



MINERALER FOR DET GRØNNE SKIFTET



NORGES
GEOLOGISKE
UNDERSØKELSE
- NGU -

REFERANSER

- 1) EU 2016: European Innovation Partnership on Raw Materials: Raw Materials Scoreboard.
(http://ec.europa.eu/growth/tools-databases/newsroom/cf/itemdetail.cfm?item_id=8955&lang=en)
- 2) The European Innovation Partnership (EIP) on Raw Materials
(<https://ec.europa.eu/growth/tools-databases/eip-raw-materials/en>)
- 3) EU, 2014: Communication from the Commission: On the review of the list of critical raw materials for the EU and the implementation of the Raw Materials Initiative
(<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52014DC0297>)
- 4) Mineralressurser i Norge 2015. Mineralstatistikk og bergindustriberetning. Norges geologiske undersøkelse og Direktoratet for mineralforvaltning, 2016
- 5) UNEP, 2011. Recycling rates of metals
(http://www.unep.org/resourcepanel/portals/24102/pdfs/metals_recycling_rates_110412-1.pdf)
- 6) International Copper Study Group: The World Copper Factbook 2015
(<http://www.icsg.org/index.php/component/jdownloads/finish/170publications-press-releases/2092-2015-10-03-icsg-factbook-2015?Itemid=0>)
- 7) Pedersen & Bjerkgård: Sea-floor massive sulphides in Arctic waters (Mineral resources in the Arctic)
- 8) Müller, A. 2013. The chemistry of the mobile phones Nokia Nuron 5230, Nokia 5130 and Sony Ericsson W595. NGU rapport 2013-026, 23p
- 9) 17 Goals to Transform Our World: <http://www.un.org/sustainabledevelopment/>

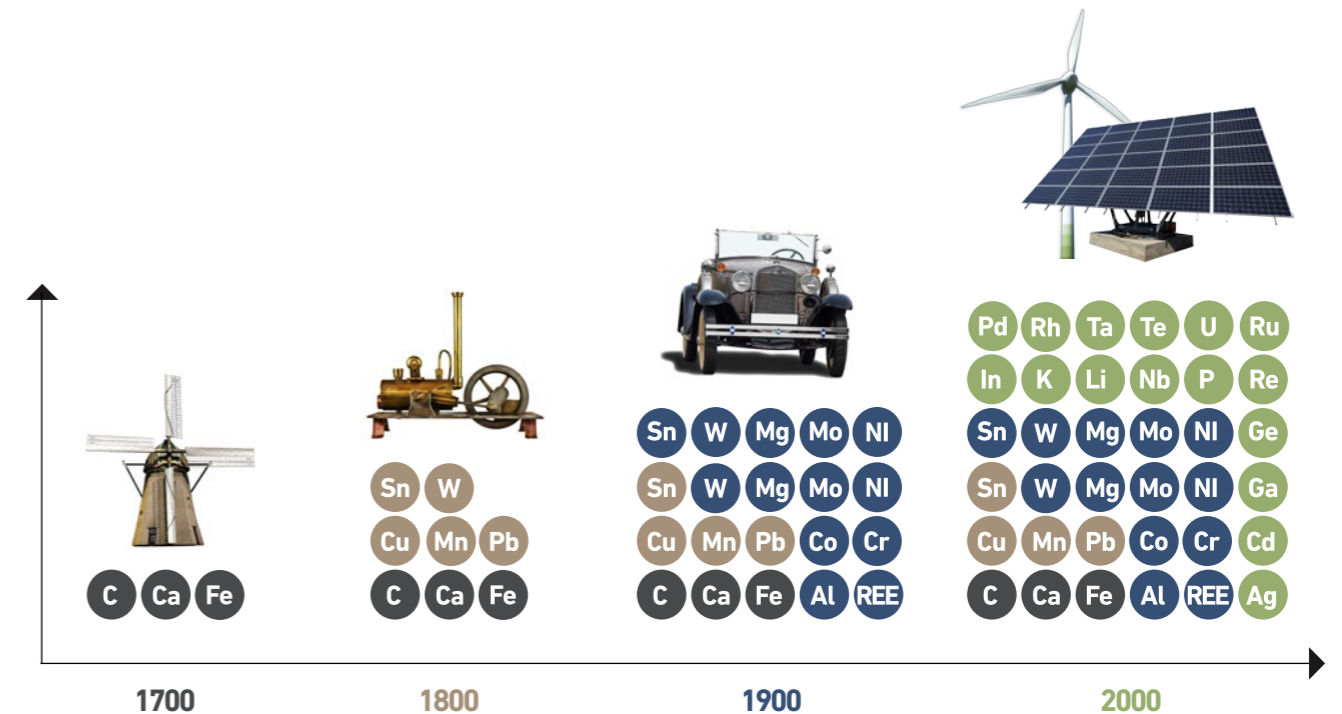
INNHold

DET GRØNNE SKIFTET KREVER MINERALER.....	5
NORGE, EU OG FN.....	7
GRØNNE MINERALER.....	8
KORTREISTE BYGGERÅSTOFFER.....	14
GRØNN PRODUKSJON.....	16
MINERALER I DEN SIRKULÆRE ØKONOMI.....	18
NORSKE RÅSTOFFER.....	20
MINERALINDUSTRIEN I NORGE – STATUS OG FRAMTID.....	24
OFFENTLIG-PRIVAT SAMARBEID.....	26
TI PUNKT FOR OPPFØLGING OG REALISERING.....	27

Fastlands-Norge har en variert geologi med muligheter for nye funn av mange mineralske råstoffer. Hver landsdel har sine spesialiteter. Påviste og antatte ressurser i bakken representerer en mulig verdi på nærmere 2500 milliarder kroner.



DET GRØNNE SKIFTET KREVER MINERALER



Global industrialisering har i alle år blitt fulgt av økende behov for både mengder og typer av råvarer. Den høyt teknologiske revolusjonen og det grønne skiftet har medført et behov for å bruke en stadig større del av det periodiske systemet – her eksemplifisert ved behovet for grunnstoffer i kjerneteknologier gjennom de siste tre hundre år. Figur basert på ¹.

I likhet med alle store skifter gjennom historien vil også det grønne skiftet kreve mer bruk av mineralske råstoffer.

Mineralske råstoffer har gjennom hele menneskehetens historie vært avgjørende for velstand og utvikling. Hver ny epoke kjennetegnes av at nye mineralske råstoffer ble tilgjengelig i menneskets verktøykasse, som igjen ledet til nye teknologiske vinninger. Steinalder ble

avløst av bronsealder på samme måte som grønn energi vil avløse fossile brensel. I dagens samfunn er nær sagt alle anvendelige elementer i det periodiske systemet tilgjengelige for oss, noe som muliggjør stadig mer avansert teknologi. Råstoffer som omtrent ikke var i bruk for 20 år siden er i dag helt nødvendige for hverdagsteknologien vi alle benytter.

Det grønne skiftet vil kreve betydelig satsing på grønn teknologi. I hovedsak dreier dette seg om fornybar energi (bio-

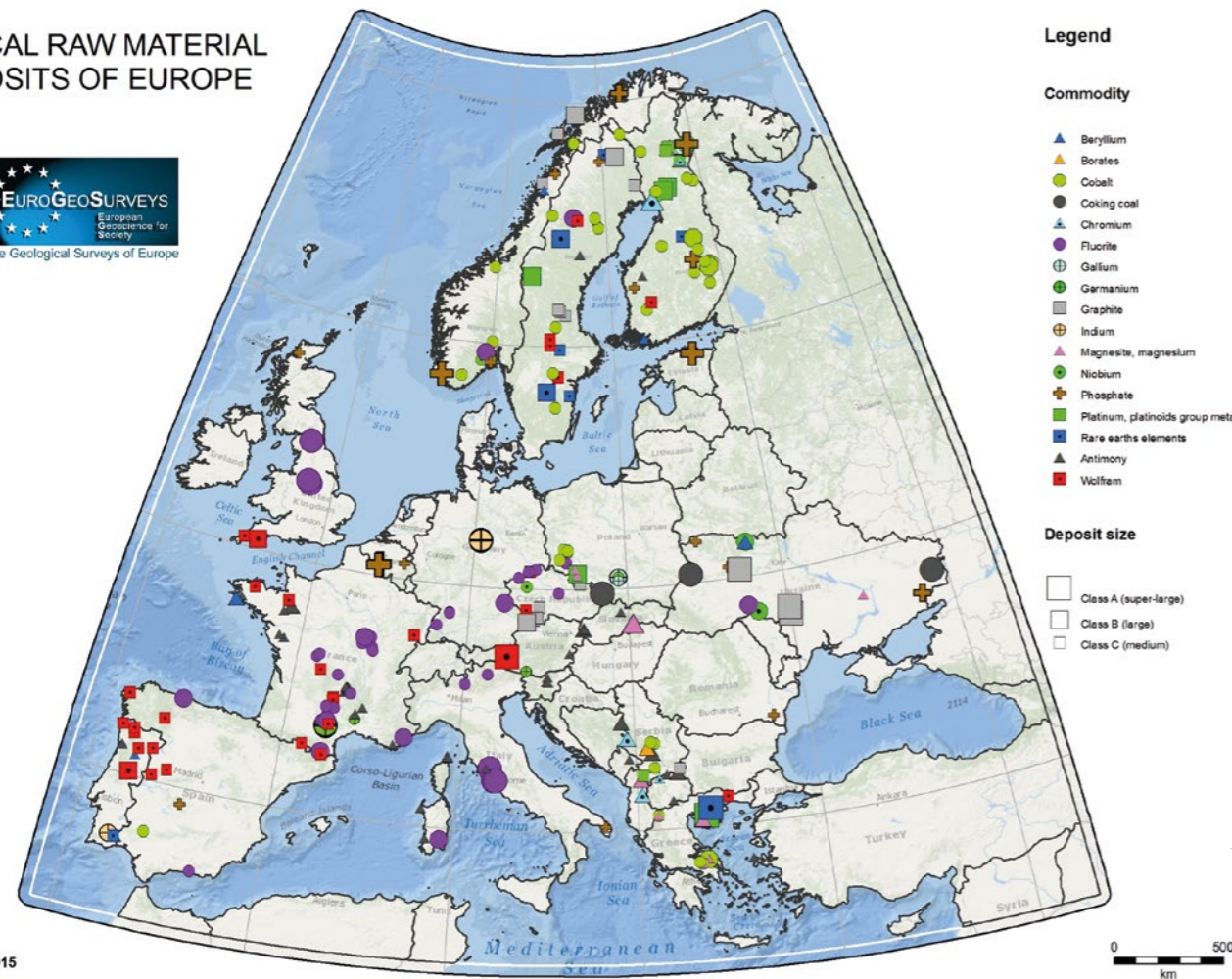
energi, hydrogen, vann, vind og sol), bedre lagring og mindre tap av energi (batterier og energitransport), mindre forbruk av fossil energi (elektrifisering av kjøretøy, lettere materialer) og avansert og smart teknologi.

De fleste av disse områdene er mineralkrevende. På lang sikt er det mulig å legge til rette for at en vesentlig del av de råstoffene vi trenger resirkuleres. Imidlertid vil befolkningsvekst, og spesielt velstandsutvikling, medføre et

fortsatt økende ressursbehov som ikke umiddelbart kan dekket av resirkulerte materialer. Derfor må vi i overskuelig framtid fortsatt basere oss på å hente mesteparten av råstoffene fra berg og løsmasser, inntil tilgjengelige lagre av resirkulerbare materialer i samfunnet er store nok til å monne og til at gjenvinningsteknologien er god nok.

I de følgende kapitlene går vi nærmere inn på ulike aspekter av mineraler i det grønne skiftet, Norges muligheter og utfordringer, og skisser for hvordan et privat-offentlig samarbeid kan bidra.

CRITICAL RAW MATERIAL DEPOSITS OF EUROPE



© BRGM, 2015

I 2015 publiserte Eurogeosurveys, den europeiske paraplyorganisasjon for de nasjonale geologiske undersøkelser, et kart over kjente forekomster av mineraler som er kritiske for Europeisk industri og økonomi. Prosjektet synliggjør Europas egne muligheter for å hindre politisk eller strategisk motiverte forsyningskriser på et kontinent som er svært avhengig av import av mineralske råstoffer.

NORGE, EU OG FN

Det grønne skiftet vil kreve en stadig mer effektiv og renere mineralutvinnende og foredlende industri. Det betyr at klimautslipp ved produksjon må reduseres og at råvarer og avgang må utnyttes bedre. Det vil også ligge store utfordringer i å gjøre vårt store forbruk av byggeråstoffer grønnere, gjennom å tenke "kortreiste" løsninger.

Norge og EU er godt rustet for et grønt skifte. Mineralindustrien har kommet langt med å utvikle bærekraftige løsninger¹, og Europa er ledende i utvikling av så vel teknologi som løsninger for innsamling av materialer for gjenvinning. Vi kan legge til at Europa har en demografisk utvikling og velstandsfordeling som er gunstig for en gradvis inntreden i en sirkulær økonomi.

Norge og de andre nordiske landene er verdensledende innen gruveteknologi, og regionen er ledende i Europa innen produksjon av både mineralske råvarer og raffinerte metaller. Tilgang på ressurser, stabil politisk styring, vilje til regulering og fokus på både innovasjon og miljø gjør at Norge og de øvrige nordiske land kan bidra med både produksjon og teknologi for en grønnere verden i de kommende årtier.

Imidlertid er det også skjær i sjøen. Råstoffer som er helt vesentlig for utvikling av og forsyning til Europas stadig grønnere verdikjeder kan bli vanskelig å få tak i. Det skyldes ikke mangel av disse råstoffene i jordskorpa, men at deres tilgjengelighet styres av nasjonale og/eller private monopoler, i tillegg til at eksportrestriksjoner på viktige råstoffer har økt betydelig i verden de siste 10 årene.¹

Dette var utgangspunktet for EUs råvareinitiativ i 2008, som skisserer tre strategiske akser: sikre gode og bærekraftige handelsregimer for råvarer, sikre tilgang til råstoffer i Europa og stimulere effektiv ressursutnyttelse og resirkulering². Med jevne mellomrom presenterer Kommissjonen en oppdatert liste over råstoffer som er særlig viktige og sårbare, såkalte kritiske råstoffer³.

I tillegg til å etablere forskningsprogrammer knyttet til råvareinitiativet gjennom Horizon2020 har Kommissjonen etablert offentlig-industrielle partnerskap som skal styrke de tre aksene. For å overvåke fremdriften i EUs samlede aktivitet utarbeides analyser hvert annet år av et sett med 24 indikatorer ("Raw materials score board"¹). Disse analysene favner bredt fra

behov for råvarer i tiden fremover, via leting, undersøkelser og utvinning i Europa, til resirkulering og bærekraft i næringen. Analysene danner et viktig grunnlag for utforming av politiske handlingsplaner i EU.

Høsten 2015 vedtok FNs medlemsland felles bærekraftsmål. De 17 målene og 169 delmålene er en felles arbeidsplan for å utrydde fattigdom, bekjempe ulikhet og stoppe klimaendringene innen 2030. For å nå disse målene er det grønne skiftet, og å bedre sosiale forhold, sentrale begreper. Dermed vil spørsmål knyttet til mineraler være viktige i arbeidet mot å nå disse målene.⁹

Norge er med i en rekke av de tiltak og initiativ som foregår på europeisk nivå, både gjennom NGU, universiteter og forskningsinstitutter. Norge er imidlertid ikke med i den delen som omfatter analyser og indikatorer. Det er forbeholdt medlemsstater. Følgelig er koblingen mellom FoU og policy-utforming svakere i Norge enn EU. Synligheten av Norges rolle i den europeiske sammenhengen, samt tiltak for offentlig-privat samarbeid, svekkes. Så selv om Norges rolle innen de grunnleggende aktiviteter i råvareinitiativet er sterk, henger den nasjonale implementeringen i luften, eventuelt inntil det dukker opp nye direktiv som Norge blir forpliktet til å følge.

GRØNNE MINERALER

Enkelte metaller og mineraler har ekstra stor betydning for gjennomføring av det grønne skiftet. Det gjelder stoffer som er absolutt uunnværlige i klima- og miljøvennlig energiproduksjon, mineraler som brukes direkte i miljøøymed, og stoffer som sikrer effektiv produksjon av teknologi med et minimum av inngrep og forbruk. Mange grunnstoffer og mineraler med unike egenskaper er nødvendige for den økende grad av elektrifisering av transportsektoren, og de trengs i stadig større mengder. Vi kaller dem "grønne mineraler" og ser på noen av dem her.



KOBBER

Behovet for kobber er økende og har økt eksponentielt gjennom historien. Kobber har mange anvendelser, men 75 % av det kobber som utvinnes benyttes for transport av strøm i en eller annen sammenheng. Alt som skal elektrifiseres trenger kobber, og kobber er et helt uunnværlig metall i det grønne skiftet. Velstandsøking, urbanisering og befolkningsvekst har bestandig drevet verdens økende kobberbehov. Behovet for kobber i det grønne skiftet er en ny og viktig driver som kommer i tillegg. Det grønne skiftet og økingen i den globale middelklassen fra 1,8 milliarder i 2009 til 4,9 milliarder allerede i 2030 vil doble

behovet for kobber på mindre enn 20 år. Det er et stort behov for å finne og utvikle nye kobberforekomster for å sikre velstandsutviklingen og overgangen til et grønnere samfunn. Norge har vært en svært viktig kobberprodusent gjennom historien og det letes aktivt etter kobber i Norge også i dag. Store ressurser kan fortsatt ligge skjult i norske fjell, men også på havbunnen i norsk territorium finnes det potensial for drivverdige forekomster. I Repparfjord i Finnmark utvikles de betydningsfulle kobberforekomstene Nussir og Ulveryggen mot produksjon i løpet av noen få år.



- En elektrisk bil trenger 3 ganger så mye kobber som en tilsvarende konvensjonell bil - omtrent 80 kg.

- Det er behov for 3600 tonn med kobber for å bygge en vindpark på 1000 MW, den størrelsesorden som er planlagt i Trøndelag; dette tilsvarer en hel fotballbane dekket med en fem cm tykk plate av kobber.

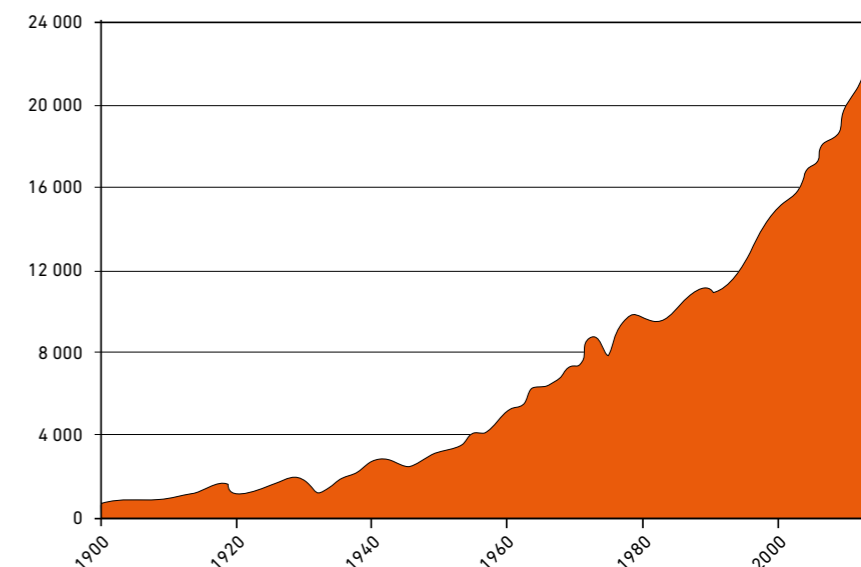
- I Kina ble det i 2015 montert to nye vindturbiner hver eneste time.

Økende ressursbehov.

Vi er flinke på å resirkulere kobber, men kobberbehovet øker eksponentielt som følge av befolkningsvekst og velstandsutvikling.

Derfor er verden avhengig av stadig nye kobbergruver, selv om vi resirkulerer over halvparten av metallet⁶. Mellom 1900 og 2014 har verdens kobberforbruk økt med 3,4 % per år og i løpet av 2040-tallet forventes forbruket å passere 50 millioner tonn per år.

Verdens forbruk av raffinert kobber, 1900-2014. Tall i 1000 tonn



FOSFAT

Verdens befolkning øker og jakten på velstand øker. Verden må ha mat. Mineralgjødning har en enorm effekt på ytelsen til jordbruksjord og er helt nødvendig for å opprettholde matproduksjonen mange plasser i verden. Fosfat er, sammen med nitrogen og kalium, de tre viktigste næringsstoffer for verdens korn. De største kjente forekomster og den største produksjon av fosfat kommer fra fosforittforekomster i Nord-Afrika, til dels fra områder som i dag er konflikt-

berørte. Her utvinnes fosfat fra ressurser som også er rike på tungmetaller som uran og kadmium. I løpet av årene har tungmetallene enten fulgt med gjødselet til jordbruksjorden eller hopet seg opp i avgangsmasser på uttaks plassene. "Grønn fosfat" blir viktig for fremtiden og Norge har betydelige ressurser som kan være aktuelle for utnyttelse – den største forekomsten ligger øst for Egersund i Rogaland.



SJELDNE JORDARTSMETALLER (REE)

Sjeldne jordartsmetaller (Rare Earth Elements, REE) er et samlenavn man benytter om 16 grunnstoffer (lantanoide og yttrium) som har helt unike egenskaper i sammenheng med moderne teknologi. Grunnstoffene opptrer ofte sammen i "sjeldne jordartsmetaller" og det krever svært avanserte prosesser å skille metallene ut fra hverandre. Kina dominerer produksjonen totalt. Vi, og resten av Europa, importerer alt vi trenger. I de senere årene har

de sjeldne jordartsmetallene fått mye oppmerksomhet, spesielt fordi Kina har utnyttet sitt produksjonsmonopol til politiske formål. De forskjellige metallene har mange og ulike anvendelser, men spesielt batterier, elektriske motorer, vindturbiner, katalysatorer, skjermt teknologi og energigivende LED-lys er viktige bruksområder, og en avgjørende del av framtidens grønne verden.

Norge har en del små, og en enkelt meget stor forekomst av sjeldne jordartsmetaller. Den ligger ved Ulefoss i Telemark og er en av Europas største.



GRAFITT

Grafitt er et mykt grått mineral som bare består av grunnstoffet karbon. Alle har et forhold til grafitt ettersom "blyet" i blyanten består av grafitt, typisk blandet med leire for å justere skrivehardheten. Men grafitt har unike egenskaper som er viktige for det grønne skiftet, og i fremtiden kan ultratynne lag av grafitt, kalt grafen, danne grunnlag for en ny teknologisk revolusjon. Litium-ion-batteriet, som er den sentrale energikilden i nesten all bærbar elektronikk, inneholder dobbelt så mye grafitt som litium, og man regner

med at utviklingen av brenselcelleteknologi vil øke etterspørselen etter naturlig grafitt betydelig. Kvaliteten på naturlig grafitt er avgjørende for en anvendelse i høyteknologi, og mange kjente forekomster i Norge holder den nødvendige kvalitet. Skaland grafittgruve på Senja er den viktigste produsent av høykvalitets naturlig grafitt i Europa.



LITIUM

Litium er det letteste metallet som finnes og i det periodiske systemet er det grunnstoff nr 3. Litium brukes i mange sammenhenger, men det meste ender opp i enten keramiske produkter eller i batterier. På grunn av den økende elektrifiseringen av transportsektoren og veksten i forbrukerteknologi, som krever effektive og lette batterier, fortsetter etterspørselen etter litium å øke. Faktisk er litium en av få råvarer som har hatt økende priser gjennom de globale råvareprisfall de seneste årene. En liten elbil som Nissan Leaf har et batteri som inneholder

4 kg litium, mens batteriet på en Tesla er mye større og trenger vesentlig mer. Norge har per i dag ikke kjente utvinnbare forekomster av litium, men et norsk selskap, Nordic Mining, har eierinteresser i et selskap som holder på å utvikle en litiumforekomst i Finland.



TITAN

Titan, i form av TiO_2 – titandioksid – var en del av en tidligere fase av grønn utvikling som fant sted i det forrige århundre. Fram til da hadde bly vært det vanligste tilsetningsstoffet for å få hvitfarge på maling. Gammel blybasert hvit maling kan inneholde flere titalls prosent med bly og ligger tilbake som en betydelig forurensningskilde i jorden, spesielt i våre byer.

Norge har svært store ressurser av titan og Titanias gruve i Hauge i Dalane står for 6 % av verdens produksjon. Et nytt titanprosjekt på Engebøfjellet i Førdefjorden kan med tiden øke Norges betydning som titanprodusent ytterligere.



- Titan er sterkere enn stål men 42 % lettere og brukes derfor i flyskrog. En Boeing 787 Dreamliner inneholder 15 % titan.

- Titan er et metall som kroppen vår tolererer, og derfor benyttes titan i implantater og proteser.

- Titandioksid er et ikke-giftig pigment som gjør maling, matvarer og andre produkter hvite. Du finner titandioksid i blant annet softis, solkrem og tannkrem.

OLIVIN

Olivin er faktisk et grønt mineral – også når du treffer på det i naturen. Olivin er ett av våre viktigste industrimineraler og Norge står for nesten halvparten av verdensproduksjonen. Langt det meste olivin brukes som slaggdanner i smelteverk, men olivin har også en grønn side. Olivin har spesielle egenskaper når det gjelder adsorpsjon av tungmetaller og benyttes i

økende grad for fjerning av tungmetaller fra jord eller vann, eller for tildekking av forurensede masser, for eksempel i havneområder. Sibelco Nordics olivingruve i Åheim er verdens største og regionen har flere forekomster i verdensklasse.



KVARTS OG ANDRE SOLCELLERÅSTOFFER

Ekstremt ren kvarts er et nødvendig råstoff for blandt annet solcelleprodusenter og halvlederindustri. Solcelleindustrien trenger høyt raffinerte råvarer, selv om utgangspunktet er svært ren kvarts. I Norge produserer selskapet Quartz Corp AS ultra-ren kvarts i deres anlegg i Drag, sør for Narvik. Veien fra en ultra-ren kvartsforekomst til salgbart råmateriale for solcelleproduksjon er imidlertid

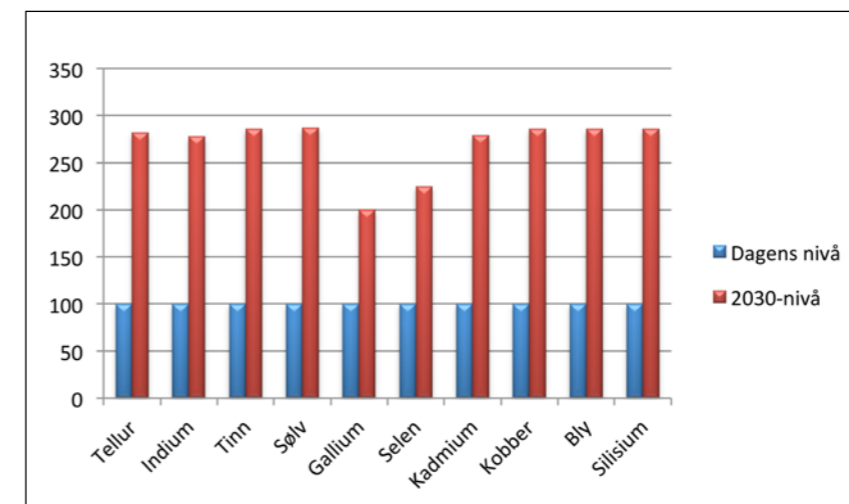
krevene, og Quartz Corps teknologiske løsninger er utslagsgivende for verdien av mineralproduktet.

I tillegg til kvarts krever solcelleproduksjon, som mye annen høyteknologi, en hel rekke grunnstoffer med spesielle egenskaper, som bidrar til at solcellene blir effektive og økonomiske å produsere. Flere av grunnstoffene, som for

eksempel indium, kjennes ikke fra egne forekomster men utvinnes som biprodukt fra annen gruveindustri. Både geologisk kunnskap, ressursforståelse, politisk vilje og regulering er nødvendig for å sikre at verdens økende behov for slike grunnstoffer kan dekkes med et minimum av inngrep i natur og kultur.



SOLENERGI



Estimat for prosentvis økning av behovet for mineralske råstoffer til solenergi fram til 2030. ¹

	DAGENS NIVÅ	2030-NIVÅ
Tellur	100	282
Indium	100	278
Tinn	100	286
Sølv	100	287
Gallium	100	200
Selen	100	225
Kadmium	100	279
Kobber	100	286
Bly	100	286
Silisium	100	286

KORTREISTE BYGGERÅSTOFFER

Norge trenger store mengder stein til å bygge infrastruktur som veier, jernbanelinjer og andre store konstruksjoner. I Norge bruker man et lastebillass med sand, grus og pukk pr person per år.

I dag transporteres mesteparten av disse massene langs vei.

Byggeråstoffer bør være kortreiste. Ved avstander over 30 kilometer vil transportkostnadene for de tunge massene være høyere enn prisen på byggeråstoffet. Derfor transporteres det meste av byggeråstoffene over korte avstander.

Akkurat som for mat er kort transport av stein gunstig for miljøet. Befolkningen i byene vil øke sterkt i årene som kommer. Det gjør at behovet for byggeråstoffer vokser. Da blir det vanskelig å sikre tilgang til kortreist stein. Det krever at man planlegger langsiktig og at man ikke bygger ned det man skal bygge av.



Når vi frakter stein fra stedet den tas ut til stedet den brukes, bruker vi tunge lastebiler som belaster veinettet, rammer miljøet og øker forurensningen. I framtida vil det være nødvendig å se på løsninger som gir minst mulig miljøbelastning både ved uttak og transport av byggeråstoffer. I framtida forventer vi at en større andel av byggeråstoffene til pressområdene transporteres sjøveien fra forekomster langs kysten.

I andre land transporteres en større andel av slike råstoff med jernbane. Flere av de største forekomstene, som kan forsyne Osloregionens framtidige behov, ligger nær tilgjengelig infrastruktur for jernbanetransport. Studier fra Storbritannia viser at frakt med jernbane reduserer karbondioksidutslippet med minst 80 prosent sammenlignet med frakt på veg. Flere av de største pukkforekomstene i landet er basert på frakt sjøvegen. Transport med båt kan også være viktig for

byer som ligger ved sjøen. Utfordringen ved å bruke tog eller båt er at det kreves mye plass for å ta i mot og mellomlagre masser, som senere kan fraktes videre ut i markedet.

Ved å planlegge for og etablere mottaksanlegg og områder for mellomlagring av byggeråstoffer ved kai og jernbane legges det tilrette for mer transport langs jernbane eller med båt.

I Norge planlegges store vei- og jernbane-prosjekt i framtida. Å sikre massebalanse i disse anlegg ved å legge til rette for bruk av anleggsmasser som byggeråstoff vil redusere miljøbelastningen ved slike prosjekter. Dette må gjøres gjennom å kartlegge kvaliteten til bergmassene

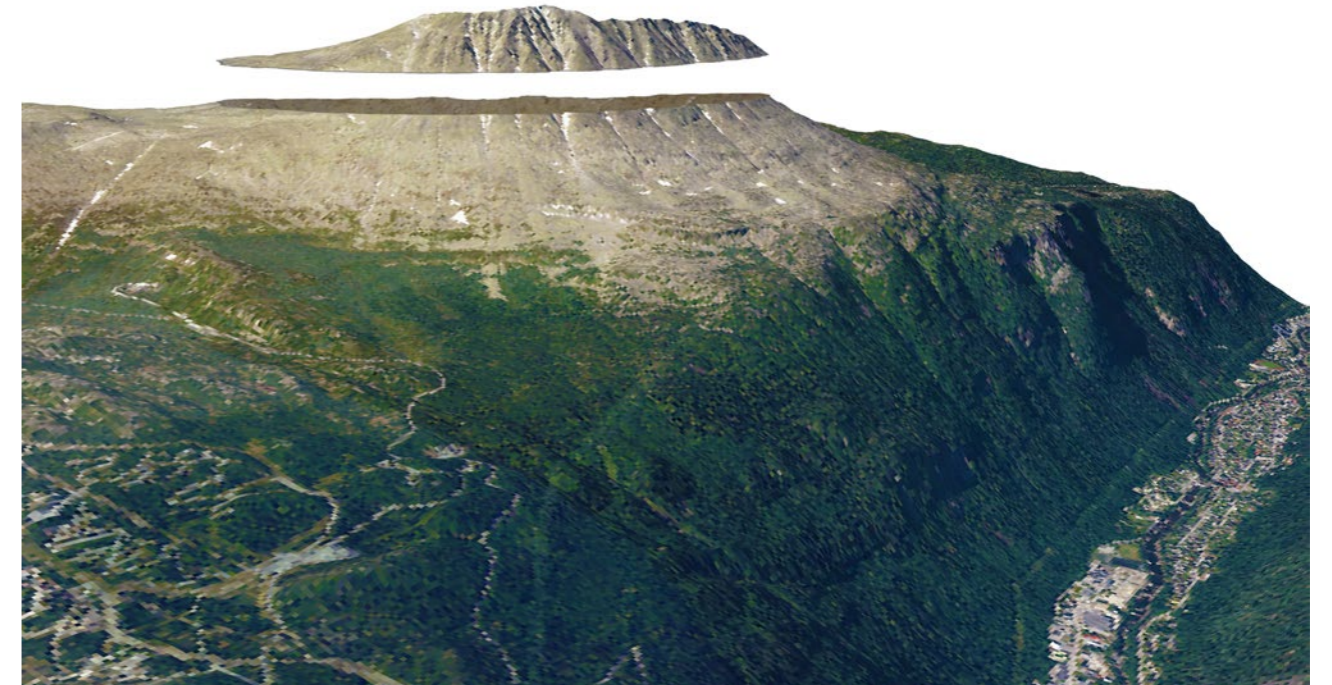
som byggeråstoff i en tidlig fase av planleggingen samt å utvikle driveteknikker og produksjonsmetoder som sikrer mer høyverdig bruk av anleggsmasser.

Gode og langsiktige planer for masseforvaltning vil være et viktig tiltak for

å redusere belastningen på miljø og samfunn. Slike planer kan legge til rette for å sikre råstoffbehovet både nasjonalt og lokalt, sikre at godt nok materiale brukes, slik at ikke materiale med unike kvaliteter brukes der hvor det ikke er behov for det.

Den forventede befolkningsøkningen i Oslo-regionen vil medføre et omtrentlig behov for cirka 339 millioner tonn byggeråstoff fram til 2040.

Dette tilsvarer toppen av Gaustatoppen. Hvor skal all denne steinen komme fra?



• 20 % av all tungtransport på norske veier er lastebiler med grus og pukk.

• I Norge transporteres 4 millioner lastebillass med byggeråstoffer pr år. Hver km lengre transportavstand medfører 4 millioner ekstra lastebil-kilometer på norske veier.

• Man trenger 120.000 tonn pukk for å bygge 1 kilometer med firefelts motorvei.

• Man trenger 50.000 tonn pukk for å bygge 1 kilometer med dobbeltsporet jernbane.

• Man trenger 3000 tonn pukk, eller 250 lastebillass, for å bygge en skole.

GRØNN PRODUKSJON

Grønnere bergverk vil minke fotavtrykket på miljøet framover. Men det er ikke sikkert det kan gjøres uten deponering.

Tradisjonelt drives pukkkforekomster som åpne dagbrudd. Der det driftsteknisk er mulig er underjordsdrift et godt alternativ. Drift under jord gir mindre skjæmmende innsyn, og mindre støv og støy, som bransjen ofte er belastet med. Når steinen er sprengt ut, kan fjellhallene som står igjen gjerne brukes til massedeponering. Selv om underjordsdrift er dyrere enn dagbruddsdrift, er det mange fordeler ved å gå under bakken etter stein. Videre vil integrerte anlegg med flere produksjonsprosesser på samme areal være en stor fordel. For eksempel vil et pukkkverk med integrerte anlegg for betong- og asfaltproduksjon samt -resirkulering kunne redusere transportbehovet betydelig.

*Ved Fana Stein og gjenvinning i Bergen drives det kombinert gjenvinningsanlegg og pukkkverk under jord. En slik drift reduserer miljøbelastningen for lokalmiljøet samt reduserer transportbehovet ved at færre tomme lastebiler kjører inn og ut av anlegget.
Foto: Lars Libach*



Å gjenbruke masser er et viktig supplement til ordinære byggeråstoffer, men vil ikke dekke behovet alene. Bare i Stor-Oslo - hovedstaden pluss 45 nærliggende kommuner - forbrukes det i dag over ni millioner tonn i året.

Utvinning og bearbeiding av mineralske råstoffer fra berggrunn og løsmasser setter uunngåelige fotavtrykk i det ytre miljø. Det grønne skiftet betinger mest mulig reduksjon av den negative påvirkningen på naturen. Norge har en mineralindustri

som beveger seg i fremste internasjonale rekke når det gjelder miljømessige fotavtrykk, og er sammenlignbar med europeisk standard. I tillegg har Norge en mineralindustri som benytter fornybare energikilder; det er en betydelig, positiv faktor sammenlignet med de fleste andre land i verden. Norsk industri er også blant de fremste i verden til å redusere utslipp til atmosfæren, og her går utviklingen i riktig retning. Likevel finnes det utfordringer. De er i første rekke knyttet til utnyttelse av råstoff.

Rike og lett tilgjengelige metalliske råstoffer er i stor grad brukt opp. I dag etableres gruvedrift globalt på stadig fattigere, men store, forekomster, og forekomstene finnes på økende dyp. Mens det for 50 år siden sjelden var lønnsomt å starte en kobbergruve med mindre enn 1,5 % kobber, finnes det i dag gruver som produserer med 0,3 %. Fra slik utvinning blir det svært mye bergmasser til overs. Det gir dårlig utnyttelsesgrad, høyere energiforbruk og store deponier med mineralsk avfall. Vi kan se for oss flere veier for å redusere slike fotavtrykk.

Det er av stor betydning å vurdere om de mange gamle gruvedeponiene, som staten bruker mange millioner kroner på hvert år for å minimere skader på miljøet, kan utnyttes kommersielt. For flere nedlagte metallgruver er faktisk metallinnholdet i deler av deponiene høyere enn det man i dag betegner som lønnsomt berg. Behovet for kartlegging og karakterisering av disse deponiene er derfor stort. Teknologi for økt bruk av sekundære ressurser fra pukkkproduksjon som finstoff i betong- og asfaltproduksjon foreligger. Tradisjonelt har man tilpasset råstoffet til betong- eller asfaltrecepter. I fremtiden kan man forvente at man i høyere grad tilpasser oppskriften til det råstoffet som er tilgjengelig for best mulig ressursutnyttelse.

Til tross for ulike innovative løsninger som kan bli lønnsomme på sikt, er det sannsynlig at deponering av overskuddsmasser vil være noe man må leve med så lenge det tas ressurser ut av berget. Selv om slike masser i teorien kan benyttes til et praktisk formål, er det ikke nødvendigvis slik at det er markedsmessig

eller miljømessig ønskelig å gjøre det. God bærekraft betinger således ikke en total utnyttelse av alle forekomster, men det kan likevel ligge store muligheter i å tenke nytt for bruk av store avfallskilder, og om mulig etablere nye verdikjeder fra gruveavfall.

Når først masser må deponeres, bør det utføres på en måte som minst mulig påvirker det lokale miljøet. Det finnes flere metoder for deponering.

Sjødeponering har den fordelen at massene bokstavelig talt legges på bunnen og følgelig mindre utsatt for utrasninger. I noen tilfeller konsolideres sjødeponier fort, massene blir inerte og stabile. På den annen side påvirker sjødeponier det biologiske mangfoldet i sjøen. Derfor er det viktig at konsekvensene av sjødeponering blir grundig belyst, og at deponering overvåkes grundig.

Landdeponier er i mange tilfeller den eneste mulige løsningen. Deponiene krever store arealer. I Norge har vi mye negativ erfaring med forsuring og utlekking

av tungmetaller fra gamle gruvedeponier. I dag vil ikke en økonomisk forsvarlig gruve etterlate slike deponier som er så rik på sulfider og metaller som tidligere, men det kan likevel være et problem at eventuelle reaktive masser forblir eksponert mot luft og rennende vann gjennom svært lang tid. Utrasning av landdeponier har forårsaket flere miljøkatastrofer i verden. Denne risikoen kan øke i takt med mer ekstremvær i framtida.

En tredje form for deponering er tilbakefylling av mineralske restprodukter i gruverom eller dagbrudd etter hvert som driften skrider fram. Det er en løsning som kan passe enkelte former for utvinning, men ikke alle.

Hvorvidt den ene eller andre formen for deponering i et gitt tilfelle er best, avhenger av en rekke faktorer. Det som vil være best praksis i ett område, kan være verst i et annet. Derfor må man tilstrebe god forskning og smart planlegging, og sikre god regulering og overvåking av deponiprosessen slik at definerte grenser ikke overskrides.



*I et steinbrudd i Larvik produseres det murblokker fra overskuddsmassene fra Larvikittproduksjonen.
Foto: Peer Richard Neeb*

- Ny teknologi som involverer robotisering av gruvedrift kan gjøre det lønnsomt å utnytte små og rike forekomster i større grad enn før.

- Fremtidig teknologi kan gjøre det teknisk enklere å utnytte forekomster som inneholder en blanding av metaller og industrimineraler. Dette kan gi lønnsom produksjon, bedre ressursutnyttelse og redusert utslipp fra forekomster med flere verdikomponenter.

- Enkelte mineraler, som f.eks. olivin, kan på sikt, og med den riktige teknologi, utnyttes i mineralproduksjon, hvor CO₂ samtidig lagres i restproduktene. Resultatet vil være en kombinasjon av ressursutvinning og lagring av klimagasser.

MINERALER I DEN SIRKULÆRE ØKONOMI

På lang sikt vil de fleste ikke-fornybare ressurser bli fornybare gjennom resirkulering.

En typisk mobiltelefon inneholder ca 0,02 gram gull. Hvis alt gull i alle iPhones solgt i året 2013 skulle bli tatt ut av en enkelt gullgruve, ville dette etterlatt et hull tilsvarende en 6 kilometer lang biltunnel. Dette eksemplet gir litt perspektiver på

hvor mye råstoffer som går med til å lage de produktene vi omgir oss med. Det sier seg selv at slikt forbruk ikke kan være bærekraftig på sikt hvis vi kun tar råstoffene ut av berget.



Mobil høyteknologi er avhengig av en lang rekke mineralske ressurser. Eksemplet over viser et utvalg av metaller analysert i en nedknust Nokia 5230 mobiltelefon.⁸

Hverken gull eller de fleste andre mineralske råstoffer forsvinner etter bruk; de er fremdeles til stede og kan gjenvinnes. Graden av resirkulering av mineralske råstoffer er i stor grad en funksjon av tilgjengelige råstoffer (lager av resirkulerbart materiale), innsamlingsrutiner for slikt materiale og teknologi/lønnsomhet for faktisk gjenvinning.

Den første variabelen avhenger av levetiden til produkter og veksten i forbruk. Kortlevete produkter, slik som mobiltelefoner, kan raskt introduseres i en sirkulær økonomi, mens bygninger og annen infrastruktur tar lengre tid. Befolkningsveksten utsetter den sirkulære økonomien, siden etterspørselen etter nye produkter langt overstiger tilgjengelige lagre for resirkulering.

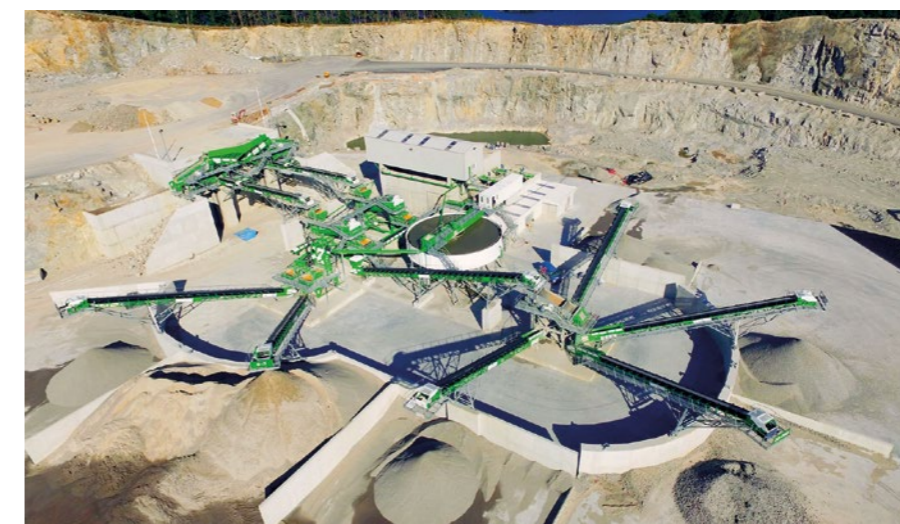
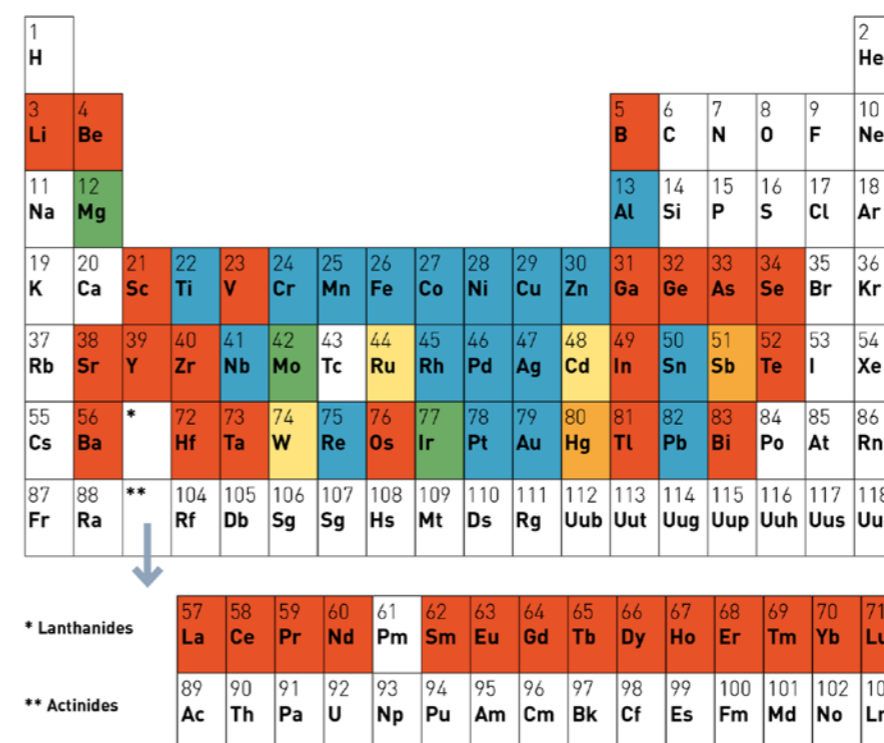
En utflatning av befolkningen i verden vil kunne gi en gradvis oppbygging av slike lagre. Det betinger en rimelig global velstandsfordeling, siden høy befolkningsvekst er sterkt knyttet til fattigdom. Samtidig er velstandsutvikling på kort sikt en enda sterkere behovsdriver enn selve befolkningsveksten.

Europa står foran nullvekst i befolkningen. Det fører til at noen mineraler (særlig jern, kobber, gull og andre hovedmetaller) i økende grad vil bli hentet fra gjenvinning i tiden som kommer. Den teknologien er på plass og implementert i kommersiell utnyttelse og vi er flinke på å resirkulere disse metallene. På globalt plan vil imidlertid veksten i behovet for

kobber overstige veksten i gjenvunnet kobber flere tiår fram i tid.

For andre råstoffer er bildet noe annerledes. Teknologien har foreløpig ikke kommet langt nok til at for eksempel spesialmetaller er lett å resirkulere. Men her foregår det mye forskning og innovasjon i både privat og offentlig

regi som kommer til å forbedre dette. I tillegg er det fokus på at produsenter av elektriske produkter legger mer innsats i å designe dem for lettere resirkulering.



Ved Velde AS sitt steinbrudd i Sandnes er pukkverket integrert sammen med betong- og asfaltstasjon samt et moderne mottaksanlegg for byggemasser. Dette reduserer transportbehovet og miljøbelastningen. Foto: Velde AS

NORSKE RÅSTOFFER

Norge er en historisk viktig produsent av en rekke viktige metaller og industrimineraler og potensialet for nye funn er fortsatt stort.

Det Fennoskandiske Skjold som omfatter Norge, Sverige, Finland og nordvest Russland regnes som Europas mest prospektive område og nye verdensklasseforekomster oppdages fortsatt. Både Sverige og Finland satser gjennom de nasjonale geologiske undersøkelser, og de nasjonale virkemiddelaktørene, stort på gruveindustri og jobber svært intensivt med å legge til rette for letevirsomhet,

og for å tiltrekke internasjonal kapital til næringen. Norge hadde gjennom særbevilgningene MINN og MINS rettet mot mineralressursundersøkelser i Nord- og Sør-Norge lyktes med å etablere en tilsvarende ramme for datainnsamling. Fremdeles er imidlertid det norske datagrunnlaget svakere enn det vi finner i våre naboland. Likevel er potensialet i Norge tilsvarende stort og dagens utfordring er å finne de forekomstene som ligger skjult under overdekke eller på større dyp – eller kanskje på havbunnen.

Norge har også kjente forekomster som vi antar kan bli aktuelle for utnyttelse på sikt. Dette gjelder forekomster hvor

vi ser at de globale trender på geolater (innholdet av mineraler eller metaller) gradvis nærmer seg forholdene i kjente norske forekomster, eller trender på bestemte kvaliteter som kan gjøre forekomster drivbare. Ny prosesseteknologi er en annen faktor som kan sette kjente forekomster i spill, og sidegevinster som CO₂-deponering i mineralisk avgang som kan gi økt fortjeneste. Potensialet for fortsatt utvinning, utvikling og foredling er uansett stort og i arealplanarbeid er det derfor viktig å vite så mye som mulig om hvor mulighetene anses som vesentlige.

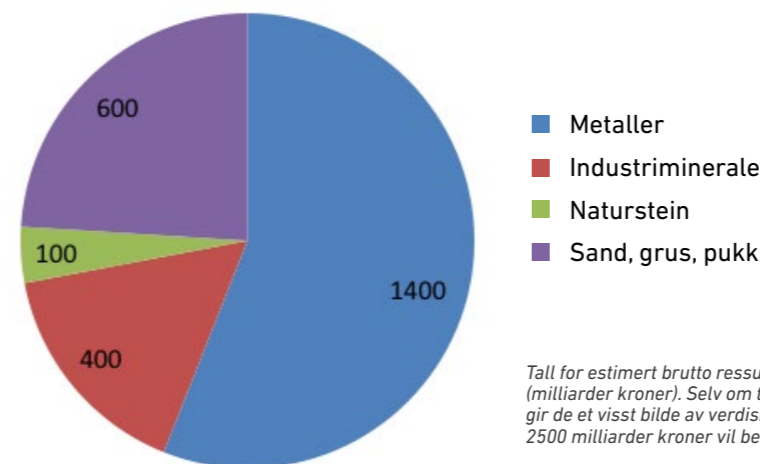
FRAMTIDSMULIGHETER	RÅSTOFFER
Eksisterende og framtidige utnyttelsesmuligheter: store ressurser, etablerte verdikjeder og teknologi	Titan, kobber, jern, olivin, kvarts/silika , karbonatbergarter, nefelinsyenitt, grafitt , puk, naturstein
Betydelig potensial for framtida: store ressurser og sjanser for nye funn i tillegg til økende behov	Sjeldne jordartsmetaller (REE) , sink, nikkel , bly , molybden, magnesium , fosfat , talk
Begrenset potensial for framtidig utnyttelse: mindre ressurser og sjanser for nye funn	Kobolt , sølv , vanadium, niob, gull, beryllium , flusspat , feltspat, granat, glimmer, sand og grus
Usikkert potensial for framtidig utnyttelse: kunnskapsnivået er foreløpig lavt	Wolfram , krom , aluminium, PGE , scandium, tantal, gallium , indium , aluminiumsilikater

Selv om vi ikke kan forutsi markeder for mineralske råstoffer i framtida, har vi gruppert råstoffer vi kan finne i fastlands-Norge i fire grupper etter antatt potensial i framtida, vår kunnskap om dem og deres betydning for samfunnet. Kritiske råstoffer i henhold til EUs klassifisering fra 2014 er angitt med rød skrift, mens grønn understrekning angir råstoffer som er særlig relevant for grønn energi.

Prisene på de fleste råvarer er styrt av et globalt marked og fra begynnelsen av 2000-tallet frem til 2012 satte Kinas eksplosive økonomiske vekst og ressursbehov agendaen i mineralnæringen over hele jorden. Prisene på både energi og mineralske ressurser var konstant stigende, når en ser bort fra en kortvarig

effekt av finanskrisen i 2008. Fra 2012 til 2015 har prisene imidlertid vært fallende og leteselskaper avhengige av risikovillig kapital har hatt dårlige kår. I våre naboland ser vi nå en sterk økning i aktivitet som tyder på en tro på at trendene vender opp, og vi forventer etter hvert å se den samme effekten i Norge. Leteselskaper

og investorer må imidlertid pleies og fores med grunnleggende informasjon og data så de kan gjennomføre deres objektundersøkelser på rett plass, med de fornødne rettigheter og den nødvendige forutsigelighet.



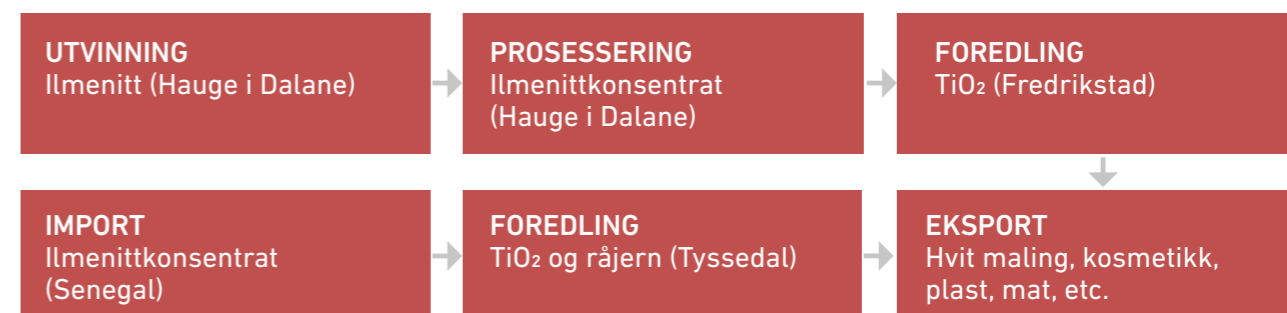
Tall for estimert brutto ressursverdi "i bakken" for grupper av norske mineralske råstoffer (milliarder kroner). Selv om tallene er spekulative og selvsagt avhenger av markedsutvikling, gir de et visst bilde av verdiskapingsmuligheter i et 100-års perspektiv. For råstoffverdi på 2500 milliarder kroner vil bearbejdsverdi ligge rundt 8000.

Verdikjeder i mineralindustrien kan være komplekse og er ofte internasjonale. De tre eksemplene nedenfor illustrerer dette. Sinkproduksjon i Norge baseres på importerte råstoffer. Superren kvarts kombinerer norske og importerte råstoffer. Når det gjelder titandioksid er hele verdikjeden tilstede i Norge.

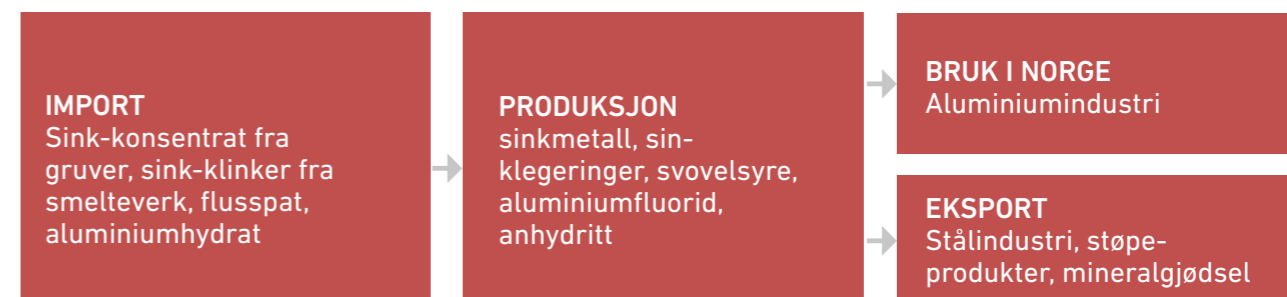
VERDIKJEDE SUPERREN KVARTS



VERDIKJEDE ILMENITT-TITANDIOKSID



VERDIKJEDE SINK



Potensialet for mineralforekomster av alle typer er fortsatt stort i Norge, og med de rette rammebetingelser kan disse ressursene gi både uttaksgvinster og nedstrøms verdiskaping i en verden i utvikling.

MALMFOREKOMSTER

VIKTIGE FOREKOMSTER



INDUSTRIMINERALER

VIKTIGE FOREKOMSTER



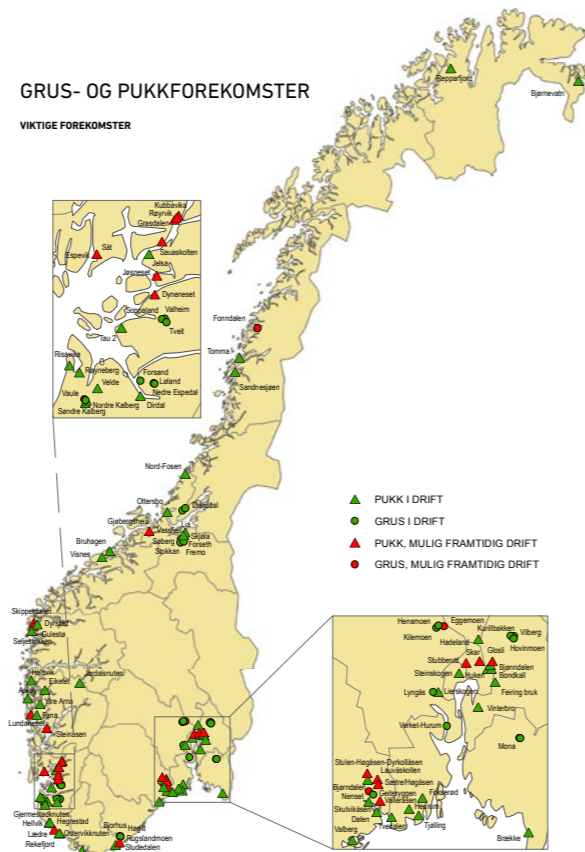
NATURSTEINFOREKOMSTER

VIKTIGE FOREKOMSTER



GRUS- OG PUKKFOREKOMSTER

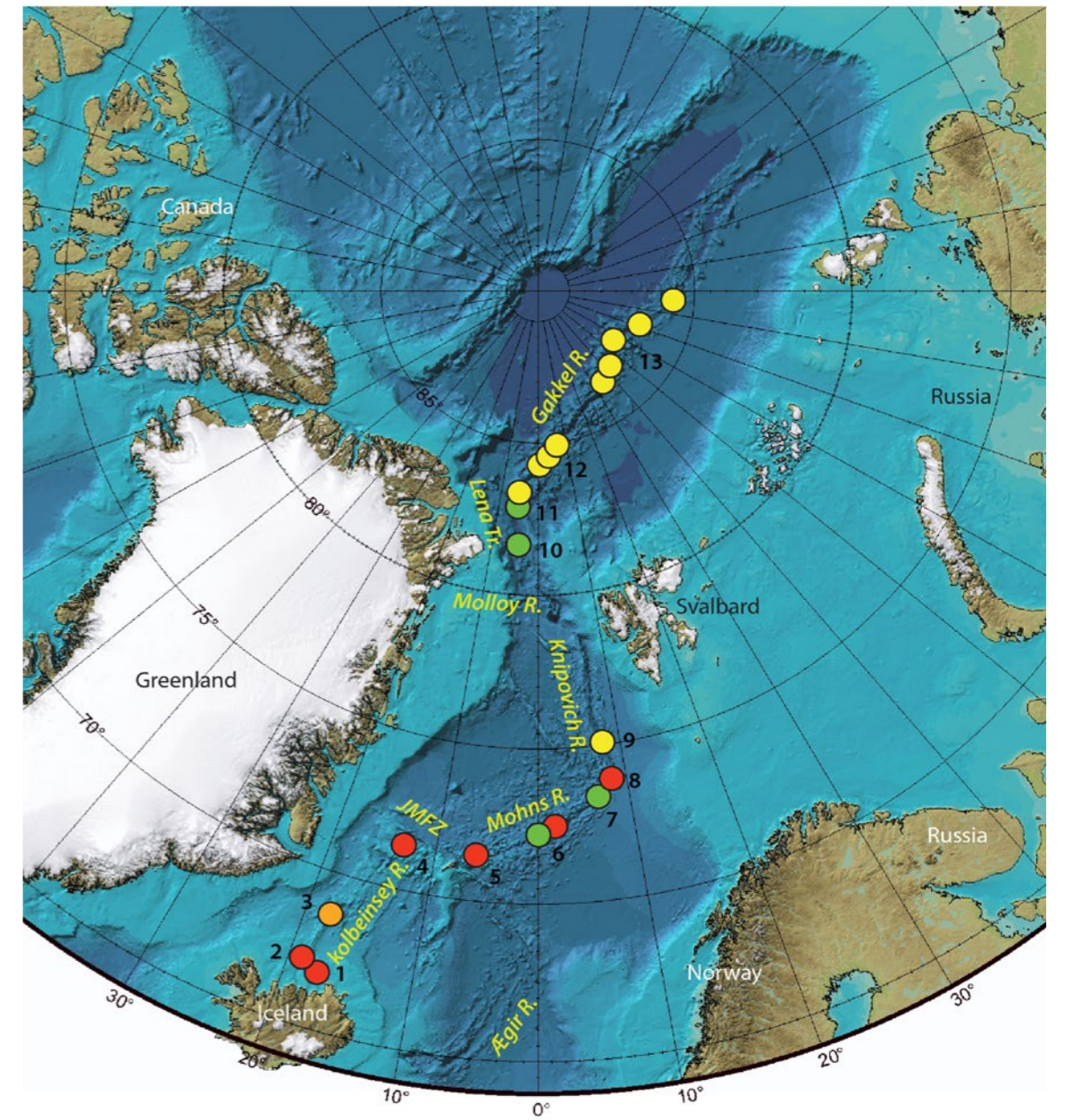
VIKTIGE FOREKOMSTER



Norges territorialfarvann omfatter mange hundre kilometer av den Midt-Atlantiske ryggen hvor aktiv dannelse av metallforekomster finner sted fra såkalte "black smokers". Både universitetet i Bergen og NTNU har hatt tokt til den Midt-Atlantiske ryggen for å se på både geologien og biologien rundt disse

aktive metallkildene. Forekomster på havbunnen er primært interessante for sitt innhold av kobber, men også sink, gull og andre metaller kan finnes i dypmarine forekomster. Også for de marine territoriene er potensialet for betydelige funn stort; flere hydrotermalfelter med black smokers har blitt identifisert,

men kartleggingen har bare så vidt begynt og vil kreve store ressurser. Potensialet for å utnytte og skape verdier av eventuelle forekomster er stort, siden norsk oljeindustri ligger i verdenstoppen i marin teknologi.



Dypmarine ressurser. Kjente felt med aktiv metallutfelling fra black smokers langs den Midt-Atlantiske ryggen. 7

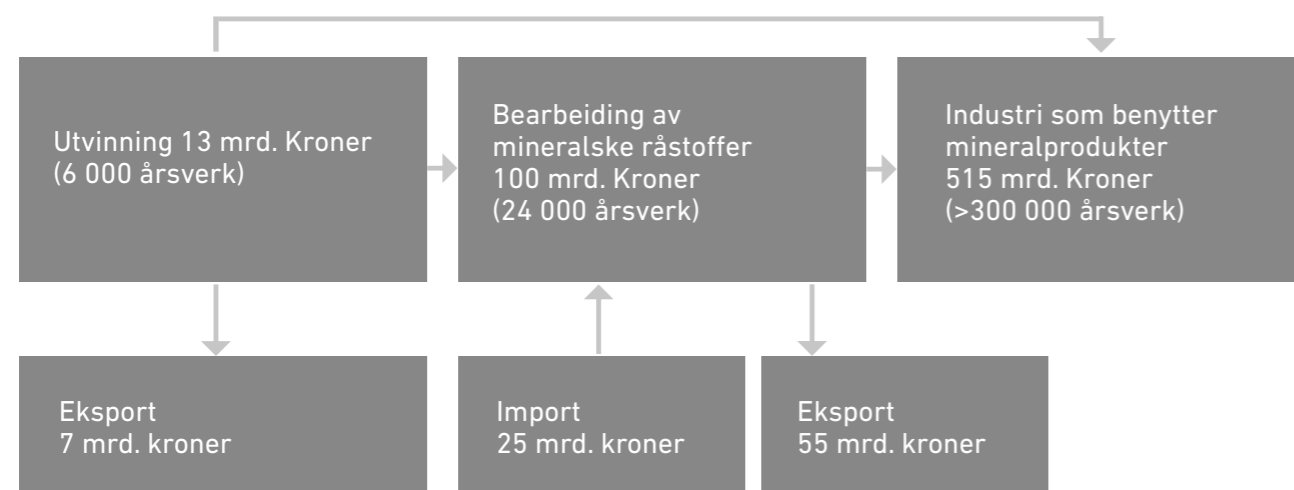
MINERALINDUSTRIEN I NORGE – STATUS OG FRAMTID

Bergindustrien i Norge omsatte for 12,5 milliarder kroner i 2015, av dette utgjør eksportandelen 52 %. Det ble solgt 97,6 millioner tonn mineralske råstoffer i Norge i fjor, omlag 89 % av dette er pukk og grus.

For 2015 er det rapportert inn at 5551 årsverk er sysselsatt i bergindustrien.

Metaller, industrimineraler og byggeråstoffer har blitt utvunnet kontinuerlig fra middelalder til nåtid og har dannet grunnlag for lønnet arbeid, verdiskaping

og eksport. Driften på norske mineralressurser har gitt opphav til en norsk prosess- og metallindustri, som i dag beskjeftiger 24 000 nordmenn⁴.



Norsk verdikjede for mineraler 2014

Gjennom tiden har norske mineralforekomster vært drevet på en lang rekke metaller. Listen omfatter; kobber, sink, bly, jern, titan, krom, nikkel, kobolt, vanadium, molybden, wolfram, niob, sølv og gull. I dag er metallproduksjonen stort sett begrenset til jern og titan fra de store gruvene til henholdsvis Rana Gruber og Titania, men det opprettholdes fortsatt en liten produksjon av jern fra Sydvaranger Gruve etter konkursen i 2015, og en produksjon av molybden fra Knaben Gruve i Vest Agder. Nye gruveprosjekter er imidlertid under utvikling og Norge kan i nær framtid igjen bli kobberprodusent med drift på den store forekomsten Nussir i Finnmark, og en planlagt gruve

på Engebøfjellet i Førdefjorden kan bli en ny produsent av titanmineraler.

Der metalliske malmer dominerte produksjonen i de foregående århundrer er industrimineraler akkurat i dag den økonomisk viktigste av de to råvaretypene. Industrimineralene domineres både i antall uttak, produksjon og antall ansatte av karbonatmineraler som kalk og dolomitt. Norge har i tillegg produksjon av olivin, nefelinsyenitt, kvarts i en rekke forskjellige kvaliteter, feltspat og grafitt.

Naturstein og byggeråstoffer har også økt betydelig i omfang. På vestlandet finnes flere store pukkforekomster med en kva-

litet som er attraktive på det europeiske markedet. I tillegg til vårt eget forbruk eksporterer vi pukk for 1,3 milliarder og naturstein (i hovedsak larvikitt) for 0,67 milliarder kroner.

Uttak av mineraler, metaller og byggeråstoffer, prosessering og foredling samt utskipping skaper, og har skapt, bosettingsmuligheter og verdiskapende industri i mange norske byer og distrikter. Et stort antall norske byer og tettsteder har deres opprinnelse nettopp i aktiviteter tilknyttet mineralindustrien.



Slagghaugene på Røros gir et godt bilde på de enorme mengder fjell som er tatt ut i gruvene. På bildet ser vi tydelig sporene etter uttak av fyllmasser.

Norsk mineralindustri har gjennom tiden vært begunstiget med en stor tetthet av utnyttbare ressurser som har gitt grunn for industri, teknologiske nyvinninger og innovative tankesett som utnyttes den dag i dag. Om lag 90 % av verdiskapingen finner sted mindre enn fem km fra kysten. Ren fornybar vannkraft utgjør ca 96 prosent av produksjonskapasiteten i Norge, og for en svært kraftkrevende prosessindustri er tilgjengeligheten på grønn energi et stort norsk fortrinn.

Det er nettopp mangfold av ressurser og fornybar energi som er norsk mineralindustriens viktigste naturgitte fortrinn i framtida. Vi har mange av de ressurstypene som framtida vil kreve mer av, og vi har store muligheter til å skape nye,

innovative verdikjeder. Vi har prosess-teknologi og -kunnskap, og petroleum-sindustrien har sørget for oppbygging av kompetansmiljøer som helt sikkert kan tjene andre naturressursnæringer enn kun olje og gass.

Det er følgelig ingen grunn til å tro at mineralindustrien (inkludert foredling) skal bli mindre enn den er fremover, vårt eget og verdens behov for slike ressurser vil i hvert fall ikke minke på lang tid.

Vårt forbruk av byggeråstoffer stiger også. På dette området vil utviklingen konsentreres som kortreiste råstoffer i vid forstand; CO₂-fotavtrykket må reduseres i denne delen av bransjen og både primære og resirkulerte masser

må utnyttes bedre. Det stiller krav også til dem som bruker råstoffene og dem som forvalter dem. Det er dårlig miljøpolitikk å bidra til økende vegtransport for byggeråstoff gjennom nedstenging av bynære pukkverk, og en industri som skal utvikle en stadig mer bærekraftig produksjon trenger både god plass og lang tidshorisont for planlegging.

OFFENTLIG-PRIVAT SAMARBEID

Et godt offentlig-privat samarbeid er av stor betydning for et grønt skifte. Det kan foregå på flere arenaer.

I Norge har vi gode tradisjoner for offentlig-privat samarbeid rundt viktige samfunnsmessige utfordringer. Det kan vi også få til for det grønne skiftet. Foruten næringspolitiske rammebetingelser av mer generell karakter, er det flere konkrete områder der et målrettet samarbeid kan gi store gevinster.

KUNNSKAPS-INFRASTRUKTUR

Det offentlige, gjennom etater og universiteter, har et ansvar for å produsere grunnleggende kunnskap som kommer næringslivet til gode. På samme måte som den fysiske infrastrukturen er viktig for å øke kommunikasjons- og transportmuligheter, er kunnskap om naturressursene, hvor de finnes og hvordan de kan utnyttes best mulig, av betydning for utvikling av næringsliv. Det er mange tiltak i Norge som leder i retning av "open government". Det vil øke muligheten for næringslivet å ta i bruk kunnskap fra kartlegging og forskning. Denne omfatter i hovedsak moderne geologiske og geofysiske kart over hele landet, gode tolkninger av geologien i viktige forekomstområder, samt åpne og gode nedlastningsløsninger. NGU har ansvar for kartleggingen, og utfører sammen med universitetene forskning som leder til bedre tolkninger av forekomstområder mot dypet. For å gjøre broen mellom kunnskapsproduksjonen og næringslivets anvendelse av den mer solid, vil det være gunstig å involvere næringslivet mer som interessenter i disse aktivitetene.

ANVENDT FORSKNING OG UTVIKLING

Finnes flere gode ordninger for offentlig-privat samarbeid om anvendt forskning. Imidlertid har ikke mineralindustrien vært en stor bruker av disse ordningene. De anvendte forskningsmiljøene som har fokus mot mineralnæringen (i hovedsak NTNU, NGU, SINTEF og Universitetet i Tromsø) har mellom seg gode samarbeidsrelasjoner, i tilfellet NGU-NTNU formalisert gjennom et formelt samarbeid rundt laboratorier og studenter. Positivt er også klynge-samarbeidet Mineralklynge Norge, som fungerer som samarbeidsarena for industri og de offentlig forskningsmiljøene. Mye av den norske mineralnæring, både når det gjelder uttak og spesielt når det gjelder leting, består av små SME'er med begrensede ressurser for større strategiske grep. Klynge-samarbeidet kan her bidra til prosjektutvikling og mer bruk av FoU-tjenester.

AREAL- OG RESSURS-FORVALTNING

Å legge til rette for en bærekraftig og god forvaltning av våre arealer og ressurser er en offentlig oppgave. For tiden foregår mye arbeid med å øke oppmerksomheten omkring framtidige viktige ressurser i arealforvaltningen. Men siden svært mye av arealforvaltning er lokalbasert, vil det ofte være stort språk i praksis fra sted til sted, og kunnskapsnivået hos planleggere og beslutningstakere er varierende. Et konkret tiltak for å styrke denne siden av forvaltningen er å utvikle gode veiledere som tar utgangspunkt i "Best practice" for en bærekraftig utvikling på mineralsiden.

BÆREKRAFTSMÅL

"European Innovation Partnership on Raw Materials" (EIP-RM) er en stor satsing i Europa der også offentlige og private aktører fra Norge deltar. For å bringe dette samarbeidet nærmere beslutningstakerne, er det i EU betydelig innsats for å utvikle et såkalt "Scoreboard" for mineralske råstoffer. Det omfatter en rekke indikatorer som kan hjelpe til å vurdere muligheter og utfordringer langs hele verdikjeden for mineralske råstoffer, også i forhold til resirkulering og bærekraftig utvikling. Utviklingen og framtidig oppdatering og vedlikehold er et samarbeid mellom EU-kommisjonen og næringslivet. Denne delen av EUs satsing er ikke Norge med i. "Scoreboard" lages uten data fra Norge. Derfor bør det vurderes om Norge skal utvikle et liknende nasjonalt samarbeid som kan gi oss tilsvarende oversikt over utviklingen nasjonalt og et godt grunnlag for sammenligning med resten av Europa.

TI PUNKT FOR OPPFØLGING OG REALISERING

KARTLEGGING RÅSTOFFENE

Økt geofysisk, geologisk og geokjemisk kartlegging til vi har landsdekkende datasett. Utvikle 3-dimensjonale modeller for områder med dype forekomster. Stimulere letevirkosomhet.

SIKRE RÅSTOFFENE

Landsdekkende datasett for arealplanlegging som viser fordeling av mineralforekomster, deres viktighet og mulighet for funn av nye. Økt hensyn til mineralressurser i planlegging.

UTNYTTE RÅSTOFFENE

Mer bruk av overskuddsmasser. Gjøre overskuddsmasser og bruksområder bedre kjent i et større marked. Tilstrebe totalutnyttelse i produksjonen.

MINDRE FOTAVTRYKK

Redusere fotavtrykk i det ytre miljø; mindre energibruk, elektrifisering, nullutslipp av giftstoffer. "Best mulig"-praksis for deponering, mer kunnskap om langtidseffekter i ulike typer deponier. Overvåking av deponier.

NYE VERDIKJEDER

Nye og grønnere verdikjeder for bearbeiding av mineralske råstoffer kombinert med verdikjeder for bedre utnyttelse av overskuddsmasser. Forskning på mineralforedlende prosesser som forbruker CO₂.

FORVALTNING FOR BÆREKRAFT

Bedre forvaltning av ressurser og drift ved å innarbeide indikatorer for bærekraft og bedre veiledning av arealplanleggere og beslutningstakere.

KORTREIST BYGGERÅSTOFF

Smart forvaltning og utnyttelse av byggeråstoffer med sikte på å redusere utslipp, særlig knyttet til transport.

UT I VERDEN

Deltakelse i internasjonale, særlig europeiske, samarbeidsplattformer innen råstoffer og bærekraft.

UT I DET BLÅ

Nasjonal kartlegging av mineralressurser og biologisk mangfold i dyphavet.

UT TIL FOLKET

Bedre og bredere kommunikasjon om betydningen av mineraler og byggeråstoffer i det grønne skiftet.



NORGES
GEOLOGISKE
UNDERSØKELSE

- NGU -

Leiv Eirikssons vei 39
Postboks 6315 Sluppen
7491 Trondheim

Telefon: 73 90 40 00
Telefax: 73 92 16 20

E-post: ngu@ngu.no
www.ngu.no