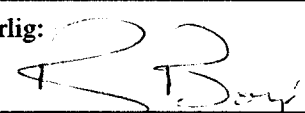


NGU Rapport 95.046
Muligheter for utvikling av mineralressurser i
Norge

Rapport nr. 95.046		ISSN 0800-3416	Gradering: Fortrolig Åpen	
Tittel: Mulighet for utvikling av mineralressurser i Norge				
Forfatter: B.A. Sturt, H. Barkey, P.R. Neeb, T. Heldal		Oppdragsgiver: Invest in Norway, SND		
Fylke:		Kommune:		
Kartbladnavn (M=1:250.000)		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000)		
Forekomstens navn og koordinater:		Sidetall: 19	Pris: - 55,-	
		Kartbilag:		
Feltarbeid utført:	Rapportdato: 09.03.95	Prosjektnr.: 67.2652.01	Ansvarlig: 	
<p>Sammendrag:</p> <p>Rapporten beskriver eksisterende og fremtidige muligheter for norsk mineralbasert industri, spesielt mulighetene for eksport.</p> <p>Norges mineralressursmuligheter er sammenlignet med Norges berggrunn og det potensialet norske bergarter har for eksisterende og ny mineralbasert industri.</p> <p>Norges sysselsetting innen mineralbasert industri er avhengig av videre prospektering av mineralske ressurser.</p>				
Emneord:	Geologi	Infrastruktur		
Mineralressurser	Berggrunn	Vidreutvikling		
Muligheter	Prospektering			

INNHOOLD

1	INNLEDNING	4
2	UTVIKLINGSMULIGHETER FOR MINERALRESSURSER I NORGE	7
3	NORSK KOMPETANSE	7
4	FORTRINN FOR NORSK MINERALINDUSTRI	8
5	PROSPEKTERINGSMULIGHETER	9
5.1	Gull	9
5.2	Kopper-sink	9
5.3	Kalsitt og dolomitt	10
5.4	Rutil	10
5.5	Feltspat og kvarts	11
5.6	Grafitt	12
5.7	Beryllium	12
5.8	Sjeldne jordarter	12
5.9	Naturstein	12
5.10	Pukk	13
6	MINERALFOREDLING	14
	VEDLEGG 1: NORGES GEOLOGI	15
	1. Prekambriske bergarter	15
	2. Bergarter dannet under kaledonsk tidsepoke	18
	3. Bergarter dannet etter kaledon	19
Figur 1	De viktigste mineralske råstoffer produsert på land i Norge	5
Figur 2	Eksporthverdi - mineralske råstoffer	6
Figur 3	Berggrunnskart over Norge. Nedfotografert fra 1:2 mill.	16
Figur 4	Geologisk tidsskala	17
Figur 5	Norgeskart med stedsnavn	18

1 INNLEDNING

Norge har en variert berggrunn som er rik på mineralske råstoffer. Landet har lange tradisjoner innen gruvedrift og mineralforedling. I mange områder har bergverksnæringen vært av stor betydning.

Det har tradisjonelt vært betydelig produksjon av metaller i Norge. De viktigste er jern, kobber, bly, sink, nikkel, molybden, kobolt, niobium, krom, gull og sølv. Bare noen få metallgruver er fortsatt i drift, men de mest kjente og største malmprovinssene representerer fortsatt attraktive områder for prospektering med moderne metoder.

Mye av dagens norske bergverksindustri baseres på forekomster av industrielle mineraler og bergarter, i første rekke kalkstein, dolomitt, kvartsitt, olivin, nefelinsyenitt, grafitt, talk, kvarts, bygningsstein, kleberstein, sand, grus, leire osv. Videre produseres pukk av en rekke bergartstyper, og det finnes gode muligheter for utvikling av kystnære, store pukkverk for produksjon til eksportmarkedet. Norge har også en stor kontinentalsokkel med forekomster av sand, grus og skjellsand. Kullforekomster finnes på Bjørnøya og Svalbard, og i sistnevnte område er fremdeles gruvedrift. På Svalbard finnes i tillegg store gipsforekomster.

Den norske bergverksindustrien kan deles i to grupper - mineralutvinning og mineralforedling.

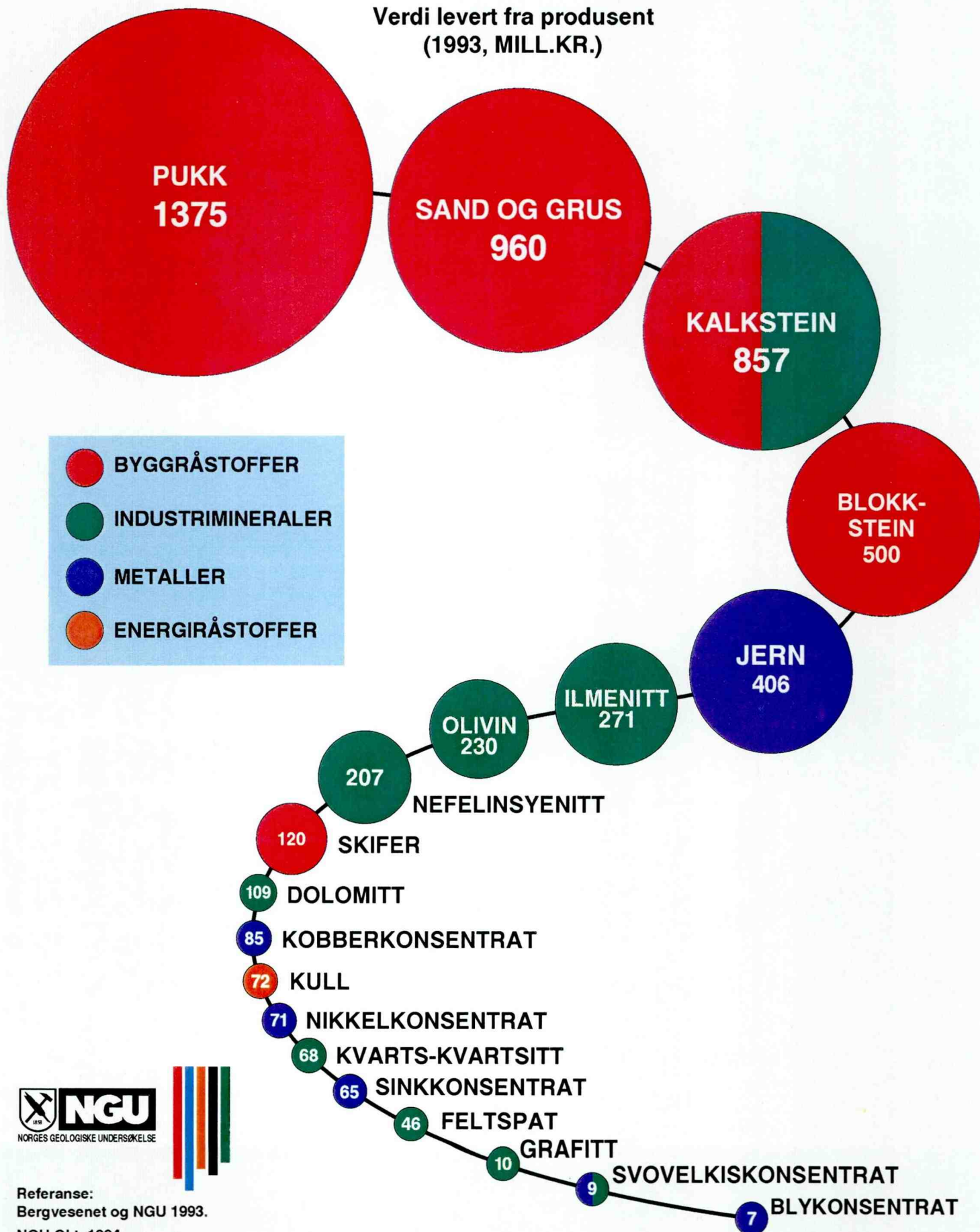
Den første gruppen produserer metaller, industrimineraler, kull, bygningsstein og byggeråstoff. Total produksjonsverdi for denne sektoren er ca. 5,47 milliarder kroner (1993) med ca. 5000 ansatte. Stor tonnasje av lavpriset byggeråstoffer for innenlandsmarkedet dominerer, figur 1, men eksport av mineraler er av økende betydning. Norsk produksjon av olivin, ilmenitt og nefelin-syenitt har en dominant markedsposisjon i Europa, og markedsandelene for rene karbonater og pukk er økende. Figur 2 viser utviklingen (1988-1993) av norsk mineral-eksport.

Mineralforedling er hovedsakelig basert på importerte råvarer og er av stor betydning for norsk økonomi. Norges fortrinn på dette området er rimelig vannkraft, som nyttes i produksjon av bl.a. aluminium, magnesium, nikkel, kopper, sink, silisium-metall, titanoksyd, karbid, jernlegeringer, kjemikalier og kunstgjødsel.

Totalt har norske bergverk og mineralforedlende industri en produksjonsverdi på omtrent 5350 millioner US\$ (1993) og anslagsvis 24.000 ansatte. Omtrent 50% av virksomheten (regnet ut ifra antall ansatte) er helt eller delvis basert på foredling av norsk råstoff.

DE VIKTIGSTE MINERALSKE RÅSTOFFER PRODUSERT PÅ LAND I NORGE

Verdi levert fra produsent
(1993, MILL.KR.)

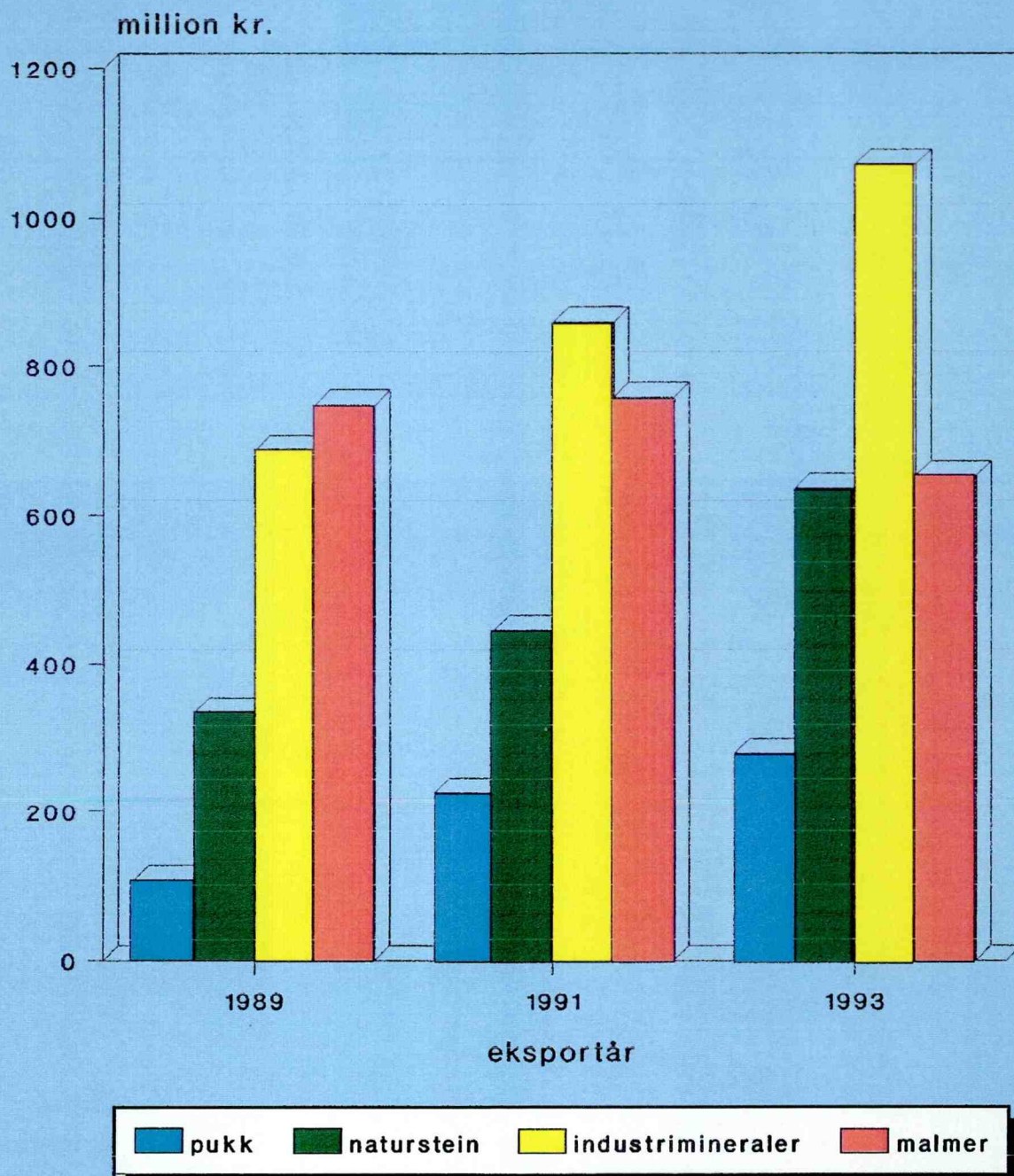


Referanse:
Bergvesenet og NGU 1993.
NGU Okt. 1994
PRN

Figur 1

EKSPORTVERDI MINERALRÅSTOFFER

(ikke kull, olje & gass)



2 UTVIKLINGSMULIGHETER FOR MINERALRESSURSER I NORGE

Geologiske undersøkelser, prospektering og bergverksdrift har lange tradisjoner i Norge. Likevel finnes fremdeles store områder som er utilstrekkelig undersøkt i den detaljeringsgrad som i dag er nødvendig for å påvise drivverdige mineralressurser. Kunnskap om berggrunnsgeologien gir imidlertid en klar pekepinn på at det finnes gode muligheter for nye, økonomiske mineral- og bergartsforekomster. Norges geologiske undersøkelse (NGU) har i sine databaser betydelig informasjon om geologi, geofysikk, geokjemi og mineralforekomster.

Prospektering har siden 1945 vært utført av norske industriselskaper, NGU og en del utenlandske bedrifter. Spesielt i perioden 1970-85 var aktiviteten stor, pga. samarbeidsordninger med internasjonale olje- og gruveselskaper. I denne perioden ble omtrent 60 mill. kroner brukt årlig til prospektering, og en rekke nye forekomster ble oppdaget. Siden 1992 er det kun et fåtall norske og utenlandske bedrifter som har vært engasjert i prospektering. NGU utfører riktignok objektundersøkelser i tillegg til regionale råstoffundersøkelser, men kun i samarbeid med/oppdrag for andre offentlige instanser og industriselskaper.

Prospekteringsaktiviteten har vist at de geologiske forholdene i Norge er gunstig for utvikling av mineralressurser. Sammen med andre viktige aspekter, som f.eks. markedsnærhet, god tilgang på kraft og gunstige transportøkonomiske forhold gir dette et godt grunnlag for fremtidig videreutvikling av mineralindustrien. Den lange kystlinjen og nær beliggenhet til det europeiske marked bidrar til at utviklingspotensialet er spesielt stort for industrimineraler, naturstein og knuste steinmaterialer (pukk). Glimrende utskipningsmuligheter bidrar ytterligere til dette.

Norge er verdens største produsent av olivin og en av verdens største produsenter av nefelinsyenitt. Videre er Norge Europas største produsent av ilmenitt og (i europeisk sammenheng) en betydelig produsent av en rekke andre mineraler og mineralprodukter. Norske natursteinskvaliteter er blant de mest attraktive i det internasjonale markedet, og utenlandske industrikonsern er i ferd med å etablere stor-skala produksjon av pukk.

3 NORSK KOMPETANSE

Norges geologiske undersøkelse (NGU) er den sentrale institusjon for kunnskap om fastlands-Norges geologi og kontinentalsokkelens øvre lag. NGU er en nøytral og uavhengig organisasjon som har ansvar for utbygging og vedlikehold av en nasjonal geologisk databank. Databanken skal inneholde all tilgjengelig informasjon om Norges berggrunn, løsmasser og grunnvann. NGU utfører regional geologisk kartlegging, regionale råstoffundersøkelser, og regional geokjemi/geofysikk. Dette kan bli supplert med mer detaljert og/eller målrettet kartlegging, fortrinnsvis med eksterne finansieringsbidrag. Detaljerte undersøkelser av mineralforekomster regnes som industriens ansvar, og NGU gjør vanligvis slike oppgaver på oppdragsbetingelser. NGU arbeider videre med kontinuerlig oppdatering av landsomfattende databaser over mineralressurser og geofysiske data.

Norsk polarinstitutt (NPI) har i Arktis og Antarktis den tilsvarende rollen som NGU har i fastlands Norge, med unntak av mineralressurser.

Oljedirektoratet (OD) har ansvar for geologisk kunnskap om kontinentalsokkelen, samt en rekke oppgaver knyttet til oljeselskapenes virksomhet.

Universiteter og høyskoler i Norge representerer de største geologiske fagmiljø utenom oljeindustrien, NGU og konsulentselskapene. I tillegg til undervisningen utfører disse betydelig geologisk og bergteknisk forskning, inklusiv studier av mineralforekomster.

I samarbeid med NTH utfører SINTEF oppdragsforskning innen bergteknikk, oppredningsteknikk og metallurgi. Forskjellige industribedrifter og bransjegrupperinger utfører - til dels sammen med SINTEF og andre forskningsinstitutter - FoU-oppgaver innen utvikling av nye produkter basert på mineralske råstoffer.

Norges geotekniske institutt (NGI), Statens vegvesen og Norges Statsbaner driver geotekniske undersøkelser. Statens vegvesen utfører i tillegg sand- og grusundersøkelser. Fylkeskartkontorene har gjort kvartærgeologisk kartlegging og bidratt til nasjonalt grus- og pukkregister. NORSAR utfører geofysiske undersøkelser på oppdrag som en del av sin virksomhet.

Tidligere hadde flere norske industri- og bergverkselskaper egne prospekteringsavdelinger og noen utenlandske gruveselskaper hadde mindre avdelingskontorer i Norge. Parallelt med avviklingen av flere malmgruver mellom 1985 og 1993 ble denne ekspertisen gradvis bygget ned. En del av denne kompetansen finnes i dag innen et antall små og uavhengige konsulentfirma.

4 FORTRINN FOR NORSK MINERALINDUSTRI

Nærhet til markedet er en klar fordel for produsenter av industrimineraler, naturstein og byggeråstoff (spesielt pukk), og Norge er i en unik transportøkonomisk situasjon i forhold til det ekspanderende europeiske markedet. Europas industrielle struktur er i stor grad avhengig av tilgang til mineralske råstoffer og mineralprodukter. Norge kan, med basis i gode forhold for sjøtransport, tilby lett tilgang til europeiske og nordamerikanske markeder.

Deler av den norske bergverksindustrien har et stort vekstpotensiale, spesielt innen naturstein, byggeråstoff og industrimineraler. Den markerte veksten i produksjon og eksport av slike materialer fra 1975 og fram til i dag underbygger dette.

Innen EU vil nye miljø-regler lede til økende restriksjoner for utnyttelse av mineralske råstoffer i tett befolkete områder. Dette bidrar til økt attraktivitet for alternative kilder til slike råstoffer. I denne sammenheng er Norge i en gunstig stilling, med sine spesielle naturforhold, spredt befolkning og gode transportmuligheter. Spesielt er dette tilfelle når det gjelder pukkeeksport, der vi allerede ser etablering av selskaper som både produserer, selger og bruker byggeråstoff i det internasjonale markedet.

Norske myndigheter er svært opptatt av en fremtidig, bærekraftig utvikling av mineralforekomster og den betydning dette har for sysselsetting. Det finnes flere gunstige tilskuddsordninger som kan stimulere en positiv utvikling, spesielt for etableringer i distriktene. Videre finnes tilgjengelig høyt kvalifisert ekspertise som kan bidra innen alle stadier fra prospektering, via forekomst-evaluering til industriutvikling.

5 PROSPEKTERINGSMULIGHETER

Prospekteringsaktiviteter har hovedsakelig vært konsentrert i områder med kjent mineralpotensiale, særlig i gamle gruvedistrikter. Store områder er derimot lite undersøkt, inklusiv store deler av Nord-Norge og deler av Midt-Norge, Vestlandet og Sørlandet. Prospektering etter metaller har særlig omfattet gull, rutil, beryllium, sjeldne jordarter og wolfram. Av industrimineraler har spesielt kalkstein med høy renhet, kvarts, feltspat, wollastonitt, grafitt, granat, flusspat, kyanitt/sillimanitt og barytt vært prioritert. Inntil nylig har undersøkelser etter naturstein og store pukkeforekomster vært meget begrenset. I den senere tid har store internasjonale selskaper vist en stor interesse for diamantprospektering i den nordligste del av landet; denne interessen er delvis basert på lovende funn av kimberlitt i Finland i områder med tilsvarende geologiske forhold.

De mest lovende råstofftyper i Norge regnes i dagens situasjon å være gull, diamanter, spesialmetaller, industrimineraler, naturstein og pukke for stor-skala uttak. I den følgende teksten vil noen eksempler på interessante prospekteringsmuligheter presenteres.

5.1 Gull (Au)

Gullforekomster finnes i en rekke geologiske miljø, f.eks. i tidligproterosoiske grønnsteinsbelter, senproterosoiske skjærsoner, kaledonske batolitter, den permiske paleorift (Oslofeltet), kvartærmorener og glasifluviale avsetninger. Til tross for mange forekomster har gruvedrift og prospektering vært heller sparsom, og foregikk først og fremst mot slutten av forrige århundre. Ny prospektering i begynnelsen av 80-årene førte til gjenåpning av Biddjovagge gull-kobbergruve i 1985. Inntil denne ble nedlagt i 1991 ble det produsert 5 tonn gull, levert i kobberkonsentrat.

De beste muligheter for å finne økonomiske gullforekomster (større enn 1 mt.) er relatert til store skjærsoner i de tidlig-proterozoiske grønnsteinsbeltene i Nord-Norge - inklusiv Biddjovagge-type mineraliseringer i breksjerte albitt-felser. Slike forekomster har ved flere steder på Det baltiske skjold resultert i lønnsom gruvedrift. I annen rekke finnes mange områder med gullmineralisering knyttet til kaledonske skjærsoner, spesielt i partier hvor skjærsonene skjærer kontakten mellom plutoner og overliggende, tette bergarter. Dette er tilfelle ved Kolsvik i Nordland, hvor en Au-As forekomst opptre i øverste del av Bindalsbatolitten. Slike kaledonske gullforekomster av antatt devonsk alder kan sammenlignes med mange forekomster i Kanada og USA.

5.2 Kopper-sink (Cu-Zn)

Ett av de viktigste områder for kaledonske vulkanitt-relaterte, massive sulfidforekomster (VMS) er Grongområdet (Nord Trøndelag). Det øvre allokton i Grongdistriktet inneholder flere dekke-enheter som består av lav-grad metavulkanitter og metasedimenter. For tiden er 2 Cu-Zn gruver, nemlig Joma og Gjersvik (årlig produksjon 600.000 tonn) i aktiv drift. En tredje gruve, dvs. Skorovass, var i drift i perioden 1952-84. De store VMS-forekomstene inkl. Skorovass (7 mt., 1,2% Cu og 11,8% CTN) og Gjersvik (1,6 mt., 1,6% Cu og 1,8% Zn) er

nært knyttet til et spesielt nivå av felsiske vulkanitter i de ellers mer mafiske vulkanske lagrekkene.

I tillegg til potensialet for nye oppdagelser av VMS forekomster bør man også notere seg små Ni-Cu-PGE-mineraliseringer i ultramafiske bergarter, samt svake Cu-Mo-mineraliseringer tilknyttet felsiske intrusjoner i Gjersvikdekket.

NGU foretar, i samarbeid med Nord-Trøndelag fylkeskommune, en vurdering av mineraliseringene i Grongområdet. Undersøkelsen er basert på moderne prøvetakingsmetoder og avanserte tolkningsteknikker. NGU har utviklet prospekteringsmetoder og modeller for de store VMS-forekomstene. Hele området er dekket med geologiske kart (1:50.000) og moderne helikopter-geofysikk (magnetisk, elektromagnetisk, VLF; og radiometrisk) med 100-200 m. linjeavstand - alt i alt ca. 15.000 km. Mer enn 14.000 bekkesedimentprøver ble innsamlet i 70-årene og analysert for metaller. Ca 10% av disse prøvene er nylig blitt reanalysert for 30 sporelementer (ICP) og edelmetaller.

5.3 Kalsitt og dolomitt

Det finnes et økende marked i Europa for karbonater, særlig for høyren kalkspat til fyllstoff. Flere nasjonale og internasjonale selskaper viser en økende interesse for utvikling av karbonatforekomster i Norge. Av særskilt interesse er de mektige, kaledonske karbonatsekvensene i Midt- og Nord-Norge. Disse inneholder kalkspat- og dolomittmarmorforekomster med høy hvithet, og i partier med velegnede kjemiske og/eller metallurgiske egenskaper.

De mest lovende områder for kalkspatmarmor med høy hvithet er:

- hvit prekambrisk marmor tilknyttet eklogittiske bergarter i Eideområdet (Møre og Romsdal).
- hvit kaledonsk marmor i Midt-Norge (Trøndelag. Flere av disse forekomstene har i tillegg høy kjemisk renhet og gode metallurgiske egenskaper.
- hvit marmor i SV-Helgeland, Skjerstad-Saltdalen og Ofoten (Nordland).

I kaledonidene i Nord-Norge finnes det mange steder sekvenser med hvite dolomitter av høy renhet. Store dolomittbrudd finnes i Ballangen og ved Fauske. Her produseres dolomitt av god kvalitet til metallurgisk, kjemisk, jordbruks- og fyllstoff-formål.

I 70-årene ble det oppdaget en meget stor dolomitt-forekomst ved Granåsen, nær Mosjøen (Nordland). Granåsendolomitten karakteriseres av gode metallurgiske egenskaper, lav silika/silikat-innhold, og med meget interessante hvithetsverdier (90 - 95%). Deler av forekomsten (kontaksone mot gabbro) inneholder i tillegg 15 - 20% brusitt (Mg hydroksyd). Detaljerte undersøkelser av forekomsten, inkl. diamantboring (5.000 m) er blitt utført.

5.4 Rutil

Det er rapportert flere områder med rutilmineraliseringer i Norge, men den største interessen knyttes til rutilbærende eklogitter på Vestlandet (Møre og Romsdal, Sogn og Fjordane,

Hordaland). Flere hundre eklogittlinser av varierende størrelse opptrer i de prekambriske grunnfjellsgneisene i kystområdet. Hittil er de mest rutilanrikete eklogittforekomstene funnet ved Førdefjord og Dalsfjord i Sogn og Fjordane, og på Holsnøy nær Bergen. Gjennomsnittlig rutilinnhold er ca. 2%, men i de rikeste partier forekommer det fra 3 -3,5 % rutil. Mulighetene for å finne eklogitter med enda høyere rutilinnhold synes gode. Granat fra eklogittene kan også ha økonomisk potensiale som abrasjonsmateriale. Andre anvendelser av eklogitter kan være spesialpukk til vegdekke, tilslag i tungbetong og plastringstein.

I Bamble-området i Telemark opptrer 1-4% rutil i en prekambrisk, omvandlet gabbro som vesentlig består av hornblende og skapolitt (gjennomskåret av apatittrike ganger). Forekomsten, forøvrig en gammel apatitgruve, er nylig undersøkt av NGU.

5.5 Feltspat og kvarts

På Sørlandet, like ved Lillesand, produseres feltspat (både K- og Na-) og kvarts ved flotasjon fra pegmatittiske granitter. Feldspatsproduktene anvendes i glass, porselen, keramikk og fyllprodukter, mens kvartsen anvendes i silisiumkarbid og glassfiberproduksjon. Det finnes fortsatt en del små pegmatittbrudd i Evje/Ivelandområdet, med produksjon av stykkfeltspat (tannlegekvalitet) og kvarts til silisiumsproduksjon.

Store forekomster av K-feltspat (8 - 9% K_2O) er kjent fra prekambriske gneiser i Tysfjordområdet og ved Bø i Vesterålen. En nylig undersøkt forekomst inneholder ca. 85% mikroklin (10 - 11% K_2O), sammen med kvarts, Na-feltspat og glimmer. Forekomster av nesten ren Na-feldspat (albititt) er kjent fra flere områder både i Syd- og Nord-Norge.

Anortositt (bergarter som består hovedsaklig av Ca-Na feltspat) opptrer i store mengder i det sydnorske grunnfjellet. Store forekomster av anortositt med lavt natrium-innhold og høyt aluminium-innhold (Al_2O_3), opptrer i Gudvangen (Sogn og Fjordane). En del av disse forekomstene er blitt grundig undersøkt som et framtidig råstoff i framstilling av aluminium og silisium, og en mulig industriell prosess for aluminium-produksjon er utviklet. Annet forskningsarbeid dreier seg om muligheter for produksjon av aluminium og silisium fra feltspatrike bergarter i en kontinuerlig, elektrolyttisk prosess.

Et annet stort anortosittkompleks opptrer i Rogaland. I Egersundområdet produseres ca. 300.000 tonn hvit anortositt pr. år., hovedsaklig som pukk for vegdekke, men også (i mindre grad) som fyllstoff og til keramikk. Videre finnes labradorittførende anortositt som kan være attraktiv som naturstein.

Norge er en stor produsent (ca. 900.000 tonn pr. år.) av ferrosilisium-kvalitet kvartsitt, og det finnes store forekomster både i Syd- og i Nord-Norge. De største forekomstene finnes i Tanaområdet (Øst Finnmark). Et stort brudd i sein-prekambrisk kvartsitt ved Østre Tana eksporterer bl.a. råvarer til Islands ferrosilisium-industri. Kvarts med silisiummetall-kvalitet produseres fra kaledonske, hydrotermale kvartsforekomster nær Bodø. En fabrikk for produksjon av høyrein kvarts (optisk og elektronisk kvalitet) fra lokale pegmatitter ble etablert i Drag (Nordland) i slutten av 80-årene, men ble senere nedlagt pga. tekniske og økonomiske problemer. Prospekterings- og utviklingspotensialet for særlig hydrotermal- og pegmatittkvarts er relativt gode i Norge, og innenlands-markedet for silisiummetall-kvalitet er stort.

5.6 Grafitt

"Flake"-grafitt av flere kvaliteter produseres i Skaland på Senja (Troms). Grafitten har vanligvis et karboninnhold fra 85 - 95%. Forsknings- og utviklingsarbeid ved Skaland viser imidlertid at det er mulig å oppgradere kvaliteten til + 95% og videre til høy-rene nisjeprodukter.

I den prekambriske berggrunnen på Senja finnes mange muligheter for fremtidig grafittprospektering. Dette gjelder også for deler av Vesterålen (Langøya), hvor det forøvrig finnes flere gamle grafittgruver. Helikopter-geofysikk og kartlegging utført i den senere tid av NGU har påvist flere interessante anomalier, særlig i Jennestadområdet. Dette betraktes som et særlig interessant område for videre prospektering.

5.7 Beryllium (Be)

En Be-mineralisering av mulig økonomisk interesse ble oppdaget av NGU ved Bordvedåga, NV for Mo i Rana, i 1984. Bordvedåga-forekomsten har phenacite (Be_2SiO_4) som dominerende Be-mineral, og flotasjonsprøver har gitt et rikt Be-konsentrat. I dagens vanskelige markedssituasjon regnes de oppborede reserver for å være for små til at forekomsten er drivverdig.

5.8 Sjeldne jordarter (REE)

Fra 1950 - 70 tallet produserte MEGON A/S jordarts-metaller i Norge basert på importerte råstoffer. Idag fremstiller Norsk Hydro REE-metaller fra importert apatitt fra Kola. Denne produksjonen er startet opp i løpet av de siste to årene.

Selv om prospektering spesielt etter REE ikke er utført i Norge de siste 20 årene, finnes en rekke rapporterte forekomster. Prospektering etter uran og andre mineraler har gjerne gitt betydelig informasjon om REE-anrikninger - ofte i større volum. De viktigste forekomstene finnes i karbonatitter (Fen-feltet), permiske lavaer og intrusiver (Oslofeltet), kaledonske rhyolitter (eks. Skarvatnet) og i tilknytning til enkelte prekambriske gneisgranitter, som ved Bordvedåga Be-mineralisering NV for Mo i Rana.

5.9 Naturstein

Norges berggrunn gir grunnlag for et stort og variert potensiale for ulike natursteinstyper som granitt, gneis, marmor, serpentinit, kleberstein og skifer. En rekke norske steintyper blir eksportert og brukt til gulv og kledning i bygninger over hele verden. Det finnes gode muligheter for en fortsatt vekst i steinindustrien, både innenfor blokkproduksjon og innen fremstilling av ferdigprodukter.

Den viktigste, norske natursteinstypen er larvikitt, som produseres i en rekke steinbrudd nær Larvik i Sydøst-Norge. Bergarten er en attraktiv type monzonitt med et unikt og vakkert blålig fargespill i feltspatkrystallene. I Nord-Norge (ved Fauske) produseres eksklusive marmortyper,

hvor spesielt den rosa-hvite «Norwegian Rose» kan fremheves. Andre typer blokkstein, som granitt, gneis, kleberstein og serpentinit produseres av en rekke mindre firma rundt om i landet.

Internasjonalt er Norge også kjent for produksjon av kvartsitt- og fyllittskifer av høy kvalitet, og i dag produseres slike bergarter flere steder i Midt- og Nord-Norge.

I tillegg til operative brudd, finnes et stort antall forekomster av naturstein med utviklingspotensiale. Dette inkluderer lett brytbare forekomster av rød og grå granitt, flerfarget gneis, marmor, serpentinit, kleberstein og skifer. NGU kan tilby mer detaljert informasjon om interessante områder, forekomster og brudd.

5.10 Pukk

På grunn av gunstige naturforhold kan Norge spille en viktig rolle innen eksport av pukk for det internasjonale markedet. Norskekysten, som ligger gunstig til for transport til alle store europeiske havner, kan vise til både lett tilgjengelighet for store fraktskip og store forekomster av høy-kvalitets pukk.

Store forekomster av anortositt og andre kvartsfattige, harde bergarter er av særskilt interesse for det engelske markedet grunnet lave bor- og knusekostnader. Spredt befolkning langs kysten kombinert med høye fjell gjennomskåret av dype fjorder gir fordeler for lokalisering av store pukkverk dersom areal- og miljøkonflikter kan unngås. Med økende etterspørsel etter pukk i Nord-Europa kan Norge følgelig tilby en rekke interessante investeringsmuligheter innen denne sektoren.

Norges geologiske undersøkelse har overfor lokale og sentrale myndigheter foreslått et 5-årig program med sikte på å lokalisere de beste og mest hensiktsmessige lokaliteter for etablering av store pukkverk langs kysten fra Vest-Agder i syd til Troms i nord. Prosjektet vil integreres i regional planlegging av arealutnyttelse, slik at de mest attraktive objekter kan reserveres for fremtidig pukkdrift.

6 MINERALFOREDLING

Foruten gruvedrift har også Norge lang tradisjon innen mineralforedling. Etter at rimelig energi ble tilgjengelig i løpet av den andre halvdel av forrige århundre, ble det utviklet mange elektrometallurgiske prosesser for industriell foredling av mineraler. Mineralforedling er også i dag en meget viktig del av fastlands-Norges industri. I tillegg til de produkter som er nevnt i innledningskapittelet, omfatter denne virksomheten også noen spesielle nisje-produkter med meget høy renhet, som yttrium og silisiummetall. En vesentlig del av den norske mineralproduksjonen blir imidlertid eksportert med relativ liten grad av foredling.

Ettersom foredlingsprosesser blir mer og mer avansert, vil antallet mineralprodukter som i lite bearbeidet form kan omsettes som råstoff til industrien minke. Dette gjelder spesielt for industrimineraler.

I det følgende presenteres noen eksempler på hvordan verdien og markedstilgangen for noen mineralske råstoffer kan økes gjennom økt foredling:

Ved hjelp av spesielle teknikker kan hvithet i finmalt, grov-krystallin kalkspatmarmor økes slik at produktet blir bedre egnet til papirindustrien. Andre typer kalkspat-marmor er meget godt egnet som råmateriale til PCC-fremstilling p.g.a. gunstig kjemisk sammensetning. Denne kjemiske kalkspatprosessen har i den senere tid fått økende anvendelse for fremstilling av bestrykningsmiddel innen den europeiske papirindustrien.

Kjemisk utluting av visse anorthositter kan gi både amorf silika og ren aluminium i væskeform. Amorf silika kan anvendes som fyllstoff eller som tilsetningsstoff i sement. Aluminium i væskeform blir brukt til rensing av avfallsvann fra industrien.

Både for en del andre industrimineraler og naturstein er bearbeidingsgraden generelt lav i Norge, og det finnes store muligheter for økt verdiskapning gjennom videreforedling.

Vedlegg 1: NORGES GEOLOGI

Den norske kontinentalsokkelen inneholder store sedimentasjonsbassenger med bergarter av senpaleosoisk, mesosoisk og tærtier alder, tabell 1. Disse avsetningene inneholder store forekomster av olje og gass som danner grunnlaget for den norske oljeindustrien. Berggrunnen i fastlands-Norge, figur 3, består på den annen side vesentlig av magmatiske og metamorfe bergarter, som kan deles inn i følgende hovedgrupper:

- Prekambrisk grunnfjell som utgjør deler av det fennoskandiske skjold
- Skyvedekker av hovedsakelig metamorfe bergarter, som danner den kaledonske fjellkjede i Norge
- Sen-karbonske til permiske magmatiske og sedimentære bergarter i Oslo-feltet

Berggrunnsgeologien i Norge er på grunn av den spesielle geologien derfor svært variert, og det er et stort potensiale for fremtidig utvikling av landets mineralressurser.

1. Prekambriske bergarter

Berggrunnen i de nordiske land (unntatt Danmark) er dominert av gamle prekambriske grunnfjellsbergarter som danner det fennoskandiske skjold. Dette ble formet gjennom en rekke orogene sykler (fjellkjededannelser) mellom 3500 og 900 mill. år siden, figur 4, og utgjør en sammenhengende «blokk» fra Atlanterhavet til Uralfjellene. I tidlig-prekambrisk tid dannet dette deler av superkontinentet Pangea.

Arkeiske bergarter (>2500 mill. år gammel) består hovedsakelig av gneiser som er dannet fra opprinnelige sedimentære, vulkanske og dyperuptive bergarter. De arkeiske gneisene gjenspeiler flere episoder med fjellkjededannelse avbrutt av perioder med dannelse av sedimentasjonsbassenger. Dypbergarter av varierende sammensetning ble dannet som resultat av stigende magma fra mantelen. De arkeiske bergartene opptrer i Finnmark og Lofoten, fig. 5. Den arkeiske delen av det fennoskandiske grunnfjellet er nå gjenstand for prospektering etter diamanter av flere internasjonale selskaper. Videre har den svært høye metamorfosegraden i disse bergartene medvirket til spesielt rene magnetittforekomster, noe som gir mulighet for utnyttelse av jernmalmen i Krikenes til nisjeprodukter.

I sen-arkeisk og tidlig proterosoisk tid (2750 - 2000 mill. år) ble dannet mektige grønnstensbelter som fører viktige metallogene provinser (Fe, Ni-Cu-PGE-Au). Gjennom tidlig proterosoisk tid (2000 - 1600 mill. år) foregikk den første utvikling av havbunnskorpe, øybuer og subduksjonsrelatert tektonikk. Denne aktiviteten ble avsluttet under den svekofenniske fjellkjededannelsen (2000-1750 mill. år). Mange kjente norske mineralforekomster, både metalliske og ikke-metalliske, er relatert til tidlig-proterosoiske sedimentære-, vulkanske- og dyperuptive bergarter. Den svekofenniske fasen ble fulgt av dannelse av et belte med intrusive dypbergarter gjennom hele Skandinavia.

I de sydlige deler av Norge ble det avsatt sedimentære-vulkanske enheter (Telemarkgruppen) fra ca. 1500 mill. år siden. Disse bergartene ble senere involvert i den svekonorvegiske orogonese (1150-1000 millioner år siden) og gjennomtrengt av tallrike granitter.

BERGGRUNNSKART OVER NORGE



TEGNFORKLARING

BERGARTER FRA JORDENS MIDDEL TID

Sedimentære bergarter

- 70 Leirstein, siltstein, noe sandstein
- 71 Mørk slanstein og leirstein, siltstein, sandstein

BERGARTER FRA JORDENS OLD TID

- 72 Dyptbergarter
- 73 Vulkaniske bergarter, med noe sedimentære bergarter
- 74 Hovedsakelig sandstein og konglomerat
- 75 Hovedsakelig sandstein og konglomerat

BERGARTER FRA JORDENS OLD TID OG URTID

Bergarter omdannet/overskjivet i den kaledonske fjelkjededannelsen

Intrusiv bergarter

- 76 Granitt til tonalitt
- 77 Gabbro, dioritt, ultramafiske bergarter
- 78 Amfibolitt

Omdannede vulkanske og sedimentære bergarter

- 79 Fyllitt, glimmerskifer, glimmergneis, slanskifer, metasandstein, amfibolitt
- 80 Kalkstein, marmor
- 81 Grønnstein, grønskifer, amfibolitt, meta-andesitt
- 82 Metaryolitt, metaryodacitt
- 83 Gardnosbrekksjen, meteoritkrater
- 84 Omdannede, hovedsakelig sedimentære bergarter

Tillitt

- 85 Sandstein, konglomerat, stedvis slanskifer, vulkanske bergarter
- 86 Kalkstein, slanstein, sandstein
- 87 Metasandstein, hovedsakelig meta-arkose, glimmerskifer

Omdannede bergarter overskjivet under den kaledonske fjelkjededannelsen

- 88 Gneis, migmatitt, granitt, omdannede vulkanske og sedimentære bergarter
- 89 Charnockittiske til anortosittiske bergarter

Bergarter lokalt omdannet/deformert under den kaledonske fjelkjededannelsen

- 90 Granitt til tonalitt
- 91 Gabbro, dioritt, amfibolitt, noe anortositt og mangeritt
- 92 Ultramafiske bergarter
- 93 Omdannede sedimentære og vulkanske bergarter, gneis
- 94 Gneis, migmatitt, foliert granitt, amfibolitt

Grunnfjell; stedegne, omdannede bergarter

- 95 Granitt til tonalitt
- 96 Charnockittiske til anortosittiske bergarter
- 97 Gabbro, amfibolitt, ultramafiske bergarter
- 98 Metasandstein, glimmerskifer, konglomerat, gneiser
- 99 Metabasalt, meta-andesitt, amfibolitt
- 100 Metaryolitt, metaryodacitt
- 101 Gneis, migmatitt, foliert granitt
- 102 Granulitt (heytrykksomdannede bergarter)

Grunnfjell; stedegne, omdannede bergarter

- 103 Granitt
- 104 Monzonitt
- 105 Glimmergneis, glimmerskifer, amfibolitt
- 106 Gneis, migmatitt

Grunnfjell; stedegne, omdannede bergarter

- 107 Granitt
- 108 Monzonitt
- 109 Glimmergneis, glimmerskifer, amfibolitt
- 110 Gneis, migmatitt

Grunnfjell; stedegne, omdannede bergarter

- 111 Granitt
- 112 Monzonitt
- 113 Glimmergneis, glimmerskifer, amfibolitt
- 114 Gneis, migmatitt

Grunnfjell; stedegne, omdannede bergarter

- 115 Granitt
- 116 Monzonitt
- 117 Glimmergneis, glimmerskifer, amfibolitt
- 118 Gneis, migmatitt

Grunnfjell; stedegne, omdannede bergarter

- 119 Granitt
- 120 Monzonitt
- 121 Glimmergneis, glimmerskifer, amfibolitt
- 122 Gneis, migmatitt

Grunnfjell; stedegne, omdannede bergarter

- 123 Granitt
- 124 Monzonitt
- 125 Glimmergneis, glimmerskifer, amfibolitt
- 126 Gneis, migmatitt

Grunnfjell; stedegne, omdannede bergarter

- 127 Granitt
- 128 Monzonitt
- 129 Glimmergneis, glimmerskifer, amfibolitt
- 130 Gneis, migmatitt

Grunnfjell; stedegne, omdannede bergarter

- 131 Granitt
- 132 Monzonitt
- 133 Glimmergneis, glimmerskifer, amfibolitt
- 134 Gneis, migmatitt

Grunnfjell; stedegne, omdannede bergarter

- 135 Granitt
- 136 Monzonitt
- 137 Glimmergneis, glimmerskifer, amfibolitt
- 138 Gneis, migmatitt

Grunnfjell; stedegne, omdannede bergarter

- 139 Granitt
- 140 Monzonitt
- 141 Glimmergneis, glimmerskifer, amfibolitt
- 142 Gneis, migmatitt

Grunnfjell; stedegne, omdannede bergarter

- 143 Granitt
- 144 Monzonitt
- 145 Glimmergneis, glimmerskifer, amfibolitt
- 146 Gneis, migmatitt

Grunnfjell; stedegne, omdannede bergarter

- 147 Granitt
- 148 Monzonitt
- 149 Glimmergneis, glimmerskifer, amfibolitt
- 150 Gneis, migmatitt

Grunnfjell; stedegne, omdannede bergarter



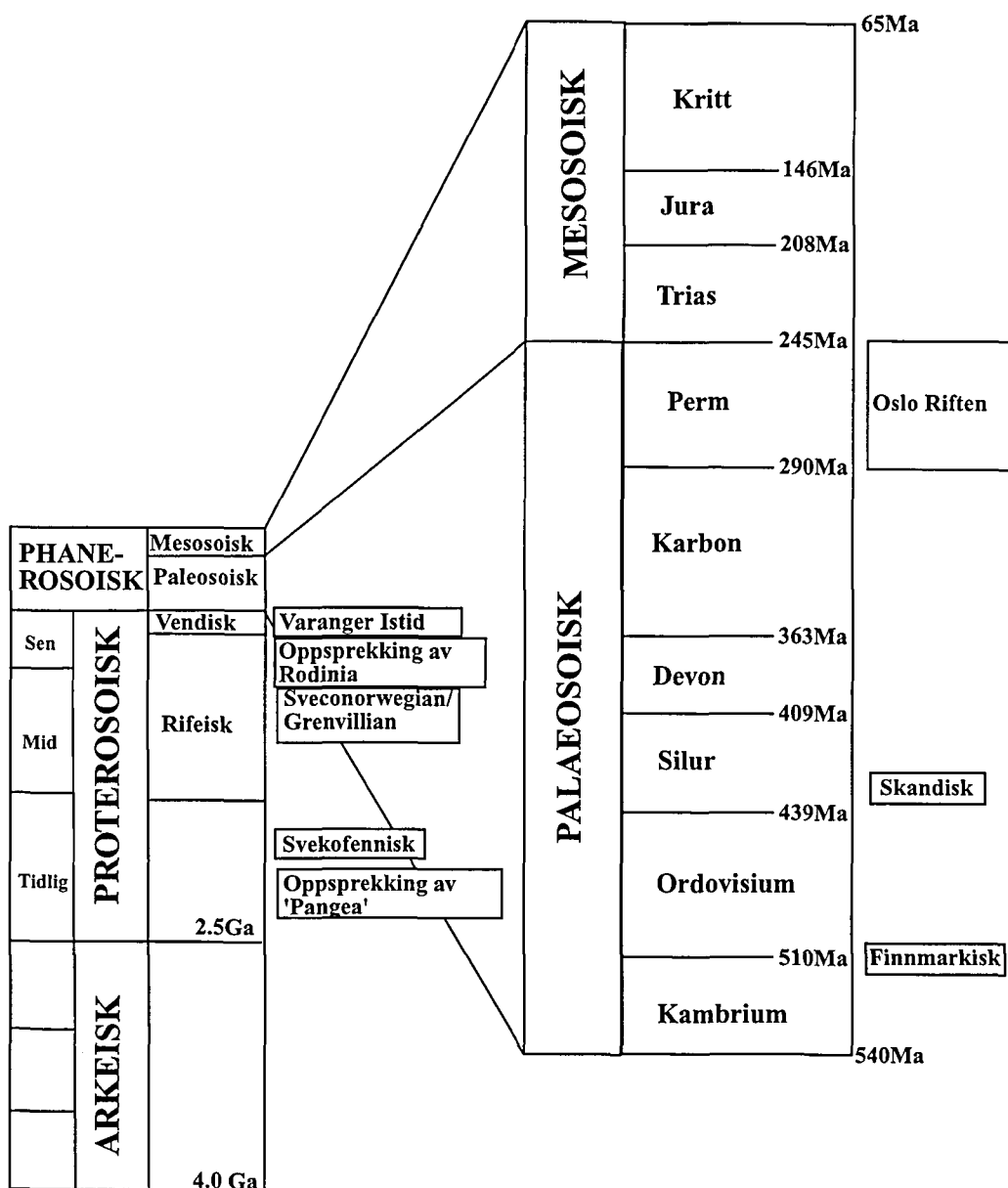
Referanse til kartet:

Sigmond, E. M. O. 1992: Berggrunnskart, Norge med havområder.
Målestokk 1:2 millioner.
Norges geologiske undersøkelse.

0 100 200 Km

Målestokk 1:2 mill.

Figur 3



Figur 4 Geologisk tidsskala



Figur 5 Norgeskart med stedsnavn

Dette området har lange tradisjoner innen bergdrift. For tiden er størst interesse knyttet til ilmenittforekomster, men området kan også være interessant for prospektering etter molybden. Gjennom den svekonorvegiske orogonesen ble de store kontinentale blokker samlet i ett stort superkontinent kalt Rodinia.

2. Bergarter dannet under kaledonsk tidsepoke

For omkring 750 millioner år siden begynte superkontinentet Rodinia å sprekke opp. Mellom 750 og 550 millioner år siden ble det dannet riftbassenger og kontinentale depresjoner i det baltiske skjoldet, fra Ukraina i sydøst til Norge i nordvest. Dette ledet til dannelse av Iapetus-havet. Store intrusjoner av alkaline dypbergarter i Seilandsprovinsen og karbonatitter i Fensfeltet ble dannet i denne perioden. Førstnevnte inneholder rike forekomster av nefelinsyenitt og sistnevnte er anriktet av REE.

Gjennom kambrisk tid utvidet Iapetus-havet seg raskt ved stadig nydannelse av havbunnskorpe. På den baltiske siden ble etablert et klart skille mellom en kontinental-margin (mioegeoklinal) og et oseansk miljø (eugeoklinal).

De første tegn på en ny fjellkjededannelse (den kaledonske fjellkjeden) kan spores i tidlig-ordovisisk utvikling av øybuer parallelt med subduksjon (innsynkning under en annen plate) av kontinental skorpe. Høy-trykksmetamorfe (eklogittfacies) bergarter fra denne episoden er i dag bevart i de midtre, kaledonske skyvedekkenene (Seve-dekket). Den hurtige innsynkningen av den kontinentale platen førte trolig til østlig transport av skyvedekker og oppskyvning (obduksjon) av havbunnskorpe (ofiolitter) på den vestlige delen av kontinental-marginen.

Disse skyvedekkenene ble hurtig erodert og overleiret av sedimenter og vulkanitter i tidlig og midtre ordovisium. Den geologiske utviklingen av den baltiske marginen i ordovisium har store likheter med det man ser i det sydvestlige Stillehavet i dag, med systemer av vulkanske øybuer, øybue-bassenger og periodisk subduksjon. Det var gjennom ordovisisk tid at hoveddelen av sulfid-forekomster ble dannet, forekomster som historisk sett har vært så viktig for norsk gruvedrift. Fremdeles finnes store muligheter for nye funn i disse formasjonene.

Den kaledonske fjellkjededannelsen kulminerte for 420-430 mill. år siden, med innskyvning av en serie dekkeenheter på det baltiske skjoldet og innsynkning av den vestlige delen av det gamle kontinentet. Høy-trykksmetamorfose resulterte i dannelse av rutil på bekostning av ilmenitt. I devon foregikk også en periode med ekstensjonstektonikk (strekning av jordskorpa) og bassengdannelse. Enkelte mineraliseringer, som f.eks. gull, stammer fra denne fasen.

3 Bergarter dannet etter kaledon

I sen-paleosisk tid begynte rift-dannelsene (strekning av jordskorpa og injeksjon av magma) i Oslo-området og de sentrale deler av den nordlige Norsjøen. Oslo-riften er karakterisert av permiske vulkanitter og dypbergarter, hovedsakelig av alkaline til sub-alkaline karakter. Dette er det klassiske området for studier av kontakt-metasomatiske (påvirkning av varm magma i sidebergarter) Pb-Zn-forekomster, selv om disse ikke synes å ha økonomisk interesse i dag. Området ble prospektert gjennom 70-årene for molybdenforekomster, og den største forekomsten i Europa ble funnet ved Hurdal i den nordlige delen av området. Generelt er molybden-potensialet i området meget stort. Flere av de meget særegne og unike dypbergartene i Oslo-feltet utnyttes idag som bygningsstein, bl.a. Larvikitt og Drammensgranitt.