



Bergvesenet

Postboks 3021, 7002 Trondheim

Rapportarkivet

Bergvesenet rapport nr BV 1630	Intern Journal nr	Internt arkiv nr	Rapport lokalisering Trondheim	Gradering Fortrolig
Kommer fra ..arkiv	Ekstern rapport nr NGU 1709/P	Oversendt fra	Fortrolig pga	Fortrolig fra dato:
Tittel Geofysisiske, geokjemiske og geologiske oppfølgingsundersøkelser på Sognefjell, Lom, Oppland, 1983				
Forfatter Rønning, Jan Steinar Krog, Jan Reidar Nilsson, Lars Petter		Dato 05.10 1983	Bedrift Norddalsmalm A/S NGU	
Kommune Lom	Fylke Oppland	Bergdistrikt Østlandske	1: 50 000 kartblad 15183	1: 250 000 kartblad
Fagområde Geofysikk Geokjemi Geologi	Dokument type		Forekomster	
Råstofftype Malm/metall	Emneord Cu Pb Mo			
Sammendrag				

NGU Rapport nr. 1709/P

Geofysiske, geokjemiske og geologiske
oppfølgingsundersøkelser på
Sognefjell
Lom, Oppland

1983



Norges geologiske undersøkelse

Leiv Eiriksons vei 39 Postboks 3006
Tlf. (075) 15 860 7001 Trondheim

Postgironr. 5 16 82 32
Bankgironr. 0633.05.70014

Rapport nr. 1709/P		Åpen /Fortrolig X inntil videre	
Tittel: Geofysiske, geokjemiske og geologiske oppfølgingsundersøkelser på Sognefjell			
Oppdragsgiver: NGU - A/S NORDDALSMALM		Forfatter: Geofysikk : Jan Steinar Rønning Geokjemi : Jan Reidar Krog Geologi : Lars Petter Nilsson	
Forekomstens navn og koordinater:		Kommune: Lom	
Fylke: Oppland		Kartbladnr. og -navn (1:50000): 1518 III Sygnefjell	
Utført: Feltarbeid: somrene 1980 og -81 Rapport : Oktober 1983		Sidetall: 30 Tekstbilag: 2 Kartbilag: 6	
Prosjektnummer og -navn: 1709 Nord-Gudbrandsdalsprogrammet Programleder: Einar Tveten			
Sammendrag: Rapporten meddeler resultater fra geofysiske, geokjemiske og geologiske oppfølgingsundersøkelser på Sognefjellet somrene 1980 og -81, utført i regi av Nord-Gudbrandsdalsprogrammet. Hensikten med undersøkelsene var å finne forklaringen til Cu-anrikning i bekkesedimentprøver i randen av Jotundekket, og til Pb-anrikning i bekkesedimentprøver i metasedimenter. Videre ble det lett etter Mo-mineralisering i Hestbrepiggane-granitten, og et rustent område innenfor sparagmitten i Hestbrepiggane ble undersøkt geologisk. Undersøkelsene førte ikke til funn av økonomisk interessant mineralisering. Årsaken til Cu-anomaliene i randen av Jotundekket synes å være et generelt høyt bakgrunnsnivå. Pb-anomalier i metasedimenter er ikke tilfredsstillende forklart, og her anbefales måling av induisert polarisasjon. Ut over dette anbefales ikke nye undersøkelser.			
Nøkkelord	Geofysikk	Malm	
	Geokjemi	Cu, Pb, Mo	
	Geologi		

Ved referanse til rapporten oppgis forfatter, tittel og rapportnr.

INNHold

	<u>Side</u>
1. INNLEDNING	5
2. TIDLIGERE UNDERSØKELSER	5
3. METODEBESKRIVELSER	6
3.1. Geofysiske målemetoder	6
3.2. Geokjemiske feltdata og analysemetoder	7
4. UNDERSØKELSER OG RESULTATER	8
4.1. Cu-bekkesedimentanomalier i randen av Jotundekket	8
4.2. Pb-bekkesedimentanomalier i metasedimenter	19
4.3. Molybdenundersøkelse i Hestbrepiggane-granitten	24
4.4. Rustent område innenfor sparagmitten i Hestbrepiggane	27
5. KONKLUSJONER	28
6. REFERANSER	29

TEKSTBILAG

- Bilag 1: Prøvefortegnelse med noen mikroskopidata over granitt og granittpegmatittprøver fra Hestbrepigganemassivet
- 2: Røntgenspektrografisk analyse på hovedelementer og sporelementer i granitt og granittpegmatitt fra Hestbrepiggane

KARTBILAG

- 1709/P-01 Oversiktskart Sognefjell
- 02 VLF-tolkningskart og geokjemi, øst for Preststeinsvatnet
- 03 VLF-tolkningskart, Bøverbreen

1709/P-04 Magnetisk totalfelt, profilkart, øst for
Preststeinsvatnet og Dummdalen

-05 VLF-tolkningskart, nord-øst Skålavatnet

-06 VLF-tolkningskart, Dummdalen

1. INNLEDNING

I forbindelse med Nord-Gudbrandsdalsprogrammet utførte NGU i 1980 og 1981 geofysiske, geokjemiske og geologiske undersøkelser innenfor kartbladet Sygnefjell (M711 - 1518 III). Ansvarlig for geofysikk var Jan Steinar Rønning, for geokjemi Jan Reidar Krog og for geologi Lars Petter Nilsson.

Regionale bekkesedimentundersøkelser ble utført i 1980 og er rapportert i NGU Rapport nr. 1709/F (Krog 1983). Disse undersøkelsene gav interessante Cu-anomalier i randsonen av Jotundekket og Pb-anomalier i metasedimenter. Enkelte av disse anomaliene ble i 1981 fulgt opp med geofysiske-, geokjemiske- og geologiske undersøkelser.

I forbindelse med kombinert blokkleting og tungmineralvasking (Nilsson 1982) ble det funnet en sterkt rusten løsblokk innenfor Hestbrepiggane-granitten. Blokken viste seg å inneholde impregnasjon av magnetitt, svovelkis samt molybdenglans, og denne gav opphav til nye geologiske undersøkelser i området.

Under arbeid ved Heimre Illåbreen ble det observert et rustent område i den østlige delen av Hestbrepiggane, og dette ble undersøkt nærmere geologisk.

2. TIDLIGERE UNDERSØKELSER

Undertegnede kjenner ikke til at det er utført geofysiske undersøkelser innenfor det område hvor vi har gjort regional bekkesedimentprøvetaking på kartblad Sygnefjell. Resultatene fra bekkesedimentprøvetakingen ble sammenlignet med resultatene fra tilsvarende undersøkelser gjort omkring kjente kobberforekomster i Årdal.

Det geologiske underlag for oppfølgingsarbeidene på kartblad Sygnefjell har vært et preliminært berggrunnskart sammenstilt av A.D. Gibbs i 1979 på grunnlag av feltarbeider og bearbeiding gjennom en årrekke av A.D. Gibbs, P. Banham og R.B. Elliott, Bedford College, London.

Videre har vært benyttet H. Barkeys berggrunnsgeologiske sammenstilling, kartlagt på oppdrag for NVE i 1968.

3. METODEBESKRIVELSER

3.1. Geofysiske målemetoder

Ved de geofysiske undersøkelsene på Sognefjellet, ble det hovedsakelig målt VLF-EM, men også noe magnetisk totalfelt.

VLF-EM er en elektromagnetisk metode som gir anomalier på ledende soner på bakken og i undergrunnen. Metoden kan gi informasjon om sonenes dyp og samtidig gi et kvalitativt bilde av ledningsevnekontrast mellom sone og vertsbergart. I prinsippet kan også sonens fall (dip) bestemmes, men dette er i praksis meget usikkert. Dybderekkevidden er begrenset til størrelsesorden 50-100 meter, men dette avhenger noe av overdekkets ledningsevne. VLF-målinger favoriserer lange ledere, og en kan lett overse korte ledere i bakken ved ensidig bruk av metoden.

Med magnetiske totalfeltnmålinger kan en kartlegge bergartenes magnetiske egenskaper. Som regel er det bare mineralet magnetitt som gir anomalier, og resultatene gir derfor et bilde av magnetittinnholdet i undergrunnen. Ved bakkemålinger vil dagnære variasjoner i magnetittinnhold ofte framstå som hurtig skiftende anomalier, mens dypereliggende større magnetittanrikninger framstår som et forhøyet stabilt nivå. Ut fra anomaliens form og størrelse kan ofte dypet til magnetittanrikningen og magnetittinnholdet bestemmes.

VLF-målingene ble utført som dipvinkelmålinger med NGUs selvbygde instrumenter. Hvilke senderstasjoner som ble benyttet og retningen på det magnetiske feltet fra disse er angitt i de enkelte tegningene. Magnetisk totalfeltmålinger ble foretatt med Unimag bærbart protonmagnetometer (Model G-836 GeoMetrics). For å unngå feil i målingene på grunn av "magnetisk uvær" ble det foretatt kontroll ved gjentakende målinger på bestemte punkter. Som en dobbeltkontroll ble daglige utskrifter fra magnetiske målinger ved nordlysobservatoriet i Tromsø (Magnetic Records) undersøkt for de aktuelle dagene. Denne kontroll viser at målingene ved Bøverbreen og nordøst for Skålavatnet samt tre profiler øst for Preststeinsvatnet er målt på magnetisk urolige dager. Av denne grunn er dataene upålitelige og resultatene fra de to førstnevnte områdene blir ikke rapportert.

Målefeltene er valgt for i størst mulig grad å dekke nedslagsfeltene for de enkelte bekkesedimentprøver som skulle oppfølges. Målepunktavstanden var konstant lik 25 meter for begge metodene i alle områdene som ble undersøkt.

3.2. Geokjemiske feltdata og analysemetoder

Ved den geokjemiske oppfølgingen av de høye kobberverdiene øst for Preststeinsvatnet ble det tatt femten bekkesedimentprøver og tre jordprøver. Bekkesedimentprøvene ble tatt av mest mulig uorganisk materiale og ble våtsiktet gjennom nylonduk med lysåpning 0,18 mm. Bare finfraksjonen ble tatt vare på. Jordprøvene ble tatt fra C-horisonten i 30-40 cm dybde. Både bekkesedimentprøvene og jordprøvene ble oppbevart i papirposer og sendt NGU for tørking og sikting. Tørkingen ble utført ved ca. 60°C og siktingen av de tørre prøvene ble utført gjennom nylonduk med lysåpning 0,18 mm. Finfraksjonen av både jord- og bekkesedimentprøver ble videre oppsluttet og analysert ved NGU. Ett gram av prøven ble veid inn i reagensglass og behandlet med 5 ml salpetersyre 7N i 3 timer ved 110°C. Etter tilsats av referanse-

elementet Y og fortynning til 100 ml, ble følgende 29 elementer bestemt i løsningen med plasmaskpektrometer: Si, Al, Fe, Ti, Mg, Ca, Na, K, Mn, P, Cu, Zn, Pb, Ni, Co, V, Mo, Cd, Cr, Ba, Sr, Zr, Ag, B, Be, Li, Sc, Ce og La. Reproduserbarheten av analysene regnes å være omlag $\pm 15\%$ ved 95% konfidensnivå. Analyseresultatene for elementene Cu, Ni, Zn, Pb, Fe, Mn og Ca framgår av tabell på tegning 1709/P-02. De øvrige analyseresultatene ligger lagret på NGUs dataanlegg på filen A15381.OPPGIVER.KAACANAL og på filen A13081.OPPGIVER.KAACANAL.

4. UNDERSØKELSER OG RESULTATER

4.1. Cu-bekkesedimentanomalier i randen av Jotundekket

Geofysikk

VLF- og magnetiske målinger øst for Preststeinsvatnet er utført i et stikningsnett som har varde 1480 m.o.h. som utgangspunkt. Basis er stukket i retning 68^g (magn.N) og ender opp på varde 1512 m.o.h. Profilene er stukket for hver 25 m og merket med samme koordinater som angitt i tegning 1709/P-02.

VLF-målinger viser ingen anomalier som kan indikere noen større dagnær massiv sulfidmineralisering (se tegning 1709/P-02). De svake anomaliene som her er indikert kan skyldes impregnasjon av kobbersulfider som igjen kan være årsak til de Cu-anomale bekkesedimentprøvene. Andre mulige årsaker til VLF-anomaliene er impregnasjon av andre ledende mineraler, små myrområder, små vannfylte knusningssoner eller topografiske effekter. Området ga ikke anomalier som er verdt videre oppfølging.

Som tidligere nevnt er de magnetiske målingene i feltet delvis beheftet med støy. Dette gjelder spesielt profil 40000 og 43000, men også profil 41000 (se tegning 1709/P-02), og en må se bort fra de høye magnetiske anomaliene som finnes her. Feltet viser

forøvrig ingen anomalimønstre som kan være til hjelp i den geologiske tolkning. Måleverdiene ligger lavt i forhold til det en kan forvente, og dette har trolig sammenheng med sydenforliggende mer magnetiske bergarter (jfr. Aeromagnetisk kart M711 - 1518 III).

Ved Bøverbreen ble målingene hindret av vanskelig topografi og målefeltet er derfor sterkt amputert. Bortsett fra et tjern, finnes det ikke holdepunkter for stedsangivelse, men en merket turiststi fra Krossbu over Smørstabb-breen går gjennom feltet. Et av profilene (41250) går helt fram til den daværende brefront (1981) (se tegning 1709/P-03). Profilene er stukket for hver 25 meter og merket med koordinater som angitt i tegning 1709/P-03. Profilretningen er 1689 (magn.N).

Heller ikke ved Bøverbreen indikerer VLF-målingene noen større massive dagnære sulfidmineraliseringer som kan forklare anrikningen av Cu i en bekkesedimentprøve. To av de tre meget svake anomalie faller sammen med små myrområder og disse kan utgjøre anomalårsaken. De magnetiske data behandles ikke på grunn av at de er beheftet med støy.

Geokjemi

Ved den regionale bekkesedimentprøvetakingen under Nord-Gudbrandsdalsprogrammet ble hovedområdet lagt til de sentrale kambrosiluriske områdene i strøket Otta-Vågå, som ut fra et malmletingssynspunkt ble regnet som mest lovende (Krog 1983). Et lite tilleggsområde ble imidlertid lagt til en smal sone av kambrosiluriske bergarter på Sognefjell. Dette tilleggssområdet strakk seg også litt innover de tilgrensende bergartene. Ved opptegningen av resultatene fra Sognefjell framkom et delområde med medianverdi på 70-80 ppm Cu i SSØ mot 20-30 ppm Cu i NØ (Krog 1983). Området med høyere kobberverdier er stort sett begrenset til SØ-sida av Sognefjellsveien og dekker den delen av det prøvetatte området som faller innenfor Jotundekkets bergarter. De to høyeste kob-

berverdiene er på ca. 400 ppm Cu og opptrer øst for Preststeinsvatnet. I tillegg opptrer en kobberverdi på 250 ppm Cu på nord-sida av Bøverbreen og en kobberverdi på 160 ppm Cu ved Nufsfonni.

Disse resultatene samsvarer godt med en større bekkesedimentundersøkelse som i 1976 ble utført et par mil SØ for Sognefjellet. Undersøkelsen den gang ble utført i forbindelse med de gamle kobbergruvene i Årdal og omfattet ca. 2000 prøver i et ca. 500 km² stort område som for størstedelen besto av Jotundekkets bergarter (Krog 1977). Det framkom der 5-6 kobberanomalier med verdier på 150 ppm Cu eller mere. Den høyeste verdien var på 450 ppm Cu. En nærmere undersøkelse av disse verdiene tydet på at de dels skyldes kobbermineralisering i forbindelse med de gamle kobbergruvene i Årdal og dels høyt bakgrunnsnivå av Cu i enkelte bergartssoner (Krog 1978). For å undersøke muligheten av økonomiske mineraliseringer av "Årdalstype" som årsak til kobberanomaliene på Sognefjell ble derfor området øst for Preststeinsvatnet fulgt opp med ny geokjemisk prøvetaking foruten geofysiske og geologiske undersøkelser.

Bekkesedimentprøver ble innsamlet fra alle store og små bekkesig innen nedslagsfeltet til de anomale prøvene nr. 2774 og nr. 2775, se tegning 1709/P-02. For å komme på sporet av forvittringsprodukter fra en eventuell kobbermineralisering ble det dessuten utført feltbestemmelser av kobber (Holman 1956) både i bekkesedimenter og i jordprøver. Imidlertid viste det seg vanskelig ved oppfølgingen å finne prøver med høyere kobberinnhold enn de første prøvene fra den regionale prøvetakingen. Dette førte til at bare 3 jordprøver i tillegg til 15 bekkesedimentprøver ble tatt med tilbake til laboratoriet. Beliggenhet og analyseresultater framgår av tegning 1709/P-02. De høye kobberverdiene viser her en tilfeldig spredning som tyder på at de ikke skriver seg fra en konsentrert kilde. Årsaken til de høye kobberverdiene er derfor neppe en kobberforekomst med de nødvendige 20-30 000 ppm Cu, men trolig et noe ujevnt, høyt bakgrunnsnivå på ca. 500 ppm Cu i bergartene rundt den anomale bekken. Denne antagelsen støttes av observasjonene i felten. Der ble det heller ikke fun-

net synlige tegn til mineralisering. Eneste tegn som kunne tyde på kobbermineralisering var enkelte eksemplarer av planten *Viscaria alpina* (Kobberblomsten). Den trives i jord rik på kobber eller tungmetaller og ble funnet noen meter syd for prøve nr. 4103 og noen meter øst for prøve nr. 4115. Imidlertid er det generelle tungmetallinnholdet i dette området såvidt høyt at planten i dette tilfellet ikke kan brukes som malmindikator. Området øst for Preststeinsvatnet er godt blottet med spredt og tynt overdekke. Eventuell kobbermineralisering med utgående under overdekket ville derfor trolig være godt synlig på grunn av forvitring med tilhørende fysisk og kjemisk påvirkning av det nærmeste området. Antagelsen om at bekkesedimentanomalien øst for Preststeinsvatnet skyldes høyt bakgrunnsnivå av kobber i enkelte bergarter er i samsvar med det som ble funnet for noen av bekkesedimentanomaliene ved Årdal (Krog 1978).

Geologi

Heimre Illåbreen og andre lokaliteter langs NV-randen av Jotundekket

(funnet ved regional bekkesedimentprøvetaking og etter anvisning fra Torgeir T. Garmo, Lom).

Den regionale bekkesedimentdekningen under Nord-Gudbrandsdalsprogrammet omfattet, foruten et stort hovedområde vesentlig innenfor kambrosilurbergarter i selve Gudbrandsdalen, Ottadalen, Heidalen og de lavereliggende fjellstrøkene omkring, også et område innenfor kbl. Sygnefjell. Prøveområdet ble lagt som et bredt profil fra bunngneiser i NV gjennom de overliggende kambrosiluriske metasedimenter og metavulkanitter, videre gjennom Valdressparagmitt og dernest lengst mot SØ inn i randsonen av Jotundekkets høymetamorfe dyperuptiver. Bekkesedimentprøvene fra randsonen av Jotundekket var de mest anomale. Et jevnt høyt kobbernivå kunne følges gjennom alle bekkene hvorfra vi hadde prøver,

fra området ved Preststeinsvatnet i SV via Bøverbreen og Leirbreen, fram til Brangsdalen like syd for Bøvertunvatnet i nord. Om vi hadde utvidet prøvenettet, ville vi høyst sannsynlig fått se større deler av et regionalt høyt kobbernivå som gir seg til kjenne flere steder både langs randen av og inne i Jotundekket. Dette høye Cu-nivået er påvist ved bekkesedimentprøvetaking i Årdal (se geokjemisk delrapport) og i Tyintraktene ved SØ-randen av Jotundekket (Ottesen 1979).

Analyseresultatene fra Sognfjellskartet ble diskutert med Torgeir T. Garmo, Lom, som er meget godt kjent med berggrunnen i området. Garmo ble ikke overrasket over Cu-anomalien, han viste til en rekke steder langs randen av Jotundekket hvor han hadde funnet kobbermineraler, og da særlig de lett synlige grønnfargete sekundærmineralene som malakitt, krysokoll etc. Den beste lokaliteten Garmo kjenner til, er en liten mineralisering nær fronten av Heimre Illåbreen. Her er det ikke bare sekundære kobberutfellinger på dagoverflaten, men en rekke forskjellige sulfider av kobber i bergarten. Det er kobberrike sulfider assosiert med hematitt på en minimum 20-30 m lang steiltstående kvartsåre. Tykkelsen er for det meste mindre enn 5 cm. Noen steder deler åren seg opp i flere småårer hver med mektighet på et par cm. Den mineraliserte kvartsåren er ledsaget av epidot-mikroklinomvandling på noen få desimeters mektighet på begge sider av åren. Den mineraliserte kvartsåren ligger i sterkt mylonittiserte jotunbergarter meget nær det NV-lige utgående av Jotundekkets skyveplan/skyvesone. Mineraliseringen kunne følges noen timeter, men det er vanskelig å få en full oversikt over området fordi mineraliseringen ligger på toppen av en spiss og over store deler vanskelig tilgjengelig knaus, omgitt av et tykt lag av morenemateriale fra den nærliggende breen.

Kobberet har sannsynligvis primært opptrådt i form av en jevn, svak disseminasjon av kobbersulfider vesentlig i gabbroide bergarter, og i mindre grad i ultramafitter, innenfor Jotundekket. Sulfidene er senere under metamorfose blitt hydrotermalt mobilisert og reavsatt. Denne prosessen har sannsynligvis vært sterkest

i mylonittsonen i randen av dekket og ellers innenfor deler av dekket som har vært sterkt tektonisk påkjent.

Analyser av gabbroide og ultramafiske bergarter fra flere steder innenfor Jotundekket har vist tildels relativt høye kobberverdier:

<u>Prøver fra Gjendebuområdet (i sentrale deler av jotundekket) analysert for T.F. Emmett (1980)</u>		ppm Cu
Pr. J1-33	jotunit, sydflanken av Høgtunga	992
Pr. J1-6	pyroksengranulitt, Hellerfossen i Storådalen	528
Pr. J2-156	pyroksengneis, sydsiden av Hesttjern nord for Memurubu	438

<u>Prøver fra NV-randen, sentrale og østlige deler av Jotundekket (Nilsson 1983) (Røntgenspektrografiske analyser)</u>		ppm Cu
Pr. 8	diabasgang, vestskråningen av Raudhamran i Memurudalen (sentrale deler av Jotundekket)	449
Pr. 132	kleberstein, Visdalen. I NV-randen av dekket nær skyvesonen	845
Pr. 128	granulittisk gneis, Visdalen. I NV-randen av dekket, nær skyvesonen	839
Pr. 150	websteritt (pyroksenitt), Gråsubekken i Veodalen (sentrale deler av dekket)	1500
Pr. 157	jotungabbro, Birisjøen i Sjødalen (østlige deler av dekket)	261

Det høye Cu-nivået innen Jotundekket antyder omfanget av den anrikningsprosess som er foreslått for mineraliseringen ved Heimre Illåbreen. Øst for Preststeinsvatnet hvor undersøkelsene gav den sterkeste kobberanomalien (373 ppm i bekkesediment) ble det ikke funnet kobbersulfider, og heller ikke sekundære kobberutfellinger på overflaten. I en løsblokk ble det funnet hematitt på fine stikk i en epidot-mikroklinomvandlet bergart til-

TABELL 1

Røntgenspektrografiske analyser av bergartsprøver fra et lite område ca. 2-3 km øst for Preststeinsvatnet. Området er anomalt på Cu i bekkersedimenter.

6 BERGARTSPRØVER AV MYLONITTISERTE JOTUNERUPTIVER						
ELEMENT	PRØVE 401-A	PR. 401-B	PR. 401-C	* PR. 401-D	PR. 401-E	PR. 401-F
Nb	7.PPM <	5.PPM	15.PPM <	5.PPM	5.PPM <	5.PPM
Zr	34.PPM	33.PPM	80.PPM	18.PPM	44.PPM	39.PPM
Y	13.PPM <	5.PPM	39.PPM <	5.PPM	11.PPM	11.PPM
Sr	.11 %	.24 %	.29 %	22.PPM	.19 %	.11 %
Rb	9.PPM <	5.PPM	20.PPM <	5.PPM <	5.PPM <	5.PPM
Zn	105.PPM	70.PPM	34.PPM	159.PPM	95.PPM	113.PPM
Cu	60.PPM	116.PPM	55.PPM	45.PPM	203.PPM	440.PPM
Ni	120.PPM	170.PPM	10.PPM	.15 %	125.PPM	329.PPM
Cr	18.PPM <	5.PPM	8.PPM	.26 %	37.PPM	7.PPM
V	264.PPM	623.PPM	238.PPM	85.PPM	570.PPM	750.PPM
Ba	590.PPM	34.PPM	566.PPM	237.PPM	56.PPM	88.PPM
Pb	< 10.PPM	13.PPM	24.PPM <	10.PPM <	10.PPM <	10.PPM
Co	49.PPM	36.PPM	10.PPM	57.PPM	52.PPM	43.PPM
Mo	6.PPM	7.PPM <	5.PPM <	5.PPM	6.PPM	8.PPM
Sn	< 10.PPM <	10.PPM <	10.PPM <	10.PPM <	10.PPM <	10.PPM

*Prøve 401D er rik på bl.a. Ni samtidig som det kan sees endel sulfidimpregnasjon i stoffen. Sulfidkornene antas å bestå vesentlig av svovelkis fordi prøven ikke ga reaksjon på dimethylglyksim (nikkelindikator).

svarende forholdene ved Heimre Illåbreen. Dette løsblokkfunnet støtter opp under det som er sagt foran. Ingen ytterligere funn av ertsmineraliserte bergarter ble gjort innenfor prosjektets virksomhet.

En rekke bergartsprøver ble tatt for kjemisk analyse ved den lille anomalibekken øst for Preststeinsvatnet, se tegning 1709/P-02. Prøvene antas å være representative for dreneringsfeltet til anomalibekken. Analyseresultatene (se tabell 1) viser kobberverdier på 45-440 ppm (153 ppm som gjennomsnitt av 6 prøver), og det behøver derfor i dette tilfellet ikke å ha vært noen oppkonsentrering av kobber fra fastfjell til bekkesediment.

Diskusjonen om disse mineraliseringenes dannelse skal ikke føres videre i denne rapporten. I stedet skal mineraliseringen ved Heimre Illåbreen beskrives noe detaljert ut fra mikroskopering av 8 stk. polerpreparater.

De 8 preparatene viste til sammen et mineralselskap av kobberrike sulfider i hydrotermalkvartsårer pluss assosiert hematitt som opptrer i en epidot-mikroklin sone (saussurittisering) på kanten av kvartsårene. Bornitt, kobberglans og ev. digenitt har vært de primære sulfidene; nå er disse helt eller delvis omvandlet til kovellin eller kobberkis. Følgende mineraloverganger ble observert i slipene:

slip 400 A:

Kobberglans (eller digenitt?) → kovellin → sekundære vannholdige kobbersilikater, etc.

slip 400 B:

Litt disseminert hematitt som ser ut til å bli "spist opp" av de omliggende silikater (meget taggete og ujevne korngrenser på jernoksydet)

slip 400 C:

Bornitt → kobberglans → kovellin eller bare bornitt →

kobberglans (på grenseflate bornitt/silikat)

videre bornitt → kobberkis (på grenseflate bornitt/silikat)

og bornitt → kobberglans(?) → kobberkis

Videre fins myrmekittlignende sammenvoksninger av bornitt og kobberglans. Både kobberglans og bornitt antas å være primære, men noe kobberglans må også være dannet sekundært fra bornitt. Dette kan muligens forklare tilstedeværelsen av den assosierte hematitten: bornitt (Cu_5FeS_4) → kobberglans (Cu_2S) + hematitt (Fe_2O_3).

slip 400 D:

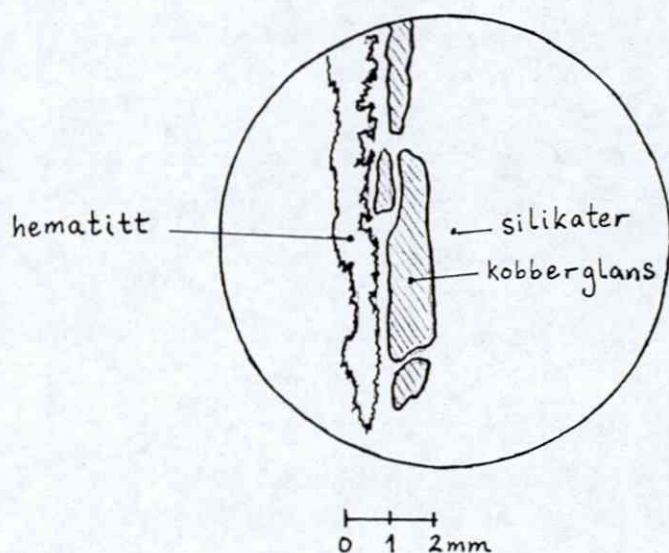
Kobberglans → 1. overgangsfase → 2. overgangsfase → kovellin.

Disse overgangsfasene ble ikke forsøkt bestemt ved hjelp av mikrosonde fordi de bare utgjør smale bånd på noen få mikrons bredde. Mikrosondeundersøkelser på så små arealer er ofte beheftet med stor usikkerhet.

Observasjoner med 320 gangers forstørrelse og oljeimmersjonsobjektiv:

mineralfase	obs. i parallelt lys	obs. under x-nicols.
kobberglans	ingen bireflektans, blåhvit farge	isotrop, gråblå farve
1. overgangsfase	svak bireflektans, svakt gråblå-mellomblå farve	svakt anisotrop, gråblå - mørk gråblå farve
2. overgangsfase	noe sterkere bireflektans, mellomgrå - sterkt gråblå farve	moderat anisotrop, mørk gråblå - fiolett farve
kovellin	sterk bireflektans, blåhvit - dyp blågrå farve (interne reflekser)	sterkt anisotrop, orangegul - orangerød farve

I slipet sees et langt tynt hematittbånd adskilt fra et parallelt løpende bånd med kobberglans bare med et meget tynt silikatbånd imellom (se skissen under).



Figur 1

Denne assosiasjonen tyder på omdanning av bornitt som nevnt over:
bornitt → kobberglans + hematitt

slip 400 E:

bornitt → kobberkis (på grensen bornitt/silikat)

bornitt → kovellin (på fine grenformete riss (sprekker) i bornitten)

bornitt → kovellin (på grensen mellom bornitt og hematittinneslutninger i denne)

videre sees kobberkis i umiddelbar assosiasjon med hematitt bl.a. som kobberkisinneslutninger i hematitt.

slip 400 F:

porøs kobberkis i kvartsmasse med randzone av malakitt eller annet sekundærmineral mot silikatinneslutninger.

slip 400 G:

kobberglans (eller digenitt?) pluss assosiert hematitt.

slip 400 H:

kobberglans (eller digenitt?)

Det har ved mikroskopering vært vanskelig å avgjøre om det har vært bare kobberglans (Cu_2S) eller bare digenitt (Cu_9S_5) til stede eller om det har vært en blanding av begge.

Følgende faktorer gjør det vanskelig å avklare dette selv om kobberglansen i teorien er blåhvit og har refleksivitet $R=30\%$ og digenitten mer lys blå og har $R=21\%$.

Ved maskinpolering (brukt her) får kobberglansen ofte et litt mer blåaktig skjær. Dette kan imidlertid avsløres ved å se om slike mer blålige polerstriper fins spredt i alle retninger i kobberglanskornene (fins her!)

Verre er det at digenitt kan oppta i fast blanding (solid-solution) mindre mengder kobberglans eller kovellin (Uytenbogart & Burke 1971), og fasen blir da vanskelig å bestemme. Slike fenomener kan ikke utelukkes her fordi enkelte korn viser både blåhvite og litt mer blålige partier side om side. Videre kan det muligens være noe djurleitt ($\text{Cu}_{1,96}\text{S}$) til stede(?).

Disse problemer skal ikke utdypes mer her rent teoretisk. Mineralfasene ble etterpå undersøkt ved hjelp av mikrosonde. Majoriteten av de 37 enkeltanalysene som ble utført viste en sammensetning beliggende omtrent midt imellom Cu_2S og Cu_9S_5 .

Et pulveropptak med Debye-Scheerer kamera på materiale fra prøve 400 H ga signifikante linjer for digenitt (film nr. 9492) pluss noen få svake linjer som skyldtes silikater. 8 mikrosondeanalyser på kobbersulfider i slip 400 H ga som resultat en variasjon i sammensetning fra omtrent ren digenitt ($\text{Cu/S}=3,557$) til digenitt med noe fast oppløsning (solid solution) av kobberglans tilstede ($\text{Cu/S}=3,707$). Ren kobberglans Cu_2S har $\text{Cu/S}=3,963$ og ren digenitt $\text{Cu/S}=3,566$.

Til slutt skal bare nevnes at forekomsten ved Heimre Illåbreen har et mineralselskap som er nesten identisk med mineralselskapet til kobberforekomstene i Årdal (Korneliussen, 1978, side 20). Årdalsmalmene ligger også i omvandlete (retrograderte) jotuneruptiver. Korneliussen (1978, s. 23) antar at en rent tektonisk betinget dannelse er den mest sannsynlige for Årdalsmalmene; kobber fra jotuneruptivene er transportert i løsninger langs tektoniske soner og siden utfelt i tilknytning til nydannede amfibolitter og hornblenditter.

En slik dannelsesteori faller i hovedtrekkene sammen med synet på dannelsen av mineraliseringen ved Heimre Illåbreen (diskutert foran).

4.2. Pb-bekkesedimentanomalier i metasedimenter

Geofysikk

Analysene av bekkersedimentprøver fra dalføret mellom Skålavatnet og Storevatnet viser to områder som har gitt anomale Pb-verdier (Krog 1983). VLF- og magnetiske målinger ble forsøkt ved det nordligste av disse, ca. 500 m vest for toppen på Kjerringhetta (se tegning 1709/P-01). Basis i stikningsnettet har utgangspunkt i sydlige ende av et lite vann, og er stukket i retning 240° (magn.N). Profilene er stukket for hver 25 meter og merket med koordinater som angitt i tegning 1709/P-05. Topografien i området forsinker målingene i meget sterk grad, og enkelte steder var det umulig å komme fram på grunn av loddrette stup.

VLF-målingene viser to tildels meget sterke anomalidrag (se tegning 1709/P-05). Disse dragene faller sammen med blottede grafittsoner ved foten av stup, og det antas at disse utgjør anomaliårsaken. Bekkesedimentprøven som gav høyest Pb-anomali i dette feltet synes å ligge nært inntil det ene VLF-anomalidraget. Tilsvarende sammenhenger mellom VLF-anomalier og Pb-anomalier

finnes andre steder i Nord-Gudbrandsdalen (Vålåsjøberget, Slette-
toppen og Haldorpiggen, se NGU Rapport nr. 1709/L). Ved to av
disse synes VLF-anomaliårsaken å være grafittsone (Vålåsjøberget
og Slette-
toppen). Dette kan tas som en indikasjon på at grafitt-
sonene utgjør kilden for blyet i bekkesedimentprøvene.

De magnetiske data fra feltet blir ikke presentert da det senere
viste seg at målingene var blitt utført under "magnetisk uvær"
(se avsnitt 3.1.).

I Dummdalen ble VLF- og magnetiske målinger utført i stiknings-
nett hvor basis starter ved lite tjern (1114 m.o.h.) nordøst for
Svarttjern (se tegningene 1709/P-01 og -06). Basis er stukket i
retning 256^g (magn.N) og profilene normalt denne. Profilene er
stukket for hver 25 meter og merket med koordinater som angitt i
tegning 1709/P-06.

VLF-målingene i Dummdalen viser kun svake og meget svake ano-
malier, og årsaken til disse kan være impregnasjoner av ledende
mineraler, små myrområder eller topografiske effekter.
Tilsvarende grafittsoner som de som ble kartlagt nord-øst for
Skålavatnet finnes ikke og en kan derfor se bort fra tilsvarende
grafittsoner som en mulig kilde for blyet i bekkesedimentene.
For å undersøke om blyet stammer fra blyglansdisseminasjon i
sparagmitt (fjellkjederandtypen) anbefales måling av indusert
polarisasjon. De magnetiske målingene i Dummdalen (tegning
1709/P-04) viser meget stabile verdier, og det er ingen tegn på
dagnære anrikninger av magnetiske mineraler. En jevn stigning i
den magnetiske feltstyrken mot nordvest har sammenheng med en
regional anomali (se Aeromagnetisk kart 1518 II Sygnefjell) og
skyldes trolig et fjerntliggende magnetisk legeme (eventuelt
flere).

Geologi

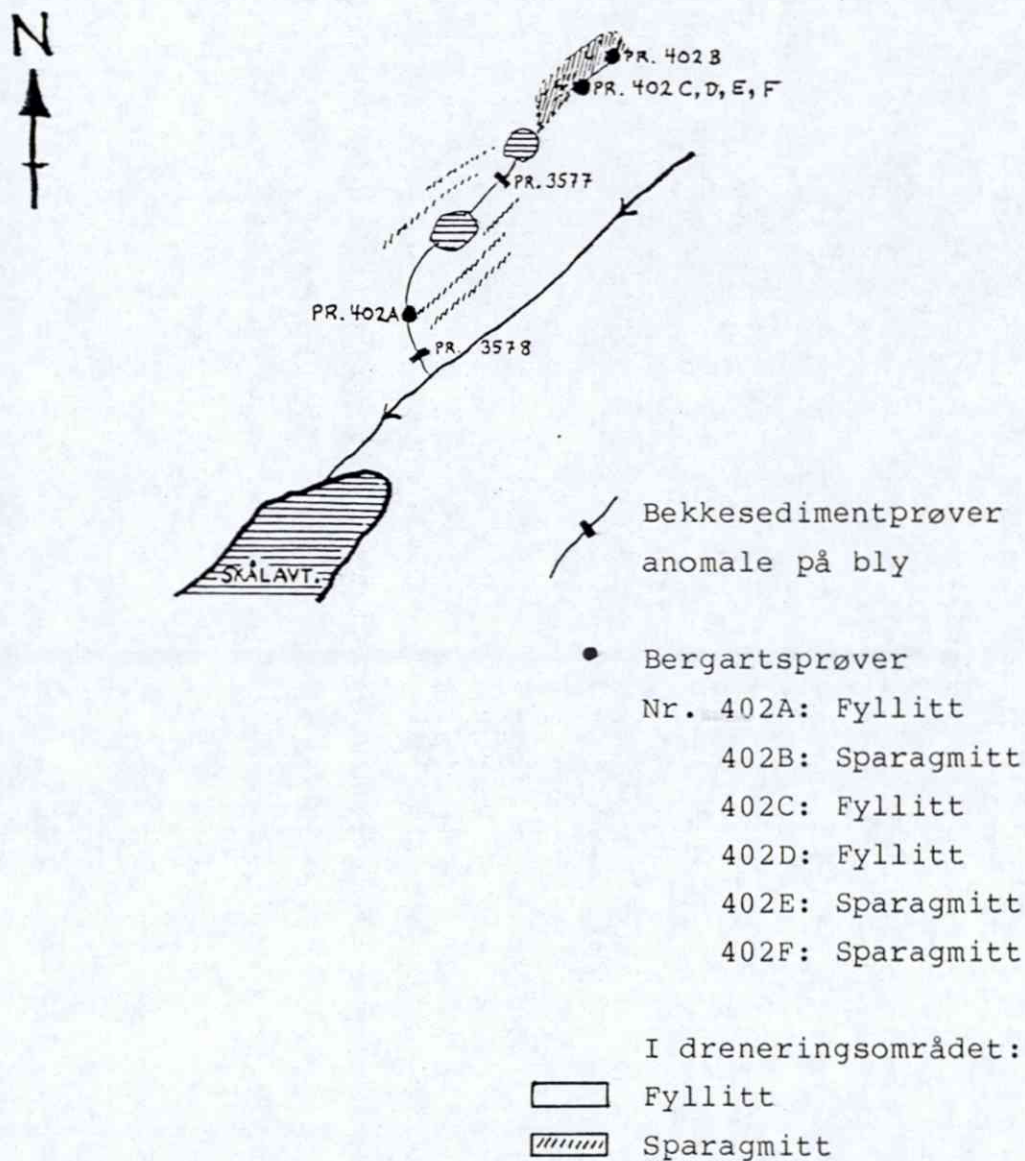
Området NØ for Skålavatn ble befart den 25.08.81. Dette området ligger ca. 2 km SV for det området som ble målt geofysisk (se tegning 1709/P-01). Det lille dreneringsfeltet til bekken med de to mest anomale bekkesedimentprøvene (pr. 3577 med 199 ppm Pb og pr. 3578 med 286 ppm Pb, se figur 2), ble da detaljert undersøkt. Det er mye mindre sparagmitt i det lille dreneringsområdet enn angitt på Gibbs & Banhams' kart (tegning 1709/P-01). Den dominerende bergarten er mer eller mindre kvartsrik fyllitt som veksler med relativt tynne lag av lys sparagmitt, se fig. 2.

6 prøver av fyllitt og sparagmitt som senere ble analysert røntgenspektrografisk ved NGU (se tabell 2), viser et blyinnhold i området <10-16 ppm, hvilket er et vanlig gjennomsnitt i steril fyllitt og sparagmitt. Den mest sannsynlige forklaringen på blyanomalien er en organisk og/eller mekanisk oppkonsentrering på 10-20X fra bergarten til bekkesedimentene. Eventuelt skyldes anomalien helt eller delvis forvitring av spesielt grafittrike horisonter (slike framkom under VLF-målingene) som meget godt kan føre Pb i størrelsesorden 2-300 ppm. Dermed kan overgangen fra fastfjell til bekkesediment ha foregått uten noen betydelig oppkonsentrering av bly i bekkesedimentet. Det ble ikke oppdaget noen malmmineraler i berggrunnen i dreneringsfeltet.

Det samme gjelder berggrunnen mellom tjern 1114 m og Svarttjern 1250 m i Dummdalen. Her ble også tatt bergartsprøver (5 stk.) som viste Pb i området <10-34 ppm (se tabell 2). Anrikningen av Pb fra fastfjell til bekkesediment antas analog med situasjonen NØ for Skålavatn. Berggrunnen i dreneringsfeltet til Pb-anomali-bekken i Dummdalen veksler mellom kvartsfyllitt/kvartsglimmer- (serisitt) skifer og mer sparagmittlignende bergarter (serisittførende kvartsitt/arkoser), se tegning 1709/P-01.

I analysetabellen er ført opp røntgenspektrografiske verdier av en rekke elementer foruten Pb.

Begge anomaliområdene fremgår av tegning 1709/P-01.



Figur 2: Skisse av anomaliområdet NØ for Skålavatnet

TABELL 2

ANALYSER AV BERGARTSPRØVER FRA OMRÅDER SOM ER ANOMALE PÅ BLY (+ MOLYBDEN) I BEKKESEDIMENTER

ELEMENT	OMRÅDE NØ FOR SKÅLAVATN, SOGNEFJELL						OMRÅDE I DUMMDALEN, SV FOR BØVERTUN				
	FYLLITT	SPARAGMITT	FYLLITT	FYLLITT	SPARAGMITT	SPARAGMITT	SERISITTFØRENDE SPARAGMITT	LITT RUSTEN KVARTSSLIRET SERISITT- FYLLITT	LITT RUSTEN KVARTSSLIRET SERISITT-FYLLITT	KVARTSSERISITTSK SERISITT-SPARAGMITT	LITT RUSTEN KVARTSSLIRET SERISITTFYLLITT
	PRØVE 402-A	PR. 402-B	PR. 402-C	PR. 402-D	PR. 402-E	PR. 402-F	PR. 406-A	PR. 406-B	PR. 406-C	PR. 406-D	PR. 406-E
NB	18.PPM	8.PPM	23.PPM	18.PPM	6.PPM	9.PPM	46.PPM	28.PPM	40.PPM	10.PPM	24.PPM
ZR	146.PPM	158.PPM	217.PPM	151.PPM	192.PPM	210.PPM	455.PPM	272.PPM	394.PPM	123.PPM	369.PPM
Y	35.PPM	5.PPM	39.PPM	34.PPM	6.PPM	10.PPM	45.PPM	37.PPM	131.PPM	9.PPM	78.PPM
SR	137.PPM	19.PPM	139.PPM	113.PPM	8.PPM	29.PPM	81.PPM	101.PPM	228.PPM	130.PPM	284.PPM
RB	134.PPM	22.PPM	211.PPM	133.PPM	24.PPM	45.PPM	190.PPM	76.PPM	119.PPM	131.PPM	280.PPM
ZN	99.PPM	13.PPM	129.PPM	104.PPM	11.PPM	20.PPM	81.PPM	91.PPM	102.PPM	53.PPM	115.PPM
CU	36.PPM	6.PPM	40.PPM	36.PPM	5.PPM	5.PPM	20.PPM	22.PPM	23.PPM	10.PPM	7.PPM
NI	39.PPM	5.PPM	50.PPM	47.PPM	5.PPM	5.PPM	15.PPM	23.PPM	34.PPM	11.PPM	64.PPM
CR	108.PPM	6.PPM	147.PPM	104.PPM	5.PPM	9.PPM	64.PPM	50.PPM	66.PPM	33.PPM	102.PPM
V	324.PPM	12.PPM	384.PPM	272.PPM	10.PPM	14.PPM	119.PPM	109.PPM	110.PPM	86.PPM	146.PPM
BA	457.PPM	100.PPM	670.PPM	439.PPM	114.PPM	248.PPM	825.PPM	339.PPM	510.PPM	699.PPM	19 %
PB	13.PPM	10.PPM	15.PPM	16.PPM	14.PPM	10.PPM	10.PPM	27.PPM	34.PPM	13.PPM	22.PPM
CO	21.PPM	5.PPM	17.PPM	25.PPM	5.PPM	5.PPM	15.PPM	17.PPM	23.PPM	5.PPM	23.PPM
MO	5.PPM	5.PPM	8.PPM	5.PPM	5.PPM	5.PPM	5.PPM	5.PPM	5.PPM	5.PPM	6.PPM
SN	10.PPM	10.PPM	10.PPM	10.PPM	10.PPM	10.PPM	10.PPM	10.PPM	10.PPM	10.PPM	10.PPM

4.3. Molybdenundersøkelse i Hestbrepiggranitten

UTM 4875/4205 kbl. 1518 III SYGNEFJELL

Under kombinert blokkleting og tungmineralvasking sommeren 1980 ble det funnet en sterkt rusten løsblokk på ca. 30-40 kg ved bredden av tjern 1454 m.o.h. syd for Høybreen innenfor Hestbrepiggranitten (Rapport 1709/B). Den ene halvparten av blokken var pegmatittisk, mens den andre halvdelen besto av vanlig middelskornet granitt. Begge deler inneholdt impregnasjon av magnetitt, svovelkis og molybdenglans. Det ble lett intenst etter flere slike blokker samt forekomster i fastfjell i funn-området uten positivt resultat. Den ene blokken var helt eksotisk i den ellers monotone lysegrå granitten. Den faste berg-grunn i Hestbrepiggranites granittmassiv er for størstedelen meget godt blottet. Ved tjern 1454 m er mye av berggrunnen dekket av grove granittiske blokker, og det var midt i et slikt blokkhav den mineraliserte blokken ble funnet.

Blokkmassen som tildels er lagt opp i morener må ha sitt opphav i små botner og daler bare noen få hundre meter lenger NV. Langs vannkanten til tjern 1454 m og i tilløpsbekken til tjernet ble det funnet finkornete sedimenter (sand og silt), dog i så sparsomme mengder at det bød på problemer å finne nok materiale for tungmineralvasking. Tre slike sedimentprøver benevnt MV 198, MV 200 og MV 202 ble vasket i vanlig håndpanne (gullvaskepanne) og senere separert ved NGUs mineralseparasjonslaboratorium (se rapport 1709/B). Under eksaminasjon av separasjonsproduktene ble det observert molybdenglans i to av vaskeprøvene (ett korn i hver prøve). Utenom den ene løsblokken og de to vaskeprøvene ble det ikke funnet noe molybdenglans i dette området.

Mineraliseringer med relativt finkornet MoS_2 er generelt oftest gunstigere økonomisk sett enn mer grovkornete MoS_2 -mineraliseringer (prof. F. Vokes, pers. komm.). Det dreier seg i dette tilfellet om en relativt grovkornet molybdenglansimpregnasjon (med opptil flere mm store flakformete enkeltkorn) i en middelskornet gra-

nitt på overgangen til en pegmatitt. Dette kan være en mineralisering dannet under en sen fase av størkningen av den store granittplutonen. Under størkningen av silikatmagmaet kan molybden ha blitt anriket sammen med flyktige komponenter som har steget og samlet seg for til slutt å størkne i/ved små pegmatittiske linser eller ganger i granitten.

De økonomisk sett viktigste molybdenglansmineraliseringer (porphyry-Mo-Cu-type med enten Mo eller Cu som dominerende mineral) er vanligvis kjennetegnet av en særlig finkornet Mo-mineralisering i hydrotermalkvarts som danner et nett av fine sprekker og riss (stringernet) i den granittiske vertsbergarten. Selve Mo-mineraliseringen som vanligvis kun kan sees som et blågrått stikk på de kvartsfylte sprekkelede ledages nesten alltid av svovelkis (gir ofte rustdannelse), nydannet (kjøttrød) kalifeltspat og serisittdannelse (farger bergarten blekt grønn). De to silikatomvandlingene opptrer på sidene av de fine kvartsfylte sprekkelede.

Slike silikatomvandlingspartier ble overhode ikke observert i den ensfargete lysegrå Hestbrepigganegranitten under dette prosjektet, og så vidt jeg vet er det heller ikke funnet porphyry-type Mo-mineraliseringer noe annet sted innenfor Hestbrepigganegranitten. P. Banham (Bedford College, London) som er den geolog som har arbeidet mest med denne plutonen og områdene omkring, har såvidt jeg kan se ikke noe sted beskrevet Mo-mineraliseringer eller fenomener som de nevnte ledagesende silikatomvandlinger.

På grunnlag av de funn og observasjoner som er nevnt her, er det ikke grunn til å trappe opp molybdenprospekteringen innenfor dette granittmassivet.

Prøver av den mineraliserte løsblokken ble likevel tatt for mikroskopering og kjemisk analyse hvorved vi ville få et best mulig bilde av denne forekomsten. Fire pålyspreparater ble laget og disse viste til sammen mineralselskapet

magnetitt - svovelkis - molybdenglans.

I de enkelte slip ble gjort følgende observasjoner:

slip 403 A: mye mt , ett py-korn, litt MoS₂
" 403 B: endel mt, litt py , intet MoS₂
" 403 C: mye mt , litt py , intet MoS₂
" 403 D: mye mt , intet py , litt MoS₂

Molybdenglansen opptrer, som naturlig er, i kontakt med magnetitt (heller enn svovelkis), mens svovelkisen ikke ligger i direkte kontakt med det andre sulfidmineralet, men noen mm-cm unna. Det er relativt mye mer magnetitt enn svovelkis og molybdenglans i løsblokken som helhet, se nedenfor.

Små mineraliserte biter av blokken ble lagt sammen til en bulk-prøve på ca. 1 kg (prøve 403 B), og denne ble analysert røntgen-spektrografisk på hoved- og sporeelementer ved NGU sammen med en prøve av det minst rustne partiet av løsblokken (pr. 403 A). Analyseresultatet er gitt tabellarisk i bilag 2).

I tabellen er også ført opp analyser av prøver fra et lett tilgjengelig profil gjennom granitten ved Nøstedalsseter og fra den østligste delen av granitten, NV for Nettoseter. Prøvene fra Midtdalen N for Nøstedalsseter og fra området NV for Nettoseter ble tatt både i granitt- og granittpegmatitt primært for å se om plutonen kunne være molybdenførende andre steder enn ved tjern 1454 m.o.h. S for Høybreen. Som analysene viser var molybdengehaltene overalt nedslående; kun en enkelt prøve (pr. 138) viste Mo-innhold så vidt over deteksjonsgrensen. Denne analysen viste imidlertid også et høyt jerninnhold, hvilket skyldes vesentlig pyritt og biotitt. Prøven blir derfor sammenlignbar med den sterkt mineraliserte løsblokken fra tjern 1454 m bare med mye svakere (bare såvidt påviselig) opptreden av assosiasjonen py-MoS₂ og uten magnetitt.

Det vil føre for langt å diskutere inngående de kjemiske analysene her, jeg vil bare knytte noen korte bemerkninger til mineraliseringen i prøve 403 B.

Prøven er meget jernrik ($17,21\% \text{Fe}_2\text{O}_{3\text{tot}}$) i forhold til svovel ($0,51\%$) og molybdengehaltene ($0,15\%$).

Av tallene kan vi finne mengdeforholdet mellom magnetitt (mt), svovelkis (py) og molybdenglans (MoS_2) hvis vi gjør noen små forenklinger:

0,15% Mo + tilhørende S gir	<u>0,25% MoS_2</u>
Resterende svovel knyttes til Fe.	
Dette gir ($0,51\% \text{S} - 0,10\% \text{S} = 0,41\% \text{S} \rightarrow$	<u>0,77% FeS_2</u>

Magnetittinnholdet blir liggende på ca. 14-16% når jern fra biotitt blir trukket fra.

Prøvepunktene plassering innenfor granittmassivet er vist på Gibbs & Banhams' geologiske kartblad Sygnefjell (1979), tegning 1709/P-01, og en komplett prøveliste med mikroskopidata er gitt i bilag 1.

4.4. Rustent område innenfor autokton/paraautokton(?) sparagmitt i den østlige delen av Hestbrepiggane

UTM ca. 5550/4550 kbl. 1518 II VISDALEN

(Ble iakttatt gjennom kikkert fra Heimre Illåbreen som i luftlinje ligger nøyaktig 10 km unna).

Ved inspeksjon viste det seg å være flere mer eller mindre sammenhengende rustne partier med ustrekning fra noen meter til noen timeter. Ett av rustpartiene (ca. $50-100 \text{ m}^2$ stort) viste seg å bestå mest av rusten sparagmitt og rusten glimmerskifer som står i skarp kontrast til den omgivende ordinære lyse sparagmitt. Foruten den rustne sparagmitt og glimmerskiferen består rustområdet av hydrotermalkvartsårer med pyritimpregnasjon. Jeg antar pyritimpregnasjon er hovedårsaken til all rustdannelsen i

området og regner derfor feltet som uinteressant i økonomisk geologisk henseende.

5. KONKLUSJONER

Geofysisk, geokjemisk og geologisk oppfølging øst for Preststeinsvatnet og ved Bøverbreen har ikke kunnet påvise dagnære sulfid-mineraliseringer som kan være kilde for Cu-anrikning i bekkesedimentprøver. Oppfølgingen tyder på at anrikningen skyldes et høyt bakgrunnsnivå av kobber i enkelte bergarter.

Geofysiske og geologiske oppfølgingsundersøkelser av Pb-anomalier i metasedimenter mellom Storevatnet og Skålavatnet og i Dummdalen har ikke kunnet gi tilfredsstillende forklaringer på anrikingene. Sør for Storevatnet ble det ved VLF-målinger kartlagt to grafittsoner som kan være en kilde for Pb, men dette er ikke undersøkt nærmere. I Dummdalen kunne det ikke påvises tilsvarende grafittsoner, og her anbefales forsøk med induisert polarisasjon for å se om blyglans kan finnes som disseminasjon.

Funnet av en løsblokk med Mo-mineralisering i Hestbrepiggane-granitten førte til utvidet leting i det aktuelle område. Det ble imidlertid ikke funnet flere mineraliserte løsblokker og heller ikke molybdenmineralisering i fastfjell. Mineraliseringstypen er ikke den mest interessante, og det anbefales ikke videre oppfølging.

Et rustent område innenfor autokton/paraautokton sparagmitt i den østlige delen av Hestbrepiggane viste seg å være uinteressant pyritt-impregnasjon.

Trondheim, 5. oktober 1983
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE

Jan S. Rønning
Jan Steinar Rønning
geofysiker

Raidar Kroeg
Jan Reidar Kroeg
geokjemiker

Lars Petter Nilsson
Lars Petter Nilsson
statsgeolog

6. REFERANSER

- Aeromagnetisk kart, kartblad 1518 III Sygnefjell: Geofysisk Avdeling NGU.
- Barkey, H.: Geologisk kart Vest-Jotunheimen, Norge. M 1:100 000. Kartlagt for NVE-Statskraftverkene i 1968 av NGU, Geofysisk avdeling. NGU oppdrag 817.
- Emmett, T.F. 1980: The metamorphism and tectonic relationship between gabbros and granulites around Gjendebu, Jotunheimen, Central southern Norway. Upublisert Ph.D.-avhandling, University of Newcastle-upon-Tyne.
- Gibbs, A.D. 1979: Preliminært berggrunnsgeologisk kart 1518 III Sygnefjell.
- Holman, R.C.H. 1956: A method for determining soluble Copper in soils and alluvium introducing white spirit as a solvent for dithizone. Trans.Inst.Mining Met., 66,7.
- Korneliussen, A. 1978: Årdalsområdets kopperforekomster. NGU rapport nr. 1560/9D. Upublisert.
- Krog, R. 1977: Geokjemiske bekkesedimentundersøkelser i Årdal, Sogn og Fjordane. NGU rapport nr. 1504 B.
- Krog, R. 1978: Geokjemisk oppfølging av anomalier ved Årdal, Sogn og Fjordane fylke. NGU rapport nr. 1560/9 B.
- Krog, R. 1983: Geokjemiske bekkesedimentundersøkelser i Nord-Gudbrandsdalen. NGU rapport nr. 1709/F.
- Magnetic Records: September 1981, The Auroral Observatory, University of Tromsø. ISSN 0332-6098.
- Nilsson, L.P. 1982: Tungmineralvasking og blokkleting under Nord-Gudbrandsdalsprogrammet. NGU rapport nr. 1709/B. Upublisert
- Nilsson, L.P. 1983: En økonomisk-geologisk undersøkelse av ultramafiske bergarter (unntatt kleberstein) i Nord-Gudbrandsdalen. NGU rapport nr. 1709/D. Upublisert.
- Ottesen, R.T. 1979: Regional bekkesedimentgeokjemi (V,Mn,Fe,Co, Ni,Cu,Zn og Pb) i det sentrale østlandsområdet. Pålitelighet av data og geokjemisk bakgrunnsnivå. NGU/Landsforeningen mot kreft. Rapport nr. 1494 G, Del II. Upublisert.

Rønning, J.S., Krog, R. og Nilsson, L.P. 1983: Geofysiske, geokjemiske og geologiske oppfølgingsundersøkelser innenfor kommunene Nord-Fron, Sel, Dovre og Vågå, Oppland 1983.

NGU rapport nr. 1709/L. Upublisert.

Uytenbogaardt, W. & Burke, E.A.J. 1971: Tables for Microscopic Identification of Ore Minerals . - Amsterdam.

Prøvefortegnelse med noen mikroskopidata over granitt og granittpegmatittprøver fra Hestbrepigganmassivet.

Alle prøvene er tatt innenfor kartblad 1518 III Sygnefjell med unntak av pr. 405 B, C, D som er tatt innenfor kartblad 1518 II Visdalen

Prøvenummer	Lokalitetsnavn	UTM-koordinater	Bergart Mineraler observert under gjennomfallende lys	Opakmineraler observert i pålysmikroskop	Utført kjemisk analyse angitt med *	Slip T=tynnslip P=polerslip K=polert tynnslip
LPN 80-136	NV for Høydalsvatnet	4690/4070	granitt kvarts, feltspat: litt serisittdannelse og noen få korn med albittvillinger, biotitt > muskovitt, litt titanitt	noen få jevnt disseminerte magnetittkorn	*	K
LPN 80-137A	"	4710/4070	granitt kvarts og plagioklas i myrmekittdannelse, albitt pertitt, serisitt, litt biotitt	"	*	K
LPN 80-137B	"	4685/4010	kvartsitt (beliggende i gneisen ca. 500 m syd for grensen granitt/gneis). kvarts med fortannede korn- grenser og undulerende ut- slukning. 2 % muskovitt	intet	*	K
LPN 80-138	Midtdalen, nord for Nøstedsseter	3805/3900	rusten (pyrittholdig) granitt kvarts, albitt (delvis som antipertitt), noe serisitt- omvandling, biotitt	endel pyritt	*	K
LPN 80-139	"	4050/4080	granitt kvarts, mikrolin-pertitt, antipertitt (?), musko- vitt, biotitt, titanitt (titanitt ?) → biotitt)	litt av anhedral delvis oppspist magnetitt	*	K
LPN 80-140	"	4040/4070	granitt kvarts, mikrolin-pertitt, antipertitt (?), enkelte små myrmekittaggregater av kvarts og plagioklas, biotitt, muskovitt	noen få magnetittkorn	*	K
LPN 80-141	"	3895/3965	granitt kvarts, endel myrmekitt- dannelse og serisittisering inne i feltspatkorn som delvis viser mikrolin- gitter, endel feltspat med dels mikrolingitter og dels dråpe-avblanding pertitt/ antipertitt. Videre både biotitt og muskovitt tilstede	litt disseminert magnetitt, noen få pyrittkorn	*	K

Prøvefortegnelse med noen mikroskopidata over granitt og granittpegmatittprøver fra Hestbrepigganmassivet.

Alle prøvene er tatt innenfor kartblad 1518 III Sygnefjell med unntak av pr. 405 B, C, D som er tatt innenfor kartblad 1518 II Visdalen

Prøvenummer	Lokalitetsnavn	UTM-koordinater	Bergart Mineraler observert under gjennomfallende lys	Opakmineraler observert i pålysmikroskop	Utført kjemisk analyse angitt med *	Slip T=tynnslip P=polerslip K=polert tynnslip
LPN 80-142 (løsblokk)	Midtdalen, nord for Nøstedsseter	3780/3890	granittpegmatitt kvarts, feltspat (delvis serisittisert). Nesten all feltspaten viser enten mikrolingitter (mikrolin- pertitt) eller dråpeav- blanding (pertitt eller anti- pertitt). Videre litt biotitt tilstede.	noen få ørsmå magnetittkorn (mt)	-	K
LPN 80-143-1	"	3655/3775	granittpegmatitt kvarts, feltspat som til- sammen viser mikrolin- gitter, albitt-tvillinger pertitt/antipertitt-av- blanding samt serisitt- isering. Mengdeforhold kvarts/ feltspat i slipet: ca. 10-20 % / ca. 80-90 %, aksessorisk muskovitt og biotitt	litt disseminert magnetitt (mt)	*	K
LPN 80-143-2	"	"	granittpegmatitt kvarts (delvis inneluttet i feltspaten), kalifelt- spat > plagioklas (felt- spaten er delvis seri- sittomvandlet), litt muskovitt, biotitt og kloritt	-	*	T
LPN 80-144	"	3645/3745	granittpegmatitt i gneisen ca. 100 m syd for gneis/ granitt-grensen. ca. 20 % kvarts og ca. 80 % feltspat/(serisitt) i slipet. Langt framskredet serisitt- omvandling av feltspaten; endel albitt og endel per- titt/antipertitt	endel disseminert magnetitt	*	K
LPN 80-145	ved Nøstedsseter	3590/3490	granittpegmatitt (den mest grovkornete av de her undersøkte prøvene) i gneisen ca. 2,5 km S for grensen mellom gneis og granitt (se Bilag). Kvarts, feltspat (det meste av denne viser pertitt/anti- pertitt-avblandinger), litt muskovitt	intet	*	K

Prøvefortegnelse med noen mikroskopidata over granitt og granittpegmatittprøver fra Hestbrepigganemassivet.
 Alle prøvene er tatt innenfor kartblad 1518 III Sygnefjell med unntak av pr. 405 B, C, D som er tatt innenfor kartblad 1518 II Visdalen

Prøvenummer	Lokalitetsnavn	UIM- koordinater	Bergart Mineraler observert under gjennomfallende lys	Opakmineraler observert i pålysmikroskop	Utført kjemisk analyse angitt med *	Slip T=tynnslip P=polerslip K=polert tynnslip
LPN 80-146	ved Nøstedsseter	3565/3470	granittpegmatitt i gneisen ca. 3 km syd for grensen mellom gneis og granitt (se bilag). Kvarts, feltspat (hyppig med pertitt/antipertitt- avblandinger og serisitt- omvandling, endel albitt- tvillinger), litt musko- vitt	intet	*	K
LPN 80-147	"	3550/3460	granittpegmatitt i gneisen ca. 3 km syd for grensen mellom gneis og granitt. Ca. 20 % kvarts og ca. 80 % feltspat med noe serisittdannelse. Observasjoner av albitt- tvillinger, pertitt/ antipertitt-avblanding og serisittomvandling. Litt muskovitt, noen få granatkorner	noen få ørsmå magnetittkorner	*	K
LPN 81-403A (løsblokk)	ved tjern 1454 m syd for Høybreen	4875/4205	minst rustne (dvs. minst mineraliserte) parti av 30-40 kg stor mineralisert løsblokk granitt/gneisgranitt	-	*	-
LPN 81403B (løsblokk)	"	"	sammensatt prøve (ca. 1 kg) av mt + py + MoS ₂ -mineralisert gods fra 30-40 kg stor mine- ralisert løsblokk (samme blokk som 403A er tatt fra)	magnetitt, svovelkis, molybdenglans	* 1 kg bulkprøve	4P fra 4 små mineraliserte biter
LPN 81-403C (løsblokk)	ved tjern 1454 m syd for Høybreen	4875/4205	granitt fra omr. hvor den mineraliserte blokken ble funnet	-	*	-
LPN 81-405B (løsblokk)	ca. 1,5 km ØSØ for topp 2101 m i den østligste delen av Hest- brepiggane	ca. 5550/4550	granitt fra endemorene i den østligste delen av Hestbrepigganemassivet	-	*	-
LPN 81-405C (løsblokk)	"	"	"	-	*	-
LPN 81-405D (løsblokk)	"	"	"	-	*	-

[illegible]

SYGNEFJELL

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE

1518 III

BERGGRUNNSGEOLOGISK KART, FORELØPIG UTGAVE 1:50000



TEGNFORKLARING

Legend

JOTUNDEKKET
Jotun nappe

- 1 GABBRO, ANORTOSITT, MANGERITT UDIFFERENSIERT
Gabbro, anorthosite and mangerite undifferentiated
- 2 ULTRAMAFISKE BERGARTER
Ultramafic rocks
- 3 DIORITT, TILDELS MYLONITTISERT
Diorite, partly mylonitic
- 4 GABBRO, TILDELS MYLONITTISERT
Gabbro, partly mylonitic
- 5 SYENOGABBRO, TILDELS MYLONITTISERT
Syenogabbro, partly mylonitic
- 6 LEUKOGABBRO, TILDELS MYLONITTISERT
Leucogabbro, partly mylonitic
- 7 ØVEGNEIS OG AMFIBOLITT, TILDELS MYLONITTISERT
Augen gneiss and amphibolite, partly mylonitic
- 8 MYLONITT
Mylonite
- 9 SUPRAKRUSTALE BERGARTER
Supracrustal rocks
- 10 META-ANDESITT, METABASALT OG TUFFER
Meta-andesite, metabasalt and tuffs
- 11 GRAVAKKE
Greywacke
- 12 GRØNNSKIFER OG AMFIBOLITT
Greenschist and amphibolite
- 13 GRAFITISK SKIFER
Graphitic schist
- 14 KALKSKIFER OG SKIFER
Calcareous schist and schist
- 15 KONGLOMERAT
Conglomerate
- 16 SPARAGMITT, KVARTSITT OG SEMIPELITT
Sparagmite, quartzite and semipelite

GRUNNFJELL
Basement

- 17 BIOTITTHOLDIG GRANODIORITISK TIL GRANITISK GNEIS
Biotite bearing granodioritic to granitic gneiss
- 18 ØVEGNEIS
Augen gneiss
- 19 GRANITT
Granite
- 20 SKIFER
Schist
- 21 SULFIDHOLDIG SKARN
Sulphide skarn

+22+ GRANITISK MIGMATITT
Granitic migmatite

◇◇◇ BASISK AGMATITT
Basic agmatite

23 EPIDOTRIK HELLEGNEIS
Epidotized flaggy gneiss

STELLTSTÅENDE SKIFRIGHETSSONER I GNEIS
Steep belts in gneisses

STRØK OG FALL FOR HOVEDFOLIASJONEN
Strike and dip of main foliation

BERGARTSGRENSE, ANTATT BERGARTSGRENSE
Lithological contact, inferred contact

SKYVEGRENSE
Thrust

FORKASTNING
Fault

AKSEPLANTRASE FOR ANTIFORM
Antiformal axial trace

AKSEPLANTRASE FOR SYNFORM
Synformal axial trace

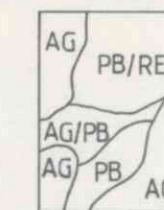
PROFILLINJE
Profil line

TEGNFORKLARING:

- OMRÅDE SOM ER UNDERSØKT GEOFYSIK OG GEOKJEMISK
- OMRÅDE SOM ER UNDERSØKT GEOLOGISK
- BERGARTSPRØVER AV GRANITT OG GRANITT-PEGMATITT (FASTFJELL OG LØSBLOKK)
- VASKPRØVER (FINKORNETE SEDIMENTER) TUNGMINERALVASKING OG BLOKKLEING ER RAPPORTERT I NGU RAPPORT 1709/B

1418 I	1518 IV	1518 I
1418 II	1518 III	1518 II
1417 I	1517 IV	1517 I

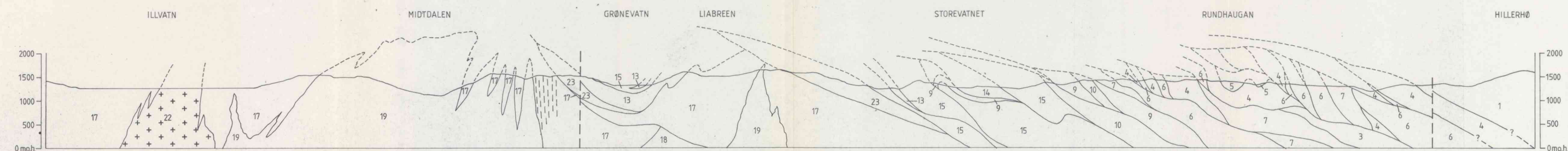
OVERSIKT OVER GRUNNLAGSARBEIDENE



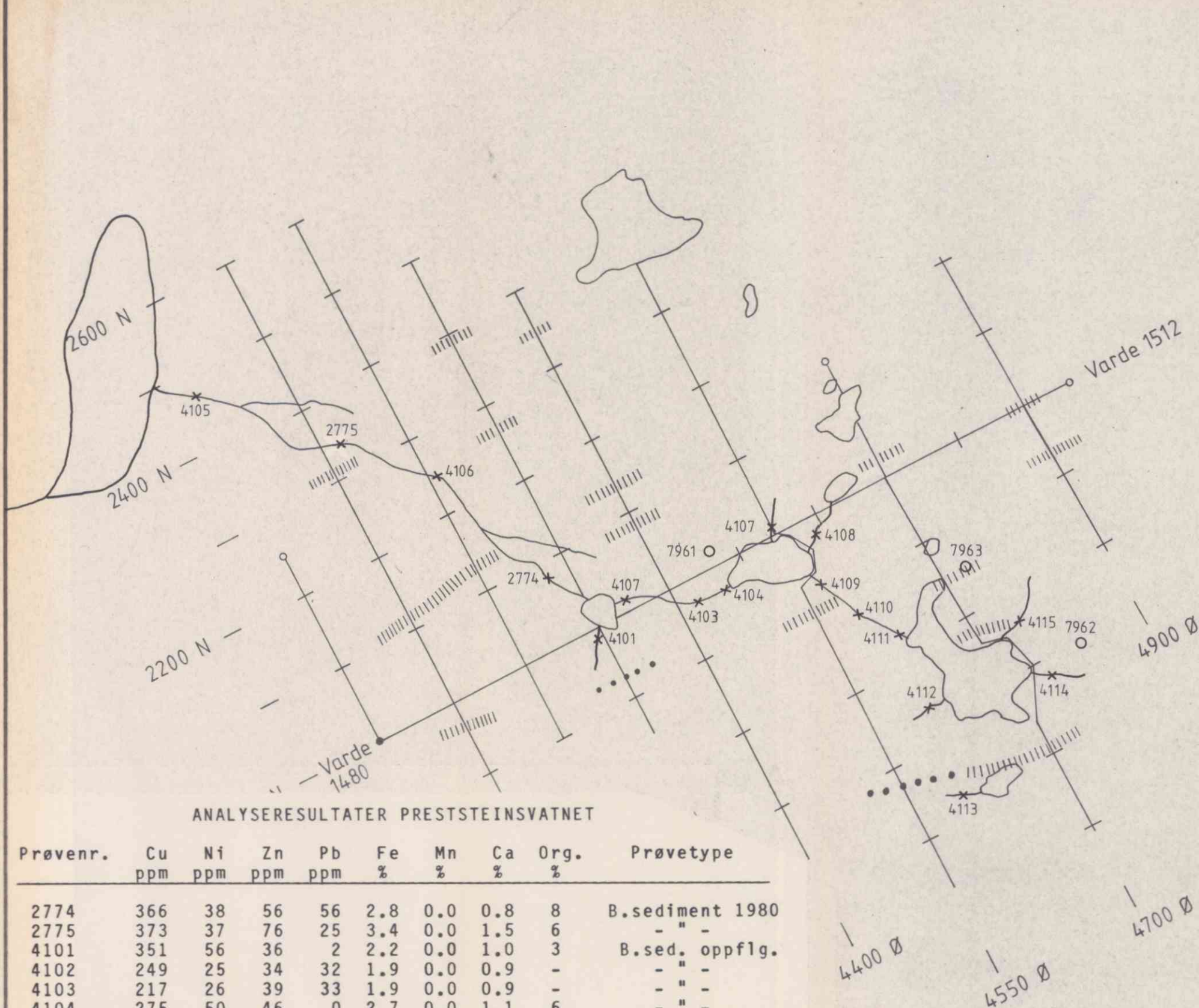
Sammenstilt ved Bedford College okt. 1979
A.D. Gibbs på grunnlag av arbeider av P.H. Banham (PB), A.D. Gibbs (AG) og R.B. Elliott (RE).

0 2 4 6 8 10 km

Referanse til dette kart, GIBBS, A.D. & BANHAM, P.H. 1979. SYGNEFJELL Berggrunnsgeologisk kart 1518 III 1:50 000. Foreløpig utgave Norges geologiske undersøkelse.



NGU - A/S NORDDALSMALM	MÅLESTOKK	OBS. LPN	1981
OVERSIKTSKART	1:50 000	TEGN. LPN	1982
SYGNEFJELL		TRAC.	
NORD - GUDBRANDSDALEN, LOM		KFR.	
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE	TEGNING NR.	KARTBLAD NR.	
TRONDHEIM	1709/P - 01	1518 III	



TEGNFORKLARING

100 m MÅLT PROFIL

VLF-INDIKASJONER

• • • SVAK ANOMALI

||||| MEGET SVAK ANOMALI

VANN OG BEKKER ER TEGNET INN
ETTER FORSTØRRELSE AV FLYFOTO

* PRØVEPUNKT FOR BEKKESEDIMENT-
PRØVE

○ PRØVEPUNKT FOR JORDPRØVE

ANALYSERESULTATER PRESTSTEINSVATNET

Prøvenr.	Cu ppm	Ni ppm	Zn ppm	Pb ppm	Fe %	Mn %	Ca %	Org. %	Prøvetype
2774	366	38	56	56	2.8	0.0	0.8	8	B.sediment 1980
2775	373	37	76	25	3.4	0.0	1.5	6	- " -
4101	351	56	36	2	2.2	0.0	1.0	3	B.sed. oppflg.
4102	249	25	34	32	1.9	0.0	0.9	-	- " -
4103	217	26	39	33	1.9	0.0	0.9	-	- " -
4104	275	50	46	0	2.7	0.0	1.1	6	- " -
4105	153	21	41	4	1.9	0.0	0.8	2	- " -
4106	233	26	54	26	2.1	0.0	0.9	2	- " -
4107	160	24	31	0	1.9	0.0	0.9	2	- " -
4108	232	26	37	9	2.2	0.0	1.3	1	- " -
4109	315	32	43	12	2.7	0.0	1.2	53	- " -
4110	126	30	32	18	1.9	0.0	1.2	2	- " -
4111	181	39	43	2	2.2	0.0	1.0	1	- " -
4112	127	34	44	0	2.4	0.0	1.0	2	- " -
4113	165	26	52	0	2.7	0.0	1.1	1	- " -
4114	82	19	41	0	2.3	0.0	1.2	6	- " -
4115	72	44	31	1	2.1	0.0	0.8	11	- " -
7961	242	34	64	6	2.5	0.0	0.9	2	Jordpr.oppflg.
7962	140	28	63	7	2.8	0.0	1.0	6	- " -
7963	289	33	59	35	2.8	0.0	0.7	10	- " -

NGU A/S NORDALSMALM
VLF-TOLKNINGSKART OG GEOKJEMI
ØST FOR PRESTSTEINSVATNET
LOM, OPPLAND

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

MÅLESTOKK:

Ca 1:5750

OBS. JSR Sept. 81

TEGN. JSR Feb. 82

TRAC. TLB Mars 82

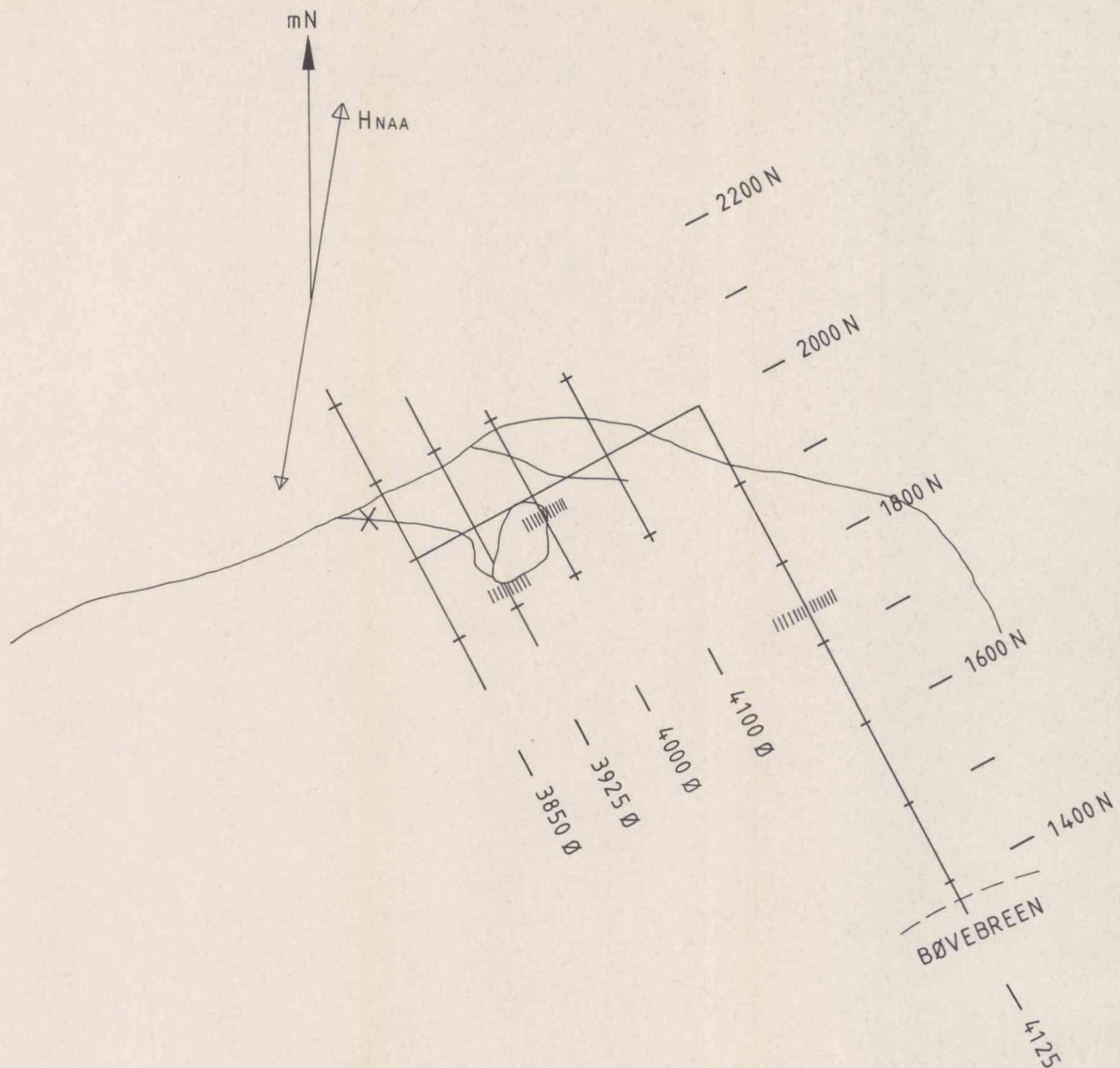
KFR.

TEGNING NR.

1709/P-02

KARTBLAD NR.

1518 III



TEGNFORKLARING :

+ 100 m + MÅLT PROFIL
 - x - BEKKESEDIMENTPRØVE MED UVANLIG
 HØYT INNHOLD AV Cu

VLF - INDIKASJONER

||||| MEGET SVAK ANOMALI

VANN OG BEKKER ER TEGNET INN ETTER
EN FORSTØRRELSE AV FLYFOTO

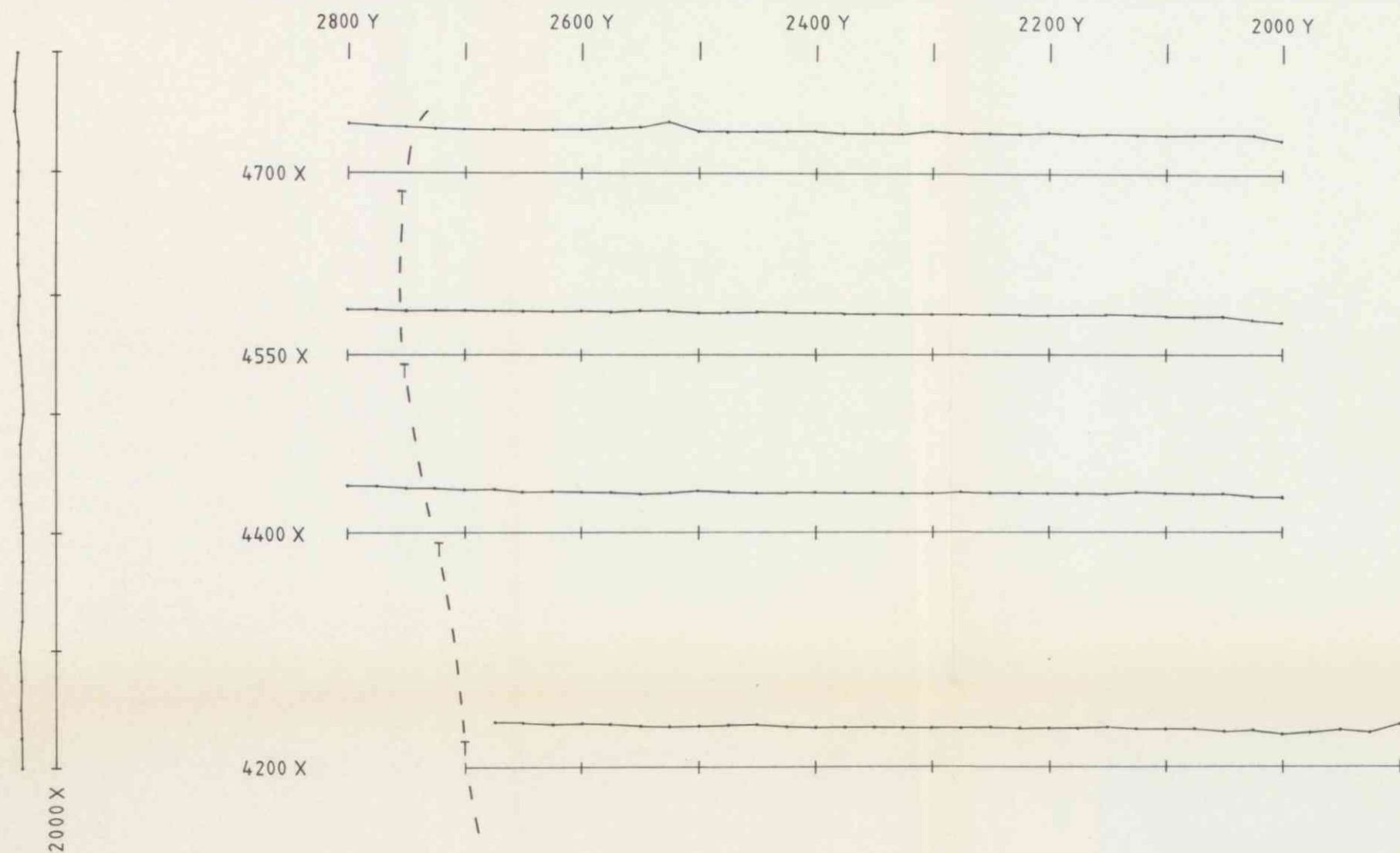
NGU - A/S NORDALSMALM
 VLF TOLKNINGSKART
 BØVERBREEN
 LOM, OPPLAND

NORGE'S GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

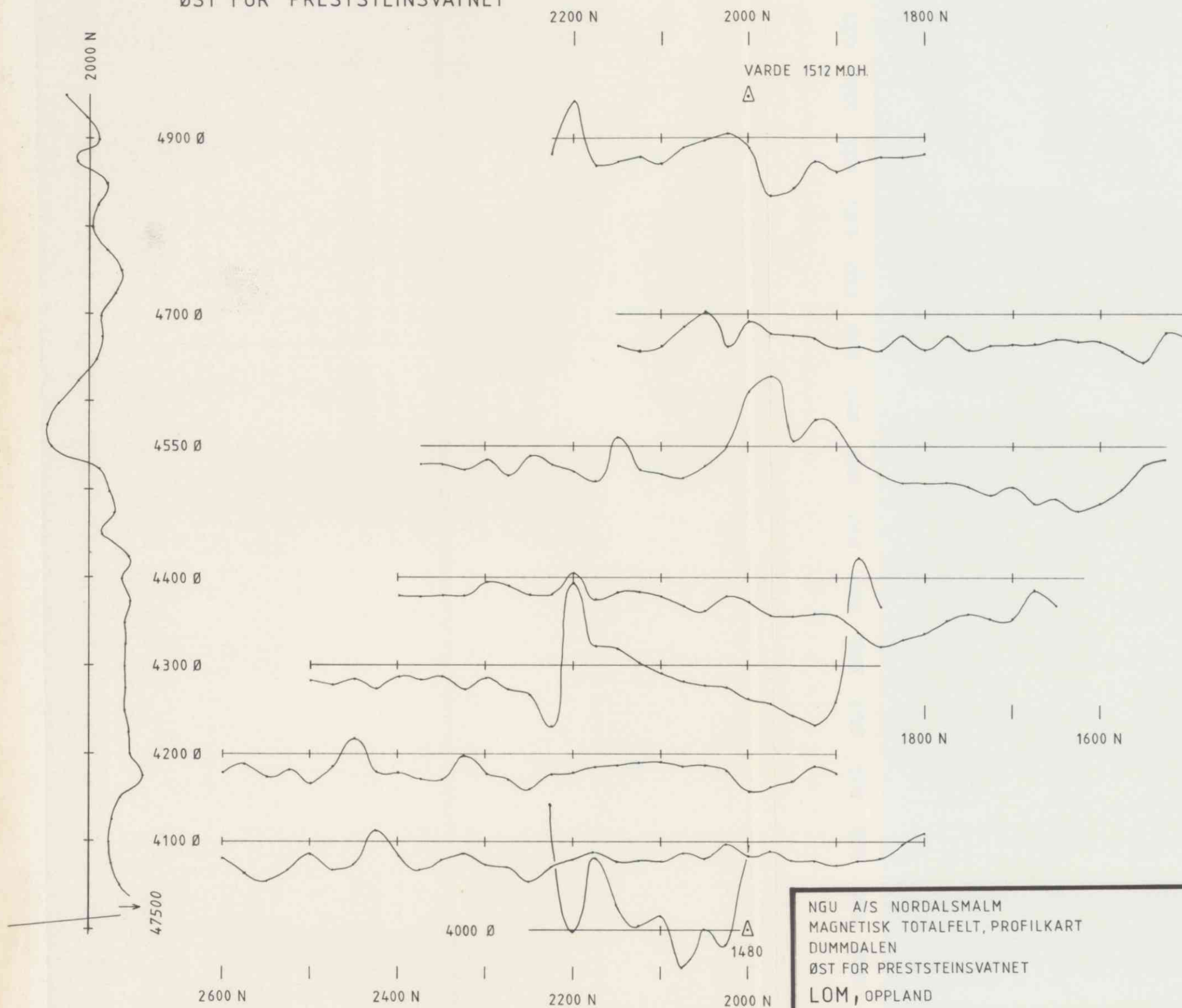
MÅLESTOKK: Ca 1:5260	OBS. JSR	Sept 81
	TEGN. JSR	Feb. 82
	TRAC. JSR	Mars 82
	KFR.	

TEGNING NR.	KARTBLAD NR.
1709/P-03	1518 III

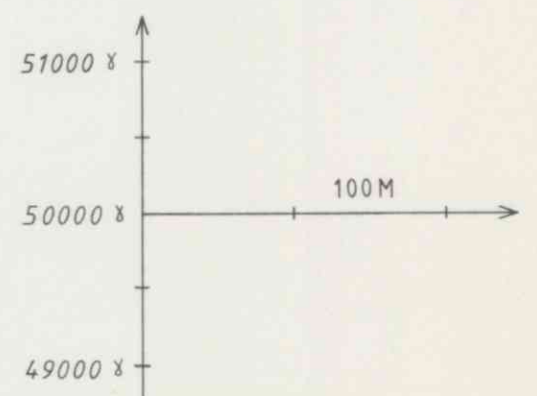
DUMMDALEN



ØST FOR PRESTSTEINSVATNET



TEGNFORKLARING:



△ : VARDE

---T---: MERKET TURISTSTI

NGU A/S NORDALSMALM
MAGNETISK TOTALFELT, PROFILKART
DUMMDALEN
ØST FOR PRESTSTEINSVATNET
LOM, OPPLAND

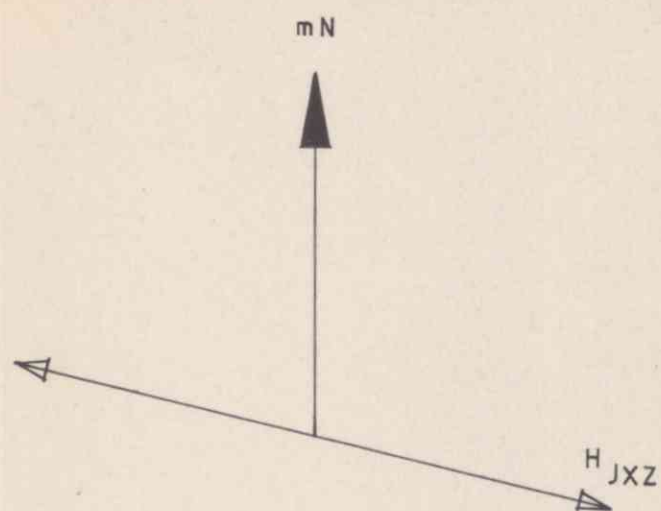
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

MÅLESTOKK
1:5000

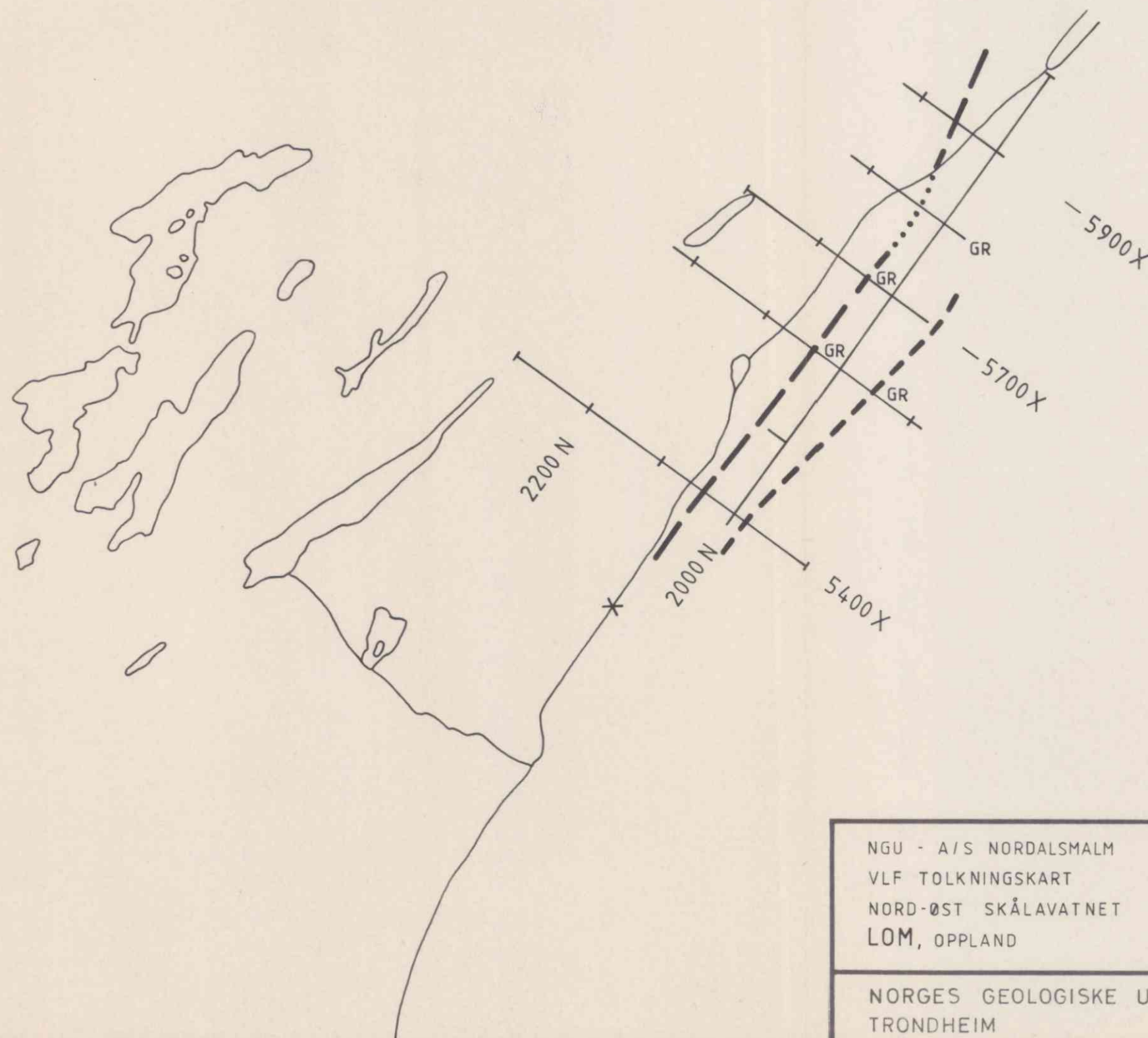
OBS. JSR./JG	SEPT. - 81
TEGN. JSR.	MARS - 82
TRAC. JG	SEPT. - 83
KFR.	

TEGNING NR.
1709/P-04

KARTBLAD NR.
1518 III



STOREVATNET



TEGNFORKLARING :

100 m MÅLT PROFIL

X BEKKESEDIMENTPRØVE MED UVANLIG HØYT INNHOLD AV Pb

VLF - INDIKASJONER

MEGET STERK ANOMALI

STERK ANOMALI

SVAK ANOMALI

GR - OBSERVERT GRAFITT

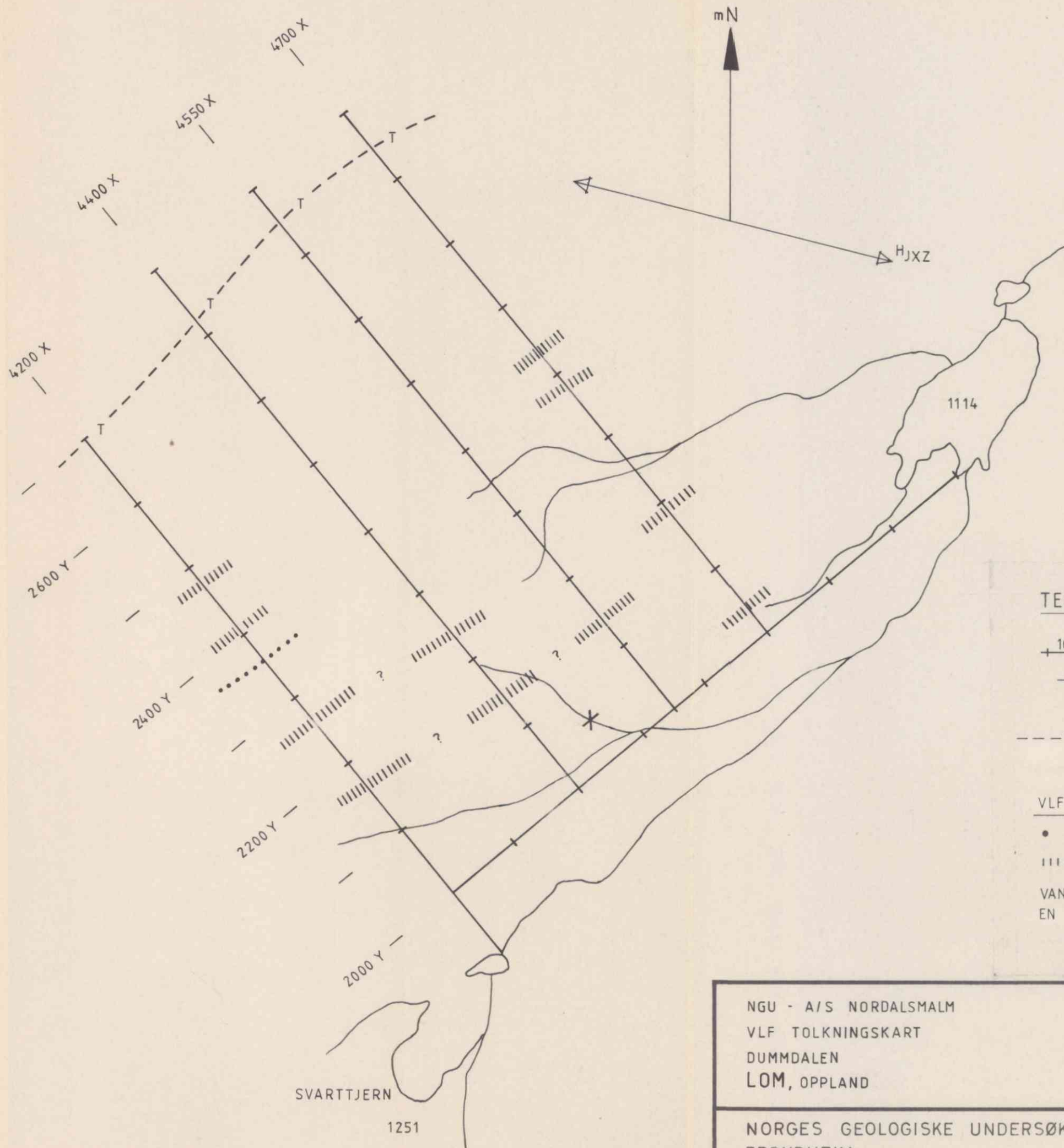
VANN OG BEKKER ER TEGNET INN ETTER EN FORSTØRRELSE AV FLYFOTO

NGU - A/S NORDALSMALM
VLF TOLKNINGSKART
NORD-ØST SKÅLAVATNET
LOM, OPPLAND

MÅLESTOKK: Ca 1:5750	OBS. JSR	Sept. 81
	TEGN. JSR	Feb. 82
	TRAC. TEH	Mars 82
	KFR.	

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

TEGNING NR. 1709/P-05	KARTBLAD NR. 1518 III
--------------------------	--------------------------



TEGNFORKLARING :

- 100 m MÅLT PROFIL
- X BEKKESEDIMENTPRØVE MED UVANLIG HØYT INNHOLD AV Pb
- - - T - - - MERKET TURISTSTI

VLF - INDIKASJONER

- • • SVAK ANOMALI
- ||||| MEGET SVAK ANOMALI

VANN OG BEKKER ER TEGNET INN ETTER EN FORSTØRRELSE AV FLYFOTO

NGU - A/S NORDALSMALM
VLF TOLKNINGSKART
DUMMDALEN
LOM, OPPLAND

MÅLESTOKK: Ca 1: 5000	OBS. JSR	Sept. 81
	TEGN. JSR	Feb. 82
	TRAC. TEH	Mars 82
	KFR.	

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

TEGNING NR.	KARTBLAD NR.
1709/P - 06	1518 III