

NGU 88.062
STF36 A88037

PERSPEKTIVANALYSE PÅ
BERGINDUSTRIEN I
NORDLAND



NGU

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE

1988-03-18

SINTEF

AVD. FOR BERGTEKNIKK



RAPPORT
RAPPORT
RAPPORT

N - 7034 Trondheim

Telefon: (07) 59 30 00
Telex: 55 620 SINTEF N
Telefax: (07) 59 24 80

Rapportens tittel		Dato
PERSPEKTIVANALYSE PÅ BERGINDUSRIEN I NORDLAND		1988-03-18
		Antall sider og bilag
		108 s. + 6 vedl.
Saksbearbeider/forfatter		Anal. sign.
Stein Krogh/Ingvar Lindahl		<i>Stein Krogh</i> <i>Ingvar Lindahl</i>
Avdeling	SINTEF, avd. for bergteknikk NGU	Prosjektnummer
		361018.00
ISBN nr.	3840-7	Prisgruppe
		kr. 235,-

Oppdragsgiver	Oppdr.givers ref.
Nordland fylke	0. Torstensen

Ekstrakt

Rapporten gir en beskrivelse av bergindustrien i Nordland fylke med en vurdering av den betydning industrien har for regionen. Videre behandler rapporten utviklingstendensene innen mineralsektoren nasjonalt og internasjonalt. Spesielt pekes det på utviklingen innen materialteknologien. Ut fra disse utviklingstendensene og det geologiske grunnlag i fylket, anbefaler rapporten satsing på spesielle mineraltyper med prospektering og produktutvikling. Til slutt behandler rapporten rammebetingelsene og betydningen av disse for etablering av ny virksomhet innen mineralsektoren i fylket. Betydningen av forskning og utvikling er understreket.

Stikkord på norsk

Indexing Terms: English

Gruppe 1	Bergteknikk	Rock and Mineral Eng.
Gruppe 2	Geologi	Geology
Egenvalgte stikkord	Utviklingsmuligheter	Prospect for development
	Markeder	Markets

FORORD

Dette prosjektet kom i stand etter initiativ fra Nordland fylkes næringsavdeling ved fylkesgeolog Ola Torstensen. Analysen er gjennomført i et samarbeid mellom NGU og SINTEF med Ingvar Lindahl, NGU og Stein Krogh, SINTEF som prosjektledere. I sitt arbeide har prosjektgruppen hatt faglig støtte i en referansegruppe utpekt av Nordland fylke:

Svein Erik Bull, Norsk Nefelin

Ketil Ryssdal, Norsk Jernverk

Halvard Skofteland, Norwegian Talc Hammerfall

Tore Vrålstad, Norsk Hydro.

Vi vil her takke referansegruppen for en engasjert medvirkning til gjennomføring av prosjektet.

Perspektivanalysen er begrenset til å omfatte metallmineraler og industri-mineraler. Pukk og grus samt bygningsstein er derfor ikke medtatt i analysen. Hensikten med prosjektet har vært å analysere de geologiske muligheter for funn av drivverdige forekomster i fylket og ut fra produktmuligheter og tendenser i markedet peke på mulige satsningsområder innen mineralsektoren. Anbefalingene i rapporten er først og fremst rettet til Nordland fylke, men både enkeltkommuner og bedrifter vil være viktige brikker i arbeidet for utvikling av ny aktivitet innen mineralnæringen.

INNHOLDSFORTEGNELSE

	Side
1 SAMMENDRAG MED ANBEFALINGER	6
1.1 Generelt	6
1.2 Bergindustrien i Nordland	6
1.3 Fremtidig utvikling for mineralprodukter	7
1.4 Potensielle mineralske ressurser	8
1.4.1 Metalliske råstoffer	8
1.4.2 Industrimineraler	8
1.5 Rammebetingelser	9
1.6 Forskning og utvikling	10
2 BERGINDUSTRI GENERELT	12
2.1 Hva omfatter bergindustri	12
2.2 Bergindustriens særtrekk	14
2.2.1 Forekomst	14
2.2.2 Infrastruktur	15
2.2.3 Miljøforurensning	16
2.2.4 Transport til markeder	16
2.3 Markedsmekanismer	17
2.3.1 Hvordan mineralproduktet selges	17
2.3.2 Prisdannelse/prissvingninger	17
2.3.3 Nye mineralprodukter	18
3 BERGINDUSTRIEN I NORDLAND	20
3.1 Historikk	20
3.2 Sysselsetting	21
3.3 Ringvirkninger	24
3.4 De enkelte bergverk	26
3.5 Produksjonsverdi/sysselsetting	31
4 FREMTIDIG UTVIKLING FOR MINERALPRODUKTER	34
4.1 Generelt	34
4.2 Metaller	36
4.3 Industrimetaller	40

5	POTENSIELLE MINERALSKE RESSURSER	49
5.1	Eksisterende bakgrunnsmateriale	49
5.1.1	Geologisk materiale for Nordland	49
5.1.2	Geofysisk materiale	50
5.1.3	Geokjemisk materiale	51
5.2	Vurdering av potensielle råstoffer og områder	51
5.2.1	Jern (Fe)	52
5.2.2	Jern – titan – vanadium (Fe – Ti – V)	53
5.2.3	Krom (Cr) – nikkel (Ni) og platinagruppens metaller (PGM)	53
5.2.4	Kobber (Cu) – sink (Zn) – bly (Pb)	55
5.2.5	Gull (Au) – sølv (Ag)	56
5.2.6	Molybden (Mo)	57
5.2.7	Wolfram (W)	58
5.2.8	Høyteknologi – og andre metaller	59
5.2.9	Konklusjon	61
5.3	Vurdering av potensielle industrimineralråstoffer	64
5.3.1	Grafitt	64
5.3.2	Kalium-feltspat	68
5.3.3	Dolomitt	69
5.3.4	Olivin	69
5.3.5	Kalkstein	70
5.3.6	Kvarts og kvartsitt	70
5.3.7	Talk	71
5.3.8	Glimmer	72
5.3.9	Sillimanitt-mineraler	72
5.3.10	Wollastonitt	73
5.3.11	Flusspat	73
5.3.12	Brucitt	74
5.3.13	Barytt	74
5.3.14	Granat	75
5.3.15	Diabas/gabbro	75
5.3.16	Smykkesteiner	75
5.3.17	Jern- og jern-titanoksyder	76
5.3.18	"Nye" industrimineraler	77
5.3.19	Konklusjon	77

6	RAMMEBETINGELSER	88
6.1	Generelt	88
6.2	Personalbehov	89
6.3	Energi	90
6.4	Transport	92
6.5	Miljøbelastninger	93
6.6	Spesielle støtteordninger	94
6.7	Lokal medvirkning til etablering av bergverk	96
	6.7.1 Fylkeskommunens medvirkning	96
	6.7.2 Kommunal medvirkning	97
6.8	Forskning og utvikling	98
	6.8.1 Generelt	98
	6.8.2 Utvikling av produkter	100
	6.8.3 Prospekteringsmetoder	102

VEDLEGG I: DEFINISJONER

VEDLEGG II: MALMFOREKOMSTER I NORDLAND

VEDLEGG III: INDUSTRIMINERALER I NORDLAND

VEDLEGG IV: KERAMER

VEDLEGG V: KOMMUNALE UTVIKLINGSSELSKAPER

VEDLEGG VI: LITTERATUR

1 SAMMENDRAG MED ANBEFALINGER

1.1 Generelt

Som en lett kan registrere i massemedia er deler av norsk og skandinavisk bergindustri for tiden i vanskeligheter. Det gjelder først og fremst metallgruvene med jernmalm, og kobber- og sinkkonsentrater som hovedprodukter. Årsaken til dette er de synkende prisene på verdensmarkedet og det høye kostnadsnivået her i Norden. Verden trenger fortsatt metalliske råstoffer og forbruket er fortsatt stigende, men det er lavkostlandene som mer og mer overtar denne produksjonen samtidig som det ute i verden fortsatt oppdages til dels større og rikere forekomster enn det vi har her hjemme.

Nordland er også berørt av denne situasjonen fordi en del av bergverksindustrien i fylket er basert nettopp på disse produktene. Gruver er nedlagt og enkelte av de som fortsatt er i produksjon har vanskeligheter. Hensikten med den foreliggende perspektivanalysen har vært å vurdere utsiktene for bergindustrien generelt, og spesielt analysere hvilke muligheter Nordland fylke har for å opprettholde sin bergindustri og eventuelt peke på alternative muligheter for ny vekst i bransjen.

Analysen omfatter ikke produksjon av pukk og grus og heller ikke bygningsstein. Begge sektorer er deler av bergindustrien, men blir behandlet i andre utredninger.

1.2 Bergindustrien i Nordland

Nordland er det største bergverksfylket i landet. Ca. 7 % av det totale antall sysselsatte i fylket er knyttet til mineralnæringen. Av disse er 20 % i bergindustri og 80 % i mineralforedlingsindustri (smelteverk o.l.). Ringvirkningene som oppstår på grunn av den primære industrivirksomhet gir sysselsetting for et like stort antall personer.

Nordland har en rekke tettsteder og kommuner som ensidig er avhengig av enkeltbedrifter innen mineralsektoren. Rapporten beskriver 13 bergverk i fylket, - fire av disse er malmgruver og ni er produsenter av industrimineraler. Alle malmgruvene har mere enn 50 ansatte, mens industrimineral-

gruvene har 50 eller færre. Det største bergverket er Rana Gruber med 410 ansatte.

1.3 Fremtidig utvikling for mineralprodukter

Rapporten viser til følgende markedstendenser når det gjelder mineralressurser:

- Gull, sølv og platina er for tiden sterkt etterspurte metaller med høye priser på verdensmarkedet. Forbruket av platinagruppens metaller (PGM) er sterkt økende, ikke minst som katalysatorer for rensing av avgasser fra biler.
- Jern- og stålmarkedet forventes å ville holde seg på et lavt nivå med lave priser. Det gjelder også legeringsmetallene for stålfremstilling (krom, mangan, wolfram, molybden).
- Titanmineralet rutil kan være et interessant prospekteringsobjekt.
- Prisene på basemetallene kobber, sink og bly vil fortsatt komme til å synke.
- Forbruket av fyllstoffer i plast, papir, betong o.l. vil få en årlig vekst på 10 %. Typiske fyllstoffmineraler er talk, dolomitt, kalsiumkarbonat, glimmer og wollastonitt.
- En rekke mineralske råstoffer finner øket anvendelse som råstoff for fremstilling av høyteknologiske materialer. Eksempler er supraledere, optiske fibre, keramer og halvledere.
- Ved videreforedling av "vanlige" mineraler oppnås høyprisede produkter for spesielle anvendelsesnisjer.
- Syntetisk fremstilte mineraler kan i visse tilfeller konkurrere med de naturlige. Eksempler er wollastonitt og kjemisk nedfelt kalsiumkarbonat.
- Mineraler for miljørensing vil finne en øket anvendelse.

1.4 Potensielle mineralske ressurser

1.4.1 Metalliske råstoffer

For Nordland gir rapporten følgende anbefalinger når det gjelder satsningsområder, forskning og utvikling, og prospektering etter metallmineraler:

Satsningsmetaller:

- Gull i grunnfjell og grense grunnfjell – kaledon.
- Beryllium og sjeldne jordartselementer i grunnfjell.
- Gull og sølv anrikt i kismalmer, spesielt bly-sink-malmer.

Forskning, utvikling og oppbygging av database:

- Jern – titan – vanadium for alternativ anvendelse.
- Wolfram for oppbygging av databasen fordi bergartene har et uvanlig høyt W-innhold.
- Platinagruppens metaller for å øke kjennskapet om opptreden i krom- og nikkelmineraliseringer i fylket.
- Biprodukter som forventes i forekomster med satsningsmetallene (Mo, Zr, Nb, Ta, Sn, Sc, Ge, Ga).

Prioriterte leteområder:

- Nasafjellområdet grunnfjell med umiddelbare omgivelser (Au-Ag-Be-REE).
- Grunnfjell Rana-Tysfjord-Ofotfjord (Be-REE).

1.4.2 Industrimineraler

Anbefalingene kan sammenfattes i følgende punkter:

- Vekst i industrimineralsektoren vil først og fremst være knyttet til videre utvikling av allerede kjente forekomster.
- I en høyere grad enn i dag bør en søke å videreforedle mineralråstoffene i landsdelen.

- Muligheten for snarlig vekst ligger i dolomitt, kalkstein og bygningsstein.
- På lengre sikt ligger det muligheter i glimmer, grafitt, kvarts, kyanitt og olivin.
- Prioriterte prospekteringsområder er grunnfjellsområdene i Vesterålen, Lofoten, Tysfjord, Glomfjord, Melfjord og Rana. I tillegg kommer intrusive komplekser av granittiske, basiske og ultrabasiske bergarter.
- Eksisterende geodata bør behandles statistisk for å oppnå en best mulig vurdering av Nordland fylkes mineralske ressursgrunnlag.

1.5 Rammebetingelser

Når en mineralforekomst er funnet skal økonomien ved en eventuell drift vurderes. Da er det i første omgang forekomstens kvalitet (gehalter, volum, produktmuligheter m.m.) og markedsmulighetene som analyseres. Dernest er det spørsmål om hvilke rammebetingelser en eventuell drift på forekomsten må operere innenfor. I mange tilfeller vil rammebetingelsene kunne være utslagsgivende for økonomien i et prosjekt.

I kapittel 6 i rapporten behandles rammebetingelsene og følgende konklusjoner er her trukket:

- Ny bergindustri fordrer tilgang på kompetent personell spesielt innen prosessbehandling. Nordland fylke har et industrimiljø som gir grunnlag for rekruttering av slikt personell.
- Mineralforedlende industri kan være energikrevende. Rik på vannkraft og med mulige gasskilder off-shore, kan Nordland dekke denne industriens energibehov. Enkelte kommuner kan lette etableringer ved tildeling av billig konsesjonskraft.

- Transportkostnadene er relativt høye for mange lavprisprodukter fra bergverk. Nærhet til sjøen er derfor viktig for totaløkonomien i et prosjekt.
- Miljøforurensningene fra bergverk kan begrenses ved tiltak inkorporert i utbygningsplanene.
- Statlige støtteordninger er viktige ved etableringer i mineralnæringen.
- Kommunale utviklingselskaper kan i enkelte tilfeller bidra effektivt til gjennomføring av mineralprosjekter med henblikk på etablering av industriell virksomhet.
- Forskning er nødvendig for utvikling av mineralprosjekter. Generelt bør forskning utføres ved de etablerte instituttmiljøer, men i samarbeid med disse kan noe av utviklingsarbeidene skje desentralt i distriktet.

1.6 Forskning og utvikling

Anbefalte satsningsområder:

- Fremstilling av mineralprodukter for produksjon av høyteknologiske materialer.
- Fremstilling av komposittmaterialer for plast og papir.
- Utvikling av ulike produkter for miljørensing.
- Videre satsning på "Mineraljakt i nord", - programmet for premiering av lovende mineralfunn.
- Oppbygging av geologisk viten om dannelsen av de spesielle høyteknologiske mineralene.

- Utvikling av geofysiske og geokjemiske metoder for prospektering etter de mere sjeldne og lavkonsentrerte mineralene.

Forøvrig vises det til hva som er nevnt om forskning og utvikling under avsnitt 1.4.

2 BERGINDUSTRI GENERELT

2.1 Hva omfatter bergindustri

Bergindustrien står for utvinning av mineralske råstoffer slik de finnes i fast fjell eller løsmasser. De mineralske råstoffene deles vanligvis i følgende hovedtyper:

- Metallminerale
- Industriminerale
- Kull
- Pukk og grus
- Bygningsstein

Olje og gass er også mineralske ressurser, men utvinning av disse går ikke inn under begrepet bergindustri. Den foreliggende analysen er begrenset til metall- og industriminerale, mens pukk, grus og bygningsstein bare i liten utstrekning er berørt. Av geologiske grunner er kull uinteressant for Nordland fylke og er derfor ikke omtalt i analysen.

Metallminerale er minerale som utvinnes og videreforedles for sitt metallinnhold. F.eks. utvinnes metallet jern (Fe) fra mineralet magnetitt.

Industriminerale er de minerale som utnyttes p.g.a. sine egenskaper som mineral og ikke for sitt eventuelle metallinnhold. Feltspat er et eksempel på et industriminerale. Feltspat inngår som en komponent ved fremstilling av f.eks. glass.

Enkelte minerale kan dels være et metallmineral og dels et industriminerale. Ilmenitt er et metallmineral når det utvinnes for produksjon av titanmetall (Ti), og et industriminerale når sluttproduktet er titanhvitt. Det finnes mange slike eksempler. Prinsippielt er det ingen forskjell på de to typer minerale hverken når det gjelder forekomst eller teknikker for utvinning. Først ved foredling til metall eller til mineralprodukt kan vi skille mellom de to typer minerale for å markere den endelige anvendelse.

De utvinnbare minerale eller bergarter tas ut fra en forekomst der de økonomiske interessante mineralene finnes i en så stor mengde og i en slik

renhet at de kan gi grunnlag for produksjon av salgbare mineralprodukter. Tradisjonelt kalles en slik forekomst en malm dersom den inneholder et metallmineral der metallet, f.eks. kobber i kobberkis, kan utvinnes med et positivt økonomisk resultat. Begrepet malm er i Bergverksloven knyttet til drivverdige forekomster som inneholder et metallmineral der metallets egenvekt er større enn 5 kg/dm³. I praksis har malmbegrepet fått en utvidet betydning til også å omfatte industrimineraler. I denne analysen benyttes den utvidede definisjonen. Så lenge en forekomst ikke er påvist drivverdig kan vi enten holde oss til begrepet forekomst eller vi kan snakke om en mineralisering.

En bergverksdrift omfatter som regel to hovedaktiviteter:

1. Uttak av malmen fra en forekomst : gruvedrift (gruvebrytning)
2. Fremstilling av et salgbart produkt : oppredning

Gruvedriften foregår enten under jord ("under dagen") i underjordsgruve (eks. Sulitjelma) eller i dagbrudd (eks. Rana Gruber). Det som anses som drivverdig malm bores, sprenges og knuses samtidig som massen transporteres frem til den videre prosessbehandling.

En malm inneholder som regel flere mineraler, både verdifulle og ikke verdifulle. I oppredningen skilles de verdifulle mineralene fra resten på en slik måte at vi oppnår et salgbart konsentrat som er renest mulig og som inneholder mest mulig av det verdifulle mineral i malmen (d.v.s. høyest mulig utvinning).

En pukk- og grusforekomst brytes for sine egenskaper som bergart, – stor holdfasthet, slitestyrke m.v. Prosessbehandlingen omfatter her knusing, sikting og rensing for fremstilling av spesielle kornfraksjoner eller produkter med en ønsket korngradering.

De fleste delprosesser som benyttes i oppredningsteknikken er mekaniske prosesser der mineralene beholder sin opprinnelige struktur. Likevel kan kjemiske og metallurgiske prosesser være integrert i fremstillingen av et salgbart mineralprodukt. Pelletisering av jernslig er et eksempel på en metallurgisk prosess som kan inngå i fremstilling av salgsproduktet fra et bergverk.

Ofte vil det være naturlig å videreforedle mineralråstoffene både ved kjemiske, metallurgiske og andre metoder i tilknytning til gruvedriften. Produktene blir videreforedlet til et høyere nivå i produktkjeden fra mineralråstoff til ferdigvare. På den måten kan både kjemisk og metallurgisk industri eller f.eks. byggevareindustri bli knyttet til det lokale bergverk.

Mineralsektoren eller mineralnæringen omfatter både produksjon og videreforedling av mineralske råstoffer. Ut fra dette deles sektoren i henholdsvis bergindustri og mineralforedlingsindustri. F.eks. Rana Gruber er bergindustri (bergverk), mens Jernverket er en mineralforedlingsbedrift.

Produktene fra et bergverk er som regel et bulkmateriale. I noen tilfeller, ved høye produktpriser og ved små kvanta, blir produktene emballert (sekker, tønner m.v.) for transport til markedene.

De fleste bergverksprodukter er lavprisprodukter ned til 1–200 kr pr tonn. Transportkostnadene vil derfor være avgjørende for totaløkonomien og konkurransevnen i markedene. Høyprisprodukter "tåler" lengere og mere kostbar transport enn produkter med lav tonnpris.

2.2 Bergindustriens særtrekk

2.2.1 Forekomst

Mineralforekomster er drivverdige dersom kostnadene ved fremstilling av et produkt og transportutgiftene frem til kunden tilsammen er mindre enn det kunden er villig til å betale for produktet. I dette kostnadsbildet er det vesentlig hvor forekomsten ligger. Beliggenheten til en forekomst er bestemt ut fra geologien og de geologiske prosesser som lå bak dannelsen av forekomsten, dvs. at gruvedriften må legges til det sted hvor forekomsten ligger. En kan ikke som ved annen industriell virksomhet legge anleggene der hvor forholdene er gunstigst ut fra bosettingsforhold, infrastruktur og tilknytning til markedene.

En annen særegenhet ved bergindustri er at forekomsten som er basisen for en virksomhet, før eller senere vil være uttømt. En mineralforekomst er en ikke

fornybar ressurs. Den begrensning i levetid som dette medfører kommer i tillegg til de levetidsbegrensende faktorer som all industri er utsatt for : driftsøkonomi, markedsforhold, statlig regulering m.v.

2.2.2 Infrastruktur

Bergindustri er stort sett avhengig av den samme infrastruktur som all øvrig industri : veier, elektrisk kraft, vann, transportmidler, samfunn for de ansatte. Jo lenger unna forekomsten ligger fra tilknytningsårer som veinett, elektrisk kraftforsyning osv., jo mer kostbart vil det være å etablere produksjon. Dette er mere avgjørende for økonomien i dag enn tidligere.

Tidligere ble samfunnet rundt en gruvevirksomhet, boliger, forretninger, samfunnshus, kirke m.v., bygget opp nær gruveanleggene. Eksempler er Sulitjelma og Storforshei. Dersom drift på disse forekomster skulle startes opp i dag, ville samfunnsfunksjonene være lagt til h.h.v. Fauske og Mo i Rana. Derved ville en ikke ha fått et ensidig industrimiljø som i hovedsak var avhengig av en bedrift. Større miljø er mindre sårbare for strukturendringer og vil lettere tåle en eventuell nedleggelse av en bergverksbedrift. Da Rørs Kobberverk ble nedlagt i 1974 var dette selvfølgelig beklagelig i og for seg, men nedleggelsen skapte ikke de problemene i lokalsamfunnet som er typiske for ensidige industrisamfunn.

Politisk vil det i dag være enklere å gå inn for en gruveetablering dersom det tilhørende samfunn ble lagt til en eksisterende tettbebyggelse, i stedet for å etablere et nytt ensidig industristed som vil få store problemer den dagen forekomsten er tømt eller driften av andre grunner må opphøre, - "sporene skremmer".

Dersom avstanden mellom en forekomst og det etablerte samfunn er for stor, f.eks. mer enn 50 km må det kanskje likevel bygges opp et nytt samfunn rundt anleggene. Alternativet er å la arbeidsstokken bli ukependlere, som er et vanlig opplegg både i anleggsbransjen og i oljevirksomheten i Nordsjøen. Også denne type arbeidsplasser er kjærkommen i distriktene.

Ved avsidesliggende forekomster kan alternativet være å begrense omfanget av virksomheten ved forekomsten mest mulig og i stedet legge videreføringen av mineralproduktene til mere sentrale steder.

2.2.3 Miljøforurensning

I likhet med annen industri kan også bergindustrien være naturforurensende. Avfallet fra bergindustrien kan være naturforurensende hvis det tilflyter vassdrag som fint slam, eller når det legges opp i deponi som er lett synlig i naturen. I visse oppredningsprosesser benyttes kjemikalier som dersom de slippes ut i for store konsentrasjoner, kan virke skadelig på planter og dyr.

De stadig strengere krav til miljøet har påført bergverk store ekstra omkostninger. Ved nyetablering av bergverk vil investeringer og driftskostnader i forbindelse med miljøverntiltak kunne gjøre en ellers lønnsom drift uøkonomisk. Forekomster som ligger i eller svært nært tett bebyggede strøk må ofte avskrives som drivverdige av miljømessige grunner.

Dersom miljøtiltakene planlegges nøye allerede ved prosjekteringen av et nyanlegg, vil mange unødige kostnader kunne unngås både i driftsfasen, men også, og ikke minst, ved nedleggelse av virksomheten en gang i fremtiden. Det stilles i dag krav til miljøtiltak ikke bare i driftsperioden, men myndighetene vil også kreve tiltak som sikrer miljøet etter at driften er opphørt.

2.2.4 Transport til markeder

En forekomsts drivverdighet er avhengig av hvor den ligger i forhold til markedet og hvilke transportmidler som må benyttes for frakt av produktene. Betydningen av beliggenhet er større jo billigere produktet er. Fraktkostnadene og distansen avgjør hvor langt produktet kan fraktes før en har tapt i konkurransen med produsenter som ligger nærmere kunden.

Sjøtransport er desidert den billigste fraktemetoden, deretter følger tog og til slutt bil. Dette betyr at dersom forekomsten ligger ved sjøen, vil fraktutgiftene bli lave hvis også mottaket ligger ved sjøen.

Fraktkostningene pr. tonn er samtidig sterkt avhengig av produktmengden og størrelsen på fraktenhetene, f.eks. lasteevnen til et skip. Pukk som skal leveres i små skipslaster på noen få hundre tonn, taper fort i priskonkurransen dersom fraktdistansen langs norskekysten blir stor. Skipslaster på noen titalls tusen tonn kan leveres til Kontinentet i konkurranse med lokale produsenter. Tonnasjegevinsten gjør det mulig å frakte jernmalm fra Australia til Europa på 3-400.000 tonnere. Tonnasjeavhengigheten gjelder også for tog og bil.

Fraktkostningene er relativt av vesentlig mindre betydning for høyprisprodukter. For disse vil både Japan og USA være interessante markeder.

2.3 Markedsmekanismer

2.3.1 Hvordan mineralproduktet selges

Metallmineraler som jernslig, kobberkonsentrat, sinkblende o.a. selges som regel direkte til smelteverk på årskontrakter. Prisene fastsettes ved forhandlinger der utgangspunktet ofte er prisnivået på en metallbørs (eks. London Metal Exchange, LME) eller oppnådd pris fra en markedsdominerende produsent. Kvaliteten eller renheten til produktet er også prisbestemmende.

Industrimineraler blir enten solgt gjennom produsentenes eget markedsføringsapparat eller ved bruk av agenter. De fleste industrimineraler blir solgt i små kvanta til et stort antall avtagere. Det kreves derfor et godt utbygd salgsapparat med gode internasjonale kontakter. Salget blir derved en vesentlig produksjonsfaktor.

2.3.2 Prisdannelse/prissvingninger

Prisene på verdensmarkedet er bestemt ut fra tilbud og etterspørsel. Etterspørselen varierer med de generelle konjunktursvingninger. I nedgangstider er prisen på konjunkturfølsomme mineralprodukter som jernslig og kobberkonsentrat presset. Andre mineralprodukter som bl.a. pigmenter og fyllstoffer til papir og plast er mindre påvirket av konjunktorene.

For enkelte mineralprodukter er prisen fastsatt i en fremmed valuta som US-dollar eller britiske pund. Svingninger i kursen på disse valutaene vil gi tilsvarende svingninger i prisen regnet i norske kroner.

For å utjevne disse prissvingningene på kobber, opprettet Staten for en del år tilbake et Kobberfond som garanterte en fast pris til norske produsenter. Overskred markedsprisen den fastsatte "fondspris" skulle differansen innbetales til fondet, og ved lavere markedspris ble fondet tilsvarende tappet. Fondet er nå opphevet.

Når det til samme formål kan benyttes flere metaller eller mineraler (substitutter), er det en tendens til at prisen balanseres slik at hvert produkt beholder sitt marked. Langsiktige "skjevheter" i pris i forhold til kvalitetsmessige egenskaper fører til en varig forskyvning i markedsfordeling. Aluminium kan erstatte kobber i elektriske ledere, optiske fibre kan erstatte metalledere ved signaloverføringer (telefon), plast og keramer kan erstatte metaller i konstruksjonselementer osv.

Den politiske situasjonen i produsentlandet kan påvirke prisdannelsen og gi forskyvninger i markedet. Urolighetene i Sør-Afrika med faren for markedsmessig isolering av landet, fører til at andre potensielle produksjonssteder søkes utviklet. Det gjelder bl.a. for mangan, krom, gull, platina og diamanter.

2.3.3 Nye mineralprodukter

I dag skjer det mye innen materialteknologien. Stadig nye produkter med nye anvendelsesområder utvikles, og for fremstilling av disse produktene kreves det stadig nye og forbedrede mineralråstoffer. Eksempler på slik utvikling er halvledere og supraleidere innen elektronikken, lettmetyl-legeringer med nye egenskaper, keramer som erstatter metaller i maskindeler osv.

Norge har materialteknologi som satsningsområde, og det ville være naturlig at en samtidig satset på en vertikal integrering fra råstoffproduksjon til produksjon av ferdigprodukt. Samspillet mellom råstoffkvalitet og ferdigprodukt er vesentlig for å oppnå det best mulige resultat.

SÆRTREKK VED BERGINDUSTRI

- Gruvedriften må legges til det sted hvor forekomsten ligger
- Når en forekomst ligger avsides vil oppbygging av infrastruktur bli spesielt kapitalkrevende.
- Bergindustrien er basert på utnyttelse av en ikke fornybar ressurs.
- Som all annen industri kan bergindustri være miljøforurensende. Miljøskadene består i bruk av terreng, slamutslipp til vassdrag og sjø, og i noen tilfeller støy.
- De fleste bergverksprodukter er lavpriset og er derfor følsomme for transportkostnader.
- De fleste mineralprodukter omsettes mot et internasjonalt marked.

3 BERGINDUSTRIEN I NORDLAND

3.1 Historikk

Den første gruvedrift i Nordland begynte på 1600-tallet i Ballangen med utvinning av kobber. Med voksende industri i Sverige og i Europa ellers steg interessen for malmer og mineraler. På 1800-tallet var det omfattende og aktiv malmløsing i fylket. Sølv ble funnet og utvunnet i Svenningdalen og jernmalmer ble utdrevet i Ofoten. Synkende metallpriser forårsaket nedleggelse, men noen gruver utviklet seg og overlevde nedgangstidene. De vokste seg til livskraftige bedrifter som fram til idag har vært grunnpilarer i fylkets næringsliv.

Eksempel på en slik bedrift er Sulitjelma gruve som ble etablert i 1858 av svenske interesser. En stund var bedriften Nord-Europas største kobberverk. Tidvis har over 2.000 mann arbeidet i Sulitjelma. Tidlig på 1970-tallet ble imidlertid et pent overskudd raskt snudd til underskudd pga. fallende kobberpriser.

En annen viktig ressurs er Dunderlandsdalens jernmalforekomst som var med på å danne grunnlaget for den store industrireisningen i Mo i Rana. Gruvedriften ble startet ved Langvann nord for Mo i 1823 og ble holdt igang frem til 1891. I årene fra 1905 og fremover har det vært vekslende drift på Dunderlandsmalmen. I 1945 vedtok Stortinget å reise et jernverk i Mo. Det var stor politisk strid om stedsvalg og kostnader, og om Staten i det hele tatt skulle involvere seg. Stortinget gikk til slutt inn for etablering og i 1955 ble driften av A/S Norsk Jernverk satt i gang. Helt fra etableringen har overføringen av statlige midler vært meget stor, og på grunn av stadige vanskelige pris- og markedsforhold, er den fortsatte drift av Norsk Jernverk med Rana Gruber usikker. De forventninger en hadde til ringvirkninger i forbindelse med etableringen, har ikke slått til, og en eventuell reduksjon i driften vil derfor ramme lokalsamfunnet sterkt.

Ved siden av Sulitjelma har det i Nordland vært drift på en rekke andre sulfidforekomster. Av de som har vært i produksjon opp til det siste, kan vi nevne Bleikvassli og Mofjellet gruver. En tredje som innstilte driften i 1965, var Bjørkåsen gruver i Ballangen.

Fra å være en typisk metallprodusent har Nordland fylke utviklet seg til å bli en hovedleverandør av industrimineraler i Norge. Fylket har i dag en vesentlig produksjon av mineraler som kalk, dolomitt, kvarts og talk, foruten pukk og grus. Den siste bedriftsetableringen innen industrimineraler var Minnor K/S i Tysfjord. Bedriften produserer superren kvarts for høyteknologiske materialer.

3.2 Sysselsetting

Fig. 3.1 viser fordelingen av sysselsetting fylkesvis. Tallene (svarende til sirkelarealene) angir hvor mange personer som i 1970 direkte eller indirekte var knyttet til minneralsektoren. Sirklene er delt i tre for angivelse av sysselsetting i henholdsvis bergindustri, mineralforedlingsindustri (smelteverk m.v.) og avlede virksomheter (transport, salg, utstyr og tjenester, forskning og utvikling, administrasjon m.v.). Vedrørende avlede virksomheter vises til avsnitt 3.3 Ringvirkninger.

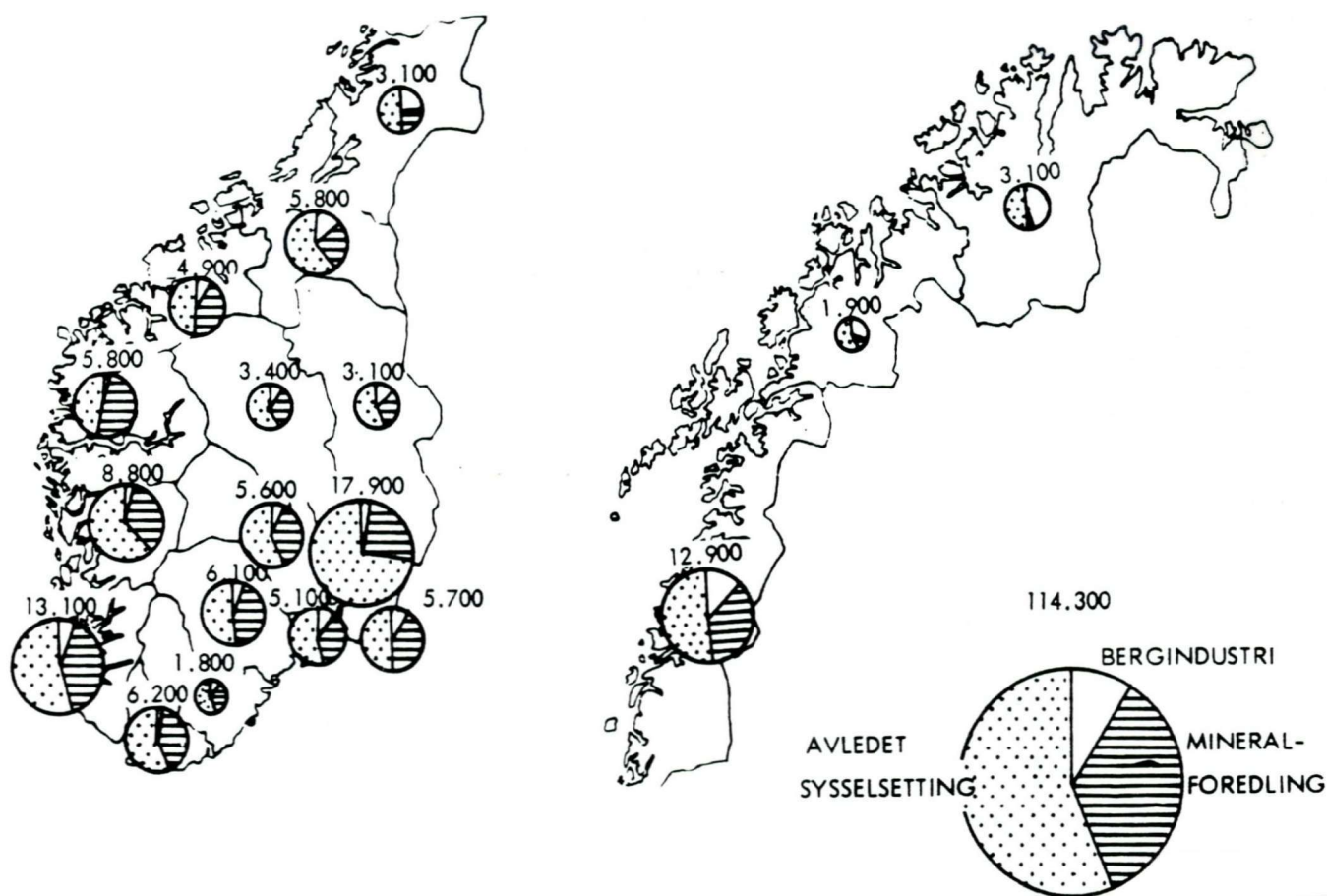


Fig. 3.1: Sysselsetting fylkesvis i 1970 (Selstad og Aarstad, 1982).

Nordland er det fylket i landet som har flest sysselsatte direkte i mineralsektoren. I 1980 var 6,7% av det totale antall sysselsatte i fylket ansatt i mineralnæringen, hvorav 1/5 i bergindustri og resten i mineralforedlingsindustri. Hvis kun basissysselsettingen regnes med, dvs. alle næringer som leverer varer og tjenester ut av lokalsamfunnet, er andelen av personer sysselsatt i mineralsektoren 16,8%. På landsbasis var sysselsettingen i mineralsektoren 3%.

Tabell 3.1: Sysselsettingen i bergindustrien i Nordland fylke. Tall hentet fra publikasjonen Industristatistikk, 1985, Hefte I, næringstall (Statistisk Sentralbyrå, 1987).

	Ant.bedr.	Sysseles.	Brutto prod.verdi Mill. kr.
Industri totalt	371	14644	10.144,9
Bergverksdrift totalt	20	1094	483,8
Bryting og utvinning av malm	4	905	387,7
Jernmalm	1	420	
Svovelkis og kobbermalm	1	316	
Bryting av annen malm	2	169	
Bergverksdrift ellers	16	189	96,1
Bygningsstein	2	19	
Pukkstein og singel	1	19	
Grus og sand	7	32	16,0
Annen stein	4	92	53,1
Utvinning ellers	2	27	

Sysselseting i bergverk og industri i Nordland:

Bergverk: 7,5%

Industri: 92,5%, hvorav 2% i prod. av kullprod., 29% i prod. av metaller og 3% i prod. av mineralske prod.

Tabell 3.1 gir sysselsettingen innen bergindustrien i Nordland fordelt på mineralprodukter. Av total industrisysselsetting i fylket er 7,5% knyttet til bergindustri og 34% til mineralforedlingsindustri.

I 1970 hadde Nordland fylke fem større tettsteder bygd opp omkring en eller flere bedrifter som utvinner eller foredler mineralske ressurser: Kjøpsvik, Sulitjelma, Storforshei, Mo i Rana og Mosjøen (tabell 3.2). Av disse har kun Mosjøen et flersidig næringsliv. Ved 9 av de 11 gruvestedene i fylket var mellom 85 og 100% av de industrisysselesatte knyttet til bergverksdriften.

Tabell 3.2: Tettsteder av betydning for mineralsektoren i Nordland bergmesterdistrikt. Antall sysselsatte i 1970.

Sted	A n t a l l s y s s e l s a t t e i			Min.sekt totalt	% av total
	Bergindustri	Mineralforedlings- industri			
		Industri- mineraler	Metall- mineraler		
Mosjøen	3	8	719	730	20,2
Storforshei	147	0	20	167	79,1
Mo i Rana	155	24	2.786	2.965	38,9
Sulitjelma	537	1	19	557	72,8
Kjøpsvik	1	219	0	220	53,3

I Nordland finnes det relativt mange tettsteder og kommuner med en ensidig næringsstruktur og med et sterkt avhengighetsforhold til en enkelt bedrift. I de fleste tilfeller er dette bedrifter innen mineralsektoren. Av kommuner gjelder det f.eks. Tysfjord (Norcem), Rana (Norsk Jernverk), Sørfold (Salten Verk) og Hemnes (Bleikvassli Gruber). Disse kommunene vil lett få store problemer med økonomi og sysselsetting dersom nøkkelbedriftene kommer i vanskeligheter og må innskrenke eller nedlegge driften. Kommunene søker derfor å utvikle en mere allsidig industri som gjør de mindre avhengig av en enkelt bedrift.

3.3 Ringvirkninger

De indirekte virkningene av mineralutnyttelse fører til avledede næringer pga.:

1. Den etterspørselen bedriften selv representerer.
2. Den etterspørselen de ansatte representerer ved kjøp av regionale varer og tjenester.

Bedrifter innen mineralsektoren etterspør et stort vareregister av tekniske, elektroniske og elektriske apparater. Norge er et land med lav teknologisk selvforsyning, og sektoren er derfor avhengig av å importere mye av det nødvendige utstyr. Dermed blir de nasjonale ringvirkningene av mineralsektorens underleverandører relativt beskjeden. Det vi i Norge er selvforsynt med er elektrisk kraft, noe som er avgjørende for etablering av visse mineralforedlingsbedrifter. Sverige og Finland derimot har en omfattende verkstedteknisk industri som leverer maskiner og utstyr til både egen mineralnæring og til eksport. I disse landene er ringvirkningene fra primærnæringen derfor vesentlig større enn i Norge.

Hele mineralsektoren sysselsatte i 1970, som var året for den siste store undersøkelsen av fordelig av ansatte i Norge, nesten 50.000 mennesker. Senere statistisk materiale viser at dette tallet er noe redusert. Av disse var 9.000 personer sysselsatt i bergindustrien. Alle de ansatte i næringen har en virkning på andre næringer slik at sysselsettingsvirkningen er på omkring 115.000, og den beregnede befolkning som er knyttet til sektoren og dens sysselsatte var i 1970 ca. 250.000 personer. Figur 3.2. viser sammenhengen mellom antall personer som er direkte ansatt og den indirekte virkningen disse har.

Undersøkelser utført av Selstad og Aarstad (1982) viser at ved nyetablering av mineralbedrifter i to gitte lokalsamfunn, var det store forskjeller i ringvirkninger. De to stedene som ble sammenlignet var Årdal med aluminiumverket og Mo i Rana med jernverket.

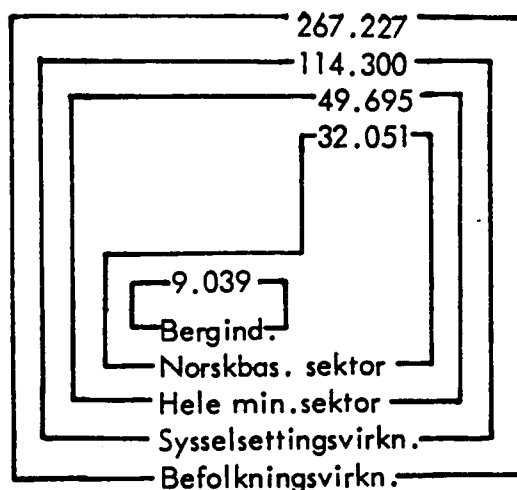


Fig. 3.2: Sysselsettingsvirkninger av mineralsektoren basert på norske og importerte råstoffer 1970. Antall personer. (Selstad og Aarstad, 1982).

Den avledede sysselsettingen i egenproduksjon var nesten tre ganger høyere i Mo i Rana enn i Årdal. Grunnen til dette var at Mo allerede hadde et befolkningsgrunnlag, og den økte egenproduksjonen trakk til seg mer kjøpekraft fra omlandet. Veksten i egenproduksjonen ble altså en vekstfaktor i seg selv, uavhengig av den initielle økningen i basisproduksjonen. Dette førte til nyetableringer i basis-sektoren, i dette tilfelle koksverket. Denne form for utvikling er av Selstad og Arstad kalt en to-trinnsrakett.

I Årdal ble det bygget et Al-verk. Før etableringen var stedet et isolert bygdesenter uten befolkningsomland. Nye servicebedrifter ble etablert så snart verket og dets ansatte hadde behov, og deretter var vekstpotensialet borte, og man fikk ingen spiraleffekt. Dette førte til at Årdal ble et en-generasjonssamfunn med små muligheter for jobb for kvinner og ungdom, med utflytting av ung arbeidskraft som resultat.

Eksemplene viser hvor viktig det kan være å foreta omfattende konsekvensanalyser ved nyetableringer av større bedrifter.

3.4 De enkelte bergverk

Bergverkselskapet Nord-Norge A/S, Mofjellet gruve (Rana)

Virksomheten begynte i 1898, men permanent gruvedrift startet først i 1927. I 1933 ble det produsert vel 100.000 tonn gruvegods. Det ga 12.214 tonn sink-konsentrat, 1.170 tonn bly-konsentrat, 17 tonn kobber-konsentrat og 6.080 tonn svovelkis. Pga. en økning av mengde svovelkis i malmen på bekostning av bly og sink ble gruen nedlagt i 1938. Den ble senere gjenåpnet av tyskerne under andre verdenskrig.

I Første halvdel av 1970-årene ble oppredningsverket modernisert, og gruen utstyrt for en nødvendig produksjonsøkning. Maksimal årlig malmbryting var omkring 200.000 tonn (1978), mens gjennomsnittet for de siste årene ligger på omkring 150.000 tonn.

Samtidig som prisene på konsentratene sank gjennom 70- og 80-årene, avtok malmreservene i Mofjellet inntil driften måtte stanses 1. juli 1987.

Malmen inneholdt noe barytt som ble forsøkt utvunnet, men gehaltene var for små til å gi lønnsom drift.

A/S Bleikvassli Gruber (Hemnes)

Prøvedrift på sulfidmalmen ble startet i 1950. Fra tidlig i seksti-årene og frem til 1980 har årsproduksjonen ligget på omkring 120-130.000 tonn. I 1980 ble det installert nytt utstyr, og i 1986 var malmproduksjonen steget til 170.000 tonn.

Fra oppredningsverket i Bleikvassli har det de siste årene vært produsert ca. 12.000 tonn sinkkonsentrat, 5500 tonn blykonsentrat og 3-400 tonn kobber-konsentrat. Produktene transporteres med bil til Mo hvor de skipes over kaien til Mofjellet gruber i Aga.

Bleikvassli Gruber har utredet muligheten av å produsere glimmer som det finnes store mengder av i malmen. Men en har ennå ikke lykket i å utvikle et salgbart produkt.

Sulitjelma Bergverk A/S (Fauske)

Gruvedriften i Sulitjelma, under selkapet Sulitjelma Gruber A/S, ble startet i 1887. I 1933 ble det gitt konsesjon for 50 års drift på forekomsten. I 1983 ble etter konsesjonsloven gruvene vederlagsfritt Statens eiendom, og Elkem som var de tidligere eiere ønsket ikke å forsette driften pga. store underskudd. Staten fortsatte driften, og Sulitjelma Bergverk A/S ble etablert. Driften ble mer kostbar enn Staten forutså, og bedriften er vedtatt nedlagt i 1989.

Tidligere ble en del av malmen foredlet til blister-kobber ved en smeltehytte i Sulitjelma, men denne ble nylig nedlagt pga. svak økonomi og kostbare pålegg om rensing av avgassen.

Av en malmproduksjon på ca. 380.000 tonn produserte Sulitjelma Bergverk i 1987 4500 tonn kobberkonsentrat, 450 tonn sinkkonsentrat og 50.000 tonn svovelkiskonsentrat.

Rana Gruber (Rana)

Rana Gruber ble overtatt av den norske stat i 1955 etter å ha vært i både engelske og tyske hender. Et nytt produksjonsanlegg ble utbygd i årene 1962-64. I 1970 oversteg sligproduksjonen Jernverkets forbruk på ca. 900.000 tonn, og med dette oppsto behovet for eksport av slig.

To typer malmer finnes:

- en fosfor-fattig malm som hittil har vært utnyttet.

- en fosfor-rik, finkornet og fattig magnetitt-malm, som ikke har vært utnyttet.

I 1986 brøt selskapet 3,5 mill. tonn malm i dagbruddene på Storforshei. Av dette ble det i oppredningsverket i Gullsmedvik fremstilt 1,4 mill. tonn jernslig, dels for råjernfremstilling i jernverket og dels for eksport.

Rana Gruber's fremtid er avhengig av hvilket produksjonsopplegg som vedtas for Norsk Jernverk. Ved siden av å dekke jernverkets behov for jernslig, ser en på muligheten av å fremstille forskjellige jernoksydprodukter for ulike markedsnisjer.

Malm-ressursene er store (727,4 mill. tonn), men reservene av økonomisk utnyttbar malm med dagens priser er til sammenligning små.

Norwegian Talc Altermark A/S (Rana)

Altermark talkgruve som ligger på nordsiden av Ranafjorden ca. 20 km fra Mo i Rana, ble satt i produksjon i 1932. Malmen brytes i underjordsgruve ned til 150 meter under dagen. Etter knusing fraktes talken med lastebil til kaianlegget for skipning til Norwegian Talc's mikroniseringsanlegg i Knarrevik ved Bergen. Årsproduksjonen er ca. 35.000 tonn.

Norwegian Talc Hammerfall A/S (Sørfold)

Produksjonen av dolomitt i Hammerfall tok til i 1934. Hovedavtageren av dolomitten har hele tiden vært Norsk Hydro som bruker råstoffet til fremstilling av magnesium-metall. Noe av produksjonen går også til Knarrevik ved Bergen og til Nederland til formaling.

Dolomitten brytes hovedsaklig i dagbrudd og knuses og siktes til ulike korngraderinger. Årsproduksjonen er ca. 700.000 tonn. Produktene skipes dels over kai i Hammerfall og dels fra Fauske.

Salten Verk, Mårnes Kvartsittbrudd (Gildeskål)

Dagbruddsdriften på Mårnes ble satt i gang i 1970 for å forsyne Salten Verk med råstoff til sin ferrosilisium-produksjon. Kvartsmateriale som skal brukes i smelteindustrien må ha en viss motstand mot oppknusing ved oppvarming, samt et lavt innhold av uønskede fremmedmineraler.

Årsproduksjonen er ca. 180.000 tonn.

LKAB Norge A/S (Ballangen)

Permanent drift på olivin i området ble startet i desember 1985 etter fire års prøvedrift. Driften foregår i dagbrudd i 500 meters høyde. Olivinen brukes hovedsaklig som slaggdanner i magnetittpellets.

På grunn av endringer i pelletsprosessen krever LKAB's anlegg i Kiruna en olivinstein med høyere MgO-innhold enn det som kan leveres fra Ballangen. Olivinproduksjonen til LKAB Norge blir derfor nedlagt ved årsskiftet 1987/88. Produksjonen var i 1986 85.000 tonn, mens den i 1987 kommer ned på 45.000 tonn.

Minnor K/S (Tysfjord)

Nylig startet produksjon av ultraren kvarts på Drag i Tysfjord. Investeringene beløper seg til 180 mill. kr. Kvartsen skal brukes til fiberoptikk, optiske instrumenter, komponenter til datamaskiner og kvarts-glass. Produktene skal selges til Europa, USA og Japan. Kvaliteten på kvartsen er meget høy, og forurensningene måles i gram pr. 1.000 tonn. Denne høye kvaliteten produseres kun i Brasil og USA i tillegg til Norge.

Påvist malmreserve er på omkring 180.000 tonn. Med en årlig produksjon på ca. 5.000 tonn renses kvarts, svarer dette til omkring 15 års drift. Kvartsen renses gjennom en rekke prosessledd før den når sin endelige kvalitet.

Prisen på produktene ligger mellom 1,5 og 10 dollar pr. kilo.

Franzefoss Bruk A/S, avd. Ballangen (Ballangen)

Produksjonen av dolomitt i Ballangen kom i gang i 1971, den første perioden som prøvedrift. Forekomsten er en av Nord-Europas største av hvit dolomitt og produktet går til fyllstoffindustrien og til metallurgisk industri. I tillegg produseres granulert dolomitt til landbruket ved egen utviklet granuleringsprosess. Årsproduksjonen er på 120-130.000 tonn.

Norcem Kjøpsvik (Tysfjord)

Kalkstein og såkalt hardstein til sementfabrikken produseres fra egne dagbrudd i nærheten av Kjøpsvik. Gruvedriften omfatter bryting, transport og knusing. Steinkvalitetene leveres til sementfabrikken nedknust til under 12 mm.

Årsproduksjonen er på 300.000 tonn kalkstein og 70.000 tonn hardstein (kvartsitt) og reservene i dagbruddet er anslått til 115 mill. tonn.

Bjørnum Trading A/S (Hamarøy)

Bedriften produserer stykkfeltspat fra en pegmatittforekomst i Håkonhals. På grunn av de klimatiske forholdene går driften bare i sommerhalvåret. Årsproduksjonen er 6-8.000 tonn som vesentlig går til Øst-Tyskland.

Vatnet Kvarts A/S (Bodø)

Avtager av stykkvarts var tidligere Meraker Smelteverk, men nå hovedsaklig Ila og Lilleby smelteverk. For at verket skal få 25.000 tonn egnet kvalitet må det brytes 33-35.000 tonn.

3.5 Produksjonsverdi/sysselsetting

Tabell 3.3 gir en oversikt over produksjonsverdien til de største bergverkene i Nordland. Ved å sammenholde produksjonsverdien med antall ansatte i bedriften (tabell 3.4) får vi verdiskapningen pr ansatt. For noen av selskapene er denne verdien gitt i tabell 3.5.

Tabell 3.3: <u>Produksjonsverdi ekskl. mva. (i tusen kroner)</u> (tall fra industrien og Bergverks-Nytt).		
	1985	1986
Malm:		
Bergverkselskapet Nord-Norge A/S	19.400	17.400
A/S Bleikvassli Gruber	25.800	21.600
Norsk Jernverk A/S, Rana Gruber	211.800	194.300
Sulitjelma Bergverk A/S	92.000	60.000
Industriminerale:		
Norcem Cement A/S, Kjøpsvik		8.292
Franzefoss Bruk A/S, Ballangen		19.300
Norwegian Talc Altermark A/S		i.t.*
LKAB Norge A/S, Ballangen		8.500
Minnor K/S, Drag (første driftsår 1988)		
Norwegian Talc Hammerfall A/S		i.t.*

*i.t. = ikke tilgjengelig

Tabell 3.4: Oversikt over sysselsetting – antall ansatte (tall fra industrien og fra Bergverks-Nytt).

	1985	1986
Maln:		
Bergverkselskapet Nord-Norge A/S	69	65
A/S Bleikvassli Gruber	91	85
Norsk Jernverk A/S, Rana Gruber	421	410
Sulitjelma Bergverk A/S	371	363
Industriminerale:		
Norcem Cement A/S, Kjøpsvik		17
Franzefoss Bruk A/S, Ballangen		21
Norwegian Talc Altermark A/S		20
LKAB Norge, Ballangen		15
Minnor K/S (1989)		45
Norwegian Talc Hammerfall A/S		50

Tabell 3.5: Verdiskapning (i tusen kroner) pr. ansatt.

	1985	1986
Maln:		
Bergverkselskapet Nord-Norge	281	268
A/S Bleikvassli	284	254
Norsk Jernverk A/S, Rana Gruber	503	474
Sulitjelma Bergverk A/S	248	165
Industriminerale:		
Norcem Cement A/S, Kjøpsvik		488
Franzefoss Bruk A/S, Ballangen		920
LKAB Norge, Ballangen		567

Verdiskapningen gir kun en indikasjon på hvor god inntjening en bedrift har. For en total vurdering av økonomien må en også se på fordelingen av de ulike kostnadsartene – kapital, lønninger, driftsmidler m.v. Bedrifter med store investeringer i maskiner og utstyr eller bedrifter med prosesser som krever høye utgifter til driftsmidler (kjemikalier, kraft osv), vil trenge en høyere verdiskapning enn andre med mindre slike belastninger.

- Nordland er et "bergverksfylke" med omfattende produksjon av både metall- og industrimineraler.
- I 1980 var 6,7% av det totale antall sysselsatte knyttet til mineralnæringen – herav 20% i bergindustri og 80% i mineral foredlingsindustri.
- Fylket har mange tettsteder og kommuner som ensidig er avhengig av enkeltbedrifter innen mineralsektoren.
- Ringvirkningene fra mineralnæringen gir sysselsetting til omlag like mange som de som er direkte ansatt i næringen.

4 FREMTIDIG UTVIKLING FOR MINERALPRODUKTER

4.1 Generelt

Produktene fra mineralindustrien brukes til fremstilling av metaller - metallminerale, eller de brukes direkte som mineraler på grunn av deres egenskaper - industrimineraler. Prisene og markedene for disse produktene kan endres hurtig og dramatisk over kort tid. For de vanlige metall-mineralene er det oftest et etablert marked hvor metallmineralkonsentratene kan omsettes etter en viss prisnotering. Prisene på mineralkonsentratene kan variere mye som uttrykk for vekslende konjunkturer og en rekke andre faktorer. Omsetning av sjeldne metaller og industrimineraler er langt mer avhengig av at det finnes et marked for produktet. Ofte må markedet sikres før en kan starte produksjon av et mineralprodukt. Prisene for industri-mineraler er gjerne mer stabile, mens de sjeldne metallene som har et lite marked, kan variere ekstremt i pris.

Forholdet mellom total produksjonsverdi for metallminerale og industri-mineraler i landet har i det siste tiår gått i klar favør av industri-mineralene. Flere industrimineralbedrifter har vært i stand til å bygge opp markeder for sine produkter og driver middels store til små bedrifter med god økonomi. De tradisjonelle bergverk basert på jern og legeringsmetaller har hatt langt større problemer med økende kostnadsnivå og fallende metallpriser. Med eksisterende gehalter i råmalmen har det, på tross av sterk rasjonalisering ikke vært mulig å drive regningssvarende. Det kan reises tvil om selskapene selv har vært flinke nok til å forsøke etablering av drift på nye produkter fra andre forekomster innenfor egne gruvefelt og om de i stor nok grad har vurdert produksjon av biprodukter fra sin løpende produksjon.

Norske befrifter innenfor mineralindustrien har tradisjonelt vært råvare-produsenter og energieksporthører og i langt mindre grad produsenter av ferdige mineralbaserte produkter. Dette vil i praksis si at vi har eksportert mineralkonsentrater til europeiske markeder uten videre bearbeiding. Energieksporthen er gjennomført ved at vi importerer mineralkonsentrater, gjennomfører en energikrevende smelteprosess og igjen eksporterer ubearbeidet metall. Kun i liten grad er det eksempler på at vi lager ferdige mineralbarte produkter, og det er gjerne på bearbeidingsiden at

den største verdiskapningen ligger. Dette gjelder spesielt i forbindelse med fremstilling av sjeldne metaller og rene høyteknologimetaller.

For å få etablert en regningssvarende industri basert på mineralske ressurser er det spesielt idag viktig at det skjer i en vertikal integrert prosess. Ønskemålet må være at vi kan utnytte en nasjonal råstoffkilde ved å foredle den frem til ferdige produkter. Fortjeneste i alle ledd i prosessen må være målet. Vi må komme bort fra at vi skal være et rent råstoffproduserende land med liten grad av bearbeiding.

Utviklingsarbeidene for høyteknologiske mineralprodukter krever oftest et nært samspill mellom fagområdene teknisk mineralogi, oppredning, kjemisk prosessering, metallurgi, osv. Kartlegging av brukerne og brukernes krav til produktene er også svært viktig.

Behovet for en meget sterk automatisering av industriprosesser, samt krav til reduisering av energiforbruket, vil føre til enda sterkere krav til snevre toleransegrenser når det gjelder produktkvalitet. Dette sammen med økende krav til en optimalisering av ressursbruken vil aksenturere behovet for mer avanserte mineralseparasjons- og mineralprosesseringsteknikker.

Økte krav til vektbesparelser (f.eks. i bilindustrien) og økende krav til korrosjons/temperatur- og mekanisk mostandsdyktige produkter (offshore-, romfart- og kjemiindustri) vil føre til en betydelig sterkere fokusering på materialteknologiske utviklinger (jfr. NTNFs langtidsplan 1988 - 1992, materialteknologi). Dette vil bl.a. føre til en økt etterspørsel etter mineralske råstoffprodukter til fremstilling av materialkompositter, spesial-keramer, komplekse plasttyper, og tendensen vil også gjøre seg sterkt gjeldende innenfor høyteknologi, elektronikk og kjemi. Nøkkelord i denne sammenheng er: halvledere, optiske fibre, energitransmisjon (solceller), petrokjemisk katalyse o.l.

Det er derfor naturlig å søke å utvikle konkurransedyktige egne råstoffforekomster for å dekke behovene i den videreførelende industri, nasjonalt og internasjonalt, på kort og lang sikt.

4.2 Metaller

De tradisjonelle metallene som jern, kobber, bly, sink og tinn sammen med edelmetallene gull og sølv har vært brukt gjennom hundrer av år og vil fortsatt være i bruk i fremtiden. Forbruk og priser har variert opp gjennom tidene og vil fortsatt endre seg med konjunkturer og politiske forhold. Forbruk av metallene er avhengig av den globale utviklingen i I-land og U-land. Økning av bruk av de tradisjonelle metallene vil sannsynligvis øke mest i U-landene mens bruk av mer spesialiserte "nye" metaller får sin største økning i forbruk i I-land.

Ressursletingen utført av mineralkonserner rundt omkring i verden, viser det som eksperter ser som de beste metaller å satse på for å tjene penger. I dag brukes mer en halvparten av den globale prospekteringsinnsats til å lete etter gull. Andre metaller med et økende forbruk og med en vanskelig forsyningssituasjon er platina-metallene. Her er derfor også leteinnsatsen stor. En må videre merke seg at til og med metaller som bly og sink prospekterer en ennå etter, og dersom slike forekomster er relativt rike og i tillegg evt. har høy edelmetallinnhold (sølv og gull), kan de drives med fortjeneste.

For edelmetallene gull og sølv mener ekspertene at prisene vil holde seg. Det er dermed attraktive metaller å lete etter. Sør-Afrika er den største enkeltprodusent av gull, men deres totalt dominerende stilling har endret seg i det siste ved åpning av en rekke nye små forekomster i den vestlige verden.

Platina-gruppens metaller (PGM) er det sterke etterspørsel etter og har høye priser på verdensmarkedet. Forbruket er sterkt økende fordi PGM anvendes til katalysatorer bl.a. for biler for rensing av avgassene, og dette er viktig med de miljøkrav vi stiller idag. Det er to dominerende produsenter av PGM: Sør-Afrika og Sovjet (80-90 %). Med de politiske forhold en har i Sør-Afrika er PGM strategisk viktig og en leter derfor intenst i Europa og USA for å finne en reserve som kan utnyttes om forsyningene stoppes. Også på NGU er en igang med et prosjekt for å vurdere PGM-mulighetene på landsbasis.

Jern og stålmarkedet er vanskelig for tiden og de fleste spår at det vil fortsatt være det i fremtiden. Jernmalmprodusenter i U-land kan med enorme

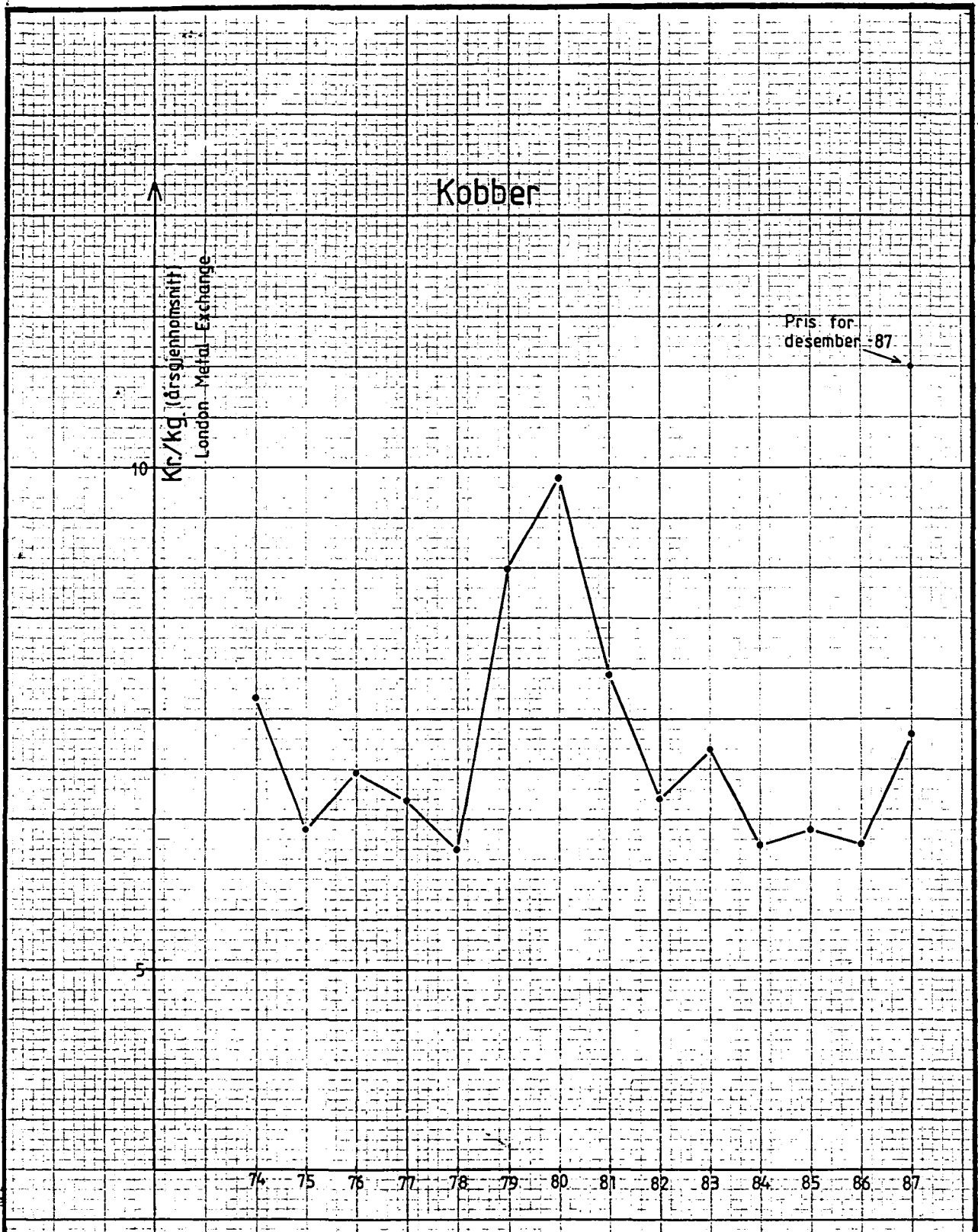
forekomster og billig arbeidskraft dekke behovene. Med et dårlig stålmarked følger lave priser på legeringsmetaller til spesialstål, wolfram, krom og molybden. For disse legeringsmetallene ser ekspertene ikke en vesentlig prisstigning de nærmeste årene.

Av titan-markedet har Norge en vesentlig del av produksjonen (15-20 %), og vi har også en omtrent like stor del av de kjente reserver. Størstedelen av reservene av titan ligger i mineralet ilmenitt som er et jern-titan-oksyd. I dag er det en tendens til å lete etter rutil som titan-råstoff. Dette vil kunne endre titanmarkedet noe.

Tradisjonelt har Norge produsert mineralkonsentrater med kobber, sink og bly. Konsentratene er vanligvis solgt uten videre bearbeiding med en prisfastsettelse etter metallinnhold i konsentratene basert på metallprisen. På Fig. 4.1 er variasjonene i prisen vist for kobber fra 1974-87. I hele denne perioden har prisen vært meget lav sammenlignet med prisen i 1970. Selv om prisen i des. 87 var svært høy forventer ikke ekspertene at dette vil vedvare. Et annet eksempel på en dramatisk utvikling viser prisen på wolfram (Fig. 4.2). I 1977-82 var prisene meget gode og en rekke forekomster ble satt i drift. Som en ser er prisen i 1987 bare 1/3 av det den var i den nevnte perioden. Når da prisene er framstilt uten hensyn til inflasjon skjønner en hvor dramatisk denne endringen har vært for wolframprodusentene.

På tross av disse eksemplene på prissvingninger som er nevnt, vil det alltid være et behov, - og på sikt et svakt økende behov for de vanlige legeringsmetallene. En rik malm med disse metallene vil alltid være attraktiv. De malmene som har vært utnyttet i Norge er vanskelig å drive med en kobberpris som vist på Fig. 4.1. I denne typen malmer er det vanlig med et visst edelmetallinnhold, og om innholdet av disse metallene er så høyt at det kan gi et betydelig økonomisk bidrag, kan disse malmene utnyttes.

De metallmineral-ressursene som har best mulighet til å kunne utnyttes i Norge idag er edelmetall og PGM forekomster, sammen med forekomster av såkalte høyteknologi-metaller. Det er på dette felt vi bør gjøre den største innsatsen i vår ressurskartlegging.



Perspektivanalyse, Nordland

NGU/SINTEF

Prisutvikling for kobber 1974 - 87

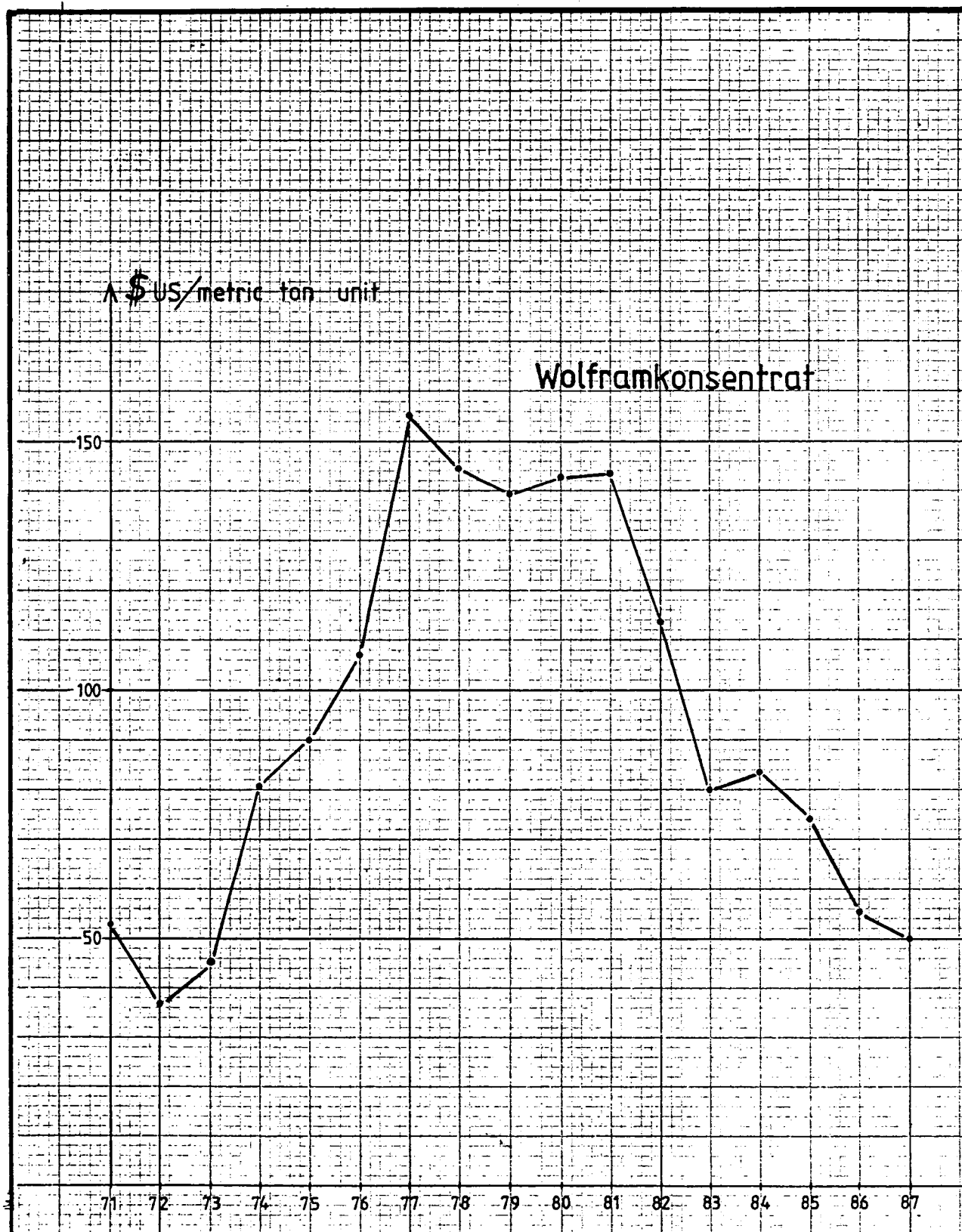
MÅLESTOKK

MÅLT	
TEGN	
TRAC L.F	JAN. -88
KFR. I.L./C.O.M.	

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

FIG. 4.1.

KARTBLAD NR.



Perspektivanalyse, Nordland

NGU/SINTEF

Prisutvikling for wolfram 1971 - 87

MÅLESTOKK

MÅLT

TEGN

TRAC L.F JAN. -88

KFR. I. L./C.O.M.

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

FIG. 4.2.

KARTBLAD NR.

4.3 Industrimineraler

Et fellestrekk ved de fleste industrimineraler/bergarter er at de i ubehandlet tilstand er meget ømfintlige overfor lange transportavstander, fordi dette er med på å øke kostnadene på det ferdige produkt. Muligheten for økonomisk utnyttelse begrenser seg derfor i de fleste tilfeller til områder med gode og billige transportmuligheter, f.eks. nær kysten, med mindre en gjennom en mineralprosessering kan tilføre mineralprodukt en betydelig høyere salgsverdi som tillater større transportkostnader.

Industrimineraler/bergarter anvendes gjerne ut fra sine kjemiske og fysiske egenskaper. Samme mineral/bergart kan ofte ha flere egenskaper som gjør råstoffet egnet innenfor flere bruksområder. Et eksempel er dolomitt, som kan brukes til fremstilling av Mg-metall, som fyllstoff, til kjemikali- og glassfremstilling, jordbruksformål, bygningsstein (marmor) og flere andre anvendelser. Et annet karakteristisk trekk er at mange industrimineraler kan erstatte hverandre eller bli erstattet av andre materialer.

I hele Norge står industrimineralsektoren for mer enn 60 % av produksjonsverdien i hele bergindustrien. Det største kvantum av norske produkter har et innenlandsk marked, særlig gjelder dette byggeråstoffene sand, grus og pukk. Men også kalkstein, dolomitt og kvartsitt konsumeres i betydelige volum innenlandsk, vesentlig til sementproduksjon, i metallurgisk industri og til jordbruksformål. Mange norske industrimineralprodusenter er imidlertid helt eller delvis avhengig av eksportmarkedet.

Norge har en betydelig import av industrimineraler. Det gjelder dels mineraler det ikke finnes drivverdige forekomster av i Norge eller det gjelder produkter som ikke kan fremstilles fra norske forekomster på grunn av de kvalitetskrav som stilles ved den spesielle anvendelse. I dag er det innenlandske forbruk av importerte og selvproduserte råstoffer (pukk og grus ikke inkludert) 6,5 mill. tonn pr. år.

På verdensbasis har forbruket av industrimineraler vist en stadig vekst de senere år, og industrimineralnæringen synes å være den del av bergindustrien som har de største ekspansjonsmuligheter for fremtiden (Fig. 4.3).

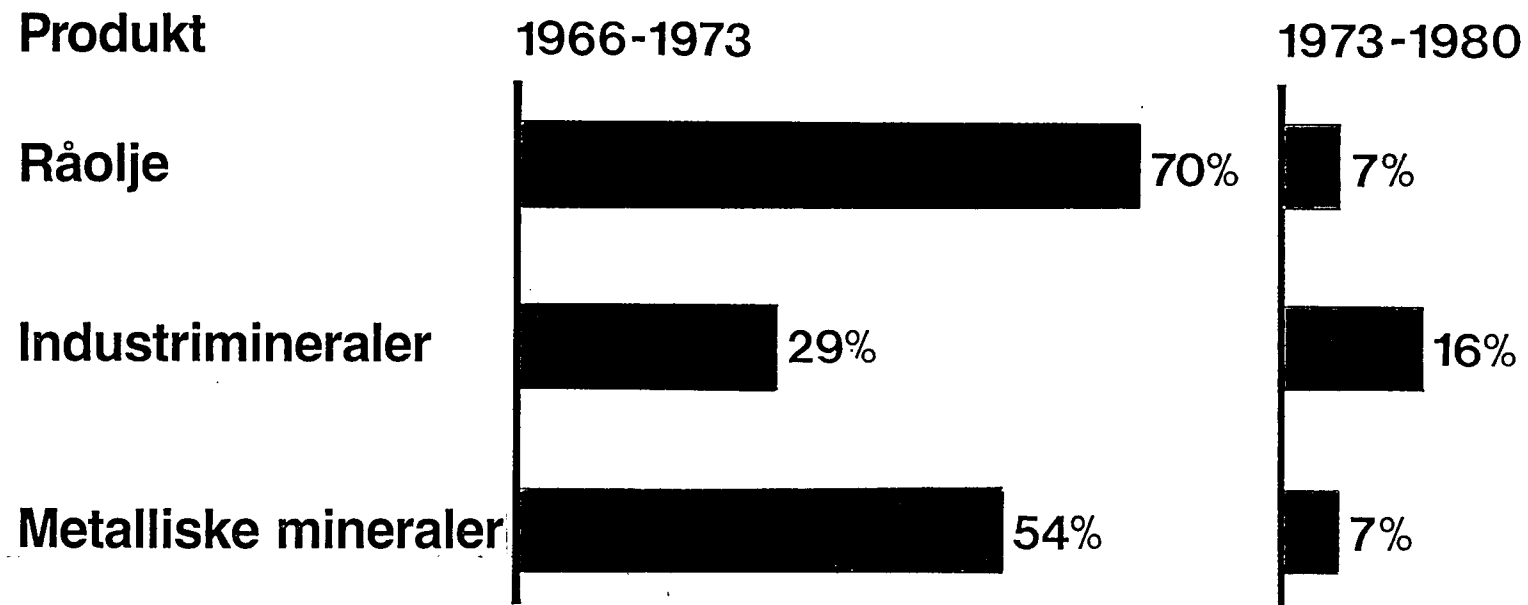


FIG 4.3 Verdensproduksjonens gjennomsnittsvækst

Innenlandsk blir mesteparten av industrimineralforbruket (eksklusive stein, sand og grus) anvendt innen kjemisk og metallurgisk industri. Mer en 85 % av industriens produksjonsverdi kommer fra disse industrigrener som har som fremtredene kjennetegn høy eksportverdi, valutainntjening og distriktsyssselsetning.

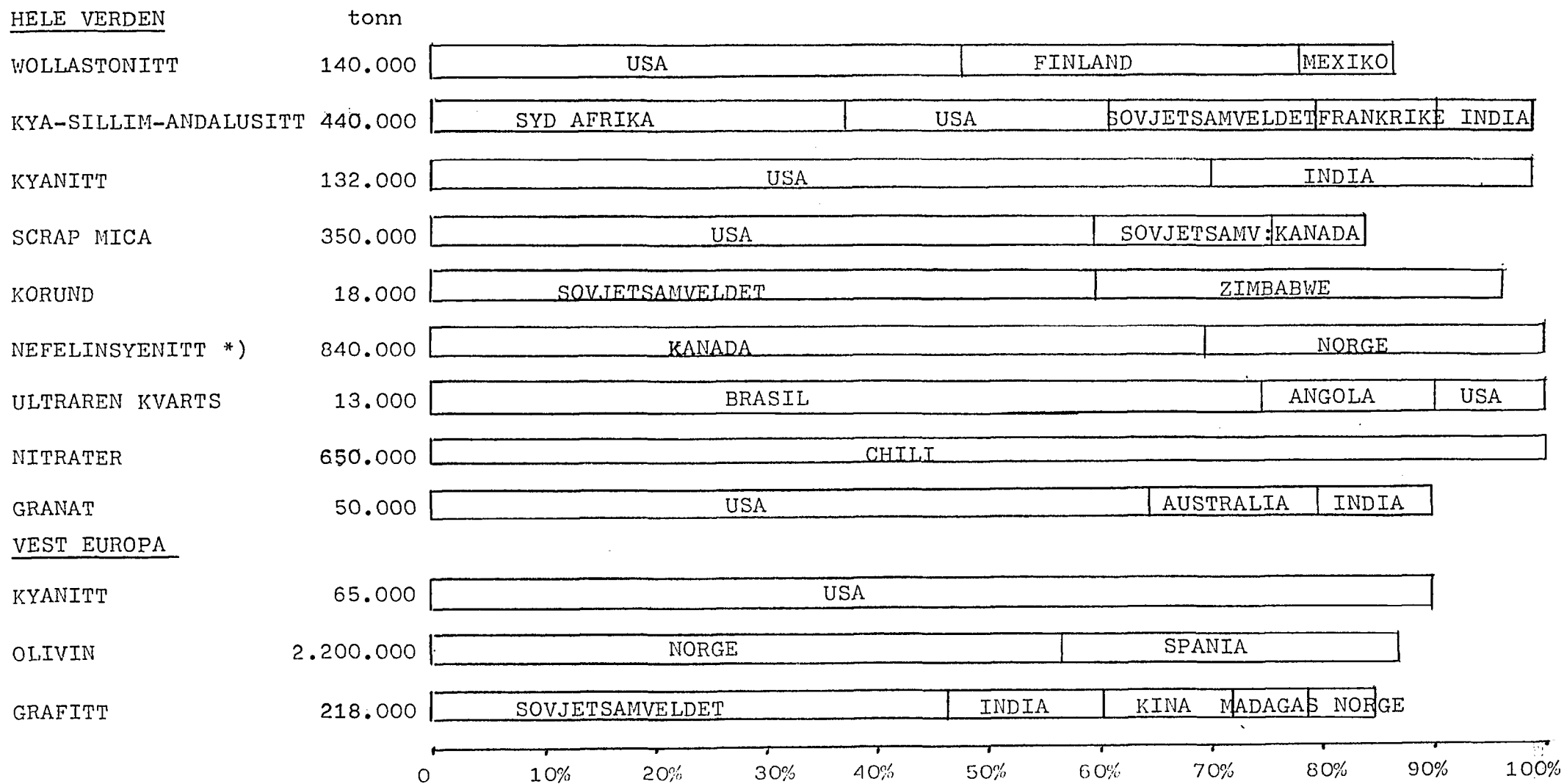
Analyser av den norske industrien frem mot år 2000 indikerer at det ikke vil skje dramatiske endringer i industriens hovedforretningsområder. Analyser av teknologiutviklingen viser at endringer i bruken av materialer skjer meget langsomt med typiske utskiftningsperioder på 10 - 30 år. Dette tilsier at produksjon, videreforedling, bearbeiding og bruk av de materialene som nå produseres i Norge fortsatt vil dominere.

Dette vil si at en eventuell økning av norsk industrimineralproduksjon må basere seg på:

- sterkere satsing på erstatning av importerte industrimineraler
- sterkere integrering i prosessering til halv- og hel fabrikater med fokusering på fremstilling av materialer/produkter med høy verdi
- utvikling av mineralforekomster med mineralprodukter som idag ikke eller nesten ikke produseres i Europa eller som på global basis bare har et fåtall produsenter (fig. 4.4)
- mineralforekomster som gjennom spesialisert prosessering kan gi superrene høyteknologi-produkter som f.eks. høy-ren kvarts, høy-ren yttrium-oksyd, høy-ren zirkonium eller beryllium osv. Slike produkter har på grunn av sine meget høye priser og spesielle anvendelighet, et interessant internasjonalt marked.

Faktorer som vil ha den sterkeste innflytelse på økt behov for industrimineraler eller mineral-baserte produkter i den vestlige verden er utviklingstendenser innen:

- energiøkonomisering
- materialteknologi
- prosessteknologi
- miljøteknologi



*) produksjon fra Sovjetsamveldet ikke kjent.

Fig. 4.4. PRODUKSJON OG PRODUSENTLAND AV NOEN TYPER INDUSTRIMINERALER OG DERES MARKEDSANDEL I % (1982).
Kilde: Peter Harben, Industrial Minerals, pers.comm.1983.

Energiøkonomisering omfatter både vektsparende tiltak og isolasjon. Når det gjelder bygningsformål vil krav til bedre isolasjon føre til økt behov for glass og ulike typer mineralfibre og porøse mineral-baserte materialer. Spesielt sterkt vil behovet for energiøkonomisering være innen bilindustrien, hvor en allerede idag ser at lette materialer som plast og plastkompositter stadig får større innpass. En rekke industrimineraler som f.eks. wollastonitt, glimmer, kalsiumkarbonat, talk, dolomitt, osv er viktige fyllstoffkomponenter (med inntil 30 %) i plast- og plastkomposittmaterialer. I de nærmeste år forventes det en årlig vekst på over 10 % for en del av disse fyllstoffmineraler. Innen betongteknologi vil armering med mineralfibre og plastkomposittmaterialer også være en faktor av betydning for en økende etterspørsel etter fyllstoffmineraler.

I 1984 ble 22 mill. tonn plast konsumert i USA, noe som representerte en total verdi på USD 20 milliarder. Mellom 1980 - 1986 økte konsumet av plast med 5,2 % pr. år, mens fyllstoffmineraler i polymer-baserte kompositter i perioden fra 1980 - 1985 økte med 8,9 % pr. år (Plumpton 1987).

Denne veksten, sammen med det forhold at Norge er i ferd med å bygge opp en betydelig petrokjemiindustri, skulle tilsi at prosjekter som tar sikte på å utnytte mineraler til anvendelser innen polymerindustrien skulle ha en interessant fremtid.

I internasjonalt perspektiv er materialteknologien inne i en av de mest rivende og nyskapende perioder noensinne. De fleste store "revolusjonerende" teknologiske utfordringene i verden i dag kan først realiseres når de nødvendige materialene er utviklet. Dette omfatter bl.a. superledende legeringer, elektroniske materialer, komposittmaterialer, spesialpolymerer, halvledere, spesial- og konstruksjonskermaer (vedlegg IV: KERAMER) spesiallegeringer, osv. Men også en varig industriell utnyttelse av de konvensjonelle materialene (og råstoffene), som store deler av vår industri bygger på, er sterkt avhengig av denne materialteknologiske evolusjonen.

Av mineraler og mineralkomponenter som i denne sammenheng spesielt bør nevnes er: magnesium- og aluminiumrike mineraler, høy-ren kvarts, kalsium-rike silikater, beryllium, zirkonium, grafitt, bastnaesitt, lutetium, gallium, yttrium, scandium, indium, sjeldne jordarter o.l.

Utviklingen innenfor prosessteknologi omfatter mineral- og elementekstrahering, mineralprosessering og syntetisering og material og produktutvikling.

Mineral og elementekstrahering vil spesielt fokusere på nyttiggjørelse av små konsentrasjoner av mineraler og elementer i bergarter ved hjelp av f.eks. kjemiske eller elektrokjemiske prosesser. Dette vil føre til en ny utvikling av forekomster med små konsentrasjoner av elementer med høy verdi som f.eks. europium, lutetium, thulium, osv. Parallelt med dette vil det utvikle seg et sterkt behov for avansert mineralprosesseringsteknologi for å kunne fremskaffe høyrene og superrene mineralprodukter som fører til en betydelig verdiøkning av det opprinnelige råstoffet. Dette vil føre til at forekomster med utilstrekkelig kvalitet (renhet) kan bli oppgradert til økonomisk interessante forekomster, som f.eks. kvartsforkomsten i Drag.

Behovet for avanserte industrimineraler bl.a. i plastkompositter er raskt voksende. I kompositter brukes ofte mineralbaserte fibre og fyllstoffer for å øke styrke og andre mekaniske egenskaper, og for å øke stabilitet under fremstillingen av materialkomponenter.

Mineralene som brukes, både naturlige og syntetiske, finnes i former fra avrundede aggregater til tynne plater og langfibre. Disse er ofte kjemisk og/eller fysikalsk overflatebehandlet for å tilpasse bindingsegenskapene til de komponentene de skal tilsettes, og for å forbedre visse egenskaper. Ved en slik prosessering av finkornede mineralprodukter som f.eks. kalkspat, dolomitt, kvarts, silica, talk, glimmer, m.fl. kan verdien av produktene økes betraktelig.

Fig. 4.5 viser verdiøkningen ved etterbehandling for noen naturlige og syntetiske mineraler. Vanlige kvaliteter av knust glimmer, talk og kloritt ble i 1983 solgt for henholdsvis USD 100, USD 90 og USD 21 pr. tonn. Ytterligere prosessering ved å øke hvitheten, lage tynnere sjikt og redusere kornstørrelse og/eller kjemisk/fysikalsk behandling av overflaten, får slike mineraler til å øke deres respektive verdier til USD 570, USD 420 og USD 260. I tilfelle av finkornet og overflatebehandlet kalkspat kan tilleggsverdien være så mye som 11 - 12 ganger grunnverdien av den vanlige kvalitet.

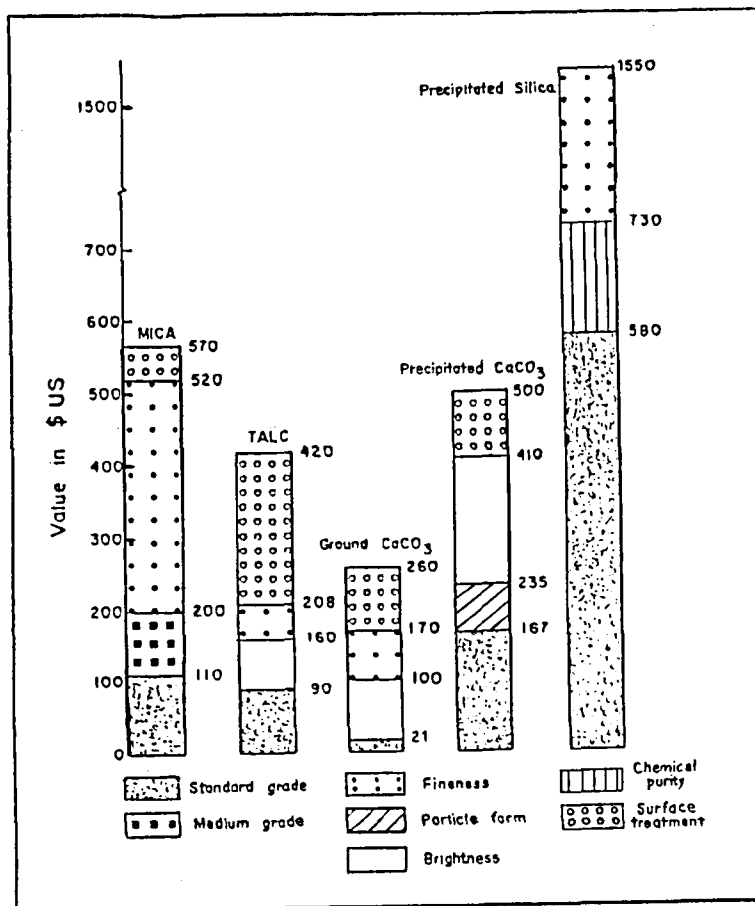


Fig. 4.5 Verdiøkning ved etterbehandling av utvalgte fyllstoffer og ekstendere i USA i 1983 (Plumpton 1987).

Mineralsyntetisering, som omfatter et bredt produktspektrum, kan også føre til en betydelig verdiøkning av utgangsråstoffet. Et eksempel på dette er fremstilling av syntetisk wollastonitt basert på kvarts og kalkstein. Et annet interessant eksempel er fremstilling av kjemisk nedfelt kalsiumkarbonat. Utgangsmaterialet her kan være en ikke helt hvit eller ren kalkstein. Denne blir kalsinert og brakt i løsning og deretter behandlet med CO₂. Under kontrollerte forhold blir kalsiumkarbonat nedfelt, slik at ønsket partikkelform og partikkelstørrelse kan frembringes. Ved denne fremstillingsmåten kan en oppnå en meget høy hvithet som gjør materialet spesielt egnet som fyllstoff for spesialpapir. Verdiøkningen er betydelig og spesielt i USA er markedet for kjemisk nedfelt karbonat i en meget ekspansiv utvikling.

Material/produktutvikling tar sikte på å finne nye anvendelser for kjente råstofftyper og utvikling av ny prosesseteknologi for nye råstofftyper. Et

eksempel på den første kategori er anvendelsen for nefelinsyenitt som fyllstoff i maling. Et eksempel på utvikling av ny prosesseteknologi for nye råstofftyper er fremstilling av mineralfibre basert på kalksilikater.

Miljøteknologiske utviklingstendenser som vil føre til økende behov for industrimineraler omfatter bl.a.:

- bekjempelse av sur nedbør (behov for karbonatbergarter)
- strengere krav til filtrering/rensing av avløp og utslipp som også omfatter landbruk og akvakultur (behov for mineralprodukter med rensende virkning f.eks. zeolitter, silikatstøv, prosesserte mineraler/bergarter/leire),
- tiltak for å begrense fosfatforbruket i vaskemidler og kunstgjødsel (mineralprodukter med ionebytte-egenskaper)
- opptak av skadelige- og radioaktive elementer (mineralprodukter med ione-bytter-egenskaper).

Hvorvidt de ovenfor skisserte utviklingstendenser for økende behov, nasjonalt og internasjonalt vil føre til ny eller økt mineralproduksjon i Nordland er avhengig av en rekke faktorer. Nøkkelord i denne sammenheng er: råstoffmengde/kvalitet, produksjonskostnad, oppredning og prosessering, vertikal integrering, produktkvalitet/spesialitet.

UTVIKLINGSTENDENSER

- Gull, sølv og platina er for tiden sterkt etterspurte metaller med høye priser på verdensmarkedet. Forbruket av platinagruppens metaller (PGM) er sterkt økende, ikke minst som katalysatorer for rensing av avgasser fra biler.
- Jern- og stålmarkedet forventes å ville holde seg på et lavt nivå med lav priser. Det gjelder også legeringsmetallene for stålfremstilling (krom, mangan, wolfram, molybden).
- Titanmineralet rutil kan være et interessant prospekteringsobjekt.
- Prisene på basemetallene kobber, sink og bly vil fortsatt komme til å synke.
- Forbruket av fyllstoffmineraler i plast, papir, betong o.l. vil få en årlig vekst på 10 %. Typiske fyllstoffmineraler er talk, dolomitt, kalsiumkarbonat, glimmer og wollastonitt.
- En rekke mineralske råstoffer finner øket anvendelse som råstoff for fremstilling av høyteknologiske materialer. Eksempler er supraledere, optiske fibre, keramer og halvledere.
- Ved videreforedling av "vanlige" mineraler oppnås høyprisede produkter for spesielle anvendelsesnisjer.
- Syntetisk fremstilte mineraler kan i visse tilfeller konkurrere med de naturlige. Eksempler er wollastonitt og kjemisk nedfelt kalsiumkarbonat.
- Mineraler for miljørensing vil finne en øket anvendelse.

5 POTENSIELLE MINERALSKE RESSURSER

5.1 Eksisterende bakgrunnsmateriale

5.1.1 Geologisk materiale for Nordland

Geologisk oversikt

Sterkt forenklet kan berggrunnen i Nordland inndeles i to hovedenheter: Prekambrium og Kaledon. Prekambrium består av bergarter som er eldre enn 600 millioner år, og domineres av 1700-1900 millioner år gamle granittiske bergarter. I tillegg forekommer områder, særlig nordligst i fylket, med 1900-2200 millioner år gamle vulkanske og sedimentære bergarter. De eldste bergarter som er kjent forekommer i Vesterålen-Lofoten og har en alder på over 2700 millioner år (Fig. 5.1).

Den andre hovedgruppen, Kaledon, består av sedimentære, vulkanske og intrusive bergarter som ble avsatt i forbindelse med dannelsen av en stor fjellkjede (den kaledonske fjellkjeden) for 400-600 millioner år siden. I tillegg forekommer mindre mengder av vesentlig yngre (ca. 170 millioner år) sedimentære bergarter - sandsteiner og leirskifre med kull-lag på Andøya.

Et karakteristisk trekk i det geologiske bildet er at de kaledonske bergarter gjennom store jordskorpebevegelser i forbindelse med fjellkjededannelsen, ble skjøvet mot øst over prekambriske bergarter (det prekambriske grunnfjellet). Overskyvningen skjedde på flere kilometers dyp i jordskorpen i form av skyvning av flere separate skyveflak (skyvedekker). Senere erosjon av de kaledonske skyvedekkene har i en rekke områder avdekket det prekambriske grunnfjellet i såkalte "grunnfjellsvinduer" (se Fig. 5.1).

Alle prekambriske og kaledonske sedimentære og vulkanske bergarter, og en stor del av de intrusive, er metamorfe, dvs. at de under påvirkning av høyt trykk og høy temperatur i jordskorpen har gjennomgått forandringer i sin mineralsammensetning (metamorfe bergarter).

Geologiske kart

NGU har som mål å kartlegge landet geologisk og utgi kart i målestokk 1:250 000 og 1:50 000. Dekningsgraden på landsbasis er dårlig, og Nordland har omtrent samme dekningsgrad som resten av landet (mindre enn 5 %). Nordland har imidlertid en bedre dekningsgrad enn resten av landet i M 1:100 000, som er en målestokk som tidligere ble brukt.

Figurene 5.2, 5.3 og 5.4 viser hvilke geologiske kart som finnes for Nordland fylke i målestokkene 1:250 000, 1:100 000 og 1:50 000. De kart som er angitt som foreløpige kan kjøpes på NGU som svart-hvitt lyskopi. For de andre kartbladene finnes data i NGUs kartarkiv og i publikasjoner og rapporter som har detaljerte geologiske kart over mindre områder.

5.1.2 Geofysisk materiale

På landsbasis finnes det gravimetrisk (tyngde) kart over Nordland. De er utgitt av Norges Geografiske Oppmåling (NGO) og er basert på nokså spredte observasjoner.

NGU har også utført en rekke nye gravimetrisk målinger og ajourfører en landsdekkende database for gravimetri basert på NGOs målinger, egne data, samt data fra oljeselskaper og andre institusjoner. Kart kan fås på bestilling fra NGU.

NGU har målt hele landet magnetisk fra fly. Målingene er utført med 1 km profilavstand (linjeavstand). Det kan fås kart over total magnetfelt i skalaene 1:1 mill., 1:250 000 og 1:50 000.

I tillegg til disse målingene av regional karakter er det målt en hel del områder på bakken i forbindelse med malmløting. Dette utgjør ganske små arealer. Det er videre gjort målinger fra helikopter i forbindelse med leting etter mineralressurser (prospektering) (profilavstand 200/250 m med 60 m høyde over bakken). De parametre som måles fra helikopter er magnetisme, radioaktiv stråling og elektromagnetisme (elektrisk ledningsevne). En oversikt over de områdene som er dekket med slike målinger er gitt i Fig. 5.5.

5.1.3 Geokjemisk materiale

Hele Nordland er i likhet med resten av landet dekket med en spredt prøvetaking av flomsedimenter i større elver. Resultatene fra denne prøvetakingen vil bli publisert i nær framtid. I tillegg har Nordland (og Troms) fylke finansiert en mere detaljert geokjemisk undersøkelse utført av NGU med prøvetaking av bekkersediment og morene. Prøvetetthet er 1 prøve per 30 km². Resultatene fra denne undersøkelsen er ikke ferdig bearbeidet og rapportert, og blir ikke tatt med som grunnlag for denne utredningen.

I tillegg til dette er det tidligere tatt en rekke bekkersedimentprøver over store områder i tett nett (vanligvis 200 m mellom prøvepunkter langs bekk). De områder som er dekket med slik prøvetaking er vist på Fig. 5.6.

5.2 Vurdering av potensielle metalliske råstoffer og områder

Det som karakteriserer berggrunnen i Nordland er den store spennvidde i bergartenes dannelsesalder (2700 - 100 mill. år), sammensetning og dannelsesprosesser. Et slikt geologisk miljø favoriserer opptreden av et stort spekter av forskjellige metalliske mineraler og typer av forekomster. Det er derfor ikke underlig at de fleste metaller og grunnstoffer finnes anrikt i forskjellige bergartsenheter innenfor fylket. Noen av disse anrikninger har hatt et høyt nok metall-innhold og -volum til å kunne danne grunnlag for gruvedrift. Jern, kobber, sink, bly, molybden og sølv produseres eller har vært produsert fra gruver i fylket mens drift på jern-titan, krom, nikkel og gull har vært forsøkt. Forekomster av vanadium, wolfram, uran, beryllium, yttrium og sjeldne jordarter har dessuten blitt funnet i løpet av de siste 15 års malmleting. En del av de overnevnte forekomster fører også høye men hittil uøkonomiske konsentrasjoner av andre metaller og semi-metaller bl.a. platina-gruppemetaller, tinn, zirkonium, niob og scandium. I landsmålestokk synes derfor Nordland og ha det største spekter av metaller og forekomster og det beste potensiale for at noen av disse kan føre et metallinnhold og malmvolum som er økonomisk drivverdig.

I landssammenheng er berggrunnsgeologien i fylket godt kjent. Men siden berggrunnen er godt blottet medfører dette at det er urealistisk å tro at "det er mulig å finne nye kjempestore malmer" i dagoverflaten av de lett synlige jern-, kobber-, sink-, sink-bly-, nikkel- og krom-malmer. (En mer detaljert vurdering av disse metaller vil bli gitt nedenfor).

En videre vurdering av hvilke metalliske råstoffer det er mulig å finne økonomiske forekomster av må nødvendigvis ta utgangspunkt i kjennskapen til de enkelte malmforekomster i fylket og fylkets berggrunnsgeologi. De spørsmål vi må stille oss er følgende: 1) Finnes det kjente forekomst-typer som under de rette forhold kan bli store og rike nok for økonomisk drift både under rådende og fremtidige metallpriser. 2) Finnes det bergarts-assosiasjoner eller tegn til geologiske prosesser som andre steder i verden er knyttet til økonomiske forekomster, hvis type er ukjent i Norge. 3) Finnes det metaller eller mineraler i de kjente forekomster som hittil ikke har vært utnyttet slik at uøkonomiske eller marginale forekomster kan drives med overskudd.

Vurderingen av de forskjellige ressursene gjøres her i samme rekkefølge som i Vedlegg II, som beskriver forekomstene og provinsene. Provinsene for forskjellige metaller og metallkombinasjoner er vist i Fig. 5.7.

5.2.1 Jern (Fe)

Jernmalmene som Rana Gruber driver på i Dunderlandsdalen er de største i kaledonidene. Jernforekomstene i Nordland er godt undersøkt og med den geo-informasjon en idag sitter inne med er det lite sannsynlig at det finnes forekomster med nødvendig rikhet og tonnasje som kan gi regningssvarende drift. Forekomstene innenfor de kaledonske dekkene har heller ikke spor-metaller som kan gi ekstra inntekt ut over jernverdien. Med dette som utgangspunkt og utsiktene på det globale marked bør en ikke satse midler på prospektering etter kaledonske jernforekomster.

I Nordland finnes også prekambriske jernforekomster som stort sett er mindre og rikere enn de kaledonske. Disse vil heller ikke være økonomiske ut fra sitt jerninnhold.

Rike, men relativt små jernmalforekomster, som ligger i sjøkanten kan være aktuelle å ta ut for anvendelse som ballast (oljeindustri) og for bruk som "heavy media". Det er lite aktuelt å lete etter slike forekomster. De eksisterer og bør kunne utnyttes om det dukker opp et marked for dette. Det som kan gjøres er å se på jernmalmene med hensyn til de nye anvendelses-områdene og klassifisere de ut fra de nye kvalitetskrav.

5.2.2 Jern - titan - vanadium (Fe - Ti - V)

Av metallene jern, titan og vanadium er titan og vanadium de mest attraktive; særlig titan har gunstige markedsutsikter. Selvåg-malmen i Vesterålen inneholder 25 % Fe, 2.5 % Ti og 0.15 % V. De aktuelle mineralprodukter vil ved en eventuell drift være magnetitt med 0.4 % V som hoved-produkt og ilmenitt som biprodukt. Vanadiumgehalten ble av Elkem i 1981 vurdert å være for lav til at forekomsten kunne utnyttes med lønnsomhet. Det er ingen grunn til å forvente at denne vurderingen ville ha vært annerledes i dag. Forekomsten må ansees som en betydelig ressurs som kan få betydning i framtiden avhengig av prisnivået på vanadium, jern og titan.

Forøvrig er det viktig å få vurdert om Fe-Ti forekomster i Lofoten-Vesterålen-regionen har geologiske/mineralogiske fortrinn med henblikk på alternative anvendelser som varmemaganisering, kull-separasjon (heavy media) m.m. I så fall kan de utgjøre et betydelig økonomisk potensiale. En kvalitetsvurdering av noen utvalgte forekomster inkludert Selvåg, med henblikk på alternative anvendelser, kombinert med en markedsanalyse, anbefales derfor utført.

5.2.3 Krom (Cr) - nikkel (Ni) og platinagruppens metaller (PGM)

Både krom og platinagruppens metaller er strategisk viktige, med Syd-Afrika og Sovjetunionen som de dominerende produsentland. Cr og PGM er prioriterte grunnstoffer ut fra politisk-strategisk, såvel som fra en økonomisk-geologisk synsvinkel.

De kjente krom-forekomstene på Helgelandskysten har ikke over økonomisk interessant tonnasje (minst 0.5 mill. tonn) gjennomsnittsgehalter av økonomisk interesse (minst 15 % kromitt). Muligheten for at økonomisk interessante forekomster eksisterer er trolig liten fordi de aktuelle vertsbergartene utgjør relativt små volum. Et unntak er Velfjord-området som inneholder store mengder ultramafiske bergarter, dog uten at det er kjent betydelige kromittforekomster.

Bruvannsfeltet i Rånaintrusjonen i Ballangen kommune er en økonomisk interessant nikkel-forekomst. Den er den største reserven i Norge og selv i internasjonal sammenheng er den en betydelig nikkelressurs. For tiden er

det drift på olivin i området (LKAB). Selskapet Leonhard Nilsen & Sønner har planer om å sette igang drift på kombinert nikkel og olivin, med pukk som biprodukt. Hvis denne driften kommer igang vil dette være et godt eksempel på at flere komponenter i en forekomst kan utnyttes. Fylket bør følge nøye med hva som skjer i prosessen mot en fullverdig utnyttelse av forekomsten.

Det er gjort rekognoserende undersøkelser av nikkel-mineraliseringer i tilknytning til ultramafiske kropper på Helgelandskysten uten at det er påvist gehalter og malmtonnasjer som er av økonomisk interesse. Gunstige vertsbergarter for nikkelmalm er i første rekke mafiske og ultramafiske intrusiver som er sjeldne i større massiver i Nordland utenom Råna-intrusjonen. Derfor ansees mulighetene for funn av nye og samtidig betydelige Ni-forekomster som små.

NGUs undersøkelser av platina-metaller i Nordland, såvel som i landet forøvrig, er i en innledende fase, og relativt lite er fra tidligere kjent om deres opptreden. En fullgod vurdering av potensialet er derfor vanskelig å gi på nåværende tidspunkt.

Det er kjent at PGM er anriktet i Selsøyvik Cr-forekomst i Rødøy til økonomisk gehalt (større enn ca. 3 gram/tonn PGM). Det er idag ikke kjent hvorvidt PGM er knyttet utelukkende til kromitt-forekomster eller hvorvidt PGM finnes i Ni-sulfid-mineraliseringene i de samme ultramafiske kroppene. Dette bør en søke svar på. Om PGM finnes knyttet til kromitt-impregnasjoner og/eller sulfidimpregnasjoner vil dette ha betydelig økonomisk interesse. Visse arbeider er igang på dette felt og i løpet av 1988 vil arbeidene med Selsøyvik-forekomsten være kommet såpass langt at en kan utdype problematikken mere presist.

Alle kjente Ni-forekomster i Nordland bør analyseres på PGM. Dette er NGU i ferd med å få gjort for forekomstene i Skjerstad kommune. For å få et fullstendig bilde gjenstår innsamling og analyse av prøver bl.a. fra Efjord-Tysfjord-området.

5.2.4 Kobber (Cu) - sink (Zn) - bly (Pb)

Situasjonen for våre kisgruver er idag ikke særlig lys. Felles for samtlige er at de med prisene som har vært i de siste årene har et for lavt innhold av legeringsmetaller for å kunne drives lønnsomt. Dette er typisk for alle de norske forekomstene, spesielt i kaledonidene. Kisforekomster av denne typen med kun legeringsmetallene Cu+Zn+Pb som mulige produkter bør en ikke satse på prospektering etter.

Skal en kunne drive en kisforekomst med de vanlige legeringsmetallene må en opp i et kombinert metallinnhold på 5-10 %. Dette kjenner vi ikke til i noen forekomster med en tonnasje av betydning. En bør være oppmerksom på at om en kommer opp på 5-10 % kombinert metallinnhold vil det ikke være nødvendig med en stor forekomst, kanskje vil 1 mill. tonn være en stor nok reserve. Slike malmkropper kan ikke utelukkes, men er ikke særlig sannsynlig med det kjennskap vi har til forekomstene i fylket.

Kisforekomstene har vanligvis en anrikning av edelmetaller. De norske kisforekomstene har på tross av en lang gruvehistorie ikke vært systematisk undersøkt på edelmetaller. Arbeider foregår for tiden med innsamling av data på dette felt. Vi kan ikke se bort fra at kisforekomster i Nordland fylke kan være såpass anriket i edelmetaller at det kan bidra vesentlig til en forekomsts økonomi. Dette er mer sannsynlig enn at det opptrer en forekomst med nødvendig tonnasje med 5-10 % kombinert metallinnhold. Med et betydelig bidrag fra gull og sølv trenger en lavere innhold av legeringsmetallene for å ha en økonomisk drivverdig forekomst.

De høyeste innhold av gull i kismineraliseringer er funnet i Tiltvik-Storjord-området i Tysfjord. I provinsen Tysfjord-Vesterålen vil det være ekstra interessant å undersøke kisforekomstene på edelmetaller selv om disse har små reservepotensialer.

Et passende startpunkt for en undersøkelse av denne mulighet må være en systematisk prøvetaking og analyse av forekomster med mulighet for en viss tonnasje.

Innenfor Grenvillprovinsen i den østlige del av Canada forekommer en rekke stratabundete Zn-Pb forekomster (kismalmer). Forekomstene opptrer i bergarter som både i alder og sammensetning tilsvarende karbonat-skifer-sekvensene

i Nordland. Noen av disse forekomster er så rike på edelmetaller (Au-Ag) at de må betegnes som rene gull- eller edelmetall-forekomster. Denne type av forekomster, Montauban-typen, kjennetegnes ved at edelmetallene er knyttet til fattige mineraliseringer av Zn og Pb (0.5 - 5 % Zn + Pb) som opptrer innenfor bergartskomplekser dominert av skifre og gneiser. Lignende Zn-Pb mineraliseringer finnes en rekke steder i Nordland (Sør-Heigeland, Rana, Beiarn, Håfjellsmulden, osv.), men få av disse har blitt systematisk undersøkt med hensyn på edelmetaller. Derfor anbefales det at slike undersøkelser blir utført og at videre arbeid med å påvise økonomiske kismalmer fokuseres på deres edelmetall-innhold.

5.2.5 Gull (Au) - sølv (Ag)

Orogene belter som den kaledonske fjellkjede er kjent for å inneholde økonomiske forekomster av gull, sølv og wolfram. Selv om ingen drivverige forekomster er funnet i løpet av de siste 20 års malmløting har en rekke nye mineraliseringer av gull, wolfram og molybden blitt funnet. Disse nye funn i tillegg til de allerede kjente forekomster tilsier at Nordlands berggrunn er anrikt på disse metaller og at det derfor skulle være gode muligheter for å påvise drivverdige forekomster, spesielt av gull og wolfram.

De hydrotermale forekomster er dannet ved at metaller som er oppløst i varmt vann (hydrotermal) felles ut når vannet sirkulerer langs sprekker og små hulrom (porerom) i bergartene. Derfor kjennetegnes forekomstene ved at de opptrer langs sprekkesoner (forkastninger, skyvesoner eller skjærsoner) i berggrunnen (Au-gangforekomster) eller innenfor spesielt porøse bergarter (W-skarn og Au-fortrengnings-forekomster).

Gang-forekomster av gull er den type som har størst kjent utbredelse innenfor den kaledonske fjellkjede og det vil derfor være naturlig å lete etter slike. Selv om denne forekomst-type sjelden fører tonnasje på mer enn 1-2 mill. tonn, dvs. 5-10 års drift, kan den økonomiske profitt bli stor. Etter dagens pris (100 kr pr. gram gull) vil en forekomst med malmreserver på 1 mill. tonn og 10 gram gull pr. tonn råmalm ha en total malmverdi på 1 milliard kroner. I følge metall-prognosene fram til år 2000 vil gullprisen stabilisere seg rundt dagens nivå siden konsumet (teknisk bruk, smykker og investerings-objekt) sannsynligvis vil overstige produksjonen fra kjente og fremtidige forekomster.

Gangforekomstene har ingen ytre kjennetegn som kan brukes i regional malmleting. De opptrer hverken i spesielle vertsbergarter eller langs spesielle lineamenter (sprekke-soner) som kan skilles ut på fly- eller satelitt-bilder. De kjente gullforekomster forekommer spredt over hele fylket og opptrer dessuten både i grunnfjellet og på forskjellige nivå i de overliggende kaledonske skyvedekker. Derfor er det vanskelig å peke ut mindre områder hvor sjansene for å finne økonomiske forekomster er bedre enn andre steder. Det mest fornuftige vil være å følge opp de gullanomalier som eventuelt fremkommer ved analyser av de allerede innsamlete geokjemiprøver fra fylket.

Fortregningsforekomster av gull innehar, globalt sett, ofte større malmtonnasjer enn gangforekomstene. Det eneste eksempel på denne forekomsttype i Nordland er Gautelisfjell i Rombaken hvor mikroskopisk gull er impregnert i en kalksteinssekvens med mye organisk karbon. Denne mineralisering fører lokalt høyt innhold av gull, men er funnet å være uøkonomisk. Selv om slike forekomster ofte kan dannes i sidesteinen til gangforekomstene så er utsiktene til å finne fortregningsmalmer andre steder små. Dette skyldes vesentlig det forhold at malmdannelsen har skjedd under så høyt trykk og så høy temperatur at vertsbergartene har vært sterkt sammenpresset og dermed nesten ugjennomtrengelig for de vandige løsninger.

Sølv-forekomster bør ikke prioriteres ved malmleting i fylket. De kjente gangforekomster er for små, og uregelmessig mineralisert til at de kan tenkes å ha økonomisk verdi. Dessuten er de sølv-anrikete sulfider vanskelig å skille fra andre sulfider under oppredning av malmen. Dette vil medføre en dårlig gjenvinning av sølvet under eventuell drift og vanskeliggjør fremstillingen av høyverdige konsentrat for salg. Dessuten er prisen på sølv for lav til at disse forekomster med små tonnasje og relativt lavt sølv-innhold i råmalmen kan tenkes å være drivverdige. Den beste muligheten for ekstraksjon av sølv er som biprodukt fra kis- og gull-malmer.

5.2.6 Molybden (Mo)

Molybden-forekomstene i fylket omfatter stort sett pegmatittlinser og ganger. Linsene er for små og fører for lavt molybdeninnhold ($< 0.25\%$ MoS_2) til at de kan tenkes å danne grunnlag for økonomisk drift. Utvikling

av biprodukter som kvarts og feltspat fra pegmatittene er sannsynligvis heller ikke mulig da mineralene i for stor grad er sammenvokst med sulfider og karbonater.

Prisen på molybden er for tiden lav. Prognosene for konsum og prisutvikling frem til år 2000 er dårlig. Redusert brukt av molybden i forhold til den generelle vekst i industrien er forventet. Berggrunnen i fylket gir ingen indikasjoner på at andre mer høyverdige typer av molybdenmalmer kan opptre. Derfor er det realistisk å anta at fylket ikke har noe økonomisk potensiale m.h.p. rene molybden-malmer. Det største potensialet i fylket ligger i Bjøllåvatn-mineraliseringen som ikke er fullstendig undersøkt.

5.2.7 Wolfram (W)

Skarn W-forekomster er den eneste typen av de kjente W-mineraliseringer som kan tenkes å ha et økonomisk potensiale. Fylkets berggrunnsgeologi og sammenligning med andre wolfram-forekomster i verden understøtter denne påstand. Selv om prisen på wolfram for tiden er lav gir prognoser frem til år 2000 visse håp om økt konsum og noe stigende priser.

De høye produksjonskostnader i Norge vil kreve at den malm det letes etter må ha et høyt innhold av wolfram (minimum 1 % WO_3). Slike gehalter er tilstede i Målviken forekomst i Brønnøy kommune, men påvisbare mektigheter og tonnasje er for små for økonomisk drift.

Tidligere års leting etter wolfram-forekomster har vist at det finnes utallige små og økonomisk uinteressante mineraliseringer innenfor de fleste bergartsenheter i fylket. Siden disse mineraliseringer forårsaker like høye wolfram-anomalier i geokjemiske prøver som økonomiske forekomster vil antall anomalipunkter bli meget høyt ved regionale geokjemiske undersøkelser. Dette medfører også at videre oppfølging og definering av eventuelle økonomiske forekomster vil være meget ressurskrevende.

En alternativ metode for prioritering av oppfølgingsområder er å bruke den geologiske kunnskap om de faktorer som kontrollerer dannelsen og opptreden av wolfram-forekomster i den kaledonske fjellkjede. Denne kunnskap er foreløpig ikke god nok til at den kan anvendes i regional malmløting. Derfor anbefales det at videre undersøkelser av allerede kjente forekomster (bl.a. Målviken) prioriteres.

Undersøkelser og leting etter wolframforekomster kan også prioriteres ut fra råstoffets bruk i stålverksindustrien og de mulige videreforedlingspotensialer som ligger i bruken av gass fra Glomfjord fabrikker eller fra sokkelen bl.a. fremstilling av metallisk wolfram ved direkte reduksjon med hydrogengass.

5.2.8 Høyteknologi - og andre metaller

Jern- og legeringsmetallene følger konjunkturutviklingen globalt. Etter hvert som industrilandenes teknologi utvikler seg er det en generell tendens at de trenger mindre volum av de vanlige metallene. Derimot trengs metaller med spesialiserte egenskaper, gjerne i langt mindre mengder. Typisk for disse "høyteknologi"-metallene er at markedet er lite og at behovet kan veksle mye. Om et nytt viktig anvendelsesområde for et av metallene oppdages øker prisen sterkt til markedet igjen kommer i balanse. Bunnen kan også totalt falle ut av markedet for enkelte av metallene.

I denne gruppen for spesielle metaller behandles uran (energimetall), beryllium, niob, sjeldne jordarter, tinn (legeringsmetall), zirkonium, yttrium, sjeldne jordartsmetaller og andre. Spesielt for disse, sammenlignet med de tradisjonelle metallene, er for det første at en ikke kan forvente etablering av store gruve-anlegg med flere hundre arbeidsplasser. Masseuttakene vil være små. Verdiskapningen vil derimot i størst grad ligge på bearbeidingsiden, fra mineralkonsentrat fram til metall. Dette vil kreve økt innsats på prosess- og markedssiden med den ekspertise vi har i dag.

Det er i Nordland kjent urananrikninger i større bergartsmassiver (Høgtuva) og også små rike mineraliseringer (Harelifjell, Sørfold). Ingen av disse er potensielle økonomiske forekomster. Det er ikke gjort noen intensiv prospektering etter uran i Nordland og prioritering av dette metallet bør ikke gjøres med den energisituasjon og energipolitikk en har idag.

Beryllium er et typisk høyteknologimetall, hvor markedsprognosene er gode. Det finnes ingen påviste reserver i Europa av dette metallet. Den vestlige verden får hele sin forsyning fra USA.

Beryllium er det letteste av leddmetallene. Det veier bare 1/3 av aluminium, har gode egenskaper mot korrosjon og har høyere styrke enn

stål. Metallet har spesielt gode egenskaper ved hurtige temperatur-svingninger og har god elektrisk ledningsevne. En negativ egenskap er at det under framstilling av beryllium dannes produkter som er giftige.

Av den totale verdensproduksjon av beryllium brukes omtrent 17 % som rent metall, 75 % i legering vanligst med kobber og 8 % som beryllium-oksyd. Beryllium-metall brukes i kjernekraftindustrien og romfart, hvorav bruken innen kjernekraft vil avta og innen romfart øke. Legeringer med beryllium og oksydene har mange anvendelsesområder innenfor elektronikk. Ekspertene forutser en økning i forbruk av metallet som er betydelig større enn den gjennomsnittlige vekst i metallforbruk.

I Høgtuva-vinduet er det gode muligheter for å utvikle en ressurs som forhåpentligvis kan gi grunnlag for drift. Erfaringene fra de siste fem års undersøkelser i Rana og oppdagelse av stadig nye Be-forekomster synes å vise at hele nordlige Nordland er en provins som er anrikt på beryllium. Forekomstene synes å være konsentrert til grunnfjellet og de umiddelbart overliggende enheter av kaledonske bergarter. Beryllium er et grunnstoff med et framtidig øket forbruk og nordlige Nordland er en geologisk provins med potensialer for ytterligere funn.

Tinn er et legeringsmetall og er kjent anrikt i mineraliseringer og bergarter i to områder i Norge; Telemark og Nordland. Økonomiske tinnforekomster globalt sett er ikke kjent å opptre i geologiske miljø tilsvarende de som finnes i Nordland. Siden små mengder tinn-mineraler finnes i en rekke forekomst-typer i Nordland kan det ikke utelukkes at tinn-konsentrater kan fremstilles som biprodukt ved eventuell drift. Leting etter tinn anbefales ikke, men tinn bør vurderes som biprodukt fra eventuelle tinneførende forekomster.

En del mineraliseringer av sjeldne jordartsmetaller og andre metaller er også anrikt på zirkonium, som følgelig er et aktuelt biprodukt. Metallet bør en være oppmerksom på kan utnyttes i slike forekomster som biprodukt, uten at prospektering etter zirkonium bør iverksettes. Det samme gjelder for metallet niob (Nb) og tantal (Ta).

I grunnfjellet i Nordland er det flere områder hvor grunnfjellsgneisen er anrikt på yttrium og sjeldne jordartsmetaller. Det gjelder regionen fra Rana til Rombaken, som har et potensiale med hensyn på disse grunnstoffene.

Vi kjenner til høye gehalter i Høgtuva-vinduet i Rana og Storjord i Tysfjord (spesielt Y). Spesielt disse to områdene er interessante og bør prioriteres ved en leting etter yttrium og REE-forekomster.

Det er viktig å opprette kontakt med en bedrift som er interessert i å utnytte en ressurs av REE-metallene helt fram til produksjon av rene metaller (MEGON). Utnyttelse av en REE-forekomst vil være teknisk komplisert helt fra mineralseparasjon til framstilling av salgbare metallprodukter. Erfaringsmessig varierer prisene på de enkelte REE-metallene svært mye. En bedrift som baserer seg på framstilling av flere av metallene har et bedre økonomisk fundament enn ensidig satsing på ett av dem. Markedsundersøkelse på dette felt er svært viktig.

Andre metaller er f.eks. scandium, gallium og germanium. Felles for disse er at de må foreligge i mineraler som kan la seg oppkonsentrere før de kan utnyttes. Scandium opptrer for eksempel i mafiske bergarter i mengder på 20-40 g/tonn og finnes jevnt fordelt i de mineraler som bergarten består av. Selv om scandium har "gull-pris" kan ikke metallet utnyttes fra en slik bergart. En mangler fullstendig analysedata for en del sjeldne metaller som gallium og germanium. Derfor er det vanskelig å vurdere potensialet. Med den varierte geologi en har i Nordland fylke bør en ikke se bort fra mulighetene for ressurser av disse grunnstoffene. Et naturlig angrepspunkt er å analysere utvalgte forekomster og bergarter på Sc, Ga, Ge m.fl. som ut fra geologiske kriterier kan forventes anriket.

5.2.9 Konklusjon

Fylkets potensialer m.h.p. økonomisk utnyttelse av metalliske ressurser vil først og fremst være knyttet til forekomster av edelmetaller (Au-Ag) og av høyteknologi-metaller (Be-REE). Foruten at de geologiske forhold ligger til rette for opptreden av slike forekomster vil disse metaller kunne bære produksjonskostnadene ved bryting (både nå og i fremtiden) samtidig med at de kan skape nødvendige industrielle ringvirkninger ved videreforedling (Be-REE). Ved eventuelle funn av slike forekomster bør disse også undersøkes for andre metaller slik som Ag, W, Sn og Mo (Au-forekomster) og Nb, Zr, Sn, Mo, U og Th (Be-REE-forekomster) da disse kan representere verdifulle biprodukt ved en eventuell drift.

Forekomster av wolfram og platina-gruppens metaller er det også muligheter for å finne, men kjennskapen til disse metallers forekomstmåter i Nordland er relativt lite kjent. Derfor bør omfattende prospektering etter disse metaller ikke gjennomføres før kunnskapen om deres dannelse og lokalisering-kontroll er kommet opp på et høyere nivå. Videre forskning innenfor disse metallgrupper bør støttes. Leting etter Fe-Ti-V-forekomster bør også utstå inntil alternative bruksområder for malmene er utredet.

Fylket synes å ha små potensialer m.h.p. opptreden av forekomster som utelukkende kan brytes for deres innhold av metallene Fe, Cu, Zn, Pb, Cr, Ni, Ag, Mo, Sn, Zr og Nb, samt kombinasjoner av disse. Derfor anbefales ikke leting etter slike forekomster uten at det er muligheter for alternative utnyttelsesmåter eller biprodukter som kan øke verdien av råmalmen.

Hvilke geologiske provinser som bør prioriteres ved en eventuell malm-letingsaksjon er relativt lett å avgjøre når det gjelder høyteknologi-metallene (Be-REE). De fleste grunnfjellsområdene (spesielt Rana og Tysfjord) og tilgrensende områder av kaledonidene synes anrikt på disse metaller. Derfor bør videre undersøkelser konsentreres i disse områder. Gull-mineraliseringer finnes spredt over hele fylket, så derfor må en prioritering av leteområder ta utgangspunkt i de mest interessante forekomsttyper som er kjent idag, eller områder hvor det også er muligheter for å finne gull alene eller sammen med andre metalliske råstoffer.

Oppfølging av Au-mineraliseringer tilknyttet karbon-rike karbonat-sekvenser i Skjomen (Gauteslifjelltypen) bør intensiveres da slike impregnasjonsmalmer kan ha store tonnasje og dermed gi lang levetid for en gruve.

Langs kontakten av de prekambriske bergartene i Nasafjellområdet er det gode muligheter for funn av Au-forekomster med høyt innhold av Ag og Mo. I tillegg kan det opptre forekomster av Be og/eller REE innenfor grunnfjellens bergarter. En totalprospektering av grunnfjellet og de umiddelbart tilgrensede kaledonske enheter anbefales derfor

En systematisk prøvetaking av fylkets kismalmer, spesielt Zn-Pb forekomstene anbefales også ut fra opptreden av økonomiske Au-Ag malmer i lignende geologiske miljø i Canada.

5.3. Vurdering av potensielle industrimineralråstoffer

Ved en vurdering av ekspansjonsmulighetene for industrimineral-basert virksomhet i Nordland er det hensiktsmessig å skille mellom allerede kjente industrimineralforekomster og nye forekomsttyper.

Med kjente forekomster mener en i denne sammenheng forekomster av mineraltyper som enten allerede er i drift eller har vært i drift eller mineralforekomster som er "nye", men allerede godt undersøkt.

Med "nye" forekomsttyper mener en i denne sammenheng industrimineraler som en hittil ikke bevisst har prospektert på, men ut fra den nåværende kjennskap til berggrunnsgeologien i Nordland regner med at de med stor sannsynlighet kan finnes i fylket.

Fig. 5.8. gir en oversikt over industrimineralforekomster av den første typen, dette vil si mineralforekomster og forekomster av bygningsstein som allerede er godt eller relativt godt undersøkt. En god del av disse er allerede i drift eller prøvedrift og av disse vil en i det følgende kun omtale de som har et potensiale for ekspansjon eller utvidelse av produktspektret.

Tabell 5.1. gir en kortfattet oversikt over hovedsammensetning og hovedanvendelsesområder for de bergarter/mineraliseringer som vil bli omtalt i det følgende.

5.3.1. Grafitt

Grafittmineraliseringer finnes flere steder i Nordland, av disse bør spesielt nevnes Jennestad i Sortland og Rendalsvik i Meløy. Ved begge forekomster er det for tiden omfattende undersøkelser igang. Grafittfeltet ved Jennestad er tidligere godt undersøkt, men nye elektromagnetiske helikoptermålinger gir sterke indikasjoner på at grafittmineraliseringen mot SV er mer omfattende enn tidligere antatt. Det er mye som tyder på at grafittmalmen fra Jennestad kan bli prosessert til høyverdige grafitt-

Tabell 5.1.

Bergart/mineral	Hovedsammensetning	Hovedanvendelsesområder
Dolomitt	kalsium-magnesiumkarbonat $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$	<ul style="list-style-type: none"> - råstoff for fremstilling magnesium-metall og magnesium-oksyd - tilsetningsmiddel i metallurgiske prosesser - ildfaste (høytemperatur) materialer - jordforbedringsmiddel - fyllstoff i maling og plast - tilsetningsmiddel i glassproduksjon - kunstfiberfremstilling
Kalium-feltspat K-feltspatrike bergarter	kalium-aluminium silikat med høyt kaliuminnhold $(\text{K}, \text{Na})\text{AlSi}_3\text{O}_8$	<ul style="list-style-type: none"> - glassindustri - keramisk industri - sanitær- og teknisk porselen - fyllstoff
Glimmer	vannholdige aluminium-silikater med godt utviklet sjiktgitter- struktur	<ul style="list-style-type: none"> - fyllstoff i maling, plast, papir, tapeter, osv. - sveise-elektroder - sementfyllstoff, coating i takbelegg - antikleistoff, smøremiddel - tilsetning i boreslam
Grafitt	elementært karbon C	<ul style="list-style-type: none"> - støperiformål - smeltedigler - ildfaste materialer - batterier, elektroder, blyanter, osv. - smøremidler
Kalkstein	kalsium-karbonat CaCO_3	<ul style="list-style-type: none"> - sementfremstilling - tilsetningsmidler i metallurgiske prosesser - jordforbedringsmiddel - fyllstoff i bl.a. maling, plast, papir - kjemisk industri - kunstfiberproduksjon
kvartsitt	høye SiO_2 innhold, lavt innhold av Al_2O_3 , FeO_3 , P_2O_5 , TiO_2 og alkalier	<ul style="list-style-type: none"> - fremstilling av ferro-silisium - abrasive formål
Kvarts	meget høyt innhold av SiO_2 . Meget lavt innhold av Al_2O_3 , P_2O_5 og TiO_2 og alkalier	<ul style="list-style-type: none"> - fremstilling av silisiummetall - ildfaste (høytemperatur) materialer

Bergart/mineral	Hovedsammensetning	Hovedanvendelsesområder
Kvartssand	meget høyt silisiuminnhold og spesielle krav til innhold av aluminium, jern, fosfor, titan, alkalier, osv., SiO ₂	<ul style="list-style-type: none"> - spesialglass - fremstilling av silisium-karbid - glassindustri - støperisand - glassfiber
Magnesitt	magnesiumkarbonat MgCO ₃	<ul style="list-style-type: none"> - råstoff for fremstilling av magnesium-metall og magnesium-oksyd - ildfaste (høytemperatur) materialer - fyllstoff - anvendelser i kjemisk industri
Nefelinsyenitt	kvartsfri bergart med nefelin (Al ₂ SiO ₅) og feltspat og små mengder mørke mineraler	<ul style="list-style-type: none"> - glassfremstilling - keramiske formål - glassfiber - fyllstoff i måling, gummi og plast - fremstilling av aluminium-oksyd
Olivin	magnesium silikat med høyt magnesiuminnhold (Mg, Fe) ₂ SiO ₄	<ul style="list-style-type: none"> - tilsetningsmiddel i metallurgiske prosesser - ildfaste (høytemperatur) materialer - varmeabsorpsjonsmaterialer - støperisand og blåsesand - smykkestein
Granat	silikatmineraler med forskjellig kjemisk sammensetning	<ul style="list-style-type: none"> - abrassive formål - smykkestein
Sillimanittmineraler	aluminium silikat med høytinnhold av aluminium. Mineralene har samme kjemi med forskjellig krystallstruktur Al ₂ SiO ₅	<ul style="list-style-type: none"> - ildfaste materialer - sveiseelektroder - teknisk porselen - keramiske fliser
Talk	meget bløtt magnesium silikat Mg ₃ SiO ₁₀ (OH) ₂	<ul style="list-style-type: none"> - fyllstoff i maling, plast, papir, osv. - keramiske produkter - antiklebemiddel - smøremiddel, pudder, osv.
Wollastonitt	kalsium silikat CaSiO ₃	<ul style="list-style-type: none"> - keramiske anvendelser - fyllstoff i plast og maling - sveise elektroder - teknisk porselen

Bergart/mineral	Hovedsammensetning	Hovedanvendelsesområder
Brucitt	magnesiumhydroksyd $Mg(OH)_2$ meget høyt magnesium innhold	- råstoff for fremstilling av magnesium-metall og magnesium oksyd
Barytt	barium sulfat $BaSO_4$ høy egenvekt	- tilsetning som vektmateriale i boreslam - fyllstoff i maling, gummi og plast - kjemikali industrien - tilsetning i glass- og keramikk fremstillingen
Flusspat	kalsiumfluorid CaF_2	- flussmiddel i metallurgiske anvendelser - drivgass i spraybokser (fluorgass) - fremstilling av fluorforbindelser til mange tekniske og kjemiske anvendelser
Zirkon	zirkon silikat $ZrSiO_4$	- ildfaste (høytemperatur) materialer - spesielle keramiske anvendelser - legeringsmetall - kjemisk industri
Sjeldne jordarter	fellesbetegnelse på 15 metalliske grunnstoffer som likeartede egen-skaper. Omfatter grunnstoffene Cerium (Ce), Lantan (La), Praseodym (Pr), Neodym (Nd), Prometium (Pm), Samarium (Sm), Europium (Eu), Torbium (Tb), Holmium (Ho), Erbium (Er), Thulium (Tm), Ytterbium (Yb), Lutetium (Lu)	- katalysatorer i prosessindustrien - metallurgiske tilsetninger - høy-teknologi anvendelser i elektronikk - spesielle fargestoffer - avanserte keramer - spesialmagneter
Bygningsstein	diverse bergartstyper	- skiferstein til takteking, gulv og fasader - blokkstein til fasadekledning og andre bygningsformål - Monumentstein, prydstein - knuste steinmaterialer til diverse formål, f.eks. betongtilslag, veidekker, osv.

konsentrater.

Ved Rendalsvik hvor det tidligere har vært drift på glimmer, opptrer glimmer delvis sammen med grafitt. Undersøkelsene her tar sikte på om en ved oppredning å lage salgbare glimmer- og grafittprodukter.

Grafitt har et omfattende anvendelsesområde og spesielt høyrene granittprodukter synes å kunne oppnå attraktive priser på det internasjonale markedet. Den norske elektro-metalluriske industri er en stor forbruker av grafittbaserte anoder som importeres. En vesentlig del av disse er laget av syntetisk fremstilt grafitt, men det synes interessant å få utredet hvorvidt naturlig grafitt kan gi grunnlag for en innenlandsk anodeproduksjon.

5.3.2. Kalium-feltspat

Drift på kalium-feltspat har lange tradisjoner spesielt i Tysfjord-Mamarøy-regionen. I dette området var det utallige små og store feltspatbrudd for produksjon av stykk-feltspat. Men i de siste år var det kun Haakonhalsbruddet i Hamarøy som var i drift. Reservegrunnet for stykk-feltspat i regionen ser ikke ut til å være spesielt stort. Dessuten er fremtidens markedsperspektiv for stykk-feltspat uklart, selv om en i den snere tid har fått en vesentlig prisstigning for stykk-feltspat fra Norge.

Andre kilder for kalium-feltspat produkter er de såkalte kalium-rike bergarter som blant annet er registrert ved Gåslandsvann i Bø og Tiltvik i Hamarøy. Begge forekomster er meget store og har interessante kalium-feltspatgehalter. Oppredningsforsøk på prøver fra Tiltvikforekomsten har dokumentert at en kan få feltspatkonsentrater av tilfredsstillende kvalitet for anvendelse i diverse typer porselen, keramikk og glass. Markedspotensialet for en slik type feltspat er ikke godt nok belyst, men det er produksjonskostnadene som er av avgjørende betydning. Dermed antas det at slike forekomster ikke vil ha en spesiell god fremtid i Norge med mindre en også kan nyttiggjøre seg biproduktene fra oppredningsprosessen. Opplysninger om dette foreligger imidlertid ikke.

5.3.3. Dolomitt

Dolomitt forekommer hyppig i Nordland og noen forekomster er i drift, hvorav de viktigste er Hammerfall i Sørfold, Hekkelstrand i Ballangen, Kvitblikk og Løvgavlen i Fauske. Av anvendelsesområder hvor det forventes en betydelig ekspansjon bør spesielt nevnes miljøanvendelser som kalkning av sur jord og vann, fyllstoffanvendelser spesielt innen plast- og fiberfremstilling, råstoff til fremstilling av magnesium-metall. Av andre forekomster hvor det er utført relativt omfattende undersøkelser kan nevnes bl.a. Ertenvåg i Gildeskål, Seljeli og Granåsen i Vefsn. Seljeli og Granåsen forekomstene har spesielle sintringsegenskaper og for tiden blir det vurdert hvorvidt smeltedolomitt (ildfaste anvendelser) kan være et økonomisk interessant satsingsområde. Ertenvåg dolomittforekomst har en høy hvithet og renhet og mulige økonomiske anvendelser er for tiden under utredning. Granåsen dolomittforekomster har i tillegg til en høy renhet og hvithet også en betydelig brucittmineralisering som vil bli omtalt nedenfor. Omfattende undersøkelser er på gang for å belyse det økonomiske potensiale for fremstilling av forskjellige mineralprodukter basert på dolomitt og brucitt.

5.3.4. Olivin

Det finnes flere olivinsteinforekomster i Nordland. To av disse er godt undersøkt, Arnesfjell i Ballangen og Nævernes i Brønnøy. Olivin har mange anvendelser. Ekspansjon på lengre sikt forventes spesielt innenfor anvendelser til offshore byggekonstruksjoner med krav til høy egenvekt, fremstilling av jernpellets med magnesiuminnhold, slaggdannertilsats for stålfremstilling og innenfor anvendelser som støperisand og sandblåsing hvor det etterhvert vil bli stilt krav om erstatning av helsefarlig kvartssand. For noen av disse anvendelser stiller en blant annet krav til høyt magnesiuminnhold. Kvaliteten av Arnesfjell-forekomsten er i denne sammenheng mindre tilfredsstillende. Nævernes forekomsten er kvalitetsmessig mye bedre, ligger gunstig til og har et betydelig volum. Produksjonsprisen vil være av avgjørende betydning om forekomsten kan bli konkurransedyktig med produksjonsstedene i Syd-Norge.

5.3.5. Kalkstein

Det er mange kalksteinforekomster i fylket, men det er bare et fåtall i drift. De største av disse er ved Kjøpsvik i Tysfjord og ved Vesteråli i Rana. I likhet med de aller fleste kalksteinforekomstene i Nordland er disse ikke spesielt rene og inneholder ofte silikater og andre mineraler. Dette gjør at disse kalksteiner kun har en begrenset anvendelse med en nokså lav tonnpris. De aller fleste undersøkte forekomster i Nordland har dessuten bestandig et aksessorisk innhold av grafitt som gir materialet en dårlig hvithet ved finformaling. Høy hvithet (ofte høyere enn 96 % refleksivitet) er et meget viktig parameter ved anvendelser til bl.a. papirfyllstoff.

Spesielt i indre Velfjord, Brønnøy kommune ved blant annet Enga og Hundkjerka opptrer kalksteiner som skiller seg ut ved høy kjemisk renhet og høy hvithet. Selv om de registrerte reserver ikke er spesielt store kan nedmalte produkter fra disse forekomster oppnå meget attraktive priser på fyllstoffmarkedet. En betingelse for dette er imidlertid et rasjonelt driftsopplegg i kalksteinsbruddene.

Ved Djupåsen i Ballangen er det registrert store kalksteinsforekomster som antagelig vil egne seg som utgangsmateriale for fremstilling av høyren og hvit kjemisk nedfelt kalsiumkarbonat for fyllstoffanvendelser i spesialpapir. Både prisen og markedsperspektivet for slike produkter er gunstige.

5.3.6. Kvarts og kvartsitt

Den elektrometallurgiske industrien i Norge er en storforbruker av forskjellige kvarts-, kvartsitt- og kvartssandprodukter. Mer enn 500.000 tonn importeres på årsbasis. Det finnes flere kvarts/kvartsittforekomster i Nordland, men på grunn av de strenge kvalitetskrav og delvis også det lave prisnivå for de mest vanlige kvarts/kvartsitttypene har de eksisterende brudd ved Mårnes i Gildeskål og Vatnet i Bodø problemer med å holde driften igang. Det er lite sannsynlig at drift på vanlige kvarts/kvartsitttyper har noe ekspansjonspotensiale i Nordland.

Økende etterspørsel etter kvartsbaserte høyteknologiprodukter (solcellepaneler, transmisjonsglass, osv.) har ført til et sterkt stigende behov for

spesielle kvartssandkvaliteter med meget attraktive markedspriser. Vanligvis kan slike kvartssandkvaliteter kun oppnås ved prosessering av naturlig kvarts/kvartsitt eller kvartssand. Høye markedspriser vil ofte kunne tillate de høye investeringskostnadene som er forbundet med en foredlingsprosess. Et eksempel på dette er etableringen av MINNOR A/S som fremstiller superren kvartssand i Tysfjord.

Det er flere mindre kvartsforekomster i fylket som muligens representerer en kvalitet som i utgangspunkt egner seg for videre foredling til høyrene kvartssandkvaliteter. Disse vil muligens kunne finne markedsnisjer på det internasjonale marked. Mye avhenger her av produksjonskostnader og oppnåelig prisnivå. Et eksempel på en interessant kvartsforekomst i denne sammenheng er Nonshaugen i Gildeskål.

5.3.7. Talk

Ved Altemark i Rana utvinnes talk fra underjordsdrift. Mineraliseringen er knyttet til en omvandlet (serpentinisert) ultramafisk bergart som opptre nokså hyppig i de kaledonske bergartsserier i Nordland. Opptreden av talk (og kleberstein) er derfor kjent fra mange steder i fylket, men det dreier seg om forekomster som etter dagens krav ikke er drivverdige i industriell skala.

Klebersteinforekomster ved Stolpelia i Skjerstad egner seg for et beskjedent uttak av små blokker for foredling til peiselementer og prydgjenstander.

Talkmineralisering av den typen som er omtalt ovenfor inneholder oftest ca. 35 % magnesiumkarbonat (magnesitt). Dette er også tilfellet for talkmalmen fra Altemark, som i ubearbeidet tilstand blir fraktet til Vestlandet for videre bearbeiding med finformaling og fjerning av jern og andre magnetiske komponenter. Det er imidlertid mulig å prosessere talkmalmen til et rent talkumprodukt og et jernholdig magnesittprodukt. Dette gjøres bl.a. i Finland hvor det rene talkumproduktet etter noe tilleggsprosessering blir oppgradert til høyverdige fyllstoffprodukter. I Finland er det utviklingsarbeid igang for også å finne industrielle anvendelser for den jernholdige magnesitten fra talkprosesseringen. I tillegg kan dette også gi et salgbart nikkel-sulfid konsentrat.

I Altemark-regionen finnes geofysiske indikasjoner på opptreden av flere serpentinitbergarter, slik at reservegrunnet for talkmalmen i regionen kan være betydelig større enn de påviste ved Altemark.

5.3.8. Glimmer

Ved Rendalsvik i Meløy var det i mange år utvinning av glimmer (muskovitt) fra glimmerrike bergarter (glimmerskifer). På grunn av for høye driftskostnader ble produksjonen innstilt. Glimmerrike bergarter finnes i flere varianter i dette området og undersøkelser er på gang for å belyse om annen drifts/prosesseringsteknologi (se 5.3.1.) kan gi grunnlag for en ny glimmerproduksjon i regionen.

Glimmer har i Vest-Europa sin største anvendelse i et bredt spekter av ulike typer fyllstoffprodukter. Størst volummessig vekst forventes innenfor spesielle typer plast- og papirfyllstoffer. For å kunne oppnå det høye prisnivå innen denne kategori fyllstoffer må bl.a. glimmerproduktet tilfredsstillende en del fysiske særkrav som f.eks. platetykkelse, overflatebeskaffenhet, refleksivitet, osv. Disse aspekter åpner interessante perspektiver for produksjon av høyverdige glimmerprodukter i Nordland.

Glimmerrike skiferbergarter er ellers kjent fra ytre Rana og Stødiområdet på Saltfjellet. Videre har gruveavgangen fra Bleikvassli et høyt glimmerinnhold. Det ble utført en del undersøkelser med glimmermaterialet fra disse forekomstene. Ellers vet en lite om interessante glimmerforekomster i fylket.

5.3.9. Sillimanitt-mineraler

Med sillimanitt-mineraler menes de tre mineralene andalusitt, kyanitt og sillimanitt som har samme kjemiske formel, men forskjellig krystallstruktur. Disse mineralene brukes hovedsakelig til ildfaste materialer, spesielle keramiske produkter og sveiseelektroder. Det stilles krav til høyt aluminiuminnhold, kornstruktur og kornstørrelse. Det europeiske markedet for sillimanitt-mineraler er ikke stort og nylig har en satt igang produksjon på kyanitt i Sverige.

Kyanitt og sillimanitt er hyppig opptredende mineraler i den nordlandske berggrunnen. Relativt høye kyanittgehalter er bl.a. rapportert fra Leirfjord i ytre Vefsn, Bardal i ytre Rana og fra Saltfjellet bl.a. ved Stødi. Ved den siste forekomsten opptrer kyanitt i lagvis veksling med forholdsvis rene kvartsitter. Forekomsten er godt undersøkt og oppredningsforsøk i begrenset målestokk har gitt brukbare produkter. Neste trinn vil være utprøving i større skala.

5.3.10. Wollastonitt

Mineralet dannes ved kontaktmetamorfose av urene kalksteiner. Geologisk sett er potensialet for økonomisk interessante funn tilstede i Nordland, men den beskjedne prospektering etter wollastonitt de siste 4 år har ikke gitt de forventede resultater. Mineralet er meget ettertraktet spesielt for dets egenskaper som strukturførsterkende fyllstoff i termoplast som finner en betydelig økende anvendelse innen bilindustrien. Ellers blir mineralet brukt til keramiske formål, andre fyllstoffanvendelser og til fremstilling av isolasjonsmaterialer.

Syntetisk wollastonitt kan bli fremstilt med kvarts og kalkstein som råstoffer.

5.3.11. Flusspat

Flusspat som er en kalsium-fluoridforbindelse ble tidligere utvunnet som et biprodukt fra feltspatproduksjonen i Tysfjord-regionen. Mineralet ble brukt til metallurgiske formål ved Jernverket og annen elektrometallurgisk industri. Syntetisk konvertert til kryolitt finner flusspat i betydelig volum anvendelse i aluminiumsindustrien. Ellers er flusspat hovedråstoff for fremstilling av en rekke fluorforbindelser, men anvendes også i glass- og keramisk industri.

Opptreden av flusspat er knyttet til pegmatitt-bergarter eller intrusive granitter. Muligheten for å finne økonomisk drivverdige flusspatforekomster er begrenset og begrenser seg til områder med granittiske bergarter i Nordland som hittil er utilstrekkelig kartlagt.

5.3.12. Brucitt

Brucitt er et magnesiumrikt mineral (69 % MgO) som opptrer oftest i omvandlede magnesiumrike bergarter som dolomitt, magnesitt og serpentinit. Kommerielle forekomster er i global sammenheng sjeldne. På grunn av sitt høye magnesiuminnhold (mer enn 3 ganger i forhold til dolomitt) og spesielle kjemisk/fysikalske egenskaper er mineralet spesielt egnet som råstoff for fremstilling av magnesium-oksyd og magnesium-metall. En forutsetning er imidlertid at et tilstrekkelig rent brucitt-konsentrat kan fremstilles.

Brucittmineralisering er kjent fra flere steder i Helgeland, i områder hvor gabbroide bergarter har trengt seg inn i dolomitter. Størst utstrekning og volum har brucittmineraliseringen ved Granåsen dolomittfelt i Vefsn (se 5.3.3.). En gjennomsnittsbucittgehalt på ca. 18 % tillater ikke en økonomisk utvinning av brucitt alene. Undersøkelser er igang for å belyse det økonomiske potensiale for fremstilling av forskjellige mineralprodukter med brucitt, dolomitt og kalsiumkarbonat fra Granåsfeltet som utgangspunkt.

5.3.13. Barytt

Barytt som har relativt høy egenvekt (ca. 4.5), anvendes på grunn av dette i store volum som vektøkende tilsats i boreslam for primært å motstå høyt gass- og oljetrykk i borhullene under lete- og produksjonsboringen. Videre anvendes mineralet også innen kjemisk industri for fremstilling av barium-kjemikalier. Små volum høyren bariumoksyd anvendes innen superlederteknologien. Det importeres ca. 100.000 tonn barytt pr. år i Norge, vesentlig til borformål.

Opptreden av mineralet barytt er kjent fra flere steder i Nordland, men potensialet for økonomisk interessante funn i fylket synes med de nævarende kunnskaper om berggrunnen nokså begrenset.

Baryttinnholdet i avgangen fra oppredningsverket i Bleikvassli har vært vurdert som baryttkilde, men innholdet var for lite.

5.3.14. Granat

Granat er et hyppig opptredende mineral i mange metamorfe bergarter, spesielt i glimmerskifre, kalksilikatbergarter, gneiser, o.l. Granat er en gruppe av silikatmineraler med samme krystallografiske egenskaper og høy hardhet. På grunn av det siste brukes granat spesielt til abrassive formål som sandblåsing og slipemiddel. Markedet er ikke spesielt stort, men i Vest-Europa er det mest amerikansk produsert granat som dominerer. Et produksjonsmessig relativt billig granatkonsentrat, produsert som biprodukt fra annen mineralproduksjon, vil uten tvil kunne få innpass på det europeiske markedet.

5.3.15. Diabas/gabbro

Disse bergartene kan brukes til fremstilling av steinull (rockwool). Store forekomster av disse bergartene finnes flere steder i Nordland. Sulitjelma Bergverk har vurdert uttak av gabbro til dette formål.

Videre brukes disse bergartene for fremstilling knuste steinmaterialer som tilslag i asfalt og betong, og til andre konstruksjonsformål. Lokale brudd for produkter til slike formål vil kunne gi god økonomi.

Mange andre materialer kan også benyttes som tilslagsmiddel til faste vegdekker. Viktige parametre er her: heft-egenskaper, motstandsdyktighet mot slitasje, trykkfasthet, frostbestandighet, osv.

5.3.16. Smykkesteiner

Smykkesteiner er i vanlig forstand ikke mineraler som man leter etter i prospekteringssammenheng. De opptrer ofte som enkeltkrystaller med godt utviklede krystallformer eller som mineraler og bergarter uten spesielt utviklede krystallformer, men med attraktive farger eller mønstre. Av de viktigste som kan finnes i Nordland er: amethyst, beryll, topas, zirkon, bergkrystall, granat, peridot, citrin, amasonitt, thullitt, edel serpentin, korund, jaspis og flere andre.

5.3.17. Jern- og jern-titanoksyder

Forekomstene er behandlet i kapittel 5.2., underpunktene 5.2.1. og 5.2.2. Her vil det kun kort bli omtalt noen alternative anvendelser for disse metallmineralene.

Magnetitt kan anvendes til "heavy media" formål hvor mineralet blir brukt både pga. sin relativt høye egenvekt og sin magnetiske egenskaper. Magnetitten brukes for å lage en tykk slurry (med egenvekt rundt 2) som brukes i kulloppredningen. Etterpå blir materialets magnetiske egenskaper utnyttet for utseparering og resirkulering. Det finnes mange forskjellige kvalitetskrav til magnetittråstoffet, bl.a. egenvekt, kornstørrelse/fordeling. "Heavy media"-markedet for magnetitt i den vestlige verden anslås til å være i størrelsesorden 600.000 tonn/år.

En annen anvendelse for magnetitt er som coatingmateriale for store rørledninger offshore. Her brukes grov magnetittgrus (0-10 mm) til magnetittsement (egenvekt ca. 4) som legges rundt rørene til korrosjonsbeskyttelse og ballast. Markedet er lite, men forventes å øke med utviklingen offshore i Barentshavet. Også som ballastmateriale for store offshorekonstruksjoner kan magnetittgrus brukes.

Magnetitt kan også anvendes for varmemagasinerer der det periodevis er store prisleforskjeller på energi (billig nattstrøm). RBC (Refractory Block Concentrate) blir brukt av produsenter av elektriske ovner. Magnetittens spesifikke varmeegenskaper og egenvekt utnyttes her. Markedet synes begrenset.

Hematitt kan foruten til fremstilling av jernslig også brukes som pigment i korrosjonsbestandige malinger. Norsk Jernverk undersøker mulighetene for utnyttelse av hematittslig til forskjellige typer av produkter som f.eks. stålfibre i sprøytebetong.

Ilmenitt kan brukes som råstoff for fremstilling av titanoksyder som anvendes som pigment. En har også undersøkt anvendelsesmuligheter som vekttilsetning i boreslam, men slitasjen var for høy ved bruk av relativt grovkornet ilmenitt. Optimaliseringsforsøk med kornstørrelse kan muligens føre til bedre anvendelighet i denne sammenheng.

5.3.18. "Nye" industrimineraler

Denne gruppen omfatter en rekke mineraler med innhold av elementer som i den senere tid har fått en økende interesse i forbindelse med deres betydning i materialteknologisk sammenheng og den rivende utviklingen innen elektronisk industri. Disse er behandlet i kapittel 5.2.8. Høyteknologi - og andre metaller.

Denne gruppen omfatter også mineraler og bergarter som på grunn av sine spesielle fysiske og kjemiske egenskaper kan få økonomisk betydning i fremtiden. De omfatter kalsium-aluminium-silikater med lavt smeltepunkt som f.eks. skapolitt, eller mineraler med fibrige egenskaper som aktinolitt og tremolitt.

Videre finner en i denne gruppen også mineraler som først etter en viss behandling (f.eks. kjemisk) kan bli økonomisk interessante for industrielle anvendelser. Eksempelvis kan nevnes at serpentin etter syrebehandling gir et delvis amorft restprodukt med spesielle egenskaper. "Chemical and physical modified minerals" er den internasjonale felles betegnelse for disse mineraler.

5.3.19. Konklusjon

Fylkets potensiale når det gjelder videre utnyttelse av industrimineralressurser i Nordland, vil først og fremst være knyttet til en videre utvikling av de allerede kjente forekomstene.

I en høyere grad enn i dag bør en søke å videreforedle mineralråstoffene i landsdelen. Produksjon av høyforedlete kvalitetsprodukter som oppnår gode

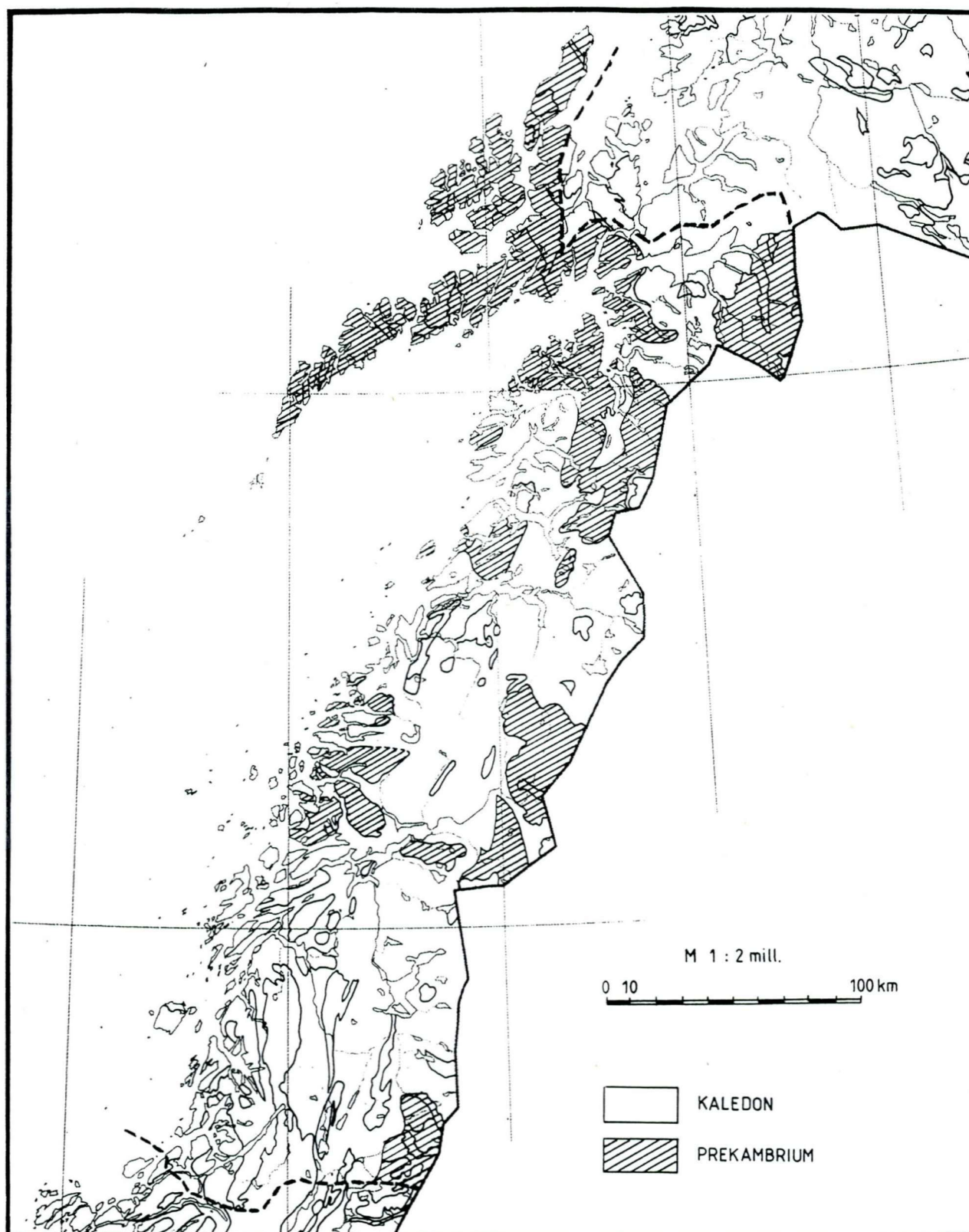
priser på det internasjonale marked, vil kunne gi grunnlag for etablering av nye arbeidsplasser.

Potensialet for ekspansjon på kort sikt vil spesielt være tilstede for de foran nevnte forekomster av dolomitt og kalkstein, samt en rekke forekomster av bygningsstein hvor det er allerede et påvist muligheter for uttak av blokk av tilstrekkelig store dimensjoner, som f.eks. ved Lødingen, Steigen, Skjerstad og Bindal.

På litt lengere sikt vil muligheten for utvinning av glimmer, grafitt, kvarts, kyanitt og olivin være tilstede, dersom det lykkes å fremstille mer spesialiserte produkter av disse mineralene for det internasjonale marked. Produktutviklingen av mer sofistikerte produkter som høyren talkum, kjemisk nedfelt kalsiumkarbonat (PCC = "Precipitated Calcium Carbonate") og lignende bør ses i samme tidsperspektiv.

På letingssiden vil en anbefale å prioritere undersøkelser av grunnfjellsområder i Vesterålen, Lofoten, Tysfjord, Glomfjord, Melfjord og Rana, samt de områder i kaledonidene med store intrusive komplekser av granittiske-, basiske og ultrabasiske bergarter. Også områder med hyppig opptreden av kalksilikatbergarter f.eks. i Ofoten, Beiarn, Gildeskål og Ytre Helgeland er interessante prospekteringsområder.

Arbeidet med opprettelsen av en database for minealforekomster og geodata som vil gi muligheter for korrelasjonsstudier og statistiske tolkninger bør prioriteres høyt, fordi denne vil være hovedverktøyet for en fullgod vurdering av Nordland fylkets mineralske ressursgrunnlag.



Perspektivanalyse, Nordland
NGU/SINTEF

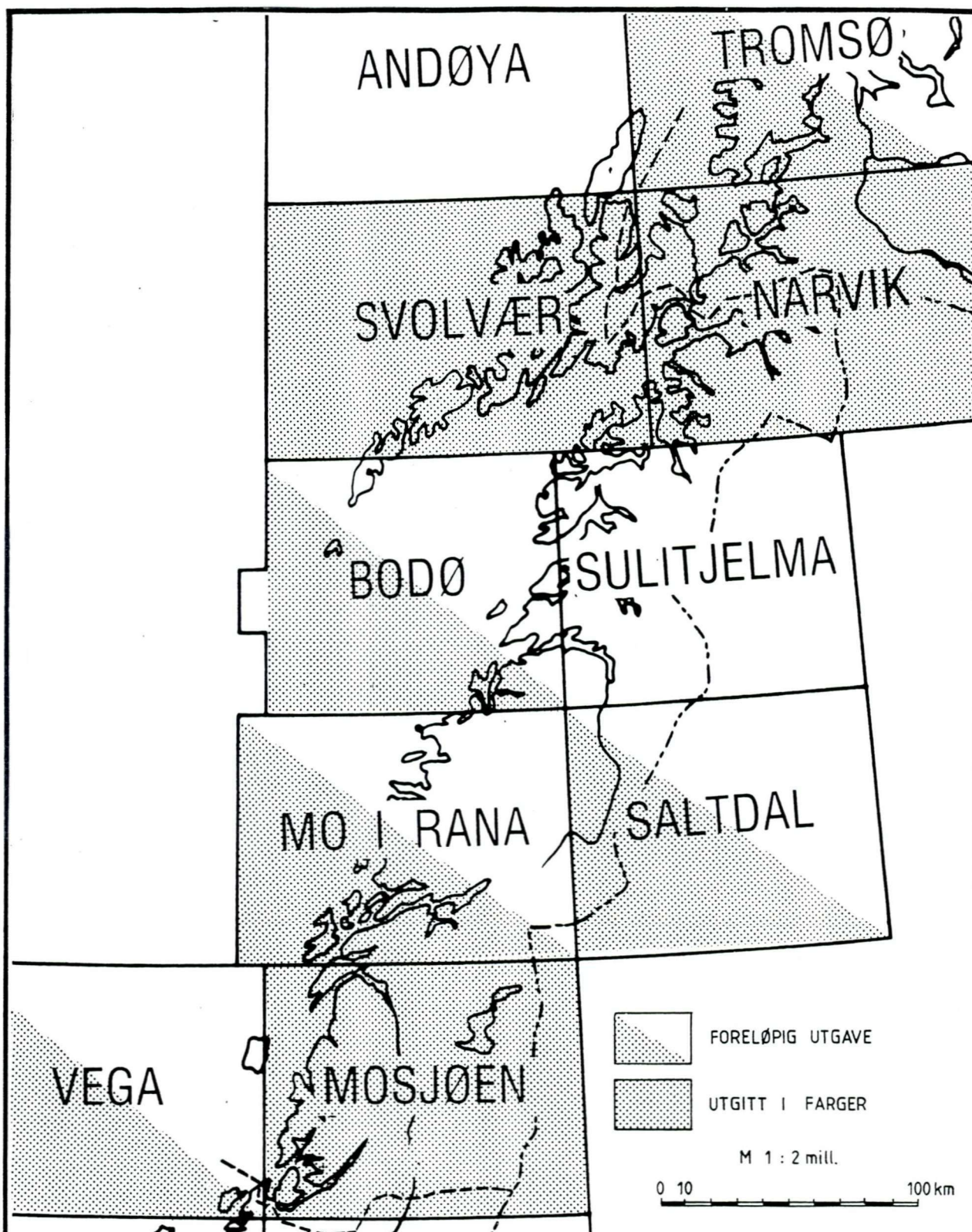
Geologisk oversikt

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

MÅLESTOKK	MÅLT	
	TEGN	
	TRAC L. F	JAN. -88
	KFR. I. L.	

FIG. 5.1

KARTBLAD NR.



Perspektivanalyse, Nordland

NGU/SINTEF

Utgitte berggrunnskart 1:250 000

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

MÅLESTOKK

MÅLT

TEGN

TRAC

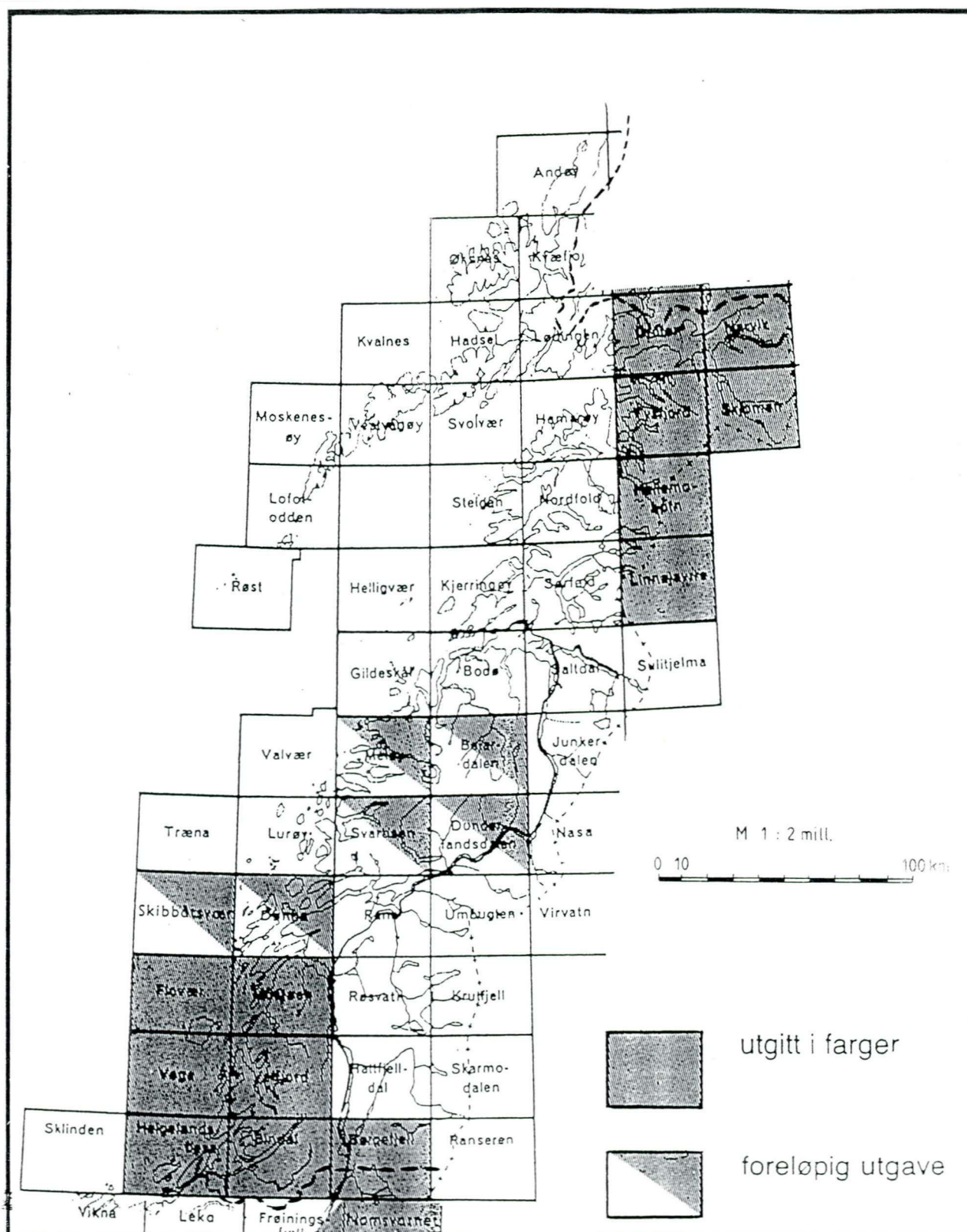
KFR.

L.F. JAN. -88

I.L.

FIG. 5.2

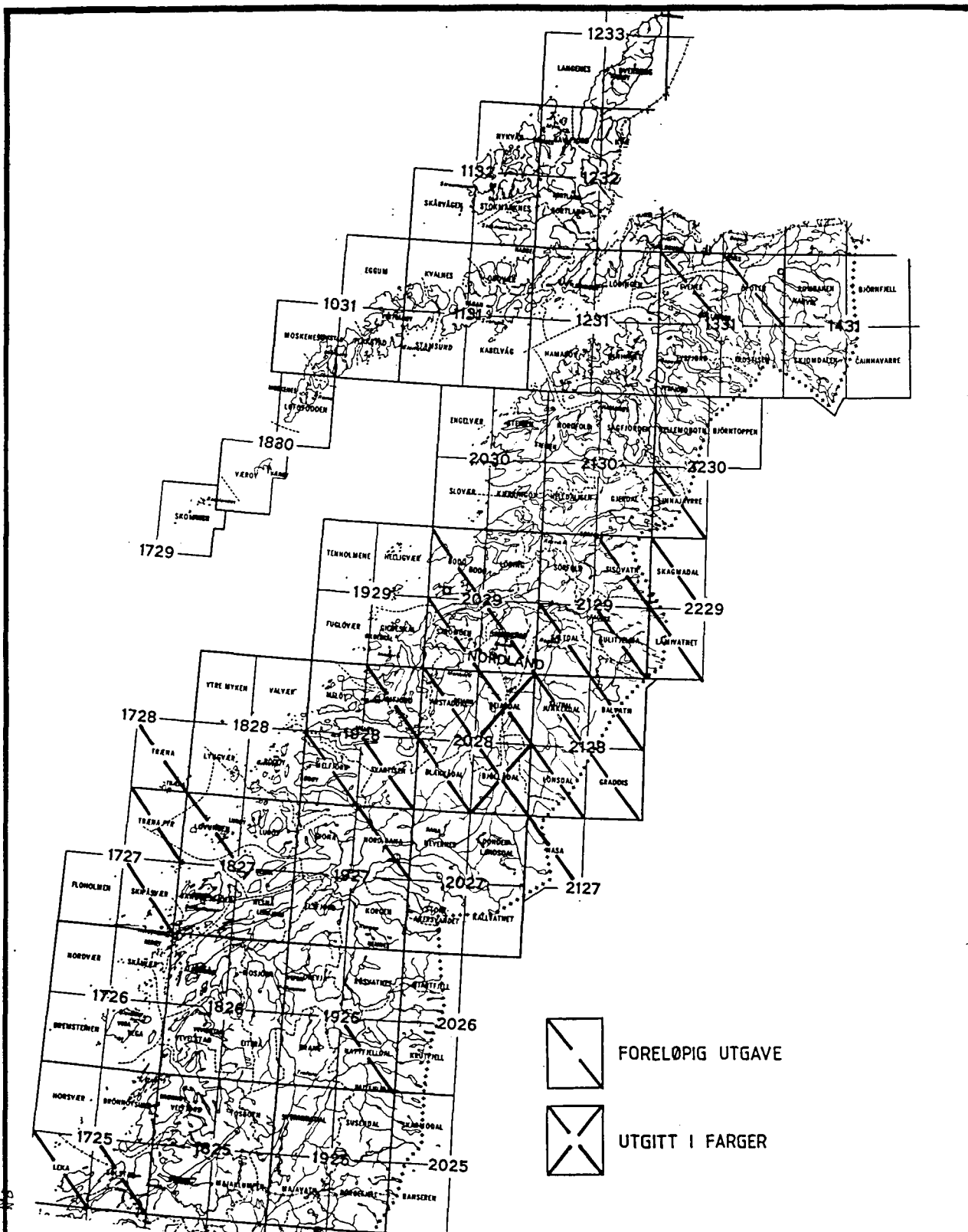
KARTBLAD NR.



Perspektivanalyse, Nordland
 NGU/SINTEF
 Utgitte berggrunnskart 1:100 000

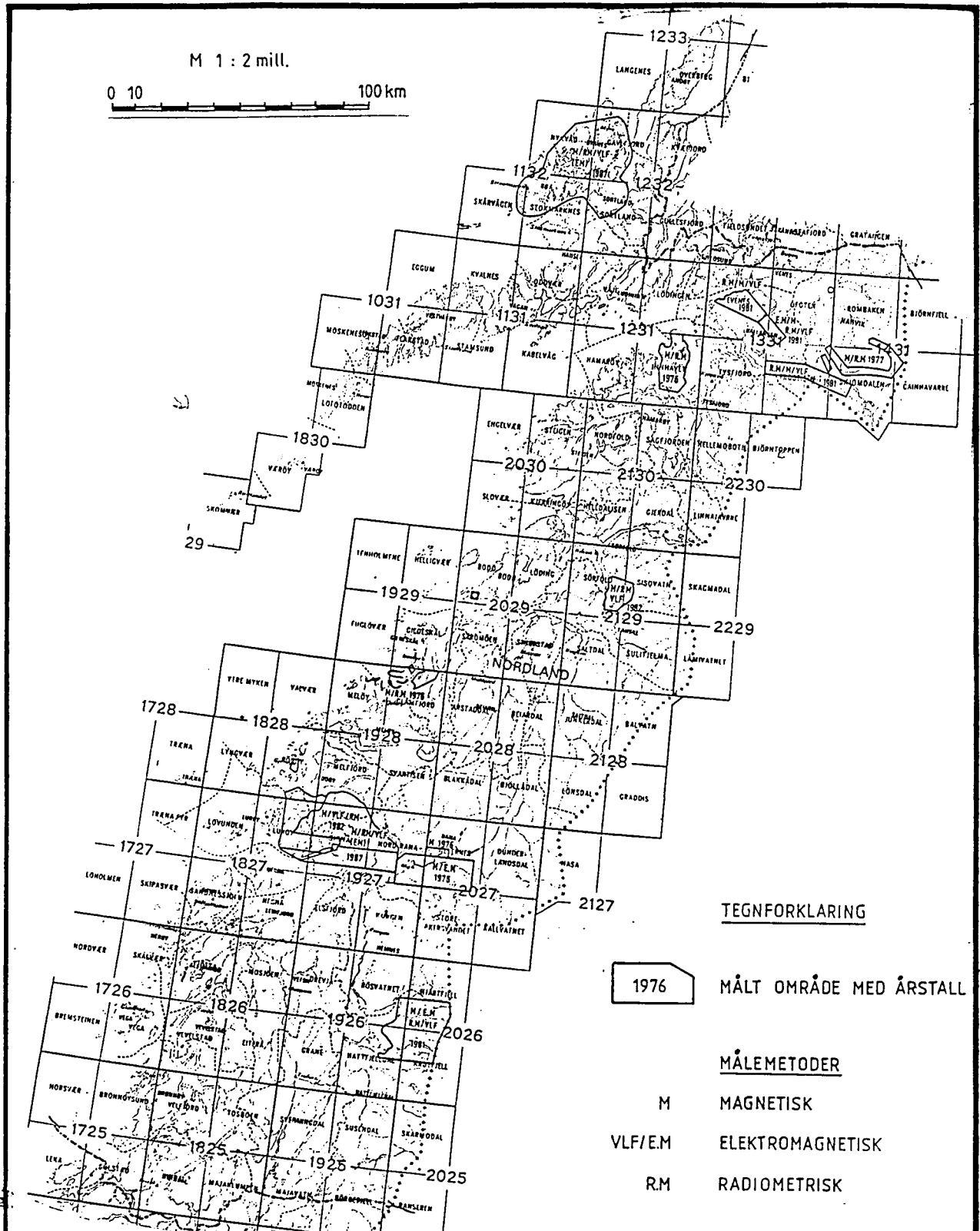
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

MÅLESTOKK	MÅLT	
	TEGN	
	TRAC	L.F. JAN. -88
	KFR.	I.L.
FIG. 5.3	KARTBLAD NR.	



Perspektivanalyse, Nordland
 NGU/SINTEF
 Utgitte bergrunnskart 1:50000
 NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

MÅLESTOKK	MÅLT	
	TEGN	
	TRAC L.F	JAN. -88
	KFR. I.L.	
FIG. 5.4		KARTBLAD NR.



Perspektivanalyse, Nordland
NGU/SINTEF

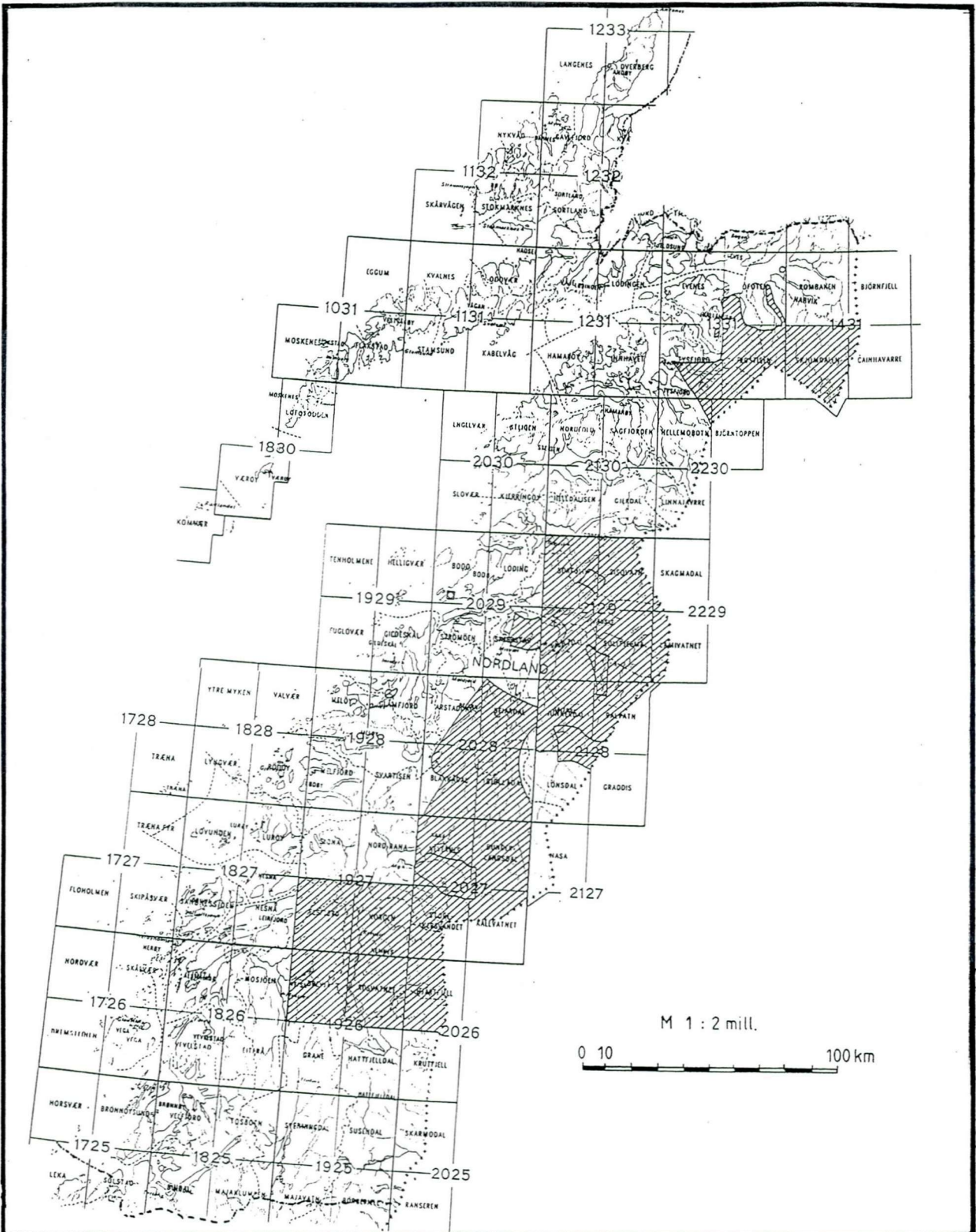
Dekningsgrad geofysikk

MÅLESTOKK	MÅLT	
	TEGN	
	TRAC L.F.	JAN. - 88
	KFR. I.L.	

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

FIG. 5.5

KARTBLAD NR.



Perspektivanalyse, Nordland
 NGU/SINTEF

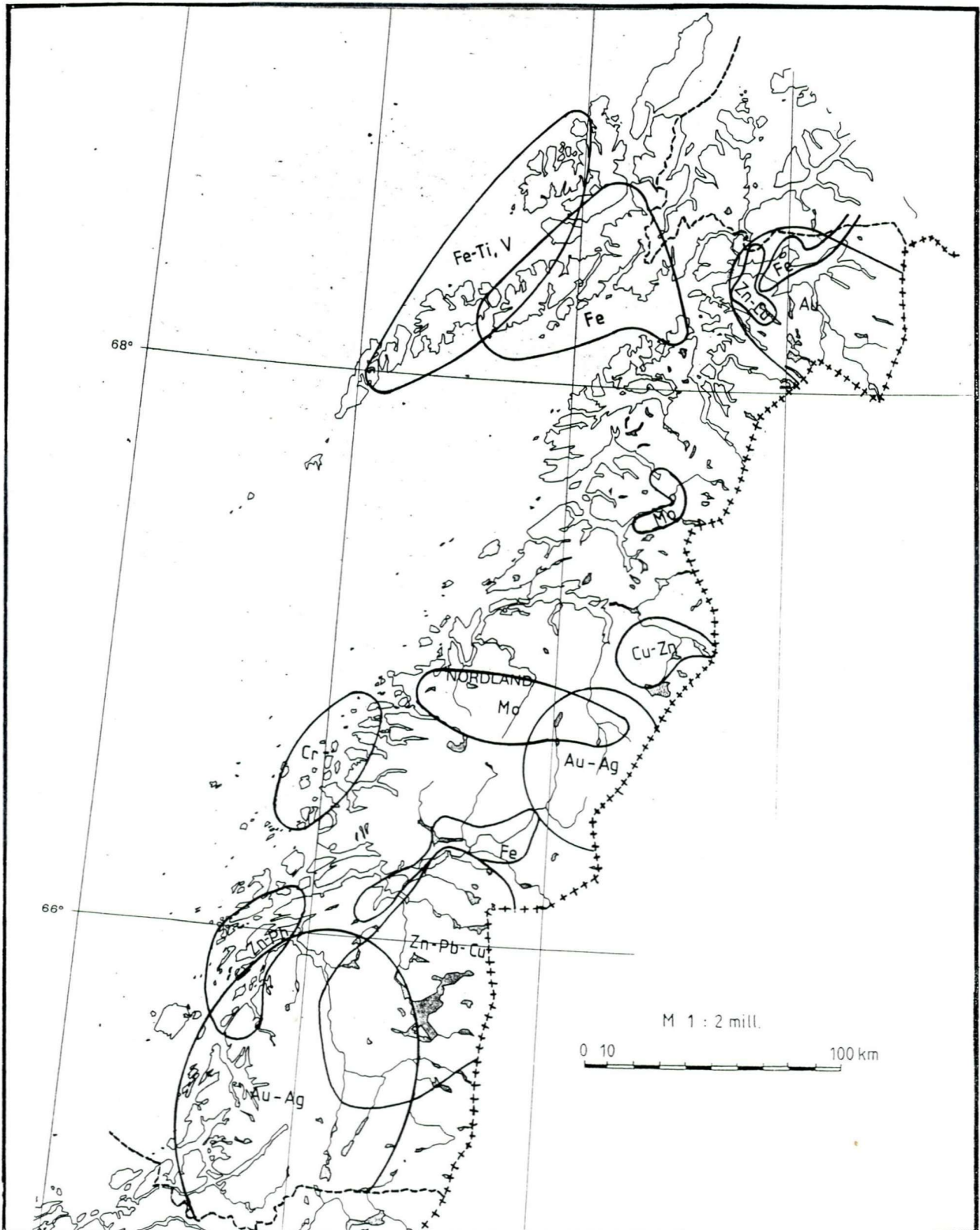
Dekningsgrad geokjemi

MÅLESTOKK	MÅLT	
	TEGN	
	TRAC L.F.	JAN. - 88
	KFR. I.L.	

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

FIG. 5.6

KARTBLAD NR.



Perspektivanalyse, Nordland
 NGU/SINTEF

Metallogenetisk kart

MÅLESTOKK

MÅLT	
TEGN	
TRAC	L. F. JAN. -88
KFR.	I. L.

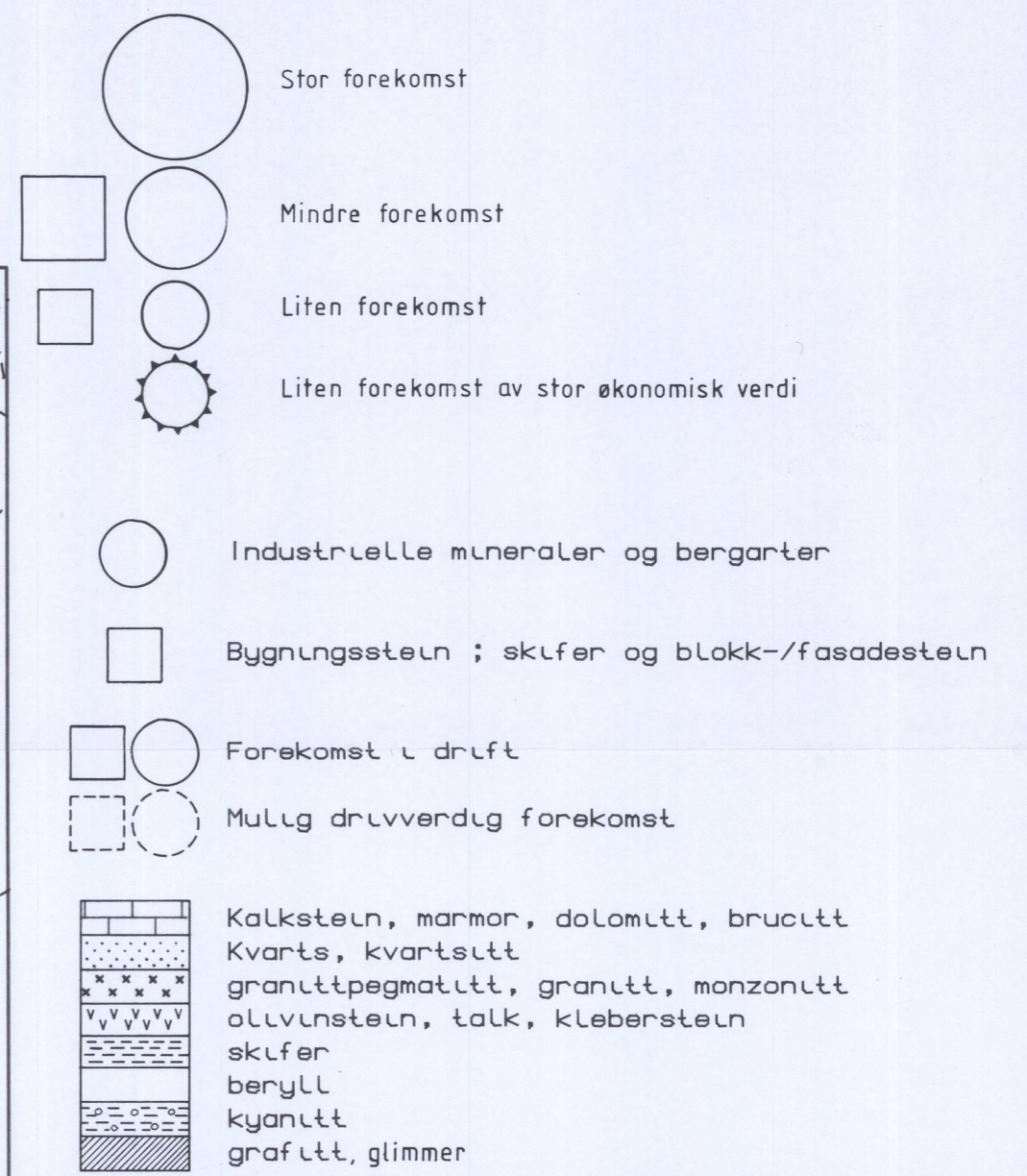
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

FIG. 5.7.

KARTBLAD NR.

INDUSTRIELLE MINERALER OG BERGARTER I NORDLAND

TEGNFORKLARING



FOREKOMSTLISTE:

Nr.	navn	type ressurs	kommune
1	JENNESTAD	GRAFITT	SORTLAND
2	GÅSLANDSVANN	ALK.GRANITT	BØ
3	HEKKELSTRAND	DOLOMITT	BALLANGEN
4	ARNESFJELL	OLIVINSTEIN	BALLANGEN
5	DJUPÅSEN	KALKSTEIN	BALLANGEN
6	LØDINGEN	MONZONITT	LØDINGEN
7	TILTUVIK	ALK.SYENITT	HAMARØY
8	KJØPSVIK	KALKSTEIN	TYSFJORD
9	NEDRE ØYVOLDEN	PEGMATITT	TYSFJORD
10	HÅKONHALS	PEGMATITT	HAMARØY
11	NORDSKOT	GRANITT	STEIGEN
12	HAMMERFALL	DOLOMITT	SØRFOLD
13	VATNET	KVARTS	BØDØ
14	KVITBLIKK	DOLOMITT	FAUSKE
15	LØVGAVLEN	DOLOMITT	FAUSKE
16	LØVGAVLEN	MARMOR	FAUSKE
17	LEIVSET	MARMOR	FAUSKE
18	MÅRNES	KVARTSITT	GILDESKÅL
19	ERTENVÅG	DOLOMITT	GILDESKÅL
20	STOLPELIA	KLEBERSTEIN	SKJERSTAD
21	LJØSENHAMMER	MARMOR	SKJERSTAD
22	NONSHAUGEN	KVARTSITT	GILDESKÅL
23	SKAITI	SKIFER	SALTDAL
24	RENDALSVIK	GLIMMER	MELØY
25	STØDI	KYANITT	SALTDAL
26	NASA	KYANITT	RANA
27	VESTERÅLI	KALKSTEIN	RANA
28	HØGTUVA	BERYLL+REE	RANA
29	ALTERMARK	TALK	RANA
30	SELJELI	DOLOMITT	VEFSN
31	GRANÅSEN	BRUCITT+DOL.	VEFSN
32	ENGA	KALKSTEIN	BRØNNØY
33	HUNDKJERKA	KALKSTEIN	BRØNNØY
34	NÆVERNES	OLIVINSTEIN	BRØNNØY
35	IVARRUD	DOLOMITT	HATTFJ.DAL
36	BINDAL	MARMOR	BINDAL

50 km



NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE

BERGGRUNNSAVDELINGEN
Målestokk 1 : 1 000 000

FIG. 5.8.

6 RAMMEBETINGELSER

6.1 Generelt

Når en mineralforekomst er funnet skal økonomien ved en eventuell drift vurderes. Da er det i første omgang forekomstens kvalitet (gehalter, volum, produktmuligheter m.m.) og markedsmulighetene som analyseres. Der nest er det spørsmål om hvilke rammebetingelser en eventuell drift på forekomsten må operere innenfor. I mange tilfeller vil rammebetingelsene kunne være utslagsgivende for økonomien i et prosjekt.

I kapittel 2. Bergindustri generelt, er enkelte av rammebetingelsene nevnt og kommentert. I dette kapitlet skal vi se nærmere på enkelte av de faktorer som utgjør rammen for en eventuell bergverksdrift.

Grovt sett kan vi dele rammebetingelsene inn i fire hovedtyper:

1. Tilstedeværende betingelser
2. Regulerende bestemmelser
3. Særlige pålegg
4. Politiske påvirkninger.

Med tilstedeværende betingelser menes de lokale forhold som ligger der idet en drift skal etableres. En kan tenke på infrastruktur, muligheten for rekruttering av kvalifisert personell, tilgjengelig forsknings- og utviklingsassistanse etc.

Av regulerende bestemmelser har vi i Norge mange. Her tenkes først og fremst på de økonomiske som ligger i vilkårene for tildeling av lån, garantier og stønader og pålagte avgifter. Av eksempler kan nevnes lån og bidrag fra Distriktenes Utbyggingsfond og pålagte elektrisitetsavgifter.

Ved etablering av bergverksdrift skal det søkes om konsesjon og etableringstillatelse. I den sammenheng kan den konkrete drift pålegges krav til reduksjon av miljøforurensninger, krav til lokalisering og krav om forskjellige garantier. Det vil også kunne stilles betingelser til i hvilken grad produktene skal videreføres lokalt.

Ved enhver etablering er den politiske holdning til prosjektet i lokalsamfunnet, i fylkeskommunen og i Staten en viktig rammebetingelse. En positiv holdning fra de politiske myndigheters side vil lette etableringen og et aktivt engasjement fra de lokale myndigheters side vil klart tilføre utviklingen av bergindustrien positive impulser.

6.2 Personalbehov

Personalbehovet innen bergindustrien har endret seg vesentlig i løpet av dette århundret. Som et eksempel kan det nevnes at ved århundreskiftet brøt en gruvearbeider ved et bestemt bergverk 200 tonn jernmalm pr. år. 70 år senere kunne en gruvearbeider i samme jernmalmgruve bryte 15.000 tonn. Den økte effektiviteten skyldes hovedsaklig utvikling av nye brytningsmetoder og nytt og mere effektivt utstyr.

Samtidig som antall ansatte i brytningsprosessen går ned, øker antallet beskjeftiget i viderebehandlingen av malmen frem til det endelige salgsprodukt. Skjerpede krav til produktkvalitet har gjort produktbehandlingen generelt mere kompleks, samtidig som en rekke av de nyere mineralproduktene krever en omfattende prosessbehandling før de når markeds kvalitet. Ved Minnor's anlegg i Drag vil 3-5 personer med letthet kunne bryte det kvantum malm som trengs, mens resten av arbeidsstokken, 25-35 personer, er beskjeftiget i prosessanlegget.

Kompleks mekanisk og kjemisk prosessbehandling fordrer et personell med en viss utdanning og erfaring fra tilsvarende virksomhet. D.v.s. at ved slik bergverksetablering må personellet rekrutteres fra miljø med tilsvarende industri, samtidig som det må legges vekt på opplæring av personell med liten eller ingen erfaring. En viktig rekrutteringsbasis vil være ungdom med yrkesmessig utdanning rettet mot denne typen industri.

Foruten en vesentlig mineralindustri, har Nordland fylke mange både metallurgiske og kjemiske industrimiljøer. Alle disse miljøene representerer kilder for rekruttering av personell til ny bergverksindustri i Nordland. Personellet er å betrakte som en viktig ressurs i etableringen av ny industri.

Som i all annen industri stilles det i dag stadig økende krav til lederskiktet i bedriften. Det går på teknisk innsikt så vel som kunnskaper i administra-

sjon herunder planlegging, økonomi og ledelse. Spesielt innen industrimineralsektoren er markedsføring av produktene og produktservice til kundene blitt et svært viktig aktivitetsområde som krever en egen stab med spesialkompetanse.

Ikke bare forut for en bergverksetablering, men også i produksjonsfasen skal en sikre fremtidig råstofftilgang ved stadige undersøkelser på kjente og eventuelt nye malmbeforekomster. Samtidig må det pågå en kontinuerlig produktutvikling, – forbedring av kvaliteten på produktet og eventuell utvikling av nye produkter. Mindre bedrifter kan vanskelig sitte inne med tilstrekkelig kompetanse for fullt ut å dekke slike aktiviteter. Assistanse må hentes fra forskningsinstitusjonene og eksterne konsulenter.

6.3 Energi

Bedriftene innen mineralsektoren er ofte svært kraftkrevende. Fremstilling av metallkonsentrater (jernslig, kobberkonsentrat o.l.) krever fra 100 til 500 kWh pr tonn produkt. I tillegg kommer energi fra flytende drivstoff til transport og til direkte varmeenergi i prosessene. Mikronisering av mineraler til kompositter vil lett trenge fra 500 til mere enn 1000 kWh pr tonn produkt. Smelting og elektrolyse for fremstilling av metaller vil trekke fra 4000 til 15.000 kWh pr tonn.

Prisen på elektrisk kraft er derfor svært viktig for totaløkonomien i de fleste mineralbedrifter og representerer en av de viktigste rammebetingelser ved etablering av ny virksomhet. Staten ønsker en utjevning av kraftprisen i form av lik pris for hele landet, – en pris som blir fastsatt i forhold til produksjonsprisen på ny kraft. Dette kan føre til en vesentlig heving av strømprisen både til "gammel" og "ny" industri og dette vil spesielt ramme mineralnæringen.

Konsesjonskraft er en viktig inntektskilde for kommunene. I en rapport fra Energidirektoratet framgår at kommunenes bruttoinntekter fra kraftutbygging varierer betydelig både totalt og pr. innbygger pga. forskjellen i omfanget av utbyggingen i de enkelte kommuner. Rapporten viser at 80 kommuner får inntekt av kraftutbygging som utgjør 10% av total skatte- og avgiftsinntekt i 1980.

For 42 kommuner er andelen mellom 10 og 30%. For 23 kommuner er andelen mellom 30 og 50%. For 14 kommuner over 50% med en maksimal andel på 80%.

Det er imidlertid et forslag på trappene om å erstatte konsesjonskraft med en felles økonomisk kompensasjon for konsesjonskraft og konsesjonsavgifter. Fra utbyggingskommunenes side legges det ofte vekt på at konsesjonskraft framstår som et betydelig gode utover de rene økonomiske virkninger. Økonomisk kompensasjon vil normalt ikke være tilstrekkelig for å kompensere for kraften som kan være et virkemiddel i arbeidet med å skaffe nye arbeidsplasser. Lovfesting av økonomisk kompensasjon i stedet for konsesjonskraft vil sannsynligvis bare kunne gjelde med virkning for nye konsesjoner.

Nordland er et rikt vannkraftfylke og flere av kommunene mottar konsesjonskraft. Denne kraften kan kommunene disponere til næringsutvikling i eget distrikt. Ikke minst vil tildeling av billig konsesjonskraft lette etableringen av virksomhet innen bergverk og mineralforedlingsindustri.

Den kraftkrevende industris behov for tilgang på ny kraft er mye høyere enn det vannkraftsystemet i Norge kan dekke uten skadevirkninger for andre grupper. Det forutsettes at alle tildelinger av kraft etter 1980 skal skje i forbindelse med modernisering av anlegg.

I mineralpolitisk perspektiv er den sentrale problemstillingen hvilke produktgrener som skal favoriseres med ny kraft ved knappe rammer. Ny tildeling til legerings- og aluminiumsverk kan føre til konservering av dagens mineralforedlingsstruktur, og hemme innovasjoner av nye foredlingsmåter for malm som idag blir eksportert uforedlet. Det er derfor viktig å innarbeide mineralpolitiske vurderinger i energipolitikken.

Hittil har det hovedsaklig vært brukt elektrisk kraft i mineralforedlingsprosesser i Norge (elektrolyse og elektrisk smelting). Også olje og gass kan brukes, ikke bare til produksjon av elektrisk kraft, men også som direkte energi og reduksjonsmiddel. Ved fremtidig disponering av gass og olje utenfor kysten av Nordland, vil det være viktig også å vurdere mineralindustrien som avtaker. Rimelig gass eller olje kan nettopp gi grunnlag for etableringer innenfor denne industrisektoren.

6.4 Transport

Ved utnyttelse av mineralressurser utgjør transporten av produktene ofte en betydelig andel av kostnadene. I enkelte tilfeller hvor produktene gjennomgår liten grad av oppkonsentrering og hvor produktene derfor er lavpriset, kan transportkostnadene utgjøre opp til 40% av de totale kostnader levert kunde. Den billigste fraktmåte er med båt. Norge har en lang kystlinje, og mange og dype fjorder slik at båttransport ofte er mulig. I mange tilfeller er den nære beliggenhet til sjøen avgjørende for at bedriften kan drive økonomisk.

Mineralindustri derimot som ligger langt fra sjøen er avhengig av bil- eller jernbanetransport av produktene frem til havn. Slik transport er vesentlig mere kostbar enn sjøtransport. I tillegg til de direkte transportkostnader kommer pålagte statlige avgifter. Statens avgiftspolitik og reglene for transportstøtte (se avsnitt 6.6) representerer viktige rammebetingelser for mineralindustrien med sine ofte store produktvolumer.

For mineralprodukter med høy markedspris vil transportkostnadene bli mindre utslagsgivende. Forekomster av slike mineraler vil derfor kunne være økonomisk drivverdige selv om de ligger langt fra sjøen. Mange av de høyteknologiske mineralproduktene faller i denne kategorien.

Av andre faktorer som påvirker de samlede transportkostnader kan nevnes:

- Mange omlastinger av produktet forårsaker store ekstra transportkostnader. Derfor er det en fordel at produktene lastes hos selger, og losses hos kjøper med samme fartøy/kjøretøy.
- Enkelte produkter tåler svært lite forurensning eller svinn. Disse typer av produkter krever lukket transport, og slik transport er ofte kostbar.
- En annen stor kostnad ved transport er lagring. Det gjelder direkte kostnader ved lagerhold, men også kapitalkostnader fra uttak av mineralene til betaling foreligger. Mineralprodusentene søker derfor i stor grad å ha et så lite lager som mulig.

6.5 Miljøbelastninger

Mineralutvinning og -foredling kan forårsake flere typer av miljøpåvirkninger:

Bruk av areal vil kunne forandre landskapet, og ofte vil utbygging av bergverksdrift føre til konflikter med interesser som landbruk, bebyggelse, rekreasjon, naturvern, fiske og vannforsyning. Dagbruksdrift og avgangsdeponering vil lage sår i naturen, men disse sårene kan leges ved beplantning og landskapspleie etter eventuell nedleggelse av aktiviteten. Slik landskapspleie bør komme som pålegg allerede før konsesjon til drift blir gitt for å unngå senere uforutsette kostnader.

Større og mer alvorlige skader på natur kan oppstå ved utslipp til vann og luft. Vasking og våtoppredning av malm fører til utslipp til vann. Utslipp av finkornet masse av mineralkorn kan skade bunnfauna, ødelegge drikkevann/-grunnvann, blakke vannet og virke skjemmende. Ofte finnes ingen alternativ til slik deponering. Deponering på land vil forårsake store ekstraomkostninger, og virke skjemmende i naturen. Hvis råmaterialet inneholder tungmetaller kan avgangen forårsake skade på livet omkring anlegget.

Også utslipp av støv kan forårsake skade på livet i områder rundt anlegget. I den senere tid har det vært mulig å samle opp støv fra enkelte fabrikker og selge støvet til bruk i andre produkter. Et eksempel er mikrosilika fra silisium-industrien, som før representerte et stort støvproblem, men som idag brukes som tilsetning i bla.a betong. Innsats innen forskning og utvikling vil kunne finne anvendelse for andre typer av støv.

Støy fra sprengning, knusing, sikting og anleggsmaskiner kan være til sjenanse for naboer, men ved å ta hensyn til dette forholdet ved planlegging av anlegget og i selve driften, kan problemet reduseres vesentlig.

I likhet med all annen industri kan bergindustrien være naturforurensende. Som nevnt kan skadevirkningene reduseres, men en viss grad av naturbelastning må aksepteres dersom en ønsker etablering av bergverksbedrifter. De skader som oppstår må sees i forhold til det utbytte en har av en virksomhet, og de må ses i forhold til tilsvarende problem ved alternativ virksomhet. Samtidig må avløpet fra en bergverksdrift ses i sammenheng med naturens egen "forurensning". Finkornete mineralpartikler, som også er hovedbestanddelen i utslippet

fra et bergverk, føres i store mengder ut i havet av våre elver. Det er slam fra den naturlige erodering av landet. Gaula i Sør-Trøndelag, som er en middels stor norsk elv, fører årlig fra 0,5 til 1,5 mill. tonn mineralslam ut i Trondheimsfjorden. Det tilsvarer menden slamutslipp fra et stort norsk bergverk.

6.6 Spesielle støtteordninger

Politikk for ressursforvaltning har i Norge hatt et klart samfunnsmessig perspektiv. Det har tradisjonelt vært lagt vekt på mineralsektorens betydning for sysselsetting og bosetting. I de siste årene er miljøspørsmålene i forbindelse med utnyttelsen av mineralressursene kommet sterkt inn, samtidig som det ofte understrekes at mineralutvinning er bruk av ikke fornybare ressurser.

I Sverige og Finland har en oppnådd en høy grad av vertikal integrering i mineralindustrien. Råstoffmineraler videreforedles her til forbruksvarer i en vesentlig høyere grad enn hva som har vært tilfelle i Norge. I Finland utvinnes talk for bruk som fyllstoff i egen papirproduksjon og apatitt utvinnes for egen kunstgjødselproduksjon. I Sverige utvinnes kobberkis for videreforedling i eget smelteverk med videreforedling av kobberet til ferdigprodukter, og glimmer utvinnes for bruk som fyllstoff i egen plastproduksjon. Dette for å nevne noen ganske få eksempler.

Norge har hatt en svært liten grad av vertikal integrering. Vi har produsert råstoffene for eksport og vi har importert mineraler som råstoff for vår metallurgiske og mineralforedlende industri. Samtidig har vi, i motsetning til våre naboland, oppnådd en liten grad av horisontal integrering i tilknytning til vår mineralindustri. Lite av det utstyr og de tjenester som trenges i mineralindustrien kommer fra norske bedrifter.

Skal vi oppnå ny vekst i bergindustrien i Norge, må vi tenke "vertikalt" fra mineralråstoff til ferdigprodukt. Dette bør først og fremst være industriens egen målsetting, men også Staten bør legge an sine rammebetingelser slik at det oppmuntres til større grad av vertikal integrering enn det som tidligere har vært tilfelle.

Staten har en rekke virkemidler for å støtte industrien i distriktene. Blant virkemidlene er lån, tilskudd, garantier, skattefrie fondsavsetninger, transportstøtte, faglig bistand m.m.

Mineralsektoren mottar betydelig støtte i form av lån og tilskudd fra Distriktenes Utbyggingsfond (DU). I forhold til sysselsettingen er det bergindustrien som mottar mest. Bergindustrien utgjør 25% av hele mineralsektoren, men mottar 53% av støtten til denne sektoren. Smelteverkene står for 50% av sysselsettingen, men mottar kun 14% av tilskuddene.

I Nordland kan DU generelt gi tilskudd på opp til 35% av investeringsbeløpet. Men når det gjelder bergverksdrift og sterkt råstofforientert industri er maksimalsatsen 10%. I enkelte tilfelle, der alternative lokaliseringmuligheter finnes eller hensynet til arbeidsplassene veier særlig tungt, kan det likevel gis tilskudd opp mot de vanlige satser som gjelder i området.

Ved direkte bevilgninger over Statsbudsjettet gis det prospekteringsstøtte til Nord-Norge. Ordningen gjelder for fylkene Nordland, Troms og Finmark samt Namdalskommunene i Nord-Trøndelag. Støtten gis til undersøkelser etter forekomster av "malm, mineral og bygningsstein". Av de årlige bevilgninger vil det etter søknad kunne tildeles støtte med inntil 50% av beregnede totalkostnader. Bevilgningene i 1986 og 1987 var på mellom 3 og 4 mill. kr, mens i budsjettet for 1988 er bevilgningen falt ut.

Statens regionale transportstøtteordning for enkelte distrikter er under revisjon. I forslaget til nye retningslinjer er støtteområdet fra Sogn og Fjordane og nordover delt i fire støtteområder som igjen er delt i 12 soner. Nordland fylke ligger innenfor områdene 2 og 3 som gis en støtte på h.h.v. 50 og 40% av støttegrunnlaget. Støttegrunnlaget er faktiske transportutgifter fratrukket 2,5% av brutto omsetning. Søknad om transportstøtte sendes årlig til fylkeskommunen. Transportstøtte gis bare for transport av ferdigvare og halvfabrikata og altså ikke for mineralråstoffer fra bergverksdrift. Et unntak her er skifer som regnes som industri. Ved siden av keramiske produkter, glass og glassvarer er også "mineralske produkter ellers" støtteberettiget.

DU og Industrifondet kan gi tilskudd til små og mellomstore bedrifter til forundersøkelser og investeringer i utstyr og kompetanseoppbygging (SMB-T-programmet). Berettiget til støtte er bedrifter med mindre enn 50 ansatte.

6.7 Lokal medvirkning til etablering av bergverk

Fylkeskommunen og de enkelte kommunene kan spille en viktig rolle ved etablering av ny bergverksindustri. Det offentliges rolle bør først og fremst være å legge forholdene tilrette for bergverksetableringer, – initiere prosjekter på lovende mineralforekomster og søke å utvikle disse i et samarbeide med industriselskaper. De lokale myndigheter vil samtidig ha mulighet til å påvirke utformingen av rammebetingelsene slik at det gis grunnlag for økonomisk drift på en forekomst til beste for lokalsamfunnet og landet.

6.7.1 Fylkeskommunens medvirkning

De syv nordligste fylker fra Sogn og Fjordane og nordover har etablert stillinger som fylkesgeolog administrativt knyttet til Næringsavdelingene. Disse fylkesgeologene har bidratt vesentlig til den økende aktivitet vi ser innen mineralsektoren i disse syv fylkene. Deres rolle er å vurdere muligheten for etablering av mineralindustri og å søke og utvikle disse mulighetene mot etablering av industriell virksomhet. Med sin fagkunnskap innen mineralnæringen og sin kjennskap til kommunal og fylkeskommunal forvaltning, kan fylkesgeologen representere et viktig bindeledd mellom etablerende industri og lokalmiljøene. Ved utredning av konkrete prosjekter er det viktig for fylkesgeologen å utnytte de forsknings- og utredningsinstitusjoner vi har på området.

Norsk bergindustri gjennomlever nå en vanskelig periode med dårlig økonomi og derav små muligheter for investering i nye og usikre prosjekter. For å få frem en ny vekst i bergindustrien er det derfor nødvendig i større grad enn tidligere å bruke offentlige midler til utredning av mineralprosjekter. Først når en forekomsts drivverdighet er sannsynliggjort, kan en forvente at bergverksselskaper og eventuelle andre investorer vil komme inn og videreføre prosjektet. Både staten, fylkeskommunene og de enkelte kommunene bevilger i

dag midler til slike prosjekter, og det vil fortsatt være nødvendig inntil investeringsevnen i industrien selv er øket.

Ved etablering av en bergverksbedrift er det mange saker som skal behandles av det offentlige. En rask fremdrift i et prosjekt er ofte svært viktig for det samlede økonomiske resultat. Saker som skal vurderes av kommunale og fylkeskommunale instanser bør derfor gis en så rask behandling som mulig. Generelt er det i den sammenheng viktig at det så tidlig som mulig i et prosjekt etablers samarbeids- og informasjonslinjer mellom etablereren og de lokale myndigheter. Likeledes bør det lokalmiljø som berøres holdes orientert om utviklingen i prosjektet.

6.7.2 Kommunal medvirkning

Nettopp i Nordland har vi eksempler på at kommuner har vært aktive i forbindelse med utvikling av mineralindustriprosjekter. I flere kommuner er det etablert utviklingselskaper med det formål å legge grunnlaget for etablering av næringsvirksomhet innen mineralsektoren. Av flere eksempler har vi valgt ut A/S Kommunemineral i Hamarøy og Tysfjord kommuner og Vefsn Utbyggingselskap i Vefsn kommune. Disse to selskapene er beskrevet nærmere i vedlegg V.

Som det fremgår av beskrivelsene har disse to selskapene medvirket aktivt til gjennomføring av konkrete mineralprosjekter. I det ene tilfellet har prosjektet ført til etablering av en produksjonsbedrift. Det gjelder Minnor K/S i Drag i Tysfjord.

Ved bl.a. å sikre rettigheter til mineralforekomster kan de kommunale selskaper forhindre uheldig spekulasjon med disse og sørge for at rettighetene i sin tur overdras til seriøse investorer. Kommunene vil samtidig kunne fungere som aktive "pådrivere" i konkrete mineralprosjekter og være med på å finansiere disse. Utviklingsprosjektene gjennomføres i et samarbeide mellom kommunen ved utviklingselskapet, industrien og forskningsinstitusjonene.

Skal de kommunale tiltak lykkes er det en forutsetning at det i styrer, råd og utvalg bringes inn ressurspersoner som tilsammen dekker alle sider ved et

prosjekt, – geologi, prosess, marked, økonomi m.m., og at satsningen skjer etter en streng prioritering der mål og midler er klart definert.

6.8 Forskning og utvikling

6.8.1 Generelt

Vårt høye kostnadsnivå fører til at bedrifter i mineralsektoren i likhet med annen norsk industri, må basere sin virksomhet på høyt utviklet teknologi. Bergverksdrift og mineralprosessering kan være høyteknologi og meget komplekst sammensatt. Det kreves ofte innsats på en rekke fagområder som geologi, geofysikk, geokjemi, anleggsteknikk, gruvedrift, ingeniørgeologi, oppredning, metallurgi, samfunnsfag, transportteknikk og markedsføring.

Både forskningen omkring, og utviklingen av en forekomst av noen kompleksitet, vil derfor kreve store ressurser og innsats av en rekke fagfolk fra flere disipliner. Dette er en av de viktigste forklaringer på at det er kostbart og tidkrevende å sette en mineralforekomst i drift. Det forklarer også hvorfor de ofte små bedrifter vi tradisjonelt har hatt i Norge ikke selv har hatt ressurser til i særlig grad å drive egen forskning og utvikling.

Forskningen vil måtte utføres i enkelte sentra som har laboratorier som er egnet, og som har kvalifisert personell til å drive disse laboratoriene. I Norge har vi for små totale ressurser til at tyngre mineralrelatert forskning kan spres i særlig grad. Det er totalt sett bedre med noen få forskningstunge sentra, enn flere, uten tilstrekkelig bredde i fagmiljøet.

Det er imidlertid viktig at nærheten mellom forskning og industri sikres. Dette kan ivaretas på flere måter, men kanskje best gjennom regionale avdelinger som både formidler forskningsresultater og kontakten mellom bedriftene og de større institusjonene.

Dersom et distrikt eller en region har spesielle fortrinn til å ta opp i seg spesialoppgaver må disse utnyttes. For eksempel utredes for tiden muligheten av å etablere et pilotverk i Mo for fremstilling av mineralprodukt i det nedlagte oppredningsverket til Mofjellet Gruber. Pilotanlegget er tenkt

drevet som et samarbeidsprosjekt mellom lokale interesser og SINTEF, og det vil fremstille mineralprodukter fra aktuelle forekomster i tilstrekkelige mengder til at produktene kan markedsføres og testes i produksammenheng. Dette er en tjeneste som ikke kan utføres i større omfang i Norge i dag. Pilotanlegget vil representere et supplement til de tjenester som NTH/SINTEF-miljøet kan yte i dag. Et slikt pilotanlegg vil også knytte regionen nærmere til forskningsmiljøene.

Nord-Norge har mangel på kapital og fagfolk. En utvikling av en ny mineralbedrift krever derfor tilførsel av både kompetanse og kapital fra enten:

- A) Store norske ressurssterke bedrifter
- B) Utlandet

I Nord-Norge har vi i den senere tid sett eksempler på begge former for ressurstilførsel ved Minnor K/S (Elkem-Norcem) og Skaland (Kropfmühl GmbH).

Faren ved at utenlandske interesser kommer inn er at råstoffene i for stor grad blir ført ut av landet og at videreforedlingen og den største verdistigningen skjer utenom landets grenser, samt at utenlandske bedrifter bruker egen kompetanse som de ikke formidler videre til norske fagmiljøer.

Kan en unngå dette er det ofte store fordeler knyttet til at utenlandske interesser kommer inn gjennom den vertikale integreringen en får på eiersiden og på produksiden. Dette kan være et viktig moment for å oppnå sikrere markeder, og til syvende og sist en bedrift som er mindre utsatt for konjunktursvingninger.

Også for norske bedrifter vil mulighetene for en vertikal integrering være en viktig faktor når de skal vurdere et mulig engasjement i mineralsektoren. For eksempel vil Norsk Hydro vurdere en mineralproduksjon for å sikre råstoffer til sin egen gjødsel- eller lettmetallproduksjon som en mere nærliggende oppgave enn produksjon av fyllstoffer til maling o.l. Elkem vil i første rekke sikre råstoffer til fremstilling av egne metaller, men har også i sin strategi mulig fremtidig produksjon av hitech-mineraler. Statoil som en stor produsent av plastråstoffer bør ha interesse av ressursgrunnlaget for fyllstoffmineraler i fremtidige plastmaterialer.

6.8.2 Utvikling av produkter

Mineralindustrien i Nordland har utført en del utviklingsprosjekter i egen regi. Av disse kan nevnes at Bleikvassli har sett på mulighetene av glimmerproduksjon, og også vurdert mulighetene for et biprodukt av tinn. Mofjellet har undersøkt mulighetene for barytt. Rana Gruber har bl.a. vurdert mulighetene for å utnytte den flakige kornformen til hematitten i pigment-sammenheng. I et samarbeidsprosjekt mellom Rana Gruber, SINTEF og NGU er dolomitter i Nordland undersøkt som mulige råstoffer for ildfast materiale. Det pågår også arbeider av Vesterålen Bergverksindustri på Selvågforekomsten (Fe, Ti) med sikte på kommersiell utnyttelse, – ikke som jernmalm, men som industri-mineral til ulike formål.

Dette er eksempler på at bedriftene selv leter etter muligheter for fremstilling av nye produkter basert på egen råmalm, – ofte som et supplement til den løpende hovedproduksjon. De gitte eksemplene viser også at nye markeder har åpnet seg for de "gamle" tradisjonelle mineralproduktene.

Denne type forsknings- og utviklingsarbeider som mineralbedriftene selv driver, er overmåte viktig for den videre utvikling av industrien. Denne produktutviklingen bør prioriteres høyt og gjennomføres i et naturlig samarbeid mellom bedrift og forskningsinstitutt.

Tidligere forskning har i stor grad vært ressursorientert, dvs. man har gitt en bestemt forekomst, og så har en søkt å utvikle et produkt med grunnlag i denne forekomsten. For igangværende bergverk kan dette fortsatt være naturlig, men også for de gjelder at når man skal søke nye muligheter, er det viktig å være produktorientert og se mulighetene ut fra et markedsmessig behov. Ut fra en produktmulighet og en prosess for fremstilling av produktet søker en etter en egnet forekomst med det mineralinnhold og den kvalitet som produktet krever. Dette gjelder spesielt for industrimineraler.

Hvordan kan så dette tenkes gjort, og hvordan skal dette påvirke prioriteringen i Nordland fylke?

Følgende faktorer må legges til grunn for vurderingene:

- 1) Det må være en bevisst kobling mellom fremtidig marked/produkt/teknologi og ressurspotensialet i fylket.
- 2) Man må se på tendenser i forbruksmønsteret. Viktigst i denne sammenheng er utviklingen i elektronisk industri, og overgangen til nye materialer som keramer, kompositter og spesialplaster. Høyere grad av resirkulasjon og gjenbruk av materialer er også viktige faktorer.
- 3) I framtiden vil det stilles større krav til produktkvalitet og følgelig det teknologiske nivået i en mineralbedrift.
- 4) Ved videreforedling og tilpasning av kvalitet økes mineralproduktets verdi. Dette kan omfatte en mekanisk og/eller en kjemisk behandling av mineralproduktet. Den mekaniske behandlingen omfatter i første rekke tilpasning av kornstørrelse og kornform, mens kjemisk behandling tar sikte på å øke renhetsgraden eller å gi mineralpartiklene bestemte overflateegenskaper.

Nedenfor gis enkelte eksempler på prioriterte områder for forskning og utvikling der en som utgangspunkt har lagt vesentlig vekt på de faktorene som er nevnt ovenfor.

- Fremstilling av mineralprodukter for produksjon av høyteknologiske materialer. Utviklingsarbeidene vil omfatte metoder for optimal utvinning av de aktuelle mineralene med tilpasning av produktene for sin endelige anvendelse.
- Fremstilling av komposittmaterialer for plast og papir. Spesielt bør det søkes utviklet fibrøse og flakige mineraler/produkter egnet som forsterkningsmineraler i plast. Nye anvendelsesområder for komposittmineraler kan tenkes utviklet.
- Utvikle ulike produkter for miljørensing
 - Eks.
 - Utvinning av metaller i platinagruppen som katalysatorer for eksosrensing i biler.
 - Karbonatbergarter for rensing av industriutslipp.

6.8.3 Prospekteringsmetoder

I 1980-årene startet en utvikling fra å prospektere etter såkalte tradisjonelle metaller, det vil si de metallene som norsk gruvedrift har vært basert på (jern, kobber, sink og bly), til å lete etter en rekke nye spesielle metaller og mineraler. Leting etter tradisjonelle malmtyper hadde prospektørene lært seg. Det bygger på kjennskap til de geologiskgenetiske modellene for forekomstene, strukturelle forhold, samt den geofysiske og geokjemiske respons som disse forekomstene gir. Når markedene endrer seg og prisene på produktene i forhold til driftskostnadene gjør at bergverkene blir ulønnsomme, må en tilstrebe rasjonalisering og igangsette leting etter mer verdifulle ressurser.

Geologi

Det å lete etter nye malmtyper krever at malmgeologen må kjenne til det geologiske miljø han skal lete forekomster i. Det betyr at kunnskap må bygges opp om de nye forekomsttypene, og hvilke signatur disse gir i selve forekomsten og de omgivende bergartene. En rekke forekomster som kan være økonomisk er ikke som kisforekomstene synlig for geologens øye umiddelbart. Dette er en ny utfordring, og gir samtidig større muligheter for at disse usynlige forekomstene ikke ble funnet av de gamle skjerperne. På tross av dette er den vanlige borgers observasjonsevne viktig å stimulere. Prosjekt "Mineraljakt i Nord" i regi av Landsdelsutvalget for Nord-Norge har vist seg verdifullt med nyfunn av potensielle ressurser og mineraler. Funnene er gjort nettopp av uprofesjonelle og prosjektet er viktig å videreføre.

I prospekteringsmiljøet i Norge har det skjedd en viss utvikling med hensyn til prospektering etter nye metaller. Likevel står en del igjen m.h.t. kompetanseoppbygging. Det er ikke bare i Norge at denne ekspertise må bygges opp. Det gjelder også globalt i forbindelse med overgangen til satsing på nye råstoffer. Med den beskjedne kjennskap en hittil har må en forvente å finne de nye typene forekomster i geologiske miljø hvor det tidligere ikke er funnet slike forekomster (eks. Høgtuva). Det er hittil lite kjent at en ikke har fullgode geologiske modeller for opptreden og dannelse av forekomstene.

Det er derfor mye om å gjøre med forskning og oppbygging av geologiske kunnskaper på dette felt. Denne kompetanse er nødvendig å bygge opp for å være i stand til å finne de naturressursene vi forventer å ha. Kunnskapsfeltet som er nødvendig å dekke er stort og en kan ikke bygge opp på alle deler av det samtidig. Prioritering må skje innenfor de metaller/metallgrupper en satser på ut fra markedsutsikter, pris og geologisk miljø. Ser en på Nordland er satsningsområdene som beskrevet i kapittel 5 og under sammen- draget i kapittel 1.

Mineralogisk kunnskap er svært viktig innenfor leting etter industrimineraler fordi mineralogien er vesentlig for om en forekomst er utnyttbar. Både den kjemiske analysen av råstoffet og dets mineralogi er helt avgjørende. Mange eksempler finnes på dette, som brucitt i Granåsen ved Mosjøen, kyanitt på Saltfjellet, osv. Mineralogisk kompetanse er på dette felt av stor betydning, og er også viktig innenfor nye mineraler som skal brukes til metallfremstilling. Ofte er også mineralenes fysiske egenskaper nødvendig å ha kunnskap om ved en vurdering av alternative bruksområder for eksisterende ressurser.

Det er derfor viktig å holde en høy kompetanse innenfor mineralbestemmelse, mineralanalyse, mineralseparasjon, bestemmelse av mineralers fysiske egenskaper, oppredningsteknikk m.m.

Kravene til mineralogi og mineralteknologi er større enn tidligere med de nye mineralressursene enn de tradisjonelle. Også her er forskning og utvikling nødvendig og det er naturlig at hoveddelen av dette videreutvikles ved NTH – SINTEF – NGU.

Geofysikk

Innenfor leting etter tradisjonelle metaller ligger det norske miljøet i front når det gjelder erfaring, metoder og instrumentering. Når det derimot gjelder metoder for leting etter de nye metallgruppene er ikke disse utviklet. For å utvikle metoder må en kjenne til hvilke fysiske parametre som er karakteristisk for disse forekomstene. Med få kjente forekomster globalt er det foreløpig et spinkelt grunnlag for utvikling av metoder. En metode som hittil har vist seg anvendelig ved prospektering etter noen av de nye metallene er måling av bergartenes naturlige radioaktive stråling. Dette er også enkelte

ganger uttrykk for en geologisk differensieringsprosess som har anriket uran og samtidig andre grunnstoffer som er mer økonomisk interessante. En viss slik sammenheng synes det å være i grunnfjellet i nordlige Nordland mellom uran og REE, og kanskje til dels også beryllium. Metoder og instrumentering for slik kartlegging har vi idag ved NGU.

Det er idag igang en forskningsdel innenfor Høgtuva-prosjektet med kartlegging av en rekke geofysiske parametre, for å se om noen av dem eventuelt kan brukes for å karakterisere mineraliserte områder. Dette er finansiert av NGU og Nordland fylke.

Forskning er nødvendig for å finne frem til anvendbare geofysiske metoder for å lete etter de nye metallene. Det eksisterer et geofysisk miljø i Trondheim (NGU – NTH – SINTEF) som har stor erfaring i praktisk prospektering. Oppbygging av metoder for prospektering etter de nye metallene må skje integrert med oppbygging av den geologiske kunnskap om forekomstene.

Geokjemi

Geokjemiske metoder har lenge vært brukt for å lete etter metaller som Cu, Zn, Pb. Det vanligste prøvetakingsmedia har vært bekkesedimenter (finstoff i bekker), morene og tungmineralkonsentrater som er vasket fra bekker eller morene. Geokjemi har fungert på en tilfredsstillende måte ved prospektering etter de nevnte metaller.

I de siste årene har det vært en rivende utvikling innenfor kjemisk analyse. Den kan nå analyseres rutinemessig på mange flere grunnstoffer enn før, nøyaktigheten er bedre og prisene lavere. Det har gitt store muligheter for oppbygging av databaser for innholdet av et stort spekter av tradisjonelle og nye metaller i geologisk materiale. En rekke prøvetakingsmedia brukes i tillegg til de som er nevnt ovenfor, for eksempel overflatevann, mose, torv, flomsedimenter osv. Det viser seg at det beste prøvemediet ikke nødvendigvis er det samme for alle metallene.

Når det gjelder nye metaller vil det sannsynlig i større grad enn før være nødvendig å bruke fast fjell som prøvetakingsmedium. Fastfjellsgeokjemi vil kunne brukes for å sammenligne gehalter og å påvise omvandlinger som er

karakteristiske i sammenheng med bestemte mineraliseringer. På dette felt er det viktig å bygge opp en felles geokjemisk – geologisk kompetanse.

RAMMEBETINGELSER

- Ny bergindustri fordrer tilgang på kompetent personell spesielt innen prosessbehandling. Nordland fylke har et industrimiljø som gir grunnlag for rekruttering av slikt personell.
- Mineralforedlende industri kan være energikrevende. Rik på vannkraft og med mulige gasskilder off-shore, kan Nordland dekke denne industriens energibehov. Enkelte kommuner kan lette etableringer ved tildeling av billig konsesjonskraft.
- Transportkostnadene er relativt høye for mange lavprisprodukter fra bergverk. Nærhet til sjøen er derfor viktig for totaløkonomien i et prosjekt.
- Miljøforurensningene fra bergverk kan begrenses ved tiltak inkorporert i utbygningsplanene.
- Statlige støtteordninger er viktige ved etableringer i mineralnæringen.
- Kommunale utviklingsselskaper kan i enkelte tilfeller bidra effektivt til gjennomføring av mineralprosjekter med henblikk på etablering av industriell virksomhet.
- Forskning er nødvendig for utvikling av mineralprosjekter. Generelt bør forskning utføres ved de etablerte instituttmiljøer, men i samarbeid med disse kan noe av utviklingsarbeidene skje desentralt i distriktet.

VEDLEGG I: DEFINISJONER

For lesere uten spesielle forkunnskaper kan det være nyttig med en nærmere forklaring på spesielle uttrykk som er benyttet i teksten. Det gjelder spesielt uttrykk innenfor geologi, mineralogi og forekomstbeskrivelser. Det er i størst mulig grad forsøkt å unngå unødvendig bruk av faguttrykk. Listen over uttrykk og ord er ordnet alfabetisk.

Arsenkis:	Jern-arsen sulfid.
Basiske intrusiver:	Magmatiske bergarter av gabbroid sammensetning.
Bauxitt:	Forvittringsjord bestående av vannholdige aluminiumsoksyder.
Bergarter:	En sammenvoksning av forskjellige mineraler, som er med å gi bergartene spesielle navn
Beryll:	Silikatmineral med beryllium og aluminium.
Blyglans:	Bly-sulfid
Disseminasjonsforekomst:	Forekomst i bergarter med lavt innhold av malmmineraler som opptrer jevnt fordelt i bergarten.
Dioritt:	Magmatisk bergart som består vesentlig av feltspat og mindre mengder mørke mineraler som pyroksen og hornblende.
Dolomitt:	Sedimentær bergart som består av mineralet dolomitt, som er et karbonat av kalsium og magnesium.
Dunitt:	Bergart som består vesentlig av olivin.
Epidot:	Silikatmineral med kalsium, aluminium og jern.
Fenakitt:	Silikatmineral med bare beryllium.
Fahlerts:	Komplekst sulfid, sammensatt av varierende mengde kobber, sink, sølv, arsen og antimon.
Feltspat:	Silikatmineraler som har vekslende mengde innhold av aluminium, kalsium, kalium og natrium.

Granat:	Silikatmineral med kalsium, jern, magnesium, mangan og aluminium.
Granitt:	Magmatisk bergart som består vesentlig av feltspat og kvarts.
Gangforekomst:	En malmforekomst som er formet som en gjennomskjærende gang i omkringliggende bergart.
Gabbro:	Magmatisk bergart som består av feltspat, hornblende og pyroksen.
Gneis:	Metamorf bergart som består av kvarts, feltspat og glimmer.
Hornblende:	Silikatmineral med kalsium, jern, magnesium, aluminium og natrium.
Hematitt:	Jernoksyd, også kalt jernglimmer eller jernglans.
Hydrotermal forekomst:	Forekomst dannet ved utfelling av metaller fra varmt saltholdig vann.
Ilmenitt:	Jern - titanoksyd.
Impregnasjonsforekomst:	Forekomst i bergarter med lavt innhold av malm mineraler som opptre jevnt fordelt i bergarten.
Industrimineraler:	Mineraler som utnyttes pga. sine egenskaper som mineral og ikke for sitt eventuelle metallinnhold.
Intermediære intrusiver:	Magmatiske bergarter av syenittisk og diorittisk sammensetning.
Intrusive bergarter:	Bergarter som er injisert som smelte-masser nede i jordskorpa og størknet der.

Kisforekomst:	Opptreden av sulfidmineraler i lag i en bergart. Vanligvis består forekomstene av magnetkis og svovelkis med større eller mindre mengder kobberkis, sinkblende og blyglans.
Kaledon:	Tidsepoke for den kaledonske fjellkjedefoldning i Skandinavia og Skottland. Foldningen fant sted for 400-600 millioner år siden.
Kalkstein:	Sedimentær bergart som består av kalkspat eller kalsiumkarbonat.
Kalksilikat bergart:	Bergart som er omdannet ved omvandling av kalkrike bergarter og består hovedsaklig av silika og kalsium.
Kobberkis:	Kobber-jern-sulfid
Kromitt:	Oksydmineral med jern, magnesium og krom.
Kvarts:	Mineral som består av silisiumoksyd.
Kvartsitt:	Metamorfe bergarter som inneholder mer enn 90 % kvarts.
Mafiske bergarter:	Bergarter med høyt innhold av mørke mineraler.
Magmatiske bergarter:	Størkningsbergarter dannet av smeltet jordskorpe.
Magnetitt:	Jernoksyd som er magnetisk. Også kalt magnetjernstein.
Magnetkis:	Jernsulfid, noen ganger magnetisk
Metallmineraler:	Mineraler som utvinnes og videreforedles for sitt metallinnhold. Dette omfatter både tunge metaller og lettmetaller.

Metamorfe bergarter:	Bergarter som var sedimenter eller intrusiver omdannet ved trykk og temperatur.
Molybdenglans :	Molybden-sulfid
Monazitt:	Fosfatmineral hvor fosfor er bundet til sjeldne jordartsmetaller.
Oksyder:	Mineraler hvor metall(ene) er bundet til oksygen.
OksyDMINERALER:	Mineraler hvor metall(ene) er bundet til oksygen.
Olivin:	Silikatmineral med jern og magnesium.
Orthitt:	Komplekst sammensatt silikatmineral bestående av varierende mengder jern, sjeldne jordartsmetaller og aluminium.
Pegmatitt:	Ekstremt grovkornet bergart som vesentlig består av kvarts og feltspat. Kan ha magmatisk eller metamorf opprinnelse.
Peridotitt:	Bergart som består vesentlig av olivin.
Prekambrium:	Betegner geologisk epoke som varte fra jordens tilblivelse og inntil for 600 millioner år siden.
Pyroksen:	Silikatmineral med kalsium, jern og magnesium.
Reserve:	En påvist mengde malm eller industrimineral som idag kan brytes med fortjeneste.
Ressurs:	En mulig reserve for malm eller industrimineral som ikke er påvist, eller en påvist mengde som ikke idag kan bryts med fortjeneste.

Scheelitt:	Oksymineral med kalsium og wolfram.
Sedimentære bergarter:	Bergarter avsatt som sand-grus-leire og senere herdet.
Silikater:	Mineraler hvor metall(ene) er bundet til silisiumoksyd (SiO_2).
Silikatmineraler:	Mineraler hvor metall(ene) er bundet til silisiumoksyd (SiO_2).
Silimanitt:	Silikatmineral med aluminium som hovedkomponent.
Sinkblende:	Sink-sulfid
Skarn:	Bergart som er omdannet ved omvandling av kalkrike bergarter og består hovedsakelig av silika og kalsium.
Sulfider:	Mineraler hvor metall(ene) er bundet til svovel.
Sulfidmineraler:	Mineraler hvor metall(ene) er bundet til svovel.
Sure intrusiver:	Magmatiske bergarter av granittisk sammensetning.
Svovelkis:	Jernsulfid
Syenitt:	Magmatisk bergart som består vesentlig av feltspat.
Talk:	Silikatmineral med magnesium som hovedkomponent.
Thoritt:	Oksymineral bestående av thoriumoksyd.
Ultrabasiske intrusiver:	Magmatiske bergarter av peridotittisk/dunittisk sammensetning.

- Ultramafiske bergarter: Bergart med ekstremt høyt innhold av mørke mineraler som olivin, pyroksen og hornblende. (Eks. peridotitt).
- Uraninitt: Oksydmineral bestående av uranoksyd.
- Vulkanske bergarter: Magmatiske bergarter størknet på overflaten.
- Wolframitt: Oksydmineral med jern, mangan og wolfram.
- Xenotim: Fosfatmineral hvor fosfor er bundet til yttrium.
- Zirkon: Silikatmineral med zirkonium som hovedkomponent.

VEDLEGG II: MALMFOREKOMSTER I NORDLAND

Forskjellige typer av malmbforekomster i Nordland viser en utpreget tendens til å opptre i bestemte bergartstyper og i bestemte områder (provinser). Variasjoner i det geologiske miljøet både geografisk og i tid har kontrollert de oppkonsentrasjons-mekanismer for metaller som har gitt forekomstene. I det etterfølgende er forekomstene og provinsene beskrevet summarisk. Dette er en del av bakgrunnen for vurderingen i kapittel 5.

1 Jern (Fe)

Utvalgte jern og jern-titan-vanadium-forekomster i Nordland er avmerket på Fig. II.1.

Prekambriske jernforekomster i grunnfjellet

Vesterålen-Lofoten er en provins med prekambriske sedimentære jernforekomster. Disse opptrer som utholdende lag i 1900-2200 millioner år gamle vulkanske og sedimentære bergarter som senere er gjennomslått av forskjellige typer intrusive bergarter.

Også ved Lødingen og på sørsiden av Vestfjorden i Hamarøy opptrer små forekomster av denne typen. Forekomstene er magnetittdominerte og har ganske høyt jerninnhold; enkelte forekomster er også manganholdige. Noen av forekomstene i Vesterålen har en reserve på flere millioner tonn malm.

Kaledonske jernforekomster

Den kaledonske fjellkjeden i Nordland inneholder et betydelig antall sedimentære jernmalmer, hovedsakelig i Rana-distriktet og i Ofoten. Mens forekomstene i Rana er magnetitt-hematitt malmer med lavt innhold av mangan, så omfatter forekomstene i Ofoten både magnetittmalmer og hematitt-magnetittmalmer med et utpreget høyt manganinnhold (5-8 % Mn i granat). De kaledonske jernmalmer har i dag økonomisk betydning gjennom Rana Grubers drift på Storforshei. Forekomstene i Nordland er usedvanlig godt undersøkt (av Rana Gruber) og en har følgelig god oversikt over malmressursene.

Gruver av betydning i Ofoten-Salangen-provinsen lå i Bogen i Ofoten, hvor en hel del malm ble drevet ut i dagbrudd og under jord. Driften ble her stoppet på 1950-tallet. Forekomstene har stor utstrekning, men er tynne, utenom beskjedne fortykkelser pga. foldning. Jern-malmene i Ofoten har det høyeste manganinnhold med opptil 8% Mn.

I Fauske - Sørfold opptrer jernmalforekomster hvor de største ligger i Valnesfjordområdet (Neverhaugen). Reservene er likevel såpass små at det ikke representert noe potensiale for økonomisk drift med hensyn til jern.

Forekomstene i Dunderlandsdalen har ubetinget de største jernmalmreservene i den kaledonske fjellkjeden. I Storforshei-området er det malmreserver for drift i 50-100 år med dagens produksjonsnivå. Jernmalmen i Rana-distriktet er kartlagt i stor detalj og ressursene er godt dokumentert. Det samme gjelder forekomstene sør for Rana i Elsfjord- og Mosjøen-området som også er undersøkt av Rana Gruber.

2 Jern - titan - vanadium (Fe-Ti-V)

Utvalgte jern og jern-titan-vanadium-forekomster i Nordland er avmerket på Fig. II.1.

En rekke Fe-Ti forekomster opptrer i forbindelse med basiske intrusiver i Vesterålen-Lofoten. Av disse er det en, Selvåg, som ansees å være av økonomisk interesse. Denne forekomsten er detaljert undersøkt av Elkem A/S som i tillegg støttet et tysk doktorgradsarbeide. Elkem anså metallet vanadium som inngår i magnetitt som den økonomisk sett viktigste bestanddelen av forekomsten. Jern og titan vil ved en eventuell produksjon utgjøre biprodukter. Forekomsten inneholder minst 44 mill. tonn malm. Elkem kom imidlertid til det resultat at vanadiumgehalten (0.4 % V i magnetitt) var for lav, og avsluttet derfor sine undersøkelser i 1981. Forekomsten er en ressurs som kan få betydning i framtiden.

Ingen av de andre forekomstene i Vesterålen-Lofoten er undersøkt i slik detalj som Selvåg. Rekognoserende undersøkelser av Elkem, blant annet på 1970-tallet, har ikke ført til funn av forekomster som ble vurdert som økonomisk interessante.

I dag er Selvåg-forekomsten gjenstand for fornyet interesse, men denne gang ikke på grunn av innholdet av metallene V, Fe og Ti, men fordi visse

fysiske egenskaper til Fe-Ti oksyDMINERALENE gjør malmen velegnet til blant annet varmemagasiner, ballast og kull-separasjon. Et selskap driver for tiden undersøkelse av forekomsten med henblikk på slike anvendelser.

3 Krom (Cr) - nikkel (Ni) og platina-gruppens metaller (PGM)

Krom-malm i form av mineralet kromitt opptre i ultramafiske bergarter (olivinførende). Slike bergarter forekommer hovedsakelig på Helgelandskysten (Fig. II.2) og danner vanligvis linseformede små kropper med noen få hundre meters lengde. Massiv kromitt finnes i små (ca. 1 m) lange linser og slirer. Impregnasjon med i størrelsesorden 10 % kromitt kan forekomme i mindre partier. Kromitt-gehalten over flere hundre tusen tonn som er nødvendig for økonomisk drift er for lav. Lokaliseringen av de kjente forekomster framgår av Fig. II.2.

Nikkel finnes som forekomster i mafiske og ultramafiske bergarter. I disse finnes nikkel bundet i sulfider og opptre oftest sammen med kopper. Den største forekomsten i den kaledonske fjellkjede finnes ved Bruvann innenfor Råna-intrusjonen i Ballangen (Fig. II.2). Forøvrig er det i Nordland kjent små nikkelmineraliseringer i Skjerstad og Efjord-Tysfjord-området knyttet til gabbroer, og i kromitt-førende ultramafiske kropper på Helgelandskysten.

Bruvannforekomsten er detaljert undersøkt og reserveberegning har vist at den holder 44 mill. tonn med 0.33 % nikkel i tillegg til kobber og kobolt. Innenfor denne reserven forekommer også rikere partier. Malmen er impregnert i en peridotitt, men det finnes også massiv sulfidmalm med gehalter på 1-2 % nikkel, uten at størrelsen på disse kroppene er kjent i detalj. Det vurderes idag å sette igang kombinert drift på nikkel og olivin i feltet med pukk som et tredje produkt.

Platina-gruppens metaller (PGM) opptre i mafiske og ultramafiske bergarter, gjerne i tilknytning til krom-malmer og nikkelsulfid-malmer. I Nordland er det analysert prøver fra krom-malmer på Helgelandskysten. I en liten forekomst ved Selsøyvik i Rødøy kommune viser krom-malmen en markant

anrikning av platina-metaller (3-4 gram/tonn PGM i enkeltanalyser). Gjennomsnittsgehalt for større volum er ikke kjent.

Platina-mulighetene i Råna-intrusjonen er inngående studert, med negativt resultat. Prøver fra Ni-mineraliseringene i Skjerstad er for tiden under analysering på platina-metaller.

4 Kobber - sink - bly (Cu-Zn-Pb)

Kobber, sink og bly opptrer i forskjellige typer forekomster. De kan opptre i kisforekomster av tradisjonell type og også i gangforekomster. Forekomstene opptrer i både prekambriske og kaledonske bergarter i Nordland. Et utvalg av forekomstene er avmerket på Fig. II.3.

Forekomster i prekambriske bergarter

De prekambriske vulkanske-sedimentære bergartsserier i Lofoten-Vesterålen-regionen inneholder en rekke kisforekomster med kobber og sink. Disse har visstnok ikke vært nøye undersøkt i nyere tid, og lite er kjent når det gjelder forekomststørrelse og gehalter.

Sink-bly-forekomster opptrer som disseminasjoner, massive linser og mineraliserte sprekkefyllinger i kalksilikat horisonter og omvandlede vulkanske askelag i den prekambriske vulkanitt/sediment-serien på nord og sydsiden av Rombaksfjorden. Undersøkelser av ARCO i 1983-84 påviste en rekke mineraliseringer eller mindre forekomster av disse metaller. I tillegg forekommer små, gangforekomster av bly i granitt ved Katterat like ved svenskegrensen.

I Storjord-Bognes (Tiltvik) området i Tysfjord kommune forekommer flere mindre kobberforekomster. Mineraliseringene omfatter disseminasjon og årer av kobber-sulfider i en skarnbergart bestående av granat-pyrosken. Årer av kobber-sulfider finnes også i en omkringliggende granitt. Mineraliseringene inneholder også noe gull.

Forekomster i kaledonske bergarter

Den kaledonske fjellkjeden inneholder et stort antall kisforekomster med varierende mengde Cu, Zn og Pb. Forekomstene viser en klar tendens til å opptre i avgrensede kis-distrikter eller subprovinser i den kaledonske fjellkjede, hvorav de viktigste i Nordland er Ofoten-, Sulitjelma- og Rana-distriktene.

De fleste av forekomstene er jern-sulfid forekomster med varierende mengde kobber og sink. Kismalmene i Rana-distriktet er spesielle fordi de fører betydelige mengder bly. Kisforekomstene inneholder vanligvis noe edelmetaller (sølv og gull) som kan oppkonsentreres i mineralkonsentrater av kobber, sink og bly og kan dermed i visse tilfeller gi et viktig økonomisk bidrag til driften. Dette er tilfelle for de igangværende gruvene Bleikvassli og Sulitjelma.

I Ofoten-distriktet har det tidligere vært drift ved Bjørkåsen (1917-1965), og Melkedalen gruver (1899-1912). Hovedproduktet fra Bjørkåsen gruve var et svovelkiskonsentrat med sink og kobber-konsentrater som biprodukter. Fra Melkedalen gruve ble det produsert skeidet kobbermalm. I denne forekomsten er det partivis betydelige mengder sink.

Sulitjelma-distriktet har vært et av landets mest produktive kisdistrikter. I området har det vært kontinuerlig drift siden 1891. Konsentrasjonen av forekomster ligger rundt Langvatnet, mens det finnes en rekke små forekomster sørvest for hovedforekomstene. Hovedproduktene fra forekomstene har vært et svovelkiskonsentrat og senere kobber- og sink-konsentrater. Et lite smelteverk ved gruva har produsert bliskobber fra kobberkonsentrat.

Rana-distriktet er som nevnt et unikt kisdistrikt i de norske kaledonidene på grunn av sitt bly-innhold og en viss anrikning av Sn og Ag i kisene. Bleikvassli og Mofjellet er de viktigste forekomstene. Forekomstene med bly og sink har et utnyttbart innhold av sølv og tildels gull. Sølvet følger vanligvis blykonsentratet mens gullet følger både kobber- og blykonsentratene.

I tillegg til Mofjell og Bleikvassli har det også vært betydelig drift på Båsmo-forekomsten, som er et eksempel på den normale kaledonske kismalm-

type. Malmen her er en svovelkismalm med svært små mengder legeringsmetaller (kobber, sink og bly). I sin tid produserte gruven et høyverdig svovelkiskonsentrat fra den grovkornige svovelkismalmen. Andre forekomster som har vært gjenstand for en viss drift er Malmhaug, Plurdalen og Mos gruver.

Fra Plurdalen går et drag med skarnbergarter vestover mot Båsmo. Dette skarnet inneholder mindre kobberforekomster.

I tillegg til de omtalte forekomstene finnes det utenfor kisdistriktene spredte forekomster i kalksteinsmiljø vest og sør for Mosjøen (Husvik, Ravnåsen) og nord for Mo i Rana (Grønfjelldal).

5 Gull (Au) - sølv (Ag)

Utvalgte gullmineraliseringer i Nordland er avmerket på Fig. II.4.

Forekomster i prekambriske bergarter

Gull i prekambrium er kjent fra to områder: Skjomen-Rombaken i Narvik kommune og Storjord-Bognes (Tiltvik) i Tysfjord kommune.

For Skjomen-Rombakens vedkommende har selskapene ARCO og Folldal Verk, samt NGU, utført et omfattende arbeide i de senere år. En forekomst ved Gautelisfjell i Skjomen er det mest lovende funnet i området. Forekomsten ble boret (1500 m) av Folldal Verk i 1984-85. Den ble etter disse undersøkelser vurdert å være for lavgehaltig til å kunne utnyttes. Forøvrig inneholder Rombakvinduet flere delområder som har forhøyede innhold av gull i bekke- og elvesand, uten at kilden i fast fjell er funnet.

I Storjord-Bognes (Tiltvik)-området forekommer, som tidligere beskrevet under pkt. 4, koppermineraliseringer som inneholder gull. Mineraliseringene ble undersøkt på 1970-tallet av A/S Sydvaranger med henblikk på kopper, og ble vurdert å være relativt små.

Forekomster i kaledonske bergarter

Gull i form av gedigent gull synes spesielt knyttet til arsenkis- og svovelkis-mineraliseringer som lokalt kan føre større mengder av bly-antimon-sulfider. Selv om mineraliseringene av arsenkis har stor utbredelse innenfor de kaledonske bergarter, så er det bare et fåtall av disse som fører gull i slike konsentrasjoner (mer enn 1 gram gull pr. tonn bergart) at de kan betegnes som gullforekomster. De mest kjente av denne type forekomster er Kolsvik og Reppen i Bindalen og Rauvatn forekomst i Svenningdalen. Dessuten er det påvist høye gehalter av gull i arsenkis-mineraliseringer ved Graddis Fjellstue i Junkerdalen, og i Håfjellet i Ballangen. Nylig er det også funnet løsblokker av kvarts som fører mye gedigent gull (flere prosent), tildels sammen med svovelkis, kopperkis og tinnstein. Disse blokker som ble funnet i forbindelse med grunnarbeid på et hus i Harstad avviker dermed noe fra det vanlige mineralsekskap i de kjente gullforekomster.

Arsenkis mineraliseringene utgjøres av sulfidfylte sprekker og disseminasjon langs skifrihetssoner i forskjellige bergarter. Den regionale fordeling av mineraliseringene og kjennskapet til de enkelte forekomsters geologi antyder klart at deres opptreden er knyttet til store tektoniske soner i jordskorpa.

Et typisk trekk ved de enkelte mineraliseringer er at de sjelden kan følges mer enn 10-20 m langs strøket og at de sjelden overstiger 1 meters mektighet. Dette er også tilfelle for de større forekomstene som Kolsvik og Reppen hvor en rekke enkelt-mineraliseringer opptrer over en lengde av henholdsvis 1000 og 500 meter.

Gullet i forekomstene består hovedsakelig av mikroskopiske korn som opptrer som inneslutninger i sulfidene eller langs mikrosprekker i disse. Gull synlig med det blotte øye har hittil bare blitt påvist lokalt i Kolsvik forekomsten.

Sølv-forekomstene i Svenningdal, ved Mikkelfjord i Hattfjelldal og ved Nasafjell viser mange geologiske likhetstrekk med de gullførende arsenkis-

mineraliseringer. Mineralogisk skiller de seg ut ved at de i tillegg til arsenkis og lokalt gedigent gull (Svenningdalen gruve) blant annet fører sølv-rik fahlerts. Forekomstene utgjøres av flere parallelle og steiltstående kvartsganger som er 10-20 cm brede.

De geologiske likheter mellom forskjellige typer av edelmetallforekomster antyder klart at de er dannet gjennom de samme geologiske prosesser, men avsetningsforholdene har vært noe forskjellig slik at ulike mineral-selskap har fremkommet.

6 Molybden (Mo)

De fleste molybdenglans-forekomstene i kaledonidene er pegmatitt-forekomster som opptrer like over (maksimum 200 - 300 m) kontakten til underliggende prekambrisk grunnfjell. Pegmatittene opptrer som langstrakte legemer parallelt båndingen i de omgivende bergarter. I partier er de meget kvartsrike og kan gli over i rene kvartsganger. Molybdenglansen opptrer som disseminerte flak og som sprekkefyllinger i pegmatitten. Molybdenglans - mineraliseringene er ofte ledsaget av litt magnetkis, kobberkis, svovelkis, schelitt og lokalt uranførende mineraler.

Det eneste sted hvor det har foregått gruvedrift på disse pegmatitt-mineraliseringer er i Laksådalen i Gildeskål kommune (Fig. II.5). Gjennomsnittsgehalten for råmalmen fra Laksådalsgruven var 0,25 % MoS₂. Vest for Bjøllåvatn på Saltfjellet er den eneste forekomsttype hvor molybdenglans danner impregnasjon i kaledonske skifre og gneiser langs grunnfjellskontakten. De prekambriske molybdenforekomster er i likhet med de kaledonske, assosiert med pegmatitter og kvartsganger. Den mest kjente ligger ved Vatterfjord i Lofoten.

7 Wolfram (W)

Forekomster av wolfram er kun kjent i de kaledonske bergartene. Scheelitt er det dominerende W-mineral i forekomstene, mens wolframitt bare er påvist som en ubetydelig bestandel av sølvgangene i Svenningdalen gruve. Scheelitt mineraliseringene kan inndeles i fire hovedtyper, henholdsvis skarn, kvartsgang, pegmatitt og sprekke-mineraliseringer.

Skarn-mineraliseringene opptrer vanligvis i nær tilknytning til granittiske intrusiver. Skarnbergartene som hovedsakelig består av kalksilikatene, granat, pyroksen og/eller epidot, er enten utviklet på kontakten mellom granitter og kalkstein eller langs kontakten mellom kalkstein og forskjellige typer av gneis. I skarnet forekommer scheelitt som disseminerte korn og aggregater og/eller som årer og sprekkefyllinger. Scheelitten ledsages ofte av litt magnetkis, svovelkis, kobberkis, sinkblende, molybdenglans, jernoksyder og grafitt.

Den største kjente skarn W-mineralisering er Målviken forekomst ved Tosbotn i Brønnøy kommune. Scheelitt er anrikt i liggen av en 2-5 m bred skarnsone som opptrer på grensen mellom kalkstein og en gneis. Mineraliseringer som kan følges over en lengde av 700 m består av scheelitt-aggregater (mindre enn 3 cm) som spesielt er anrikt i en meter-bred sone med opptil 5 % wolframoksyd. Lavgehaltige mineraliseringer i form av scheelittårer i gneisene og disseminasjon i tynne skarnbånd forekommer innenfor en 30 m mektig sone over hovedmineraliseringen. Gneisene og kalksteinen ved forekomsten er gjennomvannet av en rekke granitt-ganger som kan stå i forbindelse med Bindalsgranitten som finnes 500 m mot øst.

Kvartsgang-mineraliseringer forekommer både i intrusive bergarter og i metamorfe sedimenter. Denne mineraliseringstypen viser ingen spesiell tilknytning til granittiske intrusiver. Gangene fører et lavt innhold av scheelitt på sprekker og langs kontaktflaten mot sidestein.

Noen av de scheelittførende kvartsganger (1-10 cm brede) opptrer i forbindelse med skarnforekomstene eller de kan være anrikt på arsenkis og gull.

Pegmatitt-mineraliseringer som domineres av scheelitt har liten utbredelse. Selv om scheelitt utgjør en underordnet bestanddel av de fleste molybden-glansførende pegmatitter i Kaledonidene (se molybden-forekomster) er det bare helt lokalt påvist pegmatitter som fører mye scheelitt, og da bare som små (0.5 x 1 m) kropper.

Sprekke-mineraliseringer som omfatter disseminerte korn og tynne (mindre enn 1 mm) belegg av scheelitt langs sprekker opptrer i forbindelse med de fleste av de nevnte forekomsttyper. Økonomisk interessante konsentrasjoner har hittil ikke blitt påvist.

8 Uran (U) - beryllium (Be) - tinn (Sn) - zirkonium (Zr)

Uran. Noen av de prekambriske grunnfjellsgranitter mellom Ranafjorden i syd og Rombakfjord i nord er gjennomgående svakt anrikt på uran og thorium i forhold til hva som er vanlig i andre områder. Markante anrikninger, men ikke drivbare, av uran og thorium er påvist i Høgtuva grunnfjellsvindu i Rana og Rishaugfjell grunnfjellsvindu i Sørfold. I tillegg er uran og thorium anrikt i grafittskifre langs kanten av enkelte grunnfjellsvinduer. Uran og thorium foreligger i første rekke henholdsvis i mineralene uraninit og thorit, eller innesluttet i orthit og zirkon, men finnes også i mineraler som monazit, xenotim og i sjeldne jordartsmineraler.

Beryllium. Høgtuva grunnfjellsvindu i Rana inneholder markante anrikninger av beryllium i form av mineralet fenakit. Be-mineraliseringene blir for tiden undersøkt i detalj av NGU i samarbeide med Follidal Verk. I tillegg er det i prekambrium funnet anrikninger av beryllium i form av mineralet beryll på Tjeldøya i Ofoten. I kaledonske bergarter er det påvist mindre beryll-mineraliseringer i pegmatitter bl.a. i Rana-Meløy distriktet.

Tinn-innholdet i kaledonske kisforekomster i Rana-distriktet er relativt høyt, men uten å være av økonomisk interesse. Den mest markante anrikning av tinn som er kjent i Nordland opptrer i det beryllium-anrikede området i Høgtuva grunnfjellsvindu som er anrikt på sjeldne jordartsmetaller. Dessuten finnes det tinn-mineraler i de sølv-førende ganger i Svenningdalen gruve.

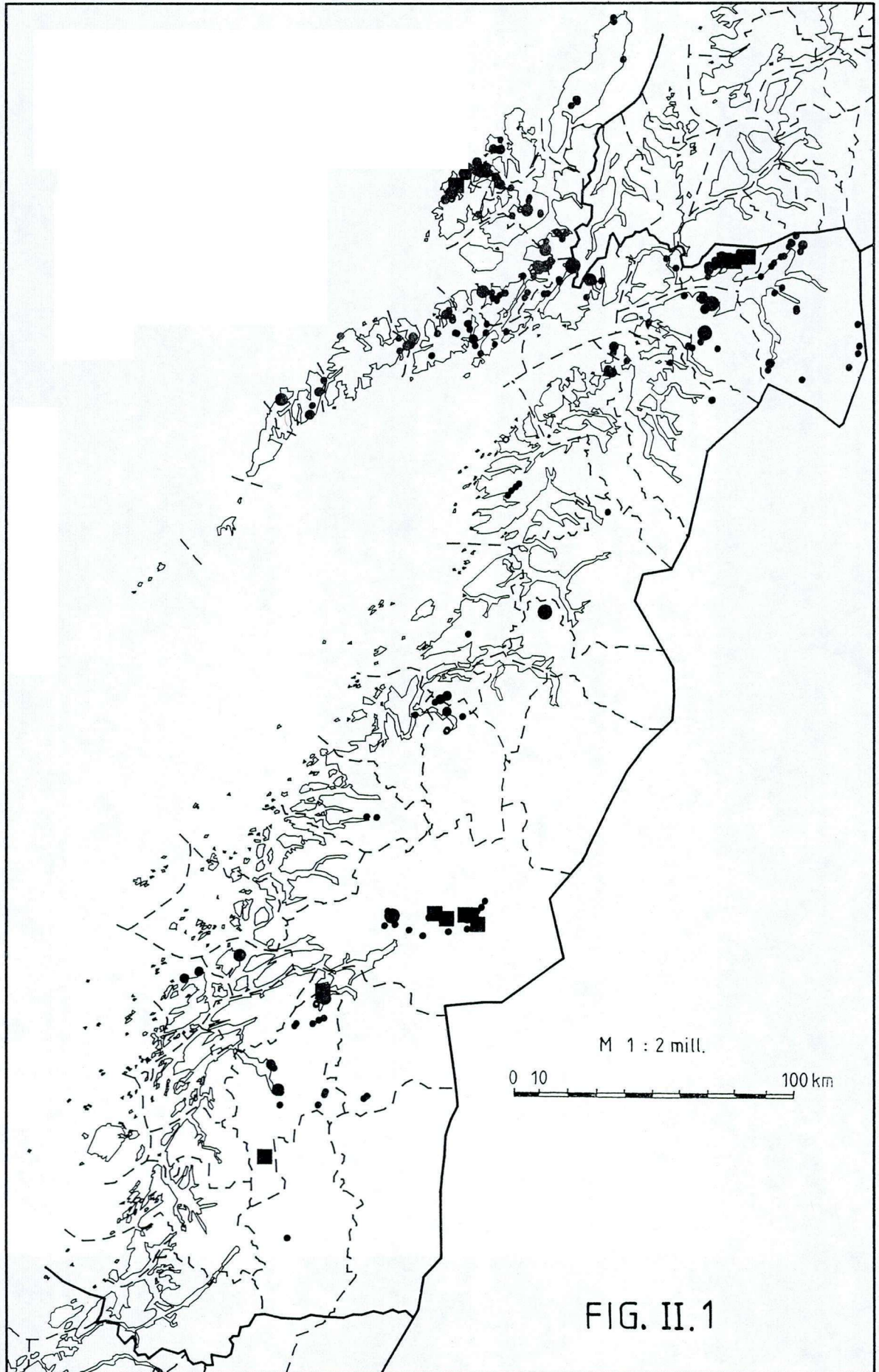
Zirkonium er også markant anrikt i det urananrikede området i Høgtuva grunnfjellsvindu. Utenom det er det bare kjent i pegmatitter som mineralogisk kuriositet.

9 Yttrium (Y) - sjeldne jordartsmetaller (REE)

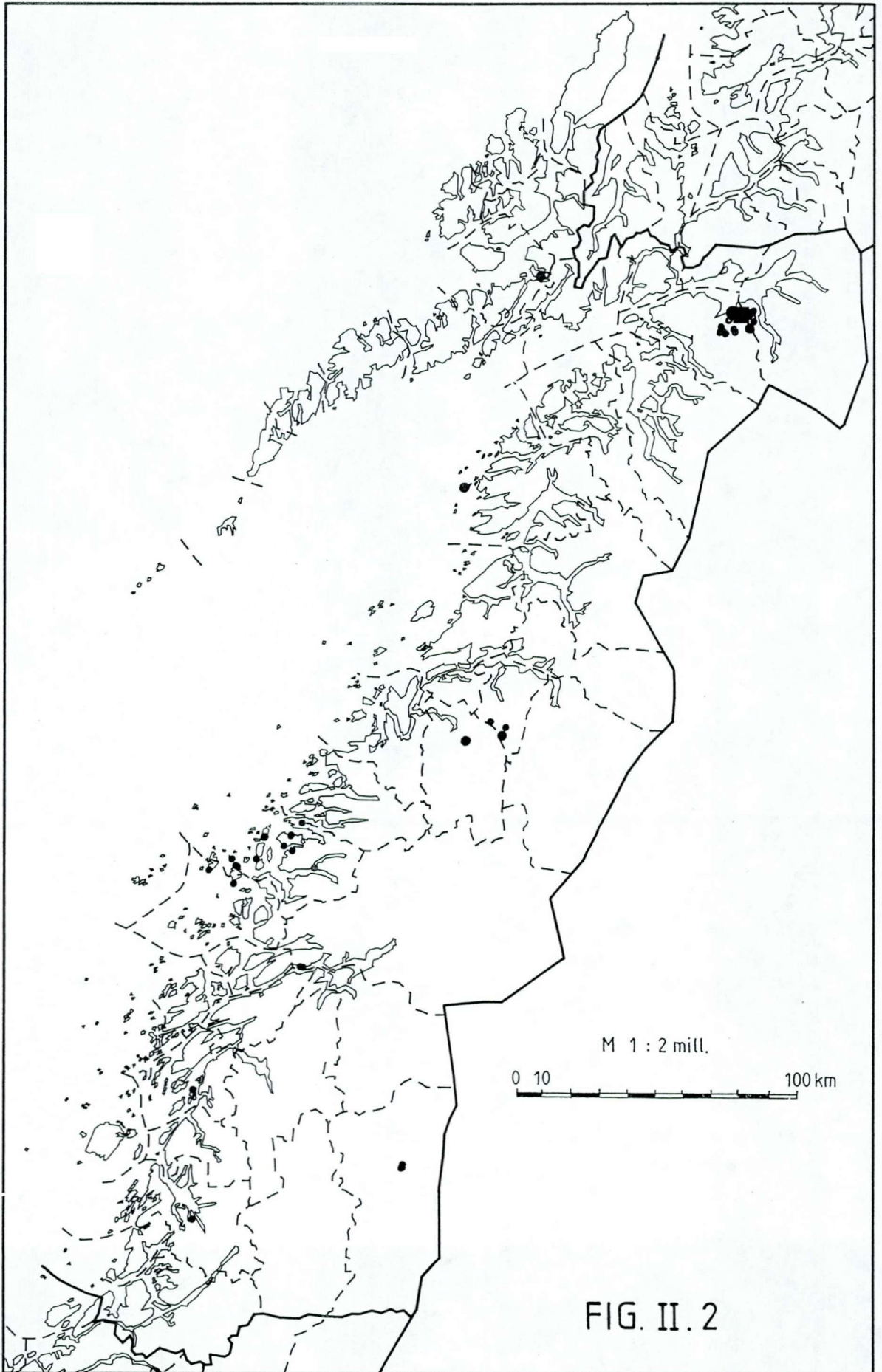
Superrent yttrium er et metall som det norske selskapet MEGON har produsert fra forskjellige råstoffer. NGUs undersøkelser på Storjord i Tysfjord har vist at metallet lokalt er sterkt anrikt i en liten jernforekomst. Denne forekomsten er ikke økonomisk utnyttbar. Det er også kjent yttrium-mineraler fra pegmatittene i det samme området.

Sjeldne jordartsmetaller er gjennomgående noe anrikt i visse typer av granittiske bergarter som forekommer i prekambrium fra Rana og nordover. I disse bergarter er det ofte en god sammenheng mellom innholdet av de radioaktive elementer uran og thorium og opptreden av sjeldne jordartsmetaller. Dette er særlig godt demonstrert i det beryllium og uran-anrikede området i Høgtuva grunnfjellsvindu, hvor sjeldne jordartsmetaller er aktuelle som biprodukter ved en eventuell beryllium-produksjon.

N O R D L A N D
REGISTRERTE FOREKOMSTER I DATABASEN FORIBA
JERN, JERN-TITAN-VANADIUM-MANGAN

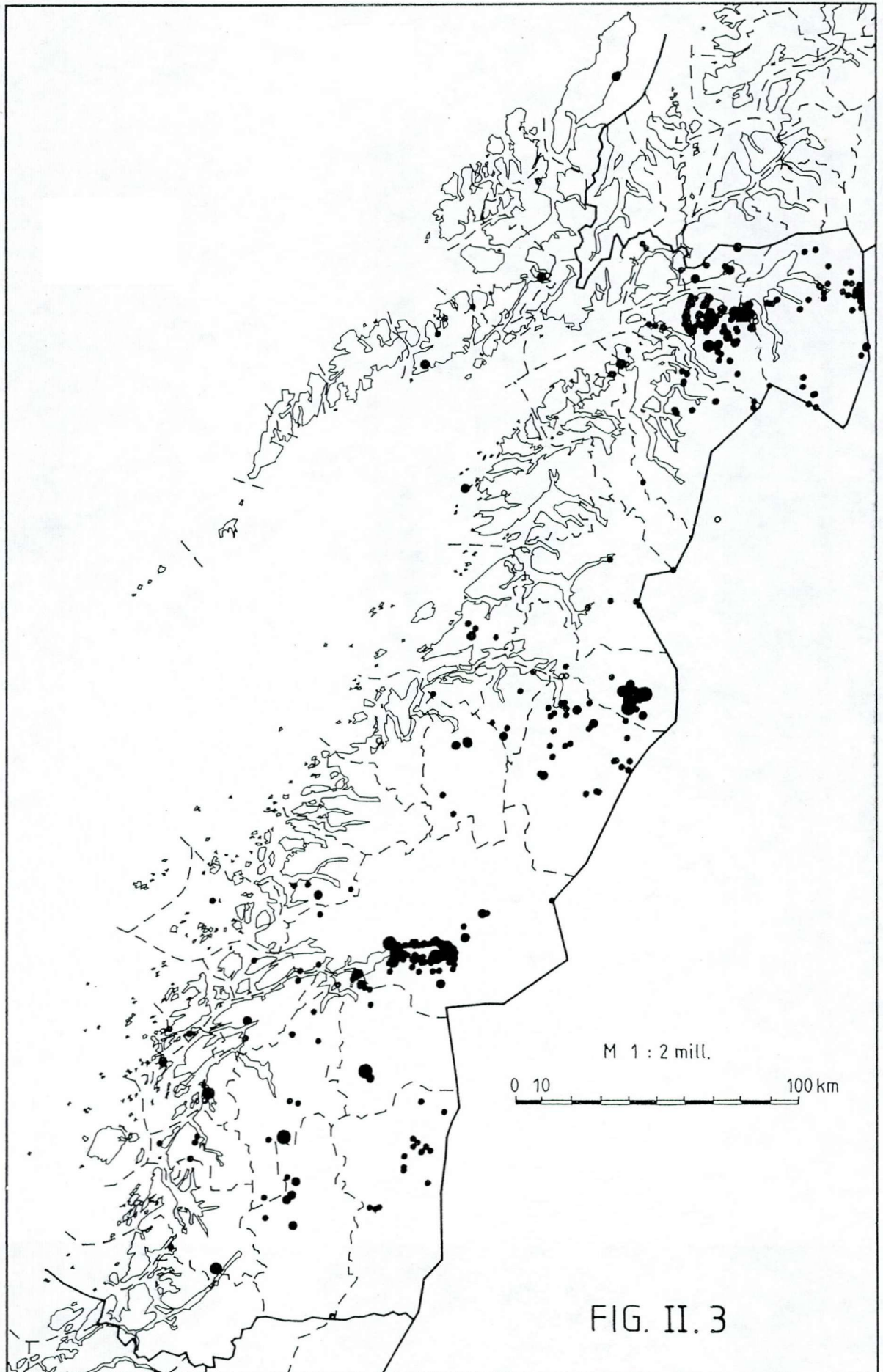


N O R D L A N D
REGISTRERTE FOREKOMSTER I DATABASEN FORIBA
NIKKEL, KROM



N O R D L A N D
REGISTRERTE FOREKOMSTER I DATABASEN FORIBA

KOBBER, SINK, BLY



NORLAND
REGISTRERTE FOREKOMSTER I DATABASEN FORIBA

GULL, SØLV

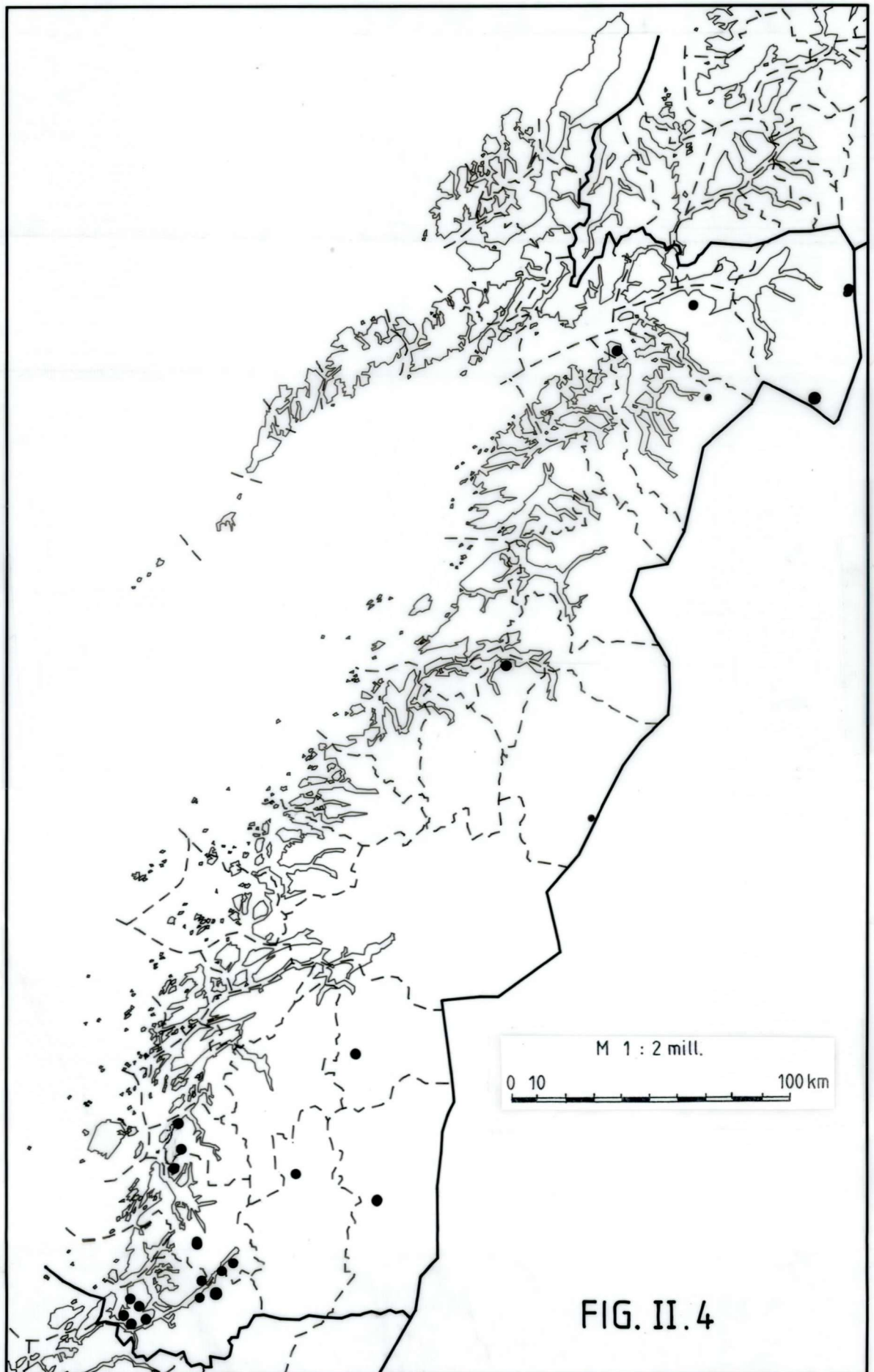


FIG. II.4

NORDLAND
REGISTRERTE FOREKOMSTER I DATABASEN FORIBA
MOLYBDEN

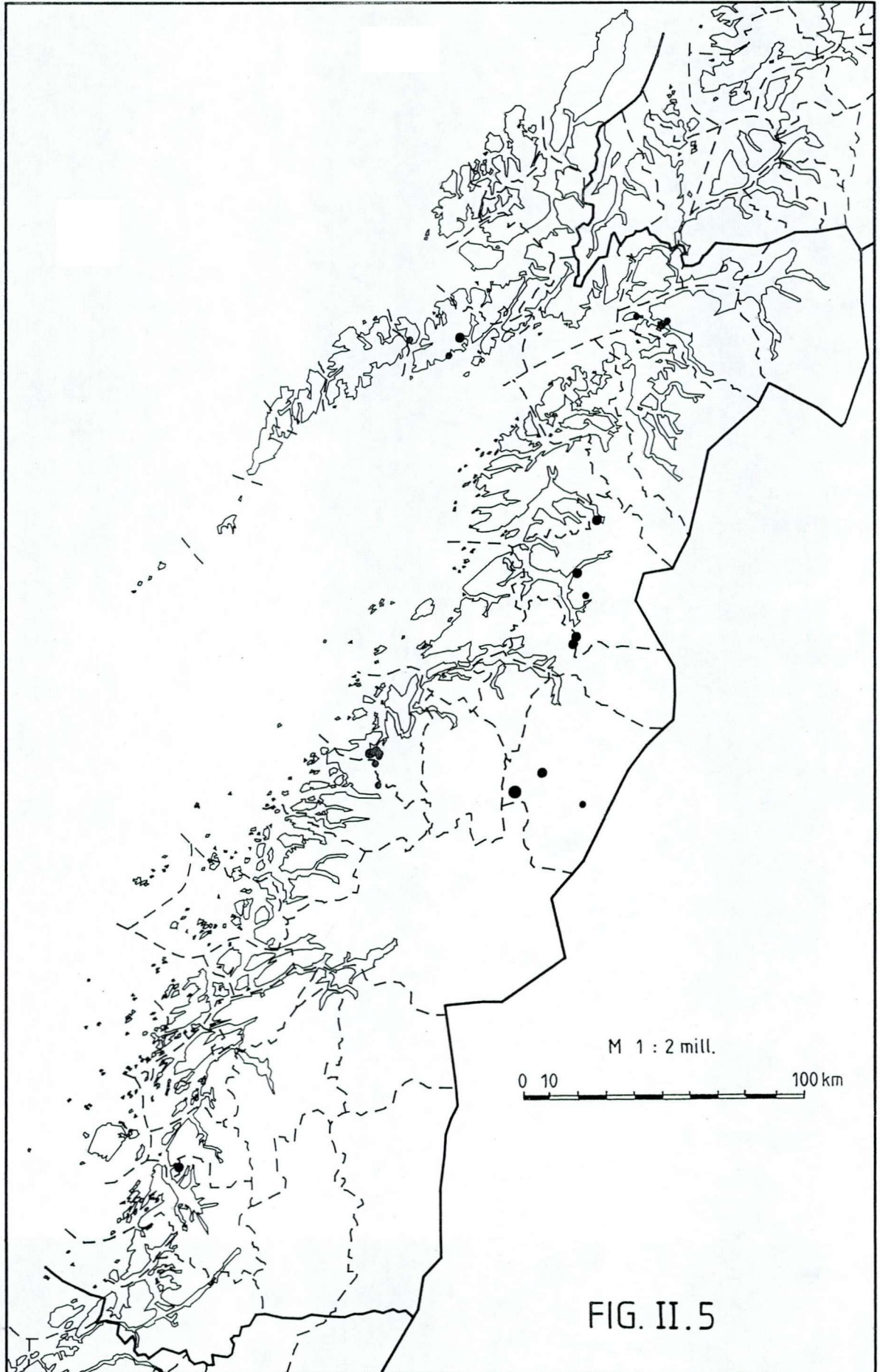


FIG. II.5

VEDLEGG III : INDUSTRIMINERALER I NORDLAND

Opptreden av industrimineralforekomster i Nordland er sterkt avhengig av en rekke faktorer hvor både geologisk miljø og geologiske prosesser spiller en dominerende rolle. Karbonatmiljø vil være utgangspunkt for opptreden av karbonater (kalksten/dolomitt), men etterfølgende geologiske prosesser kan ha forvandlet disse i andre mineraler som f.eks. kalsium- og magnesiumsilikater, Mg-oksyder eller hydroksyder, osv. Olivin og dets omvandlingsprodukter som serpentin, talk og magnesitt knytter seg oftest til kaledonske ultrabasiske intrusiver, men forekommer også i andre geologiske miljø med forskjellig dannelsesmåte. Kaolin som er et omvandlingsprodukt av feltspat kan opptre der hvor en betydelig kjemisk forvitring av feltspatrike sedimenter eller sure vulkanitter/intrusiver har funnet sted og har blitt spart for senere erosjon.

På grunn av dette og i motsetning til malmineraliseringer er opptreden av industrimineraler mindre utpreget relatert til såkalte mineralprovinser.

I det etterfølgende er de registrerte industrimineralforekomstene i Nordland kortfattet omtalt og dette er en del av grunnlaget for vurderingen i kapittel 5.

1 Kalkstein og dolomitt

De viktigste kalksteins- og dolomittforekomster i Nordland er avmerket på fig. III.1.

Prekambriske karbonatforekomster

Generelt kan en si at opptreden av karbonatbergarter i de prekambriske områder i Nordland ikke har spesiell økonomisk interesse. Dette skyldes vesentlig den komplekse geologiske historien som disse bergartene har gjennomgått og som har ført til at disse karbonatforekomstene har en sterk oppblanding med silikater. På grunn av dette er disse bergartene lite undersøkt og en vet lite om hvilke typer kalsium- og magnesiumsilikater som kan knytte seg til disse karbonatene. Kalk-silikater som wollastonitt, tremolitt, diopsid og skapolitt er av interesse som keramiske råstoffer og diverse typer fyllstoffmaterialer.

Kaledonske karbonatforekomster

Den kaledonske fjellkjeden i Nordland inneholder store karbonatforekomster, for det meste som krystallinske forekomster av dolomitt og kalkstein. Størst utbredelse har disse på Helgeland hvor de fortsetter via Dunderlandsdalen nord-over mot Skjerstad, Beiarn, Fauske og Sørfold. Lengre nord finnes betydelige forekomster i Ballangen og i Ofoten nord for Vestfjorden.

De største økonomiske interesser knyttet til karbonatforekomstene i Nordland er basert på utnyttelse av dolomitt til jordbruksformål, kalking av sure vassdrag, fyllstoff og til metallurgiske formål. Av dolomittforekomster i drift bør spesielt nevnes forekomstene i Ballangen, Sørfold og Fauske. Andre forekomster bl.a. i Hattfjelldal, Vefsn og Gildeskål representerer betydelige økonomisk interessante reserver.

Nord-Norges eneste sementfabrikk i Tysfjord baserer sin produksjon på en stor kalksteinforekomst ved Kjølsvik. Kalkstein til metallurgiske formål brytes i Vesteråli i Rana, og begrenset drift på en høy-ren kalkstein foregår sporadisk

i Brønnøy. Andre forekomster bl.a. i Brønnøy og Ballangen representerer interessante reserver.

Krystallinsk kalkstein/dolomitt (marmor) kan også være av økonomisk interesse i anvendelser som for eksempel fasadestein, prydstein og monumentstein. Blokksteinuttak til slike formål foregår i Fauske, Skjerstad og Bindal.

2 Kvarts og kvartsitt

De viktigste kvarts og kvartsittforekomster i Nordland er avmerket på fig. III.2.

Kvarts og kvartsitt er vanligvis dannet på forskjellig måte. Mens kvartsitt er en omvandlet sandstein (sediment) er kvarts oftest dannet som et sent størkningsprodukt ved dannelse av magmatiske bergarter og pegmatitter. Ved sterk omvandling av sedimenter og spesielt kvartsrike bergarter kan det dannes store ansamlinger av kvarts. Kvarts lar seg også utvinne fra kvartsrike magmatiske eller sedimentære bergarter dersom rene kvartskorn kan utsepareres på en økonomisk konkurransedyktig måte.

Prekambriske kvarts- og kvartsittforekomster

Store deler av den prekambriske berggrunnen i Nordland er ikke tilstrekkelig detaljert kartlagt for å kunne gi et fullgodt bilde av utbredelsen til de økonomisk interessante kvartsforekomster.

Mest kjent er de kvarts- og feltspatrike pegmatitter som en finner nokså hyppig innenfor visse områder i Hamarøy og Tysfjord. Generelt sett er kvartsmineraliseringsvolumet i disse pegmatittene begrenset, og tidligere ble stykk-kvarts av silisiummetall-kvalitet produsert som et biprodukt fra stykk-feltspatproduksjonen. Mer detaljert kunnskap om kvartsens fysikalske og kjemiske egenskaper samt utvikling av ny prosesseringsteknologi har ført til at kvartsråstoffet spesielt fra Drag kan utnyttes som råstoff for høyteknologiske materialprodukter.

Kaledonske kvarts- og kvartsittforekomster

Disse forekomstene er for det meste knyttet til opprinnelige sedimentære sandsteiner som senere i forskjellig grad har blitt omdannet. Eksempler på slike som har økonomisk betydning er Mårnes kvartsitt i Gildeskål som anvendes som råstoff for ferro-silisiumproduksjon og Vatnet kvarts i Bodø som anvendes som råstoff for silisium-metallproduksjon. Reservene ved den siste forekomsten er imidlertid meget begrenset. Ubetydelige kvartsgang-mineraliseringer forekommer også i andre metamorfe kaledonske sedimenter.

Knyttet til kaledonske intrusive bergarter av forskjellig type finnes mange mindre kvartsforekomster av pegmatitt-type eller som kvartsganger. Samtlige av de registrerte forekomster er imidlertid for små for å kunne bli utnyttet økonomisk uten spesiell prosessering. Dette gjelder også for de mange mindre kvartsittforekomster som er registrert i Nordland.

3 Granittiske bergarter og pegmatitter

I det etterfølgende omtales kun de granittiske bergarter og pegmatitter i Nordland som har høy gehalt av økonomisk utnyttbar feltspat. Imidlertid er det ikke uvanlig at det kan knytte seg en rekke andre økonomisk interessante mineraler og elementer til disse som for eksempel sjeldne jordarts- og yttrium-førende mineraler, orthitt, zirkon, beryll, flusspat, lithium. Bortsett fra lithium og flusspat ble disse allerede omtalt i vedlegg II : Malforekomster i Nordland.

De viktigste registrerte forekomster av mineraliserte granittiske bergarter og pegmatitter i Nordland er avmerket på fig. III.3.

Pegmatittbergarter opptrer svært hyppig i nær tilknytning til kaledonske intrusive granittiske bergarter, og selv om mange av de har en variert mineralisering har ingen en feltspatgehalt som er av interesse for industriell drift. Noen pegmatitter bl.a. i Rana-Meløy-Glomfjord-regionen er beryll-førende. Lave lithiumgehalter er rapportert fra en pegmatitt i Glomfjord-distriktet.

Spesielt i de prekambriske bergarter i Tysfjord og Hamarøy er det registrert utallige pegmatitter som i mange år har vært gjenstand for drift på kalifeltspat i stykkform som råstoff for keramisk industri på Kontinentet og i England. På grunn av små kjente reserver er virksomheten i regionen nesten innstilt. Stykkvarts har vært et viktig biprodukt av feltspatdriften og fra noen pegmatitter spesielt i Tysfjord er det også produsert mindre kvanta flusspat til metallurgiske formål.

Visse deler av Vesterålen, Lofoten og Hamarøy har spesielle granittiske bergarter som er karakterisert ved anomal kalium-gehalt. I mange tilfeller er disse bergartene registrert ved hjelp av geofysiske helikoptermålinger. Ved Bø i Vesterålen og Tiltvika i Hamarøy inneholder enkelte av disse bergarter inntil 45 % kalifeltspat som ved en oppredningsprosess kan gi tilfredsstillende keramiske råstoffprodukter.

4 Olivin, serpentin, talk, kleberstein og asbest

Disse bergartene og mineralene er nær beslektet og er oftest knyttet til ultrabasiske intrusiver som i Nordland er mest utbredt i kaledon. For de økonomisk interessante forekomster er utgangsmaterialet magnesiumrik peridotitt eller dunitt. Ved omvandling kan det dannes serpentin, asbest, kleberstein, talk og magnesitt.

De viktigste registrerte forekomster av disse bergarter og mineraler i Nordland er avmerket på fig. III.4. og 5.

Drift på olivin som råstoff for fremstilling av magnesiumholdige jernpellets i Sverige har foregått i Ballangen, men er for tiden innstilt. Ellers blir magnesiumrik olivin i store kvanta anvendt som slaggdanner i den europeiske stålindustri. Olivin er på grunn av sin høye egenvekt også interessant som ballastmateriale i store offshore-konstruksjoner o.l. Nævernes olivinsteinforekomst i Velfjord, som har et betydelig volum, må betraktes som en potensiell interessant forekomst for forskjellige anvendelsesformål, spesielt på grunn av sin gunstige beliggenhet.

Talk som råstoff for fremstilling av fyllstoffer for maling, plast og andre produkter blir utvunnet ved underjordsdrift ved Altermark i Rana. Mineraliseringen knytter seg til en randsoneomvandling av en magnesiumrik serpentinbergart som opptrer flere steder i regionen. Selve talkmalmen består av to hovedmineralkomponenter, talkum og magnesitt, som hver for seg kan ha en økonomisk verdi dersom disse mineralene kan separeres på en økonomisk tilfredsstillende måte.

Asbestmineraliseringer er kjent fra flere steder i Nordland, men er på grunn av store helsemessige faremomenter uinteressante.

Kleberstein opptrer flere steder i Nordland og har tidligere vært anvendt som peisstein og prydstein. En liten klebersteinforekomst i Skjerstad er for tiden gjenstand for driftsvurdering.

Magnesiumrik serpentin, som finnes flere steder i Nordland, er for tiden av liten økonomisk interesse. Bergarten kan anvendes som råstoff til ildfaststein og andre anvendelser innen varmemagasiner. Høyt magnesiuminnhold innebærer generelt et potensiale for magnesiumutvinning i fremtiden.

5 Grafitt og glimmer

Opptreden av grafitt i noe omfang er i Nordland oftest knyttet til glimmerskifer i forskjellige geologiske formasjoner og fig. III.6, som viser de viktigste registrerte grafittmineraliseringer i Nordland, viser samtidig glimmerskiferforekomster med høyt innhold av økonomisk interessant lys glimmer (muskovitt). Dette gjelder spesielt for Rendalsvikforekomsten i Meløy hvor det tidligere har vært drift på lys glimmer.

Glimmer er av spesiell interesse som råstoff for fremstilling av fyllstoffer for maling, plast, papir og en rekke andre produkter. Rendalsvikforekomsten er for tiden gjenstand for en inngående undersøkelse hvor en eventuell samtidig utnyttelse av grafitt har vært vurdert.

I mange glimmerskifre opptrer glimmer ofte sammen med andre mineralkomponenter som kan være av økonomisk interesse, som for eksempel kyanitt, granat, kvarts og andre.

Opptreden av grafittmineralisering i Nordland er mest kjent fra Vesterålen. Jennestad-forekomsten i Sortland har spesielt i femtiårene vært gjenstand for omfattende undersøkelser med begrenset prøvedrift. Over hele regionen er det nylig utført geofysiske helikoptermålinger som har gitt sterke indikasjoner på at Jennestad grafittmineralisering kan ha en betydelig større utbredelse enn tidligere antatt.

Grafitt har en meget omfattende bruksmåte fra blyanter og smøremidler til mangfoldige elektroniske og metallurgiske anvendelser.

6 Kyanitt og andre mineraler

De viktigste registrerte kyanittmineraliseringer i Nordland er avmerket på fig. III.7.

Kyanittmineralisering av potensiell økonomisk betydning er kjent fra Stødi i Saltdal og Nasa i Rana. Begge har vært gjenstand for omfattende undersøkelser. Også ved Leirfjord og Bardal i Nesna har en undersøkt kyanittmineraliseringer som forekommer i glimmerskifer. Gehalten er imidlertid for lav for en økonomisk utnyttelse.

Kyanitt sammen med sillimanitt hører til en gruppe av aluminiumrike mineraler som er råstoffer for ildfaste materialer, tekniske keramer og sveiseelektroder. Begge mineraler forekommer hyppig i små mengder i forskjellige typer metamorfe bergarter i Nordland.

Wollastonitt (kalsium-silikat) er et ettertraktet industrimineral som er registrert forskjellige steder i Nordland spesielt på steder hvor det forekommer høy-temperatur skarndannelser. For økonomisk utnyttelse kreves det imidlertid tilstrekkelige gehalter i brytbare volum. Mineralet har et betydelig potensiale som råstoff til keramer og fyllstoffformål.

Granat er et mineral karakterisert ved høy hardhet og som forekommer mange steder i varierende mengder i forskjellige bergartstyper i Nordland. Mineraliet anvendes spesielt til abrassive formål som slipepulver, sand-blåsing o.l. Ingen undersøkelser som belyser utnyttelsespotensialet av dette mineraliet i Nordland foreligger.

Brucitt er et mineral med et meget høyt innhold av magnesiumoksyd (ca. 69 %) og som forekommer ved høy temperaturomvandling av dolomitt og andre magnesiumkarbonater. Et rent brucitt-konsentrat er metallurgisk sett det beste råstoffet for fremstilling av magnesiumoksyd. En omfattende brucittmineralisering er kjent fra Granåsen i Vefsn. Inngående undersøkelser har påvist en gjennomsnittlig brucitt-gehalt på ca. 18 %. Denne gehalten gir ikke grunnlag for en økonomisk brucitt-utvinning. Brucitt er ellers også rapportert fra andre steder i Nordland, bl.a. fra Velfjord.

7 Granitt, gabbro og skifer anvendt som bygningsstein

De registrerte forekomster av bergarter i Nordland som kan anvendes som blokkstein, prydstein og skifer er avmerket på fig. III.8 og 9.

Uttak av skifer til lokalt bruk (mest takskifer) har forekommet mange steder i Nordland og i denne sammenheng bør spesielt nevnes forekomstene i Fauske, Beiarn, Vefsn og Hattfjelldal. Ved Skaiti i Saltdal har en drevet mer regulær drift på en kvartsskifer både til tak- og gulvbruk og som i perioder har vært eksportrettet. Driften er imidlertid innstilt. Skiferen har en bra kvalitet, men driftsforholdene er ikke de aller letteste og brytbare reserver er begrenset.

Det er mange forekomster av granittiske og gabbroide bergarter i Nordland som egner seg til blokksteinuttak i større omfang. Økonomisk drift er imidlertid helt avhengig av avsetningsmuligheten. Først i de senere år har det vært en økende satsing på dette området når det gjelder utnyttelse av naturstein i Nordland. I denne sammenheng bør det spesielt nevnes en syenittforekomst i Lødingen og en forekomst av en granittisk bergart ved Nordskott i Steigen. Ved begge forekomster er det satt i gang prøvedrift.

N O R D L A N D
REGISTRERTE FOREKOMSTER I DATABASEN FOR IBA
KALKSTEIN, DOLOMITT, MARMOR

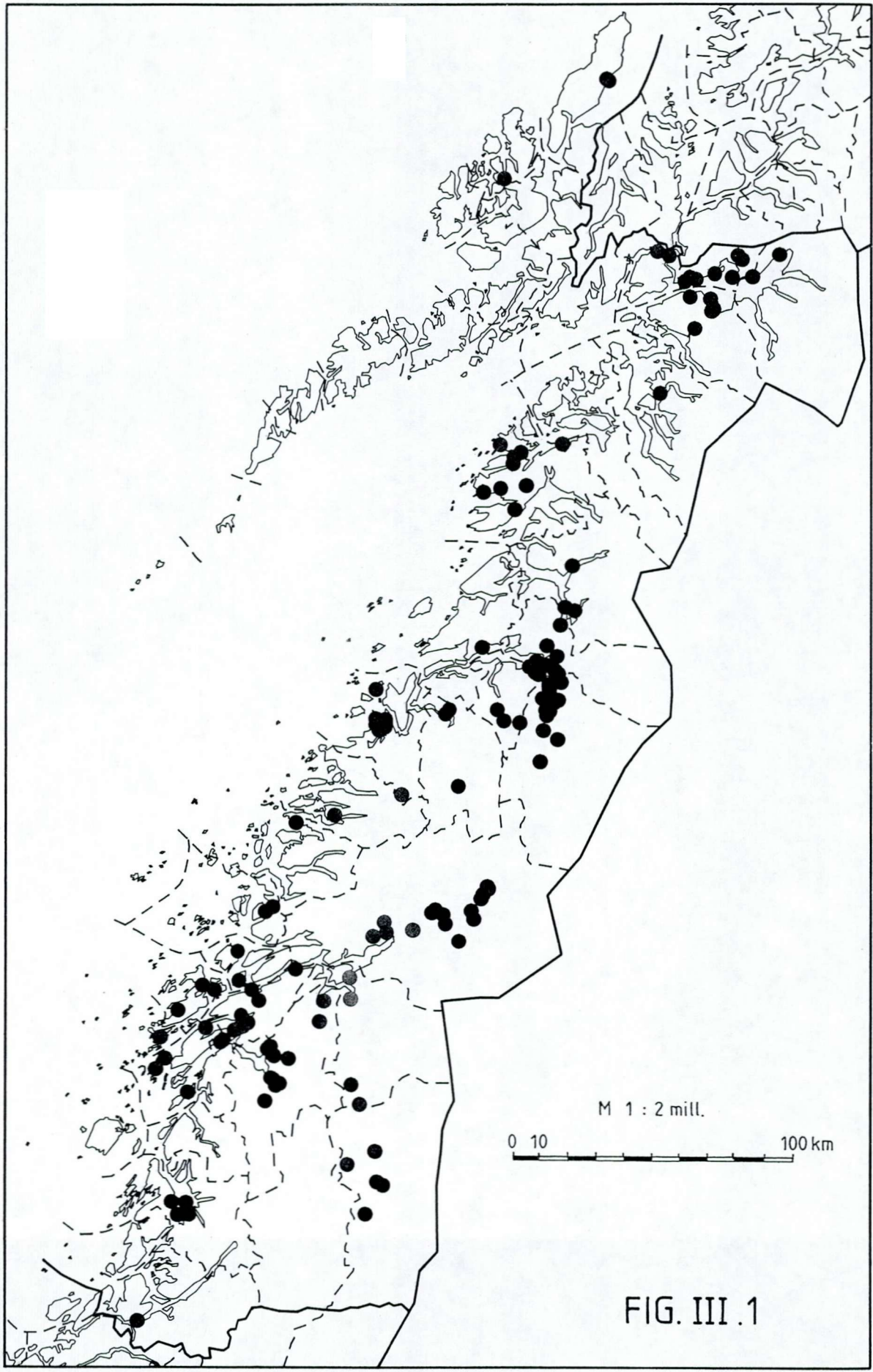


FIG. III.1

N O R D L A N D
REGISTRERTE FOREKOMSTER I DATABASEN FORIBA
KVARTS, KVARTSITT

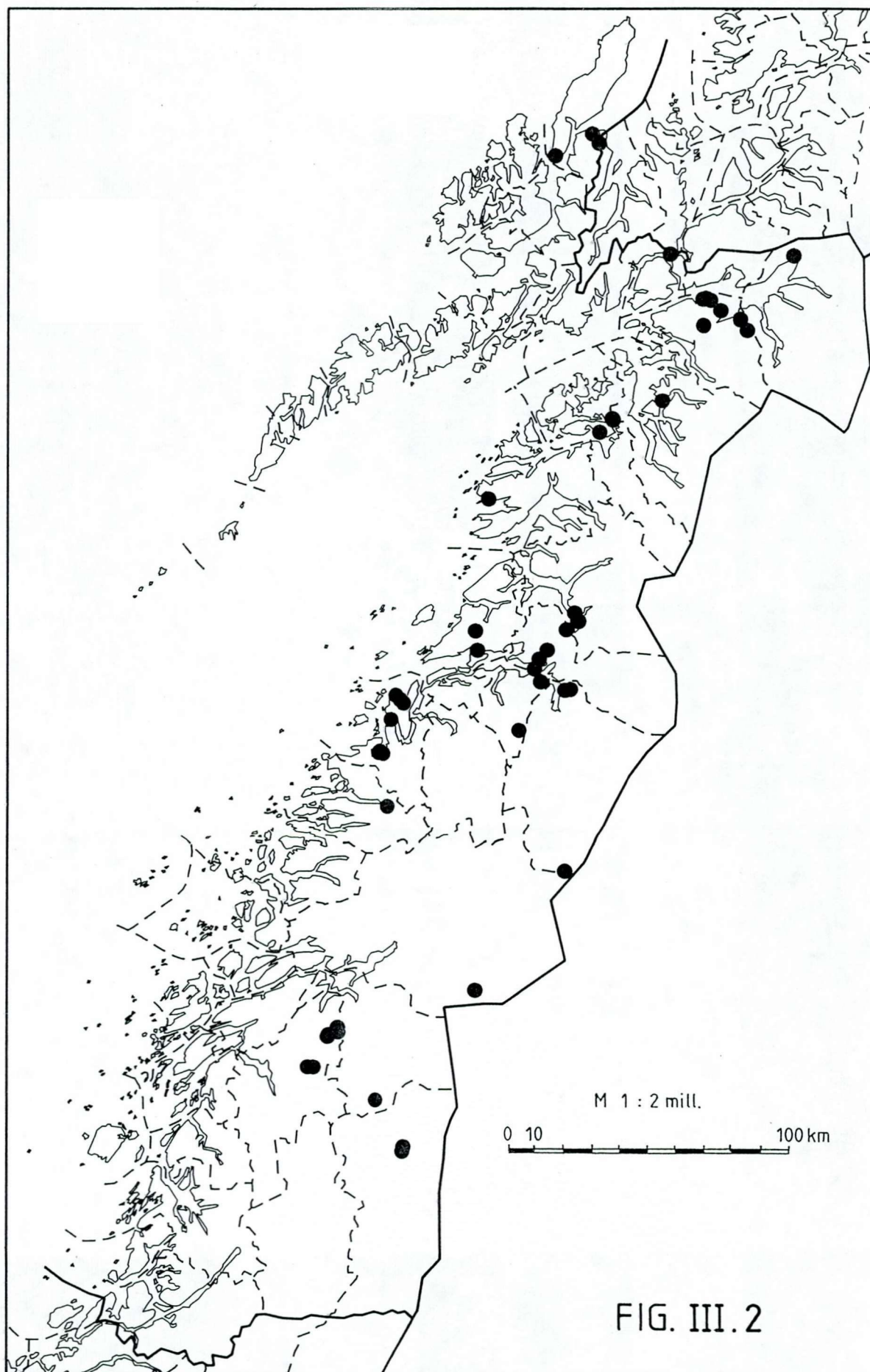
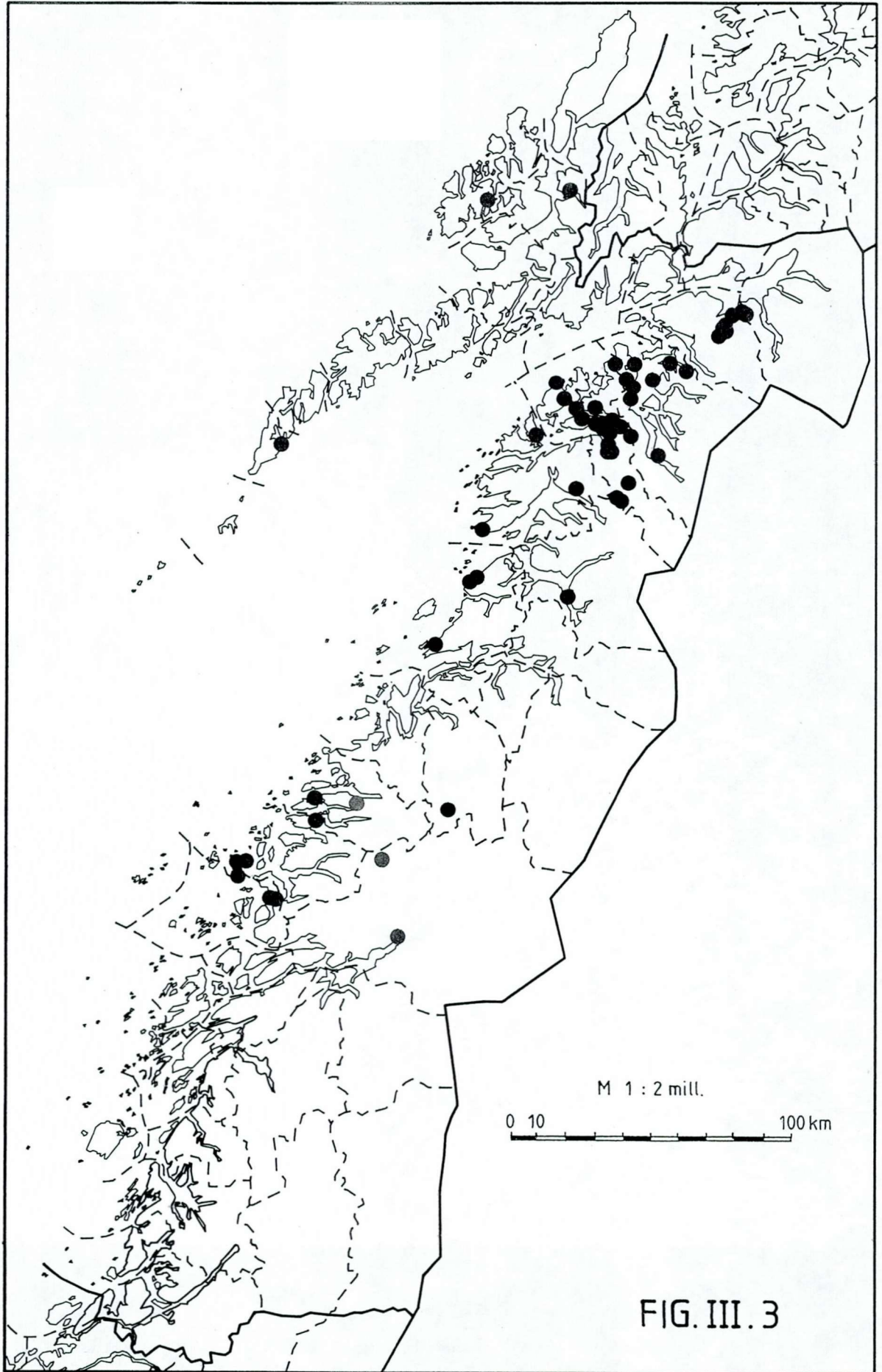


FIG. III.2

N O R D L A N D
REGISTRERTE FOREKOMSTER I DATABASEN FORIBA
GRANITTEGEMATITT (INKL. BERYLL)



N O R D L A N D
REGISTRERTE FOREKOMSTER I DATABASEN FORIBA

OLIVIN

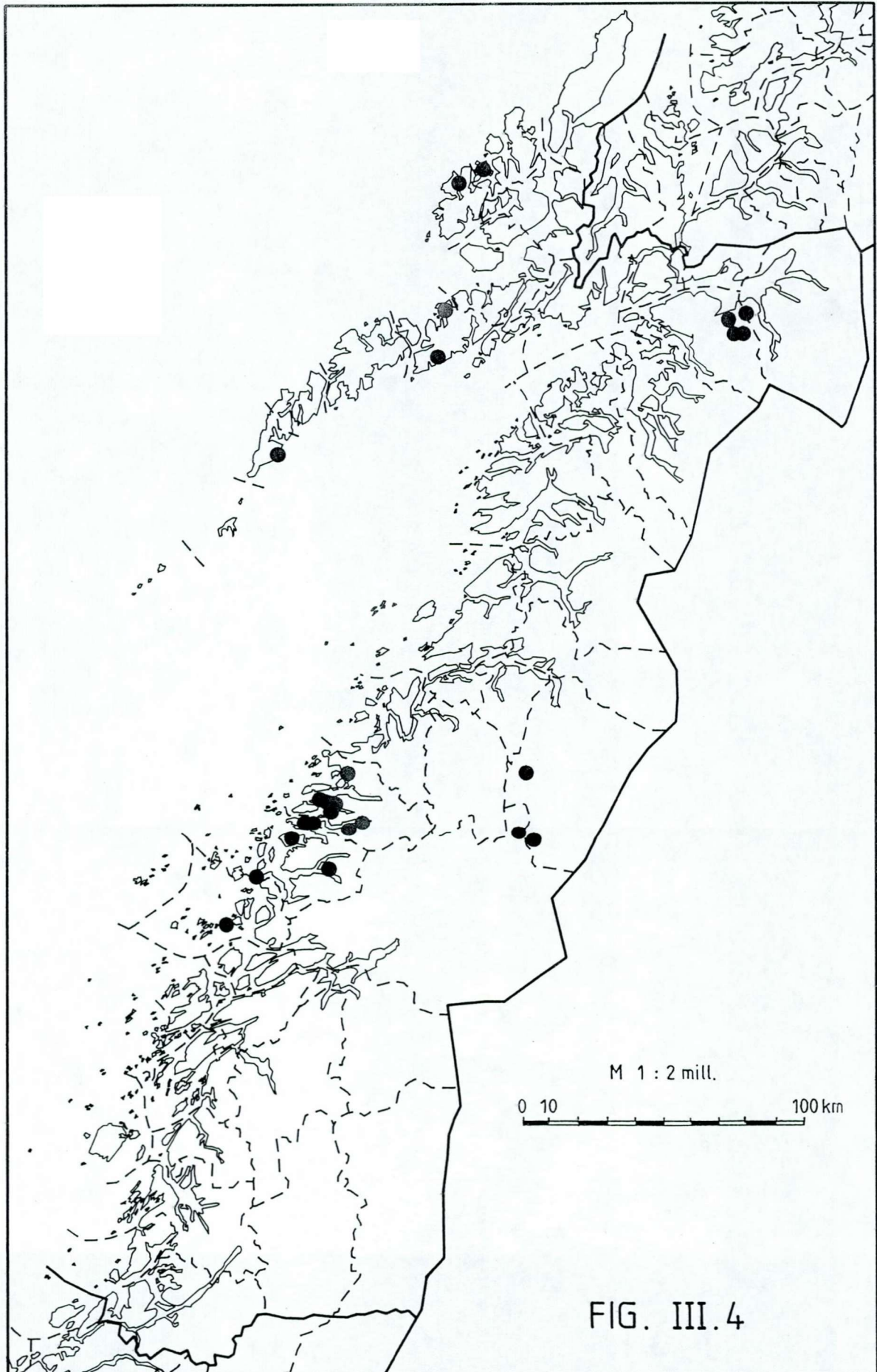


FIG. III.4

N O R D L A N D
REGISTRERTE FOREKOMSTER I DATABASEN FORIBA
TALK, KLEBERSTEIN, SERPENTIN, ASBEST

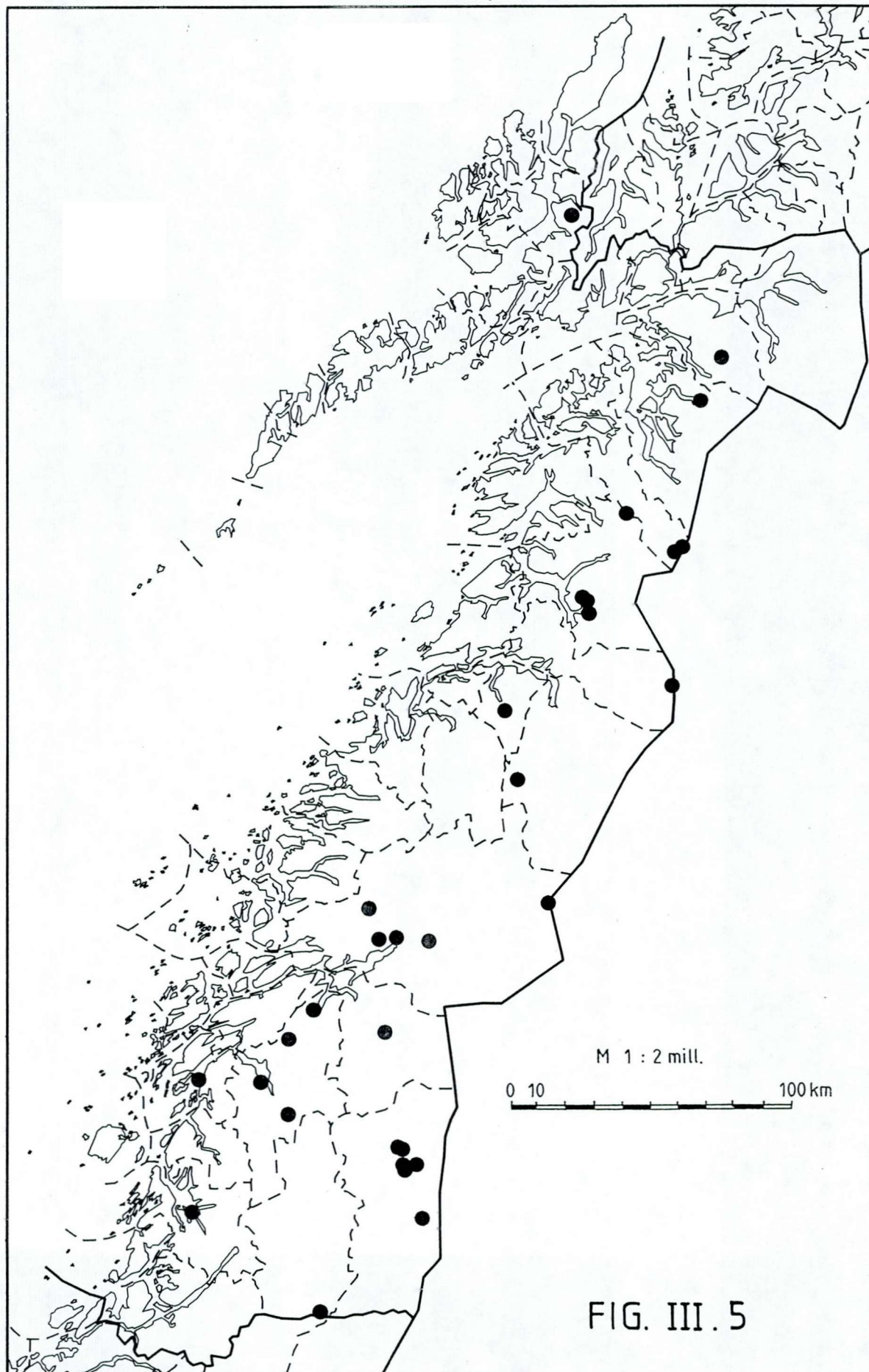
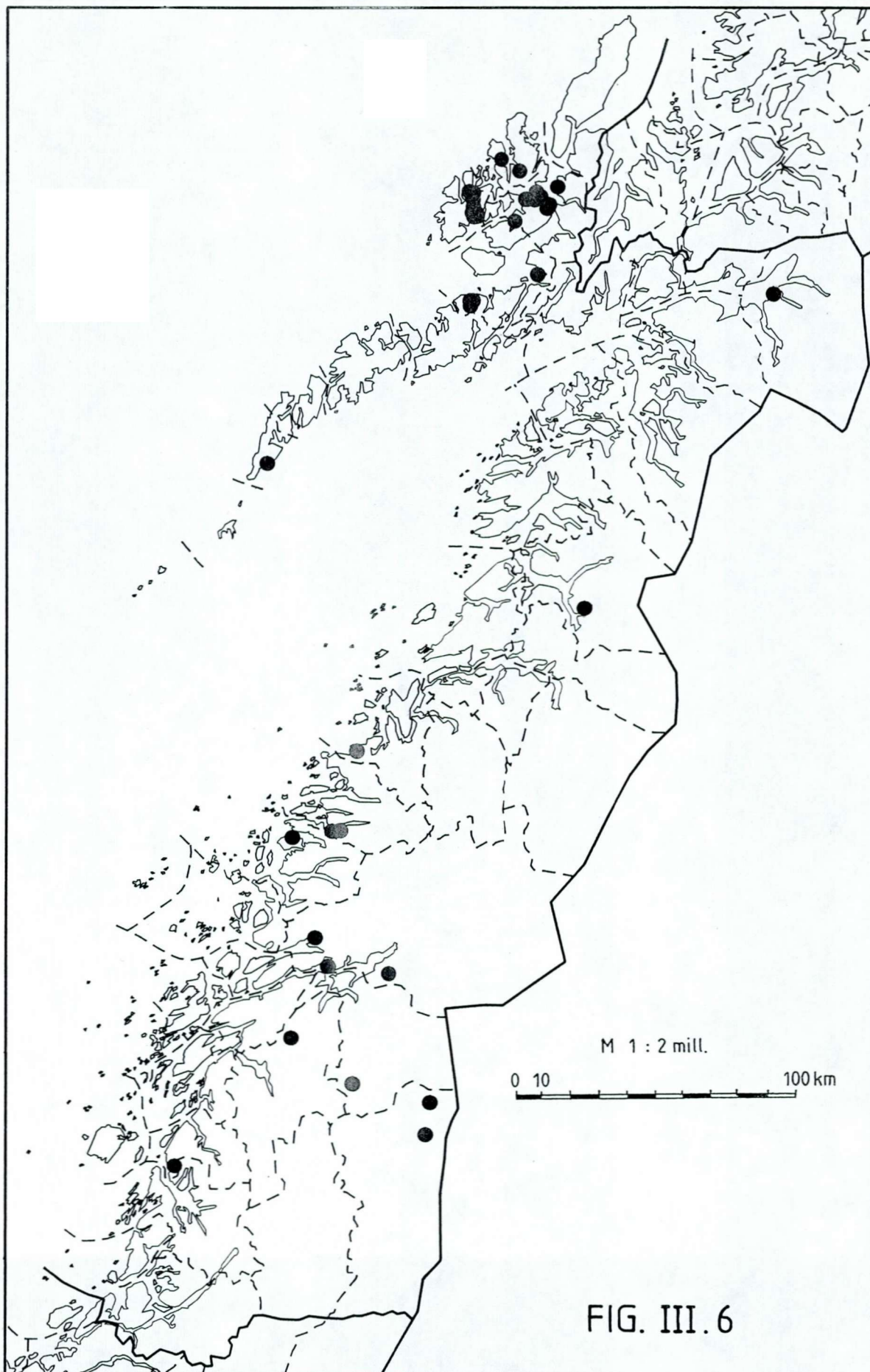


FIG. III. 5

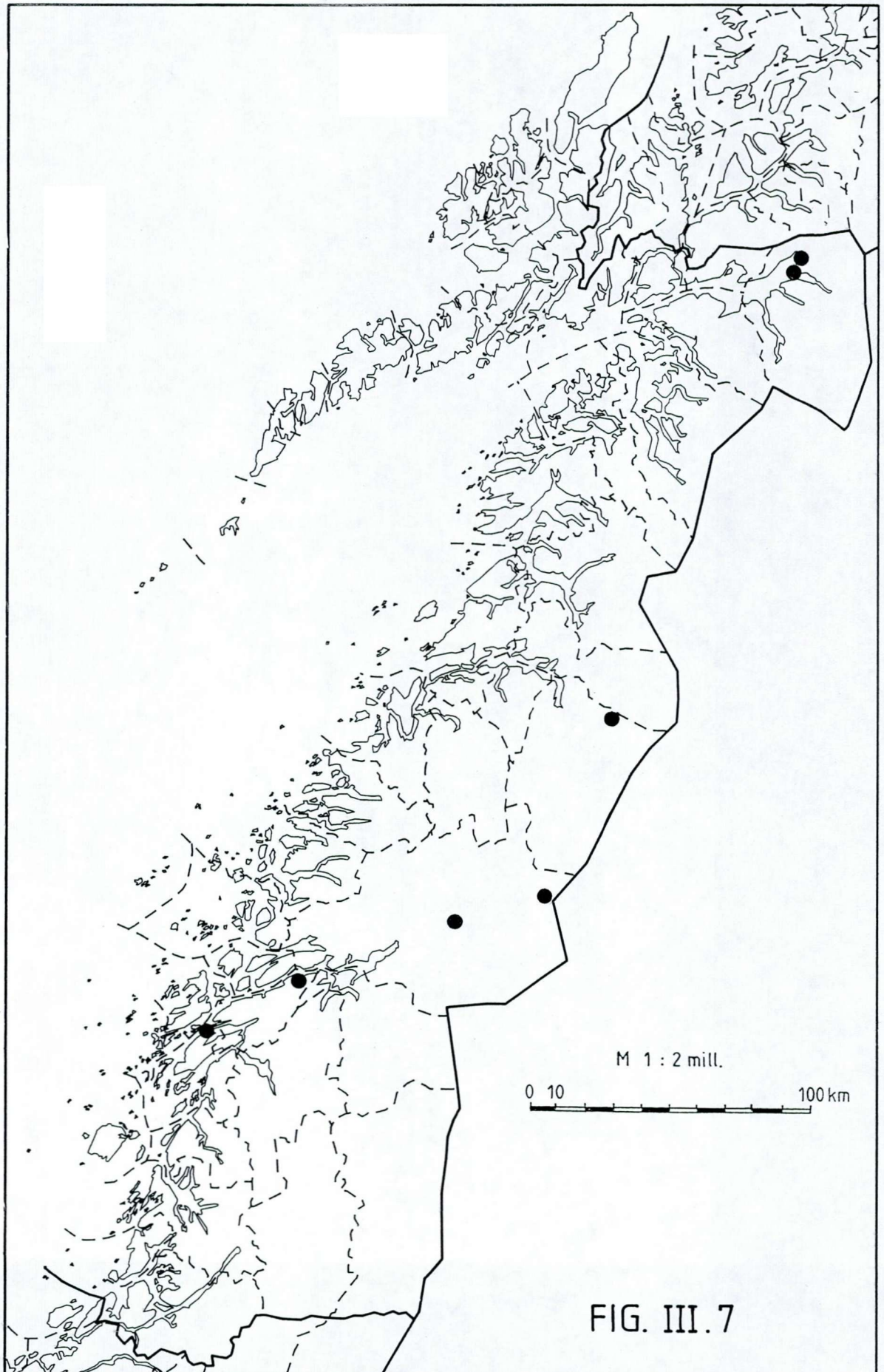
N O R D L A N D
REGISTRERTE FOREKOMSTER I DATABASEN FORIBA

GRAFITT



N O R D L A N D
REGISTRERTE FOREKOMSTER I DATABASEN FORIBA

KYANITT



N O R D L A N D
REGISTRERTE FOREKOMSTER I DATABASEN FORIBA

GRANITT, GABBRO

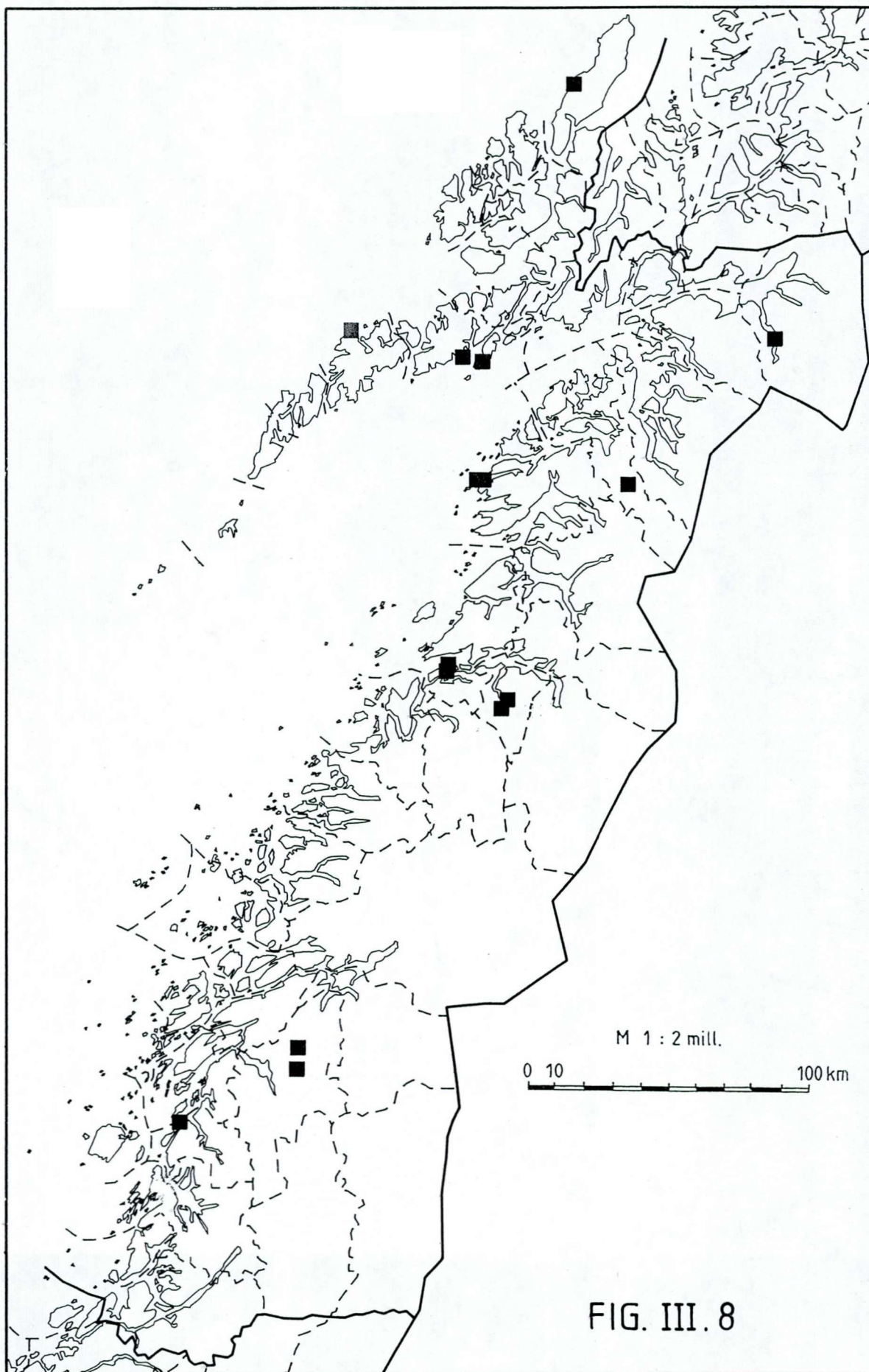
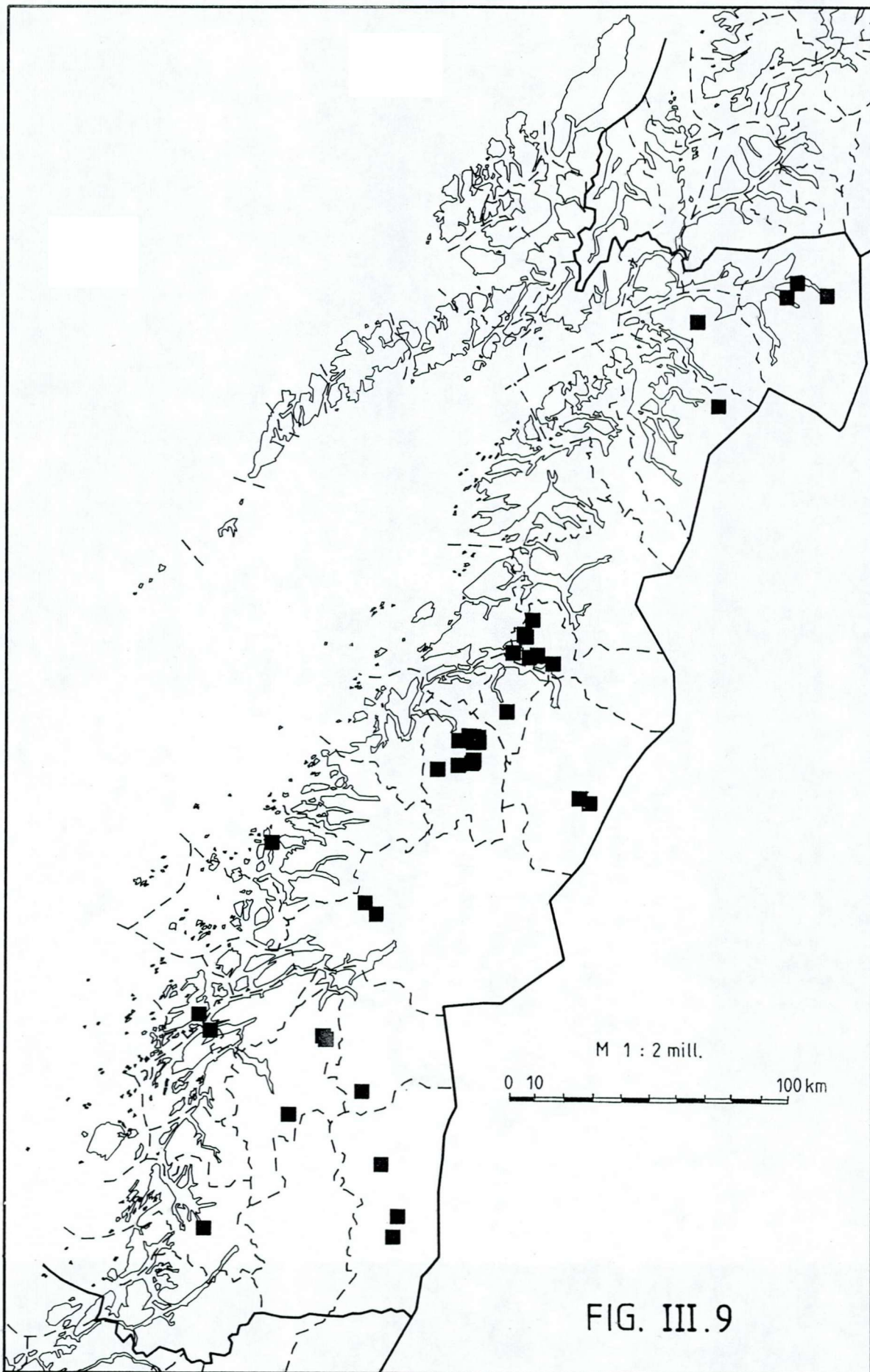


FIG. III. 8

N O R D L A N D
REGISTRERTE FOREKOMSTER I DATABASEN FORIBA

SKIFER



VEDLEGG IV: KERAMER

De fleste store, revolusjonerende, teknologiske utfordringene i verden i dag kan først realiseres når de nødvendige materialene er utviklet. Dette er den delen av materialteknologien som vekker størst oppmerksomhet, særlig blant ikke spesialister, fordi den har et fasinende science-fiction preg. Den er også den mest usikre og uten tvil den mest langsiktige del av forskningen i dag. Et typisk eksempel på en slik eksotisk utvikling er begrepet avanserte (eller høy-teknologi) keramer. Disse omfatter en stor gruppe av nylig utviklede materialer med hovedkarakteristikk: en uvanlig kombinasjon av meget spesielle teknologiske egenskaper. I det følgende vil disse avanserte keramer bli kort omtalt.

Innledning

Begrepet keramiske materialer omfatter idag ikke bare de "klassiske" materialer som stentøy, fajanse og porselen osv., men også en rekke nye keramer med navn som "elektrokeramer", "høyteknologikeramer" og "høytemperaturkeramer". Keramene substituerer metallene på mange områder hvor disse under ekstreme forhold mister sin ellers gode egenskaper.

I motsetning til den tradisjonelle keramiske industri, som i mange år har spilt en viktig rolle i forsyningen av viktige materialer for konstruksjonsindustrien, porselen- og glassprodukter, har avanserte keramer sin største anvendelsespotensiale innen høy-teknologiprodukter. Disse avanserte keramer er teknisk-industrielt sett særlig attraktive av flere grunner:

- de har meget høy styrke og hardhet
- de tåler meget høye temperaturer
- de har lav tetthet (spes. vekt)
- de har meget stor resistens mot slitasje og korrosjon
- de har unike elektriske egenskaper.

Avanserte keramer representerer idag en multi-billion USD industri på global basis (i 1985 mer en USD 5.000 million), med USA som leder innen teknologisk utvikling og med Japan som hovedprodusentland. Men fortsatt står avanserte keramer kun ved begynnelsen av en enorm utvikling, både teknologisk og produksjonsvolummessig. Tabell IV.1. viser den voldsomme utviklingen som er i ferd med å skje innen forbruket av avanserte tekniske keramer.

Tabell IV.1: Forventet vekst innenfor avanserte tekniske keramer (Damtoft 1986). Tallene er oppgitt i millioner USD.

Anvendelsesområder	1985	1990	1995	2000
Elektronikk eller lignende anvendelser				
Elektroniske anvendelser	1.708	3.740	6.565	11.360
Integrert optikk		1	13	111
Avanserte energisystemer			160	360
	1.708	3.741	6.738	11.431
Strukturelle anvendelser				
Bil industri	53	634	2.606	5.700
Skjæreredskaper	14	92	246	500
Rom- og luftfart	20	30	44	65
Biokeramikk		10	20	30
Andre industrielle anvendelser	30	125	310	500
	117	891	3.226	6.795
Total	1.825	4.632	9.964	18.626

Plumton (1987) skriver at prosjektert vekst for forskjellige avanserte keramer i USA og Japan er sterkt med salgsvekst pr. år fra 6 til 20 % og mer.

I Norge har bl.a. ELKEM satset på keramikkforskning fordi man mener at avanserte industrikeramer vil ha et stort vekstpotensiale i de nærmeste årene.

Egenskaper

Egenskapene og dermed bruksområdene for keramer er meget omfattende. De er på den ene siden avhengig av at den kjemiske sammensetning og de egenskapene som følger av denne, og på den annen side er egenskapene i høy grad avhengig av fremstillingen og den struktur det enkelte produkt får.

I motsetning til den metalliske binding som gir de karakteristiske metalliske egenskaper som elektrisk konduktivitet og termisk konduktivitet,

så er det fremtredende trekk ved keramene at de har kovalente bindinger eller ione-bindinger eller en kombinasjon av disse. Disse stabile bindingstypene er årsaken til keramenes karakteristiske egenskaper som høy hårdhet og styrke, kjemisk resistens, lav termisk og elektrisk konduktivitet osv.

De keramiske materialene er imidlertid ikke duktile, og det betyr at brudd inntreffer når elastisitetsgrensen overskrides. Mens de fysiske og kjemiske egenskapene er avhengig av bindingstypen så er de mekaniske egenskapene avhengig av strukturen. Og den er i sin tur avhengig av fremstillingsprosessen og sintringsbetingelsene. Avgjørende betydning har kornstørrelse, kornform og kornfordeling og eventuelle tilleggsfaser til matriksmaterialet. Ved flere fasematerialer begrenser den svakeste fasen bruksmulighetene.

Fremstillingsmetoder

De "klassiske" keramene blir fremstilt av naturlige mineralske råstoffer som kaolin, kvarts, feltspat osv., og tilhører således silikatkeramikken.

Råmaterialene for fremstilling av høyteknologikeramer er for det meste basert på syntetisk fremstilte oksyder, karbider, nitrider, sialoner osv.

For at produktene skal være reproducerbare er det helt nødvendig at utgangspulveret har gått gjennom en meget streng kontroll. Et hovedkrav er at forurensningsgraden må være minimal. Dessuten tilstrebes et fint pulver med stor reaktiv overflate. Selve den keramiske massen fremstilles ved å blande pulveret av de bestanddeler som er ønsket og tilsette midler som gir massen en konsistens som passer for formgivningsmetoden.

Selve formgivningen kan skje ved pressing, isostatisk pressing, stangpressing, "slikkerstøping" og sprøytstøping.

Etter formgivningen følger sintringen som er karakteristisk for keramiske produkter. Sintringen skjer ved en temperatur under smeltepunktet og følger

en spesiell oppvarmningshastighet, holdetid, temperatur og ovnsatmosfære som individuelt er tilpasset det materialet som skal sintres. Stilles det strenge krav til dimensjonstoleranser eller overflatefinhet, må produktene etter sintringen gis en etterbearbeiding. Ved pressingen, før sintringen, får kornene en større berøringsflate og under sintringen skjer det over korngrensen en atomdiffusjon og en rekke andre prosesser som tilsammen gir keramene sine karakteristiske egenskaper.

Keramikkgrupper

Silikatkeramikk

Keramiske produkter på silikatbasis som porselen, stentøy og lignende har vært i bruk lenge. De er laget av naturlige mineralske råstoffer og har større eller mindre porøsitet samt en glassfaseandel. De regnes ikke til de såkalte høyt teknologiske keramer.

Oksydkeramikk

Oksydkeramene er polykrystalline materialer av rene oksyder eller oksydforbindelser. De er av meget stor renhet og har som regel ingen glassfase. Aluminiumoksyd er det mest kjente av de oksydkeramiske materialene. Takket være sine spesielle fysiske og kjemiske egenskaper, har det fått en bred anvendelse bl.a. som skjæremateriale ved sponende (dreining, sliping) bearbeiding, isolasjonsmateriale, varrefaste materialer osv.

De andre materialene i gruppen av oksydkeramiske materialer har et snevrere bruksområde. Egenskaper som piezoelektrisk effekt, halvlederegenskaper og høy dielektrisk konstant har sammenheng med en spesiell krystallgitterstruktur.

Sinkoksyd er en type elektrokeramikk som brukes til overspenningssikringer. Materialet er spesialbehandlet med "tilskudd" av andre oksyder som vismut-, kobolt-, manganoksyd m.fl. Selv små elementer av sinkoksyd kan "sluke" ganske høye spenningspisser.

Zirkoniumoksyd er et dyrt materiale, men med sin utmerkede resistens mot raske temperaturvekslinger ved svært høye temperaturer og god resistens mot aggressive gasser har det fått anvendelse til spesielle formål innen den analytiske måleteknikk.

Ikkeoksydkeramer

I denne gruppen finner en de "nye" høyteknologikeramene. De er karakterisert ved at de for det meste har kovalente bindinger og dette gir materialet de spesielle egenskapene som høyt smeltepunkt, høy styrke, hardhet og elastisitetsmodul. I de fleste tilfeller har de god elektrisk og termisk konduktivitet og god resistens mot aggressive medier.

Egenskapene avhenger i høy grad av fremstillingsprosessen. Silisiumkarbid fremstilles ved en sinterkeramisk prosess. Man kan også ved en reaksjons-sintring få frem et finporøst materiale som så under høy temperatur kan infiltreres med flytende silisium: Fritt karbon reagerer med silisium og danner SiC og restporene blir fylt med smelte. Det dannede SiSiC har fremragende egenskaper som bl.a. stor hardhet (nesten som diamant), står meget godt mot erosjon, korrosjon og oksydasjon, er temperaturbestandig opp til 1400°C, gasstett, er en meget god leder for varme og elektrisitet osv.

Silisiumnitrid fremstilles på lignende måte som silisiumkarbid. Foruten fremstillingsmetoden har også tilvirkningsmetoden avgjørende innflytelse på egenskapene. Den kan være matrisepressing, isostatpressing, ekstrudering, sprøytepressing eller slikkerstøping.

Silisiumnitrid brukes ved sponende bearbeiding som fresing og dreining, hvor skjærhastigheten kan gå opp til over 100 m/min.

Forøvrig er SiN-materialene de mest bruddsterke blant de ikke-oksydiske keramene. Turboladere i biler er blitt populære og i rotoren benyttes SiN. Kuler og kulelagringer er et annet eksempel på bruk av silisiumnitrid. De har lav egenvekt, meget høy trykkfasthet, lav varmeutvikling pga. lav

friksjon, høy slitasjemotstand og høy hardhet. At tettheten f.eks. bare er ca. 42 % av stålets, betyr en vesentlig reduksjon av sentrifugalkraften i lageret.

I den kjemiske industri benyttes SiN til formål hvor det stilles høye krav ifm. kjemisk korrosjon, høye trykk og temperaturer og lang levetid i korrosive/erosive miljø.

Borkarbider, bornitrider, titanborider, molybdensilider, og sialoner (nyutviklede komplekse forbindelser basert på silisium-metall, høyren aluminium, nitrogen og oksygen) er andre eksempler på den meget viktige gruppen av ikkeoksydkeramer. De har allerede idag en betydelig anvendelse innen:

- elektronikk
- bilindustrien
- luft- og romfart
- korrosjons/erosjons motstandsdyktighetsprodukter
- biokeramikk (proteser)
- avanserte energisystemer

Innen avanserte energisystemer stilles det store forventninger til utviklingen av brensel-celler. Disse baserer seg i motsetning til de konvensjonelle energisystemer ikke på energikrevende innretninger som dampkjeler, turbiner og generatorer. Brensel-cellene produserer strøm basert på en elektro-kjemisk prosess hvor hydrogen eller CO sammen med surstoff blir oksydert eller redusert. Systemene bygger på keramiske elektrolyter og kan oppnå et energikonverteringsnivå minst to ganger høyere enn de konvensjonelle. Det er spesielt to typer som har kommersiell interesse, SOFC (Solid Oxide Fuel Cell) og MCFC (Molten Carbonate Fuel Cell), begge basert på keramiske komponenter som elektrolytter, matriks-materialer og beholdere.

Inndeling

Nedenfor gis en hovedinndeling av keramiske materialer samt en tabell med betegnelse på noen få høyteknologikeramer.

Tabell IV. 2. Hovedinndeling av keramiske materialer.

SINTERKERAMER eller SILIKATKERAMER	AVANSERTE ELLER HØYTEKNOLOGIKERAMER	
	oksydkeramer	ikkeoksydkeramer
porselen stentøy fajanse glasskeramikk ildfast	aluminiumoksyd berylliumoksyd zirkoniumoksyd titandioksyd magnesiumoksyd uranoksyd titanater feritter	karbon silisiumkarbid silisiumnitrid borkarbid bornitrid titanborid molybdensilisid sialon

Tabell IV. 3. Betegnelser på noen høyteknologikeramer.

KERAMTYPE	BETEGNELSE
<u>silisiumkarbid</u> SiC	
varmpresset silisiumkarbid	HPSiC
varmisostatisk presset silisiumkarbid	HIPSiC
sintret silisiumkarbid	SSiC
silisiumfiltrert silisiumkarbid	SiSiC
<u>silisiumnitrid</u> Si ₃ N ₄	
varmpresset silisiumnitrid	HPSN
varmisostatisk presset silisiumnitrid	HIPSN
sintret silisiumnitrid	SSN
reaksjonsbundet silisiumnitrid	RBSN
<u>zirkoniumoksyd</u> ZrO ₂	
delstabilisert zirkoniumoksyd	PSZ
tetragonalt zirkoniumoksyd	TZP

VEDLEGG V : KOMMUNALE UTVIKLINGSSKAPER

I de senere årene er det etablert en rekke kommunale utviklingselskaper. Vedlegget gir en beskrivelse av to av selskapene som er etablert i Nordland fylke – A/S Kommunemineral og Vefsn Utbyggingselskap A/S.

A/S Kommunemineral

A/S Kommunemineral ble etablert i 1976 med det formål "å drive undersøkelse og erverve rettigheter til mineraler i Tysfjord og Hamarøy kommuner samt å legge tilrette for dannelse av et driftsselskap for samtlige forekomster i kommunene". Selskapet skal legge forholdene tilrette for en fremtidig forsvarlig drift på mineralforekomster med videreforedling og produktutvikling.

De to kommunene eier hver 40 % av aksjene i selskapet, mens fylkeskommunen står for 20 %. I 1977 inngikk Kommunemineral en avtale med Industriprosjektgruppen for Nord-Norge (IPG) som skulle bistå selskapet i etablering av et driftsselskap. Det ble opprettet et prosjektutvalg (1978) hvor foruten avtalepartene, Norcem, Elkem - Spigerverket A/S og Aktieselskapet Sydvaranger var representert. Sydvaranger trakk seg senere ut av utvalget, mens Texaco kom inn som nytt medlem.

De tre norske selskapene ble valgt ut på grunnlag av sin størrelse og sin virksomhet i landsdelen innen mineralsektoren. En innså at en realisering av denne type kvartsproduksjon i Drag var avhengig av at kapitalsterke selskap sto bak.

Kvartsforekomstene i området (Drag, Håkonhals m.fl.) pekte seg ut som de mest interessante for eksploatering. Kvartsen hadde vist seg å være av en spesielt høy kvalitet egnet for mange spesialformål som betinget høye produktpriser. A/S Kommunemineral sikret seg opsjon og kjøpte rettigheter til flere av forekomstene. Opsjonsavtalen skulle løpe i 5 år.

Prosjektutvalget skaffet tilveie offentlige midler for videre undersøkelser av forekomstene. Under ledelse av NGU ble det gjennomført flere diamantboringsprogram samtidig som de første arbeidene på prosessutvikling ble foretatt.

Innen utløpet av opsjonsperioden sa Norcem, Elkem og Texaco seg interessert i å videreføre prosjektet. A/S Minnor ble etablert med 1/3 av aksjene på hver. Endel senere trakk Texaco seg ut av selskapet og Norcem og Elkem dannet et komandittselskap med 50% eierandel på hver. Ved en avtale i 1985 overdro Kommunemineral alle kvartsrettigheter til Minnor. Samtidig forplikter Minnor seg til å legge eventuelle foredlingsanlegg til Drag.

I hele etableringsfasen har Kommunemineral vært en støttespiller for Minnor. Med sin bakgrunn i og sitt kjennskap til de lokale forhold har selskapet representert et viktig bindeledd mellom industrireiseren og lokalsamfunnet.

Selv etter at Minnor's bedrift er etablert på stedet, vil Kommunemineral fortsette sitt arbeid for utvikling av ny virksomhet innen mineralsektoren i de to kommunene. Av nye områder har feltspat- og marmordrift vært nevnt.

Vefsn Utbyggingsselskap A/S

Vefsn Utbyggingsselskap A/S, ble stiftet den 10.7.80.

Interessentene var:

- Vefsn Kommune
- Elkem A/S
- Norsk Jernverk A/S
- Norcem A/S

Senere trådte Jernverket ut av selskapet og overførte sine aksjer vederlagsfritt til Vefsn kommune.

Selskapets aksjekapital er på kr 150.000.

Selskapet har til formål "å drive undersøkelser samt erverve rettigheter til mineralforekomster i Vefsn kommune, samt evt. tilstøtende kommuner, samt inngå kontrakter på vegne av grunneiere med driftsselskap med henblikk på utvinning av mineralforekomster innenfor det i denne paragraf nevnte geografiske område". Videre heter det i statuttene at "selskapets formål skal tillike være å undersøke mulighetene for utvidet næringsvirksomhet i Vefsn kommune, ved bearbeidelse og tilretteleggelse av interessenters prosjekter og klargjøre disse slik at de om mulig gjøres realiserbare."

Selv om selskapet for såvidt har en vid definert målsetting, har man hittil utelukkende konsentrert seg om Granåsen-forekomsten.

Norges Geologiske Undersøkelse (NGU) har siden begynnelsen av 70 tallet i forbindelse med utbyggingprogrammet for Nord-Norge, undersøkt et stort antall forekomster av industrimineraler. I denne innledende fasen av dette program-

met ble det oppdaget et større dolomittfelt i Granåsen like nord for Mosjøen, Vefsn kommune, og man forstod at man her hadde et betydelig dolomittpotensiale med god kvalitet.

I 1974 ble sentrale deler av feltet kartlagt, og man foretok mindre diamantboringer for å undersøke kvaliteten. Boringene ble bekostet av Norcem A/S.

Laboratorieundersøkelser på SINTEF i Trondheim året etter, viste at dolomitten fra Granåsen egnet seg meget godt til framstilling av ildfast stein. Det samme resultat kom man fram til ved tester i Tyskland. Disse positive resultatene førte til at NGU sommeren 1978 utførte supplerende diamantboringer i de sentrale områder av feltet.

Diamantboringene i 1974 ble bekostet av Norcem. Mens NGU i 1979 og 1980 fikk midler på tilsammen kr 1.285.000 fra Nord-Norge-bevilgningen til undersøkelser i feltet. I 1983/1984 ble man i samarbeid med sentrale myndigheter enige om å videreføre prosjektet etter følgende finansieringsplan:

- Industridepartementet	kr	275.000
- Kommunaldepartementet	kr	600.000
- Nordland Fylkes-kommune	kr	250.000
- Distriktenes Utbyggingsfond	kr	450.000
- Vefsn Utbyggingssselskap A/S	kr	305.000
		<hr/>
TOTALT	kr	1.880.000
		<hr/>

De resterende arbeider er finansiert av NGU's eget budsjett, samt gjennom interessenttilskudd. Totalt har man hittil benyttet i størrelsesorden 10 millioner kr på prosjektet. Undersøkelsene er ennå ikke avsluttet.

VEDLEGG VI : LITTERATUR

Som bakgrunn for prosjektet er det benyttet en rekke rapporter, innstillinger og publikasjoner. Vedlegget gir en oversikt over dette materialet inndelt i Generell litteratur og Forekomster (beskrivelse).

REFERANSER

Generell litteratur

1. Industrimineraler, NOU 1982:24.
2. Utnyttelse og forvaltning av mineralressurser, NOU 1984:8.
3. Langtidsplan 1988-1992: Materialteknologi, Norges Teknisk- Naturvitenskapelige Forskningsråd, 21.8.87.
4. Teknisk-industriell forskning og utvikling (FOU) i Nord-Norge, Landsdelsutvalget for Nord-Norge, 1984.
5. Vekst og nyskapning i nord, FoU-plan for Nord-Norge. Innstilling fra et utvalg oppnevnt av Industridepartementet, 1987.
6. Industristatistikk 1985. Hefte I. Næringstall. Statistisk sentralbyrå. Oslo - Kongsvinger 1986.
7. Industristatistikk 1984. Hefte II. Varettall. Statistisk sentralbyrå. Oslo - Kongsvinger 1986.
8. Statistisk årbok 1986. Statistisk sentralbyrå. Oslo - Kongsvinger 1986.
9. Rapport fra Ad-Hoc-utvalget for industrimineraler. Mai 1984.
10. Økonomisk malmvurdering, Teknisk rapport nr. 68 av Bergforskningen. Trondheim september 1987.
11. Bergverks-Nytt (produksjonstall) Nr. 2, 1987.
12. Barkey, H. og Krogh, S. (1986): "Industrimineraler i papir produksjon". Initieringsutvalg for industrimineraler, NTNFS MB-komite.

13. Bowitz-Ihlen, P., 1973: "En malmgeologisk undersøkelse av scheelitt-mineraliseringen i strøket Ravannene-Øvre Laksfors i Vefsn." Diplom NTH, 97 s.
14. Damtoft, J.S. (1986): "Nye keramiske materialer - avanceret teknisk keramik". Dansk geol. Foren. Årsskrift 1986, s. 17-26.
15. Dickson, T. (1987): "US plastics. A growing mineral market". Ind. Min. Febr. 1987, s. 50-57.
16. Foslie, S., 1926: "Norges svovelkisforekomster". Norges geol. Unders. 127, 122 s.
17. Foslie, S., 1949: "Håfjellsmuden i Ofoten og dens sedimentære jern-mangan-malmer". Norges geol. Unders. 174, 127 s.
18. Griffiths, J. (1985): "Beryllium minerals - demand strong for miniaturisation". Ind. Min. Juni 1985 s. 41-51.
19. Juve, G., 1967: "Zinc and lead deposits in the Håfjeli syncline, Ofoten, Northern Norway". Norges geol. Unders. 244, 54 s.
20. Karlsten, E. (1987): "Industrihistorie i Nordland: 99,97% ren kvarts". Ingeniørnytt nr. 72. Årg. 23, s. 1.
21. Korneliussen, A., Tollefsrud, J.I., Flood, B. & Sawyer, E. 1986b: "Precambrian volcano-sedimentary sequences and related ore deposits, with special reference to the Gautelisfjell carbonate-hosted gold deposit, Rombaken basement window, Northern Norway". NTN/EF Project, NGU report No. 86.193, ISSN 0800-3416, 45 pp.
22. Mukherjee, A.D., Sen, R. og Steinnes, E. 1973: "Distribution of some Trace Elements in Different Beneficiation Fractions from the Bleikvassli Pyritic Lead-Zinc Ore Body, Nordland." Norges geol. Unders. 300, s. 21-26.

23. Oftedal, I. 1959: "On the occurrence of Tellurium in Norwegian galenas". Norske geol. Tidsskr. Vol. 39, side 75-79. NGU rapport nr. 1556/10D.
24. Petersen, L.R. 1986: "Geokemisk prospektering efter wolfram scheelit i Valnesfjord-området, Norge". Hovedfagsoppgave Københavns Universitet, September 1986, 119 sider + bilagsbind.
25. Petersen, L.R. & Stendal, H. 1987: "Tungsten exploration in the Valnesfjord region, Nordland, Northern Norway". J. Geochem. Explor., Vol. 29, pp. 151-163.
26. Plumpton, A. (1987): Met.Soc. Newsletter. "Advanced materials enhance minerals application". CIM. Årgang 80, nr. 901, mai 1987.
27. Poulsen, A.O., 1964: "Norges gruver og malmbforekomster. II Nord-Norge". Norges geol. Unders. 204, 101 s. (kart 1:1 mill).
28. Priesemann, F.D. & Krause, H.: "The Selvåg deposit: a Proterozoic liquidmagmatic Fe-Ti-V occurrence on Vesterålen, Northern Norway". NGU Bull. 402, s. 51-64.
29. Saager, R., 1967: "Drei typen von keislagerstatten im Mofjell-gebiet, Nord-land, und ein neuer vorschlag zur gliederung der kaledonischen Kieslager Norwegens". Norges geol. Tidsskr. Vol. 47, s. 334-358.
30. Selstad, T. og Aarstad, S. (1982): "Mineralressurser, sysselsetting og bosetting. Del I: Ressursstrømmene". Norsk Institutt for By- og Regionforskning - rapport 1982:6.
31. Selstad, T. og Aarstad, S. (1982): "Mineralressurser, sysselsetting og bosetting. Del II: Samfunnsmessige virkninger". Norsk Institutt for By- og Regionforskning - rapport 1982:7.
32. Selstad, T. (1982): "Mineralressurser, sysselsetting og bosetting. Del III: Mot en ny mineralpolitikk". Norsk Institutt for By- og Regionforskning - rapport 1982:8.

33. Skaarup, P., 1974: "Strata-bound scheelite mineralization in skarns and gneisses from the Bindal area, Northern Norway". *Mineral Deposita*, Vol. 9, pp. 299-308.
34. Søvegjarto, U., 1977: "Kaledonske jernmalmer i Nordland". BVL's Tekniske virksomhet. *Malmgeologisk symposium Kaledonske malmbforekomster*, s.16-105. *Sveriges geol. Unders., Ser. c. nr. 17*, 408.
35. Vik, E.: "Bly og sink forekomster i Nordland". NGU rapport nr. 1556/10, 108 s. + bilag.

Utvlagt litteratur for malmforekomster som finnes i databasen FORIBA ved NGU. Forekomstene er listet alfabetisk.

ANDOPEN - 40140

Smerling, T. L. 1919: Rapport over Andopens titanjernfelt, Lofoten.
NGU Ba 2323, 4s.

Bøckman, K. L. 1951: Andopen jernmalmfelt. NGU Ba 1349, 2 s.

Mortenson, M. 1952: Undersøkelse av magnetitt - ilmenittmalm fra Andopen.
NGU Ba 1950, 3s. 1950. 3 s.

ASPENESET - 40025

Foslie, S. 1949: Håfjellsmulden i Ofoten og dens sedimentære jern-mangan
malmer. NGU 174, 129 s.

Gustavson, M. 1974: Beskrivelse til det berggrunnsgeologiske kart,
Narvik 1:100 000. NGU 308, 34 s.

Boyd, R. og Søvegjarto, U. 1983: Berggrunnsgeologisk kart Skjomen 1331.1,
1:50000. Foreløpig utgave NGU.

AUSTRINGEN - 40075

Poulsen, A. O. 1936: Titanjernforekomster i Vesterålen, NGU Ba 115, 59 s.

Geis, H. P. 1968: Norges jern-titan forekomster, NGU Ba. 7907, 162 s.

BALDOVIVI - 40332

Vogt, T. 1927: Sulitjelmafeltets geologi og petrografi. NGU 121, 560 s.

BARDAL - 40464

Øines, H. 1972: Krommalmanvisning Bardal. NGU Ba 4967, 1 s.

BEISFJORDFJELL - 40162

Johannson, J. A. 1929: Beisfjordens jernmalmfelt. NGU Ba 316, 3 s.

BJØLLÅVATN - 40502

Hollander, N. B. 1974: Sluttrapport over undersøkelser av MoS--mineraliseringen
ved Nordre Bjellåvann: Intern rapport. ASPRO, 6 s.

Often, M. og Furuhaug, L. 1978: Oppfølging av geokjemiske urananomalier.
NGU rapp. 1412/12, 7 s.

BJØRKÅSEN - 40218

Foslie, S. 1926: Norges svovelkisforekomster. NGU 127, 122 s.

Foslie, S. 1941: Tysfjords geologi. NGU 149, 298 s.

BJØRNHEI - 40408

Bugge, J. A. W. 1948: Rana gruber. NGU 171, 149 s.

BLEIKVASSLI - 40474

Vokes, F. M. 1963: Geological studies on the Caledonian pyritic zinc-lead
orebody at Bleikvassli. Nordland, Norway. NGU 222, 126 s.

Vokes, F. M. 1966: On the possible modes of origin of the Caledonian
sulfide deposits at Bleikvassli, Norway. Econ. Geol. 61, s 1130-1139.

BUROTIND - 40268

Johansson, J. A. 1913: Om Bugtedalens gulhaltiga kopparmalmforekomst.
NGU Ba 226, 1 s.

BURSI - 40316

Vogt, T. 1927: Sulitjelmafeltets geologi og petrografi. NGU 121, 560 s.

Bugge, J. A. W. 1978: Norway: In contribution to "Mineral deposits of
Europe" Vol.1

Søyland- Hansen, T. 1983: En geologisk undersøkelse av Nordgruvefeltet i
Sulitjelma. Thesis NTH, 530 s.

BRUVANN (Se RÅNA) - 40207

BUØYA - 40473

Lenschow, J. 1917: Rapport over Buøyens Svovelkisforekomst. NGU Ba
2160, 3 s.

Vik, E. 1977a: Befaring av Buøy kisforekomst. Alstahaug, Nordland.
NGU rapp. 1430/11A 9 s.

BÅSMO - 40442

Vogt, T. 1939: Rapport over det geologiske arbeide ved Bøssmo og Malmhaug
malmfelter i Nord-Rana. NGU Ba 1135, 5 s.

DURMÅLSHØGDA - 40398

Hegrum, K. M. 1970: En malmgeologisk undersøkelse av Grønnfjelldalens Pb-Zn-S forekomst i Dunderlandsdalen. Thesis, Tech. Univ. of Trondheim, 78 s.

Vik, E. 1979: Bly og sinkforekomster i Nordland. NGU rapp. 1556/10, 108 s.

DVERBERG - 40048

Balteskard, B. 1949 og 1950. NGU Ba 7394, 3 S.

Poulsen, A. O. 1951: Ad. kisforekomster ved Dverberg. Andøya. NGU Ba 1324, 2 s.

Bøckman, K. L. 1953: Dverberg kislelt. NGU Ba 1951, 3 s.

Mortenson, M. og Hanen, H.J. 1955: Sammendrag av rapport over flotasjonsforsøk med borkjerner fra Dverberg på Andøya. NGU Ba 7392, 10 s.

Balteskard, B. 1957: Dverberg kislelt. NGU Ba 2801, 2 s.

Strand, G. 1969: Notat vedr. Malm- og mineralprospekter i Nordl. Bergdistr. Dverberg kislelt. Andøya. NGU Ba 7392, 2 s.

Lindahl, I. 1978: Dverberg kislelt. NGU rapp. 1430/12A, 7 s.

Often, M. 1980: Diamantboring, Dverberg kislelt. NGU rapp. 1651/12C, 10 s.

DØNNA - 40469

Vogt, J. H. L. udatert: Dønna jernmalmfelt. NGU Ba 2744, 2 s.

EGGUM - 40139

Bøckman, K. L. 1956: Eggum jernmalmfelt. NGU Ba 2740, 1 s.

EIERDALEN - 40211

Foslie, S. 1923: Rapport over Eiterdalen nikkelgrube i Ofoten. NGU Ba 1026.

Singsaas, P. 1964: Geofysiske undersøkelser. Eiterdalens nikkelgrube. NGU rapp. 515B, 5 s.

Flood, B. 1965: Rapport fra diamantboring av Eiterdalen nikkelforekomst. NGU rapp. 591.

EITERJORDET - 40358

Borthen, E. og Rosenlund, A. L. udatert: Beiern eller Eiterjordets nikkelgrube. NGU Ba 839, 9 s.

Flood, E. 1941: Preliminaer rapport Lilleleiden nikkelforekomst Beiaren.
NGU Ba 839, 2 s.

ERIKSTAD - 40248

Poulsen, A. O. 1940: Titanfrie jernmalmer i Lofoten og Vesterålen.
NGU Ba 6479, 32 s.

Bøckman, K. L. 1951: Erikstad jernmalmfelt. NGU Ba 1954, 1 s.

Poulsen, A. O. 1959: Vedr. Malmundersøkelser ved Erikstad. NGU Ba 3129,
2 s.

Skjerlie, F. J. og Tan, T. H. 1960: Befaring Erikstad jernmalmfelt/
Lødingen. NGU Ba 3154, 4 s.

Tveten, E. 1975: Om jernmalmfeltene i Erikstad og Vestpolltind. Lødingen
kommune. NGU Ba 6338, 3 s.

EVENDALEN - 40384

Kvalheim, A. 1912: Rapport over Evendalen kisforekomst. NGU Ba 510, 4 s.

Egge, A. 1920: Rapport over Evendalen svovelkisforekomst ved Storevatnet.
Melfjord i Rødøy, Nordland. NGU Ba 511, 7 s.

FAGERNESFJELL - 40158

Lindberg, A. W. 1908: Das Eisenfeld zu Narvik. NGU Ba 2411, 10 s.

Keuthen, I. 1911: Die Fagernes-Eisenerz-Lagerstette. NGU Ba 1706, 22 s.

FINBERGET - 40078

Poulsen, A. O. 1936: Titanjernforekomster i Vesterålen. NGU Ba 115, 59 s.

Hovland, R. 1968: Notat om Finberget ilmenittforekomst. NGU Ba 4418, 3 s.

FISKEFJORD - 40098

Vogt, J. H. L. 1905: Fiskefjord jernmalmfelt. NGU Ba 2258, 37 s.

Poulsen, A. O. 1940: Titanfrie jernmalmer i Ofoten og Vesterålen. NGU Ba
6479, 32 s.

FLATLIA - 40416

Singsaas, P. 1963: Geofysisk undersøkelse. Flatli-Sæterdal. Plurdalen,
Nord-Rana. GM rapp. 383, 7 s. NGU Ba 4859.

Olerud, S. 1978: Stratabundet skarn med kobbermineralisering. Flatlia-
Kalsæter, Plurdalen, Rana, Nordland. NGU-rapport 1556/10D, 21 s.

FORSMO-DAVEMO - 40460

- Johansson, J. A. 1909: Davemoens jernfelt. NGU Ba 237, 5 s.
Vogt, J. H. L. 1910: Norges jernmalforekomster. NGU 51, 225 s.
Krum, R. 1911: Davemoen og Stormoen jernfelter ved Elsfjorden i Ranen. Nordlands Amt. NGU Ba 1662, 8 s.
Bøckman, K. L. 1946: Davemoen jernmalfelt. NGU Ba 1952, 1 s.

FUGLEBERGENE - 40228

- Foslie, S. 1949: Håfjellmulden i Ofoten og dens sedimentære jern-manganmalmer. NGU 174, 129 s.

FUGLESTRAND - 40455

- Poulsen, A. O. 1941: Jernmalforekomster ved Elsfjorden. NGU Ba 77, 4 s.

FUNTA - 40272

- Foslie, S. 1941: Tysfjords geologi. NGU 149, 298 s.
Vik, E. 1979: Bly og sink forekomster i Nordland. NGU rapp. 1556/10, 108 s.

FØLSTAD - 40119

- Smith, H. H. 1914: Følstad og Oddvær jernmalfelter ved Østnesfjorden i Lofoten. NGU Ba 2981, 2 s.
Poulsen, A. O. 1940: Titanfrie jernmalmer i Lofoten og Vesterålen. NGU Ba. 6479, 32 s.
Brækken, H og Aalstad, I. 1955: Magnetisk kartering, Følstad jernmalfelt. GM rapp. 147, 10 s.
Heier, K. 1955: Geologisk rapport, Følstad jernmalfelt. Vågan. NGU Ba 2252, 10 s.
Brækken, H. og Aalstad, I. 1957: Magnetisk kartering, Fløystad jernmalfelt. GM rapp. 178, 4 s.

GAMFOSS - 40013

- Often, M. 1982: Orienterende undersøkelser og diamantboring av grensesonen Prekambrium/Kaledon i Saltdal-Sørfold regionen. NGU rapp. 1650/30A, 26 s.

GJÆRVALEN - 40385

Lenschow, J. og Bryn, E. 1917: Rapport over Gjærvalen kobbermalmfelt.
NGU Ba 2172, 4 s.

GRØNNFJELLDALEN - 40402

Carstens, C. W. 1934: Grønnfjelldalens bly og sinkforekomst. NGU Ba 729.
Bjørlykke, H. 1949: Grønnfjelldalens bly- og sinkforekomst. NGU Ba 1258.
Hegrum, K. M. 1971: En malmgeologisk undersøkelse av Grønnfjelldalen
Pb-Zn-S forekomst i Dunderlandsdalen. Diplom-NTH, 78 s.

HARELIFJELL - 40302

Lindahl, I., Furuhaug, L. og Often, M. 1984: Radiometriske målinger.
Prøvetaking og Pack-sack-boringer på Harelifjell. NGU Rapp. 84.005,
35 s.
Lindahl, I. 1984: Rishaugfjellvinduet og Harelifjell uranmineralisering.
NGU Rapp. 84.057, 131 s.

HAUKNESTIND - 40433

Saager, R. 1967: Drei typen von kieslagerstatten im Mofjell-Gebiet.
Nordland, und ein neuer vorschlag zur Gliederung der Kaledonischen
kieslager Norwegens. Norsk Geol. Tidsskrift 47, s 333 - 360
Schultze, O. D. 1975: Sulfidverertungen am Hauknestind. Claustaler
geologische Abhandlungen 21, 89 s.
Vik, E. 1979: Bly og sinkforekomster i Nordland. NGU rapp. 1556/10, 108 s.

HERJANGEN - 40180

Flood, B. 1960: Befaring av Herjangen jernmalmfelt, Ankenes. NGU Ba 3477,
2 s.

HESTMANNØY - 40390

Carstens, C W. 1918: Norske peridotitter. Norsk Geol. Tidsskrift nr. 5,
42 s.
Korneliussen, A. 1976: Malmgeologisk undersøkelse med henblikk på
økonomisk utnyttelse av kromittforekomstene på kartbladene Rødøy og
Lurøy i Nordland. Hovedoppgave NTH, 172 s.

HJELLESAND - 40073

Lund, H. 1906: Hjeldsand jernmalmfelt. NGU Ba 177, 6 s.

Poulsen, A. O. 1936: Titanjernforekomster i Vesterålen. NGU Ba 115, 59 s.

HOPEN - 40306

Singsaas, P. 1960: Befaring Hopen kobberfelter. NGU Ba 7604, 4 s.

Bøckman, K.L. 1963: Hopen-Høyfjell kobbermalmgrube. NGU Ba 1963, 1 s.

HOSETFJELL - 40038

Solli, A. 1983: Berggrunnsgeologisk kart Skjerstad 2029.2, 1:50000.

Foreløpig utgave NGU

HUNDEMULEN - 40288

Smith, H. H. 1908: Hundemulen copper mine. Norway. NGU Ba 2827, 6 s.

HUSVIK - 40063

Logn, Ø. 1948: Geofysisk undersøkelse. Husvik bly-sink forekomst. Husvik, Tjøtta. GM rapp. 62, 11 s.

Bjørlykke, A. 1974: Samlerapport over malmundersøkelser på Helgeland. NGU rapp. 1252, 25 s.

Cramer, J. og Eidsvig, P., Dalsegg, E. og Stav, J. 1975: Helgeland. Interkommunale Selskap for Industrireiseing og Utbygging. Husvikforekomsten. Alstadhaug komm. NGU rapp. 1282/3, 31 sider.

Vik, E. 1979: Bly og sinkforekomster i Nordland. NGU rapp. 1556/10, 110 sider.

Vik, E., 1976: En malmgeologisk undersøkelse av Husvika Pb-Zn forekomst. Hovedoppgave NTH, 72 s.

HØGTUVA - 40499

Gustavson, M og Gjelle, S. 1981: Regional Geology in central Nordland. Earth Evol. SCI. 1/81, s. 6-13.

Hatling, H. 1983: Tungmineralvasking og radiometriske undersøkelser i Rana, Lurøy og Rødøy kommuner. NGU rapp. 1729/26, 6 s.

Furuhaug, L. 1984: Prøvetaking og radiometriske målinger ved Bordvedåga, Høgtuva-vinduet. NGU rapp. 84.014, 8 s.

Røste, J. Rye 1984: Sporelementer i bekkevann, -sedimenter, -mose og -torv. Høgtuva. NGU rapp. 84.094, 10 s.

HÅFJELLET - 40036

Bøckman, K. L. 1951: Håfjellets gullkvartsfelt i Ballangen. NGU Ba 1961, 1 s.

Kvalheim, A. 1951: Håfjellets gullkvartsfelt. NGU Ba 7391, 1 s.

Sæbø, P. 1960: Resultatene av de malmmikroskopiske undersøkelsene av den gull-førende arsenkissonen i kvartsitten innen Håfjell-synklinalen. NGU Ba 4801 4 s.

Gustavson, M. 1974: Beskrivelse til det berggrunnsgeologiske kart Ofoten, 1:100.000 NGU 310, 36 s.

Boyd, R. og Søvegjarto, U. 1983: Berggrunnsgeologisk kart Skjomen 1331.1, 1:50000 Foreløpig utgave NGU.

HÅKJERRINGNES - 40295

Rasmussen, 1912: Folden molybdenglansfelt. NGU Ba 1210. 3 s.

INGEBORG - 40335

Vogt, T. 1927: Sulitjelmafeltets geologi og petrografi. NGU 121, 560 s.

JAKOBSBAKKEN - 40327

Vogt, T. 1927: Sulitjelmafeltets geologi og petrografi. NGU 121, 560 s.

Bugge, J. A. W. 1978: Norway, In contribution to "Mineral deposits of Europe, Vol.1"

Søyland Hansen, T. 1983: En geologisk undersøkelse av Nordgruvefeltet i Sulitjelma. Thesis NTH, 530 s.

JAMTLI - 40444

Horneman, C. H. S. 1917: Rapport over Jamtifjellet. Mo i Rana. NGU Ba 2180, 4 s.

Rasmussen, 1917: Diverse gruber i Dunderland. NGU Ba 3052, 5 s.

Egge, A. 1919: Rapport over svovelkisforekomster på øvre Jamtli. Mo herred, Ranen, Nordland. NGU Ba 490, 5 s.

JERNLIA - 40258

Rasmussen, W. C. J. 1939: Jernlien (Et brev til S. Foslie), NGU Ba 2507, 2 s.

Bøckman, K. L. 1951: Jernlien grube. NGU Ba 1964, 1 s.

JØRENDAL - 40134

Poulsen, A. O. 1940: Titanfrie jernmalmer i Lofoten og Vesterålen. NGU Ba 6479, 32 s.

Bøckman, K. L. 1951: Jørendal jernmalmfelt. NGU Ba 1353, 1 s.

Krogh, E. 1975: Petrografi og petrologi av høymetamorfe bandede jernmalmer i Lofoten-Vesterålen. Thesis, Univ. i Oslo, 162 s.

KALJORD - 40103

Poulsen, A. O. 1940: Titanfrie jernmalmer i Lofoten og Vesterålen. NGU Ba 6479, 32 s.

Øines, H. 1972: Befaring av anvisningene i Hadsel. NGU Ba 4972. 26 s.

KALVHOLMEN - 40392

Carstens, C. W. 1918: Norske peridotitter. Norsk Geol. Tidsskrift nr. 5, 42 s.

Korneliussen, A. 1976: Malmgeologisk undersøkelse med henblikk på økonomisk utnyttelse av kromittforekomstene på kartbladene Rødøy og Lurøy i Nordland. Hovedoppgave NTH, 172 s.

KALVIK - 40300

Stadheim, J. 1923: Rapport over Kalvik molybdenforekomster i Sørfold. NGU Ba 4111, 7 s.

Bøckman, K. L. 1936: Rapport over Kalvik molybdenforekomster i Sørfold. NGU Ba 3211, 2 s.

Often, M. 1982: Orienterende undersøkelser og diamantboring av grensesonen Prekambrium/ Kaledon i Saltdal-Sørfold-regionen. NGU rapp. 1650/30A, 26 s.

Hansen, A. K. 1983: Undersøkelse av Mo-U-W-mineraliseringer i Kalvikvinduet ved Sommerset. Sørfold kommune. NGU rapp. 1900/30F, 10 s.

KATTERAT - 40152

Lindahl, I. 1980: Katteratvatn Pb-Zn-Forekomster. Narvik, Nordland. NGU rapp. 1430/5A, 16 s.

Malm, O. A. 1976: Katteratvann Pb-Zn-forekomster. Generell geologi. NGU rapp. 1430/5A, 16 s.

KILVIKA - 40005

- Oftedahl, C. 1952: Kilviken blyforekomst. Vevelstad. NGU Ba 3099, 1 s.
N.N. 1952: Rapport over bly, sink forekomst i Ytre Kilen. Vevelstad Herred.
NGU Ba 4081, 3 s.

KJØRRISFJELL - 40169

- Foslie, S. 1917: Rapport über arsenkies- og kupferkiesvorkommen bei
Kjørrisfjeld og Kobbølven. Sør-dalen, Skjomen. NGU Ba 1502, 9 s.
Korneliussen, A. 1983: Gullproblematikk i nordlige Nordland, med særskilt
omtale av arsenkis/gullmineraliseringer i alloktone kvartsitter i
Ballangen. NGU rapp. 1850/13E, 37 s.

KOLSVIK - 40045

- Often, M. 1980: Geologisk tunnelkartlegging. Bindal, Nordland. NGU rapp.
1650/25A, 25 s.
Hysingjord, J. 1971: Wolframprospektering i Buadalen, Kolsvik.
NGU rapp. 1091D, 4 s.
Bjørlykke, H og Færden, J. 1961: Forslag til undersøkelse av Kolsvik
gullfelt. Bindalen. NGU Ba 3167, 10 sider.

KONGSLIA - 40475

- Lindahl, I. 1968: En undersøkelse av mineralisert område på Kongsfjell.
Korgen, Nordland. Diplom-NTH, 118 s.
Eidsvig, P. 1977: CP, bakke- og borhullsmålinger. Kongsfjell Vest, Hemnes,
Nordland. NGU rapp. 1515, 7 s.

KRUTTVASSRØDDIKEN - 40478

- Mørk, M. B. 1970: Krutefjell, Hattfjelldal. Beskrivelse av områdene med
kismineralisering. NGU Ba 7404, 7 s.

KUFJELLET - 40255

- Gust, J. og Sør-dal, T. 1978: Registrering av Statens anvisninger i Ballangen.
Nordland. NGU rapp. 1575/13A, 38 s.
Gust, J. og Sør-dal, T. 1979: Supplerende undersøkelser av Statens
anvisninger i Ballangen. Nordland. NGU rapp. 1650/13C, 10 s.

KVALVIK - 40142

Hansen, L. 1952: Kvalvik magnetittsandfelt. NGU Ba 1347, 14 s.

Geis, H. P. 1968: Norges jern-titan forekomster. NGU Ba 7907. 162 s.

LANGKILEN (VISTEN) - 40059

Sørdal, T. 1978: Pb og Zn i jordprøver Staulan/Langkilen. Vevelstad, Nordland. NGU rapp. 1575/37A, 10 sider.

Cramer, J. og Vik, E. 1976: Mineralundersøkelser i Staulan i Visten. Vevelstad kommune. NGU rapp. 1339/3, 9 s.

LAHAUGEN - 40101

Johannson, J. A. 1909: Lahugs jernmalmfelt. NGU Ba 7385, 2 s.

Poulsen, A. O. 1940: Titanfrie jernmalmer i Lofoten og Vesterålen. NGU Ba 6479, 32 s.

Krogh, E. 1975: Petrografi og petrologi av høymetamorfe båndete jernmalmer i Lofoten-Vesterålen. Thesis. Univ. of Oslo, 162 s.

LAKSÅDAL - 40370

Bugge, A. 1963: Norges molybdenforekomster. NGU 217, 134 s.

Lindahl, I. og Furuhaug, L. 1977: Malmprospektering Oterstrand-Laksådal. NGU rapp. 1430/20A, 14 s.

Often, M. 1980: Gruvegeologiske undersøkelser i Laksådal og Oterstrand gruver. NGU rapp. 1575/20E, 15 S.

LANGTJERN - 40018

Endresen, B. A. 1972: Selfors-Kaldseter, Lalia. NGU Ba 4744, 42 s.

LASKEN - 40399

Bugge, J. A. W. 1948: Rana gruber. NGU 171, 149 s.

LEIRFJORD - 40472

Torgersen, J. C. 1928: Sink og blyforekomster i Det Nordlige Norge. NGU 142, 60 s.

Cramer, J. og Staw, J. 1975: Malmundersøkelser i Leirfjord. Nordland. NGU rapp. 1252/4, 15 s.

Vik, E. 1979: Bly og sinkforekomster i Nordland. NGU rapp. 1556/10. 108 s.

LEIRJORDFALL - 40348

Bugge, A. 1963: Norges molybdenforekomster. NGU 217, 134 s.

LENVIK BOGEN - 40191

Gustavson, M. 1966: The caledonia mountain chain of the southern Troms and Ofoten areas. Part 1. NGU 239, 162 s.

Øines, H. 1972: Statens anvisninger i Evenes. Generell geologisk oversikt. NGU Ba 4971, 25 s.

Gustavson, M. 1974: Beskrivelse til det berggrunnsgeologiske kart Ofoten, 1:100 000. NGU 310, 36 s.

Søvegjarto, U. 1978: Bogen jernmalmfelt. Sluttrapport geologi. Norsk jernverk rapp. 78-23, 10 s.

LONKANFJORD - 40106

Poulsen, A. O. 1940: Titanfrie jernmalmer i Lofoten og Vesterålen. NGU Ba 6479, 32 s.

Krogh, E. 1975: Petrografi og petrologi av høymetamorfe båndete jernmalmer i Loften-Vesterålen. Thesis, Univ of Oslo, 162 s.

MALMHAUG - 40419

Foslie, S. 1926: Norges svovelkisforekomster. NGU 127, 122 s.

Vogt, T. 1939: Rapport over det geologiske arbeide ved Bosmo og Malmhaug malmfelt i Nord-Rana. NGU Ba 1135, 5 s.

Sakshaug, G. F. 1952: Rapport over elektromagnetisk undersøkelse, Malmhaug grube. GM rapp. 92, 12 2.

Vik, E. 1978: Geologiske undersøkelser ved Malmhaug kisforekomst og bly-sink skjerp. NGU rapp. 1556/108, 20 s.

Gjelsvik, T. 1957 : Rapport om diamantboringer, Malmhaug, Nord-Rana.

MATLILEMMEN - 40177

Færden, J. 1960: Jernmalforekomster i Sør-Skjomen. Ankenes, Nordland. NGU Ba 3146, 1 s.

MATMODEREN - 40126

Smith, H.H. 1907: Bericht uber die magneteisen-erz vorkommen in Jernhammern und Backen, Matmoderen. NGU Ba 2896, 3 s.

- Smith, H. H. 1907: Bericht uber die magneteisenerz-vorkommnisse in Matmoderen. NGU Ba 2895, 9 s.
- Smith, H. H. 1907: Bericht uber die magnet-eisenerz vorkommen Marudalen, Aamdalen, Lifjeld und Møllledalen. NGU Ba 2897, 4 s.
- Poulsen, A. O. 1940: Titanfrie jernmalmer i Lofoten og Vesterålen. NGU Ba 6479, 32 s.
- Bøckman, K. L. 1951: Matmoderen jernmalmfelt. NGU Ba 1354, 1 s.
- Krogh, E. 1975: Petrografi og petrologi av høymetamorfe båndete jernmalmer i Lofoten-Vesterålen. Thesis, Univ i Oslo, 162 s.

MELFJORD - 40383

- Carstens, C. W. 1918: Norske peridotitter. Norsk Geol. Tidsskrift nr. 5, 42 s.
- Korneliussen, A. 1976: Malmgeologisk undersøkelse med henblikk på økonomisk utnyttelse av kromittforekomstene på kartbladene Rødøy og Lurøy i Nordland. Hovedoppgave NTH, 172 s.

MELKEDALEN - 40260

- Foslie, S. 1946: Melkedalen grube i Ofoten. NGU 169, 108 s.

MIKKELJORD - 40482

- Færden, J. og Strand, T. 1952: Mikkeljord, Hattfjelldal. NGU Ba 1724.
- Færden, J. 1953: Sink-bly forekomstene ved Mikkeljord, Hattfjelldal, Nordland. NGU 184, s. 145-153.
- Cramer, J. Staw, J. og Vik, E. 1976: Mineralundersøkelser i Mikkeljord. Hattfjelldal kommune. NGU rapp. 1339/1, 8 s.
- Staw, J. 1977: Geokjemiske undersøkelser, Mikkeljord. Hattfjelldal kommune, Nordland. NGU rapp. 1430/19A, 5 s.
- Staw, J. 1978: Bly og sink i mineraljord i Mikkeljord. NGU rapp. 1650/19B, 5 s.

MJØNESFJELL - 40351

- N.N. 1927: Mjønesskarets blyglans-zinkforekomst. NGU Ba 740, 3 s.
- Stendal, H., Grimm, K. og Nilsson, B. 1985: Feltundersøkelser av bly-sink-kobber mineraliseringer i Mjønesskardet, Bodø, Nordland. NGU-rapp. 85.091, 29 s.
- Vik, E., 1979: Bly og sinkforekomster i Nordland. NGU rapp. 1556/10, 108 s.

MOFJELL - 40432

- Saager,R. 1967: Drei typen von kieslagerstätten im Mofjell-Gebiet, Nordland, und ein neuer vorschlag zur gliederung der kaledonischen kieslager Norwegens. Norsk Geol. Tidskrift nr. 47, s. 333-358.
- Bjerke,F. 1975: Bergverkselskapet Nord-Norge A/S, Mofjellet gruber. Bergverk 1975, s 144-147.
- Vik,E. 1979: Bly og sink-forekomster i Nordland. NGU rapp. 1556/10, 108 s.

MYKLEBOSTAD - 40292

- Johansson, J. 1911: Knadalens jernmalmfelt. NGU Ba 2483, 2 s.
- Bøckman,K.L. 1951: Myklebostdalen jernmalmfelt. NGU Ba 1351, 1 s.

MÅLØY - 40294

- Flood, E. 1942: Preliminær rapport over Måløy nikkelforekomst. NGU Ba 819, 1 s.

NASAFJELL - 40394

- Svenonius, F. 1895: Nasafjells zink og sølvgruve i Nordland. Geol. Føren, Førh, Bd 17 h. 4. s 427 - 451.

NEVERHAUGEN - 40310

- Bøckman,K.L. 1949: Neverhaugen malmfelt. NGU Ba 1973, 1 s.

NEVERNES - 40409

- Bugge,J.A.W. 1948: Rana Gruber. NGU 171, 149 s.

NIINGEN - 40189

- Bryn, K. Ø. 1957: Niingstoppen. NGU Ba 3158, 1 s.
- Vik,E, 1979: Bly og sinkforekomster i Nordland. NGU 1556/10, 108 s.

NJALLAVARTO - 40214

- Køjer,K. 1916: Njalovarto kisforekomster. NGU Ba 2930, 2 s.
- Erikson,J.og Bugge,C. 1922: Diamantboringer ved Njallavarre. NGU Ba 2932, 9 s.
- Foslie,S. 1934: Forekomster av svovelkis utenom Bjørkåsens horisont. Kort beskrivelse av en del forekomster. NGU Ba 1910, 6 s.

- Foslie, S, 1941: Tysfjords geologi. NGU 149, 29 s.
- Gust, J. 1978: Registering av Statens anvisninger. Ballangen, Nordland. NGU Ba 6666, 32 s.
- Singsaas, P. 1979: VLF-målinger ved Njallavarre kobberskjerp i Ballangenfeltet. NGU Ba 6889, 7s.
- Gust, J. og Sørdal, T. 1979: Supplerende undersøkelser av Statens anvisninger i Ballangen. NGU Ba 6836.
- Krog, R. 1980: Geokjemiske undersøkelser i Njallavarre, Ballangen, Nordland. NGU Ba 7453, 7 s.

NONSFJELLET - 40360

- Torgersen, J C. 1935: Sink og blyforekomster i Det Nordlige Norge. NGU 142, 60 s.
- Vik, E, 1979: Bly og sinkforekomster i Nordland. NGU 1556/10, 108 s.

NORD-DUNDERLAND - 40395

- Bugge, J. A. W. 1948: Rana gruber. NGU 171, 149 s.

OLALEMMEN - 40241

- Foslie, S. 1941: Tysfjord geologi. NGU 149, 298 s.

ORMLI - 40446

- Søvegjarto, U. 1984: Beskrivelse av Rana Gruber. INFO Jernverket, 27 s.

OS - 40339

- Schultz, F. 1893: Rapport over kaptein Larsens kobber og magnetkisforekomster ved Os i Saltdalen. NGU Ba 491, 3 s.
- Böckman, K.L. 1954: Rapport over Osfjellet kobbermalmfelt i Saltdal. NGU rapp. 2742, 2 s.

OSMARK - 40197

- Gustavson, M. 1974: Ofoten. Beskrivelse til Det Berggrunnsgeologiske Gradteigskart Narvik, 1:100000. NGU 310, 36 s.

OTERSTRAND - 40369

- Often, M. 1980: Gruvegeologisk undersøkelser i Laksådal og Oterstrand gruver. NGU rapp. 1575/20E, 15 s.

RAGO - 40298

Gustavson, M. og Skålvoll, H. 1961: Rago bly-sink-forekomst. NGU Ba 3228, 2 s.

RAUDBERGA - 40056

Nilsson, L.P. 1980: Undersøkelse av ultramafiske bergarter og krommalm i Heggefjorden peridotittfelt, Velfjord, Brønnøy, Nordland. NGU-rapp. 1650/26A, 40 s.

RAUHOLMEN - 40389

Carstens, C. W. 1918: Norske peridotitter. Norsk Geol. Tidsskrift nr. 5, 42 s.

Korneliussen, A. 1976: Malmgeologisk undersøkelse med henblikk på økonomisk utnyttelse av kromittforekomstene på kartbladene Rødøy og Lurøy i Nordland. Hovedoppgave NTH, 172 s.

RAVNÅSEN - 40492

Vik, E. 1975/76: Malmundersøkelser i Ravnåsen. HISU-prosjektet 1976. NGU rapp. 1501, 15 s.

Eidsvig, P. 1977/78: IP- og CP-målinger for undersøkelse av dypmineralisering, Ravnåsen, Vefsen, Nordland. NGU rapp. 1606, 10 s.

RENDALSVIK - 40377

Neumann, H. 1953: Uran i Rendalsvik. NGU Ba 1761, 17 s.

Gust, J. og Thoresen, H. 1981: Radiometriske målinger og prøvetaking i Rendalsvik. NGU Ba 7530, 16 s.

ROSTAFJELL - 40453

Vik, E. 1979: Bly og sinkforekomster i Nordland. NGU rapp. 1556/10, 108 s.

Borsch, L. 1966: Geologisch-tektonische Kartierung und Petrografisch-Lagerstättenkundliche Untersuchungen im Rostafjell, Helgeland, Nord-Norwegen. Diplomarbeide Bergakademi Claustal.

Sakshaug, G.F. 1966: Geofysiske undersøkelser, Rostafjell. NGU rapp. 637, 11 s.

RØDFJELL - 40422

Smith, H. H. 1915: Rapport over svovelkisforekomster ved Rødfjeldet og

Reinfjeldet. NGU Ba 1139, 13 s.

Riiber, C. C. 1917: Rødfjeldet. NGU Ba 513. 6 s.

Smith, H. H. 1925: The Rødfjeldet iron-pyrites mine. NGU Ba 1639, 2 s.

RØDFJELLET - 40188

Mørtzell, E. 1915: Om kobber og nikkelmalmfeltet Roksevarre. NGU Ba 2441, 5 s.

RØDØY - 40380

Carstens, C. W. 1918: Norske peridotitter. Norsk Geol. Tidsskrift nr. 5, 42 s.

Korneliussen, A. 1976: Malmgeologisk undersøkelse med henblikk på økonomisk utnyttelse av kromittforekomstene på kartbladene Rødøy og Lurøy i Nordland. Hovedoppgave NTH, 172 s.

RÅNA - 40207

Bjørlykke, H. og Færden, J. 1959: Råna Nikkelmalmfelter. NGU Ba 3130, 69 s.

Bjørlykke, H. og Færden, J. 1961: Undersøkelser ved Bruvannstollen. NGU Ba 3151, 19 s.

Boyd, R. 1972: Geologisk rapport over Bruvann, Råna og Saltvikområdet. NGU rapp. 1120 A, 17 s.

Boyd, R. 1973: Geologisk kartlegging av Rånamassivet. NGU rapp. 1173 A, 46 s.

Boyd, R. 1974: Geologisk kartlegging av Rånamassivet. NGU rapp. 1250 A-B, 61 s.

Bølviken, B. 1971: Geokjemisk undersøkelse i Råna. NGU rapp. 1010, 15 s.

Flood, B. 1964: Geologi i Saltvikfeltet, Råna. NGU rapp. 515 C, 25 s.

Foslie, S. 1919: Nikkelfelterne ved Råna og Arnes i Ofoten. NGU Ba 1121, 30 s.

Graff, P.R. 1956: Råna felt. NGU Ba 3555, 11 s.

Ingvaldsen, K. 1959: Rånaforekomsten, Ballangen. NGU Ba 4446, 4 s.

Mathiesen, C.O. 1971-74: Beregning av tonnasje og gehalter. NGU rapp. 1250 C, 16 s.

Sindre, A. 1976: Tyngdemålinger i Rånamassivet. NGU rapp. 1538, 15 s.

Singsaas, P. 1972: Elektromagnetiske målinger ved Bruvann, Råna. NGU rapp. 1110, 13 s.

Singsaas, P. 1978: Turam- og VLF-målinger i Rånbogen. NGU rapp. 1580 A, 12 s.

RØDØYFJELLET - 40064

Nilsson, L. P. 1980: Undersøkelser av ultramafiske bergarter og krommalm, Rødøy/Rypen og Vikholmen, Alstadhaug, Nordland. NGU rapp. 1650/31A, 27 sider.

SAGMO - 40326

Vogt, T. 1927: Sulitjelmafeltets geologi og petrografi. NGU 121, 560 s.
Bugge, J. A. W. 1978: Norway: In contribution to "Mineral deposits of Europe. Vol 1". s.
Søyland-Hansen, T. 1983: En geologisk undersøkelse av Nordgruvefeltet i Sulitjelma. Thesis NTH, 530 s.

SEGELTIND - 40271

Foslie, S. 1941: Tysfjords geologi. NGU 149, 298 s.
Vik, E. 1979: Bly og sink forekomster i Nordland. NGU rapp.1556/10. 108 s.

SELJELI - 40456

Vogt, J. H. L. 1894: Dunderlandsdalens jernmalmfelt. NGU 15, 103 s.
Vogt, J. H. L. 1910: Norges jernmalforekomster. NGU 51, 225 s.
Bøckman, K. L. 1947: Seljeli jernmalforekomster i Elsfjord. NGU Ba 1986, 5 s.

SELSØY - 40388

Carstens, C. W. 1918: Norske peridotter. Norsk Geol. Tidsskrift nr. 5, 42 s.
Korneliussen, A. 1976: Malmgeologisk undersøkele med henblikk på økonomisk utnyttelse av kromittforekomstene på kartbladene Rødøy og Lurøy i Nordland. Hovedoppgave NTH, 172 s.

SELVÅG - 40088

Lund, H. 1907: Selvåg jernfelt. NGU Ba 118, 11 s.
Vogt, J. H. L. 1918: Selvåg jernmalmfelt. NGU Ba 119, 10 s.
Poulsen, A. O. 1936: Titanjernforekomster i Vesterålen. NGU Ba 115, 59 s.

SILDVIK - 40156

Torgersen, J. C. 1935: Sink- og blyforekomster i det norlige Norge. NGU 142, 60 s.

- Lindahl, I. 1978: Diamantboringer, geologiske og geokjemiske undersøkelser ved ytre Sildvikskar Zn-Pb-forekomst. NGU rapp. 1430/4B, 20 s.
- Vik, E. 1979: Bly og sink forekomster i Nordland. NGU rapp. 1556/10, 118 s.
- Færden, J. 1952: Sink-bly malm forekomster. Kuberg-Ytre Sildvikskaret, Rombaken, kartblad Narvik. NGU Ba 1720, 3 s.
- Singsaas, P. 1977: VLF- og SP-målinger. Ytre Sildvikskar skjerp. Narvik, Nordland. NGU rapp. 1430/4A, 7 s.

SINKLIEN - 40226

- Torgersen, J. C. 1935: Sink- og blyforekomster i det norlige Norge. NGU 142, 60 s.
- Juve, G. 1967: Zinc and lead deposits in the Håfjell syncline. Ofoten, Northern Norway. NGU 244, 54 s.
- Cramer, J. 1976: Mineralundersøkelser i Sinklien. NGU rapp. 1339/4, 20 s.
- Vik, E. 1979: Bly og sink forekomster i Nordland. NGU rapp. 1556/10, 108 s.

SJANGELI - 40164

- Foslie, S. 1917: Rapport uber Sjangeli kupferzfeld, med appendix. NGU Ba 2038 og Ba 2037, 19 s. og 23 s.

SJÅFJELL - 40215

- Foslie, S. 1949: Håfjellsmulden i Ofoten og dens sedimentære jern-mangan malmer. NGU 174, 129 s.

SJÅVIK - 40382

- Korneliussen, A. 1976: Malmgeologisk undersøkelse med henblikk på økonomisk utnyttelse av kromittforekomstene på kartbladene Rødøy og Lurøy i Nordland. Hovedoppgave NTH, 172 s.

SKJERSTAD - 40352

- Øines, H. 1972: Arsenkisanvisninger Skjerstad. NGU Ba 4968, 2 s.
- Hysingjord, J. 1978: Befaring av arsenkisforekomster nær Skjerstad. NGU rapp. 1575/29A, 6 s.

SKOG - 40179

- Flood, B. 1960: Befaring av Herjangen jernmalmfelt, Ankenes. NGU Ba 3477, 2 s.

SKOGØY - 40194

- Torgersen, J. C. 1935: Sink- og blyforekomster i det nordlige Norge. NGU 142, 60 s.
- Bjørlykke, H. 1948: Rapport over befaring av bly og sinkforekomster ved Villdalfjell og Skogøy ved Bogen i Ofoten. NGU Ba 1177, 3 s.
- Gustavson, M. 1974: Beskrivelse til det berggrunnsgeologiske kart, Ofoten, 1:100 000. NGU 310, 36 s.
- Vik, E. 1978: Geologiske undersøkelser ved Skogøy bly- sink forekomst. NGU rapp.1556/10C, 10 s.
- Vik, E. 1979: Bly og sink forekomster i Nordland. NGU rapp. 1556/10, 108 s.

SKRAVLÅ - 40458

- Vogt, J. H. L. 1894: Dunderlandsdalens jernmalmfelt. NGU 15, 103 s.
- Mortenson, P.1905: Jernmalmfeltene Fuglstrand og Skravlaa. NGU Ba 229, 6 s.
- Newbiggin, H. T. 1907: Auszug und nebensetzung eines berichtes über kieselerde enthaltende eisen-erze im Nordlichen Norwegen von H. T. Newbiggin. NGU Ba 2982, 7 s.
- Vogt, J. H. L. 1910: Norges jernmalforekomster. NGU 51, 225 s.

SKÅRNES - 40233

- Foslie, S. 1949: Håfjellsmulden i Ofoten og dens sedimentære jern-manganmalmer. NGU 174, 129 s.

SKÅRNESDAL - 40230

- Torgersen, J. C. 1935: Sink- og blyforekomster i det nordlige Norge. NGU 142, 60 s.
- Foslie, S. 1949: Håfjellsmulden i Ofoten og dens sedimentære jern-manganmalmer. NGU 174, 129 s.
- Juve, G. 1967: Zinc and lead deposits in the Håfjell syncline, Ofoten northern Norway. NGU 244, 54 s.
- Vik, E. 1979: Bly og sink forekomster i Nordland. NGU rapp. 1556/10, 108 s.

SMORTEN - 40137

- Poulsen, A. O. 1940: Titanfrie jernmalmer i Lofoten og Vesterålen. NGU Ba 6479, 32 s.

Krogh, E. 1975: Petrografi og petrologi av høymetamorfe båndete jernmalmer i Lofoten-Vesterålen. Thesis. Univ. of Oslo, 162 s.

SOMMERVIK - 40199

Smith, H. H. 1928: Rapport over Osmarken - Sommervik jernmalforekomst. NGU Ba 2291 5 s.

STAVASSDALEN - 40003

Cramer, J., Eidsvig, P., Dalsegg, E. og Stav, J. 1975: Malmundersøkelser i Ravnåsen og Eiteråkroken. HISU-prosjektet 1974. NGU rapp. 1252/2, 42 s.

Bøckman, K.L. 1948: Rapport over en blyglansforekomst i Stavasdalen. Grane herred. NGU Ba 1990, 7 s.

STEINTUVA - 40378

Carstens, C. W. 1918: Norske peridotitter. Norsk Geol. Tidsskrift nr. 5, 42 s.

Korneliussen, A. 1976: Malmgeologisk undersøkelse med henblikk på økonomisk utnyttelse av kromittforekomstene på kartbladene Rødøy og Lurøy i Nordland. Hovedoppgave NTH, 172 s.

STRAND BOGEN - 40193

Gustavson, M. 1966: The Caledonian mountain chain of the southern Troms and Ofoten areas. Part 1. NGU 239, 162 s.

Øines H, 1972: Statens anvisninger i Evenes. Generell geologisk oversikt. NGU Ba 4971, 25 s.

Gustavson, M. 1974: Beskrivelse til det berggrunnsgeologiske kart, Ofoten 1:100 000. NGU 310, 36 s.

Søvegjarto, U. 1978: Bogen jernmalmfelt. Sluttrapport geologi. Norsk jernverk rapport 78-23, 10 s.

SVALENGET - 40452

Vik, E. 1979: Bly og sinkforekomster i Nordland. NGU rapp. 1556/10, 108 s.

SVENNINGDAL - 40496

Vik, E. 1976: Mineralundersøkelser i Svenningdal. Grane kommune.

NGU rapp.1339/2, 11 s.

Vogt, J. H. L. 1900: Svenningdalens sølvertsgange. NGU 29, s. 113-149.

STÅLHAUGEN - 40334

Vogt, T. 1927: Sulitjelmafeltets geologi og petrografi. NGU 121, 560 s.

SULITJELMA-GIKEN - 40323

Vogt, T. 1927: Sulitjelmafeltets geologi og petrografi. NGU 121, 560 s.

Bugge, J. A. W. 1978: Norway: In contribution to "Mineral deposits of Europe, Vol.1".

Søyland-Hansen, T. 1983: En geologisk undersøkelse av Nordgruvefeltet i Sulitjelma. Thesis NTH, 530 s.

TILTVIK - 40285

Korneliussen, A. 1983: Gullproblematikk i nordlige Nordland med særskilt omtale av arsenkis/gullmineraliseringer i alloktone kvartsitter i Ballangen, Nordland. NGU rapp. 1850/13, 53 s.

TJELDELVA - 40235

Gust, J. 1978: Registrering av statens anvisninger i Ballangen. Ballangen kommune, Nordland fylke. NGU Ba 6666, 32 s.

TOMMA - 40468

Cramer, J. 1975: Malmundersøkelser Rostafjell, Tomms, Åkvik og Kangsen. NGU rapp. 1252/5, 19 s.

TOVEN - 40007

Bøckman, K. L. 1954: Toven skjerp. NGU Ba 2737, 1s.

TROLLDALEN - 40125

Flood, B. 1964: A copper-zink mineralization in Tolldalen, Lofoten. NGU 228, s 114-138.

Flood, B. 1965: Rapport fra en undersøkelse av Kalle-Trolldalen kopper-sinkforekomst. NGU Ba 3506, 3 s.

Vik, E. 1979: Bly og sink forekomster i Nordland. NGU rapp.1556/10, 108 s.

TVERRBRENNFJELL - 40357

Bøckman, K. L. 1953: Tverrbrennfjell nikkel-magnetkisfelt. NGU Ba 2002, 1 s.

Poulsen, A.O. 1954: Tverrbrennfjellets nikkel-forekomster. NGU Ba 2000, 2 s.

TÅRSTAD - 40200

Sakshaug, G. F. 1946: Geofysisk undersøkelse. Tårstad kisfelt, Ofoten. G.M. 51, 5 s.

Torgersen, J. C. 1935: Sink og blyforekomster i det nordlige Norge. NGU 142, 60 s.

Vik, E. 1979: Bly og sinkforekomster i Nordland. NGU rapp. 1556/10. 108 s.

UTSKÅR - 40087

Poulsen, A. O. 1936: Titanjernforekomster i Vesterålen. NGU Ba 115, 59 s.

Ursin, M. 1983: Rapport over jernforekomstene i Utskår, Govik og Jengen. NGU Ba 1389, 3 s.

Geis, H. P. 1968: Norges jern-titanforekomster. NGU Ba 7907, 162 s.

UTVIK - 40353

Torgersen, J. C. 1923: Skjerstad arsenkis-forekomster. NGU Ba 2923, 6 s.

Hysingjord, J. 1978: Befaring av arsenkisforekomster nær Skjerstad. NGU rapp. 1575/29A, 6 s.

VÆRNES - 40379

Carstens, C. W. 1918: Norske peridotitter. Norsk Geol. Tidsskrift nr. 5, 42 s.

Korneliussen, A. 1976: Malmgeologisk undersøkelse med henblikk på økonomisk utnyttelse av kromittforekomstene på kartbladene Røddøy og Lurøy i Nordland. Hovedoppgave NTH, 172 s.

VASSHEIA - 40359

Torgersen, J. C. 1935: Sink- og blyforekomster i det nordlige Norge. NGU 142, 60 s.

Bøckman, K. L. 1953: Lilleålegden og Vassheia gruvefelter. NGU Ba 1968, 1 s.

Vik, E. 1979: Bly og sinkforekomster i Nordland. NGU rapp.1556/10, 108 s.

VATTERFJORD - 40123

- Johns, J. 1915: Molybdenglansforekomstene i Vaterfjord. NGU Ba 1235, 7 s.
Bugge, A. 1963: Norges molybdenforekomster. NGU 217, 134 s.
Vogt, T., Rønning, O. og Stadheim, J. 1925: Vaterfjord molybdenum deposit. NGU Ba 2325, 24s.

VESTERÅLI - 40406

- Bugge, J. A. W. 1948: Rana Gruber. NGU 171, 149 s.

VESTPOLLTIND - 40244

- Sjøgren, H. 1908: Om jernmalmerna i granitt på Lofoten og om parallellstrukturen hos de Radiga Torrstenerna. Geol. Føren. Førhandl. 305, s 352-385.
Mossberg, E. 1918: Beskrivelse over og forslag til undersøkelse av Øgsfjords gruver. NGU Ba 19, 10 s.
Vogt, J.H.L. 1918: Øgsfjord. NGU Ba 1206, 10 s.
Mogensen, F. 1939: PM Rørande de geologiske forholdene ved Vestpolltind. NGU Ba 1208, 4 s
Poulsen, A. O. 1940: Titanfri jernmalmer i Lofoten og Vesterålen. NGU Ba 6479, 32 s.
Krogh, E. 1975: Petrografi og petrologi av høymetamorfe bundet jernmalmer i Lofoten-Vesterålen. Thesis, Univ. of Oslo, 162 s.

VIRAKVARTO - 40187

- Torgersen, J. C. 1935: Sink- og blyforekomster i det nordlige Norge. NGU 142, 60 s.

ÆSJEHOLMEN - 40391

- Carstens, C. W. 1918: Norske peridotitter. Norsk Geol. Tidsskrift nr. 5. 42 s.
Korneliussen, A. 1976: Malmgeologisk undersøkelse med henblikk på økonomiske utnyttelse av kromittforekomstene på kartbladene Rødøy og Lurøy i Nordland. Hovedoppgave NTH, 172 s.

ØKSNESHEIA - 40072

- Poulsen, A. O. 1936: Titanjernforekoster i Vesterålen. NGU Ba 115, 59 s.
Geis, H. P. 1968: Norges jern-titan forekomster. NGU Ba 7907. 162 s.

ØRTFJELL - 40396

Bugge, J.A.W. 1948: Rana gruber. NGU 171, 149 s.

ØRTVANN - 40405

Bugge, J.A.W. 1948: Rana gruber. NGU 170,149 s.

ÅKVIK - 40471

Brun, R. M. 1934: Rapport von einer reise zu Leirfjord, Dønna, Visten und Husvik. NGU Ba 700, 5 s.

Cramer, J.og Staw, J. 1975: Malmundersøkelser på Rostafjell, Tomma, Åkvik og Kangsen. NGU rapp.1252/5, 19 s.

Vik, E. 1979: Bly og sinkforekomster i Nordland. NGU rapp.1556/10, 108 s.