






# **GEOLOGI FOR DAGENS SAMFUNN**

av Morten Smelror



I vårt moderne samfunn er vi avhengig av sikker tilgang til mineraler og råstoffer, energi og vann. Derfor er god kunnskap om geologiske ressurser og geologiske forhold en forutsetning for en bærekraftig og økonomisk sunn utvikling. I tillegg er det viktig å forstå hvordan vår samfunnsutvikling påvirker miljøet og balansen i naturen, slik at vi ikke ødelegger naturgrunnlaget for kommende generasjoner. De fleste land i verden har en nasjonal geologisk undersøkelse som er gitt i oppgave å kartlegge og undersøke landets berggrunn, mineralressurser, løsmasser og grunnvann, og som skal bidra til at geofaglig kunnskap utnyttes til en effektiv og bærekraftig forvaltning av landets naturressurser og miljø.

Da Norges geologiske undersøkelse ble opprettet for 150 år siden var landet preget av begynnende industrialisering, urbanisering, samt modernisering og effektivisering av landbruket. Den nye, lille etaten ble gitt i oppgave å skaffe til veie grunnleggende viten om landets mineraler, byggeråstoffer og arealer som egnet seg til jordbruk. Argumentet for å opprette institusjonen var at den skulle være "praktisk nyttig, vitenskapelig nødvendig, og ærefull for landet". Kartlegging av berggrunn, løsmasser og mineralressurser har tradisjonelt vært NGUs hovedoppgaver. I dag arbeider NGU innenfor nær sagt alle områder der samfunnet har behov for geologisk kunnskap og informasjon. Dette inkluderer et bredt spekter av oppgaver, slik som kartlegging og detaljstudier av mineralressurser og grunnvannsreserver, forundersøkelser i forbindelse med planlegging og utbygging av tunneler og fjellanlegg, kartlegging og undersøkelser av områder utsatt for skredfare og radonstråling, studier av miljø og klimaendringer, påvisning av forurensning og uheldige effekter av avfalldeponering, samt geoturisme, geo-arkeologi og verneverdige geologiske lokaliteter.

NGU er del av samfunnets infrastruktur, og skal dekke viktige og prioriterte samfunnsbehov for geofaglig kunnskapsforvaltning, rådgiving og forskning. En sentral del av institusjonens oppgaver er å ta vare på den kunnskapen som er samlet gjennom generasjoner, og å formidle denne kunnskapen til de ulike brukerne i samfunnet. Derfor er oppbygging, drift og vedlikehold av nasjonale databaser og kart over geologiske egenskaper og prosesser en nøkkeloppgave for NGU. Fra disse databasene skal brukerne kunne hente ut grunnleggende data og tilrettelagt informasjon som vil hjelpe dem til å løse sine oppgaver, enten de arbeider innenfor mineralindustrien, konsulentbransjen, offentlig forvaltning eller med forskning og undervisning. Her er noen eksempler på samfunnsområder der NGU er engasjert.

## **VI TRENGER MINERALER**

Mineraler inngår i de fleste av det vi omgir oss med og det vi trenger for at samfunnet skal fungere; det være seg tusenår gamle produkter som murstein og jernredskaper, eller teknologiske nyvinninger som PC'er og mobiltelefoner (Figur 1). Mineraler inngår i mange flere daglige produkter enn de fleste av oss har oversikt over; glass, maling, papir, blyanter, sminke og softis for å nevne noen. Grovt regnet forbruker hver innbygger i Norge i gjennomsnitt ca. 10 tonn mineraler per år.

Og forbruket stiger. Rask vekst i verdens brutto nasjonalprodukt gir høy etterspørsel, knapphet på ressurser og tiltagende priser på en rekke mineralprodukter. Det er derfor i dag en stigende interesse i mineralnæringen for leting og utvikling av nye forekomster, også i Norge.

Et av hovedmålene for NGU er å bidra til å finne nye forekomster og få bedre oversikt over reservene i eksisterende forekomster. Kunnskap og informasjon om forekomstene blir tilrettelagt for industrien gjennom nasjonale databaser for malm, industrimineraler, naturstein og byggeråstoffer.

## **FORUNDERSØKELSER VED UTBYGGING**

Menneskelig aktivitet påvirker og omformer omgivelsene rundt oss. Tunneler bygges for å gi en mer effektiv trafikkflyt eller økt sikkerhet i rasfarlige områder. Fjellhaller dekker mange behov i byer eller andre steder der

**FIGUR 1**

I en gruve på Senja tas det ut grafitt, som blant annet brukes i blyanter

presset på tilgjengelige arealer er stort. Noen steder bygges slike anlegg i ustabil fjell, med vannlekkasjer, driftsproblemer og budsjettoverskridelser som mulig resultat. Eksempler som har vært mye omtalt i media er Romeriksporten, Oslofjordtunnelen og Hanekleivtunnelen, der dypforvitring har skapt svakhetssoner med påfølgende vannlekkasjer og ras.

Mer effektiv bruk av geofaglig kunnskap kan spare samfunnet og utbyggerne for betydelige kostnader. Forundersøkelse ved bygging av nye tunneler, veitraseer og annen infrastruktur vil klarlegge hvilke geologiske forhold man har å forholde seg til under utbygging, og sikre at man til enhver tid er forberedt på de fysiske og tekniske utfordringene som variasjonene i berggrunn og løsmasser bringer med seg. I de senere år har NGU vært en pådriver for bruk av nye metoder i forbindelse med forundersøkelser.

### MILJØVENNLIG ENERGI

Økt bruk av mer miljøvennlig energi er en nasjonal og internasjonal målsetting. Regjeringen har sagt at den vil "fortsette satsingen på omlegging av nasjonal energiproduksjon og energibruk", som også vil gi klimapolitiske gevinster, gjennom oppfølging av målet om ny miljøvennlig energiproduksjon og –sparing tilsvarende 12 TWh innen utgangen av 2010. Økt bruk av grunnvarme—energi lagret i berggrunn, grunnvann eller sedimenter—vil her være en viktig bidragsyter. I dag står dette energialternativet for mer enn 2% av den totale oppvarmingen av landets bygninger, og ca. 1,5 TWh elektrisitet spares årlig i det "nasjonale energiregnskapet" fordi mange huseiere har investert i grunnvarmebaserte varmepumpesystem. NGU vil legge til rette for økt bruk av grunnvarme ved å lage oversikter over de geologiske parametrene som påvirker økonomien i grunnvarmeanlegg, slik at en innen 2010 kan fordoble energiuttaket fra grunnen.

### TILGANG TIL RENT VANN

Rent vann er en forutsetning for et hvert samfunn. Grunnvann til vannforsyning er ofte bedre og billigere enn overflatevann, og er den viktigste drikkevannskilde ved spredt bosetting. Grunnvann er imidlertid en usynlig ressurs som krever forholdsvis store investeringer for kartlegging og overvåking, slik at sentral forvaltning av kunnskap og data om grunnvann har høy økonomisk samfunnsnytte. NGU har ansvar for kartlegging av landets grunnvannsressurser, forvalter den nasjonale grunnvannsdaten og utfører anvendt forskning og metodeutvikling knyttet til grunnvann. NGU arbeider med å skaffe grunnlagsdata om grunnvann til vannforvaltningen i henhold til EUs Vanddirektiv, og har ansvar for å betjene forvaltningens behov for hydrogeologisk kartlegging av grunnvannsressursene. Det er også en sentral oppgave for NGU å sørge for at nettstedet [www.grunnvann.no](http://www.grunnvann.no), den nasjonale grunn-



**FIGUR 2** Utglidning av skinnegangen ved Kolbotn jernbanestasjon 14. november 1936 på grunn av ustabil leirgrunn.

vannsdatabasen og det landsomfattende grunnvannsnettet, er godt tilrettelagt for vår regionale vannforvaltning.

### **PÅ FORURENSET GRUNN**

NGU har gjennom flere år kartlagt forurensning i byer og tettbygde områder. I mange byer finnes områder der grunnen er sterkt preget av forurensning fra tidligere industriutslipp, bybranner, biltrafikk og forbrenning av kull og avfall. Problemene knytter seg i første rekke til tungmetaller, arsen, PAH og PCB.

Tilsvarende har NGU satt arealbruk på nedlagte avfallsfyllinger på dagsorden. Et annet sentralt tema er spredning av miljøgifter fra land til sjø, der bygningsmassen i byer og tettbygde strøk fungerer som aktive forurensningskilder for metaller og PCB. NGU vil fortsette å bidra til at sentrale miljøproblemer blir satt på dagsorden og at nødvendige tiltak blir satt i verk. Et tiltak vil være at det utarbeides og blir tatt i bruk "Aktsomhetskart for jordforurensning" i alle de store bykommunene.

### **FAREN FOR SKRED**

Risikoen for naturkatastrofer som flom, skred og flodbølger må vurderes i forhold til eksisterende og planlagt bosetting og infrastruktur (Figur 2). NGU ble tillagt ansvaret for det nasjonale "Skredprogrammet" fra 2004 og har i dag et nasjonalt ansvar for kartlegging av skredfarlige områder. For å hjelpe kommunene til å få en bedre oversikt over skredprosesser og skredrisiko er det etablert en nasjonal skredatabase ([www.skrednett.no](http://www.skrednett.no)).

Skred og skredfare er kommet høyere på den politiske dagsorden bl.a. gjennom st.meld. om samfunnsikkerhet og etter tsunamikatastrofen i Sørøst-Asia. Det ble satt fokus på faren ved store fjellskred som faller i trange fjorder. I 2007 og 2008 ble det gitt særskilte statlige bevilgninger for å intensivere arbeidet med å kartlegge skredfarlige områder og bidra til å styrke beredskapen mot skredulykker i kommunene og fylkene. Dette gjelder både områder utsatt for store fjellskred, områder utsatt for flomskred og leirskred, samt fareområder for snøskred. Resultatene vil bli gjort tilgjengelig for brukere i kommunene og ulike statsetater gjennom en kontinuerlig oppdatering og videreutvikling av [www.skrednett.no](http://www.skrednett.no).

### **GRUNNLEGGENDE KUNNSKAP OM LANDETS GEOLOGI**

Kunnskap om jordas geologiske oppbygning og de prosessene som har formet landskapet rundt oss er en forutsetning for å kunne oppdage og utnytte naturressursene i landet vårt. På NGU drives det et omfattende forsknings- og utviklingsarbeid for å forstå landets geologiske utvikling. Ved å koble tradisjonelle og nye kartleggingsmetoder, ny og bedre kunnskap om geologiske prosesser, og bruk av nye 3D modellerings- og vis-

ualiseringsverktøy, har vi fått et solid fundament for en rekke praktiske bruksområder. Dette inkluderer leting etter malm, industrimineraler og petroleum, identifisering av skredfarlige områder og områder eksponert for radonstråling, påvisning av områder med svakhetssoner i fjell, samt påvisning av områder som er spesielt gunstige for uttak av grunnvann eller grunnvarme.

NGU arbeider med å framskaffe ny kunnskap om jordas utvikling, og med å utvikle modeller som forener platetektonikk og mandeldynamikk. Modellering av kontinentbevegelser utføres i samarbeid med oljeindustrien, og bidrar til kunnskap som brukes i industriens leting etter ressurser.

En annen viktig oppgave er å bedre den grunnleggende kunnskapen om havområdene og kystsonen for å sikre en god forvaltning av miljø og ressurser. I den forbindelse gjennomfører NGU, sammen med Havforskningsinstituttet og Statens kartverk, kartleggings- og kunnskapsprogrammet MAREANO. Kunnskap og resultater fra dette programmet blir kontinuerlig gjort tilgjengelig på nettstedet [www.mareano.no](http://www.mareano.no), slik at brukere knyttet til fiskeri og havbruk, petroleumsvirksomhet, miljøovervåkning og verneinteresser kan utnytte dataene.

Kunnskap om utviklinga av norsk sokkel gjennom de siste 2–3 millioner år er viktig for å vurdere sannsynligheten for nye oljefunn. Kunnskap om grunne reservoarer og akviferer på sokkelen og langs kysten er viktig i forbindelse med mulig framtidig CO<sub>2</sub>-lagring. Kanskje kan gasshydrater i framtida bli en viktig energiresurs, samtidig som gasshydrater på sokkelen representerer en risiko i forbindelse med boring og bygging av undervannsinstallasjoner.

NGU framskaffer også kunnskap om de dypere delene av norsk kontinentalsokkel basert på målinger av magnetisme og tyngde og varmestrøm. Selv 50 år etter at utforskningen av sokkelen startet mangler det gode data om magnetisme og tyngde for store deler av norsk sokkel. Nye data samles nå inn i samarbeid med oljedirektoratet og industrien. For å forstå oppbygningen av sokkelen er det viktig å kjenne den geologiske oppbygningen av Fastlands-Norge. NGU arbeider derfor med regionale land-sokkel-studier der vi sammenstiller geologien på land og på kontinentalsokkelen. Hensikten med dette arbeidet er å klarlegge strukturell utvikling og varmestrøm i de petroleumsførende bassengene på sokkelen.

## MOT ET MER EKSTREMT KLIMA?

Landskapet gjenspeiler naturgrunnlaget som danner basis for all menneskelig aktivitet. Kunnskap om landskaps- og klimautvikling er viktig for en balansert forvaltning av naturlandskapet og en kunnskapsbasert håndtering av klimautfordringene. Landskapet er sårbart for de endringene vi påfører det med vår aktivitet når vi tar ut naturressurser og bygger ny infrastruktur. Men i et geologisk perspektiv er landskapet alltid i endring. Fjell tæres ned og de eroderte løsmassene avsettes i daler, fjorder og på sokkelen, samtidig som klimaet endrer seg. Bare i løpet av de siste 2,5 millioner år har det vært 4–5 store istider med isdekker over Skandinavia og kontinentalsokkelen, samt et trettitalls mindre istider avbrutt av varmere mellomistider.

Gjennom mange år har forskere ved NGU studert fortidens klimaendringer, og hvordan disse har vært med på å forme dagens landskap. Vi vektlegger studier av de prosessene som danner landskapet, for å forstå dets utvikling og hvilke konsekvenser det har for utvinning av våre naturressurser og bygging av vår infrastruktur.

NGUs klimaforskning fortsetter innenfor rammen av det internasjonale polaråret (IPY) og klimaprogrammene i Norges forskningsråd. En sentral oppgave er å studere forholdet mellom klimaendringer og skred, spesielt med tanke på hva som måtte komme av framtidige klimaendringer.

## LANDSKAPET SOM TURISTATTRAKSJON

Landskapet er Norges viktigste turistattraksjon. NGU vil bidra til at kunnskap om landskapsutviklingen i Norge blir et tema innenfor den nasjonale satsingen på opplevelsesturisme. Denne kunnskapen skal gi økt



**FIGUR 3** Fra Vassfjellet pukkverk, Trondhiem.

Norge ligger langt framme internasjonalt i digital tilrettelegging av geografisk og geologisk informasjon, og mer kart og geodata skal ut til flere brukere. NGU har gjennom satsingen NGU Digital etablert en rekke geologiske databaser og Internett-løsninger. Nå tar vi et nytt steg og leverer en rekke datasett og tjenester til etableringen av [www.geonorge.no](http://www.geonorge.no). Det gjør vi sammen med 18 offentlige, nasjonale partnere og landets fylker og kommuner gjennom den nasjonale geografiske infrastrukturen Norge Digitalt.

Framtidens brukere av geodata vil forvente brukertilpassede produkter av høy kvalitet, der informasjon fra flere fagfelt blir integrert og tilrettelagt på en lettfattelig måte. Bruk av internasjonalt aksepterte standarder muliggjør integrering av interne og eksterne tjenester på tvers av virksomheter og teknologiske plattformer.

NGU vil videreutvikle de geologiske kunnskapsdatabasene som en integrert del av den nasjonale infrastrukturen Norge Digitalt, og bidra til å utvikle felles web-løsninger som medvirker til en bærekraftig og verdiskapende forvaltning av arealer, miljø og naturressurser.

### VEIEN VIDERE

NGUs visjon "Geologi for samfunnet" innebærer at vi ved NGU forstår samfunnets behov for geologisk informasjon. Dette sikres gjennom en aktiv dialog med brukerne av NGUs kunnskapsdatabaser, forskningsresultater og tjenester. Informasjon som går ut fra NGU skal til enhver tid ta utgangspunkt i nytteverdien for samfunnet, og skal være best mulig tilpasset NGUs ulike målgrupper. Samfunnets skiftende behov for geologisk informasjon gjenspeiles i bredden på NGUs aktiviteter. Denne bredden gjør NGU godt rustet til å møte kommende generasjoners behov for geologisk kunnskap (Figur 3).

opplevelsesverdi for brukere av norsk natur, og samtidig bidra til å sikre en god forvaltning av våre unike landskapsattraksjoner.

NGU ser det som sin oppgave å følge opp intensjonene om en mer helhetlig naturforståelse slik den er presentert i NOU 2004:28 "Lov om bevaring av natur, landskap og biologisk mangfold", hvor kunnskap også om geologisk mangfold er tatt inn i formålsparagrafen. Her bidrar NGU til at vår kunnskap om verneverdige geologiske lokaliteter systematiseres og styrkes i årene framover.

### EFFEKTIV FORVALTNING OG FORMIDLING AV GEOLOGISK INFORMASJON

Brukernes behov for geodata er grenseløst –forbruket følger ikke lenger gamle institusjonsbarrierer. Planmessig og samordnet bruk av geodata er blitt en viktig forutsetning for en bærekraftig forvaltning av arealer og naturressurser. Det er et viktig mål for NGU å levere brukertilpasset geologisk informasjon og data til samfunnet gjennom et bredt tverrfaglig samarbeid med andre institusjoner.