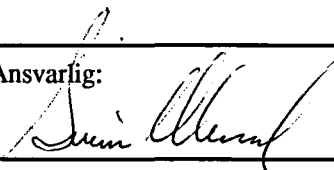


NGU Rapport 93.014

Statusrapport for malmundersøkelsene i Nord-
Trøndelagsprogrammet pr. januar 1993.
Forslag til plan for de fire siste årene av
programmet

Rapport nr. 93.014		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen
Tittel: Statusrapport for malmundersøkelser i Nord-Trøndelagsprogrammet pr. januar 1993. Forslag til plan for de fire siste årene av programperioden.			
Forfatter: A. Birkeland, T. Grenne, J.S. Sandstad, p: Ryghaug, A. Solli og T. Thorsnes		Oppdragsgiver: NGU - Nord-Trøndelagsprogrammet	
Fylke: Nord-Trøndlag og Sør-Trøndalag		Kommune:	
Kartbladnavn (M=1:250.000)		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000)	
Forekomstens navn og koordinater:		Sidetall: 59	Pris: 80
		Kartbilag:	
Feltarbeid utført:	Rapportdato: 03.05.93	Prosjektnr.: 67.2509.45	Ansvarlig: 
Sammendrag: <p>Rapporten er en gjennomgang av målsetning og strategi for malmundersøkelsene i Nord-Trøndelagsprogrammets regi, og det prosjektarbeid som er utført siden programmets start i 1987. Det legges til slutt frem et forslag til arbeidsplan frem til 1996.</p> <p>Målsetningen og strategien for malmundersøkelsene har skiftet mellom det å innhente basisdata og oppnå grunnleggende kunnskap for å kunne vurdere det malmgeologiske potensialet i ulike malmprovinser, til å drive direkte objektrettet prospektering for om mulig å hjelpe mineralressursindustri i fylket.</p> <p>Aktivitetene har gitt et omfattende geofysisk og geokjemisk datamateriale, samtidig med at mange mineraliseringer er fulgt opp med malmgeologiske registreringer og kartlegging. Med dette materialet er det mulig å øke den (malm)geologiske forståelsen i programområdet.</p> <p>Aktivitets- og ambisjonsnivået har vært for høyt i forhold til programmets malmgeologiske kapasitet. Det hadde vært ønskelig med en bedre utnyttelse av datamengden som er samlet inn. Det hadde også vært ønskelig med et mer aktivt samarbeide mellom de ulike geofagdisiplinene. Undersøkelsene ville trolig ha dratt fordel av en mer målrettet ressursbruk og å ha avsatt mer tid til grundige malmgeologiske rekognoseringer før omfattende datainnsamlingsprogrammer ble satt igang.</p> <p>Fordi undersøkelsesprogrammet er begrenset m.h.t. personell, økonomi og tid er det nødvendig å fokusere aktiviteten de siste fire årene av programperioden. Det foreslås derfor at vi i de siste fire årene skal arbeide med massive sulfidmalmer i fylkets metavulkanittområder. Med dette ønsker vi å oppnå en bedre forståelse av de malmdannende prosesser og hvordan disse kan gjenkjennes i dette geologiske miljøet, bl.a. for danne et bedre grunnlag for evt. prospektering. For detaljundersøkelser vil metavulkanittene i Meråkerfeltet og Grongfeltet prioriteres.</p>			
Emneord: Malmgeologi	Geologisk undersøkelse		
Gull	Kobber	Sink	
Geofysikk	Geokjemi		

INNHold

	Side
1. INNLEDNING.....	5
2. RETNINGSLINJER FOR ARBEIDET TIL NÅ.....	6
3. PROSJEKTENE INNEN MALMUNDERSØKELSENE INNEN FYLKESPROGRAMMET	8
3.1 Regionale bakgrunnsdata.....	8
3.1.1 Geologi.....	8
3.1.2 Regional geokjemi.....	9
3.1.3 Regional geofysikk.....	11
3.1.4 Malmdatabasen.....	12
3.2 PGE-mineraliseringer i Lekaofiolitten.....	13
3.3 Fosdalen jernmalforekomst.....	14
3.4 Tronvik Zn-Pb-Cu forekomst.....	15
3.5 Gull i Sibirien.....	16
3.6 Gull i Storlisetra.....	17
3.7 Postkaledonske mineraliseringer knyttet til Møre-Trøndelag forkastningssone	18
3.8 Edelmetaller i massive sulfidmalmer i Nord-Trøndelag.....	21
3.9 Regional prospektering i Meråker	22
3.9.1 Geofysikk.....	22
3.9.2 Geokjemi.....	23
3.9.3 Berggrunn og malmgeologi.....	24
3.10 Samtolkning.....	26
3.11 Oppfølging av geokjemiske anomalier.....	27
3.12 Oppfølging av helikopteranomalier.....	28
3.13 Undersøkelser tilknyttet malmdatabasen.....	29
3.14 Annet.....	31
4. EVALUERING	32
4.1 Gjennomgang av retningslinjer for malmundersøkelser i Nord- Trøndelagsprogrammet.....	32
4.2 Gjennomgang av prosjektene.....	33
4.2.1 Prosjekt for prosjekt.....	33
4.2.2 Aktivitetene vurdert samlet.....	36

5. FORSLAG TIL MÅLSETNINGER OG RETNINGSLINJER FOR DEN RESTERENDE DEL AV PROGRAMPERIODEN	38
5.1 Målsetninger.....	38
5.2 Retningslinjer.....	38
6. KONKLUSJON.....	41
REFERANSER.....	42

VEDLEGG

Vedlegg 1	Referat fra Referansegruppemøte 11.12.92
Vedlegg 2	Strateginotat, 1990
Vedlegg 3	Oppsummering av vurdering av Nord-Trøndelag som metallogenetiske provins, lagt frem på Referansegruppemøte 11.12.92

FIGURER

Fig.1	Oversikt over geologiske kart i Nord-Trøndelag
Fig.2	Oversikt over eksisterende geofysikk i Nord-Trøndelag
Fig.3	Oversikt over områder med geokjemi i Nord-Trøndelag

1. INNLEDNING

Denne rapporten er en gjennomgang og evaluering av malmundersøkelsene som er gjort og hvilke retningslinjer som er fulgt i de første seks årene av Nord-Trøndelagsprogrammet. På denne bakgrunn legger vi frem et forslag til hvilke målsetninger vi bør ha for de siste fire årene av programperioden, og hvilke retningslinjer vi bør følge, slik at vi kan komme frem til et tilfredsstillende resultat ved programmets slutt i 1996.

En Referansegruppe for malmundersøkelser ble opprettet etter et seminar om malmundersøkelser i Nord-Trøndelag og Fosen, som ble holdt på Rica Hell Hotel, 7.11.91. Referansegruppen består av prof. F.M. Vokes (NTH), prof. A. Bjørlykke (UiO), prof. B. Bølviken (NGU), fylkesgeolog O.S. Hembre (N-TFK), Dr. Chris Halls (Royal School of Mines), forsker P. Ihlen (NGU) og forsker R. Boyd (NGU). Den umiddelbare foranledningen til denne rapporten er møtene som ble holdt 11.12.92 både i Styringsgruppen og i Referansegruppen. Etter disse møtene ble det konkludert med at det er nødvendig å legge opp arbeidet fremover systematisk ut fra hva som er faglig fornuftig. Vurderingen av hva som er fornuftig må baseres både på de geologiske forutsetningene i programområdet, hvilke type undersøkelser man ønsker å utføre og hvor store personalmessige og økonomiske ressurser man har til rådighet.

Referansegruppens råd for arbeidet fremover og kritiske synspunkter er referert i Vedlegg 1. Et av punktene for kritikk var mangelfull dokumentasjon av innhentede data og av den faglige bearbeidelsen av denne informasjonen. Den herværende rapport vil gi en viss oversikt over arbeidet som er utført inntil dags dato, men den gir ingen *fullstendig* dokumentasjon av arbeidet innen enkeltprosjektene. Den inneholder imidlertid henvisninger til NGU-rapporter og artikler som er utgitt, hvor det fullstendige datagrunnlaget, geologiske observasjoner og konklusjoner av prosjektene er lagt frem. Referansegruppen savnet kanskje mest en dokumentasjon av en tverrfaglig samtolkning av det tilgjengelige materialet fra programområdet, dette vil imidlertid komme i en egen rapport senere (se arbeidesplanen, kap.5.2).

Om rapporten: Kapittel 2 gir en oppsummering av hva som har bestemt veivalgene for fylkesprogrammets malmundersøkelser, mens kapittel 3 gir en summarisk gjennomgang av alle prosjektene frem til idag. I kapittel 4 blir fylkesprogrammets retningslinjer for malmundersøkelser diskutert og det blir foretatt en evaluering av hva vi mener er oppnådd. Kapittel 5 er vårt forslag til målsetning og arbeidsplan for fylkesprogrammets malmundersøkelser for de siste fire årene av programperioden.

2. RETNINGSLINJER FOR ARBEIDET TIL NÅ

Retningslinjer for virksomheten innenfor malmundersøkelser i programmet er i prinsippet gitt i rapporten om *Nord-Trøndelag og Fosenhalvøya* (Boyd 1985) og i Nord-Trøndelag fylkeskommunes 3-årige fylkesplaner, samt av Styringsgruppen. Styringsgruppen har bestått av fylkesgeologene i Nord- og Sør-Trøndelag, én representant for Nord-Trøndelag fylkeskommune, én representant for bergverksindustrien samt direktørene ved NGU.

Veivalgene som blir tatt i et slikt program blir selvsagt gjort på et sammensatt grunnlag, hvorav de viktigste er retningslinjene gitt i den ovenfornevnte rapport (Boyd 1985), retningslinjer og signaler uttrykt av Styringsgruppen, programledelsens egne vurderinger og innspill fra fag-medarbeidere i programmet. Indirekte retningsgivende for virksomheten, i et program med betydelig andel fylkeskommunal/statlig eksternfinansiering, vil naturlig nok være programmets behov for å vise til relativt kortsiktige resultater i form av "lovende objekter".

Fra NGUs side (Boyd 1985) ble det i utgangspunktet lagt vekt på en geofaglig bredde innen mineralressursundersøkelser, betydning av regionale undersøkelser og innsamling av basisdata, og at programmet skal stimulere til økt interesse for Nord-Trøndelag og Fosen fra prospekteringssekskapenes side. For malmundersøkelser spesielt poengteres betydningen av malmgenetiske problemstillinger, kjennskap til de forskjellige malmprovinser og vurdering av malmprovinsernes økonomiske potensiale. Det legges spesielt vekt på at det i hovedsak er prospekteringssekskaper som skal være ansvarlig for oppfølging av forekomster.

I fylkesplanene for Nord-Trøndelag (1980-83, 1984-87, 1988-91, 1992-95) betones *leting og utvikling av forekomster* i mye sterkere grad, men det forutsettes også her at bergverksindustrien skal spille en viktig rolle etter en tidlig fase med innsamling av grunnlagsdata. Fra fylkets side har objektrettet prospektering vært ledetråden fordi programmet i utgangspunktet var motivert av muligheter for etablering av nye mineralressursbedrifter eller opprettholdelse av eksisterende bergverk.

Vurderinger av metalliske råstoffer i programområdet, med en rekke mer eller mindre konkrete forslag til malmundersøkelser ble på et tidlig stadium lagt frem både av Boyd (1985) og Ihlen (1985). I begge notat er de kaledonske dekkene prioritert fremfor grunnfjellsområdene. Spørsmålet om hvilke oppgaver som skulle prioriteres i lys av sannsynlig personalressurs-situasjon er i liten grad berørt i første fase av programmet.

Malmundersøkelser hadde en meget beskjeden plass i programmet frem til 1989. Ved programmets start kom prosjekter som allerede var i gang i Nord-Trøndelag og Fosen og som hadde et malmgeologisk aspekt, inn under malmundersøkelsene i programmet. Det ble også utført ressursundersøkelser knyttet til reserveproblemer ved Fosdalen bergverk. Inntil

1989 var malmgeologer ikke direkte knyttet til programmet. I 1989 ble prosjektet *Sibirien gullforekomst* ble initiert etter ønske fra Nord-Trøndelag Fylkeskommune/fylkesgeologen. I utgangspunktet var prosjektet en ren objektundersøkelse, hvor Nord-Trøndelag Fylkeskommune/Næringsfondet var "økonomisk samarbeidspartner". Samtidig ble en malmgeolog fast knyttet til programmet.

Sibirienprosjektet ga støtet til en diskusjon innad i programmet hvor det ble stilt spørsmålsteget ved den mer langsiktige nytte av en så sterk fokusering på enkeltobjekter. Som en følge av denne diskusjonen ble Styringsgruppen i 1990 forelagt et strateginotat for malmundersøkelser i programområdet (Vedlegg 2), hvor følgende momenter ble poengtert:

- Prospektering er svært ressurs- og tidkrevende
- Objektrettede undersøkelser er mest ressurskrevende i et prospekteringsprogram
- Fylkesprogrammets ressurser er ubetydelige i forhold til hva det statistisk koster å finne en økonomisk forekomst
- Med fylkesprogrammets begrensede ressurser er *objektrettet* prospektering et lotteri hvor det er meget stor sannsynlighet for at langsiktig nytteverdi blir minimal
- Det primære mål for fylkesprogrammet må være å *legge grunnlaget* for målrettet prospektering fra industriens side
- Idéskapning og utvikling av geologiske modeller er en forutsetning for å komme videre i et godt blottet og tidligere gjennom-prospektert område som fylkesprogrammets
- Oppfølgende objektundersøkelser skal gjøres bare med eksternfinansiering

Strateginotatet, som var utarbeidet av programmets malmgeolog Tor Grenne, ble fulgt av en skissering av delmål for perioden 1991-93 (Vedlegg 2), hvor det ble tatt utgangspunkt i

- 1) strateginotatets vektlegging av regionale undersøkelser og geologiske modeller
- 2) strategisk plan for malmundersøkelser ved NGU hvor edelmetaller og høyteknologimetaller var prioriterte "satsingsområder"
- 3) en vurdering av hvilke forekomsttyper som hadde størst potensiale i programområdet

På dette grunnlag ble det foreslått av Tor Grenne å fokusere aktiviteten i perioden på

- etablering av en oppdatert malmdatabase for programområdet. Ut fra erkjennelsen av at massive sulfider har det største potensialet i området skulle arbeidet i første omgang legge vekt på disse forekomstene og deres edelmetallinnhold
- evaluering av hvorvidt det er et potensiale for gullforekomster knyttet til Møre-Trøndelag forkastningssone

I løpet av 1992 ble ytterligere to malmgeologer knyttet til programmet.

3. PROSJEKTENE INNEN MALMUNDERSØKELSENE INNEN FYLKESPROGRAMMET

Inndelingen av dette kapitlet er gjort på følgende måte: Først omtales regional aktivitet som har pågått over lang tid og som er grunnlag for andre prosjekter. De regionale geologiske, geofysiske og geokjemiske undersøkelser er ikke utelukkende knyttet til malmundersøkelser. De tas likevel med i denne sammenhengen på grunn av den store betydningen de har for de ulike malmgeologiske undersøkelsene, og fordi de delvis er initiert av disse. Etter omtalen av de regionale prosjektene, følger en kronologisk gjennomgang av malmgeologiske enkeltprosjekter.

3.1 Regionale bakgrunnsdata

3.1.1 Geologi

Bakgrunn og formål: Den opprinnelige målsetningen var at Nord-Trøndelag og Fosen skulle dekkes med kart i målestokk 1:50 000, men at detaljeringsgraden nødvendigvis ikke skulle være like stor overalt.

Fig.1 viser status for dekningen av berggrunnskart i Nord-Trøndelag ved starten av Nord-Trøndelagsprogrammet (1985) og pr. 1/1-1993. I tillegg til disse kartene fantes det også en stor mengde geologisk informasjon i forbindelse med kartlegging rundt gruveområdene i Grongfeltet. Det samme var også tilfellet i Trondheimsfeltet lenger sør.

Gjennomføring: De eksisterende data ble sammenstilt og utgitt som foreløpige berggrunnskart helt i begynnelsen av programmet med bare begrenset feltinnsats. En hadde derfor et temmelig godt kjennskap til de kaledonske bergartene i fylket allerede tidlig i programperioden. Samtidig var geologien nærmest ukjent i de prekambriske gneisområdene på ytre strøk av Nord-Trøndelag og på Fosen. Dette var begrunnelsen for at berggrunnskartleggingen ble konsentrert om disse områdene i startfasen. Geologien viste seg da også å være mer variert enn først antatt.

Strategien for den senere kartlegging har fulgt to hovedprinsipper:

- Geologiske nøkkelområder må kartlegges for at en skal kunne tolke regionale sammenhenger.
- Områder med økonomiske interesser skal dekkes.

Eksempler på sistnevnte er kartleggingen rundt Fosdalen gruver, kartleggingen langs Møre-Trøndelag forkastningssone, og kartlegging av en del gneisområder i Grong-Olden kulminasjonen.

Resultater: Arbeidet har resultert i utgivelse av 34 bergrunnskart (Fig. 1). Fire av de resterende kartene er ferdig kartlagt og vil bli utgitt som foreløbig utgave.

3.1.2 Regional geokjemi

Formål: 1) Å etablere regionale oversikter som viser fordelingen av kjemiske bestandeler i forskjellige geokjemiske prøvemedier, som grunnlag for ressursinventering/prospektering, 2) å bistå den pågående ressursleting med objektrettede geokjemiske undersøkelser, og 3) å dokumentere de geokjemiske naturgitte forhold for senere å kunne vurdere virkningene av menneskeskapte forurensinger.

Gjennomføring:

1983-85: Det ble utarbeidet en oversikt over tidligere utført geokjemisk kartlegging i programområdet, og da spesielt i forbindelse med prospekteringen i Grongfeltet i perioden 1961-75 (Sæther 1984a).

I en forbredende fase til programmet (fase 0), ble det i 1983 samlet inn 2736 bekkesedimentprøver i Nord-Trøndelag, vest for E6 (1 prøve pr. 4 km²). Prøvene ble analysert med ICP på 29 elementer (Sæther 1984b). Samtidig ble det også samlet inn regionale prøver fra 244 prøvelokaliteter (1 prøvelok. pr. 30 km²) av bekkesediment, bekkevann, bekkemose, bekketorv, og humus. Også disse prøvene ble analysert med ICP på 29 elementer (Sæther 1985). I løpet av 1984 og 1985 ble Fosenhalvøya og den resterende del av Nord-Trøndelag prøvetatt. Bekkesedimentene ble samlet inn ved hjelp av ekstraordinære sysselsettingstiltak i regi av fylkesgeologene. Det ble videre supplert med tidligere innsamlede bekkesedimentprøver fra Grongfeltet (1682 prøver). Samlet utgjør dette bekkesedimentmaterialet nå 6664 enkeltprøver (finfraksjon og grovfraksjon) som tilsier en prøvedekning på 1 pr./3.8 km². Det foreligger ICP-analyser av 29 elementer for disse prøvene (Sæther 1987).

1986: Tungmineralseparasjon (spesifikk vekt > 2.96 g/cm³) er utført på 653 sammenslåtte grovfraksjoner av bekkesedimentene. De sammenslåtte prøvene representerer 3 - 12 prøver fra de i alt 6664 bekkesedimentene. Den ikke-magnetiske tungmineralfraksjon ble analysert på 33 bestanddeler med XRF (Sand 1987).

1987: Et tilfeldig utvalg av 544 enkeltprøver av finfraksjon fra de ialt 6664 bekkesedimentene ble analysert ved NAA på 33 elementer (Sæther 1988).

1988: Formell etablering av prosjektet: "Bearbeiding, tolking og oppfølging av geokjemiske data fra Nord-Trøndelag og Fosen" (Prosjekt nr. 63.1889.99) som en videreføring av den tidligere utførte geokjemiske kartleggingen.

Supplerende bekkesedimentprøvetaking (ca. 500 prøver) i områder med utilstrekkelig prøvedekning ble gjennomført (Leka, Børgefjell og deler av Grongfeltet og Meråkerfeltet).

1989-91: Edelmetallundersøkelser. Analysering av ialt 3771 prøver på Au av eksisterende materiale hvorav 1807 av disse også er analysert på Pt, Pd og Rh (ACME i Canada). Foreløpig regional oversikt over edelmetallinnholdet i bekkesedimentene ble framstilt på kart i flere målestokker og rapportert (Ryghaug 1990a). Flere av edelmetallanomaliene er fulgt opp med supplerende prøvetaking (se kapittel 3.11).

Utgitt rapport med alle prøvelokaliteter plottet på M711-kart. Omfatter samtlige 7438 bekkesedimentlokaliteter samlet inn eller behandlet i Nord-Trøndelagprogrammet (Ekremsæter & Ryghaug, 1991).

Kompetanseoppbygning på billedbehandlingsystemet ERDAS, det geografiske informasjonssystemet pcARC/INFO, og kartvisningssystemet ArcView.

1992: Omdefinering av prosjektet ble foretatt for å styrke en samtolkning av geokjemiske og geologiske data, og bedre dokumentasjonen av mineralressursdataene. Det nye prosjektet har tittelen; "Samtolking og dokumentasjon av mineralressursdata ved hjelp av digitale teknikker" (prosjekt nr. 67.2509.45). Se kapitel 3.10.

Resultater: Resultatene er dokumentert i de forannevnte rapporter. Kartpresentasjoner av resultatene viser flere geokjemiske provinser med både kjent og ukjent opprinnelse. Fig.3 viser en oversikt over det eksisterende geokjemiske datagrunnlag. Ut fra resultatene kan det fremheves enkelte generelle hovedtrekk:

- Resultatene fra de ulike analysemetodene anvendt på bekkesedimentmaterialet (syreløst elementinnhold, totalinnhold og tungmineralkonsentrater), gir ikke anomalier i de samme geografiske områdene.
- Resultatene fra syreløst elementinnhold (ICP) er mest i overensstemmelse med kjente malmprovinser.

- Endel ICP-anomalier faller sammen med kjente mineraliseringer, andre gir indikasjoner på nye mineraliseringer i kjente malmområder og i områder uten kjent mineralisering.
- Enkeltanomalier for edelmetallene er noe påvirket av nuggeteffekter og kanskje forurensing ved prøvetakingen. Anomale konsentrasjoner lar seg ikke så lett reprodusere i den enkelte prøve, men flere av de anomale områdene lar seg reprodusere og er derfor mer signifikante.
- En dominerende del av edelmetallanomaliene opptrer uten tilknytning til sulfidmineraliseringene. En hypotese er at de i sterkere grad er knyttet til tektoniske og strukturelle betingelser.
- Flere av anomaliene i tungmineralkonsentratene er meget markert. Mikroskopering og mikrosondeanalyser viser imidlertid at konsentrasjonene først og fremst skyldes tungmineraler (epidot, amfibol, granat, ilmenitt, rutil og zirkon) som opptrer i de omkringliggende bergarter (Størseth 1991), og viser altså ingen sammenheng med mulige malmprovinser.
- Nøytronaktiveringsanalysen av bekkesedimentene (totalinnhold av 33 grunnstoffer) bidrar i liten grad til defineringen av malmprovinsene.

Det vises forøvrig til kapittelet om samtolkning av ulike geodata, kap. 3.10.

3.1.3 Regional geofysikk

Bakgrunn og formål: I *Fylkesplan for Nord-Trøndelag 1984-87* er det i omtalen av det planlagte geologiprogrammet uttrykt en målsetting om at "Prioriterte deler (ca. 60%) dekkes med målinger av magnetisk felt, ioniserende stråling og elektrisk ledningsevne", hvilket innebærer helikopter/fly-geofysikk.

Deler av programområdet var dekket av helikopter/flygeofysikk allerede før geologiprogrammet startet (Fig.2). Dette gjaldt deler av området Blåfjellhatten-Sørli (Grong-Olden-kulminasjonen) som ble målt med magnetometri og radiometri med utgangspunkt i uranprospektering på midten av 70-tallet. Senere ble dette området utvidet vestover mot Gjevsjøen ut fra en interesse for Pb-Zn-mineraliseringer, og her omfattet målingene også elektromagnetiske målinger og VLF. Videre var store, usammenhengende deler av Grongfeltet dekket med Mag og EM i flere perioder gjennom første halvdel av 70-tallet gjennom oppdrag for Skorovass og Grong gruber.

Gjennomføring: I første fase av geologiprogrammet fikk helikoptermålinger en beskjeden

plass. De første målingene ble gjort på kartblad Steinkjer 1:50.000 i 1986-88, med Mag/radiometri/VLF og ny EM-utrustning med 4 frekvenser (Aerodat-systemet). Profilavstanden var 200 m. I 1988 ble også kartblad Grong og halve kartblad Harran (1:50.000) dekket. I begge tilfeller var målingene motivert hovedsaklig av regionalgeologisk tolkning.

I 1990 ble det dekket et areal tilsvarende ca. 2 kartblad (1:50.000) i området mellom Sandøldalen og Steinkjer med en profilavstand på 200 m. Området var prioritert ut fra ønsket om å bedre forståelsen av geologiske strukturer langs Møre-Trøndelag forkastningssone, hovedsaklig med utgangspunkt i gullundersøkelser. Dette området ble utvidet mot Verdal-Inderøy i 1991 med samme begrunnelse.

Hele Meråkerfeltet ble også dekket i 1991 med 200 meters profilavstand. Dette var (sammen med regional jordprøvetaking) første ledd i et regionalt malmundersøkelsesprosjekt. Målingene var begrunnet både med deres bidrag til en regional geologisk tolkning og med muligheter for identifisering av massive sulfider.

I 1992 ble kisperovinsen Mekk-Malså i grønnsteinsdraget nordøstover fra Verdal målt etter ønske fra fylkesgeologen i Nord-Trøndelag. Arbeidet var begrunnet med prospektering etter massive sulfider og var det første området som i regi av geologiprogrammet ble fløyet med profilavstand 100 meter.

Videre ble det målt i forlengelsen sørvestover fra det området som tidligere var fløyet i tilknytning til MTFSS, slik at det er sammenhengende dekning med moderne helikoptergeofysikk i et 150 km langt og 30-40 km bredt belte fra Sanddøladalen til Leksvik.

3.1.4 Malmdatabasen

Bakgrunn og formål: En av hovedmålsettingene for NGU er å etablere og vedlikeholde en nasjonal database for mineralske ressurser. Det var i denne sammenheng derfor nødvendig å samle inn og ajourføre data fra de kjente malmforkomstene i Nord-Trøndelag og Fosen. Med dette ville vi få en oversikt over malmforkomstene innenfor programmet til bruk ved malmgenetiske problemstillinger og vurdering av malmprovinsenes økonomiske potensiale. De innsamlede data vil også inngå i sammenstillinger innenfor Midt-Nordenprosjektet. Malmdatabasen skal inneholde lokalisering, en kort beskrivelse og kjemiske analyser av forekomstene.

Gjennomføring: Arbeidet startet systematisk i 1989 med undersøkelse av alle

malmforekomster innenfor program-området som var listet opp i databasen FORIBA (427 forekomster, skjerp og "underskjerp" i N-T, 23 på Fosen). Undersøkelsene besto av malmgeologisk kartlegging, prøvetaking og analysering. Malmgeologer fra NGU hadde ansvaret for gjennomføringen innenfor delområder. Tidligere innsamlede prøver fra Grongfeltet er reanalysert og data er i tillegg hentet fra arkivet til Grong Gruber. Nye eller ajourførte data fra alle forekomster er på denne måten innsamlet. Innlegging av data i den nye databasen, MINRES vil foregå når endelig utgave av denne vil være operativ (i løpet av våren 93). Data fra ca. 100 av disse forekomstene er lagt inn i en pc-versjon av programmet. En standardprosedyre for analysering av prøvene er gjennomført. Syreløselig innhold av 30 grunnstoffer bestemmes med bruk av ICP, Au og PGE med grafittovn/ICP (30 grams prøve) og svovel med LECO (total S). I tillegg er samleprøver fra en rekke av forekomstene analysert (60 grunnstoffer, ICP-MS).

Innsamling av data til malmdatabasen har ikke vært knyttet til et bestemt prosjekt. Resultater framkommet under registreringen og oppfølging som er foretatt på bakgrunn av disse resultatene, er beskrevet i kapittel 3.13.

3.2 PGE-mineraliseringer i Lekaofiolitten

Bakgrunn: Prosjektet var en del av et større prosjekt med tittel Geochemistry of platinum metals in ophiolites in Norway. Prosjektet ble ledet av Rognvald Boyd, det var delvis NTNFinansiert og det ble utført i samarbeide med flere forskere både fra NGU og fra andre forskningsintitusjoner i Norge og i utlandet. Arbeidet tilknyttet Lekaofiolitten kom inn under Nord-Trøndelagsprogrammet da det startet i 1987. Prosjektet som helhet er rapportert i Boyd m.fl. (1990), det henvises her også til en rekke artikler i internasjonale tidsskrifter hvor resultatene er publisert. Som bakgrunn for prosjektet henvises det til at EF prioriterte prospektering etter PGE-mineraliseringer, og at det derfor var nødvendig å bygge ut datagrunnlaget og øke forståelsen av slike minerliseringer i Norge.

Målsetning: Prosjektets målsetninger var å vurdere potensialet for platinamineraliseringer i ofiolitter i Norge, å studere de geologiske prosesene som fører til anrikning av platina i bergarter og malmer, og å undersøke enkelte områder nærmere, herunder Leka-ofiolitten og Skjækerdalen Ni-Cu mineralisering. Undersøkelsen representerer den første moderne undersøkelse av PGE-mineraliseringer i Norge.

Gjennomføring: 18 prøver fra kromitt-fri og 16 prøver fra kromitt-førende harzburgitt, dunit og pyroksenitt ble prøvetatt. Materialet ble analysert for innholdet av PG metaller og Au med ICP-MS metoden. Alle prøvene er fra ultramafiske kumulat-linser og -ganger fra den subocaniske mantel eller nederste oceaniske skorpe. Prøvene ble valgt ut på basis av deres plassering i ofiolittsekvensen og mineralparagenese.

Resultater: De kromitt-fri prøvene hadde alle et totalt innhold av PGE+Au under 80 ppb. De kromitt-førende prøvene hadde totalt innhold av PGE+Au fra et normalt mantel-nivå til 8510 ppb. Det er en sterk positiv korrelasjon mellom Cr-innhold og PGE+Au og PPGE/IPGE (PPGE=Rh, Pt, Pd og IPGE=Ir, Os). Dette indikerer at det er en genetisk sammenheng mellom avsetningen av stratiforme PGE-mineraliseringer og kromittfraksjonering i kumulatfasene i ofiolittene. Funnene i Leka-ofiolitten er ikkeøkonomiske, men de viser at prosessen for anrikning av PGE har funnet sted, noe som antyder et potensiale for horisonter med høyere innhold av PGE og Au. Undersøkelsene gjort av Skjækerdalen Ni-Cu mineralisering konkluderes med at de PGE-anrikkede massive Ni-Cu sulfidmineraliseringene er for små til å være av økonomisk interesse.

3.4 Fosdalen jernmalmsforekomst

Bakgrunn: Fosdalenprosjektet ble initiert av programleder Rognvald Boyd i samarbeid med Nord-Trøndelag Fylkeskommune v/ fylkesgeolog Ole Sivert Hembre på bakgrunn av driftsproblemer og forestående planer om nedleggelse av Fosdalen Bergverk.

Formål: I regi av Nord-Trøndelagsprogrammet/NGU er det utført undersøkelser som er delt i to delprosjekter 1) strukturgeologisk undersøkelse av bergartene rundt Fosdalen bergverk og 2) prospektering i Fosdalenstrøket, med vekt på geokjemiske undersøkelser.

Delprosjekt 1: å gi en grundig dokumentasjon av Fosdalenmalmens forløp i dyp og lengdeutstrekning, for å supplere eksisterende opplysninger, og eventuelt påvise potensialet for nye malmer. Den eksisterende kunnskapen om strukturgeologien baserte seg på befaringsmessig kartlegging eldre enn ca. 1965. Den økte regionalgeologiske forståelsen som vokste fram som følge av kartlegging og studier generelt i Trøndelagsområdet, og spesielt mht. malmsforekomster nasjonalt og globalt, var i liten eller ingen grad utnyttet.

Delprosjekt 2: å undersøke potensialet for edelmetallforekomster knyttet til jernmalmen eller sulfidrike bergarter i nærliggende sekvenser. Bakgrunnen for dette var at geokjemiske undersøkelser av jernmalmen viste muligheter for edelmetallanrikning knyttet til sulfider i nærliggende sekvenser, basert på en modell hvor jernmalmen var en "Santorini-hydrotermal type jernmalm". Edelmetallforekomster er også kjent fra en del andre båndete jernmalmsforekomster.

Gjennomføring: Delprosjekt 1 ble startet våren 1986, og feltarbeidet ble utført i tidsrommet august-september samme år. Hoveddelen av arbeidet var detaljkartlegging av vertsbergartene til malmsforekomsten, kombinert med studier av Fosdalens Bergverks geofysiske målinger og rapporter fra kjerneboring. I tillegg ble det utført geokjemiske studier av jernmalmen for å karakterisere dannelsesmiljøet.

Delprosjekt 2 ble startet våren 1987. Innsamling av prøvematerialet ble foretatt i to perioder. Første fase var i mai-juni, og andre fase i september etter at analyseresultatene fra første fase forelå.

Resultat: I delprosjekt 1 ble det konkludert med at det var lite potensiale for store, uoppdagede forekomster av jernmalm. Det ble anbefalt å undersøke muligheter for edelmetallforekomster knyttet til nærliggende sekvenser. Prosjektet er rapportert av Thorsnes (1987). I delprosjekt 2 ble det konkludert med at det ikke var noe potensiale for edelmetaller i tilknytning til de båndete jernformasjonene som det drives på i gruen i Malm. Derimot ble det påvist Au-anomalier i fast fjell i to områder i tilknytning til steile skjærsoner i sulfidrike bergarter i en sekvens med båndete amfibolitter og sure metavulkanitter. Det ble anbefalt å lokalisere videre prospektering etter edelmetaller til disse områdene (Amunddalen og strøket mellom Austdalen og Store Gjølgevatn/Perholet). Prosjektet er rapportert i Flood og Thorsnes (1987).

Prosjektet Fosdalen jernmalmsforekomst er gjennomført i henhold til målsetninger og milepæler, og de rammer for økonomi og tid som var stilt til disposisjon. Det er ikke påvist drivverdige forekomster av jern eller edelmetaller. Det er påvist et potensiale for strukturelt kontrollerte mineraliseringer i to områder utenfor Fosdalenområdet.

3.4 Tronvik Zn-Cu-Pb forekomst.

Bakgrunn og formål: Prosjektet kom i gang etter ønske fra Ingvar Moe (grunneier), Leksvik, og Nordtrøndelag Fylke v./fylkesgeologen. Det har lenge vært kjent sulfidmineraliseringer med Cu, Pb og Zn i Tronvik, men forekomstene har tidligere ikke vært vurdert som økonomiske. På bakgrunn av de kjente mineraliseringer i Tronvik, var det et ønske om å vurdere malmpotensialet i skjerpet Tronvik og området rundt.

Gjennomføring: Undersøkelsene var todelte. En del var rettet mot en regionalgeologisk vurdering av potensialet av denne malmtypen, en annen del var rettet mot detaljoppfølging av de kjente mineraliseringene i Tronvik. Arbeidet omfattet struktur- og malmgeologisk kartlegging, geokjemiske analyser av bekkesedimenter, borkjernelogging og analyser av borkjerneprøver og bakkemålinger av CP, VLF og magnometri. Prosjektet startet vinteren 1988 og det ble sluttrapportert i april 1989.

Resultater: Det ble ikke funnet objekter for videre oppfølging ut fra de meget begrensede regionale undersøkelsene. Detaljundersøkelsene i Tronvik konkluderer med at forekomsten ikke kan regnes som økonomisk, fordi malmen er liten og den har et lavt edelmetallinnhold (Thorsnes 1989).

3.5 Gull i Sibirien

Bakgrunn og formål: Gullmineraliseringene ved Sibiren ble tilfeldig påvist av geologer fra NGU høsten 1988 under en berggrunnsgeologisk befarings. Et mindre antall prøver av sulfid-kvartsårer viste seg å inneholde opptil 20 ppm gull. Ingen gullmineraliseringer var kjent fra dette området tidligere. Omfattende undersøkelser ble planlagt sommeren 1989 etter ønske fra Nord-Trøndelag Fylkeskommune. Formålet var å avgjøre om forekomsten hadde et økonomisk potensiale som kunne tilsi at samarbeidspartnere kunne inviteres for videre undersøkelser.

Gjennomføring: Som et forprosjekt ble det framstilt geokjemiske kart over ialt 421 bekkesedimentprøver fra eldre regionalt prøvemateriale. Kartet omfattet et 30x50 km stort område, på begge sider av Sanddølaladalen, fra Bergsætran i Grong til Brattlandsvatnet i Lierne (målestokk 1:50000).

Feltundersøkelsene sommeren 1989 var delt i to faser:

Fase 1:

- Geologisk berggrunnskartlegging i målestokk 1:5000 i et 10 km² stort område omkring Sibirien.
- Innsamling og analysering av 295 fastfjellsprøver.
- Oppfølgende geokjemisk prøvetaking omkring Sibirien (168 bekkesedimentprøver og 12 jordprøver), Storliseter ved Møklevann og Skjerva i Snåsa.
- Rekognoserende geofysiske målinger med VLF, magnetometri og IP.
- Oppfølgende IP-målinger, 17 profilkilometer i et 1,5 km² stort område.
- Prøvevasking etter gull i Sanddøla

Fase 2:

- Kjerneboring med geologisk oppfølging; totalt 670 m fordelt på 11 hull (31-125m).
- IP-målinger i alle borhull.
- Splitting og analysering av ca. 170 borkjernemeter (0,5 meters prøvelengde).

Resultater: Resultatene fra undersøkelsene er gitt av Grenne (1989, 1990), Dalsegg (1990), Heim (1990), Ryghaug (1990b) og Staw (1990).

Gullforekomsten ved Sibiren er knyttet til en inntil 200 m bred og mere enn 3 km lang "sverm" av kvartsårer som skjærer gjennom prekambriske gneiser langs nord-kanten av Grong-Olden-kulminasjonen. Forekomsten opptrer nært og er påvirket av en gren av den post-kaledonske Hitra-Snåsaforkastningen som igjen tilhører Møre-Trøndelag Forkastningssone, men forekomstens genetiske plassering i forhold til denne

forkastningssonen er ikke bestemt. Kvartsårene fører sporadisk sulfider, hovedsakelig grovkornet pyritt, kobberkis med bornitt og lokalt blyglans. Gull opptrer som små inneslutninger og sprekkefyllinger kun i sulfidene. Forekomsten viser en rik, men svært lokal, sulfidanrikning innenfor enkelte av kvartsårene. Sulfidrike prøver inneholder opptil 78 ppm gull. Det er ikke påvist gullanrikninger hverken i rene kvartsårer eller i forskjellige typer sulfidimpregnasjoner i gneisene i området, og heller ikke i de umiddelbare sidebergartene til de gullførende årene. Det høyeste gullinnholdet over 2 m mektighet i borhullene er 0,8 ppm. Sibirenforekomsten er funnet å ikke være drivverdig og videre undersøkelser i området ble ikke anbefalt. Regionale undersøkelser knyttet til prosjektet førte til funn av to nye gullmineraliseringer ved Storliseter i Sanddølaldalen og Stod i Steinkjer (Kap. 3.6 og 3.14).

3.6 Gull i Storlisetra

Bakgrunn og formål: Reanalysering av bekkesedimentprøver i forbindelse med Sibirien-prosjektet viste en markert gullanomali i bekkesedimentprøver fra Storliseter-området ved Møklevann på nordsida av Sanddølaldalen. Bekkesedimentprøver med opptil 1,6 ppm gull og bergartsprøver med omkring 1 ppm gull ble påvist ved rekognoserende kartlegging og prøvetaking i dette området i 1989. Det ble derfor besluttet å følge opp disse gullanrikningene med detaljerte geologiske og geokjemiske undersøkelser for å forklare den geokjemiske anomalien og å påvise eventuelle drivbare gullforekomster og deres dannelsesmåte.

Gjennomføring: Undersøkelsene er utført i løpet av to feltsesonger i 1990 og 1991. Undersøkelsene i 1991 ble utført som oppdrag for Norsulfid.

1990:

- Geokjemisk jordprøvetaking i stikningsnett og analysering (215 prøver).
- Malmgeologisk kartlegging (1:10.000), prøvetaking og analysering (64 prøver).
- Berggrunnsgeologisk kartlegging.

Norsulfid A.S ble meddelt de foreløpige resultatene og selskapet kjerneboret to korte hull høsten 1990. Resultatene fra 1990 viste gullanrikninger langs forkastninger og skjærsoner, og de ble benyttet til videre oppfølging.

1991, følgende ble gjort som oppdrag for Norsulfid:

- Løsmasseboring i profiler over de to mest markerte skjærsonene (95 prøver).
- Detaljert malmgeologisk kartlegging og prøvetaking i profiler (231 prøver).

Resultater: Årsaken til de geokjemiske anomaliene er påvist. Gullmineraliseringer finnes

langs øst-vest gående skjærsoner i Møklevatnet granodioritt og i grønnstein som tilhører Gjersvikdekket (Ryghaug og Sandstad, 1991). De rikeste gullmineraliseringen opptrer langs skjærsoner i granodioritten nær kontakten til den underliggende grønnsteinen (4,2 ppm gull over 0,5 meters mektighet og 1,4 ppm over 2,5 m). Gullmineraliseringene er antatt å være knyttet til den kaledonske hoveddeformasjonen i forbindelse med oppdomingen av Grong-Oldenkulminasjonen etter at dekkestabelen er kommet på plass, selv om tilknytning til MTFS ikke er utelukket. På grunn av at de påviste mineraliseringene er relativt små, er prosjektet avsluttet. Rapporten er under utarbeidelse.

3.7 Postkaledonske mineraliseringer knyttet til Møre-Trøndelag forkastningssone

Bakgrunn og formål: Møre-Trøndelag forkastningssone (MTFS) er en kompleks, regional struktur med en aktiv historie som strekker seg fra tertiær tilbake til devon eller tidligere. I deler av denne historien har sonen vært knyttet til alkalisk/karbonatittisk magmatisme (lamprofyrer) og utbredt hydrotermal aktivitet med gjennomgripende Na/K feltspat- eller karbonat-kvarts-omvandling (Grønlie og Torsvik 1989). Nåværende overflate viser ulike deler av denne historien og forskjellige skorpenivå. Malmforekomster i området har tidligere ikke vært betraktet i lys av disse post-kaledonske tektoniske og hydrotermale hendelser.

Empiriske modeller for gullmalmdannelse har bl.a. lagt stor vekt på betydningen av dype, langlivete tektoniske bruddsoner og lamprofyrer. Edelmetallinnholdet i malmforekomstene med *romlig* tilknytning til MTFS var ved prosjektets start i hovedsak ukjent, men det var kjent gullanrikning i to mineraliseringer av sen/post-kaledonsk alder: Sibirien (Grenne 1990) og Persgardshalla (Dalsegg og Grenne 1991) i den nordøstlige del av forkastningssonen. Videre var det kjent gullanrikninger av usikker alder ved Storliseter (Ryghaug og Sandstad, 1991) og Godejord (Bergstøl og Vokes 1974) i Sandøldalen, med nær romlig tilknytning til MTFS. Det var også kjent økonomisk interessante gullforekomster knyttet til ekvivalenter av MTFS i Skottland.

På denne bakgrunn ble det foreslått å gjøre en undersøkelse av kjente mineraliseringer og omvandlingssoner langs MTFS for 1) å bestemme den metallogenetiske betydning av forkastningssonen, 2) bestemme edelmetallinnholdet i forekomstene og 3) gi en vurdering av edelmetallpotensialet knyttet til forkastningssonen utover de kjente forekomster. Et delmål var å la disse forekomstdata inngå i en malmdatabase for programområdet.

Gjennomføring. Alle kjente mineraliseringer og omvandlingssoner langs MTFS er befart, prøvetatt og analysert over samme lest som for den øvrige malmdatabaseregistrering (kap. 3.1.4). Mer detaljerte geologiske undersøkelser er gjort på flere forekomster i området

Leksvik-Verran-Rissa (inkludert bakkegeofysikk ved forekomstene Flintheia og Fines). Den geologiske del av dette arbeidet er i stor grad utført som del av en PhD-grad som er under arbeide ved Imperial College under veiledning av C. Halls.

Karbonat/feltspat-omvandlingssonene i området Leksvik-Ytterøy-Inderøy er dels prøvetatt på nytt, dels er eksisterende prøvemateriale reanalysert på samme vis som malmforekomstene, slik at totalt 313 prøver fra omvandlingssonene er analysert på bl.a. edelmetaller. I 1991 ble det etablert et samarbeide med National Isotope Geoscience Laboratory i Nottingham med tanke på datering av et utvalg av forekomstene langs MTFs. Som ledd i dette er Sm/Nd-data på flusspat knyttet til omvandlingssoner på Ytterøy under bearbeiding.

Grønli (1991) undersøkelser av tektonisk utvikling av MTFs er fulgt opp med satellitt- og flybilde-bildetolkning og feltundersøkelser med hovedvekt på forsettelsen av forkastningssonen i nordøst mot Grongfeltet. Forkastningsbergarter er prøvetatt og er under bearbeiding for paleomagnetisk datering.

Foreløpige resultater. Undersøkelsene har bekreftet at noen av forekomstene er sen/post-kaledonske og sannsynligvis genetisk knyttet til MTFs. Dette gjelder bl.a. forekomstene Flintheia (Leksvik) og Sibirien (Grong) og en rekke små mineraliseringer. Geokjemisk kan disse mineraliseringene karakteriseres som

- 1) Fe⁺/⁻Cu⁺/⁻Au
- eller 2) Pb+Bi+Ag⁺/⁻As

En forekomst kan inneholde den ene eller begge typer. Pyritt er dominerende jernsulfid, kobberkis og bornitt dominerende kobbermineral. I de fleste mineraliseringene er sinkblende bare aksessorisk.

Blant de klart sen/post-kaledonske mineraliseringene er gullanrikning av betydning (enkeltp prøver med >2 ppm Au) funnet i kvarts-sulfidarer i Sibirien (≤ 78 ppm Au), Persgardshalla (≤ 6 ppm) og Follafoss (≤ 29 ppm). En liten bornittmineralisering i Haugsdalen sør for Åfjord (markert N-S-lineament) inneholder ≤3 ppm Au. Mineraliseringene opptrer hovedsaklig som lokale "sprekkefyllinger" og viser generelt ubetydelig sidestensomvandling. Flintheia er den eneste forekomst av betydning som viser tegn til at større fluidmengder har vært aktive, reflektert i gjennomgripende silisifisering av sidebergarter.

Karbonat/feltspat-omvandlingssonene i området Leksvik-Ytterøy-Inderøy er generelt sulfidfattige (gjennomsnitt 0,7% S). Sulfidanrikninger knyttet til sonene finnes bare som lokale kobberkis-, pyritt- eller blyglans-mineraliseringer. Omvandlingssonene viser en regional geokjemisk sonering med et SV-NØ orientert "senter" fra Leksvik til Ytterøy. Elementer som er anrikt "sentralt" er bl.a. As (≤1800 ppm), Sb (≤200 ppm) og Au, mens

Pb (≤ 1700 ppm) og Mo (≤ 400 ppm) er anriket noe utenfor den mest sentrale del av regionen. Gullanrikningene viser ingen sammenheng med sulfidinnhold men er grovt positivt korrelert med As. Flere prøver av de sulfidfattige omvandlingssonene inneholder i størrelsesorden 0,1 ppm Au, høyeste verdi er 1,7 ppm Au.

De fleste befarte skjerp i Fines-Ørsjødal-Skaudalen-området langs Verranforkastningen viser anrikning av edelmetaller (Størseth, 1991). En enkeltprøve fra kobber-sink-bly-mineraliseringene ved Fines inneholder 6,9 ppm Au. Ørsjødal-forkomstene og Skaudalen er kobber-rike og fører noe molybden. Gull-innhold omkring 1 ppm er registrert i flere prøver. Forekomstene er romlig knyttet til Møre-Trøndelag forkastningssone, men flere av forekomstene har fremdeles en usikker genetisk sammenheng med forkastningssonen.

Oppfølgende malmundersøkelser i forbindelse med prosjekt MTFS:

Flintheia, Leksvik. Mineraliseringene ved Flintheia opptrer i en tektonisk linse av antatt prekambriske granittiske gneiser. En sydlig gren av Verranforkastningen - Mosvikforkastningen stryker subparallelt med bergartsgrensene på sydsiden av gneislinsen. Et annet markert lineament strekker seg i nord-nordvestlig retning tvers over gneislinsen ved Flintheia hovedskjerp.

Mineraliseringene ved Flintheia består av et hovedskjerp og flere småskjerp og er av to typer:

1. pyritt+kvarts kobberkis blyglans sinkblende malm. Sulfidene danner semi-massive til disseminerte partier i kvartsårer og er assosiert med intens silisifisering av sidebergartene. Druse-kvarts og chalcedon er vanlig, og flusspat finnes lokalt. Typen karakteriseres av relativt høye Ag- (≤ 250 ppm) og Bi-verdier i blyglansførende prøver. Sulfidene er knyttet til ovenfornevnte NNV-lineament og mindre, parallelle strukturer som antas å ha sammenheng med MTFS.
2. Anrikninger av grovkornig pyritt og lokalt molybdenglans i eldre, deformerte kvartsårer/linser.

IP-målinger over området viser at mineraliseringene ikke har vesentlig utbredelse utover de relativt små skjerpene (Dalsegg og Grenne, 1991). En mindre anomali antas å reflektere en hittil ukjent, overdekket mineralisering av type 1.

Fines-Mortensfjell, Verran. Oppfølgende undersøkelser ble gjort med utgangspunkt i at forekomsten ligger svært nær Verranforkastningen (del av MTFS) og eldre rapporter ga et uklart bilde av hva slags forekomststype det dreier seg om. Videre viste nye analyser en kjemi som gjorde forekomsttypen interessant, med en viss anrikning av Pb og tildels Au og

Ag (Størseth, 1991).

Undersøkelsene har vist at forekomsten er en vulkanogen stratiform sulfidmalm (Smith m.fl. 1992) og opptrer som et utholdende lag av inntil ca. 1 m mektighet (i utgående) i en sterkt deformert sekvens av mafiske og felsiske metavulkanitter og diorittiske intrusivbergarter. Bergartenes tektonostratigrafiske plassering er noe usikker men de er antatt å tilhøre Størendekket.

Den mineraliserte sonen har en lengdeutstrekning på ca. 400 m. Disseminasjonsmalm er dominerende, med spredte korn og klyser av kobberkis, blyglans, sinkblende og pyritt, og lokale tynne konkordante bånd av semimassiv pyritt, granatrike lag eller magnetitt ("magnetitt-chert"). Malmen ved Fines inneholder hovedsaklig kobberkis med endel blyglans, sinkblende og pyritt. Et nærtliggende skjerp (Mortensfjell) er av samme type men er mer dominert av blyglans. IP-målinger gir ingen holdepunkter for å påvise større mineraliseringer utenom det som er kjent i gruveområdet (Dalsegg og Grenne, 1991).

3.8 Edelmetaller i massive sulfidmalmer i Nord-Trøndelag

Bakgrunn og formål: Basert på strateginotat for 1991-93 ble det bestemt at edelmetallinnholdet i massive sulfidmalmer skulle kartlegges.

Gjennomføring: Prøver fra sulfidmalforekomster i Nord-Trøndelag ble prøvetatt i samarbeide med Norsulfid A/S i 1990, prøvemateriale fra Grongfeltet samlet inn mellom 1969 og 1971 er reanalyisert og materiale fra Meråkerfeltet ble samlet inn i 1989. Noe er også samlet inn i forbindelse med befaringer i 1990. Prøvene er fra fastfjell eller tipper. Det er lagt vekt på å analysere ulike malmtyper, men i noen tilfeller er også samleprøver analysert. Materialet er analysert for 60 elementer med ulike ICP-analyser og atomabsorpsjon.

Resultater: En foreløpig rapport utarbeidet av H. Karlstrøm (datert 26.04.91) inneholder en vurdering av analysene fra Meråkerfeltet, Stjørdal-Selbu-området, Levanger-Verdal-området og Grongfeltet. Forekomstene i den østlige delen av Meråkerfeltet er rike på basemetaller, mens enkelte i den vestlige delen er anriket på gull. Vasskisene Stjørdal-Leksdal-Selbu-området ansees være verdiløse. Med unntak av en forekomst, Åkervoll (3-4 kobberekvivalenter), har forekomstene i Levanger-Verdal-området lave malmverdier. Høye gullverdier er registrert i en del forekomster i Grongfeltet, spesielt i den sørvestlige delen.

3.9 Regional prospektering i Meråker

Arbeidet i Meråkerfeltet har vært fordelt på tre prosjekter: 1) regional prospektering i Meråkerfeltet, geofysikk, 2) regional prospektering i Meråkerfeltet, geokjemi og 3) regional prospektering i Meråkerfeltet, berggrunn.

Bakgrunn: Programledelsen anbefalte våren 1991 å foreta malmgeologiske undersøkelser i Meråkerfeltet. Dette ble faglig begrunnet ved at Meråkerfeltet er vurdert til å ha et kismalmpotensiale p.g.a. feltets lithotektoniske tilhørighet i det øvre allokton, som er det dekkestratigrafiske nivået som er vertskap for de fleste av de store kismalmprovinsene i Norge. Det østlige Meråkerfelt består av Sulåmo-, Kjølhaug- og Slågangrundene, som er stratigrafisk og litologisk sammenlignbare med Rørosfeltet, en klassisk kismalmprovins. Funnsjøgruppen i det vestlige Meråkerfelt er korrelert til de bimodale metavulkanittene i Hersjø- og Folldalfeltene, som er vertsbergarter for store sulfidmalmforekomster. Videre er det fra gammelt av kjent mange kismineraliseringer i både det østlige og vestlige Meråkerfelt, noe som viser at det har vært hydrotermal malmdannende aktivitet i disse bergartene.

Målsetning: Den samlede målsetning for de tre prosjektene er å identifisere malmobjekter i Meråkerfeltet med økonomisk potensiale .

3.9.1. Geofysikk.

Gjennomføring: I 1991 ble det fløyet helikoptergeofysikk i deler av kartbladene 1722 II og III, og 1721 I, II, III og IV som dekker Meråkerfeltet. Det ble fløyet øst-vestlige linjer med profilavstand på 200 m i en høyde på 60 m. Det ble fortatt magnetiske, elektromagnetiske og radiometriske målinger.

Resultater: Arbeidet er dokumentert i Walker (1992), men før feltsesongens start i 1992 var det utarbeidet en foreløpig rapport over de elektromagnetiske og magnetiske målingene i det østlige Meråkerfelt. Det er utarbeidet digitaliserte farvekart (1:50 000) over de elektromagnetiske, magnetiske og radiometriske målingene, som dekker både det østlige og vestlige Meråkerfelt.

Generelt om tolkningene av de elektromagnetiske og de magnetiske målingene:

- Lengden på de elektromagnetiske anomaliene langs strøket er vanligvis mindre enn 200 m.
- De elektromagnetiske anomaliene følger ofte svake magnetiske anomalier, aldri sterke magnetiske anomalier.

Problemer forbundet med tolkningen:

- Fordi mineraliseringenes lengde langs strøket er kortere enn profilavstanden, har det vært vanskelig å korrelere mellom linjene.
- Det vanskelig å tolke svake anomalier i undersøkelser i 1:50 000 skala.
- Uten en geologisk modell for malmene er det vanskelig å tolke de geofysiske mønstrene.

Det fremkommer av de foreløpige kartene at de geofysiske mønstrene i det østlige og vestlige felt er forskjellige. I det østlige felt opptrer enkelte meget utholdende strøkparallelle elektromagnetiske anomalier langs grensen mellom Sulåmo- og Kjølhauaggruppene og mellom Kjølhauag- og Slåganggruppene. Utover dette opptrer de elektromagnetiske anomaliene som relativt korte, sporadiske anomalier i den vestlige del av Kjølhauaggruppen og i Sulåmogruppen. I det vestlige Meråkerfelt, d.v.s. i Funnsjøgruppen, er det et meget komplekst bilde av utholdende elektromagnetiske anomalier, særlig i den sydlige halvdel av feltet. I den nordlige delen er bildet også komplekst, det utgjøres av både utholdende og av kortere anomalier. Både i det østlige og det vestlige felt er de magnetiske anomaliene sporadiske og svake, de kan noen ganger knyttes sikkert til mafiske intrusjoner.

3.9.2. Geokjemi.

Gjennomføring: Det ble i 1991 foretatt innsamling av 1554 prøver fra C-horisont i morene og forvittringsjord i Meråkerfeltet i et 500x1000 m rutenett (Finne, 1992). Prøvene ble analysert for 24 elementer. Moreneavsetningene som er prøvetatt er korttransportert, trolig ikke mer enn 10 m.

Resultater: Det ble skrevet en foreløpig rapport som var tilgjengelig før innledningen av feltsesongen i 1992. Det var også utarbeidet foreløpige kart som var tilgjengelig på det samme tidspunkt. I denne rapporten påpekes fem anomaliområder for Cu, Zn, Pb og Mo. Disse er: 1) området nord for Sonvannet (Cu, Zn, Mo), 2) området Funnsjøen-Kjølhauagen (Cu, Zn, Mo), 3) området Fossvannet-Kopperå (Zn, Pb, Mo, Cu), 4) området i østenden av Fjergen (Mo, Zn) og 5) området vest av Mildridklumpen (Cu, Zn, Mo). Det påpekes at reproduserbarheten for Pb-analyser er dårlig. Det synes ikke å være noen korrelasjon mellom disse anomaliene og bergarter eller kjente mineraliseringer. Det er nå skrevet en endelig rapport over arbeidet (Finne, 1992)

3.9.3. Berggrunn og malmgeologi.

Gjennomføring: På bakgrunn av geologiske og geofysiske forskjeller i det østlige og vestlige Meråkerfelt, ble arbeidet delt inn i disse to områdene. Det ble bestemt å gå inn i det østlige felt i 1992, og i det vestlige felt i 1993. Denne rekkefølgen ble bestemt fordi det var høyere metallverdier i mineraliseringene i øst, og fordi det geofysiske bildet i det

østlige felt syntes å være enklere enn i det vestlige felt, og det var derfor behov for å bearbeide den geofysiske informasjonen for det vestlige felt grundigere.

Feltarbeidet i 1992 det østlige Meråkerfelt ble fordelt på bakkegeofysikk, regionalgeologisk berggrunnsgeologi og malmgeologiske detaljundersøkelser.

Bakkegeofysikk. På basis av helikoptergeofysikken var 9 områder blitt pekt ut for oppfølgende VLF-, Mag- og evt. Slingram-målinger.

Resultater: Det ble påvist godt samsvar mellom helikopter- og bakkemålinger i de forskjellige måleområdene. I måleområdene ble det påvist flere korte soner med VLF-anomalier som var tilnærmet parallelle med det regionale strøk. Det opptrådte ofte to parallelle soner. Sonene kunne ikke påvises å ha stor dybdeutstrekning. Dette antyder at mineraliseringene i det østlige felt er små. Svake magnetiske anomalier opptrer uregelmessig i tilknytning til de elektromagnetiske anomaliene. I enkelte områder ble det utført Slingram-målinger for nærmere detaljering av de mineraliserte sonene. Det ble også da påvist kun korte, grunne anomalier (Dalsegg og Lauritsen 1993).

Berggrunnsgeologi. I forbindelse med utarbeidelse av digitalisert 1:50 000 kart for Meråkerfeltet, og for å øke den geologiske forståelsen av området, ble det utført regional berggrunnsgeologisk kartlegging i området. Det ble da påvist at mange av bergartsgrensene trolig er tektoniske og at særlig grønnstenen i Sulåmgruppen har vært utsatt for sterkere deformasjon enn hva som tidligere er beskrevet. Det ble samlet inn bergartsprøver for videre mikroskopering, hoved- og sporelementanalyser og U-Pb zirkondatering. Det er utført rekognoserende feltarbeid i det vestlige Meråkerfelt med formål å plassere malmene i en vulkansk-stratigrafisk modell. Dette er planlagt videreført i 1993.

Malmgeologi. Det malmgeologiske feltarbeidet fordelte seg på 1) å følge opp geofysiske og geokjemiske anomalier for å forklare dem, 2) å samle inn kompletterende prøvemateriale for malmanalyser og til referansemateriale og 3) detaljerte undersøkelser på mineraliseringer for å forstå deres dannelse.

Resultater

1. Oppfølging av anomalier: De utholdende anomaliene som var blitt registrert fra helikoptertermålingene, viste seg å være svartskifersoner med varierende mengder av grafitt og magnetitt. Lengst i øst i Kjølhauggruppen var en utholdende EM-anomali forårsaket av magnetkis.

De korte anomaliene, som ble fulgt opp med bakkegeofysikk, kunne forklares som sulfidmineraliseringer inneholdende magnetkis, kobberkis, sinkblende og pyritt. Syd for Fossvannet kunne anomaliårsaken ikke påvises direkte p.g.a. tykk overdekning, men det er

god grunn til å anta at det også her er kismineraliseringer, fordi man finner dette i strøkretningen nord for Fossvannet.

Oppfølging av de geokjemiske anomaliene ved Fossvannet-Kopperå og østenden av Fjergen ga ingen konklusive resultater.

2. Innsamling av prøver fra mineraliseringer: Det ble samlet inn ca. 30 prøver fra mineraliseringer i det østlige Meråkerfelt. Av disse er noen analysert for innhold av edelmetaller, basemetaller og andre elementer. Dette kompletterer materialet som allerede er samlet inn og analysert i forbindelse med prosjektet om edelmetallinnhold i kismalmer i Nord-Trøndelag (kap. 3.8). Noen prøver er samlet inn for å oppbevares som referansemateriale og noen prøver er samlet inn for Pb-isotopanalyser for å kunne si noe om malmenes metallkilder.

3. Malmgeologiske detaljundersøkelser: Bearbeidelsen av materialet er ikke fullført, men på grunnlag av observasjoner i felt kan man dele inn sulfidmineraliseringene i det østlige Meråkerfelt inn i tre typer. Dette er 1) syngenetiske, hydrotermale, ekshalative kismalmer i metaarkoser i Kjølhauggruppen og grønnstener i Sulåmgruppen, 2) sulfidmineraliseringer som er strukturkontrollerte i sin nåværende forekomstmåte i metaarkoser i Kjølhauggruppen og grønnstener i Sulåmgruppen, og 3) synsedimentære stratabundne Fe-formasjoner i Sulåmgruppens fyllitter.

Malmtype 1 omfatter malmen i Lillefjellet Gruve, trolig Gilså (selv om denne er usikker, da den mangler typiske omvandlingssoner), Sagskjerpet og trolig Nordre og Søndre Knollskjerp. Disse er karakterisert med en stratabundet opptreden, omvandlingssoner med kloritt, sericitt, kvarts og pyritt. Malmen domineres av magnetkis, og har kobberkis og sinkblende i varierende mengder. Sagskjerpet er dominert av pyritt. Av disse er Lillefjellsmalmen den største. Denne gjorde imidlertid ingen utslag på de geofysiske undersøkelsene. Dette indikerer at malmen faktisk er drevet ut.

Malmtype 2 omfatter de mineraliserte dragene ved Husmannsberget, draget fra Hammerskallen-Geitbergert, Skomakermoen, Langsundgruven, Dronningen og mange mindre mineraliseringer i Kjølhauggruppen. Dette er massive, semi-massive og disseminerte malmer. Massive lag er ikke funnet å overskride 30 cm i blotninger i dagen. Også disse mineraliseringene domineres av magnetkis, mens kobberkis, sinkblende og pyritt opptrer i varierende mengder. Disse mineraliseringene har liten grad av sidestensomvandling. Den vanligste omvandlingstypen er noe klorittdannelse og kvartsinnfylling i en få cm-tykk halo omkring mineraliseringene. Sulfidene opptrer som strenger og linser, ofte i trykkskygger omkring kompetente bergarter. I Kjølhauggruppens metasedimenter er dette små gabbro-kropper, som ofte er deformert i randsonen. Det er her mineraliseringene opptrer. I grønnstenene synes det å være en kompetanseforskjell mellom mer og mindre massive grønnstener eller ganger, hvor man ser sulfidene opptre

omkring kompetente linser eller i skjærsoner. Dersom denne modellen for malmdannelse er riktig, kan det bety at minerliseringsenes størrelse er kontrollert av gabbroenes størrelse og området med skjærdeformasjon. De geofysiske målingene synes å underbygge dette, i det de viser korte anomalier langs strøket. Dette kan reflektere sulfidenes oppreden langs skjærlinser.

Malmtypen 3 er soner med grafitt, magnetkis og magnetitt i Sulåmogruppen. Disse er stratiforme og er relativt utholdende langs strøket. De inneholder ikke økonomisk interessante metallerkonsentrasjoner.

Samlede resultater: På basis av feltarbeidet utført i 1992, kan vi foreløpig konkludere med at sulfidmineraliseringene i det østlige Meråkerfelt er for små til å være økonomisk interessante. På denne bakgrunn er det foreslått å ikke føre arbeidet i det østlige Meråkerfelt videre. Imidlertid er området interessant sett fra et malmgeologisk synspunkt. Malmtypen 2 er lite forstått, det er for tidlig nå å si om disse er rent epigenetisk mineraliseringer, eller om de representerer remobiliserte syngenetiske malmer. Planlagte Pb-isotopanalysene vil kunne si noe om dette, men en strukturgeologisk analyse ville være nødvendig for å utrede sammenhengen mellom tektonikk og sulfidavsetning. Dette siste er ikke planlagt i denne sammenhengen. Arbeidet er planlagt rapportert i løpet av 1993.

3.10 Samtolkning

Bakgrunn: Prosjektet Samtolkning/dokumentasjon av mineralressursdata ble opprettet i 1992 for å behandle den store mengde eksisterende geodata fra programområdet.

Formål: Å gi en oversiktlig dokumentasjon av de data som er innsamlet og bearbeidet gjennom fylkesprogrammet i perioden 1987-91, og å utvikle teknikker digitale som hjelpemidler for å kunne definere provinser for malm og mineralske råstoffer innen programområdet.

Gjennomføring:

1992: Innlegging av alle relevante geokjemiske, geofysiske og geologiske data digitalt i ERDAS billedbehandlingssystem og/eller inn i det geografiske informasjonssystemet pcARC/INFO ble sluttført.

Digitaliserte geofysiske tolkninger av regionale magnetiske strukturer og dislokasjoner er overført til Arc/Info. Videre er regionale strukturer, data fra radiometrisk database og digitalisert utgave av tolkningskart over radioaktiv

stråling fra berggrunnen lagt inn.

Foreløpige utgaver av Nord-Trøndelagdelen av malmdatabasen og industrimineraldatabasen lagt inn i Arc/Info.

Det er foretatt en *foreløpig* regional samtolkning med aktører fra alle involverte faggrupper (gjengitt som Vedlegg 3). Det er definert en rekke anomaliområder (geokjemiske provinser) og det er pekt på flere forekomsttyper/provinser som objekter for oppfølgende undersøkelser.

11.12. 1992 ble det er holdt et møte med den oppnevnte Referansegruppen for samtolkning.

Resultater: Det er utarbeidet forenklete eksempler på temakart i ArcView som framstiller geologisk informasjon for direkte bruk i fylkeskommunalt og kommunalt planleggingsarbeide. Dette vil ikke bli omtalt mer i denne sammenhengen, fordi det ikke er direkte relevant for malmundersøkelsene. I arbeidet med den tverrfaglige samtolkningen, som er knyttet til malmundersøkelsene, gjenstår det fortsatt mye. Det er utarbeidet en *foreløpig* oppsummering av de *geokjemiske* provinsene som kan defineres i Nord-Trøndelag på basis av de eksisterende data (vedlegg 3). Prosjektet er ikke avsluttet.

3.11 Oppfølging av geokjemiske anomalier

Gullanomalier med en viss arealmessig utbredelse (Meråker, Inderøy, Lierne, Nærøy og innen Grongfeltet): Ny prøvetaking og analysering av alt tilgjengelig gammelt prøvemateriale viser områder som lar seg reprodusere som gullholdige provinser (anomalier fra 20 til 1400 ppb). På Inderøy er det i tillegg samlet inn 119 moreneprøver i profiler på tvers og på langs av sprekkesystemene i området. De høyeste gullgehaltene er lave (2-6 ppb), men faller tildels sammen med As-anomalier (50-350ppm). Moreneprøver er også samlet inn fra en del av bekkesedimentanomaliområdet i Meråker, dvs. NØ for Feren. Materialet er ennå ikke analysert.

Enkeltstående gullanomalier (Fosdalen, Tronvik, Jøssundfjorden, Høylandet, Skjerva, Hykkelfjellet, Smørbekken, Namsskogan og Brusvatnet): Av enkeltstående geokjemiske anomalier, er det kun gullanomaliene som er fulgt opp med befaringer av noen få dagers varighet (Ryghaug, 1990). Arbeidet har bestått i supplerende bekkesedimentprøvetaking, noe tungmineralvasking og fastfjellprøvetaking, i den hensikt å reprodusere anomaliene. Med unntak av Håpneshjellet i Namsskogan har disse anomaliene ikke latt seg reprodusere.

Nb, Y, W, Zr, Mo, Pb og Zn i regionale bekkesedimentprøver, Gjevsjøen, Grong-Olden-kulminasjonen: Bakgrunn for undersøkelsene var anormalt høye innhold av Nb, Y, W, Zr, Mo, Pb og Zn i regionale bekkesedimentprøver nord for Gjevsjøen. Arbeidet besto i geologisk kartlegging og representativ fastfjellsprøvetaking. Anomaliområdet ligger innenfor Grong-Olden-kulminasjonens prekambriske, autoktone til parautoktone bergarter bestående av hovedsaklig granitt og granittisk gneis av mulig vulkansk opprinnelse. Undersøkelsene viser at ingen av de sporelementer som ble fokusert i bekkesedimentgeokjemien opptrer i geohalter som er vesentlig høyere enn normale granittiske bergarter (Wilberg 1992). Det ble heller ikke påvist områder hvor malmdannende prosesser kan ha anriket disse elementene, bortsett fra Pb og Zn: små Pb-Zn-Cu-mineraliseringer ble funnet i hydrotermale kvartsganger bundet til tynne innskjøvne sandsteinslinser av sannsynlig senprekambrisk alder. Pb-Zn-Cu-forekomstene er svært små og antas å være økonomisk uinteressante.

3.12 Oppfølging av helikopteranomali

Kartbladene Grong og Steinkjer (1:50 000) ble dekket med helikoptergeofysikk i en tidlig fase av fylkesprogrammet. Målingene var ikke begrunnet med mineralressursundersøkelser, men prosesseringen av dataene viste EM-anomalier som en ikke i utgangspunktet kunne forklare ut fra kjent geologi og som derfor ble fulgt opp med begrensede geologiske befaringer og rekognoserende bakkegeofysikk (Dalsegg m.fl. 1990):

Rørvatn, nord for Steinkjer: En markert EM/VLF-anomali er forårsaket av en inntil 10 m tykk sone av disseminert magnetkis med grafitt i en kvarts/amfibol/granat-rik matriks, beliggende konkordant i granatamfibolitter som tilhører Skjøtingsdekket (Seve). Anomalien ble punktert med tre pack-sack-hull på grunnlag av bakkegeofysikk. Kjemiske analyser viser ingen anrikning av økonomiske elementer.

Lauvhaugen, nord for Grong: Markerte EM/VLF-anomalier ble funnet og lå ifølge foreløpig berggrunnskart Grong innenfor prekambriske gneiser tilhørende Formofossdekkekomplekset. Geologisk befaring etter eksakt stedfesting med bakke-VLF viste at anomalien i virkeligheten opptrer inne i Skjøtingsdekkets glimmerskifer, sammenfallende med svakt sulfiddisseminerte grafittførende soner. Kjemisk analyse viser ingen anrikning av økonomiske elementer.

Omliklumpen, Snåsaheia: To meget markerte EM/VLF-anomalier ble fulgt opp med geologisk befaring og rekognoserende bakkegeofysikk. Anomaliene ligger langs kontakten mellom Formofossdekkekomplekset (prekambriske gneiser) og Snåsadekket (ordovicisk). Det er ingen tegn til mineraliseringer i anomaliene. Det er sannsynlig at anomaliene skyldes grafittførende enheter fra det tektonostratigrafisk mellomliggende Guladekket som

er "smurt ut" langs skyvekontakten.

Rosset-Tømmeråsfjellet: Elektromagnetiske anomalier i Rosset-Tømmeråsfjellet , øst for Grong, ble fulgt opp etter initiativ fra Norsulfid a.s som var i gang med omfattende prospektering omkring forekomstene ved Skiftesmyr og Godejord øst for måleområdet. Ved bakkemålingene i Rosset-Tømmeråsfjellet ble VLF, magnetometri (ca. 20 profilkilometer) og Slingram benyttet. Malmgeologisk kartlegging og prøvetaking (16 prøver) er foretatt langs anomaliene. De geofysiske anomaliene skyldes hovedsakelig sulfidmineraliseringer som opptrer i forbindelse med tynne, keratofyrliknende gneiser i amfibolitter som trolig tilhører Skjøtingendekket (Dalsegg og Sandstad, 1992). Innholdet av basemetaller og gull er imidlertid lavt, med unntak av en smal sulfidsone utenfor måleområdet som er noe anrikt på gull.

Dalvassklumpen, Lurudalen: Formålet med oppfølging av en radiometrisk anomali over Dalvassklumpen i Lurudalen (kartblad Grong og Andorsjøen), sørvest for Sibirien, var å forklare denne og undersøke om bergartene her kan ha potensiale for Be-mineraliseringer som på Høgtuva i Nordland. Arbeidet i området rundt Dalvassklumpen besto av rekognoserende geologiske undersøkelser, radiometriske bakkemålinger med scintillometer og fastfjellsprøvetaking og ble utført i 1991. Området ligger innenfor Grong-Oldenkulminasjonen, og består hovedsakelig av prekambriske, tildels sterkt differensierte granitter og gneiser med anormale innhold av uran, thorium og tinn (Wilberg, 1992). Uran-mineraler er påvist i en biotittomvandlet dolerittgang. Det er foreslått å analysere prøvene på beryllium.

3.13 Undersøkelser tilknyttet malmdatabasen

Ved gjennomgang av malmdatabasen var det enkelte områder som pekte seg ut som interessante for videre oppfølging:

Laksjøen og Limingen: En ny sink-kobber-bly mineralisering ved Laksjøen med økonomisk interessant metall-innhold og gull-anrikninger i grafittfyllitter ved sørøst-enden av Limingen er fulgt opp med kartlegging og prøvetaking. Mineraliseringene ved Laksjøen opptrer trolig i en løsblokk. Ingen tilsvarende blokker eller blotninger er påvist i nærheten. Gullmineraliseringene i grafittfyllitt ved sørøst-enden av Limingen, Østnes, opptrer i foliasjonsparallele kvartsganger. Opptil 5 ppm gull er funnet i kobber-arsenrike deler av kvartsgangene. Antatt primære sulfidrike soner, som består hovedsakelig av magnetkis er også noe anrikt på gull. Gull i kvartsgangene kan være mobilisert inn i kvartsgangene under deformasjonen.

Stormyrplutten Cu-Ni-PGE: Reanalysering av eldre prøvemateriale fra

"Grongprosjektet" viste anrikning av Pt, Pd og Au sammen med Cu-Ni i forekomsten Stormyrplutten mellom Limingen og Tunnsjøen. Forekomsten var tidligere betraktet som en tradisjonell kismalm (Ofstedahl 1958). I et samarbeidsprosjekt med Norsulfid A/S ble det i 1991 gjort oppfølgende geologiske undersøkelser og representativ prøvetaking av forekomsten samtidig med befaring og prøvetaking av mineraliseringer kjent i og nært gabbrokomplekset ved Heimdalshaugen.

Forekomsten opptrer som disseminasjon og lokale semimassive partier av magnetkis, kobberkis og pyritt i en liten gabbrokropp som har intrudert Gjersvikgruppens grønnsteiner, og er således sammenlignbar med Lillefjellklumpen lengre sydvest. Mineralisering finnes flere steder i intrusjonen men er konsentrert hovedsaklig ved stratigrafisk ligg av gabbroen. Eldre prøver av semimassiv malm viste fra 0,2% til >4% Cu, ≤0,5% Ni, ≤3,1 ppm Au, ≤1,0 ppm Pt og ≤1,2 ppm Pd. Reprøvetaking viste at dette ikke er representative edelmetallgehalter for forekomsten. Nye analyser viser vesentlig lavere gehalter og forekomsten er ikke av økonomisk interesse. Prøvetaking av sulfidmineraliseringer ved Heimdalshaugen, hovedsaklig disseminert pyritt i ultramafiske soner i gabbrokomplekset eller nært kontakten mellom gabbro og overliggende grønnsteiner, viste ingen anrikning av Au-PGE. Materialet er under videre bearbeiding med tanke på å forstå hva som kan kontrollere PGE-mineraliseringene, resultatene vil bli rapportert i 1993.

Selbuskogen-Lånke As-Au: Bergarkivet ved NGU omtaler en "gull-arsenkisforkomst" ved Elvervollen i Lånke. Befaring i forbindelse med malmdatabasen bekreftet arsenkisinnholdet og viste gullverdier på inntil ca. 1 ppm. Basert på kjennskap (TG) til omvandlingssoner i det samme området er det gjort endel rekognoserende undersøkelser utenom selve forekomsten.

Området dekkes av Størengruppens grønnsteiner og inneholder en rekke vasskisminaliseringer. Ved Elvervollen er det en lokal anrikning av arsenkis i en av disse vasskishorizontene. Svak arsenkis-mineralisering finnes også langs strøket over et par hundre meter. I samme grønnsteinsenhet lenger vest (Vennafjellet-Foldsjøen) finnes store og mindre omvandlingssoner med tildels gjennomgripende karbonat-kvarts-omvandling som ser ut til å overprege kaledonsk foliasjon. I enkelte mindre omvandlingssoner er det lokale anrikninger av arsenkis og omkring 0,2 ppm Au. Større omvandlingssoner inneholder tildels mye Fe-sulfid som finkornige disseminasjoner, men analyser viser ingen anrikning av arsenkis eller gull i disse. Bergartene i området ser ut til å ha vært påvirket av omfattende hydrotermal aktivitet i sen- eller post-kaledonsk tid. Dette har lokalt ført til As-Au-anrikning i grønnsteinene eller i vasskishorisonter.

3.14 Annet

Persgardshalla Cu-Au, Stod: Utgangspunkt for undersøkelsen var en prøve av kvarts med bornitt og kobberkis fra et gammelt skjerp. Prøven ble levert av fylkesgeolog Hembre, og ifølge uttalelser fra lokalkjente skulle det være mange skjerp i området. Kjemisk analyse viste 3,4 ppm gull.

Geologisk befaring viste svermer av gjennomsettende kvartsårer i området. Dette antyder en viss likhet med Sibirien gullforekomst. Samtidig ligger området relativt sentralt i Møre-Trøndelag forkastningssone. På denne bakgrunn ble mineraliseringen betraktet som interessant, og det ble besluttet å foreta rekognoserende IP-målinger i det sterkt overdekte området omkring forekomsten for å vurdere mineraliseringens utstrekning og detektere eventuelle andre mineraliserte soner.

Bergartene i området tilhører det kaledonske Skjøtingsdekket og består hovedsaklig av konglomerat, grønnskifer, sericitt-kvartsfyllitt og grafitt-kvartsfyllitt. Mineraliseringen med kobbersulfider og gull er knyttet til de relativt unge (sen-kaledonske/post-kaledonske) kvartsårene og opptrer hovedsaklig der kvartsårer skjærer gjennom eldre kvarts-karbonat-rike bånd/lag. Mineraliseringen er fattig, med små, spredte uregelmessige sulfidklyser. Bare spor av sulfider sees i sidebergartene. Bornitt og kobberkis er hovedmineraler, svovelkis finnes sporadisk. Gedigent gull opptrer i små mengder i bornitt eller kvarts. Analysene viser inntil 1,9% Cu, 5,7 ppm Au og 30 ppm Ag. Ingen andre elementer er vesentlig anriket.

Mineraliseringen er svært liten og lokal. IP-målinger tyder ikke på noen utbredelse utenfor skjerpene.

4. EVALUERING

4.1 Gjennomgang av retningslinjene for malmundersøkelser i Nord-Trøndelagsprogrammet

I løpet av programperioden har det vært ulike retningslinjer for malmundersøkelser i Nord-Trøndelagsprogrammet. Ved programmets start la retningslinjene for arbeidet vekt på at mineralundersøkelsene i programmets regi skulle ha en geofaglig bredde med regionale undersøkelser og innsamling av basisdata, slik at Nord-Trøndelag som metallprovins kunne bli bedre forstått (Boyd, 1985). Dette ville øke prospekteringsseksjonens interesse for Nord-Trøndelag. I samtidige notat fra Fylkets side er en mer objektspesifikk strategi formulert (leting og utvikling av forekomster). I 1990 ble en konkretisert liste av målsetninger formulert. Her ble det lagt vekt på regionale undersøkelser og utvikling av geologiske modeller, NGU's satsing på edelmetaller og høyteknologi-metaller ble tilgodesett, og man skulle ta hensyn til hvilke forekomsttyper som det var høyest potensiale for i programområdet.

Ut fra hvor ressurskrevende malmundersøkelser og prospektering er, både personalmessig, tidsmessig og økonomisk, ser man at det er lite heldig at det har vært en spredning av aktiviteten fra starten av programmet. I en gjennomgang av prospekteringen som har foregått i Australia og Kanada mellom 1955 og 1978 (Woodall, 1983), fremholdes det at det *gjennomsnittlig* er brukt 38 millioner dollar (i 1980 pengeverdi) for hvert *drivverdige funn*. Det tilsvarende *gjennomsnittlige* tidsperspektiv fra prospektering starter til man kan begynne produksjon, er 20 år. Oversatt til norske kroner, vil dette si ca. 9.5 mill. kroner per år over 20 år. Dette overskrider langt det som er til programmets rådighet, og understreker dermed viktigheten av å ikke spre ressursene på ulike aktiviteter, men fokusere mot en aktivitet, og legge ambisjonsnivået i forhold til hva som er mulig å oppnå.

Når man legger opp retningslinjer og målsetninger for malmundersøkelser er det også viktig å være klar over at prospektering inneholder alle trinnene fra 1) regionale undersøkelser med identifikasjon av metallogenetiske miljø og hvilke malmtyper som er aktuelle, via 2) rekognoserende undersøkelser hvor man bestemmer på hvilken måte man skal utføre undersøkelsene, noe som krever en grundig kunnskap om hva som karakteriserer forekomsttypen(e) i området, til 3) oppfølging av områder som synes å tilfredsstillende de kriterier som er lagt under punkt 2, for 4) til slutt å identifisere økonomisk interessante objekter (leting). Det er først etter dette at 5) en utvikling av en forekomst begynne. Det er umulig å komme til punkt 3, 4 og 5, som er momentene som Fylkesplanene har lagt vekt på, uten å ha gått veien om punkt 1 og 2, med mindre man har meget stor flaks. Flaks som metode, er ikke noe som NGU bør basere sin ressursbruk på.

I utgangspunktet var oppfølgende malmundersøkelser (punkt 3 over) forutsatt gjennomført i hovedsak av bergverksindustrien. I programmets planleggingsfase var denne industrien

sterkere og det var enda en betydelig interesse for prospektering. På kort tid har disse forutsetninger endret seg dramatisk, og programmet har i realiteten kun hatt ett prospekteringselskap/bergverksselskap å forholde seg til. Disse forhold har i betydelig grad vært retningsgivende for virksomheten. Et fylkesprogram som arbeider innen relativt kort tidsperspektiv og med fylkeskommunal/statlig "eksternfinansiering" vil naturlig nok ha behov for å vise til resultater i form av "lovede objekter", eller til et aktivt samarbeid med industrien, for å dokumentere nytteverdien av investeringene. I en situasjon hvor industriens interesse for prospektering er svært liten, vil det lett oppstå konflikt mellom disse "markeringsbehov", ønske om økt eksternfinansiering, og hva som på lengre sikt vil gi størst nytteverdi i malmundersøkelser. Dette har i praksis påvirket programmets aktivitet innen malmundersøkelser, slik at det er lagt ned ressurser i å imøtekomme forespørsler fra fylket angående undersøkelser i forbindelse med gruver, observasjoner og ulike geokjemiske anomalier. Dette er i mange tilfeller undersøkelser som ikke kommer inn under en enhetlig overordnet strategi.

Ved siden av å bestemme seg for *hva* man skal gjøre, må man også ha klarlagt *ambisjonsnivået* for undersøkelsene. Hvor langt man kan komme i undersøkelser, avhenger av hvor store ressurser som er tilgjengelig. Fra programmets oppstart frem til 1992 må det sies å ha vært lite samsvar mellom målsetting og disponible personalressurser på malmgeologi. Programmet har fra 1988 disponert én malmgeolog, mens programledelsen ved planlegging av virksomheten har forutsatt økning av personalressursene ved overføring fra annen virksomhet ved NGU. En slik økning skjedde først i 1992.

4.2 Gjennomgang av prosjektene

4.2.1 Prosjekt for prosjekt

Regionale bakgrunnsdata: De regionale undersøkelsene vil bli gjennomgått utfra et *malmgeologisk* synspunkt. Fra en berggrunnsgeologisk, geokjemisk eller geofysisk synsvinkel vil vurderingen trolig bli en annen.

Berggrunnsgeologi: På dette tidspunkt er dekkningen av fylket med berggrunnsgeologiske kart blitt svært bra. Enkelte viktige områder mangler fortsatt, som kartblad Snåsavannet, Snåsa og Vuku. Desverre mangler mange av kartene en grundig strukturgeologisk analyse og aldersdatering av viktige bergartsenheter. I områder som Meråkerfeltet, hadde det vært meget nyttig for de malmgeologiske undersøkelsene om opp-ned forhold var kjent og om den tektoniske utviklingen var utredet slik at mineraliseringsepoker kunne settes inn i den geologiske utviklingen. Videre er det av fundamental interesse å vite alderen på subvulkanske intrusjoner og metavulkanitter. Det aller beste er om slikt arbeide går i forkant av de malmgeologiske undersøkelsene.

Regional geokjemi: Gjennom programmet har man fått en samlet oversikt over de eksisterende geokjemiske data, og man har komplettert datasettet i områder hvor slike data har manglet.

Eldre analyser er reanalysert med moderne metoder. Ulike prøvetyper er også analysert og det er vist at det som er mest nyttig i forhold til metallundersøkelser er syreløste bekkersedimenter. Videre er det bekreftet at kjente malmprovinser trer frem på regional-skala geokjemiske kart og enkelte nye områder med metallnivå over bakgrunnsnivå er identifisert. Dette er en informasjon som kan brukes ved malmundersøkelser i utforskede områder, hvor det er viktig å identifisere malmprovinser. Det gjenstår imidlertid å sette de regional-geokjemiske data sammen med geofysisk, geologisk og malmgeologisk informasjon, slik at de kan benyttes i forbindelse med malmundersøkelser i Nord-Trøndelag. Dette er erkjent, og prosjekt Samtolkning er opprettet. Dette er imidlertid et tidkrevende arbeide, og det har vist seg vanskelig å sette av tilstrekkelig tid til dette.

Regional geofysikk: Store deler av programområdet er dekket med geofysiske målinger fra fly. Fortsatt gjenstår viktige områder i Grongfeltet. Mye av undersøkelsene er gjort med en malmgeologisk begrunnelse, slik som målingene langs Møre-Trøndelag forkastningssone og i Meråkerfeltet. For måleresultatene fra Møre-Trøndelag forkastningssone gjenstår det fortsatt å gjøre en geofysisk og strukturgeologisk gjennomarbeidelse av datagrunnlaget, slik at man kan gi en tolkning av hvordan forkastningen forløper mot dypet, slik at man ser hva som karakteriserer mineraliseringene geofysisk og strukturelt. Dette er nødvendig for å forstå forkastningssystemet, og for se hvilken plass gull-mineraliseringene har i strukturene. Noe av det samme kan sies om det geofysiske datagrunnlaget i Meråkerfeltet. For å få malmgeologisk relevant informasjon, kreves det en gjennomarbeidelse av datagrunnlaget i forhold til geologi og malmgeologi. Det ligger potensielt mye informasjon som kan være meget nyttig i identifikasjon av parametre som er kritiske for malmundersøkelsene. For å få en best mulig utnyttelse av de innhentede data, hadde det vært hensiktsmessig med et mer et aktivt samarbeide mellom geofysikere og malmgeologer.

Malmdatabasen: Arbeidet her har stort sett gått etter planen.

PGE-mineraliseringer i Lekaofiolitten: Dette prosjektet var allerede startet før det ble en del av Nord-Trøndelagsprogrammet. Det er et faglig godt gjennomført program, der man har fått fundamental viten om avsetning av PGE-mineraler i løpet av den magmatiske utviklingen i ofiolitter i Norge. Dette er kunnskap som man må ha ved prospektering etter slike forekomster.

Fosdalen og Tronvik: Begge prosjektene synes å være gjennomført i forhold til premisene. De imøtekommer kortsiktige behov fra samfunnet, men faller ikke inn under noen langsiktig strategi.

Gull i Sibirien: Det er innhentet store mengder geologiske, geofysiske og geokjemiske data. På basis av dette omfattende datagrunnlaget er det funnet lite sannsynlig at det er gullmineraliseringer av økonomisk størrelse i Sibirien. I ettertid er oppfatningen til fagmedarbeiderne den at nytteverdien for videre undersøkelser og forståelsene av geologien ikke står i forhold til innsatsen i prosjektet. Det erkjennes at man burde ha gått inn med rekognoserende undersøkelser det første året, istedet for å gå inn med bred innsats allerede fra starten av, før man hadde vurdert de malmgeologiske forutsetningene. Dersom dette hadde vært gjort, ville trolig innsatsen vært mer målrettet og undersøkelser ville trolig ha vært noe mer begrensede.

Gull i Storlisetra: Detaljerte undersøkelser ble utført, og årsaken til de geokjemiske anomaliene er blitt påvist. En ny mineraliseringstype i området er blitt beskrevet. På basis av disse ble det konkludert med at mineraliseringene ikke er økonomiske. Slik er prosjektets målsetning oppfylt og man har fått ny informasjon om gullmalmer i Nord-Trøndelag. Sluttrapporten, som er under utarbeidelse, vil gjøre erfaringen tilgjengelig for flere.

Postkaledonske mineraliseringer i MTFS: Målsetningene for dette prosjektet var å bestemme forkastningssonens metallogenetiske betydning, å analysere edelmetallinnholdet i kjente forekomster og vurdere det generelle edelmetallpotensialet knyttet til forkastningssystemet. Man har kommet et stykke på vei med disse problemstillingene. Det er sannsynliggjort at forkastningen har hatt betydning for malmsavsetning og det er gjort mange geologiske observasjoner som er nødvendig for å utvikle en modell for malmdannelsen. Det er også gjort observasjoner og analyser som sannsynliggjør at edelmetallpotensialet er lavt. Det er imidlertid mulig å utnytte de innsamlede data bedre og utvikle modell for malmdannelsen og dermed komme til en dypere forståelse av metallogenese langs Møre-Trøndelag forkastningssone.

Edelmetaller i massive kismalmer: Gjennom dette prosjektet har man fått en god oversikt over edelmetallinnholdet i de massive kismalmene i Nord-Trøndelag. Dataene er foreløpig vanskelig tilgjengelig for samtolkning med øvrige data (edb).

Meråker: Arbeidet her var geologisk begrunnet med et behov for en bedre kartlegging og økt forståelse for hva som kontrollerer fordelingen av massive kismalmer i Nord-Trøndelag. Prosjektet er ennå ikke ferdig, men med en samlet innsats fra malmgeologene i programmet, er det gode muligheter for å komme langt på vei med dette. Man ville imidlertid trolig ha tjent på å ha foretatt en grundigere gjennomarbeidelse av geokjemiske og geofysiske data i forhold til geologi og malmgeologi ved starten av prosjektet. Undersøkelsene i det østlige Meråkerfelt ble startet også utfra en sammenligning med Rørosfeltet. Forskningsmessig er dette meget interessant, men utfra et økonomisk perspektiv for malmløst er det uvisst om det er mulig å drive økonomisk på så små malmer idag.

Samtolkning: Det er for tidlig å gi en endelig vurdering av dette prosjektet, fordi det ennå ikke er ferdig. Fra et malmgeologisk ståsted har det foreløpig vært brukt for lite tid til selve den tverrfaglige samtolkningen av de ulike typene geodata, for at de skal kunne være nyttige for malmundersøkelsene.

Oppfølgende undersøkelser, geokjemi: De regionale gullundersøkelsene har kommet istand for å se om de kunne reproduseres og derfor var signifikante, mens andre oppfølgende undersøkelser hadde til hensikt å gi en geologisk forklaring på ulike geokjemisk anomalier. Arbeidet har gitt et bedret datagrunnlag for evt. prospektering. Utnyttelsen av datagrunnlaget for en større malmgeologisk forståelse og prospektering på et geologisk grunnlag i programområdet har imidlertid vært begrenset.

Oppfølgende undersøkelser, geofysikk: De oppfølgende undersøkelser i forbindelse med geofysikk har, på samme måte som for geokjemi, bedret det generelle datagrunnlaget ved evt. prospektering.

Oppfølgende undersøkelser, malmdatabasen: Gjennom de oppfølgende undersøkelsene har man fått en bedre beskrivelse av forekomstene. For å øke forståelsen av PGE-mineraliseringer i mafiske intrusjoner i vulkansk øybue/marginalbasseng miljø som i Nord-Trøndelag, bør Stormyrplutten undersøkes i lys av nyere geologiske modeller.

Befaring av Persgardshalla Cu-Au: Gjennom undersøkelsene har man fått en beskrivelse av de mineraliserte kvartssårene, men man kan ikke si at dette har øket forståelsen for Cu-Ag-mineraliseringer i Nord-Trøndelag eller at arbeidet har vært en del av en langsiktig strategi.

4.2.2 Aktivitetene vurdert samlet

Gjennom Nord-Trøndelagsprogrammet er det samlet inn en stor mengde geokjemiske, geofysiske og geologiske basisdata av regional karakter. Det har også vært utført mer detaljerte undersøkelser i forbindelse med enkelte mineraliseringer. Dette er verdifullt materiale som er tilgjengelig i forbindelse med ulikt geologisk arbeide.

Målsetningen for mange av prosjektene har vært å avgjøre om en mineralisering er økonomisk interessert eller ikke. Kort skissert er metoden som ofte har vært brukt i programmet, vært omfattende geofysiske og geokjemiske datainnsamlingsprogrammer, koblet til en malmgeologisk oppfølging. Hvis man på grunnlag av dette ikke har kunnet

verifisere malm, har man konkludert med at det ikke er økonomisk interessante forekomster.

Fra et malmgeologisk synspunkt er det enkelte betenkeligheter ved en slik arbeidsmetode: Ved gjennomgangen av prosjektene kan det synes som om det har vært viet for liten tid til geologiske vurderinger og planlegging før igangsetting av ressurskrevende datainnsamlingsprogrammer. Hvis man hadde brukt mer tid til planlegging og vurdering av prosjektene kan det hende at ressursbruken hadde vært mer målrettet og dermed mer effektiv. Med bare en malmgeolog knyttet til programmet inntil 1992 har dette vært umulig. Videre hadde det vært ønskelig med en bedre utnyttelse av datamengden som er samlet inn. Det finnes geofysiske og geokjemiske data som synes underutnyttet og som de videre undersøkelsene kunne dratt fordel av. Årsaken til dette synes igjen å være at tolkningsarbeide er prioritert ned, i forhold til det å samle inn data. Dette gjelder både på malmgeologi-, geofysikk- og geokjemisiden. Det brukes altså mye penger på å samle inn data som ikke blir utnyttet fullt ut, samtidig med at det ikke bringer oss så langt fremover faglig som vi kunne ønsket. Ved en statistisk metode kan man *sannsynliggjøre* hvorvidt en forekomst er drivverdig eller ikke, men undersøkelsen av Nord-Trøndelag som metallogenetisk provins blir noe overflatisk og vår økning av forståelsen av malmdannende prosesser er begrenset. Dette er utilfredsstillende fra et forskningsmessig synspunkt, men *også* i forhold til prospektering fordi man ikke får utviklet nye tanker omkring hva man skal se etter ved malmløting. Dermed kommer man ikke så langt i Nord-Trøndelagsprogrammet som det hadde vært potensiale for, dersom det geologiske tolkningsarbeidet hadde vært høyere prioritert.

Det har vært flere typer aktivitet innen malmundersøkelsene i Nord-Trøndelagsprogrammet siden oppstart i 1987. Grovt sett kan de grupperes i tre, nemlig Au-undersøkelser langs Møre-Trøndelag forkastningssone, oppfølgende og orienterende undersøkelser, og regional prospektering i Meråker. Malmundersøkelser krever store ressurser og mye tid (jfr. Woodall, 1983), og ettersom det har vært begrensede ressurser til rådighet i programmet, ville det ha vært en fordel med én hovedaktivitet. Den spredte aktiviteten har gjort det vanskelig å oppnå faglig fullt ut tilfredsstillende resultater.

5. FORSLAG TIL MÅLSETNING OG RETNINGSLINJER FOR DEN RESTERENDE DEL AV PROGRAMPERIODEN

5.1 Målsetninger

Malmundersøkelsene i Nord-Trøndelag for de siste fire årene av programperioden bør være rettet mot *massive sulfidmalmer i metavulkanitter*.

Målsetningen for aktiviteten bør være å utvikle geologiske modeller på basis av en malmgeologisk forståelse for massive sulfidmalmer i programområdet, slik at vi kan

- 1) velge ut hvilke parametre (geologiske, geokjemiske og geofysiske) som er kritiske og kan brukes i forbindelse med prospektering, og
- 2) identifisere områder for detaljert prospektering.

I den grad vi skal arbeide med andre malmtyper, evt. følge opp geokjemiske og geofysiske anomalier, må det være for kun å gi en vurdering av det geologiske miljøet, for å si om det kan være malmgeologisk interessant. Dette må være av kortvarig art, uten bruk av store ressurser. Dette vil bidra til en generell oversikt over mulige mineraliseringstyper i fylket.

Begrunnelse:

1. Arbeidet med å utarbeide (malm)geologiske modeller er det første, grunnleggende trinn i enhver seriøs prospektering. Det er en type arbeid som er i overensstemmelse med NGU's målsetning, fordi det vil øke den grunnleggende geologiske viten.
2. Det er nødvendig å være kreativ i forhold til utviklingen av modeller, og å gjøre bruk av nye metoder som muliggjør en integrering av store datamengder. Nord-Trøndelag er et godt blottet område og det har vært gruveaktivitet der gjennom mange år. Dette betyr at konvensjonelle metoder er velprøvde. Det er meningsløst å gjøre det arbeidet omigjen. Vi må se på problemstillingen fra nye vinkler, og søke å forstå malmdannelsen i detaljert grad. Det er på det grunnlaget det er mulig å arbeide systematisk med å identifisere karakteristiske trekk som kan brukes til prospektering.
3. For å utvikle geologiske modeller videre i forhold til hva tidligere prospektører har gjort, er det p.g.a. den begrensede tid og kapasitet vi har, nødvendig å fokusere innsatsen mot én forekomsttype. I programområdet er det massive sulfidmalmer som det er størst potensiale for, utfra det vi vet idag (jfr. Referansegruppens uttalelser, Vedlegg 1), derfor er det denne malmtypen det er mest interessant å fokusere innsatsen mot.

5.2 Retningslinjer

Arbeidet vil foregå på to plan: 1) innhenting, sammenstilling og tolkning av regionale data, og 2) detaljerte undersøkelser av nøkkelområder. Disse tingene må foregå parallelt,

fordi forståelsen griper inn i hverandre.

En viktig del av arbeidet vil være å sette sammen ulike typer eksisterende data. Dette vil bli gjort ved hjelp av EDB-verktøyene ERDAS, pcARC/INFO og ArcView, på bakgrunn av geologisk forståelse. For å gjøre det må også områdets geologi forstås bedre. Gjennom dette føres prosjektet Samtolkning videre, men vi vil nå fokusere det mot forståelsen av metallogenese i grønnstener. Andre sider ved prosjektet vil bli tonet ned.

1) Regionalt arbeid: Grønnstensbeltens regionalgeologi og aldersforhold dokumenteres og det bergartsdannende miljø tolkes. Meråkerfeltet og Grongfeltet vil bli prioritert, men også grønnstensområdene Snåsa og Verdal bør undersøkes, for at man skal få en dokumentasjon av disse malmprovinsene som dekker store deler av fylket. Det vil bli lagt vekt på vulkanittgeokjemi og U/Pb-datering.

2) Detaljundersøkelser: Mineraliseringer i det vestlige Meråkerfelt og i Grongfeltet vil bli undersøkt og dokumentert. Det som skal undersøkes er: Vertsbergartenes petrogenese (dannelsesmiljø, alder, geokjemi), den tektoniske utvikling, sidestensomvandling, mineralogiske og geokjemiske trekk ved mineraliseringene, de geokjemiske og geofysiske karaktertrekk. På dette grunnlag vil vi trekke ut et sett av kriterier som er slik at man kan gjenkjenne objekter av mulig økonomisk interesse.

Arbeidsplan:

- 1993 vår: Bearbeidelse og tilrettelegging av eksisterende geologiske, geofysiske og geokjemiske data for det vestlige Meråkerfelt og Grongfeltet. Prosjektet Samtolkning går inn i en ny fase der man fokuserer på metallogenese i grønnstener.
- 1993 sommer: Geologisk feltarbeide i det vestlige Meråkerfelt og i Grongfeltet. Regionalgeologisk feltarbeide og dokumentasjon av malmforekomstene i metavulkanittområdene i Verdal (Mokk-Malså) og Steinkjer (Skrattås). Geofysiske helikoptermålinger der de mangler i Grongfeltet. Bakkegeofysikk i det vestlige Meråkerfelt for å undersøke mineraliseringens geofysiske "fingeravtrykk".
- 1993-94 høst/vår: Dokumentasjon og digitalisering av de innhentede data. Digitalisering og ferdigstillelse av geologiske kart. Prosessering og gridding av geofysiske data. Samtolkning med geologi, utvikling av hypoteser. Rapport for Samtolkningsprosjektets første fase ferdigstilles.
- 1994 sommer: Det vestlige Meråkerfelt: testing av hypoteser. Grongfeltet: geologisk feltarbeide og helikoptermålinger. Regionalgeologisk feltarbeide i metavulkanittområdene Snåsa-Fosdalen-Bjugn.
- 1994-95 høst/vår: Sluttbearbeidning og rapportering av det vestlige Meråkerfelt. Prosessering og gridding av helikopterdata fra Grongfeltet. Videre

bearbeidelse av geologisk informasjon i Grongfeltet, Snåsa og Mokså.

- 1995 sommer: Geologiske feltarbeide med testing av hypoteser i Grongfeltet. Komplettering av regionalgeologisk informasjon for grønnstensbeltene.
- 1995 høst-1996: Endelig tolkning og rapportering av de ulike typer geologiske data for Grongfeltet. Rapport for andre fase i prosjekt for Samtolkning, med fokus på grønnstener, ferdigstilles. Sammenstilling av innsamlede og eksisterende geologiske data for metavulkanittområdene i Nord-Trøndelag og tolkning av malmdannende miljø.

6. KONKLUSJON

Målsetningen og strategien for malmundersøkelsene har variert i løpet av de første seks årene, fra å innhente basisdata og oppnå grunnleggende kunnskap for å kunne vurdere det malmgeologiske potensialet i ulike malmprovinser, til å drive direkte objektrettet prospektering for om mulig å hjelpe mineralressursindustri i fylket.

Fra 1987 til 1989 var det ingen malmgeolog knyttet direkte til programmet. Fra 1989 til 1992 var det en malmgeolog, mens det fra sommeren 1992 av har vært tre malmgeologer med fast tilknytning til programmet.

Aktivitetene de første seks årene av malmundersøkelsene i Nord-Trøndelagsprogrammet har gitt et omfattende geofysisk og geokjemisk datamateriale, samtidig med at mange mineraliseringer er fulgt opp med malmgeologiske registreringer og kartlegging. Med dette materialet er det mulig å øke den (malm)geologiske forståelsen i programområdet, og det har gitt et bedret datagrunnlag for eventuell prospektering.

Aktivitets- og ambisjonsnivået har vært for høyt i forhold til programmets malmgeologiske kapasitet. Det hadde vært ønskelig med en bedre utnyttelse av datamengden som er samlet inn. Det hadde også vært ønskelig med et mer aktivt samarbeide mellom de ulike geofagdisiplinene. Undersøkelsene ville trolig ha dratt fordel av en mer målrettet ressursbruk og å ha avsatt mer tid til grundige malmgeologiske rekognoseringer før datainnsamlingsprogrammer ble satt igang.

Gjennomgangen av retningslinjene og prosjektene gjennom de første seks årene viser nødvendigheten av å konkretisere målsetningen for malmundersøkelsene, og å fokusere de tilgjengelige ressursene. Fagmedarbeiderne i Nord-Trøndelagsprogrammets malmundersøkelser foreslår derfor at vi i de siste fire årene skal arbeide med *massive sulfidmalmer i fylkets metavulkanittområder*. Vi ønsker å oppnå en bedre forståelse av de malmdannende prosesser og å utvikle bedre modeller for dannelsen av vertsbergartene og mineraliseringene slik at vi kan trekke ut et sett av kritiske parametre til bruk ved prospektering. På dette grunnlaget vil det være mulig å lete etter områder for objektrettet prospektering. Etter vår mening har fylkesprogrammet ikke kapasitet til å drive objektrettet prospektering, det bør også avklares om det skal være en oppgave for NGU.

I følge arbeidsplanen vil sluttrapport for detaljundersøkelser i det vestlige Meråkerfelt foreligge i løpet av 1995, mens den tilsvarende rapport for Grongfeltet vil komme i 1996. Sluttrapport over metallogenese i Nord-Trøndelags metavulkanittområder vil også komme i 1996.

REFERANSER

- Bergstøl, S. og Vokes, F.M. 1974: Stromeyerite and Mckinstryite from the Godejord polymetallic sulphide deposit, central Norwegian Caledonides. *Mineral. Deposita* 9, 325-337.
- Boyd, R. 1985: Plan for et samordnet geologisk undersøkelsesprogram for Nord-Trøndelag og Fosenhalvøya. NGU Rapport 85.014, 60 s., 4 bilag.
- Boyd, R., Nilsson, L.-P., Pedersen, R.-B., Bakke, S., Boassen, T., Grenne, T., Grønlie, A. og Johannesen, G. M. 1990: NTNF project no. MB10.20346 Geochemistry og platinum metals in ophiolites in Norway, Final Report. NGU rapport 90.065.
- Dalsegg, E. 1990: Geofysiske undersøkelser Sibirien, Grong, Nord-Trøndelag. NGU Rapport 90.002
- Dalsegg, E. Grenne, T. og Lauritsen, T., 1990: Geofysisk og geologisk oppfølging av helikoptermålinger på kartbladene Steinkjer og Grong 1989/90. NGU Rapport 90.003, 38 s., 12 bilag.
- Dalsegg, E. og Grenne, T. 1991: Persgardshalla Cu-Au mineralisering, Steinkjer, Nord-Trøndelag: IP-målinger og geologi. NGU Rapport 91.051, 13 s., 5 bilag.
- Dalsegg, E., Sandstad, J. S. og Lauritsen, T. 1992: Geofysiske og geologiske undersøkelser i Rosset - Tømmeråsfjell, Grong, Nord-Trøndelag. NGU rapport 92.284, 15 s., 4 bilag.
- Dalsegg, E. og Lauritsen, T. 1993: Geofysiske undersøkelser Meråkerfeltet - øst, Meråker, Nord-Trøndelag. NGU rapport 93.001, 14 s., 14 bilag.
- Ekremsæther, J. og Ryghaug, P. 1991: Prøvelokaliteter - regional bekkesedimentundersøkelse, Nord-Trøndelag og Fosenhalvøya. NGU Rapport 91.257, 4 vedleggsbind.
- Finne, T.E. 1992: Innhold av 28 grunnstoffer i salpetersyreekstrakt av jordprøver fra Meråker. NGU Rapport 92.264.
- Flood, B. & Thorsnes, T. 1988: Prospektering i Fosdalenstrøket 1987 - resultater fra geologiske-geokjemiske arbeider og vurderinger. NGU Rapport 88.087.
- Grenne, T. 1989: Gull i Sibirien, Foreløpig rapport. NGU Rapport 89.167.

- Grenne, T. 1990: Malmgeologiske undersøkelser Sibirien, Grong, Nord-Trøndelag. NGU Rapport 90.012.
- Grønlie, A. og Torsvik, T. 1989: On the origin and age of hydrothermal thorium-enriched carbonate veins and breccias in the Møre-Trøndelag Fault Zone, central Norway. *Nor. Geol. Tidsskr.* 69, 1-19.
- Grønlie, A. 1991: Joint, fault and breccia systems in outer parts of Trøndelag, central Norway. Dr.ing. avhandl. 1991:68, NTH.
- Heim, M. 1990: Bergrunnsgeologisk undersøkelse Sibirien, Grong, Nord-Trøndelag. NGU Rapport 90.022.
- Ihlen, P.M. 1985: En vurdering av metalliske råstoffer innenfor Nord-Trøndelag og Fosenhalvøya. SINTEF rapp. STF36 A85016, 17s.
- Oftedahl, C. 1958: Oversikt over Grongfeltets skjerp og malmforekomster. NGU 202, 75 s.
- Ryghaug, P. 1990a: Edelmetallprøver i bekkesedimentprøver, Nord-Trøndelag og Fosen. NGU Rapport 90.081.
- Ryghaug, P. 1990b: Geokjemiske undersøkelser, Sibirien, Grong, Nord-Trøndelag. NGU Rapport 90.033.
- Ryghaug, P. og Sandstad, J.S. 1991: Løsmasseboring og oppfølgende malmgeologiske undersøkelser ved Storlseter, Grong. NGU Rapport 91.284.
- Ryghaug, P. 1991a: Erdas og Arc/Info som verktøy ved samtolkning av informasjon om landets berggrunn og løsmasser, og fremstilling av mer brukertilpassede temakart. Arc/Info brukerkonferanse 25-26. sept. 1991, Geodata kompendium.
- Ryghaug, P. 1992a: Regional Mineral Exploration and Environmental Geology using Geographical Information Technology. Abstract. 20th Nordic Geological Winter Meeting 7-10 january, Reykjavik Island, 1992.
- Ryghaug, P. 1992b: Sambruk av informasjon om berggrunn, løsmasser og vannkvalitet. Kartdagene 1992 Oslo 1-3 april. Norges Karttekniske Forbund.
- Ryghaug, P. 1992c: Anvendelsen av geologisk informasjon i kommunenes plandarbeid får større betydning ved bruk av GIS. Arc/Info brukerkonferanse 3-4 nov. 1992, Geodata kompendium.

- Sand, K. 1987: Bekkesedimenter fra Nord-Trøndelag og Fosenhalvøya. - En geokjemisk undersøkelse av ikke-magnetisk tungmineralfraksjon. NGU Rapport 87.057.
- Smith, P. Halls, C. og Barham, C. 1992: A preliminary report on geological mapping undertaken during August/September 1991, around the mineralized prospects of Finesgruva and Mortensfjell, Verran kommune, Nord-Trøndelag, central Norway. Upubl. feltrapp., 53 s.
- Staw, J. 1990: Prøvevasking etter gull i Sanddøla. NGU Rapport 90.005.
- Størseth, L.R. 1991: Bekkesedimenter fra Nord-Trøndelag og Fosenhalvøya - en mineralogisk undersøkelse av ikke-magnetisk tungmineralfraksjon. NGU Rapport 91.186, 29 s., 9 bilag.
- Sæther, O.M. 1984a: Geokjemi i Nord-Trøndelag Fylke. Oversikt over arbeider utført per 1/1-84. NGU Rapport 84.069.
- Sæther, O.M. 1984b: Geokjemi Nord-Trøndelag; Analyser og kart over 29 elementer i 2736 bekkesedimentprøver fra felt sesongen 1983. NGU Rapport 84.116. (BIND I-V).
- Sæther, O.M. 1985: Geokjemi i Nord-Trøndelag - humus, bekkemoser, bekkesedimenter og bekkevann i områdene vest for riksvei E6. NGU Rapport 85.168, 85.169, 85.170 og 85.171.
- Sæther, O.M. 1987: Geokjemi i Nord-Trøndelag - En regional oversikt. NGU Rapport 87.082.
- Sæther, O.M. 1988: Geokjemiske undersøkelser, Nord-Trøndelag - Nøytronaktiveringsanalyser på bekkesedimenter. NGU Rapport 88.108.
- Thorsnes, T. 1987: Strukturgeologisk undersøkelse i Malm, Verran kommune, Nord-Trøndelag. NGU Rapport 87.070.
- Thorsnes, T. 1989: Tronvik sink-kobber-bly forekomst, sluttrapport for malmgeologiske og strukturgeologiske undersøkelser. NGU Rapport 89.037.
- Vokes, F.M. 1991: Nord-Trøndelagprosjektet. Metallogenetisk tolkning av regionale geokjemiske anomalier. Upubl. rapport, 19 s., 9 bilag.
- Walker, P. 1992: A geophysical investigation of Kjølhøggruppen and Sulåmgruppen over two areas near Meråker, Norway. NGU Rapport 92.270, 14 s., 2 bilag.

Wilberg, R. 1992: Oppfølging av 1) bekkesedimentanomalier (Nb, Y, W, Zr, Mo) nord for Gjevsjøen og 2) radiometrisk anomali i Lurudalen, begge i Grong-Oldenkulminasjonen, Snåsa, Nord-Trøndelag. NGU Rapport 92.226, 63 s., 2 bilag.

MØTE I REFERANSEGRUPPEN FOR MALMUNDERSØKELER I
NORDTØNDELAGSPROGRAMMET, 11.12.92. REFERAT FRA DEN
AVSLUTTENDE, OPPSUMMERENDE DISKUSJONSRUNDEN.

Referent: Anne Birkeland

Chris Halls:

Om samtolkningen av data: Det er samlet en stor mengde nyttige geofysiske, geokjemiske og geologiske data. Disse dataene er der og kan også brukes i ulike sammenhenger etter at Nord-Trøndelagsprosjektet er avsluttet.

Om prioritering fremover:

- 1) For å kunne vurdere malmpotensialet i Nord-Trøndelag er det viktig med en geologisk-geokjemisk basis for tolkning av grønnstensbeltene. En slik basis-forståelse er viktig også for fremtiden.
- 2) Grong peker seg ut. Feltet kan prioriteres til samtolkning av data, som også brukes i fremtiden. Man må bestemme seg for hvilke malmtyper og hvilke geologiske trekk man skal se etter. Man bør benytte en diagnostisk metode for evaluering, som innebærer å klassifisere Grongfeltet ut fra hva slags struktur man har i feltet, hvor stor del er blottet, hvor mye er ikke blottet.
- 3) Angående gull: Det er viktig å undersøke hvilke sulfidmalmer som kan ha gull og sølv av økonomisk verdi. Det er i denne sammenheng viktig å forstå Godejord hvor man har mulighet for å ha kontroll. Det er vanskelig å prioritere gull generelt, man kan risikere å få informasjon som er kun av akademisk interesse.

Frank Vokes:

Om samtolkningen av data: Referansegruppen trenger mer dokumentasjon, om f.eks. Grong, for å kunne komme med innspill. Det er nødvendig med rapporter som oppsummerer av hva som er gjort og begrunnelser for aktiviteten.

Generelt:

- * Prinsippspørsmål: Er det Nord-Trøndelagsprogrammets oppgave å finne malm for Grong Gruber?
- * Sannsynligheten for å finne en malm øker med innsatsen.

Om prioritering fremover:

1) Man bør vurdere "geotop", ikke malmtypen. Terreng med bimodal vulkanisme har vist seg å være mest fordelaktig for malmdannelse, man kan ha flere malmtypen innen en slik geotop. Det er viktig med grønnstenskorrelasjon. Grongfeltet, Skrattås-Snåsa, Meråker er relevante i grønnstensgeotoper (bimodal vulkanisme).

2) Nord-Trøndelag er ikke kjent som noen betydelig provins for strukturelt kontrollert gull.

Arne Bjørlykke:

Om samtolkningen av data: Basismaterialet som er kommet frem er viktig. Det er påkrevet med skriftlige rapporter som inneholder grunnlagsdata og begrunnelser for avgjørelser som foretas innen Nord-Trøndelagsprogrammet. Dette vil gi en mer systematisk arbeidsmåte og er nødvendig for at referansegruppen skal kunne vurdere det som er gjort og å bidra med kommentarer. Det kan da være nyttig om referansegruppen kan samles to-tre ganger i året.

Viktige spørsmål og momenter man bør være bevisst, som bør besvares og bidra til å bestemme og avgrense aktiviteten innen Nord-Trøndelagsprogrammet:

- * Er det politisk sett riktig å prioritere et område? Er det geologisk sett riktig å prioritere et område? Hva (malmtypen, geologisk miljø, geografisk område) innen et område bør prioriteres? (eks. Grong)
- * Hva *nytt* kan vi bidra med, slik at vi kan finne noe som tidligere er oversett?
Stikkord: "Nye vinklinger".
- * Bør man tenke som et gruveselskap og dermed vurdere hva man kan få for en malm i forhold til hvor mye det koster med transport, driftsanlegg, etterspørsel av metallet, o.s.v.?
- * Når det settes inn folk som ikke er kjent i et område må man rett og slett være forberedt på at det tar lang tid før folk kan begynne et konstruktivt arbeide.
- * Geofysiske undersøkelser kan gi svært mye informasjon, særlig hvis de tolkes i et geologisk/malmgeologisk perspektiv. De gir ikke alltid direkte indikasjon på malm, men indirekte kan de gi informasjon, fordi man kan spore opp distale facies, redox-fronter, plassering av proksimale intrusjoner, o.s.v.

Om prioritering fremover:

1) **Meråker:** Man bør fortsette i vestfeltet i Meråker. Dette er geologisk begrunnet, men bør dokumenteres.

2) **Grong:** Man må gå gjennom Grongfeltet (geologi og data) og bestemme hva man der skal satse på og vurdere hvilke metoder man skal bruke.

3) Snåsa-Skrattås: Det bør settes inn geologisk innsats for å heve kunnskapsnivået om området generelt, for å kunne vurdere om miljøet har vært favorabelt for malmdannelse. Denne kunnskapen kan senere benyttes regionalt.

4) Ulike geokjemiske anomalier: Man bør bruke noen få dager i felt og underøke det geologiske miljøet, vurdere hvorvidt det kan være malmgeologisk interessant. En generell geologisk vurdering kan være mer viktig enn å ta en prøve.

Oppsummerende om innsatsen fremover:

- * Vurdør innsats på ulike nivåer, noen ganger kan en befaringsorientert innsats være riktig, andre ganger objektrettet.
- * Objektrettet innsats bør være på mineraliseringstype, ikke på distrikt. Det bør satses på bimodal vulkanisme og massive sulfidmalmer. Ikke bare geokjemi, men også det geologiske miljøet bør diskuteres.
- * Gull, eventuelle porfyroforekomster, o.s.v., bør ikke prioriteres.

Ron Boyd:

Om samtolkningen av data: Det er nødvendig med dokumentasjon.

Viktige spørsmål som bør besvares for å avgrense aktiviteten innen Grongfeltet:

- * En videre satsing i Grongfeltet bør være basert på 1) geologiske modeller, 2) geofysikk eller 3) strukturgeologi (dypmalmløting). Hvis vi antar at Grongfeltet er så godt undersøkt på overflaten at kun dypmalmløting er interessant, bør metodene for malmløting tilpasses dette.
- * Man må gjøre vurderinger av hvor stor en malm må være for å være lønnsom, og hvor stor mulighet det er for å finne noe nær overflaten som ikke allerede er funnet.

Peter Ihlen:

Generell kommentar: Prioriteringen av Grongfeltet er bestemt av at det skal samarbeides med Grong Gruber. Meråker ble bestemt prioritert i sin tid, for ikke å subsidiere Grong Gruber.

Om prioritering fremover:

- 1) Hvorvidt man skal bruke ressurser i et område er avhengig av hvor stor kapasitet man har, derfor bør undersøkelser på Fosen og generelle gull-undersøkelser ikke prioriteres.
- 2) Gull skal man se på i forbindelse med sulfidmalmer (eks. Skrattås).
- 3) Er den geologiske kunnskapen om vulkanitt-provinsene god nok til å kunne vurdere deres malmpotensiale? Nord-Trøndelags-geologene må lage en oversikt over grønnsteinene

og utrede hvilket sulfidmalmpotensiale man har. Det er umulig å tolke anomalier uten geologisk viten. Dette bør være tema for neste referansegruppemøte.

4) Samtolkningen som er igang må fortsette. Man må konsentrere seg om parametre som er viktig for kismalmdannelse. Å utrede hele geologien i Nord-Trøndelag eller Grongfeltet er et altfor stort arbeide til å kunne dekkes innen programtiden.

Bjørn Bølviken:

Om samtolking av data: Hittil i Nord-Trøndelags-prosjektet har det vært for mye innfall og for lite systematisk arbeid som har styrt prioriteringen av områder for undersøkelse. Det er sterkt påkrevet med sammenstilling og bearbeiding av alle eksisterende data. En skriftlig dokumentasjon med forslag i prioritert rekkefølge er et helt nødvendig grunnlag for den videre planlegging.

Generelle kommentarer:

- * Diskusjonen har vist at nå legges det opp til å gjøre akkurat de samme feilene om igjen.
- * Undersøkelsene i Grongfeltet er allerede planlagt, uten at det foreligger skriftlig materiale om hvilken undersøkelses-filosofi som skal følges, om det i det hele tatt er riktig å prioritere Grongfeltet etc.
- * Er rhenium-innholdet i molybdenet i Fremstfjellet undersøkt? Re er meget verdifullt (høyere pris enn gull).

Om prioriteringer fremover:

1) Det er sansynligvis riktig å prioritere Grongfeltet av minst 3 grunner: A) Tre malmer og mange andre forekomster og skjerp indikerer uten videre at feltet har interessante potensialer. B) Sosiale/politiske vurderinger ut fra at eksisterende bergverk står i fare for å bli nedlagt tilsier at en gitt forekomst i Grongfeltet er mer verdifull enn en tilsvarende forekomst andre steder i NT. B) Grongfeltet fremtrer som en markert geokjemisk provins på Cu og andre tungmetaller.

2) Eventuelle undersøkelser på Fosen bør være av orienterende art.

3) Det er ikke uten videre klart at undersøkelsene i Meråker skal utvides til nye områder. Før en slik bestemmelse tas, må det foreligge skriftlig begrunnelse.

4) Tilslutning til nærmere planer for undersøkelser i Grongfeltet forutsetter sammenstilling av alle tilgjengelige data og skriftlig rapport over dette før undersøkelsene iverksettes.

STRATEGINOTAT MALMUNDERSØKELSER I NORD- TRØNDELAGSPROGRAMMET

Utarbeidet av Tor Grenne, 1990.

Å påvise en økonomisk malmforekomst er svært ressurskrevende og tidkrevende. Som i et lotteri innebærer en malmetingskampanje en viss økonomisk risiko, hvor vannersjansene øker med innsatsen. Til forskjell fra lotteriet trekker imidlertid ikke geoviteren loddene helt i blinde; han har en mulighet til på forhånd å sortere ut endel av de sjanseløse loddene.

Som konsekvens av at sannsynligheten for å finne en økonomisk forekomst er avhengig av innsatsen, bør 1) forventningene stilles i forhold til ressursinnsatsen eller 2) innsatsen må bestemmes av ambisjonene.

For fylkesprogrammets vedkommende er det første mest realistisk, på bakgrunn av nåværende og sannsynlig fremtidige, økonomiske rammebetingelser. For å sette dette i et større perspektiv, kan nevnes at Fylketsprogrammets innsats innen malmundersøkelser ligger pr. år på i størrelsesorden 1 % av hva det statistisk koster å finne en økonomisk malmforekomst. Det vil si at det statistisk vil gå mer enn 100 år mellom hver gang en gruve av betydning blir satt i drift som resultat av NGU/ Fylketsprogrammets innsats alene. Dette bør ha betydning for programmets strategi og ambisjonsnivå for malmundersøkelser.

Kostnadene i et typisk malmgeologisk undersøkelsesprogram øker sterkt fra de innledende og rekognoserende frem mot de objektrettede undersøkelser: hvert nytt steg er dyrere enn det foregående. De objektrettede undersøkelser utgjør oftest fra 80 til langt over 90% av de totale utgiftene, og halvparten av dette er utgifter til 'testing' av forekomster, som boring m.m.. Mot denne bakgrunn er Fylketsprogrammets ressurser tilstrekkelige til å gjennomføre en fornuftig regional, rekognoserende malmundersøkelse, mens det er klart at tyngre objektrettede undersøkelser vil kreve så mye av ressursene at det vil måtte gå på bekostning av den regionale oversikt.

En slik fokusering av innsatsen på enkelte objekter før de rekognoserende undersøkelsene er svært uheldig, fordi det da ofte vil være tilfeldigheter som avgjør hvilke forekomster innsatsen blir konsentrert på. Istedet må ressursene innen Fylkesprogrammet først og fremst rettes mot en regional, rekognoserende undersøkelse, og fra en helhetlig malmgeologisk vurdering må det så foretas beslutninger om hvor og hvordan detaljerte objektrettede undersøkelser skal settes inn.

Fylketsprogrammets økonomiske rammer setter klare grenser for mulighetene til detaljert oppfølging på objektnivå, selv etter at det regionale stadium er avsluttet og alle ressurser kan rettes mot oppfølgende undersøkelser. I den grad detaljert oppfølging skal foregå i Fylketsprogrammets regi, er det derfor en forutsetning at dette skjer med hel eller delvis ekstern finansiering i form av samarbeidsprosjekt med eller oppdrag fra private selskaper, eller gjennom ekstraordinære offentlige bevilgninger. Fra et FoU-synspunkt er det av betydning for NGU å kunne følge et objekt til detaljnivå gjennom slike samarbeidsprosjekter.

Tradisjonelt har private selskap mye høyere motivasjon for objektrettet prospektering enn for regionale undersøkelser av mer grunnleggende art. Det primære mål for programmet må derfor være å legge grunnlaget for, og skape en rasjonell motivasjon for, en målrettet og fornuftig prospekteringsinnsats fra industriens side.

Programområdet er generelt bra blottet og har vært godt undersøkt fordi gruveindustri har lange tradisjoner i deler av området. Av denne grunn har vi relativt god kunnskap om i hvilke geologiske enheter og innen hvilke områder en har det største potensiale for kjente forekomsttyper. Samtidig innebærer dette at de fleste større forekomster av kjent type trolig allerede er funnet, i alle fall forekomster som kan spores ved hjelp av tradisjonelle malmletingsmetoder. For å oppdage nye muligheter i slike områder kreves nye ideer og innfallsvinkler, nye geologiske/malmgenetiske modeller eller nye teknikker. For mange private prospekteringsselskap vil personalressursene være en begrensende faktor på dette punkt. En vesentlig del av NGU/ Fylketsprogrammets innsats bør derfor ha dette som siktemål.

Innsatsen innen de ulike fagdisipliner, i hovedsak geologi, geokjemi og geofysikk må koordineres for å oppnå en rasjonell utnyttelse av ressursene. Resultater må samtolkes og inngå i databaser, og det må søkes å gjøre disse databasene tilgjengelige med tanke på etterbruk av dataene.

Delmål 1991-93

- * Som et vesentlig ledd i de regionale malmundersøkelser må det bygges opp en database for malmforekomster i programområdet. Alle kjente og nye mineraliseringer blir gjenstand for systematisk rekognoserende undersøkelse og prøvetaking. Alle forekomster analyseres på et stort antall elementer inkludert edelmetaller. Forekomstenes genetiske type, lokalisering og geokjemi vil gi regionale mønstre som grunnlag for oppfølgende undersøkelser. Databasen bør være etablert i løpet av vinteren 1991/92 og skal være tilgjengelig for eksterne brukere.

En database for massive stratabundne sulfidmalmer prioriteres i samarbeid med prospekteringsselskap (Norsulfid A/S) og vil foreligge våren 1991, og inngår deretter i ovennevnte. Grunnlaget for denne prioritering er erkjennelsen av at det største

ressurspotensialet for malmer av kjent type innen programområdet er massive sulfider i paleozoiske vulkanske/sedimentære sekvenser. Målet er å identifisere edelmetallprovinser eller provinser av andre økonomiske sporbestanddelere som kan motivere for økt prospektering etter denne malmtypen.

- * Malmgenetiske vurderinger tilsier at Møre-Trøndelag Forkastningssone har et potensiale for epigenetiske gullforekomster. Ved siden av massive sulfider i paleozoiske vulkanske/sedimentære terreng antas denne sonen å ha det største potensialet for økonomiske malmforekomster i programområdet.

Grunnlagsdata samles inn ved rekognoserende undersøkelser og analysering av kjente forekomster langs forkastningssonen. De malmgeologiske data vil bli samtolket med i første rekke strukturgeologiske data, og helikoptermålinger bør gis høy prioritet innen forkastningssonen for å understøtte en strukturanalyse. En bredest mulig geologisk forståelse av forkastningssonens utvikling i tid og rom er vesentlig for å fokusere videre malmundersøkelser på en rasjonell måte. Dette må innbefatte også forskning av mer grunnleggende art, og det bør søkes samarbeid med andre forskningsinstitusjoner i dette arbeidet.

- * Oppfølgende undersøkelser innenfor provinser som er identifisert på grunnlag av regional geokjemi, geofysikk og/eller malmgeologiske/metallogenetiske vurderinger. Oppfølgingsmetoder - geologi/geokjemi/geofysikk - prioriteres på grunnlag av hvilken forekomsttype som søkes.

På grunnlag av regional bekkesedimentgeokjemi er det identifisert flere gullanomali-områder som er foreslått fulgt opp med mer detaljert bekkesedimentgeokjemi i samarbeid med Norsulfid A/S. Dersom geokjemisk interessante provinser for massive sulfider blir identifisert bør disse følges opp med helikopter-geofysikk innen de aktuelle områder.

OPPSUMMERING AV METALL-PROVINSER SOM KAN DEFINERES I NORD-TRØNDELAG. DISKUSJONGRUNNLAG FOR MØTE I REFERANSEGRUPPEN 11.12.92.

Utarbeidet av Tor Grenne.

Egne og eksterne vurderinger (Ihlen 1985, Vokes 1991, Søyland 1992, Strategimøte NTP Stjørdal 7.11.1991) av regionale geologiske, geokjemiske (bekkesediment), geofysiske (aeromag) og malmforekomstdata har påpekt følgende forekomstyper/provinser som objekter for oppfølging i programområdet.

1.1. Vulkanogene Cu-Zn-forekomster. Dette er den klart viktigste av kjente forekomstyper i programområdet. Nord-Trøndelag inkluderer noen av de mest "fertile" områder for denne malmtypen i de norske kaledonidene. De viktigste av disse subprovinser er knyttet til antatt marginalbassengvulkanisme i **1) Grongfeltet, 2) Meråkerfeltet, 3) Mokk-Malså-draget (Verdal) med forlengelse til Ytterøy.**

1.2. Ni-Cu-PGE-forekomster. Gulagruppen og Grongfeltet inneholder spredte Ni-Cu-forekomster med eller uten PGE, knyttet til relativt små mafiske intrusjoner i metasedimenter (**Gulagruppen**) eller metavulkanitter (**Grongfeltet**). Kjente forekomster er svært små med unntak av Skjækerdalsforekomsten i Gulagruppen. Lavgehaltige PGE-mineraliseringer med stor utbredelse er kjent i Leka-ofiolittens ultramafittkompleks.

1.3. Pb-Zn-forekomster i sandsteiner. Små forekomster er knyttet til tynne paraoktone og alloktone linser av sen-prekambriske sandsteiner rundt **Grong-Olden-kulminasjonen** og **Tømmerås-vinduets** prekambriske gneiser. Provinsene dekkes stort sett av planlagte nasjonalparker.

1.4. Mo-forekomster. Lavgehaltige stikkverkmineraliseringer er kjent ved Fremstfjell i den store Møklevatn granodioritt, **SØ i Grongfeltet**. Små Mo-mineraliseringer er kjent også i området **Verran-Rissa** hvor de opptrer i enheter som dels har vært klassifisert som gneis, dels som granodioritt. Nye dateringer kan tyde på en mulig sammenheng mellom alle disse områdene, hvor Mo-mineraliseringene er knyttet til granodiorittiske intrusjoner omkring 460 Ma.

2.1. Vulkanogene Zn-Pb-Cu-(Ag-Au) forekomster er kjent bare i begrenset omfang i programområdet. De viktigste forekomstene er Skrattås ved Steinkjer og Godejord ved

Grong. Regional geologi og geofysikk antyder en mulig sammenheng mellom Godejord, Snåsagrønnsteinene og Skrattåsen, noe som åpner muligheter for forekomster av tilsvarende type i grønnsteinsdraget Snåsa-Fosdalen-Bjugn. Områdene er karakterisert av tildels betydelig innslag av felsiske vulkanitter, ekshalitter (sulfidiske og oksydiske jernformasjoner). Kalkalkaline vulkanitter er dokumentert i Snåsagrønnsteinene. Et lite, men markert anomaliområde for Pb, Zn og Cu i bekkesedimenter ligger i Snåsagrønnsteinene på nordsiden av Snåsavatnet.

2.2. Gullforekomster knyttet til Møre-Trøndelag forkastningssone. MTFS er en dyp, regional struktur med en tektonisk historie som strekker seg fra sen-kaledonsk tid til tertiær. I området Leksvik-Ytterøy-Inderøy er det tegn på betydelig hydrotermal aktivitet med karbonat/feltspatomvandling og lokale lamprofyrganger, av postkaledonsk alder. Utenom dette området synes hydrotermal aktivitet å ha vært relativt beskjeden. Endel små gangforekomster med pyritt-kvarts som hovedmineraler ser ut til å være knyttet til forkastningssonen og inneholder varierende mengder Cu+/-Au+/- (Pb,Bi,Ag) (Sibirien, Storliseter, Stod, Flintheia, Bergvin). Hydrotermale omvandlingssoner (sulfidfattige) i Ytterøy-området viser markert gullanrikning, med flere enkeltprøver som inneholder mellom 0,1 og 2 ppm gull.

Au-As-mineraliseringer i Lånke-Mostadmarkområdet SØ for Stjørdalen ser ut til å være postkaledonske og kan ha tilknytning til MTFS. Analyser viser opp til 1 ppm Au i sulfidiske eller oksydiske jernformasjoner (vasskis) og i karbonat-kvarts omvandlingssoner i grønnstein. Omvandlingssonene har betydelig utbredelse men Au-As-anrikninger er kjent bare lokalt.

3. Provinser definert av regional bekkesedimentgeokjemi (syreløselig):

3.1. Fremstfjell-Gaizzervatn Mo-Pb-Zn. Området ligger i sydøstlige del av Grongfeltet og er kjent for lavgehaltige Mo-mineraliseringer knyttet til en større granodioritt. Anomaliområdet dekker SØ-delen av intrusjonen og dens takbergarter (vesentlig metavulkanitter). Pb-Zn-anomalien kan ikke forklares av kjente forekomster; Vokes (1991) peker på muligheten for Pb(-Ag?)-førende gangforekomster knyttet til et Mo-Cu "porphyry" system.

3.2. Feren Au. Et markert anomaliområde strekker seg i Ø-V retning nord for Meråker og dekker flere litologiske enheter. Anomalien er ikke forklart.

3.3. Inderøya Au. Et markert anomaliområde som dekker vestlige del av Inderøya. Sulfidmineraliseringer viser ubetydelig gull-anrikning og forklarer ikke anomalien. Området ligger like utenfor området med Au-anrikede karbonat-omvandlingssoner.

3.4. Grongfeltet-Snåsa Au. De østlige og sentrale deler av Grongfeltet viser markerte gullanomalier. Mindre anomaliområder finnes sørvestover mot Snåsa. Anomaliene faller i store trekk sammen med sterk forgrening av Hitra-Snåsa-forkastningen (del av MTFs). Gullmineraliseringer er funnet lokalt i skjærsoner eller kvarts-pyrittårer (Storliseter, Sibirien) eller i grafittfylitter (Limingen).

3.5. Sørli Mn-Ba-Pb-Zn-Co m.m. Området danner den mest markerte anomali på analyser av syreløselig bekkesedimentmateriale. Området inneholder bare et fåtall kjente malmforekomster (et par små stratabundne Cu-Zn-forekomster og en Cu-Ni-forekomst i en liten mafisk/ultramafisk linse). Anomaliene korrelerer godt med Mn-innholdet i bekkesedimentene og de anrikede elementene er kationer som en kan forvente anrikt i Mn-O-OH-utfellinger.

3.6. Vestlige Fosen Pb-Mo-Ba-K₂O m.m. Gneisområdet på det vestlige Fosen er karakterisert av anrikede bekkesedimenter i forhold til det en finner videre øst og nordøst. Området inneholder bare et fåtall kjente malmforekomster og disse mineraliseringene kan ikke forklare bekkesedimentgeokjemien. Området faller i store trekk sammen med migmatittiske gneiser som skiller seg fra de granittiske gneiser lengre øst/nordøst. Geokjemimønsteret kan skyldes at gneisene i vest representerer mer "utviklede" granittiske bergarter med primært høyere innhold av de nevnte elementer, men dette er foreløpig ikke dokumentert ved bergartsanalyser.

4. Provinser definert av ikke-magnetisk tungmineralfraksjon i bekkesedimentprøver:

Anomaliområdene definert av ikke-magnetisk tungmineralfraksjon i bekkesedimenter er fulgt opp med mineralogisk undersøkelse av tungfraksjonene og anomaliene er i hovedsak forklart ved varierende andel av forskjellige bergartsdannende mineraler. De mest markerte av disse anomaliområdene er tatt med i listen nedenfor, selv om de ikke har noen relevans til metallogenetiske prosesser.

4.1. Verran N, Cu-Sr-Th m.m.

Området på nordsiden av Verrabotn viser meget markerte anomalier på Cu, Sr, Th, Al₂O₃ og CaO i ikke-magnetisk tungmineralfraksjon, i et område som består av granodioritter. Anomaliene er forårsaket av at epidot i dette området utgjør hoveddelen av umagnetisk tungfraksjon i bekkesedimentene.

Anomaliområdet er delvis sammenfallende med en markert Sr-anomali i syreløselig bekkesedimentmateriale, som strekker seg langs Skaudalen i Rissa, langs Verrabotn, videre fra Malm langs nordsiden av Snåsavatnet, og langs nordsiden av Sanddøla i Grong. Anomalien kan tenkes å være knyttet til relativt Sr-rike diorittiske bergarter av samme type som de nord for Verran.

4.2. Foldereid, Ni-Co-Cr-MgO.

Anomalien skyldes at hornblende er dominerende mineral i umagnetisk tungfraksjon.

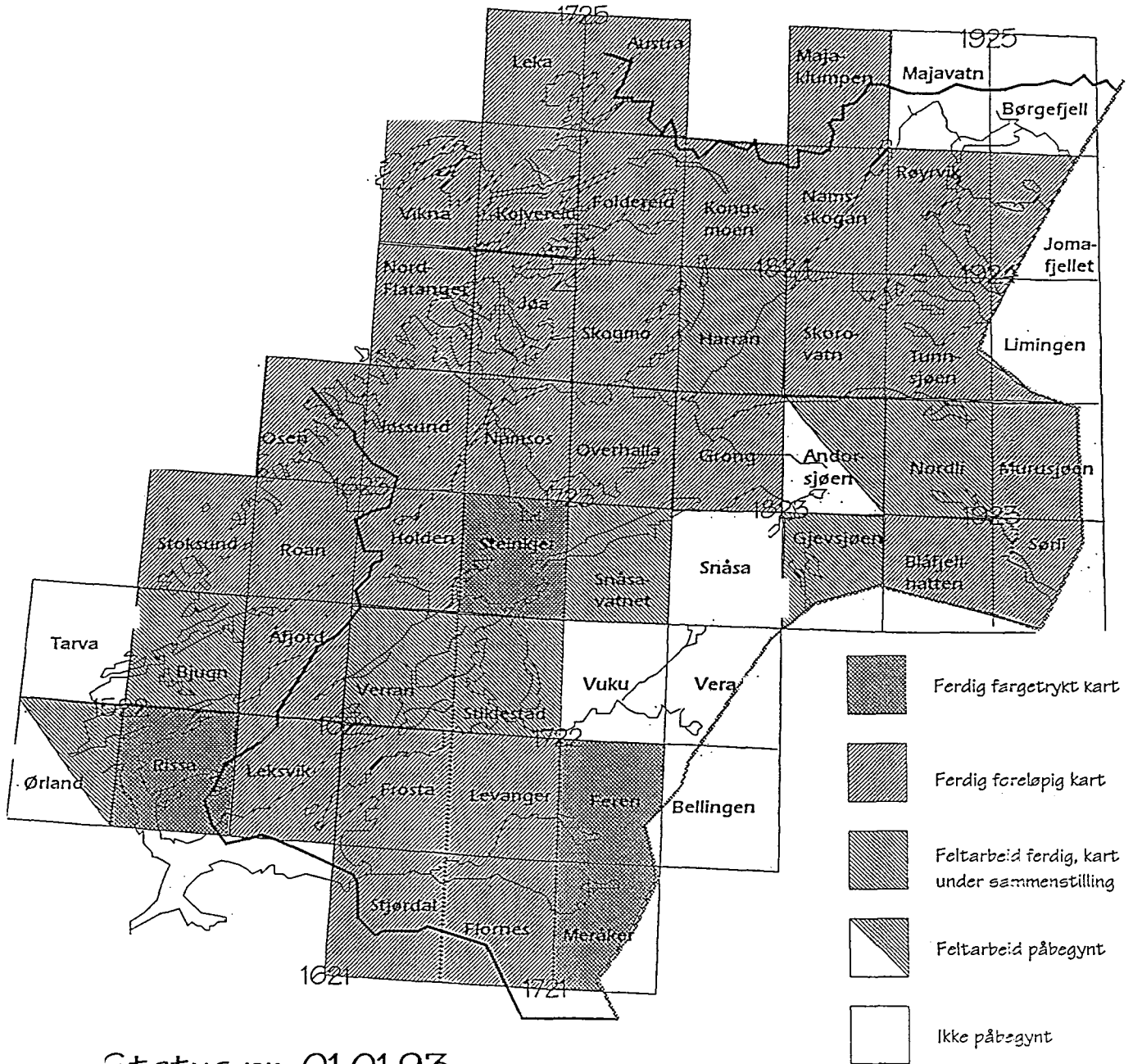
4.3. Gjevsjøen, Y-Nb-W-Zr-Mo.

Anomaliområdet dekker et belte med prekambriske gneiser av granittisk/rhyolittisk sammensetning langs SV-siden av Grong-Olden-kulminasjonen. Tungmineralfraksjonen av bekkesedimentprøvene er relativt rik på zircon og titanitt. Y, Nb og W er trolig gitterbundet i titanitt. Mo korrelerer meget godt med Zr i dette området og også i programområdet forøvrig, noe som antyder at Mo er gitterbundet i zircon og at molybdenglans er av minimal betydning i prøvematerialet. Bergartsprøver fra området viser ingen tegn til ekstreme sammensetninger av den typen en finner f.eks. i Høgtuva-vinduet i Nordland.

4.4. Meråker, TiO₂.

Anomaliområdet dekker en del av det østlige Meråkerfeltet med Kjølhauggruppens metasedimenter intrudert av gabbroer. Tungfraksjonen i dette området er relativt rik på ilmenitt og rutil som sannsynligvis stammer fra gabbroene i området.

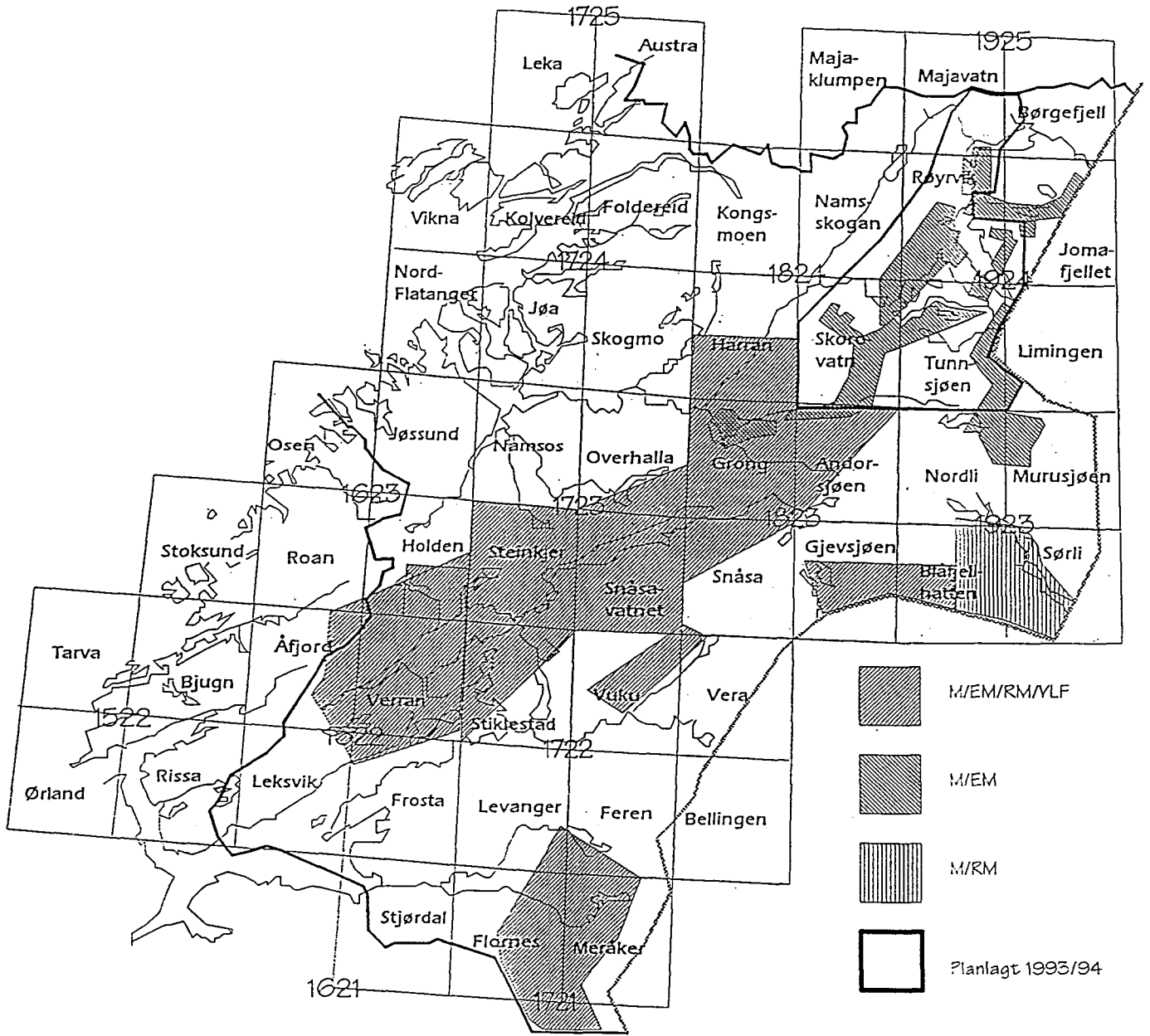
Berggrunnskart M 1:50.000



Status pr. 01.01.93

Fig. 1

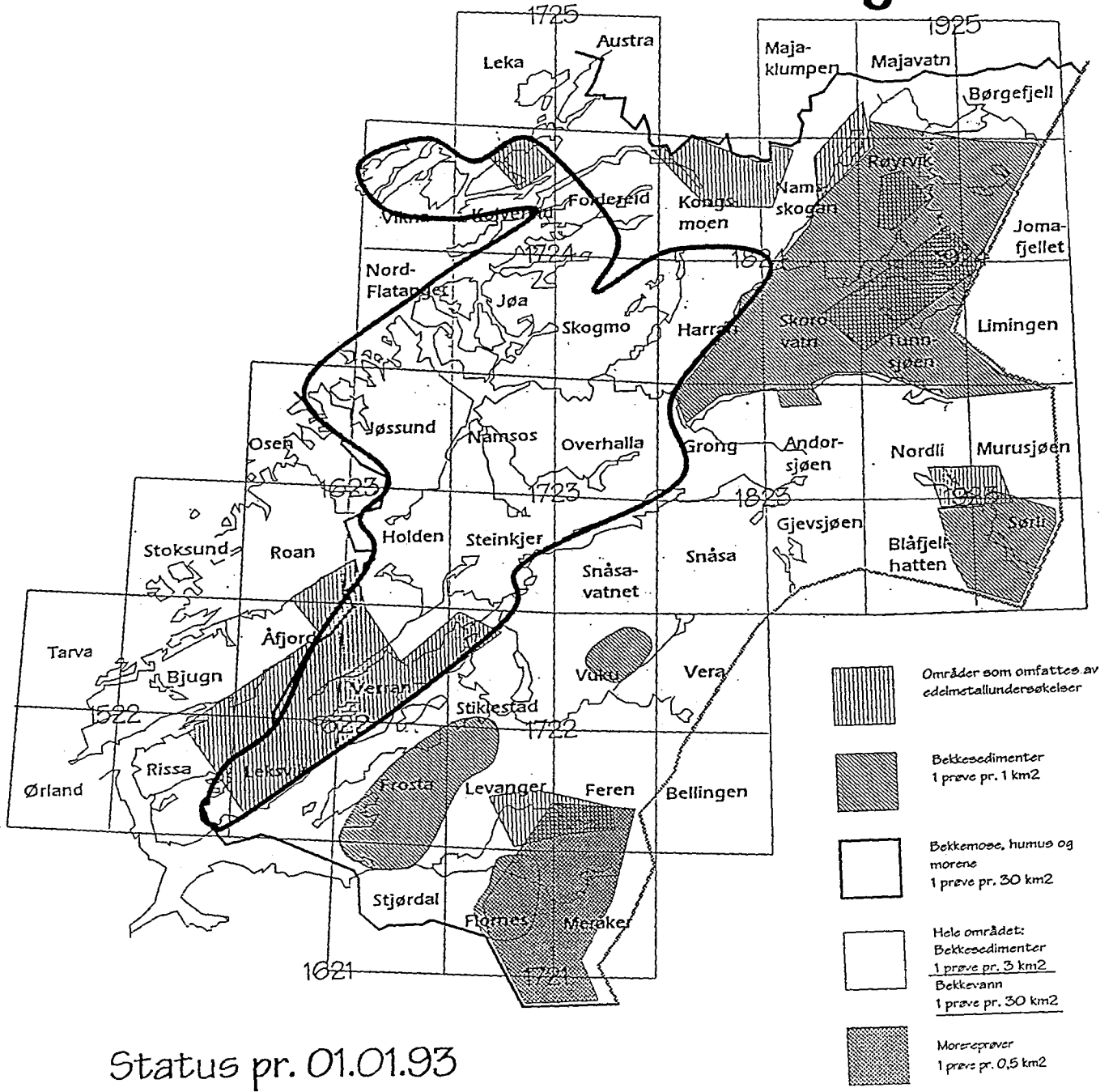
Helikoptergeofysikk



Status pr. 01.01.93

Fig. 2

Geokjemi



Status pr. 01.01.93

Fig. 3