

# GEOLOGI FOR SAMFUNNET

*GEOLOGY FOR SOCIETY*



Rapport nr.: 2012.053		ISSN 0800-	Gradering: Åpen																									
Tittel: Mineral- og metallressurser i Norge: Verdien av industrimineralforekomster av nasjonal betydning																												
Forfatter: R. Boyd, H. Gautneb, P. M. Ihlen, A. Korneliussen, A. Müller, J.E. Wanvik		Oppdragsgiver: NGU																										
Fylke:		Kommune:																										
Kartblad (M=1:250 000)		Kartblad nr. og navn (M=1:50 000)																										
Forekomst navn og koordinater:		Sider: 37 Kartbilag:	Pris: 105,-																									
Feltarbeid utført:	Rapporteringsdato: 31.01.13	Prosjektnr.: 346600	Ansvarlig: <i>Hedi Sævi</i>																									
<p><b>Sammendrag:</b> Rapporten er et forsøk på fremstilling av "in situ" (i bakken) verdien av innholdet av industrimineraler av potensiell økonomisk gehalt i forekomster av nasjonal betydning som er kvantifisert på en troverdig måte når det gjelder både tonnasje og innholdet av verdimineraler. Verdien av andelen av forekomstene som man kan realisere i en fremtidig drift vil påvirkes av driftsforhold og prisvariasjoner. Verdien av metalliske mineraler som benyttes som industrimineraler så vel som råstoff for metallproduksjon (titan mineraler og jern oksider) omtales i tilsvarende rapport om metalliske malmer.</p> <p>Blant utfordringene i arbeidet er:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Svært mange industrimineralprodusenter leverer produkter av forskjellige kvaliteter og verdi fra en og samme forekomst. Forholdet mellom råstoffer av forskjellige kvaliteter i forekomstene og prisene man kan oppnå for disse er, i de fleste tilfeller konfidensielle. Slike forhold medfører også at statistikk for produksjon og forbruk av visse kvaliteter av industrimineral er ikke like tilgjengelige som tilsvarende data for metaller.</li> <li>• Mange av forekomstene er meget store, flere i verdensklassen, med ressurser som er tilstrekkelig til å dekke dagens produksjonsnivå i flere hundre år.</li> <li>• Teknologiutviklingen er slik at det, for flere av råstofftypene, er utfordrende å spå hvordan markedene vil utvikle seg i et perspektiv på 10-20 år.</li> </ul> <p>Det er, for flere av råstoffene, valgt å ta utgangspunkt i at den samlede produksjonsverdi i 2011 vil være stabil over en periode på hundre år. Dette er selvsagt svært usannsynlig, men hensikten er ikke å få frem tall som vil holde over tid, men å gi et perspektiv på verdien av forekomstene under dagens forhold. For flere av råstofftypene er tonnasjene fra flere forekomster samlet for å gi et utgangspunkt for verdiberegningene, dette fordi kunnskap om tonnasje, kvalitet og oppnådde priser i de enkelte forekomster er sensitive data. Med disse forbehold er resultatene:</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th></th> <th style="text-align: right;">NOK mrd</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Anorthositt</td><td style="text-align: right;">2,5</td></tr> <tr><td>Apatitt</td><td style="text-align: right;">73,9</td></tr> <tr><td>Dolomitt</td><td style="text-align: right;">6,6</td></tr> <tr><td>Flusspat</td><td style="text-align: right;">3,0</td></tr> <tr><td>Grafitt</td><td style="text-align: right;">14,7</td></tr> <tr><td>Kalkstein og kalkspatmarmor</td><td style="text-align: right;">180,0</td></tr> <tr><td>Kvarts, kvartsitt</td><td style="text-align: right;">39,0</td></tr> <tr><td>Nefelin</td><td style="text-align: right;">28,0</td></tr> <tr><td>Olivin</td><td style="text-align: right;">37,5</td></tr> <tr><td>Talk</td><td style="text-align: right;">15,0</td></tr> <tr><td><b>SUM</b></td><td style="text-align: right;"><b>400,2</b></td></tr> </tbody> </table>						NOK mrd	Anorthositt	2,5	Apatitt	73,9	Dolomitt	6,6	Flusspat	3,0	Grafitt	14,7	Kalkstein og kalkspatmarmor	180,0	Kvarts, kvartsitt	39,0	Nefelin	28,0	Olivin	37,5	Talk	15,0	<b>SUM</b>	<b>400,2</b>
	NOK mrd																											
Anorthositt	2,5																											
Apatitt	73,9																											
Dolomitt	6,6																											
Flusspat	3,0																											
Grafitt	14,7																											
Kalkstein og kalkspatmarmor	180,0																											
Kvarts, kvartsitt	39,0																											
Nefelin	28,0																											
Olivin	37,5																											
Talk	15,0																											
<b>SUM</b>	<b>400,2</b>																											
Nøkkelord:	Industrimineraler	Verdi																										
Norge	Reserver	Ressurser																										

## Innhold

1. SAMMENDRAG .....	4
2. INNLEDNING .....	4
2.1 Metaller og mineraler i det moderne samfunnet.....	4
2.2 Globale trender .....	5
2.3 Behov for bedre kunnskap .....	5
2.4 Reserver og ressurser .....	6
2.5 Priser og verdi.....	8
2.6 Forekomster av nasjonal betydning.....	8
3. ANORTHOSITT ((Ca,Na)Al <sub>2-1</sub> Si <sub>2-3</sub> O <sub>8</sub> ).....	10
4. APATITT (Ca <sub>10</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>6</sub> (OH,F,Cl,Br) <sub>2</sub> ) .....	10
5. DOLOMITT (CaMg(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ) .....	12
6. FELTSPAT ((K,Na)AlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub> ).....	13
7. FLUSSPAT (CaF <sub>2</sub> ).....	14
8. GRAFITT (C).....	15
9. GRANAT ((Fe, Ca, Mg) <sub>3</sub> Al <sub>2</sub> Si <sub>3</sub> O <sub>12</sub> ) .....	15
10. KALKSTEIN OG KALKSPATMARMOR (CaCO <sub>3</sub> ).....	16
11. KVARTS, KVARTSITT (SiO <sub>2</sub> ) .....	20
12. KYANITT (Al <sub>2</sub> SiO <sub>5</sub> ).....	22
13. NEFELIN (Na <sub>3</sub> (Na,K)Al <sub>4</sub> Si <sub>4</sub> O <sub>16</sub> ).....	22
14. OLIVIN ((Mg,Fe) <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>4</sub> ) .....	23
15. TALK (Mg <sub>6</sub> Si <sub>8</sub> O <sub>20</sub> (OH) <sub>4</sub> ).....	24
16. KONKLUSJONER .....	25
17. LITTERATURLISTE (i tillegg til fotnotene).....	26
18. VEDLEGG 1: Rekommenderte regler for publik informasjon i Sverige, Finland eller Norge om prospekteringsresultat, undersøkingar, lønsamhetsstudier och värderingar av mineraltillgångar och mineralreserver .....	28

## 1. SAMMENDRAG

Rapporten er et forsøk på fremstilling av ”in situ” (i bakken) verdien av innholdet av industrimineraler av potensiell økonomisk gehalt i forekomster av nasjonal betydning som er kvantifisert på en troverdig måte når det gjelder både tonnasje og innholdet av verdimineralene. Verdien av andelen av forekomstene som man kan realisere i en fremtidig drift vil påvirkes av driftsforhold og prisvariasjoner. Verdien av metalliske mineraler som benyttes som industrimineraler så vel som råstoff for metallproduksjon (titan mineraler og jern oksider) omtales i tilsvarende rapport om metalliske malmer (Boyd med flere, 2012)<sup>1</sup>.

Blant utfordringene i arbeidet er:

- Svært mange industrimineralprodusenter leverer produkter av forskjellige kvaliteter og verdi fra en og samme forekomst. Forholdet mellom råstoffene av forskjellige kvaliteter i forekomstene og prisene man kan oppnå for disse er, i de fleste tilfeller konfidensielle.
- Mange av forekomstene som er i drift er svært store, flere i verdensklassen, med ressurser som er tilstrekkelig til å dekke dagens produksjonsnivå i flere hundre år. Enkelte forekomster som ikke er i drift er også svært store, og kan, avhengig av markedsforholdene, gi grunnlag for betydelig fremtidig verdiskaping.
- Teknologitvillingen er slik at det, for flere av råstofftypene, er utfordrende å spå hvordan markedene vil utvikle seg i et perspektiv på 10-20 år.

Det er, for flere av råstoffene, valgt å ta utgangspunkt i at den samlede produksjonsverdi i 2011 vil være stabil over en periode på hundre år. Dette er selvsagt svært usannsynlig, men hensikten er ikke å få frem tall som vil holde over tid, men å gi et perspektiv på verdien av forekomstene under dagens forhold. Med disse forbehold er resultatene:

	NOK mrd
Anorthositt	2,5
Apatitt	73,9
Dolomitt	6,6
Flusspat	3,0
Grafitt	14,7
Kalkstein og kalkspatmarmor	180,0
Kvarts, kvartsitt	39,0
Nefelin	28,0
Olivin	37,5
Talk	15,0
<b>SUM</b>	<b>400,2</b>

## 2. INNLEDNING

### 2.1 Metaller og mineraler i det moderne samfunnet

Mineralprodukter inngår i vår hverdag i et omfang som få er klar over: byggeråstoffene i våre boliger og veier, jern til stål, kalkstein til sement og papir, steinkull i metallurgisk industri og

<sup>1</sup> [http://www.ngu.no/upload/Publikasjoner/Rapporter/2012/2012\\_048.pdf](http://www.ngu.no/upload/Publikasjoner/Rapporter/2012/2012_048.pdf)

som energiråstoff. Hver person i Norge brukte i 2009 i gjennomsnitt 12 tonn mineralske råstoffer. I løpet av et helt liv gir det et forbruk på ca 1000 tonn. Vår økende avhengighet av mineralske ressurser omfatter i stigende grad også de som produseres i andre deler av verden. Nesten alt elektronisk utstyr som de fleste i Norge bruker til daglig, inneholder spesialmetaller og industrimineraler. Figur 1 viser flere bulkanvendelser av industrimineraler, men særlig utvalgte mineraler med spesielle kvaliteter eller renhetsgrad er kritisk i mange høy-teknologiske anvendelser innen elektronikk, katalysatorsystemer, nanoteknologi og PV-systemer



Figur 1: Bruk av utvalgte industrimineraler i dagens samfunn (Wyart-Remy, 2010)<sup>2</sup>.

Norge har betydelige ressurser av flere av de aktuelle mineraler og spisskompetanse i verdensklasse i forhold til anvendelse av disse.

## 2.2 Globale trender

De siste ti årene har markedet for mineralressurser endret seg betydelig. I første rekke omfatter dette økning av metallpriser, men også etterspørsel etter flere industrimineraler øker i takt med økt velstand. Flere forhold har bidratt til endringene:

- Økonomisk vekst og urbanisering i Kina og flere andre land. Kina sto i 2009 og 2010 for 60 % av verdensproduksjonen av råjern og 45 % av stålproduksjonen
- Kinas strategi for å sikre seg langsiktig tilgang til råstoffer fra andre land samtidig som man begrenser eksport av visse råstoffer, bl.a. for å sikre økt verdiskaping i Kina.
- Teknologisk utvikling som medfører at nye metall- og mineraltyper blir viktige.

## 2.3 Behov for bedre kunnskap

I løpet av de siste tiårene har mange land erkjente behovet for mer systematisk kunnskap om forekomster av metaller, industrimineraler og andre mineralske ressurser innen sine grenser. I

<sup>2</sup> [http://www.ima-europe.eu/fileadmin/downloads/publications/proceedings/IM\\_High\\_Tech\\_Applications\\_EC\\_Workshop\\_10.09.10.pdf](http://www.ima-europe.eu/fileadmin/downloads/publications/proceedings/IM_High_Tech_Applications_EC_Workshop_10.09.10.pdf)

noen land, f. eks. Finland, har dette vært et satsingsområde i lang tid. I Norge har man hatt et systematisk fokus på sokkelen og, på land, på forekomster av byggeråstoffer. Norge er, imidlertid, en meget viktig leverandør av industrimineraler til det europeiske markedet og, for enkelte ressurstyper til verdensmarkedet. Landet har forekomster som har spesielle egenskaper når det gjelder leveransesikkerhet (store tonnasje) og/eller renhetsgrad, og fordi mange ligger nær havn. Det er et behov for å oppgradere kunnskapsnivået når det gjelder potensialet for utnyttelse av forekomster av metaller og industrimineraler. Behovet baserer seg i:

- Potensialet for verdiskaping i form av industri og sysselsetting, både direkte og indirekte i form av underleveranser.
- Utgangspunkt for industri basert på videreforedling for å fremstille industrimineralprodukter av mange kvaliteter, men også i forbindelse med metallproduksjon (f. eks. bruk av dolomitt for å fremstille magnesium og av kvartsitt i produksjon av ferrosilisium legering og silisium metall).
- Dekning av markedsbehov både i Norge og i verden ellers.
- Ansvarlig forvaltning av mineralske ressurser av nasjonal betydning på lik linje med andre ressurstyper.

## 2.4 Reserver og ressurser

Ethvert selskap som vurderer drift på en mineralforekomst er tjent med gjennomføring av en detaljert vurdering av forekomstens geologi i forkant av investering. Vurderingen må omfatte forekomstens geometri i 3D, inklusiv forhold til brytbare volumer, variasjoner i innholdet av verdifulle komponenter totalt og forhold til brytbare volumer. "Cut-off" er minimumsinnholdet av verdimineraler som gir en fortjeneste ved drift. I denne sammenheng dreier det seg om innholdet av mineralene som man planlegger å utvinne. For malmer er det innholdet av grunnstoffet i gitte mineraler og mulighetene, gjennom oppredning til å lage et konsentrat av disse som er avgjørende for en forekomsts drivverdighet. For industrimineraler er kravene betydelig mer komplekse. Mineralenes fysiske egenskaper alene og måten disse varierer med mineralenes kjemisk renhet, er kritiske. Kravene er ekstreme for spesielle kvaliteter av flere mineraler. Analysemetodene vil, i svært mange tilfeller, være skreddersyde i forhold til de aktuelle anvendelsene. Beregning av reserver kan være enda mer utfordrende i forekomster som er av varierende kvalitet og som egner seg for produksjon til flere formål.

Det er flere former for klassifisering av ressurser og reserver. United States Geological Survey (USGS) (Figur 2) har et system som er egnet for generelle formål<sup>3</sup>. Presisjon når det gjelder rapportering av reserver og ressurser er særdeles viktig når selskaper benytter disse som utgangspunkt for å skape interesse hos investorer (som ikke alltid besitter fagkunnskap). Flere tilfeller av misvisende rapportering av reserver førte i 1972 til etablering av Joint Ore Reserves Committee (JORC) i Australia, med den hensikt å etablere retningslinjer for rapportering av reserver og å påse at disse ble fulgt. JORC retningslinjene<sup>4</sup> gir detaljerte spesifikasjoner for rapportering av prospekteringsresultater og er obligatoriske for alle selskaper som er listet på børsene i Australia og New Zealand samt for alle medlemmer i Australian Institute of Mining and Metallurgy og Australian Institute of Geoscientists (se Figur 2).

---

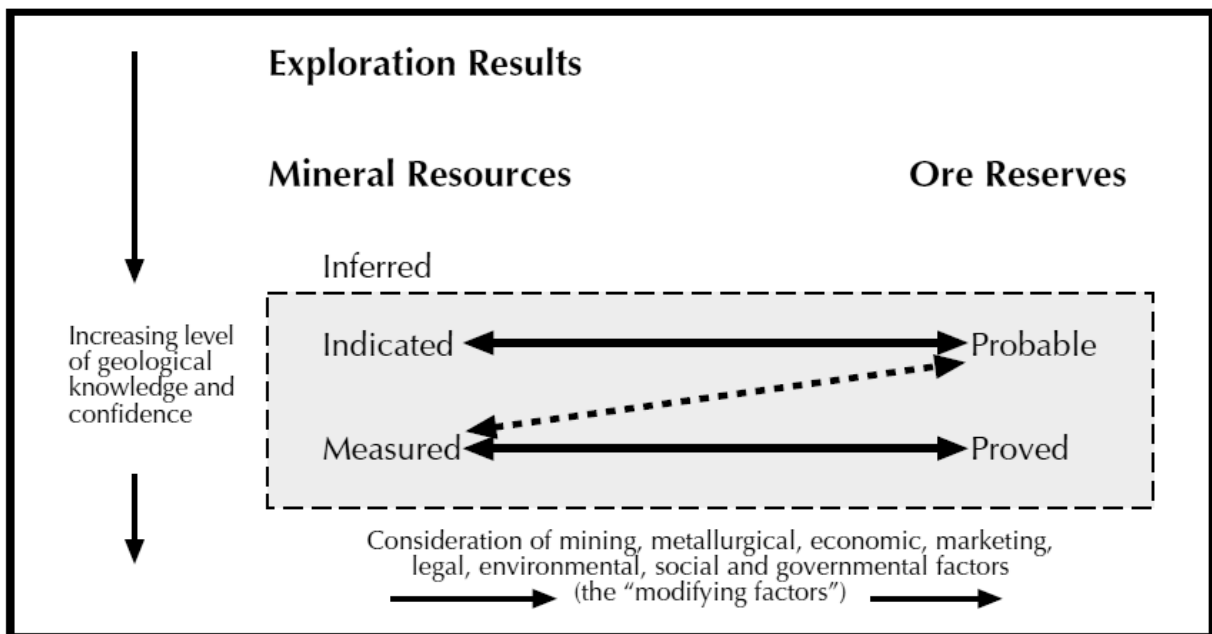
<sup>3</sup> <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/mcs/2009/mcsapp2009.pdf> Appendix C

<sup>4</sup> [http://www.jorc.org/jorc\\_code.asp](http://www.jorc.org/jorc_code.asp)

Cumulative Production	IDENTIFIED RESOURCES		UNDISCOVERED RESOURCES		
	Demonstrated		Inferred	Probability Range	
	Measured	Indicated		Hypothetical	(or) Speculative
ECONOMIC	Reserves		Inferred Reserves		
MARGINALLY ECONOMIC	Marginal Reserves		Inferred Marginal Reserves	+	
SUBECONOMIC	Demonstrated Subeconomic Resources		Inferred Subeconomic Resources	+	
Other Occurrences	Includes nonconventional and low-grade materials				

Figur 2: USGS mineral ressurs - reserve klassifisering.

Canada har et tilsvarende system, National Instrument 43-101, som er påkrevd for selskaper som er listet på børsene i Canada. National Instrument benytter et klassifiserings system som er utviklet innen Canadian Institute of Mining, Metallurgy and Petroleum (CIM)<sup>5</sup>.



Figur 3: JORC mineral ressurs - reserve klassifisering

Også Europa er i ferd med å få etablert et system, Pan-European Reserves and Resources Reporting Committee (PERC)<sup>6</sup>, som har mye til felles med JORC systemet. I Norden har bransjeorganisasjonene FinnMin, Norsk Bergindustri og SveMin vedtatt et sett med regler (se Vedlegg 1) som også er godkjent av børsene i de tre land, som forplikter medlemsbedriftene i forhold til offentlig rapportering av reservedata. Vedlegget (på svensk) vil bli oversatt til norsk

<sup>5</sup> [http://www.cim.org/UserFiles/File/CIM\\_DEFINITON\\_STANDARDS\\_Nov\\_2010.pdf](http://www.cim.org/UserFiles/File/CIM_DEFINITON_STANDARDS_Nov_2010.pdf)

<sup>6</sup> <http://www.perc.co/>

og engelsk. Utgaven av PERC reglene som ble frigjort februar 2012 har et avsnitt som omtaler reserveberegninger for industrimineraler, naturstein og byggeråstoffer.

I denne rapporten er de beste tilgjengelige data benyttet, men mange av bedriftene (f. eks. ikke-børsnoterte eller utenlandske selskaper) er ikke forpliktet til offentlig rapportering av reservetall i henhold til retningslinjer av typen beskrevet her. Svært mange industrimineralprodusenter leverer produkter av forskjellige kvaliteter og verdi fra en og samme forekomst. Forholdet mellom råstoffene av forskjellige kvaliteter i forekomstene og prisene man kan oppnå for disse er, i de fleste tilfeller, konfidensielle. Tall for oppborete reserver er ikke vanligvis tilgjengelige på selskapenes web sider (slik som tilfelle er for metallprodusenter), men er ofte tilgjengelige i konsesjonssøknader.

## 2.5 Priser og verdi

Prisene for industrimineraler styres ikke av verdens børser på samme måte som for mange metaller, men avtales mellom gruveselskapet og kunden. For mange råstofftyper er kontraktprisene offentlige og bladet Industrial Minerals gir oversikter hver måned. For enkelte mineraler er priser for både bulkkonsentrater og prosesserte produkter i flere varianter tilgjengelige.

Flere forhold medfører at industrimineralbransjen er mindre åpen enn metallprodusentene når det gjelder tonnasje og kvaliteten på de enkelte forekomster. Delvis er dette begrunnet i konkurranseforhold og konfidensialitet i forhold til spesielle kvaliteter og prosesseringsteknologi. I tillegg er det slik at skattesystemet tillater at de enkelte kommuner selv beslutter hvorvidt det kan ilegges skatter av forskjellige typer på bedriftene (f. eks. eiendomsskatt, arveavgift). Her er det svært viktig å erkjenne at "in situ" verdien av en forekomst er et teoretisk begrep som ikke forteller hvor mye av de verdifulle mineralene som kan drives ut i form av et salgbart produkt ei heller hvilke salgsverdi som kan oppnås for produktet under varierende markedsforhold. Hvor stor tonnasje kan drives ut vil være avhengig av forekomstens geologi og hvilke driftsform som er valgt. Tonnasjen av produktet vil være avhengig av gjenvinningsgraden etter prosessering for å fjerne forurensende mineraler, mens inntekten vil styres av produktets kvalitet sett i forhold til markedskravene.

Oljedirektoratet utgir reviderte ressursregnskap for norsk sokkel hvert år. OD beskriver rapporteringsrutinene som følger: *Selskapene innrapporterer både de tilstedeværende og utvinnbare ressursene i de enkelte felt og funn, samtidig som de oppgir høye og lave estimater for disse.*<sup>7</sup> "In situ" verdiene i denne rapporten kan betraktes som tilsvarende en beregning av verdiene i "tilstedeværende" ressurser i olje/gassfelt på sokkelen.

## 2.6 Forekomster av nasjonal betydning

Begrepet "forekomster av nasjonal betydning" (Figur 4) skal dekke:

- Forekomster som er i drift og som er viktige for markedsbehov i inn- eller utlandet og for sysselsetting, i produksjonsbedriften og hos underleverandører.
- Forekomster hvor det er dokumentert store tonnasje av en kvalitet som kan tenkes å kunne gi et utgangspunkt for fremtidig drift.

---

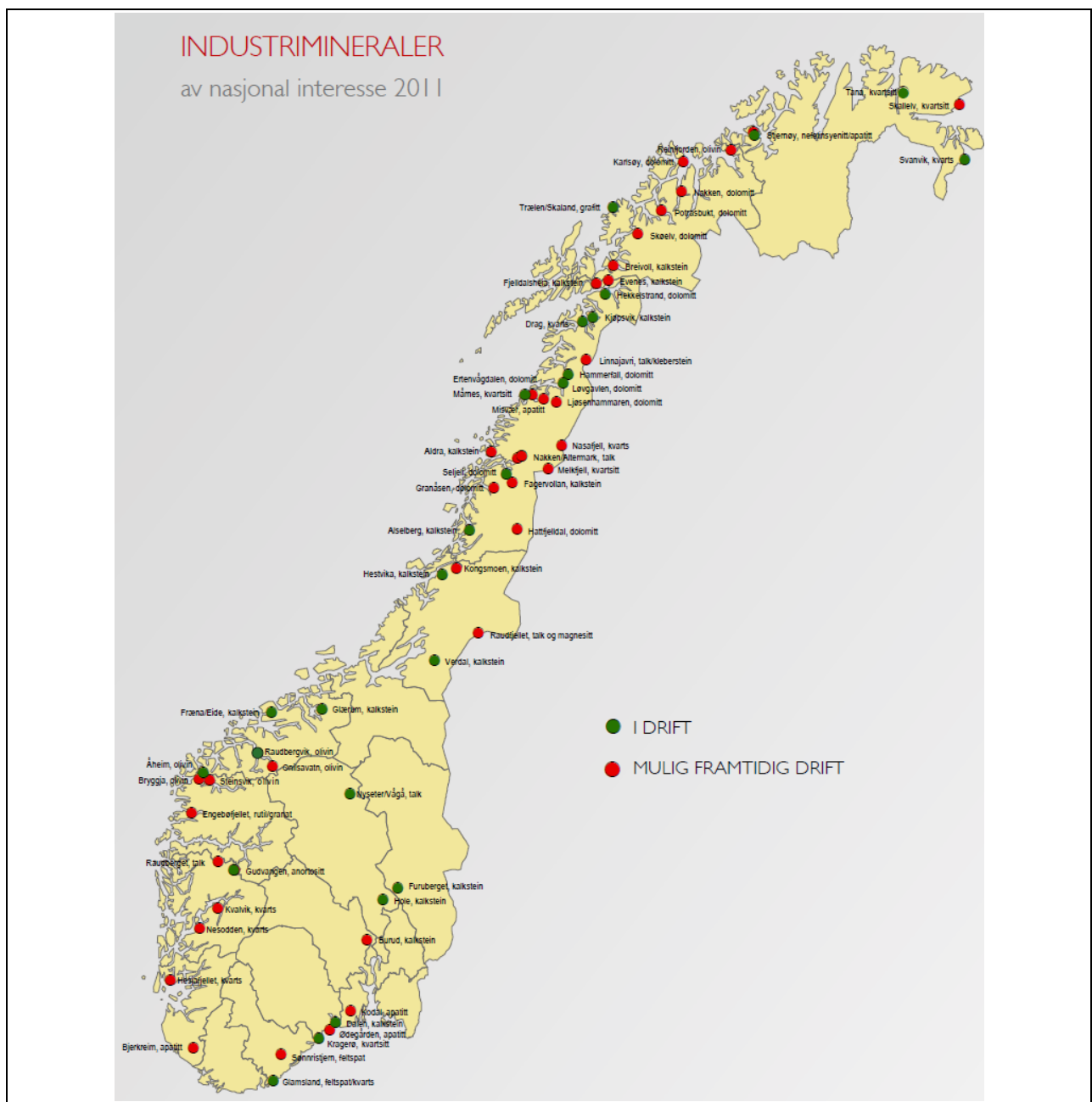
<sup>7</sup> <http://www.npd.no/no/Tema/Ressursregnskap-og-analyser/Temaartikler/Holder-regning-med-ressursene/>



- Felt hvor det er forekomster med klare indikasjoner på store tonnasje av en kvalitet som kan tenkes å kunne gi et utgangspunkt for fremtidig drift. (Tonnasjen som kan regnes som ”stor” vil variere med mineralenes egenverdi).

Slike forekomster bør oppfattes som nasjonale ressurser som kan danne grunnlag for næringsvirksomhet for fremtidige så vel som dagens generasjon. Derfor er det særdeles viktig at man er bevisst på forekomstenes potensielle verdi og at det foreligger kriterier og data som gjør det mulig for planmyndigheter på forskjellige nivå å ta de nødvendige hensyn til ressursene.

At så mange industrimineralforekomster har en slik betydning skyldes naturgitte geologiske forhold – en variert geologi og store provinser med høy metamorfosegrad som har gitt mineraler av høy renhet. Verdien av mange industrimineraler er ikke slik at produktet ”tåler” store transportkostnader på vei til viderefordlingsanlegg eller til markedet. Derfor er nærhet til kysten og til havn et svært viktig konkurransefortrinn for utvikling av industrimineralproduksjon i Norge.

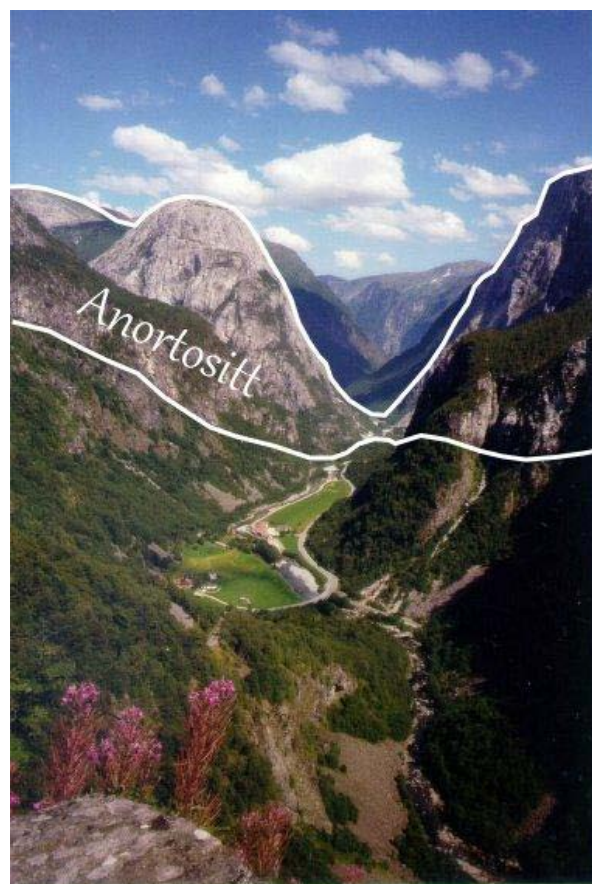


Figur 4: Industrimineralforekomster av nasjonal betydning (Neeb og Brugmans, 2012)

### 3. ANORTHOSITT ((Ca,Na)Al<sub>2-1</sub>Si<sub>2-3</sub>O<sub>8</sub>)

#### Gudvangen

Anorthositt er en bergart som for en stor del består av kalsium-rik plagioklas (>50 % av Ca-endeleddet CaAl<sub>2</sub>Si<sub>2</sub>O<sub>8</sub>). Gudvangen Stein, et datterselskap av Nordic Mining, produserer anorthositt ved Gudvangen i Sogn til bruk i steinull og asfalt. Selskapet oppgir en årsproduksjon på 200 000 t og en ressurs på 500 Mt.<sup>8</sup> Fra selskapets årsrapport for 2011 ser man at salg var 215 000 t og inntekten NOK 25,3 millioner. I forhold til dagens produkter og produksjonsnivå er forekomsten vil man, med hundre års drift utnytte kun 4 % av ressursen. Mål på kort sikt er blant annet utvikling av keramiske anvendelser og på lengre sikt å utvinne alumina fra anorthositten (som har et gjennomsnittlig innhold av 29 % Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) med kalsiumkarbonat som biprodukt. Hvis man forutsetter (det usannsynlige) at dagens produksjon fortsetter i 100 år og med dagens prisnivå får man en verdi på NOK 2,5 milliarder. Hvis bedriften realiserer de kort- og langsiktige utviklingsmålene vil derimot forekomsten få en betydelig større verdi.



Figur 5: Anorthositt ved Gudvangen i Sogn (Wanvik, 2007)

Det er betydelige tonnasje av anorthositt i andre deler av landet, f. eks. i Egersund, Lofoten og Finnmark.

### 4. APATITT (Ca<sub>10</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>6</sub>(OH,F,Cl,Br)<sub>2</sub>)

Apatitt er kalsiumfosfat som eksisterer i flere varianter avhengig av innholdet av hydroksyl, fluor, klor og brom og som også kan ha et innhold av >1 % sjeldne jordarter. Fluorapatitt med lavt innhold av klor og toksiske sporelementer som uran, kadmium, thorium og arsen som benyttes i fremstilling av kunstgjødsel ved to anlegg i Norge (Ihlen et al., 2012). Flere selskaper, f. eks. LKAB<sup>9</sup> gjennomfører prosjekter rettet mot produksjon av sjeldne jordarter sammen med apatitt. Flere kilder har hevdet at verden kommer til å mangle fosfatressurser, men FAO (2011)<sup>10</sup> viser at totalproduksjon er tilstrekkelig i et perspektiv frem til 2015, men med underskudd i flere regioner. Seksti prosent av verdens totale produksjon av fosfat av alle typer kommer fra Kina, USA og Marokko/Vest Sahara. Størstedelen av ressursene er i fosforitt, en sedimentær bergart med 15-20 % fosfatmineraler, som mineralogisk omfatter varianter av apatitt. Europas største ressurs og viktigste produsent er på Kolahalvøya hvor man, øst for byen Apatity, har verdens

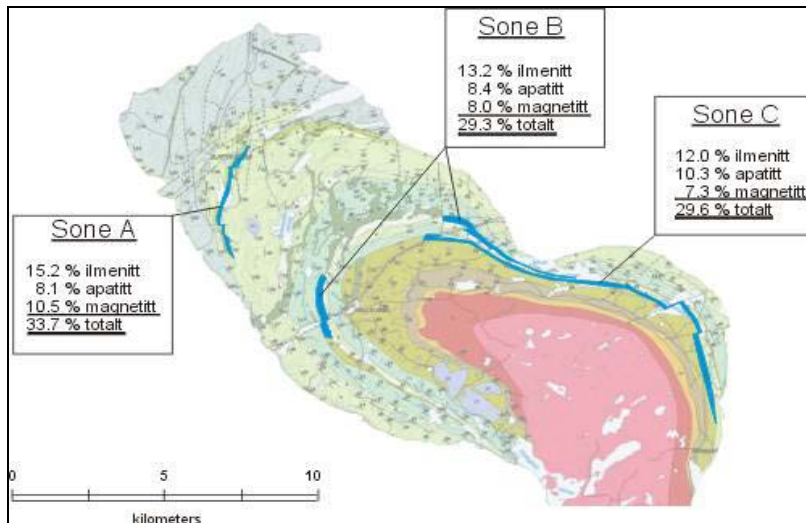
<sup>8</sup> [http://www.nordicmining.com/getfile.php/Filer/Investors/20%20st%C3%B8rste/ISF\\_120116\\_FirstSecurities.pdf](http://www.nordicmining.com/getfile.php/Filer/Investors/20%20st%C3%B8rste/ISF_120116_FirstSecurities.pdf)

<sup>9</sup> <http://eurogeosurveys.org/assets/ETPSMR/SF2012/16.LKAB%20Research%20-%20Goran%20Backblom.pdf>

<sup>10</sup> <ftp://ftp.fao.org/ag/agp/docs/cwfto15.pdf>

største magmatiske apatittforekomst (McLemore, V. T., 2006). Ved Silinjärvi forekomsten i Finland utvinnes Yara Suomi ca. 800 000 t apatitt konsentrat per år.<sup>11</sup>

## Bjerkreim



Figur 6: Bjerkreim-delen av Bjerkreim-Sokndal intrusjon, med innholdet av økonomisk interessante mineraler i tre soner (figur fra:

<http://www.ngu.no/mineralforekomster/bjerkreim-sokndal/norsk/6-Ressursen.html>).

Tonnasjene i de respektive soner i Figur 6 er anslagsvis beregnet til 100m dyp: A: 29 Mt, B: 214 Mt og C 313 Mt (Korneliussen, 2012). Forekomstene har et samlet innhold av apatitt på 52,6 Mt, en betydelig ressurs med potensiell anvendelse i gjødselproduksjon. Det er trolig slik at utnyttelse av apatittressursene i dette feltet vil være avhengig av:

- En kombinert utnyttelse med ilmenitt og vanadiumholdig magnetitt.
- Apatittkjemi må harmonere med kjemisk krav for gjødselproduksjon, f. eks. grenseverdier for innhold av jern, magnesium, alumina, klor, thorium, kadmium og arsen.

Forutsetter man en totalutnyttelse av forekomsten vil den beregnet apatitt tonnasje få en "in situ" verdi på NOK 56,8 mrd., basert på en pris på USD 180/t (Infomine)<sup>12</sup>.

## Kodal

Kodalforekomsten, 20 km nord for Larvik ble undersøkt av Norsk Hydro i tre perioder mellom 1959 og 1984. Undersøkelsene førte til definisjon av en ressurs tilsvarende 70 Mt som kunne utnyttes med et dagbrudd og 35 Mt som kunne utnyttes med underjordsdrift. (Lindberg, 1985). Ihlen et al (2012) oppgir at ressursen som ble tiltenkt utnyttet i dagbrudd har 10% apatitt som, inneholder ca. 1 % yttrium og sjeldne jordarter som kunne være et potensielt viktig biprodukt. Verdien av en "in situ" reserve på 10,5 Mt med den nevnte prisen vil være NOK 11,3 mrd.

## Misværdal

Forekomsten ligger i en pyroksenitt sør for Bodø og ble oppdaget av idégruppen tilknyttet et samarbeidsprosjekt mellom Nordland fylkeskommune og NGU i 2006 (Ihlen og Furuhaug, 2012). Forekomsten er kartlagt og undersøkt i detalj med borkaksprøvetaking og det er, så langt, dokumentert en ressurs på 30 Mt med 10 % apatitt og 30 Mt med 8 % apatitt (Ihlen et al., 2012). Foreløpige data fra samme kilde oppgir at et rent apatittkonsentrat fra Misværføremkomsten vil føre i overkant av 0,5 % sjeldne jordarter. Samlet "in situ" tonnasjen apatitt vil være ca. 5,4 Mt som gir en verdi på NOK 5,8 mrd.

<sup>11</sup> [http://www.yara.com/about/where\\_we\\_operate/finland\\_production\\_siilinjärvi.aspx](http://www.yara.com/about/where_we_operate/finland_production_siilinjärvi.aspx)

<sup>12</sup> <http://www.infomine.com/investment/metal-prices/phosphate-rock/all/>

Apatitt forekommer i noe lavere konsentrasjoner i flere andre forekomster, inklusiv i karbonatitter og pyroksenitter i Lillebukt komplekset på Stjernøy og i Fensfeltet.

## **Verdi**

Prisen for "phosphate rock" (Infomine) var USD 180/t i januar 2013<sup>13</sup>. Med denne prisen og en kurs på USD 1 = NOK 6 har den samlede "in situ" tonnasje i de tre omtalte forekomster en verdi på NOK 73,9 mrd.

## **5. DOLOMITT (CaMg(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>)**

### **Forekomster i drift:**

Samtlige av forekomstene som er i drift eller hvor det er planlagt drift er i Nordland. Disse er:

#### **Hekkelstrand**

Franzefoss Miljøkalk produserer to typer dolomitt for landbruk og industrimarkedene, en med høyt Mg-innhold og en med høy hvithet fra anlegget ved Hekkelstrand i Ballangen kommune i Nordland. Årsproduksjon er totalt 140 000 - 160 000 t<sup>14</sup>. Leonhard Nilsen og Sønner har selve driften som oppdrag for Franzefoss. Reservene er betydelige, men det har ikke vært mulig å finne kilder som oppgir tonnasjen. Geologiske forhold tilsier at ressursene er minimum 10 Mt.

#### **Hammerfall, Løvgavlen, Seljeli**

Hammerfall Dolomitt (datterselskap av det sveitsiske selskap Omya) har en kapasitet på 800 000t/år (søknad til Fylkesmannen i Nordland) av dolomitt fra dagbrudd og underjordsdrift i Sørfold kommune, og produserer også fra Løvgavlenforekomsten i Fauske kommune og fra Seljeliforekomsten i Vefsn kommune. Dolomitt fra disse forekomstene anvendes som nedmalte og mikroniserte fyllstoffprodukter. Disse nedmalte dolomittproduktene brukes i maling, primere, gulvbelegg, plast, til jordbruksformål og som råstoff for produksjon av steinull m.m. Dolomitt leveres også til RHI NorMag på Herøya som tar sikte på en årlig produksjon av 80 000 t "fused" magnesia i tillegg til magnesium oksid<sup>15</sup>. Fabrikken ble åpnet 8. november 2012 og vil, etter planen, ha et årlig forbruk på 270 000 t dolomitt. Reservene ved de tre forekomstene er betydelige, men heller ikke for disse forekomster har det vært mulig å finne kilder som oppgir tonnasjen. Geologiske forhold tilsier at ressursene er minimum 80 Mt.

#### **Ljøsenhammeren**

SMA Nordland AS planlegger drift på Ljøsenhammerenforekomsten i Bodø kommune, med en produksjon på 50 000 t/år som trappes opp til 400 000 t/år<sup>16</sup>. Det er dokumentert en ressurs på > 11 Mt og antatt at ressursen kan være 40 Mt.

Det er sannsynlig at de samlede ressursene i disse forekomster er meget stor, trolig over 500 Mt.

### **Forekomster som er dokumentert, men ikke i drift:**

Kategorien omfatter fire forekomster i Troms og en i Helgeland:

<sup>13</sup> <http://www.infomine.com/investment/metal-prices/phosphate-rock/all/>

<sup>14</sup> <http://www.lns.no/Prosjekter/Underjordsdrift-dolomitt>

<sup>15</sup> <http://www.norskindustri.no/olje-gass/rhi-med-ny-fabrikk-paa-heroeya-article6199-193.html>

<sup>16</sup> [http://www.bodo.kommune.no/neted/upload/attachment/site/group1/planutvinnk02\\_10\\_07nr117.pdf](http://www.bodo.kommune.no/neted/upload/attachment/site/group1/planutvinnk02_10_07nr117.pdf)

### **Karlsøy**

Forekomsten består av et lag på 35-45 m av ren dolomitt som er testet ved SINTEF og funnet egnet for fremstilling av basisk ildfaststein<sup>17</sup>. Deler av forekomsten kan også egne seg som filler. Forekomstens størrelse er ikke kvantifisert.

### **Nakken**

Forekomsten har egenskaper som tilsvarer Karlsøydolomitten. Tonnasjen er bergegnet til 10 Mt (Mikalsen, 1978)

### **Potrasbuk**

Forekomsten er primært en dolomittforekomst av variabel kvalitet, men deler av den domineres av kalkstein (kalsiumkarbonat) (Gautneb, 2005). Det er ikke påvist store sammenhengende partier med dolomitt som kan konkurrere med forekomster i drift som for eksempel Løvgavlen, Hekkelstrand eller Seljeli. Forekomstens utgående arealer er i størrelsesorden 10 000 – 20 000 m<sup>2</sup> av dolomitt og kalk av tilsynelatende god kvalitet. Dette kan åpne opp for en forekomststørrelse på 5 millioner tonn når en regner ned til 100 m dyp. Slike forekomster kan være av økonomisk interesse med hensyn på nisjekvaliteter av kalk og dolomitt.

### **Skøelv**

Beskrivelsene av denne forekomsten (f. eks. Øvereng, 2000a) har fokus på forhold som vekslings mellom dolomitt og marmor i sekvensen og forurensninger, begge forhold som tilsier at forekomsten er ikke "konkurransedyktig" med andre forekomster i Troms.

### **Granåsen**

Granåsendolomitten (Øvereng, 2000b) i Vefsn kommune har en lengde på 6,5 km og er 200 m bred. Utgående i feltet er på ca. 1300 mål. Det er beregnet at 80-100 Mt er tilgjengelig for dagbruddsdrift ned til havnivå i de sentrale deler av feltet. Totaltonnasjen er betydelig større. Det er dokumentert at reservene egner seg for fillerproduksjon og at betydelige deler er også egnet for produksjon av basisk ildfast stein. Forekomsten fører også brucitt (Mg(OH)<sub>2</sub>), en potensiell kilde for magnesium, men forsøk på 80-tallet på å lage et brucittkonsentrat ble mislykket.

Det er flere dolomittfelt i Nordland og Troms som har enda mer begrenset dokumentasjon.

### **Verdi**

I 2011 ble det produsert 664 000 t dolomitt i Norge, med en samlet salgsværdi på NOK 65 millioner (Neeb og Brugmans, 2011). Gjennomsnittsverdien er dermed ca. NOK 100/t. Eksisterende kunnskap tilsier at det er svært sannsynlig at ressursene er minst i størrelsesorden 200 Mt (trolig mye større), nok til drift på dagens produksjonsnivå i 300 år. Begrenser man verdiberegningen til 100 år får man en samlet produksjonsverdi på NOK 6,6 mrd.

## **6. FELTSPAT ((K,Na)AlSi<sub>3</sub>O<sub>8</sub>)**

Feldspat og kvarts ble produsert av Sibelco fra flere dagbrudd i en sverm av granittiske pegmatitter ved Glamsland nær Lillesand til bruk i glass-, glassfiber- og keramikkindustriene,

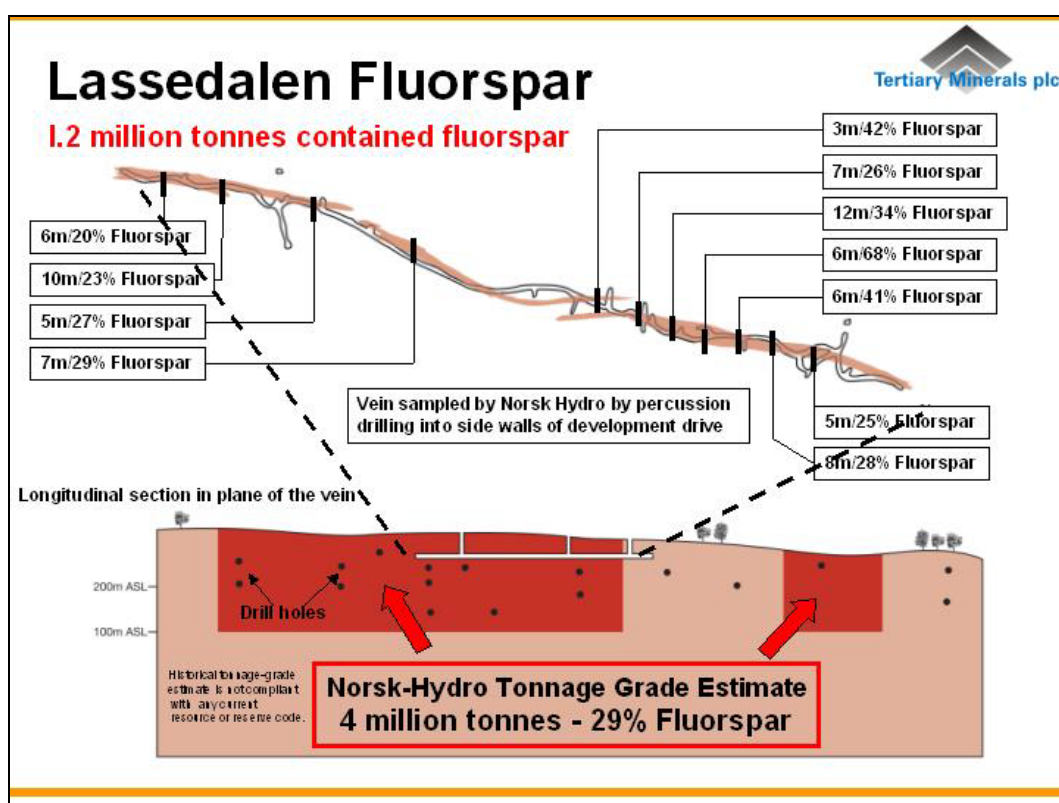
<sup>17</sup> [http://aps.ngu.no/pls/oradb/minres\\_deposit\\_fakta.Main?p\\_objid=7260&p\\_spraak=N](http://aps.ngu.no/pls/oradb/minres_deposit_fakta.Main?p_objid=7260&p_spraak=N)

men produksjonen ble lagt ned i 2011. Til tross for gjenstående ressurser gjorde markedsforhold videre drift lite attraktive. Derfor er det ikke beregnet en verdi på disse ressursene.

## 7. FLUSSPAT (CaF<sub>2</sub>)

### Lassedalen

Lassedalen forekomsten i Kongsberg kommune ble drevet under Andre Verdenskrig i begrenset skala for å skaffe flusspat til bruk i aluminiumsverk. På 1970-tallet ble forekomsten undersøkt av Norsk Hydro som konkluderte med at forekomsten, som er en steiltstående breksjegang, omfattet 4 Mt med 29 % flusspat (<http://www.tertiaryminerals.com/lassedalen-4.html>). Utgangspunktet for beregningen var 28 hull over en strøklengde på 2,7 km. En ny beregning i regi av Tertiary Minerals som nå har rettighetene til forekomsten gir en antatt ressurs på 4 Mt hvorav 1 Mt flusspat. Selskapet benytter en pris på US\$ 491/ (august, 2012) som medfører at forekomsten har en "in situ" verdi på NOK 2,95 mrd. Forekomsten er ikke avgrenset langs strøket eller mot dypet. Produksjon av flusspat i Europa utenom Russland sank fra ca. 300 000 t/år i 2006 til 200 000 t i 2010 og flusspat er blant mineralene som betraktes som kritisk av EU.



Figur 7: Andel flusspat langs Lassedalen forekomsten (<http://www.tertiaryminerals.com/lassedalen-4.html>)

Andre forekomster er kjent og noen har vært gjenstand for småskala drift, f. eks. Tveitstå i Tokke kommune i Telemark, men tilgjengelige data tilsier at de øvrige forekomster er betydelig mindre enn Lassedalen.

## 8. GRAFITT (C)

### Trælen

Leonhard Nilsen og Sønner (gjennom datterselskapet Skaland Graphite) driver Trælen grafittforekomsten på Senja, den eneste produsent av ”flake” grafitt i Europa. Grafitt har vært produsert på Senja siden 1936 og Trælen forekomsten ble åpnet i 2003. Reservene er 1,7 Mt og planlagt årsproduksjon 10 000t. Kina produserer >85 % av verdensproduksjon som var 2,1 Mt i 2008. Grafitt har mange anvendelser og behovet ventes å øke, bl.a. fordi grafitt brukes i batteriene i hybridbiler.

### Jennestad

Forekomsten var gjenstand for drift i perioden 1948-60 (Gautneb & Tveten, 2000). Fra driftsperioden er det en stoll gjennom hovedforekomsten og det er, i tillegg boret 7 hull, tils. 550m. Det er påvist 3 større, isolerte grafitt mineraliseringer i området samt en rekke mindre. Basert på de tilgjengelige data har de to hovedforekomstene 0,35 Mt grafittmalm med et gjennomsnittlig karboninnhold på ca. 20 %.

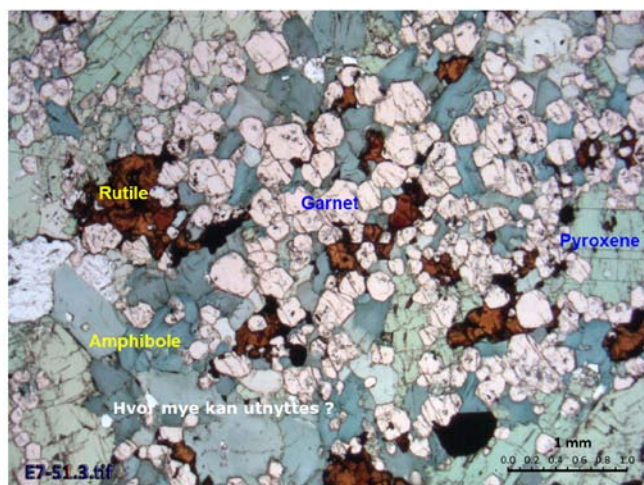
### Verdi

Neeb og Brugmans (2012) oppgir at Skaland Grafitt solgt 7 789 t grafitt i 2011 til en verdi av NOK 33 840 400 som gir en gjennomsnittspris/t på NOK 4345, ca. USD 720/t. Mining Journal (september, 2012) oppgir priser/t som var, i 2011, fra USD 1500 til USD 1900/t avhengig av kvalitet. Prisene for visse kvaliteter har sunket betraktelig etter 1. kvartalet, 2012, og lå i september, 2012 på USD 1000 til USD 2000/t. Benytter man den laveste pris har ressursene som er dokumenterte i Trælen og Jennestad forekomstene en ”in situ” verdi på USD 2 450 000 000 eller NOK 14,7 mrd (med en kurs på USD 1 = NOK 6)

## 9. GRANAT ((Fe, Ca, Mg)<sub>3</sub>Al<sub>2</sub>Si<sub>3</sub>O<sub>12</sub>)

### Engebø

Engebø rutilforekomst er tilknyttet en eklogitt med >25 % granat, som vil si en samlet tonnasje på min. 95 Mt granat. Granaten egner seg til bruk bl.a. som slipemiddel og i vannjetskjæring<sup>18</sup>. Det er foreløpig ukjent hvor omfattende en slik produksjon kan være. Prisene er NOK 2000 – 3000/t.



Figur 8: Fordelingen av granat og rutil i tynnslip av eklogitt fra Engebø

([http://www.engeboprojektet.no/getfile.php/File/Operations/Engebo%20norsk/ISF-090910\\_S%26F%20fylkesutval.pdf](http://www.engeboprojektet.no/getfile.php/File/Operations/Engebo%20norsk/ISF-090910_S%26F%20fylkesutval.pdf) )

<sup>18</sup> <http://www.nordicmining.com/nyhetsarkiv-0aax-vis-nyhet/category293.html?itemId=425770>

## 10. KALKSTEIN OG KALKSPATMARMOR (CaCO<sub>3</sub>)

### Forekomster i drift:

#### **Kjøpsvik** (kalkspatmarmor):

Det tyske selskapet Heidelberg Cement (eier av Norcem) produserer sement ved Kjøpsvik i Tysfjord kommune, en virksomhet som startet i 1918. Reservene av kalkspatmarmor er betydelig, men av en kvalitet som ikke egner seg til formål med høyere krav til kjemisk renhet og hvithet. Årlig produksjon er 500 000 t<sup>19</sup>.

#### **Akselberg** (kalkspatmarmor):

Brønnøy Kalk (datterselskap av Hustad Kalk) bryter 2,2 Mt/år fra Akselbergforekomsten i Brønnøy kommune. Produksjonen går hovedsakelig til papirindustrien (etter prosessering), men også noe til landbruksformål. Forekomsten er stor – med ressurser og reserver på 305 Mt.<sup>20</sup> Den siterte konsekvensutredning forklarer hvor stor andel av tonnasjen er tilgjengelig ved dagbruddsdrift og hvor mye er tilgjengelig ved underjordsdrift. En betydelig andel er ikke tilgjengelig med gjeldende driftsplaner.



*Figur 9: Brønnøy Kalks anlegg i Akselberg forekomsten.*

#### **Hestvika** (kalkspatmarmor):

Norkalsitt ble etablert for å utvikle kalkspatmarmor forekomstene ved Hestvika frem til drift (<http://www.norkalsitt.com/>). Reservene i Hestvika området er oppgitt som 10 Mt. Produktet er kjent for høy hvithet og her en rekke anvendelser. Indirekte tilsier websiden at årlig produksjon er 100 000 t.

#### **Verdal/Tromsdalen** (kalkspatmarmor):

Forekomsten har et overflateareal på ca. 6 km<sup>2</sup> og er undersøkt i flere perioder fra 1971. Det er boret 91 hull med en samlet lengde på 14 000 m (Gautneb, 2012). Få forekomster i landet, inklusiv Akselberg, har en kjemisk kvalitet som overgår Tromsdalen. Med basis i

<sup>19</sup> [http://www.heidelbergcement.com/no/no/norcem/about\\_us/kontaktinformasjon/kjopsvik.htm](http://www.heidelbergcement.com/no/no/norcem/about_us/kontaktinformasjon/kjopsvik.htm)

<sup>20</sup> [http://www.bronnoy.kommune.no/nordland/bronnoy/bronnoyk.nsf/Attachments/BBDA019995C635F3C12572C7006D4E43/\\$FILE/Forslag+til+konsekvensutredning.pdf](http://www.bronnoy.kommune.no/nordland/bronnoy/bronnoyk.nsf/Attachments/BBDA019995C635F3C12572C7006D4E43/$FILE/Forslag+til+konsekvensutredning.pdf)



boreprogrammene som ble gjennomført på 1970-tallet oppga Norcem forekomstens beviste og sannsynlige reserver som 7,45 mrd. t. Forekomsten er blant de viktigste mineralforekomster i landet. Verdalskalk (hvor Franzefoss Minerals er medeier) beskriver forekomsten som følger: ”Virksomheten er basert på en av Europas reneste og mektigste kalksteinsforekomster ( $\text{CaCO}_3$ ). Dens renhet og struktur gjør den velegnet til produksjon av brennkalk til alle typer formål innen en rekke ulike markedsområder som, industri, landbruk, næringsmiddel, vann og avløpsrensing, byggevarer med mer. Den er spesielt godt egnet til produksjon av PCC (precipitated calcium carbonate) som brukes i miljøvennlig papirproduksjon.” (<http://www.kalk.no/Tromsdalen>).



Figur 10: Bruddet i Tromsdalen, 2010 (fra Gautneb, 2012)

**Glærum** (kalkspatmarmor):

Norrock AS driver Glærum kalksteinsgruve som ligger ved Surnadalsfjorden i Møre og Romsdal<sup>21</sup>. Forekomsten oppgis å være >98 % kalsiumkarbonat og med en kvalitet som dekker flere anvendelser. Forekomsten drives underjord, men i liten skala.

**Visnes** (kalkspatmarmor):

Visnes Kalk AS (<http://www.visneskalk.no/kalk/no/>) driver på Visnesforekomsten på Eide på Nordmøre, en hvit marmor som egner seg og kan anvendes til mange formål fra fasadestein til filler og landbrukskalk. Selskapet oppgir at årlig produksjon er 600 000 t fra en forekomst med en definert reserve på 40 Mt.

**Naas** (kalkspatmarmor):

Naas Kalksteinbrudd (<http://naaskalk.no/>) er en mindre bedrift, også i Eide kommune, som leverer marmor fra drift underjord til Hustad Kalk (Omya) for bruk i papirindustrien. Årlig produksjon er på 400 000 t. Selskapet søkte, i 2006, konsesjon for drift (dagbrudd) på den nærliggende Brandseterforekomsten som ble oppgitt til å ha en reserve på 7 Mt.

**Furuberget** (kalkstein):

Franzefoss Miljøkalk driver Furubergetforekomsten (tidligere Steens Kalkverk) (se: <http://www.kalk.no/Anlegg-franzefoss-miljokalk> ). Årlig produksjon er 30 000 t som benyttes hovedsakelig som landbrukskalk.

---

<sup>21</sup> <http://www.gkkalk.no/>

**Hole** (kalkstein):

Franzefoss Miljøkalk driver Holeforekomsten 14 km fra Gjøvik. (se: <http://www.kalk.no/Anlegg-franzefoss-miljokalk> ) Årlig produksjon er 120 000 t hvorav 20 000 t som fyller og 100 000 t som pukk.

**Forekomster som er dokumentert, men ikke i drift:****Fjelldalsheia** (kalkspatmarmor):

Forekomsten dekker et stort område S for tettstedet Fjelldal i Tjeldsund kommune. Forekomsten er ikke oppboret, men overflate prøver viser et høyt innhold av kalsiumkarbonat med lave innhold av syreløselig jern og mangan. Forekomsten er en av fem i Evenesområdet som er beskrevet av Korneliussen et al. (2011). Forfatterne estimerer tonnasjen i Fjelldalsheia til >70 Mt, men oppgir ikke tonnasjer for Bjørnåsen og Stunes forekomstene. Ytterligere to forekomster i Evenes kommune, Skardsvik og Rørvika, har høyere innhold av MgO og av inneslutninger. Disse har estimerte tonnasjer på henholdsvis >50 Mt og > 120 Mt.

**Karvevika** (kalkspatmarmor):

Forekomsten (Korneliussen et al., 2011) ligger 1 km SØ for Hekkelstrand dolomittgruve og består av en 30-40 m mektig kalkspatmarmorsone med en lengdeutstrekning som kan være 10 km. Foreløpige undersøkelser tilsier at forekomsten har god mineralkjemisk kvalitet. Tonnasjen er estimert til > 50 Mt.

**Breivoll** (kalkspatmarmor)

Forekomsten (Korneliussen et al., 2011) ligger på Øya Rolla i Ibestad kommune, og består av en 25 m mektig sone med mineralkjemisk høyverdig kalkspatmarmor. Den gode marmorsone synes å ha en utstrekning på flere km<sup>2</sup> og utgjør dermed en betydelig ressurs. Tonnasjen estimeres til over 100 Mt.

**Aldra** (kalkspatmarmor):

Aldraforekomsten<sup>19</sup> i Lurøy kommune består av en svært ren kalkspatmarmor som har et potensial i forhold til høyverdi formål, men som ikke er kartlagt i tilstrekkelig detalj for å fastslå tonnasjen (se: [http://aps.ngu.no/pls/oradb/minres\\_deposit\\_fakta.Main?p\\_objid=7442&p\\_spraak=N](http://aps.ngu.no/pls/oradb/minres_deposit_fakta.Main?p_objid=7442&p_spraak=N) ).

**Fagervollan** (kalkspatmarmor):

Forekomsten<sup>22</sup> ligger i Hemnes kommune 4 km SV for Korgen og består av hvit marmor med en utgående som dekker 2 km<sup>2</sup>, men med visse partier som er dolomittisk og med kvartsårer tilknyttet disse.

**Kongsmoen** (kalkspatmarmor):

Kongsmoenforekomsten ligger innerst i Follafjorden i Høylandet kommune og består av kalkspatmarmor med lag av glimmerskifer og årer av kvarts. Nordkalsitt AS som driver Hestvikforekomsten har, gjennom datterselskapet Kongsmoen AS, planlagt uttak fra deler av forekomsten. Høylandet kommune skriver om forekomsten, i en søknad om tilskudd til utvikling av bl.a. kaianlegg, til Nord-Trøndelag fylkeskommune: ”Forekomsten har en lengde på 1600 m og en bredde på 20-160 m. Antatt tonnasje er 50 mill tonn utvinnbar kalkstein ved underjordisk

<sup>22</sup> [http://www.ngu.no/upload/Publikasjoner/Rapporter/2008/2008\\_041.pdf](http://www.ngu.no/upload/Publikasjoner/Rapporter/2008/2008_041.pdf)

*drift (80 mill tonn totalt). Med en drift på 200 000 tonn årlig tilsvarer dette drift i 250 år.”<sup>23</sup>*  
Videre skrives det at dette tilsvarer en eksportverdi på 30-40 millioner kroner (med priser pr, årsskiftet 2010/2011).

### **Burud (kalkstein):**

Burudforekomsten ligger i Ringerike kommune 1,5 km V for nordenden av Steinsfjorden. Forekomsten er en umetamorf kalkstein og er rik på fossiler. Gautneb (2006)<sup>24</sup> skriver følgende om forekomsten: *”Dette er et kalksteinsbrudd som disponeres av Franzefoss kalk, men er ikke i regulær drift. Bruddet har en størrelse på 250x100m og har vært drevet i 2 nivåer (Fig. 20). Kalken tilhører Rytteråkerformasjonen (Pentameruskalken) og er på dette sted grålig av farge og ganske homogen. Bruddet har vært drevet i en vertikal høyde på 15-20 meter. Igjenstående kalkressurser er store.”* Forekomsten omtales ikke på websiden til Franzefoss Miljøkalk pr. rapporteringsdatoen. For øvrig gir rapporten en fyldig beskrivelse av kalkforekomstene i Oslofeltet og påpeker at disse er betydelig mer urene enn de metamorfe karbonatbergarter i Møre og Romsdal og lenger nord.

### **Verdi**

Med stor grad av sikkerhet kan man skrive at Norge har Europas viktigste forekomster av både kalkspatmarmor og dolomitt. Ressursene er svært store, med en stor andel av høy mineralogisk kvalitet og mange av forekomstene er nær havn. Norge er allerede Europas viktigste leverandør av nedmalt kalkspatmarmor til bruk som filler og glasar i papirindustrien. Gode statistikk om reserver og produksjon i forhold til kvalitet er mangelfull, både i Norge og i Europa for øvrig. Noen produsenter har fokus på ett markedssegment, men, i likhet med flere industrimineraler, kan man fra mange av forekomstene, levere produkter som oppfyller kravene til flere typer produkter i varierende prisnivåer. For ytterligere å komplisere en verdivurdering er grad av sikkerhet tilknyttet tonnasjeberegningene svært varierende.

Tromsdalenforekomsten er beregnet til 7,45 Mrd t. Det er dokumentert en tonnasje på 305 Mt ved Akselberg og det er trolig slik at flere av forekomstene har ressurser som er over 100 Mt, muligens betydelig større, f. eks. Kjøpsvik, Fjellaldsheia og Breivoll. Landet har trolig ressurser av ren kalkspatmarmor av potensiell industriell interesse som nærmer seg 10 milliarder tonn samt også svært store ressurser av umetamorf kalkstein. I 2011 ble det produsert ca. 6 Mt kalk (alle typer) i Norge til en salgsverdi på ca. NOK 1,8 mrd. levert fra produsenten, d.v.s. en gjennomsnittlig tonnverdi på NOK 300 (Neeb og Brugmans, 2012). Over tid vil markedet for produktene som baseres på karbonatbergarter variere betydelig – enkelte nye segmenter vil oppstå og andre vil muligens forsvinne. Ett eksempel er forholdet i markedet for nedmalt kalsium karbonat kontra utfelt kalsium karbonat. For begge produkter har Norge svært store velegnete ressurser. En trussel er en varig nedgang i Europas totalbehov for papir av alle typer. Med disse forbehold, om man forutsetter at markedets behov totalt er stabil i 100 år, er det uten tvil ressurser av kalkspatmarmor og kalkstein til en verdi av NOK 180 milliarder i Norge.

<sup>23</sup> <http://www.ntfk.no/bibliotek/saker/2011/FR/Vedlegg/FR13.09.Vedlegg%201%20FR-sak%20Kongsmoen%20industriomr%C3%A5de%20-%20s%C3%B8knad%20om%20st%C3%B8tte%20til%20finansiering.pdf>

<sup>24</sup> [http://www.ngu.no/FileArchive/235/2006\\_036.pdf](http://www.ngu.no/FileArchive/235/2006_036.pdf)

## 11. KVARTS, KVARTSITT (SiO<sub>2</sub>)

### **Svanvik** (høyren kvarts):

Forekomsten er en hydrotermal kvartsgang som ligger 2 km N for Svanvik i Pasvikdalen og som ble oppdaget i 1984. Reserven av høyren kvarts er på 1 Mt. Norwegian Crystallites har foretatt prøvedrift og søkte november 2009 om tillatelse til årlig uttak på 3000-5000 t, men med den intensjon at produksjonen kunne økes til 30 000t/år. Prosessering av produsert kvarts gjennomføres ved selskapets anlegg ved Drag (se under).

### **Drag** (høyren kvarts):

Norwegian Crystallites produserer ren kvarts med utgangspunkt i to pegmatitter ved i nærheten av Drag i Tysfjord kommune samt Svanvik i Sør-Varanger og prosessering ved et anlegg på Drag. Den viktigste forekomsten hadde en opprinnelig tonnasje på 175 000 t (Müller, Wanvik & Ihlen, 2012). Kjernene i pegmatittene består hovedsakelig (99,5 %) av kvarts. Kvartsen benyttes i forskjellig avanserte anvendelser innenfor optisk industri, spesielle lampeglass, solcelle industri og elektronikk industri. Bruk av forekomsten ved Svanvik tyder på behov for reserver i tillegg til det som er tilgjengelig på Drag.

### **Kvalvik** (høyren hydrotermal kvarts):

Kvalvik kvartsforekomst ligger i lia ned mot Hardangerfjorden mellom 160 og 340 m.o.h. like sør for Alsåker (Ihlen & Müller, 2009). Forekomsten omfatter et tett nettverk av lagparallelle til skråstilte ganger og linser av hydrotermal melkekvarst som gjennomsetter lys til mørk grå, båndete kvartsitter av prekambrisk alder. Tonnasjen av hydrotermal kvarts er beregnet til 700 000 t.

### **Hesjåfjellet** (hydrotermal kvarts)

Forekomsten omfatter et tog av 5-10 m tykke linser av massiv hydrotermal kvarts som kan følges over en langde av ca. 1100 M. (Ihlen et al, 2004) Forekomsten ligger i Tysvær kommune, Rogaland, hvor det tidligere er drevet et 70 m langt dagbrudd langs en av linsene. Forekomsten er ”betydelig” og består av kvarts av høy kjemisk kvalitet, men fremtidig utnyttelse vil være problematisk p.g.a. annen arealutnyttelse.

### **Nesodden** (høyren hydrotermal kvarts)

Nesoddenforekomsten består av en kvartsgang, 580 m lang og gjennomsnittlig 12 m bred på SØ siden av Hardangerfjord i Kvinherad kommune. Gangen består av massiv melkefarget til grålig glasskvarts (Figur 9b) som langs ganggrensene stedvis kan inneholde fra millimeter til meter store fragmenter av sidesteinen (Ihlen & Müller, 2009). Forekomsten har en tonnasje som er estimert til 2,7 Mt og består hovedsakelig av kvarts som oppfyller kravene for høy-ren kvarts.

### **Tana** (kvarssandstein):

Elkem produserer kvarts fra kvarssandstein i Tana til bruk i ferrosilisiumproduksjon (<http://www.lns.no/Prosjekter/Gruvedrift-i-Tana> ). Årsproduksjon er 1,2 Mt og reserver for drift frem til i alle fall 2033 er dokumentert. LNS-gruppen er underentreprenør og står for brytingen og oppredningen i Tana.

**Mårnes** (kvartsitt):

Elkem Mårnes produserer ca. 165 000t/år kvartsitt fra bruddet ved Mårnes i Gildeskål kommune til produksjon av ferrosilisium. Reservene er tilstrekkelig til drift frem til 2034<sup>25</sup>.

**Skallelv** (kvartssandstein):

Forekomsten ligger ved kysten i den østligste del av Vadsø kommune og er vurdert av både NGU og Elkem. Forekomsten egner seg til produksjon av ferrosilisium. Ressursene er meget store – 100 Mt/10m vertikalt<sup>26</sup>.

**Nasafjell** (hydrotermal kvarts, kyanitt):

Forekomsten ligger i Rana kommune ca. 7 km S for polarsirkelen og nær grensen mot Sverige. Totalt består feltet av tre atskilte kvartsganger, hvorav de to østligste muligens er sammenhengende under overdekket. De to hovedgangene ligger i sør-sørvesthellingen av grensefjellet Nasafjell 900-1000 m. o. h. Forekomsten er et av Norges største og viktigste gangkvartsfelter. Feltet har en samlet overflate på 100-125 da. som tilsvarer 3 Mt/10 m dybde, 10 ganger større andre kjente gangkvartsforekomster i Norge. Data angående forekomstens kvartskjemi tilsier at den oppfyller kravene for smeltekvarts (stykk-kvarts) til silisium-metall og eventuelt høygrads ferrosilisium. Glassfiber, keramikk og filler-formål er andre aktuelle bruksområder for gangkvarts. Feltet, som ligger 120 km fra Elkem Salten (og 80 km fra Mo i Rana) er for tiden gjenstand for kommersiell vurdering (Elkem).

500 m SØ fra Nasafjell kvartsganger ligger tre store kyanitt kvartsitt linser som er 150 - 600 m langt og opp til 30 m bred. Kvartsitten inneholder opp til 45 vol. % finkornet kyanitt (gjennomsnitt ca. 25 vol. %) som tilsvarer 300 000 t kyanitt. Kvarts i kyanitt kvartsitten har høyren kvalitet men bergarten er så finkornig at det er ikke mulig å separere kvartsen med dagens teknologi (Müller et al. 2007).



*Figur 11: Nasafjell kvartsforekomst (foto: J. E. Wanvik, NGU)*

**Melkfjell** (kvartsitt med høyren kvarts):

Melkfjell kvartsitten (<http://www.ngu.no/mineralforekomster/rana/melkfjell.php>) ligger ved Kaldvatnet Ø for Mo i Rana i Rana kommune. Forekomsten har en betydelig størrelse (flere titalls Mt), men har en noe komplisert geologi hvor ganger av andre bergarter kan vanskeliggjøre drift. Den er under vurdering med sikte på mulig utnyttelse til ferrosilisium.

**Solør** (kvartsitt med høyren kvarts, kyanitt):

Gullsteinberg forekomsten i Solør er den største kjente kyanittkvartsittforekomst i Norge, med en lengde på 2 km og en bredde på inntil 200 m. Forekomsten består av ca. 80 % høyren kvarts og

<sup>25</sup> Orkla Årsrapport 2009: <http://hugin.info/111/R/1512328/447863.pdf>

<sup>26</sup> [http://aps.ngu.no/pls/oradb/minres\\_deposit\\_fakta.Main?p\\_objid=7076&p\\_spraak=I](http://aps.ngu.no/pls/oradb/minres_deposit_fakta.Main?p_objid=7076&p_spraak=I)

20 % kyanitt. Bergarten har også et aksessorisk innhold av svovelkis. Bergarten er så finkornig at det er ikke mulig å separere kvarts med dagens teknologi (Müller et al. 2007).

(se: <http://www.ngu.no/no/hm/Georessurser/industrimineraler/Kvarts-og-kvartsitt/Hoy-ren-kvarts/> )

## Verdi

Norwegian Crystallites produserer et spektrum av høyverdi produkter basert på høyren kvarts og rapporterte en driftsinntekt på NOK 225 million i 2011<sup>27</sup>. Øvrige produsenter domineres av bedrifter som leverer kvarts/kvartsitt til produksjon av silisium og ferrosilisium til betydelig lavere priser/tonn. Nye bedrifter og endringer i markedet kan føre til en utvidelse av produksjonen av høyverdi produkter. Norge har trolig ressurser som er tilstrekkelig til en signifikant økning i produksjon over hele produktspekteret. Tar man utgangspunkt i sum produksjonsverdi for kvarts og kvartsitt i 2011 (Neeb og Brugmans, 2011) og at ressursene er tilstrekkelig til drift i 100 år, har man kvarts-/kvartsitressurser med en verdi på minimum NOK 39 milliarder.

## 12. KYANITT ( $\text{Al}_2\text{SiO}_5$ )

Kyanittkvartsitter som finnes på Nasafjellet (Saltfjellet) og i Solør ble vurdert som potensielle kilder for kyanitt til bruk i høy-alumina ildfaste produkter på 1970-tallet (Ihlen, 2000).

Resultatene ble negative.

## 13. NEFELIN ( $\text{Na}_3(\text{Na,K})\text{Al}_4\text{Si}_4\text{O}_{16}$ )

**Stjernøy** (nefelinsyenitt):

Nefelinsyenitt fra Stjernøy brytes av Sibelco Nordic AS (tidl. North Cape Minerals) til bruk i glass, keramikk og som fyllstoff i maling og glasur. Forekomsten er den eneste i Vest-Europa. Nefelinsyenitt til slike formål produseres ellers kun i USA og Canada. Produksjon er ca. 0,5 Mt/år og ressursene i forekomsten er trolig ca. 350 Mt. Produksjonsverdien i 2011 for 540 000 t var NOK 278 millioner (utelukkende til eksport) (Neeb og Brugmans, 2011). Med forbehold om markedsutviklingen tilsier dette at ressursene har en verdi, over 100 år, på ca. NOK 28 mrd.



Figur 12: Sibelco anlegget på Stjernøy (foto: H. Carstens)

<sup>27</sup> <http://www.proff.no/selskap/norwegian-crystallites-as/drag/stein/Z0HJ701K/>

#### 14. OLIVIN ((Mg,Fe)<sub>2</sub>Si<sub>2</sub>O<sub>4</sub>)

##### Åheim

Olivin benyttes hovedsakelig som slagdanner i form av tilsetning i jernpellets og i flere anvendelser som ildfast stein. Harben & Smith (2006) skriver at olivinforekomstene på Sunnmøre er verdens største, estimert til å omfatte ressurser på 2 Mrdt innenfor et område på 6 km<sup>2</sup>. Den største er Åheim i Vanylven kommune som alene har en produksjonskapasitet på 3,8 Mt/år, eller ca. 45 % av verdensmarkedet. Olivinen ved Åheim består av 94 % forsteritt (Mg<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub>) og 6 % fayalitt (Fe<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub>) (Olerud, 1995). Kravet for anvendelse som industrimineral er minimum 85 % forsteritt (Harben & Smith, 2006).



Figur 13: Olivinbruddet ved Åheim (foto: H. Carstens)

##### Raudbergvik

Raudbergvikforekomsten i Norddal kommune ble drevet som underjordsgruve i perioden 1999 – 2009 ( se: [http://aps.ngu.no/pls/oradb/!minres\\_dsp\\_deposit.link\\_object?p\\_sprakobjid=N0000007875](http://aps.ngu.no/pls/oradb/!minres_dsp_deposit.link_object?p_sprakobjid=N0000007875) ). Produksjonskapasiteten før nedleggelse var ca. 0,3 Mt/år. Forekomsten ble satt i drift igjen to år senere (<http://www.sibelconordic.com/locations/norway/raubergvik> ). Oppborete reserver er minimum 12,5 Mt, men ressurspotensialet er trolig større.

##### Onilsavatn

Onilsavatnforekomsten i Norddal kommune har en utgående på 600 x 1100m og omfatter også en rasvifte med en tonnasje på min. 25 Mt. Forekomsten består av meget ren dunitt (se: [http://aps.ngu.no/pls/oradb/!minres\\_dsp\\_deposit.link\\_object?p\\_sprakobjid=N0000007869](http://aps.ngu.no/pls/oradb/!minres_dsp_deposit.link_object?p_sprakobjid=N0000007869) ). Det har vært prøvedrift i to perioder.

##### Steinsvik

Steinsvikforekomsten består av to linser i Vassbakkedalen i Volda kommune. Forekomsten ble satt i drift i 2004, først underjord og fra 2006 i dagbrudd. Forekomsten gikk i driftshvile i 2008. Regulær produksjon er ikke startet igjen per dato (januar 2013). Samlet tonnasje er beregnet til å være 20 Mt, hvorav 50 % kan utvinnes (se: <http://www.steinsvikolivin.no/hXGYCT2tHIYd.10.idium> ).

## Bryggja

Bryggja forekomsten i Eid kommune ble drevet som underjordsgruve i perioden 1971 – 2009 (se: <http://www.sibelconordic.com/locations/norway/bryggja> ). Produksjonskapasiteten før nedleggelse var ca. 0,5 Mt/år. Oppborete reserver var da min. 12,5 Mt, men ressurspotensialet er trolig større.

## Verdi

Neeb & Brugmans (2012) oppgir på 2,24 Mt solgt olivin i 2011, med en salgsverdi på NOK 343 millioner, utelukkende til eksport. Dette gir en pris/t på ca. NOK 150. I følge Industrial Minerals (november, 2012) kan prisene være opp til NOK 900/t for ”refractory grade” olivin. Produksjon i perioden fra 2006 har vært på et lavere nivå enn tidligere p.g.a. konkurranse fra en produsent på Grønland, Minelco (eid av LKAB), som produsert olivin fra Seqi forekomsten i perioden 2005 - 2010. Tar man utgangspunkt i en årsproduksjon på 2,5 Mt i 100 år til NOK 150/t har forekomstene en verdi på NOK 37,5 mrd.

## 15. TALK ( $Mg_6Si_8O_{20}(OH)_4$ )

### Linnajavri (talk/kleberstein)

Linnajavrifeltet består av ca. 20 svært godt blottete forekomster som ligger i på 600 - 1200 m.o.h. ved svenskegrensen i Hammarøy kommune (<http://www.ngu.no/mineralforekomster/linnajavri/>). Forekomstene har varierende tonnasje, basert på overflatekartlegging, opp til 50 Mt og samlet tonnasje er trolig godt over 100 Mt. Forekomstene består for en stor del av kleberstein hvor varierende deler (30-70 %) kan egne seg for talkproduksjon og disse, samt trolig andre deler, kan også være egnet for utnyttelse som naturstein. Feltet er for tiden gjenstand for kommersiell vurdering med sikte på produksjon av talk (Sibelco) (Nilsson og Lindahl, 2011). Det er ikke mulig å tallfeste forekomsten(e)s verdi før man vet hvilke tonnasje talk av en gitt kvalitet som kan produseres. Lykkes forsøk som er i gang kan forekomstens verdi være meget betydelig, forutsatt en gunstig utvikling av markedet for talk. Produksjon av 100 000 t/år i 100 år, til en pris på NOK 1500/t vil gi en verdi på NOK 15 mrd..



Foto 14: Linnajavri talk forekomst (foto/collage: I. Lindahl, L. Furuhaug)

## Raudfjellet

Raudfjellet i Snåsa kommune (Nilsson et al, 2005) er, i likhet med Linnajavri, en betydelig talk forekomst, i kleberstein, med et potensial for andre produkter, i dette tilfelle først og fremst kvarts, som er påvist i høyrene kvaliteter i et nettverk av årer i tilgrensende magnesittsoner i forekomsten. Forekomsten er 3,5 - 4 km lang og 8 m tykk og kan ha en tonnasje på 4 – 8 Mt kleberstein (med ca. 50 % talk) ned til 100m dyp. I likhet med Linnajavri er det vanskelig å anslå



forekomstens verdi før man får bekreftet at talk kan produseres i en kvalitet og tonnasje som gir en økonomisk drift. Med bekreftelse på disse punktene vil forekomsten kunne ha en ”in situ” verdi på flere milliarder kroner, men realisering av disse verdier vil avhenge av markedsforhold, blant annet konkurranse med andre produsenter i og utenfor Norge.

### **Raudberget**

Raudbergetforekomsten i Vik kommune i Sogn opptrer i randsonen av en større ultramafisk kropp. På en side har sonen en lengde på 500 m og er 10-30 m mektig. Tonnasjen (Karlsson & Nilsson, [http://www.ngu.no/upload/Publikasjoner/Rapporter/1999/99\\_135.pdf](http://www.ngu.no/upload/Publikasjoner/Rapporter/1999/99_135.pdf)) ble estimert til 37 Mt (inkludert Lille Raudberget). Forekomsten ble gjenstand for prøvedrift tidlig på 1990-tallet. Med 50 % talk (Karlsson & Nilsson, 1999) er ”in situ” tonnasjen av talk 18,5 Mt. Med prisen og forbeholdene tatt for tidligere nevnte forekomster vil dette medføre at produksjon av 100 000 t/år i 100 år, til en pris på NOK 1500/t vil gi en verdi på NOK 15 mrd..

### **Verdi**

Norge har trolig talkressurser som, med dagens pris, har en teoretisk verdi på minimum NOK 30 mrd, muligens betydelig større avhengig av positive konklusjoner fra vurderingen av Linnajavri forekomsten. Realisering av verdi estimatene som er gitt for enten Linnajavri eller Raudberget forutsetter en firedobling av dagens totalproduksjon fra Norge i konkurranse med produksjon fra Finland og Frankrike (henholdsvis 500 000 t og 420 000 t i 2011). I oversiktstabellen under er det benyttet NOK 15 mrd.

## **16. KONKLUSJONER**

Rapporten forsøker å fremstille verdien av innholdet av industrimineraler av potensiell økonomisk betydning i forekomster av nasjonal betydning som er kvantifisert på en troverdig måte når det gjelder både tonnasje og innholdet av verdimineralene. Verdien av andelen av forekomstene som man kan realisere i en fremtidig drift vil påvirkes av driftsforhold og prisvariasjoner. Verdien av metalliske mineraler som benyttes som industrimineraler så vel som råstoff for metallproduksjon (titanmineraler og jernoksider) omtales i tilsvarende rapport om metalliske malmer.

Blant utfordringene i arbeidet er:

- Svært mange industrimineralprodusenter leverer produkter av forskjellige kvaliteter og verdi fra en og samme forekomst. Forholdet mellom råstoffer av forskjellige kvaliteter i forekomstene og prisene man kan oppnå for disse er, i de fleste tilfeller konfidensielle.
- Mange av forekomstene er meget store, flere i verdensklassen, med ressurser som er tilstrekkelig til å dekke dagens produksjonsnivå i flere hundre år.
- Flere andre forekomster som ikke er i drift er også meget store og kan gi utgangspunkt for betydelig verdiskaping.
- Teknologitvillingen er slik at det, for flere av råstofftypene, er utfordrende å spå hvordan markedene vil utvikle seg i et perspektiv på 10-20 år.

Det er, for flere av råstoffene, valgt å ta utgangspunkt i at den samlede produksjonsverdi i 2011 vil være stabil over en periode på hundre år. Dette er selvsagt svært usannsynlig, men hensikten

er ikke å få frem tall som vil holde over tid, men å gi et perspektiv på verdien av forekomstene under dagens forhold. Med disse forbehold er resultatene:

	NOK mrd
Anorthositt	2,5
Apatitt	73,9
Dolomitt	6,6
Flusspat	3,0
Grafitt	14,7
Kalkstein og kalkspatmarmor	180,0
Kvarts, kvartsitt	39,0
Nefelin	28,0
Olivin	37,5
Talk	15,0
<b>SUM</b>	<b>400,2</b>

## 17. LITTERATURLISTE (i tillegg til fotnotene)

- Gautneb, H., 2005: Potrasbukta kalkstein- og dolomittfelt, Balsfjord, Troms. Norges geologiske undersøkelse rapport 2005.025, 26s.
- Gautneb, H., 2012: Kommunedelplan Tromsdalen, Verdal. Oversikt over geologiske forhold, marked og produksjon av kalkstein. Norges geologiske undersøkelse rapport 2012.003, 29s.
- Harben, P. W. & Smith, C., 2006: Olivine. I: Kogel, J.E., Trivedi, N.C. & Barker, J.M.: Industrial Minerals & Rocks: Commodities, Markets, and Uses. Society for Mining, Metallurgy and Exploration, 679-684.
- Ihlen, P.M. 2000: Utilisation of sillimanite minerals, their geology, and potential occurrences in Norway – an overview. Norges geologiske undersøkelse Bulletin 436, 113-128.
- Ihlen, P.M., Furuhaug, L., Lynum, R., Müller, A. og Larsen, R.B. 2004: Gitterbundete sporelementer i kvarts fra pegmatitter, hydrotermale ganger, kvartsitter og granitter i Sør-Norge. Norges geologiske undersøkelse rapport 2004.020, 41 s.
- Ihlen, P. M., Furuhaug, L., 2012: Borkaksprøvetaking av apatitt-førende bergarter i Misværdal pyroksenittmassiv, Bodø kommune, Nordland. Norges geologiske undersøkelse rapport 2011.069, 95s.
- Ihlen, P.M., Gautneb, H., Meyer, G.B. & Schiellerup, H., 2012: Characterization of apatite resources in Norway and their REE potential-a review, IGS, Brisbane.
- Korneliussen, A., 2012: Rogaland Fe-Ti-V; Sunnfjord Ti; Møre Fe-Ti. In: Eilu, P. (ed.) 2012. Mineral deposits and metallogeny of Fennoscandia. Geological Survey of Finland Special Paper 53, 401 p.
- Korneliussen, A., Raaness, A., Schaller, A. og Gautneb, H.: 2011: Forekomster av kalsium-karbonat i Evenesområdet. Norges geologiske undersøkelse rapport 2011.040, 40 s.
- Lindberg, P.A., 1985: Fe-Ti-P mineralisations in the larvikite-lardalite complex. Norges geologiske undersøkelse Bulletin, 93-98.
- Markl, G., Frost, B. R. & Bucher, K. 1998. The origin of anorthosites and related rocks from the Lofoten islands, northern Norway. I. Field relations and estimation of intrinsic variables. Journal of Petrology 39, 1425–1452.

- McLemore, V.T., 2006: Nepheline syenite. In: Kogel, J.E., Trivedi, N.C., Barker, J.M. & Krukowski, S.T. (editors): *Industrial Minerals & Rocks: Commodities, Markets, and Uses*, Society for Mining, Metallurgy and Expolration, 653-670.
- Mikalsen, T. og Seim, A., 1978: Prøvetaking og kartlegging av dolomitt og kalkstein i Troms. Norges geologiske undersøkelse rapport 1556/5, 29s.
- Müller, A., Ihlen, P.M., Wanvik, J.E., Flem, B. 2007: High-purity quartz mineralisation in kyanite quartzites, Norway. *Mineralium Deposita*, 42: 523-535.
- Müller, A., Wanvik, J.E., & Ihlen, P.M., 2012: Petrological and Chemical Characterisation of High-Purity Quartz Deposits with Examples from Norway. In: *Quartz: Deposits, Mineralogy and Analytics*, Springer Geology 2012, pp 71-118
- Nilsson, L.P., Roberts, D. & Ramsay, D.M. 2005: The Raudfjellet ophiolite fragment, Central Norwegian Caledonides: principal lithological and structural features. *Norges geologiske undersøkelse Bulletin* 445, 101–117.
- Nilsson, L.-P. & Lindahl, I., 2011: Geologisk ressurs & akademisk godbit. *GEO* 365, oktober 2011.
- Neeb, P.-R. og Brugmans, P.J., 2012: Mineralressurser i Norge 2011. *Norges geologiske undersøkelse og Direktoratet for mineralforvaltning*.
- Nordic Mining, 2011:  
[http://www.nordicmining.com/getfile.php/Filer/Investors/20%20st%C3%B8rste/ISF\\_120116\\_FirstSecurities.pdf](http://www.nordicmining.com/getfile.php/Filer/Investors/20%20st%C3%B8rste/ISF_120116_FirstSecurities.pdf)
- Olerud, S., 1995. Norway's Industrial minerals. *Industrial Minerals* 339, 23-31.
- Titania AS, 2010: White pigment from a black mineral. *Mining Journal* supplément, Norway, p. 12.
- Wanvik, J. E., 1983: Andørja magnetittforekomster. Oppsummerende rapport til Bergmesteren vedrørende Elkems utgatte mutinger. Rapport BV 1356.
- Wanvik, J. E., 2007: Assessment of anorthosite at Gudvangen Stein's property in Nærøydalen Aurland from a resource geology perspective. *Norges geologiske undersøkelse rapport* 2007.040, 23 s.
- Øvereng, O., 2000a: En sammenstilling av data om utvalgte dolomittfelter i Nord-Norge. *Norges geologiske undersøkelse rapport* 2000.074, 67s.
- Øvereng, O., 2000b: Granåsen, a dolomite-brucite deposit with potential for industrial development. *Norges geologiske undersøkelse Bulletin* 436, 75-84.

## **18. VEDLEGG 1: Rekommenderade regler för publik information i Sverige, Finland eller Norge om prospekteringsresultat, undersökningar, lönsamhetsstudier och värderingar av mineraltillgångar och mineralreserver**

### **1 Inledning**

Föreliggande regler, kallade FRB-standarden är ett självständigt regelverk, men baseras på ”The International Template for the public reporting of exploration results, mineral resources and mineral reserves, July 2006”, framtagen av Committee for Mineral Reserves International Reporting Standards (CRIRSCO) i syfte att harmonisera till internationell praxis.

FRB-standarden har antagits av SveMin, FinnMin och Norsk Bergindustri för tillämpning i respektive Sverige, Finland och Norge. Dessa regler underordnas lagstiftningen i respektive land. FRB-standarden kompletteras av ”Guide för tillämpning av FRB-standarden”.

Reglererna kan knytas till respektive organisations etiska regler.

Dokumentet är inte tillämpligt för information avseende olja, naturgas, oljeskiffer- eller sand, grundvatten eller andra ämnen som inte faller under begreppet ”mineraltillgång”.

Huvudsyftet med FRB-standarden är att skydda aktieägare, investerare och potentiella investerare från felaktig, ofullständig eller missvisande information. Dessa regler avser företag som lämnar publik information rörande resultat av prospekterings- och undersökningsverksamhet samt lönsamhetsstudier och projektvärderingar. Detta gäller oavsett i vilken form sådan information lämnas t.ex. nyhetsbrev, årsrapporter, kvartalsrapporter eller sedvanlig löpande information och oavsett publiceringsform, tryckt eller elektroniskt via Internet. FRB-standarden gäller oavsett om information lämnas skriftligt eller muntligt, direkt av företaget eller av annan på företagets uppdrag.

Uppskattningar av mineraltillgångar och mineralreserver innehåller alltid någon grad av osäkerhet. Detta bör beläggas i redovisningen.

Tekniskt och vetenskapligt underlag för mineraltillgångar, mineralreserver, lönsamhetsstudier och projektvärderingar, ska vara väldokumenterade och arkiverade på betryggande sätt, så att uppskattningen av mineraltillgången kan följas.

#### **1.1 Publik information**

Ansvar för den publika informationen åvilar företaget. Ytterst har företagets VD och styrelse att tillse att företaget uppfyller sitt ansvar. Det är företagets ansvar att utse och använda en ”Kvalificerad Person”, som definieras i kapitel 1.3.

Företag rekommenderas att lämna så fullständig information som möjligt.

Information som har lämnats tidigare behöver inte lämnas vid nytt informationstillfälle om tydlig referens till denna tidigare information anges och så länge den är tillgänglig på företagets hemsida.

## 1.2 Hemsidor

Alla resultat som publiceras, ska också göras tillgängliga på företagets hemsida omedelbart efter det att de publicerats i annan form.

All nyhetsrapportering ska finnas tillgänglig på hemsidor så länge projektet är aktivt men inte är i produktion.

All publik information ska innehålla tydlig hänvisning till företagets hemsidor.

## 1.3 Begreppet "Kvalificerad Person"

En "Kvalificerad Person" kallad QP, ska vara väl förtrogen med mineralindustrin och ha minst 5 års relevant erfarenhet. Med relevant erfarenhet avses bl a erfarenhet från den typ av objekt och projekt som informationen avser. Med relevant menas att det inte alltid är nödvändigt för en person att ha 5 års erfarenhet i varje enskild typ av fyndighet för att kunna agera som QP, om denne har relevant erfarenhet av andra typer av fyndigheter. För en person med exempelvis 20 års erfarenhet av malmeräkningar erfordras inte 5 års erfarenhet i vart och ett av mineraliseringstyperna, (massiva, disseminerade, etc). Generellt skall en QP, som anlitas, själv kunna stå upp för kompetenta kollegor och demonstrera sitt kunnande i avsedd fyndighetstyp. Vid minsta tvekan skall vederbörande söka stöd hos kolleger eller helt avstå från att befatta sig med uppgiften.

QP ska vara godkänd och registrerad av SveMin, FinnMin eller Norsk Bergindustri, på sätt som respektive organisation beslutar.

QP har till uppgift att granska kvaliteten på och kommentera det tekniska och vetenskapliga arbetet som ligger till grund för samt de resultat som rapporteras i företagets publika information avseende företagets prospekterings- och undersökningsverksamhet. Exempel på sådan information är redovisning av mineraltillgångar, mineralreserver, lönsamhetsstudier och projektvärderingar.

QP ska lämna ett skriftligt och undertecknat utlåtande att denna granskning blivit utförd och att dennes kvalifikationer är relevanta för den aktuella informationen. Utlåtandet ska finnas tillgängligt på det informerande företagets hemsida i direkt anslutning till den granskade informationen.

Det tekniska och vetenskapliga arbetet ska utföras enligt gällande regler och "Guide för tillämpning av FRB-standarderna".

QP:s granskning och utlåtande fråntar inte företaget dess ansvar för den information som lämnas.

I de fall publik information kan förväntas ha stor betydelse för företagets värdering och företaget saknar produktionshistorik bör en oberoende QP anlitas. Produktion definieras i kapitel 6.

## **2 Prospekteringsresultat**

### **2.1 Generella krav**

När resultat från prospektering offentliggörs ska företaget uppgiva källan i det fall företaget inte själv ansvarat för uppgifterna.

Bortsett från offentliggörandet av resultat från prospekteringsaktiviteter som beskrivs mer i detalj nedan, ska en allmän beskrivning av den geologiska miljön alltid lämnas. En sådan beskrivning ska innehålla uppgifter om eventuellt kända potentiella problem med provtagning eller analysresultat såsom ”nuggeteffekter” eller förväntade metallurgiska svårigheter.

Företag får inte presentera selektiva resultat, utan all relevant information ska presenteras. Om ett program t.ex. omfattar 6 borrhål, och där 3 av borrhålen innehåller intressant mineralisering, måste resultatet från samtliga 6 borrhål redovisas med angivande av lokalisering, riktning, påträffade geologiska formationer etc. så att läsaren erhåller en så komplett och lättåskådlig bild som möjligt av objektet.

Om möjligt ska informationen publiceras i tabellform och åtföljas av kartor, profiler, längdprojektioner och uppskattad verklig bredd av de mineraliserade zonerna samt uppgift om i vilket utvecklingskede projektet befinner sig i.

Om resultat från tidigare undersökningar finns tillgängliga ska dessa kommenteras i förhållande till vad som nu rapporteras från området.

Halter anges exempelvis i gram per ton eller ounce per ton för ädelmetaller och i procent vad avser järn- och basmetaller.

### **2.2 Preliminära resultat**

När det gäller inledande aktiviteter, som geofysiska mätningar, moränprovtagning etc. avsedda att identifiera möjliga mineraliseringar, ska det klart anges att resultat av detta är av preliminär natur. En beskrivning av metoden, t.ex. grävning eller provtagning av borkax samt avstånden mellan provpunkterna, ska anges.

Visuella bedömningar av en mineraliserings halt och kvantitet får aldrig rapporteras.

Observationer rörande mineraliseringar från blottningar, grävning eller borkprover ska beskrivas insiktsfullt och omsorgsfullt i sådana termer att oinitierade läsare och investerare inte förleds tro att materialet kan tolkas med samma tillförlitlighet som analysresultat.

Om oberoende provtagning eller revision visar resultat som avviker från tidigare publicerad information, ska dessa resultat offentliggöras. Detaljer från ett sådant verifikationsprogram ska offentliggöras med angivande av provtagningsmetoder, lokalisering och antal prov, samt en jämförelse med tidigare rapporterade resultat.

## **2.3 Resultat från framskridna program**

När ett företag offentliggör information från framskridna prospekteringsprogram ska en detaljerad beskrivning av det utförda arbetet lämnas, t.ex. provtagnings- och mätmetoder samt avstånd mellan observationer.

Om möjligt ska en komplett redovisning göras av borrhålssnitt<sup>1</sup> och verkliga bredder anges av mineraliserade zoner. Om halter har korrigerats med statistiska metoder, ska anledningen till detta redovisas och hur det har skett.

Företaget ska redovisa om någon oberoende provtagning eller revision företagits eller planeras, och i så fall av vem samt dennes kvalifikationer. Detaljer från ett sådant verifikationsprogram ska offentliggöras och innehålla uppgifter om provtagningsmetoder, läge och antalet prov samt eventuella avvikelser mot publikt redovisade resultat.

Stor omsorg måste ägnas åt att leverera koncis rapportering under hela prospekteringsprogrammet. Bedömningar av mineraliseringars medelhalt och kvantitet får inte rapporteras förrän företaget har genomfört en uppskattning av mineraliseringen enligt definitionerna i kapitel 10.

Kravet om att inte lämna selektiva resultat gäller även för framskridna program.

## **2.4 Analysresultat**

Namnet på laboratoriet som analyserat provmaterialet, analysmetoder och om laboratoriet är ackrediterat för den aktuella analysmetoden eller inte ska anges. Om inte generellt vedertagna analysmetoder använts ska detta förklaras.

Kontroller och kvalitetssäkring av analyser ska beskrivas.

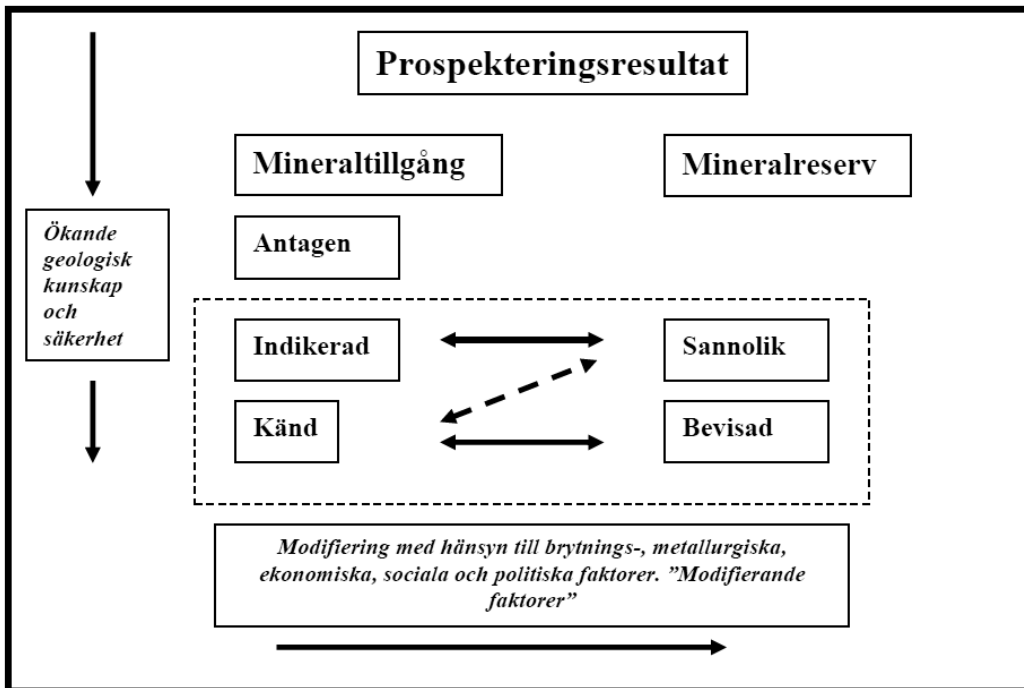
## **2.5 Prospekteringspotential – mål**

Företag får ange vilka mål som deras undersökningsarbeten har. Detta kan uttryckas i form av ett intervall för tonnage och halter som man eftersträvar att uppnå. Det ska dock klart anges att det rör sig om mål.

# **3 Mineraltillgångar och mineralreserver**

## **3.1 Terminologi**

Användningen av terminologin för kategorisering av mineraltillgångar och mineralreserver ska redovisas med uppdelningen i antagen, indikerad och känd avseende mineraltillgångar samt sannolik och bevisad avseende mineralreserver. Andra kategorier får inte redovisas. Se figur och kapitel 10.



Generella relationer mellan prospekteringsresultat, mineraltillgångar och mineralreserver. Definitioner av dessa termer anges i avsnitt 10.

### 3.2 Tillämpning

Alla bedömningar av mineraltillgångar och mineralreserver som offentliggörs ska vara försedda med namnet på den QP som granskat bedömningen samt vederbörandes förhållande till företaget. Företaget ska redovisa om någon oberoende granskning har företagits och i så fall av vem samt dennes kvalifikationer.

Speciell omsorg måste ägnas åt att göra åtskillnad mellan mineraltillgångar och mineralreserver så att läsaren förstår att dessa inte är likvärdiga begrepp.

Mineraltillgångar och mineralreserver får inte adderas till varandra och ska redovisas separat för att undvika misstolkningar. Se "Guide för tillämpning av FRB-standarden".

Mineraltillgångar och mineralreserver ska publiceras så att en total bedömning av en fyndighets potential underlättas och misstolkningar undviks.

Alla rapporterade kvantiteter av mineraltillgångar och mineralreserver ska uttryckas i ton och halter. Mängden metall i fyndighet får endast redovisas om tonnage och halt samtidigt redovisas i direkt anslutning. Olika fyndigheter ska redovisas var för sig.

Olika kategorier av mineraltillgångar ska redovisas separat. I de fall sammanslagna siffror redovisas ska också uppdelningen i kategorier av mineraltillgångar specificeras i direkt anslutning.



Olika kategorier av mineralreserver ska redovisas separat. I de fall sammanslagna siffror redovisas ska också uppdelningen i kategorier av mineralreserver specificeras i direkt anslutning.

En mineralreserv får redovisas först efter att en lönsamhetsstudie har genomförts. Nyckelparametrarna såsom drifts-, kapitalkostnader samt utbyten, metallpriser och intäktsavdrag som har använts ska tydligt anges.

Det är inte tillåtet att åsätta en mineraltillgång eller en mineralreserv ett in-situ värde. Med in-situ värde avses uppgift om mängd metall eller värdemineral i berggrunden utan samtidig redovisning av halt och antal ton.

### **3.3 Historiska data**

I det fall ett företag presenterar fyndigheter med historiska bedömningar, ska fyndigheten klassificeras som antagen mineraltillgång tills den kan uppgraderas genom ökad kunskap i enlighet med dessa regler.

### **3.4 Undersökning och tillredning**

Information avseende projekt eller fyndigheter som är i ett undersökningsskede, ska utformas så att förhastade slutsatser inte dras om att tillredning står i begrepp att starta.

Företag som är i tillredningsfasen bör undvika information som kan leda till förhastade slutsatser om att projektet är i produktion. Stor omsorg måste ägnas åt att klargöra vad som är nuvarande produktion och vad som planeras.

## **4. Lönsamhetsstudier**

Lönsamhetsstudier utförs i syfte att utröna huruvida en fyndighet kan utvecklas till en ekonomiskt bärkraftig mineralreserv och gruva eller brott. En sådan studie är nödvändig för att etablera en mineralreserv i en fyndighet.

När ett företag offentliggör resultat från en lönsamhetsstudie, ska typ av studie och dess omfattning, relevanta nyckeltal som drifts-, kapitalkostnader, utbyten, metall- och produktpriser samt intäktsavdrag som har använts samt slutsatserna redovisas. Den som utfört studien ska namnges och vederbörandes kvalifikationer samt relation till företaget ska redovisas.

Om företaget publikt informerar om studie utförd av extern resurs (sk Second Opinion), får företaget endast kommentera denna information. Några ändringar i informationen får inte göras.

### **4.1 Värderingar**

När en fyndighetsvärdering redovisas ska den metod som använts vid värderingen liksom alla väsentliga antaganden redovisas. Typ av studie och dess omfattning ska anges. De som utfört värderingen, deras kvalifikationer och relation till företaget ska redovisas.

I en ekonomisk uppskattning innan förstudie, kan antagen mineraltillgång användas och det skall då tydligt anges att uppskattningen är preliminär. Om andelen antagen mineraltillgång

utgör en icke-obetydlig del av värderingen, ska en jämförelse göras med en produktionsplan exklusive antagen mineraltillgång.

Känslighetsanalys för olika metallpriser ska genomföras och tydligt redovisas.

#### **4.2 Icke tillåten publicering**

Det är inte tillåtet att ange kvantitet och halter för tillgångar som inte är kategoriserade enligt definitionerna Mineraltillgångar och Mineralreserver.

Det är inte tillåtet att redovisa sammanslagna kategorier av mineraltillgångar om uppdelningen i kategorier inte samtidigt framgår.

Det är inte tillåtet att redovisa sammanslagna kategorier av mineralreserver om uppdelningen i kategorier inte samtidigt framgår.

Det är inte tillåtet att addera mineraltillgångar till mineralreserver.

Det är inte tillåtet att redovisa in-situ mängder metall eller värdemineral om kvantitet och halt inte samtidigt redovisas.

Det är inte tillåtet att redovisa in-situ värderingar.

### **5 Ägarförhållanden och gruvrättigheter**

Företag ska vid första publika informationstillfället redovisa erforderliga tillstånd och förutsättningar till prospektering och exploatering av fyndighet.

Företagets ägarandel i projektet och eventuella åtaganden som belastar projektet ska redovisas.

För fyndigheter belägna i länder med väsentligt andra legala förhållanden än i Sverige, Finland och Norge, ska dessa förhållanden redovisas utförligt.

Redovisningen måste belysa eventuella hinder till lagligt tillträde till fyndigheten, huruvida företaget äger marken eller ej och vilken påverkan det har på företagets möjligheter att undersöka och utvinna fyndigheten.

### **6 Produktion**

Med produktion menas att ett företag på kommersiella grunder utvinna mineralhaltigt material som genererar en intäkt från underjordsgruva eller dagbrott.

Om produktionsdata, inkluderande kostnader, publiceras baserade på ekvivalenter av en metall (exempelvis silver uttryckt i ekvivalenter av guld) ska också mängden av den sekundärt producerade metallen redovisas. Härvid ska värdet av sekundärmetaller som konverterats redovisas separat. Konverteringar ska anges i den värdemässigt viktigaste metallen.

Företag som äger del i en producerande gruva, ska ange den procentuella ägarandelen vid redovisning av produktionsdata.

## **7 Industrimineral**

Regelverket enligt 1- 6 är tillämpligt på industrimineral som marknadsförs enligt produktspecifikation och handlas på en marknad.

Kemiska analyser är emellertid inte alltid relevanta utan andra kriterier och principer såsom kvalitet och egenskaper är ofta mer anpassade och accepterade som grund för publik rapportering.

Vissa industrimineral kan även ha fler applikationsområden. Det är viktigt att denna information klart redovisas.

Industrimineral har ofta en mer lokal marknad än metaller och således bör det geografiska området och dess påverkan på ekonomin beskrivas utan att för den skull avslöja affärshemligheter.

I det fall konkurrenskänsliga kvalitetsparametrar förhindrar fullständig öppenhet i informationen ska detta redovisas.

Om enbart säljbar produkt rapporteras bör detta ske i anslutning till rapportering av mineralreserv. Om enbart säljbar produkt rapporteras ska detta klargöras.

## **8 Kol**

Regelverket enligt 1 – 6 är tillämpligt för kol.

Vad avser publik information är kraven för kol desamma som för övriga mineraler med utbyte av termer som ”mineral” mot ”kol” och ”halt” mot ”kvalitet”.

Med hänsyn till kolproduktionens struktur och miljöproblematik, bör en redovisning av hela verksamheten ges en hög prioritet.

Även om regelverket enligt 3.0, Mineraltillgångar och Mineralreserver, är tillämpligt, är det inte i alla avseenden nödvändigt att redovisa uppdelningen i kategorier såsom bevisad och sannolik för mineralreserver och känd, indikerad och antagen för mineraltillgångar.

## **9 Diamanter och andra ädelstenar**

Regelverket enligt 1 – 6 är tillämpligt för diamanter.

Vad avser publik information är kraven för diamanter desamma som för övriga mineraler med utbyte av termer som ”mineral” mot ”diamant” och ”halt” mot ”halt och medelvärde av diamanter”. Termen ”kvalitet” skall emellertid inte ersättas av halt då de två begreppen har helt olika betydelse i diamanfyndigheter.

Om diamanfyndigheters halter i mineraltillgångar eller mineralreserv (karat per ton), baseras på korrelationer mellan frekvens av förekomster av mikrodiamanter och av diamanter av kommersiell storlek, måste detta klart framgå. Tillförlitligheten hos metoden måste förklaras och storleken på cut off sikten för mikrodiamanter anges.

## 10 Definitioner

En ”**mineraltillgång**” (Mineral Resource) är en koncentration av ekonomiskt intressanta förekomster av material i eller på jordskorpan i en sådan form, kvalitet och kvantitet att det finns rimliga möjligheter till eventuell ekonomisk utvinning. Läge, kvantitet, halt, kontinuitet och andra geologiska karaktäristika av en mineraltillgång är kända, uppskattade eller tolkade utifrån specifika geologiska fakta, provtagning och kunskap. Beroende av ökad geologisk säkerhet delas mineraltillgång in i kategorierna antagen mineraltillgång, indikerad mineraltillgång och känd mineraltillgång.

En ”**antagen mineraltillgång**” (Inferred Mineral Resource) är den del av en mineraltillgång för vilken tonnage, täthet av förekomster, form, fysiska karaktäristika, halt och mineralinnehåll kan uppskattas med en låg nivå av säkerhet. Den indikeras av geologi, provtagning och förväntad men inte verifierad kontinuitet i geologi och/eller halt. Den är baserad på information vunnit genom prospektering, provtagning och testning utförd enligt lämplig teknik från till exempel hållar och blottningar, diken, gropar, bearbetningar och borrhål. Informationen är begränsad eller av osäker kvalitet och tillförlitlighet.

En ”**indikerad mineraltillgång**” (Indicated Mineral Resource) är den del av en mineraltillgång för vilken tonnage, täthet av förekomster, form, fysiska karaktäristika, halt och mineralinnehåll kan uppskattas med rimlig nivå av säkerhet. Den är baserad på information vunnit genom prospektering, provtagning och testning utförd enligt lämplig teknik från till exempel hållar och blottningar, diken, gropar, bearbetningar och borrhål. Informationspunkterna är dock för glesa eller olämpligt fördelade för att säkerställa kontinuitet i geologi och/eller halt.

En ”**känd mineraltillgång**” (Measured Mineral Resource) är den del av en mineraltillgång för vilken tonnage, täthet av förekomster, form, fysiska karaktäristika, halt och mineralinnehåll kan uppskattas med hög nivå av säkerhet. Den är baserad på information vunnit genom detaljerad och tillförlitlig prospektering, provtagning och testning utförd enligt lämplig teknik från till exempel hållar och blottningar, diken, gropar, bearbetningar och borrhål. Informationspunkterna är tillräckligt täta för att påvisa kontinuitet i geologi och/eller halt.

En ”**mineralreserv**” (Mineral Reserve) är den ekonomiskt utvinnbara delen av en känd eller indikerad mineraltillgång. Den inkluderar gråbergsinblandning (Engelska: ”diluting materials”) och malmförluster (Engelska: losses), som kan uppstå när materialet bryts. Lämpliga värderingar och studier har gjorts och modifierats med hänsyn till realistiskt antagna brytnings-, metallurgiska, ekonomi-, marknads-, legala, miljö-, sociala och politiska faktorer. Dessa värderingar visar vid tiden för rapportering att utvinning rimligen kan motiveras. Beroende av ökad geologisk säkerhet delas mineralreserver in i kategorierna sannolik mineralreserv och bevisad mineralreserv.

För att använda benämningen mineralreserv förväntas att studier genomförts till åtminstone nivån ”Pre-Feasibility”, inklusive en gruvplan som är tekniskt lämplig och ekonomiskt möjlig.

En ”**sannolik mineralreserv**” (Probable Mineral Reserve) är den ekonomiskt utvinnbara delen av en indikerad och under vissa omständigheter en känd mineraltillgång. Den inkluderar gråbergsinblandning och malmförluster när materialet bryts. Studier till åtminstone Pre-Feasibility nivå har genomförts och modifierats med hänsyn till brytnings-, metallurgiska,

ekonomiska, marknads-, legala, miljö-, sociala och politiska faktorer. Dessa värderingar visar vid tiden för rapportering att utvinning rimligen kan motiveras.

En ”**bevisad mineralreserv**” (Proven Mineral Reserve) är den ekonomiskt utvinnbara delen av en känd mineraltillgång. Den inkluderar gråbergsinblandning och malmförluster när materialet bryts. Studier till åtminstone Pre-Feasibility nivå har genomförts och modifierats med hänsyn till brytnings-, metallurgiska, ekonomiska, marknads-, legala, miljö-, sociala och politiska faktorer. Dessa värderingar visar vid tiden för rapportering att utvinning är motiverad.

För att understryka den oprecisa naturen av såväl en mineraltillgång som en mineralreserv, bör alltid hänvisas till att det rör sig om en uppskattning och inte en beräkning (”calculation” i CRIRSCO International Template).



Norges geologiske undersøkelse  
Postboks 6315, Sluppen  
7491 Trondheim, Norge

Besøksadresse  
Leiv Eirikssons vei 39, 7040 Trondheim

Telefon 73 90 40 00  
Telefax 73 92 16 20  
E-post [ngu@ngu.no](mailto:ngu@ngu.no)  
Nettside [www.ngu.no](http://www.ngu.no)

*Geological Survey of Norway  
PO Box 6315, Sluppen  
7491 Trondheim, Norway*

*Visitor address  
Leiv Eirikssons vei 39, 7040 Trondheim*

*Tel (+ 47) 73 90 40 00  
Fax (+ 47) 73 92 16 20  
E-mail [ngu@ngu.no](mailto:ngu@ngu.no)  
Web [www.ngu.no/en-gb/](http://www.ngu.no/en-gb/)*