

NGU Rapport 95.164

**Norges mineralressurser - produksjon og
potensiale**

Rapport nr.: 95.164		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen	
Tittel: Norges mineralressurser - produksjon og potensiale				
Forfatter: Svein Olerud		Oppdragsgiver: Nærings og energidepartementet / NGU		
Fylke:		Kommune:		
Kartblad (M=1:250.000)		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000)		
Forekomstens navn og koordinater:		Sidetall: 82	Pris: 120 kr	
Feltarbeid utført:		Rapportdato: Des. 1995	Prosjektnr.: 67.2652.00	Ansvarlig: <i>Svein Olerud</i>
<p>Sammendrag:</p> <p>Rapporten beskriver de produserende mineralbedrifter, produksjon, produkter, geologi, ressurser o.l. i tillegg til potensialet for andre mineraler som ikke er i produksjon. Rapporten er skrevet på oppdrag fra Nærings og Energidepartementet for «Lovutvalget for ny minerallov».</p> <p>Bergindustrien består av ca 400 bedrifter som sysselsetter omkring 5000 personer. Brutto produksjonsverdi utgjør omkring 5,9 milliarder kr pr år. Til sammenligning var tilsvarende tall for 1981 8100 sysselsatte og en omsetning på ca 3 milliarder kr. Bergindustrien kan bransjemessig deles inn i: industrimineraler (omsetning ca. 1.930 mill kr), metallmineraler (750m) kull (72m), naturstein, inklusiv skifer (840m), pukk (1.375m), sand og grus (960m). Bransjen har en eksportrettet del og en del som produserer for det interne norske markedet. Den eksportrettede delen består av metallmineralene og naturstein, der mer enn 85% går til eksport og industrimineraler der ca 65% går til eksport. Byggeråstoffene pukk og sand/grus produseres først og fremst for et internt marked, men 21% av pukk produksjonen eksporteres.</p> <p>Viktigste eksportprodukter fra norsk mineralindustri er etter avtagende verdi: kalsiumkarbonat fillere, jernslig, olivin, ilmenitt, nefelinsyenitt, kopper- og sinkkonsentrat, nikkelskonsentrat, talk, feltspat, bly-konsentrater and grafitt. De viktigste mineralene som produseres for det nasjonale markedet er kalkstein som danner grunnlag for sementindustrien, dolomitt for produksjon av magnesium metall, ilmenitt for titandioksyd og titanslagg produksjon og kvartsitt og kvarts for ferrolegeringsindustrien. Eksportverdien av mineralprodukter økt fra 1.876 til 2.608 mill kr fra 1989 til 1994. Veksten har vært innenfor industrimineraler, pukk og naturstein, mens metallmineralproduksjonen viser en avtagende tendens.</p>				
Emneord: Mineralforekomst	Malmgeologi		Byggeråstoff	
Mineralutvinning	Bygningsstein		Ressurskartlegging	
Industrimineraler				

INNHOLD

Forord	6
Hovedtrekk ved bergindustrien	7
Metallmineralene	9
Sulfidmalmgruvene	9
Grong gruber A/S	10
Bleikvassli gruber	11
Potensialet for massive sulfidforekomster i Norge	11
Nikkel	14
Jernmalm	15
A/S Sydvaranger	15
Rana Gruber A/S	16
Nye Fosdalen Bergverk A/S	17
Gull	18
Uran	18
Molybden	19
Sjeldne jordarter, yttrium og skandium	19
Niob	20
Andre metaller	20
Industrimineraler	21
Anortositt	24
Apatitt	27
Beryllium	27
Diamanter	28
Feltspat	29
Grafitt	31
Granat	32
Karbonatråstoffer	33
Kalkstein	33
Dolomitt	37
Skjellsand	39
Kvarts og kvartsitt	41
Nefelinsyenitt	45
Olivin	48
Talk	53
Titanråstoffer	56
Titania A/S	56
Rutil - potensiale for nye forekomster	59
Andre mineraler	60
Oppredning av importerte mineraler	61
Kull	62

Naturstein (T.Heldal)	63
Råblokkproduksjon	65
Larvikitt	65
Granitt og gneis	67
Marmor og kalkstein	68
Kleberstein og serpentinit	69
Videreforedling av massivstein	69
Skifer	70
Kvartsittskifer	71
Glimmerskifer og fyllitt	72
Utviklingstendenser	73
Byggeråstoffer sand, grus og pukk (P-.R.Neeb)	76
Sand og grus	77
Pukk	79
Grus og pukk registeret	81
Leire	81

FIGURER

Figur 1. Omsetningstall for de viktigste mineralproduktene produsert i Norge i 1993.

Figur 2. Eksportverdien for de forskjellige bransjer av bergindustrien i perioden 1989-1994, kilde SSB.

Figur 3. Produksjon av nikkel, bly, sink og kopperkonsentrater fra norske bergverk i perioden 1981-1994.

Figur 4. Produksjon av blykonsentrat i tonn fra norske bergverk i perioden 1981-1994.

Figur 5. Nikkelproduksjon fra Titania A/S og Nikkel og Olivin A/S i perioden 1981-1994.

Figur 6. Produksjon av jernmalmkonsentrat i tonn fra norske bergverk i perioden 1975-1994.

Figur 7. De viktigste industrimineral forekomstene som er i drift.

Figur 8. Produksjon av grafitt-konsentrat fra Skaland grafittgruve i perioden 1975-1994.

Figur 9. Kjemisk sammensetning av kalkstein fra Verdalskalk A/S.

Figur 10. Kjemiske kvalitetskrav på forskjellige kvartsprodukter.

Figur 11. Produksjon av nefelinsyenitt-konsentrater til bruk i glass og keramikk for perioden 1975-1994

Figur 12. Kjemisk sammensetning av nefelinsyenittprodukter fra North Cape Minerals på Stjernøy

Figur 13. Produksjon av olivin i Norge i perioden 1948-1994.

Figur 14. De viktigste kjemiske og fysiske parametre for olivinprodukter fra norske leverandører.

Figur 15. Produksjon av ilmenitt-konsentrat fra Titania A/S i perioden 1975-1994.

Figur 16. Kjemisk sammensetning av Tellnes ilmenitt bulk-konsentrat.

Figur 17. De viktigste uttaksstedene for naturstein.

Figur 18. Eksport av marmor og granitt/larvikitt i tusen tonn pr år.

Figur 19. Eksportverdien i mill kr for granitt/larvikitt, marmor og skifer.

Figur 20. De viktigste larvikittprodusenter

Figur 21. Granitt og gneisbrudd i Norge.

Figur 22. De viktigste produsenter av kvartsittskifer.

Figur 23. De viktigste produsenter av glimmerskifer og fyllitt.

Figur 24. Forbruk av sand, grus og pukk i Norge 93/94.

Figur 25. Uttak og forbruk av sand, grus og pukk pr. fylke og pr. år.

Figur 26. Sand og grus ressurser 1994.

Figur 27. Registrerte pukkkforekomster.

FORORD

Denne rapporten er skrevet på ønske fra Nærings og Energidepartementet for å være grunnlagsmateriale for utvalget som jobber med utkast til ny minerallov. Utvalget ønsket en spesiell vekt på industrimineraler da lovverket omkring industrimineraler utgjorde en viktig del av utvalgets arbeid. Det er derfor lagt mer vekt på beskrivelse av industrimineraler enn av de andre delene av bergverksindustrien.

Kapitlet om «Potensialet for massive sulfidforekomster i Norge» er skrevet av Tor Grenne. Tom Heldal har skrevet kapitlet om naturstein og Peer-Richard Neeb har skrevet kapitlet om byggeråstoffer; sand grus og pukk. Resten er skrevet av Svein Olerud.

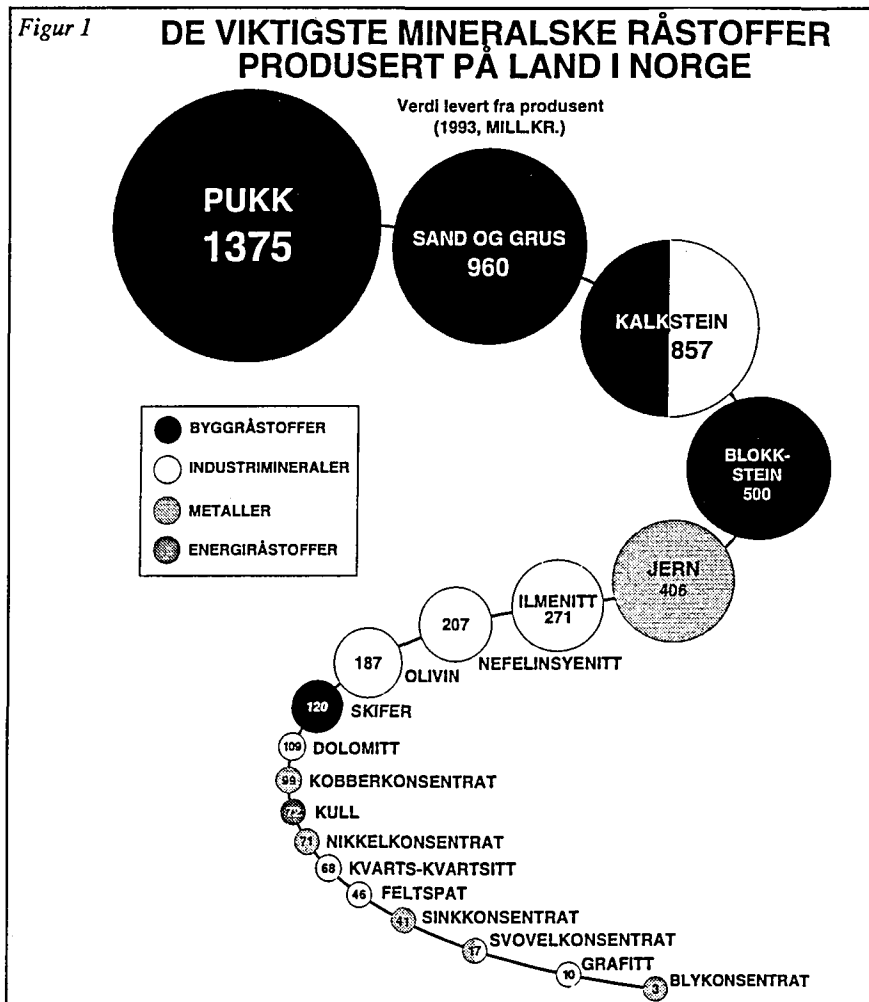
Hovedtrekk ved bergindustrien

Bergindustrien forvalter og utnytter Norges og Svalbards ikke fornybare mineralressurser som inkluderer industrimineraler, kull, malm, naturstein, pukk og sand/grus.

Bergindustrien består av ca 400 bedrifter som sysselsetter omkring 5000 personer. Brutto produksjonsverdi utgjør omkring 5,9 milliarder kr pr år. Til sammenligning var tilsvarende tall for 1981 8100 sysselsatte og en omsetning på ca 3 milliarder kr.

Bergindustrien kan bransjemessig deles inn i:

Industrimineraler	omsetning ca	1.930 mill kr
Metallmineraler		750
Kull		113
Naturstein, inklusiv skifer		840
Pukk		1.375
Sand og grus		960
Sum ca		5.970 mill kr

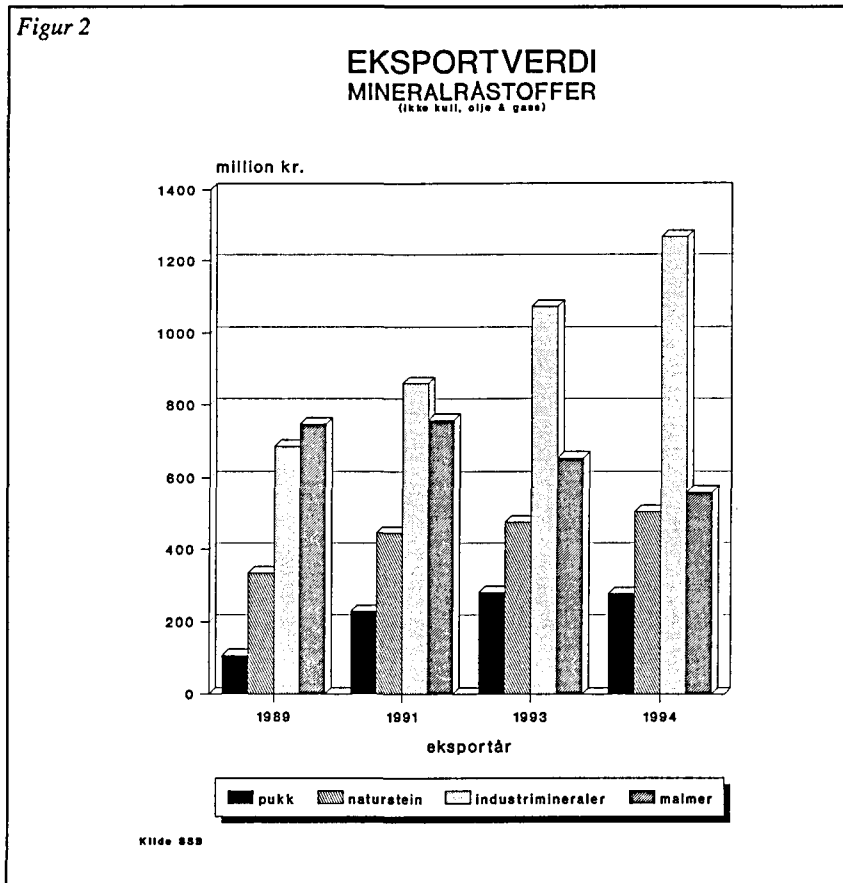


Bransjen kan naturlig deles i en eksportrettet del og en del som produserer for det interne norske markedet. Den eksportrettede delen består av metallmineralene og naturstein, der mer enn 85% går til eksport, og industrimineraler der ca 70% går til eksport. Byggeråstoffene pukk og sand/grus produseres først og fremst for et internt marked, men 21% av pukk produksjonen eksporteres.

De viktigste mineralene (figur 1) som produseres for det nasjonale markedet er kalkstein som danner grunnlag for sementindustrien, dolomitt for produksjon av

magnesium metall, ilmenitt for titandioksyd og titanslagg produksjon og kvartsitt og kvarts for ferrolegeringsindustrien. Samlet har disse industriområdene omsetning for flere milliarder kr pr

år. I følge SSB har den registrerte eksportverdien av mineralprodukter økt fra 1.876 til 2.608 mill kr fra 1989 til 1994. Dette gir en økning på 39% de siste 6 år, og det betyr at samlet sett er bergverksnæringen en viktig eksportrettet vekstnæring (figur 2). Veksten har vært innenfor industrimineraler, pukk og naturstein, mens metallmineralproduksjonen viser en avtagende tendens (figur 3). Figur 2 viser eksportverdiene i bergverksnæringen de 6 siste årene.



Bergverksbedriftene er en viktig distriktsnæring da bedriftene er spredt utover hele landet (figurene 7, 17), med et visst tyngdepunkt i Nordland, Finnmark og Rogaland. 90% av bedriftene har under 20 ansatte. Bransjen er derfor oppstykket og i mindre grad knyttet sammen i kommersielle kjeder og strategiske allianser. Bedriftene ligger spredt og driver ofte uavhengig av hverandre. Faglig kompetanse innen gruvedrift, oppredning, geologi og markedskunnskap varierer

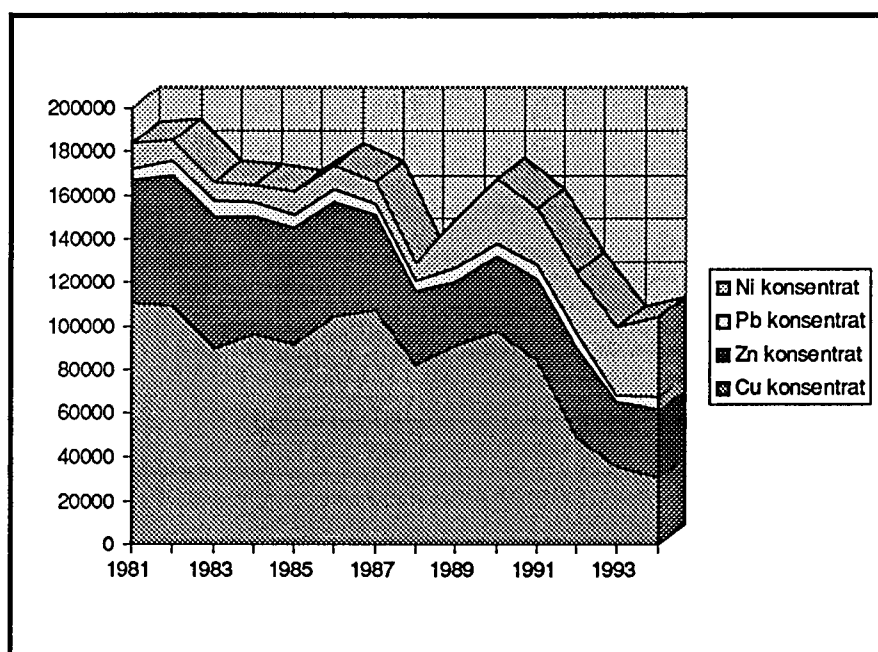
mye. De små og uavhengige enhetene har ofte begrenset tilgang på drifts- og investeringskapital. Det finnes trolig 10-15 bedrifter med nødvendig ressurser for å kunne spille en viktig rolle i en bredere utvikling av bransjen.

Metallmineralene

Malmgruvene er eksportavhengig og 95-100% av produksjonen eksporteres lite foredlet som mineralkonsentrater. Markedet for produktene er oversiktelige og bedriftene selger normalt hele produksjonsvolumet til gjeldende markedspriser. Markedsprisene bestemmes for en stor del av metallbørsen i London, langtidskontrakter for omsetting benyttes ofte.

Etter siste verdenskrig har det vært drevet ialt 34 malmbergverk, idag drives 6 gruver, det er; A/S Sydvaranger i Sør Varanger, Nikkel og Olivin A/S i Ballangen, Rana Gruber A/S i Rana, A/S Bleikvassli gruver i Hemnes, Norsulfid A/S avd. Grong gruber A/S i Røyrvik, og Nye Fosdalen Bergverk A/S i Verran. De senere år er følgende gruver lagt ned; Folldal Verk i 1993, Biddjovagge Gruber i 1991 og Løkken Gruber i 1987. De tre gjenværende sulfidmalmgruvene har begrenset levetid.

Sulfidmalmgruvene



Figur 3. Produksjon av nikkel, bly, sink og kopperkonsentrater fra norske bergverk i perioden 1981-1994.

Hemnes og Norsulfid A/S avd. Grong gruber A/S i Røyrvik. Begge disse gruve har kjente malmreserver for mindre enn 5 år. Det drives aktiv prospektering i begge gruves nærområder idag. Generelt drives det lite leting etter sulfidmalmer utenom disse to gruveområdene.

Kopper-sink og bly-sink forekomster er kjent fra mange deler av den kaledonske fjellkjede, i tillegg til noen i eldre grunnfjellsbergarter. Forekomstene består av svovelholdige mineraler (sulfider) og kalles vanligvis med en fellesbetegnelse for sulfidforekomster. I 1982 var 8 sulfidmalmgruver i drift idag er det to; A/S Bleikvassli gruver i

Grong gruber A/S

Gruvedrift på massive sulfidforekomster har pågått uten avbrudd i Grongfeltet siden 1952 da Skorovas Gruber åpnet. Fram til nedleggelsen i 1984 ble det tatt ut 5,6 mill. tonn malm fra Skorovas Gruber med 1,15 % kobber og 1,8 % sink. I 1972 kom Joma-forekomsten i drift, og i 1993 ble Gjersvik gruve åpnet som en satellittgruve til Joma. Den årlige produksjonen av råmalm fra disse to gruvene er ca 600.000 tonn malm. Joma hadde ved utgangen av 1994 produsert 9,6 mill. tonn malm med 1,49 % Cu og 1,46 % Zn. Svovelkisen fra Joma er aldri benyttet.

I 1994 ble det produsert 604 000t råmalm som ga 31 116t kopperkonsentrat og 17 425 t sink konsentrat. Omsetningen var 122 mill kr beregnet som verdi levert fra verket og antall ansatte var 110.

Det anslås at de kjente malmreservene i Jomaforekomsten ville være utdrevet i løpet av 2-4 år. På denne bakgrunn ble det innledet et samarbeid mellom Norsulfid AS, som eier av operatøren Grong Gruber, og Norges geologiske undersøkelse. Formålet var å påvise malmforekomster i Grongfeltet som kunne bidra til å sikre driftsgrunnlaget for bergverksindustrien i indre Namdal. Dette søkte man i første rekke å oppnå gjennom en samtolkning av alle relevante geologiske, geofysiske og geokjemiske data ved hjelp av moderne digitale teknikker.

Ved årsskiftet 1993/94 trakk imidlertid Norsulfid AS seg fra prosjektet, og Nord-Trøndelag fylkeskommune gikk inn med økonomisk støtte til prosjektet. Det pågående Grongprosjektet er et samarbeidsprosjekt mellom NGU/Nord-Trøndelags-programmet og Nord-Trøndelag Fylkeskommune. Tidsrammen for arbeidet er satt til utgangen av 1996 og NGU er operatør i prosjektet. Undersøkelsene er basert på tidligere og nye innsamlede data og moderne samtolkningsteknikker. På grunn av den store datamengden er det nødvendig å samle mest mulig av den tilgjengelige informasjonen på digital form. Med utgangspunkt i prospekteringsmodeller for de to hovedtypene massive sulfidforekomster i Grongfeltet; Skorovas-Gjersvik og Joma type forekomster utføres samtolkningen av geologiske, geofysiske og geokjemiske data på dataskjermen ved bruk av bildebehandlingssystemet Erdas[®] og det geografiske informasjonssystemet Arc/Info[®].

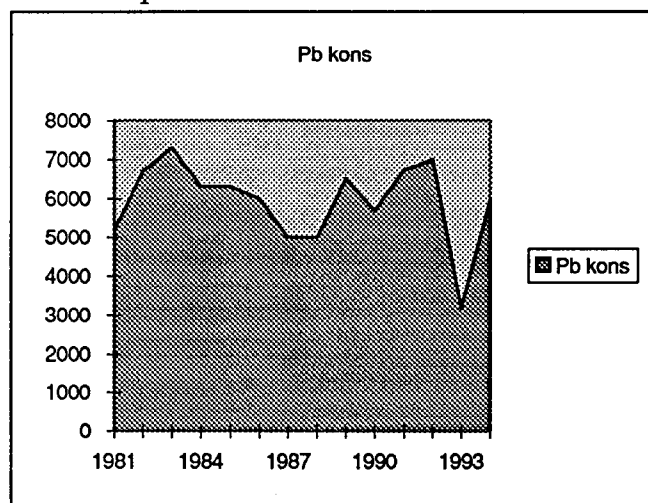
Geologi og potensiale

Grongfeltets berggrunn består av omdannede sedimentære og vulkanske bergarter som er gjennomvannet av sure til ultrabasiske størkningsbergarter. Bergartene er antatt å være avsatt i tidlig-til midt-ordovisisk tid (450-500 mill.år). De ble senere omdannet, foldet og skjøvet over hverandre under den kaledonske fjellkjededannelsen. Grongfeltet er sammensatt av flere skyvedekker med bergartsserier som er av tilnærmet samme alder. Den opprinnelige lagrekken innenfor disse skyvedekkerne ligger ofte invertert, med de eldste lag øverst og yngre lag under. De fleste større massive sulfidmalmen (Skorovas, Gjersvik og Skiftesmyr) finnes i det øverste dekket. De er tilknyttet felsiske vulkanitter på et bestemt nivå i den mafiskdominerte vulkanittstratigrafiene. Den viktigste malmen i det underliggende dekket, Joma ligger i en fortykning av grønnsteinene. Malmleting har foregått siden århundreskiftet i Grongfeltet. Aktiviteten var størst i en 20-års periode fra begynnelsen av 60-tallet. På tross av den malmleting som har foregått, antas

området fortsatt å være lovende med hensyn på nye funn av massive sulfidforekomster. Alle påviste forekomster så langt har utgående i dagen og utfordringen nå ligger i å påvise malmforekomster som ikke stikker fram på overflaten. En søker nå etter nye partnere som vil forsette malmløtingen i Grongfeltet.

A/S Bleikvassli Gruber

A/S Bleikvassli Gruber ble overtatt av de ansatte i 1993 etter at det tidligere var eid av staten ved A/S Sydvaranger. Gruven har vært i regulær drift siden 1958. Malmen brytes ved underjordsdrift, knuses og males ned og floter for å fremstille konsentrater av bly- og sinkulfider. I 1994 ble det produsert 191 000t råmalm som ble prosessert til 12 972 t sinkkonsentrat, og 5 953 t blykonsentrat. Råmalmen inneholdt 2,98% Zn, 2,13% Pb, 0,22% Cu og 36 ppm Ag. Gruven hadde samme året 89 ansatte og en omsetning på 36,2 mill kr. Gruven har i deler av 1994 hatt permisjoner på grunn av lave metallpriser.



Figur 4. Produksjon av blykonsentrat i tonn fra norske bergverk i perioden 1981-1994.

Man har i dag en kjent brytbar malm på 1,1 mill t. som med nåværende produksjon kan vare 4-5 år. Konsentratene selges til Nordzink i Odda og til tyske og sveitsiske avtagere.

Man driver nå forsøk for å fremstille muskovitt glimmer konsentrater basert på avgang fra flotasjonen. NGU ved Nordlandsprogrammet har sammen med Bleikvassli Gruber prospektert etter ny malm siden 1993. Det er samlet inn jordprøver, og fløyet helikoptergeofysikk i et 1000 km² stort område. Geologisk kartlegging har vist at den malmførende bergartsenheten kan

følges over en strekning på 55 km. Denne enheten antas av eksperter å ha et spesielt godt potensiale for funn av såkalte ekshalativ sedimentære bly-sink forekomster. Dette er ofte store og rike malmløkinger.

Potensialet for massive sulfidforekomster i Norge

Av T.Grenne

Massive sulfider har i historisk-økonomisk perspektiv vært den viktigste malmtypen i Norge. En lang rekke forekomster har vært i drift siden midten av 1600-tallet og har hatt stor økonomisk betydning, som ved Røros hvor gruvedriften la grunnlaget for nåværende bosetning og ved Løkken hvor gruvedriften var hovedgrunnlaget for det nåværende Orklakonsernet. De aller fleste forekomstene var imidlertid små og ville vært av begrenset økonomisk interesse dersom de var blitt funnet i dag. Konjunkturrendringer og krav til rasjonelle driftsmetoder har

ført til at bare de største forekomstene har vært drevet i de senere år, slik som Løkken, Tverrfjellet, Joma og Sulitjelma.

Praktisk talt alle kjente forekomster av denne type opptrer innenfor den kaledonske fjellkjeden. Grunnfjellsbergartene i Norge er generelt godt blottet, slik at en kan gå ut fra at fordelingen av *kjente* forekomster også gjenspeiler det totale malmpotensialet. Prekambriske bergarter, som i andre deler av verden inneholder meget rike malmprovins for massive sulfider, er derfor av mindre interesse i Norge.

Innenfor den kaledonske fjellkjeden er de kjente forekomstene knyttet til bestemte geologiske enheter som ble avsatt innenfor visse tidsepoker og i helt bestemte geologiske miljøer.

Korrelasjoner med bergartsserier i den sydvestlige fortsettelsen av kaledonidene, på de britiske øyer og i den appalakkiske fjellkjeden i Nord-Amerika, viser at mange av disse malmførende enheter er mer og mindre kontinuerlige selv om de har varierende malmgeologisk/økonomisk betydning langs den kaledonske-appalakkiske fjellkjeden. Samlet gir dette et godt grunnlag for å peke ut de enheter som teoretisk sett skulle ha det største potensialet for økonomisk interessante malmer.

Den kaledonske-appalakkiske fjellkjeden inneholder totalt noe over 80 kjente forekomster av massive sulfider med størrelse over 1 million tonn (mt). Omkring 27 av disse ligger i Norge. De største kjente forekomstene i Norge er Løkken (25-30 mt), Tverrfjellet (19 mt), Joma (17 mt), Skorovas (10 mt) og Giken i Sulitjelma (10 mt). I hovedsak er kobber og sink de dominerende økonomiske bestanddeler. Brutto malmverdi pr. tonn i disse forekomstene, basert på prognoser for metallpriser for de nærmeste to år, er fra i størrelsesorden 250-300 kr (Skorovass) opp til 500-600 kr (Løkken). Dette spennet er representativt for malmverdien i de kjente norske forekomstene av størrelse over 1 mt, selv om enkeltforekomster, bl.a. i Rørosfeltet, hadde betydelig høyere verdi pr. tonn malm.

Laveste brutto malmverdi for økonomisk drift av en ny forekomst vil varieres sterkt avhengig av faktorer som bl.a. beliggenhet, størrelse og form av forekomsten samt kornstørrelse og andre egenskaper ved malmen. Ved underjordsdrift på en større forekomst (10 mt eller mer) kan drifts- og kapitalkostnader anslås til 200-350 kr/tonn, og dersom en forsiktig regner med at netto malmverdi (etter fradrag for smelteomkostninger og utvinningstap) er 60% av bruttoverdien betyr dette at en ny forekomst må ha en brutto malmverdi på mer enn 330-580 kr/tonn for å kunne settes i produksjon. Dette vil igjen si at flere av de store norske forekomstene i dagens situasjon ville vært marginalt økonomiske.

Dersom en ser hele den kaledonske-appalakkiske fjellkjeden under ett, er det visse provinser eller geologiske enheter som skiller seg markert ut ved å inneholde rike og/eller store forekomster. De mest fremtredende eksempler er forekomstene med sink-bly-kobber-sølv•gull i Bathurst-området i Canada og ved Buchans på Newfoundland. Bathurst-området inneholder minst 16 forekomster med tilsammen mer enn 265 mt malm. Den største enkeltforekomsten

(Brunswick 12) inneholder alene 109 mt malm med en brutto malmverdi på omkring 900 kr/tonn, d.v.s. en total malverdi på i størrelsesorden 100 mrd. kr. Buchans inneholdt 16 mt av ekstremt rik malm med en bruttoverdi på omkring 1700-1800 kr/tonn, d.v.s. en total malmverdi på i størrelsesorden 30 mrd. kr.

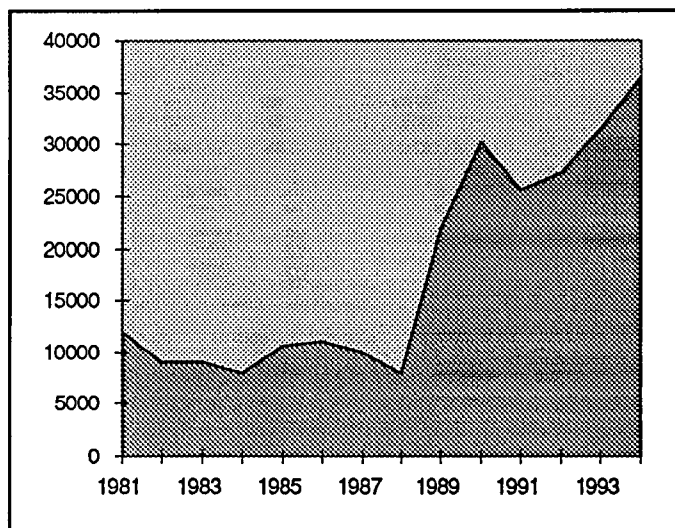
Massive sulfider av disse rike typer er kjent bare som spredte, svært små forekomster i den norske del av fjellkjeden, men geologiske korrelasjoner og modeller tyder på at bergartsserier avsatt i de samme tidsepoker og samme geologiske miljø kan ha en viss utbredelse og dermed åpne et potensiale for tilsvarende, store, forekomster også i Norge. Geologisk er disse provinsene karakterisert av tykke vulkanske bergartsserier av rhyolittisk (sur) sammensetning (Bathurst type) og vulkansk/sedimentære lagpakker med kalk-alkaline basaltiske, intermediære og sure vulkanitter (Buchans type). Ut fra nåværende kunnskap kan det pekes på visse distrikter i Norge hvor de samme eller tilsvarende geologiske miljø sannsynligvis eksisterer. Spesielt gjelder dette Buchans-type miljø, som trolig kan gjenfinnes i det vestlige Trondheimsfeltet (Hølonda) og i distriktet Smøla-Snåsa og i Karmøy-Hardangerdistriktet. Bathurst-type miljø er ikke sikkert påvist i de norske kaledonidene, men likhetstrekk i geologi og alder antyder at særlig deler av det vestlige Trondheimsfelt (Hølonda-Oppdaltraktene) og visse områder i Karmøy-Hardanger kan være interessante i denne sammenheng. En økt forståelse av avsetningsmiljø og aldersforhold i disse bergartsseriene kunne bedre muligheten for å korrelere viktige malmprovinser på langs i fjellkjeden og dermed peke ut provinser med stort potensiale for nye malmer med større sikkerhet.

Nikkel

Nikkel og Olivin A/S i Ballangen startet driften i 1989 etter at firmaet Leonard Nilsen & Sønner A/S hadde tatt initiativet til oppstart. Outokumpu eier idag 70 % av selskapet, mens resten eies av Nordlandsbanken.

En åpnet Vestmalmen for drift i 1994 og driver nå å avslutter Østmalmen. Produksjon påsatt oppredningsverket i 1994 var 670 000 t med 0,55% Ni, av dette ble det fremstilt 29 500 t konsentrat med 11,5% Ni, 3,5% Cu og 0,6% Co. Dette ga en omsetning (f.o.b.) på 88 mill kr.

Nikkelforekomstene ligger i Rånamassivet som er en kaledonsk intrusjon med mafiske og ultramafiske bergarter. Bruvannforekomsten ligger i den ultramafiske delen av massivet. Sulfidmineralene forekommer som en disseminasjon i bergarten peridotitt og i andre mafiske bergarter, viktigste mineraler er magnetkis, pentlanditt, kopperkis og svovelkis. Malmen



Figur 5. Nikkelproduksjon fra Titania A/S og Nikkel og Olivin A/S i perioden 1981-1994.

oppkonsenteres i oppredningsverket og konsentratet skipes til Outokumpus anlegg i Finland. Opprinnelig var det tenkt å produsere et olivinkonsentrat for fremstilling av jernpellets tilsatt olivin i LKAB, Kiruna, men dette har aldri blitt realisert av tekniske og økonomiske årsaker. Det er tidvis tatt ut endel pukk fra et brudd i bergarten noritt.

En regner idag kjente reserver til 5,5 mill t med 0,53% Ni, med nåværende drift med ca 700 000t råmalm pr år har en reserverer for 8-9 års drift. Malmen var opprinnelig beregnet til 40 mill t med 0,33% Ni og 0,08% Cu, alternativt 26 mill t med 0,42%

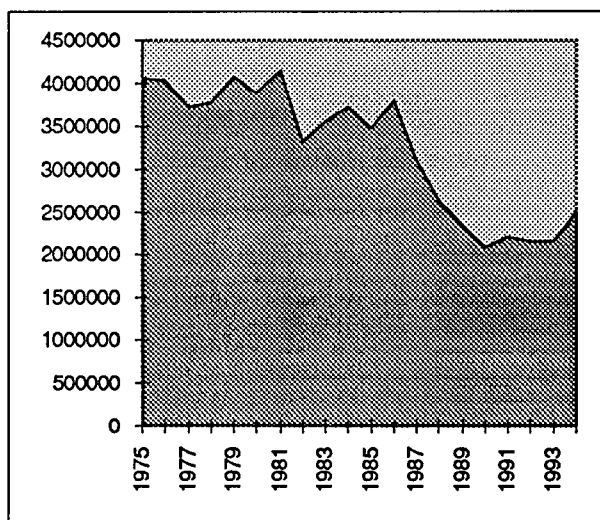
Ni og 0,1% Cu. Under driften har en imidlertid bare drevet ut de rikeste partiene slik at det som totalt har blitt regnet som malm i driftsperioden er ca 9,8 mill t med 0,55% Ni.

A/S Titania (se side 44) leverer årlig 7 000-10 000t sulfidkonsentrat til smelteverk for produksjon av metaller. Konsentratet inneholder ca 5% Ni, 2% Cu, 0,7% Co og 30% S. Før oppstarten av Nikkel og olivin var dette eneste nikkel og koboltprodusent.

Jernmalm

De største jernmalmfeltene ligger i Sør Varanger og i Dunderlandsdalen i Rana. Begge steder opptrer sedimentære forkomster, i Sør Varanger er det kvartsbåndede magnetittforekomster av arkeisk alder, mens i Dunderlandsdalen er det hematitt (Fe_2O_3) og magnetitt (Fe_3O_4) avsatt som sedimenter som senere ble foldet under den kaledonske fjellkjedefoldning. Begge områdene har betydelige jernmalm ressurser som krever at det må fjernes store mengder gråberg for å kunne drive malmen i dagbrudd. Jerngehalten er ca 30% begge steder, dette er et svært lavt tall sammenlignet med jernmalmer som er i drift andre steder i verden. Sedimentære malmer av samme type som i Dunderlandsdalen har stor utbredelse i den kaledonske fjellkjede i Nordland og Troms. De viktigste feltene er ved Mosjøen, Elsfjord, Langvann i Rana, Neverhaugen, Håfjell i Lofoten, Andørja, Salangen og Sørreisa, dette er tildels store forekomster, men de for lavgehaltige til å være interessante idag.

I Bråstad gruver ved Arendal forekommer en noe riker malmtypel langs kontakten til en



Figur 6. Produksjon av jernmalmkonsentrat i tonn fra norske bergverk i perioden 1975-1994.

store jernmalmfeltene i f.eks. Kiruna, Sverige, i Australia og Brasil, som har utnyttbart Fe-innhold på 60-70%. I tillegg må nå malmen brytes under jord og den har et høyt kvartsinnhold som gir høye kostnader på boring, knusing og maling. Konkurransfordelene ligger i de rene mineralproduktene som kan fremstilles. Muligheter for å utvikle spesielle høykvalitetsprodukter i mindre volumer er tilstede. Imidlertid er det en rekke spesielle anvendelser av hematitt og magnetitt som råstoff i direkte reduksjonsprosesser og som industrimineral som kan utvikles til å få større betydning.

granittintrusjon. Malmen har 60-64% Fe og det skal stå igjen 3-4 mill t underjordsmalm i gruveområdet. Titanholdige jernmalmer er beskrevet under kapittelet om titanråstoffer. Norge har betydelige tradisjoner i produksjon av jernmalm. Produksjonen av jernmalm som råstoff for jern og stål er de senere år trappet betydelig ned og det vil komme en ytterligere nedtrapping de nærmeste årene på grunn av nedtrapping i A/S Sydvaranger og Rana Gruber A/S.

Ugunstig konkurransemessig faktorer for de norske jernmalmprodusentene er de lave jerngehaltenene. Disse er omtrent halvparten av de

A/S Sydvaranger

Jernmalmsfeltene ved Bjørnevann har levert jernmalm siden 1910 og har i perioder vært en hjørnestein i norsk industri. Totalt er det produsert 194 mill t råmalm og 276 mill t gråberg fra disse forekomstene. På grunn av mange år med store underskudd og statlige overføringer på 80-tallet ble det i 1990 besluttet å redusere malmproduksjonen fra 3,5 mill t til 1 mill t pr år. Samtidig skal driften legges om til underjordsdrift. I Stortings prop. nr. 80 for 1990/91 ble rammene for den fremtidige driften trukket opp; Pelletsproduksjonen føres videre med 1,5 mill t pr år og avvikles når reservene i

eksisterende dagbrudd er avbygget i løpet av 1996, det startes deretter underjordsdrift på Vestmalmen.

Produksjonen foregår idag bare i dagbruddet i Østmalmen. Produksjonen de siste årene har vært ca 3,5 mill t råmalm for å fremstille ca 1,5 mill t slig- og pelletsprodukter. I 1994 ble det brutt 3.550 000 råmalm, hvorfra det ble produsert 1.542 000t slig og 104 000t superslig. Av sligen ble det produsert 1 573 000t pellets. Driftsinntekter var 381 mill kr. Regnskapsmessig underskudd for 1994 var 20 mill kr og det er betydelig mindre nå enn foregående år, grunnen er en halvering av gråbergbrytning og høye dollarkurser.

Underjordsdriften forberedes nå med oppfaring av en gruve under dagbruddet av Vestmalmen. Åpning av regulær drift vil bli i 1996 når dagbruddsdriften avsluttes. Dette gir adkomst til ca 25 mill t avbyggbar malm med 30% Fe med en årlig produksjon på 1 mill t råmalm. Selskapet vil produsere mest mulig spesialprodukter. Arbeidsstokken er gjennom de senere reorganiseringer redusert fra opptil 1500 på 70- og 80-tallet til 453 ved årskiftet 94/95 og vil ende opp med ca 150 etter åpningen av underjordsdriften.

Jernmalmfeltene ved Bjørnevann inneholder 23 mer eller mindre avskilte forekomster med variable størrelser og kvaliteter. Malmene er kvartsbåndede jernmalmer med 25-33% utvinnbart jern, det nyttbare mineralet er magnetitt (Fe_3O_4). Malmene er dannet i arkeikum perioden og er av de eldste bergarter i landet. Sydvarangermalmen består av en svært ren magnetitttype, uten inneslutninger av andre mineraler som gjør den relativt enkel å opprede til rene mineralkonsentrater. Dette er utgangspunktet for produksjon av superslig, egnet til direkte reduksjon til jern i den såkalte Höganæs prosessen. Det produseres mindre kvanta med ferrittråstoff og tørket magnetitt. Reserve situasjonen er preget av at de lett tilgjengelige dagbruddsmalmene er utdrevet og at forholdet mellom gråberg og malm i de gjennværende dagbruddsmalmer er ugustig. Det finnes tilgjengelig dagbruddsmalm, men de er enten vanskelig transportmessig eller har en ugunstig sammensetning. Reservene av underjordsmalm av samme kvaliteter som tidligere er utdrevet er store. Betydelige ressurser som tidligere er beregnet til flere hundre millioner tonn jernmalm er kjent i området fra Bjørnevann og sørover. Det er forekomstene Grundtjern, Søstervann, Tverrdalen, Fisketind, Bjørnefjell, Jerntoppen, Hyttmalmen og Kjellmannsåsen. En ser idag få muligheter for regningssvarende drift på malm til jernfremstilling fra disse forekomstene.

Rana Gruber A/S

Rana gruber A/S har 157 ansatte og driver bryting av jernmalm, produksjon av jernslig og industrimineralprodukter basert på jernmineraler. Rana gruber A/S eies vesentlig av de ansatte. Da den malmbaserte råjernfremstillingen på Jernverket ble lagt ned i 1989 måtte Rana Gruber gjennom en omfattende effektivisering og omstilling.

Dagbruddet ved Ørtfjell produserte 1 909 000t råmalm og 1 220 000t gråberg i 1994. Det ble produsert 720 000t hematitt konsentrat og 80 000t magnetittkonsentrat i 1994, omsetningen var 109,2 mill kr (f.o.b.) fordelt på 73,9 mill for jernkonsentrater til stålfremstilling og 35,3 mill

kr for spesialprodukter. I 1995 reduseres malmbrytningen og produksjonen med 25%. Etter nåværende brytningsplan vil dagbruddet være tømt i 1998 og en eventuell videre malmbrytning være basert på underjordsdrift, i løpet av 1996 vil det bli besluttet om driften skal fortsette som underjordsdrift eller om driften skal avvikles i 1998.

Rana Gruber har drevet et omfattende utviklingsarbeid for å fremstille nye produkter med høyere verdier enn slig til råjernproduksjon. All magnetitten som produseres går til produksjon av spesialprodukter. De produserer idag følgende spesialprodukter:

- *Superkonsentrat for fremstilling av jernpulver ved direkte reduksjon, dette produktet har spesielt lave forurensninger av svovel og silikater, det produseres ca 35 000 t som selges til Höganäs i Sverige.

- *Magnetittkonsentrater for bruk i rensing av kull, produksjon ca 10 000t,

- *Magnetittkonsentrater for rensing av vann,

- *Sort pigment basert på magnetitt benyttes til tonere i kopieringsmaskiner, maling, plast og betong.

- *Rødt pigment basert på konvertert magnetitt benyttes til plast og maling.

Pigmentproduktene er mikroniserte produkter med kornstørrelser under 1 mikron.

Man starter i 1995 et nytt anlegg for produksjon av spesialprodukter, der det er investert 47 mill kr. Idag står 10% av produksjonsvolumet for 32% av omsetningen og en regner med at dette tallet vil øke betraktelig når det nye anlegget tas i bruk.

Nye Fosdalen Bergverk A/S

Nye Fosdalen Bergverk ligger i Verran i Nord Trøndelag, gunstig plassert der både gruveanlegg, oppredningsverk og lagerplass ligger like ved sjøen. Bedriften produserte tidligere 500 000t jernslig pr år, men har etter en større omlegging gjennomstått som et mindre aksjeselskap med en liten produksjon med mer spesialisert produkter.

Produksjonen i 1994 var 39 000t jernslig og 894t svovelkis konsentrat. Bedriften hadde permitteringer i deler av året. Nedmalt magnetittkonsentrat selges som tung væske medium til kull oppredning i Nord Europa. Omsetningen var 10,95 mill kr. Produksjonskapasiteten er nå 70 000 - 100 000t pr år. Driften foregår under jord på 800-1000 m under dagnivå og kjente malmreserver er 1,1 mill t, mulig malm er 1,5 mill t. Malmene er endel av en sone som kan følges 150 km mellom Snåsa og Ørland, malmene er av sedimentær opprinnelse og utnyttbar jerngehalt er ca 26%. Malmen består av magnetitt, mindre mengder svovelkis og kopperkis, foruten silikatmineraler. Opprednings prosessen tar ut et konsentrat av magnetisk jernslig, et kopperkiskonsentrat og et svovelkiskonsentrat, de siste to produktene anrikes ved hjelp av flotasjon.

Bedriften har overlevd til tross for mange vanskeligheter med en dyp gruve, lave gehalter og problemer med polske avtagere som ikke kunne betale leveransene. Hovedgrunnen er at de klarer å omsette jernsliget til kullrensing til betraktelig høyere priser enn det som gis for råstoff til jernfremstilling. Reserver i gruva er tilstrekkelig for endel år og fremtida vil være

avhengig av markedet for produktene og at en klarer å holde driftskostnadene ved driften på et lavt nivå.

Gull

Bidjovagge gruver ble i 1985-1991 drevet av Outokumpu OY og datterselskapet Norsulfid. Gruven hadde tidligere, mens gullprisene var på et lavere nivå, blitt drevet av A/S Sydvaranger som koppergruve. Totalt ble det i siste driftsperiode tatt ut 1,9 mill t malm hvorfra det ble produsert 21.500t kopper metall og 6.200 kg gull. Metallinnholdet i malmen var gjennomsnittlig 1,15% Cu og 3,9 ppm gull. Regnskapene fra driftsperioden viser en total omsetning på 800 mill kr og et akkumulert overskudd før ekstraordinære avskrivninger på 72,5 mill kr. Av total omsetningen sto gullverdien for ca 2/3.

Bidjovagge ligger i Kautokeino grønnsteinsbelte, dette er et av de geologisk best undersøkte områder i landet, men det kan likevel ha et visst potensiale for gull forekomster. Selve gullmineraliseringen er knyttet til det som tolkes som skjærsoner, denne type malmdannelse har resultert i lønnsom gruvedrift flere steder på det Baltiske skjold. Kjente gullmineraliseringer er også knyttet til kaledonske skjærsoner. Det største kjente av disse forekomstene er Kolsvik i Bindal, Nordland. Kolsvik forekomsten består av et nett av kvartsganger med et innhold av arsenkis og gull. Det er oppboret et volum med en ressurs på 250 000t med 7-10 ppm gull, i tillegg er det 500 000t med mulig malm i området.

Nyere undersøkelser er gjort på et drag i området Odalen - Eidsvoll, det er her påvist en mindre forekomst. Ellers er det påvist gull en rekke steder som i løsmasser i Karasjok, i fast fjell på Bømlø og en rekke steder i Telemark.

Uran

Uran forekommer i en rekke mindre mineraliseringer i ulike geologiske miljøer. Store lavgehaltige forekomster er knyttet til bergarten alunskiferen i Oslofeltet. En rekke mindre forekomster som Njallaavzi i Kautokeino, Harelifjell i Sørfold, Orrefjell i Salangen, Høgtuva i Rana har et høyere uran innhold, men volum og gehalter er for lave til at de er aktuelle ressurser.

Mulighetene for å finne uranforekomster i Norge ansees fra et geologisk utgangspunkt å være begrenset. Den beste kjente og rikeste uran forekomsten i Norge er Orrefjell forekomsten i Salangen der det er kjent en reserve på ca 100 tonn uran metall i en malm med på 150 000t med 650 ppm U i gjennomsnitt. Dette er langt under grensen for å være en økonomisk forekomst, men indikerer at området kan ha et visst potensiale for forekomster.

Molybden

Tidligere ble det produsert molybdenglans (MoS_2) malm fra flere forekomster i grunnfjellet i Vest Agder og Telemark. Den siste molybdengruven som var i drift var Knaben som stengte i 1972. Området Knaben - Flottorp har subøkonomiske forekomster på 5-8 mill t malm med 0,1-0,15% MoS_2 .

Ved prospektering på slutten av 1970 og begynnelsen av 1980 tallet ble det påvist flere molybden forekomster av porfyrtypen knyttet til granitter i Oslofeltet. Den største av disse er Nordli forekomsten i Hurdal, der det ble boret opp en reseve på 200 mill t med 0,14% MoS_2 , deler av forekomsten har høyere gehalter. Disse gehaltene er subøkonomisk idag. I samme perioden ble det funnet betydelige molybdenforekomster av samme type ved Skrukkli i Hurdal og ved Glitrevann i Drammen. Oslofeltet er på verdensbasis en betydelig molybdenprovinns, men de funnene forekomstene har for lave gehalter.

Sjeldne jordarter, yttrium og skandium

De såkalte sjeldne jordarter (REE) er 18 grunnstoffer som vanligvis deles i cerium gruppen; lanthan, cerium, praseodymium, neodmium, promethium, samarium, europium, gadolinium også inkludert thorium. Yttrium gruppen består av yttrium, terbium, dysprosium, holmium, erbium, thulium, ytterbium, lutetium også inkludert skandium. Metallene har en rekke felles egenskaper og er ikke så uvanlige i jordskorpa som navnet skulle tilsi. Kommersiell bruk av metallene er liten.

Mesteparten av sjeldne jordarts metallene benyttes til katalysatorer i olje raffinering. Resten brukes til en rekke ulike formål; spesielle glasskvaliteter, fiber optikk, poleringsmiddel, i farge-TV skjermer, permanent magneter, lighter flintstein, i laserteknologi, lystoffrør. Skandium og yttrium har lignende anvendelsesområder. Markedet for disse metallene er svært begrenset og de omsettes i små volumer, og ofte med spesielt høye renheter.

Fensfeltet i har store bergartsvolumer med partier anrikt på thorium, sjeldne jordarter og scandium. Gehalter på ca 1% totalt REE forekommer. Imidlertid er Th-, REE- og Sc-mineralene knyttet til så små mineralkorn at de ikke lar seg skille ved oppredning, en må derfor syrelake hele bergarten for å produsere stoffene. Dette ansees som uøkonomisk idag.

Ved Biggejavri i Kautokeino er det kjent en albititt bergart med høyt innhold av scandium, sjeldne jordarter og uran. Ca 5 000t med ca 0,1% U, 600 ppm Ce og 100 ppm La, 250 ppm Y og 120 ppm Sc er kjent. Mineralogien tilsier at det er enkelt å oppkonsentrere scandium, yttrium og sjeldne jordartsinnholdet til høye nok gehalter for en kjemisk utluting av metallene. Endel pegmatitter i Telemark og på Sørlandet har mineraler med disse metallene, og noen håndskedede mineralkonsentrater har blitt omsatt som biprodukt fra feltspatproduksjon.

Mineraler med sjeldne jordarter forekommer relativt hyppig og tilbudet er vanligvis større enn etterspørselen. Produksjon av REE-mineraler kommer fra fosfatmineralene monazit og zenotim fra store strandsandforekomster og av karbonatmineralet bastnäsitt fra den rike

Mountain Pass forekomsten i California. Ingen av de kjente norske forekomstene synes for tiden å ha et økonomisk potensiale.

Niob

Sæteråsen forekomsten innenfor Oslofeltet ved Holmestrand er en thorium anriket, finkornig lava med 0,25% niob, ca 1% total innhold av sjeldne jordarter.

På femtitallet ble det produsert niob fra karbonatitt bergarten søvitt i Cappelens gruve i Fensfeltet. Niob innholdet i malmen var ca 0,2% og det ble anriket et konsentrat av mineralet pyroklor.

Andre metaller

Norge har tidligere hatt produksjon av metalliske malmer av *kobolt, krom, sølv, tinn, wolfram* og andre metaller. Vurderinger tilsier at mulighetene for å finne driverdige forekomster av disse metallene og i tillegg *mangan og platinagruppens elementer* er begrensede. Denne vurderingen er basert på; eksisterende viten om våre kjente forekomster, det geologiske miljøet forekomstene opptrer i sammenlignet med norsk geologi, og hva som kreves av gehalter og størrelse for å kunne settes i drift i dag.

Industrimineraler

Internasjonalt er oftest industrimineraler definert som alle materialer man tar ut av jordskorpa unntatt energi mineraler, metalliske malmer, vann og edelsteiner. Titanråstoffene ilmenitt og

Figur 7. De viktigste industrimineral forekomstene som er i drift.



rutil er i Norge mutbare mineraler, men behandles her under industrimineraler fordi det internasjonalt regnes som dette, da viktigste anvendelse er som titanpigment. Produksjon av jernmineraler behandles som metallmalm selv om en stadig større andel av jernmalmproduksjonen omsettes som industrimineraler. Naturstein, pukk og sand/grus behandles hver for seg.

Norsk industrimineralproduksjon (figur 7) kan deles i en eksport dominert del og en del som produserer for innenlandsmarkedet. De viktigste eksportproduktene er etter avtagende verdi: kalsiumkarbonat, ilmenitt, olivin, nefelinsyenitt, dolomitt, feltspat, talk og grafitt. Den innenlandsorienterte delen av industrien produserer store volumer kalkstein til sement, kalk og dolomitt for elektrometallurgisk- og kjemisk industri og jordbruk og kvartsitt for ferrolegerings-industrien.

I 1994 omsatte industrimineralsektoren for ca 1.930 mill kr, dette inkluderer også nedmaling av importerte mineraler, ca 70% av omsetningen gikk til eksport. Industrimineralsektoren har hatt en rask økning i omsetning de senere år, og flere av bedriftene er blant de mest lønnsomme i norsk industri. Det produseres industrimineraler fra ca 30 forekomster (figur 7) som er i regulær drift. De fleste av disse er relativt små. I tillegg finnes en rekke mindre forekomster som av ulike årsaker er i mer uregelmessig drift.

Norge importerer store mengder industrimineraler: alumina basert på bauxitt som råstoff for aluminiumsproduksjon. Fosfater for gjødselproduksjon, kvarts for ferrolegeringer, salt for kjemisk industri, kaolinit for bruk i papir, keramikk etc., barytt og bentonitt for bruk i boreslam i oljeindustri osv. Til sammen er importverdien av industrimineraler 2,5 ganger så høy som verdien av den totale norske produksjonen. Dette skyldes den store importen av alumina (bauxitt) til aluminiumsfremstilling, fosforråstoffer til gjødsselfremstilling, kvarts til ferrolegeringer og salter til gjødsel og kjemikalier.

Markedesmessig skiller industrimineraler seg fra metalliske mineraler ved at en har mer stabile priser og ofte mange avtagere. Metalliske malmer omsettes etter et børssystem og kjøperne kan benytte mange forskjellige malmtypen. Kjøpere av industrimineraler har derimot en produksjon som de ikke tar sjansen på å forandre, de vil derfor heller ikke bytte leverandør eller ha forandringer i spesifikasjonen på produktet. Dette innebærer at en ofte har stabile kunder og at nye aktører har vanskelig for å etablere seg i markedet.

Eierstrukturen i næringen

Strukturen i norsk industrimineralindustri har endret seg radikalt de siste tiårene, fra små uavhengige selskaper til større konserner. I tillegg har flere selskaper fått nye eiere, ved at internasjonale selskaper har gått inn for å sikre leveranser, for å selge produktene via sine distribusjonsnett eller for å øke sine markedandeler.

Omya gruppen eller Plüss-Stauf AG er et sveitsisk selskap. De er hovedaksjonær i Hustamarmor A/S, de eier i tillegg Norwegian Talc A/S som har Altermark talkgruve i Rana,

oppredningsbedriften ved Knarreвик på Sotra og talkmøllen i Framfjord, Vik i Sogn. Omya er verdens største produsent av kalsiumkarbonat fillere og omsetter i tillegg en rekke mineraler. North Cape Minerals eies av Unimin og Franzefoss Bruk A/S, de har bedriftene for produksjon av nefelinsyenitt på Stjernøy, olivin i Bryggja og feltspat/kvarts i Glamsland, Lillesand. Unimin eies av Sibelco og Quartzwerke som tilsammen er verdens største leverandør av kvartsandprodukter og har hånd om hele produksjonen av nefelinsyenitt.

Franzefoss Bruk har produksjon av kalkstein i Bærum og Ringerike og dolomitt i Ballangen. Franzefoss Bruk er hovedaksjonær i Verdalskalk A/S som driver kalkstein i Verdal og kalkstein og brent kalk i Hylla i Verdal. Verdalskalk eies av Franzefoss Bruk, danske Faxe Kalk og finske Partek Minerals Oy AB der Aker konsernet nå er en viktig eier.

Elkem har drift på kvartsitt i anleggene i Tana og ved Mårnes i Gildskål.

Norwegian Holding A/S er en familiebedrift, de disponerer 4 dolomittgruver i Nordland og den nye Rauberg talkgruve på Vikafjellet. Norwegian Holding har en lang rekke gamle håndhevelsesavtaler på industrimineraler i hele landet.

Titania er endel av titanpigment produsenten Kronos International som igjen eies av amerikanske NL Chemical Inc.

Grafitprodusenten ved Skaland på Senja eies av uavhengige norske interessenter og utenlandske distributører.

Innen kalkstein, feltspat og kvarts/kvartsitt produksjon finnes flere små familieselskaper.

Virkinger av utenlandsk eierskap har vist seg i f.eks Verdalskalk, der det har de utenlandske eierne kjøper produktene slik at eierskapet har ført til økt eksport. I Hustadmarmor har det vært mulig å utvide bedriften meget raskt på grunn av god kapitaltilgang, tilgang til teknologi og et internasjonalt og spesialisert salgssapparat. Andre bedrifter har mer negative erfaringer med at overskuddene ofte har blitt ført direkte ut av landet. Det har derfor vært vanskelig å investere i FoU-prosjekter som er nødvendig for å sikre framtidig drift.

Internasjonalt sees en utvikling der store bedrifter spesialisere seg på et mineral og satser på å ha hånd om distribusjonsleddet. Dette medfører at de også helt eller delvis overtar råvareprodusentene. Dette sees tydelig innenfor talk der RioTinto Zinc får en stadig større andel av både produksjon og distribusjon, og innen for kalsiumkarbonat fillere der Omya og English China Clay har helt dominerende markedsandeler på både produksjon og distribusjon. Kwartssand og nefelinsyenitt domineres av Sibelco eide selskaper, osv.

Norsk industrimineraleksport har Vest Europa som tradisjonelt viktigste marked. Takket være billig båttransport kan billige produkter som olivin selges i østlige deler av USA, og nefelinsyenitt selges til glassproduksjon i Australia.

De viktigste fortrinn for Norge som mineralprodusent er:

-Et geologiske grunnlag med et rikt utvalg av krystalline bergarter som ikke er lett tilgjengelige på kontinentet.

- Lang kystlinje som gir rimelig transport for forekomster som ligger nær sjøen.
- Rimelig bra teknisk nivå, FoU-miljø og gruvetradisjoner.
- Overkommelig konsesjonsvilkår, få tett befolkede områder.

Industrimineralbransjen møter et stadig økende krav til produktene, rådende trender idag er;

- *Strengere spesifikasjoner på renhet og hvithet i fyllstoffer som kalkspat, dolomitt og talk.
- Fillermarkedet øker i omfang og diversitet, stadig nye mineralprodukter tas i bruk.
- *Krav til høyere kjemisk renhet i kalk og kvartsitt til kjemisk og metallurgisk industri.
- *Spesialprodukter i små volumer, som superren kvarts og feltspater.
- *Restriksjoner mot mineralprodukter som kan inneholde fibrige mineraler (f.eks dolomitt og talk) og fri kvarts.
- *Sur nedbør og miljøkrav fører til økt kalking av vassdrag og skog og stor bruk av pH-regulerende kalk.
- *Fremstilling av kunstige mineraler og nye mineralprodukter.
- *Mineraler omsettes som halvfabrikata, som ferdige blandinger for produksjon av glass, keramikk, plastfillere o.l.

Dette gir store utfordringer innen prospektering etter nye forekomster og innen mineralogi, utvikling av nye mineralprodukter, oppredning, markedundersøkelser, økonomiske analyser etc.

En rekke utfordringer venter på denne industrimineralnæringen: Ved bedret oppredning kan eksisterende produkter av nefelinsyenitt, talk, og andre forbedres. Nye produkter basert på råstoffene albititt, anortositt, ilmenitt, jern-mineraler kan utvikles ved økt FoU innsats. Norsk olivinforekomster er unike i kvalitet og størrelse, produktene selges likevel svært billig. De krystalline kalksteinene på Nord Møre, i Nord-Trøndelag og Nordland har kvaliteter som fillere som er sjeldne i nordlige deler av Europa. Rutil potensialet i eklogitter i området Hordaland - Nord-Møre er gjenstand for stor interesse for tiden. Det er påvist store forekomster med gehalter i nærheten av drivbarhetsgrensen for rutil. Import av mineraler, spesielt fra Kola halvøya for videre foredling har et betydelig potensiale.

Anortositt

Anortositt er en størkningsbergart som inneholder minst 90% plagioklas feltspat og har mindre enn 10% mørke mineraler. Plagioklas er et kalsium-natrium silikat som tilhører en blandingsserie der albitt ($\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$) er det ene endeledet og den rene kalsiumvarianten anortitt ($\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$) er det andre.

Plagioklas-mineralene er delvis løslig i sterk saltsyre eller svovelsyre dersom andelen anortitt overstiger ca 65%. Det vil si at plagioklaser med høyt aluminium- og kalsiuminnhold lar seg løse i sterke syrer, mens plagioklasene som har høyt natriuminnhold er tungt løselige.

Anvendelser og kvalitetskrav

Norsk anortositt benyttes idag til ildfast materiale, som råstoff for Al-kjemikalier, som hvit pukk og til keramikk, men materialet har et potensiale for flere anvendelser og til større uttaksvolumer. Dette skyldes at bergarten er homogen, er nesten monomineralsk, har et høyt Al-innhold og at den ikke har uønskede mineraler som kvarts eller fibrige mineraler. De viktigste nåværende og potensielle anvendelsesområder er:

- *Syreløsning av anortositt kan gi: polyaluminiumklorid, aluminiumsulfat, kalsiumsilikat, kalsiumnitrat, silika gel, zeolitter og alumina.
- *Sinterprosesser av anortositt kan gi: alumina, kalsiumsilikat, sement, wollastonitt og zeolitt.
- * Direkte elektrolyse av anortositt kan gi: aluminium og silisium metall.
- *Ildfast materiale, som sperreskikt i aluminiumsovner.
- *Slaggdanner ved ferrosilisiumproduksjon
- *Pukk
- *Tilslag i lyse veidekker og betongelementer
- *Abrasiver, skuremiddel i såpe
- *Fyllstoff i plast o.l
- *Råstoff for keramikk
- *Råstoff for keramiske fliser
- *Fluksmiddel i porselen

Anortositt har i flere omganger fra 1903 fram til idag blitt vurdert som aluminiumkilde i kjemiske prosesser. I perioden 1976-1987 ble det i regi av industriselskapet Anortal (Elkem og Årdal og Sunndal Verk) gjennomført meget omfattende undersøkelser av anortositter i Norge. Målsettingen med Anortal prosjektet var å utvikle en prosess som fremstilte alumina fra anortositt som et alternativ til bauxitt-basert alumina. Anortosittene i Indre Sogn - Voss området ble ansett som de mest aktuelle og store bergartsmassiver ble påvist å ha en interessant sammensetning for en produksjon. Flere alternative uttakssteder ble påvist. Anortal prosjektet brukte totalt 70 mill kr på å påvise råstoffer og å utvikle en kjemisk prosess for syrelaking av anortositt for fremstilling av alumina i et pilotanlegg. Anortal-prosjektet ble dengang avsluttet da en ikke fant at prosessen var økonomisk sammenlignet med alumina basert på bauxitt. Senere har nye anvendelsesområder kommet inn i bildet, og i dag er to selskaper (Polymer A/S og Borgestad fabrikk A/S) aktivt interessert i anortositt som råstoff for to ulike anvendelsesområder.

Borgestad Fabrikker har startet prøveproduksjon ved Mjølfjell i Voss, de benytter anortositt i et patentert materiale som benyttes til sperreskikt i aluminiumsovner. Produktet er basert på reaksjon mellom flytende aluminium metall, fluorider og anortositt som danner et stabilt og tett skikt av nefelin og flusspat. Dette hindrer så aluminium å lekke ut i de ytre skiktene av ildfast materialer i elektrolyseovnene.

Selskapet A/S Polymer er i ferd med å sette igang et pilotanlegg i Polen basert på anortositt fra området. En vil produsere polyaluminiumklorid til rensemidler for vann og kloakk. Dette er

basert på en luteprosess med saltsyre der en får aluminiumklorider med et reaktivt silika som rest. Dette restproduktet gir ved tilsetning i mørtel betong høyere fasthet på samme måte som mikrosilika.

Ny norsk forskning på fremstilling av silisium og aluminium metall i en kontinuerlig elektrolyseprosess (J.Stubergh, Kjemi nr. 6, 1994) kan ha et stort potensiale, da den utviklede prosessen trenger noe mindre energi enn de tradisjonelle prosesser for silisium og aluminium metall fremstilling. Råstoff til en slik prosess vil være feltspat, og aluminiumrike anortositter ansees i dag å være mest interessant.

Som råstoff for Al-kjemikalier og Al og Si metall produksjon, vil et høyest mulig Al innhold være viktigste krav. I noen av prosessene må bergarten være lett løselig i mineralsyre. I pukk er bergartens farge, sprøhet og flisighet viktig. Som fyllstoff, skuremiddel og råstoff for keramikk er farge, kornstørrelse, mineralinnhold og fravær av uønskede mineraler viktig. Anortositt er relativt enkelt å opprede da mineralinnholdet stort sett er mer enn 90% feltspat og resten er jernholdige mineraler som kan fjernes med magnetseparasjon i en tørr prosess. En får da relativt rene anortittprodukter som nedmalt gir høye hvithet (>90%). Mange av anvendelsene listet her har ikke kommet utover laboratorie skala, men teknologiene eksisterer. Flere av de kjemisk og pyrometallurgiske prosessene er trolig vanskelig gjennomførbare på grunn av vanskeligheter med deponering av avfall o.l.

Geologiske reserver:

Indre Sogn - Voss området

I indre deler av Sognefjorden og østlige deler av Voss kommune i Hordaland ligger store massiver av anortosittiske bergarter. Anortosittene her er de største massivene med aluminiumsrike anortositter i landet og inneholder 27-33% Al_2O_3 . Totalt utgjør anortositter i Hordaland og Sogn 700 km². Anortal prosjektets vurdering var at forekomstene ved Kinsedal i Luster og det store Gudvangen - Mjølfjell massivet var de mest interessante områdene. Innenfor sistnevnte er Kaldafjell-feltet i Voss og Hylland-feltet ved Gudvangen i Aurland størst med minst 100 mill t hver. Anortosittene i disse områdene bør derfor vurderes som en nasjonal ressurs som bør være tilgjengelig for uttak i framtida. De total ressursene er meget store og kvaliteten er nær unik i internasjonal sammenheng. Bergartene er av prekambrisk opprinnelse (omkring 1500 mill år), og ble skjøvet på plass under den kaledonske fjellkjededannelse (omkring 400 mill. år siden). Det er et veletablert uttak av hvit pukk på anortositt i Nærøydalen i Aurland.

Egersundsområdet

Egersundsområdets anortositter består fra et geologisk synspunkt av 5 store anortosittmassiver av stedegne størkningsbergarter; Egersund - Ognå, Åna - Sira, Haaland - Hellenen, Hidra og den såkalte uteliggeren vest for Lundevatnet, i tillegg kommer den lagdelte gabbroide intrusjonen i Bjerkreim - Sogndal. Anortosittene innenfor disse massivene har et midlere Al_2O_3 innhold med feltspater som inneholder 30-50% anortitt. Disse anortosittene er ikke syreløselige

i sterke syrer og har et for lavt Al_2O_3 innhold til å være aktuelle som aluminiumskilde, men bergartene har andre mulige anvendelsesområder. Det er prosjektert et stort pukkverk, det såkalte Noran prosjektet, ved Jøssingfjorden basert på eksport av nedknust stein til Storbritannia.

De to bedriftene Norwegian Holding A/S og Veidekke A/S ved Hellvik i Egersund solgte totalt ca 350 000 t anortositt i 1992 som lyst tilslagsmateriale i veidekker og 30 000t nedmalt materiale til keramikk formål. Tilslagsmaterialet eksporteres vesentlig til Tyskland og Danmark.

I tillegg er kjent en rekke anortositter i Vest Norge, i Lofoten - Vesterålen og en rekke forekomster spredt i landet forøvrig. I andre deler av verden finnes også tilgjengelig store anortosittforekomster, men kun begrensede partier av disse har kvaliteter som er på høyde med de beste norske.

Apatitt

Apatitt, $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{F}, \text{Cl}, \text{OH})$, er en viktig kilde for fosfor i fremstilling av kunstgjødsel. Den eneste kjente fosforkilden av betydning i landet er Kodal apatitt - ilmenitt - magnetitt forekomst i Andebu, Vestfold. Den ligger innenfor Oslofeltets dypbergarter og er dannet ved segresjonsprosesser i magma. Forekomsten er boret opp og planlagt for drift av Norsk Hydro, men ble ikke satt i drift da den falt uøkonomisk ut i forhold til importert apatitt. Kodalen har en malmreserve på 35 mill t med underjordsmalm som består av gjennomsnittelig 17% apatitt, 40% ilmenomagnetitt, 8% ilmenitt. Alternativt har forekomsten 70 mill t som dagbruddsmalm med noe lavere gehalter. Forekomsten er også en betydelig kombinert ressurs av jern, titan og fosfor og betraktes som en reserve som kan komme i drift dersom prisene forandrer seg endel.

Beryllium

Ved Borvedåga nær Høgtuva fjellet i Rana opptrer en 0,2x8 km stor linse med radioaktive prekambriske gneiser. Innenfor dette området er det oppboret og påvist en forekomst med 400x20m utgående med 350 000t med 0,18% beryllium. Malmen er i tillegg til Be anriket på U, Th, Zr, Nb og andre grunnstoffer, sideberget til den Be-anrikede sonen er anriket på Y, Ce, La.. Forekomsten har en kompleks mineralogi og beryllium finnes hovedsaklig i mineralet fenakitt (Be_2SiO_4). Flotasjon kan oppkonsentere innholdet av BeO opp til ca 23%. Ved eventuell anrikning kan Y, Zr, U, La og Ce muligens produseres som biprodukter. Prosjektet ble drevet fram av NGU i samarbeid med Nordsulfid, Nordland Fylkeskommune, NTNf og Rana Utviklingsselskap i perioden 1980-1990, men ingen industriselskaper har foreløpig villet gå videre med forekomsten eller prosesseringen av malmen derfra.

Beryllium metall benyttes hovedsaklig i kopperlegeringer for å få den spesielle fjæregenskapen som trengs i elektriske brytere og kontakter. Markedet av beryllium er preget av små volumer og mange typer produkter med høye priser. Markedet preges av at et amerikansk selskap er

nærmest i en monopolsituasjon når det gjelder både råvare og metall produksjon. Fremstilling av beryllium oksid og -metall er en energikrevende og komplisert prosess.

Diamanter

Mineralet diamant består av karbon i en kubisk krystallstruktur med ekstremt faste bindinger. Diamant er velkjent for sin briljans som gjør den til det dyreste av alle smykkesteiner og et investeringsobjekt. I tillegg er mineralet det hardeste som finnes med hardhet 10 på Mohs skala, som gir diamanter som ikke har smykkesteins kvalitet en rekke industrielle anvendelser som slipemiddel.

De siste årene har det vært leting etter diamanter i området Kola halvøya, Karelia, Nord Finland, Nord Sverige og deler av Finnmark og Troms. Tre store internasjonale selskaper har vært aktører i dette området; det australske selskapet Ashton Mining, det britiske Rio Tinto Zinc og det kanadiske Monopros som er endel av Sør Afrikanske De Beers. Grunnen til interessen er betydelige diamantfunn først nær Archangelsk i Russland, i de sørlige deler av Kola halvøya og senere i sentrale deler av Finland. Det er også nylig påvist diamanter i elvesand på Finnmarksvidda. Området Kola halvøya, Karelia, Nord Finland, Nord Sverige og deler av Finnmark betraktes idag som det eneste grunnfjellsområdet i verden med de riktige geologiske karakteristika for diamanter, som ikke er systematisk prospektert for mineralet.

Diamanter er knyttet til bergarten kimberlitt som trenger gjennom eldre grunnfjellsbergarter som et rør. Diamanter er kun stabile ved trykk - temperaturforhold som tilsvarer et dyp på over 150 km. For å få kimberlitter med diamanter må smelten i kimberlittbergarten komme fra minimum dette dypet og transporteres opp gjennom grunnfjellsbergarter der jordskorpen er tykkest. Disse geologiske forhold finnes bare i de stabile grunnfjellsområder med de eldste arkaeiske bergarter (mer enn 2500 millioner år gamle). I Norge finnes slike bergarter i Øst Finnmark, på Finnmarksvidda og i Vesterålen.

Det er så langt ikke kjent at det er funnet kimberlitter i Norge, men det nye diamantfunnet indikerer et potensiale for funn.

Det første sikre funnet av diamanter ble gjort av NGU i 1993 på øya Fjørtoft nær Ålesund. Dette er mikrodiamanter med størrelser på ca 10 mikron. De ble funnet i sterkt deformerte gneisbergarter nær eklogittiske bergarter som er blitt utsatt for spesielt høyt trykk og temperatur nede i rota av den kaledonske fjellkjede. Diamantfunnet er foreløpig geologisk dårlig undersøkt, men en antar at mulighetene for å finne økonomiske diamantforekomster av denne typen er små.

Feltspat

Feltspat er fellesbetegnelse for en gruppe silikatmineraler med vekslende kjemisk innhold.

Alkalifeltspat ((K,Na)AlSi₃O₈) er en blandbar serie mineraler med natrium (albitt) og kalium (kalifeltspat) som endeled. Plagioklas ((Na,Ca)Al(Al,Si)Si₂O₈) er en blandbar serie mineraler med natrium (albitt) og kalsium (anortitt) som endeled. Albitt har ofte betegnelsen natronspat som kommersielt produkt.

Feltspat var en betydelig eksportvare i forrige århundre da utvinningen foregikk fra pegmatitter spesielt på Sørlandet og i Nordland. Den siste stykkfeltspat-produksjonen var fra Håkonhals forekomsten i Tysfjord, som la ned produksjonen i 1991. Bare to produsenter av feltspat finnes idag, det er fra Glamslandforekomsten i Lillesand og fra en pegmatitt på Langøy ved Kragerø.

Viktigste anvendelser for feltspatprodukter er: glass, keramikk, porselen, keramiske fliser, glassfiber, sanitærporselen, elektrisk porselen, glasurer og som abrasiv, videre benyttes det som filler i maling, plast, sparkel o.l. Høyren kalifeltspat benyttes i kunstige tenner.

Glamsland i Lillesand

Glamsland anlegget til North Cape Minerals A/S ved Lillesand er den eneste vesentlige feltspat produsenten idag. De produserer kalifeltspat, plagioklasfeltspat og kvarts, produksjonen i 1994 var henholdsvis 23 000t, 40 000t og 25 000t. En venter en produksjonsøkning fra totalt 88 000t i 1994 til 95 - 100 000t i 1995. Omsetningen i 1994 var 42 mill kr og antall ansatte, inkludert utskipningsanlegget var 35, i tillegg kommer salgsavdelingen i Oslo.

Råmaterialet er en pegmatitt eller en grov skriftsgranitt som inneholder 30% kalifeltspat, 40% plagioklas, 27-28% kvarts og 2-3% biotitt, muskovitt, kloritt og granat. Pegmatittene opptrer som uregelmessige kroppar som intruderte for 940 mill år siden i de 1200 millioner år gamle prekambriske gneisene. Selve pegmatittkroppene er små og må drives ut forsiktig for å unngå innblanding fra sideberget.

Bergarten knuses og males ned og den floterer deretter til tre hovedprodukter. Flotasjonen er komplisert da en ønsker relativt grovekornige sandfraksjoner (0,5mm) for glassproduktene, flotasjonen krever en rekke kjemikalier for å gi tilstrekkelig rene produkter.

Forholdet mellom mineralene i råmaterialets vil nødvendigvis være omtrent det samme som forholdet mellom produktene etter oppredning, men dette stemmer imidlertid ikke alltid med etterspørselen. I perioder har det derfor blitt lagre av natronfeltspat på grunn av liten etterspørsel. Dette har de siste årene snudd slik at nå er etterspørselen etter natronfeltspat større enn de kan levere.

Kalifeltspatproduktene selges til porselen og keramikk produksjon. Natronfeltspat benyttes i glass og sanitærporselen. Natronfeltspat er delvis en konkurrent til nefelinsyenitt i glassproduksjon, den selges 25% billigere enn nefelinsyenitt. Hoveddelen av produktene selges i Nord Europa. For nærmere omtale av kvartsproduksjonen se avsnitt om kvarts.

S.Lunø produserte 7000t natronfeltspat fra Kjørånn pegmatitten på Langøy ved Kragerø. Det selges to sorteringer, en hvit kvalitet for porselen og en farget for flisproduksjon, prisen for produktene er henholdsvis ca 150 og 120 kr/t f.o.b..

Kvalitetskrav

Feltspat brukes som kilde for Al_2O_3 , Na_2O og/eller K_2O i glassmelter, der alkaliene opptrer som fluksmiddel for silika og alumina øker formbarheten av smelten. I keramikk opptrer feltspat som fluksmiddel og i begge produkter bidrar den med SiO_2 .

Kvalitetskravene for feltspat produkter varierer mye. Og ofte selges blandingsprodukter av plagioklas, kalifeltspat og kvarts til keramikk eller glass produksjon. I keramikk ønskes høyest mulig kaliuminnhold, og lavest mulig jerninnhold (<0,07%). I glass tolereres mange kjemiske sammensetninger, vanlig krav er 4-6% K_2O , 5-7% Na_2O , ca 19% Al_2O_3 og lavest mulig jerninnhold (<0,08% Fe_2O_3). Plagioklas foretrekkes i glass, mens kalifeltspat foretrekkes i keramikk og porselen. I fillere er hvithet, oljetall, lavt kvartsinnhold og kornfordeling viktig. Feltspat produktene fra Glamsland holder høy kvalitet og benyttes i keramikk og glass. Keramikk kvalitetene av kalifeltspat og plagiokals inneholder mindre enn henholdsvis 0,07% og 0,08% Fe_3O_2 . Beste kvalitet har 12% K_2O , mens standard produktet har 10,5% K_2O . Prisene for produktene er i størrelsesorden 600kr/t for kalifeltspat, 300kr/t for natronfeltspat og 250-300kr/t for kvartsen.

Marked

Tidligere ble mye omsatt som stykkfeltspat, men dette har hatt en sterk tilbakegang de senere år, da sandige produkter nå dominerer glass- og finmalte produkter dominerer keramikkproduksjon.

Feltspatmarkedet er begrenset i størrelse men øker jevnt med forbruket av keramiske materialer og glass og er avhengig av generelle konjunkturer. Viktigste konkurrent er feltspatisk sand og nefelinsyenitt.

Geologisk potensiale

Pegmatitt forekomster finnes det relativt rikelig med på Sørlandet, i Telemark og i Nordland. Disse forekomstene kan være gode nok som materiale for flotasjonsfeltspat, men markedet tilsier at det kan være vanskelig å etablere en ny produksjon i tillegg til Glamsland.

Store ressurser av kalifeltspat bergart finnes i Tysfjord området, større områder med 10-11% K_2O med 85% kalifeltspat er påvist. Reservene er interessante, men bergarten er relativt finkornig noe som kan gi oppredningsproblemer.

Den store etterspørselen etter albitt (plagioklas) gjør at de store albittmassivene i Kragerø - Bamble området bør vurderes som råstoff. Dersom en enkel, tørr oppredningsprosess kan gi tilfredstillende produkter kan dette være interessant for fremstilling av relativt rimelige albitt konsentrater.

Grafitt

Grafitt er et svart til gråglinsende mineral som består av karbon, det er bløtt (hardhet 1-2) og er en utmerket leder for varme og elektrisitet. Det har gode egenskaper som ildfast materiale med smeltepunkt på 3650°C, er motstandsdyktig mot kjemikalier, temiske sjokk, krymping og oksydasjon.

Mineralet omsettes som tre hovedprodukter;

amorf eller mikrokrystallin grafitt benyttes i metallurgisk støpemasse, maling, batterier og blyanter.

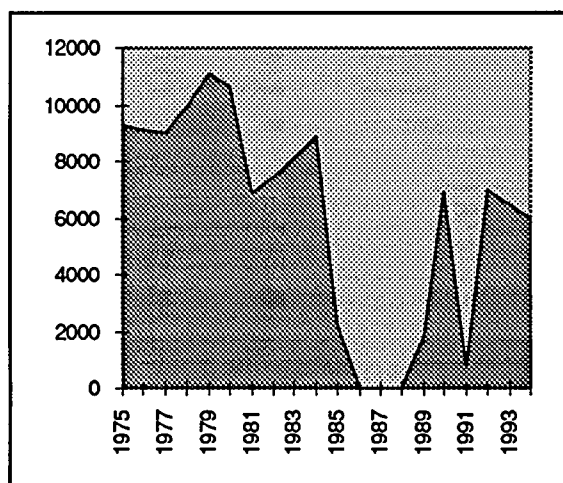
Krystallin grafitt benyttes som bremseklosser, smøremidler, etc.

Flake grafitt er grovkornig mineralkonsentrater som brukes i ildfaste materialer i smeltedigler, retorte og støperiutstyr som friksjonsmaterialer og smøremidler.

Skaland grafitt

Skaland grafittgruve på Senja er eneste grafittprodusent i landet. Etter brannen i 1985 har gruva vært gjennom en turbulent periode med gjenoppbygging og skifte av eiere fra Arco til Krophmühl og videre til Elkem. Gruva eies i dag av Norway Group som er en konstellasjon 50% norske kapital og 50% utenlandske selskaper som distribuerer grafitt i Europa.

Produksjon for 1994 var 6000t, omsetningen var på 16,5 mill kr. Staben har vært ca 32 ansatte. Produksjonen har ligget på dette nivået i perioden 1992-1994. Det har vært vanskelig for Skaland å komme opp mot det gamle produksjonsnivået på 10-15000 t/år, fordi kundene skiftet leverandører etter brannen, og ikke uten videre ville komme tilbake som kunde når produksjonen startet opp igjen 7 år senere.



Figur 8. Produksjon av grafitt-konsentrat fra Skaland grafittgruve i perioden 1975-1994.

Prospektering av Arco etter brannen påviste 480 000t med 30% grafitt malm. Malmen er en prekambrisk, høymetamorf grafitt-skifer med form som 5-7m mektige plater. Malmen har i forhold til konkurrentene en høy andel flake grafitt og et høyt totalinnhold av karbon. Elkem bygd om oppredningsverket for å forbedre produktkvalitetene. Det produseres 4 hovedkvaliteter og en rekke underkvaliteter av disse igjen. Flake kvalitet har grafittkorn større enn 150 mikron med 93-95% C og er beste kvalitet, videre produseres to medium kvaliteter med kornstørrelser 110-150 mikron og 75-110 mikron

og en pulverkvalitet mindre enn 75 mikron med 85-90% karbon. Prisene levert kunde er ca 3500 kr/t for flake kvaliteter og ca 1800 kr/t for pulverkvaliteter, fraktomkostningene som ligger i disse prisene er i størrelsesorden 800-1000 kr/t.

Grafitt fra Skaland benyttes til ildfaste materialer i metallurgisk industri og til tørrelementbatterier. Grafittmarkedet svinger i takt med konjunktorene i stålindustrien da de viktigste bruksområdene er i ildfaste masser, ildfast stein og støpesand for metaller. Markedet for grafitt har vært vanskelig de senere årene, siden 1991 har en hatt en prisnedgang på 30-50%. Dette skyldes at kineserne kom tilbake i markedet etter flere år med produksjonsstans på grunn av tørke, i disse årene hadde det blitt etablert nye gruver i Canada, som førte til en overproduksjon og prisfall.

Marked og reserver

Grafitt er et høyt priset industrimineral, noe som delvis skyldes at produktene selges i små kvanta og med nøyaktige spesifikasjoner som krever en relativt omfattende oppredning. Totalt produseres i overkant av 600 000t/år i verden, det vil si at det er et lite produkt. Mesteparten av kundene er små og de krever produkter som er nøye tilpasset egne produkter, kundene er derfor «trofaste» mot sine leverandører, noe som innebærer at det er vanskelig å etablere seg som produsent.

Kina, Brasil, India, Uzbekistan, Ukraina, Sør Korea Madagascar og Mexico er de største produsenter, men en rekke land har mindre produksjoner.

Grafittskifre er relativt vanlig forekommende bergarter, men høy kvalitetsgrafitt er bare knyttet til høymetamorfe bergarter som har vært utsatt for såkalt granulitt facies metamorfose. Det er spesielt området rundt Skaland på Ytre Senja og på Langøya i Vesterålen som er kjent for forekomster av grafitt.

Reservene på Skaland er betydelige; det er påvist 480 000t med 30% grafitt i gruveområdet, sannsynlig malmreserver er betydelig mer. På Langøya er det påvist i størrelsesorden 200 000t med grafitt med 20% karbon, disse forekomstene er av tilsvarende kvaliteter som på Ytre Senja. Undersøkelser der har foregått i perioden 1992-1995 og har vært et samarbeid mellom NGU og Norwegian Holding. Grafitt opptrer også en lang rekke steder innenfor kaledonske bergarter fra Trøndelag til Troms, men en når her ikke opp i den metamorfosegrad som er nødvendig for å lage økonomisk interessante forekomster. Flakig grafitt er også kjent som små forekomster i Gjerstad nord for Risør og ved Rendalsvik i Holandsfjorden i Nordland.

Granat

Granat er en serie silikatmineraler, der granaten almandin ($\text{Fe}_3\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$) er den vanligste varianten, og den eneste som utnyttes kommersielt. Minerallet har høy hardhet (Mohs hardhet 7,5) og egenvekt 3,9-4,2 g/cm³. Vanligste anvendelser er som abrasiv, til sandblåsing og vannfiltrering. Kvalitetskrav til granaten er knyttet til kornform, kornfordeling, egenvekt, inneslutninger av andre mineraler og lavt kvartsinnhold. Markedet for granat er tradisjonelt lite i Europa i forhold til i USA. Det ventes en betydelig økning i behovet for sandblåsingssand i Europa på grunn av miljøkrav i forbindelse med sandblåsing med slagg, og til dette formålet er

granat velegnet. Faren for silikose ved bruk av kvartssand og at granat kan til en viss grad resirkuleres etter sandblåsing er positive signaler for bruk av granat.

Eklogitter inneholder opptil 40% granat og er derfor et aktuelt råstoff (se kapitel om titanråstoffer). I forbindelse med rutilprospektering i eklogitter har granat vært vurdert som et mulig biprodukt. Interessenter har de senere årene jobbet for å sette i drift en granatrik eklogitt på Nerlandsøy i Ulsteinvik. Flere eklogitter i Volda og Sunnfjordområdet er også vurdert som råstoff for produksjon. Granat fra sandforekomster eller andre bergarter kan også være aktuelle råstoffer.

Karbonatråstoffer

De viktigste karbonatmineralene i Norge er kalkspat og dolomitt.

Mineralet kalkspat eller kalsitt, CaCO_3 er et vanlig bergartsdannende mineral som opptrer i en rekke forskjellig type bergarter. Kalkstein er en sedimentær bergart med mer enn 50% karbonat der kalkspat dominerer over dolomitt, $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ som viktigste karbonat. Rene kalksteiner har over 95% CaCO_3 , men alle graderinger av kalksteiner finnes. Metamorfe kalksteiner kalles marmor eller kalkspatmarmor. Marmor benyttes som betegnelse for bygningsstein og betyr da en bløt bergart som kan skjæres og poleres. Kalsiumkarbonat benyttes som kommersiell betegnelse på rene, finmalte mineralprodukter med mer enn 95% kalkspat.

Tilsvarende definisjoner brukes om bergarten dolomitt, der dolomitt er det dominerende karbonatmineralet i en karbonat bergart med mer enn 50% karbonat. Bergarten kalles vanligvis det samme som minereralet; dolomitt, mens dolomittmarmor benyttes som betegnelse for metamorfe utgaver av dolomittdominerte bergarter. Geologisk sett regnes dolomittmarmor å være dannet ved omvandling av kalksteiner enten ved tilførsel av magnesiumrike løsninger fra sjøvann like etter dannelsen av bergarten, eller ved tilførsel av magnesiumrike løsninger på et senere tidspunkt.

Kalkspat har egenvekt på $2,7 \text{ g/cm}^3$ og med hårdhet 3 på Moh's hårdhetsskala skala, mens dolomitt har egenvekt $2,8\text{-}2,9 \text{ g/cm}^3$ med hårdhet 3,5-4.

Kalkstein

Kalkstein er et av verdens viktigste industrimineral, bare byggeråstoffene sand/grus og pukk omsettes i større kvanta enn kalkstein. I Norge produseres omlag 4,5 mill t kalkstein pr år, for 1994 tilsvarer det en omsetning i overkant av 850 mill kr. Av dette tallet er 600 mill kr knyttet til Hustadmarmors produksjon av kalsiumkarbonat fillere, nesten alt går til eksport. Norge importerer endel kalkstein til kjemisk / metallurgisk formål. Odda smelteverk importerer 166 000 t fra Storbritannia til kalsiumkarbid produksjon. Den største tonnasje går til sementproduksjon, jordbrukskalking og kjemisk-metallurgisk bruk på hjemmemarkedet. Kalkstein og dolomitt utgjør de viktigste råstoffene for fremstilling av sement og magnesium metall, og danner dermed også grunnlag for en norsk industri med milliardomsetning.

Kalkstein har flere anvendelsesområder enn noe annet mineral og omsettes i et stort prisspekter; som nedknust masse for 30-40 kr pr t opp til mikroniserte fillerprodukter for over 1200 kr pr t. De viktigste bruksområdene er:

Byggeråstoff. Kalksteiner brukes over hele verden til monumenter, skjærte og polerte plater og fliser, som nedknust materiale til pukk, singel, veimateriale, i betong osv. Den benyttes som bindemiddel i mur, kalkfarge og lettbetong.

Sement. Kalkstein utgjør ca 85% av råmaterialet i sementproduksjonen.

Kjemisk og metallurgisk industri. I produksjon av jern, stål og andre metaller brukes kalkstein som slaggdanner i produksjon av alkalier, glass, soda, gjødsel, kalsiumkarbid som fluxmiddel i en rekke prosesser. Kalksteinen benyttes i kjemiske prosesser oftest som brent kalk (CaO) eller lesket kalk (Ca(OH)₂). Til nøytralisering av kjemikalier eller avfall eller pH regulering i prosesser, rensing og avsvovling av gasser, sukker rafinering osv.

Filler. Nedmalte kalkstein benyttes som bulkfiller eller ballast i sparkel, asfalt, teksturell maling, lim, og teppe baksider. Som funksjonell filler benyttes kalsiumkarbonat i papir, maling, plastikk og gummi. I europeisk papirproduksjon er kalsiumkarbonat det viktigste filler og bstrykningsmiddel. Maling er det nest viktigste fillermarkedet for kalsiumkarbonat, mens innenfor plastikk står mineralet for 30% av det totale forbruk av fillere.

Landbruk og miljøforbedring. Kalkstein er det vanligste jordforbedringsmidlet, den øker pH i jorda og tilfører kalsium. I skogbruk benyttes det av samme grunn. Totalt ble det brukt 352 000 t kalkingsmidler i landbruket i 1994. Bruken av kalkingsmidler har gått betydelig ned fra 400-500 000 t pr år på 80-tallet. Kalking av vassdrag gjøres for å redusere forsuring av vannet som kan skyldes sur nedbør eller naturlig forsuring.

Hustadmarmor A/S

i Elnesvågen ved Molde er den bedriften innen norsk bergverksindustri som i dag har størst omsetning. I 1994 var produksjonen 1 mill. tonn fillerprodukter til en omsetningsverdi på ca. 600 mill. kr. Bedriften har ekspandert fra en produksjon på ca. 200.000 tonn i 1984 og har planer for en økning av denne opp til 2,1 mill. tonn innen år 2000.

Hustadmarmor A/S er idag verdens største produsent av kalkspatfillere og dekker ca. 30 % av det europeiske markedet. Hustadmarmor A/S eies av den sveitsiske Omya gruppen (Plüss-Stauffer AG) og Hustadkalk A/S.

Råstoffet henter bedriften fra de prekambriske kalkspatmarmor dragene i området Fræna - Eide. I dette området er det 4 forskjellige gruver: Visnes, Langnes, Naas og Tverrfjellet. Den sistnevnte drives av Hustadkalk A/S, mens de andre drives av lokale eiere som selger kalkstein til Hustadmarmor. Totalproduksjonen i disse gruvene var i 1994 ca. 1,2 mill. tonn.

Råstoffet fra de ulike gruvene foredles i bedriftens teknisk meget avanserte anlegg og produktene går i hovedsak til produksjon av papir. Kravene til produktkvalitet er både strenge og nyanserte. De viktigste kravene stilles til mineralogisk og kjemisk sammensetning, hvithet, kornfordeling (siktekurver), kornform, overflateareal og overflateladning.

For å tilfredsstille kravspesifikasjonene til de ulike papirprodusentene leverer bedriften i dag opp til 20 forskjellige produkter. Produkter som varierer med hensyn til mineralogisk og kjemisk sammensetning, hvithet, kornfordeling, overflateareal og overflateladning. De finest nedmalte produktene har en gjennomsnittsstørrelse (d_{50} verdi på siktekurven) på 0,2 mikron. Produktene har mer enn 99,8% kalkspat og hvitheter på minst 95%. (Hvitheter måles i forhold til en standard av bariumsulfat som er 100%). Papirfabrikantene setter meget strenge krav til spesifikasjonene og til renhet i de store papirmaskinene som løper kontinuerlig med en fart på opptil 100km/t. Kalkspatpartiklene skal fylle opp mellomrommet mellom cellulosefibrene og sparkle overflatene på papiret så det blir glatt. Små feil i viskositet, kornfordelinger eller innslag av andre mineralkorn kan føre til uønskede og kostbare stopp i produksjonen.

Produksjonen er meget energikrevende, Hustadmarmor brukte 190 Gwh i 1994, og med det ønskede produksjonen ønsker de nå tilgang til 350 Gwh pr år. Det er nedmalingen ved mikronisering til de fine kornstørrelsene som er den mest energikrevende delen av produksjonen. Forbruket av kraft på dette anlegget kan sammenlignes med det som går med i et av våre ferrosilisium smelteverk.

Største delen av produksjonen går til papirprodusenter i Nord Europa. 11 kjemikalietankskip på 2400 - 8700t går i skytteltrafikk til Omyas tankanlegg i Finland, Sverige, Tyskland, Nederland og Storbritania. Produktene transporteres som slurry med et vanninnhold på 20-30%. Fra tankanleggene transporteres produktene videre med tankbiler og med jernbane ut til kundene.

I 1994 åpnet Norsk Marmor A/S som er et datterselskap av Hustad Kalk A/S, gruvedrift på to kalksteinsforekomster (Hundkjerka og Trovika) i indre Velfjord, Brønnøy. Planlagt uttak er 300 000t pr år, men det vil trolig bli øket.

Hustadkalk A/S har begrenset tilgang på kalk i Eide - Frænaområdet og selskapet jobber derfor aktivt for å starte råstoffuttak andre steder langs kysten som kan transporteres til fabrikk i Elnesvågen.

Aker Norcem produserer sement basert kalksteinene i Dalen - Kjørholt i Eidanger og Bjørntvedt gravene ved Porsgrunn og fra kaledonske kalkspatmarmor i Kjølsvik i Tysfjord. Produksjonen i 1994 var totalt 2.510 000t fordelt på 885 000t fra Dalen, 910 000t fra Bjørntvedt og 715 000t fra Kjølsvik. Regnet med en tonnpris på 60 kr/t gir denne delen av produksjonen en omsetning på 150 mill kr. Total verdi av sementproduksjonen beløper seg til størrelsesorden 850 mill kr pr år. Årlig sementforbruk i Norge er 1,1 mill t, i tillegg eksporteres 5- 600 000t. Sementproduksjonen har økt noe de siste årene, dette skyldes hovedsaklig eksport fra Kjølsvik til USA. Norcem har i praksis monopol på sementproduksjon og omsetning i Norge. De er eierallianse med det svenske Scancem og det britiske Castle Cement. Norcem har betydelig eierinteresser i det finske sement og mineralselskapet Partek.

Driften av kalkstein til Brevik-produksjonen foregår fra de to gruvene Dalen - Kjørholt og Bjørntvedt. Dalen - Kjørholt gruen ligger like ved fabrikk i Brevik. Dette er en underjordsgruve der man driver på en nesten flattliggende kalkstein fra ordovisium perioden. Kalksteinen faller med 13° mot øst og en har nå jobbet seg ned til nivå 135 meter under havet, fortsettelsen av gruen kommer til å ligge under selve Eidangerfjorden. Gruven drives etter rom og pilar metoden der 30% av det aktuelle laget tas ut i bergrom som er 7,5m høye og 15 m brede. Kalksteinen er opprinnelig dannet som kalkslam og er svakt kontaktmetamorf, den inneholder ca 90% CaCO₃.

Ved Bjørntvedt i Porsgrunn drives det på fra en flattliggende korall-kalkstein fra silurperioden Kalksteinen inneholder ca 72% CaCO₃. Kalksteinen er tidligere benyttet som bygningsstein da fossilinnholdet gjør den dekorativ.

I produksjonen blandes de to kvalitetene kalkstein for å øke silika innholdet i Brevik-kalksteinen. I sement er 95% av råmaterialet kalkstein. Kalkstein pluss riktige porsjoner silika, alumina og jern oppvarmet til 1480°C danner kalsium aluminium-silikat klinker, tilskuddet av 3-5% gips og nedmaling gir den ferdige sementen. Gips benyttes som retarder for å sinke størkningen av betongblandningene. For å få den riktig kjemisk sammensetning tilsettes endel kvartsitt fra Kragerø området, importert bauxitt og gips samt kisavbrann (jernhydroksid) fra Borregaard. Det mineralske materialet males ned til sement-finhet før det forvarmes og mates inn i ovnen. Denne blandingen brennes i en motstrøms tunnelovn, som energikilde benyttes finmalt kull, tungolje og gamle bildekk. Sementproduksjon er en god anledning til å bli kvitt uønskede materialer som oljer, kull og kisavbrann med høyt innhold av tungmetaller eller gamle bildekk. Prosessen kan også brukes til å dekomponere farlige kjemiske stoffer ved høy temperatur.

Verdalskalk A/S eies av Franzefoss Bruk A/S, danske Faxe Kalk og finske Partek Minerals Oy AB. Disse tre selskapene distribuerer kalksteinen i sine respektive land. Produksjonen i 1994 var 285 000t av dette ble 115 000 t eksportert til Finland, Sverige og Danmark.

Bruddet ligger i Tromsdalen i en relativt ren kalkstein (figur 9) av kaledonsk alder med lav metamorfosegrad. Den har hovedsaklig en blågrå farge, som nedmalt gir en hvithet på 83%, men det finnes lysere partier som gir hvithet 90%. De lyseste partien benyttes som fyllstoffer, mens resten anvendes i stålproduksjon og andre metallurgiske formål, mineralfibre, sukker, papir, fyllstoff i tepper, i landbruket og som råstoff for Verdalkalk sin egen produksjon av

CaCO ₃	98,8%
MgCO ₃	1,05%
SiO ₂	0,34%
Al ₂ O ₃	0,12%
Fe ₂ O ₃	0,042%
Na ₂ O	0,019%
TiO ₂	0,006%
K ₂ O	0,032%
S	0,014%

Figur 9. Kjemisk sammensetning av kalkstein fra Verdalskalk A/S.

brent kalk (CaO) på Hylla.

Kalksteinen er ikke hvit nok i uforedlet tilstand til at den kan brukes som fyllstoff i papir, dette skyldes innholdet av organisk materiale. Bergartene har en lave metamorfosgrad som gjør at det organiske materialet ikke er blitt oksydert vekk eller er blitt omvandlet til krystallin grafitt. Det organiske materialet er ikke mulig å fjerne ved vanlig oppredning.

Brent kalk fra Verdalskalk benyttes som råstoff for produksjon av kjemisk utfelt kalsiumkarbonat (precipitated calcium carbonat - PCC) i både Finland og Sverige. PCC benyttes som fyllstoff og bestrykningsmiddel i papir og er en konkurrent til naturlige nedmalte kalkspatprodukter som produseres av bl.a. Hustadmarmor. PCC produseres ved at kalken brennes til CaO som løses i vann og deretter tilsettes

CO₂ under nøye kontrollerte betingelser slik at en kan felle ut kalkspatkorn med ønsket kornform, kornstørrelse og kornfordeling. Fabrikkene ligger ved papirprodusentene slik at de kontinuerlig kan produsere ønskede kvaliteter til papirmaskinene. Verdalskalk leverer CaO fra sitt anlegget på Hylla til dette formålet. PCC produsentene har strenge krav til kjemisk renhet på råstoffet og kalksteinen til Verdalskalk er en av de få i Nord Europa som tilfredsstiller disse kravene.

En rekke andre kalksteinsprodusenter som for eksempel Franzefoss Bruk A/S i Bærum, Sande i Vestfold, Breivik Kalkverk ved Larsnes, Glærum kalksteinsgruve i Surna, Hole Kalkverk på Toten, Steen Kalkbrenneri ved Hamar og en rekke andre mindre kalkverk selger nedmalte kalkprodukter til landbruks- og hagebruksformål, til vassdragskalking og noe til kjemisk og metallurgisk industri.

Dolomitt

Dolomitt er i ren form en monomineralsk bergart bestående av kalsium-magnesium-karbonatmineralet dolomitt, CaMg(CO₃)₂. Dolomitt har en rekke anvendelser, men bruksområdene er noe færre enn for kalkstein spesielt til bruk som fyllstoff da dolomitt er et betydelig hardere (H=3.5–4, Moh's hardhetsskala) og mer abrasivt mineral enn kalkspat (H=3), og av den grunn er det kun kalkstein som benyttes ved tilsetning til papir. Dolomitt har en rekke anvendelsesområder:

*Dolomitt benyttes sammen med sjøvann for å fremstille magnesium metall av Norsk Hydro.

*Råstoff for produksjon av ildfaste materialer. Råstoffet kalsineres ved 900-1000°C for å danne CaO og MgO, for å oppnå tilstrekkelig tetthet av klinkeren er det nødvendig å sintre dolomitten på 1600-2000°C.

*I glassproduksjon benyttes dolomitt som fluxmiddel og som magnesiumkilde når det er ønskelig. Kravene til kjemisk innhold er spesielt strenge i flatglass produksjon.

*Fyllstoff i maling, plast, gummi, primere, gulvbelegg og gulvtepper etc.

*Jordforbedringsmiddel, øker pH verdien i jord, tilfører kalsium og magnesium.

Total produksjonen i 1994 av dolomitt var 807 000t fordelt på fire gruver som var i regelmessig drift. Omsetningen knyttet til dolomitt var trolig i størrelsesorden 120 mill kr. Produksjonen av dolomitt har økt jevnt fra ca 600 000t i 1991 til det nåværende nivå.

Franzefoss Bruk ved Hekkelstrand i Ballangen produserte 215 000t, hvorav 60% gikk til industriformål og resten gikk til landbruksformål. Fillerproduktene benyttes til en rekke industriformål, noen av kvalitetene er høyhvite (95 % reflektans verdier). Til landbruksformål leveres både nedmalt og granulert dolomitt.

Norwegian Holding A/S sitt selskap Hammerfall dolomitt A/S produserer i Løgvælen og Hammerfall- forekomstene i Fauske området samt Seljeli i Vefsn. Produksjonen i Hammerfall var 183 000t, Løgvælen 356 000t og Seljeli 53 000t. Hammerfall dolomitt solgte 103 000t stykk-dolomitt til Norsk Hydro til magnesium metallproduksjon i Porsgrunn, resten gikk til Norwegian Talc's formalingsanlegg i Knarrevik ved Bergen og til diverse formål i Nord Europa. I Knarrevik fremstilles nedmalte og mikroniserte fyllstoffprodukter. Nedmalte dolomittprodukter brukes til maling, primere, gulvbelegg, plastikk, jordbruksformål, mm. Fra Seljeliforkomsten ble det levert 38 000t til brenning for bruk som slaggdanner i Mo i Rana og 15 000t som råmateriale for Rockwools produksjon av steinull.

Ved Børselv i Porsanger har en entreprenør periodevis tatt ut dolomitt for bruk som jordforbedringsmiddel lokalt i Finnmark. I tillegg er det et begrenset uttak av dolomitt i Ertenvågen i Gildeskål.

Ressursene av dolomittmarmor er store både i Nordland og Troms. Porsangerdolomitten i Finnmark er en meget stor ressurs, men kvaliteten er her generelt dåligere enn i Nordland og Troms.

Granåsen forekomsten i Vefsn er godt undersøkt med boringer i regi av Vefsn Utbyggingsselskap og NGU. I tillegg er det gjort omfattende produktutviklingsarbeider for å finne anvendelser for ressursen's innhold av dolomitt og brucittførende dolomitt (brucitt, $Mg(OH)_2$). Det har ikke vært mulig å påvise tilstrekkelig tonnasje med akseptable brucittgehalter til at ressurser kan settes i produksjon. Oppredning av brucitten har også voldt endel problemer, en har testet flere alternativer med selektiv flokulering, gravitativ separering og flotasjon. Undersøkelser av SINTEF og NGU har vist akseptable sintringsegenskaper for direktebrenning til ildfast stein både av dolomitt fra Granåsen og Seljeli forekomstene. Bergarten er også aktuell for produksjon av smeltedolomitt. Boringene i området antyder reserver på 80-100 mill t dolomittmarmor.

Ertenvågen forekomsten i Gildeskål har i senere år produsert noe dolomitt til magnesiumproduksjon hos Norsk Hydro. Ved Ørtvann inne i gruveområdet til Rana Gruver på Storforshei tok man ut dolomitt til slaggdanner ved Jernverket mens man ennå fremstilte råjern i Mo i Rana. Tilsvarende ble det tidligere tatt ut kalkstein fra Øyjordbruddet.

Skjellsand

Skjellsand består av nedknuste skjellrester fra døde kalkdannende organismer. Det er en tradisjon i å ta opp skjellsand i de ytre strøk av skjærgården langs kysten og bruke denne som kalkingsmiddel i landbruk. Skjellsand i kommersiell betydning består av mer enn 85% karbonat. Viktigste anvendelse er som jordforbedringsmiddel, endel tørkede produkter benyttes som hønsefor og til hagebruk. Opptaket av skjellsand har i perioden 1980 til idag ligget stabilt på 100 - 150 000t pr år. Det ble omsatt 127 000t skjellsand som kalkingsmidler i 1994, og dette utgjør 36% av den totale bruken av kalkingsmidler i landbruket. Bruk av skjellsand har stor betydning for landbruket i kystområdene der en ikke har lett tilgang på andre kalkingsmidler. For opptak av skjellsand kreves konsesjon og det drives uttak i kystfylkene fra Aust-Agder til Nordland. De største uttakene er i Rogland, Vest-Agder, Hordaland og Sør-Trøndelag.

Kartlegging av forekomstene de senere år ved hjelp av seismikk har påvist ressurser som langt overstiger de behovene en ser i overskuelig framtid. Imidlertid vil miljørestriksjonene på uttak kunne begrense mulighetene for industriell utnyttelse.

Det finnes tre skjellsandfabrikker i Norge; Fosen Skjellsand, Bjugn i Sør Trøndelag, Hordaland Skjellsandfabrikk, Øygarden og Øgreid Skjellsandindustri, Søgne i Hordaland. Den sistnevnte er den største og produserer 7-8000t tørket skjellsand og ca 10 000t til jordforbedring. De tørkede produktene pakkes i sekker og benyttes til hønsefor, strøsand, hagebruk o.l. Bulkprodukter leveres til vassdragskalking og som jordforbedringsmiddel. Totalt tørkes og selges i størrelsesorden 15 000t skjellsand. Det antas at det er et potensiale for økt produksjon og eksport av disse produktene.

Markedsmulighetene for karbonater

Interessen knyttet til karbonatressurser er stor, og øket bruk spesielt av kalkspat som fyllstoff i papir fører til en voksende etterspørsel etter slike produkter i Europa og i verden forøvrig. Norge importerer dessuten årlig 200 000 tonn kalkstein til metallurgiske formål, først og fremst til fremstilling av kalsiumkarbid. Forbruket av karbonatbergarter til jordbruks- og miljøkontrollerende formål (kalking av jordbruksland, vassdrag og skog, nøytralisering av avløpsvann) har også et stort vekstpotensiale.

De mineralogiske, kjemiske og fysiske kravene til karbonat som fyllstoff er meget strenge, og forbehandling i form av oppredning eller kalsinering, oppløsning og gjennutfelling (precipitated calcium carbonate, PCC) er derfor vanlig. Utgangsmaterialene for disse to prosessene behøver ikke nødvendigvis være spesielt rene, men det er viktig å ha en god mineralogisk kontroll, i og med at oppredningsråstoff må ha urenheter i form av lett oppredbare mineraler. PCC-råstoff bør kun ha urenheter i form av organisk materiale og grafitt. Kravene til metallurgisk karbonat er først og fremst av fysisk karakter (styrke, termisk stabilitet og sintringsegenskaper).

Markedet for karbonatråstoffer kan naturlig deles i et hjemmemarked og et eksportmarked. På hjemmemarkedet dominerer høytonnasjeprodukter med relativt lav pris, d.v.s. karbonat til sementproduksjon, jordbruk, pH-nøytralisering av vassdrag og skog, til brent kalk og til ulike metallurgiske anvendelser (slaggdannelse, sveiseelektroder) og produkter (karbid og magnesium). Vekstpotensialet for hjemmemarkedet er trolig ikke spesielt stort, muligens med unntak av karbonat til jordbruks- og miljøkontrollerende formål. Forbruket av jordbrukskalk i 1992 var bare 70 % av gjennomsnittlig årsforbruk i perioden 1983–89, og dagens forbruk ligger ca. 150 000 tonn under behovet for vedlikeholdskalking. Kalkingsaktiviteten av vassdrag ligger også langt under behovet.

Eksportmarkedet domineres av fyllstoffer til papir, plast, gummi og maling. Kravene til renhet og homogenitet hos disse produktene gjør at forbehandling i form av mekanisk-kjemisk oppredning eller kalsinering, oppløsning og gjenutfelling (PCC) ofte er nødvendig. Prisen blir dermed tilsvarende høy, og produktene kan lettere tåle transport over lengre avstander.

Det synes å være et betydelig vekstpotensiale for karbonat som papir- og plastfyllstoff. Den forventede årlige økningen i etterspørselen etter kalsiumkarbonat til bruk som fyllstoff og bstrykning i papir er for Vest-Europa beregnet til å bli mellom 7–11 % fra dagens nivå på 3.4 millioner tonn. Denne store økningen skyldes strengere miljøkrav og overgang fra sur til nøytral eller basisk prosesskemi i papirfabrikkene. Kalsiumkarbonat erstatter delvis kaolin som tilsetningsstoff til papirmassen. Plastindustrien i Vest-Europa forbruker årlig ca. 1 million tonn Ca-karbonat, hvorav 7 % er PCC, og den forventede årlige økningen er på ca. 5 %. De betydelige forekomstene av karbonater i Norge innebærer et stort potensiale for lønnsom utvinning og foredling av karbonatbergarter for det Nord-Europeiske markedet. De mange høy-metamorfe og tildels meget rene marmorforekomstene betyr at potensialet er spesielt stort for framstilling av høyhvite fyllstoffer til eksport. Tilsvarende bergarter er sjeldne i de yngre flattliggende bergartene i England og på kontinentet, fra Danmark og sydover. Lengre sør i Europa finnes store forekomster av høyhvite kalkmarmor i Alpene, spesielt kjent er Carrara området i Italia hvor det produseres høyhvite filler produkter ved å mikronisere avfall fra blokksteins-produksjonen uten å gå veien om flotasjon. Store produsenter av kalsiumkarbonatfillere finnes også i Østerrike og Frankrike. Konkurransen mellom aktørene avgjøres ofte av leveringsdyktighet, distribusjonsnett, transportkostnader og oppfølging av kundene på kvalitet såvel som pris.

Norsk Hydro har etablert en magnesium metall fabrikk i Quebec, Canada som baserer seg på magnesitt som råstoff. Hydro's Mg-produksjonen på Herøya ble halvert i 1992 og det var den delen som var basert på importerte magnesiumsalter som ble stanset. Det er usikkert hvordan dolomitt vil bli vurdert som råstoff for Mg produksjon i framtida, da den nylig etablerte magnesitt prosessen er enklere og mindre energikrevende enn dolomitt/sjøvann prosessen.

Geologisk potensiale

Norge har store og geologisk sett varierende forekomster av karbonatbergarter. Lavmetamorfe og umetamorfe sedimentære karbonatavsetninger opptrer i Oslofeltet (kalksteiner fra Ordovicium og

Silur) og langs den kaledonske fjellkjederanden i Porsangerområdet og i Randsfjorden–Mjøsa-området. Marmorforekomster med høyere metamorfosegrad av senprekambrisk til silurisk alder finnes i mange av dekkeenhetene i den kaledonske fjellkjeden, spesielt i den øvre og i den øverste allokton i området fra Møre og Romsdal til Troms finnes de største og kvalitetsmessig mest interessante forekomster. De høymetamorfe forekomstene ved Eide på Nord-Møre og i Vestranden mellom Trondheimsfjorden og Vikna er trolig også av denne typen. Prekambriske marmorerte finnes blant annet i grunnfjellsvinduer mellom Kvænangen og Repparfjord og i Bambleområdet. Magmatiske karbonatbergarter (karbonatitter) finnes i Fensfeltet og i eruptivprovinsen i Vest-Finnmark. Mindre mineraliseringer av magnesitt opptrer i forbindelse med omvandlede ultramafiske bergarter. Betydelige avsetninger av skjellsand, delvis som gamle, nå oppløftede strandterasser og delvis i form av undervannsavsetninger finnes også i mange av våre kystområder.

Kvarts og kvartsitt

Kvarts (SiO_2) er det nest vanligste mineralet i jordskorpa og forekommer i de fleste typer bergarter. Kvarts har egenskaper som gjør det egnet til industriell bruk; det har høyt silisiuminnhold, danner glass ved smelting, har høy hardhet (7 på Mohs skala) og er meget motstandsdyktig mot varme og syrer. Mineralet benyttes derfor som råstoff for fremstilling av glass, keramikk og porselen. I metallurgisk industri benyttes det til ferrosilisium, ferrosilisium-mangan, siliko-mangan, ferrosilisium-krom, silisium metall, mikrosilika, ildfaste materialer og slaggdanner. Som fyller benyttes nedmalt kvarts i plast, gummi og maling. Andre anvendelser er som råstoff for vannglass (natriumsilikat) og silisiumkarbid, sement, som slipemiddel og til sandblåsing, innen halvlederteknologi, kvartsglass og fiberoptikk.

Vanlig benyttede råstoff er:

*Kvartssand fra strandsand-forekomster er internasjonalt det viktigste kvartsråstoffet.

*Kvarts fra pegmatitter og hydrotermale ganger, disse benyttes ofte som stykk kvarts til metallurgiske formål, eller som rensede sandfraksjoner for fremstilling av rene kvartskonsentrater.

*Kvartsitter eller sandsteiner benyttes for produksjon av stykkkvarts til metallurgiske formål.

Norge er verdens største eksportører av ferrosilisium, ferrosilisium-mangan, ferrosilisium-krom og silisium metall. Forbruket av kvarts i norsk industri er 1,2-1,5 mill t kvarts pr år, i 1994 var det 1,2 mill t. Norges produksjon har de siste årene ligget på ca 700 - 900 000 t og importen har vært i størrelsesorden 600 000 t. I 1994 ble det produsert 743 000 t kvartsprodukter fra 5 leverandører. Tilsammen hadde disse en omsetning på ca 78 mill kr.

Elkem Tana er største produsent og produserte 459 000t smeltekvarts 40-130mm og 53 000t 15-40 mm fra en bergfangst på 725 000t i 1994. Omsetningen var 52 mill kr. Kvartsitten selges hovedsaklig til norsk Fe-Si-produksjon. Gruvedriften foregår i dagbrudd i Leirpollen i Tana. Problemer med vinterdriften har ført til at nå åpner et nytt brudd som ligger lavere i terrenget for vinterdrift. Laget det drives på er toppnivået av et sen-prekambrisk kvartsittlag i den

såkalte Gamassfjellformasjonen. Dette laget er 40-75 m tykt og har stor utbredelse i Indre Tanafjord området. Det drivbare laget ved Elkem Tana sitt anlegg har 98,7% kvarts, 0,4-0,5% Al_2O_3 , 0,4-0,5% Fe_2O_3 og smelteegenskapene for kvartsitten er tilfredsstillende. Det finnes store kvartsittressurser med tilsvarende kvalitet i området, men forekomstene er ofte vanskelig tilgjengelige høyt til fjells. Flere uttaksteder nær Tanafjorden kan være aktuelle.

Elkem Mårnes i Gildeskål, Nordland produserer på en kaledonsk kvartsitt. I 1994 ble det skipet 105 000 t A-kvalitet med mindre enn 0,6% Al_2O_3 . Mesteparten, 78 000 t stykkvarts, gikk til Salten Verk. Elkem Rana tok 13 000 t til slaggdanner i ferro-kromproduksjon og 14 000 t subbus gikk til Aker-Norcem for sementproduksjon i Kjøpsvik. Det ble produsert 160 000 t B-kvalitet, med mer enn 0,6% Al_2O_3 , hvorav 22 000t gikk til Elkem Rana og 138 000t ble kjørt på fylling. Prisnivået f.o.b. for disse produktene var 90 kr/t for A-kvalitet smeltekvarts, 50kr/t for B-kvalitet smeltekvarts og 32 kr/t for subbus. Mårnesforekomsten er knyttet til et lag som faller inn under andre ikke drivverdige kvartsittlag. En må derfor nå fjerne masse over forekomsten for at den skal bli tilgjengelig. Det drivbare laget varierer fra 0,1-1% Al_2O_3 . Resevene av A-kvalitet oppgis til 800 000t, men driften for å ta ut disse reservene blir gradvis mer kostbar.

Litangen kvartsittbrudd ved Kragerø produserte 80 000t i 1994. Råvaren benyttes til silikomangan-produksjon hos Øye smelteverk.

Snekkevik kvartsittbrudd ved Kragerø tar ut 20 000t til Elkems silikomangan produksjon og Norcems sement produksjon, i tillegg tas ut 60 000t til pukk formål.

North Cape Minerals ved Glamsland, Lillesand (se feltspat, dette kapittel) produserte 25 000t ved flotasjon i 1994. Kvartsproduktene leveres som sandprodukter. De har 99,7% kvarts, mindre enn 6 ppm titan, 0,03-0,09% Al_2O_3 og mindre enn 0,01% Fe_2O_3 . Produktene selges til Norton for silisiumkarbid produksjon, til keramisk materiale, til glassfiber-produksjon og som råstoff for vannglass. Spesielle kvaliteter av vannglass som krever lave titaninnhold er et marked for kvartsproduktene, til vanlig vannglass benyttes kvartssand til lavere priser. Priser som oppnås for produktene ligger i området 200-300kr/t.

Vatnet kvarts i Bodø kommune produserer på en hydrotermal gang forekomst. Gangen er 10-30 m bred og står vertikalt, den har et begrenset volum og blir vanskeligere å ta ut med økende dyp. I 1994 ble det skipet 5500t stykkvarts og 1400t ble levert lokalt til andre formål. Kvartsen benyttes av Ila og Lilleby smelteverker til produksjon av høykvalitets-ferrosilisium. Prisen for smeltekvartsen ligger på 350 kr/t f.o.b. Gjennomsnittsanalyser for leverte laster i 1992-1993 viser 0,062% Al_2O_3 , 0,024% CaO , 0,0010% TiO_2 og 0,007 MgO .

Kvartsbedriften Minnorco A/S i Drag i Tysfjord ble nedlagt i februar 1995. Minnorco var en refinansiert fortsettelse av Minnor A/S, som startet i 1987 for å produsere såkalt super-rene kvartsprodukter. Driften i anlegget har vært uregelmessig de siste årene. Flere eiere har vært

inne i bildet etter konkurransen, som kom relativt snart etter oppstarten av bedriften.

Vanskelighetene skyldtes at det ikke var teknisk mulig å oppnå de kvalitetene og produktpriser som lå til grunn for investeringene.

Kvartsen ble produsert fra en sonert pegmatitt knyttet til Tysfjord- granitten. En sandfraksjon av kvartsen gjennomgikk magnetseparasjon, flotasjon, oppvarming og syrebehandling. De rene kvartsproduktene ble benyttet til spesielle glasskvaliteter og elektroniske formål.

I ettertid har det vist seg at råmaterialet for produksjonen var for urent, slik at det ikke var mulig å oppnå de kvalitetene som man opprinnelig hadde forespeilet. Senere undersøkelser viste at forurensningene av Al, Li og Ti som var knyttet til selve kvartsmineralets gitterstruktur var for høye og de ikke lot seg fjerne ved oppredning.

Kvalitetskrav

Kvalitetskravene for kvartsprodukter varierer svært mye på grunn av deres mange anvendelsesområder. Tabellen, figur 10 viser noen av de viktigste kravene til produktene. Kwartssand for produksjon av glass, SiC og vannglass har en pris på 120-130 kr/t levert fra produsent i Belgia, renere kvaliteter ligger på ca 180 kr/t. De rimeligste produktene av kvartsitt som stykk kvarts til ferrosilisium produksjon selges for 80-100 kr/t f.o.b.. Høyere kvaliteter av stykkkvarts fra hydrotermale forekomster for Fe-Si-produksjon selges for 250-350 kr/t. Rensede kvartssandprodukter for kvartsglass, fiberoptikk og elektronikk har svært lave toleransegrenser for forurensninger og kommer prismessig opp i mange tusen kroner pr tonn. Kwartsitt er et lav pris / høyt volum produkt, men kravene til produktene er likevel innskjerpet betraktlig de senere år. Generelt sett er kravene $<0,5\%$ Al_2O_3 og lavest mulig titan innhold, (helst $<0,004\%$ TiO_2). I tillegg må kvartsitten ha gode termiske egenskaper. Kwartsitt-stykkene skal ikke sprekke opp og ry fra hverandre under oppvarmingen i smelteovnene, en slik dekrepitering vil tette ovnens «charge» og hindre luftgjennomstrømningen.

For mange av ferrosilisium og silisium-metall kvalitetene må importere kvarts, da de norske råstoffene ikke er gode nok. Dette er hovedsaklig hydrotermal kvarts fra Spania og Portugal. Tilgangen på denne type høykvalitetskvarts fra norske produsenter har aldri vært stor nok til å dekke etterspørselen fra ferrolegerings-industrien.

Markedet for oppredede kvartsprodukter i sandfraksjon er vanskelig for norske leverandører på grunn av de høye kvalitetene og lave prisene på kvartssand fra f.eks. Sibelcos anlegg i Belgia og Skottland. Det drives der på forekomster av strandsand avsetninger der kvartskornene er naturlig nedknust, sortert i ensartede størrelser og renses for uønskede mineraler.

Reserver og potensiale

Kwartsitt: I Tanafjord-området finnes store reserver av Fe-Si-kvaliteter. Kwartsittlaget som ligger i Gamafjell formasjonen representerer de største påviste reservene i i landet.

Forekomstene er trolig store nok for overskuelig framtid, men dette forutsettes at en finner

	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	Cr ₂ O ₃	TiO ₂	NiO ₂	Merknader
Glass							Sandfraksjoner
flatglass	0,2-1,6%	0,04%					(krav til alkalier, Ni, Cu, Cr, Co og fravær av mineraler med høyt smeltepunkt)
fiberglass	0,3%	0,3%					
farget flaskeglass	3%	1,5%					
Optisk glass		1-10ppm		0,2-1ppm	0,2-1ppm		sandfraksjoner
first grade (US)	0,1%	200ppm					
fine grade (UK)		80ppm		2ppm	300ppm		
brilleglass		100ppm		3ppm		3ppm	
Kvarts glass	100ppm	10ppm					sandfraksjoner
opaque	200ppm	70ppm	40ppm		100ppm		
translucent							(max 300ppm totale urenheter)
transparent	18ppm	0,9ppm	1,2ppm		0,5ppm		
Fe-Si	0,5%	0,2%	0,2%		500ppm		stykkvarts, krav til termiske egenskaper
Fe-Si (høykval.)	0,5%				20ppm		stykkvarts, krav til termiske egenskaper
Si-metall	0,1-0,3%	0,05-0,1%	100ppm		50ppm		<50ppm P ₂ O ₅ , stykkvarts, krav til termiske egenskaper
Ildfaste materialer	1%	0,1%	lav				sandfraksjoner
Keramikk	0,2%	0,03%					nedmalte produkter, <40mikron
Fiberisolasjon	2,2%	0,3%					sandfraksjoner
Silisiumkarbid							sandfraksjoner
svart	0,25%	700ppm	lav				
grønn	0,05%	200ppm	100ppm				lav P ₂ O ₅
Vannglass	0,1-0,2%	120-300ppm		5ppm	150ppm	4ppm	sandfraksjoner
Solceller	50ppm	400ppm					B<1ppm, P ₂ O ₅ <1ppm, sandfraksjoner

Figur 10. Kjemiske kvalitetskrav på forskjellige kvartsprodukter. Tabellen viser maksimumsgrenser for tillatte forurensninger i kvartskonsentrater, andre kjemiske krav kan komme i tillegg. I tillegg er det vanligvis krav til stykkstørrelse eller kornstørrelse, kornfordeling og vanninnhold.

passende uttaksteder. Kvalitetene i kvartsittlaget er bare devis undersøkt i detalj. Ved Neverfjord i Kvalsund kommune finnes en potensiell kvartsitt forekomst som er undersøkt. Den har et noe høyt MgO innhold til endel bruksområder. Mestervik-forekomsten i Troms er undersøkt og kan være brukbar som råstoff i noen sammenhenger. Mårnes-forekomsten har begrensede reserver på kvartsitt av riktig kvalitet. I området mellom Bamble og Arendal finnes flere kvartsitt forekomster tilgjengelig. Forekomstene Litangen og Snekkevik ved Kragerø har begrensede reserver. Nævestad- og Kviteberg-forekomstene i Tvedestrand kommune har

interessante kvaliteter. Ved Kvitebergforekomsten er det påvist 4,7 mill. t med 0,3-0,4 Al_2O_3 . Forekomstene er trolig oppredbare slik at mer høyverdige sandprodukter også kan fremstilles. Felles for alle forekomstene i dette området er at krav fra friluftsjinteresser kan gjøre uttak vanskelig i framtida.

Hydrotermal kvarts: Vatnet kvarts i Bodø er en begrenset forekomst. I Bardu finnes forekomster av tilsvarende kvaliteter. Hamarøy - Tysfjord- og Evje - Arendal-områdene har endel rene kvartsforekomster knyttet til pegmatitter. Uttak vil dirigeres av etterspørselen etter feltspat, dersom man ikke kan påvise svært rene kvaliteter og lage rene oppredede kvaliteter. I Svanvik i Sør Varanger er det undersøkt en vertikal hydrotermal kvartsgang på 20 m bredde som kan følges over 500m. Påvist reserve er over 1 mill. t., og det er trolig den største hydrotermale kvarts-forekomsten i landet. Råmalmen har 0,15% Al_2O_3 og 0,12% Fe_2O_3 , men ved rensing har man oppnådd 0,003% Al_2O_3 og 0,0001% Fe_2O_3 . Det vil si at den tilfredsstillende kravene til visse typer optisk glass. Kvartsen inneholder relativt mye gass-/væskeinneslutninger, slik at de aller reneste produktene ikke kan oppnås, men prisen for de aktuelle produktene er trolig i et interessant leie.

Kvarts fra pegmatitter fremstilt ved flotasjon: Reservene i Glamsland-området er relativt store og en rekke pegmatitter på Sørlandet og i Nordland kan benyttes som råstoff for en slik produksjon. Uttaket av kvarts vil dirigeres av feltspat etterspørselen.

Som råstoff i produkter som krever høy renhet kan det være aktuelt å opprede en hvilken som helst kvartsholdig bergart dersom kvartsen er fri for mineralske inneslutninger, væske/gassinneslutninger og har et lavt nivå av stoffer som Al, Li og Ti i gitterstrukturen. Dette er ikke undersøkt i Norge, men kan bli av interesse i fremtiden.

Den store norske importen av kvartsmaterialer skyldes for lav kvalitet på norsk-produserte kvarts produkter. Det er ikke funnet forekomster som uten videre kan erstatte denne importen. Visse muligheter finnes innen oppredning av kvartsitt etterfulgt av pelletisering. Disse mulighetene er lite undersøkt.

Nefelinsyenitt

Nefelinsyenitt er en bergart som etter en enklere oppredning kan benyttes som råstoff til produksjon av glass og keramikk. Bergarten består av mineralene nefelin ($(\text{Na},\text{K})\text{AlSiO}_4$), albitt ($\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$) og kalifeltspat (KAlSi_3O_8) samt mindre mengder mørke mineraler.

Nefelinbedriften på Stjernøy er en av tre store nefelinsyenitt produsenter i verden.

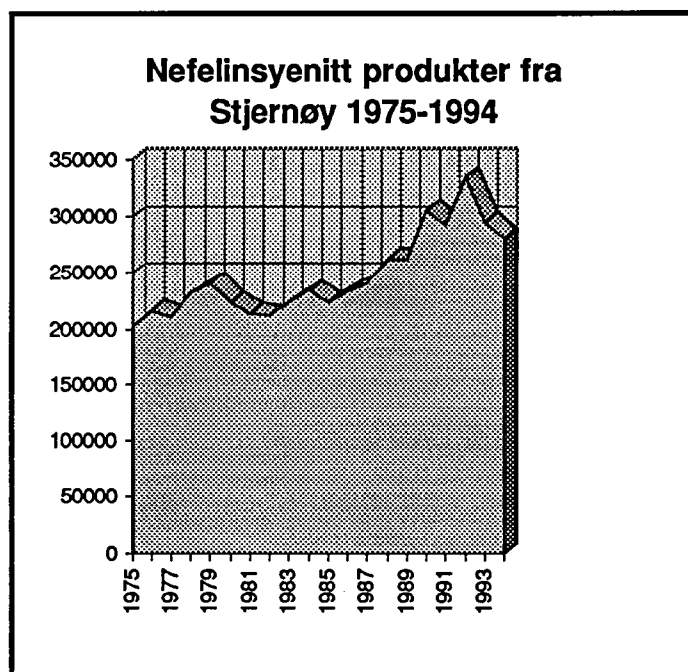
Den største produsenten er Blue Mountain gruen, Ontario, Canada, denne eies Unimin, som også eier Stjernøy bedriften. Nefelin på Stjernøy ble solgt av Elkem til Unimin i 1992. Senere er Franzefoss Bruk A/S gått inn som deleiere, slik at eierselskapet North Cape Minerals (NCM) eies for 84% av Unimin og 16% av Franzefoss Bruk A/S. Unimin dominerer dermed hele det vestlige markedet for nefelinsyenitt slik vi kjenner det.

Russerne bryter nefelin i Khibny massivet på Kola halvøya. Nefelin tas der ut som biprodukt ved apatittproduksjon. Materialet benyttes som råmateriale i en sinter prosess der

nefelinkonsentrat og kalkstein benyttes for å lage blant annet alumina, sement, kalium- og natrium-kjemikalier.

North Cape Minerals - Stjernøy

Nefelinbedriften på Stjernøy startet produksjonen i 1961 med 8000t og har gradvis økt volumet opp til en produksjon på 330 000t i 1992. I 1994 var produksjonen 280 000t (figur 11), den relative nedgangen de siste årene skyldes økt bruk av resirkulert glass.



Figur 11. Produksjon av nefelinsyenitt-konsentrater til bruk i glass og keramikk for perioden 1975-1994

Selve forekomsten ligger i Seiland provinsen, nær senteret i den alkaline magmatiske bergartsserien. Malmen består av 56% pertitisk K-feltpat med albittlameller, 34% nefelin pluss andre mineraler. Bergarten inneholder ikke kvarts eller fibrige mineraler. Linsen med nefelinsyenitt har en vertikal dybde på minst 500m. Gruvedriften er svært effektiv og skjer ved skiverasbrytning der malmen drives nedenfra og opp, og foregår i store bergrom. Knuserne står i bunnen av gruva og materialet transporteres på bånd ut til oppredningsverket. Alt arbeid med tunneller og rom foregår i nefelinsyenitt. På den måten slipper man å produsere gråberg som må

håndteres for seg. Oppredningen av bergarten er tørking, knusing, sikting, en 10 trinns magnetseparasjon og nedmaling av den keramiske kvaliteten.

Anvendelser - kvalitetskrav

Nefelinsyenitt blir brukt som kilde for Al_2O_3 , Na_2O og/eller K_2O i glass. Alkaliene virker som fluksmiddel og bryter ned de andre mineralene som kvarts i gassbatchen. Alumina øker formbarheten på smeltet glass, gir kjemisk stabilitet på ferdige produkter. I keramikk virker nefelinsyenitt som fluksmiddel.

Hovedproduktet (75%) er glass kvalitet som leveres med kornstørrelse som sand (<0,5mm), kvalitetskravene er hovedsaklig knyttet til jern innholdet, produktene fra Stjernøy leveres med 0.10% Fe_2O_3 (figur 12). Produktene leveres til emballasjegglass, flatglass og glassfiber produksjon.

Amber kvaliteten (<0,6mm) har høyere jern innhold og benyttes til farget glass, særlig ølflasker, amber utgjør 5% av produksjonen.

Produktene for keramikk utgjør 19% av produksjonen, dette er nedmalte produkter (<40 mikron) med et jerninnhold på 0.12% Fe₂O₃. Keramikkproduktet går til sanitærporselen, keramiske fliser og glasurer.

Under 1% av produksjonen er «syenex» filler som de produserer et par tusen tonn av. Anvendelser er i maling og keramiske produkter spesielt glasurer. Produktene leveres som <10, <20 eller <30 mikron, det er filterstøv fra oppredningsverket. Produktet er billig å produsere, det er harmløst i forhold til de fleste miljøkrav og burde ha forutsetninger for å kunne benyttes som filler i mange sammenhenger

Nefelinsyenitt har gradvis konkurrert ut feltspater på grunn av egenskaper som gunstig kjemisk sammensetning, gunstig Al/Fe forhold, lavt Fe innhold og lavere smeltepunkt enn feltspater.

En annen fordel brukerne setter pris på er at den kjemiske sammensetningen alltid er den samme. Det er nemlig meget vanskelig for feltspatprodusenter å kunne levere stabile sammensetninger i råvarer som er basert på pegmatitter.

Marked - ressurser

Nefelinsyenitt har vunnet sin posisjon som kilde for Al, K og Na i glass og keramikk på bekostning av hovedsaklig feltspat.

Erstatningsprodukter for nefelinsyenitt er feltspatsand, albitt, kalifeltspat, aplitt, spodumen, aluminiumoksyd og enkelte slaggstoffer fra smelteverk. Transportkostnader og tilgjengelighet avgjør ofte hva som foretrekkes av den enkelte bruker.

NCMs nefelinsyenitt distribueres gjennom et nett av leverandører hovedsaklig i Vest Europa pluss noe i Nord Afrika og Midt Østen. I tillegg har man det siste tiåret etablert leveranser til glassverk i Australia og Japan. Bare 0,3% av produksjonen benyttes innenlands.

Linsen med nefelinsyenitt-bergart har påviste reserver på ca. 300 mill. t., det er til nå drevet ut ca 9 mill. t, slik at reservene langt overgår det som regnes som en vanlig levetid for en

Kvalitet	Glass	Keramikk	Amber
SiO ₂	57.0%	57.0%	56.5%
Al ₂ O ₃	23.8%	23.8%	22.5%
Fe ₂ O ₃	0.10%	0.12%	0.4%
TiO ₂	0.1%		
CaO	1.3%	1.1%	2.5%
Na ₂ O	7.9%	7.8%	7.5%
K ₂ O	9.0%	9.1%	8.2%
BaO	0.3%	0.3%	
SrO	0.3%	0.3%	
P ₂ O ₅	0.1%		
F	<40ppm	<40ppm	<40ppm
Cl (water soluble)	<0.15ppm	<18ppm	
Cl (total)	<100ppm	<75ppm	<100ppm
L.o.i.	1.2%	1.1%	

Figur 12. Kjemisk sammensetning av nefelinsyenittprodukter fra North Cape Minerals på Stjernøy

bergverksbedrift. Forekomstene i Canada har en noe annen mineralogisk sammensetning (20-25% nefelin, 48-54% albitt og 18-23% kalifeltspat), men benyttes til samme formål om enn med andre resepter. Blue Mountain forekomsten er betraktelig større enn Stjernøyforekomsten. Foruten forekomsten i Canada finnes det to forekomster av lignende kvaliteter i Brasil, i de alkaline komplekser på Kolahalvøya er det svært store ressurser av nefelinholdige bergarter, i tillegg er det kjent forekomster i flere andre områder i Russland, i Tyrkia, Romania, Sibir, Armenia, Ukraina og Kasakstan. Fra forekomstene i Khibny massivet ved Apatiti på Kola halvøya drives det ut karbonatitt bergarter for å produsere apatitt som gir nefelin som avgang. Råmalmen inneholder 30-40 nefelin og 2-6% feltspater. Det drives ut flere millioner tonn pr år slik at tilgjengelig materiale er svært stort. Nefelinen i avgangen oppkonsentreres til 10-14% Al for å benyttes til å produsere alumina, kaustisk soda og kaliumsulfat i anlegg i St. Petersburg området. Alumina fra denne produksjonen benyttes i aluminium metall produksjon. Ved bedre prosessering kan disse nefelin produktene muligens etter hvert komme inn i det vestlige markedet for anvendelser som de norske og canadiske produsentene har vært alene om så langt.

Olivin

Olivin er et oliven grønt magnesium-jernsilikatmineral $(MgFe)_2SiO_4$. Det er en blandbar serie mineraler fra forsteritt endeledet (Mg_2SiO_4) til fayalitt (Fe_2SiO_4) I kommersielle olivinprodukter er vanligvis ioneforholdet mellom magnesium og jern ca. 9/10, det vil si det er nesten rent forsteritt mineral.

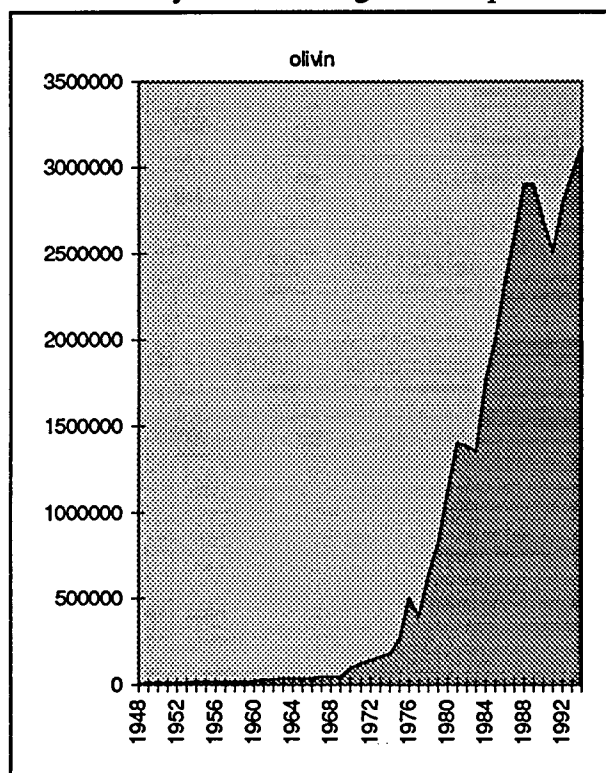
Olivin har blitt et anvendbart industrimineralmineral på grunn av følgende egenskapene:

- *høyt magnesium innhold
- *høy smeltetemperatur, (ca 1800°C for olivin med 94% forsteritt)
- *høy spesifikk varmekapasitet
- *høy egnvekt; ca 3,3g/cm³ for norske produkter
- *høy hardhet, Mohs hardhet; 6,5-7
- *konkoidale bruddflater
- *lavt innhold av krystallint vann (lavt glødetap)
- *nær lineær termisk volumutvidelse
- *har ikke fri silika

De viktigste bruksområdene for norske olivinprodukter er som slaggdanner, sintermateriale, ildfaste stein, ildfast støpemasse, formsand/støpesand, til sandblåsing, friksjonsmiddel, steinull, varmemagasinerende stein, ballastmateriale i oljeinstallasjoner til sjøs. I Japan benyttes også endel olivinprodukter til veiformål, som fyllstoff i papir og plast, i betong og kunstgjødsel.

Dunitt er i geologisk nomenklatur en olivinbergart, per definisjon skal den bestå av >90% mørke mineraler, av disse mørke mineralene skal >90% være olivin. Kommersielt brukes

betegnelsen olivin om de nedknuste olivinbergarter som består av ca 90% av mineralet olivin, dunitt benyttes som betegnelse for produkter med et midlere MgO innhold (<42% MgO).



Figur 13. Produksjon av olivin i Norge i perioden 1948-1994.

Norge har verdens største reserver av høy-kvalitets dunitt i Sunnmøre - Nordfjord området. Produksjonen har ligget i underkant av 3 mill t pr år de senere årene (figur 13), dette er ca 50% av verdens produksjonen.

Den første kommersielle bruk av olivin startet i Norge da A/S Olivin ble startet i 1948. Hovedproduktene var i begynnelsen sand til støperiindustrien og i 1960 startet produksjon av ildfaste produkter basert på V.M. Goldschmidts ideer. I 1974 startet brukten av olivin i stedet for dolomitt som slaggdanner i råjern produksjon, senere kom anvendelser som slaggdannende tilsats i sintermateriale og i jern pellets. Dette startet en rask ekspansjon (figur 13) fra en totalproduksjon på 200.000t i 1975 til et nivå på rundt 3 mill. t fra 1986 fram til nå.

Det er idag to olivinprodusenter i Norge; A/S Olivin med datterselskapet Industrimineraler A/S og North Cape Minerals A/S.

A/S Olivin

er helt statseid og driver idag 2 gruver; i Åheim og Raubergvik-forekomsten i Stranda. I 1994 hadde bedriften en omsetning av olivinprodukter på 340 mill kr (fraktutgiftene er da tatt med i regnskapet) og et overskudd før skatt på 58 mill kr. Produksjonen av råolivin i 1994 var 2 650 000 t.

Gruvene i Almklovdalen ligger 4km fra oppredningsanlegget og havna ved Åheim. Gruvedriften i Almklovdalen foregår delvis ved «ripping», det er en stor bulldoser som river opp den delvis overflateforvitrede bergarten, slik at en slipper å bore og spreng. Delvis foregår gruvedriften med vanlig boring og sprengning. Transporten skjer med transportbelte gjennom en tunell. Oppredningsverket ved Åheim mottar grovknust bergart og har et automatisert verk som for endel produserer sandkvaliteter for støpesand, sandblåsing etc. 75% av produksjonen går til metallurgisk industri, dette gjennomgår minimal bearbeiding før utskipning. Finstoffet fra sandproduksjonen selges også som slaggdanner eller sintermateriale, slik at hele bergarten selges uten avfallsprodukter.

Produksjon av ildfast stein og masser for metallurgisk industri foregår både ved brenning i tunellovn og som produksjon av kjemisk bundne masser. Bedriften har en aktiv

utviklingsavdeling som har utviklet nye produkter innen ildfaste materialer som har gitt en betydelig produksjonsøkning på disse bearbejdede produktene de siste 4 årene. Produksjonen av ildfast stein og ildfaste

og utgjorde ca 40 mill av omsetningen. Havneanlegget ved Åheim kan ta imot båter på opptil 80 000t. Antall ansatte i Åheim i 1994 var 203, dette tallet har gått ned fra ca 220 for 3-4 år siden. 75% av produktene selges som slaggdanner og sintermateriale. 11-12% selges som tørkede og siktede sand produkter for støping, sandblåsing, ildfaste materialer, mineralull, abrasiver og varmelagringselementer. Enkelte år er leveranser til ballastmaterialer i offshore konstruksjoner betydelige.

A/S Olivin overtok Industrimineraler A/S sin forekomst ved Stranda i Norddal i 1993. I 1994 ble det produsert 500 000t, mesteparten av produktene omsettes som slaggdannere og endel siktede produkter i form av sand- og singelfraksjoner produseres.

Dunitt forekomstene i Almklovdalen er 6km² store og inneholder i størrelssorden 2.000 mill t homogen dunitt, med dagens produksjonsnivå er dette ressurser for 700 års produksjon. Forekomsten er endel av et ultramafittkompleks som består av dunitt og mindre mengder av bergartene lherzolitt, harzburgitt og eklogitt. Bergartenes mineralogi antyder at bergartene er dannet ved stort trykk og høy temperatur i mantelen og at den er transportert opp til det nåværende nivå ved sterke tektoniske bevegelser. Mineralsammensetningen i malmen er ca 92% olivin, 1-5% talk, 1-5% pyroksen og serpentin, 1-5% kloritt og <1% spinell. Mineralogisk sammensetning av olivinen er 94% forsteritt og 6% fayalitt. Denne sammensetningen gir de olivinproduktene med høyest magnesiuminnhold (47-51% MgO) som omsettes i verden.

North Cape Minerals

Ved Bryggja drives det underjordsdrift. Forekomsten ligger rett ved sjøen og en har gode havneforhold som kan ta inn båter på opptil 55 000t. Produksjonen i 1994 var 465 000t, antall ansatte var 32, omsetningen var 54 mill. kr (inkluderer endel fraktutgifter). Det vesentligste av produksjonen går til jern og stål produsenter i det europeiske markedet og på den amerikanske østkysten. 45 000t selges som foredlede sandprodukter og går til støperisand, ildfaste materialer, sandblåsing etc. Den nye eieren i Bryggja, North Cape Minerals eies av amerikanske Unimin som igjen eies av belgiske Sibelco og tyske Quartswerke. Disse tre selskapene er store aktører innenfor kvartssand. En ser derfor positivt på muligheter for å overta deler av kvartssandmarkedet, da kvarts etterhvert får sterkere miljørestriksjoner på grunn av silikose fare.

Ressursene i Bryggja oppgis som tilstrekkelig for overskuelig framtid.

Kvalitetskrav:

De fleste anvendelser av olivin krever et høyest mulig MgO innhold og et lavest mulig vanninnhold (glødetap). Meget gode olivinprodukter karakteriseres med et innhold på over 47% MgO og et glødetap på under 0,7%. De kommersielle norske olivinproduktene er kjemisk (figyr 15) sett de beste som leveres i verden, de har høyere MgO innhold, lavere glødetap,

lavere alkalieinnhold enn konkurrentene. Kvalitetsmessig er det bare olivin fra North Carolina og Washington som er like god.

Til bruk som slaggdanner i jern og stålindustri er kvalitetskravet stort sett bundet til høyest mulig MgO innhold, da dette er den aktive delen av produktet som brukerne er villig til å betale for. I tillegg er det et ønske om å ha lavest mulig innhold av alkalier og gitterbundet vann.

Innen ildfaste materialer og støpesand er kravene bundet til høye smeltetemperaturer, høyt

MgO	47-51%
SiO ₂	41-43%
Fe ₂ O ₃	6.5-7.7%
Al ₂ O ₃	0.5-1.0%
CaO	0.05-0.6%
Glødetap	0.2-1.5%
Spesifikk vekt	3.2-3.3g/cm ³
Hardhet (Moh's skala)	6.5-7

Figur 14. De viktigste kjemiske og fysiske parametre for olivinprodukter fra norske leverandører.

MgO innhold og lavt innhold av mineralbundet vann, dette måles som glødetapet på bergarten når den varmes opp til ca 1000. I tillegg kommer krav til kornstørrelse og kornfordeling. Viktigste parametre for sand til sandblåsing er kornform og størrelse, kornfordeling, egenvekt, fravær av helsefarlige stoffer som kvarts og asbest.

Marked og reserver:

De viktigste produsenter av olivin er: Norge, Japan, Spania, India, USA, Italia, Østerrike,

Sverige og Pakistan. Forekomsten i Almklovdalen er trolig verdens største forekomst. I tillegg finnes betydelige reserver av høykvalitets olivin i New Zealand, USA og Canada. Verdens reserver av høykvalitets olivin overstiger langt det behovet som er realistisk å regne med i overskuelig framtid. Reservene av serpentiniserte bergarter med et noe lavere magnesiuminnhold er betydelig større og er fordelt på en rekke land.

Norsk produsert olivin dekker nå størstedelen av behovet for magnesiumholdige slaggdannere i råjernsverkene i Europa og det østlige USA. Olivin er dominerende som magnesiumkilde til slaggdanner i Europa, men har mer konkurranse fra dolomitt i USA. I Europa går konkurransen mellom olivinprodusentene hovedsaklig på pris og tilgjengelighet. De to spanske produsentene i Galicia leverer ca 600 000t pr år til smelteverkskunder i Belgia, Frankrike og Spania. Den italienske produsenten Nouva Cives SpA ligger i fjellområdet på grensen til Sveits og produserer hovedsaklig sandkvaliteter i det italienske markedet. Etterspørselen følger derfor i stor grad variasjonene i den generelle økonomiske utvikling og spesielt konjunktorene innenfor stålindustrien. Mulighetene for ekspasjon innenfor dette markedet er begrenset.

LKAB i Sverige produserer selv endel olivinstein/serpentinit for bruk i sin egen produksjon av olivinholdig jernpellets.

På Kola halvøya finnes olivinforekomster av relativt høy kvalitet i nærhet av etablert infrastruktur. Forekomstene er ikke i drift da det ikke har vært vanlig å benytte olivin til samme formål i Russland som i Vest Europa.

I USA finnes to områder med høykvalitets olivin, i statene Washington og North Carolina. På grunn av transportkostnader over land for de amerikanske produsentene er norsk olivin ofte konkurransedyktig med de amerikanske på østkysten, delvis opp til de store sjøene og et stykke opp Mississippi elva. Amerikanske stålverk bruker i større grad enn europeiske dolomitt som slaggdanner.

I Japan benyttes det ultrabasiske bergarter (bergarter med høyt magnesium innhold som er undermettet på silika) til en rekke formål, totalt 6 mill t/år. 1,7 mill. t går til stålindustrien som slaggdanner. Totalt produseres ca 900 000t dunitt/olivin av lignende kvaliteter som vi kjenner det. Størstedelen av økningen i jern og stålindustrien er for tiden i Asia, og det ligger utvilsomt et marked for olivin i denne verdensdelen.

Erstatningsprodukter for olivin er i ildfaste materialer magnesitt (47,8% MgO), kromitt og zirkon. Som slaggdanner er konkurrenten hovedsaklig dolomitt (20% MgO). Konkurransen fortrinnet i forhold til dolomitt er redusert energiforbruk pr enhet slaggdanner i smelte ovnene da en ikke behøver drive av CO₂, mindre forbruk av ildfast stein. Et høyere MgO innhold gir mindre forbruk av slaggdanner. I støpesand er erstatningsproduktene kvarts, kromitt og zirkon.

De norske produsentene har satset på en effektiv drift for kunne produsere store volumer til lave priser. Transportkostnadene på de billigste materialene til europeiske stålverk er f.eks 2-3 ganger så høy som f.o.b. prisen på olivin. Olivin til metallurgisk industri selges trolig f.o.b for 40-100kr tonnet, mens siktede og pakke sandprodukter oppnår 5-10 ganger så høye priser. Utnyttelsen av produksjonskapasiteten hos de eksisterende olivinprodusenter er anslått til 70%.

Geologisk potensiale for høykvalitets olivin i Norge er stort og er først og fremst bundet til bergartene som har vært utsatt for de høyeste trykk og temperaturforhold under dannelsen av den kaledonske fjellkjede. Disse bergartene ligger i de vestligste delene av Norge i området Sunnmøre og Nordfjord. Forekomstene i Almklovdalen er i seg selv store nok for å fortsette med den samme produksjonen i overskuelig framtid. I tillegg har en forekomster som Bryggja i Nordfjord og Raubergvik, Tafjord og Norddal på Sunnmøre som har omtrent tilsvarende kvaliteter.

I andre deler av den kaledonske fjellkjede finnes olivinforekomster av en noe annen kvalitet. Det er bergarter bundet til såkalte ofiolittfragmenter, som er bergarter som tolkes å være havbunnsskorpe som ble skjøvet inn under dannelsen av den kaledonske fjellkjede. Forekomster av denne typen er undersøkt ved Nevernes i Velfjord, Nordland og på Leka i Nord Trøndelag og en rekke steder i Nordland. Disse forekomstene har vist seg å ha et høyere innhold av serpentinn enn forekomstene i Vest Norge. Dette gir derfor produkter med høyere vanninnhold og lavere MgO innhold noe som gjør at produktene kun tilfredstiller kravene til noen av bruksområdene.

I forbindelse med nikkeldrift i Ballangen har en sett for seg at sideberget til nikkelmalmen skulle kunne anvendes som olivinråstoff til LKABs produksjon av olivin holdig jernpellets. Dette har hittil ikke lyktes, da dette materialet ikke har riktig fysiske og kjemisk kvaliteter, i tillegg måtte materialet vaskes rent for flotasjonskjemikalier for å kunne benyttes.

Talk

Talk ($Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2$) er et grønnhvitt, flakig mineral med en såpeaktig overflate og en perleaktig glans. Mineralen er det bløteste av alle mineraler med hardhet 1 på Mohs skala. Mineralen har en rekke anvendelses områder på grunn av bløthet, hvithet, smøreegenskaper, det er kjemisk tungt løselig og har gode dekkegenskaper på grunn av sin flakige form.

Talk produseres fra 3 mindre anlegg i Norge. Geologisk sett ligger alle forekomstene i kaldonske ultrabasiske linser i skifre/fyllitter. Disse ultrabasiske kroppene er ofte sonerte med en serpentinisert kjerne av olivinstein, som går over i serpentin og talk/magnesitt bergart utover. Talk/magnesitt bergarten er omvandlingsproduktet av reaksjonen mellom serpentin, vann og CO_2 . De produserte råstoffene er en blanding av mineralen talk og magnesitt ($MgCO_3$). Altermark Gruve i Rana eies av Norwegian Talc A/S (Omya gruppen). Gruva har produsert 30-35 000 t de senere årene. Gruva har begrensede malmreserver og har hatt vanskeligheter med å holde produksjonen oppe, men etter en malmløstingskampanje er råstoffsituasjonen nå bedre. Norwegian Talc har også en talkmølle i Framfjord, Vik i Sogn som maler ned 4-5 000 t/år fra Altermark og fra Rauberg gruvene.

Norwegian Holding A/S har foreløpig tillatelse til prøvedrift på den nye Rauberg gruva på Vikafjellet i Sogn. I det vanskelige klimaet der opp er det bare sommerdrift, det ble i 1992 utfordret 25 000t malm, i de etterfølgende år er det ikke tatt ut råstoffer fra gruva.

Kvam Talc A/S i Gudbrandsdalen produserer 3-5.000 t/år fra en underjordsgruve. I 1994 var produksjonen 3600t og omsetningen var ca 3,5 mill. kr. Produktene males ned og selges som fyllstoffer, vesentlig i malingsprodukter. 80% av produktet eksporteres.

Kvalitet og marked

Hovedanvendelsene for talkprodukter er som filler i maling, sparkel, papir, plast og gummi og til keramikk. Totalt produseres ca 9 mill t talkprodukter pr år. Omtrent halvparten av talkforbruket i Europa går til papir som filler, bestrykningsmiddel eller pitch kontroll (talk i papir pulp absorberer kvæ som ikke er ønsket). Maling står for 10-20% av forbruket. Anvendelsene innen plast står for ca 10% av markedet, men er den delen av markedet som øker mest. I resirkulerbare plaster benyttes idag talk fremfor andre mineraler som filler. En har samtidig en overgang fra PVC (pga klor innholdet) til polypropylen (PP) og polyetylen (PE) plaster. I PP og PE plaster foretrekkes talk fremfor andre fillere. Meget ren talk benyttes i kosmetikk som pudder, talkum o.l. og i farmasøytiske produkter.

Kommersielle produkter som kalles talk kan grovt deles i to grupper: steatitt er består hovedsaklig av mineralet talk. Resten av produktene kalles med handelsnavnet talk, men er blandinger av mineralen talk, tremolitt, kloritt, serpentin, antofyllitt, dolomitt og magnesitt. De forskjellige produktene kan variere svært mye i mineralogisk og kjemisk sammensetning. Dette reflekteres også i prisene som varierer fra noen hundre kroner pr tonn for talk til kunstgjødsel eller rimelig sparkel opp til 10 kr pr kilo for mikroniserte, meget hvite fillere for bruk i spesielle plast stoffer.

Kvalitetskravene til talk i fillere er knyttet til kornstørrelse og kornfordeling, hvithet, oljeabsorpsjonsegenskaper, viskositet i væskeblandinger o.l. I plast er spesielt jerninnholdet og hvitheten avgjørende for bruksområdet. I keramikk er jern og kalsiuminnholdet viktig. Innen kosmetikk er kravene til mineralogi og kjemisk sammensetning ekstremt strenge.

Det europeiske markedet av høy kvalitetstalc domineres av franske Talc de Luzenac, talkprodukter til papir domineres av finske Finnminerals som leverer floterte produkter med hvithet på ca 80%. I tillegg er importert høykvalitetstalc fra India og Kina viktig innenfor plasttilsetninger. Norwegian Talc A/S selger 30.000-35 000 t/år som brukes i rustbeskyttende primere, polyester filler, polyolefiner, støpe-resiner, vannbaserte malinger, papir, plastikk og gjødsel. De produserer både nedmalte og mikroniserte produkter der spesifikasjonene varierer for de forskjellige produktene, men de mest kritiske faktorene er vanligvis hvithet, oljetall og kornstørrelse. Norwegian Talc har hatt et et svakt økende produksjon av talkprodukter de senere år.

Talk fra de norske forekomstene er av de rimeligere kvalitetene som fins i markedet. Hvitheten på produktene er 65-79% og talkinnholdet varierer 50-70%. Disse talkene er stort sett for dårlige (for høyt jern innhold og for lav hvithet) til å være attraktive i den delen av plastmarkedet som nå ekspanderer raskt. Endel muligheter finnes til å forbedre disse talk-produktene ved oppredning. Norwegian Talc selger i tillegg til de norske råvarene en rekke bedre kvaliter som er mikronisert ved anlegget i Knarrevik på Sotra, disse er basert på importert talk fra India og Kina.

Anlegget ved Knarrevik formaler og mikroniserer talk, glimmer og dolomitt. Bedriften omsetter mesteparten av den norske dolomitt produksjonen, hele talkproduksjonen og maler ned importert glimmer. I alt omsatte bedriften for 130 mill kr i 1994.

Geologiske ressurser av talk.

De kjente ressursene av talk i Norge består alle av en blanding av talk og karbonater, og har et relativt høyt jerninnhold som gjør at produktene er av de rimelige typene i markedet .

*Ved Altermark gruva i Rana er det kjent begrensede reserver i selv gruveområdet, men prospektering i 1990-1994 har påvist i mer enn en million tonn i området ved Esjeklumpen som er ca 3 km vest for gruva. Kvalitetene er omtrent tilsvarende råstoffet i Altermark.

*På Leka i Nord-Trøndelag er det påvist i overkant av 500 000t med talk-karbonatbergart med 45-50% talk og med hvithet på 60-70%, endel av forekomsten har hvithet på ca 70%. Forekomsten ligger gunstig til i forhold til vei og kai, men det er foreløpig ikke funnet noe marked for disse kvalitetene.

*Ved Raubergforekomsten på Vikafjellet i Vik i Sogn er det boret opp en forekomst på ca 4 millioner tonn, i tillegg er det store volumer med sannsynlig malm i området. Volumene er meget store, men kvaliteten på talkmalmen med hvithet 70-75% har begrensede bruksområder. Det vurderes å bygge et flotasjonsanlegg for å oppnå produkter med et høyere talkinnhold og høyere hvithet slik at en kan komme inn på flere anvendelsesområder.

*I Otta området driver A/S Granit på kleberstein for produksjon av klebersteinsovner. Det ble i 1993 bygd en mølle for nedmaling av skrot fra denne produksjonen i sammen med Thailandske interessenter. Materialet skulle benyttes til pitch kontroll i papir produksjon, men forsøket har foreløpig strandet på grunn av tekniske problemer. Talkkvalitetene i Otta-området er interessante da de har et høyt talkinnhold (ca 80%) til tross for en relativt lav hvithet. Hvitheten av disse talkene kan forbedres mye ved en relativt enkel oppredning.

Norge har store ressurser av talk knyttet til ultramafiske bergarter. Disse forekomstene vil ikke kunne ha høye hvitheter og lave jerninnhold, da det finnes for mye tilgjengelig jern i disse bergartene under dannelsen som tas opp i talkens mineralstruktur. De hvite høyprisforekomstene finnes i andre geologiske miljøer som oftest i forbindelse med kontaktsoner mellom granitt og dolomitt- eller magnesittmarmor, eller også i områder med dolomittmarmor utsatt for en spesiell type metamorf omvandling. Det er ikke påvist forekomster av økonomisk interesse i slike bergartsmiljøer i Norge.

Titan råstoffer

De viktigste titanmineraler er rutil (kjemisk formel TiO_2), anatas (TiO_2), ilmenitt (FeTiO_3) og leucoxen (FeTiO_3). Titanmineraler anvendes vesentlig til produksjon av titandioksydpigment (TiO_2 pigment), titanmetall og sveiseelektroder. TiO_2 pigment er den økonomisk viktigste anvendelsen og står for omtrent 95% av bruken. Pigmentet benyttes som hvit farge pigment i maling, plast, gummi og papir. Prismessig betales de reneste produktene best, regnet etter TiO_2 ekvivalenter betales rutil 3-6 ganger så mye som ilmenitt.

På verdensbasis produseres ca 3 mill t TiO_2 -pigment pr år til en verdi av i størrelsesorden 40-50 milliarder kroner.

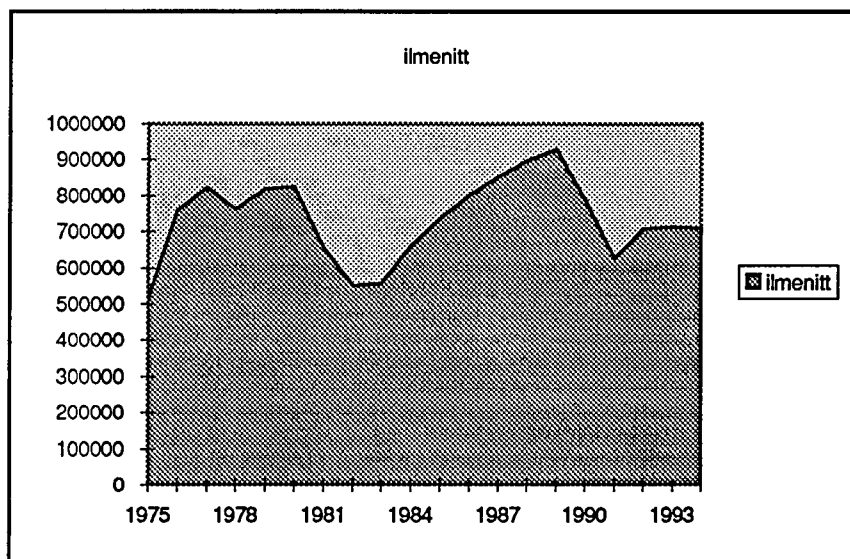
Titanråstoffene ilmenitt, leucoxen og rutil produseres vanligvis fra sandforekomster, men det finnes to produsenter som tar ut malm fra fast fjell; Titania i Rogaland og Quebec Titanium and Iron i Canada. Regnet i TiO_2 -ekvivalenter står Titania for 11% av verdens samlede produksjon av titanmineraler og ca 20% av ilmenittproduksjonen. Australia er den største titanråstoff produsenten, etterfulgt av Canada, Sør-Afrika, Norge og USA.

Norsk titan-industri er betydelig og omfatter bedriftene Titania, Kronos Titan og Ilmenittsmelteverket i Tyssedal. Tilsammen omsetter disse bedriftene for nærmere en milliard kr.

Titania A/S

Titania A/S i Hauge i Dalane omsatte for 270 mill kr og hadde en stab på omlag 320 i 1994. Titania og Kronos Titan eies begge av Kronos Norge AS som igjen eies av det amerikanske Kronos International Inc. som er del av NL Chemicals Inc.

Titania leverer årlig mellom 700 000 og 850 000t ilmenittkonsentrat (figur 15), 20 000 -



Figur 15. Produksjon av ilmenitt-konsentrat fra Titania A/S i perioden 1975-1994.

30 000t magnetittkonsentrat og 7 000 - 10 000t kiskonsentrat for nikkell, kobolt og kopperproduksjon. Produksjonskapasiteten for anlegget er 1 mill t pr år. Produksjonen i 1994 var 710 000t ilmenittkonsentrat. Av ilmenittproduksjonen går ca 25% til Ilmenittsmelteverket i Tyssedal og ca 20% til Kronos Titan, resten går til eksport. Biproduktet magnetitt inneholder 60% Fe, det males ned og selges for bruk i tung væske i kullseparasjon i Nord Europa. Kiskonsentratet inneholder 5% Ni, 2% Cu, 0,7%

Co og 30% S og leveres smelteverk for produksjon av metaller.

Tinfos Titanium and Iron eller ilmenittsmelteverket i Tyssedal produserer såkalt titanslagg og et jernprodukt. Titanslagget inneholder 75% TiO_2 og er et mellomprodukt som i likhet med ilmenitt er råvare i TiO_2 pigment produksjon. Idag tar ilmenittsmelteverket mesteparten av ilmenitten fra Titania, noe konsentrat av høyere kvalitet importeres i tillegg. Fra 1997 vil bedriften kjøpe all sin ilmenitt fra BHP i Australia for å gå over til å produsere klorerbart slagget som har en markedsmessig bedre situasjon idag.

Titania taper da en betydelig kunde.

Kronos Titan i Fredrikstad mottar årlig 70 000t ilmenittkonsentrat fra Titania og produserer fra dette 30 000t titanpigment og 100 000t jernsulfat. Selskapet selger 60% av TiO_2 -pigment produksjonen til lakk- og malingsindustrien, 20% til papirindustrien og 20% til plastindustrien. Jernsulfat selges som rensmiddel til kommunale renseanlegg for vann og avløpsvann, til sementindustri og til husdyrforprodusenter.

Titantias ilmenittmalm geologisk sett en intrusiv bergart innenfor Egersund anortositt kompleks som størknet på stort dyp, bergarten ble anrikt på jern og titan ved differensiering i magmaet, og kalles derfor en magmatisk segresjonsmalm. Malmen er en 2,3 km lang uregelmessig linse som er opptil 400 bred, den er fulgt ned til 400 meters dyp. Malmen er en ilmenitt-noritt som er en mørk gabbrolignende bergart. Forekomsten har 39% ilmenitt (18% TiO_2), 2% magnetitt og 0,25% sulfider. Totalt var malmen 300 mill t før gruvedriften startet, det er tatt ut omlag 100 mill t.

Malmen brytes i dagbrudd, knuses, og transporteres på transportbelte til oppredningsanlegget der den males, magnetsepareres og floter. Avstanden mellom oppredningsanlegget og siloene ved kaianlegget er 4 km og konsentratene pumpes i rørganger. Avgangen lagres nå i landdeponier. Omleggingen fra å benytte fjorden og Dyngadjupe som deponi kom etter en landvarig strid med naturvernorganisasjoner som endte opp med et sentralt påbud fra Miljøvern departementet.

TiO_2	44.0-45.0%
SiO_2	2.0-3.5%
FeO	34.5-35.5%
Fe_2O_3	12.0-13.0%
CaO	0.25-0.32%
MnO	0.29-0.32%
V_2O_3	0.15-0.20%
MgO	3.5-5.1%
P_2O_5	<0.030%
Cr_2O_3	<0.080%
S som sulfid	<0.025%
C fett innhold	<0.050%
Fe total	34.5-36.5%
Ni	< 200 ppm
Cu	< 15 ppm
Co	< 200 ppm
Zn	< 200 ppm
Hg	< 0.01 ppm
Cd	< 0.1 ppm
Pb	< 5 ppm
U	< 1 ppm
Th	< 2 ppm

Figur 16. Kjemisk sammensetning av Tellnes ilmenitt bulk-konsentrat.

Kvalitetskrav - marked

Kommersielle titanråstoffer kan grovt deles inn i ilmenittkonsentrat fra fastfjell forekomster (ca 45 TiO₂), ilmenitt fra strandsandforekomster (48-60% TiO₂), omvandlet ilmenitt eller leucoksen fra strandsandforekomster (60-92% TiO₂), titanslagg (75-85% TiO₂), anatas konsentrat fra Brasil (90% TiO₂), syntetisk rutil (92-95% TiO₂) og rutil konsentrat (ca 95% TiO₂) fra strandsand forekomster

Det er en generell trend i titan industrien å gå over fra å benytte svovelsyre i produksjonsprosessen, (sulfatprosessen) til å benytte saltsyre (kloridprosessen) ved syrelaking av ilmenitt. Dette skyldes at en ved sulfatprosessen får store mengder avfall i form av metallholdig tynn svovelsyre. Ved å benytte kloridprosessen resirkuleres mesteparten av klorete i saltsyren. En annen trend er ønsket om rene stoffer for å minske deponeringsmengden. Denne overgangen til andre produksjonsprosesser er langsom og betyr ikke at et råstoff plutselig blir uaktuelt. Delvis på grunn av produksjonstekniske forhold, og delvis på grunn av miljøhensyn setter imidlertid pigmentprodusentene stadig strengere krav til råstoffene. På sikt kan dette føre til at Titania får markedsproblemer for sin ilmenitt.

Anvendbare råstoffer for kloridprosessen er rutil, syntetisk rutil og klorerbare titanslagg. I sulfatprosessen benyttes ilmenitt eller titanslagg. Ilmenitt av Titania kvalitet kan bare benyttes i sulfatprosessen, det gjelder også titanslagget fra Ilmenittsmelteverket i Tyssedal.

Ilmenitt fra Titania (figur 16) er det titanråstoffet på markedet som har lavest TiO₂ innhold (45% TiO₂), i tillegg har det høyt magnesiuminnhold. For ilmenittråstoffer ønsker en så lave innhold som mulig av magnesium og krom av prosessstekniske årsaker. Spesielt vil ilmenitt med lavere enn 1% MgO være attraktivt, fordi slagget fra denne kan benyttes i kloridprosessen.

Titania driver nå selektivt på malmsoner for å kunne produsere ilmenitt konsentrater med lavere magnesium og krominnhold. De har også aktivt startet et prosjekt for å finne nye forekomster med bedre ilmenittkvaliteter for eventuelt å kunne fortynne sin egen malm. Et alternativ er fremstilling av syntetisk rutil basert på ilmenitt, det finnes tilgjengelig teknologi for å gjøre dette og det gjøres kommersielt i Australia.

TiO₂ markedet ventes å øke med ca 3% pr år på verdensbasis, og størst forventet vekst er i Øst Europa og Asia. En venter den største veksten innenfor klorerbare råstoffer, men også råmateriale for sulfatprosessen ventes å øke med over 1% pr år i nærmeste fremtid.

Potensiale for ilmenitt

Tellnes malmen ble funnet etter malmløsing i 1954 og satt i drift i 1960. Tellnesforekomsten overtok etter Storgangen gruve som måtte drives som underjordsdrift. Storgangen har oppborete reserver på 60 mill t med 17% TiO₂ og 5% vanadiumholdig magnetitt. Etter den vellykkede prospekteringen på 1950 tallet er det ikke prospektert etter nye titanmalmer i Egersundfeltet. Det antas at potensialet for nye ilmenittforekomster er størst nettopp i

Egersundsfeltet. I andre geologiske miljøer er det påvist endel kombinerte jern-titan forekomster, de viktigste er:

Selvågforekomsten i Vesterålen er en Fe-Ti forekomst på 10-15 mill t tilgjengelig som dagbruddsmalm med gehalter 25-30% Fe, 4% TiO₂ og 0,17% vandium.

Kodal apatitt - ilmenitt - magnetitt forekomst Vestfold innenfor Oslofeltets dypbergarter har en malmreserve på 30-40 mill t med malm på 32% Fe, 9% TiO₂ og 7% P₂O₅.

Rausandområdets Fe-Ti forekomster på Nordmøre inneholder i størrelsesorden 100 mill t med ca 17-21% Fe, 1,5-1,8% TiO₂ og 0,15-0,20% vanadium

Dreiningen av ilmenittmarkedet de senere år mot bestemte kvaliteter gjør det aktuelt å revurdere ilmenittressursene med målsetting å finne fram til forekomstprovinser eller enkeltforekomster som er lovende utfra framtidige kvalitetskrav. Selve kvaliteten på ilmenitt i form av sporelementinnhold blir stadig viktigere i dagens markedet.

Rutil - potensiale for nye forekomster

To provinser med rutil forekomster er kjent i Norge. Det er rutil i eklogitt bergarter i kystområdet mellom Bergen og Kristiansund og i området Bamble - Arendal hvor det forekommer i forskjellige bergartstyper.

I Bamble - Arendal området er det kjent rutil i albitittbergarter i Kragerøområdet, disse er for små og lavgehaltige til å være aktuelle. Ved Ødegården i Bamble finnes en omvandlet gabbro som er rutilførende. Bergarten er sideberget til de apatittforekomstene som ble drevet i gruvene ved Ødegården ved århundreskiftet. Forekomstene inneholder et titalls millioner tonn bergart med 2-3% rutil, deler av forekomsten har 3-4% rutil. Flere andre bergarter i samme regionen har et forhøyet innhold av rutil, men er dårlig undersøkt.

Eklogitt er basiske bergarter som har vært utsatt for høye trykk i de dypeste deler av den kaledonske fjellkjeden. Bergarten karakteriseres av mineralinnholdet natriumpyroksen og granat, i tillegg er amfibol, rutil, kyanitt og kvarts typiske mineraler.

Eklogitter er interessante fordi opptil 95% av titanet i bergarten kan være bundet som rutil og fordi bergarten forkommer i tildels meget stor bergartsvolumer på flere hundre lokaliteter i kystnære områder. Forekomstene er imidlertid vanskelige å opprede til rene nok konsentrater da rutil ofte er sammenvokst med ilmenitt eller er for finkornet til å kunne få et høyt utbytte. Konsentratene bør være ha kornstørrelse over 0,1mm og må ha CaO innhold under 0,2%. Rutil fra eklogittforekomster har det fortrinnet i forhold til rutil fra strandsandforekomster at det ikke inneholder radioaktive uran.

Rutil gehaltene i større bergartsvolumer varierer i området 1-4%. En rekke forekomster er i de senere år undersøkt av NGU, av både norske og internasjonale industriselskaper. Eksempler på kjente forekomster er:

Husebøforekomste på Holsenøy i Hordaland som er antatt å inneholde i størrelsesorden 30 mill t med 2% rutil.

Engebøfjellet i Naustdal kommune er en meget stor forekomst, sannsynligvis flere 100 mill t, med et gjennomsnitt på 2-3% rutil, den er i partier anriket til 3-4% rutil.

Naustdal forekomsten i Naustdal kommune har tilsvarende størrelse og gehalter som Engebøfjellet.

Det har vært en mer eller mindre aktiv prospektering etter rutilforekomster fra ca 1980 og fram til idag. Det foregår fortsatt en aktiv prospektering etter rutilforekomster i Sunnfjord regionen, der en større titanpigment produsent er hovedaktøren.

Prisen for rutilkonsentrater er i størrelsesorden 3 000-4 000 kr pr t, det vil si at for å få råmalmerverdier på akseptable nivåer må en sannsynligvis opp i minimum 4-5% rutil i råmalmen. For å kunne drive dette økonomisk forutsettes det store årlige uttak og effektive anlegg. En kan tenke seg dagbruksdrift i størrelsesorden en mill t uttak pr år. Eklogittene på Vestlandet er såpass dårlig undersøkt at en kan si at området fortsatt har et potensiale for rutilforekomster innenfor de mange hundre kroppene av eklogittbergarter. Det gjelder både muligheten for å finne nye kroppene med høyt rutilinnhold og muligheten for å finne områder innenfor de kjente forekomstene med et høyere innhold enn tidligere kjent.

Andre mineraler

Aluminiumsilikat mineralene kyanitt, andalusitt og sillimanitt finnes i forskjellige metamorfe bergarter, men anvendelsen av mineralene er beskjeden. En forekomst av kyanitt på Saltfjellet er undersøkt, men er aldri blitt satt i drift.

Bauxitt er råstoffet for produksjon av aluminium og alumina. Det importeres alumina for over 3,5 milliarder kr årlig. Det er ikke kjente forekomster av bauxitt i Nord Europa da mineralet dannes under langvarig tropisk forvitring.

Flusspat finnes i en rekke gangforekomster, spesielt i Nedre Telemark, men ingen er vurdert som drivverdig.

Gips og anhydritt er ikke kjent som økonomisk interessante forekomster på fastlandet, men finnes i lagdelte bergarter på Svalbard og på norsk sokkel.

Kaolinitt benyttes til keramikk, papirfiller mm., mineralet er ikke kjent i interessante mengder da det dannes under langvarig tropisk forvitring.

Magnesitt opptrer vanlig i ultrabasiske bergarter og er en viktig bestanddel av norske talk forekomster. Det har ikke vært mulig å benytte denne type magnesitt som industrimineral på grunn av for høyt jerninnhold. Interessante magnesittforekomster i andre geologiske miljøer er ikke kjent.

Salt, magnesiumsalt og kaliumsalter er ikke kjent fra fastlandet, men finnes som saltdomer i de sedimentære bergartene i Nordsjøen, Norskehavet og Barentshavet. Disse ressursene er vanskelig tilgjengelig med dagens teknologi.

Wollastonitt opptrer ofte i kontaktsonen mellom granitter og kalkstein, men er ikke påvist i interessante mengder.

Zirkon finnes i en rekke bergarter, men utvinnes hovedsaklig fra strandsand. Norske forekomster i fast fjell er bare av interesse for mineralsamlere.

Oppredning av importerte mineraler

Baddeleyitt

BM trading i Narvik kjøper mineraler fra Kovdor forekomstene på Kolahalvøya. Kovdor er et kompleks av alkaline og ultramafiske bergarter med produksjon av mineralene apatitt, magnetitt, baddeleyitt, flogopitt og vermiculitt. BM Trading kjøper 2000t baddeleyitt (ZrO_2) som selges til produksjon av ildfaste materialer på et internasjonalt marked. Det planlegges en foredling av baddeleyitt i Narvik for å øke verdien på produktene. Den planlagte foredlingen er en energikrevende oppvarmingsprosess som forandrer krystallstrukturen i mineralet slik at det får høyere smeltepunkt.

Selskapet omsetter også mineralene vermiculitt og flogopitt. Vermiculitter et hydrert glimmer som ekspanderer ved oppvaming og brukes som lettvekt materiale i en rekke sammenhenger. Flogopitt er magnesium glimmer som benyttes som forsterker og fyllstoff i termoplast, fugemasse, boreslam i oljebrønner og forskjellig andre ting.

Barytt

Norbar Minerals A/S på Karmøy importerer barytt ($BaSO_4$) fra Marokko og India for fremstilling av produkter til brønnboring i oljeindustri. Selskapet har 18 ansatt og er endel av Transocean gruppen. Barytt males ned og benyttes som tung væske i borstrengen under oljeboring for å regulere trykket nede i brønnen. Bedriften er største leverandør til oljeboring på norsk sokkel og produktene distribueres direkte til oljeplattformene i egne båter. Produksjons i 1994 var ca 175 000t. Norbar Minerals er medeier i en baryttgruve i Marokko som står for mesteparten av leveransene.

Det er ikke påvist økonomisk interessante forekomster av barytt i Norge.

Bentonitt

Norbar Minerals maler ned 10 000t importert bentonitt pr år for bruk i borevæske ved oljeboring. Bentonitt er et leirmineral som bygger opp et belegg på borehullsveggene og øker viskositeten på borevæsken. Produktene distribueres som beskrevet for barytt. Det er ikke påvist økonomisk interessante forekomster av bentonitt i Norge.

Glimmer

Norwegian Talc A/S i Bergen importerer noen få tusen tonn muskovitt for nedmaling.

Anvendelser for nedmalt muskovitt er sparkel, isolasjonsplater, støpe elektroder og plastikk.

Innen plast brukes det fordi det gir økt styrke og fleksibilitet, er varme bestandig, er impermeabelt, forbedrer de dielektriske egenskaper, reduserer termal ekspansjon, er inert for UV lys, mikrobølger og mange kjemikalier.

Det er tidligere produsert muskovitt glimmer fra Rendalsvik forekomsten i Melfjord, Nordland.

Bleikvassli gruber har i senere tid drevet forsøk med å fremstille et flotert glimmerprodukt basert på avgang fra oppredningsprosessen, men har så langt ikke lyktes.

Kull

Store Norske Spitsbergen Kulkompani A/S driver kulldrift i Longyearbyen på Svalbard.

Gruveselskapet eies av staten. Produksjonen i 1994 var fra Gruve 3 og 7. Det ble solgt 334 000t kull som ga salgsinntekter på 113 mill. kr. Før statsstilskuddet var underskuddet på 98 mill kr og bedriften er avhengig av større statlige overføringer. SNSK hadde 277 personer ansatt ved årsskiftet.

Kulldriften på Svalbard er basert på store, nesten flattliggende lag av kull som er av god kvalitet, ressursene er store.

Regjeringen går i revidert nasjonalbudsjett 1995 inn for å forberede regulær drift i Svea fra 1997. Dette kombineres med stans i Gruve 3 fra 1996 og en langsom nedtrapping i Gruve 7 i Longyearbyen. Med regjeringens forslag vil levetiden for gruve 7 kunne forlenges frem mot år 2020. Produksjonen forutsettes totalt å ligge under 300 000t pr år og staben skal trappes ned til ca. 210.

Naturstein

Av T.Heldal

Det er vanlig å skille mellom to hovedgrupper naturstein:

Massivstein (eller blokkstein) brytes i store, rektangulære blokker som så sages eller kiles opp i plater og emner. En videre inndeling i «hardstein», hvor harde mineraler som kvarts og feltspat er hovedbestanddeler, og «mykstein», som vesentlig består av mykere mineraler som kalkspat og talk, er ofte hensiktsmessig. Norsk massivsteinsproduksjon omfatter harde bergarter som larvikitt, granitt og gneis, og mykere bergarter som marmor, serpentinit og kleberstein.

Figur 17. De viktigste uttaksstedene for naturstein.



Skifer er bergarter som kan spaltes opp i tynne plater etter naturlige, plane sjikt. I Norge produseres kvartsittskifer, fyllittskifer og glimmerskifer. De norske skifertypene er vesentlig kvartsrike og dermed hardere og mer slitesterk enn leirskifer, som volummessig dominerer verdensmarkedet.

Natursteinsindustrien kan inndeles i følgende virksomheter:

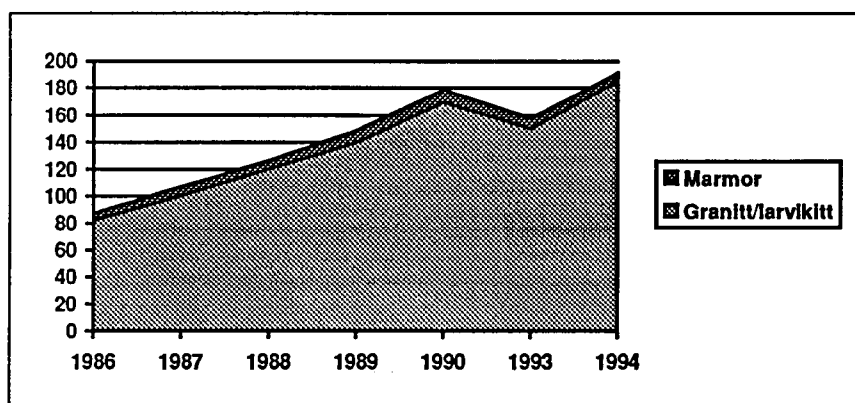
- Råblokkproduksjon (massivstein)
- Skiferproduksjon (brudd + bearbeiding)
- Bearbeiding av massivstein (flis, plater, gravmonumenter)

Førstnevnte er meget eksportrettet, mens sistnevnte vesentlig produserer for det norske markedet. Omtrent halvparten av skiferproduksjonen eksporteres, fortrinnsvis som ferdigprodukter.

Direkte sysselsatte i bransjen (figur 17) er rundt 800 personer, mens rundt 1500 er indirekte sysselsatt innen transport, tjenester og montasje. Steinindustrien teller rundt 220 bedrifter. Nærmere 50 av disse har brudd i skifer eller massivstein. I disse bedriftene varierer antall ansatte fra 3 til 85. 70-80 bedrifter (<20 ansatte i hver) bearbeider og forhandler bygningsstein og tildels gravmonumenter, mens det finnes rundt 90 bedrifter som utelukkende driver med gravmonumenter (<10 ansatte).

Kun et fåtall bedrifter har mer enn 20 ansatte. Videre er de fleste bedriftene begrenset til en type virksomhet (enten brudd, bearbeiding eller skiferproduksjon), men det finnes tre unntak. Skifer & Naturstein (divisjon i Rieber & Søn AS) driver brudd og bearbeiding av skifer i Otta og Alta, samt to granittbrudd (Iddefjord og Røyken) og bearbeiding av granitt i Sarpsborg. Videre har Skifer & Naturstein også utenlandske datterselskap (Grantax i Portugal, Beisterveld Natursteen i Nederland). AS Granitt driver både råblokkproduksjon i Larvik og brudd og bearbeiding av kleberstein i Otta. AS Johs Grønseth & Co. har både råblokkproduksjon og bearbeidingsfabrikk i Larvik.

Total omsetning ifølge bransjeorganisasjonen Steinindustriens Landsforrening (SIL) rundt 1000 mill. kroner. Dette fordeles på brudd (drøyt 600 mill. kroner), bearbeiding (rundt 240

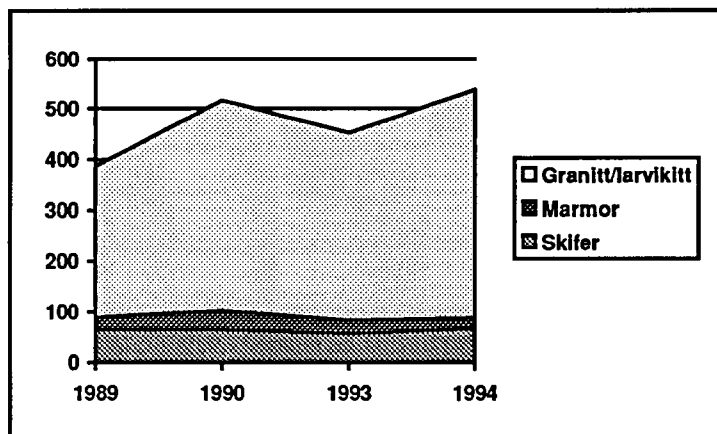


Figur 18. Eksport av marmor og granitt/larvikitt i tusen tonn pr år.

mill. kroner) og handel/ren gravmonument-produksjon (rundt 150 mill. kroner). En del av virksomheten til de to sistnevnte gruppene baseres på importert stein (bearbeidet og blokk) i tillegg til at noen bedrifter er rene forhandlere. Med disse fratrukket kan den totale verdiskapning basert på norsk råstoff anslås til rundt 850 mill. kroner.

Eksportverdi av naturstein var i 1994 anslagsvis 540 mill. kroner (figur 19). Rundt 80% av dette er larvikitt råblokk, som selges til bearbeidingsfabrikker i Italia, Spania, Frankrike,

Tyskland, Europa ellers og det fjerne Østen. Resten av eksporten er dominerende skiferprodukter og marmor (råblokk). Import av stein utgjør ca. 50 mill. kroner fordelt på blokk (spesielt til gravmonumenter), plater (flis og fasade) og gate/kantstein.



Figur 19. Eksportverdien i mill kr for granitt/larvikitt, marmor og skifer.

hatt en positiv utvikling. Jevnt over kan følgelig utviklingen for natursteinsindustrien i sin helhet betegnes som positiv (ved årsskiftet 1994/95).

I perioden 1985-90 opplevde bransjen en sterk vekst, fortrinnsvis innen eksport av råblokk (figur 18 og 19). Veksten skyldes en sterk internasjonal utvikling innen bruk av naturstein. Fram til år 2000 er årlig vekst i forbruk av naturstein på verdensbasis estimert til 6,5%. Det høye eksportnivået fra 1990 har siden holdt seg stabilt. De siste årene har også innenlands-markedet for bygningsstein og stein til uteanlegg

Råblokkproduksjon

Larvikitt

De viktigste bruddområdene ligger i Larvik kommune og i tilgrensende deler av Porsgrunn. Larvikitt er en særpreget variant av dypbergarten monzonitt, og er i første rekke kjent for et blålig fargespill i feltspatkrystallene som utgjør hovedkomponenten i bergarten. Larvikitt med slikt fargespill er unik og meget attraktiv i det internasjonale natursteinsmarkedet og brukes i bygninger over hele verden.

Det finnes flere varianter av larvikitt. De viktigste er lys larvikitt (også kalt «Labrador» eller «Blue Pearl») som brytes i Tvedalen, Larvik, og mørk larvikitt (også kalt «Mørk labrador» eller «Emerald Pearl») som brytes ved Klåstad i samme kommune. Andre mindre viktige varianter inkluderer «Marina Pearl» og «Bergan».

Det stilles meget strenge krav til blokkkvalitet i larvikittproduksjonen. Blokkene må være av jevn og god farge, ikke inneholde sprekker, riss, årer eller andre «feil» som forringere den estetiske eller tekniske kvaliteten. Normalt fremkommer fargespillet kun i en sagretning grunnet planorientering av feltspatkrystallene. Det er viktig at denne orienteringen faller parallelt med blokkenes største flate.

Salgsblokker er normalt rektangulære, og for eksport bør disse ikke være mindre enn 3kcm. Salgsblokk på 10kcm er ikke uvanlig. Krav til blokkstørrelse i markedet har økt de siste ti årene, hovedsakelig grunnet behovet for effektivisering av sageprossessen i store utenlandske bearbeidingsfabrikker.

Det finnes rundt 20 operative larvikittbrudd fordelt på ca. 15 bedrifter (figur 20). Rundt 95% av produksjonen eksporteres som råblokk, vesentlig til kunder i Italia, Spania, Frankrike, Tyskland og Østen. I 1993 var eksportverdien rundt 380 millioner kroner. Kravene til blokkstørrelse og høy kvalitet medfører liten utnyttelsesgrad, og normalt er det mindre enn 10% av uttatt volum som gir salgsblokk. Larvikittproduksjonen sysselsetter direkte ca. 340 personer, og indirekte ytterligere 200. Rundt halvparten av Larviks kommunes skatteinntekt fra selskaper kommer fra steinindustrien.

Uttaksmetodene baseres i økende grad på saging med diamantwire i tillegg til boring og sprengning. De siste årene har det vært gjort betydelige investeringer i sageutstyr, spesialiserte borerigger og transportmaskiner. Industrien har sammen med utstyrleverandører utviklet og tatt i bruk ny bruddteknologi, som f.eks. maskiner for hydraulisk splitting av blokk.

I samarbeid med Larvik kommune holder næringen på med et betydelig arbeid for planlegging av langsiktig drift, kartlegging av miljøkonsekvenser, skjerming og rehabilitering av brudd og landskap og utnytting av skrotstein. I dag finnes to pukkverk som utnytter skrotstein (totalt rundt 400 000 tonn årlig hvorav ca. 40% eksporteres). Videre eksporteres betydelige kvanta stor skrotstein til vannforbygning til England. Det er sannsynlig at denne virksomheten kan utvides, og det foreligger planer om utbygging av utskipningshavn for knust stein og større plastringsstein i nærheten av Tvedalen. Andre planer om å utnytte skrotstein inkluderer fyllmasse til utbygningsarealer og steinmel (vekstmiddel). Videre kan de beste kvalitetene av skrotblokk være egnet til bearbeiding til flis eller grovteksturerede produkter.

BEDRIFT	RÅBLOKK	BEARBEIDING
Lundhs Labrador AS	X	
AS Johs Grønseth & Co	X	X
AS Granitt	X	
Fritzøe Blue Pearl AS	X	
Larvik Granite AS	X	
Larvikite AS	X	
Norwegian Pearl AS	X	
Norsk Granitt AS	X	
AS Johs Nilsen & Co.	X	
Saga Pearl AS	X	
Tønsberg Granitt AS	X	
Monzonitt AS	X	

Figur 20. De viktigste larvikittprodusenter

Granitt og gneis

I industriell terminologi inkluderer «granitt» en rekke typer dypbergarter hvor kvarts og/eller feltspat er hovedkomponenter. «Svart granitt» brukes om mørke dypbergarter som gabbro og peridotitt. Granitt og gneis brytes i en rekke mindre brudd rundt om i landet (figur 17 og 21). Noe eksporteres som råblokk, men mesteparten av produksjonen brukes til bygningsstein og gravmonumenter i Norge.

I Halden drives to brudd i grå Iddefjordgranitt av henholdsvis Johansen Granitt (Rieber & Søn AS) og Johansen Monumenthuggeri AS. Iddefjordsgranitten er tradisjonelt en av våre viktigste steinressurser, og rundt århundreskiftet var flere tusen mennesker sysselsatt i over hundre brudd. Selv om wiresaging er introdusert i bruddene, er fremdeles boring, sprengning og kiling viktigste uttaksmetode. Granitten har svært gode kløvegenskaper i motsetning til larvikitt, og forekomstene er meget massive (uten sprekker). Dette medfører at granitten kan brytes til svært lave kostnader og med meget lav skrotprosent. Selv om Iddefjordsgranitten ikke er så unik og høyt priset som larvikitt er den kjent for å være av svært høy kvalitet og egnet til mange bruksområder. Mesteparten av blokken bearbeides i egne fabrikker og granitten brukes til uteanlegg, fasadeplater, gravmonumenter og skulpturer, først og fremst for det norske markedet. Imidlertid er det en tendens i retning av økt eksport til andre skandinaviske land.

En annen tradisjonell granitt er den rødlige Drammensgranitten. I dag finnes kun ett operativt brudd i Røyken, som drives av Johansen Granitt. Mesteparten av blokkene bearbeides i fabrikken i Sarpsborg, og granitten har omtrent samme anvendelsesområde som Iddefjordsgranitt. Også Drammensgranitten har gode kløvegenskaper, og en del av skrotblokken kiles opp og selges som stein til forstøtningsmurer (tørrmur).

Hvit granitt, eller trondhemitt, er en spesielt lys dypbergart som forekommer flere steder i Midt-Norge. Fire brudd drives i dag i Støren (Trøndergranitt AS), Oppdal (Arne Hoel & Sønner AS) og Budal (Norsk Sten Produkt AS) i Sør-Trøndelag og i Tolga (Tolga Granitt AS) i Hedmark. Sammenlignet med Iddefjordsgranitt er de fleste forekomstene små og relativt oppsprukket, og uttakskostnadene faller høyere. Imidlertid er det få hvite granitter på markedet, slik at markedsprisen også er over gjennomsnittet for granitt. Noe blokk selges på eksportmarkedet, mens størsteparten benyttes til produksjon av gravmonumenter, fasadeplater, flis etc. for det norske markedet.

I Lødingen brytes en gråsvart mangeritt av Lødingen Steinindustri AS. Firmaet driver både salg av råblokk til norske og utenlandske bearbeidingsfabrikker, og en mindre produksjon av kantstein, gatestein, skulpturer og annen stein til utsmykning. Svart olivinamfibolitt brytes og bearbeides i liten skala i Vistdal, Møre og Romsdal.

Rosa granittisk gneis brytes i mindre skala i Steigen, Nordland og i Solør, Hedmark, Mens rød/grå båndet gneis tas ut i Nesseby, Finnmark. På Askøy utenfor Bergen er nylig startet brudd i en grå, båndet gneis som vesentlig brukes i uteanlegg i Bergen.

STEINTYPE	ANTALL BRUDD
Grå granitt	2 (Østfold)
Rosa granitt	1 (Buskerud)
Hvit granitt (trondhemitt)	4 (Sør-Trøndelag, Hedmark)
Rosa granittgneis	2 (Nordland, Hedmark)
Svart mangeritt	1 (Nordland)
Båndet gneis	2 (Finnmark, Hordaland)
Svart amfibolitt	1 (Møre og Romsdal)

Produksjon av granitt og gneis har variert mye grunnet svingninger i markedet. De siste årene har omfattende bruk av stein i Norge, spesielt til uteanlegg i byer og tettsteder, bidratt til å sikre livsgrunnlaget for flere slike småskala brudd, og det er klare tendenser til en gradvis revitalisering av granittdriften rundt om i Norge. Det finnes også mange uutnyttede forekomster som kan være aktuell for fremtidig drift, enten basert på det norske markedet eller på eksport. Sistnevnte krever imidlertid meget kostnadseffektiv produksjon siden prisnivået for de fleste granitter og gneiser ligger atskillig lavere enn larvikitt.

Figur 21. Granitt og gneisbrudd i Norge.

Marmor og kalkstein

Kalkstein har tradisjonelt vært tatt ut på Østlandet (spesielt i Porsgrunn) men i dag finnes ingen operative brudd.

Marmor, eller krystallin kalkstein, brytes i Nordland. Viktigst er forekomsten ved Løvgavlen, Fauske. Firmaet Ankerske AS tar her ut flere marmorvarianter; rosa-hvit, broget dolomitt-kalkspatmarmor («Norwegian Rose»), grå-hvit kalkspatmarmor («Antique Fonce» og «Hermelin»), grønn-hvit dolomitt-kalkspatmarmor («Arctic Green») og hvit dolomittmarmor («Furuli»). De fleste av disse typene opptrer innen samme brudd. «Norwegian Rose» er markedsmessig den viktigste typen, og regnes som unik og meget attraktiv i det internasjonale markedet. Eksport av råblokk av denne er basis for Ankerskes virksomhet. Firmaet har egen fabrikk for produksjon av flis og plater av de ulike marmortypene, vesentlig for det norske markedet og nære eksportmarkeder.

Ved Leivset like øst for Fauske er det en mindre produksjon av fargebåndet (rosa-hvit-gul) marmor («Koloritt»). Videre finnes brudd i fargebåndet marmor syd for Rognan i Saltdal («Krystalitt») og for tiden utfører Statskog prøveproduksjon på rosa marmor på fjellet mellom Saltdal og Misvær (Ljøsenhammeren).

I Bindal har inntil nylig vært regulær produksjon av en marmor med utpreget linseformet til båndet struktur i grønne, grå og brunlige fargenyanser («Sandra» og «Tundra»). For tiden er det driftshvile grunnet manglende etterspørsel etter blokk.

Også i fremtiden vil Nordland være vårt viktigste marmorfylke. Av spesiell interesse er utvikling av forekomster av fargebåndet og hvit marmor. I tillegg til dagens produsenter er det tendenser til at beslektet mineralindustri (marmor til industrimineral) ser et nytt virkeområde innen produksjon av blokkstein.

Kleberstein og serpentinit

Kleberstein og serpentinit er mineralogisk og dannelsesmessig nær beslektet. Kleberstein er spesielt myke bergarter med mineralet talk som hovedbestandel. Bergarten er meget lett å sage/bearbeide og har ypperlige varmelagrings-egenskaper. I dag brukes kleberstein vesentlig til ovner og peiser. Størst produksjon er det i AS Granitts anlegg i Otta, der både brytning og fremstilling av ferdigprodukter foregår. Rundt 80% av produksjonen eksporteres - vesentlig til Tyskland.

Prøveproduksjon foregår for tiden i Målselv og i mindre skala i Hordaland av ulike selskaper. Hvis markedsutviklingen for kleberstein fortsetter i samme positive spor som de siste årene, kan en ytterligere utvikling av forekomster rundt om i landet være realistisk.

Serpentinit er hardere enn kleberstein, og hovedmineral er serpentin. Fargen er grønn, og i mange tilfeller har bergarten en breksjert, livfull struktur. Bergarten (som forøvrig ofte kalles grønn marmor) brukes vesentlig til innendørs gulvflis, trappetrinn og utsmykning. I dag brytes serpentinit i liten skala av firmaet Solberg Steinindustri AS i Sparbu, Nord-Trøndelag. Steinen bearbeides til ferdigprodukter i egen fabrikk ved bruddet, og selges til markeder i Norge og Sverige.

Småskala prøveproduksjon på serpentinitforekomster foregår for tiden i Hordaland. Forøvrig er serpentinit betydelig underprospektert, og Norge er trolig rik på nye forekomster hvis markedsutviklingen skulle åpne for en videreutvikling.

Videreforedling av massivstein

Norsk bearbeiding av massivstein kan deles inn i flere kategorier etter viktigste produkter og hvilke markeder som betjenes.

Et stort antall bedrifter baserer sin virksomhet på produksjon av gravmonumenter, fortrinnsvis for markedet i Norge. Tyngdepunktet er på Eide i Møre og Romsdal, der et tosifret antall bedrifter ligger side om side. Videre finnes flere bedrifter spredt rundt om i landet. En av de viktigste er Nordicstone AS i Stavern, som bl.a. har en viss eksport. I tillegg til gravmonumenter produserer flere av bedriftene fasadeplater, benkeplater og belegningsstein.

Produksjon av stein til uteanlegg gjøres bl.a. ved monumentbedriftene, men av stor betydning er også Johansen Granitt i Sarpsborg som er spesialist på slik produksjon.

For noen år siden ble det satset friskt på norsk produksjon og eksport av gulvflis, og fire anlegg ble etablert i løpet av en kort periode. I dag er kun ett av disse tilbake - Norwegian Stone Malm AS i Nord-Trøndelag. (eies av SIVA og Norsk Hydro). Forøvrig produseres flis også av Ankerske AS i Fauske.

Flisfabrikkenes problemer illustrerer noe av norsk steinindustri dilemma; på den ene siden er det ønskelig med økt verdiskapning i Norge, men samtidig er det vanskelig å konkurrere på verdensmarkedet med ferdigprodukter. Det er mulig at satsing på større volum (få ned enhetskostnadene) kombinert med bredere produktspekter kan være en riktig vei å gå.

Det meste av norsk stein som brukes i Norge er bearbeidet her. Dog importeres en del ferdigprodukter (flis og fasadeplater), fortrinnsvis av italienske steintyper, samt gate- og kantstein fra bl.a. Portugal.

En del av disse produktene er vanskelig å konkurrere med for norsk steinindustri; flisimporten utgjøres vesentlig av billigprodukter (ofte Carrara-marmor), mens tynne fasadeplater fra Italia er meget rimelig i forhold til norskproduserte pga. bedre teknologi for slik produksjon i Italia (spesielt rammesager). Fremstilling av gate- og kantstein er meget arbeidsintensivt, og det vil være vanskelig å oppnå samme lave kostnader ved slik produksjon i Norge som i Portugal.

Skifer

Generelt

Skifer er sedimentære og metamorfe bergarter med sterk, planorientert struktur som bergarten kan spaltes langs.

Leirskifer dannes ved sammenpressing av leirholdige sedimenter, og orienterte, flakformige leirmineraler definerer spaltesjiktene. I dag brytes ikke leirskifer i Norge.

Fyllitt representerer leirrike sedimenter som er utsatt for høyere trykk og temperatur (metamorfose). Glimmermineraler dannes på bekostning av leirmineraler og utgjør spaltesjiktene i bergarten. Fyllitter er svart til mørk grå på farge. Ved enda høyere trykk og temperatur dannes mer grovkornet glimmerskifer, oftest sølvgrå til mørk grå.

Kvartsittskifer dannes ved metamorfose av kvarts- og feltspatrike sandsteiner. Resultatet blir en bergart med kvarts-feltspatrike bånd atskilt av glimmerholdige sjikt som bergarten spaltes langs. Kvartsittskifrene er som regel grå på farge.

Forekomster av skifer finner vi først og fremst innen de kambro-siluriske lagrekkene i Norge, som ved den kaledonske fjellkjededannelsen ble deformert og omdannet ved relativt høye trykk- og temperaturforhold. Norske skifertyper, spesielt kvartsittskifer, er meget slitesterke bergarter som er egnet til en rekke bruksformål.

Kvartsittskifer

Kvartsittskifer produseres først og fremst i Alta og Oppdal (figur 22). I tillegg finnes flere mindre produksjonssteder rundt om i landet.

SKIFERTYPE	PRODUSENT
Altaskifer (Alta)	AL Alta skiferbrudd og Stensliperiet AS (brudd og bearbeiding)
Oppdalskifer (Oppdal)	Oppdalskifer AS
Snåsaskifer (Snåsa)	Nye Snåsaskifer AS
Voss skifer (Voss)	Voss Skiferbrudd AS
Dovre-skifer (Dovre)	Gudbrandsdal Steinindustri AS

Figur 22. De viktigste produsenter av kvartsittskifer.

I Alta har det vært kontinuerlig skiferproduksjon siden 1850. I dag sysselsetter produksjonen rundt 125 årsverk. Ca. 75 av disse er medlemmer av andelslaget Alta Skiferbrudd. Disse selvstendige skiferdriverne er fordelt på en rekke mindre brudd i de tre produksjonsområdene Peska-Langvann, Detsika og Stilla. Andelslaget selger produksjonen fra bruddene til Steinsliperiet (en del av Rieber & Søn konsernet) som står for videreforedling og distribusjon. Steinsliperiet driver også et brudd i Peska. Rundt 80% av produksjonen i Alta eksporteres, mye via Rieber & Sønns datterselskap i Nederland. Tidligere var takskiferproduksjonen av stor betydning, men i dag er saget gulvflis og heller de viktigste produktene. De siste årene har Steinsliperiet investert betydelige midler i ny bearbeidingsteknologi, bl.a. utstyr for spalting av skiferblokker ved hjelp av vann.

I Drivdalen syd for Oppdal foregår betydelig produksjon av Oppdalskifer. For et par år siden fusjonerte de to viktigste skiferbedriftene (Skifersæteren AS og Oppdal Skiferindustri AS) til ett firma - Oppdalskifer AS. I samme perioden har blitt investert betydelig i avdekking av forekomster og oppgradering av bruddteknologi. Bl.a. brukes hydrauliske kiler for oppdeling av skiferblokker. Oppdalskiferen er (i motsetning til Altaskiferen) særdeles godt egnet til fremstilling av knekte produkter, som f.eks. skifermurstein. Heller og flis er ellers hovedprodukter. Eksport av Oppdalskifer har økt kraftig de senere årene, og i dag selges en betydelig del til utlandet.

Andre operative og mindre kvartsittskiferbrudd finnes i Snåsa, Dovre, Voss og Nordreisa. I Lierne i Nord-trøndelag er en forekomst (Li-skifer) som inntil nylig ble drevet av svenske interesser, men pr. i dag er det driftshvile. Prøveuttak av kvartsittskifer foregår i Årdal i Sogn.

De fleste forekomster av kvartsittskifer i Norge kan antakelig brytes i lang tid fremover, og det finnes i tillegg flere forekomster som kan ha økonomisk potensiale i fremtiden.

Glimmerskifer og fyllitt

Mørk grå til sort skifer (grenseland mellom fyllitt og glimmerskifer), lokalt med rustfargete innslag, brytes i stor skala i Otta. Mindre skala produksjon foregår i Fåvang og i Finnmark (figur 23).

Skifer & Naturstein avd. Otta driver et stort brudd i Pillarguri-skifer. Skiferen er meget spesiell, med mørk, glinsende glimmerrik overflate ispedd nåler av hornblende. Forekomsten brytes i stor grad ved hjelp av diamantline-saging. Skiferen bearbeides i egen fabrikk, og hovedproduktet er saget gulvflis. De siste årene har eksportandelen økt kraftig, og er i dag rundt 60%. Skiferen selges via de samme kanaler som Altaskiferen. Bedriften bearbeider også liknende skifertyper fra mindre brudd i området (Høgseter og Sel Royal), som brytes på kontrakt.

En sort fyllittskifer drives i Fåvang av Gudbrandsdal Steinindustri AS. I Lebesby i Finnmark brytes en sort, tyntspaltende skifer (Friarfjordskifer). Denne er bl.a. spesielt godt egnet til fremstilling av meget tynne plater (2-4mm) for kledning av vegg. En svært småskala produksjon av grønnsvart fyllitt foregår i Stjørdal i Nord-Trøndelag (Sorte-skifer). I Jondal (Hardanger) forsøker man å gjenoppta drift på sort glimmerskifer, som foruten de siste årene har vært drevet siden 1400-tallet.

Reservene av fyllitt og glimmerskifer antas å være store i driftsområdene, men overfjellsproblemer kan på sikt føre til brytning under jord på enkelte steder. Utnyttede forekomster med mulig fremtidig potensiale finnes først og fremst i Hedmark, Oppland og Troms.

Pillarguri-, Høgseter- og Selskifer (Otta)	Skifer & Naturstein avd. Otta
Friarfjord-skifer (Lebesby)	Friarfjord AS
Fåvangskifer	Gudbrandsdal Steinindustri AS

Figur 23. De viktigste produsenter av glimmerskifer og fyllitt.

De senere års utvikling i skifernæringen

Selv om ikke produksjonsvolumet har gått vesentlig opp de siste årene, har eksportandelen og lønnsomheten blitt betydelig bedre. Dette har flere årsaker.

For det første har strukturendringen i bedriftene hatt betydning. Både Ottaskifer og Steinsliperiet i Alta eies av Rieber & Søn, som også eier utenlandske distribusjonsledd. I Oppdal gikk to bedrifter sammen til en.

Videre har bedriftene satset sterkt på ny teknologi både i brudd og bearbeiding, og tildels utviklet teknologien selv. Kunnskap om forekomster og, ikke minst, om kvaliteten på produktet og hvordan det bør behandles er også gitt høy prioritet. Sist men ikke minst har aktiv markedsføring overfor arkitekter i inn- og utland bidratt til gode resultater.

Skiferindustrien tilstreber høyest mulig bearbeidingsgrad, og i dag er så godt som all eksport ferdigprodukter. I tillegg leverer norske skiferprodusenter store mengder råplater (ofte av «skrot»-kvalitet) til rehabilitering av hustak i Aosta-dalen, Nord-Italia. Dette har medvirket sterkt til bedre råstoffutnyttelse i bruddene.

Utviklingstendenser

Marked

Markedet for naturstein er internasjonalt som i Norge jevnt økende. Økningen er sterkere enn for konkurrerende byggeprodukter, og det er tendenser til at naturstein til en viss grad substituerer disse i markedet.

Markedsutviklingen har flere årsaker. For det første har teknologien innen brytning og bearbeiding blitt kraftig forbedret siden 60-tallet, slik at naturstein rent prismessig haler innpå alternative produkter i tillegg til at anvendelsesområdet for stein er utvidet. Videre nyter steinindustrien godt av en generell dreining mot mer bruk av naturprodukter.

I Norge har markedsøkningen først og fremst vært synlig i 90-årene. Naturstein brukes stadig mer til gulv, fasade og utsmykning, og spesielt til uteanlegg. I mange byer og tettsteder er granitt og skifer viktige elementer i arbeidet med å rehabilitere gater og plasser. Dette gir grunnlag for lønnsom videreforedling av denne type produkter og rom for nyetablering av små-skala produksjonsenheter.

Samtidig med at markedet øker er antall nye produsenter også sterkt stigende. I perioder fører dette til overproduksjon av visse steintyper eller steinprodukter på verdensmarkedet. I motsetning til malm og industrimineraler er videre natursteinsmarkedet preget av «notesvingninger» i den forstand at kundens smak og behag er avgjørende for hvilke

steintyper som selges. Dette fører lett til periodiske eller mer permanente problemer for enkelte farger og kvaliteter av stein.

Den norske råblokkeeksporten flyter i stor grad på unike, høyt prisete bergartstyper, i første rekke larvikitt. Fra slutten av 80-årene har det derfor vært god lønnsomhet i denne delen av næringen. Skiferbedriftene har på sin side gjennom bl.a. eksportøkning oppnådd bedret lønnsomhet, og det er ikke minst de kvalitetsmessige sidene ved norsk skifer som er avgjørende. En økende tendens til større og profesjonelle bedrifter i bransjen er også med på å skape et bedre grunnlag for industrien både teknologisk og markedsmessig.

Eksport av bearbeidete massivsteinsprodukter har vært vanskeligere å få til. Dette har sammenhenger med lite hjemmemarked for flis og fasadeplater, manglende tradisjoner for denne type produksjon og sterk priskonkurranse i markedet. Videre er lønnsomheten pr. i dag bedre for råblokkeeksport av unike steintyper enn for ferdigprodukter av de samme steintypene.

Råstoffgrunnlag

I de fleste tilfeller er det geologiske grunnlaget for produksjonsbedriftene tilstrekkelig for drift langt inn i neste århundre. Imidlertid blir det stadig vanskeligere å utnytte nye arealer til bruddvirksomhet, og behovet for langsiktig planlegging av drift og dermed økt kunnskap om ressursene vil øke.

Videre er natursteinsindustrien meget utsatt for svingninger i markedet, i tillegg til at selv små variasjoner i råstoffkvalitet kan medføre økt skrotprosent og dermed lavere lønnsomhet. I mange brudd er marginene for å tilpasse seg slike forhold gode, mens i andre tilfeller kan en liten endring føre til driftsstans.

Mulighetene for å utvikle nye ressurser er tilstede flere steder i landet. Enkelte forekomster kan være egnet til råblokkeeksport, fortrinnsvis forekomster av unike bergarter som kan oppnå høye priser på verdensmarkedet. Grønn kvartsitt fra Kautokeino og anortositt med fargespill fra Rogaland er eksempler på slike forekomster.

Andre forekomster av mindre unik karakter kan også være av interesse, f.eks. hvis de kan drives spesielt kostnadseffektivt eller er av spesielt god kvalitet til visse bruksområder. Økende marked i Norge skaper grunnlag for både drift på nye forekomster og økt verdiskapning i industrien generelt. Hvis det lykkes å utvikle en eksportorientert bearbeidingsindustri (massivstein) i Norge vil dette også bidra til større behov for å utvikle nye forekomster.

Forvaltning og miljø

Naturstein er et «rent» produkt på den måte at produksjonen genererer minimalt med giftige utslipp. De negative miljøkonsekvensene er stort sett begrenset til sår i terrenget der bruddene ligger og støy fra maskiner. Skrotstein som ikke kan utnyttes er i denne sammenheng det

største problemet; i enkelte brudd deponeres over 90% av uttatt volum i nærområdet. Industriell utnyttelse av skrotstein er ett av de viktigste satsingsområdene for bransjen i dag, og flere steder kan skrotsteinen være egnet til puk, tilslag eller industrimineral-råstoff. I Larvikområdet produseres puk av skrotstein og større skrotblokker selges som plastringsstein. Det er planer om å øke denne utnyttelsen betydelig, bl.a. ved hjelp av utbygging av havn for skiping av skrotstein til europeiske markeder.

Andre viktige tiltak for å begrense miljøkonsekvensene er landskapsforming og rehabilitering av bruddområder. Også her foregår det i dag prosjekter i Larvikområdet som kan gi kunnskap og erfaringer som lett kan overføres til andre deler av landet. Gode reguleringsplaner for steinindustri er av stor betydning for næringens fremtid. Flere kommuner, bl.a. Larvik, har gjort et betydelig arbeid med dette. Det er imidlertid vesentlig at god kunnskap om ressursgrunnlag og forekomstens utbredelse danner grunnlag for planleggingen.

Bearbeidingsindustrien har betydelig mindre miljøproblemer å hankes med. Slam fra saging blir i moderne anlegg samlet opp og tatt vare på. Videre er bearbeidning av naturstein i stor grad en «våt» prosess, slik at farlig støv fra visse bergarter (f.eks. kvarts) sjelden blir et problem for arbeidsmiljøet. Enkelte bearbeidingsmetoder (f.eks. prikkhamring) forutsetter forebyggende tiltak for å unngå skader.

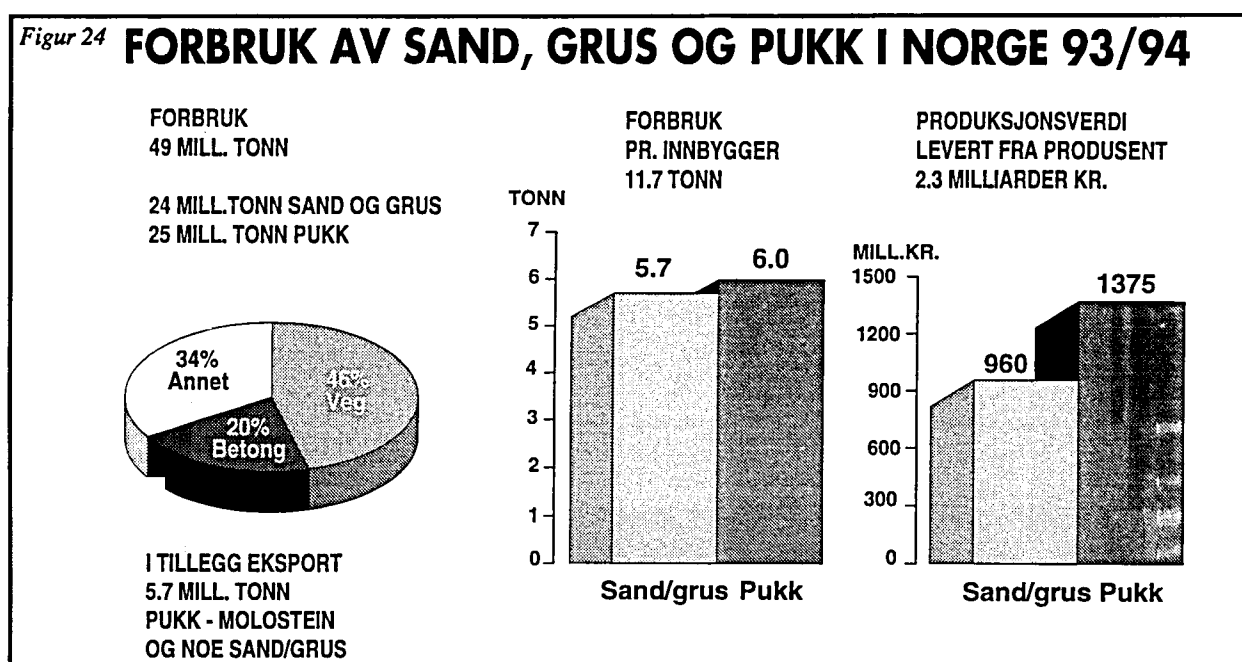
Ellers er produksjon av naturstein meget lite energikrevende sammenlignet med alternative produkter, som f.eks. keramiske fliser. Dette har selvsagt sammenheng med at mens naturstein kun formes, baseres andre produkter på først nedknusning av bergarter for senere å «sette dem sammen igjen». I mange steder i verden er naturstein først og fremst et rimelig og lett tilgjengelig byggeprodukt mer enn det er dyrt og eksklusivt.

Naturstein har også lang levetid i bruk. For det første er den tekniske holdbarheten lang, for det andre medfører steinens klassiske uttrykk at man mer unødig skifter ut slike installasjoner enn kunstprodukter.

Bransjeforeningen (SIL) har vedtatt et eget miljøprogram, og en rekke prosjekter med dette som tema vil bli iverksatt i tiden som kommer.

Byggeråstoffene sand, grus og pukk

Sand, grus og pukk er en av Norges viktigste mineralske råstoffer. Bare olje omsettes i større kvanta og verdi. Det norske forbruket av byggeråstoffer ligger i dag helt i verdenstoppen. Hvert år blir det tatt ut ca. 50 mill. tonn med sand, grus og pukk i Norge (figur 24). Produksjon av byggeråstoffer utgjør i dag en førstehåndsverdi på 2,3 milliarder kroner pr. år. Det tilsvarer ca. 11,7 tonn pr. innbygger fordelt med 5,7 tonn sand/grus og 6,0 tonn pukk og forbruket fordeler seg på 46% til veger, 20% til betong og 34% til andre formål, figur 24. Det er bare Island, Canada og Finland som har høyere forbruk pr. innbygger.



Produksjonen er fordelt på drøyt 2.000 uttak. Næringen har betydelige ringvirkninger i foredling og transportbransjen, både med hensyn til økonomi og sysselsetting. Figur 25 viser uttak og produksjon i 12 fylker for sand, grus og pukk.

Omlag 21 % av den norske pukkproduksjonen gikk i 1994 som eksport til kontinentet. I 1982 representerte eksporten av 500.000 tonn pukk en verdi på ca. 15 mill. kr. Ti år senere var volumet økt til 7 mill. tonn, med en eksportverdi på 347 mill. kr, eksklusive transport. For 1993 falt eksportandelen til ca. 5.8 mill. tonn inklusive noe sand, grus og molostein med en eksportverdi på 290 mill. kr og for 1994 var eksporten 5.5 mill. tonn til ca. 280 mill. kr. Dagens eksport besørges av 15 store pukkverk i Sør-Norge og går hovedsaklig til mottakere i England, Danmark, Tyskland, Nederland og Belgia. Disse landene har tilsammen et årlig forbruk på 290 mill. tonn pukk.

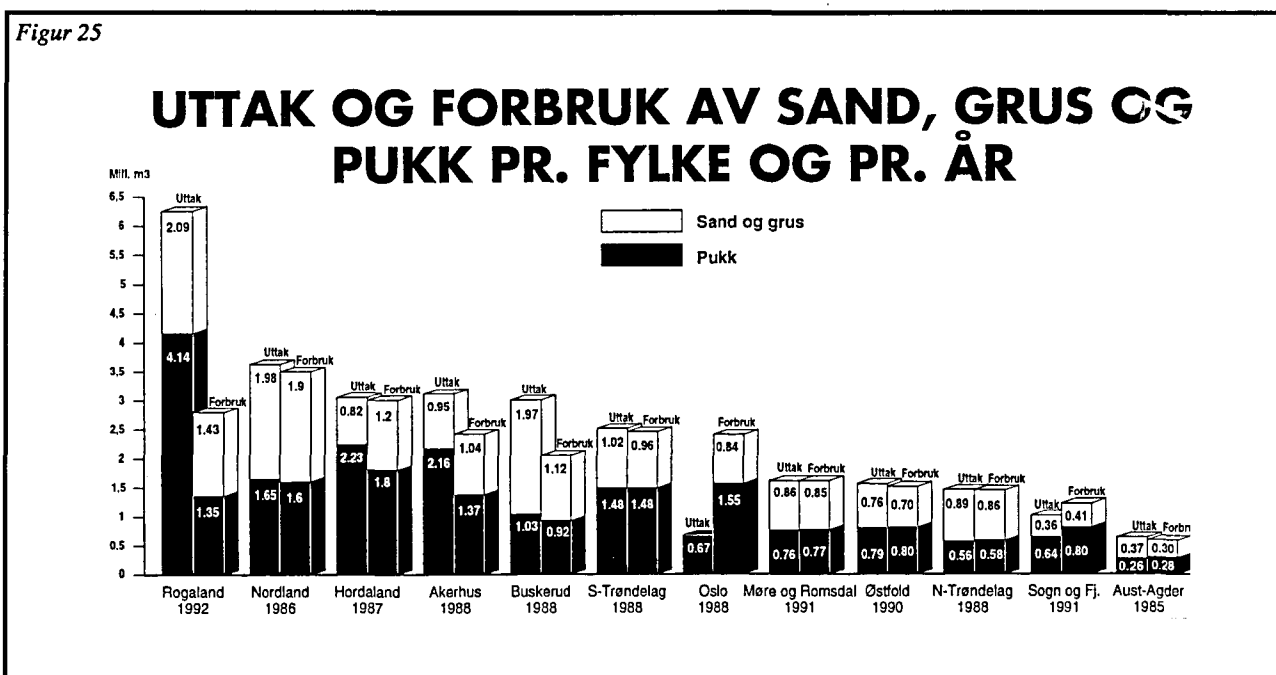
I Norge har vi tradisjonelt betraktet sand, grus og pukk som ubegrensede ressurser. Nå ser vi stadig oftere at denne oppfatningen kolliderer med økonomiske, byggetekniske og miljø

messige hensyn. Dermed har vi behov for et verktøy som både gir oversikt og detalj kunnskap om ressursene som omgir oss. Grus- og Pukkregisteret og fylkesvise ressursregnskap er slike verktøy.

Det var Miljøverndepartementet som i 1978 tok initiativ til en landsomfattende kartlegging av byggeråstoffene sand og grus. Fra 1984 overtok Næringsdepartementet ved NGU ansvar for etablering og videre drift av registeret med Miljøverndepartementet som oppdragsgiver. Samarbeidet er videreført de siste fem år med plan og naturressursavdelingen i Miljøverndepartementet og Statens kartverk. Registeret er landsdekkende i løpet av 1995. Løpende ajourhold vil starte fra 1996.

Sand og grus

Sand- og grusforekomstene er løsmasseavsetninger som ble avsatt under og etter siste istid

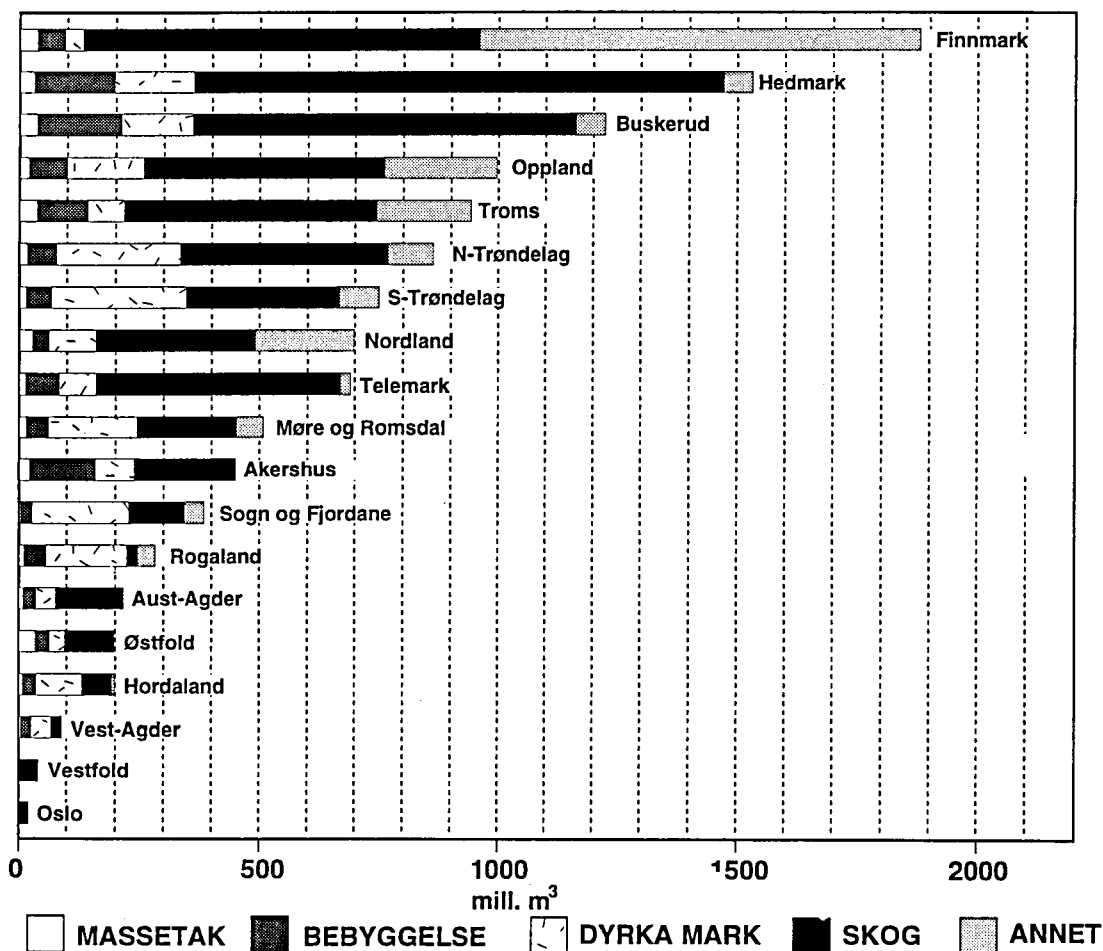


for 10.000 - 15.000 år siden. Det meste av materialet tas ut på land i grustak over grunnvannsnivå, men en del tas ut i elver, deltaer i fjorder og på havbunnen langs kysten. Sand- og grusavsetningene kan også være meget verdifulle reservoarer for grunnvann.

Figur 26

SAND OG GRUS RESSURSER 1994

Landsoversikt (volum)



Sand og grus er geologisk sett løsmasser innenfor bestemte kornfraksjoner; sand 0.06-2 mm, grus 2-64 mm og stein 64-256 mm. Sand og grus blir i daglig tale brukt om hverandre som en fellesbetegnelse på løsmasser til bygge- og anleggsformål. I praksis gjelder det kornstørrelsene sand-grus-stein.

Sand og grus er i naturen konsentrert i forekomster der vann har vært en viktig faktor i dannelsesprosessen. Særlig viktig er breelvavsetninger dannet under innlandsisens avsmelting. Enkelte steder kan også elveavsetninger, strandavsetninger og morenemateriale være viktige forekomsttyper. Kvaliteten på sand og grusforekomstene er avhengig av steinmaterialenes mineralogi og mekaniske egenskaper. De brukes til alle typer konstruksjonsformål i bygge- og anleggssektoren som f.eks. betongkonstruksjoner, veier, flyplasser og boligområder.

I Grusregisteret er det i 1995 registrert et totalt volum på ca. 12 milliarder m³ sand og grus over grunnvannsnivå, figur 26. 10% av de volumberegnete forekomstenes arealer er bebygde, 50% skog, 18% dyrka mark, 3% massetak og 19% annet.

Det er registrert 8790 sand- og grusforekomster og 6546 massetak. Av disse er det drift i 810 massetak, 3865 er i sporadisk drift og 1871 er nedlagt. I 1994 ble det produsert ca 24 millioner tonn sand og grus.

Pukk

Pukk fra knust fjell består av forskjellige bergarter som er sammensatt av en eller flere mineraler. De mest vanlige bergartene som benyttes til pukk er gneis, granitt, gabbro, syenitt, anorthositt, kvartsdioritt, kvartsitt, amfibolitt, trondhemitt, eklogitt og sandstein.

Innenfor samme type bergart kan kvaliteten til f.eks. vegdekker variere fra meget god til meget dårlig, avhengig av variasjoner i mineralenes mekaniske egenskaper. Pukk kan anvendes til de samme formål som naturlig sand, grus og stein, men er vanligvis dyrere å produsere.

Pukk utgjør en stadig økende andel av vårt totale forbruk av byggeråstoff til anleggstekniske formål. Dette har sammenheng med følgende forhold: Kartleggingen av landets samlede sand- og grusreserver har vist både regional og lokal knapphet, og mange tettsteder dekker sitt forbruk gjennom tilførsel sjøvegen eller lang landeveistransport. I slike områder er gunstig lokaliserte pukkverk et økonomisk og miljømessig interessant alternativ.

Mange steder er kvaliteten på tilgjengelig naturgrus så dårlig at den ikke tilfredsstillende kravene til ulike byggtkniske formål. Her er kvalitetspukk et alternativ.

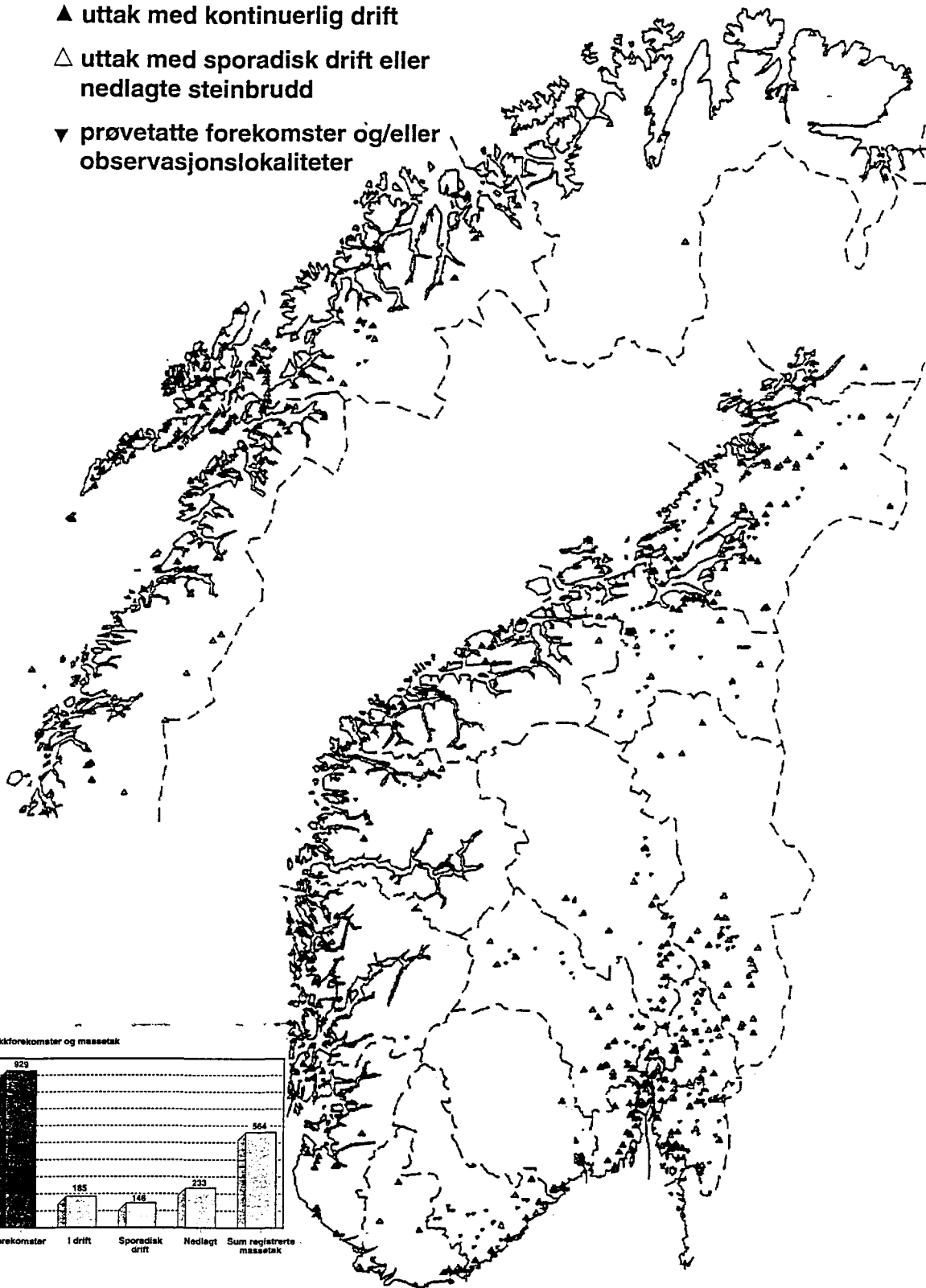
I noen brukssammenhenger f.eks. til vegdekker er det også slik at kvalitetsnormene krever bruk av knust stein, slik at det eksisterer et marked for pukk som er uavhengig av tilgangen på naturgrus. Utviklingen spesielt innenfor vegsektoren tyder på at dette forholdet vil få økende aktualitet.

I Pukkregisteret er det i 1995 registrert 934 forekomster og 572 massetak. Av disse er 186 i drift, 149 i sporadisk drift og 237 nedlagt, figur 27. Langs hovedveinettet i 12 fylker i Sør-Norge er det utført kartlegging av mulige områder med bergarter for pukkproduksjon for lokale formål.

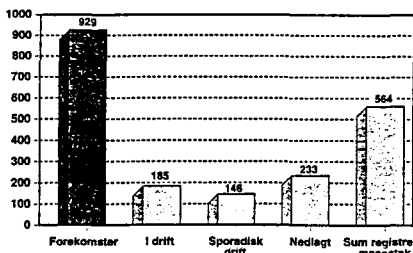
Figur 27

REGISTRERTE PUKKFOREKOMSTER

- ▲ uttak med kontinuerlig drift
- △ uttak med sporadisk drift eller nedlagte steinbrudd
- ▼ prøvetatte forekomster og/eller observasjonslokaliteter



Antall pukkforekomster og massestak



Grus- og Pukkregisteret

Grus- og Pukkregisteret er et edb-basert kart- og registersystem for sand-, grus- og pukkkforekomster ved NGU. Registeret gir oversikt over alle sand- og grusressurser, prioriterte områder med mulighet for produksjon av pukk og alle steder med masseuttak. Alle dataene i Grus- og Pukkregisteret er lagret i databasesystemet ORACLE. Det er laget standard tabeller for informasjon om registeret inndelt i geografiske enheter fra fylke til forekomst. Tabeller m/tekst er tilgjengelig for brukerne via post eller datalinje E-mail. Kart plottes i ulike målestokker. Registeret kan benyttes til utplukk av områder, analysedata og tekst v.h.a. Arc View.

Kartleggingen som NGU har utført under etableringen av Grus- og Pukkregisteret viser at enkelte områder av landet har knapphet på gode byggeråstoffer, og at viktige råstoffkilder er i ferd med å bli uttømt. Kunnskap om tilgjengelige reserver blir dermed nøkkelen til forvaltning av ressursene i fremtiden.

Leire.

Leire har vært brukt som byggeråstoff i lang tid . I Norge har det vært drevet tegelproduksjon siden år 1230. Leire er et omvandlings- eller forvittringsprodukt av forskjellige nedknuste bergarter. Kornstørrelsesfordelingen er en av de viktigste parametrene sammen med mineralsammensetning. Karakteristisk for leirer er at de danner en plastisk formbar masse ved tilsetning av vann. De ulike leirtypene har varierende innhold av leirmineraler, kvarts, feltspat, glimmer, kloritt, jernoksyder, karbonat og organisk materiale. Den mest vanlige leirtypen i Norge er blandet leire med mineralene illitt, montmorillonitt og kaolinitt. Den anvendes til tegel-, keramikk- og lettklinker-produksjon. Noe går også til spesielle ildfast produkter i smelteindustrien.

Den norske produksjonen av lettklinker (Leca) var i 1994 195000 tonn fra Rælingen i Akershus og Borge i Østfold.

Produksjon av tegl har gått sterkt tilbake de siste år fra 37 bedrifter i 1964 til en i 1994. Det siste teglverket med drift er A/S Norsk Tegl Bratsberg med produksjonssted ved Lunde i Telemark hvor det ble tatt ut 50 000 tonn leire i 1994 til tegelproduksjon d.v.s 17.5 millioner teglsteiner.

Til keramikk benyttes noe norsk leire. De norske leirene består av andre mineraler enn europeiske leirer som blir brukt både til keramikk og porselen. Det ble tatt ut 960 tonn filtrert leire i 1994. Leira består av illit, kloritt, feltspat og noe kalkspat, kvarts og kaolin. Uttakene ligger ved Vatne i Sandnes i Rogaland og ved Kåen i Rakkestad i Østfold.

Ressursene av utnyttbar blandet leire i Norge er store. NGU har kartlagt de største arealene med marine leirer de siste 10 år. Kvaliteten varierer mye fra sted til sted. Ved eksisterende uttak av lettklinker i Borge og Rælingen er reservene tilstrekkelig for 12-20 år ved full produksjon. I 1994 ble 10% av lettklinkerproduktene importert fra Danmark og Sverige. Teglingindustrien har betydelige reserver med marine leirer nær tidligere produksjonssteder og i

nye områder. Ved Bratsberg er det reserver for 30 år ved produksjon av 30 millioner tegl pr år. Til ildfast stein benyttes bare leirer fra utlandet. Borgestad fabrikk ved Porsgrunn importerte ca 10 000 tonn leire i 1994.

Reservene av leire til keramikk er begrenset og ikke godt nok kartlagt ved Sandnes. Ved Rakkestad er det store resever. Det ble importert ca 600 tonn leire til keramikk i 1994 fra Danmark, Tyskland, England, Nederland, og Frankrike.