1. Regional berggrunnskartlegging ble påbegynt.

2. Undersøkelser av mineraliserte og omdannede områder, kjente så vel som nye som ble funnet i forbindelse med den regionale kartlegging:

   a. "Rustad-forekomsten"

      Nøyaktig registrering av mineraliserte og omdannede løsblokker.

b. Tajet - Nordgardshøgda

Det ble her funnet rustsoner og svak kvarts-serisitt-pyritt omvandling i et mindre område.

c. Steinmyrveien - Hegga

Blyglans, sinkblende, svovelkis og små mengder flusspat. Mineraliseringene finnes som opptil 25 mm store aggregater, både disseminert og på sprekker i granitten.

d. Svarttjern

Området ligger innefor supra krustalkomplekset nord for Øyangen. Det ble her observert massivt kvarts-serisitt-pyritt omdannet feltspat porfyrisk ignimbritt. Litt blyglans og sinkblende ble observert på sprekker og som uregelmessige, små aggregater. Det ble kun sett spor av molybdenglans (Trønnes R., et al. 1979)

3. Jordprøvegeokjemi:
Metodikken dette år var "Spade/Skovl". 117 prøver ble tatt i områder omkring "Rustad-forekomsten". Endel prøver ga relativt sterkt utslag på molybden (bilag 1).

36 prøver ble tatt omkring Svarttjern. Kun 2 prøver ga svakt utslag på molybden (bilag 2).

1980

1. Den regionale kartlegging ble gjort ferdig. Totalt var ca. 150 km^2 blitt kartlagt (fig.1) (Trønnes R.,1980 bilag 3, og Rasmussen E., 1980).

2. Detaljstudier av mineraliseringer og omdannelser omkring Brennhaugen, Steinmyrveien og Hegga (Wellings C.D., 1980).

3. Kvartærgeologisk kartlegging i Rustad-Øyangen-området, for å få informasjoner om overdekketykkelser, morenetyper og isbevegelsesretninger (Sand K, Hovedoppgave ved NTH, 1981).

4. Jordprøvegeokjemi i Nordgardshøgda - Tajet-området med NH metodikk (dype-jordprøver, Pionjär). I alt ble det innsamlet 282 prøver i et 100 m x 50 m nett (bilag 4).

5. Geofysikk. Det ble målt med magnetometer langs veier og stier i Nordgardshøgda - Tajet-området. Det viste seg at denne metode var for upresis, og sikker tolking var umulig.

6. Rekognoserende målinger ble foretatt med Saphymo Scintillometer, for å undersøke innholdet av evt. radioaktive mineraler i forbindelse med Mn-Pb-Zn-mineraliseringene i Hegga - Brennhaugengranitten.

   Et forhøyet strålingsnivå var knyttet til punkter eller sprekker og var av meget lokal karakter (bilag 3, p.14).

1981

1. Detaljkartlegging i Nordgardshøgda-Tajet-området (Wellings C, 1981, bilag 5).

2. Detaljkartlegging av omdannede bergarter omkring Svarttjern (Jensen I, 1981, bilag 6).

3. Det ble foretatt geofysiske dybdesonderinger over "Rustad-forekomsten", for å få oversikt over løsmassetykkelser i området. Undersøkelsen tilsa tykkelser som skulle kunne gi rimelig gode prøver.

   Samme område ble målt med magnetometer og VLF (bilag 7).

4. Jordprøvegeokjemi over "Rustad-forekomsten" (dype jordprøver, Pionjär). Det ble innsamlet 120 prøver i et 100 m x 100 m nett (bilag 8).

Resultater

1. Den regionale kartlegging

   Kartleggingen ble ledet av R.Trønnes, NTH, som også har forestått kompileringen av de geologiske feltdata innsamlet i 1979/80.

Det vil her bli referert bakgrunn og hovedresultater av dette arbeid.

For detaljert beskrivelse av litologier i Rustad-området henvises til bilag 3.

Kartleggingsprogrammet hadde som overordnet målsetting å komme frem til en modell for den magmatiske utvikling og hydrotermale malmdannelse.

Kontinentale riftsoner er karakterisert ved sterkt alkaline magma, og den peralkaline differensiasjonstrend via nordmarkitt til granittendeleddet ekeritt, er fremtredende i Oslofeltet. Det finnes også subalkaline bergartsserier, hvor bl.a. biotittgranittene representerer endeledd. Hvis den hydrotermale malmdannelse utelukkende er knyttet til en bestemt differensiasjonstrend, var det av betydning å skille mellom bergarter i forskjellige serier.

Ved kartleggingen ble det forsøkt å skjelne mellom slike bergartsserier ved å benytte amfibol og biotitt som indeksmineraler. Videre ble det forsøkt å anvende Streckeisens klassifikasjonssystem til å adskille forskjellige intrusiver.

Graderende og irregulære overganger mellom forskjellig mineralogisk sammensetning i formodentlig samme bergartsenhet er alminnelig, både med hensyn til kvartsinnhold på tvers av grensene i Streckeisens system, og med hensyn til amfibol-biotitt variasjoner.

Dette gjorde det ofte vanskelig å anvende nevnte karteringskriterier. Enheten kvartssyenitt-granitt med kvartsinnhold som varierer fra over 2o% til ca. 5%, er således basert på teksturelle kriterier.

Følgende bergartsenheter ble skilt ut, og aldersforhold mellom intrusjonene er:

YNGST: Kvartsporfyrisk alkalifeltspat-granitt.
Aplittisk kvarts-feltspatporfyr.
Ekvigranulær kvarts-syenitt-granitt.
Syenitter (flere intrusjonsfaser.
Feltspatporfyr og syenittporfyr.

ELDST: Monzodioritt - monzosyenitt.

2. Mineraliseringer og omdannelser

I det undersøkte område finnes 3 hovedtyper hydrotermale omvandlinger og mineraliseringer:

I Kvarts-serisitt-pyritt omvandling med tilknyttet åre- og sprekkebundet molybdenglans i blokker, a) "Rustad-forekomsten" og i området b) Tajet-Nordgardshøgda, begge steder er mineraliseringen hovedsaklig knyttet til fragmenter i intrusjonsbreksje hvor kvarts-syenitt-granitt er grunnmassen.

II I Hegga- og Brennhaugen-granittene finnes enkelte mindre områder med delvis årebundet og delvis isotropt impregnert mineralisering med Mn-pyroxenider, sinkblende, blyglans og flusspat. Mineraliseringene er overveiende knyttet til sterkt albittiserte områder i granittene, med intens utfelling av sekundære Mn-oksyder på sprekker.

III Massiv kvarts-serisitt-pyritt omdannelse omkring Svarttjern innenfor suprakrustalfeltet i den nordvestlige del av Rustad-området.

Omdannelsesfenomenene er sammenlignbare med Silvi Futurum-området.

Ad 2 I

a. "Rustad-forekomsten"

Molybdenglans finnes på tørre sprekker og som større aggregater (opp til lo mm) i blokker med xenolitter av kvarts-serisitt-pyritt omvandlet feltspatporfyr, syenittporfyr og syenitt i kvartssyenitt-granitt. Enkelte sprekker og MoS_2-aggregater er sett i den yngre intrusjonsfase. Dette kan skyldes mobilisering fra de mineraliserte xenolitter.

Hele området er ekstremt dårlig blottet, og i området med de omdannede og mineraliserte blokker finnes det ikke blotninger i det hele tatt.

De omgivende bergarter er syenitt og feltspatporfyr, som er gjennomsatt av årenett av yngre syenitter og kvarts-syenitt-granitt (fig.1).

De omvandlede og mineraliserte blokker er konsentrert innefor et område med en diameter på ca. 3oo m. Etter blokkenes form og dimensjoner, ble det antatt at blokkene var korttransportert.

Jordprøvegeokjemien gir kun utslag i området like rundt den store blokkonsentrasjon (bilag 8 og fig.2 p.6a).

Et smalt magnetisk lavområde strekker seg ca. øst-vest gjennom området, men kan vanskelig relateres til blokkene eller evt. underliggende, omvandlede bergarter,men heller evt. til grensen mellom biotittførende syenitt og finkornet assimilasjonspreget syenitt (bilag).

b. Tajet - Nordgardshøgda

Mineraliseringene og omdannelsene i dette området synes å være av helt samme type som blokkene i "Rustad-forekomsten"

Bergartene i området er ekstrusive bergarter (afyriske og svakt feltspatporfyriske), biotittsyenitt og kvartssyenitt.

Både biotittsyenitt og de ekstrusive bergarter er intrudert av apafyser og irregulære ganger og årer av kvartssyenitt.

Mineraliseringer og omdannelser i området er knyttet til både biotittsyenitt og de ekstrusive bergarter i den sydlige og østlige del av området, samt til xenolitter av disse bergarter i kvartssyenitt.

Kvartssyenitten selv viser kun få eller ingen tegn på omdannelse og mineralisering, og kun - hvor bergarten er i kontakt med mineralisert bergart, er det sett en smule pyritt og molybdenglans.

Områdets geologiske historie er inndelt i 6 separate begivenheter (Wellings C.D., 1981, bilag 5):

1. Ekstrusjon av en serie av rhyolitter, antagelig som en suksessjon av lavaer og/eller ignimbritt-strømmer.

2. Intrusjon av biotitt-syenitt i de ekstrusive bergarter.

3. Dannelse av et hydrotermalt system i både biotitt-syenitt og de ekstrusive bergarter, som har dannet en serie av tilnærmelsesvis konsentriske mineraliserings- omdannelses-soner.

4. Intrusjon av kvarts-syenitt plutonet, ledsaget av oppsprekking og breksjiering av sidestenen (biotitt-syenitt og ekstrusiver) og dannelse av et nettverk av kvartssyenitt ganger og årer. En svag hydrotermal aktivitet var knyttet til denne begivenhet.

5. Intrusjon av en serie av subparallelle, stort sett øst-vest-gående , finkornede kvarts-årer, overveiende i qz-syenitter, men også i de ekstrusive bergarter øst for Nordgardshøgda.

6. Intrusjon av doleritt ganger.

(fig.9, p.19, bilag 5).

Diskusjon og kommentarer

Mineraliseringene i Tajet-Nordgardshøgda-området er knyttet til ekstrusive bergarter og biotitt syenitt, samt til xenolitter av ovennevnte bergarter i biotittsyenitt. De ekstrusive bergarter og biotittsyenitten er mot kontakten gjennomsatt av et intenst årenett av kvartssyenitt. Kvartssyenitten selv viser kun meget få tegn på omdannelse og mineralisering, og da alltid i kontakt til mineralisert og omdannet bergart. Det utelukkes derfor at kvartssyenitten har forårsaket mineraliseringene og omdannelsene i biotitt-syenitt og ekstrusivene.

Det er uklart, men dog mulig, at den mineraliserte biotittsyenitt er en avkjølingsfase av biotittsyenitten øst for det mineraliserte området. Molybdenglans og pyritt finnes disseminert i bergartene eller som relativt sjeldne, uregelmessige tynne årer, ofte assosiert med sekundær biotitt. Det er ikke observert stockwerk i klassisk betydning. I ett enkelt område er det funnet massiv sinkblende og flusspat, hvor disse to mineraler kan utgjøre opptil 9o% av bergarten. Den massive mineralisering utgjør noen få m^3.

Generelt er mineraliseringene og omdannelsene knyttet til områder tett på kontakten mellom biotittsyenitt og ekstrusivene. Det er derfor god grunn til å anta at mineraliseringene er knyttet til taksonen av biotittsyenitten og de overliggende ekstrusive bergarter. Mineraliseringenes opptreden, ofte som adskilte, mindre sonerte områder, kan skyldes lokal oppkonsentrasjon av metallholdige volatile faser i lommer i taksonen.

Opprinnelseslokaliteten til blokkene i "Rustad-forekomsten" har det ikke vært mulig å finne, men de mineraliserte og omdannede blokkers likhet med Tajet-Nordgardshøgda-områdets mineraliseringer, gjør det trolig at disse er av samme opprinnelse.

Konklusjon

Generelt er molybdenglans-mineraliseringer ubetydelige og spredte, og er i felt kun observert innenfor biotittsyenitter. I ekstrusivene er det kun observert pyritt. Mineralisering og omdannelse er mest intens mot kontakten til ekstrusivene, og topografisk ca. 5o m under, finnes kun sporadisk mineralisering og omdannelse.

Jordprøvegeokjemien utført i området bekrefter dette. Mo-anomalier konsentrerer seg omkring og oftest topografisk et lite stykke under mineraliseringene, i såvel ekstrusivene og biotittsyenitt som omkring xenolitter i kvartssyenitten. Lenger syd og øst for mineraliseringene gir Mo ikke utslag (bilag 4).

Med basis i ovennevnte, kan Tajet-Nordgardshøgda og "Rustad-forekomsten", både som porfyr-molybden-mulighet og som taksone-mineralisering betraktes som økonomisk uinteressante.

Ad 2.II

Mn-Pb-Zn mineraliseringene knyttet til Hegga- og Brennhaugen granittene.

Undersøkelsene er utført av R.Trønnes og C.D.Wellings. R.Trønnes har som deltaker i prosjektet "Taphrogenic metallogeny in Southern Norway" utført omfattende laboratoriearbeider på materiale fra Rustad-området (Trønnes R, 1981).

Nedennevnte beskrivelse og konklusjon er derfor overveiende basert på dette arbeid.

Disseminerte mineraliseringer av mangan pyroxenider, sinkblende og blyglans, forekommer på forskjellige lokaliteter innenfor den kvartsrike granitt (Lok.IV, V, VII og VIII, Figur 1), og i kvarts syenitt (Lok.VI, Figur 1).

Mineraliseringene er irregulære med mer eller mindre homogen sentralsone. Det høye manganinnhold har resultert i massive, sorte manganoxydlag (m skala) og sprekkefyllinger, som følge av supergen omvandling. Pegmatittisk utvikling av bergarten, med miarolittiske hulrom, av og til med grovkornet MoS_2 og flusspat, er alminnelig i forbindelse med mineraliseringene.

Manganpyroxenider kan utgjøre opptil 6o% av det totale bergartsvolumen, men utgjør vanligvis omkring 1o-3o%. Sinkblende-og blyglans-innholdet kan være opptil 5-1o% av bergarten.

Nb-holdig pyrophanite, niob-rutil og andre Fe-Ti-oxider er alminnelig forekommende underordnet fase, og granat, zircon, Nb-REE-perovskite, yttrium-fluoritt og fluorserite forkommer som accesorier.

Som resultat av laboratorieundersøkelsene tolkes Mn-Zn-Pb-mineraliseringene som genetisk tett knyttet til en sen-til post-magmatisk omdannelse av de peralkaline granitter, hvor omdannelse av Na-amfibol til biotitt har resultert i frigivelse av mangan og sink, som er blitt hydrotermalt konsentrert sammen med bly fra feltspat.

Konklusjon

Overflatedimensjonene av relativ homogen mineralisering utgjør aldri over 5o m^2, og kan tolkes som helt lokale oppkonsentreringer av magmatiske - hydrotermale væsker under pegmatittiske betingelser i forbindelse med magma-konsolideringen. Den fullstendige mangel på stockwerk og breksjiering tyder på at de fluide faser aldri har nådd trykk som har oversteget det litostatiske trykk. Magmatisk-hydrotermale betingelser til dannelse av porfyr-type forekomst har således aldri vært tilstede. Dimensjo-nene av de mineraliserte lokaliteter er alt for små til å ha noen direkte økonomisk interesse med hensyn til Pb, Zn og evt. sjeldne jordarter.

Ad 2. III Svarttjern

Suprakrustalfeltet nord for Øyangen ble kartlagt av E.Rasmussen sommeren 198o, som ledd i hovedfagsoppgave ved Universitetet i Oslo.

Det kartlagte område består av rombeporfyrer, basalter og forskjellige pyroklastiske bergarter. I tillegg finnes det en gabbroplugg ved Rognhaugen i NV, og forskjellige RP-breksjer i NV og NØ. Suprakrustalfeltet dekker et område på 3x4 km^2.(E.Rasmussen, 198o).

Omdannelsene ved Svarttjern er overveiende knyttet til en feltspat-ignimbritt, hvor den friske bergarten består av ca. 35% kjøttrøde feltspatfenokryster (1-3 mm) og ca. 3o% koksgrå afanittiske fragmenter, opptil 1 cm. store. (Jensen I, 198o, bilag 6).

Omdannelsene varierer fra massiv, stålgrå og splintrende med disseminert pyritt, til avbleket og/eller lettere leiromvandlet. Pyritt er sett på sprekker, stedvis med PbS og ZnS. MoS_2 er i felten kun erkjent som blålig farge på sprekker. Analyse av 4 prøver med nevnte blåfarge ga som høyeste verdi o.o17% MoS_2.

Blotningsgraden i området er lav, og det er derfor vanskelig å bestemme nøyaktig det arealmessige omfang av omdannelsene.

Konklusjon

Ekstrusivfeltet er klart eldre enn de omgivende biotittsyenitter og alkaligranitter. Intrusivsuccesjonen som omgir ekstrusivfeltet ved Svarttjern, er den samme som ved Nordgardshøgda.

De omdannede bergarter mangler, som ved Silvi Futurum og Nordgardshøgda, helt stockwerk, og det kan ikke utelukkes at samme handlingsforløp som har forårsaket Nordgardshøgda-mineraliseringene er årsak til omdannelsene. Dvs. at biotittsyenitt passivt har intrudert ekstrusivene, med ledsagende oppkonsentrering av fluide fase i taksonen. Dette har medført kontinuert omdannelse av ekstrusivene under hele syenittens intrusjons- og avkjølingsfase.

Er dette situasjonen, kan man ikke forvente økonomisk interessante mineraliseringer. Er omdannelsen derimot et uttrykk for et høyt snitt av en porfyr-forekomst, må det vurderes om feltet er stort nok i vertikal retning til å romme evt. store nok "rester" av en slik.

Det er ikke tvil om at både biotitt-syenitt og evt. alkaligranitt, som er yngre, kan ha destruert en evt. forekomst.

Det foreslås at Svarttjern-området i likhet med Silvi Futurum-området legges på is til Ramnes- og Vrangla-feltenes lignende omdannelser og mineraliseringer er ferdig undersøkt og vurdert.

Anbefalinger

Som konsekvens av ovennevnte negative konklusjoner, ble mutingene i Rustad-området vurdert. Det ble besluttet å la alle mutinger, unntatt de over "Rustad-forekomsten", Tajet - Nordgardshøgda og Svarttjern,utgå - totalt 174 mutinger. Det står på nåværende tidspunkt igjen:

1. "Rustad-forekomsten": 6 mutinger
2. Tajet - Nordgarshøgda: 6 "
3. Svarttjern : 2o "

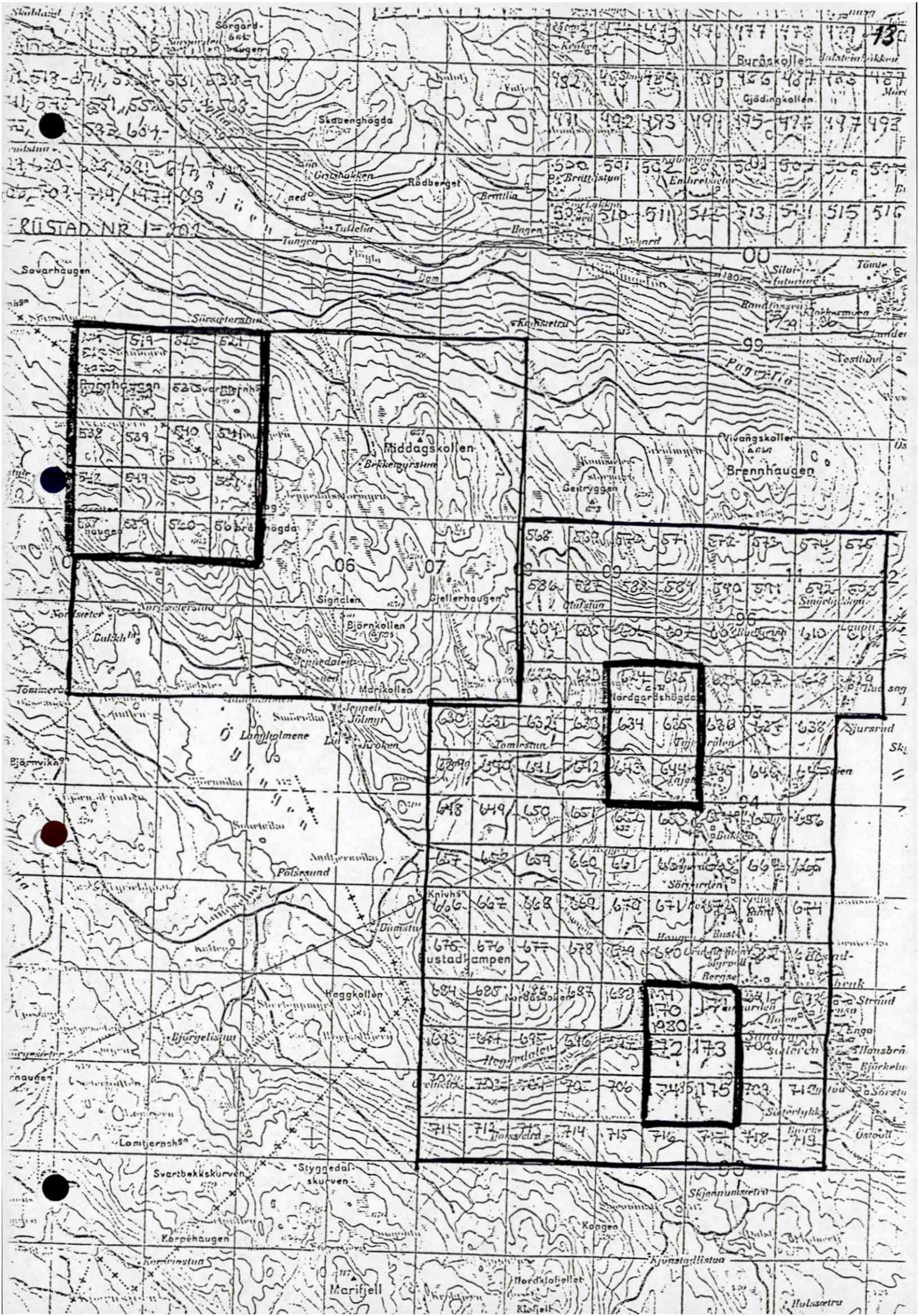
Det anbefales at mutingene 1 og 2 utgår, og at 3 bibeholdes til vi har informasjoner om resultatene fra Ramnes og Vrangla.

(Mutingsoversikt, p.13).

Oslo, 22.2.1982

V. Aggerholm

(V.Aggerholm)


RUSTAD NR I=201
Middagskollen
Brennhaugen
Signalen
Gjellerhaugen
Björnkollen
Mårkollen
Nordgardshögda
Haggkollen
Marifjell
Nordkloflellet
Svartbekkskurven
Styggedalskurven
Korpehaugen
Kongen
Skjennumsetra
Kjönstadlistua
Sörgard-
Skauenhögda
Rödberget
Soyarhaugen
Middagskollen
Brennhaugen
Signalen
Gjellerhaugen
Björnkollen
Mårkollen
Nordgardshögda
Haggkollen
Marifjell
Nordkloflellet
Svartbekkskurven
Styggedalskurven
Korpehaugen
Kongen
Skjennumsetra
Kjönstadlistua

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 MoS_2-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 MoS_2 (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.
Nordliskampen. 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, Hellands-myrsenteret, 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 Glasbergtjern-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 Grankommue.

Trønnes, R. 1124/80 126/01/02
Bergartstyper, intrusions forhold, hydrothermale 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
Kartlægning af intrusivene mellem 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 prophyry 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.

1982

Ihlen, 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. : + Larsen, B.T. : Permian supracrustal rocks in Skrukkelia, Northern Oslo Region.

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, Romeriks åsen, 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. Hurda 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

1982 - Trønnes R. Granitic intrisions and associated late to Post-magmatic Mn-Zn-Pb- mineralizations west of Hurdalsjeøn, Oslo Region, South Norway. In press.

1

1

2

3

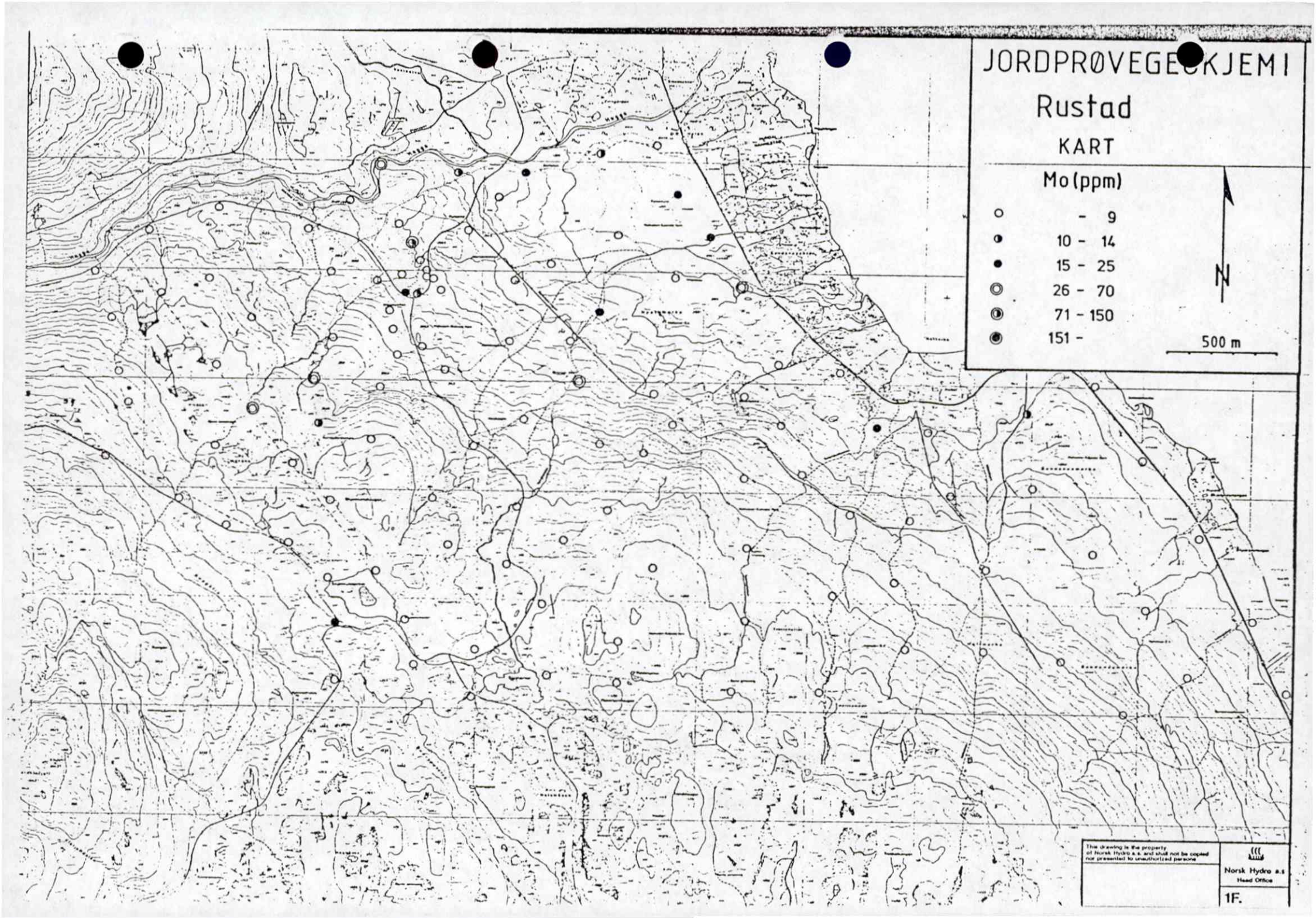
4

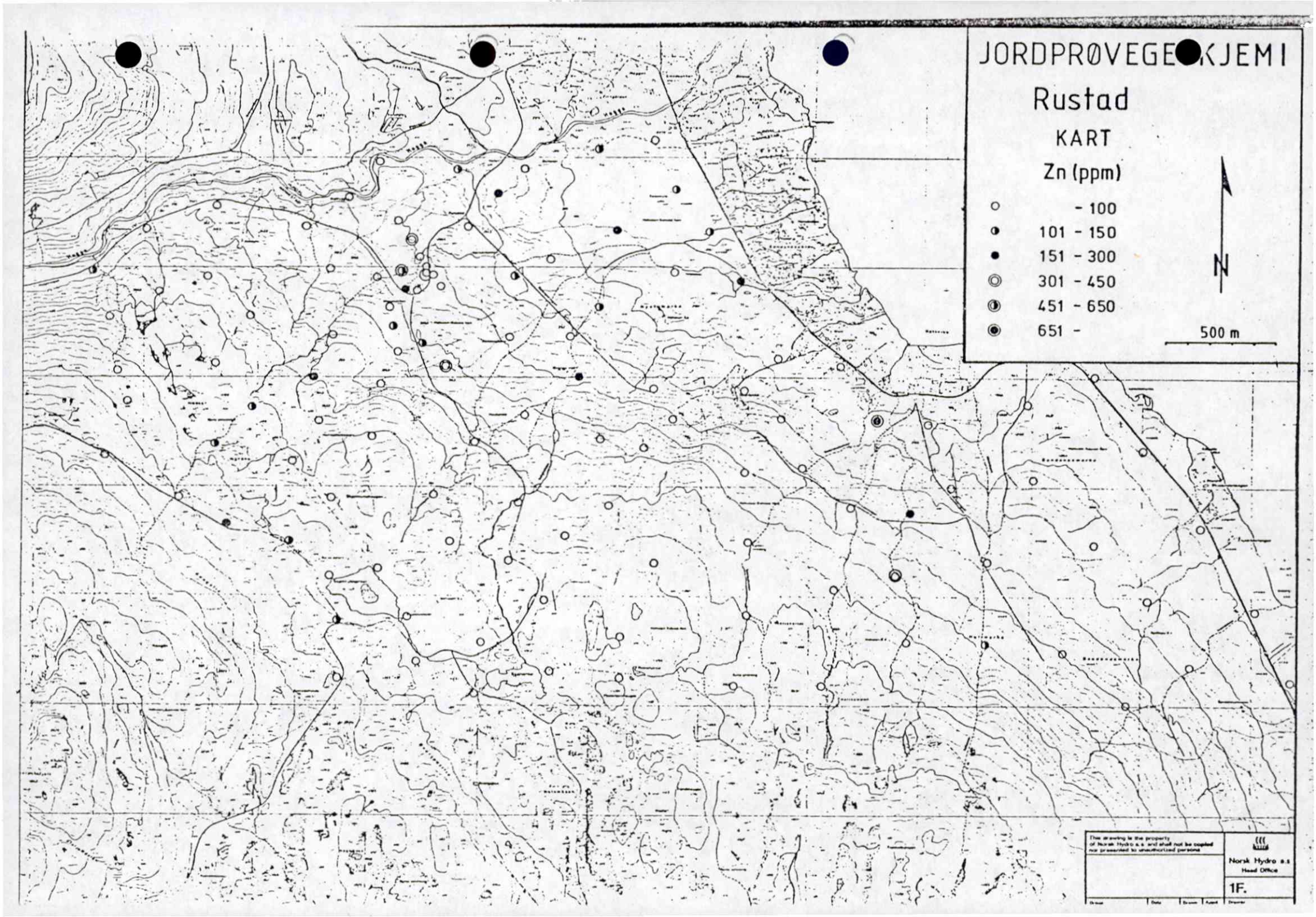
5

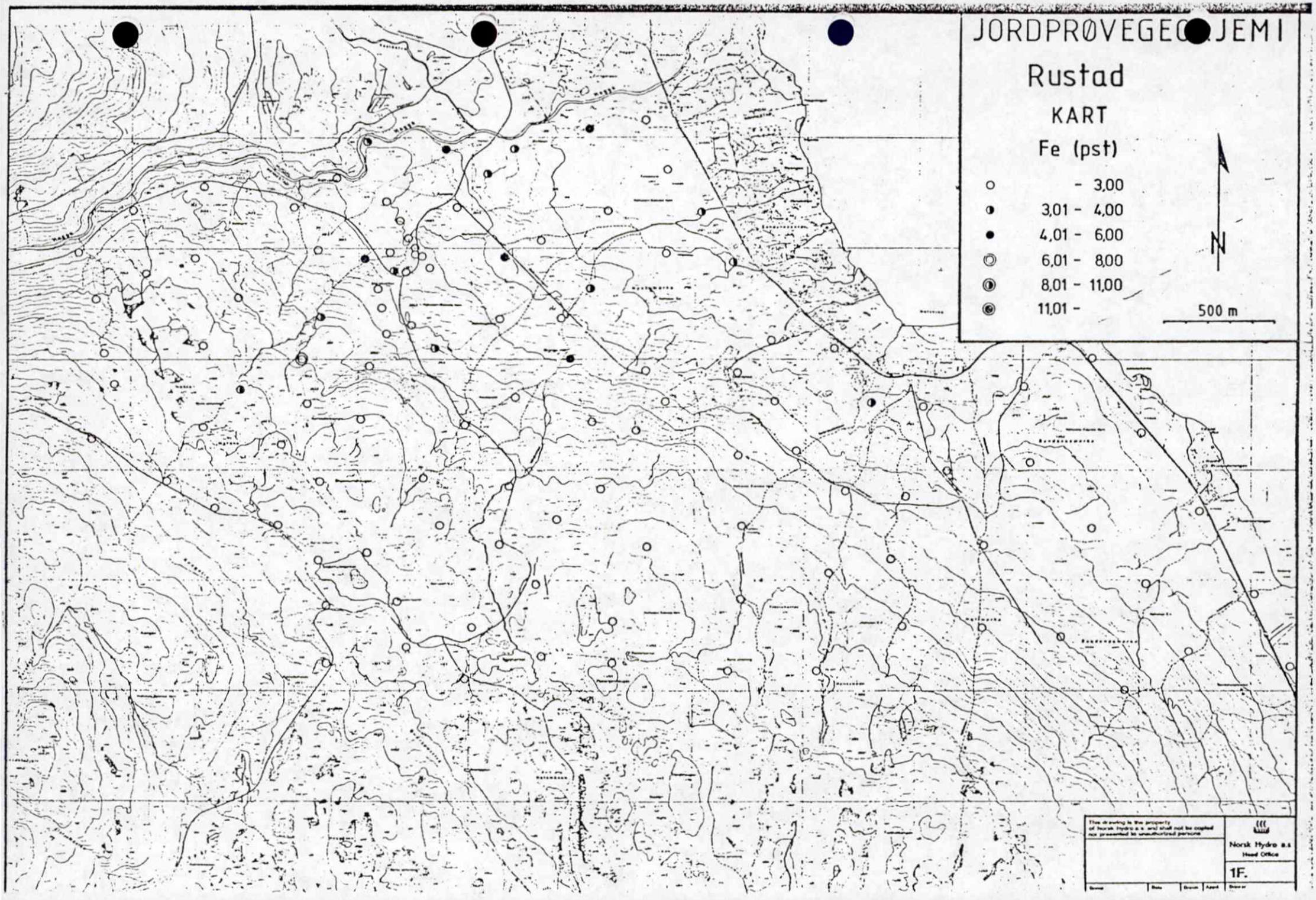
6

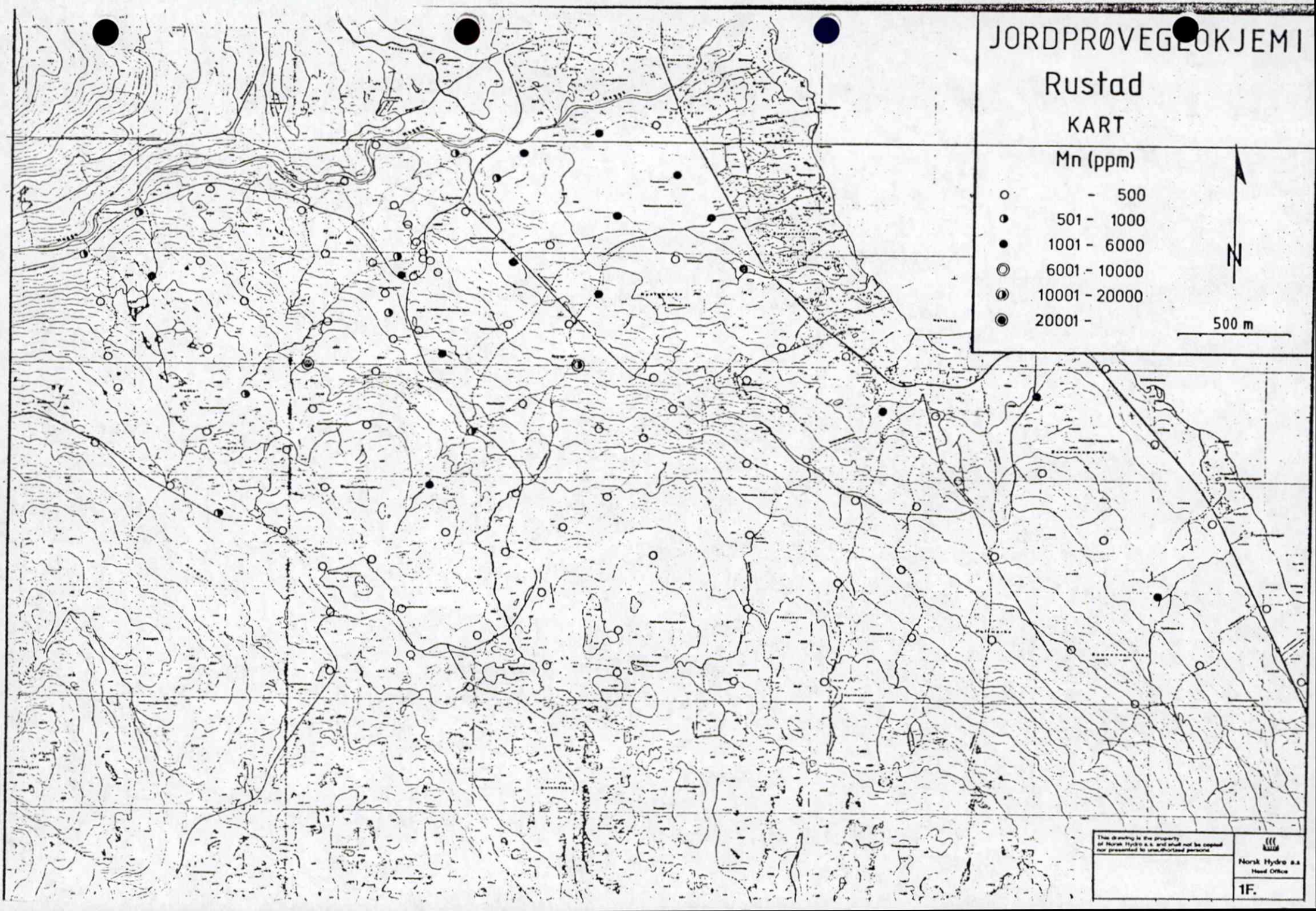
7

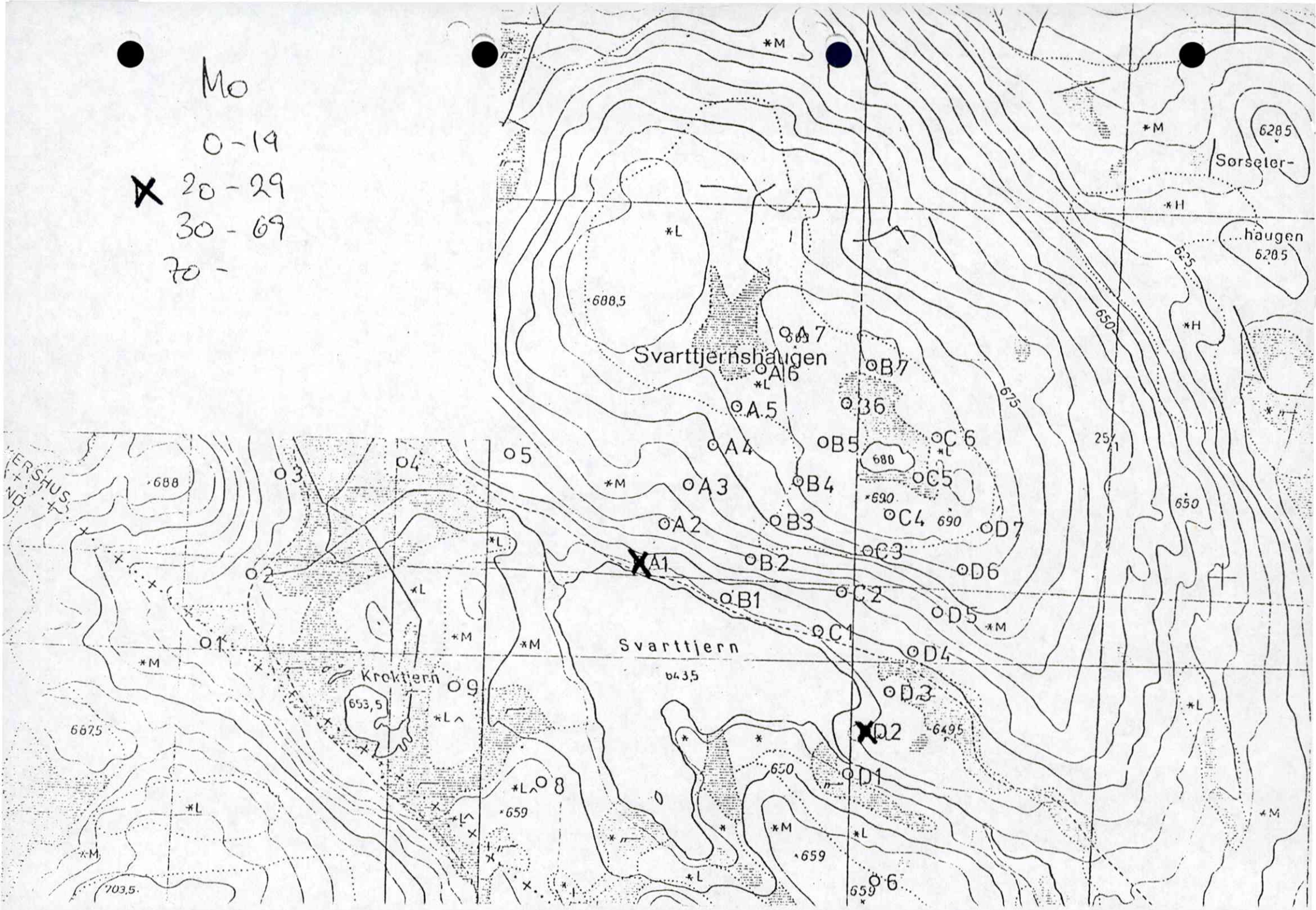
8

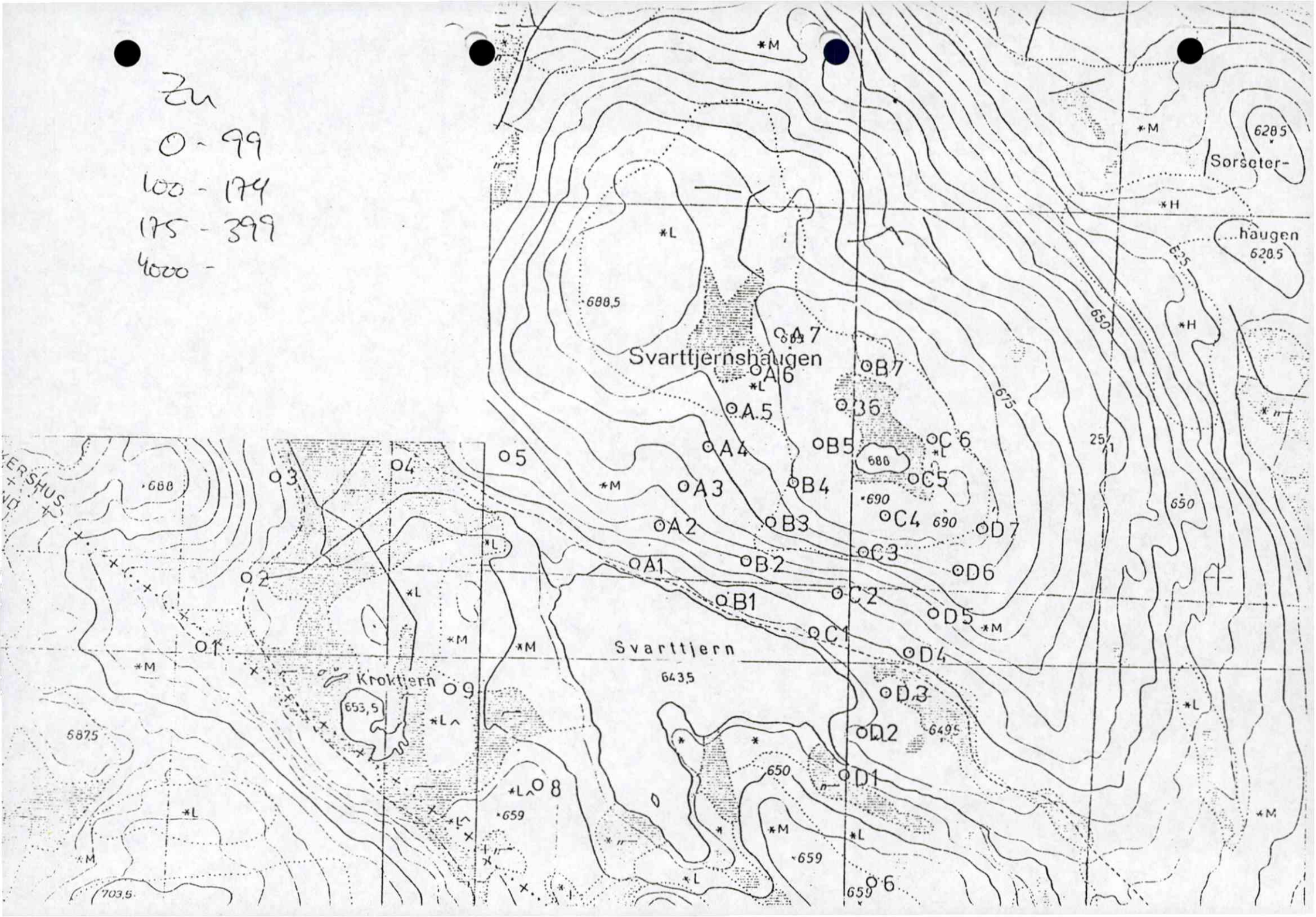

JORDPRØVEGEOKJEMI
Rustad
KART
Mo (ppm)
- 9
10 - 14
15 - 25
26 - 70
71 - 150
151 -
N
500 m
This drawing is the property of Norsk Hydro a.s. and shall not be copied nor presented to unauthorized persons
Norsk Hydro a.s
Head Office
1F.

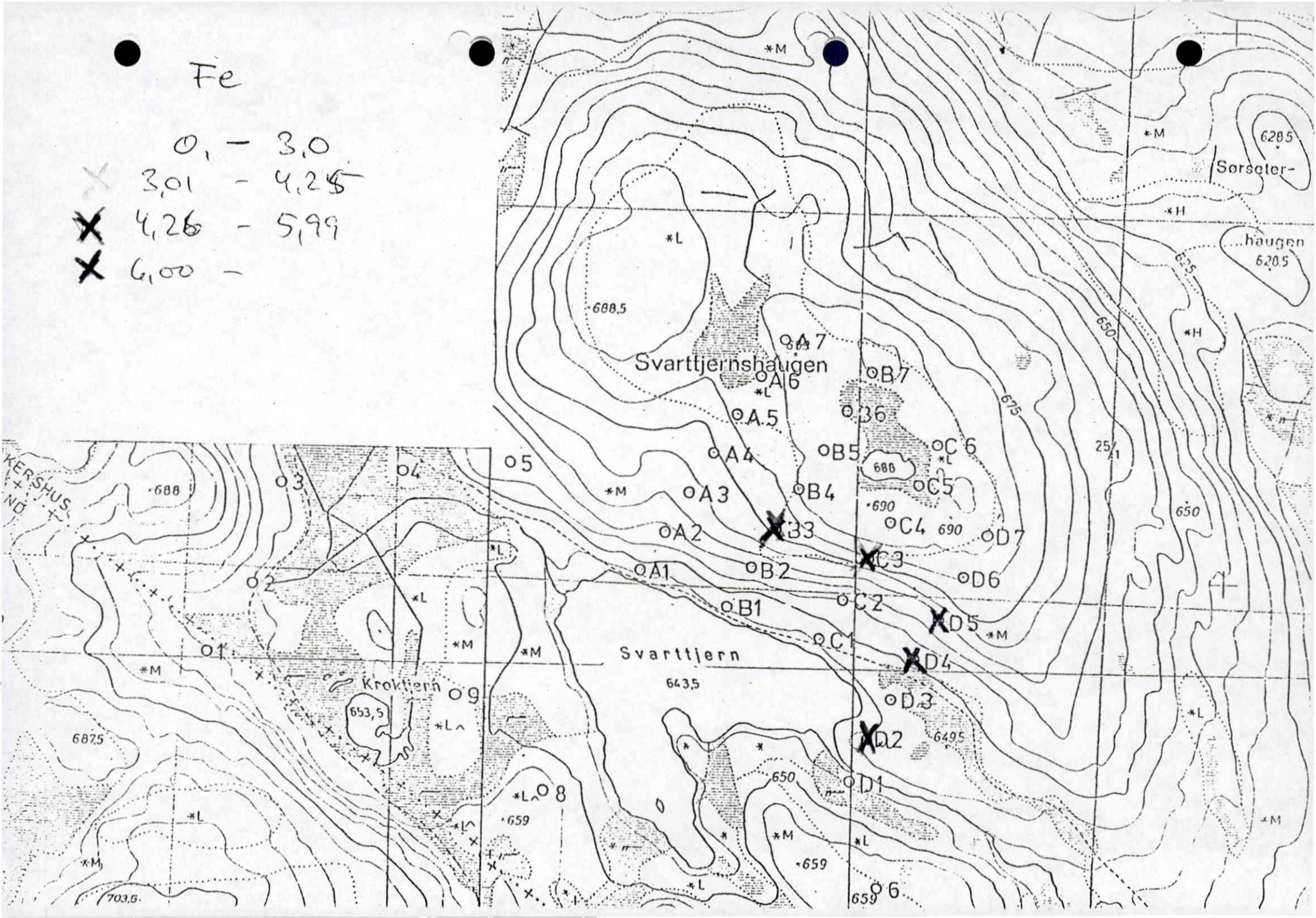

JORDPRØVEGEOKJEMI
Rustad
KART
Zn (ppm)
- 100
101 - 150
151 - 300
301 - 450
451 - 650
651 -
N
500 m
This drawing is the property of Norsk Hydro a.s. and shall not be copied nor presented to unauthorized persons
Norsk Hydro a.s
Head Office
1F.

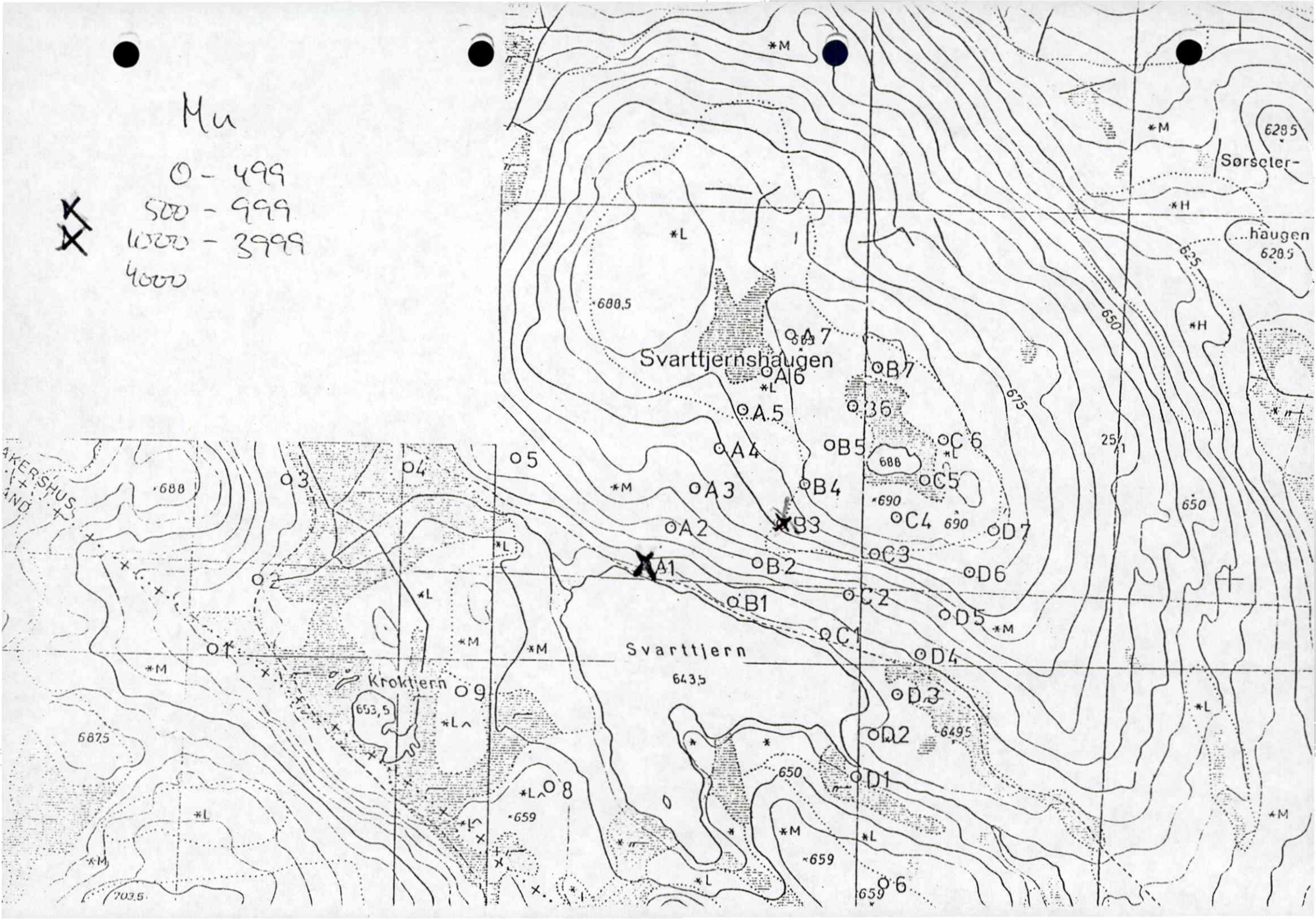

JORDPRØVEGEOKJEMI
Rustad
KART
Fe (pst)
- 3,00
3,01 - 4,00
4,01 - 6,00
6,01 - 8,00
8,01 - 11,00
11,01 -
N
500 m
Norsk Hydro a.s
Head Office
1F.


JORDPRØVEGEOKJEMI
Rustad
KART
Mn (ppm)
- 500
501 - 1000
1001 - 6000
6001 - 10000
10001 - 20000
20001 -
N
500 m
This drawing is the property of Norsk Hydro a.s. and shall not be copied nor presented to unauthorized persons.
Norsk Hydro a.s
Head Office
1F.


Mo
0-19
X 20-29
30-69
70-
Svarttjernshaugen
Svarttjern
Kroktjern
Sørseter-
haugen
6285
688,5
653,5
667,5
703,5
649,5
659
680
690
650
675
625
A1
A2
A3
A4
A5
A6
A7
B1
B2
B3
B4
B5
B6
B7
C1
C2
C3
C4
C5
C6
D1
D2
D3
D4
D5
D6
D7
O1
O2
O3
O4
O5
O6
O7
O8
O9


Zu
0 - 99
100 - 174
175 - 399
4000 -
Svarttjernshaugen
Svarttjern
Kroktjern
Sorseter-
haugen
6285
6435
6495
688,5
653,5
687,5
703,5
659
690
650
675
625
A1
A2
A3
A4
A5
A6
A7
B1
B2
B3
B4
B5
B6
B7
C1
C2
C3
C4
C5
C6
D1
D2
D3
D4
D5
D6
D7
O1
O2
O3
O4
O5
O6
O8
O9


Fe
0,1 – 3,0
3,01 – 4,25
4,26 – 5,99
6,00 –
Svarttjernshaugen
Svarttjern
Kroktjern
Sørsæter-
haugen
A7
A6
A5
A4
A3
A2
A1
B7
B6
B5
B4
B3
B2
B1
C6
C5
C4
C3
C2
C1
D7
D6
D5
D4
D3
D2
D1
O1
O2
O3
O4
O5
O6
O7
O8
O9
688,5
643,5
653,5
687,5
703,5
659
650
675
690
680
625
620,5
6495


Mu
0 - 499
500 - 999
1000 - 3999
4000
Svarttjernshaugen
Svarttjern
Kroktjern
Sørseter-
haugen
A1
A2
A3
A4
A5
A6
A7
B1
B2
B3
B4
B5
B6
B7
C1
C2
C3
C4
C5
C6
D1
D2
D3
D4
D5
D6
D7
O1
O2
O3
O4
O5
O6
O7
O8
O9
688,5
653,5
643,5
650
675
690
659

3

Eks. nr. 2 V. Aggerholm 1124/80
126/01/02

BERGARTSTYPER, INTRUSJONSFORHOLD OG HYDROTERMALE OMVANDLINGER OG MINERALISERINGER, RUSTAD - ØYANGEN OMRÅDET, HURDAL.

Rapport til Prospekteringsavdelingen, Norsk Hydro A/S.

Reidar Trønnes,
Geologisk Institutt, NTH.

Trondheim, 6.11.1980.

INNHOLDSFORTEGNELSE.

	Side
INNLEDNING	1
BERGGRUNNSGEOLOGISK OVERSIKT	2
BERGARTSTYPER	2
INTRUSJONS- OG ALDERSFORHOLD	8
HYDROTERMALE OMVANDLINGER OG MINERALISERINGER	10
MINERALISERTE ENKELTOMRÅDER	
Tajet-Nordgårdshøgda	11
Rustad-mineraliseringen	12
Svarttjern-området	12
Mn-Zn-Pb-mineraliseringer	12
Radioaktivt strålingsnivå	14
SLUTTBEMERKNINGER	
Genetiske forhold	15
Forslag til videre arbeid	17
LITTERATURREFERANSER	18

BILAGSFORTEGNELSE.

Bilag 1: Geologisk oversiktskart
Skrukkelia -Rustad-Øyangen-Kvernsjøen.
Målestokk 1: 50 000

Bilag 2: Geologisk tolkningskart, Rustad-Øyangen.
Målestokk 1: 10 000

Bilag 3: Blotningskart, 1: 5 000 Økonomisk kartverk.
Kartbladene: Nordgårdshøgda CQ 056-5-3
Rustad CQ 055-5-1
Hegga CQ 055-5-3
Klofjell CQ 054-5-1

INNLEDNING.

Som ledd i kartleggingsprogrammet i det nordlige Oslofeltet ble det sommeren 1979 utført regional berggrunnskartlegging og detaljstudier innenfor eruptiv-komplekset vest for Hurdalssjøen (Getreuer Christiansen, Rehkopff og Mengel, 1979, Jensen, 1979 og Martinsen, Olesen og Trønnes, 1979).

I Rustad-Øyangen-området ble det påvist flere mineraliserte enkeltområder, særlig Rustad-forekomsten, Tajetbråten og Svarttjern (serisitt±biotitt-pyritt-omvandling med MoS_2-mineralisering) samt Hegga og Steinmyrvegen (årenett og disseminasjoner med Mn-pyroksenider, PbS og ZnS). Hellansmyrfeltet sør for Leira er et 0,6x1,6 km stort område med ekstrusive bergarter med mye kvarts-serisitt-pyrittomvandling fullstendig omkranset av syenitt (Jensen, 1979).

Fjorårets undersøkelser etterlot endel udekte områder på kartblad Hurdal vest for Hurdalssjøen og sør for Skrukkelia som det var ønskelig å få bedre kjenn-skap til både m.h.t. bergartsfordeling og eventuelle mineraliseringer. Dess-uten var det ønskelig å få en bedre oversikt over det sentrale Rustad-Øyangen-området og de mineraliseringene som finnes der.

Undersøkelsene foretatt i år omfatter derfor:

- Regional berggrunnskartlegging og sporleting i Middagskollen-Brennhaugen-Skrukkelia-området og Heggkollen-Marifjell-Klofjell-området (R. Trønnes, T. Pedersen og B. Sandvik, 30.6.-11.7.)
- Detaljert blotningskartlegging og detaljstudier av enkeltmineraliseringer i området Dalstjern-Dalsetra-Rustadkampen-Nordtjern-Nordgårdshøgda-Viken (M. Martinsen 21.7.-22.8, K. Sand 4.8.-5.9., B. Sandvik 4.8.-22. 8. F.M.Vokes 11.8.-26.8., R. Trønnes og T. Pedersen 14.7.-18.7.).

Detaljstudier av hydrotermale omvandlinger og Mn-Zn-Pb-mineraliseringer i Hegga-området og langs Rudseterveien, er også utført av C. Wellings, Imperial Collage, London.

Rasmussen (1980a) har foretatt en detaljert undersøkelse av de ekstrusive enhetene d.v.s. rombeporfyrer, feltspatporfyrer, basalter og pyroklastiske bergarter nord for Øyangen. Det er ikke utført noen detaljert kartlegging av de permiske intrusivene og de prekambriske gneisene i det sørøstlige hjørnet av kartblad Hurdal (Vålaugmoen-Vikka-Sandønes), men Rasmussen (1980b) har foretatt en stratigrafisk undersøkelse av kambro-silurbergartene i dette området.

BERGGRUNNSGEOLOGISK OVERSIKT.

Det kartlagte området vest for Hurdalssjøen og sør for Skrukkelia (Geologisk oversiktskart, Bilag I) består hovedsakelig av et syenittisk-granittisk intrusivkompleks. Lengst i nord finnes også et begrenset område med intermediære intrusiver.

Ekstrusive bergarter (lavaer og pyroklastiske enheter) finnes nord for Øyangen (Skaubråtehøgda-Svarttjernfeltet) og i Hellandsmyrfeltet lengst sør på kartblad Hurdal.

De granittiske bergartene opptrer i et sentralt langstrakt område fra Langberget-Kvernsjøberget i sør til Brennhaugen-Middagskollen i nord.

Syenitter avgrenser granittområdet mot vest og dominerer fullstendig på den vestlige halvdelen av kartblad Hurdal. I øst blir granittområdet delvis avgrenset av syenitter og feltspatporfyrer, men granittiske bergarter opptrer i den østlige forlengelsen på østsiden av Hurdalssjøen (Ihlen 1976).

Både granittene og syenittene er stort sett biotittførende, men amfibol opptrer enkelte steder dels i tillegg til biotitt og dels uten at biotitt er tilstede.

Relativt store områder omkring Nordgårdshøgda-Jeppedalsveien (> 1 km^2) og Hegga-Dalstjern (> 4 km^2) består av intrusjonsbreksjer hvor feltspatporfyrer samt syenitter er xenolittmateriale og syenitt samt kvarts-syenitt - granitt den siste intrusive fasen.

BERGARTSTYPER.

Kartleggingsprogrammet i det nordlige Oslofeltet har som overordnet målsetting å komme fram til en modell for magmatisk utvikling og hydrotermal malmdannelse. Kontinentale riftsoner er karakterisert ved sterkt alkaline magma, og den peralkaline differensiasjonstrenden via nordmarkitt til granittendeleddet ekeritt er svært framtredende i Oslofeltet. Imidlertid finnes også subalkaline bergartsserier hvor bl.a. biotittgranittene representerer endeledd. Dersom den hydrotermale metalldannelsen utelukkende er knyttet til en bestemt differensiasjonstrend vil det være av stor betydning å skille mellom bergarter i ulike seri

Ved feltkartleggingen ble det forsøkt å skille mellom slike bergartsserier ved å benytte amfibol og biotitt som indeksmineraler (klassifikasjonssystem etter J.S. Petersen).

Dette viste seg imidlertid å være vanskelig p.g.a. at overgangene mellom biotitt - og amfibolførende bergarter (syenitter og granitter) ofte er uregelmessige og tilsynelatende gradvise. Innenfor det kartlagte området på vestsiden av Hurdalssjøen er biotitt det klart dominerende mineralet i syenittene. I enkelte mindre og uregelmessige områder opptrer amfibol sammen med biotitt. De granittiske bergartene fører generelt svært små mengder mørke mineraler. Biotitt er det mest utbredte mineral, men i enkelte begrensete områder finnes granitt med amfibol som eneste mørke bimineral.

Under kartleggingen har en stort sett basert inndelingen på Streckeisens klassifikasjonssystem. I enkelte tilfeller forekommer imidlertid gradvise variasjoner i mineralsammensetning på tvers av Streckeisen-gruppene innenfor en tilsynelatende naturlig bergartsenhet. Variasjonen i kvartsinnhold fra > 20 % til ca. 5 % er et eksempel på dette, og erkjennelsen av enheten kvartssyenitt - granitt er basert på teksturelle kriterier.

Ved kartleggingen er følgende intrusive bergartstyper skilt ut:

Gabbro
Monzonitt, monzosyenitt
Feltspatporfyr og syenittporfyr
Syenitt, hovedsakelig biotittførende. (Ved blotningskartleggingen er det også skilt ut mindre områder med en utpreget leukokratisk syenitt)
Jevnkornet kvarts-syenitt - granitt
Svakt kvartsporfyrisk alkalifeltspat-granitt
Aplittisk kvarts-feltspatporfyr
Mikrokrystallin kvarts-feltspatporfyr

Området med ekstrusive bergarter nord for Øyangen ble skilt ut ved fjorårets kartlegging, og bergartsgrensene i området vest for Middagskollen-Øyangen (bilag I) er reprodusert fra dette arbeidet (Martinsen, Olesen og Trønnes,1979).

En nærmere undersøkelse av vulkanittkomplekset er som nevnt utført av Rasmussen (1980a).

Da enkelte prøver fra fjorårets kartlegging er mikroskopert, tas det med en kort beskrivelse også av intrusivene i dette vestlige området.

Gabbro opptrer som en liten gjennomsettende intrusjon i suprakrustal-komplekset ved Rundhaugen. Bergarten er grovkornet (2-5 mm) og har en ofittisk tekstur, med plagioklaskrystaller som gjennomgående er litt større enn de mørke mineralene. Pyroksen er i stor grad omvandlet til amfibol, særlig langs krystallenes randsoner.

Klorittisering av både pyroksen, amfibol og biotitt er relativt utbredt. Plagioklasen er delvis sausurittisert og serisittisert, og opptil 0,5 mm store korn av epidot ser ut til å være dannet på bekostning av plagioklas.

Betydelige mengder ertsmineraler og apatitt finnes i større konsentrasjoner sammen med biotitt.

Monzonitt - monzosyenitt. Brøgger og Schetelig (1923) og Nystuen (1975) har skilt ut bergartskomplekser med intermediær sammensetning (monzodioritt-monzosyenitt) som kjelsåsitt. Ved årets kartlegging har vi forsøkt å skille mellom monzonitt og monzosyenitt, men gradvise overganger mellom disse bergartene er tilsynelatende nokså utbredt. Det eneste større sammenhengende området med monzonitt og monzosyenitt finnes lengst i nord i dalskråningen ned mot Gjødingelva, og fortsetter på nordsiden av elva. Disse bergartene opptrer også som xenolitter lenger sør i intrusivkomplekset (bl.a. som xenolitter i syenitt og feltspatporfyr ved Dalstjern).

Mengdeforholdet mellom plagioklas og alkalifeltspat samt innholdet av mørke mineraler varierer betydelig fra monzodioritt til monzosyenitt. Sonerte plagioklaskrystaller er vanlige og ofte består større feltspatkrystaller av en plagioklaskjerne med påvokst alkalifeltspat. Amfibol og biotitt opptrer oftest i omtrent like store mengder og utgjør tilsammen 20-40 % av totalt bergartsvolum.

Ertsmineraler (8-12 %) og apatitt (3-6 %) opptrer som bimineraler, mens zirkon er det vanligste sporminerale.

Feltspatporfyr og syenittporfyr finnes i begrensete områder ved Hekkentjern, Nordgårdshøgda-Tajetbråten og Skjennumstjern-Nordklofjell.

Betegnelsen feltspatporfyr er benyttet for bergarter med mikrokrystallin - afanittisk grunnmasse (mørk grå - rødbrun farge) og 2-8 mm store fenokrystaller av pertittisk alkalifeltspat. Fenokrystallene er tildels sonerte. P.g.a. den finkornete grunnmassen er det vanskelig å fastslå nøyaktig mineralsammensetning. Betegnelsen syenittporfyr er benyttet for finkornete - aplittiske (0,3-1 mm) bergarter med feltspatfenokrystaller. To prøver som er undersøkt mikroskopisk viser at både grunnmasse og fenokrystaller helt overveiende består av pertittisk alkalifeltspat.

Biotitt, erts, apatitt, zirkon og titanitt opptrer som sporminerаler.

Syenitt. Grov til middelskornet, delvis porfyrisk syenitt er den mest utbredte bergartsenheten på kartblad Hurdal. Det er ikke skilt ut noen teksturelle eller mineralogiske varianter innenfor denne gruppen.

Vanlig kornstørrelse er 1-2 mm og bergarten består av en granulær, hypidiomorf sammenvoksning av pertittisk alkalifeltspat med kvarts og spesielt mørke mineraler i interstitielle posisjoner. Både pertittisk alkalifeltspat og plagioklas er for en stor del sonarbygd. Plagioklas opptrer ofte som kjerne i krystaller med randsone av alkalifeltspat. Den pertittiske alkalifeltspaten er delvis albittisert ved at sjakkbrett-albitt har fortrengt K-lamellene i feltspaten.

De mørke mineralene er oftest samlet i mindre aggregater. Biotitt (delvis klorittisert), erts, zirkon, titanitt, apatitt og epidot er de viktigste mørke bimineralene, og mengden av disse overskrider sjelden 5 %. Amfibol opptrer som nevnt i tillegg til biotitt i mindre områder.

Under fjorårets kartlegging ble det skilt ut et område med finkornet, assimilasjonspreget syenitt med tallrike xenolitter av lava - og pyroklastiske bergarter langs vestgrensen av ekstrusivkomplekset nord for Øyangen (Martinsen, Olesen og Trønnes, 1979). Dette området er ikke nærmere undersøkt i år.

Svakt kvartsporfirisk alkalifeltspat-granitt finnes i to adskilte hovedområder: Brennhaugen-området og i området omkring Middagskollen-Rustadkampen-Marifjell-Kvernsjøberget (Hegga-granitten). Dessuten opptrer denne granitten i et mindre område nordvest for Øyangen.

Hovedmineralene er kvarts (30-40 %) og delvis albittisert pertittisk alkalifeltspat (40-60 %). Innholdet av mørke mineraler, hovedsakelig biotitt og ertsmineraler er svært lavt.

I begrensete områder opptrer riebeckittisk amfibol fullstendig på bekostning av biotitt. Slike ekerittiske varianter finnes bl.a. i den nordlige delen av Brennhaugen-massivet og sør for Heggetjern. Større riebeckittkrystaller i jevnt fordelte druserom er også observert flere steder.

Zirkon, flusspat, apatitt og karbonat opptrer som sporminerаler.

En grovkornet bergart (kornstørrelse 2-5 mm) hvor kvarts er utviklet med litt større krystaller enn feltspat er mest utbredt. Teksturen er imidlertid nokså uryddig, og kvartskrystallene har ofte en tendens til å opptre samlet i uregelmessige aggregater.

Utfelling av sekundære Mn-mineraler på overflatenære sprekker er et meget utbredt fenomen innenfor Hegga- og Brennhaugen-granittene selv om det også forekommer i mindre intens grad i de andre intrusivene. Dette kan tyde på et høyt primært Mn-innhold i granittmagmaet eller at Mn har blitt mer tilgjengelig ved hjelp av sen- eller post-magmatiske hydrotermale prosesser.

Et annet meget iøynefallende trekk ved Brennhaugen-granitten og Heggagranitten sør for Tomtestua og nord for Dalsetra er et svært gjennomgripende bleking av feltspaten. Blekingen er ledsaget av en konsentrasjon av fargestoffet (Fe-oksyd) til egne hematittkrystaller eller belegg på kornoverflater særlig i kvartskornaggregater. Mikroskopiske undersøkelser har vist at blekingen er resultat av en gjennomgripende albittisering ved at den pertittiske alkalifeltspaten er erstattet av sjakkbrettalbitt. Også der bleking ikke har funnet sted kan det observeres en albittisering som innebærer at K-flekkene i feltspaten er erstattet av sjakkbrettalbitt. Dette kan tyde på en svakere sen-magmatisk albittiseringsprosess, mens den mest gjennomgripende omvandlingen som er ledsaget av bleking, trolig er resultatet av en post-magmatisk hydrotermal Na-metasomatose. Det kan virke som områdene med mest intens albittisering faller sammen med områder med størst intensitet av Mn-utfelling.

Jevnkornet kvarts-syenitt - granitt opptrer i randsonene til Hegga- og Brennhaugen-granittene og tilsynelatende i de lavtliggende områdene rundt disse to relativt høyereliggende granittområdene. Denne bergartsenheten skilles fra den svakt kvartsporfyriske albittgranitten først og fremst ved tekstutrelle kriterier, men kvartsinnholdet er vanligvis også noe lavere enn i albittgranitten. I motsetning til det typisk uryddige teksturen i Hegga- og Brennhaugen-granitten, har enheten kvarts-syenitt - granitt en regelmessig, jevnkornet og middelskornet (1-2 mm) tekstur med kvarts i en slags interstitiell posisjon i forhold til den pertittiske alkalifeltspaten. Tendenser til grafisk sammenvoksning mellom kvarts og alkalifeltspat er også vanlig.

Kvartsinnholdet i bergarten varierer fra ca. 25 % til ca. 5 %, d.v.s. på tvers av Streckeisen-systemets 20 % grense. På grunn av at variasjonene oftest er utpreget gradvise, har det ikke vært mulig å skille mellom granitt og kvartssyenitt innenfor denne enheten.

Biotitt og erts er viktigste bimineraler, men riebeckittisk amfibol er observert i tillegg til biotitt. Zirkon, titanitt, epidot og apatitt finnes som sporminerale r.

Aplittisk kvarts-feltspatporfyr opptrer i et 2 km^2 stort område langs nordgrensen av Brennhaugen-massivet og i mindre uregelmessige områder både i Hegga- og Brennhaugengranittene.

Grunnmassen består av en uregelmessig og dels myrmekittisk sammenvoksning av kvarts og alkalifeltspat. Albittisering (dannelse av sjakkbrettalbitt) er relativt utbredt og bergarten er overveiende bleket i samme grad som den omkringliggende albittgranitten. Biotitt, erts (bl.a. litt sinkblende) og andre mørke mineraler (bl.a. zirkon, titanitt og epidot) ligger stort sett samlet i noen få 2-3 cm store runde aggregater.

Bergarten inneholder en meget liten andel av 2-5 mm store fenokrystaller av kvarts og pertittisk alkalifeltspat. På bakgrunn av den nære tilknytningen ti Hegga- og Brennhaugen-granittene som stedvis også har gradvise overganger til nesten aplittiske varianter, er det rimelig å anta at den aplittiske kvartsfeltspatporfyren representerer en finkornet fase av det samme magmaet.

Mikrokrystallin-afanittisk kvarts-feltspatporfyr finnes en en km-lang i NV-SØ gående stripe fra Hekkentjern til Aurputtvegen. Bergarten har avrundete og litt korroderte fenokrystaller av kvarts (1-2 mm store) og pertittisk alkalifeltspat (2-4 mm store) i en mørk grunnmasse. Den utskilte sonen inneholder også mindre soner med ren kvartsporfyr og ren feltspatporfyr. (Martinsen, Olesen og Trønnes, 1979).

INTRUSJONS- OG ALDERSFORHOLD.

Grenseforholdene mellom de ulike intrusivene er i enkelte tilfeller vanskelige å fastslå sikkert, noe som skyldes tykk løsmasseoverdekning i store deler av det kartlagte området. Tabell 1 gir en oversikt over de tolkede aldersforhold mellom intrusivene.

De intermediære bergartene i gruppen monzonitt-monzosyenitt er trolig den eldste intrusive fasen i det kartlagte området. Disse bergartene er funnet som xenolitter i både syenitt, granitt og aplittisk kvarts-feltspatporfyr NV for Brennhaugen, og i feltspatporfyr og syenitt omkring Dalsetra. Nystuen (1975) har påvist det samme aldersforholdet for kjelsåsitt-gruppen i det nordlige Hurdalsområdet. På grunnlag av de mange isolerte områder og xenolitter av kjelsåsitt i de yngre plutonene i det nordlige Oslofeltet mener han at slike monzodiorittiske-monzosyenittiske intrusiver har vært svært utbredt i området.

I intrusjonsbreksjene ved Nordgårdshøgda-Tajet og Dalstjern-Dalsetra opptrer feltspatporfyrene og syenitt-porfyrene som xenolitter både i syenitt og kvarts-syenitt - granitt. Syenittene er likeledes gjennomsatt av kvarts-syenitt - granitt. Imidlertid finnes det flere separate faser med syenittintrusjoner, i hvertfall minst to. På grunn av for stor likhet i mineralogi og tekstur har det ikke vært mulig å skille mellom bergartene tilhørende disse forskjellige intrusjonsfasene.

Aldersrekkefølgen feltspatporfyr/syenittporfyr (1), syenitt (2) og kvarts-syenitt - granitt (3) er tilsynelatende helt entydig.

Et spesielt fenomen som er observert i forbindelse med intrusjonsgrenser mellom feltspatporfyr/syenittporfyr og en yngre syenitt eller mellom to syenittfaser, er at den yngre syenittfasen gradvis forandrer sammensetning til kvarts-syenitt-granitt i tynne gjennomsettende årer. (Fig. 1).

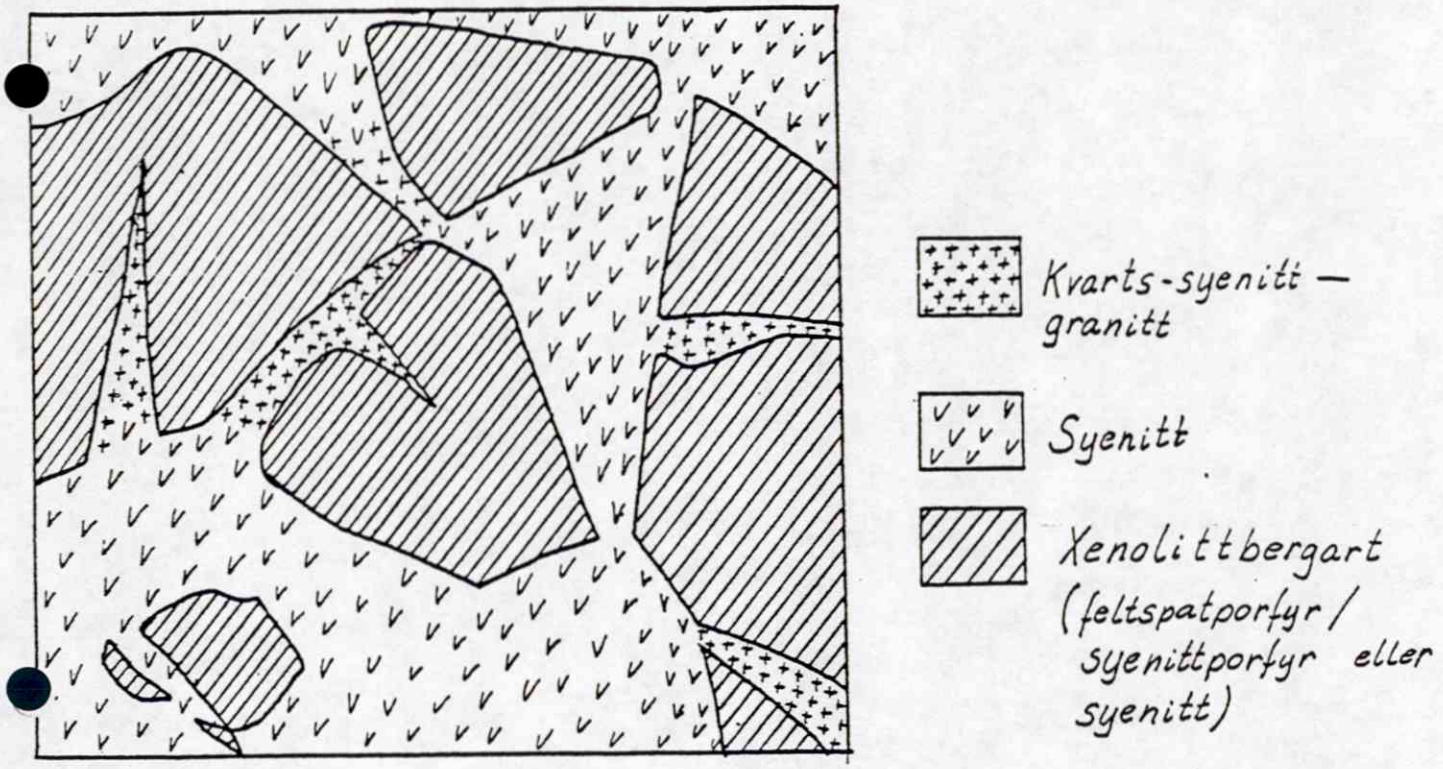


Fig. 1. Skisse av forandring i sammensetning av yngre syenittintrusjon i årer i xenolittbergart av feltspatporfyr/syenittporfyr eller syenitt.

En slik økning av kvartsinnholdet i årer i xenolittbergarter som er like basiske som den intrusive fasen er vanskelig å forklare ved assimilasjon. En mulig forklaring kan være ansamling og injeksjon av en volatilierik og surere restsmelte i slike tynne årer.

Grenseforholdene mellom den svakt kvartsporfyriske granitten (Hegga-granitten) og de omkringliggende syenitter er beskrevet av Martinsen, Olesen og Trønnes (1979).

De samme indikasjonene på at Brennhaugen-granitten også trolig gjennomsetter syenitter (avkjølingskontakter) er funnet ved årets kartlegging. Det er imidlertid ikke funnet klare xenolitter av syenitt i granitten.

Forholdet mellom Hegga-Brennhaugen-granittene og de omkringliggende områder med kvartssyenitt-granitt er noe uklare. Der den kvartsporfyriske granitten er sterkt bleket (albittisert), er det utseendemessig en stor forskjell mellom bergartene, og grensen virker relativt skarp (overgangssone på 1-5 m). Dette er særlig tilfelle på grensen mellom Brennhaugen-granitten og kvartssyenitt - granitt i området Vikensvegen-Olafstua-Geitryggen.

Der den svakt kvartsporfyriske granitten er ubleket derimot, synes det å være en utpreget gradvis overgang til enheten kvarts-syenitt - granitt. Dette er spesielt tilfelle i området Middagskollen-Sverretjernsmyra hvor overgangssonen tilsynelatende strekker seg over 200-500 m.

Et karakteristisk trekk ved den romlige fordelingen av disse to bergartene, er at kvarts-syenitt - granitt tilsynelatende danner en slags lavtliggende randsone til de topografiske høyereliggende granittområdene. Dette kan tyde på at Hegga- og Brennhaugen-granittene opptrer som differensierte taksoner i en underliggende pluton av kvarts-syenitt - granitt (Profil I, Bilag I).

Tabell I. Antatte aldersforhold mellom intrusivene i området Brennhaugen-Øyangen-Kvernsjøen.

Yngst	Kvartsporfyrisk alkalifeltspat-granitt Aplittisk kvarts-feltspatporfyr Jevnkornet kvarts-syenitt - granitt
	Syenitter (flere intrusjonsfaser) Feltspatporfyr og syenittporfyr
Eldst	Monzodioritt - monzosyenitt

HYDROTERMALE OMVANDLINGER OG MINERALISERINGER.

I det undersøkte området finnes to hovedtyper hydrotermale omvandlinger og mineraliseringer.
Kvarts-serisitt-pyritt^{+}biotitt-omvandling med tilknyttet åre- og sprekkebundet molybdenglans opptrer ved Kongelivegen ca. 500 m sør for Hegga (Rustad-forekomsten) og i området Tajetbråten-Nordgårdshøgda. Begge disse stedene er mineraliseringen hovedsakelig knyttet til fragmentene i en intrusjonsbreksje der kvarts-syenitt - granitt utgjør grunnmassen.

I Hegga- og Brennhaugen-granittene opptrer enkelte mindre områder med delvis årebundet og delvis isotropt impregnert mineralisering med Mn-pyroksenider,

sinkblende, blyglans, wolframitt, molybdenglans, flusspat og granat. Disse mineraliseringene er overveiende knyttet til sterkt albittiserte områder i granittene med intens utfelling av sekundære Mn-oksyder på sprekker. Mineraliseringen ved Rud derimot ligger innenfor det østligste området med kvartssyenitt-granitt.

Leiromvandling opptrer flere steder i tilknytning til større sprekke- og knusningssoner i bergartene. De mest gjennomgripende leiromvandlingene finnes ved sørspissen av Øyangen og videre sørøstover langs Hegga, langs veien mellom Lykkja og Nordgården, og langs nedre del av Vikensbekken. Det er noe usikkert om leiromvandlingene virkelig er et uttrykk for hydrotermal-magmatisk omvandling eller bare er knyttet til post-permiske knusningsbevegelser. Ved boring i Mistberget-området er det påvist større områder med gjennomgripende leiromvandling som tilsynelatende er strukturelt kontrollert på overflaten (P.M. Ihlen, muntlig meddelelse).

MINERALISERTE ENKELTOMRÅDER.

Tajet-Nordgårdshøgda (bilag I, lok I)

Relativt kraftig pyrittimpregnasjon og stedvis antydning til kvarts-serisitt - omvandling opptrer i et 0,4 x 1,4 km stort område nordover fra Gamle Jeppedalsveien (Bilag II). Det pyrittimpregnerte området faller i stor grad sammen med intrusjonsbreksjer der feltspatporfyr/syenittporfyr (i vest) og syenitt (i øst) blir gjennomsatt av et årenett av kvarts-syenitt - granitt. Sør for intrusjonsbreksjen finnes pyrittimpregnasjonen og stedvis omvandling i syenitt. Nord for intrusjonsbreksjene og impregnasjonsområdet (Nordgårdshøgda-Vikensbekken) opptrer et sammenhengende område med kvarts-syenitt - granitt.

Det er i hovedsak breksjefragmentene (feltspatporfyr/syenittporfyr og syenitt) som er pyrittimpregnert og omvandlet. Gjennomsettende årer (opptil flere cm tykke) og uregelmessige aggregater med sekundær biotitt er svært utbredt innenfor dette området, og flusspat opptrer stedvis på samme måte. Molybdenglans finnes som tynne uregelmessige sprekkefyllinger og som små flakige aggregater. Stikk og aggregater med molybdenglans opptrer også i den sene intrusive fasen (kvarts-syenitt - granitt). Blotningskartene (Bilag III) gir en oversikt over de viktigste lokalitetene for funn av molybdenglans.

Rustad-mineraliseringen (Bilag I, lok II)
Et område med diameter ca. 300 m omkring veiskillet mellom Kongelivegen og Greinenvegen sør for Hegga inneholder en betydelig andel løsblokker med kvarts-serisitt-pyritt-omvandling og MoS_2-mineralisering, overveiende som tørre stikk- og sprekkefyllinger. Årets undersøkelser som bl.a. omfattet sprengningsarbeider viste at de antatte blotningene i området kun er store løsblokker.
Kvarts-serisitt-pyrittomvandlingen opptrer kun i xenolitter av feltspatporfyr, syenittporfyr og syenitt i en gjennomsettende kvarts-syenitt - granitt, men stikk og mindre aggregater av MoS_2 finnes også i den yngre intrusjonsfasen. Den sterke konsentrasjonen av omvandlete og mineraliserte blokker innenfor dette begrensete området (Martinsen, Olesen og Trønnes, 1979) tyder på en svært kort transport fra kildeområdet for blokkene.

Svarttjern-området (Bilag I, lok III).
Det er ikke foretatt nærmere undersøkelser av dette området i sommer bortsett fra en detaljert kartlegging av hele ekstrusivkomplekset nord for Øyangen (Rasmussen 1980a).

Mn-Zn-Pb-mineraliseringer.
Tabell 2 gir en oversikt over plassering, morfologi og mineralsammensetning for de ulike enkeltmineraliseringene.
Mineraliseringene finnes i tilknytning til sterkt albittisert granitt og aplittisk kvarts-feltspatporfyr og områdene er karakterisert ved intens Mn-utfelling som forvitringshud på sprekker og overflater. Mn-pyroksenidene, blyglans og sinkblende opptrer både årebundet og disseminert. Det ser ofte ut til å være et sentralt område med sterk disseminasjon og et perifert uregelmessig årenett ut fra sentralområdet. Dette er særlig tydelig ved Hegga-mineraliseringen. Stedvis opptrer også uregelmessige pegmatittutsondringer i forbindelse med mineraliseringene.
Ved Hegga og Steinmyrvegen faller de perifere delene av mineraliseringene sammen med aplittiske kvarts-feltspatporfyrer.

Detaljerte mineralogiske studier er hittil bare utført for mineraliseringene ved Hegga og Steinmyrvegen. De mineraliserte bergartene er albittdominerte (sjakkbrettalbitt), men kvarts og rester av pertittisk alkalifeltspat finnes også. Mn-pyroksenider (pyroksmangitt og rhodonitt) utgjør stedvis opptil 60 % av totalt bergartsvolum, men opptrer vanligvis i atskillig mindre mengder (10-30 %).

Sinkblende og blyglans (10-40 %) og Mn-pyroksenidene er som regel interstitielt sammenvokst med albitten. Biotitt, Fe-Ti-oksyder, pyritt, flusspat, granat (trolig grossular) og rhodokrositt finnes i små mengder. Rhodokrositt ser ut til å være dannet ved fortrengning av pyroksenider. I mineraliseringen ved Steinmyrvegen er det påvist yttrium-flusspat. Zirkon med isotope og opake partier (metamikt struktur) og orthitt opptrer også som sparmineraler.

Ved Steinmyrvegen er det funnet wolframittkrystaller i pegmatittiske utsondringer (V. Aggerholm og D. Sillitoe, muntlig meddelelse) og molybdenglans langs tynne sprekker i den aplittiske kvarts-feltspatporfyren umiddelbart sør for den sentrale mineraliseringssonen.

Tabell 2. Oversikt over plassering (lokalitetsnummer, bilag I), morfologi og mineralsammensetning for Mn-Pb-Zn-mineraliseringene.

	Lokalitetsnummer i bilag I	Morfologi	Omtrentlig mineralsammensetning i impregnasjonssone
Hegga	IV	Sentral sone med sterk disseminasjon og perifer sone med uregelmessig årenett.	30-60 % Mn-pyroksenider (hovedsakelig rhodonitt) 10-20 % lys gul sinkblende. Lite blyglans.
Steinmyrvegen	V	Uregelmessige disseminasjoner og sprekkefyllinger med blyglans, pyritt og sinkblende. Perifert finnes tynne årer med Mn-pyroksenider.	5-20 % Mn-pyroksenider (hovedsakelig pyroksmangitt 5-10 % blyglans og mørk rød brun sinkblende. Stedvis finnes betydelige mengder granat og flusspat
Rud	VI	Uregelmessige disseminasjoner og sprekkefyllinger.	10-20 % Mn-pyroksenider 5-10 % blyglans og mørk rødbrun sinkblende.
Seterhaugen, Rudsetervegen	VII	Uregelmessige disseminasjoner og sprekkefyllinger.	5-10 % Mn-pyroksenider 5-10 % lys grønngul og mørk rødbrun sinkblende. Lite blyglans.
Steinbråtebekken Rudsetervegen	VIII	Smal N-S-gående sone med sterk disseminasjon.	30-60 % Mn-pyroksenider 2-5 % dinkblende Lite blyglans.

Mineraliseringen ved Rud ligger i randsonen til selve Brennhaugen-granitten (innenfor enheten kvarts-syenitt - granitt), men også her er granitten albittisert (bleket).

De største mineralogiske likhetstrekk finnes mellom mineraliseringene ved Hegga og Steinbråtebekken (sinkblende som dominerende ertsmineral, høyt innhold av Mn-pyroksenider) samt ved Steinmyrvegen og Rud (blyglans som dominerende ertsmineral, lavt innhold av Mn-pyroksenider).

Radioaktivt strålingsnivå.

For å undersøke innholdet av eventuelle radioaktive mineraler i Mn-Pb-Zn-mineraliseringene, ble det foretatt rekognoserende målinger med Saphymo scintillometer.

Tabell 3 viser omtrentlig strålingsnivå ved de ulike mineraliseringene.

Tabell 3. Radioaktivt strålingsnivå for syenitt, albittisert granitt og ulike Mn-Pb-Zn-mineraliseringer.

		Radioaktivt strålingsnivå i c/s, Saphymo scintillometer.
Syenitt, Hegga-området		90 - 110
Albittisert Hegga-granitt, Vesleelva		200 - 250
Albittisert Brennhaugen-granitt, Rudsæterveien		175 - 225
Hegga	Aplittisk kvarts-feltspatporfyr med årenett av Mn-pyroksenider (perifer del)	550 - 650
	Sentral del med disseminert mineralisering	500 - 550
Steinmyrvegen	Aplittisk kvarts-feltspatporfyr	300 - 500
	Disseminert mineralisering	350 - 400
	Mineraliserte sprekker	500 - 750
Rud	Disseminert mineralisering	200 - 300
	Mineraliserte sprekker	750 -1500
Seterhaugen, Rudseterveien	Disseminert mineralisering	300 - 350
	Sprekkemineralisering	600 - 700
Steinbråtebekken, Rudseterveien	Disseminert mineralisering	800 -2500

Tabellene 2 og 3 indikerer en sammenheng mellom høyt innhold av Mn-pyroksenider (Hegga og Steinbråtebekken) og høyt radioaktivt strålingsnivå. Det er ikke funnet noen enkel mineralogisk forklaring på denne tendensen. Zirkon (med isotrope og opake partier) er det eneste radioaktive mineralet som er funnet i noen merkbar mengde, og zirkoninnholdet ser ikke ut til å være høyere i mineraliseringen ved Hegga enn ved Steinmyrvegen.

Et annet markert trekk ved variasjoner i strålingsnivået er at en sprekkemineralisering gir mye høyere strålingsnivå enn en disseminert mineralisering. Dette kan forklares ved en høyere konsentrasjon av radioaktive elementer i en sprekkefylling.

SLUTTBEMERKNINGER.

Genetiske forhold.

De to hovedtypene av hydrotermale mineraliseringer er tilsynelatende nokså forskjellige både når det gjelder vertsbergarter, utbredelse og mineralogisk sammensetning. Det er svært vanskelig å fastslå om mineraliseringene er resultat av aktiviteten i et og samme hydrotermale hovedsystem, eller om de hører til to eller flere klart forskjellige systemer.

De intramagmatiske Mn-Pb-Zn-mineraliseringene er utvilsomt knyttet til den omkringliggende albittiserte granitten. Sterk anrikning av elementer som Zn og Pb p.g.a. differensiasjon i et granittmagma er ikke noe vanlig fenomen, og intramagmatiske mineraliseringer med en slik elementfordeling er nokså spesielle. Av vanlige bergartsdannende mineraler i magmatiske bergarter har Zn høyest fordelingskoeffisient i biotitt/amfibol og magnetitt, der elementet substituerer for Fe^{2+} og Mg^{2+}-ioner i henholdsvis 6- og 4-koordinasjon (Wedepohl, 1970). Dette fører til en svak uttømming av Zn med økende differensiasjon fra gabbroide til granittiske smelter. Pb opptrer først og fremst i K-feltspat, og en tilsvarende moderat økning av Pb-innholdet fra gabbroide til granittiske bergarter er derfor vanlig (Wedepohl, 1974).

Det er derfor sannsynlig at konsentrasjonen av disse metallene ikke er knyttet til ren magmatisk differensiasjon, men til den hydrotermale omvandlingen (albittiseringen) av granitten.

Gavrilin, Pevtsova and Klassova (1967) beskriver forholdet mellom albittisering og hydrotermal mobilisering av Pb og Zn fra en allerede krystallisert granitt. Albittiseringsprosesser kan således føre til en uttømming av Pb fra granitten (hovedsakelig K-feltspat) på 60-100 %. Holland (1972) har vist eksperimentelt (850°C og 2 kb) at særlig Zn, Mn og trolig også Pb har stor affinitet til en vanlig kloridløsning i forhold til en granittisk smelte, og at fordelingskoeffisienten øker proporsjonalt med kvadratet av kloridkonsentrasjonen.

Hydrotermalt omvandlete og mineraliserte monzonittintrusjoner i Utah og Nevada (Basin and Range-området) er karakterisert ved lavere Pb og Zn-innhold samt høyere Cu-innhold i biotitt (Parry and Nackowski, 1963). Dette indikerer en uttømming av Pb og Zn fra magmaet eller en hydrotermal mobilisering fra allerede krystalliserte mineraler til fordel for de hydrotermale løsningene.

De sen-magmatiske eller post-magmatiske hydrotermale løsningene kan derfor ha vært med på å rense magmaet eller allerede krystallisert granitt for Mn, Pb, Zn og f.eks. Y, Zr, Th og sjeldne jordartselementer og utfelt elementene i mineraliseringssonene. En indikasjon på at den sterke Na-metasomatosen kan ha vært årsak til utluting av bikomponenter i feltspat (f.eks. Pb) og biotitt/magnetitt (Zn), er den totale rensingen av feltspaten for jernoksydstøv som følger med albittiseringen.

Na-metasomatosen kan også muligens ha vært delvis ansvarlig for dannelsen av riebeckittisk amfibol i enkelte begrensete områder i Hegga- og Brennhaugen-granittene. Særlig der riebeckittkrystallene opptrer i forbindelse med små druserom er det rimelig å anta at hydrotermale prosesser har vært en medvirkende årsak. Metasomatisk dannelse av Na-pyroksen (ægirin) beskrives av Borodin and Pavlenko (1974).

De hydrotermale omvandlingene (serisitt-pyritt$^{+}_{-}$biotitt) og MoS_2-mineraliseringene ved Tajetbråten-Nordgårdshøgda og sør for Hegga opptrer hovedsakelig innenfor xenolitter av feltspatporfyr/syenittporfyr og syenitt i en yngre intrusiv fase. Mindre aggregater, sprekker og stikk med MoS_2 finnes imidlertid også i årenettet til den yngre intrusjonen av kvarts-syenitt-granitt. Dette tyder på at den yngre intrusjonen ikke har spist opp en mineralisering

(Martinsen, Olesen og Trønnes, 1979), men derimot muligens har intrudert før selve mineraliseringen. Det faktum at bare xenolittene i intrusjonsbreksjen ser ut til å være påvirket av hydrotermal omvandling kan tyde på at omvandlingen har skjedd på et nokså tidlig stadium og før den yngste intrusjonen av kvarts-syenitt- granitt.

Mulighetene for at denne intrusjonen kan representere en form for moderbergart til omvandlingen og mineraliseringen må heller ikke utelukkes.

Forslag til videre arbeid.

Det er først og fremst mineraliseringene ved Tajetbråten-Nordgårdshøgda som peker seg ut som de mest interessante. Her foreligger et relativt stort område med kvarts-serisitt-biotitt-omvandling, pyrittimpregnasjon og spredt MoS_2-mineralisering. Røsking- og sprengningsarbeider vil kunne skape nye og bedre blotninger og gi verdifull informasjon om forholdet mellom intrusjonsfasene og mineraliseringen. De store høgdeforskjellene ved Styggberget vil trolig kunne gi mer tilgang på informasjoner om den vertikale variasjonen i det hydrotermale systemet.

Den hydrotermale omvandlingen (kvarts-serisitt-pyritt) nord for Svarttjern i ekstrusivkomplekset nord for Øyangen bør trolig også vurderes og muligens undersøkes nærmere på bakgrunn av nye informasjoner som er kommet fram ved detaljkartleggingen i dette området (Rasmussen, 1980a).

Videre mineralogiske og mineralkjemiske studier av Mn-Pb-Zn-mineraliseringene vil bli utført ved Geologisk Institutt, NTH og Imperial Collage, London (C. Wellings). Dette arbeidet vil forhåpentligvis gi en bedre oversikt over genetiske forhold samt innhold og fordeling av elementer som Th, U og REE.

LITTERATURREFERANSER.

Borodin, L.S. and Pavlenko, A.S. 1974: The role of metasomatic processes in the formation of alkaline rocks.
I: Sørensen, H.(1974): The Alkaline Rocks. John Wiley & Sons, London.

Brøgger, W.C. og Schetelig, J. 1923: Geologisk oversiktskart over Kristianiafeltet 1:250 000 NGU, Kristiania.

Gavrilin, R.D., Petsova, L.A. and Klassova, N.S. 1967: Behavior of lead and zinc in the hydrothermal alteration of intrusive rocks. Geochemistry international, 8 (Geochimiya).

Getreuer Christiansen, F., Rehkopff, A. og Mengel, C.F. 1979: Recognosæringskartlægning i Gran-Hurdal området. Rapport til Prospekteringsavdelingen, Norsk Hydro A/S.

Holland, H.D. 1972: Granites, solutions and base metal deposits. Econ. Geol. 67.

Ihlen, P.M. 1977: Ore deposits in the northeastern part of the Oslo Region and in the adjacent precambrian areas.
I Neumann, E.-R. and Ramberg, I.B.(eds.): Petrology and Geochemistry of Continental Rifts. Reidel Publishing Company, Dordrecht.

Jensen, L.N. 1979: Feltarbeidsrapport fra Putthaugenområdet, Gåsetjernområdet og Hellandsmyr-senteret. Rapport til Prospekteringsavdelingen, Norsk Hydro A/S.

Martinsen, M., Olesen, O. og Trønnes, R. 1979: Feltarbeidsrapport fra geologisk kartlegging i Rustad-Øyangen området (Hurdal og Gran kommune). Rapport til Prospekteringsavdelingen, Norsk Hydro A/S.

Nystuen, J.P. 1975: Plutonic and subvolcanic intrusions in the Hurdal area, Oslo Region. Norges geol. unders. 317 Oslo.

Perry, W.T. and Nackowski, M.P. 1963: Copper, lead and zink in biotites from Basin and Range quartz monzonites. Econ. Geol. 58.

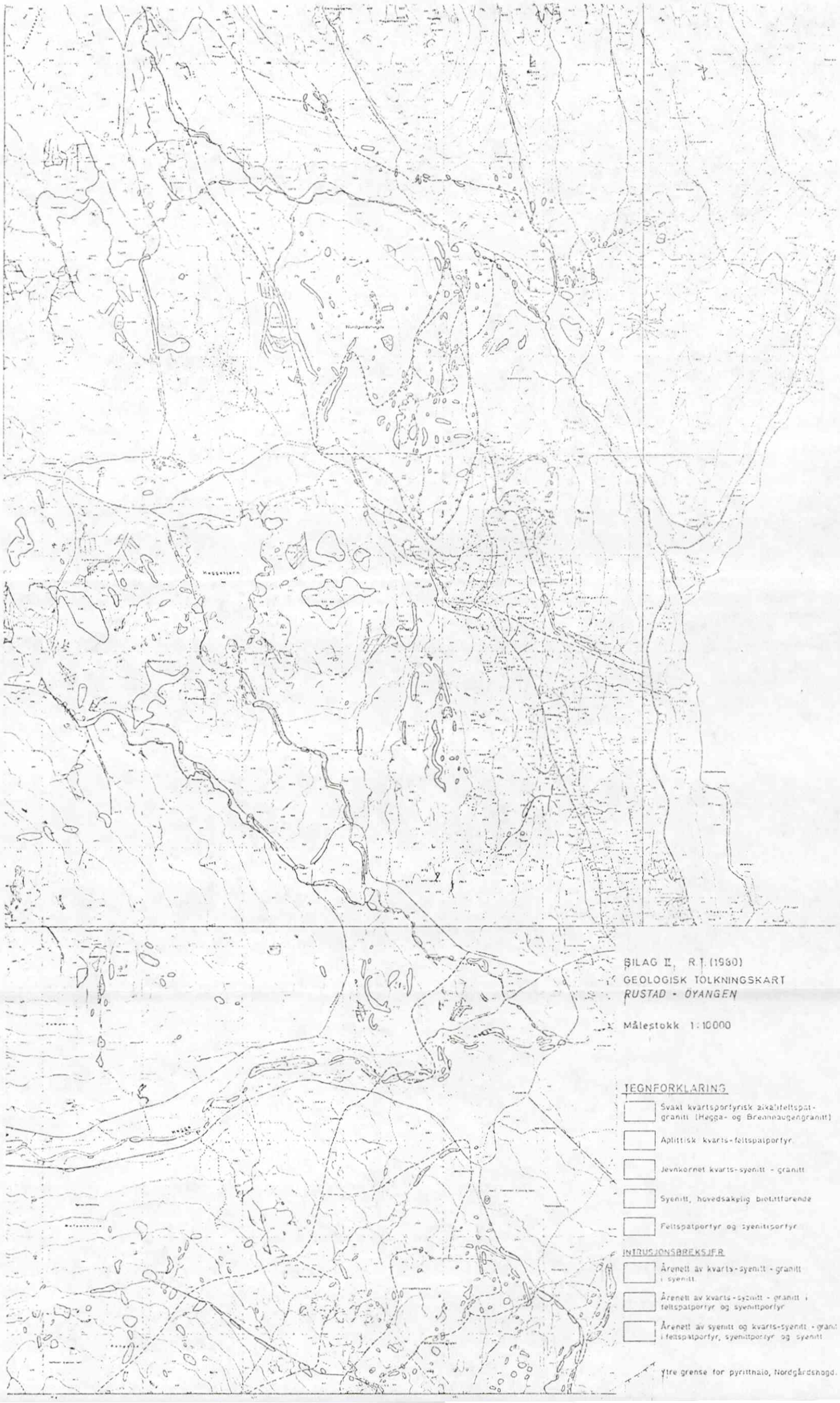
Rasmussen, E. 1980a: Feltrapport. Suprakrustalfeltet nord for Øyangen, Hurdal og Gran kommune. Rapport til Prospekteringsavdelingen, Norsk Hydro A/S.

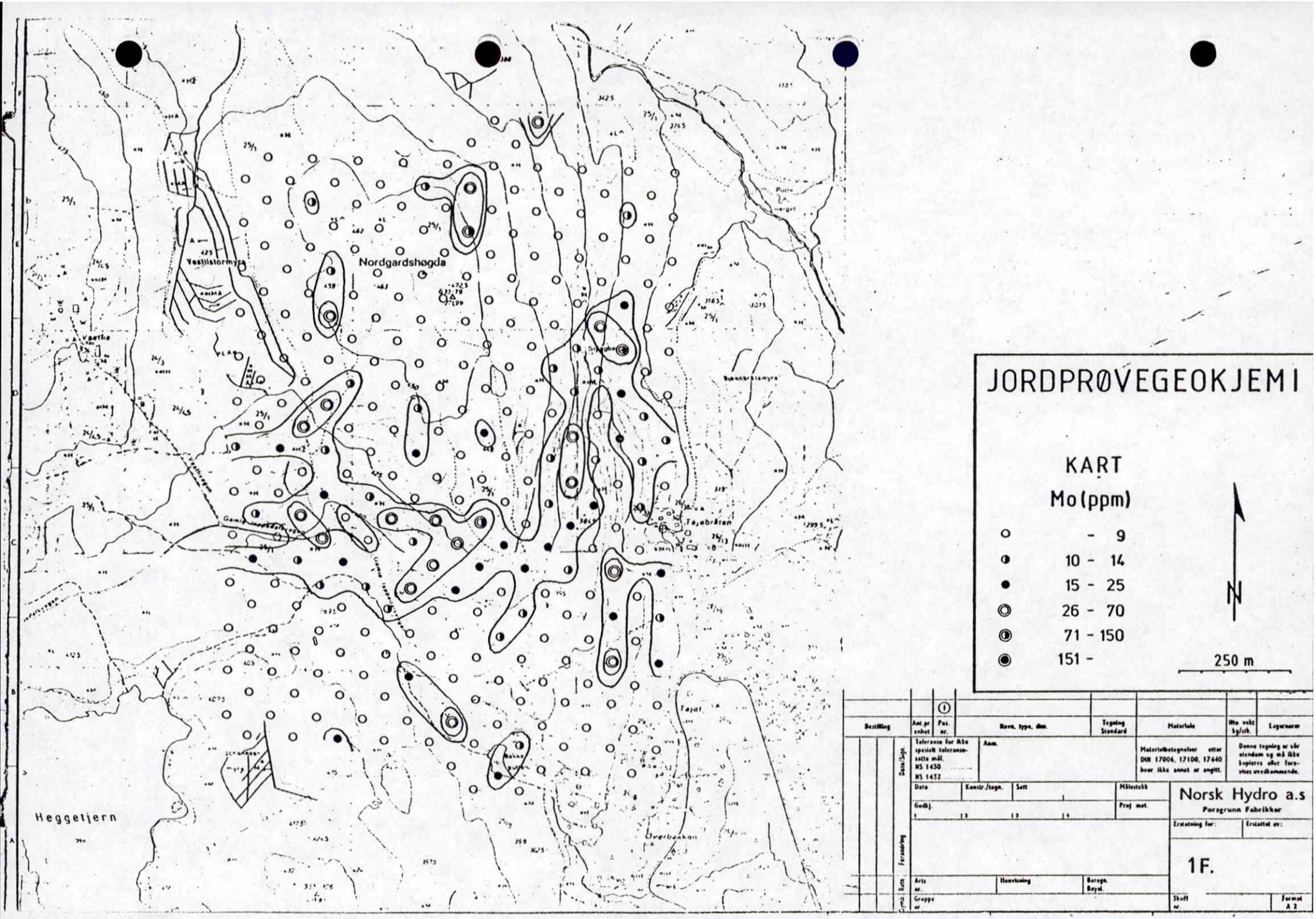
Rasmussen, E. 1980b: Feltrapport, Maura og Nannestad kommuner. Rapport til Prospekteringsavdelingen, Norsk Hydro A/S.

Sørensen, H. 1974: The Alkaline Rocks.
John Wiley & Sons, London.

Wedepohl, K.H. 1972: Handbook of Geochemistry Vol. II/2
Springer-Verlag, Berlin.

Wedepohl, K.H. 1974: Handbook of Geochemistry, Vol. II/2
Springer-Verlag, Berlin.


BILAG II, R.T. (1980)
GEOLOGISK TOLKNINGSKART
RUSTAD - ØYANGEN
Målestokk 1:10000
TEGNFORKLARING
Svakt kvartsporfyrisk alkalifeltspat-granitt (Hegga- og Brennaugengranitt)
Aplittisk kvarts-feltspatporfyr
Jevnkornet kvarts-syenitt - granitt
Syenitt, hovedsakelig biotittførende
Feltspatporfyr og syenittporfyr
INTRUSJONSBREKSJER
Årenett av kvarts-syenitt - granitt i syenitt
Årenett av kvarts-syenitt - granitt i feltspatporfyr og syenittporfyr
Årenett av syenitt og kvarts-syenitt - granitt i feltspatporfyr, syenittporfyr og syenitt
Ytre grense for pyritthalo, Nordgårdsnaget



JORDPRØVEGEOKJEMI

KART

Mo (ppm)

- ○ - 9
- ◑ 10 - 14
- ● 15 - 25
- ◎ 26 - 70
- ◑ 71 - 150
- ◉ 151 -

N

250 m

Bestilling	Ant pr enhet	Pos. nr.	Navn, type, dim.	Tegning Standard	Materiale	Nto vekt kg/stk.	Lagernorm
		1					

Dato/Sign. Forandring

Toleranse for ikke spesielt toleransesatte mål. NS 1430 NS 1432

Anm.

Materialbetegnelser etter DIN 17006, 17100, 17440 hvor ikke annet er angitt.

Denne tegning er vår eiendom og må ikke kopieres eller forevises uvedkommende.

Dato	Konstr./tegn.	Sett	Målestokk
Godkj.			Proj mat.

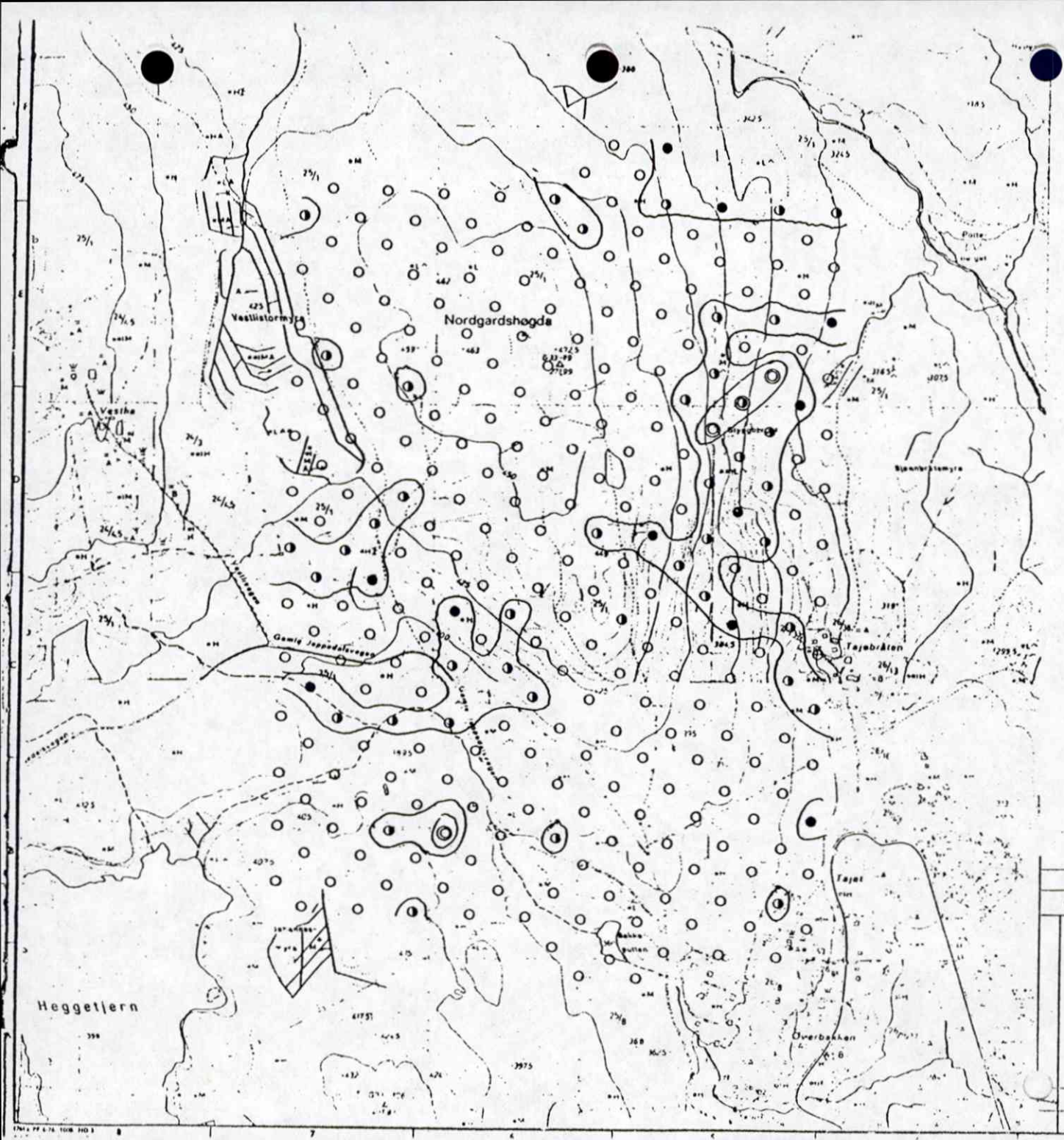
Norsk Hydro a.s
Porsgrunn Fabrikker

Erstatning for: | Erstattet av:

1F.

Arts nr.	Henvisning	Beregn. Beyd.
Gruppe nr.		

Skuff nr. | Format A 2



JORDPRØVEGEOKJEMI

KART

Zn (ppm)

- ○ - 100
- ◑ 101 - 150
- ● 151 - 300
- ◎ 301 - 450
- ◍ 451 - 650
- ◉ 651 -

N

250 m

Bestilling	Ant pr enhet	Pos. nr.	Navn, type, dim.	Tegning Standard	Materiale	Min. vekt kg/stk	Lagersorm
			Toleranse for ikke spesielt toleransesatte mål. NS 1430 NS 1432	Anm.	Materialbetegnelser etter DIN 17006, 17100, 17440 hvor ikke annet er angitt.		Denne tegning er vår eiendom og må ikke kopieres eller forevises uvedkommende.

Dato | Konstr./tegn. | Sett | Målestokk

Godkj. | Proj. met.

Norsk Hydro a.s
Porsgrunn Fabrikker

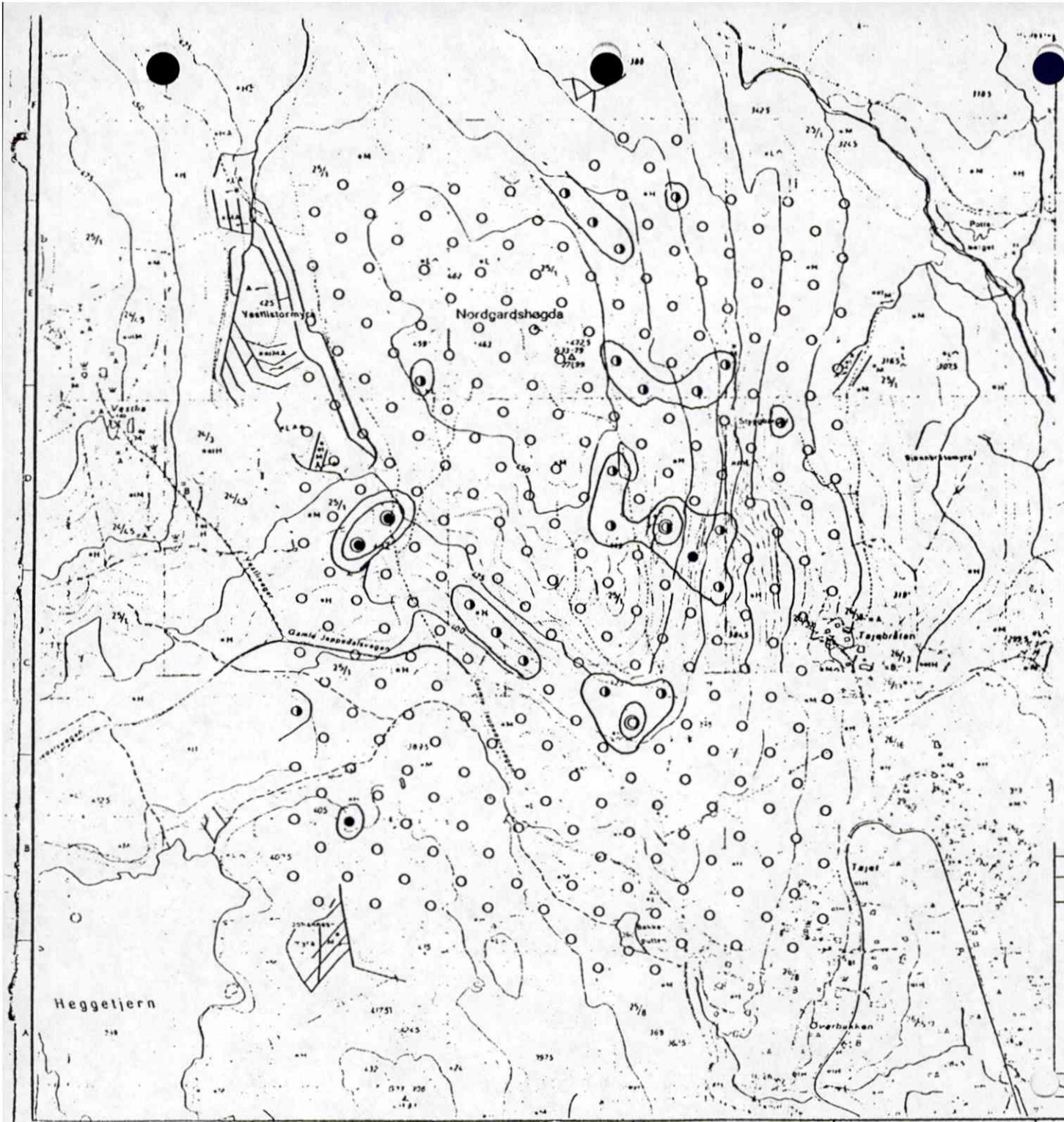
Erstatning for: | Erstattet av:

.1F.

Arts nr. | Henvisning | Beregn. Bøyel.

Gruppe nr.

Skuff nr. | Format A2



JORDPRØVEGEOKJEMI

KART

Fe (pst)

○	- 3,00
◑	3,01 - 4,00
●	4,01 - 6,00
◎	6,01 - 8,00
◑	8,01 - 11,00
◉	11,01 -

N

250 m

Bestilling	Ant pr enhet	Pos. nr.	Navn, type, dim.	Tegning Standard	Materiale	Rie vekt kg/stk.	Lagernorm
			Toleranse for ikke spesielt toleranse-satte mål: NS 1430 NS 1452	Anm.	Materialbetegnelser etter DIN 17006, 17100, 17440 hvor ikke annet er angitt.		Denne tegning er vår eiendom og må ikke kopieres eller forevises uvedkommende.

Dato/Sign.

Fremstilling: Dato | Konstr./tegn. | Sett | Målestokk | Godkj. | Proj. mer.

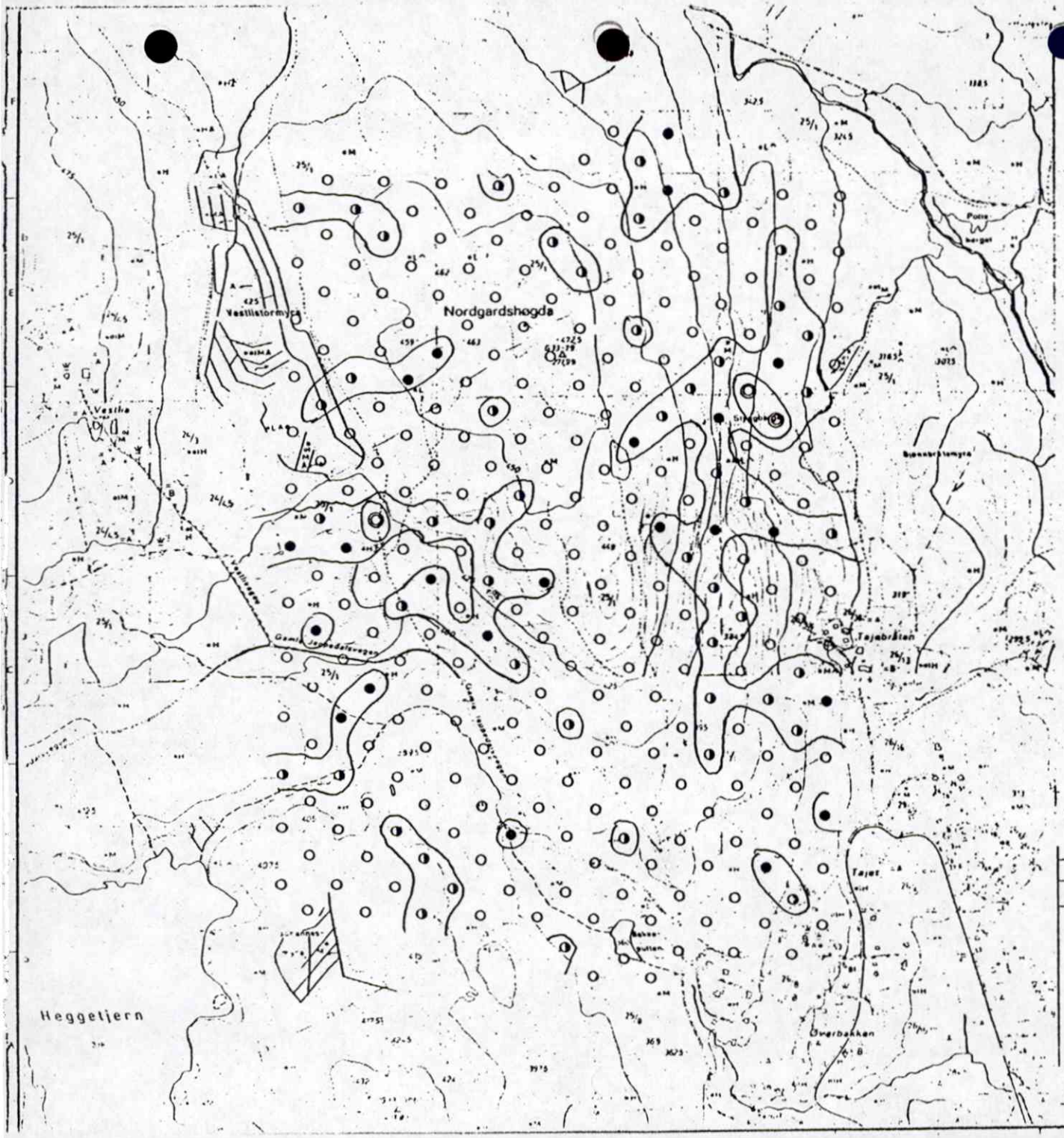
Norsk Hydro a.s
Porsgrunn Fabrikker

Erstatning for: | Erstattet av:

1 F.

Skr. nr. | Format A 2

Kalk: Arts nr. | Navntning | Beregn. Bayd | Gruppe nr.



JORDPRØVEGEOKJEMI

KART

Mn (ppm)

○	- 500
◑	501 - 1000
●	1001 - 6000
◎	6001 - 10000
◑	10001 - 20000
◉	20001 -

N

250 m

Bestilling	Ant pr enhet	Pos. nr.	Navn, type, dim.	Tegning Standard	Materiale	Nto vekt kg/stk.	Lagernorm
		1					

Dato/Sign

Toleranse for ikke spesielt toleransesatte mål: NS 1430 ____ NS 1432 ____

Anm.

Materialbetegnelser etter DIN 17006, 17100, 17440 hvor ikke annet er angitt.

Denne tegning er vår eiendom og må ikke kopieres eller forevises uvedkommende.

Forandring

Dato | Konstr./tegn. | Sett | Målestokk

Godkj. | Proj. mat.

Norsk Hydro a.s
Porsgrunn Fabrikker

Erstatning for: | Erstattet av:

1F.

Arts nr. | Henvisning | Beregn. Bygd

Gruppe nr.

Sluttnr.

Format A 2

5

REPORT ON THE NORDGARDSHØGDA-STYGGBERGET AREA

Submitted to Prospekteringsavdelingen,
Norsk Hydro A/S, at Lørenfaret 3,
Økern, Oslo.

November 1981.

C.D.WELLINGS
Imperial College, London.

LIST OF CONTENTS:

		Page:
1.	INTRODUCTION	1
2.	GEOLOGICAL SETTING	3
3.	PETROLOGY	4
	3.1 Quartz Syenite	4
	3.2 Biotite Syenite	6
	3.3 Extrusive Rocks	7
	3.4 Rocks of uncertain affinity	8
4.	INTRUSIVE RELATIONSHIPS	10
5.	MINERALISATION and ALTERATION	10
	5.1 Evidence relating to the timing of mineralisation and alteration in relationship to the igneous history of the Nordgardshøgda-Styggberget area.	14
6.	DISCUSSION and CONCLUSIONS	15
7.	Proposals for further study	25
8.	References	25

1. INTRODUCTION

The purpose of this report is to give a detailed description of the igneous petrology, intrusive relationships, and types and extent of mineralisation and alteration displayed by the rocks in the Nordgardshøgda-Styggberget area, an area of Permian intrusive and extrusive rocks in the northern part of the Oslo Region. An attempt will be made to interpret the geological history of the area and, in particular, to evaluate the relationships between the different intrusive phases and the mineralisation-alteration events.

A period in excess of eight weeks was spent in this area during the summer of 1981. Field work included both detailed geological mapping (on a scale of 1:5 000) and sampling within an area 1·5 km by 1 km in dimension, bounded in the north by Vekensbekken, and in the south by the Gamle Jeppedalen road. In areas of particular interest, blasting was used both to facilitate sampling and the interpretation of intrusive relationships. A further period of four to five weeks was spent outside this area looking at aspects of interest concerning more regional geology.

A brief description of the geology of the Nordgardshøgda-Styggberget (-Tajet) area is given by Trønnes (1980).

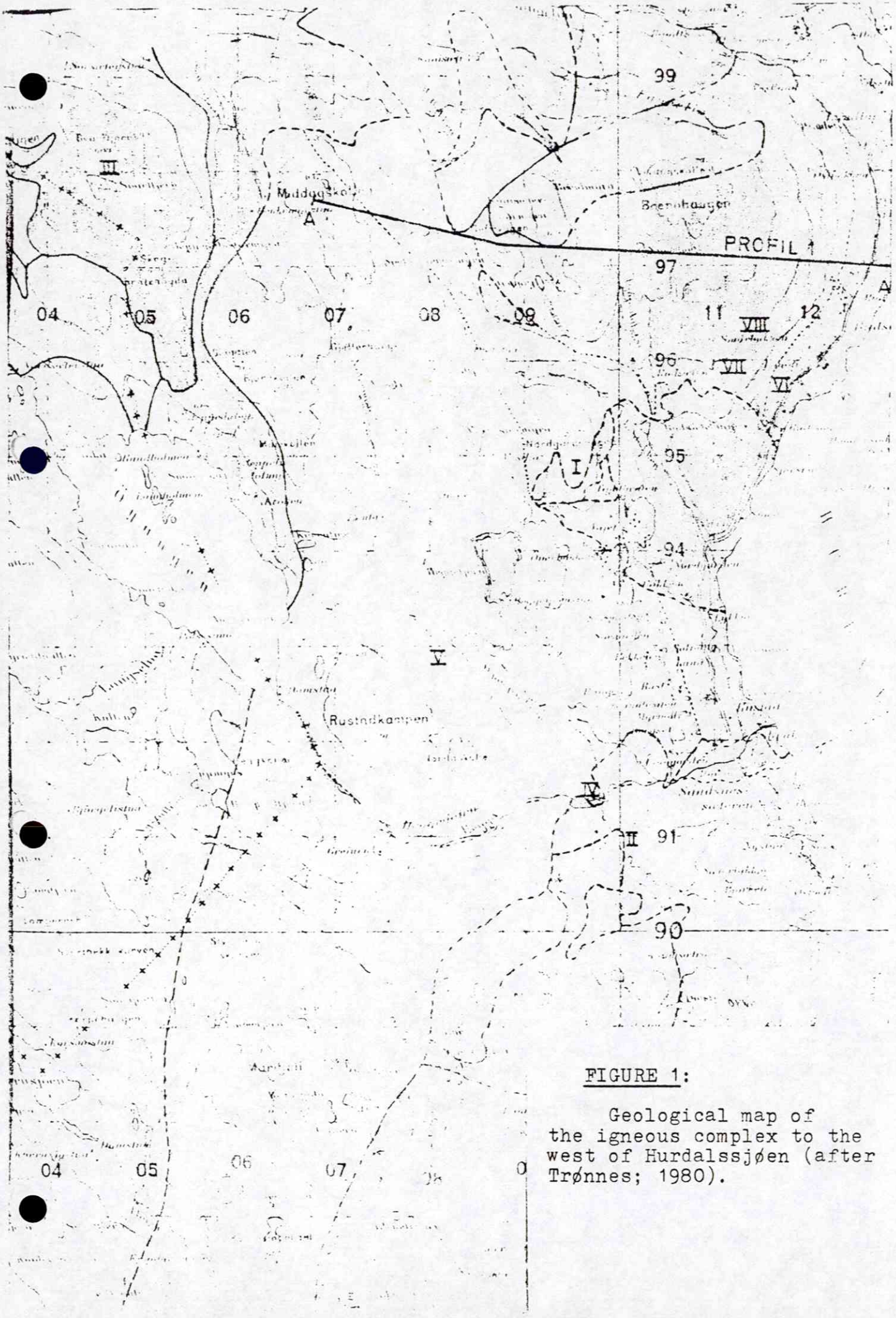


FIGURE 1:

Geological map of the igneous complex to the west of Hurdalssjøen (after Trønnes; 1980).

2. GEOLOGICAL SETTING

The Nordgardshøgda-Styggberget area lies immediately to the southwest of Brennhaugen and to the northeast of Heggetjern within the igneous complex to the west of Hurdalssjøen, in the northern part of the Oslo Region (Figure 1). In broad outline, the area is roughly dome-shaped with a maximum vertical relief in the order of 150 metres; the elevation dipping abruptly in the eastern part of the area from 470 metres on the top of Nordgardshøgda to 320 metres at the base of Styggberget. Dense pine-forest covers a large part of the area, particularly in the north and along Styggberget, and thick drift is common. Consequently, the degree of exposure is highly variable, ranging from less than 1 percent in the northern part of the area to as much as 50 percent in parts of Styggberget. A well developed drainage pattern is not apparent. There are no major streams, just a number of small brooks.

Within the mapped area, rocks ranging between broadly syenitic and granitic in composition are found in a complicated intrusive relationship with extrusive rocks of probable rhyolitic composition. At least two separate intrusive phases can be recognised, referred to here as Quartz Syenite and Biotite Syenite respectively.

QUARTZ SYENITE (Even-grained Quartz Syenite to Granite of Trønnes; 1980) forms part of a larger Quartz Syenite intrusion which is exposed in a narrow NW-SE trending zone between the Brennhaugen and Hegga Granites. The latter are both alkali feldspar granites of peralkaline affinities (? Ekerite), and there is considerable textural and mineralogical evidence to suggest that they belong to a single intrusive phase. Intrusive contacts are observed on the northern side of this zone where the Brennhaugen Granite cuts the Quartz Syenite in an irregular manner (along Rudseterveien). However no intrusive contacts are observed on the southern side, where fault movements could be envisaged to explain the presence of the Quartz Syenite between the two younger granites.

BIOTITE SYENITE forms part of a larger area of biotite-bearing syenitic rocks which extends to the east of the mapped region (Figure 1). However, there is considerable doubt as to whether this Biotite Syenite, which in places is distinctly porphyritic, represents a quenched phase of the syenite in that area or a separate intrusive phase. The Syenite to the east of the mapped region, believed to be of Nordmarkitic affinities (P.Ihlen, personal communication), is also biotite bearing but shows no signs of quenching. Unfortunately, there is no exposure in the critical region between the mapped and unmapped areas.

Both the Quartz Syenite and the Biotite Syenite are observed to have intrusive relationships with a series of fine-grained, aphyric to weakly porphyritic rocks of extrusive origin. The latter are believed to be mostly of rhyolitic composition and show textures which are believed to be indicative of an ignimbritic mode of origin. Similar extrusive rocks are found in the Svartjern area, where they are also intruded by biotite syenite, and in the Rustad area, where they accompany rocks of more intermediate composition.

These extrusive rocks are believed to be the oldest rocks exposed in the igneous complex, with the possible exception of monzonitic rocks exposed in the area to the northwest of Brennhaugen (Figure 1). The sequence of intrusion is believed to be as follows: Monzonite and Monzosyenite; Biotite Syenite; Nordmarkite; Quartz Syenite: Ekerite (Brennhaugen and Hegga Granites); Dolerite (dyke phase).

3. PETROLOGY

Three main rocktypes can be recognised within the Nordgardshøgda-Styggberget area, each of which can be assigned to a separate igneous event. These are as follows: Quartz Syenite; Biotite Syenite; and extrusive rocks of probable rhyolitic composition. In addition, a number of rocktypes of uncertain affinity can be recognised. These include: Uneven (aplitic) Microgranite; Quartz porphyritic Microgranite; Aphyric Microgranite; and Feldspar porphyritic Microgranite (terminology after Hatch, Wells, and Wells; 1972). Of these, the Uneven Microgranite is believed to represent a contact facies of the Quartz Syenite, and is therefore dealt with in the section on Quartz Syenite (section 3.1). Finally, a dolerite dyke-phase can be observed in one or two places within the area.

3.1 Quartz Syenite

Quartz Syenite is the dominant rocktype in the Nordgardshøgda-Styggberget area, forming much of Nordgardshøgda (Map 1) and occurring as dykes and veins within both the Biotite Syenite and the extrusive rocks in the southern and eastern parts of the area. Typically this rocktype is a coarse-grained, equigranular, leucocratic rock with a hypidiomorphic granular texture (as defined by Hatch, Wells and Wells; 1972, page 214) consisting of an intergrowth of euhedral and sub-hedral alkali feldspar grains, with interstitial quartz and ferromagnesian minerals (Figure 2A). Locally, however (in rocks containing a low quartz content) alkali feldspar occurs interstitially as well as quartz, thus giving the rock a somewhat inequigranular texture (Figure 2B). Alkali feldspar is perthitic.

The quartz content is highly variable (on the scale both of the outcrop and the area as a whole) ranging from less than 5 percent to greater than 20 percent, thus crossing the divisions between Syenite, Quartz Syenite and Granite in Streckeisen's (1975) classification system. Trønnes (1980) quite correctly refers to these rocks as "Even-grained Quartz Syenite to Granite". However, the term "Quartz Syenite" is used here as a term of convenience to encompass all these rocktypes, since rocks with quartz in the range 5 to 20 percent are most common; although apophyses of the Quartz Syenite within Biotite Syenite and extrusive rocks often have a somewhat higher quartz content (see for instance Trønnes; 1980, Figure 1).

The grainsize of the Quartz Syenite is variable within small limits (0·5 to 4 mm) but is usually fairly constant within a particular outcrop, an average grainsize of 2 to 3 mm being most common. Usually there are no obvious signs of quenching

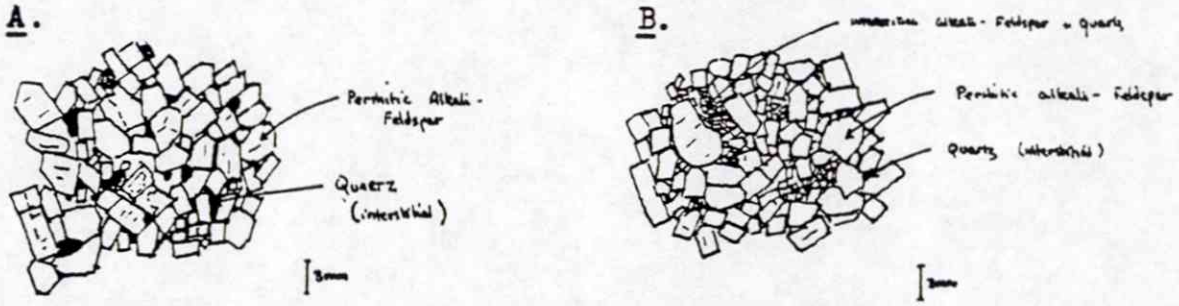


FIGURE 2: Sketches illustrating the typical hypidiomorphic granular texture of the Quartz Syenite: A. Typical Quartz Syenite; B. Somewhat inequigranular Quartz Syenite.

of the Quartz Syenite towards its contacts. However, on a more regional scale, the grainsize of the Quartz Syenite probably increases away from the contact, and apophyses of the Quartz Syenite are usually somewhat finer grained (1 to 2 mm average). Having said that, a quenched variety of the Quartz Syenite does exist; but as this is often re-intruded by apophyses of more typical Quartz Syenite, it is dealt with separately (below).

The ferromagnesian mineral content of the Quartz Syenite is usually low (less than 1 percent). This contrasts with the Quartz Syenite in the Rustad area, where riebeckitic amphibole is a common constituent, forming 5 percent or more of the rock. Locally, however, apophyses of the Quartz Syenite may show somewhat higher contents of ferromagnesian minerals (up to 5 percent), in particular biotite. The most common ferromagnesian mineral phases are biotite, riebeckitic ambhibole and magnetite. Trace minerals include zircon, rutile, apatite and epidote (Trønnes; 1980).

UNEVEN (aplitic) **MICROGRANITE** is observed in a number of places within the mapping area (Map 1), but only at or near the contacts of the Quartz Syenite. This rocktype differs from the Quartz Syenite in that the grainsize is highly variable over very short distances (on the scale of the outcrop), from less than 0·25 mm to as much as 2 mm; although it is fairly constant on the scale of the handspecimen. However, the hypidiomorphic texture so characteristic of the Quartz Syenite is retained, indicating that this rocktype is almost certainly a contact facies of the latter. The quartz content of this rock is often as high as 50 percent and pegmatitic separations of quartz, ranging up to nearly 0·5 metres in diametre, are common (Figure 3). Similar quartz separations have been observed within the Brennhaugen Granite, towards its contacts with the Quartz Syenite. The ferromagnesian mineral content is invariably low (much less than 1 percent).

The contacts between Quartz Syenite and Uneven Microgranite often appear to be transitional over several centimetres. However, sharp, cross-cutting relationships are also observed, suggesting that the Quartz Syenite has re-intruded its own contacts.

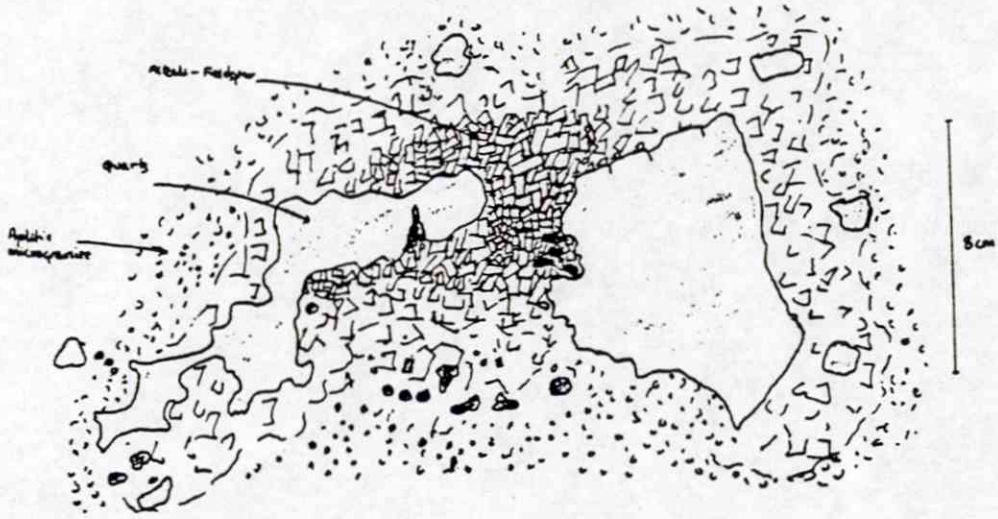


FIGURE 3: "Pegmatitic" separation of quartz (and feldspar) within the Uneven (aplitic) Microgranite.

3.2 Biotite Syenite

Biotite Syenite is confined to the southern part of the area, where it forms a separate intrusion (Map 1). Xenoliths of Biotite Syenite (up to 2 metres in dimension) also occur within the Quartz Syenite in the contact zone between the two rocktypes. Typically, the Biotite Syenite is an inequigranular, but tending towards distinctly porphyritic rock, consisting of euhedral phenocrysts of alkali feldspar (3 to 4 mm in average grainsize; 8 mm maximum) in a medium to coarse-grained (0·5 to 1·5 mm) groundmass of alkali feldspar and biotite (Figure 4). Alkali feldspar phenocrysts are often zoned, sometimes with plagioclase cores. The quartz content is invariably low (less than 2 percent). This rocktype displays considerable variation in terms of texture, in particular groundmass grainsize, which can probably be attributed to quenching in the vicinity of its contacts with the extrusive rocks.

As mentioned in section 2, there is considerable doubt as to whether the Biotite Syenite observed in the Nordgardshøgda-Styggberget area is a quenched phase of that which occurs in the area to the east of the mapped region, or a separate intrusion. The latter rocktype contains small amounts of riebeckitic amphibole as well as biotite, together with a moderately higher quartz content (up to 5 percent) and minor sphene. P. Ihlen (personal communication) has suggested that this rocktype has Nordmarkitic affinities, possibly representing an extension of the Nordmarkitic rocks exposed on the opposite side of Hurdalssjøen. No obvious signs of quenching have been observed within this rocktype; a separate phenocryst phase can not be distinguished. On the basis of the available evidence, it is concluded that the Biotite Syenite in the mapped area probably represents a separate intrusive phase. But this requires confirmation from petrographic and geochemical studies.

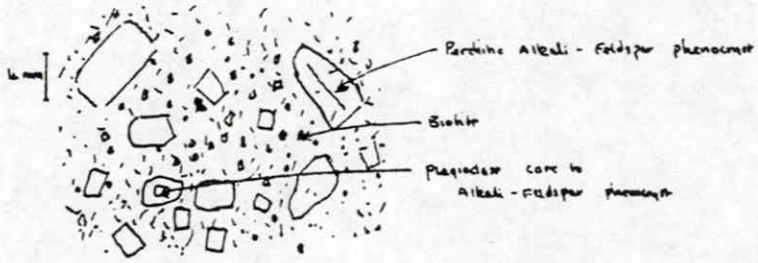


FIGURE 4: Sketch illustrating the porphyritic texture of the Biotite Syenite, with phenocrysts of alkali feldspar in a groundmass of feldspar and biotite.

3.3 Extrusive rocks

Extrusive rocks occur on the eastern flanks of Nordgardshøgda, and along Styggberget. In both places the rocks are veined intensively by apophyses of Quartz Syenite. In addition, small xenoliths of extrusive rocks (seldom greater than 2 to 3 metres in maximum dimension) are found within the Quartz Syenite in the central and southern parts of Nordgardshøgda; and possibly within the Biotite Syenite as well (to the southwest of Nordgardshøgda), although this is not certain. The former probably represent roof pendents to the Quartz Syenite intrusion.

The extrusives are predominantly fine to medium-grained, blue-grey to pale brown, leucocratic rocks consisting of alkali feldspar and quartz. In addition biotite may be common. However, the grainsize is often too fine (aphanitic) to permit accurate estimation of the mineral content. For field purposes, the rocks are referred to as rhyolitic (although more intermediate varieties probably occur), since accurate mineralogical and chemical composition can only be determined from a combination of petrographic and geochemical work.

Both aphyric and weakly porphyritic varieties occur. Phenocrysts, where present, are mainly of alkali feldspar, although quartz phenocrysts have been observed. Phenocrysts in the size range: 1 to 2 mm are most common, seldom constituting greater than 20 percent of the rock by volume. The distribution of phenocrysts is usually somewhat irregular which is consistent with an extrusive mode of origin.

In many places, irregular flow banding and fiamé textures can be observed, suggesting that the rocks originated as a series of ignimbrite, and possibly, lava flows. Any glass that may have been present within the rocks at the time of consolidation has devitrified, and there is evidence to suggest that the rocks have been partially recrystallised: Feldspar phenocrysts often appear to have somewhat diffuse grain-boundaries, and only relict pyroclastic textures can be observed.

3.4 Rocks of uncertain affinity

In this section a number of rocktypes are described which are not easily assigned to any of the above rock groups.

The term QUARTZ PORPHYRITIC MICROGRANITE is used to refer to a rocktype exposed within a small area on the eastern side of Nordgardshøgda (Map 1). This rocktype is usually porphyritic with phenocrysts of quartz (2 to 6 mm in dimension) in a fine to medium-grained groundmass (maximum grainsize 0·25 mm) of alkali feldspar and quartz (20 to 30 percent). Quartz phenocrysts constitute up to 10 percent by volume of the rock, but aphyric varieties also occur.

Pegmatitic separations of quartz (up to 10 cm in dimension) have been observed within this rocktype, as has the occasional xenolith of porphyritic rhyolite (up to 30 cm). It is therefore possible that this rocktype could represent a contact facies of the Quartz Syenite. The fact that the microgranite is exposed well away from the proposed contact between the Quartz Syenite and the extrusive rocks casts doubt upon this interpretation; but the position of the contact is by no means certain.

APHYRIC MICROGRANITE occurs in one outcrop only (no.85; Map 3), as a xenolith within Quartz Syenite (1 x 3 metres in dimension). It is an aphyric, fine to medium-grained granitic rock consisting of alkali feldspar and quartz in a hypidiomorphic granular texture. It could therefore represent a variety of the Quartz Syenite. However it is treated separately in this description on the grounds that it contains disseminated molybdenite. Typical Quartz Syenite is not mineralised.

FELDSPAR PORPHYRITIC MICROGRANITE is found in association with the extrusive rocks in the Styggberget area, and as xenoliths within Quartz Syenite and Uneven Microgranite to the east of this zone. Typically this rocktype is a porphyritic rock with phenocrysts of alkali feldspar (4 to 5 mm in dimension), and occasionally quartz, in a medium-grained (0·25 to 0·5 mm) groundmass of alkali feldspar and quartz. The ferromagnesian mineral content is low.

In many respects this rocktype resembles the Quartz Syenite, and it could therefore represent a porphyritic variety of the latter. However it is also possible that it could represent a dyke phase cutting the extrusive sequence, but itself being cut by the Quartz Syenite. Unfortunately, critical contacts between this rocktype and the extrusive rocks have not been observed.

Finally, dolerite dykes (up to 1 metre in width) have been observed in three localities within the mapping area. The dyke rocks are fine-grained, dark grey to black in colour, and are assumed to be of basic composition.

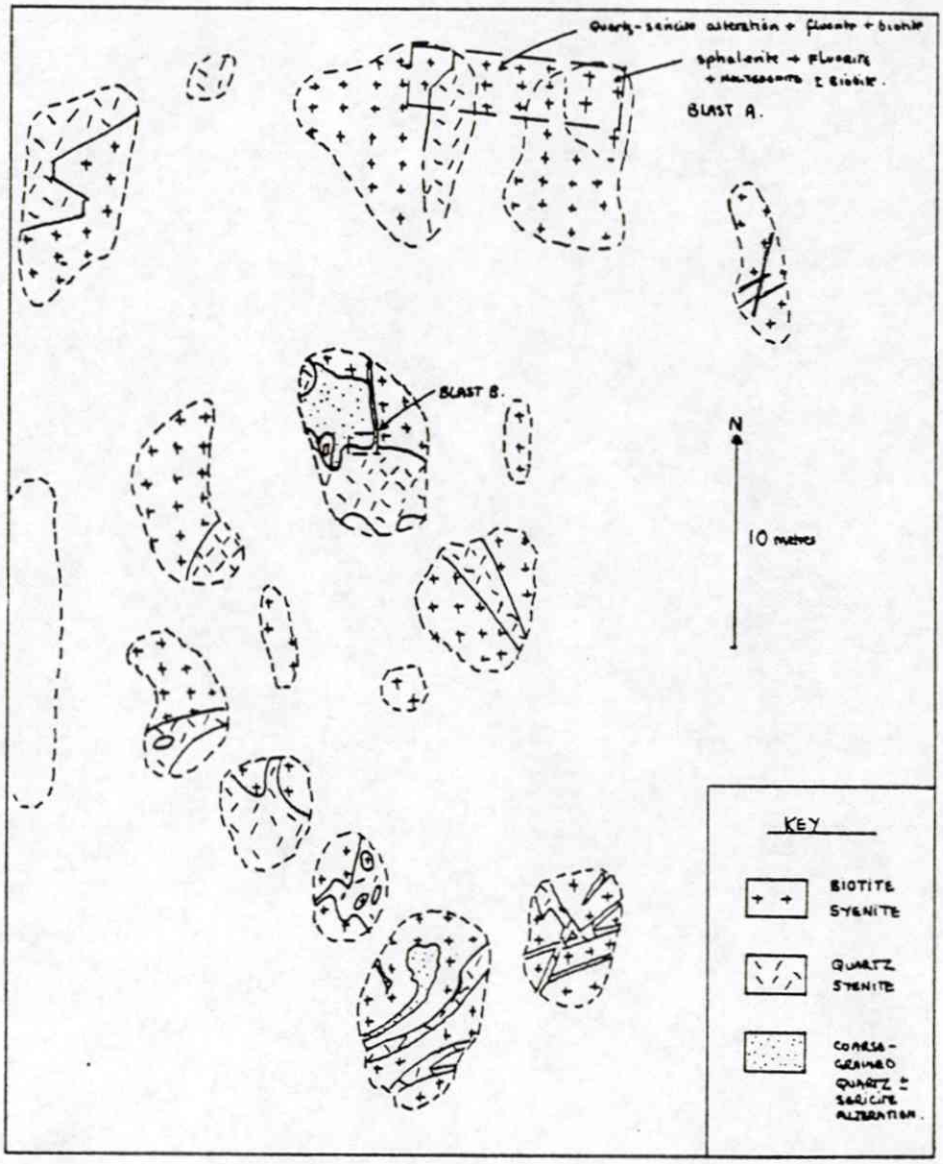


FIGURE 5: Sketch map illustrating the intrusive relationships displayed by the Quartz Syenite in the area to the southeast of its contacts with the Biotite Syenite (outcrop 90; see map 3). The Biotite Syenite is cut by an irregular, three-dimensional network of Quartz Syenite dykes and veins. Quartz Syenite intrusion is definately later than mineralisation.

4. INTRUSIVE RELATIONSHIPS

Exact geological boundaries between the different igneous units exposed in the Nordgardshøgda-Styggberget area are difficult to define on account of the complicated nature of the intrusive relationships which they exhibit. Two types of geological boundary are recognised in the mapping area (Map 1): Boundaries marking an exact or approximate intrusive contact between two rocktypes (for instance, the boundary between Quartz Syenite and Biotite Syenite in the southern part of Nordgardshøgda); and boundaries used to delimit areas in which a particular rocktype occurs (for instance, extrusive rocks in the Styggberget area). The latter are necessary where the intensity of Quartz Syenite veining is high.

Both the Biotite Syenite (to the southeast of Nordgardshøgda; Map 1) and the extrusive rocks (to the east of Nordgardshøgda) are intruded by apophyses of Quartz Syenite in an irregular, three-dimensional network of dykes and veins. In the case of the Biotite Syenite the intensity of Quartz Syenite veining decreases in a southeasterly direction, away from the contact (see Figures 5 and 8). In the case of the extrusive rocks, however, the relationships are more complicated, the intensity of Quartz Syenite veining increasing outwards from a central, relatively unaffected zone, through a zone in which the intensity of veining is high, into an outer zone in which "blocks" and "lenses" of extrusive rocks exist as xenoliths "within a sea of Quartz Syenite" (schematic cross-section; Figure 6). In both areas contacts to the Quartz Syenite apophyses may be observed, the thickness of apophyses being highly variable, ranging from less than 1 cm up to several metres. The Quartz Syenite seldom shows any signs of quenching towards these contacts, and the typical hypidiomorphic texture remains unaffected.

In the area to the southwest of Nordgardshøgda, xenoliths of both extrusive rocks and Biotite Syenite can be observed within Quartz Syenite (Figure 7). Xenoliths of extrusive rocks (up to 3 metres in dimension) have also been observed on the top of Nordgardshøgda (Map 1). In both areas these xenoliths probably represent roof pendents to the Quartz Syenite intrusion.

5. MINERALISATION AND ALTERATION

Mineralisation and alteration in the Nordgardshøgda-Styggberget area affect both the Biotite Syenite and the extrusive rocks in the southern and eastern parts of the area; together with xenoliths of these rocktypes within the Quartz Syenite (Map 2). The Quartz Syenite itself shows little or no signs of mineralisation or alteration, except within the contact zone where apophyses of the Quartz Syenite may contain minor amounts of pyrite and/or molybdenite. This pattern is well illustrated by the soil sample geochemical anomaly maps for both molybdenum and zinc (Map 2; overlay).

Mineralisation involves pyrite and molybdenite in both vein and disseminated form, together with local concentrations of black sphalerite and fluorite. The relationship between pyrite and molybdenite mineralisation is not certain. However, it is possible that some sort of zonation exists. Whereas pyrite veining is

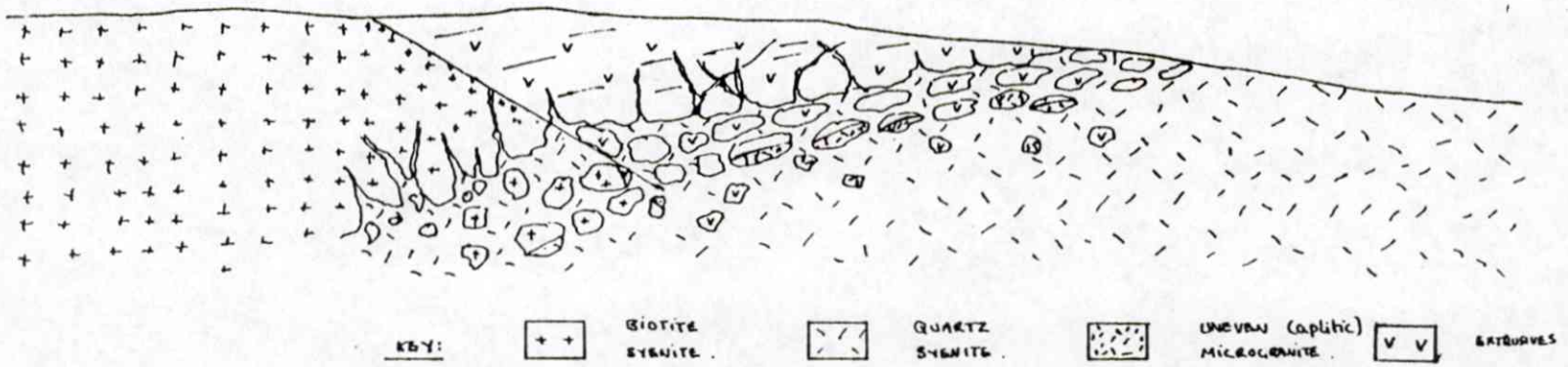


FIGURE 6: Schematic cross-section across Styggberget (E-E', Map 1), illustrating the complicated intrusive relationships displayed by the Quartz Syenite in that area (interpretation).

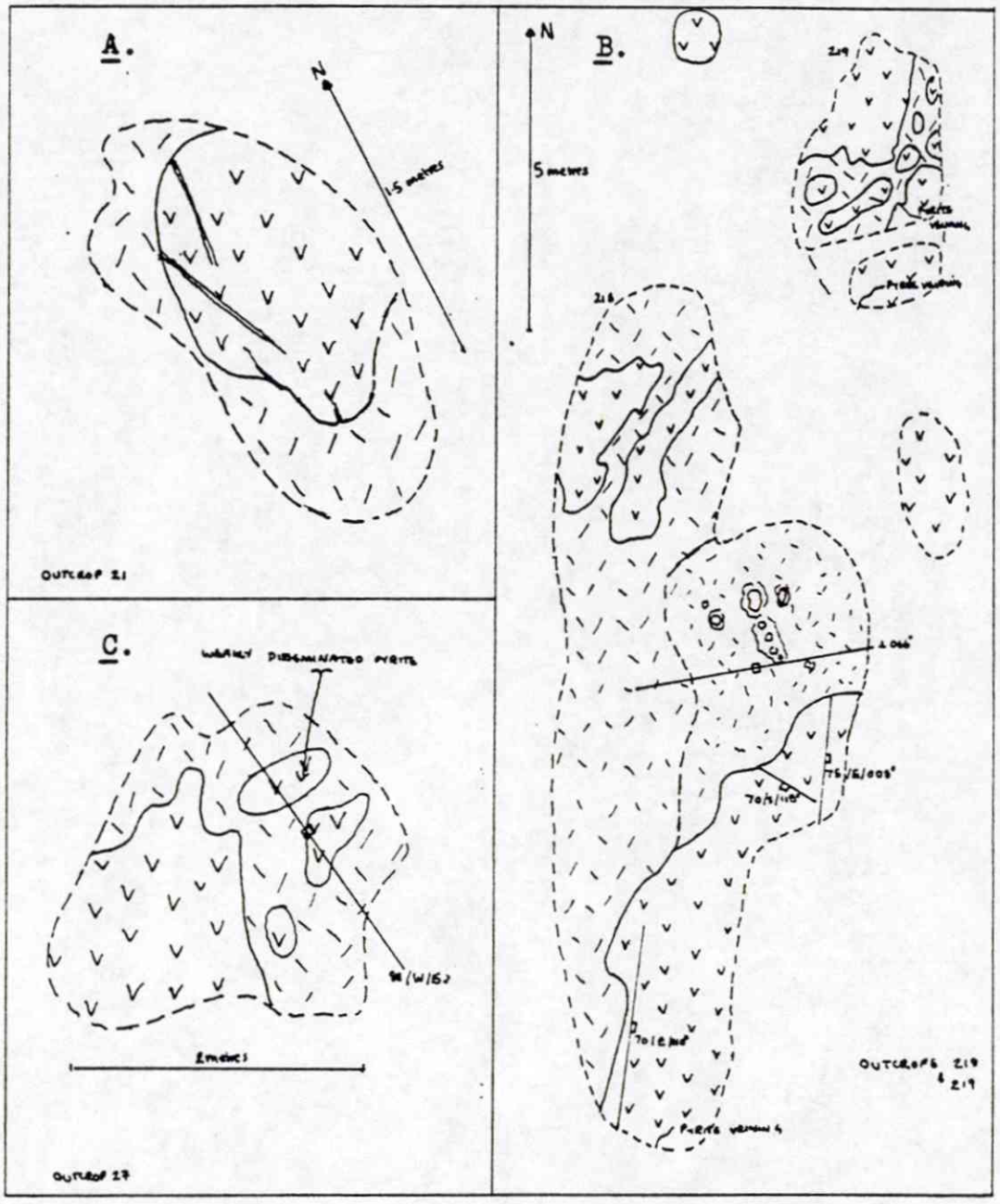


FIGURE 7: Sketch maps illustrating complicated intrusive relationships as displayed by the Quartz Syenite in the area to the southwest of Nordgardshøgda. Xenoliths of extrusive rocks within Quartz Syenite are interpreted as roof pendents to the Quartz Syenite intrusion. (Key is the same as for figure 6.)

apparent throughout most of the area, with the exception of the main body of Quartz Syenite (Map 2), molybdenite has only been observed within the Biotite Syenite in the southern part of the area, and within one or two apophyses of the Quartz Syenite to the southwest of Nordgardshøgda.

Pyrite and molybdenite may occur together within the same vein or separately. Pyrite is sometimes accompanied by quartz (and sericite). In comparison, molybdenite usually occurs along very fine veinlets, often accompanied by secondary biotite; but less commonly by quartz. No chalcopyrite has been identified within the area.

Both sphalerite and fluorite are found in association with the strongest alteration within the Biotite Syenite; although thin veinlets of fluorite + quartz have been observed within relatively unaltered Biotite Syenite. Sphalerite and fluorite may make up as much as 90 percent of the rock, the remainder being represented by molybdenite and biotite.

Alteration is marked by a patchy development of the mineral assemblage: quartz + sericite (± pyrite). Fine-grained quartz-sericite alteration affects both the Biotite Syenite, to the south of Nordgarshøgda, and the extrusive rocks in the highest levels of Styggberget. In addition, thin discontinuous veinlets (2 to 3 cm in width) of coarse-grained (1 to 2 mm average) quartz ± sericite ± pyrite have been observed within both rocktypes, both in association with the strongest quartz-sericite alteration and within relatively unaltered rocks. These veinlets are believed to represent fissure-infills as opposed to replacement of the country rocks during alteration; although they are almost certainly connected to the alteration process (section 6).

Secondary biotite has been observed in association with the strongest quartz-sericite alteration (within the Biotite Syenite) and along thin molybdenite veinlets (as mentioned above).

Finally, a number of thin, extremely fine-grained (? cryptocrystalline) quartz veins have been observed within the Quartz Syenite on top of Nordgardshøgda, and to a lesser extent within the extrusive rocks to the east of this area (Map 2). These veins have a prominent east-west trend (100) and, particularly on the top of Nordgardshogda, occur in sets of sub-parallel veins (from less than 1 mm up to 1 cm in thickness) with an average spacing between veins of 1 to 1·5 metres. A red colour is often imparted to these veins, presumably by hematite. However no mineralisation has been observed.

As stated above, the Quartz Syenite shows little or no signs of either mineralisation or alteration except in the vicinity of its contacts where apophyses of the Quartz Syenite may contain minor amounts of pyrite and/or molybdenite, usually in disseminated form. Occasionally, thin pyrite veins can be traced from these apophyses into the intruded rocks. However, cross-cutting relationships in which the Quartz Syenite cuts across the mineralisation are more common.

The Biotite Syenite is cut by a network of pyrite and molybdenite veins. The intensity of pyrite veining is variable; but is probably at its greatest at a distance of about 100 to 200

metres from its contacts with the Quartz Syenite, decreasing outwards from a central zone (Map 2). In comparison, molybdenite veining is more or less confined to the central area of the Biotite Syenite.

Both sphalerite and fluorite are found in association with the strongest quartz-sericite alteration within the Biotite Syenite (outcrop 90, Blast A; see Figure 5). Coarse-grained sphalerite may form as much as 60 or 80 percent of the rock, the remainder being made up mainly by medium to coarse-grained fluorite; together with molybdenite, and occasionally biotite. Secondary biotite also occurs in conjunction with quartz-sericite alteration. The latter principally affects the groundmass minerals within the Biotite Syenite, although plagioclase cores to alkali feldspar phenocrysts are often altered to epidote. However, with the most intense alteration, even the phenocrysts are altered, being replaced by a fine-grained agregate of quartz ± sericite ± biotite ± pyrite (± fluorite ± sphalerite ± molybdenite). The relationship between quartz-sericite alteration and fluorite-sphalerite mineralisation is not certain; but it is likely that some sort of zonation exists (on the scale of several metres).

The extrusive rocks in the Styggberget area show fairly extensive pyrite mineralisation, the intensity of veining increasing in a southward direction (Map 2). The intensity of veining also increases up the slope from east to west. No molybdenite has been observed within the extrusive rocks. Quartz-sericite alteration has been observed within the extrusive rocks in the highest levels of Styggberget, as well as within xenoliths of extrusive rocks within the Quartz Syenite to the southwest of Nordgardshøgda. No fluorite or sphalerite has been observed in relationship to this alteration.

5.1 Evidence relating to the timing of mineralisation and alteration in relationship to the igneous history of the Nordgardshøgda-Styggberget area.

It is important to ascertain whether mineralisation and alteration occurred prior to or as a result of the intrusion of the Quartz Syenite. The fact that the most intense mineralisation and alteration occur in the same areas as the strongest Quartz Syenite veining could be used to argue that mineralisation and alteration were a direct consequence of Quartz Syenite intrusion. Indeed, the presence of thin pyrite veins which can sometimes be traced from apophyses of the Quartz Syenite into the intruded rocks indicates that the Quartz Syenite was at least partially responsible for mineralisation. However, numerous cross-cutting relationships, in which the Quartz Syenite is demonstrably later than any mineralisation or alteration in the intruded rocks, indicate that the bulk of the mineralisation occurred prior to the intrusion of the Quartz Syenite. Only a weak mineralisation event can be attributed to Quartz Syenite intrusion.

It is also important to determine whether the mineralisation and alteration observed within the Biotite Syenite is cogenetic with similar mineralisation and alteration observed within the extrusive rocks, or the result of a separate event. Prior to blasting in the area, the answer to this question rested largely upon the solution to one problem: Namely, whether the quartz-sericite alteration and fluorite-sphalerite mineralisation

observed to the southeast of Nordgardshøgda (outcrop 90; Figure 5) occur as xenoliths within the Biotite Syenite, or as alteration affecting the latter. In the case of the former it would be necessary to invoke at least two separate episodes of mineralisation and alteration prior to Quartz Syenite intrusion. In the case of the latter, only one would be necessary. Blasting has since revealed without question that the observed alteration affects the Biotite Syenite. Thus only one episode of mineralisation needs to be considered. Indeed, there is reasonable continuity in type and extent of mineralisation and alteration across the area to suggest that the bulk of mineralisation and alteration was the result of a single episode, prior to the intrusion of the Quartz Syenite and postdating the intrusion of the Biotite Syenite.

6. DISCUSSION AND CONCLUSIONS

The Quartz Syenite intrusion is interpreted as a dome-shaped pluton, dipping at a shallow angle beneath both the extrusive rocks, to the east, and the Biotite Syenite, to the south (cross-sections A to D; Figure 8). The angle of dip of the contacts is difficult to estimate, but is believed to be of the order of 15 to 20 degrees at the level exposed. The angle probably increases with depth. Apophyses of the Quartz Syenite stem from this main pluton, cutting the extrusive rocks and Biotite Syenite in an irregular, three-dimensional network of dykes and veins (as described in section 4).

The Quartz Syenite intrusion cuts right across a pre-existing hydrothermal system in which pyrite and molybdenite mineralisation, together with a patchy development of quartz-sericite alteration, are prominent. This is now preserved as ghost remnants in between the Quartz Syenite apophyses. Within this "ghost" hydrothermal system, it is possible to envisage the presence of a series of roughly concentric zones. These are as follows: An outer zone in which only disseminated pyrite occurs; an intermediate zone in which pyrite veining is prominent; an inner zone in which quartz-sericite alteration is apparent; and a central, apical zone in which molybdenite occurs. Superimposed upon this proposed zonation are the affects attributable to Quartz Syenite intrusion. These involve a weak development of pyrite and molybdenite mineralisation, and very occasionally minor quartz-sericite alteration.

The Geological History of the rocks at present exposed in the Nordgardshøgda-Styggberget area can be divided into six separate events (Figure 9). These are as follows:

1. Extrusion of a series of rhyolites, presumably as a succession of lavas and/or ignimbrite flows, upon a sub-surface which is nowhere exposed.
2. Intrusion of the Biotite Syenite into the extrusive rocks.
3. Development of a hydrothermal system within both the Biotite Syenite and extrusive rocks, producing a series of roughly concentric mineralisation-alteration zones.
4. Intrusion of the Quartz Syenite pluton, accompanied by fracturing and brecciation of the wall-rocks (Biotite Syenite and extrusives) and development of a network of Quartz Syenite dykes and veins. A weak hydrothermal episode was related to this event.

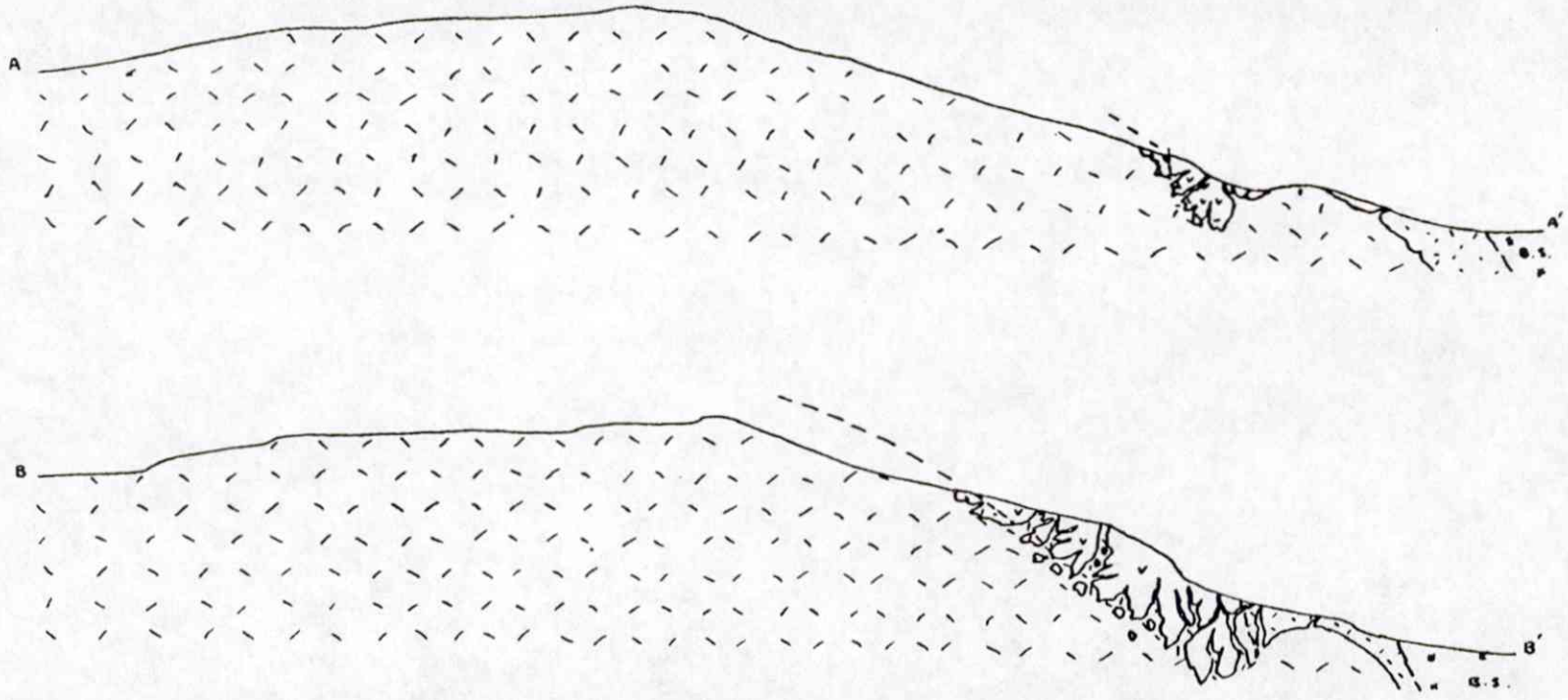
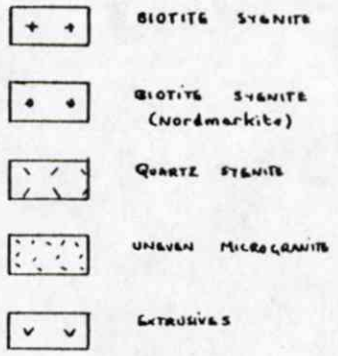


FIGURE 8: Cross-sections across the Nordgardshøgda-Styggberget area, illustrating the complicated intrusive relationships displayed by the rocks in that area. The Quartz Syenite intrusion is interpreted as a dome-shaped pluton, dipping at a shallow angle beneath the Biotite Syenite (to the south) and the extrusive rocks (to the east). Apophyses of Quartz Syenite stem from this main pluton, cutting the Biotite Syenite and extrusive rocks in an irregular, three-dimensional network of dykes and veins (see also Figure 6.).

KEY:



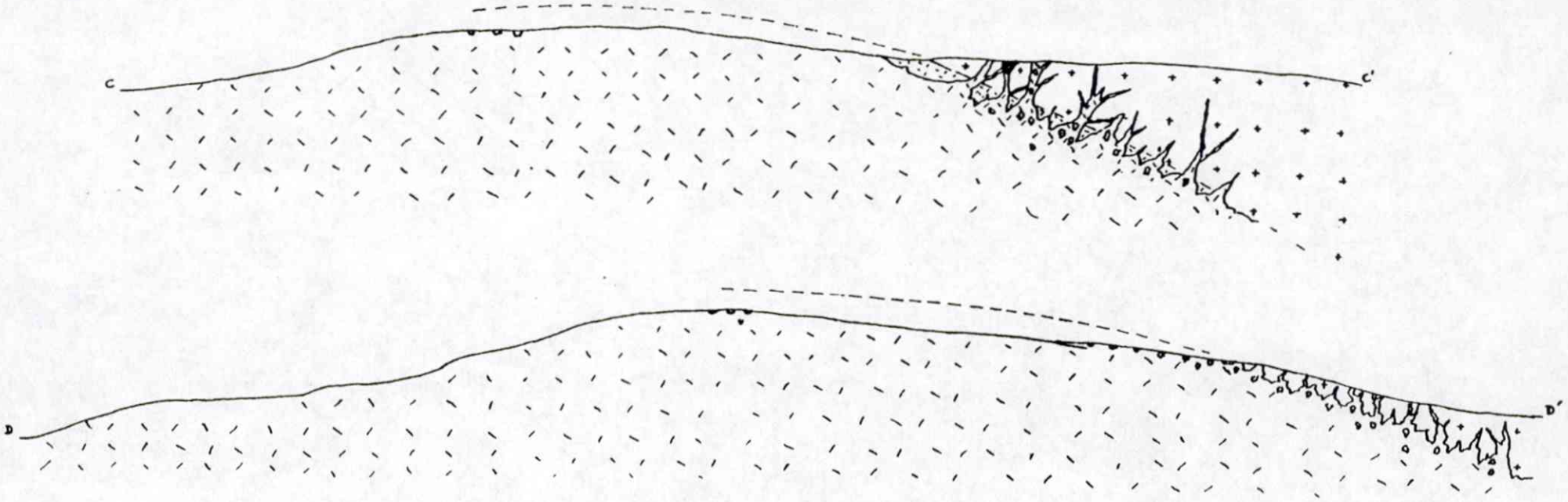


FIGURE 9 (continued):

5. Development of a series of sub-parallel, roughly east-west trending, cryptocrystalline quartz veins; mainly within the Quartz Syenite, but also within the extrusive rocks to the east of Nordgardshøgda.

6. Intrusion of the dolerite dyke phase.

Of these events, 5. and 6. are probably related to more regional events and will not be further discussed here. Extrusion of the rhyolites (1.) may well have been contemporaneous with similar activity in the Svartjern and Rustad areas; although it is difficult to make any connection between the three areas on the basis of outcrop alone. It is reasonable to assume that the distribution of extrusive rocks was at one time far more extensive than at present, and that volcanic activity in the three areas was connected; if not the product of a single source.

With respect to the other events it is difficult, from the evidence discussed in the previous sections, to make any assumptions concerning: (i) The duration of, and interval between, separate events; and (ii) the importance of tectonic control in producing the present relationships. No faults have been identified within the area, and any faults which may have been present prior to Quartz Syenite intrusion have either been destroyed (as a consequence of Quartz Syenite intrusion), or not as yet recognised. It is therefore difficult to form any conclusions concerning the mechanisms of intrusion of either the Biotite Syenite or the Quartz Syenite.

Having said that, the styles of intrusion exhibited by the Quartz Syenite and Biotite Syenite are quite different. Whereas the Quartz Syenite cuts its wall-rocks in a complicated system of dykes and veins, the Biotite Syenite shows a sharp contact with its wall-rocks (so far as can be ascertained in the field). This contrast in intrusive styles can only be attributed to different conditions of intrusion, the Quartz Syenite being the result of forceful intrusion; whereas the Biotite Syenite is evidently the result of more passive, or "permitted" intrusion.

It is not certain whether fracturing and brecciation of the wall-rocks which accompanied Quartz Syenite intrusion (event 4, above) preceded or postdated the intrusion of the main body of Quartz Syenite. In either case fracturing and dilation probably occurred largely in response to magmatic pressures; although initial failure may have been caused by a combination of magmatic and fluid pressures in the apical zone of the intrusion. In the first instance (i.e. fracturing preceded intrusion), it is likely that the pressure would have been provided by the force of the uprising magma. In the second case (fracturing postdated intrusion), the pressure would probably have arisen as a result of updoming of the magma chamber. Several factors point to this second possibility as being more likely. Firstly, the general form of the Quartz Syenite pluton suggests that some level of equilibrium was attained prior to fracturing of the wall-rocks. The pluton is dome-shaped and fairly homogeneous in terms of composition and texture. Secondly, the absence of quenching textures suggests that apophyses of the Quartz Syenite were intruded into relatively hot rocks, the heat-source being provided by the main body of Quartz Syenite magma. Fairly extensive recrystallisation of the extrusive rocks (as proposed in section 3.3) supports this conclusion. Thirdly,

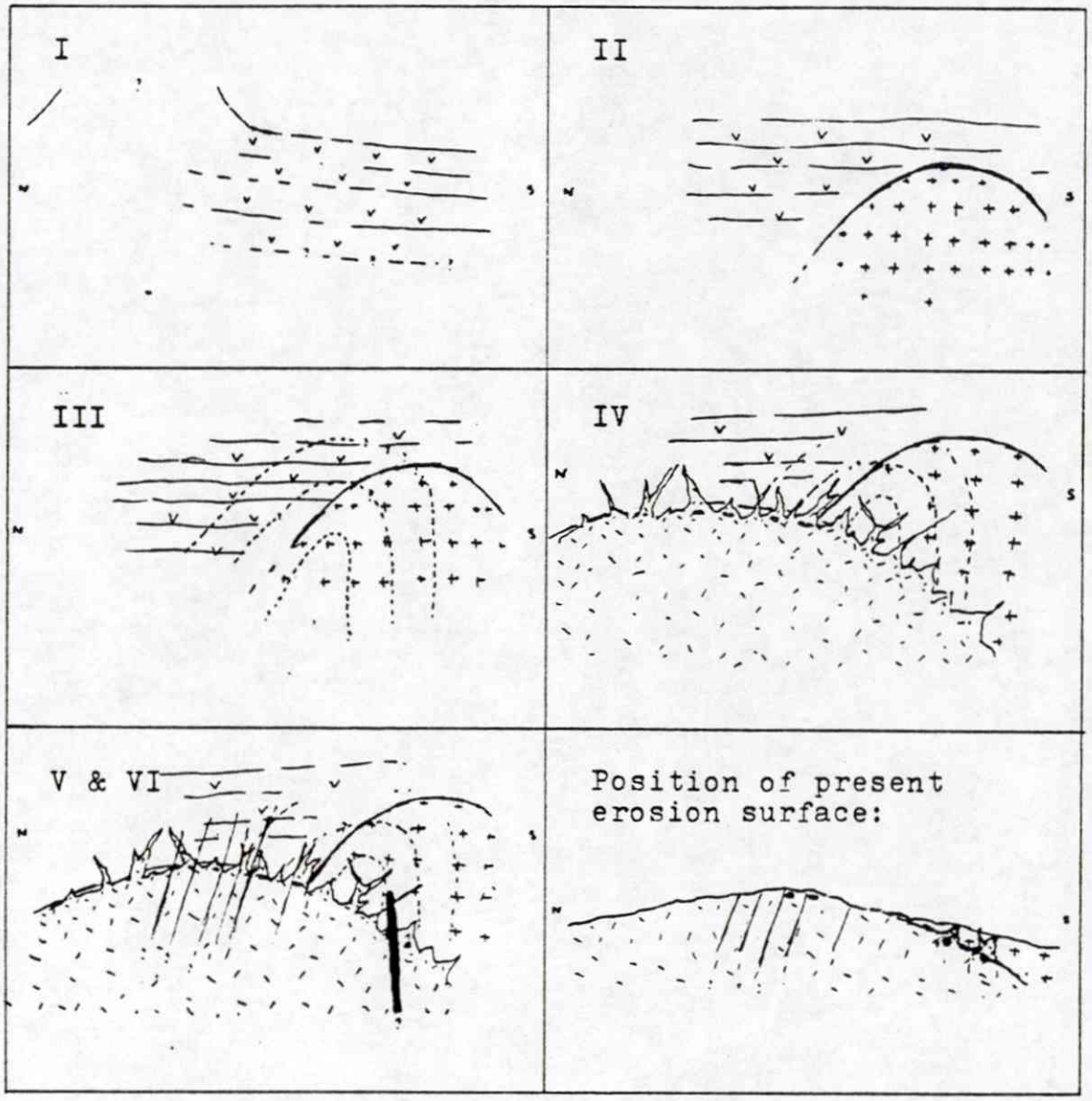


FIGURE 9: A series of diagrams to illustrate the sequence of events in the evolution of the Nordgardshøgda-Styggberget area, as proposed in section 6.
I. Extrusion of a series of rhyolites; II. Intrusion of the Biotite Syenite; III. Development of a hydrothermal system within both the Biotite Syenite and extrusive rocks; IV. Intrusion of the Quartz Syenite; V. Development of a series of E-W trending quartz veins; and VI. Dolerite dyke phase.

the fact that the so-called contact facies of the Quartz Syenite has apparently been re-intruded by apophyses of more typical Quartz Syenite (section 3.1) also supports this possibility.

Magmatic updoming could have arisen as a result of one or several processes (see for comparison the discussion on resurgent doming in Smith and Bailey; 1968), for instance: (i) Continuous uprise of magma and build-up of magma pressure, if the magma chamber was being fed from an extra-chamber source; (ii) convective overturn within the magma chamber; and (iii) re-attainment of magma-wallrock equilibrium subsequent to removal of magma from the chamber, either to a higher level within the crust, or to the surface. Of these processes, (i) is most likely to have been responsible for magmatic updoming in the Nordgardshøgda-Styggberget area. The affects of convection within a magma chamber are subject to conjecture; and there is no positive evidence that (iii) has occurred (assuming that fracturing and brecciation of the wall-rocks postdated updoming). It should be noted that updoming was probably on a much smaller scale than that which has been postulated in association with cauldron subsidence (1 to 2 km as opposed to 10 km in width; Smith and Bailey 1968).

The behaviour of volatiles during crystallisation is likely to have been important in the consolidation of both the Quartz Syenite and the Biotite Syenite, and may be used to explain certain irregularities in texture observed wiyhin these rocktypes. In particular, the irregular variation in grainsize observed within the contact facies of the Quartz Syenite (Uneven Microgranite; section 3.1) is most easily explained as a function of volatile concentration in the melt during consolidation. The fine-grained, aplitic texture, characteristic of this rocktype, was probably produced as a consequence of removal or starvation from the melt of the more fugitive components (such as H_2O, CO_2, and F), from that portion of the melt. Whereas, the coarse-grained, pegmatitic segregations of quartz ($\pm$ feldspar) observed within this rocktype are almost certainly a result of concentration of these components within the residual melt. Similarly, the variations in texture, in particular groundmass grainsize, which have been observed within the Biotite Syenite (section 3.2) could be explained as a consequence of outgassing of volatiles during consolidation, thus increasing the relative position of the solidus and producing rapid crystallisation (quenching). Although quenching could simply be the result of cooling in the vicinity of its contacts with the extrusive rocks.

The Quartz Syenite in the Nordgardshøgda-Styggberget area is distinguished from the Brennhaugen and Hegga Granites largely on the basis of texture (Trønnes 1980; C.D.Wellings 1980); the hypidiomorphic granular texture of the former distinguishing it from the xenomorphic granular texture of the latter (terminology after Hatch, Wells and Wells; 1972). In terms of mineralogical composition, however, the rocks are very similar; although on average the Brennhaugen and Hegga Granites probably contain a higher proportion of modal quartz (20 to 30 percent as opposed to 10 to 15 percent). The difference in texture between the two rocktypes is believed largely to be a reflection of different crystallisation histories. Whereas quartz and feldspar crystallise together for much of the crystallisation history of the Granite, quartz was restricted to late crystallisation in the Quartz Syenite, thus filling the interstices between alkali feldspar grains.

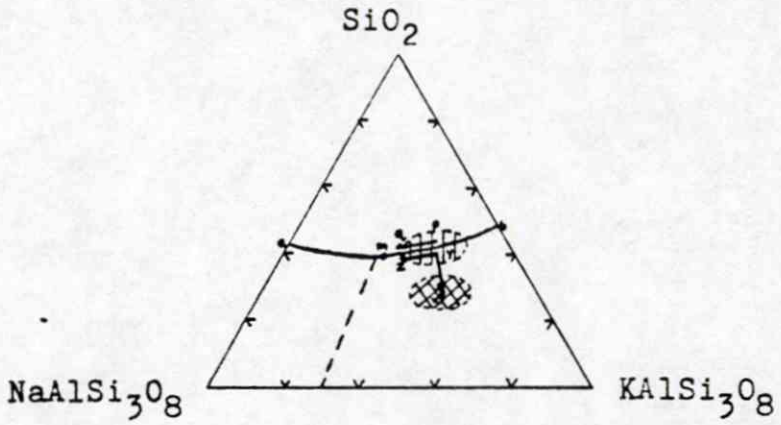


FIGURE 10: Affects of different initial composition upon crystallisation within the system $NaAlSi_3O_8$-$KAlSi_3O_8$-SiO_2 under conditions of constant pressure (P-lithostatic and P-fluid): Initial field of Granite composition lined; Quartz Syenite field cross-hatched. Paths of crystallisation are marked p-q and x-y-z respectively. Line a-b is the cotectic fractionation curve, and m is the isobaric minimum. (diagram drawn for the condition P H_2O = 1 kbar; after Carmichael, Turner and Verhoogen 1974)

The crystallisation of both the Granite and the Quartz Syenite may be considered in terms of phase relationships within the ternary system $NaAlSi_3O_8$-$KAlSi_3O_8$-SiO_2, taking into account variations in both temperature and pressure (P-lithostatic and P-fluid; Figure 10). The difference in crystallisation paths between the two rocktypes could simply be a result of different initial compositions, the initial composition of the Granite falling close to the cotectic fractionation curve for the prevailent conditions of temperature and pressure under which it crystallised (line a-b, Figure 10); and that of the Quartz Syenite falling awa from the line (making the rather simplistic assumption that the conditions of crystallisation were the same). Alternatively, the different crystallisation paths could be a reflection of certain conditions of crystallisation which were prevailent during the crystallisation of the Granite, but not during that of the Quartz Syenite (Figure 11). The most likely condition to fit this role is the fluid pressure, where P-fluid = p H_2O ± p CO_2 ± p F ; the affect of a high fluid pressure being to shift the position of the isobaric minimum (m, Figure 11A) away from the SiO_2-apex and to increase the field of quartz crystallisation (Figure 11B). Thus the Granite could have crystallised under conditions of higher fluid pressure than the Quartz Syenite, indicating a tendency towards increase in fluid pressure during evolution of the granite system. In reality, of course, it is unlikely that either the initial compositions or the conditions under which they crystallised would have been the same; so that, in nature, a compromise between these two alternatives could be envisaged.

As stated in section 3.1, the ferromagnesian mineral content of the Quartz Syenite is usually low (less than 1 percent,. This presumably reflects the fact that the magma from which the Quartz Syenite crystallised was deficient in certain components,

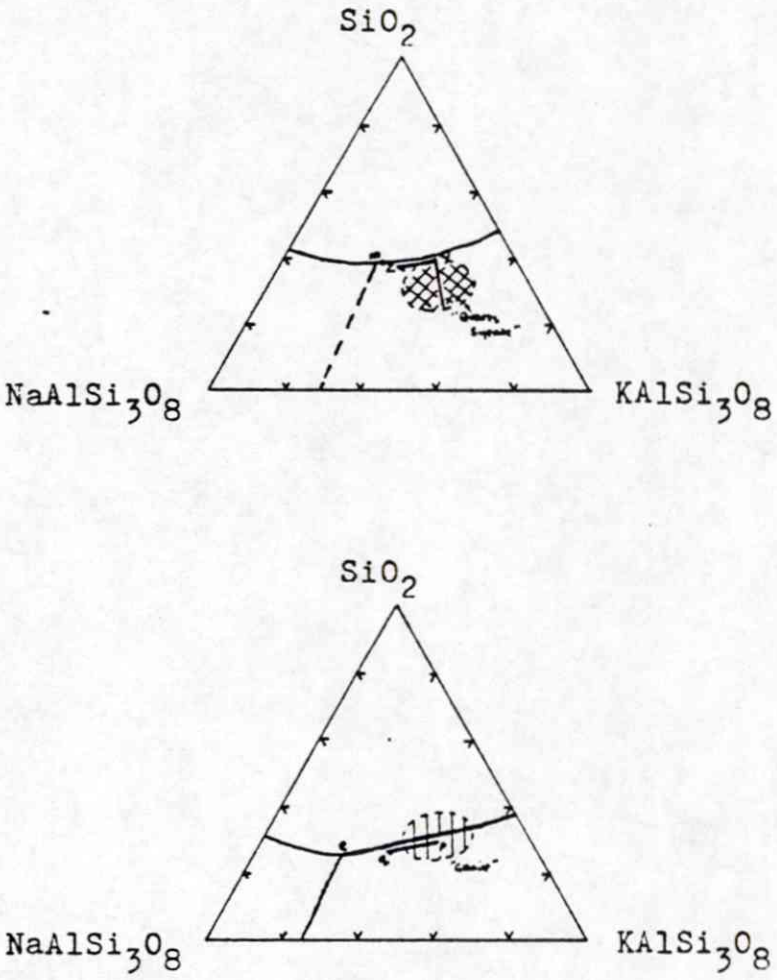


FIGURE 11: Affects of different conditions of fluid pressure upon crystallisation within the system $NaAlSi_3O_8$-$KAlSi_3O_8$-SiO_2 for two values of P-fluid (P H_2O in this case), assuming that the compositional fields for Granite and Quartz Syenite overlap: A. P H_2O = 1 kbar; B. P H_2O = 5 kbar. m is the isobaric minimum; and e is the ternary eutectic. (after Carmichael, Turner and Verhoogen; 1974).

in particular Mg and Fe; and possibly OH as well. Locally, however, apophyses of the Quartz Syenite may show somewhat higher contents of ferromagnesian minerals (up to 5 percent), in particular biotite. A local increase in ferromagnesian mineral content may be explained by: (i) Local inhomogeneity in composition within the original melt; or (ii) contamination of the magma as a result of interaction with the wall-rocks, in particular Biotite Syenite. In view of the fact that local increase in ferromagnesian mineral content of the Quartz Syenite has only been observed where the latter comes into contact with the Biotite Syenite, the second possibility is thought to be more likely.

Finally, the widespread variation in quartz content observed within the Quartz Syenite (from less than 5 percent to greater than 20 percent; section 3.1) could be explained as a result of: (i) Inhomogeneity in composition within the original melt; and/or (ii) variation in the conditions of crystallisation (such as fluid pressure) within the intrusive body. An abnormally high quartz content within a number of the apophyses of the Quartz Syenite could be a result of accumulation and injection of a volatile-enriched, acid residual melt within these veins (as suggested by Trønnes; 1980).

It has already been established (section 5.1) that the bulk of mineralisation and alteration in the Nordgarshøgda-Styggberget area occurred as a result of a single episode, prior to the intrusion of the Quartz Syenite, but postdating the intrusion of the Biotite Syenite. Superimposed upon this are the affects of a weak hydrothermal episode related to the intrusion of the Quartz Syenite.

Mineralisation and alteration within the Biotite Syenite and extrusive rocks are evidently the product of a hydrothermal system within the crust. It is not certain, however, from where the hydrothermal fluids responsible for alteration were derived. It would appear from the field evidence that the intrusion of the Quartz Syenite itself was not responsible for mineralisation and alteration. The possibility exists, however, that the hydrothermal fluids which were responsible for mineralisation and alteration were derived from the Quartz Syenite magma, prior to its intrusion within the present level of the crust. Although, it is also possible that the fluids were of connate origin and that the presence of a body of magma at depth provided the necessary energy to promote circulation of hydrothermal fluids and concomitant precipitation of sulphide minerals.

Expanding this argument a little, it is tentatively suggested that the presence of a body of Quartz Syenite magma at depth, prior to its intrusion within the present level of the crust, could have produced the necessary temperature gradients, given the presence of circulating fluids, to develop a series of concentric mineralisation-alteration zones (as proposed at the beginning of this section; see Figure 9). Subsequent intrusion of the Quartz Syenite to its present level within the crust, accompanied by fracturing, brecciation and intrusion of the wall-rocks could have destroyed the record of a large part of this system, preserving the remainder as "ghost" remnants in between the Quartz Syenite apophyses; and at the same time producing a weak hydrothermal overprint.

The nature of the hydrothermal fluids responsible for mineralisation and alteration, i.e. whether of magmatic or connate origin, is not essential to this interpretation. Although, it is far more likely, bearing in mind the relationships observed in other areas (such as Glasberget and Nordliskampen) and a general tendency towards molybdenite enrichment in the region as a whole, that the fluids were of magmatic origin.

In summary, the Geological History of the rocks exposed in the Nordgardshøgda-Styggberget area can be divided into six separate events:

1. Extrusion of a series of rhyolites, presumably as a succession of lavas and/or ignimbrite flows, upon a sub-surface which is nowhere exposed.

2. Passive intrusion of the Biotite Syenite into the extrusive rocks.

3. Development of a hydrothermal system within both the Biotite Syenite and extrusive rocks, producing a series of roughly concentric mineralisation-alteration zones:
(i) An outer zone in which only disseminated pyrite occurs;
(ii) an intermediate zone in which pyrite veining is prominent;
(iii) an inner zone in which pyrite mineralisation is accompanied by a patchy development of quartz-sericite alteration; and (iv) a central, apical zone in which pyrite mineralisation and quartz-sericite alteration are accompanied by molybdenite (and fluorite-sphalerite) mineralisation.

4. Intrusion of the Quartz Syenite pluton, accompanied by magmatic updoming and build-up of magma pressure causing fracturing and brecciation of the wall-rocks and the development of a three-dimensional network or Quartz Syenite dykes and veins. A weak hydrothermal episode was related to this event.

5. Development of a series of sub-parallel, roughly east-west trending, cryptocrystalline quartz veins; mainly within the Quartz Syenite, but also within the extrusive rocks to the east of Nordgardshøgda.

6. Intrusion of the dolerite dyke phase.

---

7. Proposals for further study

Over one hundred and fifty samples were collected from the mapping area during the summer. Nearly half of these were obtained from blast-sites within the area, fifty of them from one outcrop alone.

Research to be carried out this year falls into the following categories:

(I) Geochemical Studies: Determination of the whole-rock chemistries of the principal rocktypes using Induction Coupled Plasma spectrometry (ICP), and X-ray fluorescence analysis (XRF).

(II) Petrographic Studies: Detailed study of the principal rocktypes in thin section; and geochemical determination of the principal mineral phases with the aid of Electron Probe Micro-analysis (EPMA).

(III) A Study of fluid inclusions within quartz, sphalerite and fluorite using methods developed at Imperial College, London.

---

8. References

1. HATCH, F.H., WELLS, A.K., & WELLS, M.K. (1972): Petrology of the igneous rocks, Textbook of petrology/volume one; Thirteenth edition.

2. CARMICHAEL, I.S.E., TURNER, F.J., & VERHOOGEN, J. (1974): Igneous Petrology; McGraw-Hill International series in Earth and Planetary Sciences.

3. SMITH, R.L., & BAILEY, R.A. (1968): Resurgent Cauldrons; Mem. geol. soc. Am., 116, pp 613-662.

4. TRØNNES, R. (1980): Bergartstyper, Intrusjonsforhold og hydrotermale omvandlinger og mineraliseringer, Rustad-Øyangen omradet, Hurdal; Rapport til Prospekteringsavdelingen, Norsk Hydro A/S.

5. WELLINGS, C.D. (1980): Field Report; submitted to Prospekteringsavdelingen, Norsk Hydro A/S.

MAP I

GEOLOGICAL MAP OF THE NORDGARDSHØGDA – STYGGBERGET AREA.

(SCALE 1 : 5,000)

- QUARTZ SYENITE
- BIOTITE SYENITE
- EXTRUSIVE ROCKS
- UNEVEN MICROGRANITE
- QUARTZ PORPHYRITIC MICROGRANITE
- GRANITE EKERITE)
- BIOTITE SYENITE (NORDMARKITE)

— — Exact or approximate geological boundary.

– – – Boundary delimiting area in which a particular rocktype occurs.

—— Lines of cross-sections (A-A'; B-B' etc.)



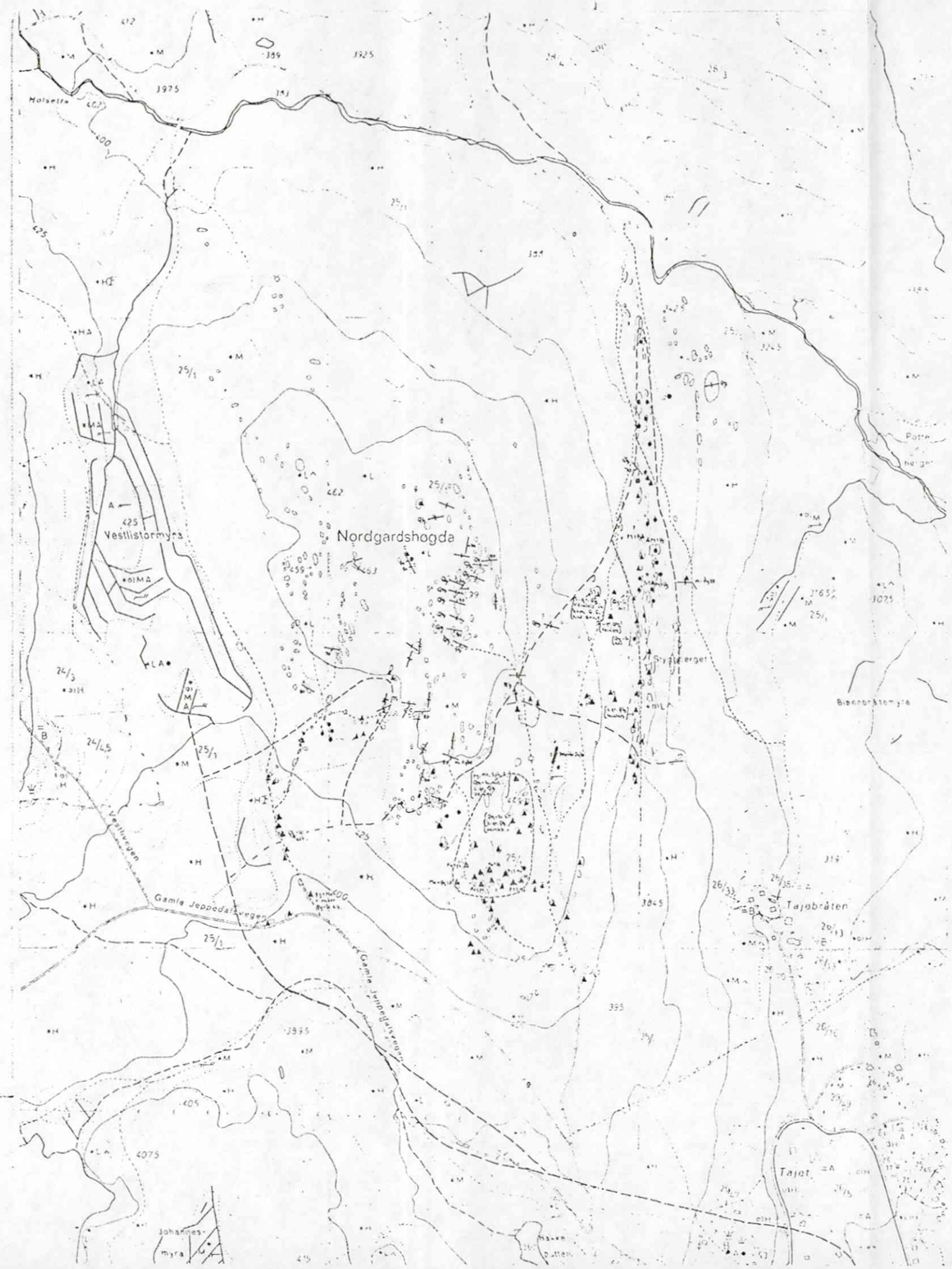
MAP 2

GEOLOGICAL MAP OF THE NORDGARDSHØGDA – STYGGBERGET AREA.

(SCALE 1 : 5,000)

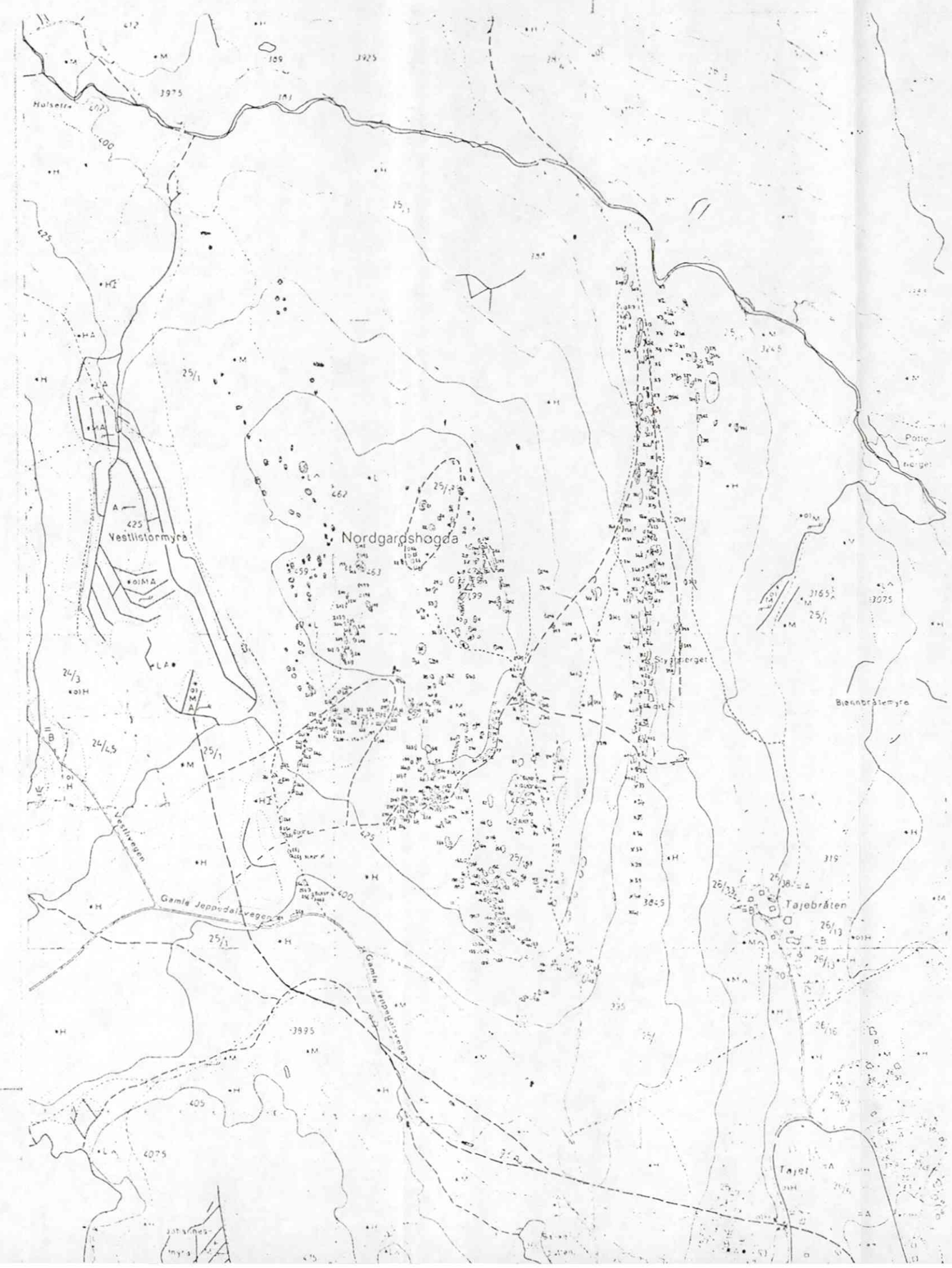
MINERALISATION AND ALTERATION

- Quartz veining
- Joint – no apparent mineralisation
- Pyrite – disseminated
- – in vein form
- Molybdenite
- proposed contour.



MAP 3

MAP OF LOCALITIES



- QUARTZ SYENITE
- BIOTITE SYENITE
- EXTRUSIVE ROCKS
- UNEVEN MICROGRANITE
- QUARTZ PORPHYRITIC MICROGRANITE
- GRANITE EKERITE)
- BIOTITE SYENITE (NORDMARKITE)

126/01/02

1245/81

Tore Vråstad.

FELTRAPPORT FRA SVARTTJERNOMRÅDET - HURDAL/GRAN KOMMUNE. 1981.

Inger Spangsberg Jensen

INDLEDNING:

I perioden 15-7 til 1-8 foretoges geologisk kortlægning og sporledning (skala: 1:10.000) i ekstrusivfeltet nord for Øyangen. Et ca. 1 km^2 stort område omkring Svarttjern er blevet detajlkortlagt i skala 1:5000.

TIDLIGERE ARBEJDER:

1) M.Martinsen, O.Olesen, R.Trønnes, 1979: "Feltarbeidsrapport fra geologisk kartlegging i Rustad-Øyangen-området."
2) E.Rasmussen, 1980: "Feltarbeidsrapport fra suprakrustalfeltet nord for Øyangen, Hurdal og Gran kommune."

UNDERSØGELSENS FORMÅL:

Formålet med at foretage yderligere undersøgelser i området var, at få et mere detaljeret billede af omdannelserne nord for Svarttjern samt at eftersøge hele ekstrusivfeltet for omdannelser og mineraliseringer.

OMDANNELSER VED SVARTTJERN:

Omdannelserne ved Svarttjern "sidder i" en feldspatignimbrit. Den friske bjergart består af ca. 35% kødrøde feldspatfænokryster (1-3 mm). Formen er overvejende tabulær og flere steder ses parallel orientering af fænokrysterne. Ca. 30% af bjergarten udgøres af koksgrå, afanitiske fragmenter - op til 1 cm store. Flere steder er disse "fiammeformede". Fragmenterne ses bedst på en fugtig , frisk brudflade, da deres farve og konsistens er meget lig grundmassens.

Nogle steder har feldspat-ignimbritten en rødlig violet farve. Forskellen fra den grå udgave er tilsyneladende kun farven på fragmenterne og grundmassen.

Omdannet feldspat-ignimbrit:

På kortet side 3 er omdannelserne delt op i tre typer:

Sericit-omdannelse:

Ændringerne fra den friske bjergart er følgende:

a) Feldspatfænokrysterne er hvide, men formodentlig ikke sericit-omdannede, da de dels er for hårde og da de desuden flere steder viser tydelig feldspat-spaltelighed. Moefologisk og mængdemæssigt adskiller feldspatfænokrysterne sig ikke fra de i den friske bjergart.

b) Matrix er lys stålgrå og splintrende med dissimineret pyrit. Pyrit findes også sprækkebundet - stedvist sammen med blyglans. Kun få steder ses omrids af fragmenter. Hårtynde, tætte og uregelmæssige kvarts-årer ses stedvist.

"Sort omdannelse":

Forskellen fra sericit-omdannelsen er, at de hvide feldspatfænokryster er mindre - både i antal og størrelse - og har et lidt diffust omrids. Matrix er koksgrå-sort og stedvist nærmest "flintagtig". Indholdet af dissimineret pyrit er skønsmæssigt lidt højere.

"Lettere" omdannelse:

Betegnelsen er brugt på lokaliteter, hvor bjergarten er afbleget og/eller lettere leromdannet.

Omdannelsernes orientering:

Blotningsgraden på Svarttjernshaugen er meget ringe og et skøn over forløbet af omdannelserne er derfor behæftet med stor usikkerhed. Rent lokalt kunne blotningsmønstret antyde et ØSØ-ligt forløb.
En anden mulighed er, at omdannelserne ikke forløber langs vrldefinerede retninger, men dækker et mere

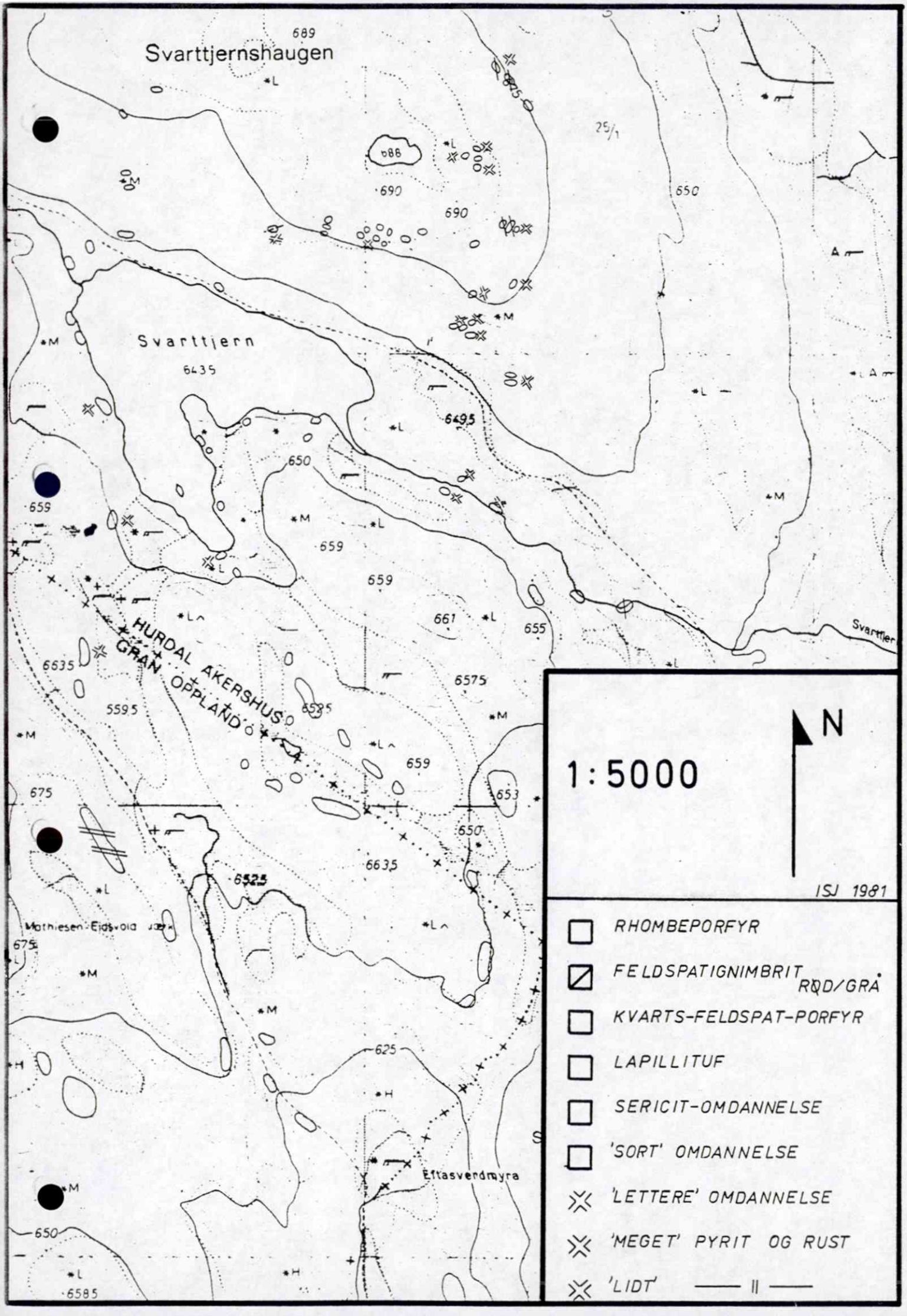
uregelmæssigt område.
Kun på den sydligste lokalitet med omdannelser (se kortet s. 3) var det muligt at måle orienteringen. De to - ca. ½m brede - sericit-zoner har et Ø-V-ligt forløb.

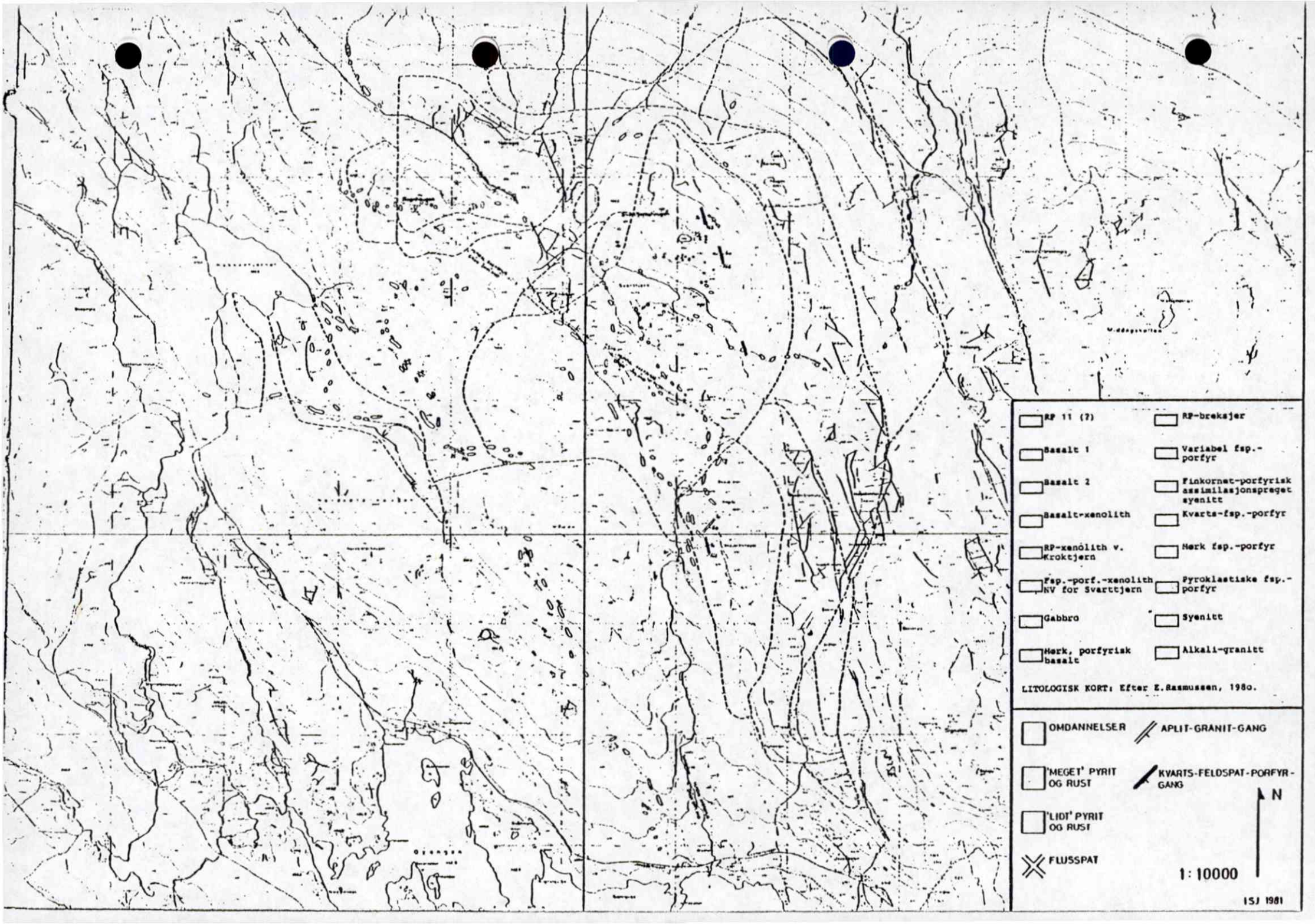
Mulige kilder til omdannelserne:

Kvarts-feldspat-porfyr:

Bjergarten består af ca. 40% fænokryster i en grå, afanitisk grundmasse. Fænokrysterne udgøres af kvarts (15%) og feldspat (25%). Kvartskornene er euhedrale equidimensionale og med en kornstørrelse på 1-2 mm. Feldspatkornene er kødrøde, euhedrale og med en kornstørrelse på 1-5 mm.
I grundmassen ses flydestrukturer som refrakteres af fænokrysterne. Flydestrukturerne er specielt tydelige i den nordligste blotning - nær kontakten til feldspat-ignimbritten.
Kvarts-feldspat-porfyren har form som en 4-5 m bred, stejltstående gang.

Tilstedeværelsen af kvartsfænokryster antyder, at en ikke ubetydelig mængde volatiler har været associeret med bjergartens dannelse.
Der er ikke observeret omdannelser i kvarts-feldspat-porfyren, hvilket støtter en antagelse om kvarts-feldspat-porfyren som kilde til omdannelserne.
På den anden side er der heller ikke observeret kontakt mellem feldspat-ignimbrit og uomdannet kvarts-feldspat-porfyr.


Svarttjernshaugen
689
Svarttjern
6435
690
650
659
661
655
6635
6575
5595
6525
653
625
6585
HURDAL AKERSHUS
GRAN OPPLAND
Mathiesen Eidsvold
Eftasverdmyra
1:5000
N
ISJ 1981
RHOMBEPORFYR
FELDSPATIGNIMBRIT RØD/GRÅ
KVARTS-FELDSPAT-PORFYR
LAPILLITUF
SERICIT-OMDANNELSE
'SORT' OMDANNELSE
'LETTERE' OMDANNELSE
'MEGET' PYRIT OG RUST
'LIDT'


RP 11 (?)
RP-breksjer
Basalt 1
Variabel fsp.-porfyr
Basalt 2
Finkornet-porfyrisk assimilasjonspreget syenitt
Basalt-xenolith
Kvarts-fsp.-porfyr
RP-xenolith v. Kroktjern
Mørk fsp.-porfyr
Fsp.-porf.-xenolith NV for Svarttjern
Pyroklastiske fsp.-porfyr
Gabbro
Syenitt
Mørk, porfyrisk basalt
Alkali-granitt
LITOLOGISK KORT: Efter E.Rasmussen, 1980.
OMDANNELSER
APLIT-GRANIT-GANG
'MEGET' PYRIT OG RUST
KVARTS-FELDSPAT-PORFYR-GANG
'LIDT' PYRIT OG RUST
FLUSSPAT
N
1:10000
ISJ 1981

Norsk Hydro

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

1310/52
132/00/03

X Rapport	☐ Notat	☐ Referat	☐ PM	Polydoc nr. (NR)	Arkivnr. (BI)
Rapport nr.		Eksemplar nr. 2		Antall sider (BI) 9	Arkivsted (BI)

Sirkulasjon

Fordeling
1. T.Vrålstad
2. V.Aggerholm
3. H.Elstad
4. Prosp.arkiv
5. " " etter sirk.
6. Rød kopi
7. grønn kopi

Tittel (TI)

Magnetiske og elektromagnetiske målinger, Rustad.

Divisjon: T & F

Avdeling/seksjon: Prospektering

Dato (BI): 08.02.82

Forfattet av (FO): Harald Elstad

Ref.: HE

Godkjent av

Vedr. ordrenr. (FA)

Sted/land (FA): Oslofeltet

Emneord (EO)

Geofysikk

Elektromagnetiske målinger

Magnetiske målinger

Resymé/konklusjon (RE)

Målingene kom i stand for å få undersøkt om det var mulig ved hjelp av geofysikk å finne opprinnelses-stedet til en ansamling blokker med kvartsserisittomvandling, som ligger like syd for Hegga, ca. 1.5 km vest for Sandsnesseter.

Indikasjoner som fremkom kan tyde på at blokkene kommer fra et sted med både magnetiske og elektromagnetiske indikasjone i den umiddelbare nærhet.

Det ble også forsøkt å bestemme overdekketykkelsen ved hjelp av elektriske dybdesonderinger, men dette viste seg vanskelig.

Anbefaling, videre arbeid

Det foreslås at det blir foretatt røsking med gravemaskin på steder som foreslått i bilag 3.

[N] HK 9.79 1000 WK 91090

INNHOLD

	Side
Innledning	2
Målemetoder	3
Målingenes utførelse	3
Resultater fra målingene	5
Konklusjon	8
Anbefalinger	9

BILAG

1	Oversiktskart	M 1:50.000
2	Magnetisk isolinjekart med VLF indikasjoner	M 1:5.000
3	Magnetisk susceptibilitetskart	M 1:5.000

INNLEDNING

Foranledningen til de utførte målingene var et tidligere funn av en ansamling med blokker med kvartsserisittomvandling. En stor del blokker inneholder også pyritt og MoS_2.

Det var derfor av interesse å se om det var mulig ved hjelp av geofysikk å få indikasjoner på om blokkene skriver seg fra stedet, eller om de er transportert annetsted fra.

Det aktuelle området er totalt uten sikre blotninger.

Områdets beliggenhet er mellom Hegga og Skjennumshaugen, ca. 1.5 km vest for Sandsnesseter, Nannestad kommune, Akershus.

Kartblad: Hegga CQ 055 - 5 - 3 (økonomisk kartverk)

MÅLEMETODER

De magnetiske målingene ble utført med et protonmagnetometer av type UniMag 836 som måler det totale magnetfeltet med en nøyaktighet på 10 gamma.

Susceptibilitetsmålingene ble utført med et instrument av type Susceptibility-meter JH 8, produsert av Geoinstruments ky, Finnland.

Til de elektromagnetiske målingene ble brukt et VLF - instrument av S. Paulsen type.
Til måling i profilretningen ble brukt sender NAA, retning ca. 200^{g}, og til måling i øst-vestlig retning ble brukt sender JXZ, retning ca. 30^{g}.

MÅLINGENES UTFØRELSE

De magnetiske og elektromagnetiske målinger ble utført parallellt i profiler med 50 - 100 meters innbyrdes avstand. I alt ble det målt 10 profiler med en samlet lengde på ca. 15 km. Målepunktavstanden var for VLF ca. 25 meter, med tettere avstand når dette var nødvendig. Det magnetiske totalfeltet ble for det meste målt med en punktavstand på 12.5 meter.

Avstanden mellom punktene ble målt med målesnor, og profilene ble utgått med kompass, uten nedsetting av stikker.

I tillegg til profilmålingene ble det målt med magnetometer langs samtlige stier og veier i området. Delvis ble dette gjort også med VLF.

Susceptibilitetsmålinger ble utført på et utvalgt antall blokker i området for å få en oversikt over variasjoner i de magnetiske egenskaper hos de forskjellige bergartstyper. I tillegg ble det målt på blotninger der slike finnes.

Målingene ble utført i tidsrommet juli - september 1981 av Harald Elstad, Per Abildgaard og Lars Kiergaard.

Antall målinger med mag.:		ca. 1600
" " "	VLF :	ca. 600
" " "	susc.:	ca. 150

Antall medgåtte dagsverk: 15

I tillegg til de nevnte målingene er det også utført elektriske motstandsmålinger i betydelig omfang. For nærmere detaljer ang. disse henvises til:

" Rapport over geo- elektriske sonderinger fra Glasbergs-, Nordli- og Heggaområdet sommeren 1981 "

av Per Abildgaard, Laboratoriet for Anvendt Geofysikk Aarhus Universitet.

Resultatet i Per Abildgaards rapport er et medvirkende grunnlag for konklusjonen i denne rapport.

RESULTATER FRA MÅLINGENE

Resultatet fra de magnetiske målingene er vist som magnetisk isolinje kart i bilag 2. Dette kart viser også de elektromagnetiske anomalier fremkommet ved VLF - målingene.
Resultatet av susceptibilitetsmålingene finnes på et eget kart - bilag 3.

De Magnetiske målingene

Som det går frem av bilag 2 er det totale magnetfeltet høyest i den nordlige del av måleområdet. Dette skyldes at vi lengst i nord har en grovkornet syenitt med forholdsvis stort innhold av magnetitt (kfr. bilag 3) En regional magnetisk gradient er sannsynligvis også tilstede, men det er ikke funnet noen grunn til å korrigere for denne, da den ikke vil ha noen betydning for tolkningen av målingene.

I den sentrale del av feltet har vi en tydelig lavmagnetisk anomali som stryker i øst-vestlig retning. Det er verdt å merke seg at den tidligere omtalte blokkansamling ligger i, eller nært inntil dette lavmagnetiske området.

I den sydlige del av måleområdet er det også indikasjoner på en lavanomali som muligens kan ha sammenheng med med den først omtalte. Målingene kan tyde på at anomalienee er sammenhengende i den østlige del av området, slik som antydet med stipling på kartet. Men måletettheten er altfor liten til at dette kan sies med noen grad av sikkerhet. Mellom disse to lavmagnetiske områder er feltet forholdsvis høyt, men ikke høyt nok til at lavanomalien kan forklares som en dipoleffekt.

Det hadde vært ønskelig at måleområdet hadde vært noe utvidet, men dette lot seg ikke gjøre på grunn av store vanskeligheter med magnetometrene, og en forholdsvis lav prioritering av dette måleområdet.

VLF - målingene

Som vist på bilag 2 fremkom det flere elektromagnetiske indikasjoner på ledende soner i området. De fleste har en øst-vestlig strøkretning, og skyldes trolig anrikning av pyritt. For en stor del er disse anomaliene konsentrert til det lavmagnetiske området. Indikasjonene er forholdsvis svake, noe som tyder på liten strøkutstrekning. Ledningsevnen er også ganske lav, slik at vi ikke har å gjøre med kompakte pyrittsoner, men derimot soner med kraftig impregnasjon, og - eller sprekkebunden mineralisering.

I den nordlige del av feltet ser vi en sterk elektromagnetisk indikasjon som stryker i tilnærmet nordvestlig retning. Denne skyldes trolig en forkastning, og ledende materiale i forbindelse med denne.

Anomaliens form indikerer dette, likeså det faktum at anomalien skjærer gjennom de andre strukturretningene i området.

At VLF - anomaliene kan skyldes blokkansamlingene er ikke mulig. Skal man få indusert strøm i en leder ved hjelp av radiobølger fra VLF - sendere, må følgende forhold være tilstede:
En viss sammenhengende ledningsevne må være tilstede i retning av den aktuelle sender. I praksis vil det si ca. 100 meter. Jo dårligere ledningsevnen er, jo lengre må lederen være. Dette p.g.a. at lederen virker som en vanlig langbølgeantenne, vi sier med andre ord at VLF - anomaliene skyldes en antenne-effekt.

Susceptibilitetsmålingene

Resultatet av målingene er vist på eget kart, bilag 3. Kartet viser gjennomsnittsverdiene for flere målinger på samme sted.

Målinger på diverse typer bergarter ga flg. resultat:

Grovkornet syenitt i nordlige del:	3000 x 10^{-5}	SI-enheter
Blokker med kvartsserisittomvandling:	100-500 "	"
Blotninger i sydlige del av feltet:	1000 "	"
Blokker av syenitt-granitt over hele omr.	1700 "	"
Blokker av kvartsitt	0 "	"

Målingene viser at blokker med kvartsserisittomvandling har en lavere susceptibilitet enn de øvrige blokker-blotninger i området. Bortsett fra noen få blokker med kvartsitt.
Dette viser at vi må forvente et lavere magnetfelt over områder med slik omvandling.

Lengst i syd ble det også målt en meget lav sus. på blotninger, og dette forklarer trolig det lave magnetfeltet i dette området. Noen omvandling kunne ikke observeres på dette stedet.

KONKLUSJON

Målingene gir indikasjoner på at de omtalte blokkansamlinger kan ha sin opprinnelse fra det lavmagnetiske området ca. midt i målefeltet. Dette indikeres særlig av VLF-anomaliene, som viser at vi har pyritt tilstede. En hel del blokker inneholder ganske store mengder pyritt, samt MoS_2.

Ang. overdekketykkelsen så er den meget varierende p.g.a. en del morenerygger, men utenom disse ser ikke overdekket ut til å være altfor mektig. Dette er tolket ut fra flg. kriterier:

Dybdesonderingene med Terrameter viser meget høye motstander, noe som må tyde på at det ligger et morenelag, trolig over hele området. Motstandsmålingene gir ikke noe klart bilde med hensyn til tykkelsen.

Derimot viser VLF-målingene at det ikke kan være dypt ned til fjell. VLF har som kjent meget begrenset dybderekkevidde, og et hvert overdekke vil virke dempende på det elektromagnetiske feltet. Dette vil komme frem i form av vel avrundede kurver både for dipvinkel og imaginær. Typisk for de fleste anomalier i dette området er at de er klare og skarpe, og dette kan ikke bety noe annet enn at de ledende soner ligger nært opp i dagen.

Å foreta noen tolkning av dyp på bakgrunn av VLF-anomalier er meget usikkert, men det kan antydes med en noenlunde sikkerhet at overdekke-tykkelsen neppe er over 3 - 4 meter på de fleste steder.

ANBEFALINGER

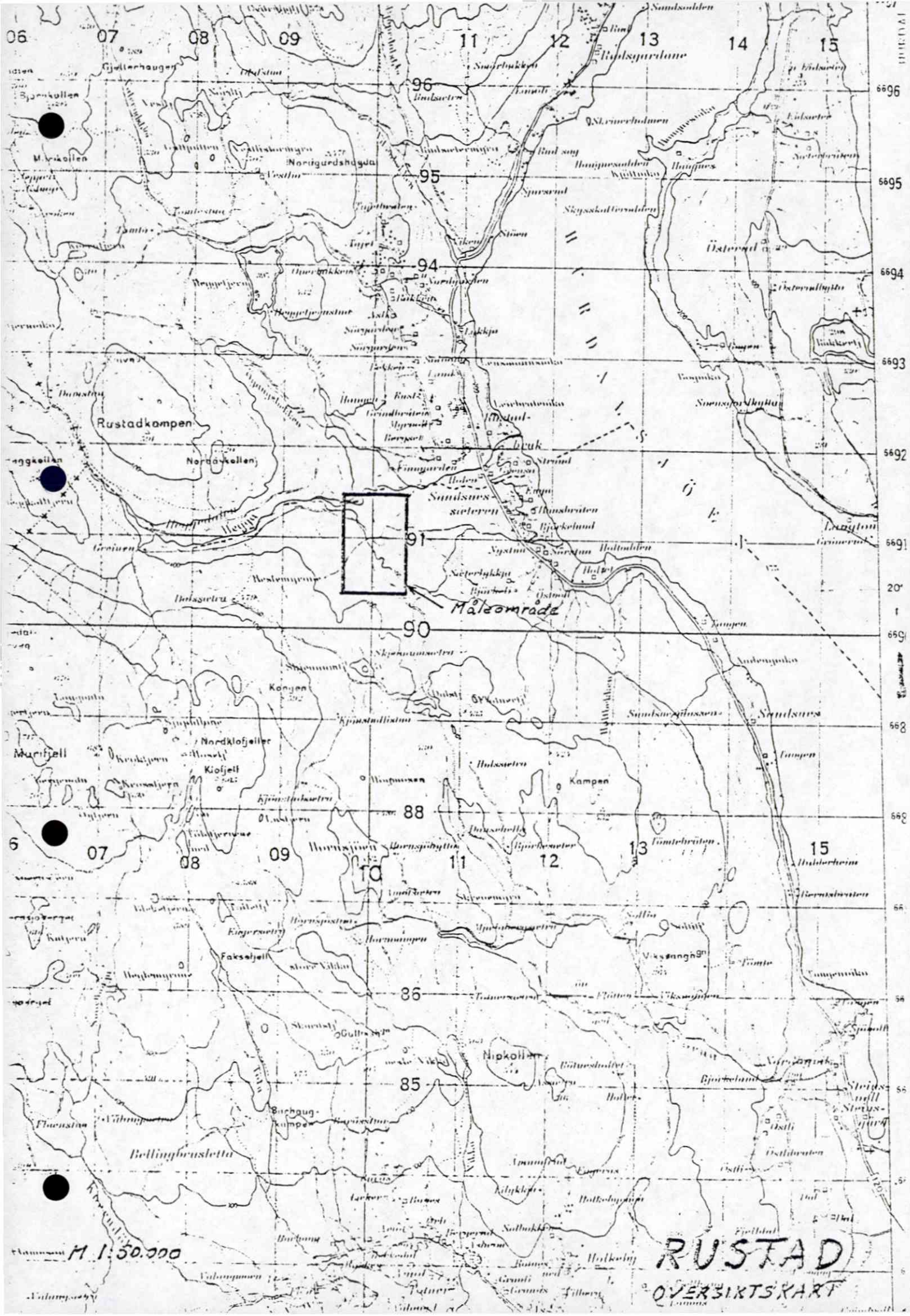
I og med at overdekket består av morene er det ikke lett å komme ned til fjell med vanlig jordprøveutstyr. Morenen er forøvrig meget blokkrik.
Det anbefales derfor en røsking med gravemaskin (kfr. V. Aggerholm) da det ser ut til å være den sikreste måten å komme ned til fjell på.

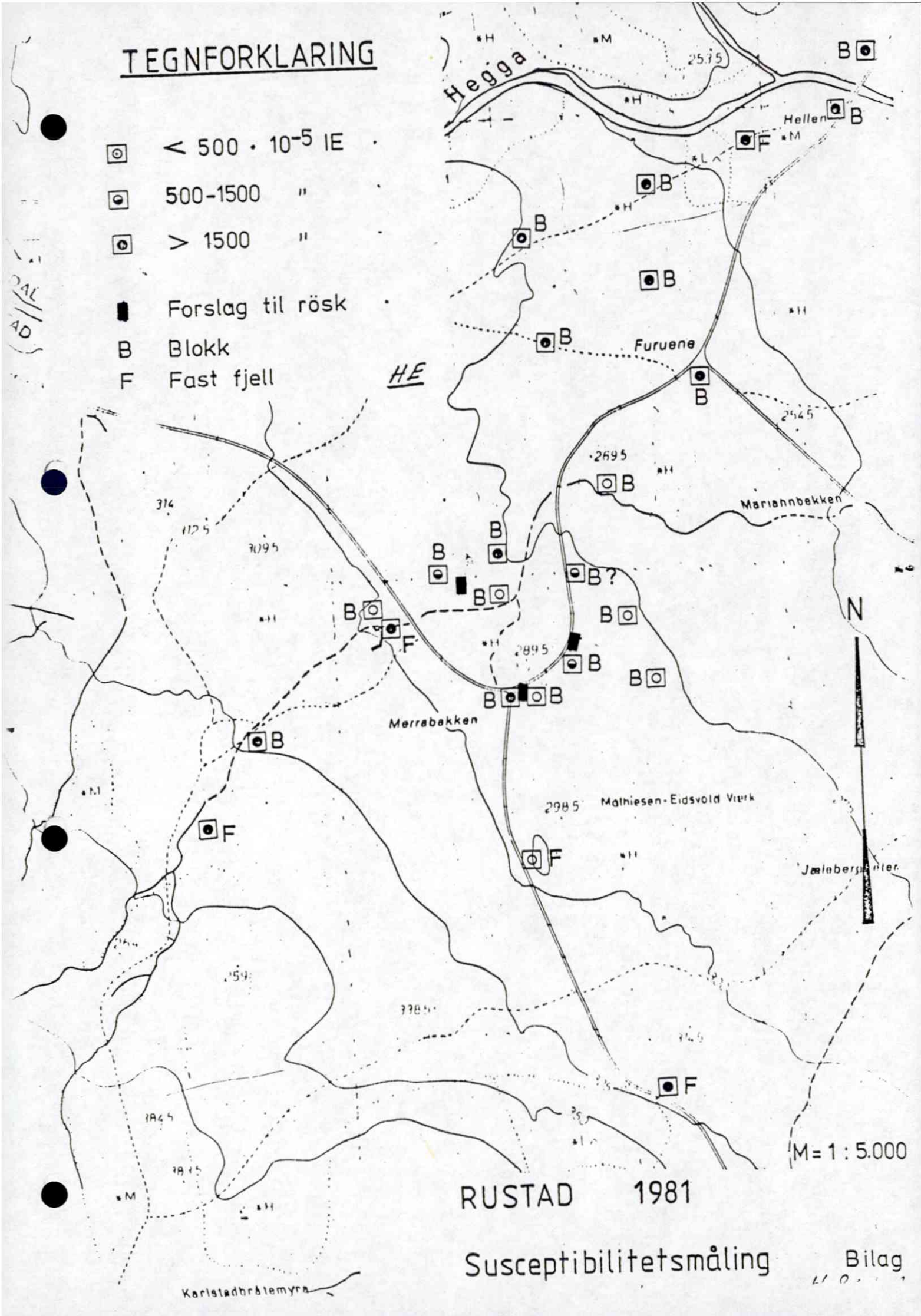
Forslag til aktuelle steder for røsking er avmerket på bilag 3.
Før en røsking blir foretatt må det måles med VLF evt. Apex for å få fastlagt VLF - anomalienes nøyaktige plassering i terrenget. Dette vil gi svar på om de pyrittholdige blokker på overflaten stammer fra stedet.

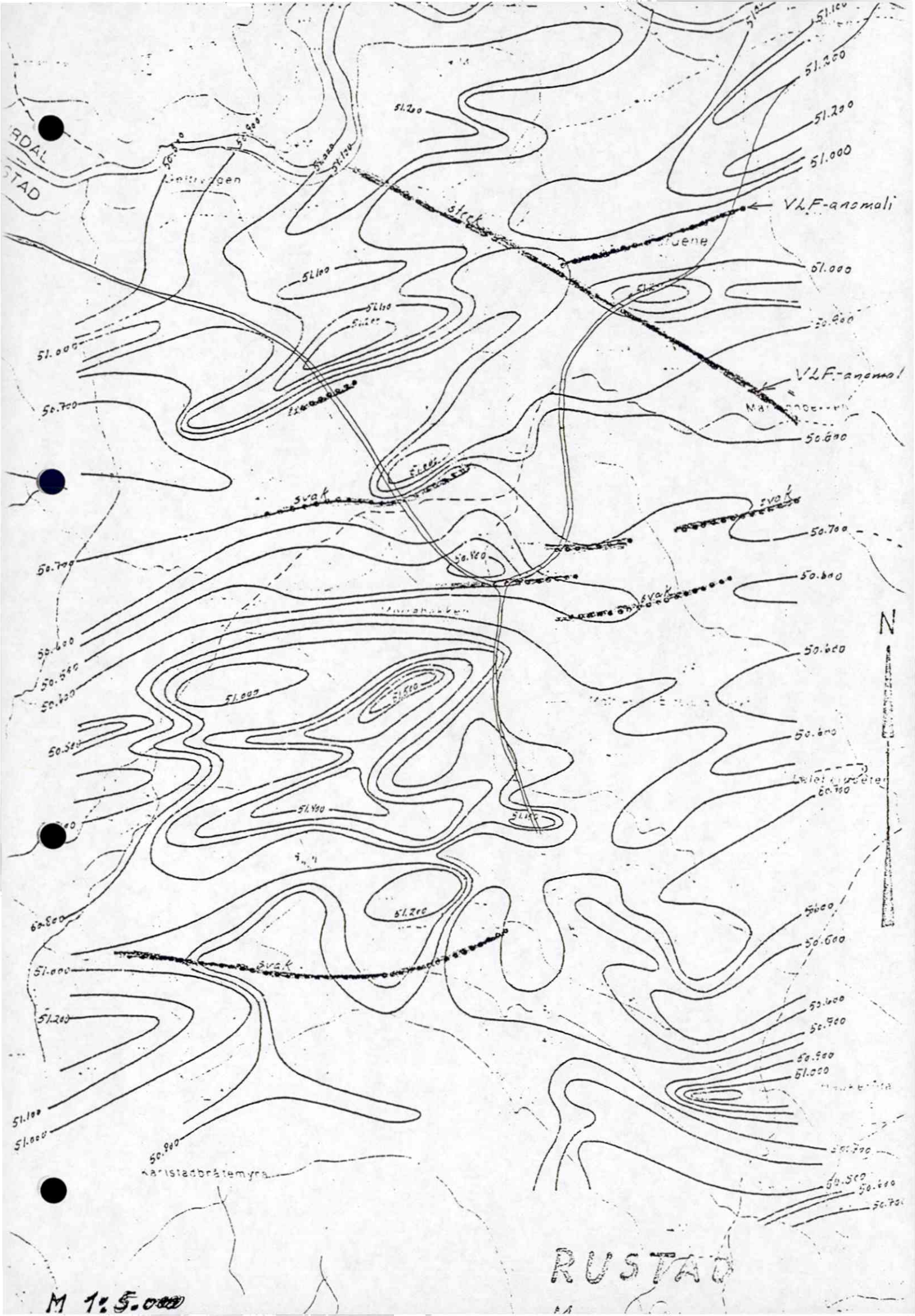
Kjørholt, den 9. 02. 1982

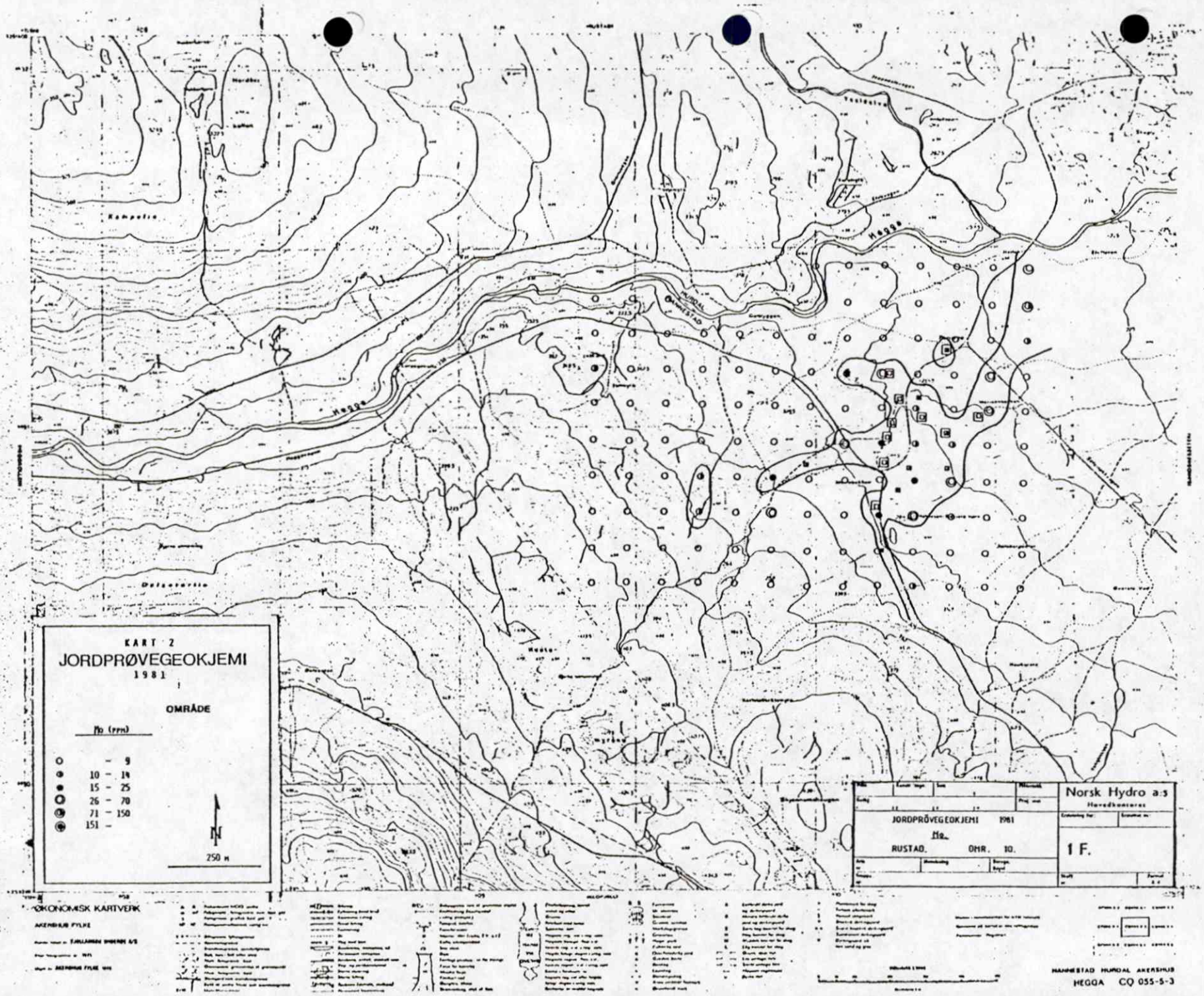
Harald Elstad

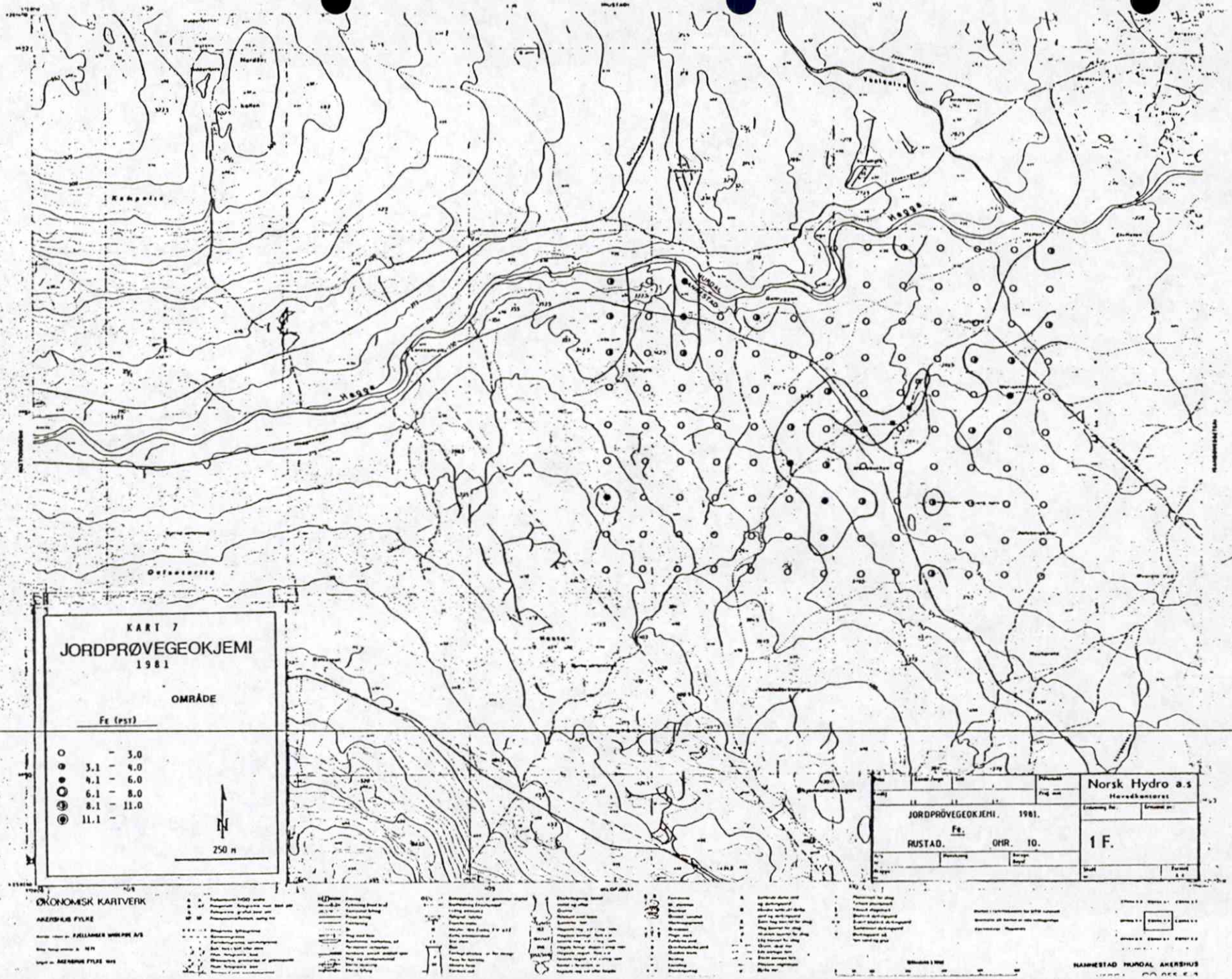
Harald Elstad

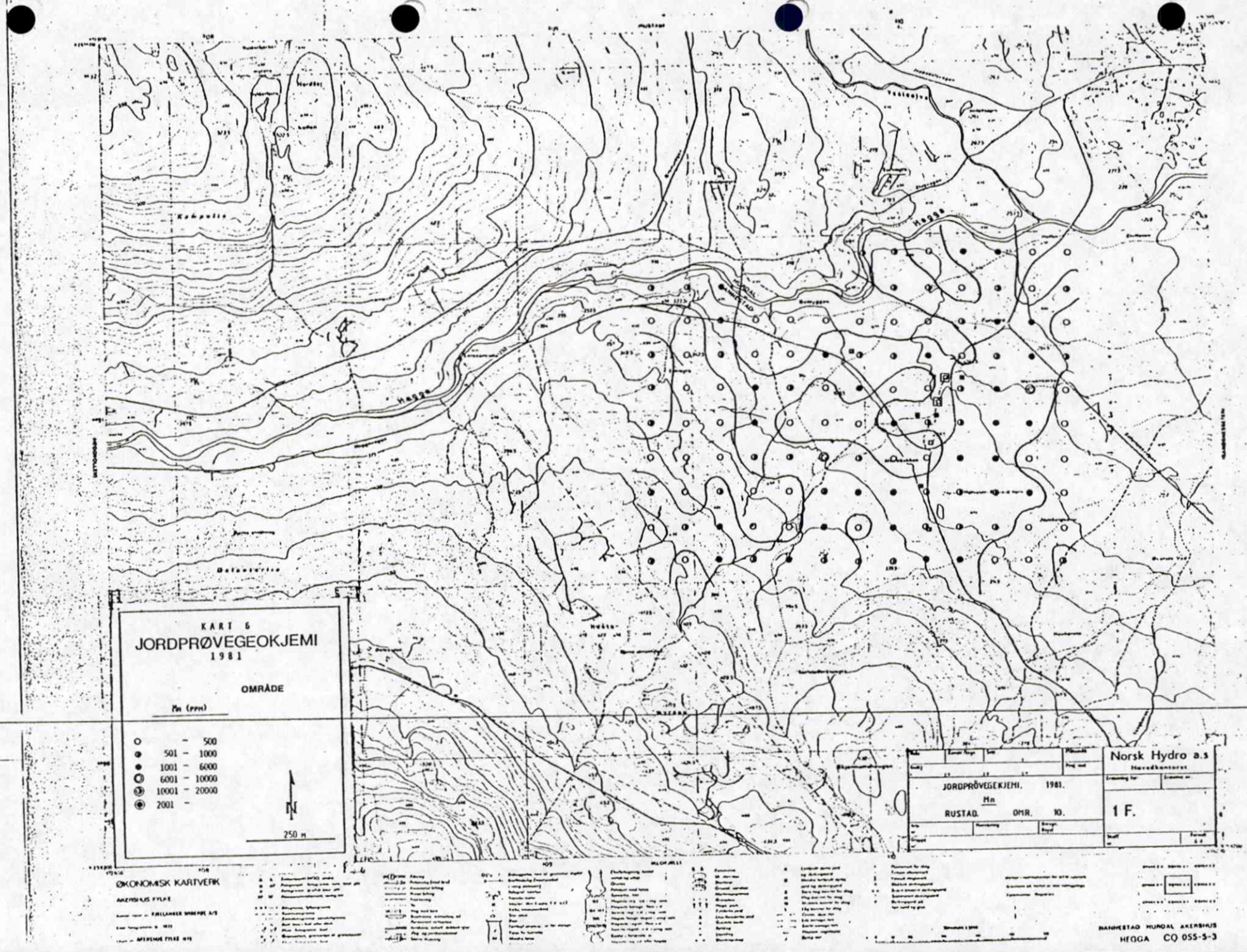

Måleområde
M 1:50.000
RUSTAD
ØVERSIKTSKART

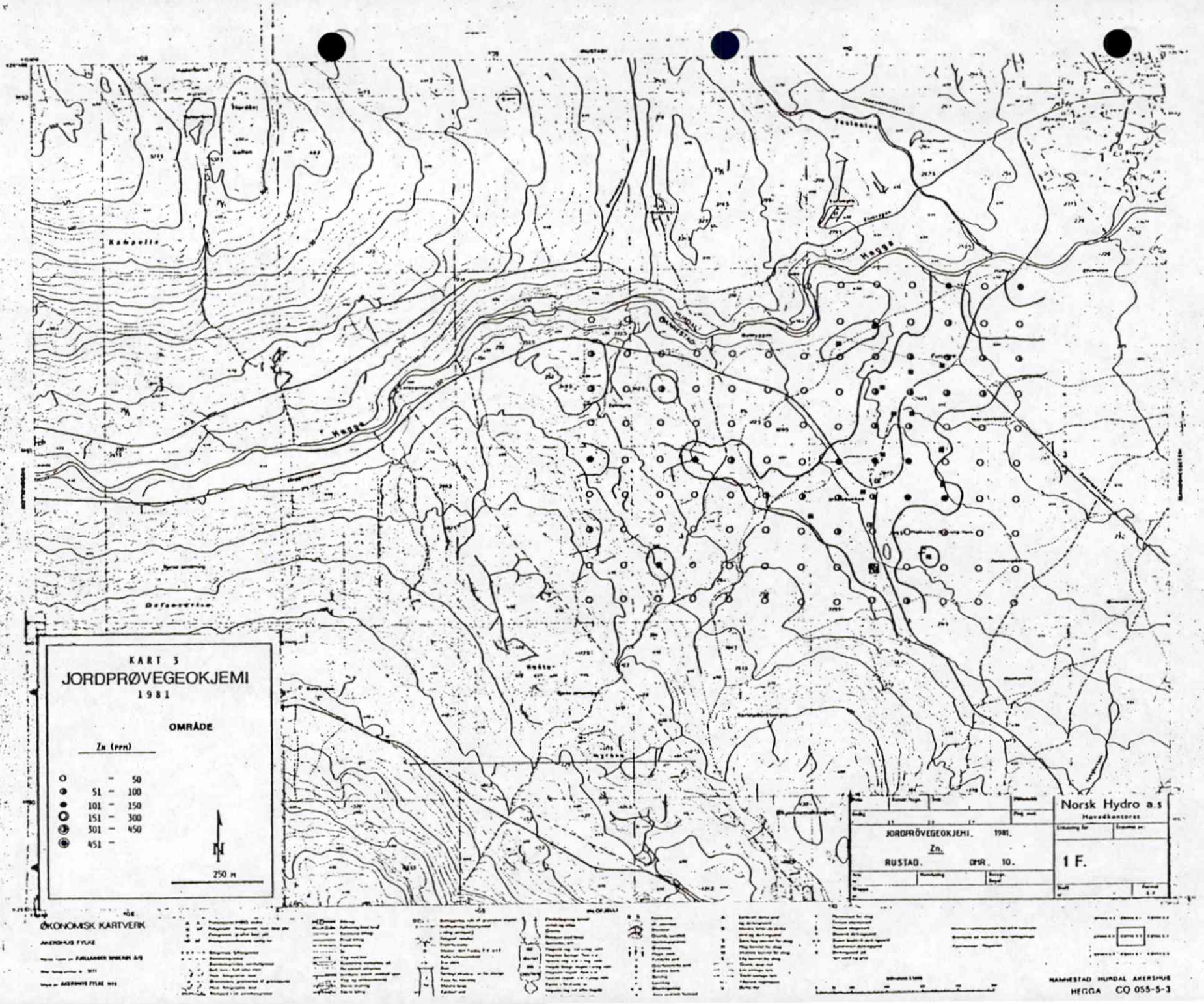

TEGNFORKLARING
< 500 • 10-5 IE
500-1500 "
> 1500 "
Forslag til rösk
B Blokk
F Fast fjell
HE
Hegga
Furuene
Mariannbekken
Merrabekken
Malmiesen-Eidsvold Verk
Karlstadbrålemyra
N
M = 1 : 5.000
RUSTAD 1981
Susceptibilitetsmåling
Bilag

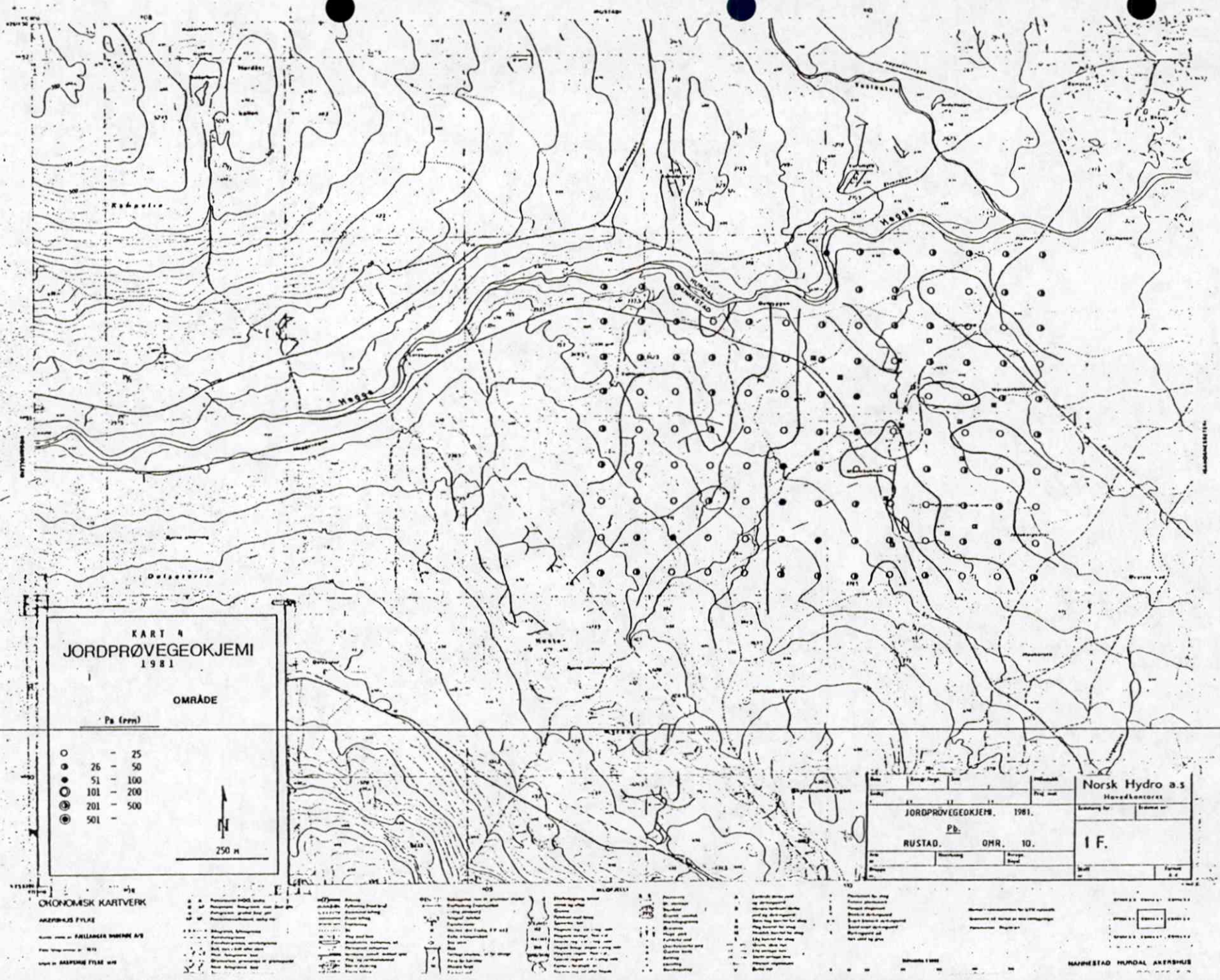

VLF-anomali
VLF-anomali
svak
svak
svak
svak
svak
N
RUSTAD
M 1:5.000

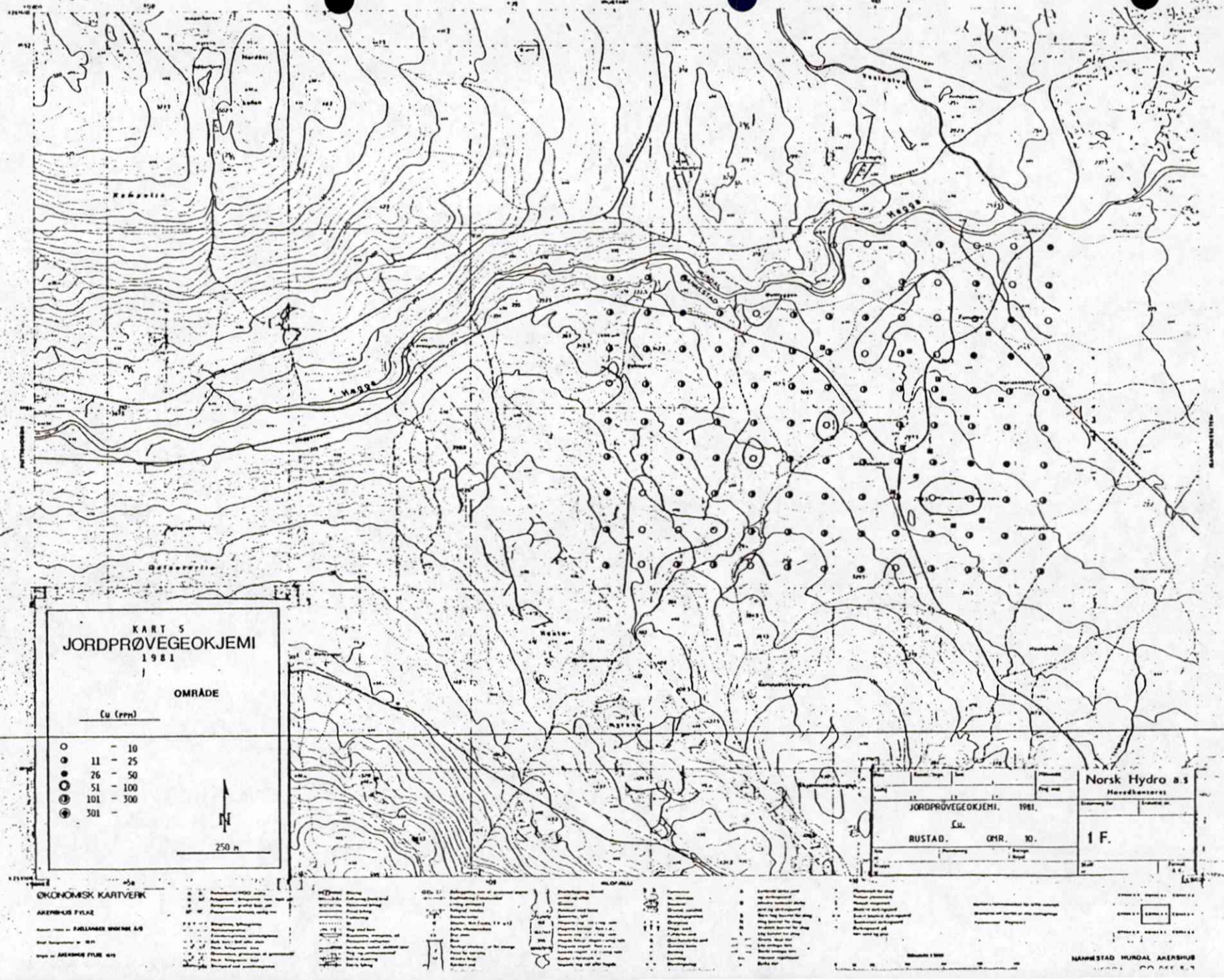

KART 2
JORDPRØVEGEOKJEMI
1981
OMRÅDE
Pb (ppm)
- 9
10 - 14
15 - 25
26 - 70
71 - 150
151 -
250 m
Norsk Hydro a.s
Hovedkontoret
JORDPRØVEGEOKJEMI 1981
Pb
RUSTAD. OMR. 10.
1 F.
ØKONOMISK KARTVERK
AKERSHUS FYLKE
HEGGA CQ 055-5-3


KART 7
JORDPRØVEGEOKJEMI
1981
OMRÅDE
Fe (pst)
- 3.0
3.1 - 4.0
4.1 - 6.0
6.1 - 8.0
8.1 - 11.0
11.1 -
N
250 m
Norsk Hydro a.s
Hovedkontoret
JORDPRØVEGEOKJEMI. 1981.
Fe.
RUSTAD. OMR. 10.
1 F.
ØKONOMISK KARTVERK
AKERSHUS FYLKE
HAMNESTAD HUNDAL AKERSHUS


KART 6
JORDPRØVEGEOKJEMI
1981
OMRÅDE
Mn (ppm)
- 500
501 - 1000
1001 - 6000
6001 - 10000
10001 - 20000
2001 -
250 m
JORDPRØVEGEKJEMI. 1981.
Mn
RUSTAD. OMR. 10.
1 F.
Norsk Hydro a.s
Hovedkontoret
ØKONOMISK KARTVERK
AKERSHUS FYLKE
HEGGA CQ 055-5-3


KART 3
JORDPRØVEGEOKJEMI
1981
OMRÅDE
Zn (ppm)
- 50
51 - 100
101 - 150
151 - 300
301 - 450
451 -
N
250 m
JORDPRØVEGEOKJEMI. 1981.
Zn.
RUSTAD. OMR. 10.
Norsk Hydro a.s
Hovedkontoret
1 F.
ØKONOMISK KARTVERK
AKERSHUS FYLKE
NANNESTAD HURDAL AKERSHUS
HEGGA CQ 055-5-3


KART 4
JORDPRØVEGEOKJEMI
1981
OMRÅDE
Pb (ppm)
- 25
26 - 50
51 - 100
101 - 200
201 - 500
501 -
N
250 m
Norsk Hydro a.s
Hovedkontoret
JORDPRØVEGEOKJEMI. 1981.
Pb.
RUSTAD. OMR. 10.
1 F.
ØKONOMISK KARTVERK
AKERSHUS FYLKE
HAMNESTAD HUNDAL AKERSHUS


KART 5
JORDPRØVEGEOKJEMI
1981
OMRÅDE
Cu (ppm)
- 10
11 - 25
26 - 50
51 - 100
101 - 300
301 -
250 m
Norsk Hydro a.s
Hovedkontoret
JORDPRØVEGEOKJEMI. 1981.
Cu.
RUSTAD. OMR. 10.
1 F.
ØKONOMISK KARTVERK
AKERSHUS FYLKE
NANNESTAD HUNDAL AKERSHUS

Norsk Hydro

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

X Rapport	☐ Notat	☐ Referat	☐ PM	Polydoc nr. (NR) 350	Arkivnr. (BI) F 17.91.00
Rapport nr.		Eksemplar nr.		Antall sider (BI) 7	Arkivsted (BI) HK Lø

Distribusjon

(31)

Forsendelse

1. T.Vrålstad
2. F.D.Pedersen
3. Prosp.arkiv
4. " " etter sirk.
5. Grønn kopi
6. Rød kopi

Tittel (TI)

Videre arbejde med de molybdænførende breccier ved Nordliskampen i Hurdal.

Divisjon

Avdeling/seksjon: Prospekteringsavd.	Dato (BI): 16/2 -82
Forfatter av (FO): F.D.Pedersen	Ref.: FDP/fdp
Godkjent av	
Vedr. ordrenr. (FA)	Sted/land (FA): Hurdal/~~Norge~~

Emneord (EO)

Molybdæn, intrusive ~~breccier~~ BRUKKE

Resymé/konklusjon (RE)

Jordprøveundersøgelser af det molybdænførende breccie-kompleks ved Nordliskampen i Hurdal har vist tilstedeværelsen af en række anomalier af Mo, Fe, Pb, Zn og Mn. Disse anomalier tolkes i lyset af kendte mineraliseringstyper i fast fjeld. Der tilføres derfor ikke nye aspekter angående vor opfattelse af mineraliseringsbilledet i dette område. Detail-undersøgelser med jordprøver antyder tilstedeværelsen af en veldefineret Mo-anomali på sydsiden af Nordliskampen. Denne kan anvendes som position for et kort diamantborehul som skal teste en ældre porfyr-molybdæn anomali i dybet. Det konkluderes, at motivationen for dette hul p.t. er svag, og det anbefales at afgørelsen om boring udskydes til afslutningen på boreprogrammet ved Indgjerdinga.

Anbefaling videre arbeid

1. Undersøgelse i felt af jordprøveanomalier.
2. Afgørelse om diamantboring eller ikke(træffes senere).

Prosp. avd.
F.D.Pedersen/fdp
16/2 1982

INDLEDNING

I det polylithologiske breccie-kompleks ved Nordliskampen, som ligger syd for porfyr-molybdæn forekomsten ved Indgjerdinga (Planche 1), findes både molybdæn-førende fragmenter og skærende, molybdæn-førende årer. Med baggrund i forekomsten ved Indgjerdinga har området omkring Nordliskampen siden opdagelsen af molybdænglansen i 1979 været genstand for ganske intense undersøgelser, for om muligt at fastlægge oprindelsen af molybdænen. Området er blevet detail-kortlagt, og der er samlet jordprøver i et udvalgt område umiddelbart nord for toppen af Nordliskampen (Pedersen, 1980). Endvidere blev der i 1980 boret et cirka 380 meter langt skråhul ind under toppen af Nordliskampen, og der blev foretaget sprængninger flere steder i terrænet, men med negativt resultat hvad angår molybdæn i interessante mængder (Pedersen, op.cit.).

Som et led i de videre undersøgelser blev hele breccie-komplekset i løbet af sommeren 1981 dækket med et net af dybe jordprøver og et område syd for Nordliskampen blev detail-prøvetaget. Formålet med disse undersøgelser var at kortlægge udbredelsen af molybdæn, jern og andre metaller som kan hjælpe med til at fastlægge positionen af ét, eventuelt to korte diamant borehuller som kan teste muligheden for en dybtliggende molybdæn-forekomst af porfyr-typen under Nordliskampen.

GEOLOGISK OVERSIGT

Nordliskampen-områdets geologi er vist i Plancherne 1 og 2 og er tidligere beskrevet i rapport af Pedersen(1980). For at definere det problem vi står over for, gives der i det følgende et kort resumé.

Molybdænglansen i Nordliskampen-området optræder stort set på tre måder(Pedersen, 1980):

a) Som/i fragmenter i breccien.
b) I matrix i breccien.
c) Som sene, skærende årer(lokalt udviklet som en paint).

Breccierne er overalt meget nært associeret i tid og rum med en kvarts-feldspat porfyr intrusion, der kan tolkes som et silicium-, natrium- og kalium-rigt differentiat af den underliggende alkali granit. En lang række strukturer i breccierne og

den associerede kvarts-feldspat porfyr antyder, at breccie-komplekserne oprindeligt dannedes i forbindelse med phreatiske eksplosioner under intrusionen af kvarts-feldspat porfyren hvor denne kom i kontakt med meteorisk vand. Breccierne tolkes derfor som diatrem-dannelser eller proximale, pyroklastiske afsætninger (se Pedersen, 1982 for en diskussion af dette). Denne tolkning indebærer at den molybdæn og flusspat, som optræder lokalt i breccierne, i alt væsentligt må være tilført nedefra. Fragmenterne, hvoraf en del viser udvikling af et stockwork af molybdæn-førende sprækker, kan derfor repræsentere en ældre porfyr-molybdæn mineralisering som ved intrusionen af kvarts-feldspat porfyren og den dermed associerede dannelse af diatremerne er blevet helt eller delvist ødelagt.

Den underliggende alkali granit kan vises at være emplaceret senere end breccie-komplekserne(Petersen, 1980). Dette betyder, som vist ved bl.a. borehullet NK 1(Planche 2), at alkali granitten ligeledes kan have skåret en tidligere dannet porfyr-molybdæn forekomst i dybet helt eller delvist bort. Der findes dog visse kontakt-relationer som gør at vi ikke kan være sikre på denne tolkning. Alkali granittens sydlige kontakter er subvertikale på begge sider af den lange xenolith af nordmarkit, mens blotningen af alkali granit umiddelbart nord for Nordliskampen (Planche 1 og 2) viser en subhorisontal, sydlig kontakt. De molybdæn-førende breccier forekommer omkring Nordliskampen. Der er således en mulighed for, at dele af en eventuelt ældre porfyr-molybdæn mineralisering i dybet kan have overlevet intrusionen af både kvarts-feldspat porfyr/breccie og alkali granit. Hvis dette er tilfældet er sandsynligheden størst i området syd for Nordliskampen på grund af de stejle granit kontakter i dette område.

I løbet af 1981 har oplysninger fra boreprogrammet ved Indgjerdinga antydet nye aspekter af Nordliskampen-problemet. Det har vist sig at breccie-komplekset og granofyr-intrusionen ved Indgjerdinga, som har givet ophav til porfyr-molybdæn forekomsten i dette område, postdaterer intrusionen af alkali granitten. I princippet kan der derfor være yngre intrusioner med en associeret molybdæn-mineralisering tilstede under alkali granitten, hvilket set i lyset af sene, skærende molybdæn-førende årer i breccie-komplekserne(c; se ovenfor) kan være en interessant mulighed.

På nuværende tidspunkt eksisterer der således mindst to muligheder for forekomsten af en porfyr-molybdæn mineralisering i området under Nordliskampen:

1) En ældre mineralisering som er dannet før intrusionen af kvarts-feldspat porfyren, breccierne og alkali granitten, og
2) En yngre mineralisering som er dannet efter forløbet beskrevet under 1), og som er associeret med en sen stock af granitisk (?) sammensætning.

De tre typer af molybdæn-mineraliseringer som kendes i fast fjeld(a, b, c; se ovenfor) kan antyde begge disse muligheder, selv om der kun er fundet få, spredte tegn på sprækkebundet mineralisering i alkali granitten. Den findes dog lokalt; f.eks. ses nedenfor NK 1 (Planche 2) i kontakten mellem alkali granit og den ovenfor liggende kvarts-feldspat porfyr en kraftig kvarts--sericit omdannelse, som tydeligt er bundet til strukturer i begge disse bjergarter. Om denne tilhører en sen omdannelses--fase eller om den kan relateres til intrusionen i Nordli-centeret er dog usikkert; endvidere eksisterer der en mulighed for at det er et kontakt-fænomen som er relateret til intrusionen af alkali granitten.

Med de foreliggende data er det relativt let at argumentere for eksistensen af en tidligt dannet porfyr-molybdæn mineralisering, dvs. præ-breccie-kompleks og dermed præ-alkali granit. Derimod er det noget sværere at angive indicier som tyder på eksistensen af en senere dannet mineralisering i forbindelse med en stock som postdaterer alkali granitten. Den videre undersøgelse i området må derfor i første omgang baseres på, at målet er resterne af en eventuelt ældre mineralisering, men man må samtidig have den "yngre" mulighed med i baghovedet ved vurderingen af de data som indsamles.

JORDPRØVE-GEOKEMI

Dybe jordprøver med en densitet på 50 prøver pr. km^2 er i sommeren 1981 blevet indsamlet i et 36 km^2 stort område omkring Nordli-forekomsten, og herunder er hele Nordliskampen-området blevet dækket(Dannow, 1982). Prøverne er analyseret for elementerne Mo, Fe, Pb, Zn, Cu, Mn. Af disse har kobber vist sig at være af begrænset værdi fordi indholdet af elementet i prøverne er så lavt, at et eventuelt anomali-billede bliver sløret af baggrundsstøj. Mn viser samme fordeling som Zn, og er ikke behandlet separat i Planche 3, der viser geologi, udvalgte strukturer fra flyfotos, og fordelingen af anomale koncentrationer

af de nedenstående elementer, med valgte, nedre anomali-grænseværdier som følger(V.Dannow, pers. komm.):

Mo: 10 ppm og over.
Pb: 50 ppm og over.
Zn: 100 ppm og over.
Fe: 4% og over.

Fra analysen af Nordli-centeret(Pedersen, 1982) ved vi, at denne porfyr-molybdæn forekomst viser en zonering i metal-indholdet i jordprøver væk fra centeret bestående af: Mo(inderst), Fe(intermediært), Pb, Zn(Mn, Cu)(perifert). Denne fordeling antages at afspejle en Eh-pH/T-P gradient væk fra den centrale, granitiske stock, dvs. ændringer i de meteorisk/hydrothermale opløsninger som cirkulerede i konvektionsceller omkring granitten (Pedersen, 1982). På grund af erosions niveauet omkring Indgjerdinga kan metal-fordelingen betragtes som ideelt udviklet. Ved andre temperatur gradienter omkring et thermalt center, dvs. ved andre intrusions-niveauer, kan der forventes andre zoneringsmønstre, og disse kan ligeledes påvirkes radikalt af de lokale sprækkemønstre.

I Nordliskampen-området(Planche 3) viser metal-fordelingerne omtrent sammenfaldende anomali-mønstre, dvs. at de enkelte jordprøver lokalt er anriget på flere metaller samtidig. Der er en tydelig tendens til, at de anomale prøver fordeler sig langs et omtrent ellipse-formet bælte omkring toppen af Nordliskampen, og ved nærmere eftersyn af de enkelte metaller ses følgende:

a) Molybdæn findes i anomale koncentrationer langs alkali granittens kontakter og i forbindelse med områder bestående af polylithologisk breccie.
b) Jern viser en nær tilknytning til alkali granitten og, mere specifikt, til større strukturer i denne. Endvidere findes enkelte anomale områder i forbindelse med breccie.
c) Zink og Bly findes stort set sammen langs alkali granittens kontakter og med enkelte anomale områder i polylithologisk breccie.

Det er interessant at bemærke at anomalierne "lukker" i den østlige del af kortbladet og dermed danner de omtalte ellipseformede områder. I det østlige område er det geologiske kort baseret på få blotninger og forløbet af kontakten mellem alkali granitten og kvarts-feldspat porfyr/breccie er, som antydet, usikker(Planche 3). Sammen med jordprøveanomalierne, som tilsyne-

ladende er specielt knyttet til alkali granittens kontakter, antyder den subhorisontale, sydlige kontakt af alkali granit området umiddelbart nord for Nordliskampen, at dette område med alkali granit sandsynligvis fortsætter længere sydover i den østlige del end antydet i Planche 3.

Det er vigtigt at understrege følgende forhold som baggrund for tolkningen af ovenstående:

1) Molybdæn findes som nævnt tidligere lokalt i breccierne. Det er endvidere observeret som primær(?) molybdænglans i alkali granittens kontaktzone i borehul NK 1 hvor det kan antyde en Mo-anrigning som skyldes replacering/assimilation af en ældre, Mo-førende mineralisering. Endelig kendes en enkelt lokalitet (nedenfor NK 1) hvor Mo findes sammen med strukturbundet kvarts og pyrit i et sericit-omdannet område langs kontakten mellem alkali granit og oven for liggende kvarts--feldspat porfyr.
2) Jern optræder som pyrit på sprækker, som/i fragmenter og i matrix i breccierne. Endvidere findes det i små mængder i alkali granitten i dissemineret form og langs joints, og endelig er hæmatit-staining meget almindelig i granitten.
3) Zink og Bly kendes kun fra meget få lokaliteter, sandsynligvis fordi en del af metallerne findes som sporelementer i bjergarternes feldspatter og kun sjældent ses som sulfider. I NK 1 er set en enkelt sprækkefyldning med zinkblende og kvarts.

Det fremkomne anomali-billede som er vist i Planche 3 tolkes efter undertegnedes mening bedst hvis man ser metal-anrigningen som et resultat af de ovenfor beskrevne mineraliseringer i fast fjeld. Dette indebærer at anomalierne ikke giver yderligere antydninger af en eventuelt yngre, underliggende molybdæn-mineralisering som postdaterer alkali granitten. I overensstemmelse hermed forklares anomali-billedet udmærket ved postulatet om den oprindelige tilstedeværelse af en ældre porfyr-molybdæn mineralisering som nu tildels findes som/i fragmenter i breccien og tildels er assimileret i alkali granitten og optræder som sporelement/-mineral i dennes kontaktzoner.

Den lokale optræden af et svagt udviklet molybdæn-stockwork i breccien kan forklares i lyset af de lokale kvarts-sericit omdannelser som findes lokalt langs alkali granittens øvre kontakt; disse kan antyde lokal volatil-anrigning som kan have givet ophav til spredt breccering.

Den detaljerede jordprøveindsamling i et område på Nordliskampens sydskråning er foretaget langs nord-syd profiler med 25 meter mellem prøverne og med en indbyrdes afstand af 50 meter mellem linierne(Planche 3, Fig. 1 til 6). Dette område omfatter bl.a. to af molybdæn-anomalierne som er kommet frem på det store net(Planche 3), og detail-undersøgelsen viser at disse anomalier er sammenhængende og at enkeltprøver indenfor anomalien når et niveau i Mo-indhold som er sammenligneligt med niveauet i den kraftige anomali over Nordli-forekomsten (Pedersen, 1982).

KONKLUSION

Den jordprøve-geokemi som er udført i 1981 har ikke tilført væsentligt nyt til vor opfattelse af breccie-problemet på Nordliskampen. Jordprøve-undersøgelsen har på den anden side opfyldt sit formål, idet den peger på en veldefineret anomali syd for toppen af Nordliskampen som vil være velegnet som position af et diamantborehul til test af en rest af en eventuelt ældre, dybtliggende porfyr-molybdæn mineralisering.

Før beslutningen om boringen af dette hul tages, bør jordprøve-anomalierne undersøges i felt i 1982, og vi må gøre os klart hvilke odds vi er op imod: den ældre mineralisering, som med meget stor sandsynlighed har eksisteret på et tidspunkt, post-dateres af både kvarts-feldspat porfyr og af alkali granitten. Den bjergart som er vært for stockwork-mineraliseringen i frag-menterne i breccien kendes ikke fra fast fjeld. På den anden side findes tegn på skærende MoS_2-årer i breccien som kan antyde en relativt senere mineraliseringsfase end dannelsen af i det mindste breccie-komplekset. I denne sammenhæng er det interessant at bemærke, at kvarts-feldspat porfyren viser omtrent identiske lithogeokemi-karakteristika som intrusionen i Nordli, som antydet af de foreløbige resultater af en igangværende litho-geokemi undersøgelse(Pedersen, 1982).

Problemet kan kun løses endeligt ved hjælp af diamantboring, men det skal indrømmes at motivationen ikke er altfor stærk til at bruge de 150-300.000 kroner et sådant hul vil koste. Det anbefales derfor at beslutningen om boring eller ikke afventer feltundersøgelsen af jordprøve-anomalierne og afslutningen af boreprogrammet ved Indgjerdinga, som kan tilføre nye oplysninger af værdi for en evaluering af motivationen.

Som slutbemærkning dette notabene: Boringen som resulterede i fundet af Henderson-forekomsten under det delvist amputerede Urad-legeme, blev motiveret af Wallace ved hjælp af et svagt udviklet sæt af MoS_2-førende sprækker som postdaterede dannelsen af Urad-legemet.

REFERENCER

Dannow, V., 1982: Status rapport fra Hurdal Nord/Øst-Vest kanten, 1981. Intern rapport Norsk Hydro.

Pedersen, F.D., 1980: Molybdæn-førende intrusive breccier ved Nordliskampen, Hurdal. Intern rapport Norsk Hydro, 126/01/02.

Pedersen, F.D., 1982: Status rapport over Nordli Target, 1981/1982. Intern rapport Norsk Hydro.

Petersen, J.S., 1980: Geologiske relationer i Hurdal-Nord samt associerede Mo-mineraliseringer. Intern rapport Norsk Hydro, 126/01/02.

Oslo 16/2 1982

Frank D. Pedersen

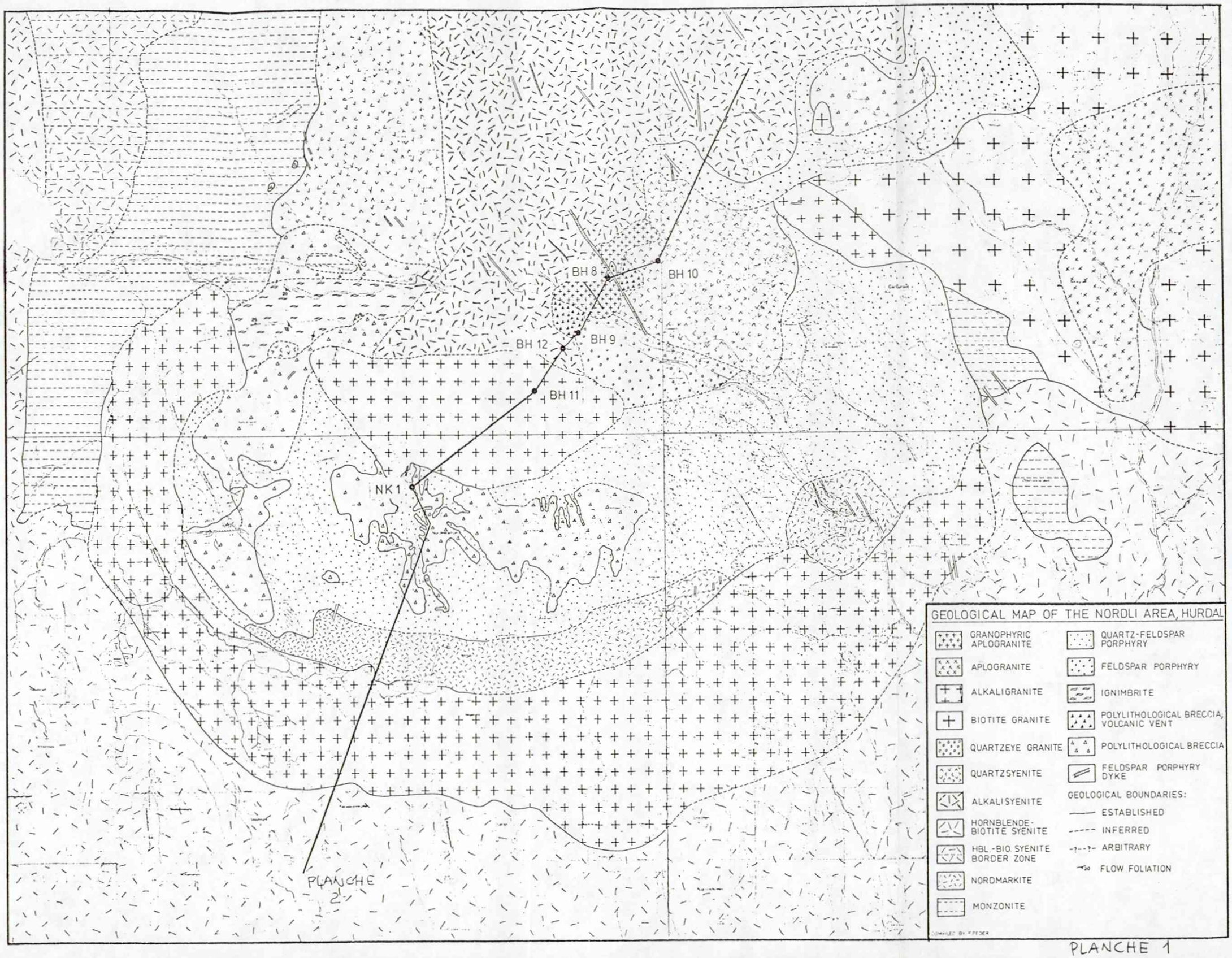

BH 8
BH 10
BH 12
BH 9
BH 11
NK1
PLANCHE 2
GEOLOGICAL MAP OF THE NORDLI AREA, HURDAL
GRANOPHYRIC APLOGRANITE
APLOGRANITE
ALKALIGRANITE
BIOTITE GRANITE
QUARTZEYE GRANITE
QUARTZSYENITE
ALKALISYENITE
HORNBLENDE-BIOTITE SYENITE
HBL.-BIO SYENITE BORDER ZONE
NORDMARKITE
MONZONITE
QUARTZ-FELDSPAR PORPHYRY
FELDSPAR PORPHYRY
IGNIMBRITE
POLYLITHOLOGICAL BRECCIA, VOLCANIC VENT
POLYLITHOLOGICAL BRECCIA
FELDSPAR PORPHYRY DYKE
GEOLOGICAL BOUNDARIES:
ESTABLISHED
INFERRED
ARBITRARY
FLOW FOLIATION

PLANCHE 1

ISOMETRIC SECTION OF THE NORDLI-NORDLISKAMPEN AREA, HURDAL

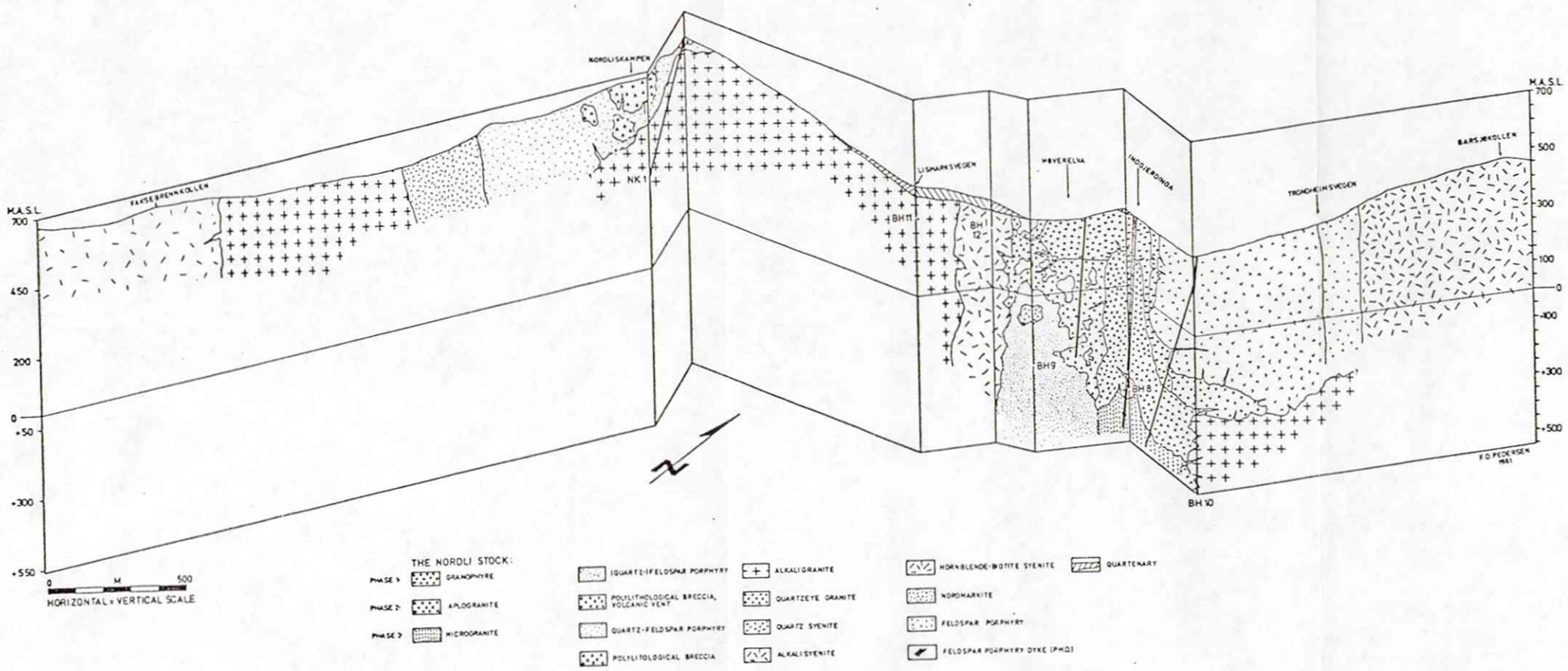


PLANCHE 2

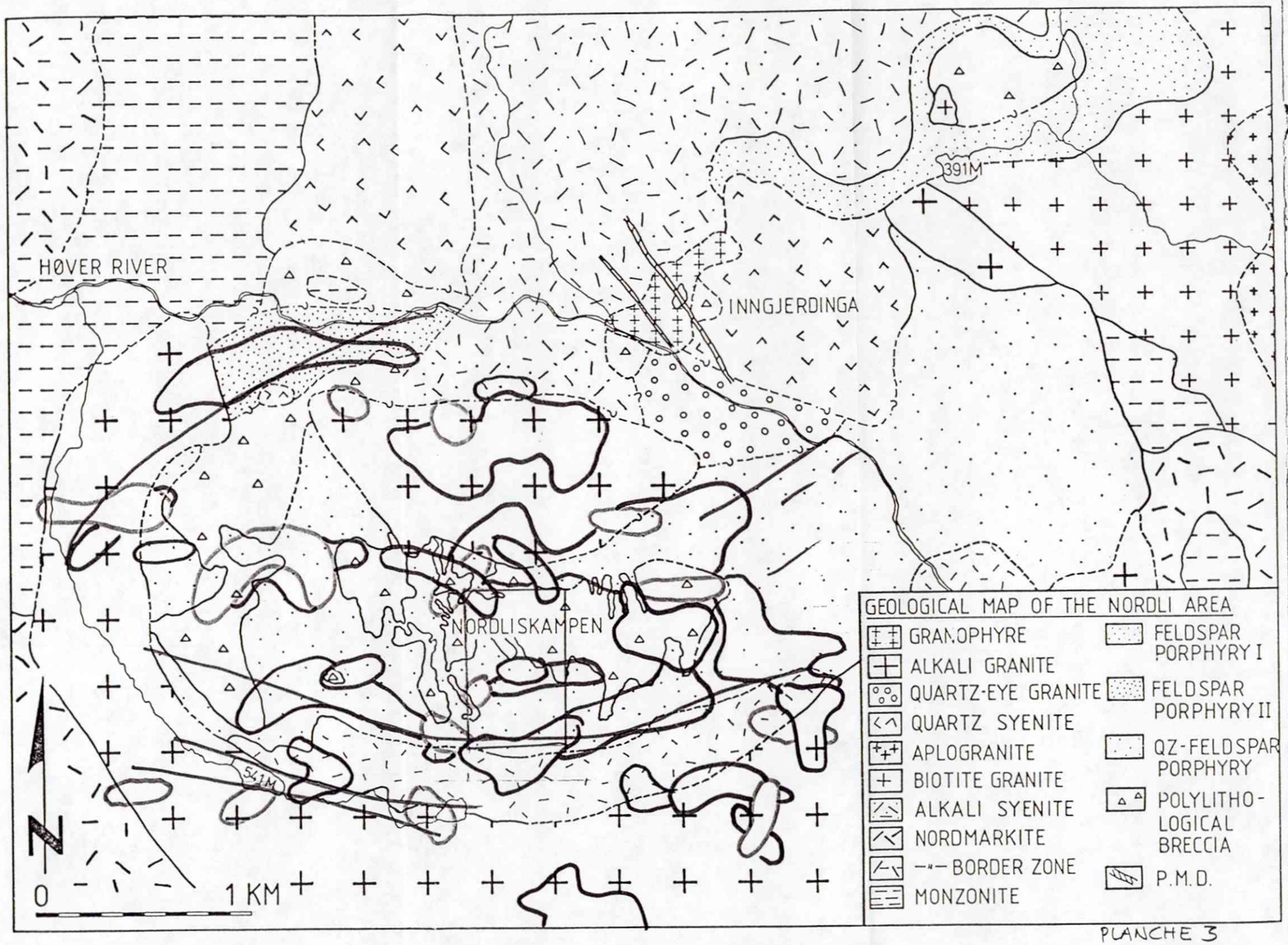
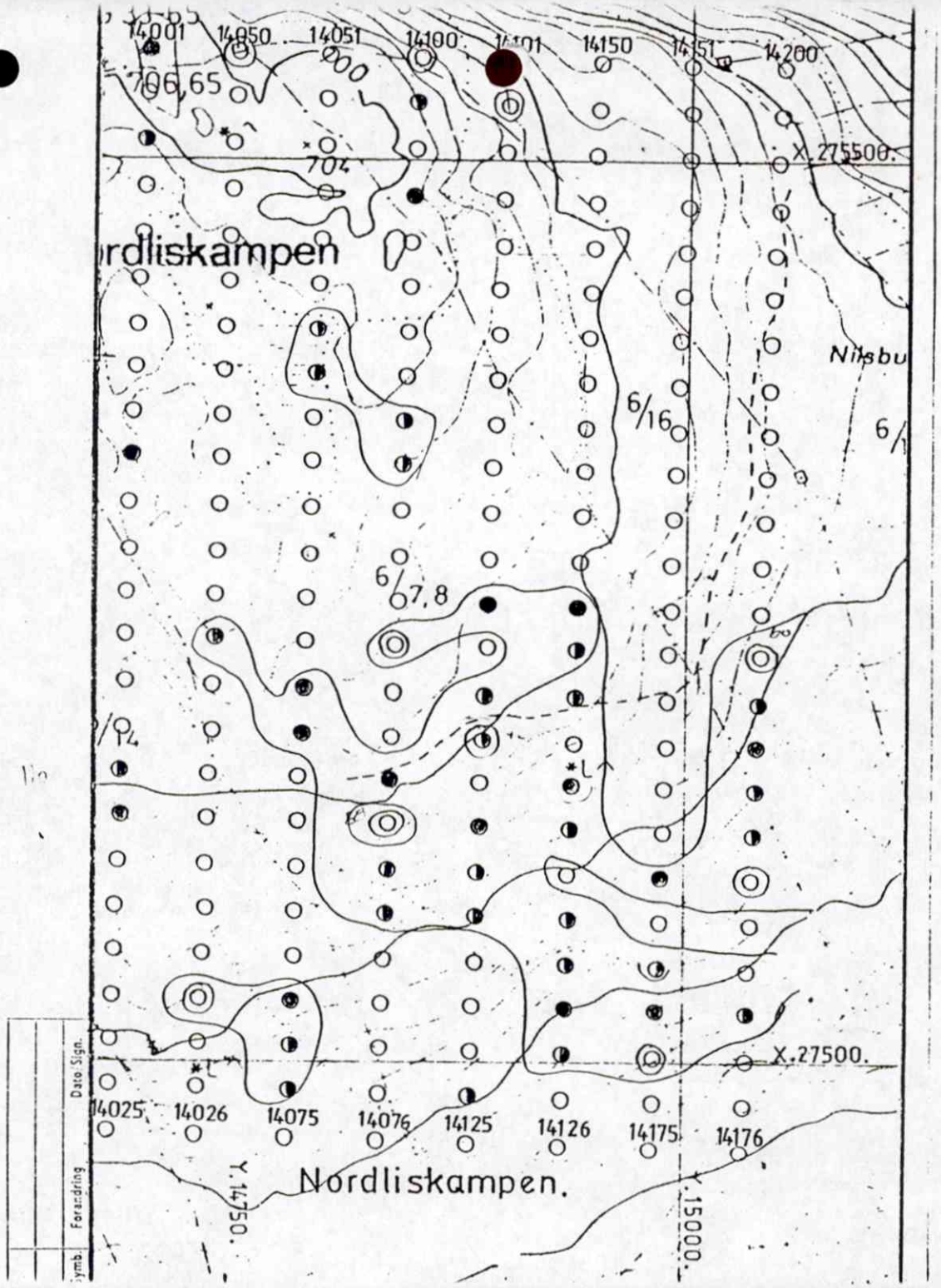


PLANCHE 3

— LUFTFOTOSTRUKTUR | Mo | Fe | Zn | Pb

FIG. 1-6



KART 2

JORDPRØVEGEOKJEMI

1981

OMRÅDE

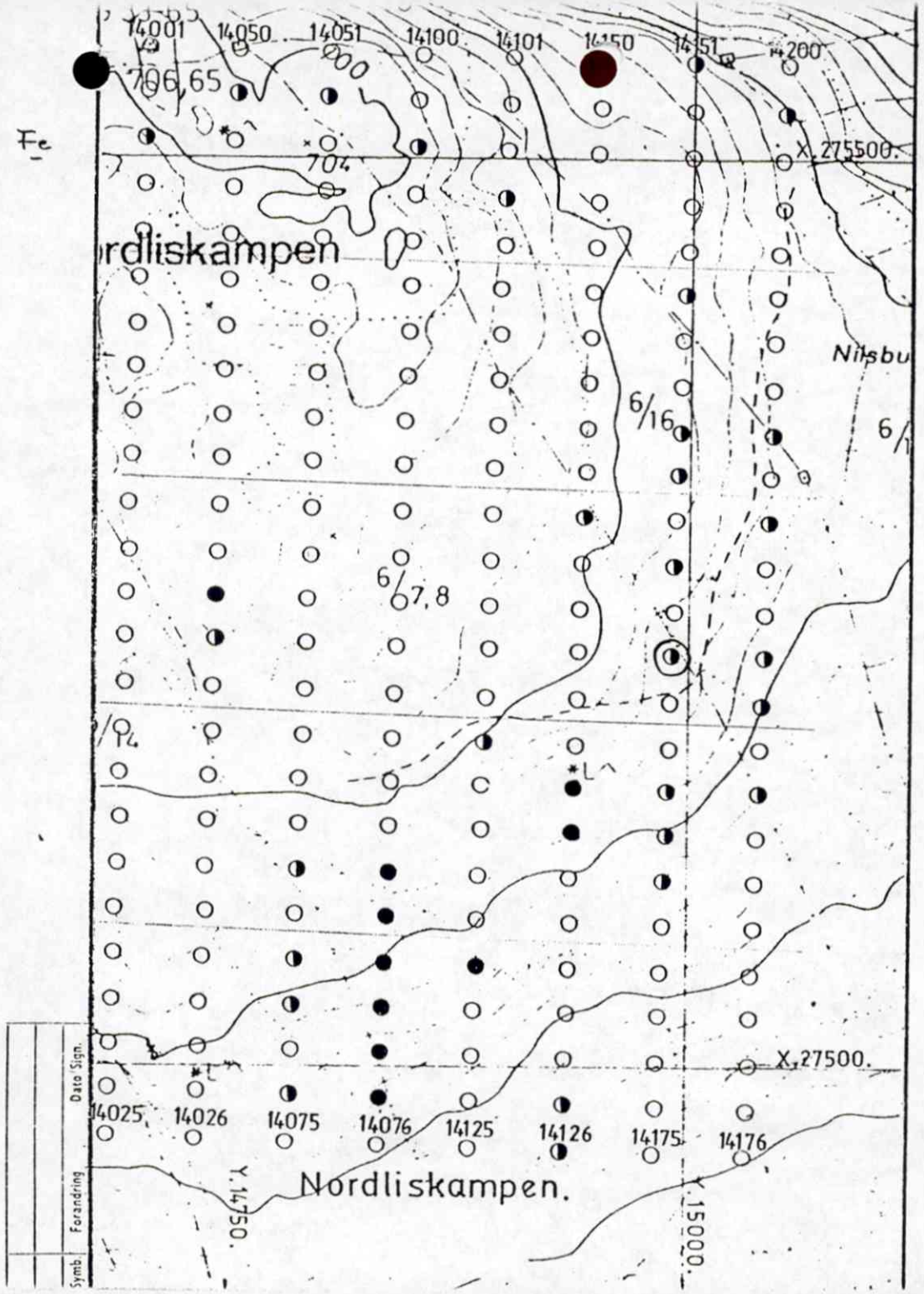
Mo (PPM)

○	– 9
◑	10 – 14
●	15 – 25
◎	26 – 70
◑	71 – 150
◉	151 –

N

250 M

Fig. 1



KART 7

JORDPRØVEGEOKJEMI

1981

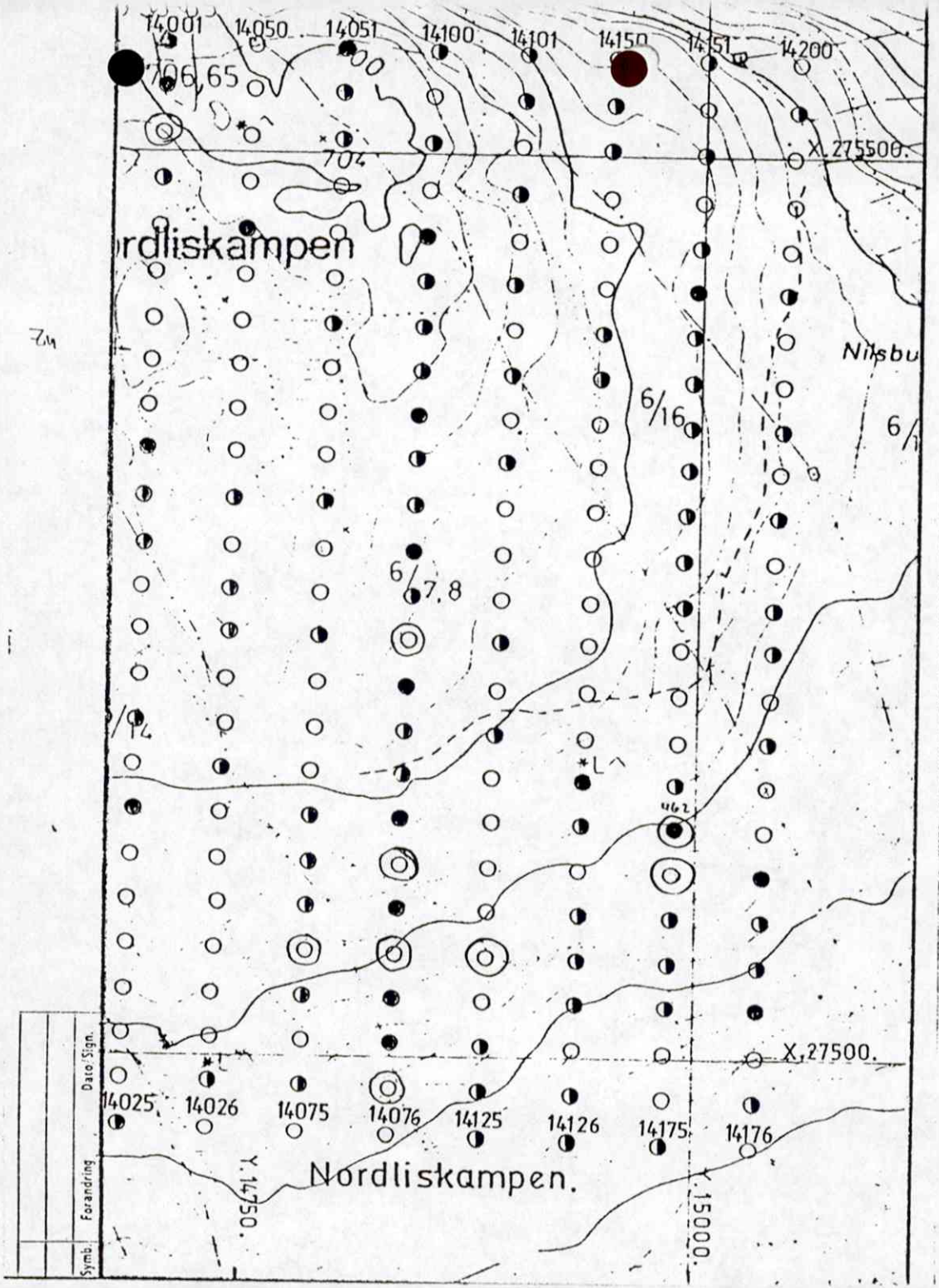
OMRÅDE

FE (PST)

○		–	3,0
◑	3,1	–	4,0
●	4,1	–	6,0
◎	6,1	–	8,0
◑	8,1	–	11,0
◉	11,1	–	

N

250 M



KART 3

JORDPRØVEGEOKJEMI

1981

OMRÅDE

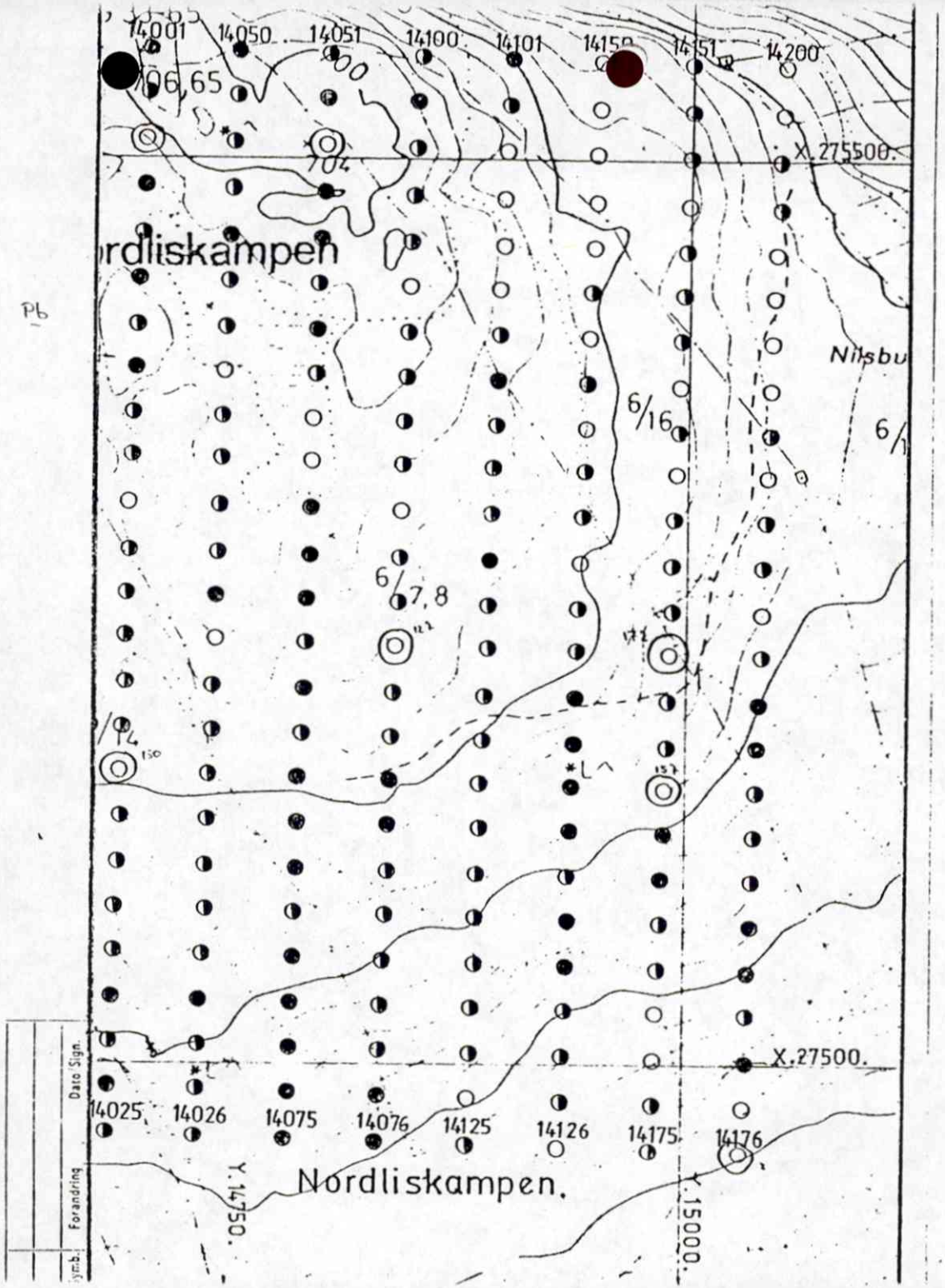
ZN (PPM)

–	50
51 –	100
101 –	150
151 –	300
301 –	450
451 –	

N

250 M

Fig. 3



KART 4

JORDPRØVEGEOKJEMI

1981

OMRÅDE

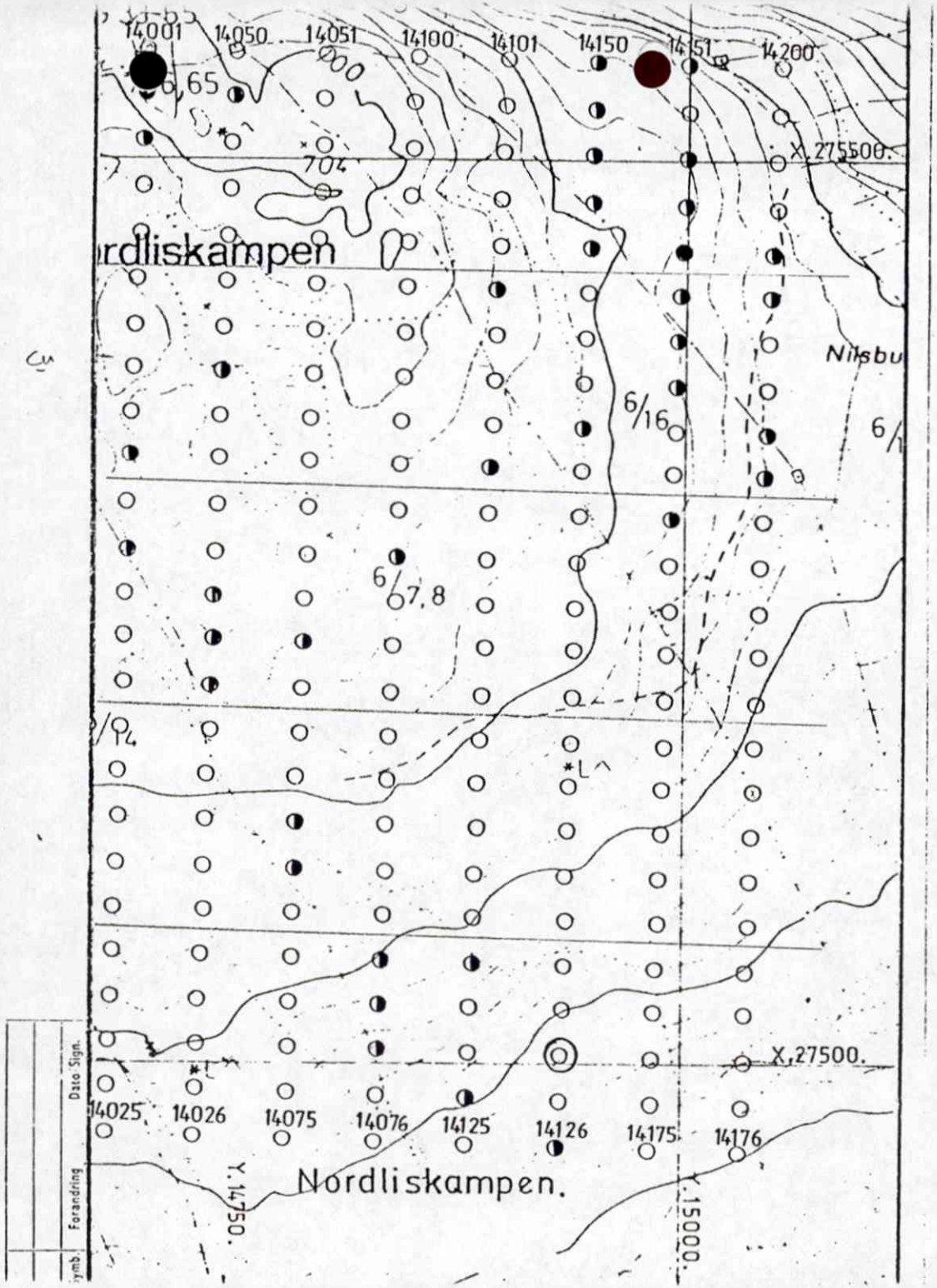
P_B (PPM)

○		–	25
◑	26	–	50
●	51	–	100
◎	101	–	200
◑	201	–	500
◉	501	–	

N

250 M

Fig. 4



KART 5

JORDPRØVEGEOKJEMI

1981

OMRÅDE

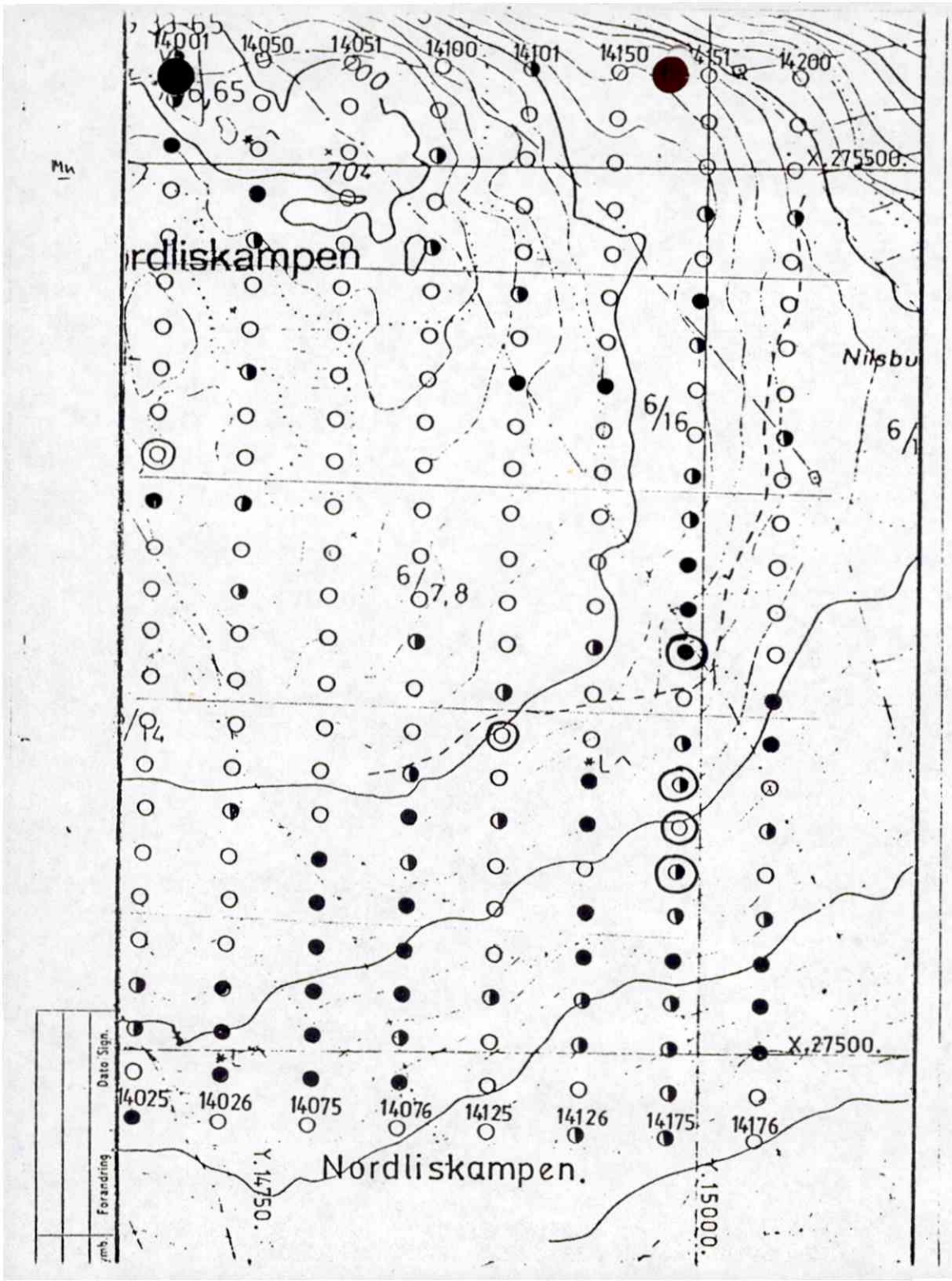
Cu (PPM)

○	– 10
◑	11 – 25
●	26 – 50
◎	51 – 100
◑	101 – 300
◉	301 –

N

250 M

Symb. Forandring Dato Sign.



KART 6

JORDPRØVEGEOKJEMI

1981

OMRÅDE

MN (PPM)

○	– 500
◑	501 – 1000
●	1001 – 6000
◎	6001 – 10000
◉	10001 – 20000
◉	2001 –

N

250 M

FIG. 6