

GEOLOGI FOR SAMFUNNET

GEOLOGY FOR SOCIETY

NGU Rapport 2012.048

Mineral og metallressurser i Norge:
"In situ" verdi av metallforekomster
av nasjonal betydning

Rapport nr.: 2012.048		ISSN 0800-	Gradering: Åpen
Tittel: Mineral- og metallressurser i Norge: "In situ" verdi av metallforekomster av nasjonal betydning			
Forfatter: R. Boyd, T. Bjerkgård, P. M. Ihlen, A. Korneliussen, J. S. Sandstad, H. Schiellerup		Oppdragsgiver: NGU	
Fylke:		Kommune:	
Kartblad (M=1:250 000)		Kartblad nr. og navn (M=1:50 000)	
Forekomst navn og koordinater:		Sider: 43 Kartbilag:	Pris: kr 115,-
Feltarbeid utført:	Rapporteringsdato: 15.09.12	Prosjektnr.: 346600	Ansvarlig: Henrik Schiellerup
Sammendrag: Rapporten fremstiller "in situ" (i bakken) verdi av innholdet av metaller av potensiell økonomisk betydning i metallforekomster av nasjonal betydning som er kvantifisert på en troverdig måte når det gjelder både tonnasje og gehalt. Kvaliteten på beregningene varierer fra samsvar med internasjonale krav (JORC eller NI) til mer generelle vurderinger. Vurderingene angir verdien av forekomstenes metallinnhold i henhold til priser på verdens metallbørser pr. april 2012. Verdien av andelen av forekomstene som man kan realisere i en fremtidig drift vil påvirkes av driftsforhold og prisvariasjoner. Rapporten gir også en kort omtale av forekomster av betydning som er dokumentert til en viss grad, men ikke nok til at man vet tonnasje eller gehalt, og av felt hvor det er klare indisier på potensial, men foreløpig uten funn. Ikke minst ligger det et betydelig potensial i dypere liggende funn i "historiske" malmfelt. Malmene, med summen av "in situ" verdiene, er gruppert som følger: • Jern-, jern-titan-(vanadium) og titanmalmer: 1 224 mrd NOK • Kobber-edelmetall og edelmetall-(kobber) forekomster: 25 mrd NOK • Basemetallforekomster: 117 mrd NOK • Spesialmetallforekomster: 22 mrd NOK Det er ikke mulig å antyde verdien av kjente forekomster som ikke har blitt dokumentert – selv om disse kan ha verdensklasse. Dette gjelder også verdien av helt nye forekomster. Mye taler for at rapporten bør revideres med jevne mellomrom slik at man kan få med bedre dokumentasjon av kjente malmer og nye funn, og kan se virkningen av endringer i metallpriser. Potensielle verdier basert på industrimineraler i flere av forekomstene blir omtalt i en tilsvarende rapport om viktige industrimineralforekomster.			
Nøkkelord:	Metaller	Verdi	
Norge	Reserver	Ressurser	

Innhold

1. SAMMENDRAG	2
2. INNLEDNING	2
2.1 Metaller og mineraler i det moderne samfunnet	2
2.2 Globale trender	3
2.3 Behov for bedre kunnskap	3
2.4 Reserver og ressurser	4
2.5 Priser og verdi	6
2.6 Forekomster av nasjonal betydning	7
3. JERN-, JERN-TITAN OG TITAN-FOREKOMSTER	8
3.1 Jernmalmer	8
3.2 Jern-titan(-vanadium) malmer	10
3.3 Titanmalmer	13
3.4 Forekomster av potensial betydning som foreløpig ikke er kvantifisert	13
3.5 Sammendrag jern, titan og vanadium forekomster	14
4. KOBBER-GULL OG GULL FOREKOMSTER	15
4.1 Kobberforekomster med underordnede edelmetaller	15
4.2 Gull-kobberforekomster med underordnet kobber	16
4.3 Gullforekomster	16
4.4 Sammendrag	17
5. BASEMETALLFOREKOMSTER	18
5.1 Kobber-sink forekomster	18
5.2 Sink-kobber-bly forekomster	21
5.3 Nikkel-kobber-PGE forekomster	22
5.4 Molybden	24
5.5 Sammendrag edelmetall- og basemetall-edelmetall forekomster	26
6. SPESIALLMETALLFOREKOMSTER	27
6.1 Niob	27
6.2 Beryllium	27
7. KONKLUSJONER	28
8. LITTERATURLISTE (i tillegg til fotnotene)	29
9. VEDLEGG 1: Rekommanderte regler for publik informasjon i Sverige, Finland eller Norge om prospekteringsresultat, undersøkingar, lønsamhetsstudier og værderingar av mineraltillgångar och mineralreserver	32

1. SAMMENDRAG

Rapporten fremstiller ”in situ” (i bakken) verdi av innholdet av metaller av potensiell økonomisk betydning i metallforekomster av nasjonal betydning som er kvantifisert på en troverdig måte når det gjelder både tonnasje og gehalt. Kvaliteten på beregningene varierer fra samsvar med internasjonale krav (JORC eller NI) til mer generelle vurderinger. Vurderingene forteller verdien av forekomstenes metallinnhold i henhold til priser på verdens metallbørser pr. april 2012. Verdien av andelen av forekomstene som man kan realisere i en fremtidig drift vil påvirkes av driftsforhold og prisvariasjoner. Rapporten gir også en kort omtale av forekomster av betydning som er dokumentert til en viss grad, men ikke nok til at man vet tonnasje eller gehalt, og av felt hvor det er klare indisier på potensial, men foreløpig uten funn. Ikke minst ligger det et betydelig potensial i dypere liggende funn i ”historiske” malmfelt.

Malmene, med summen av ”in situ” verdiene, er gruppert som følger:

- Jern-, jern-titan-(vanadium) og titanmalmer: 1 224 mrd NOK
- Kobber-edelmetall og edelmetall-(kobber) forekomster: 25 mrd NOK
- Basemetallforekomster: 117 mrd NOK
- Spesialmetallforekomster: 22 mrd NOK

Det er ikke mulig å antyde verdien av kjente forekomster som ikke har blitt dokumentert – selv om disse kan ha verdensklasse. Dette gjelder også verdien av helt nye forekomster som kan, f. eks. finnes på større dyp i historiske malmfelt.

Mye taler for at rapporten bør revideres med jevne mellomrom slik at man kan få med bedre dokumentasjon av kjente malmer og nye funn, og kan se virkningen av endringer i metallpriser.

Potensielle verdier basert på industrimineraler i flere av forekomstene blir omtalt i en tilsvarende rapport om viktige industrimineralforekomster.

2. INNLEDNING

2.1 Metaller og mineraler i det moderne samfunnet

Mineralske ressurser 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 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 (Tabell 1). Mange av disse kan ikke med dagens teknologi erstattes av andre metaller uten tap av funksjonalitet. Dette gjelder bl.a. komponenter i mobiltelefoner og datamaskiner, der mer enn 60 metaller og mineraler inngår. Spesialmetaller er også viktige komponenter i ny miljøteknologi, slik som vindmøller og hybridbiler, og behovet for slike råstoffer forventes å øke betydelig de nærmeste årene.

SEKTOR	METALLER
Ledninger, kabler	Cu, Be
Vindmøller	Nd; 150-300 kg /MW
Katalysatorer	Ce, La
Jetmotorer	Nb, Pr
Kretskort	Cu, Sn, Au
Batterier, vanlig	Co, Ni, Mn
Batteri i hybrid/elektriske biler	Ni, La, Li
Motor i hybrid/elektriske biler	Nd, Te, Dy
LCD-skjerm	In, Y, Eu
Hard-drive	Co, Ni, B, Nd
Mobil – ledninger, kretskort	Cu, Mg, Pb, Au, As, Be, Pt, Ag
Mobil – batterier, kondensator	Co, Li, C, Hg, Cd, Nd, Nb, Ta

Tabell 1: Bruk av utvalgte metaller i dagens samfunn (sjeldne jordarter (REE) i uthevet skrift).

2.2 Globale trender

De siste ti årene har markedet for mineralressurser endret seg betydelig. I første rekke omfatter dette økning av metallpriser. 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.
- Nedgangen i prospektering i mange land fram til ca. 2005 har ført til et gap mellom funn av nye forekomster og behovet for dem.

Fra flere hold venter man en underbalanse i den globale forsyningen av visse basemetaller og spesialmetaller¹ i tiden framover. Dette gjelder bl.a. kobber og flere spesialmetaller. Verdens årlige forbruk av kobber tilsvarer nå mengden i en ny forekomst i verdensklasse (ca. 16 millioner tonn kobbermetall). For flere av de viktige metallene er verden helt avhengig av produksjon fra ett eller et fåtall land. Eksempler er antimon, REE og wolfram (Kina), niob (Brasil), platinametaller (Russland og Sør-Afrika) og beryllium (USA). Kina har iverksatt begrensninger på eksport av REE, der landet står for over 95 % av verdensproduksjonen.

2.3 Behov for bedre kunnskap

I løpet av de siste tiårene har mange land erkjent behovet for mer systematisk kunnskap om forekomster av metaller, industrimineraler og andre mineralske ressurser innen sine grenser. I 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. Først i løpet av de siste årene har man innsett behovet for å oppgradere kunnskapsnivået for potensialet for forekomster av metaller og industrimineraler. Behovet baserer seg i:

- Potensialet for verdiskapning i form av industri og sysselsetting, både direkte og indirekte i form av underleveranser.

¹ Spesialmetaller omfatter metaller som gjerne forekommer i lave konsentrasjoner i naturen og omfatter niob (Nb), tantal (Ta), beryllium (Be) og sjeldne jordartsmetaller (REE - rare earth elements).

- Utgangspunkt for industri basert på videreforedling
- Dekning av markedsbehov både i Norge og i verden ellers.
- Ansvarlig forvaltning av mineralske ressurser av nasjonal betydning på lik linje med andre ressurstyper.

I 2003 ble det etablert et samarbeid mellom de geologiske undersøkelsene i Finland, Norge, NV Russland og Sverige – Fennoscandian Ore Deposit Database (FODD). Prosjektet har førte til etablering av en database, utgivelse av kart over de viktigste metallforekomster og -provinser og, våren 2012, av en bok som beskriver provinsene.² Samarbeidet blant annet har bidratt til å belyse potensialet i Nord-Norge i fortsettelsen av viktige malmprovinser i Nord Finland og Nord Sverige.

FODD databasen omfatter data om de 1600 viktigste forekomster innen det aktuelle området, hvorav 160 ligger i Norge. Hvor slike data finnes er det angitt tonnasje for metall som er utvunnet og for metall som ligger fremdeles tilgjengelig for videre vurdering og eventuell drift. Representative tall for metaller av økonomisk betydning er en viktig del av databasen. Verdien av forekomstenes metallinnhold ”i bakken” er beregnet med utgangspunkt i et ti-års gjennomsnitt for metallprisene. Ti-års gjennomsnittet er valgt for å gi en konservativ verdi for de enkelte forekomstene som benyttes til å klassifisere disse i fire størrelseskategorier. Databasens oppbygging, inklusiv måten metallverdiene er beregnet på er beskrevet i en publisert forklaring³.

FODD databasen gir et godt utgangspunkt for kalibrering av kunnskapsnivået fra land til land og bidrar til å belyse behovet for en oppgradering av kunnskap om forekomster i Norge. Databasens vurdering av verdien av de viktigste forekomster er benyttet i flere foredrag og har vekket interesse, både når de gjelder de enkelte forekomster og som aggregerte tall for ressurstypene totalt sett. Interessen for dette tema og behovet for tallfesting av verdiene er bakgrunnen for denne rapporten. Rapporten hadde ikke vært mulig uten viktige bidrag fra kolleger som har vært sentrale i FODD prosjektet og nesten alle figurer kommer fra FODD boken: *”Mineral deposits and metallogeny of Fennoscandia”* (Eilu (redaktør), 2012)

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 (gehalt) i vekt % i forhold til en ”cut-off” gehalt og gjennomsnittsgehalt i brytbare volumer. ”Cut-off” er minimumsgehalten som gir en fortjeneste ved drift. ”Gehalt”, i denne sammenheng, må dreie seg om innholdet av grunnstoffene i mineralene som man planlegger å utvinne, f. eks. jern fra oksidmineraler og ikke silikatbundet jern. Gode analysemetoder og kunnskap om fordelingen av aktuelle grunnstoffer mellom mineralene er svært viktig.

Det er flere former for klassifisering av ressurser og reserver. United States Geological Survey (USGS) har et system som er egnet for generelle formål⁴.

² <http://en.gtk.fi/information/services/databases/fodd/index.html>

³ <http://arkisto.gtk.fi/tr/tr168.pdf>

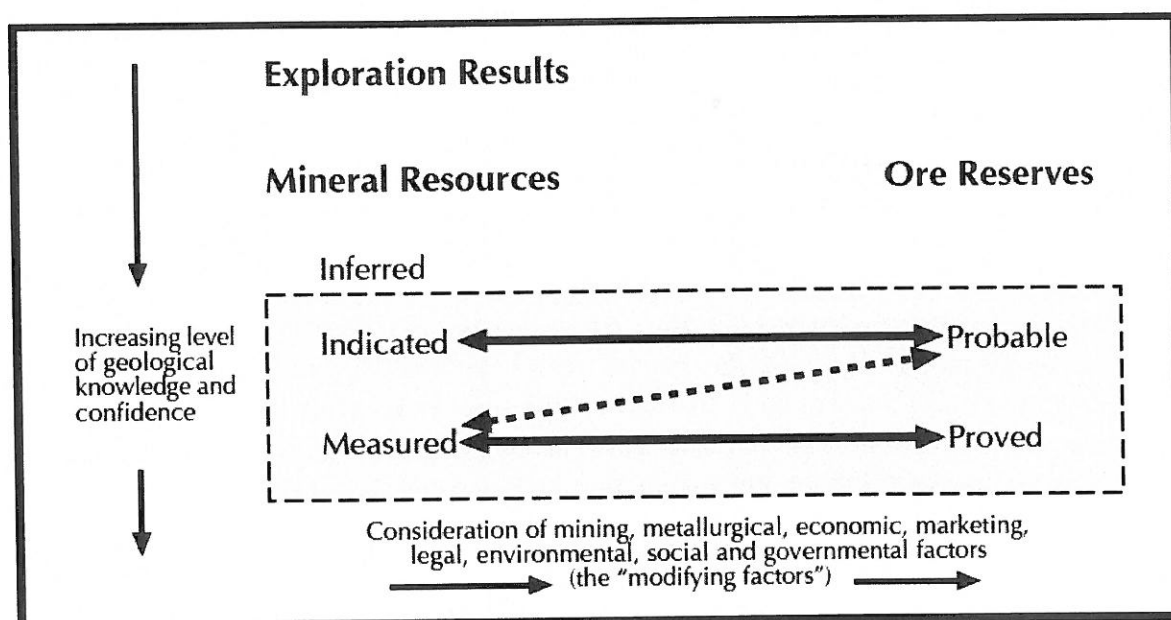
⁴ <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/mcs/2009/mcsapp2009.pdf> Appendix C

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 1: USGS mineral ressurs - reserve klassifisering.

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 retningslinjene⁵ 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).

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)⁶.



Figur 2: JORC mineral ressurs - reserve klassifisering

⁵ http://www.jorc.org/jorc_code.asp

⁶ http://www.cim.org/UserFiles/File/CIM_DEFINITON_STANDARDS_Nov_2010.pdf

Også Europa er i ferd med å få etablert et system, Pan-European Reserves and Resources Reporting Committee (PERC)⁷, 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) er under profesjonell oversettelse til norsk og engelsk.

I denne rapporten er de beste tilgjengelige data benyttet, men mange av bedriftene (f. eks. ikke-børsnoterte selskaper) er ikke forpliktet til offentlig rapportering av reservetall i henhold til retningslinjer av typen beskrevet her. Tonnasjen som er benyttet i verdiberegningen er "in situ" metall, d.v.s. tonnasjen av metall i forekomsten, uten vurdering av drifts- og andre forhold som vil være avgjørende for om forekomsten faktisk er drivverdig. Fokus i rapporten er på malmtonnasjer og potensial og ikke på geologien i seg selv. For flere av forekomstene vil ressursene komme i kategorien "betingede ressurser" som benyttes i oljeindustrien for felt hvor man foreløpig mangler tilstrekkelig kunnskap (muligens av flere typer) for å kunne definere en reserve som drivverdig.

Utfordringene forbundet med beregning av reserver varierer enormt fra en malmtype til en annen. Malmer som er tilknyttet sedimentlag, f. eks. visse typer jernmalm, kan være relativt homogene lateralt i laget over store arealer. Visse typer gullmineralisering, også typer tilknyttet sedimentlag, opptrer så uregelmessig at en egen statistisk metode, "kriging", ble utviklet i Sør-Afrika for å få frem en mest mulig pålitelig kvantifisering av malmen.

2.5 Priser og verdi

Prisene som benyttes for mange metalltyper styres av verdens metallbørser, ikke minst London Metal Exchange (LME). Prisene for disse metallene varierer fra dag til dag og påvirkes direkte (i likhet med olje) av svært mange forhold ut over tilbud/etterspørsel. Eksempler på slike forhold kan være teknologiske endringer som medfører økt etterspørsel, streik i viktige produsentland, rykter om nasjonalisering, osv.. For noen metaller og konsentrat av metalliske mineraler styres prisenivået av langsiktige avtaler mellom gruveselskapene og sentrale kunder. Dette gjelder bl.a. jernmalm og konsentrat av visse metallførende mineraler, f. eks. ilmenitt (FeTiO_3) og rutil (TiO_2). Beregning av forekomstverdi er mer komplisert når produksjonen helt eller delvis er basert på videreprosessering og fremstilling av mineralene som industrimineral (i stede for metallproduksjon). For de enkelte forekomster som er omtalt i detalj i denne rapporten er det beskrevet hvilke priser som har blitt benyttet. Flere kilder er benyttet, men i alle tilfellene er det benyttet et estimert gjennomsnitt for april 2012. Prisene er i utgangspunkt i USD og det er benyttet en kurs på 1 USD = NOK 6. "In situ" verdi er et teoretisk maksimum for verdien av en forekomst i bakken. Hvor stor andel av denne verdien som kan realiseres vil variere betydelig, avhengig av hvor kompleks forekomstens geologi er, driftsform, oppredningstekniske utfordringer og markedsforhold. For enkelte metaller kan prisen være høy, men om markedet er begrenset til noen hundre tonn/år og er dominert av få leverandører vil en "in situ" verdi for en ny forekomst være hypotetisk, med mindre forekomsten har klare fortrinn i forhold til eksisterende produsenter.

⁷ <http://www.perc.co/>

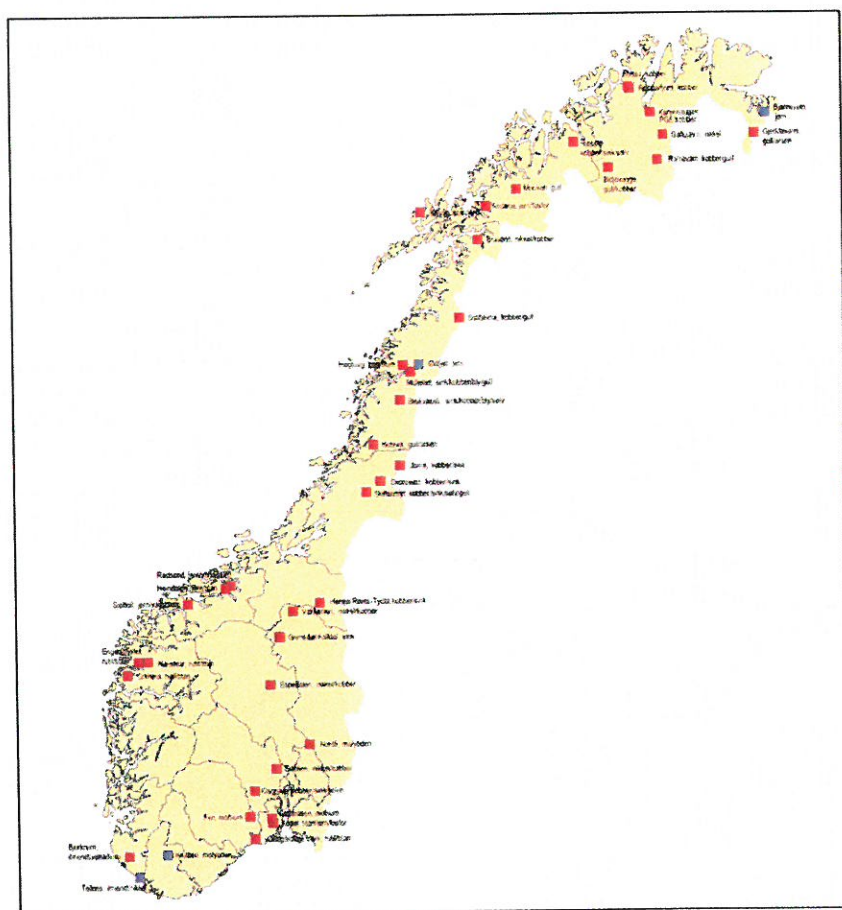
Oljedirektoratet utgir reviderte ressursregnskap for norsk sokkel hvert år. OD beskriver rapporteringsrutinene som følger: *Selskapene innrapporterer både de tilstedeværende og utvinnbare ressursene i de enkelte felt og funn, samtidig som de oppgir høye og lave estimater for disse.*⁸ "In situ" verdiene 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 3) skal dekke:

- Forekomster som er i drift og som er viktige for markedsbetjening i inn- eller utlandet og for sysselsetting, i produksjonsbedriften og hos underleverandører.
- Forekomster hvor det er dokumentert store tonnasje av en kvalitet som kan være utgangspunkt for drift.
- Felt hvor det er forekomster med klare indikasjoner på store tonnasje av en kvalitet som kan være utgangspunkt for drift.

Slike forekomster bør oppfattes som nasjonale ressurser som kan danne grunnlag for næringsvirksomhet for fremtidige så vel som dagens generasjoner. 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.



Figur 3: Metallforekomster av nasjonal betydning (Neeb og Brugmans, 2012)
(Blå symbol: i drift, rød symbol: fremtidig ressurs)

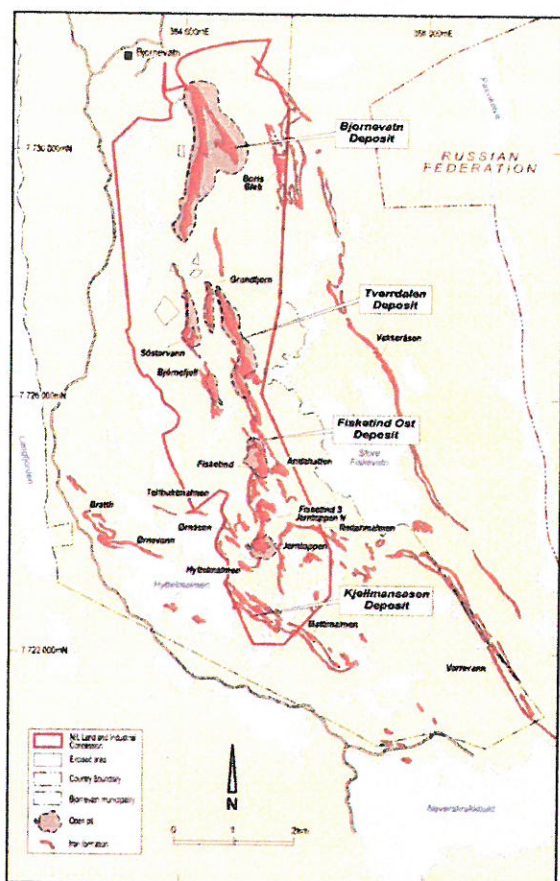
⁸ <http://www.npd.no/no/Tema/Ressursregnskap-og-analyser/Temaartikler/Holder-regning-med-ressursene/>

3. JERN-, JERN-TITAN OG TITAN-FOREKOMSTER

3.1 Jernmalmer

Sydvaranger

Kvarts-båndet jernmalm ble oppdaget Sør-Varanger kommune i 1865 og ble drevet fra 1910 til 1997. Produksjonen foregikk fra dagbrudd og senere under jord, og var totalt over 200 Mt malm. Et nytt selskap, Sydvaranger Gruve AS, som er heleid av det australske selskap, Northern Iron Ltd., gjenåpnet gruvene i 2009. Malmproduksjon i 2011 var 4,2 Mt (Northern Iron, 2012). Selskapet har sin egen jernbane fra gruvefeltet til havn i Kirkenes. En skipslast med konsentrat for det kinesiske markedet ble fraktet gjennom Nordøstpassasjen i september 2010.



Figur 4: Konesjonsområdet som tilhører Sydvaranger AS (Northern Iron, 2012⁹)

Northern Iron's årsmelding for 2011 omfatter bl. a. en oversikt over antatte og indikerte ressurser (henholdsvis 56 og 44 %) i ti malmkropper innen bedriftens konsesjonsområde (se Tabell 2). Oversikten er utarbeidet av en ekstern konsulent ("qualified person"), i henhold til JORC reglene. (For definisjoner av "antatte" og "indikerte" ressurser se Vedlegg 1). Selskapets oversikt gir også gehalten av magnetitt-bundet jern i de enkelte malmkropper

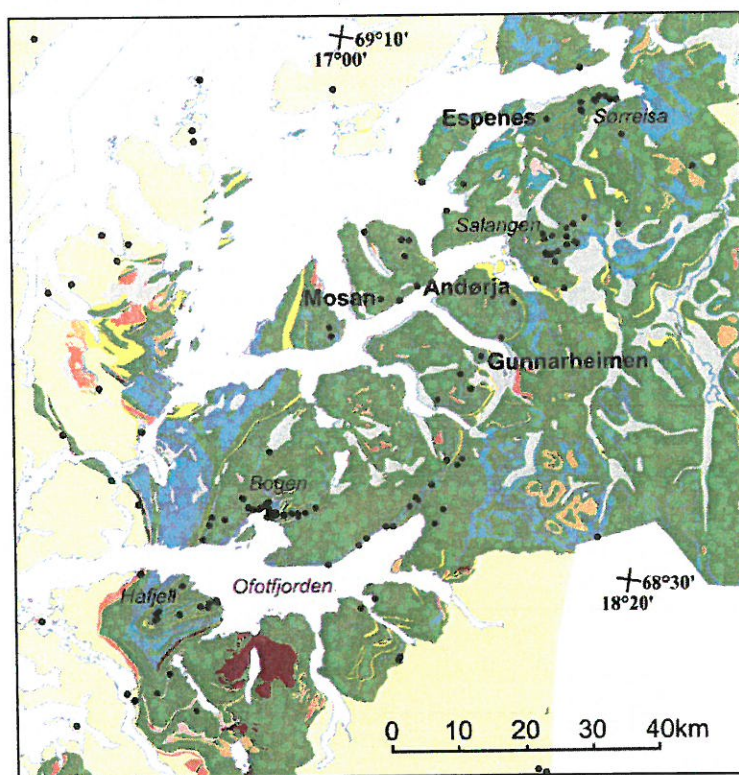
⁹ <http://www.northerniron.com.au/uploads/36066103092.pdf>

Forekomst	Mt	% Fe _{tot}	% Fe _{mag}	Mt magnetitt	Verdi M USD	Verdi mrd NOK
Kjellmannsåsen	17,4	32	27	6,5	973,2	5,8
Fisketind Øst	30,3	31	21	8,8	1 318,1	7,9
Tverrdalen	46,8	31	21	13,6	2 035,8	12,2
Bjørnevatn	290,1	31	28	112,2	16 825,8	101,0
Bjørnfjell	13,6	32	26	4,9	732,5	4,4
Søstervann	4,7	37	31	2,0	301,8	1,8
Grundtjern	2,9	34	32	1,3	192,2	1,2
Fisketind SV	17,5	33	30	7,3	1 087,5	6,5
Jerntoppen	17,0	31	24	5,6	845,1	5,1
Hyttemalmen	1,4	32	29	0,6	84,1	0,5
SUM	441,7			162,6	24 396,0	146,4

Tabell 2: Verdien av ressursene innen Sydvaranger AS sitt konsesjonsområde (Northern Iron, 2012¹⁰) beregnet ut fra prisen for "iron ore fines" pr april, 2012, USD 150/t (Infomine).

Andørja

Andørja er den av de mange jernforekomster i Ofoten-Sør-Troms som er best undersøkt.

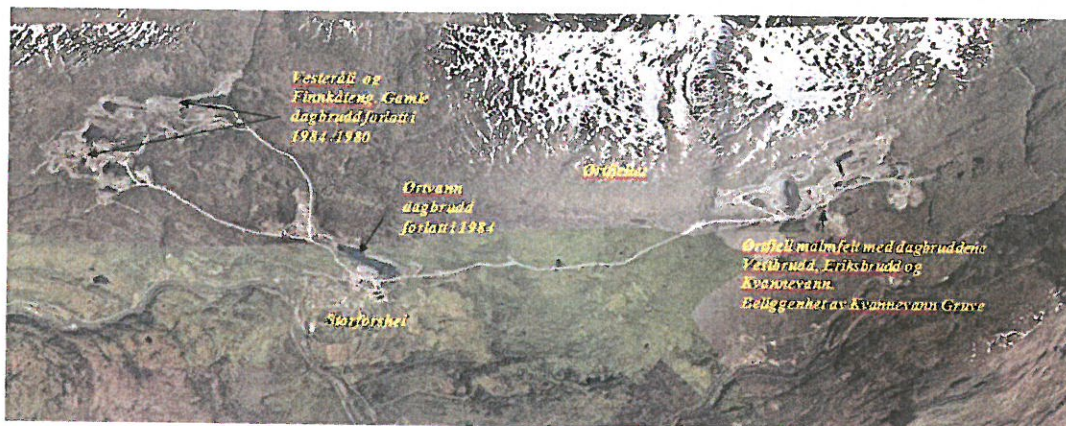


Figur 5: Jernmalforekomster i Ofoten og Sør-Troms (Sandstad, 2012)

Forekomsten ble undersøkt med 125 borhull i perioden 1957-63 (Wanvik, 1983) og ble beregnet til å ha en tonnasje på 70 Mt med 18 % Fe_{mt}. Dette tilsvarer 17,43 Mt magnetitt, med en verdi (samme tonn pris som for Sydvaranger malmen) på USD 2,61 mrd eller NOK 15,66 mrd. Rekognoserende kartlegging av andre forekomster i regionen pågår.

¹⁰ <http://www.northerniron.com.au/uploads/36066103092.pdf>

Rana



Figur 6: Gruvefelt i Rana Grubers konsesjonsområde (Rana Gruber AS)

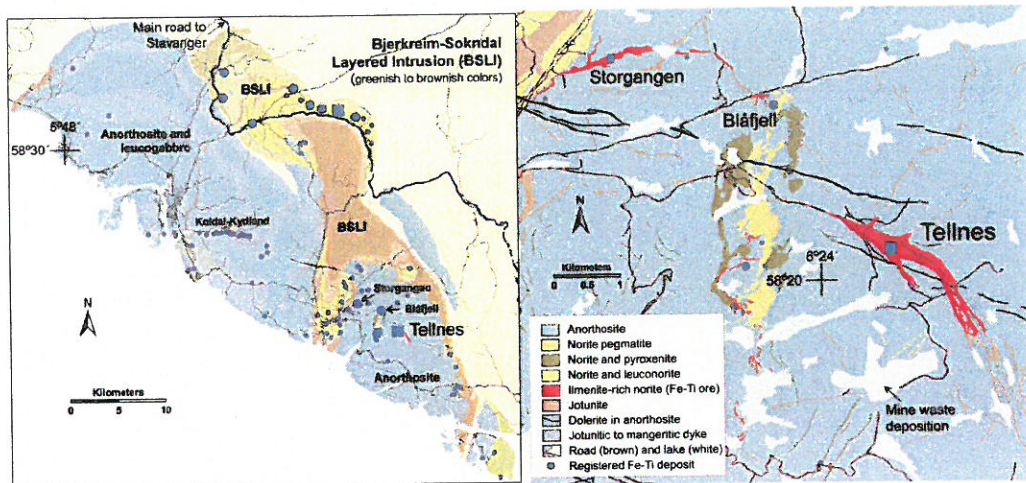
Malmene i Dunderlandsdalen i Rana kommune i Nordland ble oppdaget på 1700-tallet og ble drevet sporadisk frem til 1937 og sammenhengende deretter. Rana Gruber er en del av Leonhard Nilsen og Sønner (LNS). Det foreligger ingen offentlig tilgjengelig beregning av ressursene som er tilgjengelig for fremtidig drift i selskapets konsesjonsområde. Det pågår et program for nærmere kartlegging av reservene som skal være utgangspunkt for fremtidig drift med en malmproduksjon på 6 Mt/år. Ledelsen i selskapet har uttalt at ressursene innen konsesjonsområdet er minimum 600 Mt. Med utgangspunkt i en offentlig søknad datert 19.07.11 (Rana Gruber AS, 2011) er det beregnet at hovedmalmen som drives i dag (Ørtfjell) består av 350 Mt hvorav 41 % hematitt og 6 % magnetitt. Gjelder dette forholdet også fortsettelsen av malmen (totalt >600 Mt), medfører dette tonnasje på 246 Mt hematitt og 36 Mt magnetitt. Med prisen som for Sydvaranger malmen gir dette en beregnet verdi på USD 42,3 mrd eller NOK 253,8 mrd.

3.2 Jern-titan(-vanadium) malmer

Selvåg

Selvåg forekomsten, lengst NV på Langøya i Bø kommune i Nordland, ble undersøkt i detalj av Elkem A/S i perioden 1978-82. Malmen ble vurdert å ha en reserve på 44 Mt sannsynlig malm, ned til havnivå, med gjennomsnittsgehalter på 25 % Fe, 2,5 % Ti og 0,15 % V (Priesemann og Krause, 1985). Ti-innholdet er beregnet til 3,44 Mt ilmenitt og gjenværende jern er beregnet til 13,4 Mt magnetitt som tilsvarer "in situ" verdier på henholdsvis NOK 6,2 mrd og NOK 12,1 mrd. Vanadium innholdet er begrenset og er ikke vurdert som en vesentlig ressurs. Priesemann og Krause gir klare indikasjoner på at malmen er større enn den beregnede tonnasje. Det er også et betydelig antall jern- og jern-titan forekomster i Lofoten som ikke er undersøkt i detalj (Markl et al, 1998; Ihlen, 2012). Markedsmulighetene for titan- og vanadiumholdige magnetittmalmer er for tiden ikke gunstige, men teknologisk og markedsmessig utvikling kan føre til at slike forekomster blir aktuelle i fremtiden.

Tellnes, Storgangen



Figur 7: A) Geologisk kart over anortosit provinsen i Rogaland, med kjente malmforekomster i blå symboler: B) Geologisk kart over ilmenitt forekomstene i den sydlige delen av Rogaland anortositte (Korneliussen, 2012)

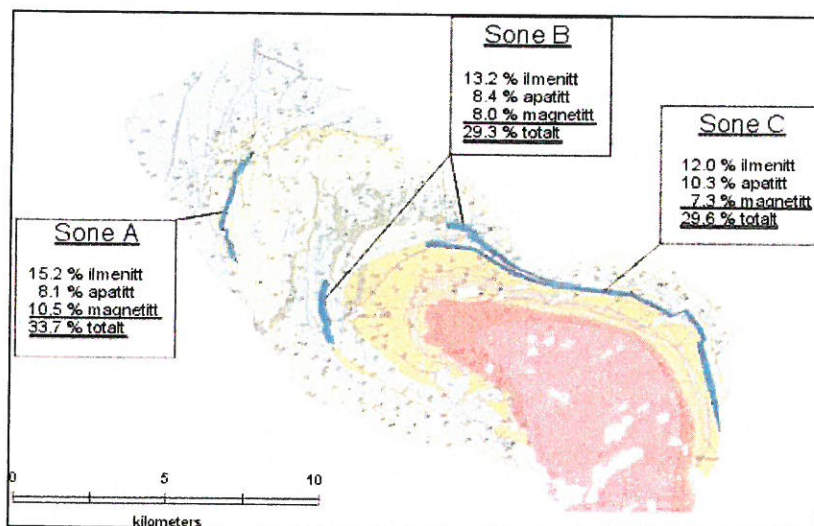
Rogaland anortositkompleks, med Bjerkreim-Sokndal intrusjonen (Figur 7A) er en svært viktig metallprovins. Tellnes er blant verdens største ilmenittforekomster og en gruppe forekomster av ilmenitt og vanadium-holdig magnetitt i Bjerkreim-Sokndal intrusjonen utgjør til sammen en ressurs i verdensklassen. Malmene har vært kjent i over 200 år og drift på ilmenitt som pigment startet i Storgangenforekomsten i 1917 (Korneliussen, 2012). Titania AS (2010) oppgir at Tellnes malmen hadde påviste reserver på 200 Mt og sannsynlige reserver på 375 Mt. Produksjon fra 1965 til 2008 utgjorde 110 Mt slik at forekomstens opprinnelig tonnasje var min. 685 Mt. Gjennomsnittsinholdet av ilmenitt i malmen er 29 % som tilsier en ilmenitt tonnasje på 167 Mt. Gjennomsnittsprisen for ilmenittkonsentrat i april 2012 (Industrial Minerals, 2012) var USD 300/t noe som gir "in situ" tonnasjen i Tellnesforekomsten en verdi på NOK 300 mrd. Forekomsten fører også underordnede gehalter av nikkel-kobber-kobolt-rike sulfider. Selskapet produserer 7,000 – 10,000 t sulfid konsentrat/år. Over tid har produksjonen av sulfidkonsentrat vært 1-2 % av tonnasjen ilmenitt konsentrat (Krause et al., 1985, Neeb og Brugmans, 2012). Krause et al. (1985) oppgir at sulfidkonsentratet fører 4 % Ni, 2 % Cu og 0,5 % Co. Er tonnasjen sulfid 1,67 Mt med en slik sammensetning tilsvarer dette en "in situ" verdi med priser pr, april 2012 (Infomine) på NOK 10 mrd.



Figur 8: Tellnes dagbrudd, sett mot øst (Korneliussen, 2012)

Gjenværende reserver i Storgangenforekomsten er beregnet til 60 Mt med 29 % ilmenitt, tilsvarende 17,5 Mt ilmenitt, med en "in situ" verdi på NOK 31,5 mrd.

Bjerkreim



Figur 9: 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>).

Vanadium innholdet i sonene er: A: 0,9 %, B: 0,9 – 1,0 %, C: 0,8 % (Korneliussen, 2012)

Tonnasjene i de respektive soner er, anslagsvis beregnet til 100m dyp: A: 29 Mt, B: 214 Mt og C 313 Mt (Korneliussen, 2012). Verdiene av metallene er beregnet i forhold til:

- Ilmenitt – 70 Mt
- Ferrovanadium, d.v.s. vanadium omregnet til ferrovanadium – 0,44 Mt
- Magnetitt etter trekk av jern innholdet i ferrovanadium – 42,7 Mt

Prisen for ferrovanadium (USD 26,000 t) er fra Infomine og gjelder for april, 2012. En forutsetning for utnyttelse av malmen er prosessering i et smelteverk som produserer jern og ferrovanadium. "In situ" verdien for de tre malmsoner er tilsammen NOK 233 mrd (verdier for ilmenitt og for jernmalm "fines" som benyttet for henholdsvis Tellnes og Sydvaranger malmene).

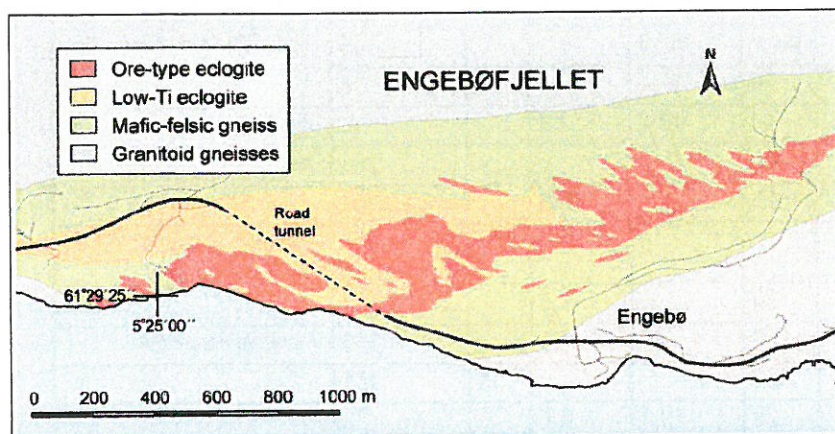
Forekomsten fører ca. 10 % apatitt (kalsium fosfat) som er en betydelig ressurs med potensiell anvendelse i gjødselproduksjon. Innhold av apatitt vil bli vurdert i en tilsvarende rapport om verdien av industrimineralforekomster i Norge.

Kodal

Kodal forekomsten, 20 km nord for Larvik ble undersøkt av Norsk Hydro i tre perioder mellom 1959 og 1984. Undersøkelsene førte til definering av en reserve tilsvarende 70 Mt som kunne utnyttes med et dagbrudd (Lindberg, 1985). Forekomsten inneholder av 8,75 Mt ilmenitt og 19,32 Mt magnetitt som tilsvarer en verdi på NOK 33,1 mrd. Forekomstens innhold av apatitt er vurdert i en separat rapport om verdien av industrimineral forekomster i Norge.

3.3 Titanmalmer

Engebø



Figur 10: Geologisk kart over Engebø forekomsten (Korneliussen, 2012)

Engebøforekomsten består av en eklogittkropp med 3,96 % rutil (TiO_2). Forutsatt en "cut-off" på 3 % rutil er ressursen 380 Mt (Nordic Mining, 2011), som gir 15,05 Mt rutil. Med en verdi/t på USD 2,000 (Industrial Minerals, april) har malmen en "in situ" verdi på NOK 180,6 mrd. I Sunnfjordområdet er det flere eklogittkropper med et potensial for tilsvarende mineraliseringer.

Ødegården Verk

Forekomsten består av rutilførende skapolitt-hornblende bergart. Tonnasjen er trolig > 50 Mt med 2-4 % rutil, dog anriket i uran (50-100 ppm U i rutil). Uraninnholdet kan være problematisk både i forhold til drift av forekomsten og utnyttelse av rutilet.

3.4 Forekomster av potensial betydning som foreløpig ikke er kvantifisert

Det går frem av beskrivelsene til nesten samtlige av malmfeltene som er omtalt at det er ytterligere tonnasje i tillegg til det som er beregnet og, i flere tilfeller, andre forekomster i nærheten eller i tilsvarende bergarter i regionen. I tillegg til feltene som allerede er omtalt har det vært drift på jern-titan malmer på Møre (Raudsand) og jern (+ kobber) på Fosen (Fosdalen). I Raudsand forekomsten er det dokumentert gjenværende påviste og sannsynlige reserver på 11 Mt med 25-30 % magnetitt og 3,5 – 4 % ilmenitt, og regionen har et betydelig potensial for flere forekomster (Korneliussen, 2012).

3.5 Sammendrag jern, titan og vanadium forekomster

MALMFELT	METALLER	Mt	Mt Fe oksid	Mt ilmenitt	Mt rutil	Verdi (mrd NOK)	Kommentar
Sydvaranger	Fe	441,7	162,6			146	I konsesjonsområdet
Andørja	Fe	70	17,4			16	
Selvåg	Fe-Ti	44	13,4	3,4		18	Uten V
Rana Gruber	Fe	600	282			254	I konsesjonsområdet
Tellnes	Fe-Ti	575		167		301	
Tellnes	Ni-Cu-Co					10	1,67 Mt @ 4 % Ni, 2 % Cu , 0,5 % Co
Storgangen	Fe-Ti	60		17,5		32	
Bjerkreim	Fe-Ti	556	43	70		233	V-innhold som FeV
Engebø	Ti	380			15	181	
Kodal	Fe-Ti	70	19,3	8,7		33	
						1 224	

Tabell 3: Sammendrag av beregnede "in situ" verdier for metallinnholdet i jern, jern-titan (-vanadium) og titan forekomster (inkludert verdien av sulfidkonsentrat i Tellnes).

Flere kommentar bør knyttes til tabellen:

- Forekomster med en større grad av usikkerhet, f. eks. Ødegården Verk, er ikke tatt med
- Kvaliteten på beregningene av tonnasje varierer.
- For flere av feltene eksisterer det ytterligere tonnasje.
- Prisene som man oppnår for et konsentrat baseres først og fremst på kjemisk renhet, men for visse prosesser er også kornstørrelse viktig.
- Driftsformer vil påvirke hvor stor andel av en "in situ" tonnasje som kan utnyttes.
- Det finnes ytterligere jernmalmfelt som er ikke undersøkt i tilstrekkelig grad for å vurdere tonnasje eller drivverdighet.
- Flere av feltene fører betydelige tonnasje av industrimineraler som kan ha en stor verdi (f. eks. Bjerkreim og Kodal).

4. KOBBER-GULL OG GULL FOREKOMSTER

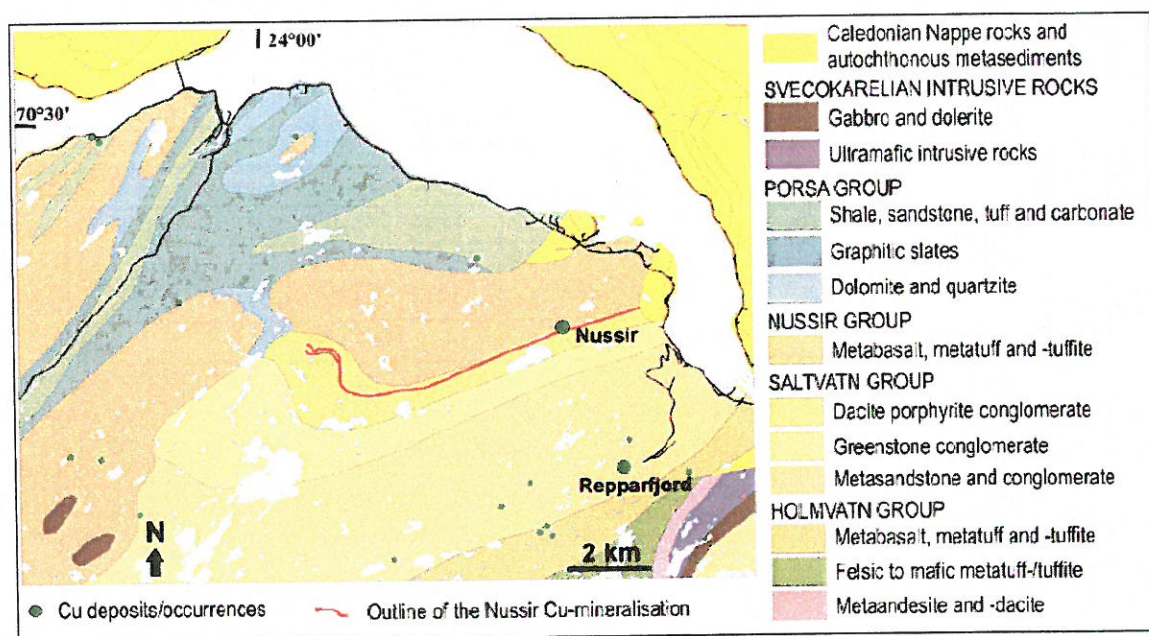
4.1 Kobberforekomster med underordnete edelmetaller

Nussir

Indikasjoner på Nussir forekomsten i Kvalsund kommune ble oppdaget før andre verdenskrigen, men de detaljerte undersøkelser ble først gjennomført av A/S Sydvaranger i perioden 1984-96. Nussir AS overtok rettighetene til forekomsten i 2006. Det er boret 115 hull på tilsammen 17,500m i forekomsten som strekker seg minimum 9 km mot sørvest fra Repparfjorden. Den er fra 2 til over 4m mektig og faller med 60° mot nordvest. Til forskjell for mange av kobberforekomstene i Norge ligger Nussir (og Ulveryggen – se under) i sedimentære bergarter. her av tidligproterozoisk alder i Repparfjord-Komagfjord vinduet. Nussir ASA (2012) oppgir at Nussir 1 forekomsten er en ressurs (JORC klassifikasjon) på 26,7 Mt med et gjennomsnittlig innhold av 1,13 % kobber, 18,16 g/t sølv og 0,123 g/t gull. Forekomsten fører også platinametaller, men i konsentrasjoner som ligger < 0,01 g/t.

Metall	Mt	Innhold (% Cu, g/t Au, Ag)	t metall	Verdi USD	Verdi mrd NOK
Kobber	26,7	1,13	301 710,0	2 504 193 000	15,03
Gull	26,7	0,123	3,3	174 057 300	1,04
Sølv	26,7	18,16	484,9	484 872 000	2,91
SUM					18,98

Tabell 4: Beregnet "in situ" verdi av metallinnholdet i Nussir malm basert på gehalter fra Nussir (2012)¹¹ og estimerte gjennomsnittspriser for april 2012 (Infomine) - USD 8300/t Cu, USD 53/g Au og USD 1/g Ag



Figur 11: Den nordøstlige delen av Repparfjord-Komagfjord vinduet (Sandstad, 2012). I tillegg til Nussir og Ulveryggen (Repparfjord) (større symboler) viser mindre grønne symboler andre forekomster på flere nivå og i flere typer vertsbergart.

¹¹ <http://www.nussir.no/Investor.pdf>

Ulveryggenforekomsten (også kalt Repparfjord)) ble oppdaget i 1900 og ble drevet i fire dagbrudd i perioden 1972-79. Forekomsten har indikerte og antatte ressurser (JORC klassifikasjon) på tilsammen 7,69 Mt med 0,81 % Cu som gir en "in situ" metallverdi på USD 516 998 700 eller NOK 3,1 mrd. I motsetning til Nussir er det ikke dokumentert signifikante innhold av edelmetaller i Ulveryggen.

Raitevarre

Raitevarre er en stor lavgehaltlig kobberforekomst i Karasjok grønnsteinsbelte. Forekomsten har også et innhold av gull fra 0,1 – 1 g/t (Ihlen, 2012). Tre selskaper – A/S Sydvaranger, Rio Tinto Zinc og Store Norske Gull har holdt rettighetene og gjennomført boreprogrammer av begrenset omfang. Forekomstens utgående dekker ca. 10 km² og forekomsten er utvilsomt stor. Arbeidet er imidlertid så pass begrenset at det ikke er mulig å beregne en tonnasje eller gjennomsnittsgehalt på en pålitelig måte.

4.2 Gull-kobberforekomster med underordnet kobber

Bidjovagge

Bidjovagge gull-kobber mineraliseringene er tilknyttet albittiserte felsitter og skjærsoner i det proterozoiske Kautokeino grønnsteinsbelte (Sandstad, 2012). Mineraliseringene ble oppdaget i 1952 og det har vært drift i to perioder - i 1971-75 (Fangel & Co og A/S Sydvaranger) med produksjon av 23 000 t kobberkonsentrat fra 430 000 t malm, og i 1985-91(Outokumpu) med uttak av 1,95 Mt malm, med et gjennomsnittlig innhold av 1,2 % Cu og 4 g/t Au. Tretten adskilte malmkropper over en strøketning på 2,5 km har vært gjenstand for drift. Arctic Gold har undersøkt ni forekomster i perioden 2009 – 2012 og har lagt frem en vurdering av reservene og ressursene i disse, i henhold til internasjonale krav (Outotec, 2012). Med en "cut-off" på 2 g/t gull-ekvivalent (d.v.s. gull + verdien av kobberinnholdet omregnet til gull) har forekomstene 2,06 Mt indikerte ressurser med 2,23 g/t Au og 1,15 % Cu og 240 000 t med 2,6 g/t Au og 0,9 % Cu med antatte ressurser.

Ressurs	Mt	Metall	Innhold (% Cu, g/t Au)	t metall	Verdi USD	Verdi mrd NOK
Indikert ressurs	2,06	Kobber	1,15	23 690	196 627 000	1,18
		Gull	2,23	4,594	243 471 400	1,46
Antatt ressurs	0,24	Kobber	0,9	2 160	17 928 000	0,11
		Gull	2,6	0,624	33 072 000	0,20
SUM					491 098 400	2,95

Tabell 5: Beregnet "in situ" verdi av metallinnholdet i Bidjovagge malm basert på gehalter fra Outotec (2012) og estimerte gjennomsnittspriser for april 2012 (Infomine) - USD 8300/t Cu og USD 53/g

4.3 Gullforekomster

Gjeddevann

Gjeddevannforekomsten i Pasvik i Sør-Varanger kommune ble oppdaget av NGU i 1993 (Ihlen et al., 1996). I 1996 ble det boret tolv korte hull som dokumenterer en gull-arsen mineralisering i kvartsitt over en strøklengde på > 200 m. Syv hul skjærer mineraliseringen, hvorav flere med gehalter > 1 g/t i smale soner. Mineraliseringen har et underordnet innhold av kobber. Det er ikke tilstrekkelig data for å kvantifisere tonnasje eller gjennomsnittsgehalt i forekomsten.

Mauken

Det har vært kjent at det er gullmineralisering i Mauken i Troms i ca. hundre år, men prospekteringsinnsatsen har vært svært begrenset inntil det danske selskapet, Scandinavian Highlands, sikret seg rettighetene og begynte et leteprogram i 2007. Arealet som undersøkes er 94,8 km² og det er benyttet et bredt spektrum av geofysiske, geokjemiske og geologiske metoder (Scandinavian Highlands, 2012)¹². Gullet er tilknyttet arsenkis og svovelkis i en 4-6 m mektig felsisk vulkansk bergart i en skjærsone og mineraliseringen kan følges i over 1800m. Det er indikasjoner på flere parallelle soner og 15 km SV for det som antas å være hovedsonen er det et annet felt, Nordmoen, hvor det er funnet anomale gehalter av gull, sølv og kobber. Ingen av disse mineraliseringer har blitt dokumentert offentlig på en slik måte at man kan beregne tonnasje eller gjennomsnittsgehalter.

Kolsvika

Gullforekomsten ved Kolsvika i Bindal er tilknyttet kvartsganger påvirket av skjærsoner. Forekomsten er undersøkt i flere perioder av forskjellige selskaper. Ihlen (2012) skriver at forekomsten *"i det minste har et driftspotensial på 0,5 millioner tonn med 5-10 gram/tonn gull"*. Prøvedrift har vært vurdert flere ganger, senest i 2009 i regi av Gexco AB, et selskap som senere ble solgt til nye eiere som ikke ønsket å satse videre på forekomsten i Bindal.

Andre

Gullmineraliseringer i flere deler av Norge har vært gjenstand for småskala drift i historisk tid og for sporadisk letevirkomhet i nyere tid. Dette gjelder særlig forekomster i Eidsvoll område, i Telemark og på Bømlo. Flere av forekomstene er beskrevet og flere områder har trolig et potensial for større mineraliseringer, men det foreligger ikke dokumentasjon som tillater beregninger av gehalter og tonnasje av betydning.

4.4 Sammendrag

Forekomst	Metaller	Mt	In situ verdi mrd NOK
Nussir	Cu,Au,Ag	26,7	18,979
Ulveryggen	Cu	7,7	3,102
Bidjovagge	Au, Cu	2,3	2,947
SUM			25,027

Tabell 6: Sammendrag av "in situ" verdiene av kobber-gull og gull forekomster

¹² <http://scandinavian-highlands.com/projects/mauken-greenstone-belt-gold-project.aspx>

5. BASEMETALLFOREKOMSTER

5.1 Kobber-sink forekomster

Rieppe

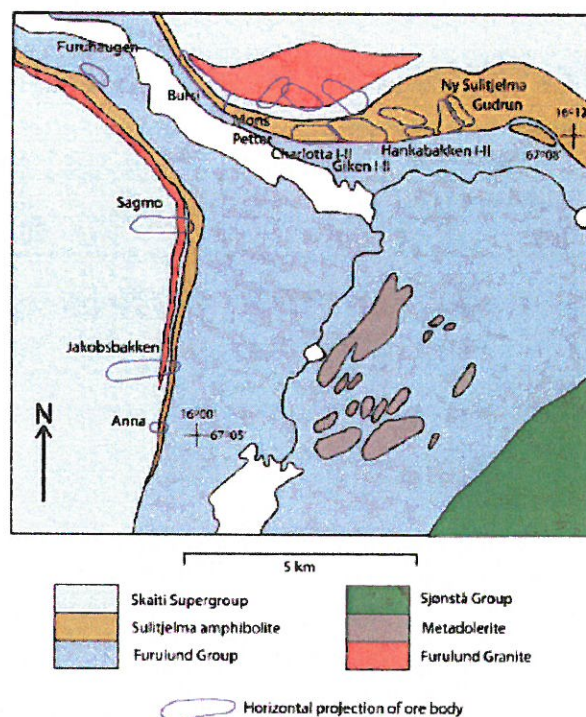
Rieppeforekomsten ligger sør for Nordreisa i Troms. Forekomsten er tilknyttet en grønnstein og har en strøkutstrekning på 2 km (Bjerkgård, 2012). Forekomsten har den største dokumentert tonnasjen blant flere forekomster i en sone som strekker seg fra Birtavarre til Vaddas.

Ressurs	Mt	Metall	Innhold (% Cu, Zn, g/t Ag)	t metall	Verdi USD	Verdi mrd NOK
Indikert ressurs	3	Kobber	0,5	15 000	124 500 000	0,747
		Sink	2	60 000	120 000 000	0,720
		Sølv	0,7	2,100	2 100 000	0,013
Antatt ressurs	1	Kobber	0,4	4 000	33 200 000	0,199
		Sink	2	20 000	40 000 000	0,240
		Sølv	0,7	0,7	700 000	0,004
SUM					320 500 000	1,923

Tabell 7: Beregnet "in situ" verdi av metallinnholdet i Rieppe malm ("cut-off" 0,2 % Cu) basert på gehalter fra Bjerkgård (2012) og estimerte gjennomsnittspriser for april 2012 (Infomine) – USD 8300/t Cu, USD 2000/t Zn og USD 1/g Ag.

Sulitjelma

Sultjelmafeltet øst for Fauske omfatter over 20 forekomster, de fleste i Norge og noen i Sverige. Elleve av forekomstene ble drevet i perioden fra 1887 til 1991. Det er en betydelig gjenværende tonnasje i Giken forekomsten (4,7 Mt) og det pågår prospektering for å dokumentere ytterligere tonnasjer på dypere nivåer i feltet som helhet.



Figur 12: Sulitjelmafeltet, med horisontale projeksjoner av de viktigste malmer indikerte med blå linjer (Bjerkgård, 2012)

Metall	Mt	Innhold (%)	t metall	Verdi USD	Verdi mrd NOK
Kobber	4,7	2,25	105 750,0	877 725 000	5,266
Sink		0,7	32 900,0	65 800 000	0,395
SUM					5,661

Tabell 8: Beregnet "in situ" verdi av metallinnholdet i Giken malmen basert på gehalter fra Bjerkgård (2012) og estimerte gjennomsnittspriser for april 2012 (Infomine) - USD 8300/t Cu, og USD 2000/t Zn.

Grongfeltet

Grong-Stekenjokkfeltet omfatter 25 forekomster i Nord-Trøndelag og tilgrensende deler av Sverige, hvorav fire, Stekenjokk, Skorovas, Gjersvik og Joma har vært i drift, med en totalproduksjon på 24,5 Mt i perioden (1952-98) (Sandstad og Hallberg, 2012). Leting etter dypereliggende malmer pågår i Grongfeltet. Forekomster på norsk side av grensen hvor det er dokumentert gjenværende ressurser er Joma, Skorovas, Gjersvik og Skiftesmyr (Sandstad og Hallberg, 2012). Tallene er utviklet før JORC/NI standardene ble etablert og kan trolig oppfattes som antatte ressurser. Joma er tilknyttet mafiske vulkanitter i en riftmiljø mens de øvrige forekomster er tilknyttet felsiske vulkanitter i en øybue sekvens.

Joma

Metall	Mt	Innhold (%)	t metall	Verdi USD	Verdi mrd NOK
Kobber	11,00	*1,49	163 900	1 360 370 000	8,162
Sink		*1,45	159 500	319 000 000	1,914
SUM					10,076

Skorovas

Metall	Mt	Innhold (%)	t metall	Verdi USD	Verdi mrd NOK
Kobber	1,30	*1,14	14 820	123 006 000	0,738
Sink		*2,71	35 230	70 460 000	0,423
SUM					1,161

Gjersvik

Metall	Mt	Innhold (%)	t metall	Verdi USD	Verdi mrd NOK
Kobber	1,10	*2,15	23 650	196 295 000	1,178
Sink		*0,50	5 500	11 000 000	0,066
SUM					1,244

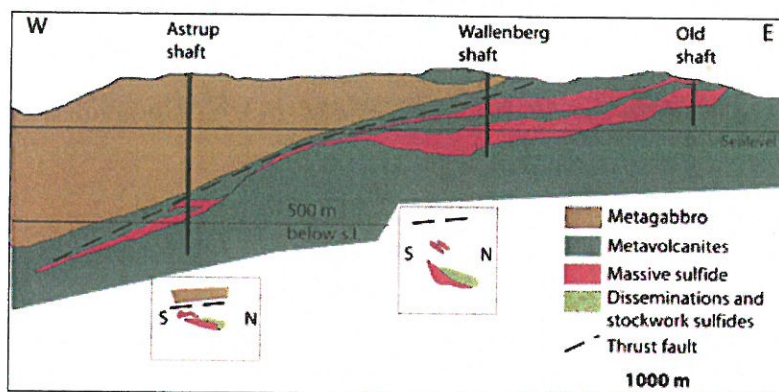
Skiftesmyr

Metall	Mt	Innhold (% Cu, Zn, g/t Ag, Au)	t metall	Verdi USD	Verdi mrd NOK
Kobber	2,75	1,23	33 825	280 747 500	1,684
Sink		1,86	51 150	102 300 000	0,614
Sølv		11,00	30,25	30 250 000	0,182
Gull		0,40	1,10	58 300 000	0,350
SUM					2,830

Tabell 9: Beregnet "in situ" verdi av metallinnholdet i malmer i Grongfeltet basert på gehalter fra Sandstad og Hallberg (2012) og estimerte gjennomsnittspriser for april 2012 (Infomine). *: gjennomsnittsgehalt av malm som er drevet ut.

Løkken og Tverrfjell

Løkken malmen ligger i den vulkanske delen av et ofiolitt kompleks og var den største i sitt slag i verden, med 30 Mt før drift (som varte fra 1654-1987). Gjenværende ressurser er 6 Mt (Bjerkgård, 2012). Det pågår leting etter dypereleggende malmer i Løkken området. Tverrfjellmalmen som ble drevet i perioden 1968-93 tilhører samme provins.



Figur 13: Lengdeprofil og tverrsnitt av Løkken malmen (Bjerkgård 2012, modifisert fra Grenne et al. 1980)

Løkken

Metall	Mt	Innhold (%Cu, Zn, Pb/g/t Ag, Au)	t metall	Verdi USD	Verdi mrd NOK
Kobber	6,0	2,3	138 000	1 145 400 000	6,872
Sink		1,8	108 000	216 000 000	1,296
Sølv		16,0	96,00	96 000 000	0,576
Gull		0,2	1,20	63 600 000	0,382
SUM					9,126

Tverrfjellet

Metall	Mt	Innhold (%/g/t)	t metall	Verdi USD	Verdi mrd NOK
Kobber	4,0	1,0	40 000	332 000 000	1,992
Sink		1,2	48 000	96 000 000	0,576
Bly		0,2	8 000	16 000 000	0,096
Sølv		10,0	40,00	40 000 000	0,240
SUM					2,904

Tabell 10: Beregnet "in situ" verdi av metallinnholdet i Løkken og Tverrfjellet malmene basert på gehalter fra Bjerkgård (2012) og estimerte gjennomsnittspriser for april 2012 (Infomine) - USD 8300/t Cu, USD 2000/t Zn, USD 2000/t Pb, USD 1/g Ag og USD 53/g Au.

Folldal-Meråker

Malmene i Folldal-Meråker provinsen er massive sulfider med bimodale vulkanske vertsbergarter (Bjerkgård, 2012). Flere av forekomstene var i drift så langt tilbake som 1600-tallet. Tabell 11 viser kun malmene hvor det er dokumentert større tonnasje som gjenstår.

Grimsdalen

Metall	Mt	Innhold (%/g/t Ag, Au)	t metall	Verdi USD	Verdi mrd NOK
Kobber	8,3	0,5	41 500	344 450 000	2,067
Sink		2,3	190 900	381 800 000	2,291
Sølv		18,00	149	149 400 000	0,896
Gull		0,23	1,91	101 177 000	0,607
SUM					5,861

Hersjø

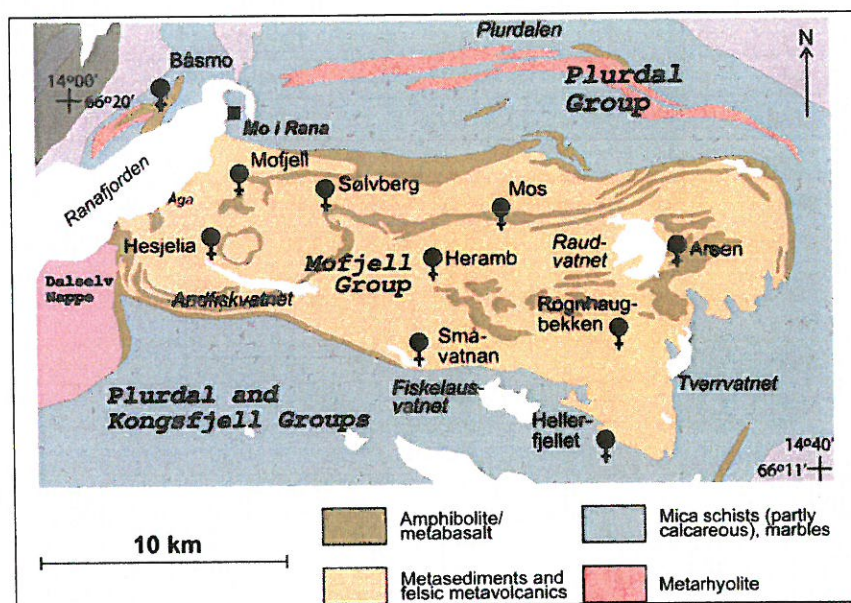
Metall	Mt	Innhold (%)	t metall	Verdi USD	Verdi mrd NOK
Kobber	2,99	1,70	50 830	421 889 000	2,531
Sink		1,40	41 860	83 720 000	0,502
SUM					3,034

Tabell 11: Beregnet "in situ" verdi av metallinnholdet i Grimsdalen og Hersjø malmene basert på gehalter fra Bjerkgård (2012) og estimerte gjennomsnittspriser for april 2012 (Infomine) - USD 8300/t Cu, USD 2000/t Zn, USD 1/g Ag og USD 53/g Au.

5.2 Sink-kobber-bly forekomster

Mofjell og Bleikvassli

Mofjell (og Bleikvassli) er massive sulfidforekomster i hovedsakelig metasedimentære bergarter. Gjenværende malm i Mofjellforekomsten er 1 Mt (FODD databasen). Selskapet Gexco, sammen med NGU, gjennomført en omfattende kartlegging i strøket SØ for Mofjell gruve, et arbeid som ga klare indikasjoner på flere mineraliserte horisonter med varierende metallkjemi. Det foreligger ikke dokumentasjon av tonnasjene i disse mineraliseringene.



Figur 14: Mofjellområdets geologi og malmforekomster (Bjerkgård, 2012)

Mofjellet

Metall	Mt	Innhold (%/g/t)	t metall	Verdi USD	Verdi mrd NOK
Kobber	1,0	0,3	3 000	24 900 000	0,149
Sink		3,6	36 000	72 000 000	0,432
Bly		0,7	7 000	14 000 000	0,084
Sølv		10,0	10	10 000 000	0,060
Gull		0,3	0,30	15 900 000	0,095
SUM					0,821

Bleikvassli

Metall	Mt	Innhold (%/g/t)	t metall	Verdi USD	Verdi mrd NOK
Kobber	1,0	0,2	1 500	12 450 000	0,075
Sink		4,0	40 000	80 000 000	0,480
Bly		2,0	20 000	40 000 000	0,240
Sølv		25,0	25,00	25 000 000	0,150
SUM					0,945

Tabell 12: Beregnet "in situ" verdi av metallinnholdet i Mofjellet og Bleikvassli malmene basert på gehalter fra Bjerggård (2012) og estimerte gjennomsnittspriser for april 2012 (Infomine) - USD 8300/t Cu, USD 2000/t Zn, USD 2000/t Pb, USD 1/g Ag og USD 53/g Au.

Rørøst-Tydal

Det var drift i Rørøstfeltet fra 1644 til 1977. Området har et potensial for dypereleggende malmer, og det er signifikante tonnasje i to av forekomstene i Nordgruvefeltet.

Kongens-Rødalen

Metall	Mt	Innhold (%/g/t)	t metall	Verdi USD	Verdi mrd NOK
Kobber	1,5	2,8	42 000	348 600 000	2,092
Zink		5,7	85 500	171 000 000	1,026
Bly		0,4	6 000	12 000 000	0,072
Sølv		23,0	34,50	34 500 000	0,207
SUM					3,397

Fjellsjø

Metall	Mt	Innhold (%/g/t)	t metall	Verdi USD	Verdi mrd NOK
Kobber	1,8	2,1	36 750	305 025 000	1,830
Zink		8,3	145 250	290 500 000	1,743
Bly		0,2	3 500	7 000 000	0,042
Sølv		11,0	19,25	19 250 000	0,116
SUM					3,731

Tabell 13: Beregnet "in situ" verdi av metallinnholdet i Kongens-Rødalen og Fjellsjø forekomstene basert på gehalter fra Bjerggård (2012) og estimerte gjennomsnittspriser for april 2012 (Infomine) - USD 8300/t Cu, USD 2000/t Zn, USD 2000/t Pb, USD 1/g Ag og USD 53/g Au.

5.3 Nikkel-kobber-PGE forekomster**Karenhaugen og Porsvann**

Karenhaugen og Porsvann ligger sør for Porsangerfjord, nær Lakselv. Begge ligger i mafiske intrusiver i Karasjok grønnsteinsbelte som fortsetter sørover i Finland og er vertsenhet for flere drivverdige forekomster. Karenhaugen er undersøkt med rekognoserende boring (7 hull) som er

utgangspunkt for en beregning av en ressurs med 0,7 Mt med 0,57 % Cu, 0,87 g/t Pd og 0,31 g/t Pt (Ludvigsen et al. (1990). Porsvann er undersøkt med 4 hull, med resultater som tilsier et noe lavere innhold av Cu enn Karenhaugen. Begge mineraliseringer fører underordnede gehalter av nikkel. Mineraliseringene er viktige, ikke i seg selv, men som indikerer på et potensial for større forekomster av tilsvarende type.

Gallujav'ri

Gallujav'ri intrusjonen ligger ca. 20 km N-NNV for Karasjok i Karsjok grunnsteinsbelte. Det er gjort omfattende undersøkelser i flere perioder fra 1976, senest av Tertiary Minerals, Anglo American og Store Norske Gull. Intrusjonen er minst 5 km lang, ca. 500 m mektig på det mektigste i nord og den tynner ut mot syd. Det er funnet indikasjoner på mineralisering med 0,7 % Ni+Cu og 2-3 g/t PGE+Au. Mineraliseringen har et potensial for å være meget stor, men er ikke undersøkt i tilstrekkelig grad for å kvantifisere tonnasje og gehalt.

Bruvann

Bruvannforekomsten ligger i et lagdelt intrusiv 40 km SV for Narvik. Malmen ble oppdaget før første verdenskrig og ble gjenstand for mange prospekteringskampanjer før den ble satt i drift i 1989. Produksjon ble lagt ned i 2002. Tonnasjen som er oppgitt i Tabell 13 er grundig dokumentert og det er klare indikasjoner på ytterligere potensial. Forekomsten omfatter mindre partier massiv mineralisering, men i motsetning til mange Ni-Cu mineraliseringer, har den ikke signifikante gehalter av platinametaller.

Metall	Mt	Innhold (%)	t metall	Verdi USD	Verdi mrd NOK
Nikkel	9,15	0,36	32 940	559 980 000	3,360
Kobber		0,09	8 235	68 350 500	0,410
Kobolt		0,01	915	27 450 000	0,165
SUM					3,935

Tabell 14: Beregnet "in situ" verdi av metallinnholdet i Bruvannsmalmen basert på gehalter fra Scandinavian Highlands (2012)¹³ og estimerte gjennomsnittspriser for april 2012 (Infomine) – USD 17000/t Ni, USD 8300/t Cu og USD 30000/t Co.

Espedalen

Espedalen var det første stedet hvor hovedmineralet i mange nikkelmalmer, pentlanditt (Fe, Ni)₉S₈, ble beskrevet (Scheerer, 1845). Forekomstene som er omtalt i Tabell 15 ble begge oppdaget av Blackstone Ventures som holdt rettighetene til Espedalen feltet frem til 2011. Blackstone (2008) oppgir at ytterligere tre forekomster i Espedalen har et potensial for økonomisk interessante Ni-Cu-Co mineraliseringer. Systematisk kunnskap om forekomstenes innhold av platinametaller og gull er ikke tilgjengelig. Flere av forekomstene ligger innenfor, dog nære grensen til Langsua Nasjonalpark.

¹³ <http://scandinavian-highlands.com/projects/bruvann-nickel-copper-cobalt-deposit.aspx>

Forekomst	Mt	Metall	Innhold (%)	t metall	Verdi USD	Verdi mrd NOK
Stormyra (inferred)	1,013	Ni	1,09	11 042	187 708 900	1,126
		Cu	0,48	4 862	40 357 920	0,242
		Co	0,04	405	12 156 000	0,073
Dalen (indicated)	4,625	Ni	0,29	13 413	228 012 500	1,368
		Cu	0,12	5 550	46 065 000	0,276
		Co	0,02	925	27 750 000	0,167
Dalen (inferred)	5,438	Ni	0,25	13 595	231 115 000	1,387
		Cu	0,11	5 982	49 648 940	0,298
		Co	0,02	1 088	32 628 000	0,196
		SUM				5,133

Tabell 15: Beregnet "in situ" verdi av metallinnholdet i Espedalen forekomstene basert på en Ni 43-101 kompatibel vurdering fra Reddick Consulting (2009) og estimerte gjennomsnittspriser for april 2012 (Infomine) – USD 17000/t Ni, USD 8300/t Cu og USD 30000/t Co.

Ertelien

Ertelien har vært kjent som kobbermalm i over 300 år: nikkelinnholdet ble oppdaget i 1837. Forekomsten er undersøkt av Sulfidmalm og Blackstone Ventures som boret 70 hull på totalt 17 417 m i perioden 2006-2008.

Metall	Mt	Innhold (%)	t metall	Verdi USD	Verdi mrd NOK
Nikkel	2,698	0,83	22 393	380 687 800	2,284
Kobber		0,69	18 616	154 514 460	0,927
Kobolt		0,06	1 619	48 564 000	0,291
SUM					3,503

Tabell 16: Beregnet "in situ" verdi av metallinnholdet i Ertelien forekomsten basert på en Ni 43-101 kompatibel "inferred" ressurs fra Reddick Consulting (2009) og estimerte gjennomsnittspriser for april 2012 (Infomine) – USD 17000/t Ni, USD 8300/t Cu og USD 30000/t Co.

Det er visse indikasjoner på høye gull og palladium verdier i kobber-rike deler av Ertelien malmene (Barnes et al, 1988; Boyd et al., 1988), men systematiske data som kan gi et grunnlag for kvantifisering av disse metallene i malmen som helhet foreligger ikke.

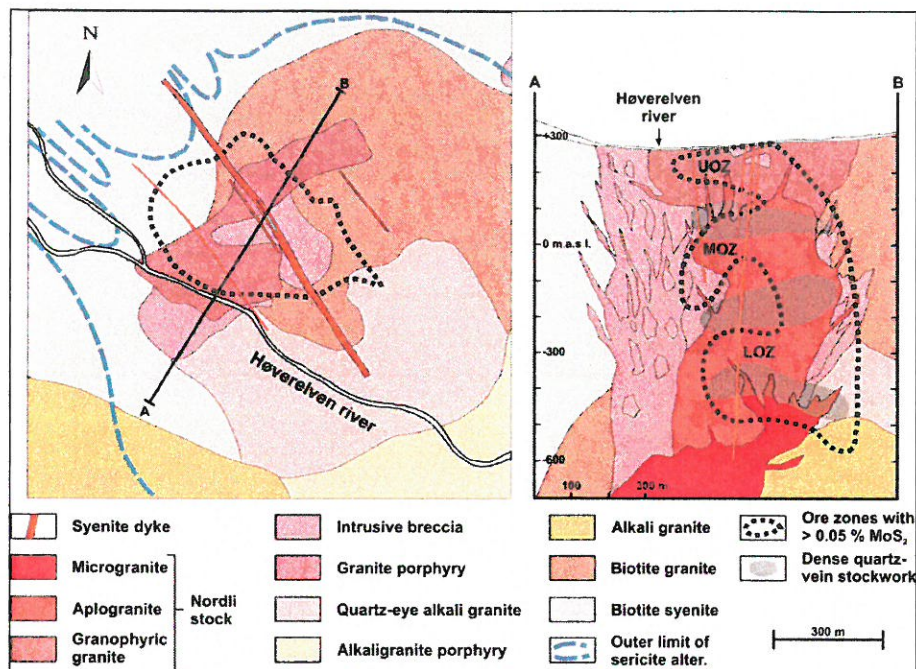
5.4 Molybden

Nordli

Metall	Mt	Innhold (%)	t metall	Verdi USD	Verdi mrd NOK
Molybden	200	0,14	280000	8 680 000 000	52 080

Tabell 17: In situ tonnasje i Nordli forekomsten basert på 24 hull, tils. 10 200m og en "cut-off" på 0,05 % Mo (Ihlen, 2012) og en estimert gjennomsnittspris for april 2012 (Infomine) – USD 31000/t Mo

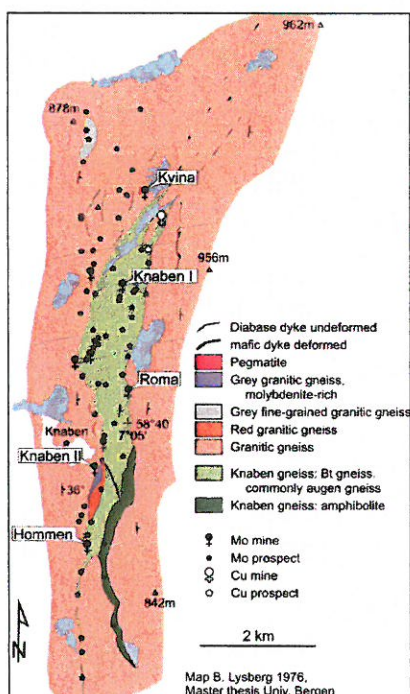
Nordli er en porfyr-type molybden mineralisering i den nordlige delen av Oslofeltet, V for Mjøsa. Feltet ble undersøkt av Norsk Hydro i perioden 1978-83 og er den største av flere mineraliseringer av lignende type.



Figur 15: Nordli feltets geologi og tverrsnitt, basert på Pedersen (1986) fra Ihlen (2012)

Knaben

Molybdenforekomster er funnet i mange deler av Agderfylkene med over 30 forekomster i Knaben feltet hvor det har vært drift i flere perioder, inklusiv 1918-73 på forekomsten Knaben II (Sandstad, 2012). Produksjonen var 8 Mt med 0,2 % Mo. Fra 2007 ble det etablert småskala produksjon, med 50 000 t/år som mål, tilsvarende 100 t Mo metall (Bingen og Stein, 2007). Det foreligger ikke data som tillater en beregning av gjenværende tonnasje i Knaben II forekomsten, men tettheten av forekomstene i Figur 16 tilsier et potensial for større volumer, evt. mot dyptet, som kan ha økonomisk potensial.



Figur 16: Knaben distrikt (Lysberg, 1976) i Sandstad (2012)

5.5 Sammendrag edelmetall- og basemetall-edelmetall forekomster

Forekomst	Metaller	Tonnasje (Mt)	In situ verdi mrd NOK
Rieppe	Cu, Zn, Ag	4,00	1,923
Giken	Cu, Zn	4,70	5,661
Mofjellet	Zn, Cu, Pb, Ag, Au	1,00	0,821
Bleikvassli	Zn, Cu, Pb, Ag	1,00	0,945
Joma	Cu, Zn	11,00	10,076
Gjersvik	Cu, Zn	1,10	1,244
Skorovas	Cu, Zn	1,30	1,161
Skiftesmyr	Cu, Zn, Ag, Au	2,75	2,830
Løkken	Cu, Zn, Ag, Au	6,00	9,126
Tverrfjellet	Cu, Zn, Pb, Ag	4,00	2,904
Grimsdalen	Cu, Zn, Ag, Au	8,30	5,861
Hersjø	Cu, Zn	2,99	3,034
Kongens-Rødalen	Zn, Cu, Pb, Ag	1,50	3,397
Fjellsjø	Zn, Cu, Pb, Ag	1,80	3,731
Bruvann	Ni, Cu, Co	9,15	3,935
Espedalen	Ni, Cu, Co	11,08	5,133
Ertelien	Ni, Cu, Co	2,70	3,503
Nordli	Mo	200,00	52,080
SUM			117,363

Tabell 18: Sammendrag av beregnede verdier for metallinnholdet i basemetall-edelmetall malmer

Flere kommentar bør knyttes til tabellen:

- Kvaliteten på beregningene av tonnasje varierer.
- For flere av feltene eksisterer det ytterligere tonnasje som er kjent, men ikke kvantifisert godt nok, og et potensial som krever bedre dokumentasjon
- For flere av forekomstene vet vi ikke om metallinnhold i gjenstående deler har samme gehalter som malmen som ble drevet ut.
- Driftsformer vil påvirke hvor stor andel av en "in situ" tonnasje kan faktisk utnyttes.
- Det finnes ytterligere forekomster som er ikke undersøkt i tilstrekkelig grad for å vurdere tonnasje eller drivverdighet.

6. SPESIALLMETALLFOREKOMSTER

6.1 Niob

Fen

Fen karbonatitten i Nome kommune i Telemark har forekomster av jernmalm og niob som har vært gjenstand for drift, jernmalm (hematitt) i perioden 1652-1927 og niob i perioden 1953-65. Det er også klare indikasjoner på anrikning av sjeldne jordarter og thorium i deler av karbonatitten. Flere selskaper og grunneiere deler rettighetene til feltet og er delaktig i forskning/utredning tilknyttet ressurstypene som oppfattes som mest aktuelle. Datagrunnlaget er ujevnt. De fleste eldre hull ble boret fra områder som er godt blottet og kjerner fra flere hull er tapt. Det er behov for systematisk dokumentasjon av geologien og innholdet av metaller/mineraler med potensiell verdi på overflaten og i de øverste deler av komplekset. Flere utredninger tilsier at ressursene av thorium er betydelige. Utnyttelse av disse vil være svært ufordrende fordi mineraliseringene er svært finkornige og markedsforholdene uklare. Niob og sjeldne jordarter bør trolig få hovedfokus i en ny kartlegging.

Sæteråsen

Sæteråsen forekomsten i Larvik kommune er en vulkansk bergart som er anrikt i spesialmetaller inklusiv niob og sjeldne jordarter. Et grovt estimat av mulige ressurser basert på analyser av fire diamantborhull gir en total tonnasje på ca. 8 mill. tonn med 0,245 % Nb, 0,18 % Ce, 0,11 % La, 0,075 % Y og 0,069 % Nd (Ihlen, 1983). Potensialet for flere forekomster er til stede i Oslofeltet.

Metall	Mt malm	Innhold (%)	t metall	Pris/t (oksid for REE)	Verdi USD	Verdi mrd NOK
Niob	8	0,245	19 600	25 500	333 200 000	1 999
Cerium		0,180	14 400	35 000	619 200 000	3 715
Lantan		0,110	8 800	35 000	361 179 856	2 167
Yttrium		0,075	6 000	130 000	990 337 079	5 942
Neodym		0,069	5 520	160 000	1 030 400 000	6 182
SUM						20 006

Tabell 19: In situ tonnasje i Sæteråsen forekomsten basert på tonnasjer fra Ihlen (1983) og priser for april 2012 fra Industrial Minerals (Ce, Y, Nd), www.metal-pages.com (La) og www.metalfirst.com for ferroniobium med 65 % Nb (verdien er for Nb andelen)

6.2 Beryllium

Høgtuva

Høgtuva forekomsten i Rana kommune ble oppdaget i 1981 i forbindelse med oppfølging av regional prøvetaking i NGU regi på 1970-tallet. Detaljerte undersøkelser førte til dokumentasjon av en hovedsone med 350,000 t med 0,18 % Be ("cut-off" 0,1 %) og 850 g/t sjeldne jordarter. Forekomsten er trolig den største av sin type med en potensiell økonomisk betydning i Europa. Potensial for flere forekomster er trolig til stede. Verdien av beryllium metall "in situ" er ca. NOK 1,75 mrd.

7. KONKLUSJONER

Beregningene som er lagt frem viser at ”in situ” verdien av metallinnholdet i malmforekomster som har vært gjenstand for beregninger av tonnasje og gehalt av en viss grad av pålitelighet er til sammen nær NOK 1400 milliarder. Beregningen omfatter ikke verdien av industrimineraler som potensielle biprodukter fra flere av forekomstene (ei heller verdier som kan realiseres fra anvendelse av gråberg). Prisene som er benyttet er fra april, 2012.

Beregninger for flere forekomster hvor usikkerhetsgraden vurderes som betydelig eller hvor andre forhold gjør det usannsynlig at drift vil være uaktuell i overskuelig fremtid er ikke tatt med.

I tillegg til de beregnede tonnasjer er det et potensial av følgende typer:

- Metallpotensial i de best dokumenterte forekomstene i tillegg til tonnasjene som omfattes av beregningene.
- Forekomster som er dokumentert, men ikke i tilstrekkelig grad for å beregne tonnasje eller gehalt. Enkelte av disse forekomster kan være meget store.
- Potensial for nye forekomster i kjente malmfelt, enten mot dypet eller i områder som ikke er undersøkt i tilstrekkelig grad. Også slike forekomster kan være meget store.
- Potensial for innhold av spesialmetaller som har fått betydning i løpet av de siste tiårene, men som ikke var av interesse den gang forekomstene ble oppdaget eller var i drift.

Mye taler for at rapporten bør revideres med jevne mellomrom slik at man kan få med bedre dokumentasjon av kjente malmer og nye funn, og kan se virkningen av endringer i metallpriser.