

Boringer fyller kunnskapshullene

For å få bedre kunnskap om hvordan berggrunnen påvirker kvaliteten på grunnvannet, hvor mye grunnvarme som produseres og hvordan naturen selv påvirker miljøet, har NGU igangsatt et prosjekt som gir oss informasjon om bergartenes geokjemiske og petrofysiske egenskaper.

*Trond Slagstad og Jan Cramer,
Norges geologiske undersøkelse*

Etter 33 års arbeid sluttførte Norges geologiske undersøkelse (NGU) i 1999 produksjonen av berggrunnskart over Norge i målestokk 1:250.000. De 43 kartene gir opplysninger om bergartstyper, utbredelsen av dem og innbyrdes forhold, og de er derfor et viktig bidrag til kunnskap om Norges geologi. De kan benyttes som grunnlag for forskning og

er nyttige i nasjonal og kommunal arealforvaltning.

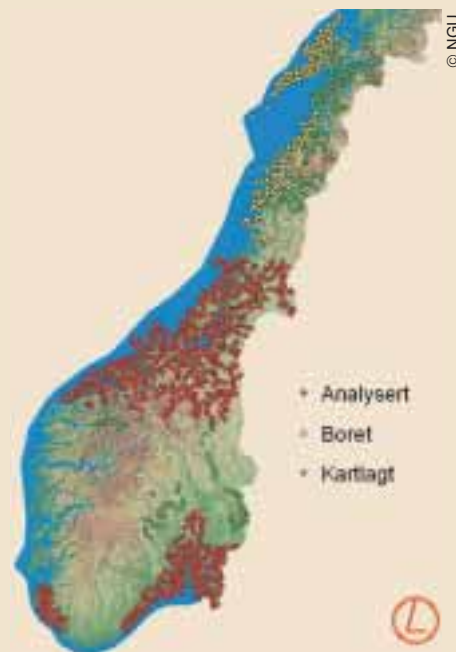
Kartene sier derimot lite eller ingenting om bergartenes sammensetning, til tross for at slik informasjon er viktig i geologisk grunnforskning, i miljøspørsmål, for utnyttelse av naturressurser som grunnvann og grunnvarme, og i leting etter og forvaltning av mineralressurser.

Med dette som utgangspunkt startet NGU i 1999 et landsomfattende prosjekt, LITO-prosjektet, hvor formålet er å bestemme de geokjemiske og petrofysiske egenskapene til Norges berggrunn med basis i 1:250.000 kartserien.

Til nå er prøver fra 1000 lokaliteter ferdig analysert, og dette tallet vil stige til ca. 1600 innen 2006. De fleste prøvene kommer fra sentrale deler av Østlandet, Vestlandet, Midt-Norge og Nordland, og analysedataene samt mer informasjon om prosjektet er gjort tilgjengelige på NGUs hjemmeside (www.ngu.no/lito). Her kan du også se hele kartserien og zoome inn på det området du er spesielt interessert i.

Mange hull å tette

De fleste grunnstoffene i miljøet rundt oss stammer fra de underliggende bergartene, og grunnstoffenes opptreden i naturen reflekterer prosesser som forvitrings, erosjon og transport i jord og vann. Geokjemisk variasjon i berggrunnen påvirker derfor hvordan vi lever, og disse variasjonene utgjør en viktig del av vårt naturlige miljø. De har direkte innvirkning på folkehelsen (f.eks. kvaliteten på drikkevannet), jordbruk og landskapsplanlegging (f.eks. næringsmidler i jorda), og mineralske ressurser (f.eks. fordeling av bergarter med forhøyet innhold av økonomisk interessante grunn-



Status for LITO-prosjektet pr. april 2005. Røde prikker angir lokaliteter der prøvene er ferdig analysert, gule prikker viser lokaliteter som er prøvetatt, men som ennå ikke analysert.

stoffer og mineraler). I tillegg er geokjemiske data nødvendig for å forstå hvordan bergartene er dannet og deres betydning for den geologiske utviklingen i et område.

Grunnvarme blir stadig viktigere som fornybar energikilde. Dette stiller nye krav til geovitere som må kunne anslå temperaturen på et gitt dyp, samt beregne dybde og antall brønner som er nødvendig for at et grunnvarmeanlegg skal oppnå en viss effekt. Bergartenes varmeledningsevne og varmeproduksjon er derfor helt sentral informasjon innen



LITO-lokaliteter med prøvenummer (i rødt) fra Nord-Trøndelag. Hver rute på 9x9 km er representert med én prøve. Ruter som ikke er tilgjengelige fra vei vil bli prøvetatt med slegge.

Prøvetaking og behandling og analyser

For å sikre god geografisk dekning har vi delt Norge inn i et rutenett bestående av ca. 4000 ruter à 9x9 km. Det tas én prøve innenfor hver rute, og i den grad det er mulig blir alle bergartsenheter på 1:250,000 kartene prøvetatt i et forhold som gjen-speiler enhetenes utbredelse. Prøvelokalitetene blir bestemt av en geolog som har rekognosert i felt før boringen tar til.



Foto: Jan Cramer

Prøvene tas ut som tre meter lange borekjerner for på den måten å sikre friske, uforvitrede prøver. Det går fort unna fordi hullene er korte, og på en vanlig dag blir det boret fire brønner. På hver tiende lokalitet boret det ned til fire meter for å skaffe ekstra kjernemateriale for kvalitetssikring og analyse av intern variasjon i bergartene.



Foto: Jan Cramer

Etter at kjernene er boret, blir de transportert til NGU hvor de logges, fotograferes og skannes for magnetisk susceptibilitet og total gammastråling. Den visuelle beskrivelsen ("loggingen") brukes som grunnlag når det blir bestemt hvilke deler av kjernen som skal gå videre til analyse. Her ser vi borerne, Geir Viken og Frank Sivertsvik, i ferd med å prøveta en ny lokalitet.

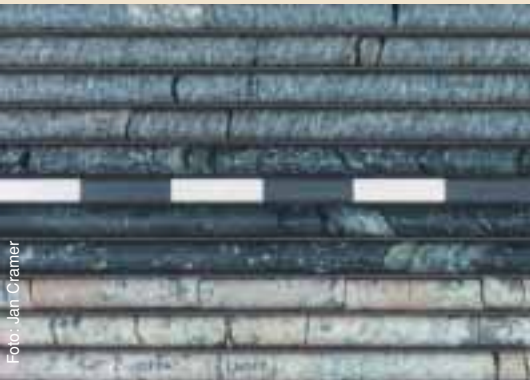


Foto: Jan Cramer

Selv om hovedformålet for LITO-prosjektet er å bestemme den kjemiske sammensetninga til bergartene, tar vi også ut prøver som analyseres med hensyn på tetthet, magnetisk susceptibilitet, resistivitet, varmeledningsevne, porøsitet og permeabilitet. Prøveintervallene er markert med tusj og fungerer som dokumentasjon på at prøvene kommer fra representative deler av kjernene. Fotografiene gir også verdifull informasjon om eventuelt heterogene kjerner (Norges bergarter er jevnt over ganske heterogene, så slike kjerner blir det en del av). For hydrogeologiske undersøkelser er det av betydning å få informasjon om oppsprekking på denne måten.



Foto: Trond Slagstad

De kjemiske analysene utføres ved NGUs laboratorium og omfatter XRF, LAICP-MS, ICP-AES, og atomabsorpsjon. Hver femtende prøve analyseres i duplikat, og hver tiende prøve som analyseres er en standard med kjent sammensetning. Dette gjøres for å kunne identifisere eventuelle problemer under analysearbeidet, for eksempel drift i instrumentet. Resultatet blir et svært omfattende geokjemisk og petrofysisk datasett som ved prosjektslutt vil dekke hele Norge.

forskning på og effektiv utnyttelse av grunnvarme. LITO-prosjektet vil levere data både på varmeproduksjon og varmeledningsevne, og selv om datatettheten vil være for lav for en del formål, vil vi kunne gi gode anslag på forventede verdier og variasjon for ulike bergartstyper eller innenfor et gitt område.

Regionale geokjemiske data er viktige for å identifisere bergartsenheter med potensielle mineraliseringer eller som mulige kildebergarter for omkringliggende mineraliseringer. Men regionale geokjemiske data kan også danne grunnlaget ("baseline") for mer detaljert prospektering som har som formål å undersøke om konsentrasjonen av metaller i et område virkelig er anomale.

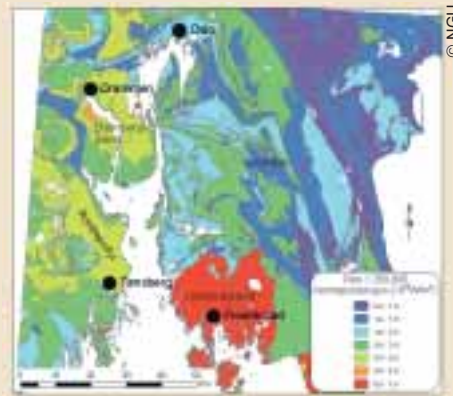
Miljøgeokjemi handler om å forstå hvilke grunnstoff som fins i naturen,

hvordan de opptrer, deres geografiske variasjon, både naturlig og eventuelt menneskeskapt, og deres biologiske effekter. Som antydnet over er litologisk variasjon opphav til mye av den geokjemiske variasjonen i løsmasser og vann. Geokjemiske data fra bergrunnen kan derfor brukes til å forstå fordelingen av grunnstoffer i miljøet rundt oss og prosesser som leder til denne fordeling.

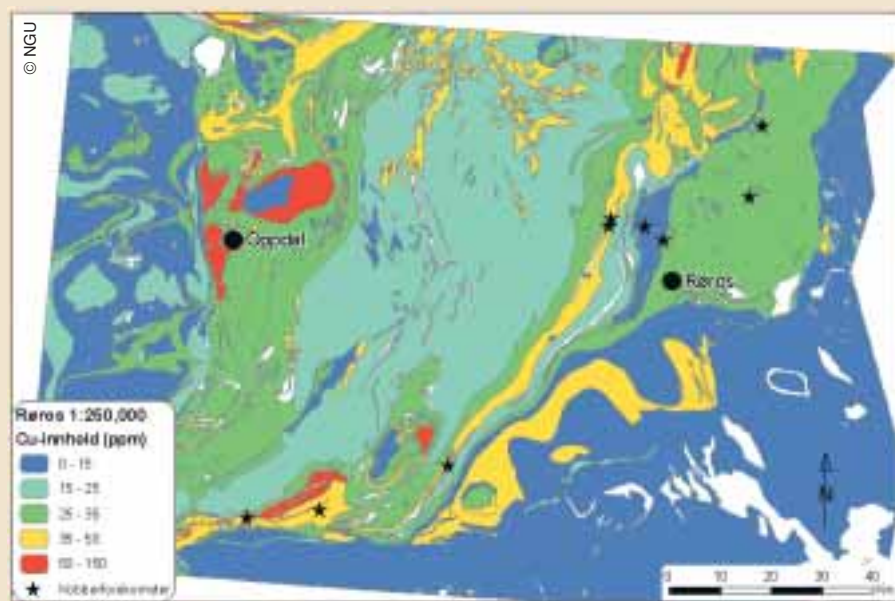
Fra prøvetaking til anvendelse

Kartlegginga av Norges bergarter i 1:250.000 målestokk tok 33 år. Den geokjemiske kartlegginga i samme målestokk vil ta kortere tid, men er likevel, sammenlignet med de fleste andre prosjekter, et tidkrevende og kostbart prosjekt.

Det har nå gått seks år siden prosjek-



Beregnet radiogen varmeproduksjon for bergartene på Oslo 1:250.000 kartbladet. Generelt har de permiske magmatiske bergartene høyere varmeproduksjon enn grunnfjellet i øst. Iddefjordgranitten er i en særstilling med en svært høy varmeproduksjon på over 6 W/m³. Drammensgranitten har moderat til høy varmeproduksjon på 3 W/m³, omtrent det samme som rombeorfyrene nord for Tønsberg, men på grunn av ulik tykkelse (opptil flere km for Drammensgranitten mot ti- til hundretalls meter for rombeorfyrene) vil Drammensgranitten antakelig være mest interessant for grunnvarmeformål.



Gjennomsnittlig kobberinnhold for bergartene på 1:250,000 Røros kartbladet beregnet fra XRF-analyser på 142 LITO-prøver. Også vist er de viktigste kobberforekomstene innen dette kartbladet (fra NGUs Prospekteringsdatabase). De fleste forekomstene ligger i en tynn SV-NØ sone med grønnstein med relativt høyt kobberinnhold (i gult på kartet). Viktige kobberforekomster fins også i fylitter med noe lavere innhold av Cu enn grønnsteinene (i grønt i det nordøstre hjørnet av kartet). Glimmerskifer i de sentrale delene av kartbladet har lavt innhold av Cu (blå-grønn farge) og har ingen kjente viktige forekomster. Det sørøstlige hjørnet av kartet domineres av arkositt/kvartsitt, og i vest finner vi hovedsaklig granittiske gneiser. Begge litologiene har svært lavt kobberinnhold, og det fins ingen viktige forekomster i disse områdene. Noen enheter, for eksempel opdalitt og siltstein/gråvakke i nærheten av Oppdal, er angitt med svært høye kobberkonsentrasjoner. Disse enhetene har liten utbredelse og de høye gjennomsnittsverdiene kan være et resultat av for lav prøvetetthet (1 prøve pr. 81 km²) ved at enkelte, mulig anomale prøver blir tillagt for mye vekt. LITO-prosjektet gir altså først og fremst informasjon om regionale variasjoner i bergartenes sammensetning.

tet ble startet med borer i Midt-Norge og Østlandsområdet, og nå som de første 1600 prøvene snart vil være ferdig analysert går LITO-prosjektet over i en ny fase. I tillegg til fortsatt prøveinn-samling og analyser, vil vi heretter bruke mer ressurser på anvendelse og distribusjon av datasettet.

Distribusjon av datasettet og informasjon om LITO-prosjektet vil hovedsaklig skje via NGUs hjemmesider (www.ngu.no/lito). I første omgang vil datasettet være tilgjengelig i form av rådata med informasjon om analysemetode og bergart, men på sikt vil det bli utarbeidet geokjemiske kart med kartbeskrivelser og forklaringer som kan brukes av personer uten geofaglig kompetanse, for eksempel i forbindelse med kommune- og fylkesplaner.