

2009

ÅRSMELDING

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE

GEOLOGI FOR SAMFUNNET

*Timeglasset snudd, igjen. Tusen spett som rugger på fortiden
endrer fremtidens rynkete ansiktstrekk. Når timeglasset vendes
blir gammel sand fremtid bak en tynn vegg av glass.*

Bjørn Aamodt, Stå 1990 (Gyldendal Norsk Forlag)

Tekst: Gudmund Løvø og Hilde Jensen Grandaunet NGU

Grafisk formgivning: Lisa Løseth, NGU

Foto: Cathrine Dillner Hagen

Foto omslag: Lisa Løseth, NGU

Foto side 3: Nancy Bundt, Edelpix, Beautiful Norway Vol I



Trykk: GRØSET™ – Produksjonen er klimanøytral,
CO₂-utslippet er kompensert.

innhold

samtiden er alltid steinalder	4
råstoff i politisk kamp	6
steinene som husker	8
gråstein gull verdt	10
regner med framtida	12
overvåking fra rommet	14
til bunns i berget	16
miljøgifter opp i dagen	18
energi fra jordens indre	20
god på bunnen	22
fare for radon	24
tallenes tale	26
kort om ngu	27



samtiden er alltid steinalder

ved Morten Smelror

I diktet *Samtiden er alltid steinalder* fra samlingen *Rå*, setter lyriker Gene Dalby vår samfunnsutvikling i et interessant perspektiv. Samfunnet bygger på generasjoners utvikling og framskritt, men i det en ny dag gryr er vår hypermoderne hverdag snart historie.

I gjennomsnitt forbruker hver av oss mer enn 11 tonn steinmaterialer per år. Det meste går til utbygging, men mineraler finner vi i alt vi omgir oss med, fra biler og bestikk, til mobiltelefoner og sminke. I løpet av livet vil hver og en av oss ha forbrukt hele 940 tonn.

Dalbys dikt ble skrevet samme år som Norge sanket edle metaller under OL på Lillehammer, på samme måte som nordmenn gjorde det i Vancouver. Siste år har prisen på metaller steget kraftig, og OL-bronse er snart gull verd. Den markerte økningen i etterspørselen etter metaller henger sammen med den sterke økonomiske veksten i svært folkerike land som Kina, India og Brasil. Økt urbanisering fører til økt forbruk av råstoffer. Alt tyder på at presset på de strategisk viktige metallene vil fortsette å øke i årene som kommer. Dette gir oss nye utfordringer og muligheter her i vårt fjellrike land. Vi må finne og ta bruk nye mineralforekomster som vil hjelpe oss med å sikre inntekter og velstand, samtidig som ressursene må forvaltes på en miljømessig trygg måte.

Ny teknologi gir oss muligheten til å ta i bruk andre typer mineralske råstoffer enn de vi i dag bruker, samt finne nye anvendelsesområder for tradisjonelle mineralråvarer. En moderne mobiltelefon inneholder om lag 15 ulike typer metaller. Framtidas miljøteknologi kommer ingen vei uten tilstrekkelig tilgang til sjeldne jordelementer.

Omkring oss er luft, vann, jord og berggrunn. Globale klimaendringer vil påvirke oss alle. Men vi må ikke miste de lokale miljøutfordringene av syne i den opphetede klimadebatten. Naturen er full

av naturlig forekommende farer. Her i landet dør om lag 300 mennesker per år av kreft på grunn av eksponering av for høy radonstråling fra berggrunnen. Vi bygger og bosetter oss i skredutsatte områder, samtidig som tap av liv og skader på infrastruktur på grunn av våre egne arealinngrep, er blitt et samfunnsproblem. Vi har etter hvert klart å begrense og delvis kontrollere industriutslippene av miljøgifter til innsjøer, elver og hav, men utslipp fra jordbruk og oppdrettsnæring skaper problemer flere steder. Mange tildekkede avfallsdeponier lekker, og vi må nå rydde opp i gamle synder.

På mange områder er vi på rett vei. Vi kan vårt øke forbruk av fornybar energi ved å utnytte varme fra undergrunnen. Uttak av varme fra grunnvannsreservoarer blir mer og mer vanlig ved større utbygginger, mulighetene for uttak fra dypet i berggrunnen blir nå testet ut. En nasjonal strategi for å redusere radoneksponeringen er vedtatt, og viktige tiltak blir satt i verk. Det er videre en nasjonal målsetting å stanse utslippene av de farligste miljøgiftene innen 2020.

I følge den kinesiske filosofen Konfutse, som levde rundt år 500 f.kr., er essensen av kunnskap å eie den og bruke den. Vi mener det er like viktig å dele kunnskapen, slik at den kan bli tatt i bruk til nytte for flest mulig. Effektiv forvaltning og formidling av geologiske data og kunnskap er et hovedmål ved NGU. Vi utvikler nå våre nasjonale geofaglige kunnskapsdatabaser som en integrert del av Norge Digital og legger til rette dataene i henhold til EU-direktivet INSPIRE. Vår kunnskap og våre data er fritt tilgjengelig for alle brukere via våre nettsider www.ngu.no.

I visshet om at «samtiden alltid er steinalder» har vi blikket rettet framover. Geologi for samfunnet ved NGU handler nettopp om geologi for fremtida.



Administrerende direktør Morten Smelror retter blikket framover. Gjennom ti utvalgte geologiske tema knyttet til bilder av barn og forskere, viser NGU i denne årsmeldingen veg mot kunnskapsoverføring og framtid. Morten Smelror med portrett av seg selv som barn, malt av Dolores Capdevila.

råstoff i politisk kamp

Når verdens enorme appetitt på varer skal mettes, forbrukes ressurser i rask tempo. Produksjon av elektronikk, biler, leker og mat krever ulike mineraler som råstoff. Noen av dem er lett tilgjengelige, mens andre hentes fra et fåtall forekomster på verdensbasis.

For enkelte mineraler har et fåtall leverandører nærmest monopol, og de kan dermed selv bestemme hvem de selger til, og for hvor mye.

Sjeldne jordelementer eller Rare Earth Elements (REE) er en gruppe på 17 grunnstoff der de fleste er viktige og helt nødvendige råstoff for den høyteknologiske industrien – og spesielt for mange «grønne» produkter. De trengs for å produsere alt fra lasere, hybridbiler og mobiltelefoner til databrikker, jetmotorer og magneter i vindmøller.

Den moderne verden har dermed gjort seg avhengig av REE som råstoff. Beregninger viser at etterspørselen vil øke med hele 50 prosent i løpet av de neste fem årene, mens tilgangen på stoffene er begrenset.

Kina kalles ofte verdens fabrikk, men landet er også verdensledende leverandør av viktige råvarer. Hele 98 prosent av all REE som brukes i dag, blir utvunnet i Kina. I september 2009 kunngjorde regjeringen at de innfører eksportkvoter. De neste fem årene vil landet kun eksportere 35.000 tonn REE årlig. Den mengden dekker anslagsvis 25 prosent av forbruket i verden på dagens nivå. Nå spekulerer ledende økonomer i at store selskaper

som Toyota, må flytte deler av produksjonen sin til Kina for å sikre seg tilgang på råstoff. Monopol situasjonen kan dermed brukes som en strategi for å maksimere verdiskapningen i Kina. Og det skaper bekymring i markedene.

Geologene ved NGU vet at det finnes forekomster av REE også i Norge. Grunnstoffene er nemlig ikke så sjeldne som navnet kan tilsi. Betegnelsen henger ved av historiske årsaker. De første stoffene i denne gruppen ble ekstrahert fra mineraler hentet fra en gruve i svenske Ytterby, og disse mineralene er sjeldne, mens de aktuelle grunnstoffene finnes i ikke ubetydelige mengder i jordskorpa. Spørsmålet er bare hvor store forekomstene er, om de er av en kvalitet som gjør dem interessante for utvinning, og om gruvedriften vil lønne seg økonomisk.

Så langt er det aldri gjennomført en systematisk kartlegging av denne ressursen her i landet, men geologene kjenner til flere forekomster med betydelig potensial. Noen av disse har en kornstørrelse, mineralogi og gehalt som gjør dem teknisk vanskelige å utvinne, men teknologiske nyvinninger og prishopp på produktene kan i framtida føre til at gruvedrift blir lønnsomt likevel.

Begrensninger i tilgangen til viktige råstoff har også en annen effekt. Når industrien får problemer med å framskaffe produkter, gir det støtet til forskning på alternative prosesser og råstoff. Dermed kan verden om 10 – 20 år oppleve at markedet etterspør helt andre råstoffer enn i dag.



steinene som husker

En liten gruppe nanoforskere ved NGU arbeider intenst og møysommelig med å kartlegge den robuste magnetismen i norsk stein. Målet er å ta i bruk egenskapene i industrielle produkter.

Gjennom flere prosjekter finansiert av blant annet Norges forskningsråd og EU, har Suzanne McEnroe og hennes kolleger Karl Fabian og Peter Robinson i flere år studert magnetiske egenskaper i mineraler på nanoskala. Denne forskergruppen ved NGU har oppdaget og kartlagt spesielle særtrekk ved magnetismen i den vanligste norske bergarten; gneis. Den sterke og stabile magnetismen gjør at steinen så å si husker når den ble født. Egenskapene kan kanskje danne grunnlaget for et superrobust langtidsminne i maskinvare for IT-industrien, for eksempel innenfor romfart eller sikkerhet.

Sammen med Universitetet i Oslo (UiO) og Münster-universitetet i Tyskland, prøver forskerne å lage et kunstig materiale med de samme magnetiske egenskapene som gneis. Det er et viktig skritt på veien mot å gjøre grunnleggende forskning tilgjengelig og interessant for industribedrifter og kommersielle interesser.

Et av de tidligere funnene forskergruppen har gjort, er å avsløre en magnetisk egenskap som dannes på flaten mellom ilmenitt-lameller utviklet i mineralet hematitt. Det er denne magnet-

ismen som er så robust. Ennå er det ikke funnet noe annet materiale i verden der nanomagnetismen holder seg like godt i forhold trykk, temperatur, stråling og tid.

Det er disse hematitt-ilmenitt-egenskapene i mineralene som skal kopieres over på tynnfilm. Så blir både de magnetiske, kjemiske og atomiske strukturene karakterisert og beskrevet. Basert på den kunnskapen, skal forskerne produsere et syntetisk materiale med de samme magnetiske egenskapene som gneisen.

Nanoteknologi betegner naturvitenskap med strukturer i størrelsesorden 0,1 – 100 nanometer, hvor en nanometer er en milliondels millimeter, eller en milliarddels meter. I dette sjiktet er strukturene er for store til å beskrives av atommodeller og for små til å beskrives av teorier i termodynamikk, elektromagnetisme eller mekanikk.

I elektronikk har man gått fra mikronivå til nanonivå i kampen for å gjøre komponentene raskere og strukturene mindre. Også i genteknologi, innenfor biologi og medisin, skjer det mye arbeid på nanonivå. Det samme gjelder i kjemi og materialvitenskap, hvor man lenge har vært i stand til å designe stoffer og strukturer atom for atom og molekyl for molekyl. Her går man opp en størrelse, og lager større og mer kompliserte strukturer – på nettopp nanonivå.



gråstein gull verdt

Det brukes i alt fra glass og keramikk til bildekk, vaskemidler, øl og høyteknologi, og kan koste mellom 90 og 10.000 kroner per tonn. Kvarts eller silisiumoksid (SiO_2) er et av verdens mest brukte industrimineraler; etterspørselen etter både kunnskap og drivverdige forekomster, er enorm.

Årsaken er det store spennet av produkter der kvarts inngår, og da særlig innen høyteknologi. Produkter som datamaskiner, mobiltelefoner og solceller er helt avhengig av halvledermetallet silisium som framskaffes fra mineralet. Skal teknologien fungere, duger ikke hvilken som helst type kvarts. Råstoff må ha spesifikke kjemiske og fysiske egenskaper skal resultatet bli bra.

Naturlig kvarts inneholder gjerne større eller mindre mengder av andre grunnstoffer. Det regnes som forurensning og påvirker egenskapene til sluttproduktet. Hvilke typer forurensning som finnes, mengden, og hvordan disse elementene er festet til silisiumoksid, avgjør rett og slett hva kvartsen kan brukes til – og til hvilken pris.

Norges geologiske undersøkelse har et eget team av forskere som jobber med kvarts på heltid. De er blant verdens ledende faggrupper på sitt felt, og har gjennom det siste tiåret utviklet unike metoder som kan oppdage forurensning selv inne i gitterstrukturen til kvartsmolekylene. Dermed kan de avsløre at forekomster en tidligere

trodde var av topp kvalitet, likevel inneholder fremmedelementer.

Per i dag finnes bare en drøy håndfull kjente kvartsforekomster av beste kvalitet på verdensbasis, og det til tross for at mineralet er et av de aller mest vanlige i jordskorpa. I Norge finnes to gruver som drives av Norwegian Crystallites. Bedriften er en av mange oppdragsgivere som benytter seg av NGUs kompetanse i jakten etter nye drivverdige forekomster.

Behovet for nye kvartsforekomster er stort. Markedet har spesielt stort behov for forekomster av høy-ren og ultra-ren kvarts. Den er nødvendig i produksjon av både halogenpærer og solceller. Etterspørselen har derfor økt de senere årene, og tilgangen på råstoff er et av de største problemene for eksempel for solcelleprodusenter. Skal industrien vokse, må den ha mer ren kvarts. Det igjen fordrer at nye forekomster blir kartlagt og godkjent for produksjon.

Råstoff av lavere kvalitet er også viktig for industrien, men det duger ikke til de mest avanserte produktene. Selv om mange former for forurensning og sporelementer kan fjernes gjennom prosessering, gjelder ikke det alle. Prosesseringen fordyrer også produktene og kan kreve store mengder energi. Derfor jakter markedet mineralforekomster som krever minst mulig bearbeiding i forhold til bruken.



regner med framtida

Tallmessige modeller kan fortelle oss hva som fysisk kan skje i framtida, eller hva som kunne ha skjedd for lenge siden. Det er mulig å modellere utviklingen av et fjellskred om 100 år, eller dannelsen av et sedimentbasseng for 100 millioner år siden.

Ofte er det helt nødvendig å beregne og teste ut scenarier matematisk, enten fordi det er umulig å bygge opp analoge modeller, fordi vi ikke finner svar i våre geologiske observasjoner, eller fordi de numeriske, eller tallmessige, modellene gir viktig tilleggsinformasjon.

Numerisk modellering handler altså om metoder for å løse problemer med en matematisk formulering. En teoretisk matematisk modell, kodet i ligninger, kan med stor nøyaktighet vise en del av virkeligheten. En rekke fysiske og geologiske prosesser kan beskrives ved hjelp av ligninger av ulike slag. Ligningene i en matematisk modell er ikke alltid løsbare med penn og papir, men gjennom løsninger i datamaskinen er det likevel mulig å få meget godt innblikk i prosessene det dreier seg om.

Slik er for eksempel moderne værvarsling basert på datavisualiseringer av meget kompliserte, teoretisk modeller.

Ved NGU bruker vi numerisk modellering blant annet for å vise hvordan store sedimentbassenger

dannes, hvordan forkastninger oppstår og for å forstå varmstrømning i bergarter. Vi ser også på jordskorpeplatenes bevegelser gjennom geologisk tid. Ett av nøkkelbegrepene er Wilson-syklusen, som beskriver hvordan kontinent- og havplater beveger seg i forhold til hverandre når havene åpner og lukker seg.

NGU-forskere foretar en numerisk modellering av hele Wilson-syklusen, fra en subduksjon, hvor en jordskorpeplate forsvinner under en annen, via platekollisjoner og fram til et nytt hav åpner seg.

Hvorfor er dette viktig? Det er viktig for å forstå hvordan Norge og verden for øvrig ble til; hvordan naturressursene er dannet og landskapet er formet. Her modelleres blant annet lukkingen av lapetus-havet, som lå mellom Laurentia (Nord-Amerika) og Baltica (Europa) for 500 millioner år siden. NGU-forskere ser spesielt på konsekvensene av denne prosessen, som dannelsen av den kaledonske fjellkjeden for 425 millioner år siden, og regner i tillegg ut hvordan Norskehavet begynte å åpne seg for 54 millioner år siden.

Ut fra den matematiske modellen strømmer det informasjon om forandringer i horisontale og vertikale bevegelser, oppbygning av fjell og kontinentalmarginer, og utvikling av temperatur, deformasjon og spenning i undergrunnen.

NGU regner med framtida.



overvåking fra rommet

Bildene ser ut som de er hentet fra 70-tallets dataspill, men representerer likevel framtida. De fargede firkantene på skjermen viser fjellpartier i bevegelse. Bildene er fra InSAR og er tatt av radar-satellitter som går i bane over oss.

Hver firkant representerer et område på 25 x 25 meter. Fargen den har, viser om området er i ro eller om det har flyttet på seg siden forrige bilde ble tatt. De røde feltene er i bevegelse bort fra satellitten og viser fjellpartier som dermed står i fare for å rase ut.

Bevegelser helt ned mot en millimeter kan detekteres via satellittbildene. Det er derfor forskerne mener de er framtidens redskap for skredovervåking.

Slike satellittbilder er nå for første gang blitt brukt til å kartlegge skredfaren i en hel region under ett. Geologer fra NGU har kartlagt hele Troms fylke. Ved hjelp av satellittbilder, har de klart å identifisere hele 95 områder der større fjellpartier er i bevegelse. I flere av disse områdene, er faren for at et skred skal ødelegge eiendom og ta liv, bokstavelig talt overhengende.

For når geologene snakker om fjellskred, er det ikke småsteiner de refererer til. I alle de 95 områdene i Troms er masser på én million kubikkmeter eller mer i bevegelse. Et av stedene der en utglidning kan få virkelig store konsekvenser, er

Nordnes-fjellet i Kåfjord kommune. Her kan opp mot 12 millioner kubikkmeter stein løsne og rase ut i sjøen. Et slikt skred kan skape en flere titalls meter høy flodbølge som vil ramme kommunene Lyngen, Kåfjord og Storfjord.

Nordnes-fjellet er derfor ett av tre norske fjell som er satt under kontinuerlig overvåking. Avansert teknisk utstyr er montert, og målet er å oppdage et eventuelt skred så tidlig at innbyggere kan varsles og bringes i sikkerhet.

Stortinget bidrar med penger til dette arbeidet, for alle erkjenner at skred av denne størrelsen ikke kan forhindres. Til det er dimensjonene alt for store.

Satellittovervåkingen er bare ett av verktøyene som brukes, men i årene som kommer, kan den bli ett av de viktigste. Teknologien bak er i stadig utvikling, og om få år vil både detaljingsnivået og bildekvaliteten være kraftig forbedret. Samtidig bygger forskerne erfaring og ferdigheter slik at de blir bedre i stand til å tolke informasjonen de får. Per i dag vet vi for eksempel ikke nok om hvilke tegn fjellet gir før er skred utløses.

Det er slike katastrofer den nye teknologien kan hjelpe oss å unngå i framtida, for har vi vitenskapelig kunnskap, er den vår beste sikring for å berge liv og helse.



til bunns i berget

Ved hjelp av fly og helikopter går forskere til bunns i berget. Geofysiske datasett gir viktig informasjon om berggrunnens egenskaper og strukturer. De siste åra har NGU avdekket undergrunnen i store deler av Barentshavet. Nå rettes blikket mot land – og mot Nordsjøen.

Nye, detaljerte og kvalitetsmessig sterke grunnlagsdata fra geofysisk kartlegging er nødvendig for å påvise naturressurser og utvikle olje-, gass- og mineralernæringen her i landet. En slik kartlegging omfatter først og fremst målinger av jordas magnetisme. Metodene hjelper geologene å se under løsmassene og ned i dypet. Her trer det fram kunnskap om forkastninger, gamle vulkaner, saltstokker og hvor dypt det er til grunnfjellet. Geofysiske data sammenstilles med geologiske og geokjemiske data, og gjennom tolkning får forskerne fram et pålitelig bilde av berggrunnens muligheter.

NGU planlegger å gjennomføre en høyoppløselig flymagnetisk undersøkelse i den norske delen av Nordsjøen mellom Karmøy og Sognefjorden. Kartleggingen omfatter et område på cirka 70.000 kvadratkilometer, og dekker deler av det dansk-norske sedimentbassenget, samt Viking-, Stord- og Egersundbassenget.

Mange slike basseng inneholder dype lag med sedimenter hvor det opprinnelig var et høyt innhold av organisk materiale. Her kan det ha utviklet seg olje og gass som har vandret ut og samlet seg til drivverdige forekomster i porøse reservoarbergarter i nærheten. De cirka 600 sedimentbasseng-

ene rundt om i verden har vist seg å være interessante som leteområder for petroleum.

I 2009 ble det foretatt omfattende undersøkelser i det vestlige Barentshavet. Kartleggingen dekket om lag 105.000 kvadratkilometer, et areal som tilsvarer en tredjedel av Norges fastland.

Flymålingene i Nordsjøen vil gi kunnskap om hvordan de store forkastningssystemene i området var aktive under bassengdannelsen i Nordsjøen. Ved å måle innholdet av de radioaktive stoffene uran, thorium og kalium kan man i tillegg kalkulere temperaturen i de kystnære bassengene og undersøke mulighetene for geotermisk energi. Kartleggingen kan også brukes i planlegging av nye tunneler, i leting etter nye mineralforekomster og til å beregne radonfare.

NGU ønsker også å gjennomføre flymålinger over land i Nord-Norge. Det nordlige Skandinavia er et av verdens rikeste geologiske områder. Ressurspotensialet tilsier at Norge må legge større vekt på geologisk kartlegging, som et fundament for økt prospektering, næringsutvikling og råvaresikkerhet.

De siste regionale flymålingene i Finnmark ble gjort på 1960- og 1970-tallet. Områdene som kan bli prioritert i årene framover er indre Finnmark, kystsonen i Vest-Finnmark, kystsonen i Vest-Troms, deler av Lofoten-Vesterålen og Rombak-Ballangen-Tysfjord-områdene i nordlige Nordland. Et kartleggingsprogram i denne størrelsesordenen omfatter cirka 50.000 kvadratkilometer.



miljøgifter opp i dagen

Et NGU-initiativ bidrar til å avdekke miljøgifter flere steder i verden. «Den norske metoden» for en ny og effektiv kartlegging av forurensning langs verdens største elver får bred støtte. Samtidig leder NGU et bygeokjemiprojekt hvor jordforurensningen i 10 europeiske storbyer skal opp i dagen.

Elveprosjektet skal i første omgang kartlegge miljøgifter i flomsedimenter på slettene ved 26 av verdens største elvedeltaer. I tillegg omfatter initiativet mellom 150 og 200 elver, og deres viktigste bielver.

Målet for prosjektet er å tallfeste de store elvenes transport av næringsstoffer og miljøgifter til havene. Hele 75 prosent av verdens befolkning bor på elvesletter; herfra henter folk vann og mat. Mange steder har grunnvannet et naturlig høyt innhold av helseskadelige stoffer – for eksempel arsen i Bangladesh og Vest-Bengal – eller det kan være kraftig forurenset eller forgiftet fra menneskelige kilder. Prøvetaking og kartlegging kan også bidra til kunnskap om både mineralressurser, klimaendringer og utvikling av landbruk.

Metoden går ut på å ta to prøver fra hver lokalitet, én prøve dypt nede i sedimentene og en i overflaten. Her er det naturen selv som har lagt fra seg prøvene. Elveslettene har jevnlig vært utsatt for flom slik at sedimentene er blitt avsatt over flere hundre år. Ved å hente prøver dypt nede i lagene, kan forskerne bestemme den tidligere miljøtilstanden i området. Prøver fra de øverste lagene avslører den menneskelige aktiviteten i nyere

tid. Metoden er utviklet i et nært og langvarig samarbeid med Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE).

Metoden er billig og effektiv. Sedimentene på deltaene, ved munningene av de store elvene, stammer fra elvenes omfattende tilsigsområder og nedbørsfelt. Ved å ta prøver her trenger forskerne kun 1300 lokaliteter for å beregne miljøtilstanden til enorme landområder rundt omkring i verden. Målet er å bestemme innholdet av 76 grunnstoffer i prøvene, samt en del organiske bestanddeler. Kina har støttet initiativet og kommet godt i gang med arbeidet. Kineserne tar i tillegg sikte på å etablere et internasjonalt forskningscenter med UNESCO-støtte i Langfang sørøst for Beijing. Flere andre land planlegger allerede innsamling av prøver.

NGU leder samtidig kartlegging av jordforurensning i 10 europeiske storbyer i regi av sammenlutningen av geologiske undersøkelser i Europa, EuroGeoSurveys. I 2009 ble Dublin kartlagt. Analysene skjer ved NGUs eget laboratorium. Målet er å avsløre om tjærestoffer og tungmetaller, som bly, i byjord kan utgjøre en risiko for folks helse. En NGU-medarbeider deltar i alle undersøkelser for å sikre at prøvetakingen og analysearbeidet blir gjort på samme måte fra by til by.

Norge har lang erfaring fra denne type arbeid. Sju norske byer er de siste 15 årene blitt kartlagt av NGU med samme metodikk, i samarbeid med Folkehelseinstituttet, Klima- og forurensningsdirektoratet (tidligere SFT) og kommunene selv.



energi fra jordens indre

I berggrunnen under Oslo finnes en gedigen og helt naturlig energikilde, som trolig kan dekke byens behov for energi til oppvarming. Energien er miljøvennlig og fornybar; tilgangen nærmest ubegrenset. For her er det selve jordskorpa som er kraftverket.

Hovedstaden hviler på uranholdige granitt, og det er den som står for energiproduksjonen. I fjellgrunnen foregår en kontinuerlig nedbryting av radioaktive stoffer som uran, thorium og kalium. Resultatet er varmeenergi. Hvis den hentes opp, kan den brukes i fjernvarmeanlegg og dermed sikre CO₂-fri oppvarming i tettbebygde strøk.

I fagmiljøet kalles dette geotermisk energi eller dyp jordvarme. Denne energiformen kan ha et stort potensial, både vitenskaplig og økonomisk for Norge. Årsaken er kompetansen vi har bygd opp innen boreteknologi.

Skal den dype jordvarmen utnyttes, må det nemlig bores, og det må bores dypt. Energibrønnene kan være hele fem kilometer dype. De fylles med vann som sirkulerer. Vannet varmes opp nede i dypet og frakter energien med seg til overflaten der den altså kan tjene som kilde i et fjernvarmeanlegg. Prinsippene bak er dermed enkle, og det er brønnboringen som representerer både den store utgiftsposten og teknologiske utfordringen.

I februar 2009 ble Norwegian Center for Geothermal Energy Research (CGER) etablert ved

Universitetet i Bergen (UiB). NGU er en av 21 partnere bak senteret, som skal legge til rette for utvikling av kunnskap og teknologi som kan gjøre geotermisk energi kommersielt interessant. Tunge aktører fra både forskning og industri er med, for her er det mange som ser et potensial for framtida. For ulikt mange andre energiformer, finnes den geotermiske energien der folk bor, og den er en stabil kilde uavhengig av vær og årstid.

NGUs bidrag er kompetanse på berggrunnen. Gjennom mer enn 150 år har geologer fra NGU kartlagt Norge, og kartmaterialet de har framskaffet, gir gode indikasjoner på hvor de mest gunstige bergartene finnes.

De siste par årene er det også gjennomført prosjekter der temperaturen i dypet er målt på én kilometers dyp og beregnet ned til fem. Resultatene viser at det er langt fra likegyldig hvor energibrønnene bores. Temperaturen på et gitt dyp kan variere med mer enn hundre grader. Plaseringen av borehullene kan dermed gi store utslag for prisen på energien som blir produsert.

Fram til nå har geotermisk energi vært et satsingsområde i land med vulkansk aktivitet. Island har lenge vært et foregangsland der det både produseres strøm og utvinnes fjernvarme basert på energi fra varme kilder. Men nå ønsker både politikerne og fagmiljøene å finne ut om den dype jordvarmen kan bli lønnsom og miljøvennlig også for et vinterkaldt Norge.



god på bunnen

Når NGUs maringeologer plotter marine grunnkart for Astafjorden i Sør-Troms, gjør de en jobb, som av fiskere og kystforvaltningen, blir kalt «en revolusjon» og «en ny tidsalder».

For første gang blir det samlet inn detaljerte data om dybde, bunnforhold, landskapsformer og strømsystemer i et norsk fjordområde. Og for første gang blir slike data sammenstilt til detaljerte kart og modeller over området. Tanken er at de skal danne grunnlaget for en god og bærekraftig forvaltning av kystsonen.

Arbeidet maringeologene gjør i dette området er ekte nybrottsarbeid. Astafjorden har vært pekt ut som pilotområde der målet har vært å lage en ny standard for marine grunnkart i kystsonen. Forvaltning av kystområdene i Norge har vært basert på det vi vet om strandsonen og områdene på land. Mens vi har lite og ingen eksakt kunnskap om hvordan fjordsystemene faktisk fungerer.

Det er det Astafjordprosjektet har tatt mål av seg til å finne ut. Prosjektet drives av lokale og regionale myndigheter i samarbeid med havbruksaktører og NGU. I tillegg bidrar Norsk institutt for vannforskning (NIVA) med sin kompetanse, og Sjøkartverket og Forsvaret med grunnlagsdata. NGU har hatt ansvaret for å undersøke bunnforholdene og lage de marine grunnkartene, mens strømforholdene er modellert av NIVA.

I årtusener har de blå dypene som omkranser norskekysten, vært matfatet vårt. Det er havet som danner grunnlaget for den norske rikdommen – både økologisk og økonomisk sett. Likevel vet vi lite om landskapet overflata skjuler.

Når forvalterne nå får kunnskap om vannvolum, bunnforhold, strømforhold og terrenget på bunnen, kan de plassere nye oppdrettsanlegg på steder der de kan forankres til solid fjell og med god vannutskiftning. Slik kan faren for smittespredning, og spredning av gjødsel og fôr-rester, reduseres. De marine grunnkartene er et verktøy som havbruksnæringa kan bruke for å spille på lag med naturen. De kan gjøre næringa både mer miljøvennlig og mer lønnsom.

Også miljømyndighetene og fiskerne har god nytte av kartene. Når strømsystemene og bunnforholdene i fjordene blir kartlagt, kan en bedre forutsi hva som skjer dersom fjorden blir utsatt for oljesøl eller annen type forurensning.

Kartleggingen viser også hvor spesielle naturtyper som korallrev eller steinurer finnes. Dermed får fiskerne plottet inn lokalitetene de bør unngå – både av miljøhensyn og for å unngå å ødelegge eget utstyr.

De ferdige kartene vil også være et verktøy for kommunene i deres forvaltning av strandsonen.

Forskerne går nå inn i tredje fase av Astafjordprosjektet. Området er utvidet mot vest, og Vågsfjordbassenget er neste område som skal kartlegges. På sikt håper forskere å dekke hele området innenfor grunnlinja. De håper også at andre deler av landet ser nytteverdien i slike detaljerte marine grunnkart slik at prosjektet blir malen for slik kartlegging over hele landet.



fare for radon

Alunskifer er svarteper i bekjempelsen av radon. Den uranrike svartskiferen i berggrunnen gir svært ofte problemer med høye radonverdier innomhus. Nå er NGU i ferd med å lage et aktsomhetskart som tar hensyn til alunskifer. Kjente forekomster av alunskifer finner vi i både Akershus, Oslo, Oppland, Buskerud og Hedmark.

NGUs arbeid med alunskiferkartet er en videreføring av arbeidet med aktsomhetskartene for radon over det sentrale Østlandsområdet, som i samarbeid med Statens strålevern ble gjort ferdig i 2006. Kartene dekker et område på 10.000 kvadratkilometer fra Hadeland og Romerike i nord, til Fredrikstad og Skien i sør.

Arbeidet er viktig og nødvendig, ikke minst fordi strålevernet i 2009 skjerpet sine anbefalinger for tiltak i radonutsatte boliger. Nå heter det at tiltak bør settes i verk allerede når verdiene overstiger 100 Becquerel per kubikkmeter luft (Bq/m^3). Maksimumsgrensen i bygninger er satt til 200 Bq/m^3 . Det er en halvering av tidligere tiltaksgrenser.

Årsaken er like enkel som den er skremmende: Radon tar liv. Hvert år dør nærmere 300 mennesker her i landet av lungekreft som følge av langvarig eksponering av for høye konsentrasjoner av radon innendørs.

Den radioaktive gassen radon dannes ved nedbryting av grunnstoffet uran, som er naturlig til stede i bakken under oss. Den tunge edelgassen har liten evne til å binde seg til faste stoffer. Det fører til at radon lett unnslipper materialer og frigjøres til luft. Både geologi, klima og byggeskikk gjør at Norge har noen av de høyeste konsentrasjonene av radon i verden.

Det er først og fremst bergarter som alunskifer og granitt som skaper problemer. I 2009 ble det blant annet kartlagt høy radioaktivitet i den såkalte Løvtakkengranitten i tett befolkede områder sørvest for Bergen sentrum. Her, som andre steder i landet, har myndighetene oppfordret huseiere om å måle radonkonsentrasjonen i boligene sine.

Regjeringen la i fjor fram sin nye radonstrategi fram mot 2014. Her heter det blant annet at radonnivåene i alle typer bygninger og lokaler skal ligge under grenseverdiene og at radoneksponeringen i Norge skal senkes så langt ned som mulig. NGU deltar i dette arbeidet i årene framover, blant annet med å sikre at sand, grus og pukk som brukes til byggeformål, ikke inneholder for mye radon.

Radongassen er usynlig og luktfri, men konsentrasjonen kan enkelt måles. Gassen er også i stor grad lett å fjerne. Derfor er det fortsatt sunnere å puste enn ikke å gjøre det.



TALLENES TALE

Regnskap 2007-2009

Kostnader	millioner kroner			% av kostnad/ inntekt		
	2007	2008	2009	2007	2008	2009
Lønn/sos. kostnader	116,2	122,4	126,4	59,3	57,6	57,9
Andre driftsutgifter	69,2	79,6	81,5	35,3	37,5	37,3
Avskrivinger	10,4	10,5	10,4	5,3	4,9	4,8
Sum utgifter	195,9	212,5	218,3	100,0	100,0	100,0
Inntekter	2007	2008	2009	2007	2008	2009
Nærings- og handelsdep.	137,1	140,3	137,4	68,0	67,0	62,1
Eksterne inntekter	64,1	68,0	84,0	32,0	33,0	37,9
Sum inntekter	201,2	208,3	221,4	100,0	100,0	100,0

Regnskap 2009 fordelt på hovedmål (mill. kr)

Hovedmål	Totalt	Eksterne inntekter
Bærekraftig verdiskaping fra geologiske ressurser	57,7	18,8
Økt bruk av geofaglig kunnskap i arealplanlegging og utbygging	69,6	32,0
Bedre kunnskap om landets oppbygging og geologiske prosesser	68,3	27,7
Effektiv forvaltning og formidling av geologiske data og kunnskap	22,7	3,0
Andre inntekter		2,5
Sum	218,3	84,0

NGUs samlede produksjon av rapporter, publikasjoner, foredrag og kart for 2006-2009

Produkttype	2006	2007	2008	2009
NGU-rapporter	79	73	85	67
Artikler, vitenskapelige tidsskrifter	98	125	145	166
Artikler i andre publikasjoner	60	90	74	41
Foredrag, undervisning og postere	379	458	545	484
forskning.no	24	20	19	19
Berggrunns- og løsmassekart	12	4	14	9

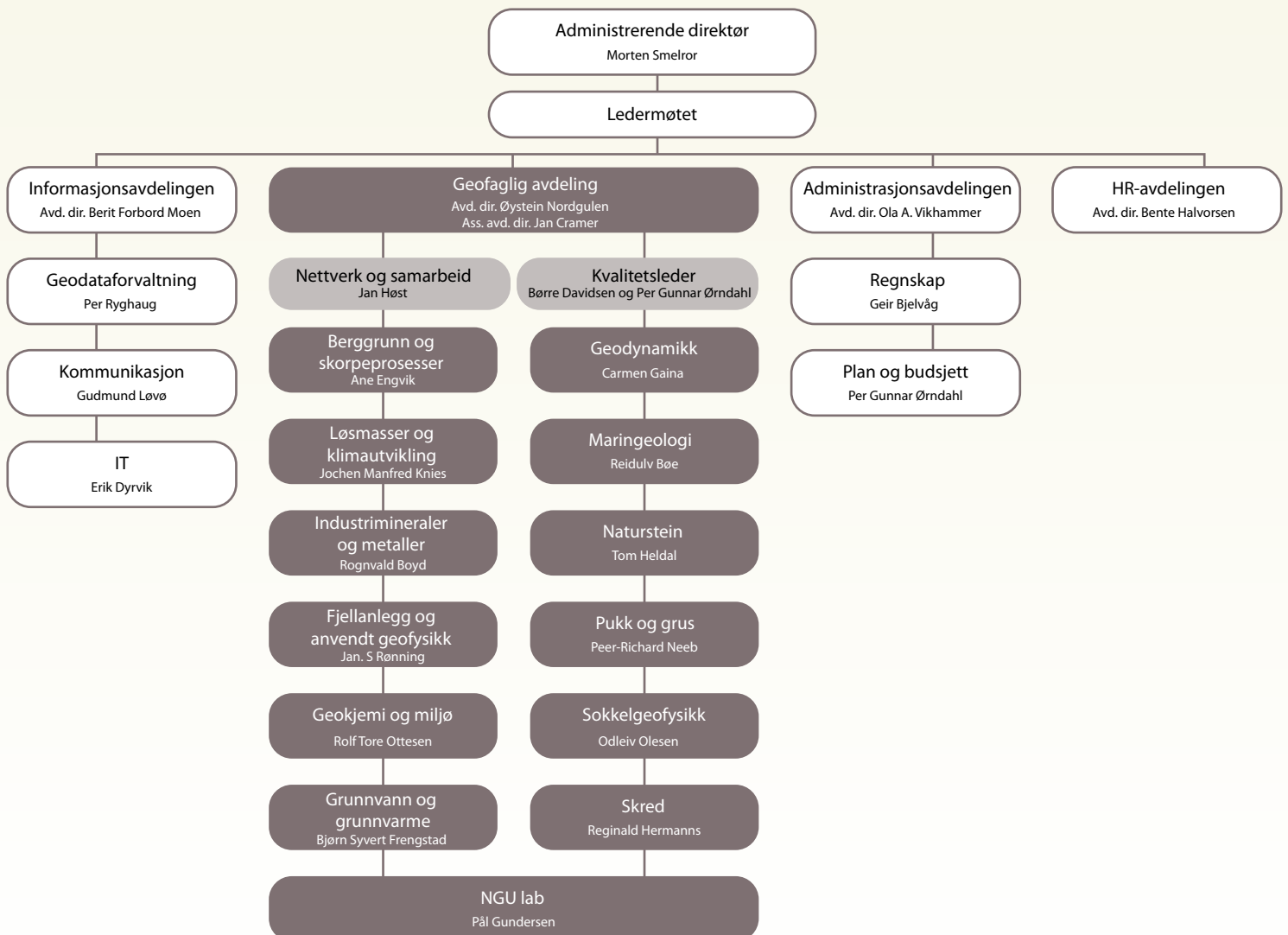
KORT OM NGU

Norges geologiske undersøkelse (NGU) er landets sentrale institusjon for kunnskap om berggrunn, mineralressurser, løsmasser og grunnvann. NGU er en etat under Nærings- og handelsdepartementet (NHD).

NGU skal aktivt sørge for at geofaglig kunnskap blir benyttet til effektiv og bærekraftig forvaltning av landets naturressurser og miljø. NGUs kompetanse kan benyttes i bistandsprosjekter. Som forskningsbasert forvaltningsorgan er NGU også de andre departementenes faginstans i geofaglige spørsmål.

Under visjonen «Geologi for samfunnet» skal NGU styrke kartlegging og tilrettelegging av kvalitetssikret geologisk informasjon i nasjonale databaser. Virksomheten rettes inn mot følgende hovedmål:

- Bærekraftig verdiskaping fra geologiske ressurser
- Økt bruk av geofaglig kunnskap i arealplanlegging og utbygging
- Bedre kunnskap om landets oppbygning og geologiske prosesser
- Effektiv forvaltning og formidling av geologiske data og kunnskap



NGU

Postboks 6315 Sluppen

7491 Trondheim

Besøksadresse: Leiv Eirikssons veg 39

Telefon: 73 90 40 00

E-post: ngu@ngu.no

www.ngu.no

