

MINFORSK

Utredning av behov for nasjonal satsing på forskning for økt verdiskapning basert på mineralske ressurser

"Dette dokumentet er foreløpig å betrakte som et utkast. Foreliggende versjon er sendt Referansegruppen for kommentar 15. Juni (gjennomgås i møte 21. Juni). Vi ønsker imidlertid fortsatt alle konstruktive innspill velkommen. Neste versjon distribueres 24. Juni".



Foto: Colourbox

INNHold

1	Innledning.....	4
1.1	Organisering og gjennomføring.....	4
1.2	Utredningens siktemål	4
2	Hvorfor en nasjonal FoU- og Innovasjonsstrategi	5
2.1	Økt utvinning av mineraler er viktig for Norge og verden	5
2.2	Mineralressurser blir politisk.....	6
2.3	Norge har naturgitte forutsetninger	7
2.4	Nasjonale og europeiske strategier anbefaler forskning	7
2.5	Behov for bærekraft langs verdikjeden.....	8
2.6	God forvaltning for fremtidens generasjoner	8
2.7	Kompetansebygging i forsknings- og utdanningsinstitusjoner	8
2.8	Samfunnsutfordringer	9
3	Overordnet målsetning for MINFORSK	9
4	Mineralnæringens verdikjeder og aktører	10
4.1	Verdikjedenes aktører	10
4.1.1	Metalliske malmer og sjeldne jordarter (REE).....	11
4.1.2	Energimineraler (kull og torv).....	12
4.1.3	Industriminerale.....	12
4.1.4	Naturstein.....	13
4.1.5	Sand, grus, pukk og leire.....	14
4.2	Import og eksport.....	15
4.3	Myndigheter og forvaltning.....	17
4.4	FoU aktører (skal suppleres)	17
5	Tematiske prioriteringer og satsingsområder for FoU	19
5.1	Geologiske modeller og letemetoder.....	20
5.2	Uttak og drift	21

5.3	Oppredning og materialkarakterisering	22
5.4	Videreforedling og metallurgiske prosesser.....	24
5.5	Nye produkter for byggenæringen.....	25
5.6	Anvendelse av avgangsmaterialer, gjenvinning og resirkulering	26
5.7	Miljø og HMS	27
5.8	Mineraler og samfunn	29
6	Innretning, profil og avgrensing mot eksisterende programmer.....	30
6.1	Innretning og profil.....	30
6.2	Eksisterende programaktivitet som grenser til MINFORSK.....	31
7	Finansiering	35
8	Internasjonalt samarbeid (skal suppleres)	36
8.1	Den nordiske/Barents dimensjon.....	36
8.1.1	FoU initiativ i våre naboland.....	36
8.1.2	EU-forskning	37
8.1.3	Internasjonalt utenfor Europa (skal suppleres).....	38
9	Vurdering av verdiskapingspotensial (under arbeid)	39
10	Resultat-indikatorer (skal suppleres)	41
11	Referanser	41

Vedlegg 1: MINFORSK – organisering og plan for gjennomføring

Vedlegg 2: Import til, og eksport fra Norge

1 Innledning

I kjølvannet av den nye mineralloven, som etter 15-20 års arbeid kunne tre i kraft 1.1.2010, så har det i Stortinget vært bred politisk enighet om at det trengs en strategi for forvaltning av mineralske ressurser i Norge. Regjeringen har nettopp besluttet at Nærings- og handelsdepartementet skal utarbeide en strategi for mineralnæringen [1]. Det tas sikte på at strategien skal ferdigstilles våren 2012. Strategien vil gjennomgå sentrale rammebetingelser for næringen og vise retningen for regjeringens politikk for mineralnæringen og blant annet omhandle:

- Globale trender
- Norske mineralressurser og norsk mineralnæring
- Kartlegging av norske mineralressurser
- Koordinering av relevant regelverk
- **FoU og kompetanse**

Av øvrige pågående politiske prosesser med relevans for mineralområdet kan nevnes arbeidet med Nordområdemeldingen [2], hvor utvikling av mineralnæringen forventes å være et av de sentrale utviklingstrekk i et vekstscenario for landsdelen og hele Barentsregionen. Norges Forskningsråd oppdaterer i disse dager Nordområdestrategien, og flere innspill fra forskningsinstitutter og Universiteter har i sine høringsuttalelser pekt på betydningen av en særskilt FoU satsing på mineralområdet.

1.1 Organisering og gjennomføring

Som en respons på økt nasjonal og internasjonal oppmerksomhet knyttet til tilgang, foredling og bruk av mineralske ressurser, har SINTEF, Norges geologiske undersøkelse (NGU) og NTNU i fellesskap tatt initiativ til å starte arbeidet med en behovsutredning av en nasjonal FoU- og Innovasjonsstrategi. Hensikten med dette er å berede grunnen for fremtidige bevilgninger til FoU- og Innovasjonsrettede virkemidler, med spesiell fokus på mineralverdikjedene. Virkemiddelapparatet har i snart 15 år vært uten prioriterte programmer for mineralnæringen. Det siste, NORMIN, ble avsluttet i 1996.

Initiativet, som jobber under arbeidstittelen *MINFORSK*, har siden oppstarten i februar 2011 hatt regelmessig dialog med både Forskningsrådet og mineralnæringen. To workshops har så langt vært avholdt, med bred representasjon fra industri, universiteter og forskningsinstitutter. For flere detaljer (deltagerlister, oppsummeringer, mm) se; www.sintef.no/MINFORSK.

Arbeidet utføres av en *arbeidsgruppe* med representanter fra nasjonale forskningsinstitutter, universiteter, og NGU. Det er etablert en *referansegruppe* med representasjon også fra industri og Forskningsrådet. Ansvarlige for denne utredningsrapporten er *styringsgruppen*, sammensatt av representanter fra forskningsinstitutt, universitet, industri, NGU og Forskningsrådet. Plan for gjennomføring og organisering av arbeidet (med tilhørende mandater) er beskrevet i vedlegg 1.

1.2 Utredningens siktemål

Utredningens siktemål er å gi en underbygget vurdering og anbefaling om behovet for organisering av en nasjonal satsing på forskning for økt verdiskaping fra mineralske ressurser (gjennom industriell foredling).

Det er en målsetning at et eget forskningsrådsprogram på mineralområdet skal være etablert og operativt fra og med 1.1.2013.

Det er ønskelig at programmet skal ha en varighet på 8-10 år, med en offentlig innsats i størrelsesorden x00 mill NOK/år.

2 Hvorfor en nasjonal FoU- og Innovasjonsstrategi

Mineralske ressurser inngår i vår hverdag i et omfang som få er klar over: blant annet byggeråstoffene i våre boliger og veier, jern til stål, kalkstein til sement og papir, steinkull i metallurgisk industri og som energiråstoff. Hver person i landet brukte i 2009 i gjennomsnitt 12 tonn mineralske råstoffer. I løpet av et helt liv gir det et forbruk på ca 1000 tonn pr person. 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. 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.

2.1 Økt utvinning av mineraler er viktig for Norge og verden

De siste ti årene har markedet for mineralressurser endret seg betydelig [3]. I første rekke omfatter dette økning av metallpriser, en trend som synes å fortsette til tross for en midlertidig tilbakegang under finanskrisen i 2009. Flere forhold har bidratt til endringene:

- Økonomisk vekst og urbanisering i Kina, India og flere andre land. Kina sto i 2009 og 2010 for 60 % av verdensproduksjonen av råjern og 45 % av stålproduksjonen [4].
- 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 forsyningen globalt av flere basemetaller og spesialmetaller i tiden framover. Dette gjelder bl.a. kobber og sjeldne jordarter (REE). 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. Også for ikke-metalliske mineraler melder det seg bekymring om tilgang i framtiden, som for eksempel fosfat til kunstgjødsel [5]. Ikke bare dreier det seg om rent fysisk mangel på forekomster av utvinnbare fosfatbergarter, men også at få kilder i verden åpner for monopolsituasjoner og følgelig spekulasjon rundt ressurser som er så avgjørende for verdens matproduksjon. Derfor er det viktig å se på andre bergartskilder til fosfat i tillegg til muligheter for gjenvinning av fosfat fra landbruk [6].

Utviklingen medfører altså at det ikke er gitt at markedskreftene løser tilgang til mineralressurser på en god måte framover. Dette er årsaken til at både industriselskaper og nasjoner sikrer seg kontroll over viktige råvarekilder. Ett eksempel er Norsk Hydros oppkjøp av bauxittforekomster i Brasil i 2010 [7], andre er Kinas store investeringer i mineralbasert virksomhet og infrastruktur i Afrika. Under slike

rammebetingelser er knapphet realistisk, noe som forsterkes av den ekstreme langsiktighet som trengs for å utvikle nye mineralforekomster: Det tar gjerne 10-20 år (eller mer) fra leting til etablering av gruve for en metallforekomst.

Situasjonen har i tillegg en annen viktig side. Selv om den mineralutvinnende industrien i Norge (og Europa) ikke er særskilt stor (i Norge er omsetningen rundt 11 milliarder kroner) utgjør industri som er avhengig av mineraler/mineralprodukter som innsatsmidler svært betydningsfulle verdier: i Norge totalt 600 milliarder kroner og over 200 000 arbeidsplasser. Industrien i Europa forbruker 20 % av verdensproduksjonen av metaller, men produserer bare 3 %. Europeisk industri er sterkt avhengig av import av metalliske råstoffer generelt, og er spesielt avhengig av mange av metallene som er nødvendig i høyteknologiske anvendelser. Vi er altså avhengig av mineraler i langt større grad enn behagelig er for tiden.

2.2 Mineralressurser blir politisk

Den globale situasjonen på mineralmarkedet og bekymringene for knapphet har utløst behov for politiske strategier. Særlig har Kinas strategi for å sikre seg langsiktig tilgang til råstoffer fra andre land samtidig som man begrenser eksport av råstoffer, bl.a. for å sikre økt verdiskaping i Kina, bidratt til bekymringene.

I europeisk sammenheng har denne utviklingen ført til en erkjennelse av at det ikke lenger er gitt at det er ubegrenset tilgang til alle nødvendige mineralråstoffer på det frie markedet. Det er også innført en definisjon av kritiske mineralressurser, råstoffer der konsekvensene av manglende tilgang er særlig store. Det er særlig Kinas dominerende rolle, både som viktigste produsent av en rekke metaller og industrimineraler og som rettighetshaver til ytterligere et stort antall forekomster over hele verden, som har utløst behovet for denne.

EUs bekymring angående den langsiktige tilgangen til ressurser har ført til utvikling av EUs råvareinitiativ [8]. Dette består av tre hovedpilarer med utvalgte delmål:

- Sikre tilgang til råstoffer på det internasjonale markedet til samme betingelser som konkurrentene (bedre politisk og økonomisk samarbeid og utvikling)
- Etablere de rette rammebetingelsene i EU for å fremme bærekraftig råvaretilgang fra europeiske kilder (bl.a. effektivisering av planleggingsprosesser, inkl. økt bruk av nasjonale geologiske undersøkelser for å forbedre kunnskapsbasen, **økt forskning på bl.a. lete- og utvinningsmetoder, bedre samarbeid mellom universiteter, geologiske undersøkelser og industri for å øke utdanningskapasitet og allmennkunnskap om næringen**)
- Forebedre **effektiv industriell utnyttelse av ressurser og stimulere til gjenvinning** for å redusere Europas forbruk av primære mineralske råstoffer og avhengighet av import

De tre pilarene i initiativet er like relevante for Norge. Derfor har råvareinitiativet dannet et viktig utgangspunkt for foreliggende utredning og forslag til forskningsstrategi: vi trenger forskning som kan bidra til å finne flere forekomster, drive forekomster mer effektivt og miljøvennlig, skape nye verdikjeder og gjenvinning av mineralressurser.

2.3 Norge har naturgitte forutsetninger

Norge har en variert geologi med mange typer mineralressurser, inklusive noen av dem som er på EUs kritiske liste. I tillegg har vi en lang kystlinje med gode muligheter for etablering av gunstig logistikk. Våre naturgitte muligheter kan grovt oppsummeres i følgende tre punkt:

- Forekomster av tradisjonelle metaller, industrimineraler, byggeråstoffer og naturstein. Her er det gode muligheter for funn av basemetaller og edle metaller rundt kjente forekomster og provinser, men det kreves økt kunnskap og avanserte metoder for å finne dem og utvinne dem på en økonomisk og miljømessig bærekraftig måte. Videre er det betydelige muligheter for økt eksport av byggeråstoffer fra forekomster langs kysten, utvikling av viktige industrimineraler som kalk og kvarts, og eksport fra natursteinsforekomster i verdensklasse.
- Nye forekomster av spesialmetaller og andre metaller. Det finnes gode indikasjoner på at det er mulig å lokalisere nye forekomsttyper i Norge som vi ikke har vurdert før. Særlig gjelder dette spesialmetaller. Det er forskningskrevende å bringe denne kunnskapen opp til et nivå som kan stimulere næringslivet til større investeringer både når det gjelder geologi og prosesser for videreforedling.
- Forekomster med kombinasjoner av viktige råstoffer. Dette gjelder forekomster som er for fattig på en bestemt ressurstype til å være lønnsom i dag, men som på grunnlag av at de inneholder kombinasjoner av flere elementer i tilstrekkelig store volum kan bli verdifull framover. Dette vil også være viktig i lys av bærekraftsprinsipper, råstoffer som stimulerer til bedre og mer helhetlig utnyttelse. Også her kreves betydelig forskningsinnsats innen geologi og prosess.

2.4 Nasjonale og europeiske strategier anbefaler forskning

Det er en unison oppfordring til forskning i kjølvannet av de politiske prosesser som har foregått i mange land, EU og USA de siste årene. I EU er forskning et viktig element for å møte utfordringene i råvareinitiativet [8], og en plan for implementering er sammenfattet av European Technology Plattform for Sustainable Mineral Resources (ETP-SMR) [9]. USA har utarbeidet en Critical Raw Materials Strategy [10] med sterkt fokus på forskning, mens nasjoner som Japan [11] og [12], Nederland [13], Sør-Korea [14] og Finland [15] er eksempler der forskningsstrategi og bevilgninger til forskning står sentralt i nasjonale mineralstrategier.

Norge er ikke i særklasse, og regjeringen har bestemt at også vi skal ha en mineralstrategi klar i 2012. I innspill til dette arbeidet har både Norges geologiske undersøkelse og Norsk Bergindustri [16] anbefalt forskning som en viktig del. Tilsvarende har Sveriges geologiske undersøkelse anbefalt forskning som et ledd i Sveriges kommende nasjonale strategi.

Satsing på forskning og innovasjon er nøkkelen til å løse viktige industrielle, miljømessige og øvrige samfunnsmessige utfordringer. I mange år har forskning og utdanning innen mineralressurser gått på sparebluss i Norge (og mange andre land!), ikke minst på grunn den dreining bort fra sektoren som porteføljen av forskningsprogrammer har bidratt til. Mens petroleumssektoren har nytt godt av en serie programmer, har forskningsfinansiering innen landbasert geologi og mineralressurser vært fraværende. Den resulterende forvitring av utdanningsmiljøene har ført til at kompetanse er i ferd med å bli like kritisk som råvarer. Dette fremheves særskilt i den finske mineralstrategien. Følgelig er implementering av en bærekraftig FoU-strategi for mineralnæringen også av stor betydning for å sikre den samme næringen godt utdannet kompetanse i framtiden.

2.5 Behov for bærekraft langs verdikjeden

For noen tiår siden ble mineralnæringen, delvis med rette, ansett som en skitten industri med stort fokus på profitt og lite på miljø, helse og sikkerhet. Framtidens mineralindustri må forholde seg til en annen virkelighet og andre rammebetingelser. Selv om bransjen utnytter ikke-fornybare ressurser, skal bærekraft gjennomsyre verdikjeden. Green Mining er et begrep som får stadig sterkere rotfeste i både industri, forvaltning og politikk. I grove trekk dreier det seg om å minimere utslipp og forurensning, øke sikkerhet og forbedre arbeidsmiljø for ansatte, øke utnyttelsen av ressursene, resirkulere ressurser og skape grobunn for et fruktbart og positivt samspill mellom industri og andre interesser i samfunnet. En FoU-strategi må imøtekomme dette prinsippet, og samtidig utforske muligheter til å skape nye verdikjeder som samtidig øker næringens totale lønnsomhet/bærekraftighet. Med andre ord, skape nye muligheter, øke effektivisering, ta hensyn til miljøet og gi bedre trygghet for menneskene i næringen.

2.6 God forvaltning for fremtidens generasjoner

I Norge har vi i dag et arealforvaltningsregime som er dårlig egnet til å ivareta ressurstilgangen for framtidige generasjoner. Mineralressurser er lite innarbeidet i forvaltningsrutiner, og det foreligger liten evne i norsk forvaltning til å forvalte forekomster som er særlig verdifulle. Situasjonen kan i praksis sammenlignes med at oljefeltene på kontinentalsokkelen ble forvaltet av nærmeste kommune. Konsekvenser blir svært lav forutsigbarhet vedrørende driftstillatelser for næringen, selv om det er gjort investeringer på hundretalls millioner. Videre, byggeråstoffer må transporteres over stadig større avstander grunnet manglende aksept for steinbrudd. Selv om areal- og ressursforvaltning primært dreier seg om implementering av politiske vedtak, er det viktig å utforske konsekvenser og nye regimer.

2.7 Kompetansebygging i forsknings- og utdanningsinstitusjoner

Målrettet satsing på forskning og innovasjon forutsetter en styrkning av nasjonale forsknings- og utdanningsinstitusjoner. En FoU- og innovasjonsstrategi vil være et viktig hjelpemiddel for nyrekruttering av forskere både til universitetene og andre forskningsinstitusjoner. Fraværet av en slik strategi og mangelen på offentlige FoU-rammeprogram dedikert til mineralnæringen har resultert i en langsom nedbygging av kompetansen siden begynnelsen av 1990-tallet. Dette er spesielt tilfelle ved universitetene der bemanningen innen sentrale fagområder nå er på et minimumsnivå. Dette er i dag en betydelig utfordring for rekruttering til mineralnæringen da veksten i denne sektoren har ført til et økt kompetansebehov og et etterslep på kvalifiserte kandidater. Her vil økt satsning på doktorgradsprogrammer og doktorgradsforskning være et viktig virkemiddel da dette vil støtte opp under prinsippene om forskningsbasert utdanning og gjøre det mulig for forsknings- og utdanningsinstitusjonene å starte oppbyggingen av nødvendige forskningsgrupper og ny kompetanse. Doktorgradsforskning vil også bidra til sterkere samarbeid mellom ulike FoU-institusjoner og således skape synergieffekter.

2.8 Samfunnsutfordringer

Oppsummert kan en skissere en del hovedutfordringer som en FoU-strategi skal bidra til å løse i lys av økt tilgang til mineralressurser, bærekraft langs verdikjeden og samfunnets holdning og forvaltning av slike ressurser:

- Etterspørsel etter mineralressurser øker
- Forekomstene er vanskeligere å finne
- Muligheter for bergverksdrift begrenses på grunn av annen arealbruk og mangelfull aksept i samfunnet
- Mineralressurser forvaltes dårlig
- Mineralnæringen må bruke mindre energi og minimere utslipp og forurensninger
- Avgang fra mineralnæringen må deponeres på måter som i størst mulig grad tar hensyn til økosystemer og miljø
- Mineralforekomster og avgang må utnyttes optimalt
- Mineralressurser og avgang må resirkuleres bedre
- Helse, miljø og sikkerhet i mineralproduksjon må ivaretas bedre
- Forsvarlig og samfunnsnyttig etterbruk av gruver og steinbrudd må økes
- Mineralnæringen må ha sikker tilgang på kvalifisert og kompetent arbeidskraft.
- Forsknings- og utdanningsinstitusjoner må styrkes for å kunne ivareta og utvikle ny kompetanse.

3 Overordnet målsetning for MINFORSK

Det følgende, overordnede mål foreslås for MINFORSK:

Økt verdiskapning fra mineralske ressurser gjennom industriell foredling

Som en utdypning av dette foreslås følgende strategiske mål:

"Gjennom styrket forskning, kunnskapsutvikling og innovasjon å bidra til en fremtidsrettet mineralnæring med bærekraft og samfunnsaksept, stimulere til mineralbasert næringsutvikling med internasjonal konkurransekraft og skape muligheter for nye verdikjeder fra mineralske råstoffer".

4 Mineralnæringens verdikjeder og aktører

4.1 Verdikjedenes aktører

Den mineralbaserte industri inndeles i verdikjeder som dekker hver sine råstofftyper og mineral/bergartsprodukter, markedsområder og aktørgrupper:

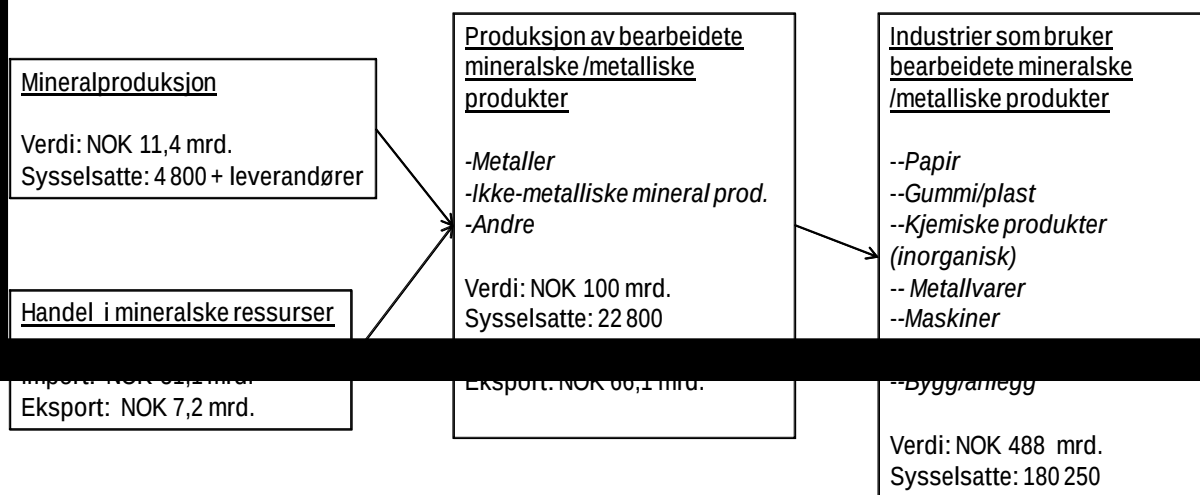
- Metalliske malmer inklusiv sjeldne jordarter (REE)
- Energimineraler
- Industrimineraler
- Naturstein
- Byggeråstoff (pukk, grus, sand og leire)

Langs disse verdikjedene finner vi viktige aktører innenfor bl.a.:

- Mineralselskapene
- Prosesseringsselskaper, inkl. smelteverk/metallurgiske selskap (nedstrøms)
- Leverandører av maskiner, komponenter og varer
- Tjenesteleverandører
- Aktører innenfor logistikk og transport
- Kunder/brukere
- Aktører innen kartlegging og prospektering
- Offentlige og private premissleggere
- Forskningsmiljøer og utdanningsinstitusjoner

Det skapes verdier både opp- og nedstrøms for selve mineralselskapene, og både i hjemmemarkedet og i forbindelse med et stadig mer interessant eksportmarked.

Velger man 2008 som et mer typisk år enn 2009 (da forholdene ble påvirket av finanskrisen), hadde Norges primærproduksjon av mineralske ressurser fra fastlandet og Svalbard en verdi på til sammen NOK 11,4 milliarder (Figur 4.1). Samtidig importerte norsk industri mineralske råstoffer til nesten tre ganger så høy verdi (NOK 31,1 milliarder). Disse råstoffene og deler av primærproduksjonen er grunnlaget for fremstilling av bearbeidete mineralske og metalliske produkter i Norge, f.eks. metaller, ferrolegeringer og prosesserte mineralkonsentrater. Mineralbasert industri (midterste felt i Figur 4.1) hadde i 2008 en produksjonsverdi på ca. NOK 100 milliarder, eksporterte for over NOK 66 milliarder og hadde 22 800 ansatte (i tillegg til et betydelig antall ansatte hos leverandørfirma). Eksportverdien reflekterer betydningen som Norge har som leverandør av metaller, ferrolegeringer og andre mineral- og bergartsprodukter til det vesteuropeiske markedet.



Figur 4.1: Verdikjeden for mineralbasert industri i Norge (inkl. kull) for 2008 (tall fra SSB unntatt for mineralproduksjon som er fra Neeb og Brugmans [17]).

Til høyre i Figur 4.1 vises tall for produksjonsverdi og antall sysselsatte i noen av de viktigste industrier som er avhengig av primærproduserte eller bearbeidete mineralske og metalliske råstoffer. Figuren viser at vesentlige deler av norsk industri er basert i betydelig grad på mineralske og metalliske råstoffer, men også at Norge – i likhet med EU – i stor grad er avhengig av import av malm og mineraler.

4.1.1 Metalliske malmer og sjeldne jordarter (REE)

De viktigste primærprodusenter for metalliske malmer pr. mai 2011 er:

Sydvaranger Gruve AS / Northern Iron, Sør-Varanger: Bjørnevatnmalmene (jernmalm) ble oppdaget i 1865 og ble drevet fra 1910 til 1997. Produksjonen var totalt over 200 millioner tonn malm med ca. 30 % Fe. Et nytt selskap, Sydvaranger Gruve AS gjenåpnet gruvene i 2009. Planlagt produksjon for 2011 er 2,3 millioner tonn konsentrat, og intensjonen er på sikt å fordoble årlig produksjon. Reservene er trolig over 400 millioner tonn.

Rana Gruber AS, Rana: Jernmalmene i Dunderlandsdalen har vært kjent i over 200 år og har vært i sammenhengende drift siden 1937. Totalproduksjon er ca. 100 millioner tonn, med 33–37 % Fe. Selskapet produserer konsentrat for fremstilling av jern og jernmalmbaserte spesialprodukter for bl.a. kjemisk industri og pigment. Markedsforholdene i 2010 førte til en dobling av produksjonen fra tidligere 900 000 tonn, og til planer om åpning av et nytt dagbrudd. Reservene i Ørtfjellmalmen er trolig over 350 millioner tonn. Malmforekomstene har vært hovedgrunnlaget for fremveksten av Mo Industripark.

Titania AS: Mineralloven i Norge definerer mineraler på grunnlag av egenvekt, ikke bruksområde. Derfor er produksjonen av ilmenitt (jern-titan-oksyd) fra Titanias gruve ved Tellnes i Rogaland definert som metallutvinning, selv om ilmenitten går til fremstilling av titandioksid-pigment og ikke til å produsere titanmetall. I 2009 sto bedriften for 6,7 % av verdensproduksjonen (nr. 5 i en rangering av produsentland). Dokumenterte og mulige reserver i Tellnes er til sammen 575 millioner tonn. Både Titania og søsterbedriften Kronos Titan, som står for fremstillingen av pigment i Fredrikstad, er en del av det amerikanske selskapet NL (National Lead) Industries.

Et betydelig antall selskaper fra Norge og andre land er aktive i utvikling av kjente forekomster og leting etter nye i Norge. Blant viktige prosjekter som har fått utvinningsrett (med utgangspunkt at forekomsten er trolig drivverdig) er:

- Engebøfjellet (rutil – titan dioksid)
- Nussir (kobber-gull-sølv)
- Bidjovagge (kobber-gull)
- Nordli (molybden)

4.1.2 Energimineraler (kull og torv)

Med energimineraler mener vi forbindelser som avgir energi ved forbrenning. Olje, gass, kull, oljeskifer og torv hører til disse.

Fra 1906 har det vært kulldrift på Svalbard, og siden kulldriften tok til for alvor er det skipet ut ca 72 mill. tonn kull fra de norske anleggene. I dag er det to selskaper som driver kullproduksjon på Svalbard, Store Norske Spitsbergen Grubekompani AS (SNSG) som har drift i Gruve 7 ved Longyearbyen og i Svea Nord, og det russiske selskapet Trust Arktikugol som har en svært begrenset drift i Barentsburg. Svea Nord ble satt i drift i 2001 og hadde i 2009 en produksjon på ca 2,4 mill tonn til en verdi av 2 milliarder kr. Ca 30 % av Svalbardkullene går til metallurgisk industri, og resten nyttes til produksjon av energi og sement.

Det er en forholdsvis beskjeden torvdrift i Norge i dag, og mesteparten av den torv som tas ut benyttes til fremstilling av vekstmedium for bruk i gartnerier og hager/landbruk. Uttakene skjer i såkalte hvitmosemyrer. De samlede råstoffreservene av brenntorv i Norge er beregnet til ca. 5 milliarder kubikkmeter. Det tilsvarer ca 300 millioner tonn kull, og har en beregnet total brennverdi på 8000 TWh, og utgjør en betydelig energireserve også i Norge. (www.energilink.no).

4.1.3 Industrimineraler

Norge er blant de viktigste produsenter av industrimineraler i Europa. Industrimineraler har industrianvendelser basert på mineralenes fysiske og kjemiske egenskaper, enten som enkeltmineraller eller i smelter sammen med andre mineraler. Typisk for mange industrimineraler er at de har en rekke ulike egenskaper og anvendelser, avhengig av parametre som kjemisk renhet, krystallform og krystallstørrelse.

Norge produserer årlig ca. 7 millioner tonn kalk (kalsiumkarbonat) og dolomitt (kalsium-magnesium-karbonat), og er Europas viktigste produsent av nedmalt kalk til bruk som *filler* i papir. Størsteparten av produksjonen er fra Akselbergforekomsten i Nordland, som eies av Brønnøy Kalk (en del av firmaet Norsk Mineral AS). Videreforedling gjøres av Hustadmarmor, som er en del av det internasjonale selskapet Omya AG. Andre viktige markeder for kalk i Norge er sementproduksjon, andre typer *filler*, og landbruks-/miljøformål. Det er store forekomster av ren kalkspatmarmor i Nordland og Sør-Troms i tillegg til forekomstene som nå er i drift.

Kvartsitt og ultraren kvarts utgjør i dag store deler av produksjonen av industrimineraler i nord. Det meste av kvartsitten går til produksjon av ferrosilisium, mens den ultrarene kvartsen går til produksjon av bl.a. ren-silisium til solcelleformål og er dermed viktig i utvikling av fornybar energi. Norwegian Crystallites produserer ultraren kvarts med utgangspunkt i lokale mineralforekomster ved sitt anlegg på Drag i Tysfjord kommune. For å dekke råvarebehovet til virksomheten på Drag, er det i

tillegg iverksatt prøvedrift i Svanvik i Sør-Varanger. Selskapet har nylig innledet et samarbeid med den store franske industrimineralprodusenten Imerys. De to selskapene eier 50 % hver av QuartzCorp, et selskap som skal utnytte kvartsforekomstene ved Spruce Pine i North Carolina under norsk ledelse og med teknologi utviklet av Norwegian Crystallites. Det er også registrert store forekomster av kvarts ved Nasafjell (ved Saltfjellet i Nordland) som vurderes av Elkem. Elkem produserer i dag kvartsitt fra Tana og Mårnes.

Vest-Europas eneste produksjon av grafitt er fra Trælen-forekomsten på Senja. Skaland Grafitt (eies av Leonhard Nilsen & Sønner) produserer flak- og pulvergrafitt til flere markeder i Europa. Grafitt har mange anvendelser, bl.a. i støperi- og stålindustrien. Etterspørselen forventes å øke på grunn av bruk i batterier og brenselceller i elektriske og hybride biler. Mineralet er definert som kritisk av en EU-opptnevnt arbeidsgruppe. Norge er også Vest-Europas eneste produsent av nefelinsyenitt, en bergart som anvendes i glass- og keramikkindustrien. Årlig produksjon fra gruva på Stjernøy er 346 000 tonn (Sibelco Nordic – datterselskap av Sibelco, som er belgisk).

Norge har lenge vært verdens største produsent av olivin (ca. 40 % av verdensproduksjonen), som benyttes bl.a. som slaggdanner for jernpelletsproduksjon, støperisand (stålstøperi) og ildfaste materialer (ca. 90% av produksjonen). Et nytt bruksområde er bruk av olivinsand for tildekking av miljøskadelige bunnsedimenter. Sibelco Nordic produserer i overkant av 2tonn pr. år fra forekomsten ved Åheim i Møre og Romsdal. Produksjon fra Norge var redusert i perioden 2006-2009, fordi LKAB startet produksjon av olivin fra Seqi forekomsten på Grønland. LKAB besluttet i 2010 å legge ned olivingruven på Grønland og har nå inngått en ny avtale med Sibelco Nordic.

4.1.4 Naturstein

Naturstein er en fellesbetegnelse på bergarter som kan deles opp til plater, blokker og emner av ulike slag. De kan blant annet brukes til utendørsbelegg, på gulv, plasser, murer og forbletning, fasadekledning og taktekking og en lang rekke formål innendørs (gulv, vegger, benkeplater etc.). Begrepet dekker alt fra den mest eksklusive marmor til skifer og gråstein i tørrmurer. Naturstein er det eldste byggematerialet vi kjenner til. Nye typer livssyklusanalyser og miljøregnskap gjør også at naturstein vil være et viktig byggemateriale i fremtiden. Avhengig av bruksegenskaper deles naturstein inn i **blokkstein, skifer og murestein**.

I 2010 omsatte natursteinsbransjen samlet for 840 millioner kroner fordelt på 86 bedrifter. Av dette utgjorde blokkstein 500 mill. kr, skifer 235 mill. kr og murestein 100 mill. kr. Det ble eksportert blokkstein for 488 mill. kr og skifer for 52 mill. kr i 2010. Av den eksporterte blokksteinen utgjorde larvikitt 407 mill. kr. . Videreforedlet naturstein (gravminner, benkeplater, peisplater, fasader, gulv, innvendig og utvendig bruk) omsettes for i størrelsesorden 2 mrd. kr i året.

Larvikitt, kåret til Norges nasjonalbergart, dominerer norsk blokksteinsproduksjon. Larvikitt er en naturressurs av unik kvalitet som oppnår høye priser på verdensmarkedet, og det finnes betydelige forekomster av bergarten, med et reservegrunnlag alene på i størrelsesorden 100 milliarder kr.

Lundhs AS er den største blant flere store produsenter av larvikitt. Det meste av produksjonen eksporteres som råblokk, hovedsakelig til Kina, Italia, India, Spania, Frankrike, Taiwan og Belgia. Ny teknologi har effektivisert produksjonen og gunstig beliggenhet i nærheten av kysten er med på å øke lønnsomheten. I tillegg er det stor blokksteinsproduksjon og -eksport på anortositt i to brudd Egersundområdet i Rogaland. Videre produseres det gneis i Sogn og Fjordane og Hedmark, granitter i

Buskerud, Oslo og Østfold, trondhjennitt i Sør-Trøndelag, kleberstein i Bardu og marmor i Fauskeområdet. I tillegg finnes flere forekomster med interessante kvaliteter som per i dag ikke er i drift. En av disse er Linnajavri-forekomsten i Nordland, som må regnes for å være Europas største klebersteinsforekomst.

Skifer og murestein produseres en rekke steder over hele landet. Produksjonen foregikk i 2009 på 73 bedriftssteder. Av størst industriell betydning er kvartsskifer fra Alta og Oppdal og fyllittskifer fra Otta, der Minera Norge AS har den største skiferprodusenten. All skifer som tas ut, videreforedles nær produksjonsstedet, og de største skiferprodusentene har både et internasjonalt og nasjonalt marked. 21 prosent av skiferproduksjonen ble eksportert. De mindre skiferforekomstene og muresteinsbedriftene har et regionalt til lokalt marked.

De siste ti årene har vi fått færre og større enheter i norsk steinindustri, og da særlig innen skifernæringen og i larvikittproduksjonen. Det finnes en rekke små anleggsfirma som produserer murestein og skifer til eget bruk. På eksportmarkedet ventes fortsatt noe vekst for skifer, mens blokkstein har tøff konkurranse. Det innenlandske markedet har variert noe de siste årene når det gjelder naturstein til bygg og uteanlegg. Importen av råstoff fra andre land, spesielt Kina, har vært stor.

Viktige aktører i verdikjeden på nedstrømsiden for naturstein er bearbeidingsfirma, entreprenørfirma, arkitekter, landskapsarkitekter og anleggsgartnere, offentlige, kommunale og private byggherrer, Statens vegvesen og Jernbaneverket.

4.1.5 Sand, grus, pukk og leire

Tilslagsmaterialene sand, grus og knust fjell (pukk) er i dag blant de viktigste byggeråstoffer/mineraler som utvinnes på land i Norge. Ifølge NGU var produksjonen av disse naturressursene i 2010 på 67 mill. tonn, og representerte en verdi fra produsent på ca. 4 milliarder kroner og sysselsatte 2500 årsverk [17]. Dette plasserer grus- og pukkindustrien på topp når det gjelder bergrelatert virksomhet i Norge, både mht. årsumsetning og sysselsetting. Eksporten fra Norge var 17 mill tonn i 2010 til en verdi av 880 mill kr. Mye av økningen skyldes eksport av pukk til land i Europa som enten mangler bergarter med de riktige egenskapene (f.eks. Nederland) eller som har planleggingsprosesser for nye uttak som tar mange år og innebærer betydelig risiko for et negativt resultat (f.eks. Storbritannia). Potensialet for økt produksjon av pukk for eksport er trolig betydelig.

Det er ca 150 større grus- og pukkprodusenter i landet med produksjon fra 100.000 tonn til 5.7 mill tonn. Av disse er 35 grusprodusenter og 115 pukkprodusenter. De største i omsetning ligger i Sør-Norge. Blant disse er Norsk Stein AS, NorStone AS, Bremanger Quarry AS, Halsvik Aggregates AS, Oster Grus og Sand AS, Feiring Bruk AS, Franzefoss Pukk AS, Mesta AS, NCC Roads Norge AS, Kolo-Veidekke AS, Lemmikäinen Norge AS og Gunnar Holt Grusforretning AS.

I tillegg til sand, grus og pukk er det også en i volum mindre byggeråstoffindustri basert på leire. Leire benyttes til produksjonen av lett-tilslag (bl.a. under merkenavnet Leca) og Weber Leca Rælingen tar ut råstoff i Rælingen i Akershus. I Telemark tas det ut leire til teglsteinsproduksjon av Wienerberger AS ved Bratsberg i Bø kommune. Det ble i alt tatt ut 223.000 tonn leire til en verdi før brenning/foredling på 6.18 mill. kr.

Verdiskapingen langs den verdikjeden som sand, grus og pukk utgjør kjernen i er vesentlig større enn tilslagsproduksjonen alene. Disse tilslagsmaterialene utgjør hovedvolumet i så vel vegoppbygging (asfaltdekker, bærelag, forsterkningslag) som i betong og betongprodukter.

Viktige aktører i verdikjeden på nedstrømssiden er Statens vegvesen, Jernbaneverket, entreprenørfirmaene, kommunale og private byggherrer, ferdigbetong- og betongproduktbransjene.

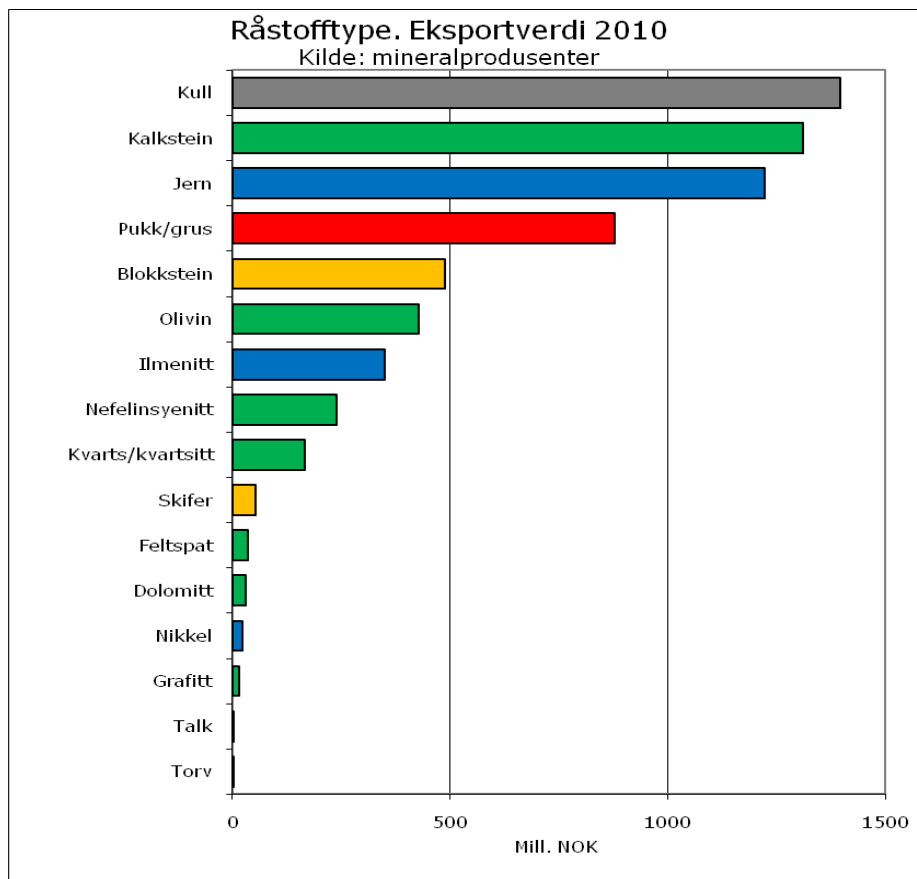
4.2 Import og eksport

Norge importerte mineralske råstoffer til en verdi som er betydelig større enn verdien den nasjonale primærproduksjon (Figur 4.1). Tabell 4.1 viser noen av ressursene som importeres. Vedlegg 2 gir tall for primærproduksjon, import og eksport for perioden 2005-2009. Her er også listet viktige importerte mineralske ressurser og sentrale aktører som benytter disse.

Metaller	2005	2006	2007	2008	2009
Alumina	2 723 588	2 730 064	2 535 547	2 753 105	2 069 424
Jernmalm	526 738	216 372	179 728	151 503	134 167
Manganmalm	1 172 711	849 729	1 083 361	1 232 799	525 674
Nikkelmalm + matte	176 657	158 274	165 628	178 502	153 437
REE	544	686	738	341	24
Ti-mineraler	33 000	73 690	17 600	73 307	29 809
Sinkmalm + kons.	255 158	248 486	284 791	243 213	209 649
Industrimineraler					
Barytt	109 802	125 134	127 181	121 259	146 535
Kaolin	250 879	241 976	208 709	253 361	190 562
Fosfat	710 528	672 546	673 331	682 369	403 098
Kali-sulfat og -klorid	553 748	573 571	591 377	524 209	322 934

Tabell 4.1: Import av utvalgte mineralske/metalliske råstoffer til Norge (i tonn), 2005–2009 [18].

Norge har som nevnt en meget viktig posisjon som leverandør av metaller og legeringer til markeder i og utenfor Europa (se vedlegg 2). Norge er Europas viktigste produsent av aluminium, ferrolegeringer, mangan legeringer og nikkel metall og er Europas nest viktigste produsent av kobolt metall. Potensialet for videreutvikling av industrien og økt eksport er avhengig av etterspørsel og av rammevilkårene i Norge sammenlignet med andre land, blant annet når det gjelder kraftpriser og utslippskrav (inklusive CO₂).



Figur 4.2: Eksport av primærproduserte mineralske råstoffer (fastlandet) i 2010 (Neeb og Brugmans, 2011)

Kull fra Svalbard eksporteres til det europeiske markedet, over halvparten til kullfyrte kraftverk (med Tyskland som viktigste mottager) og 25 % til metallurgiske formål (bl.a som reduksjonsmiddel og karbonkilde i jern- og stål-produksjon). 97 % av produksjonen eksporteres.

Norge er en svært viktig leverandør av produkter basert på primær produksjon av industrimineraler i Norge til det europeiske markedet. Dette gjelder:

- Kalkslurry til bruk som filler i papirindustrien samt i maling og plast.
- Olivin til bruk i jernpellets og ildfaste anvendelser.
- Nefelinsyenitt til bruk i glass- og keramikkindustriene.
- Grafitt til bruk i støperi-/stål-industri, samt batteri og brenselcelle anvendelser

I tillegg kommer spesielle produkter som ultraren kvarts. Det eksisterer ikke god, lett tilgjengelig statistikk for import/eksport av flere av disse produkter og for spesielle kvaliteter av de enkelte mineraler. Det siste gjelder ikke bare Norge, men generelt.

Norge eksporterte naturstein til en verdi av ca. 500 millioner kr. i 2009, hovedsakelig som råblokk, med Kina som det viktigste marked.

Fra år 2000 har det vært en betydelig økning i eksportverdien av pukkk og molostein til Vest-Europa fra et nivå under 200 mill. kroner til over 2 mrd. kroner i 2008, men med en nedgang til ca 1.5 mrd. kroner i 2010.

4.3 Myndigheter og forvaltning

Departement

Nærings- og handelsdepartementet er mineralnæringens fagdepartement, og 13. mai i år ble det altså meddelt at Regjeringen har besluttet at Nærings- og handelsdepartementet skal utarbeide en strategi for mineralnæringen med mål om ferdigstilling våren 2012.

Andre departementer som har formelle funksjoner eller strategiske interesser tilknyttet mineralsektoren er:

- Kommunal- og regionaldepartementet (i plan sammenheng)
- Miljøverndepartementet (miljøaspekter)
- Utenriksdepartementet (Nordområdestrategi, nordisk samarbeid, Barents samarbeid)
- Kunnskapsdepartementet (forskning og høyere utdanning)

Direktoratet for Mineralforvaltning (www.dirmin.no)

Direktoratet for mineralforvaltning (DirMin) forvalter lov om erverv og utvinning av mineralske ressurser (mineralloven) og Bergverksordningen for Svalbard. DirMin har oppgaver knyttet til mineralloven og er landets viktigste kompetansesenter innen lovgivning tilknyttet mineralske ressurser og innen gruvedrift.

Fylkeskommuner og kommuner

Flere fylkeskommuner har en aktiv holdning til utvikling av mineralindustrien. Dette gjelder særlig de tre nordligste fylker samt Buskerud, Telemark og Vestfold (som deler en regiongeolog). Enkelte andre fylker har fylkesgeolog og er mer sporadisk involvert i prosjekter rettet mot utvikling av mineralforekomster (for enkelte fylker er skredproblematikken hovedoppgaven for fylkesgeologen). Også enkelte kommuner tar en aktiv rolle i utvikling av mineralforekomster.

4.4 FoU aktører (skal suppleres)

Ved norske universiteter, høyskoler og forskningsinstitusjoner er det i dag fagmiljøer med både spiss- og bredde-kompetanse, og med tildels betydelig aktivitet innen områdene som er vurdert som sentrale i MINFORSK. Tabell 4.2 gir en oppsummering av kompetansen i disse miljøene.

Tabell 4.2: Norske aktører innen forskning og undervisning med relevans for MINFORSK

FORSKNINGS OG UTDANNINGSINSTITUSJONER					
	Hjemmeside	KJERNEVIRKSOMHET	Vitenskapelig ansatte	Post doc	PhD
Universitetet i Bergen	http://www.uib.no/geo http://www.uib.no/geobio	Generell geologi Geobiologi Geokjemi	8		
Universitetet i Oslo /Naturhistorisk museum	http://www.mn.uio.no/geo/ http://www.nhm.uio.no/	Generell geologi, Mineralogi og petrologi Mineralressursgeologi	5	1	5
Universitetet i Tromsø	www.ig.uit.no	Generell geologi, Mineralogi Mineralressursgeologi?	4	3	3
NTNU	http://www.ntnu.no/igb	Generell geologi Mineralressursgeologi Prosessmineralogi Mineral prosessering Gruvedrift Produksjon og anvendelse av byggeråstoffer Mineralressursforvaltning HMS Ingeniørgeologi Materialteknologi Metallurgi Nanoteknologi	30	5	30
Universitetet for miljø- og biovitenskap	http://www.umb.no/ipm/	Miljøgeokjemi			
Stjørdal Fagskole	http://www.fagskole.com/	Bergteknikk			
KREC	www.kjeoy.no	Geochemistry Mining Environmental Management Reactive transport modelling	2	1	2
FORSKNINGSINSTITUSJONER					
NGU	www.ngu.no	Generell geologi Mineralressursgeologi Letevirksomhet Geofysikk Geokjemi	60		35
NIVA	www.niva.no	Miljøteknikk Overvåkning Forskning på nye problemstillinger	20		
NORUT	www.norut.no	Materialteknologi Prosess- og miljøteknologi Kaldtklimatologi	18		2
SINTEF	http://www.sintef.no/Materialer-og-kjemi/ http://www.sintef.no/Byggforsk/	Mineralprosessering Metallurgi Prosesskjemi og-teknologi Nanoteknologi Geologi og bergteknikk Veg- og jernbanebygging Geoteknikk Materialteknologi Betongteknologi Byggeteknikk Marin Miljøteknologi	61		
IFE	www.ife.no	CO ₂ lagring i mineraler?	3?		

5 Tematiske prioriteringer og satsingsområder for FoU

Dette kapittelet beskriver viktige satsingsområder og forslag til tematiske prioriteringer for FoU og Innovasjon som er identifisert for MINFORSK. Basert på dette drøftes grenseoppganger og koordineringsbehov med relevante forskningsprogrammer og initiativer nasjonalt (kap. 6) og internasjonalt (kap. 8).

Det er lagt til grunn følgende, førende prinsipper for valg av tema i MINFORSK:

1. MINFORSK innrettes mot forskning innenfor alle av mineralnæringens verdikjeder; metalliske malmer inklusive sjeldne jordarter (REE), energimineraler, industrimineraler, naturstein og byggeråstoffer og langs generiske forskningsområder som er felles for verdikjedene.
2. MINFORSK skal bidra til å styrke norsk konkurransekraft innen alle verdikjedene på det internasjonale markedet.
3. MINFORSK skal utformes med tanke på å gi hensiktsmessig koordinering med og avgrensning i forhold til andre forskningsprogram.

Mineralnæringens verdikjeder har ulike muligheter og utfordringer knyttet til sin virksomhet, og mineralnæringens aktører vil på ulik måte ha interesse i, og behov for å kunne være involvert i forskning, utvikling og innovasjon langs et antall generiske forskningsområder som kan danne basis for å bringe hele mineralnæringen et betydelig skritt videre. Disse generiske forskningsområdene vil være felles for verdikjedene, men ha til dels ulikt innhold og forskjellige prioriteringer, styrt av så vel samfunns- og miljøutfordringer som av verdikjedeaktørenes spesifikke forretningsinteresser og utviklingsbehov.

Det foreslås at de nedenforstående åtte tema inkluderes i MINFORSK:

- Geologiske modeller og letemetoder
- Uttak og drift
- Oppredning og materialkarakterisering
- Videreforedling og metallurgiske prosesser
- Nye produkter for byggenæringen
- Anvendelse av avgangsmaterialer, gjenvinning og resirkulering
- Miljø og HMS
- Mineraler og samfunn

Ovennevnte tema er relatert til og kan fremstilles i forhold til kjerneprosessen i mineralnæringen som vist i figur 5.1 nedenfor. Dette er en prosess som i vesentlig grad vil være felles for de ulike verdikjedene, og som strekker seg fra prospektering til produkter klargjort for direkte bruk eller videre bruk i nedstrøms industrier. Siden hver av forskningsområdene representerer deler av denne prosesskjeden, så er de alle koplet til, og avhengig av hverandre. I de følgende kapitlene er viktige FoU-satsingsområder innenfor hvert tema konkretisert.

Det ligger til det fremtidige programstyret i MINFORSK å foreta de endelige prioriteringer og avgrensninger.

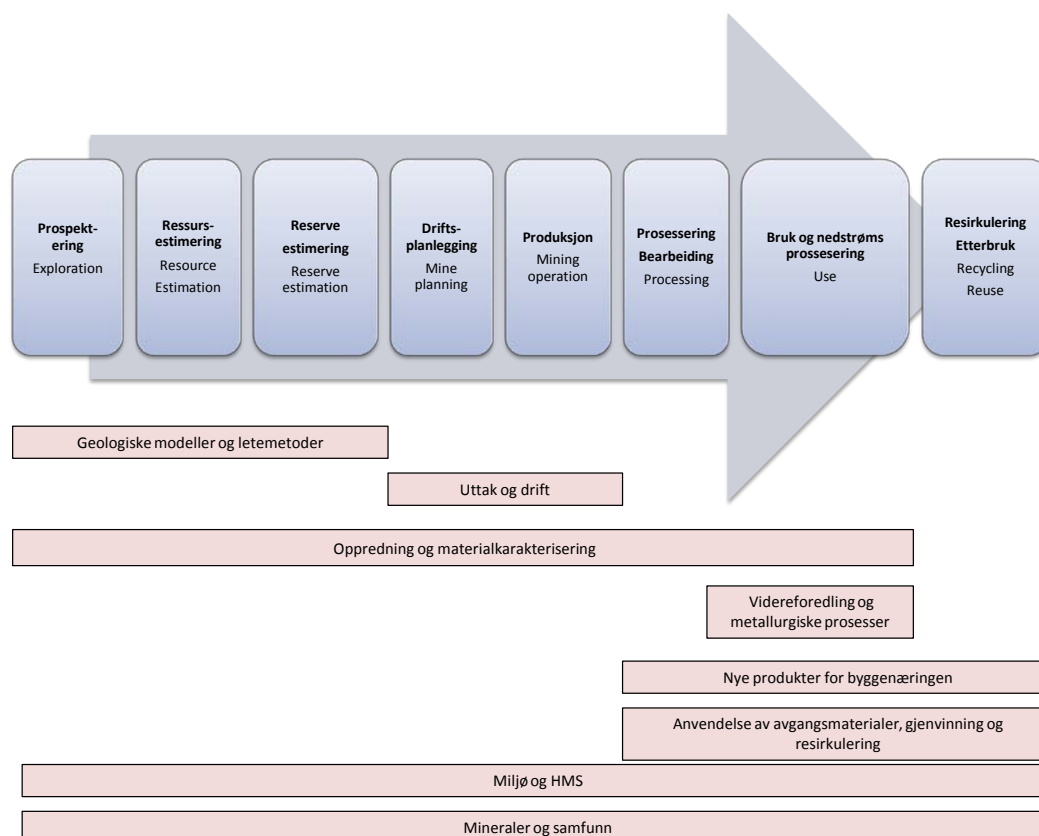


Fig. 5.1 Tematiske prioriteringer for FoU langs kjerneprosessen i mineralnæringen.

5.1 Geologiske modeller og letemetoder

Tradisjonelle forekomster av metaller og andre mineralressurser som er lett synlig på overflaten er allerede funnet. Fremtidens gruveindustri vil derfor basere seg på forekomster som er lite synlig, enten fordi de befinner seg dypt under overflaten, f.eks. undersjøiske forekomster, eller at innholdet av verdifulle mineraler er lavt. Leting etter nye forekomster vil øke kostnader og risiko i en bransje der disse to faktorene allerede er svært høye fra før. Utviklingen kan på mange måter sammenlignes med petroleumindustriens utfordringer: utnyttelse av stadig mindre og mer komplekse oljefelt, noe som krever økt forståelse og kompetanse på feltenes geologiske utvikling, ny leteteknologi og visualiseringsmetoder. Tilsvarende kunnskap/kompetanse er nødvendig å utvikle når det gjelder Norges fastlandsressurser.

Gode geologiske modeller er av stor betydning for å lokalisere og evaluere mineralforekomster. Forståelse av de geologiske prosesser som medvirker til forekomstenes dannelse er ett av de områdene som må prioriteres. Slik kunnskap er ikke bare viktig for å forstå mønsteret bak anrikning av verdifulle mineraler, men også for å forstå forekomstenes relasjoner til omliggende bergarter, og følgelig øke antall ledetråder som kan øke muligheten for funn. Et annet prioritert område er forståelse av berggrunnens tredimensjonale oppbygging og mineralforekomsters geometri. Dette er avgjørende for å utvikle gode hypoteser for funn av forekomster på store/større dyp, og utvikle mer raffinerte modeller for tolkning av geofysiske data.

I tillegg til generell geologisk kunnskap er geofysiske og geokjemiske metoder viktig for lokalisering av nye mineralforekomster. Nye teknikker og ny anvendelse av eksisterende teknologi er viktig, men i særlig grad er det behov for å utvikle kunnskap knyttet til bergarter og mineralers geofysiske signatur, metoder for å lokalisere og tolke dype geofysiske anomalier, metoder for å kombinere informasjon fra ulike geofysiske metoder og utvikling av geostatistiske- og numeriske modeller for bedre tolkning av geokjemiske data.

Mange av fremtidens gruver vil basere seg på nye typer mineraler og mineralforekomster. Dette kan være nye forekomster for sjeldne jordartsmineraler, bergarter som inneholder kombinasjoner av ulike verdifulle mineraler, forekomster som blir drivverdig på grunn av ny prosesseteknologi, og undersjøiske mineralforekomster. Banebrytende forskning på nye råstofftyper kan gi grunnlag for nye verdikjeder og bedre utnyttelse av ressurser.

Utvikling av spisskompetente fagmiljø er avgjørende for å løse oppgavene som er nevnt over. Like viktig er det å stimulere til samarbeid mellom ulike fagmiljøer. I særlig grad vil dette være av verdi for samtolkning av geologiske, geofysiske og geokjemiske data, utvikling av metoder for volum- og verdiberegning samt teknikker for visualisering av mineralforekomster i tre dimensjoner.

Viktige forskningsområder er:

- Geologiske prosesser og dannelse av mineralforekomster
- Mineral- og bergartsforekomster i tre dimensjoner
- Leteteknologi og tolkningsmetoder
- Identifisering og kartlegging av nye råstofftyper
- Prosedyrer og teknikker for samtolkning og visualisering

5.2 Uttak og drift

En av de største utfordringene mineralnæringen står overfor er å kunne bli mer presis i vurdering av forekomstenes verdi, dvs. økonomisk potensial. Til dette kreves verktøy og metoder for planlegging og design av bergrom/dagbrudd, simulering av produksjon, estimering og klassifisering av ressurser, økonomisk modellering og forvaltning av data for å nevne noe. Bedre metoder som kan øke forutsigbarhet til forekomstvurderinger er av stor betydning for å minimere risiko og dermed bidra til større treffsikkerhet i lønnsomhetskalkyler. Dette inkluderer kvantitative metoder for vurdering av geologisk og økonomisk risiko og bedre verdiberegningsmetoder.

Moderne gruvedrift er avhengig av effektive prosesser for å få god lønnsomhet. Et viktig område er prøvetaking og analyser under drift. Normalt samles forekomstdata inn gjennom diamantboring og / eller prøvetaking av borkaks. Metoder for sanntid kjemisk analyse av kaksprøver vil kunne føre til store besparelser under drift og en bedre ressursutnyttelse gjennom en riktigere klassifisering av salvene.

Gruvedrift handler også mye om å bringe inn riktig innsatsmiddel til riktig sted til riktig tid. Et slikt innsatsmiddel er ren luft, dvs. ren luft må inn og forurenset luft må ut. Dette forutsetter utvikling av avanserte metoder og system for modellering og dimensjonering av ventilasjonsopplegg og simulering av luftstrømmer.

Effektivitet og bærekraftighet vil kjennetegne framtidens mineralnæring. Dette impliserer mer intelligent drift, optimal utnyttelse av forekomstene og bedre forutsigbarhet av bergtekniske parametre. Det må fokuseres på utvikling av nye og mer effektive og miljøvennlige brytningsmetoder både i gruver og dagbrudd, og som spesielt er tilpasset drift på dyptliggende forekomster. Skal man opprettholde en høy effektivitet og produksjon i en gruve er det avgjørende at man har høy tilgjengelighet på gruveutstyr. Det vil derfor være viktig å utvikle utstyr og vedlikeholdsrutiner som sikrer høy tilgjengelighet.

For å utnytte forekomster optimalt er det nødvendig med større bergrom, dristigere utforming, slankere pilarer, bedre dokumentasjon, andre sikringsmidler, og bedre kontroll for å nevne noe. I ei gruve må man se på den overordnede stabiliteten for å utnytte kapasiteten i bergmassen optimalt og kunne ta ut mest mulig verdi. Dette krever blant annet ny kunnskap innen deformasjonsovervåking, sikringsmetoder og håndtering av vann.

Det blir i dag laget geologiske modeller i 3D (f.eks. i Leapfrog, Microstation, Datamine eller Gems), men det er en utfordring å lage en modell som viser den reelle variasjonen i parametre som påvirker stabiliteten. Når man skal lage numeriske modeller av en gruve er kanskje den viktigste suksessfaktoren å ha gode geologiske modeller som beskriver bergmassen i det aktuelle området samt metoder som kvantifiserer sammenhengen mellom geologi og bergmekaniske parametre.

Resultater fra spenningsmålinger er en viktig inngangsparameter i numerisk modellering. Nye og forbedrete metoder for innsamling av både 2D og 3D spenningsdata, nye testprosedyrer, nye tolkningsmetoder samt bedre rutiner for avstemming av måleresultater med observasjoner i felt er derfor avgjørende.

Viktige forskningsområder er:

- Metoder for bedre teknisk, geologisk og økonomisk presisjon i forekomstvurderinger
- Effektive prosesser under drift
- Effektive brytningsmetoder som utnytter potensialet i forekomsten og samtidig ivaretar sikkerheten
- Automatisert eller fjernstyrt og kontinuerlig gruvedrift
- Sikring og dimensjonering av bergrom og dagbrudd
- Numeriske modeller for stabilitetsanalyser av gruver
- Etter- og sambruk av bergrom og dagbrudd som en integrert del av driftsplan.

5.3 Oppredning og materialkarakterisering

Oppredningsprosessen legger de tekniske premissene for videre utnyttelse og foredling av mineralske råstoffer og er helt avgjørende for et mineralprosjekts økonomiske og miljømessige bærekraft. Mineralnæringen står her ovenfor flere store utfordringer. Det vil bli et stadig økende behov for å kunne utnytte fattigere, mer finkornige og komplekse malmer og råstoffer. Dette vil kunne kreve helt nye prosessløsninger. Samtidig blir det stadig vanskeligere å få aksept for utslipp av kjemikalier og finkornig oppredningsavgang. For å være konkurransedyktig i et land med høyt kostnadsnivå kreves dessuten kontinuerlig fokus på bedre energieffektivitet og høyere utvinningsgrad.

Oppredningsprosessen består av to hovedtrinn; fragmentering (knusing og maling) for å frigjøre de enkelte mineralkornene i råstoffet, etterfulgt av fysisk separering for å konsentrere de verdifulle bestanddelene i salgbare produkter. Frimaling av finkornige malmer og mineralråstoffer er energikrevende, men ettersom fysisk separasjon krever langt mindre energi sammenlignet med kjemiske og metallurgiske prosesser, vil selv små forbedringer i oppredningsprosessen kunne gi store energigevinster. Oppredning som prosess gir også opphav til store mengder finkornig separasjonsavgang og de utfordringer dette medfører.

De konvensjonelle knuse- og malekretsene som benyttes av mineralindustrien er lite energieffektive da opp mot 97-98 % av energien som tilføres systemet går tapt som varme og støy uten å resultere i nyttig arbeid. Disse prosessene er samtidig svært energikrevende og en relativ beskjeden forbedring av virkningsgraden vil kunne ha stor praktisk og økonomisk betydning. Videreutvikling av høytrykks valsemøller, store røreverksmøller og elektrisk fragmentering representerer lovende alternativ til konvensjonelle løsninger. Sistnevnte teknologi vil kunne representere et paradigmeskifte innen knuseteknologi. Innen separasjon utgjør finstoff en stor utfordring da anvendelsesområdet til de fleste separasjonsmetoder har en nedre partikkelstørrelsesgrense for god skilleskarphet og effektiv separasjon. Flotasjon er en svært anvendelig separasjonsmetode som kan benyttes for fint materiale, men også her avtar effektiviteten raskt i det svært fine kornstørrelsesområde. Separering ved flotasjon innebærer dessuten bruk av kjemikalier som i varierende grad kan ha en negativ effekt på miljøet.

Karakterisering av råstoffers og mellomprodukters mineralogi, mineralkjemi, tekstur og andre bruksrelaterte egenskaper er en forutsetning for optimal og bærekraftig produksjon. Tilsvarende er det helt avgjørende å kunne karakterisere konsentrater, ferdigprodukter og avgangsprodukter for å oppnå effektiv kvalitetskontroll sett i forhold til stadig strengere krav fra både kunder og kontrollmyndigheter. Prosessmineralogi innebærer en systematisk undersøkelse av råstoff, mellomprodukter og ferdige materialer for å kartlegge og kvantifisere kritiske egenskaper som er avgjørende i produksjonsprosessen. Resultatene settes i relasjon til produksjonsteknologi og produktkvalitet. De senere årene har det funnet sted en revolusjon i utstyr og metodikk for kvantitative partikkelanalyser som gir resultater basert på et statistisk grunnlag som tidligere var helt uoppnåelig. Metodene krever imidlertid høy brukerkompetanse og en avansert instrumentpark, og vil ikke umiddelbart være innen rekkevidde for enkeltbedrifter. Det er således viktig å bygge opp nasjonale ressurser ved universiteter og forskningsinstitusjoner.

Viktige forskningsområder er:

- Energieffektive løsninger for knusing og nedmaling for bedre produktkvalitet, frimaling og en lavere andel problematisk finstoff.
- Nye løsninger for separasjon av finstoff for å oppnå bedre utvinning og renere avgangsprodukter.
- Effektive flotasjonsløsninger basert på redusert kjemikalieforbruk og mer miljøvennlige flotasjonskjemikalier.
- Nye separasjonsprinsipper og ny separasjonsteknologi.
- Postmodifisering av mineralkonsentrater.
- Nye løsninger for automatiske kvantitative partikkelanalyser (partikkelteksturanalyser) og kvantitativ modellering av mineralers opptreden.
- Implementering av ny analyseteknologi for prosessmineralogiske analyse.

5.4 Videreforedling og metallurgiske prosesser

Verdiskapningen i metallurgisk industri er en betydelig del av norsk økonomi, og prosessmetallurgisk industri er en viktig del av mineralverdikjeden. Det meste av mineraler som videreforedles metallurgisk er imidlertid importert. For å øke verdiskapningen av norske mineralressurser, er det derfor viktig å øke andelen av metallurgisk videreforedling av norske mineralressurser.

Utviklingen i metallurgisk industri de siste årene karakteriseres av stigende energi- og råvarepriser, dårligere tilgjengelighet på råvarer av høy kvalitet, samt stadig strengere krav til sluttproduktenes sammensetning og kvalitet. Prisene på olje og kull har økt, og et mer integrert europeisk strømmarked har gitt høyere strømpriser. Malm med høy metallkonsentrasjon og gode kullkvaliteter (f.eks. lav aske og fosfor) blir stadig mer sjeldent. Samtidig stilles det strengere miljøkrav til prosessene, både utslipp til vann og luft og til restprodukter – som i fremtidens samfunn må anses som sekundære råvarer. Denne utviklingen stiller også høyere krav til oppfølging av prosessene både ved kontinuerlige målinger og ved bruk av avanserte (modellbaserte) prosessstyringsstrategier.

Prosessmetallurgi kan deles i tre områder: 1) mineralhåndtering (f.eks. tørking og agglomerering), 2) metallproduksjon (f.eks. karbotermisk produksjon av silisium metall fra kvarts og karbon) og 3) metallraffinering (f.eks. slagg prosesser). Det kreves høy kompetanse for å utvikle, drive lønnsom og miljøriktig prosessmetallurgisk industri i Norge.

Metallurgisk forskning krever dessuten kostbare laboratorier. Geografisk konsentrasjon og tett samarbeid mellom industri og academia har vært avgjørende, og er fortsatt viktig for å opprettholde et verdensledende FoU-miljø innenfor prosessmetallurgi.

Hydrometallurgi er læren om utvinning av metaller ved utluting (laking) av råstoff, konsentrat eller mellomprodukt med kjemikalier løst i vann, etterfulgt av en utfelling, f.eks. ved pH-justering eller elektrolyse i vandig løsning. Eks. på hydrometallurgi i norsk industri har man ved fremstilling av nikkel og sink. Biohydrometallurgi er prosesser mikrobiologi og bioteknologi utnyttes til mineralbehandling. Fordelen med dette er at de store mengder avfall forbundet med tradisjonelle teknikker unngås. Mikroorganismer blir brukt in situ til utlaking fra malm og avgangsmasser ved selektiv oksidasjon og frigjørelse av metaller fra sulfider. Biohydrometallurgi er ofte egnet for lavkost behandling av malm der konsentrasjonen er for lav for bruk av konvensjonell hydrometallurgi.

Viktige forskningsområder er:

- Bruk av nye norske kvarts-råvarer til solcellesilisium produksjon.
- Simulering, design og optimalisering av biohydrometallurgiske prosesser.
- Økt anvendelse av biohydrometallurgiske prosesser for fremstilling av metalliske konsentrater.
- Tilpasning av dagens metallurgiske prosesser slik at de kan opereres med malm og reduksjonsmaterialer (f.eks. kull) av lavere kvalitet og for økt bruk av naturgass i pyro-metallurgiske reduksjonsprosesser.
- Utvikling av nye metallurgiske prosesser for å ta i bruk nye malmtyper: det finnes, for eksempel, base-metall forekomster i Grongfeltet og andre gamle sulfid provinser eller titan-metall fra norsk ilmenitt med breakthrough-prosesser for produksjon av Titan.

- Utvikling av spesialtilpassede pellets/briketter for optimale nedstrømsprosesser (f.eks. inngående pellets bestående av en blanding av jernmalm, kvarts og karbon/kull til produksjon av ferrosilisium)
- Utvikling av prosesser som tar i bruk avgangsmaterialer (f.eks. metallurgisk slagg).
- Utvikling av metallurgiske prosesser til å videreforedle norske REE malmer.

5.5 Nye produkter for byggenæringen

En stor del av mineralnæringens verdiskapning ligger igjen i bygninger, veger og andre konstruksjoner. På dette området er det et stort potensiale for anvendt forskning, som kan øke lønnsomhet og bærekraft i næringen, samt spare samfunnet for store kostnader. Konkurransedyktig og bærekraftig byggsektor er visjonen til The European Construction Technology Platform [19]. Byggeråstoffer (pukk, sand og grus) og naturstein går direkte fra tidlig i mineralnæringens verdikjede til toppen av den, der de anvendes i konstruksjoner som skal møte økende krav til bærekraftighet, funksjonalitet, helse og sikkerhet. God anvendelse av byggeråstoffer og naturstein vil være et vesentlig bidrag til en slik utvikling.

Ett viktig område er å øke kvaliteten på konstruksjoner gjennom råvarekvalitet. Det er i første rekke til betong- og vegformål at behovet for kvalitetsmateriale er kritisk. Forfallet på det norske vegnettet er betydelig og det er av stor samfunnsøkonomisk betydning at man bruker rett kvalitet til rett formål. Kunnskap om nedbryningsprosesser i vegoverbygningen der byggeråstoffet kan ha innvirkning er mangelfull, og det må vurderes om de prøvingsmetoder som benyttes i dag gir et godt bilde av funksjonsegenskapene til materialet. Samtidig er forekomstene av kvalitetsmaterialer geografisk sterkt forfordelt, noe som gjerne resulterer i betydelige transportavstander. Utvikling av økonomisk optimale (godt-nok)-løsninger og innfasing av slike i standardverket vil kunne ha stor samfunnsmessig betydning. Tilslagsmaterialer for betongformål har hos oss tradisjonelt vært basert på sand/grus fra forekomster avsatt i forbindelse med avsmeltingen etter siste istid. I land lenger sør i Europa har man tilsvarende benyttet elvesand. Ettersom sand-/grusforekomster nå tømmes – i sær nær de større befolkningssentrene hvor behovet er størst, og det også her gjør seg gjeldende arealbrukskonflikter og nedbygging, øker behovet for å utvikle alternative teknologier basert på først og fremst knust fjell. Dette byr på forskningsmessige utfordringer når både kvalitetsegenskaper og produksjonsøkonomi skal ivaretas, men åpner også nye teknologiske muligheter gjennom utnyttelse av bergartenes egenskaper. Her ligger også mulighetene for utvikling av lokale konsepter som kan redusere behovet for langtransport. Ett slikt konsept er underjordsdrift mtp byggeråstoffer, i kombinasjon med annen etterbruk av undergrunnen. For alle anvendelser av byggeråstoffer og naturstein er det utfordringer i å finne prøvingsmetoder som gir et realistisk bilde av funksjons- og bestandighetsegenskaper, samt å utvikle konsepter som gir teknisk/økonomisk optimal utnyttelse av disse egenskapene og av de tilgjengelige ressurser. Forbedring av metoder impliserer også kunnskapsoppbygging innen materialkarakterisering, i særlig grad egenskaper knyttet til strukturer og teksturer i mineraler og bergarter, -modellering og -evaluering for å sikre funksjonsmessig korrekt valg av material og bruk i et livssyklusperspektiv.

Et annet viktig tema for tilslag og naturstein er å kunne tilby, og å dokumentere, miljøriktige bergarter (innhold av kvarts, asbest tungmetaller, emisjon av radon o.l.). Det er per i dag ingen kontroll eller aktiv regulering av radioaktivt innhold i tilslagsmaterialer eller naturstein. Med

innføringen av regulering av radon i forbindelse med ny teknisk forskrift [20], med maksimum grenseverdi for radonnivå i bygg, er det viktig også å regulere og kontrollere radium i denne type byggematerialer, samt utvikle kunnskap som kan bygge opp om et godt regelverk og grenseverdier for ulike bruksområder.

Byggenæringen er den sektor der mulighetene for å skape nye verdikjeder fra restprodukter fra mineralutvinning er størst. For å etablere en langsiktig og miljømessig forsvarlig produksjon må det settes fokus på utnyttelse av avgangsmaterialene som i 2010 utgjorde ca. 10 mill tonn. Denne ubrukte ressursen åpner muligheter for utvikling av nye byggvareprodukter (murstein, fiberisolasjon, glass, fliser etc.) og som tilslag og fyllmasser. Produktutvikling og brukstilpasninger må gis spesiell vekt innenfor den del av mineralbransjen som produserer og foredler industrimineraler, naturstein og byggeråstoffer. Det ligger et meget stort potensial ved samarbeid på tvers av mineralnæringens verdikjeder og gjennom tverrfaglig forskningsinnsats for utnyttelse av ressurser og råstoffer til nye produkter og anvendelser som både tilfredsstiller bærekraftig utvikling og økonomisk vekst.

Viktige forskningsområder er:

- Nye og forbedrete prøvingsmetoder for byggeråstoffer og naturstein
- Bedre materialkarakterisering for forståelse av funksjonsegenskaper
- Kvalitet og funksjon i et livssyklusperspektiv
- Nye konsepter og teknologier for å kunne utnytte alternative tilslagsressurser
- Metoder for miljøkarakterisering og sertifisering av byggeråstoffer og naturstein
- Resirkulering og anvendelse av restprodukter fra mineralnæringen i konstruksjon

5.6 Anvendelse av avgangsmaterialer, gjenvinning og resirkulering

Økende ressursknapphet, stigende energipriser og strengere miljøkrav er faktorer som bidrar til å skape et stadig voksende potensial for økt utnyttelse av mineralressurser gjennom gjenvinning og resirkulering. På begynnelsen av 1990-tallet kom fokus på kretsløpstankegang for alvor inn i mineralbaserte næringer, men lave råvarepriser begrenset ofte mulighetene for å øke utnyttelsesgraden ved resirkulering eller oppgradering av avfallsprodukter. I dag er situasjonen en helt annen. For å dekke etterspørselen etter enkelte råstoffer er ikke resirkulering bare en mulighet, men også en ren nødvendighet. Mineralressurser 'på avveie' representerer ikke bare et potensielt økonomisk tap, men også en belastning på miljøet. Gevinsten kan bli svært stor der problematisk avfall kan gjøres om til anvendbare produkter. Økt forskningsinnsats på dette feltet har derfor både økonomisk, strategisk og miljømessig betydning.

Gjenvinning og resirkulering av mineralressurser kan og bør implementeres på mange nivå langs verdikjeden, fra utnyttelse av avfallsprodukter fra gruve eller oppredningsverk, via slagg og restprodukter fra metallurgisk industri til gjenvinning av verdifulle komponenter i forbruksavfall. Dette krever stor spennvidde i teknologi og kompetanse. Teknologien som benyttes ved resirkulering av forbruksavfall og industriavfall er i stor grad basert på teknologi utviklet for oppredning og prosessering av primære råstoffer. Her ligger det et betydelig potensial for ytterligere teknologioverføring.

Tidlig i verdikjeden skapes store mengder restmasser og avfall i form av brutt sideberg og finkornig separasjonsavgang. Sistnevne materiale representerer en stor miljøutfordring, og industrien er pålagt

å arbeide aktivt med avfallsminimering og alternativ bruk av restmaterialer og avgang. Dette har vist seg å være svært utfordrende. Arbeidet tar ofte utgangspunkt i avgangens egenskaper end-of-pipe og låses ofte av disse. Det er behov for å utvikle og benytte mer prosessbaserte og fleksible angrepsvinkler som gir økt kunnskap om samspillet råstoff, prosess, produkt og avfall, da disse vil kunne avsløre skjulte muligheter i mellomprodukter og fraksjonerte materialer. Samme strategi vil gjøre det mulig å minimalisere de negative miljøeffektene av avgang som må deponeres ved at kritiske eller problematiske komponenter fjernes og resirkuleres, modifiseres eller deponeres separat (dvs. avgangsforbedring eller avgangsmodifisering).

Innen metallurgisk industri er resirkulering direkte knyttet til energi. Samtidig gir økt resirkulering utfordringer med hensyn til kvaliteten på gjenvunnet metall. Her ligger det en forskningsutfordring med hensyn til fastsettelse av kritiske krav til råstoff og optimalisering av produktkvalitet. Fysisk forseparering kan også gi stor gevinst, som for eksempel ved gjenvinning av silisium fra solcelleproduksjon. Det er behov for utvikling av integrerte kretsløp ved at systemgrensene for optimalisering utvides. Dette krever økt kunnskap.

Gjenvinning av metaller i forbruksavfall, såkalt Urban Mining, er en raskt voksende virksomhet, selv om dagens situasjon for enkelte metaller fortsatt preges av en lav utnyttingsgrad. Parallelt finner det sted utstrakt eksport av potensielt verdifullt avfall til land med mindre strenge miljøkrav. Det er et stort ikke-utnyttet potensial i dagens avfallstrømmer, kanskje spesielt knyttet til edelmetaller og sjeldne jordartsmetaller i elektronikkprodukter. Metallene i slike produkter opptrer i en form som gir store utfordringer for konvensjonell fysisk separasjonsteknologi da frigjøring av enkeltkomponentene vil kreve spesielle løsninger.

Viktige forskningsområder er:

- Ny anvendelse av sideberg, avgang, finstoff og restprodukter.
- Utvikling av prosessbaserte systemer og verktøy for avfallsminimering.
- Avgangsforbedring. Prosessering/modifisering av avgang for fjerning, modifisering eller resirkulering av problemkomponenter før deponering.
- Resirkulering av byggeråstoffer. Kvalitetskrav til resirkulerte masser.
- Resirkulering av slagg og avfallsmaterialer fra prosessmetallurgisk industri.
- Raffinering av resirkulerte metaller. Teknologi og kretsløpsoptimalisering.
- Nye løsninger for Urban Mining. Spesiell fokus på sjeldne jordarter.

5.7 Miljø og HMS

For å kunne realisere den ønskede verdiskapningen fra mineralressursene våre så må miljøutfordringene løses langs hele verdikjeden for alle kjerneområdene, (jfr fig. 5.1).

Norge har hatt mineralbasert industri siden 1620 og bergdrift siden steinalderen. Først etter at forurensingsloven ble gjeldende i 1981, ble det større fokus på miljøutfordringene til virksomhetene. Etter ca 1981 har det ikke vært aktive kisgruver som kan gi problemer med sur avrenning og høyt tungmetallinnhold i utslippsvann. Derimot har det vært større drift på naturstein, byggeråstoffer, industrimineraler og jernmalm. Tidligere har Norge produsert spesielt mye kobber, men også bly, molybden, nikkel, sølv og sink [3], og nedlagte gruver i Norge har omfattende sur avrenning. Bergverksdrift innebærer i dag store avfallsmengder og 2-5 millioner tonn årlig avgang er ikke uvanlig i norske gruver. I utlandet har en størrelsesorden mer avgang blitt produsert. Reaktive mineraler og

tilsatte prosesskjemikalier i avfallet gir ytterligere bekymring i samfunnet, mens gehalten av bekymringene er under debatt.

Det er et stort press på mineralressurser internasjonalt [3]. I Norge har antall letetillatelser (*mutinger*) etter mutbare mineraler blitt mangedoblet de siste årene. EUs råvareinitiativ gir også økt press på medlemslandene og assosierte stater for å øke de 3 % av verdens mineralressurser som vi produserer i dag opp mot de 20 % EU faktisk bruker. Vi mangler erfaringsgrunnlag for nye kjerneområder som sjeldne jordarter, in-situ utlekking av metaller, radioaktive mineraler og drift på undersjøiske forekomster på kontinentalsokkelen og i dyphavene, og det vil komme krav om miljøvennlige prosesser i hele verdikjeden.

Mineralavfallsdirektivet [21] og avfallsforskriften [22] setter krav til avfallsminimering og Klima- og forurensingsdirektoratet (Klif) setter krav til substitusjon med mer miljøvennlige kjemikalier i sine tillatelser til forurensende virksomhet. Vannforskriften setter grenser for forurensing av naturlige vannforekomster og naturmangfoldsloven [23] gir føringer på hva som kan aksepteres av skade på naturen. Oljeindustrien klarte Klif's krav for substitusjon av svarte og røde kjemikalier til de mer miljøvennlige gule og grønne kjemikaliene, og det er mulig å dra nytte av kunnskapsoverføring mellom bransjene.

Sjødeponering av avgang fra gruvevirksomhet er den problemstilling som i dag har størst oppmerksomhet, og det trengs en kraftig opprusting av kunnskap om effekter av deponering av grove og finpartikulære restmasser i sjø:

- *fysisk forståelse* (prosesser knyttet hydrografi og strømforhold, vannutskiftning, flokkulering, sedimentasjon, spredning og transport av finstoff, deponiutforming og undersjøiske ras, erosjonskontroll, etc.).
- *kjemisk/geokjemisk forståelse* (prosesser knyttet til forvitring av mineraler, mobilisering av metaller, redoxforhold i avgangsdeponier etc.).
- *biologisk/økologisk forståelse* (effekter av nedslamming på hardbunn og bløtbunn, økotokseffekter av kjemikalier, økosystemfunksjon, effekter på biologisk mangfold (bentisk/pelagisk), rehabilitering av økosystem, effekter på fisk og skalldyr).

Typiske tilnærminger vil være feltstudier og eksperimentelt arbeid, og modellering. Vedrørende modellering så kan det i denne forbindelse være hensiktsmessig å ta utgangspunkt i kompetanse og modeller utviklet for petroleumsindustrien. Modeller utviklet for effektstudier av borkaks og utslipp antas å være overførbare og egnet til videreutvikling/tilpassing for studier av sjødeponi relatert til gruvevirksomhet.

HMS er grunnlaget for god ressursbruk og godt omdømme, og innovative HMS-teknikker bør brukes i mineralnæringen. Tverrfaglighet for disse prosessene er viktig, spesielt for kjemikalier, der nye prosesskjemikalier ikke bare bør være mer miljøvennlige men også mer brukervennlig i forhold til de som skal håndtere dem. Helseeffekter av mineralenes naturlige egenskaper er også essensielt for dem som håndterer dem (støv) eller bryter stein i reaktive gruverom (f.eks. radioaktivitet).

For å kunne svare på de spørsmål som stilles i forbindelse med potensiell og eksisterende gruve drift fra organisasjoner, befolkningen, myndigheter og bedriftene selv er det flere forskningstiltak som bør iverksettes.

Viktige forskningsområder er:

- Innovativ miljøhåndtering av nye ressurstyper
- Innovativ substitusjon av kjemikalier i mineralnæringen
- Mer miljøvennlig utvinning av mineraler og malm i gruvene, prosesser under drift og håndtering av avrenningsvann
- Innovative og mer miljøvennlige teknikker for bærekraftig avgangsdeponering i landdeponier med avrenningskontroll. Sedimentkontroll, vanngjennvinning, vannsirkulasjon, deponiutforming under drift og stabilisering over tid
- Innovativ sjødeponering. Modellering av sjødeponier (nær-sone og fjernsone-modeller), med prosesser knyttet til hydrografi, partikkelkontroll, deponiutforming og stabilitet i sjødeponier
- Kjemiske og geokjemiske reaksjoner i avgangsdeponier på land og i sjø, rehabilitering under drift og stabilisering over tid
- Biologiske og økologiske prosesser i og rundt avgangsdeponier på land og i sjø, samt aktiv og passiv rehabilitering
- Naturlige prosesser i naturen som metoder for rehabilitering av nye og eksisterende deponier og bergrom
- Innovative metoder for miljørehabilitering av kulturminner assosiert med gruvedrift
- Miljømineralogi, sammenheng mellom eksponering og helse
- Effektive HMS-verktøy og –rutiner

5.8 Mineraler og samfunn

Utviklingen av mineralnæringen viser en sektor som etter den store nedbyggingen på 1970 – og 1980-tallet, har gjennomgått betydelige strukturelle endringer innenfor sektoren. En ny vekst i mineralnæringen vil skje ut fra grunnleggende endringer i politiske og økonomiske rammebetingelser., slik denne næringen historisk er utviklet. Det er igjen snakk om konjunkturer, denne gang den enorme globale forbruksveksten uttrykt i kjøp av biler, datamaskiner og telefoner. Nå er imidlertid ikke dette forbruket lenger avgrenset til relativt få velstående grupper i Europa og USA, men til land med store befolkningskonsentrasjoner som India, Kina og Brasil. Men det er også, som tidligere, snakk om internasjonal politikk og endringer i de globale systemene. Når EU utformer sitt råvareinitiativ (European Commission 2011), er det i stor grad et svar på at nye vekstland som Kina er i ferd med å sikre sine økonomiske interesser på en måte som setter de europeiske interessene i fare. Og selv om kunnskapen om ressurser og ressursøkonomi er større en noen gang, setter den globale kampen om kapital i denne næringen rammer som tilsynelatende marginaliserer denne kunnskapens bruk i mineralnæringen. Derfor blir de samfunnsmessige ringvirkningene av nye næringsvirksomhet sentral å analysere. Samtidig er det også slik at selv om markedene for mineraler og metaller er voksende, springer denne etterspørselen ut av en gruppe som i hvert fall i vestlige land kjennetegnes som kunnskapsarbeidere som ikke vil rekrutteres til den nye industrien, og vil trolig heller ikke ha slik industri i verken nabolag eller i de områdene de bruker fritida si. I deler av Norge vil også urfolks rettigheter og interesser sette rammer for bruk av arealer til industrielle formål. Parallelt med dette er det utviklet en kunnskapsbasert miljø – og planforvaltning som setter store krav og også restriksjoner til slik næringsvirksomhet. Mens markedenes behov er store, er det altså knapphet på kapital, arbeidskraft, arealer og tillatelser.

Mineralnæringens rolle i og samspill med samfunnet er i endring. Sentralt her er hva som kjennetegner "den nye mineralnæringen" sammenlignet med den tradisjonelle som i stor grad ble lagt ned på 1970 – og 1980-tallet, og hvordan dette påvirker og samspiller med ulike aktører i "det nye samfunnet" slik det har utviklet seg i samme periode. Hvordan sikre at kompetanse, systemer og strukturer i de aktuelle kommunene kan håndtere de nye globale industrielle aktørene? Hvordan sikre lokale - og regionale ringvirkninger, og hvordan samhandler bedrifter og lokalsamfunn for at den nye aktiviteten skal fremme lokal bolyst? Hvilke forskjeller er det m.h.t. rekruttering, sosialisering, kunnskapsoverføring og politisk organisering? Hvordan kan vi se på næringen og dens geografiske fordeling og betydning i et historisk perspektiv? Hvordan sikre et uttak basert på god samhandling med eksisterende brukere av aktuelle arealer, spesielt urbefolkning og grunneiere, både enkelteiere og kollektive?

Driveren i den utviklingen vil være de nye markedene. Derfor er kunnskap om hvordan disse markedene utvikler seg, og hvilken plass i verdikjedene ny norsk aktivitet kan innta. Dette leder videre til hvordan det er mulig å etablere regimer rundt næringen som vil kunne fremme optimalisering av verdikjeder, samt institusjoner og virkemidler som fremmer innovasjon både i kjerneaktivitetene og hos leverandørene.

Styringssystemer og forvaltning er et annet viktig tema. Det er ikke sikkert at dagens systemer er i stand til å fremme en utvikling som gjenspeiler politiske strategier. Hvordan kan samfunnet fremme bærekraftig utnyttelse og bruk av mineralressurser og styringssystemer, og hvilke samfunnsmessige betingelser bør være til stede for at ressursene kan tas ut? Hvordan takler næringslivet tre forvaltningsnivå, og i noen tilfeller etnisk politiske institusjoner?

Et siste hovedtema er mineralnæringens plass i den nye klima- og miljøpolitikken. Hvordan samhandler industrielle og politiske bergverksaktører med aktører som fremmer hhv. miljø – og klimapolitiske målsetninger? Hvordan samhandler bergverksnæringen med dagens miljøforvaltning? Hvordan samhandler kommune, statens miljøorganisasjoner og bergverksbedriftene om spørsmål knyttet til miljøgifter og helse? Hvordan forholder forvaltning og næring seg til klimapolitikk og klimapolitiske diskusjoner?

Viktige forskningsområder er:

- De nye markedene og norsk mineralnæring sin posisjon
- Mineralnæringen og nye politiske styringssystemer
- Mineralnæringens territorielle dimensjoner og samfunnsrolle
- Mineralnæringen og den nye klima – og miljøpolitikken

6 Innretning, profil og avgrensing mot eksisterende programmer

6.1 Innretning og profil

MINFORSK skal legge det forskningsmessige fundamentet for å *øke verdiskapningen basert på mineralske ressurser*. For å realisere dette målet foreslås å etablere et eget program som kombinerer grunnleggende forskning (forskerprosjekt), kompetansebyggende prosjekt og næringsrettede innovasjonsprosjekter. Programmet skal også danne basis for initiering av aktuelle

forskningsinfrastruktur-søknader (laboratorier). Som en del av programmet bør det også vurderes å implementere DEMO-prosjekter, etter modell fra DEMO 2000 (se kap. 6.2).

MINFORSK skal omfatte grunnleggende og anvendt forskning, og stimulere til innovasjon, kommersialisering og verdiskapning gjennom industriell foredling

Grunnleggende forskning - forskerprosjekter

Et viktig tiltak i MINFORSK vil være en betydelig styrking av grunnleggende forskning innenfor utvalgte fagområder. Grunnleggende forskning har helt spesielle forutsetninger for å initiere radikalt nye idéer og konsepter. MINFORSK vil gi industri og forskningsmiljøer tilgang til personer med kompetanse på høyt, internasjonalt nivå innenfor de prioriterte områdene. Sentralt i en satsing på høyere utdanning og grunnleggende forskning er utdanning av PhD'er.

Kompetanseprosjekter for næringslivet

Et annet viktig tiltak i MINFORSK er forskningsprosjekter hvor industrien bidrar aktivt til kompetansebygging innenfor strategisk viktige områder. Disse prosjektene vil normalt gjennomføres av et konsortium av flere industrielle aktører og forskningsmiljøer. Dette fremmer samarbeidet innen forskningssystemet gjennom å styrke kommunikasjonskanalene mellom industri og forskningsinstitusjoner. Implementeringen av tiltaket skjer gjennom virkemiddelet kompetanseprosjekter for næringslivet. Slike prosjekter vil ha et betydelig innslag av forskerutdanning (PhD utdanning) som en integrert del av aktiviteten. Dette supplerer doktorgradsutdanningen knyttet opp mot den grunnleggende forskningen og øker tilgangen til høyt kvalifisert personell til forskning og industri innen prioriterte områder.

Næringsrettede innovasjonsprosjekter

Det tredje tiltaket i MINFORSK er industrielt rettet. Virkemiddelet for å implementere dette er Innovasjonsprosjekt i næringslivet (IP). Disse prosjektene har en anvendt profil og det vil være en industriell aktør som er ansvarlig for gjennomføringen. I slike prosjekter stilles det krav til minst 50 % bidrag fra industrien. Dette tiltaket bidrar til at de gode ideene blir foredlet og videreutviklet i retning av kommersiell utnyttelse. Industrien ser ideene og mulighetene skapt gjennom kompetansebyggende aktivitetene etter hvert. Det er derfor naturlig at de industrielt rettede tiltakene får en større tyngde underveis i programmet.

Det anbefales en profil med hovedvekt på kompetansebyggende tiltak i den første fasen av programmet, med en opptrapping av industriell medvirkning gjennom et økende innslag av IP senere i programmet. Den andelsmessige fordelingen og virkemiddelbruk vil være et viktig anliggende for et fremtidig programstyre for MINFORSK.

6.2 Eksisterende programaktivitet som grenser til MINFORSK

I avsnittene som følger er det gitt en kortfattet beskrivelse av andre forskningsprogrammer i regi av Forskningsrådet som har grenseflate mot MINFORSK. Eksempler på samarbeidsmuligheter på tvers av programmer er trukket frem der de er identifisert. Generelt gir den foreslåtte innretningen av MINFORSK naturlige og tydelige grenseflater mot de relevante programmene.

Selv om det er naturlige grenseflater mot eksisterende programmer, er det likevel en klar oppfatning av at et signifikant løft for mineralnæringen krever et fokus på sektoren gjennom etablering av et selvstendig program. Betydelige synergier forventes oppnådd ved en prosjektportefølje-forvaltning hvor bransjens helhetsperspektiv ligger innenfor et og samme forskningsprogram. Det er videre en rekke fundamentale problemstillinger som krever forutsigbarhet i programstrukturen over lang tid, for å kunne løses på en tilfredsstillende måte.

BIA

BIA er en åpen konkurransearena. Det vil si prosjekter fra ulike områder konkurrerer om å få støtte på grunnlag av forskningskvalitet, innovasjonsgrad og verdiskapningspotensial. Prosjektene er initiert av næringslivet, og drivkraften ligger i bedriftenes egne strategier og behov. BIA skiller seg på denne måten fra Forskningsrådets øvrige programmer som retter seg mot spesifikke bransjer eller fag. Etter at materialforskningsprogrammene ble avviklet (Expomat i 1995, Prosmat i 2001) så har BIA blitt det sentrale programmet for vare- og material-produksjon, herunder metallurgisk prosessindustri.

Grensesnitt mot MINFORSK (eksempler)

- Metallurgiske prosesser med ulike mineralske råstoffer som innsatsfaktor
- Materialutvikling/materialanvendelse knyttet til utstyr i gruvedrift

MILJØ 2015

MILJØ 2015 - eller Norsk miljøforskning mot 2015 - er et bredt, tverrfaglig forskningsprogram som skal gi kunnskap om sentrale miljøspørsmål og danne grunnlag for framtidig politikkutforming.

Miljø 2015 skal utvikle ny forskningsbasert kunnskap som fremmer bærekraftig bruk og forvaltning av natur- og kulturmiljøet. Forskningen skal gi økt kunnskap om ulike faktorerers påvirkning på miljøet og grunnlag for mer presist å forstå tålegrensene for bruk av miljøressurser, hvordan andre hensyn kan balanseres med dette og hvordan politikk og virkemidler kan utformes og gjennomføres for å gi varige løsninger på miljøspørsmål. Miljø 2015 er inndelt i fire tema-områder pluss et område for tverrfaglige forskningsspørsmål:

- Temaområde SAMFUNN: *Samfunnsmessige rammebetingelser og styringsmuligheter*
- Temaområde LAND: *Landskap, terrestriske økosystemer, biomangfold, og kulturmiljø*
- Temaområde VANN: *Ferskvannsekologi, villaks og limnisk biomangfold*
- Temaområde FORURENS: *Forurensninger og kretsløp*
- Overgripende og tverrfaglige forskningsspørsmål, TVERS: *Systemøkologi og økosystemdynamikk, Forvaltning på tvers av sektorer og natursystemer, Metoder for miljøovervåking og indikatorutvikling*

Grensesnitt mot MINFORSK (eksempler)

- spredning, eksponering og virkninger av forurensinger

NANOMAT

NANOMAT skal bidra til at Norge fremstår som en ledende forskningsnasjon på utvalgte områder innenfor nanovitenskap, nanoteknologi og nye materialer. Programmet skal gi grunnlag for et nytt

kunnskapsbasert og forskningsintensivt næringsliv og bærekraftig fornyelse av norsk industri, og dekker følgende fagområder:

- Bionanovitenskap og bionanoteknologi
- Etiske, juridiske og samfunnsmessige aspekter inklusive helse, miljø, sikkerhet, risiko
- Fundamentale fysiske og kjemiske fenomener og prosesser på nanometernivå
- Grenseflate- og overflatevitenskap og katalyse
- Komponenter, systemer og komplekse prosesser som utnytter nanoVT
- Nye, funksjonelle og nanostrukturerte materialer

NANOMAT har pt. følgende tematiske satsingsområder:

- Energi og miljø: Gasskonvertering, CO₂-fangst, petroleumsutvinning, solceller, hydrogen-teknologi, batterier og energihøstere, energieffektivisering, biodrivstoff
- IKT inklusive mikrosystemer: Nanomaterialer og nanokomponenter for elektronikk, datalagring, optikk, sensorer, aktuatorer og radiofrekvenskomponenter; integrasjon av nanomaterialer i sensorer og aktuatorer; nanostrukturering; nanofluidikk
- Helse og bioteknologi: Biokompatible materialer, sensorer og diagnostikk, medisiner
- Hav og mat: Sporing av mat, smart emballasje, matovervåking, overflatebehandling som skal hindre alge- og bakterievekst

Grensesnitt mot MINFORSK (eksempler)

- Materialkarakterisering
- Prosesser og egenskaper (fysikalske-, mekaniske-, overflate-egenskaper, etc)
- Nye anvendelsesområder

GASSMAKS

GASSMAKS programmets målsetning er økt verdiskaping i naturgasskjeden. Styrket kunnskapsutvikling, næringsutvikling og internasjonal konkurransekraft skal bidra til økt verdiskaping for samfunnet gjennom industriell foredling av naturgass.

Prioriterte tema i GASSMAKS er konvertering og bruk av naturgass til plastråstoff, plast, syntesegass, syntetiske drivstoff, energiprosesser, karbonmaterialer, metallurgiske prosesser og næringsstoff som proteiner og fett.

Grensesnitt mot MINFORSK (eksempler)

- Bruk av naturgass i mineralforedlingsprosesser (f.eks ved reduksjon av metall-oksider til metall)

PETROMAKS

Gjennom styrket kunnskapsutvikling, næringsutvikling og internasjonal konkurransekraft, skal PETROMAKS bidra til at petroleumsressursene skaper økt verdi for samfunnet. PETROMAKS er en av hovedaktørene i implementeringen av petroleumsnærings teknologistrategi «Olje og gass i det 21. århundre» (OG21).

Programmet tematiske områder for forskning og innovasjon er harmonisert med OG21s tematiske teknologiområder:

- Miljøteknologi for framtiden

- Leting og reservoarkarakterisering
- Stimulert utvinning
- Kostnadseffektiv boring og intervensjon
- Integreerte operasjoner og sanntids reservoarstyring
- Undervannsprosessering og –transport
- Dypt vann, undervann og arktisk produksjon
- Gassteknologi
- Helse, arbeidsmiljø og sikkerhet

PETROMAKS dekker både grunnforskning, anvendt forskning og teknologisk utvikling. Målgrupper er universitetene, høyskolene, instituttene og næringslivet.

Grensesnitt mot MINFORSK (eksempler)

- Geologi
- Letemetoder
- Fjerndrift
- Miljøteknologi

HAVKYST

For styrke Norges internasjonale posisjon innen marin forskning er det viktig å satse på langsiktig og bred kompetanseoppbygging. Forskningsprogrammet Havet og kysten (HAVKYST) skal fremskaffe grunnleggende kunnskap for en fremtidig økosystemrettet og føre-var-basert forvaltning av de marine økosystemene.

Grensesnitt mot MINFORSK (eksempler)

- Øke kunnskapen om langtidsvirkninger av utslipp til sjø
- Framskaffe kunnskap og verktøy som bidrar til en helhetlig og økosystembasert forvaltning av havet og kysten, og til konfliktløsning mellom samfunnsinteresser og nasjoner

DEMO 2000

Gjennom demonstrasjoner (pilotprosjekter) skal ny, kostnadseffektiv teknologi kvalifiseres for bruk og dermed skape nye utbyggingsprosjekter, nye produkter og nye arbeidsplasser. Pilotprosjektene vil innebære et tett samarbeid mellom leverandørbedrifter, forskningsinstitusjoner og oljeselskaper som i seg selv vil utvikle et fremtidsrettet, markedsorientert kompetansenettverk. Dette står sentralt i en situasjon da norsk petroleumskompetanse, som er bygget opp over en periode på 30 år, i større og større grad må konkurrere i et globalt marked.

Demo 2000 vil fremskynde kvalifisering av nøkkelteknologi som kan utløse nødvendig innovasjon og omstilling i næringen mot fremtidige arbeidsplasser og produkter.

Relevans for MINFORSK:

Tilpasse en slik modell for den norske mineralnæringen

Relevante SFI (Senter for Forskningsdrevet Innovasjon)/SFF (Senter for Fremragende Forskning/CoE (Center of National Expertise)

SFI Coin (Concrete Innovation Centre) – Vertsinstitusjon SINTEF Byggforsk. Se hjemmeside:

<http://www.coinweb.no>

COIN har en visjon om å skape attraktive betongbygg og -konstruksjoner. Hovedmålet er å bringe utviklingen et stort skritt framover ved å utvikle avanserte materialer, effektive konstruksjonsteknikker og nye designkonsepter kombinert med mer miljøvennlig materialproduksjon.

SFF GeoBio (Senter for Geobiologi) – Vertsinstitusjon UiB. Se hjemmeside:

<http://www.uib.no/geobio>

The Centre for Geobiology (CGB) will be involved in research and researcher training generating new, fundamental knowledge about the interactions between the geo- and bio-sphere. CGB's primary research focus will be extreme environments such as those found in the deep seafloor, within the deep biosphere and evidence of this life found as biosignatures in remnants of ancient crust. New methodologies will be developed that may be used to search for signs of early life on Earth and life on other planets.

CoE PGP (Physics of Geological Processes) – Vertsinstitusjon UiO. Se hjemmeside:

http://varme.uio.no/pgp/index.php?option=com_content&task=view&id=14&Itemid=243

Mission: Obtain a fundamental and quantitative understanding of the complex patterns and processes of the Earth.

Main challenge: Establish an adequate conceptual framework to deal with the Earth's complex materials and processes.

Strategy: Establish a new cross-disciplinary science centre at the interface between physics and geology where geological processes are approached by integrated field-, experimental-, theoretical-, and computer modeling studies

7 Finansiering

Vurderinger av det finansielle behov er her basert på et estimat av prosjektporteføljen for et forskningsprogram som skissert ovenfor. Det er gjort en vurdering av grunnlaget for støtteverdige prosjektsøknader innenfor hvert av hovedtemaene beskrevet i kapittel 5. Det understrekes at denne type vurderinger delvis er basert på skjønn og følgelig inneholder en grad av usikkerhet. I dette arbeidet er det lagt til grunn at begrensede faktorer for det mulige omfanget av MINFORSK er:

- Relevante industrielle partnernes vilje og evne til medvirkning gjennom økonomiske bidrag og egeninnsats av ulike slag.
- FoU-aktørenes nåværende kapasitet og ressursgrunnlag knyttet til aktuelle tema samt deres muligheter til en utvidelse av aktivitetsnivået.

Tabell 7.1 gir et forslag til offentlig innsats ut fra estimer av grunnlaget for aktivitet innenfor hvert av de åtte prioriterte temaene i MINFORSK. Fordelingen er brukt for å konkretisere grunnlaget for aktivitet, og er ikke ment som en tentativ allokering av midler til de enkelte tema. Estimatenes er primært basert på vurderinger av industriens evne og vilje til medvirkning ut fra dagens situasjon.

Grunnlaget for disse estimatene er indikasjoner fra industrien om interesse for forskningsprosjekter og signaler fra forskningsmiljøene.

Tabell 7.1. Finansielt behov, beløp i millioner kroner per år.

Tema	Oppstartsår (2013)	Full drift (2014-2022)
Geologiske modeller og letemetoder	20	40
Uttak og drift	10	30
Oppredning og materialkarakterisering	15	35
Videreforedling og metallurgiske prosesser	10	35
Nye produkter for byggenæringen	10	30
Anvendelse av avgangsmaterialer, gjenvinning og resirkulering	20	40
Miljø og HMS	10	30
Mineraler og samfunn	5	10
Totalt	100	250

8 Internasjonalt samarbeid (skal suppleres)

8.1 Den nordiske/Barents dimensjon

I januar 2009 utga Sveriges Geologiske Underøkning (SGU) utredningen *Metaller och Mineraler*[24] på oppdrag for Näringsdepartementet i Sverige. Utredningen anbefaler bl.a. fokus på geofaglige basisdata, inklusiv samarbeid mellom de geologiske undersøkelser i Finland, Norge og Sverige. Hensikten er å utvikle en moderne geofaglig kunnskapsbase som utgangspunkt for bedre dokumentasjon av metall-/mineralpotensialet og som utgangspunkt for prospekteringsvirksomhet. Det eksisterende prosjektet Fennoscandian Ore Deposit Database[25], et samarbeidsprosjekt mellom de geologiske undersøkelsene i Norge, Sverige og Finland og flere institusjoner i det nordvestlige Russland er et godt utgangspunkt. Databasen har til sammen over 1000 forekomster i Norden og Russland, hovedsakelig forekomster hvor tonnasjen er godt dokumentert. Dette prosjektet har også vært utgangspunktet for et mer tematisk prosjekt, Fennoscandian Gold Transect (FENGOT) som har til hensikt å øke forståelsen av gull mineraliseringer i en sone som strekker seg fra russisk Karelen til norskekysten mellom Lofoten og Alta.

Innenfor Barents samarbeidet (Barents Euro-Arctic Council - BEAC) tok arbeidsgruppen for økonomisk samarbeid initiativ til et seminar i Brussel 15. mars 2011 med hensikt å formidle kunnskap om Barentsregionens mineralpotensial til interessenter i EU. Arbeidsgruppen har som handlingspunkt nr. 1 å overvåke samarbeidet relatert til geologi og mineralforekomster mellom de nasjonale geologiske undersøkelsene. Handlingspunkt nr. 3 er rettet mot samarbeid innen høyere utdanning. Her omtales (02.02.2011) samarbeidet mellom Luleå TU og Universitetet i Oulu innen rammen av Nordic Mining School med fokus på gruveindustrien.

8.1.1 FoU initiativ i våre naboland

8.1.1.1 Finland:

Finlands mineralstrategi [26] ble lagt frem i oktober 2010 (webseite både på svensk og engelsk). Finland har i mange tiår prioritert utvikling av mineralindustrien. Grunnlaget for utviklingen av nye

gruver som man ser nå er lagt gjennom mange års intensiv innsats fra den nasjonale geologiske undersøkelse (GTK) og statsselskapet Outokumpu.

Den finske strategien definerer 15 utfordringer og 12 tiltak. Utfordringene (oversatt fra svensk) er:

- Økende variasjon i etterspørsel for mineraler.
- Forekomstene som kan finnes blir mindre og ligger dypere.
- Tilgang til byggeråstoffer nærmere markedet blir dårligere.
- Gruvevirksomhet begrenses på grunn av andre former for arealbruk.
- Prosessen for å søke om konsesjon for drift blir mer komplisert og tar lengre tid.
- Tilgang til faglig spisskompetanse og kvalifisert arbeidskraft ellers blir dårligere.
- Nye metoder for prospektering og utvinning må utvikles.
- Vann- og energiforbruk må reduseres.
- Avfall og utslipp må reduseres.
- Substitusjonsmuligheter og anvendelser for biprodukter må utvikles.
- Brytningsmetoder må automatiseres.
- Arbeidsmiljøet skal forbedres.
- Anvendelser for gruveområdene etter nedleggelse må utvikles.
- Gruvevirksomhet skal få en større grad av offentlig aksept og må få bedre *image*.
- Andelen av finsk eierskap må økes.

I strategien lister man opp følgende prioriterte forskningsområder:

- Usynlige og smarte gruver
- Innovative prosesser, automatisering og optimering
- Material-, energi- og vann-effektivitet
- Minimering av utslipp
- Kjemiske og biologiske anrikingsmetoder
- System for geografisk informasjon og flerdimensjonale modeller
- Innovative prospekteringsteknikker
- Prospektering og anriking av high-tech metaller
- Gjenvinning; nye og substituerende materialer
- Håndtering og måling av miljøeffekter

8.1.1.2 Sverige:

I januar 2009 utga Sveriges Geologiske Underøkning (SGU) utredningen *Metaller och Mineraler* [24] på oppdrag for Näringsdepartementet i Sverige. Utredningen anbefaler fokus blant annet på:

- Geofaglige basisdata, inklusiv samarbeid mellom de geologiske undersøkelser i Finland, Norge og Sverige.
- Forskning og utvikling.
- Kapasitetsutvikling.

8.1.2 EU-forskning

8.1.2.1 Teknologiplattformene

European Technology Platform for Sustainable Mineral Resources (ETPSMR) har prioritert forskningsinnsats rettet mot utvikling av:

- Nye letemetoder og utbygging av en 4D kunnskapsbase for Europas mineralske ressurser.
- Nye opprednings og prosesseringsmetoder som gir større gjenvinning, lavere energibruk og som er rettet mot minimal miljøpåvirkning.
- Gjenvinningsteknologi og integrering av gjenvinningsindustrien i mineralindustrien for øvrig.
- Nye anvendelser for mineralbaserte produkter, nye mineralprodukter og mer effektiv utnyttelse av disse.
- En bedre forståelse av betydningen som mineraler og metaller har for samfunnet.

8.1.2.2 Råvareinitiativet

2. februar 2011 lanserte EU-kommisjonen en ny utgave av strategien for non-energy råvarer, inklusiv mineraler og metaller[27]. Strategien bygger på en modell som først ble lansert i 2008 og som nå har tre fokusområder:

- Åpen handel av mineralske-/metalliske ressurser inklusiv tilgang til ressurser i tredje land. Dette er rettet mot Kinas landsomfattende avtaler med flere afrikanske land, som har økonomiske rammer på flere milliarder euro med betaling i form av mineralske ressurser. Tiltak omfatter forhandlinger i WTO og OECD, samt bistandsprosjekter rettet mot utvikling av forvaltningsapparatet for ressurser i afrikanske samarbeidsland.
- Økt tilgang til ressurser i Europa.
- Økt gjenbruk og gjenvinning.

Tiltak omfatter bl.a. satsing på forskning og stimulering av industri. Flere av tiltakene skal samles i en EIP (European Innovation Partnership). Dette er rettet mot:

- Innovasjon langs hele mineralverdikjeden.
- Substitusjon for kritiske råvarer.
- Bedre kunnskap om mineralpotensialet i Europa.
- Bedre forvaltningssystemer langs hele mineralverdikjeden, inkl. resirkulering.
- Internasjonalt samarbeid innen forskning, handel, miljøaspekter og utviklingsprosjekter.

Det er presisert at utnyttelse av ressurser kan tillates i eller nær *Natura 2000*-områder.

Det er allment anerkjent at Norden har et stort potensial for videre utvikling, selv om regionen allerede er en betydelig leverandør av mineralske ressurser. Igangsetting av nye gruver i Finland og Sverige bekrefter dette.

Fristen for innspill til EIP prosessen er 20. juni og man kan forvente et konkret forslag i løpet av 2. halvår 2011. Fra EU kommisjonens side beskrives dette som et "mulig" tiltak.

Kommisjonen har, siden høsten 2010, hentet innspill til det 8. rammeprogram fra nasjonale myndigheter og andre interessenter. Det forventes at kommisjonen holder en offentlig dialog om forslag til FP 8 i perioden august-september og at forslaget blir offentliggjort mot slutten av 2011 med sikte på igangsetting i januar 2014.

8.1.3 Internasjonalt utenfor Europa (skal suppleres)

(f.eks knyttet til bilaterale samarbeidsavtaler; Norge-US, Norge-Brasil, Norge-Kina, osv)

Tyngste og mest utviklingsorienterte aktører innenfor flere av verdikjedene sitter utenfor Europa (les: malmer, sjeldne jordarter, energimineraler)

9 Vurdering av verdiskapingspotensial (under arbeid)

Den overordnede målsetningen med MINFORSK programmet er å legge grunnlaget for *økt verdiskaping fra mineralske ressurser gjennom industriell foredling*. Det er grunn til å tro at Regjeringens arbeid med *strategi for mineralnæringen* vil belyse verdiskapingspotensialet gjennom sin utstrakte kontakt med mineralnæringen fra næringens eget ståsted.

Det er imidlertid et mulig scenario å se for seg at mineralnæringen i det 21ste århundre vil være den landbaserte næring som i størst mulig grad kommer til å kompensere for petroleumsindustriens gradvise nedbygging. Her vil tilgjengelig kapasitet kunne overføres fra en bransje til en annen. "Utvikling av mineralpotensialene og mineralnæringen vil kunne være Norges neste *olje-eventyr*", er det blitt sagt fra aktører i næringen selv.

Forskning og innovasjon er de sentrale innsatsfaktorene til etablering av morgendagens industri. Men, vi snakker her om en industri/bransje hvor ledetidene ofte er lange fra, og igjen er det relevant å sammenligne med petroleumsindustrien; typisk 10-20 år fra funn til drift, og med en driftsfase på nye 20-50 år. Derfor er det viktig å satse langsiktig på FoU, og bygge opp forutsigbare rammevilkår, og hele tiden utdanne nye generasjoner med tilpasset kompetanse.

Vedr. økt verdiskaping bør et rimelig ambisjonsnivå være en tre-dobling av omsetning fra mineralproduksjon og foredling, fra 110 mrd. NOK i 2008 (ref. fig. 4.1), til 330 mrd. NOK i år 2030 (og videre vekst mot 600 mrd. NOK frem mot 2050).

Scenario frem mot 2030

Jernmalm og ilmenitt:

3-5 gruver/brudd i drift ila 10 år (hvorav 2 nye). Ny teknologi for miljøvennlig videreforedling prøves ut, og demo/pilot prosjekter for metallfremstilling (hhv. Jern og Titan) etablert i Norge. (+ 90 mrd/2030)

Basemetaller:

3-5 nye gruver/brudd i drift ila 5-15 år. Ny oppredningsteknologi er utviklet og prøves ut i full skala. (+ 70 mrd/2030)

Gull:

2-4 forekomster identifisert/klassifisert som potensielt drivverdige ila 5 år, 1-2 i drift. (+ 10 mrd/2030)

Molybden og andre legeringsmetaller:

1-2 nye gruver/brudd i drift ila 5-15 år. (+ 15 mrd/2030)

Spesialmetaller (inkludert sjeldne jordarts metaller):

3-5 forekomster identifisert/klassifisert som potensielt drivverdige ila 5 år. Ny teknologi for separasjon og videreforedling etablert og prøves ut (5-10 år). (+ 25 mrd/2030)

Rutil:

Engbøforekomsten i drift, med produksjon av rutil for fremstilling av pigment og av granat som slipemiddel og i bruk som "case" for oppfølging av sjødeponi. (+ 5 mrd/2030)

Kvarts:

Nye fragmenterings- og oppredningsteknikker gjør at en langt større del av våre kvarts og kvartsittforekomster er aktuelle for foredling til mer høyverdige produkter som f.eks. solcellesilisium. 4-6 forekomster i drift ila 5-7 år (hvorav 2 nye). Superren kvarts utprøves i ny fremstillingsmetode for solcellesilisium – industriell skala prøvedrift ila 10-15 år. (+ 40 mrd/2030)

Karbonater:

Ila 5 år er 2-4 store forekomster med stort potensial for et variert spekter av produkter dokumentert. (+ 5 mrd/2030)

Fosfat:

2 forekomster identifisert/klassifisert som potensielt drivverdige ila 5 år, begge med mulighet for bi-produkter. (+ 5 mrd/2030)

Grafitt:

2-4 forekomster identifisert/klassifisert som potensielt drivverdige ila 5 år. (+ 3 mrd/2030)

Naturstein:

Økt eksport av blokkstein og skifer, samt økt foredlingsgrad av norske ressurser. Foredlingsgraden fordoblet innen en 20-årsperiode (+2mrd/2030)

Økt råstoffutnyttelse gjennom transformering av restmasser ("blokk og finstoff") til salgbare produkter; forventet "skrotmengde" redusert fra dagens ca. 75/xx% til 50/xx % ila en 5-årsperiode.

Pukk og grus:

Dobling av produksjon av pukk for eksport ila 10 år. (+15 mrd/2030)

Teknologi:

Sverige og Finland har i samarbeid med norske teknologibedrifter etablert verdens mest effektive gruve-drifts systemer (bl.a. ved overføring av kunnskap fra norsk petroleumssektor knyttet til bl.a. fjerndrift, integrerte operasjoner, avanserte seismiske undersøkelser, effektiv boring, etc). Nye modeller og driftskonsepter blir i seg selv en salgsvare som eksporteres verden rundt til store og mindre mineral-aktører/gruveselskap, etc. (+ 20 mrd/2030).

Det ligger betydelige muligheter i overføring av kunnskap fra petroleumssektoren til mineralressursleting på land og til havs, bl.a.:

- Anvendelse av seismiske metoder for definering av visse typer malmhorisont og større skal strukturer på fastlandet (+ 10 mrd/2030)
- Utvikling av havbunnsteknologi for anvendelse i gruvedrift på havbunnen (Mn noduler) (+ 10 mrd/2030)

Nye transport og logistikk-årer:

Utbygging av jernbane, havner og kaianlegg, og opprusting av vegnett knyttet til denne økte virksomheten vil trolig generere investeringsbehov på flere titalls milliarder.

10 Resultat-indikatorer (skal suppleres)

Som resultatindikatorer for MINFORSK satsningen kan følgende parametre eksempelvis danne grunnlag for evaluering :

- Utdanning av ingeniører, MSc, PhD
- Utvikling av kapasitet og kompetanse i forskningsinstitusjonene og universitetene
- Antall vitenskapelige publikasjoner
- Utvikling i antall nye patenter registrert
- Nyskappingsaktivitet i offentlig og privat virksomhet innen sektoren
- Utvikling i antall mutinger
- Utvikling av prospekteringsomfang
- Utviklingstrekk i sysselsettingen for bergverksbedriftene
- Antall nyetablerte bedrifter innen bergverkssektoren
- Omsetningsutvikling
-

11 Referanser

1. Regjeringen, Giske med strategi for mineralnæringen, 2011
<http://www.regjeringen.no/nb/dep/nhd/pressemeldinger/2011/giske-med-strategi-for-mineralnaringen.html?id=643474>
2. Regjeringen, Regjeringens nordområdestrategi, Utenriksdepartementet, 2006
3. Boyd, R., Mineral- og metallressurser i Norge: potensial og strategisk betydning, NGU, Trondheim, 2011
4. USGS, USGS Commodity Survey, 2011.
5. Cordell, D., White, S. and Lindström, T., Apr 4th 2011, Peak phosphorus: the crunch time for humanity? The Sustainability Review journal, (Issue 2, Research Vol 2), 2011
6. Cordell, D., Rosemarin, A., Schröder, J.J. & Smit, A.L. , Towards global phosphorus security: A systemic framework for phosphorus recovery and reuse options. Journal Chemosphere, 2011.02.032(Special Issue on Phosphorus), 2011.
7. Markedet gratulerer Hydro, <http://e24.no/boers-og-finans/markedet-gratulerer-hydro/20029036>, 2010
8. The Raw Materials Initiative-Meeting our Critical Needs for Growth and Jobs in Europe, Brussels. 2008
9. European Technology Platform on Sustainable Mineral Resources Implementation Plan, 2007.
10. Critical materials strategy, US Department of Energy, 2010.
11. Shimbun, A., Japan Looks Past China for Metals, 2010.
12. Tabuchi, H., Japan Recycles Minerals from Used Electronics, in New York Times, 2010.

13. M2i, Material Scarcity, Delft, The Netherlands, 2009.
14. Bae, J., Strategies and Perspectives for Securing Rare Metals in Korea, Discussion white paper, 2010.
15. Finlands mineralstrategi, 2010.
16. Norsk Bergindustri, Mineralske ressurser som mulighet - behov for en mineralstrategi, 2010.
17. Neeb, P.-R.B., P.J, Mineralressurser i Norge 2010, Norges geologiske undersøkelse, Direktoratet for Mineralforvaltning, 2011
18. European Mineral Statistics 2005-2009, British Geological Survey, 2011.
19. Strategic Research Agenda for the European Construction Sector, http://www.ectp.org/documentation/ECTP-SRA-2005_12_23.pdf, European Construction Technology Platform.
20. Byggeteknisk forskrift. Forskrift om tekniske krav til byggverk §13-5 Radon, Kommunal- og regionaldepartementet, 2010
21. Mineralavfallsdirektivet. Europaparlaments- og rådsdirektiv om håndtering av avfall fra mineralindustrien, Miljøverndepartementet
22. Avfallsforskriften. Forskrift om gjenvinning og behandling av avfall, Miljøverndepartementet, 2004.
23. Naturmangfoldloven. Lov om forvaltning av naturens mangfold, Miljøverndepartementet, 2009.
24. SGU, Metals and minerals. Sweden's contribution to raw material supply in Europe, Geological Survey of Sweden, 2009.
25. GTK, Metallic Mineral Deposit Map of the Fennoscandian Shield 1:2000000, GTK, 2009.
26. Finlands Mineralstrategi, <http://www.mineraalistrategia.fi>
27. Tackling the challenge in commodity markets and on raw materials, European Commission, 2011.

VEDLEGG 1: MINFORSK – organisering og plan for gjennomføring

I workshop'en i Oslo 6 April, ble organiseringen drøftet og nedenfor er ny innstilling til sammensetning av Styringskomite, Referansegruppe og Arbeidsgruppe, med tilhørende mandat og fremdriftsplan, beskrevet.

Styringskomite:

Tronn Hansen (Norges Forskningsråd)

Torstein Haarberg (SINTEF)

Roar Sandøy (Sibelco Nordic AS)

Gunnar Moe (Leonard Nilsen & Sønner/Rana Gruber AS)

Ingvald Strømmen (NTNU)

Morten Smelror (Norges geologiske undersøkelser, NGU), er leder for styringskomiteen

Styringskomiteens mandat:

Styringskomiteen skal drøfte og godkjenne underlagsrapporten *"MINFORSK – Utredning av behov for nasjonal satsing på forskning for økt verdiskaping basert på mineralske ressurser"*, og fremme denne overfor Forskningsrådet som grunnlag for Forskningsrådets vurdering av etablering av eget forskningsprogram, MINFORSK (arbeidstittel), og er således ansvarlig for de budsjettmessige og faglige råd og anbefalinger som fremmes gjennom rapporten (behovsutredningen).

Referansegruppe:

Navn/Bedrift	Hovedrelasjon til segment
Ivar Fossum, Nordic Mining Frank Priesemann, Rana Gruber Einar Berg, Sydvaranger Gruve AS	Malmer
Jacob Steinmo, Finnfjord AS Aasgeir Valderhaug, Elkem	Metallurgi/prosess/materialer
Svein Olerud, Norwegian Crystallites	Industrimineraler

Kjell Apeland, NorStone AS	Pukk og Grus
Kjell Sletsjoe, Lundhs	Naturstein
Dag Ivar Brekke, Store Norske	Energimineraler
Øystein Asphjell, Thor Corporation AS	Sjeldne jordarter
Frode Nilsen, Leonard Nilsen & Sønner AS (LNS)	Entreprenør/Gruvedrift
Jens Skei, NIVA	Miljø
Tom Heldal, NGU	Kunnskapsforvaltning
Aud Wærnes, SINTEF	Forskningsinstituttene
Terje Malvik, NTNU	Universitet/Forskning og Utdanning
Elisabeth Gammelsæter, Norsk Bergindustri	Bransjeforening
Erik Skaug	Forskningsrådet
Jack Ødegård, SINTEF	Referansegruppens sekretær

Referansegruppens mandat:

For å sikre en bred forankring av arbeidet med utredningen, etableres det en Referansegruppe. Gruppen skal være en ressurs for Arbeidsgruppen og Styringsgruppen, og skal bidra til å kvalitetssikre arbeidet med utredningen gjennom å fremme synspunkter på faglig innretning og avgrensning, vurdering av fremtidig verdiskapingspotensial og gi synspunkter på satsingens internasjonale orientering. Medlemmene i Referansegruppen inviteres til å komme med innspill underveis i prosessen. Råd og anbefalinger fra Referansegruppen skal vektlegges under gjennomføringen.

Arbeidsgruppen/prosjektgruppen:

Navn/Bedrift	Hovedrelasjon til segment/fag
Jack Ødegård, SINTEF Materialer og kjemi	Material, metallurgi & prosess
Casper van der Eijk, SINTEF Materialer og kjemi	---- " ----
Per Helge Høgaas, SINTEF Materialer og kjemi	Drift, prosess, rammevilkår,
Svein Willy Danielsen, SINTEF Byggforsk	Byggeråstoffer
Lisbeth Alnæs, Byggforsk	Byggeråstoffer og naturstein

Kari Aslaksen Aasly, SINTEF Byggforsk	Byggeråstoffer og naturstein
Astri Kvassnes, NIVA	Miljø
Ron Boyd, NGU	Industrimineraler og metaller
Tom Heldal, NGU	Geofag
Jan Sverre Sandstad, NGU	Industrimineraler og metaller
Rolf Arne Kleiv, NTNU Inst. for Geologi og Bergteknikk	Mineralproduksjon og HMS
Steinar Ellefmo, NTNU Inst. for Geologi og Bergteknikk	---- " ----
Terje Malvik, NTNU Inst. for Geologi og Bergteknikk	---- " ----
Steffen Bergh, UiT Inst. for Geologi	Strukturgeologi
Rune Selbekk, UiO Naturhistorisk Museum	
Sveinung Eikeland, Norut Alta	Samfunn
Ross Wakelin, Norut Narvik	Prosessteknologi

Arbeidsgruppens mandat:

Initiativtagerne SINTEF, NTNU, og NGU, har sammen med NIVA, UiT, UiO og Norut, etablert en Arbeidsgruppe med formål å utarbeide en underlagsrapport (behovsutredning) til Norges Forskningsråd. Rapporten skal underbygge behovet for et fremtidig forskningsprogram innen mineralområdet, og skal beskrive de forskningsmessige, industrielle og samfunnsmessige utfordringer som foreligger og peke på og prioritere temaer og områder som bør fokuseres i en nasjonal sammenheng. Rapporten skal vektlegge tematiske satsingsområder, miljømessige sider, samt finansieringen av programmet (herunder størrelse og eventuelle muligheter for bruk av midler fra forskningsfondet). Den skal også belyse grensesnitt mot tilgrensende programaktivitet i Forskningsrådet, samt naturlige arenaer for internasjonalt samarbeid.

Rapporten skal være begrunnet i dialog med industrielle aktører, og målsetningen skal være økt verdiskaping basert på mineralske ressurser gjennom industriell videreforedling.

Jack Ødegård er leder for arbeidsgruppen.

Fremdriftsplan (tentativt):

- 15 Juni: Underlagsrapport sendes Referansegruppen for kommentar
- 21 Juni: Referansegruppen møtes (evt. tele-konf.) og gjennomgår rapport m/kommentarer
- 24 Juni: Rapport sendes styringsgruppen
- 28 Juni: Styringsgruppen møtes (evt. tlf-konf.) og gjennomgår rapporten
- 1 Juli: Rapport (med evt. kommentarer fra styringsgruppen, implementert) sendes Norges Forskningsråd
- 22 August: Kommentarer fra Forskningsrådet
- Ca 10 Okt: Ny revisjon av rapport til behandling i Referansegruppen og senere Styringsgruppen
- Ca 1 Nov: Endelig rapport oversendes Norges Forskningsråd
-
- Febr 2012: Anbefalingene om etablering av MINFORSK programmet tas til følge i Forskningsrådets budsjettprosess
- Mars 2012: MINFORSK programmet inn i Forskningsrådets innspill til budsjett for 2013 -->
- Juli/Aug 2012: 1ste utlysning
- Jan 2013: MINFORSK programmet operativt

VEDLEGG 2: Import til, og eksport fra Norge

Viktige **importerte mineralske ressurser** og sentrale aktører som benytter disse er:

Alumina: Alumina (aluminiumoksid) importeres fra flere land for fremstilling av aluminium i sju anlegg (Hydro og Alcoa). Norge er den største produsent av aluminium i Vest-Europa.

Jernmalm: Jernmalm importeres fra Mauritania, Russland og Sverige til bruk i ferrolegerings-industrien. Elkem og Fesil er de viktigste produsenter. Elkem importerer også betydelige mengder kvartsitt for fremstilling av silisium-metall, særlig fra Spania. Selskapet har gjort et betydelig arbeid for å finne kilder av tilsvarende kvalitet og tilstrekkelig størrelse i Norge.

Manganmalm: Eramet, et fransk selskap, produserer manganlegeringer fra verk i Porsgrunn, Sauda og Kvinesdal. Råstoffet kommer fra selskapets gruve i Gabon. Norge er Europas viktigste produsent av manganlegeringer (over 400 000 tonn pr. år).

Nikkelmalm + nikkelmatte: Xstrata importerer nikkelmalm og nikkelmatte, hovedsakelig fra Canada, for fremstilling av metallisk nikkel, kobber, kobolt, edelmetaller (hovedsakelig platina og palladium) og svovelsyre ved selskapets anlegg ved Kristiansand. Xstratas anlegg er Europas største produsent av nikkelmetall og nest største produsent av koboltmetall, med henholdsvis 6,6 % og 5,9 % av verdensproduksjonen i 2009.

REE (sjeldne jordartsmetaller): Elkem importerer REE fra Kina til bruk i flere typer Mg-Fe-Si-legeringer som har inntil 6,5 % REE. Nedgangen i import skyldes trolig selskapets etablering av produksjon på Island.

Titanmineraler: Titanmineraler importeres fra India og Mosambik, og brukes sammen med råstoff fra Tellnes for fremstilling av pigment.

Sinkmalm + sinkkonsentrat: Sinkmalm og konsentrat importeres fra en rekke land, først og fremst fra Canada, Irland og Sverige. Råstoff går til Boliden Odda AS (tidligere Norsink), som produserer sinkmetall og aluminiumfluorid på sin fabrikk utenfor Odda. Fabrikken produserer også svovelsyre og anhydritt. Fabrikken har en årlig produksjonskapasitet på 160 000 tonn sink og 40 000 tonn aluminiumfluorid.

Barytt: Barytt (bariumsulfat) har høy egenvekt og benyttes i boreslam i oljeindustrien for å smøre og kjøle borekronen, transportere borekaks til overflaten, hindre at borehullsveggen raser sammen og – ikke minst – holde trykket fra bergartsformasjonene under kontroll for å unngå såkalte utblåsninger (GEO, 2006). Barytt importeres bl.a. fra Marokko.

Kaolin: Kaolin benyttes i fremstilling av papir og importeres hovedsakelig fra Storbritannia.

Fosfat: Yara importerer fosfatmineraler til fremstilling av kunstgjødsel, særlig fra Marokko og Russland.

Kali-sulfat og -klorid: Yara importerer kali-sulfat og -klorid til fremstilling av kunstgjødsel, bl.a. fra Canada.

Primærproduksjon, import og eksport fra Norge(British Geological Survey, 2011)

Production

Commodity	Units	2005	2006	2007	2008	2009
Primary aggregates						
Sand and gravel	tonnes	15 000 000	13 418 000	14 855 000	14 817 000	13 047 000
Crushed rock	tonnes	38 000 000	45 947 000	51 533 000	52 338 000	51 378 000
Primary aluminium	tonnes	1 391 000	1 383 000	1 362 000	1 368 000	1 090 000
Cadmium	tonnes	153	125	269	178	249
Cement						
Cement, finished	tonnes	1 613 000	1 695 000	1 700 000	* 1 700 000	* 1 700 000
Coal						
Bituminous (a)	tonnes	1 667 000	2 359 000	3 223 000	3 429 000	2 437 000
Cobalt metal	tonnes	5 021	4 927	3 939	3 719	3 510
Copper, smelter	tonnes	38 681	39 700	34 200	37 000	33 900
Copper, refined	tonnes	38 681	39 700	34 200	37 000	33 900
Feldspar	tonnes	* 67 000	65 000	65 000	62 000	48 000
Graphite	tonnes	9 000	9 000	3 000	4 100	4 562
Iron ore	tonnes	713 000	620 000	630 000	746 000	896 000
Pig iron	tonnes	* 100 000	* 100 000	* 100 000	* 100 000	* 100 000
Crude steel	tonnes	705 000	684 000	708 000	560 000	591 000
Ferro-alloys						
Ferro-manganese	tonnes	* 130 000	* 130 000	* 130 000	* 130 000	* 130 000
Ferro-silico-manganese	tonnes	288 137	325 708	293 699	273 485	* 250 000
Ferro-silicon	tonnes	329 316	123 819	170 024	185 344	233 974
Other ferro-alloys	tonnes	* 60 000	* 60 000	* 62 000	* 60 000	* 60 000
Silicon metal	tonnes	178 572	* 150 000	* 140 000	* 155 000	* 150 000
Nickel, mine	tonnes (metal content)	342	320	378	377	336
Nickel, smelter/refinery	tonnes	85 374	82 257	87 600	88 700	88 577
Nepheline Syenite	tonnes	320 000	312 000	312 000	346 000	270 000
Crude petroleum	tonnes	139 802 000	136 695 000	125 763 000	121 101 700	115 000 000
Natural gas	million m ³	84 702	87 600	89 700	99 200	103 500
Sulphur and pyrites						
Recovered (b)	tonnes (sulphur content)	* 110 000	* 110 000	* 95 000	* 95 000	* 90 000
Recovered (c)	tonnes (sulphur content)	19 000	20 000	18 000	28 000	25 000
Talc	tonnes	34 000	* 34 000	* 34 000	* 30 000	23 350
Titanium						
Ilmenite	tonnes	806 800	850 000	882 000	915 000	671 000
Slab Zinc	tonnes	151 285	160 670	157 027	145 469	138 973

Note(s)

(1) Norway is believed to produce gold

(a) Spitzbergen: not including production from mines controlled by Russia

(b) From metal sulphide processing

(c) From petroleum refining and/or Natural gas

Exports

Commodity	Units	2005	2006	2007	2008	2009
Primary aggregates	tonnes	13 334 212	14 357 509	16 183 927	16 683 638	13 843 722
Aluminium and bauxite						
Unwrought	tonnes	147 295	128 841	113 285	105 729	106 593
Unwrought alloys	tonnes	1 365 929	1 412 569	1 496 556	1 484 854	1 249 830
Scrap	tonnes	38 218	42 804	41 296	41 476	80 729
Barytes	tonnes	1 482	14 199	13 425	5 608	4 069
Cadmium						
Metal	tonnes	132	90	205	259	211
Cement						
Cement clinkers (a)	tonnes	* 50 000	* 65 000	* 117 000	* 118 000	* 104 000
Portland cement (a)	tonnes	* 569 000	* 369 000	* 236 000	* 152 000	—
Cobalt						
Metal	tonnes	4 997	4 990	4 030	3 731	3 550

Exports continued

Commodity	Units	2005	2006	2007	2008	2009
Copper						
Unwrought	tonnes	37 430	38 232	34 007	36 734	32 927
Unwrought alloys	tonnes	1 707	1 141	1 161	756	570
Scrap	tonnes	22 667	24 205	24 066	22 561	25 339
Diatomite	tonnes	1 362	281	566	770	6
Feldspar	tonnes	58 821	66 838	66 484	58 211	47 711
Gold						
Metal	kilograms	2 415	2 337	2 601	3 847	3 865
Waste and scrap	kilograms	137	182	426	600	1 197
Gypsum						
Crude and calcined	tonnes	49 511	40 811	51 212	69 976	68 140
Iodine	kilograms	—	17	7 200	—	250
Iron ore						
Iron ore	tonnes	721 975	720 582	739 731	615 296	775 828
Burnt pyrites	tonnes	14 730	2 658	...	...	...
Iron, steel and ferro-alloys						
Pig iron (a)	tonnes	* 66 800	* 149 400	* 118 800	* 110 100	* 75 000
Ferro-chrome (a)	tonnes	* 200	* 200	* 100	* 75	—
Ferro-manganese (a)	tonnes	* 274 200	* 287 500	* 329 400	* 354 000	* 203 000
Ferro-silico-manganese	tonnes	289 497	306 932	280 028	257 804	200 279
Ferro-silicon	tonnes	179 503	90 556	155 198	209 669	115 682
Other ferro-alloys	tonnes	55 564	58 033	...	57 954	16 207
Silicon metal	tonnes	168 790	152 514	144 607	155 385	109 254
Ingots, blooms, billets	tonnes	151 882	180 500	176 755	62 625	106 505
Scrap	tonnes	267 051	337 088	290 644	269 370	228 138
Kaolin	tonnes	768	132	47	47	271
Lead						
Scrap	tonnes	1 013	892	974	695	504
Manganese						
Ores and concentrates	tonnes	1 410	7 880	56 939	10 266	9 214
Metal	tonnes	131	203	2 373	1 363	59
Mica	tonnes	2 003	2 157	2 168	2 640	1 835
Nickel						
Ores and concentrates	tonnes	7 581	7 860	5 379	8 093	...
Unwrought	tonnes	84 012	81 440	88 628	88 940	88 080
Scrap	tonnes	897	641	1 185	394	274
Crude petroleum	tonnes	119 119 538	105 110 521	99 245 180	90 343 623	87 847 502
Natural gas	tonnes	61 351 894	63 323 422	63 999 250	71 394 708	74 357 298
Platinum metals						
Platinum and platinum metals	kilograms	11 871	11 885	14 611	15 393	12 341
Waste and scrap	kilograms	342	29 817	66 193	5 119	35 829
Potash						
Chloride	tonnes	7 611	2 243	1 285	—	—
Rare earths						
Rare earth compounds	tonnes	...	...	1	21	21
Metals	tonnes	11	59	0	1	105
Salt	tonnes	6 679	9 040	4 178	4 833	14 998
Silver						
Metal	kilograms	66 139	52 952	45 461	59 381	58 979
Sulphur and pyrites						
Sulphur	tonnes	1	20	3 325	—	—
Talc	tonnes	28 448	31 834	33 032	27 371	23 461
Tin						
Scrap	tonnes	323	236	189	119	12
Titanium						
Titanium minerals (a)	tonnes	* 382 000	* 477 000	* 435 000	* 435 000	* 350 000
Metal	tonnes	159	176	117	339	227
Oxides (a)	tonnes	* 177 000	* 221 000	* 199 000	* 217 000	* 207 000
Zinc						
Unwrought	tonnes	134 690	138 491	130 570	130 397	128 416
Unwrought alloys	tonnes	5 600	12 275	13 899	9 227	6 107

Note(s)

(a) BGS estimates, based on known imports into certain countries

Imports

Commodity	Units	2005	2006	2007	2008	2009
Primary aggregates	tonnes	67 562	66 708	72 906	80 161	66 884
Aluminium and bauxite						
Bauxite	tonnes	16 601	11 384	3 446	10 232	15 444
Alumina	tonnes	2 723 588	2 730 064	2 535 547	2 753 105	2 069 424
Alumina hydrate	tonnes	45 957	43 721	48 580	50 401	45 252
Unwrought	tonnes	328 722	352 293	435 126	381 638	240 409
Unwrought alloys	tonnes	42 056	34 783	73 058	58 995	95 120
Scrap	tonnes	20 806	26 326	32 024	37 386	26 598
Antimony						
Metal	tonnes	71	11	70	44	1
Oxide	tonnes	305	507	337	371	200
Barytes	tonnes	109 802	125 134	127 181	121 259	146 535
Bentonite and fuller's earth						
Bentonite	tonnes	10 000	15 246	14 399	14 783	12 612
Fuller's earth	tonnes	260	209	...	...	...
Cement						
Cement clinkers	tonnes	6 615	8 782	14 895	36 704	6 904
Portland cement	tonnes	373 788	443 104	441 619	361 216	237 896
Other cement	tonnes	12 319	14 147	19 062	22 317	20 474
Chromium						
Ores and concentrates (a)	tonnes	* 500	* 500	* 20	* 600	* 400
Metal	tonnes	92	73	253	128	74
Coal						
Anthracite (b)	tonnes	92 673	55 914	76 744	81 955	54 199
Other coal (b)	tonnes	575 921	472 129	(a)* 527 000	(a)* 538 000	(a)* 367 000
Briquettes	tonnes	282	349	706	24 406	1 074
Cobalt						
Metal	tonnes	5 775	6 362	3 871	3 131	3 012
Oxides	tonnes	9	2	...	...	155
Copper						
Unwrought	tonnes	3 190	3 133	3 650	3 133	1 627
Scrap	tonnes	12 420	12 759	13 486	11 189	9 727
Diatomite	tonnes	2 044	1 228	1 645	1 891	931
Feldspar	tonnes	17 103	17 199	12 930	17 367	13 781
Gold						
Metal	kilograms	2 099	1 739	1 448	1 146	670
Waste and scrap	kilograms	1 049	1 304	1 455	3 940	3 568
Graphite	tonnes	423	296	980	561	508
Gypsum						
Crude	tonnes	119 962	117 892	128 045	121 440	76 435
Calcined	tonnes	274 006	287 568	328 003	298 394	234 564
Iodine	kilograms	1 748 110	1 919 848	1 785 526	1 668 339	1 270 662
Iron ore	tonnes	(c) 526 738	216 372	179 727	151 503	134 167
Iron, steel and ferro-alloys						
Pig iron	tonnes	10 841	12 813	11 335	11 198	10 639
Sponge and powder	tonnes	13 729	320	2 355	1 589	292
Ferro-chrome	tonnes	1 251	1 440	1 303	929	1 162
Ferro-manganese	tonnes	6 154	5 328	10 639	7 418	6 608
Ferro-silico-manganese	tonnes	1 071	2 729	1 034	1 960	1 186
Ferro-silicon	tonnes	25 663	26 931	43 350	13 502	9 097
Other ferro-alloys	tonnes	1 877	3 392	3 681	2 471	926
Silicon metal	tonnes	26 714	37 439	39 961	40 878	29 810
Ingots, blooms, billets	tonnes	142 986	161 778	195 928	167 309	59 344
Scrap	tonnes	345 634	313 184	267 085	96 427	91 114
Kaolin	tonnes	250 879	241 976	208 709	253 361	190 562
Lead						
Unwrought	tonnes	4 882	4 749	7 055	6 473	5 026
Magnesite and magnesite						
Magnesite	tonnes	2 125	4 265	126	69	17
Magnesia	tonnes	500	1 784	4 298	5 989	4 904
Manganese						
Ores and concentrates	tonnes	1 172 711	849 729	1 083 361	1 232 799	525 874
Metal	tonnes	2 976	3 531	2 953	2 595	1 297
Mica						
Unmanufactured	tonnes	80	648	912	1 174	1 021
Ground	tonnes	893	373	337	1 243	1 140
Waste	tonnes	28	120	18	9	...

Imports continued

Commodity	Units	2005	2006	2007	2008	2009
Nickel						
Mattes, sinters etc	tonnes	176 657	158 274	165 628	178 502	153 437
Unwrought (d)	tonnes	80	60	215	201	199
Crude petroleum	tonnes	983 848	440 374	1 446 918	752 400	1 192 549
Natural gas	tonnes	—	—	118 063	442	231
Phosphate rock	tonnes	710 526	672 546	673 331	682 369	403 098
Platinum metals						
Platinum and platinum metals	kilograms	1 076	922	1 057	1 072	1 005
Waste and scrap	kilograms	998	1 102	846	1 093	930
Potash						
Sulphate	tonnes	247 379	266 149	241 918	190 757	123 549
Chloride	tonnes	306 369	307 422	349 459	353 452	199 385
Other potassic fertilisers	tonnes	555	710	659	674	509
Rare earths						
Metals	tonnes	544	686	738	341	24
Salt	tonnes	910 846	1 026 541	988 001	1 075 905	959 630
Sillimanite minerals	tonnes	2 400	2 288	3 404	2 702	4 359
Silver						
Ores and concentrates	kilograms	...	7 923 075	—	...	...
Metal	kilograms	90 331	64 511	62 077	67 398	47 040
Sulphur and pyrites						
Pyrites	tonnes	26 940	...	...	77	...
Sulphur	tonnes	16 413	11 983	5 224	4 690	3 102
Sulphur, sublimed and precipitated	tonnes	240	5 571	10 790	12 932	12 127
Talc	tonnes	16 488	10 991	13 374	8 020	6 517
Tin						
Unwrought (d)	tonnes	78	126	74	80	71
Titanium						
Titanium minerals	tonnes	33 000	73 690	17 600	73 307	29 809
Metal	tonnes	636	661	637	937	389
Oxides	tonnes	11 924	16 013	12 121	12 241	8 209
Vanadium						
Metal	tonnes	10	63	...	...	...
Zinc						
Ores and concentrates	tonnes	255 158	248 486	284 791	243 213	209 649
Unwrought (d)	tonnes	247	2 828	2 167	3 286	1 612

Note(s)

- (a) BGS estimates, based on known exports from certain countries
(b) Excludes coal imported from Spitzbergen
(c) Including burnt pyrites
(d) Including alloys