

Årsrapport 2000

Kort om NGU

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 bidra til at geofaglig kunnskap utnyttes til en effektiv og bærekraftig forvaltning av landets naturressurser og miljø. NGUs kompetanse kan også utnyttes i bistandsprosjekter. Som forskningsbasert forvaltningsorgan, er NGU også de andre departementenes faginstans i geofaglige spørsmål.

NGU har som hovedoppgaver å samle, bearbeide og formidle kunnskap om de fysiske, kjemiske og mineralogiske egenskapene til landets berggrunn, løsmasser og grunnvann. I sitt arbeid skal NGU legge hovedvekt på brukernes behov for:

- Oppbygging, drift og vedlikehold av nasjonale databaser og kartverk om geologiske egenskaper og prosesser.
- Geologisk kartlegging av Norges land- og sjøområder.
- Anvendt forskning og metodeutvikling.
- Rådgivning og informasjon.

NGU hadde en omsetning i 2000 på ca. 130 millioner kroner. Ca. 75% finansieres over statsbudsjettet via NHD, mens 25 % finansieres gjennom oppdrag og samarbeidsprosjekter.

NGU har 220 ansatte, hvorav ca. halvparten er vitenskapelig personale.

Strategiplanen for 2001 – 2005 setter som hovedmål at NGU skal bidra til:

- Bedre kunnskap om natur og miljø
- Økt verdiskaping i mineral- og steinindustrien
- Bedre planlegging og arealforvaltning
- Effektiv bistandsvirksomhet

Innhold

Geologi for samfunnet.....	3
Rapport fra virksomheten.....	4
Organisasjon og hovedmål.....	9
Norge i bevegelse.....	10
Nytt sentralsykehus med grønn oppvarming i Lørenskog.....	12
Gamle steinbrudd med nye øyne.....	14
Oppdragsgivere og samarbeidspartnere i 2000.....	16
Kart, publikasjoner og rapporter.....	17
Foredrag og undervisning.....	22
Deltakelse i organisasjoner og komiteer.....	28
Abonnement, bestillinger og utlån.....	30
Ansatte.....	31

ISSN 0333-4122
ISBN 82-7385-195-8

Design og trykk: Grytting AS

Opplag: 5000 eks.
Mars 2001



NGUs lokaler på Østmarkneset i Trondheim.

Geologi for samfunnet

Leting og produksjon av ikke fornybare ressurser, som mineraler, olje og gass, setter store krav til kunnskap og forvaltning. Ofte kan det ta lang tid før en gjør et funn. Deretter kan det ta 5 til 10 år før produksjonen settes i gang. Utvikling av nye ressurser – fra kartlegging til utvinning - tilsvarer på mange måter det annen industri gjør f.eks. med utvikling av nye modeller eller produkter. Derfor må leting etter nye ressurser være en integrert del av arbeidet til bedrifter som henter sitt overskudd fra ikke fornybare råstoffer.

UTTAK AV MINERALSKE RÅSTOFFER, olje og gass kan bare gjøres én gang, og et hvert uttak vil medføre miljølempen. En bærekraftig produksjon innebærer derfor at produksjonen gjennomføres med minst mulige miljøkonsekvenser, og at mest mulig av f.eks. oljen fra et reservoar blir tatt ut. For noen år siden ble bare 20 til 30 prosent av oljen i reservoarene produsert. Nå har utvinningsprosenten økt, med det resultat at selskapene og staten har tjent milliarder av kroner. En del av overskuddet fra produksjonen må brukes til å kartlegge og utvikle nye ressurser som en gang skal erstatte det man har tatt ut. Staten høster store inntekter utvinningen av ikke fornybare ressurser i Norge. Delvis kommer inntektene fra statens eierskap, delvis fra skatter og avgifter. Det er derfor rimelig å se på om statens engasjement tilfredstiller de forventninger en bør kunne forvente ut fra hensynet til en bærekraftig forvaltning.

Det er åpenbart behov for økt kartlegging og teknologiutvikling i de råstoffbaserte næringene. Slike investeringer har vist seg å gi meget god avkastning i form av økt utvinning av olje og gassressursene eller mer høyverdige mineralprodukter. Norges forskningsråd har nylig foreslått en betydelig økning i statens bidrag til petroleumsforskningen. Reaksjonene har vært skuffende. Det er derfor vanskelig å

se at samfunnet forplikter seg til en bærekraftig utvikling av olje og gassressursene.

Eksportinntektene fra produksjonen av industrimineraler er blitt tredoblet de siste ti årene. Dette er en av landets mest lønnsomme bransjer, som utvikler seg like raskt som IT-industrien. Likevel har investeringen i kartlegging av nye ressurser gått ned. Statens engasjement som eier i denne næringen har ikke bidratt vesentlig til utvikling av nye forekomster. Heller ikke på mineralsiden tilfredstiller samfunnets engasjement kriteriene for en bærekraftig utvikling.

Havbunnen på den norske sokkelen er blant de dårligst kartlagte i Europa. Uten en god forståelse for sedimentasjonsforholdene kan en ikke gjøre effektiv miljøovervåking. Kartlegging av bunntopografi, sedimentfordeling og marine organismer er også av avgjørende betydning for en bærekraftig utvikling av fiskeressursene. I fremtiden vil en økende andel av vårt behov for sand og grus tas fra sokkelen. NGU har sammen med Havforskningsinstituttet, Statens kartverk og en rekke andre forvaltningsorgan foreslått et kartleggingsprogram for den norske sokkelen, slik at vi snart kan unngå sisteplassen i en europeisk sammenheng.

Norge er et stort land med få mennesker, som alltid har vært avhengig av naturressursene som fisk, vannkraft, olje, gass, mineraler, skog og jord. Det er grunn til å anta at nordmenn også i fremtiden vil klare seg best innen næringer hvor vi har naturgitte konkurransefordeler. Derfor er det uforståelig at Tyskland har en betydelig større forskningsinnsats innen marin biologi og geologi på norsk sokkel, enn det Norge har.

Det er ingen skam å være en europeisk leverandør av energi, mineraler og mat. Produksjon og utvikling innen disse områdene krever et høyt teknologisk nivå og utfordringene er mange. Nye mineraler og nye kvaliteter vil bli etterspurt, og nye energikilder som f.eks. gasshydrater vil kunne bli av betydning en gang i fremtiden. Vi må satse der hvor vi har muligheten til å bli blant de beste, og hvor vi etter Henrik Ibsens mening best kan tjene menneskene...

Arne Bjørlykke

Arne Bjørlykke
adm. direktør



Adm. direktør Arne Bjørlykke.

Borkman: Kan De gjette Dem til hvor jeg første gang hørte slike toner som disse her?

Frida: Nei, herr Borkman.

Borkman: Det var nede i grubene.

Frida: Ja så? Nede i grubene?

Borkman: Jeg er en bergmanns sønn, vet De vel. Eller vet De kanskje ikke det?

Frida: Nei, herr Borkman.

Borkman: En bergmanns sønn. Og min far tok meg med seg ned i grubene iblant. – Der nede synger malmen.

Frida: Ja så, - synger den?

Borkman: Når den blir løsnet. Hammerslagene, som løsner den – det er midnattsklokken, som slår, og gjør den fri. Derfor synger malmen – av glede – på sin vis.

Frida: Hvorfor gjør den det, herr Borkman?

Borkman: Den vil opp i dagens lys og tjene menneskene.

Henrik Ibsen: John Gabriel Borkman



Rapport fra virksomheten i 2000

NGU har i 2000 hatt fire hovedmål for sin virksomhet

- Bidra til økt verdiskaping innenfor mineralbasert industri
- Bidra til balansert forvaltning av naturressursene
- Bidra til økonomiske besparelser ved offentlig utbygging
- Bidra til effektiv bistandsvirksomhet

NGU'S VIRKSOMHET ER ORGANISERT på en måte som reflekterer målstyring og resultatansvar. Arbeidet med å nå hovedmålene er organisert i hovedprosjekter. Disse hovedprosjektene består igjen av en rekke større og mindre delprosjekter. En betydelig del av disse delprosjektene har varierende grad av eksterne finansieringsbidrag: fra kommuner, fylkeskommuner, statsetater eller næringsliv.

Samlet sett bidrar denne organiseringen til å virkeliggjøre vår virksomhetsidé om å bringe geologisk kunnskap ut til samfunnet.

Samfunnets etterspørsel etter geofaglige data øker. Dette innebærer at NGU kontinuerlig må oppdatere de geologiske grunnlagsdataene og utvikle nye metoder for sammenstilling og presentasjon av disse. I dette arbeidet er det nødvendig å utnytte de muligheter som ligger i digital teknologi og formidling. Dette er en hovedutfordring for NGU de nærmeste årene.

Økt verdiskaping innenfor mineralbasert industri

NGU skal medvirke til industrietablering basert på mineraliske råstoffer, og sikre reservegrunnet for eksisterende mineralbedrifter. Vi skal også bidra til å heve kvaliteten på og utvide anvendelsesområdet for norske mineralprodukter.

Lang kystlinje og kort avstand til havet gir mange norske mineralforekomster en konkurransefordel, og mineralnærings betydning for distriktene øker. Mineralnærings betydning for distriktene øker. Mineralnærings betydning for distriktene øker. Bare 1-2 promille av landarealene utnyttes til mineralproduksjon. Brutto produksjonsverdi for levetiden for mange forekomster kan komme opp i flere hundre millioner kroner, og for enkelte flere milliarder. Det er derfor i samfunnets interesse at mineralressursene kartlegges og kommer med i kommuneplaner og andre arealplaner slik at ressursene kan forvaltes med et langsiktig perspektiv.

Kartlegging og utvikling av industrimineralforekomster

Innsats 2000: 11,4 mill kr., hvorav 2,2 mill kr. eksterntfinansiert

Karbonatkartleggingen i Troms og Nordland er videreført med delfinansiering fra fylkeskommunene, og noen mindre prosjekter er også utført for industrien. I samarbeid med Statskog er det arbeidet videre med en større talk-, kleber- og magnesittforekomst i Snåsa, innenfor et område som opprinnelig var foreslått vernet som nasjonalpark. Det er viktig at forekomsten, som kan representere store verdier, blir tilstrekkelig kartlagt. Arbeidet med super-ren kvarts er videreført i samarbeid med industrien.

NGU-bulletinen "Industrial Minerals and Rocks in Norway" er utgitt med 20 artikler. Bulletinen viser resultater fra NGUs forsknings- og utviklingsprosjekter innen industrimineraler de senere år og omhandler bl.a. norske forekomster av en rekke industrimineraler. Det er arbeidet videre med utvikling og dokumentasjon av metoder som kan brukes i mineralkarakterisering.

Databasen over norske forekomster med industrimineraler inneholder opplysninger om 1950 forekomster. Opplysningene om 540 av disse er oppdatert ved utgangen av 2000. En omtale av de landets viktigste forekomster av industrimineraler vil bli lagt ut på internett i løpet av 2001.

Kartlegging og utvikling av naturstein-, grus- og pukkforekomster

Innsats 2000: 11,4 mill kr., hvorav 2,1 mill kr. eksterntfinansiert

Det planlagte ajourholdet av Grus- og pukk-databasen ble gjennomført i kommuner i Nordland, Troms, Oppland og Sør-Trøndelag. Databasen inneholder opplysninger om ca 9000 grusforekomster og ca 1000 pukkforekomster. Databasen har i løpet av året hatt 4700 eksterne brukere via internett, en økning fra 2100 i 1999.

Innsamling av data for ressursregnskap for grus og pukk i Telemark, Vestfold og Buskerud er gjennomført. Når det gjelder pukk er nye områder kartlagt i kommunene Egersund, Tysvær og Nærøy og flere steder i Hordaland og Sogn og Fjordane for industrien og fylkeskommunene.

Undersøkelsene av kleberstein og serpentinitt i Nord-Gudbrandsdalen er videreført, og nye ressurser er kartlagt og rapportert til



industrien som bidrar til finansiering av undersøkelsene. For fylkeskommunene Telemark, Vestfold og Buskerud er det gjennomført natursteinsundersøkelser. En forekomster av noritt i Bamble, en larvikitt i Skien, skifer i Numedalen og rombeporfyrr i Vestfold er interessante for videre oppfølging.

Arbeidet med å oppdatere og kvalitets-sikre natursteinsdatabasen er videreført. Databasen omfatter nærmere 1000 norske forekomster, hvorav en har oppdaterte opplysninger for vel 300 av disse ved utgangen av 2000. En omtale av de økonomisk viktigste natursteinsforekomstene vil bli lagt ut på internett i løpet av 2001.

Kartlegging og utvikling av malm-provinser og -forekomster

Innsats 2000: 8,0 mill kr. hvorav 1,2 mill kr. eksterntfinansiert

Norge er en viktig produsent av titanmineraller, og våre ressurser er viktige i et internasjonalt perspektiv. NGU har derfor prioritert kartlegging av titanminerallerne ilmenitt og rutil også i 2000. En del av denne kartleggingen er gjort i samarbeid med industrien.

I samarbeid med selskapet Crew er det utført geofysiske bakkemålinger for en mer detaljert kartlegging av mulige sink- og kobberforekomster i Røros-området. Videre er det avtalt et oppdrag i gruveområdet i Mofjellet i Rana, og Bleikvassli-prosjektet i Nordland sluttrapporteres i 2001. Gullundersøkelsene har vært konsentrert om Ringvassøy i Troms. Aktiv markedsføring av malmprosjekter gjennom året har ført til etablering av ny prospekteringsaktivitet.

Arbeidet med å oppdatere og kvalitets-sikre malm-databasen er videreført. Databasen omfatter nærmere 4400 norske mineraliseringer og forekomster. NGU har oppdaterte opplysninger for 1830 av disse ved utgangen av 2000. Nye interessante gullanomaler er framkommet i Sør-Norge gjennom arbeidet med oppdatering av malm-databasen. En omtale av de økonomisk viktigste malmforekomstene vil bli lagt ut på internett i løpet av 2001.

Den generelle reduksjonen i industriens malmletting i Norge har gjort at NGU har styrt mer av sine ressurser over på industri-mineraler.

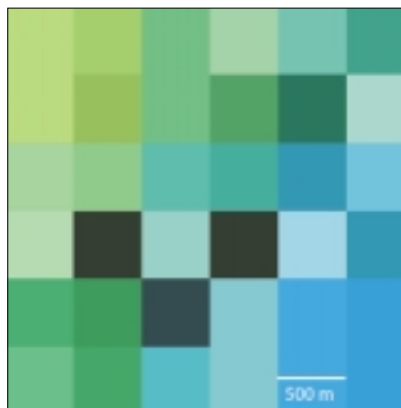
Regionale geofysiske undersøkelser

Innsats 2000: 15,9 mill kr. hvorav 6,5 mill kr. eksterntfinansiert

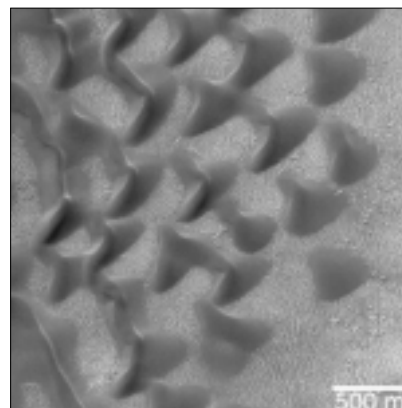
BAT-prosjektet (Basin analysis and applied thermochronology on the Mid-Norwegian shelf) er et samarbeidsprosjekt med oljeindustrien (Amoco, British Petroleum, Mobil Exploration, Norske Chevron, Norske Conoco, Norske Shell, Norsk Hydro, Phillips Petroleum og Statoil), Oljedirektoratet og universitetene i Bergen og Oslo. Prosjektet inkluderer blant annet bygging av Skandinavias første argon-laboratorium for aldersdateringer som ble operativt i 2000. Prosjektet er rettet mot en "holistisk" forståelse av den geologiske utviklingen på midtnorsk sokkel.

Oppbyggingen av de 6 nasjonale geofysiske databasene er gitt høy prioritet, og innbefatter også et eget databaseprosjekt med Statoil. Brukergransnittet for databasen med gravi-

Mangelfull kunnskap om kyst- og havområdene



«Detaljer» fra et 9 km² stort område på Sularevet, fremstilt fra Sjøkartverkets fiskeridatabase. Kartdataene består av ett målepunkt for hver 500 meter.



Fra NASA kan vi gratis laste ned digitale bilder fra Mars. Her detaljer fra et 9 km² stort område med sanddyner i Proctorkratret. Dataene har en oppløsning som er 118 ganger bedre enn de vi har fra norske havområder.

Kilde: NASA/JPL/Malin Space Science Systems.

Norge har unike muligheter til å utvikle eksisterende og nye næringer basert på marine ressurser. Samtidig har vi et ansvar for å forvalte miljøet og ressursene på en bærekraftig måte. Dette forutsetter at vi har et minstemål av kunnskap om det fysiske og biologiske naturmiljøet utenfor vår langstrakte kyst. Det har vi ikke i dag.

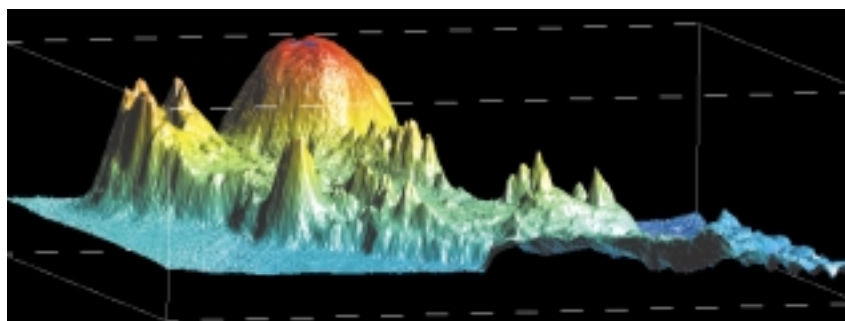
Fiskeriene, havbruksinteressene og den offentlige forvaltning er henvist til å klare seg med et kartverk som ikke er egnet som grunnlag for informerte beslutninger. De topografiske kartene i Sjøkartverkets fiskeridatabase er til liten hjelp for å hindre ødeleggelse av f.eks. korallrev. Fig. 1 viser "detaljene" av et 9 km² stort område av Sularevet, verdens største dypvanns korallstruktur.

Det er et paradoks at enhver gratis kan laste ned digitale kart over overflaten på Mars

fra amerikanske databaser, med en oppløsning som gjør det mulig å blinke seg ut en tomt, for de som måtte ha lyst på det (fig 2).

NGU, Havforskningsinstituttet (HI) og Statens kartverk Sjøkartverket har foreslått å bygge en ny nasjonal infrastruktur for grunnleggende kunnskap om havmiljøet i våre kyst- og havområder. MAREANO-prosjektets første fase omfatter havområdene mellom Stadt og Lofoten, en satsing til ca. 190 millioner kroner.

NGU og HI har oppdaget nye og tidligere ukjente korallrev på Hestekoene utenfor Nordland, ved hjelp av høyoppløselige testdata fra Sjøkartverket (fig 3). Irland har allerede kommet langt i en "vegg-til-vegg" kartlegging av sine havområder med den samme dataoppløsningen.



Moderne kartleggingsteknikker kan gi oss detaljerte kart og landskapsmodeller over terrenget på havbunnen. Her fra Hestekoene utenfor Nordland, der NGU og HI oppdaget hittil ukjente korallrev.

REGNSKAP						
Utgifter fordelt på art	Mill kr			I % av utg./innt.		
	1998	1999	2000	1998	1999	2000
Lønn/sos.omk.	68,8	71,0	72,2	53 %	55 %	55 %
Andre utgifter	36,8	36,4	36,2	28 %	28 %	28 %
Reiser	13,5	12,4	12,7	10 %	10 %	10 %
Investeringer	10,5	9,7	9,3	8 %	7 %	7 %
Sum utgifter	129,6	129,6	130,3	100 %	100 %	100 %
Inntekter						
Nærings- og handelsdep.	99,0	96,9	97,5	76 %	77 %	74 %
Andre inntekter	31,8	29,0	35,0	24 %	23 %	26 %
Sum inntekter	130,8	125,9	132,6	100 %	100 %	100 %

metriske og aeromagnetiske data på kontinentalsokkelen er internettbasert. Databasene er allerede tilbudt andre oljeselskaper, slik at NGU kan framstå som et nasjonalt datasenter for arkivering, prosessering og tolkning av potensialfelldata. De to databasene for gravimetrisk landdata og petrofysikk er foreløpig ikke tilgjengelig på internett. Gravimetrisk kart Norge og havområder i M 1:3 mill er trykt.

Balansert forvaltning av naturressursene

NGU skal medvirke til bedre arealforvaltning, dokumentere naturforholdenes betydning i forhold til menneskeskapte forurensinger og øke samfunnets kunnskap om de geologiske naturressursene.

Miljøgeologiske undersøkelser

Innsats 2000: 13,1 mill kr., hvorav 3,1 mill kr. eksternfinansiert

Det verserer mange prognoser for hvordan framtidens klimautvikling vil bli. I mange sammenhenger glemmes det imidlertid at klimaet også gjennomgår naturlig endring. De naturlige klimaendringene må være med i prognosene for framtiden, dersom disse skal bli riktige. NGU er sekretariat for nettverksprosjektet "Past Climates of the Norwegian Region", (NORPAST, 1999-2002) med delfinansiering fra Norges forskningsråd. Samarbeider omfatter deltakelse fra universitetene i Bergen og Tromsø, UNIS og Det norske meteorologiske institutt. Prosjektet har fokus på klimavariasjoner de siste 20.000 år og avslutningen av siste istid i Norge. NORPAST omfatter delprosjekter med fokus på: innsjøer som klimaarkiv, rekonstruksjon av gjennomsnittlig sommertemperatur, kvantitative pollenstudier, klimaendringer og skredfare, isdekke på Svalbard og i Barentshavet, rekonstruksjon av brevariasjoner under siste nedising, marine klimaarkiv, varmefluks i Norskehavet, bremodellering og NORPAST database.

NGU og Statens institutt for folkehelse har, sammen med Bergen kommune, kartlagt jordforurensinger i byen. Resultatene fra prosjektet har satt fokus på en rekke miljøutfordringer, bl.a. bruk av trykkimpregnert trevirke på lekeplasser, PCB-innhold i jord etter rehabilitering og riving av bygninger og spredning av slik forurensning. Resultatene viser at tiltak er nødvendig. NGUs funn har

medvirket til at Statens forurensingstilsyn har utarbeidet et utkast til forskrift som begrenser bruken av impregnert trevirke.

Prosjektet "Forurenset grunn og sedimenter" som gjennomføres for Trondheim kommune og i samarbeid med konsulentselskaper, er under avslutning. Et nordisk bynettverk for miljøgeologiske undersøkelser med Oslo, Bergen, Trondheim, Stavanger, København og Gøteborg er etablert etter initiativ fra NGU.

Det er utgitt et geokjemisk atlas for Norge med oversikt over den kjemiske sammensetningen av flomsedimenter. Resultatene av de kjemiske undersøkelser av landbruksjord i Skandinavia, Baltikum, Polen og Nord-Tyskland er publisert. Videre er NGU med i en geokjemisk kartlegging av Europa sammen med de øvrige lands geologiske undersøkelser.

Maringeologiske undersøkelser

Innsats 2000: 7,5 mill kr. hvorav 1,7 mill kr. eksternfinansiert

NGU har lagt tyngde i arbeidet med å få etablert en Marin arealdatabase for norske kyst- og havområder (MAREANO) i samarbeid med Havforskningsinstituttet, Statens kartverk Sjøkartverket, Direktoratet for naturforvaltning, Statens forurensingstilsyn og Oljedirektoratet. Prosjektet vil etablere ny kunnskap om de marine naturforholdene mellom Stadt og Lofoten innenfor følgende hovedtema:

- Basiskartlegging av dybdeforhold.
- Bunntyper, mineralske ressurser og geoteknikk.
- Basiskartlegging av forurensning.
- Naturtyper, biologisk mangfold og marine ressurser

Det tas sikte på å bygge opp databasen som et web-basert GIS-system. Databasen vil danne en kunnskapsmessig infrastruktur for brukere innen fiskeri- og havbruksnæringen, petroleumsvirksomheten og offentlig forvaltning, i tillegg til forskningsmiljøene, miljøorganisasjoner og allmennheten. MAREANO vil koste 190 mill. kr. som forutsettes finansiert som satsing utenfor rammene.

NGU har deltatt i to EU-finansierte prosjekter innen rammen av EuroGeoSurveys-samarbeidet og et EU-finansiert prosjekt i samarbeid med Universitetet i Bergen:

- "GESTCO – Geological Storage of CO₂" om lagring av CO₂ i geologiske formasjoner.
- Metadatabaseprosjektet "EUMARSIN - European Marine Sediment Information Network" som er slutført i 2000.
- Forskningsprosjektet "COSTA – Continental slope stability" med studier av prosesser og frekvenser for undersjøiske skred i fjorder.

NGU har utgitt atlas med digitale temakart for Norskerenna mellom Lindesnes og Stavanger, og deler av Nordsjøplatået.

Regionale geologiske undersøkelser

Innsats 2000: 10,9 mill kr. hvorav 0,4 mill kr. eksternfinansiert

Den viktigste virksomheten innen regional geologi er sammenstilling av regionale oversikter. I 1999 ble det siste kartet trykt i den landsdekkende serien over berggrunns-



kart i M 1:250.000, og ved utgangen av 2000 foreligger 90% av denne landsdekkende kartserien som digitalt datasett, slik at informasjonen kan brukes f. eks i digitale arealinformasjonsystemer. For løsmassekartene i M 1:250.000 foreligger det digitalt datasett for 80% av landarealet, og planen er å ha et landsdekkende datasett i innen utgangen av 2005.

NGU startet i 1999 et prosjekt som tar sikte på å kartlegge de kjemiske og fysiske egenskapene til berggrunnen i Norge ved hjelp av korte referanseborkjerner (Litho-prosjektet). Hittil er ca 10% av landarealet er prøvetatt.

Berggrunnskart i M 1:4 mill over Nordvest-Europa med havområder er sammenstilt i samarbeid med de andre lands geologiske undersøkelser. Et kart i M 1:2 mill der hovedvekten er lagt på de prekambriske bergartene er sammenstilt i samarbeid med de geologiske undersøkelsene i Sverige, Finland og Russland. Begge kartene vil bli trykt i 2001.

Økonomiske besparelser ved offentlig utbygging

NGU skal medvirke til billigere og bedre vannforsyning, avløp, kommunikasjoner og utbyggingarealer.

Utbyggingsgeologi

Innsats 2000: 8,2 mill kr. hvorav 1,4 mill kr. eksternfinansiert

Arbeidet med å etablere en database for utbyggingsgeologi, med vekt på å sammenstille, klassifisere og tolke bruddsystemer er påbegynt. Databasen vil i løpet av 2001 inneholde et nasjonalt lineament- og bruddsonekart basert på tolkning av satellittdata. Tolkningen for det landsdekkende datasettet er tilpasset M 1:1 mill. En populærvitenskapelig oversikt over bruddsoner i fjell er trykt i Gråsteinen nr 7.

Den geofysiske kartlegging fra helikopter av berggrunnen i Oslo-regionen ble videreført. For Jernbaneverket er det utført detaljkartlegging av ny jernbanetrase Larvik-Porsgrunn.

I Troms er det videreført et samarbeidsprosjekt med Vegkontoret og fylkeskommunen om skredfarekartlegging i tettbygde områder og langs viktige veitraséer. Det er også gjennomført skredundersøkelser i fjorder på Vestlandet, samt gjennomført skredundersøkelser i Rjukan for Tinn kommune. Arbeidet med å lage en nasjonal database for skred er startet, og i den forbindelse er det laget samarbeidsavtaler med Norges geotekniske institutt og Norges vassdrags- og energidirektorat.

Undersøkelser av grunnvann og grunnvarme

Innsats 2000: 12,2 mill kr. hvorav 2,1 mill kr. eksternfinansiert

Innen rammen av Regjeringens program for vannforsyning (PROVA) er det i 2000 gjennomført grunnvannsundersøkelser ved 24 forsyningssteder, delfinansiert av kommuner og private vannverk. NGU har i perioden 1990-99 gjort grunnvannsundersøkelser ved 310 forsyningssteder i 130 kommuner til en

samlet kostnad av vel 40 mill. kr. Muligheten for grunnvannsforsyning er påvist ved 163 forsyningssteder (til ca 95.000 personer), og så langt er det utbygd eller vedtatt utbygd 75 grunnvannsnett som forsyner vel 35.000 personer. De allerede vedtatte utbyggingene er anslått å bli i størrelsesorden 150 mill. kr. rimeligere enn tilsvarende overflateanlegg.

NGU har i tillegg gjennomført grunnvannsundersøkelser i Tynset, Rena og Årdal (grunnvann til mineralvannsproduksjon), Tydal og Verran (konsekvensutredning for kraftutbygging) og Surnadal og Hattfjelldal (grunnvann til akvakultur).

Den hydrogeologiske databasen er foreløpig fjernet fra Internett i påvente av en gjennomgang av kvaliteten på en del av dataene. Data fra 4 fylker skal kvalitetsikres i 2001. Arbeidet med det landsomfattende grunnvannsnettet er videreført i samarbeid med Norges vassdrags- og energidirektorat. De 25 år lange tidsseriene i dette grunnvannsnettet gir et godt grunnlag for vurdering av naturlige variasjoner i grunnvannsnivå og grunnvannskjemi.

Grunnvarme er et satsingsområde for NGU, fordi denne energikilden er konkurransedyktig mange steder og meget miljøvennlig. I samarbeid med Brønnteknologiutvikling AS, SINTEF og NTNU, og med delfinansiering fra Norges forskningsråd og Asker og Bærum energiverk, er det satt i gang et forskningsprosjekt med formål å utvikle metoder og utstyr for mer effektivt uttak av grunnvarme fra fjellbrønner ved bruk av hydraulisk trykking. Et testanlegg blir nå bygget ved Bryn skole i Bærum.

NGU har vurdert energilagring i fjell for det nye sentralsykehuset i Akershus. Anlegget som er prosjektert med varme/kjølelagring i over 250 fjellbrønner vil bli det største i sitt slag i Norden. Kartleggingen av grunnvarmepotensialet i Asker og Bærum har fortsatt. Det er også gjennomført grunnvarmekartlegging rundt sentrum i Alvdal og Voss, og tilsvarende kartlegging er i gang i Sel kommune.

Bistandsprosjekter

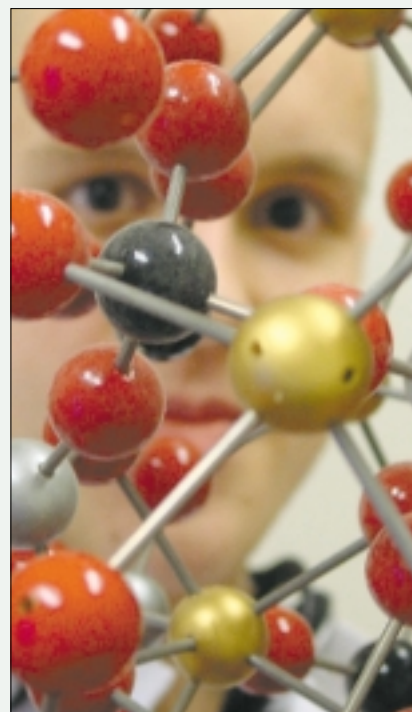
Innsats 2000: 12,5 mill. kr., hvorav 6,1 mill kr. eksternfinansiert

NGU er myndighetenes fagorgan i bistandsspørsmål på områder som mineralressurser, miljø og grunnvann. Slik medvirker NGU til bærekraftig ressursforvaltning i de land der vi er engasjert.

Krigen mellom Etiopia og Eritrea førte til stans i institusjonssamarbeidet med de geologiske undersøkelsene i de to landene. Prosjektene blir gjenopptatt og sluttført i 2001. Det blir arbeidet med å videreføre samarbeidet med de to lands geologiske undersøkelser gjennom nye prosjekter.

Et treårig grunnvannsprosjekt i Sør-Afrika ble startet i 2000 i samarbeid med Council for Geoscience, Department of Water Affairs and Forestry, og med finansiering fra NORAD og myndighetene i Sør-Afrika.

Framdriften i den geokjemiske kartleggingen av området fra Kola og østover mot Ural er blitt vesentlig svekket etter at Miljøverndepartementet besluttet å redusere sitt



engasjement i prosjektet. Det er uklart om prosjektet kan videreføres som planlagt i 2001. Et prosjekt om virkningene av forurensningene fra de russiske nikkilverker på økosystemer i Pechenga og Sør-Varanger-området gjennomføres i samarbeid med Norsk institutt for naturforskning og russiske forskningsinstitusjoner.

NGU har fullført et miljøkjemisk oppdrag for Dames & Moore i Bolivia, vurdert natursteinsforekomster i Egypt for arkitektfirmaet Snøhetta og gjennomført malmundersøkelser for Midroc Gold i Etiopia. Som underleverandør til Norconsult deltar NGU i et vannprosjekt i Laos. Brosjyren "Geology for Society", som ble sendt til aktuelle land og FN-organisasjoner, har resultert i flere henvendelser og samarbeidsinvitasjoner.



Fellessaker

Arne Bjørlykke er beskikket til administrerende direktør for NGU for en ny åremålsperiode på 6 år.

Økonomi

NGU har over det siste tiåret hatt en svak reduksjon i bevilgningene over statsbudsjettet. Vi er nå inne i en krevende omstilling der kart og data fra mer enn 140 års virke skal konverteres fra en analog til en digital plattform, og gjøres direkte tilgjengelig for brukerne via interaktive webløsninger. Satsingen på NGU Digital vil legge beslag på omlag en firedel av tilgjengelige ressurser i den neste fireårsperioden. Dette vil bl.a. medføre en reduksjon i omfanget på innsamling av nye data, noe som på lengre sikt kan svekke kvaliteten på NGUs tjenester.

Nettverk og samarbeid

NGU legger vekt på et forpliktende samarbeid med bedrifter, organisasjoner og offentlig forvaltning på alle nivå i samfunnet. For NGU er nettverksbygging en viktig kilde til ny og

komplementær kompetanse. Sentrale tiltak for NGU i den forbindelse er bl.a.:

- Samarbeidsavtalene med Norges geotekniske institutt, Norges vassdrags- og energidirektorat, Norsk institutt for jord- og skogkartlegging, Oljedirektoratet, Bergvesenet og Statens kartverk.
- Bruk av ressurser til nettverksprosjekter med universitetene, samt stimulere til at professorer ved universitetene har formelle konsulentavtaler med NGU innen sentrale satsingsområder, og legge forholdene til rette for at NGU-medarbeidere kan ha professor II stillinger ved universitetene.
- Samarbeid med Pukk- og grusleverandørenes landsforening, Steinindustriens landsforening, Bergindustriens landsforening og Prosessindustriens landsforening.
- Videreutvikle det internasjonale nettverket, særlig ved å spille en aktiv rolle i EuroGeoSurvey som er samarbeidsorganet for de geologiske undersøkelsene i EU. Her har NGU i 2000 deltatt i flere internasjonale prosjekter innenfor klimaforskning, marin kartlegging og databaseutvikling.
- Samarbeid innen rammen av Polarmiljø-senteret i Tromsø.

Det samordnede program for geologisk undersøkelse av Nordland fylke (1992-99) ble avsluttet med sluttrapport, mens et tilsvarende program for Troms (1997-2002) ble videreført.

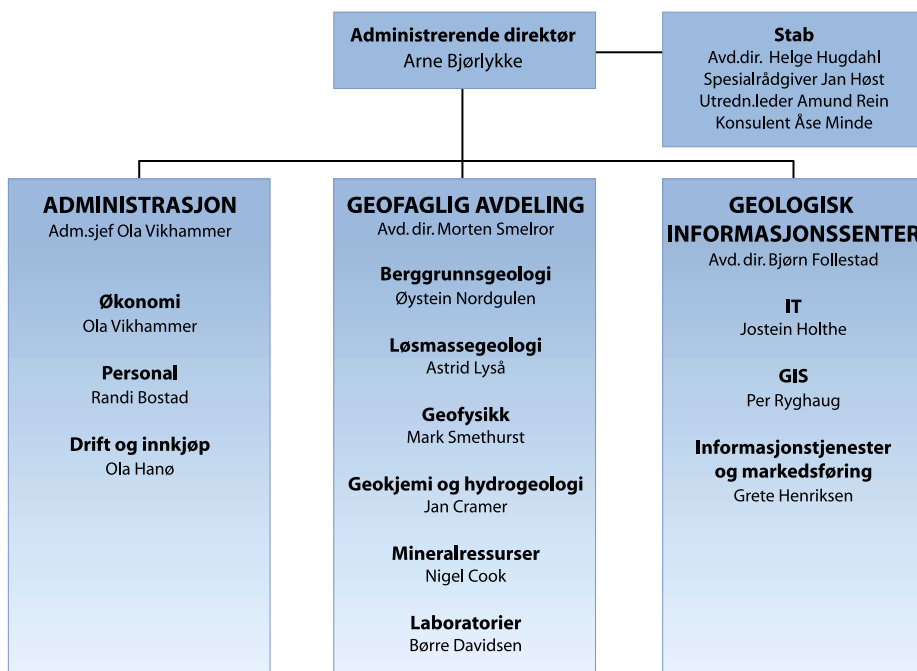
NGUs strategiplan for 2001-2005

Med basis i virksomhetsidéen "Geologi for samfunnet", har NGU gjennomført en revisjon av strategien i takt med nye behov i samfunnet. Prosessen har gitt gode innspill både fra eksterne brukere og fra NGUs egne medarbeidere. Strategiplanen for perioden 2001-2005 reflekterer behovet for en omfattende konvertering av plattformen for NGUs data og kunnskap, fra analog til digital. Samtidig er vi i gang med å utvikle Internett-tjenester som sikrer at ulike samfunnsinteresser får døgntilgang til tilrettelagt geofaglig informasjon og data.

Den nye strategiplanen understreker NGUs rolle som forvalter og leverandør av grunnleggende geofaglige data for områder som mineralressurser, miljøkjemi, grunnvann, grunnvarme og utbyggingsgeologi. NGU data er et kollektivt gode, som gir stor samfunnsnytte i forhold til de investeringer som er gjort i byggingen av NGUs kunnskapsbase.

I den kommende strategiperioden vil NGU bidra til fornyelsen av offentlig sektor gjennom et forsterket samarbeid med andre statlige forvaltningsorganer og institusjoner. Målet er å utnytte faglige og administrative synergieffekter, og dermed bidra til en effektiv utnyttelse samfunnets ressurser i produksjonen av offentlige goder og tjenester.

Organisasjon



Faglig råd

Administrerende direktør Olav Markussen,
Franzefoss Bruk AS, leder

Utbyggingsdirektør Lars Aksnes,
Vegdirektoratet

Direktør Ingrid Bjotveit, Statens forurensings-
tilsyn

Administrerende direktør Suzanne Lacasse,
Norges geotekniske institutt

Direktør Kirsten Larm, Statens nærings- og
distriktsutviklingsfond

Prosjektleder Kurt Sandman, Skifer &
Naturstein

Ressursdirektør Rolf Wiborg, Oljedirektoratet

Overingeniør Einar Dalsegg, NGU

Forsker Rolf Tore Ottesen, NGU

Rådets hovedoppgave er å gi NGU og Nærings- og handelsdepartementet råd i følgende saker som angår NGU:

- Strategiske planer og spørsmål av strategisk karakter.
- Virksomhetsplan med handlingsplan.
- Rammeavtaler med andre institusjoner.
- Viktige høringsuttalelser.
- Organisasjonsendringer som kan ha vesentlig betydning for strategi og virksomhetsplan.
- Ansettelse av adm. direktør.

Rådet har i 2000 hatt tre møter, inkl. en befaring til Buskerud, Vestfold og Telemark.

Hovedmål 2001-2005

Bedre kunnskap om natur og miljø

Terje Thorsnes

Økt verdiskaping i mineral- og steinindustrien

Peer-Richard Neeb

Bedre planlegging og arealforvaltning

Jan Steinar Rønning

Effektiv bistandsvirksomhet

Ron Boyd

Geo-databaser

Odleiv Olesen

Senter for geodynamikk

Elisabeth Eide

Marin geologi

Terje Thorsnes

Klimaendringer

Eiliv Larsen

Mineral-databaser

Jan Sverre Sandstad

Grus og pukk

Peer-Richard Neeb

Naturstein

Tom Heldal

Titanmineraler

Are Korneliusen

Talk, kleber og olivin

Lars Petter Nilsson

Kvarts/kvartsitt

Rune Berg Edland

Utbyggingsgeologi

Øystein Nordgulen

Bygeokjemi

Rolf Tore Ottesen

Grunnvann

Bernt Hilmo

Grunnvarme

Kirsti Midttømme

Skred

Lars Harald Blikra

Etiopia

Morten Often

Eritrea

Einar Tveten

Sør-Afrika

Ron Boyd

Russland og Øst-Europa

Ron Boyd

Nettverk og samarbeid

Jan Høst

ngu@digital

Helge Hugdahl

Kompetanse og kvalitet

Morten Smelror

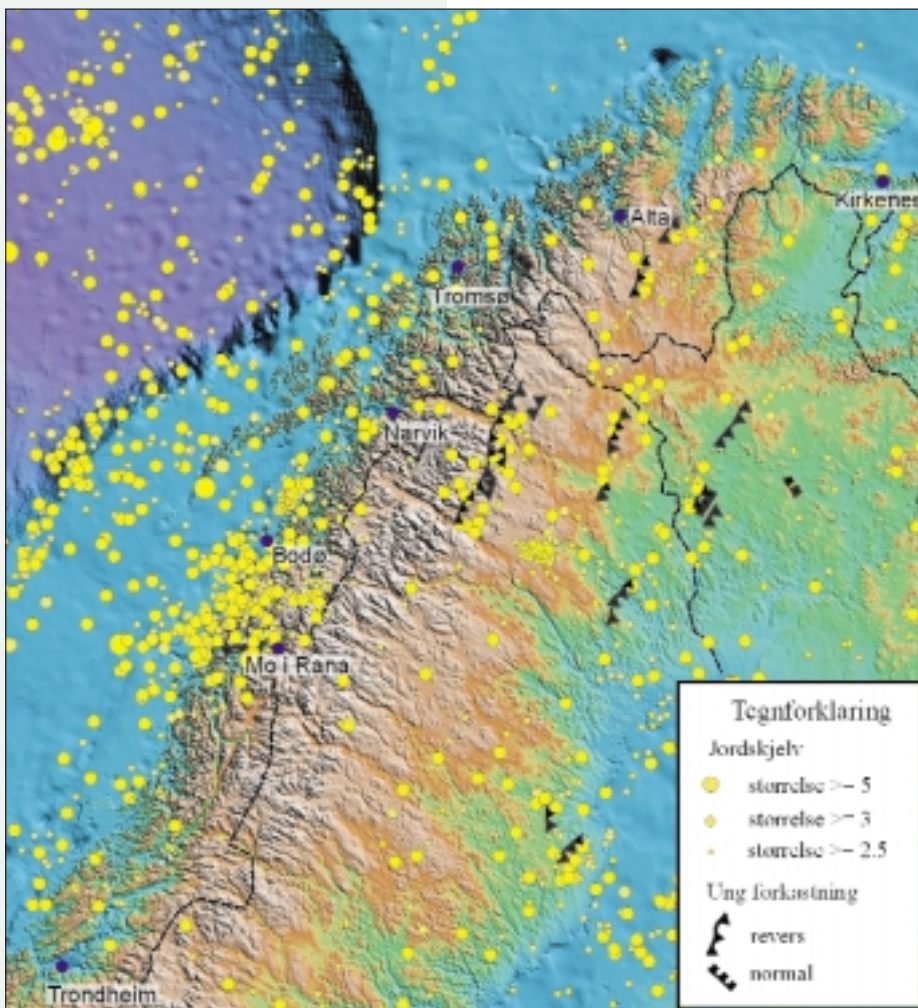
Norge i bevegelse

Av Odleiv Olesen, Lars Harald Blikra, John Dehls og Lars Olsen



Over Kvasshaugen i Beiarn går det en 5km lang sprekk som er dannet etter siste istid, sannsynligvis etter et jordskjelv.

De siste 250 år har det vært mange jordskjelv på Nordkallotten.



Den norske berggrunnen er i stadig bevegelse. Landet hever seg med 6 millimeter i året. Landheving og jordskjelv har etterlatt seg tydelige spor i landskapet; fjellsider har kollapset og "ferske" forkastninger strekker seg milevis over landskapet på Nordkallotten. For 182 år siden var Rana åsted for det største jordskjelvet i Nord-Europa. NEONOR-prosjektet har avslørt ny informasjon om unge bevegelser i den norske berggrunnen. Denne kunnskapen får konsekvenser for bl.a. store utbyggingsprosjekter på land og kontinentalsokkelen, og for forståelsen av hvordan olje og grunnvann oppfører seg i berggrunnen.

DEN RÅDENDE OPPFATNING blant forskere har lenge vært, at kontinentalplaten under Norge, Sverige og Finland hever seg langsomt som en følge av at den store innlandsisen smeltet for 8.000-10.000 år siden. Man har også ment at denne deformasjonen gir beskjeden jordskjelvaktivitet. NEONOR-prosjektet har vist at begge disse antakelsene er feil. Norge ble rammet av store jordskjelv for flere tusen år siden.

Det viser seg også, at en del av landhevingen i fjellområdene i Norge må tilskrives andre effekter enn isavsmeltingen. Dagens landheving er årlig opptil 6 mm i Norge og 9 mm i Bottenvika. Forskerne i NEONOR-prosjektet har funnet ut at fjellkjede-dannelsen i Skandinavia sannsynligvis skyldes lette bergarter på stort dyp i mantelen, som representerer en forgrening av de varme mantelbergartene under Island. Denne prosessen er ennå aktiv. Den fører til jordskjelv og gir de norske fjellene en tillegghøyde på omkring 1 mm pr. år.

Flere tusen Hiroshima-bomber

Norges yngste forkastninger finnes i Finnmark og Troms og opptrer som opptil syv meter høye, markerte skrenter i landskapet. Grøfter på tvers av forkastningsskrentene viser at de ble dannet ved kraftige jordskjelv etter avsmeltingen av innlandsisen for 9.000-10.000 år siden. Forkastningene utgjør en del av et større system som fortsetter inn i Nord-Sverige og Nord-Finland. Dette systemet består av 11 forkastninger med maksimal vertikal forskyvning på mer enn 20 meter. Den lengste er 150 km lang, og er den største i verden som er dannet ved sammenpressing av jordskorpa i én enkelt bevegelse.

Både høyden og lengden på forkastningsskrentene viser at disse skjelve hadde en styrke på mellom 7 og 8 på Richters skala! Dette er av samme størrelsesorden som de siste års ødeleggende skjelv i Tyrkia, Japan og El Salvador. Skjelve tilsvarende en energimengde som fra flere tusen Hiroshima-bomber.

I Troms kan vi observere sporene etter en rekke store fjellskred, både over og under vann. Hele fjellsider har kollapset. Studier av disse skredene viser at de oppsto like etter isavsmeltingen for 9.000-10.000 år siden. Sannsynligvis var de utløst av store jordskjelv. Skjelve fra dannelsen av de unge forkastningene kan ha utløst disse rasene. De første nordmenn var på denne tiden allerede bosatt på kysten og ble trolig rammet av flodbølger fra de utløste fjellskredene.

Jordskjelv påvirker grunnvann og petroleum

Nyere studier av løsmassene i Norge viser at Skandinavia har hatt 10-20 sykluser med istider og mellomistider de siste 600.000 år. Innlandsisen gikk helt ut på kontinentalsokkelen under flere av disse istidene. Det er derfor sannsynlig at Skandinavia ble rammet av mange store jordskjelv etter hver avsmelting. Når vi ser de siste 600.000 år under ett, kan vi slå fast at jordskjelvakтивiteten i Skandinavia nærmer seg det aktivitetsnivået vi ser ved en aktiv plategrense, som f.eks. i California.

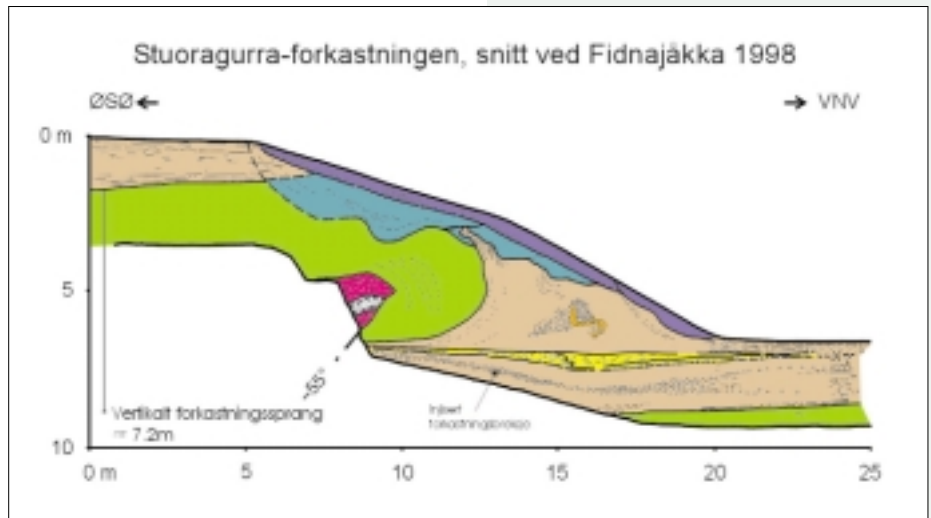
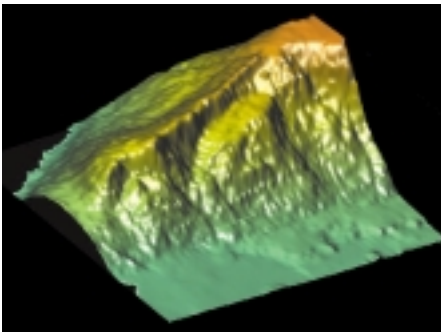
Studier av store jordskjelv på vestkysten av USA og ved Middelhavet, viser at enorme mengder vann pumpes ut av berggrunnen under og etter slike skjelv – opptil en halv kubikk-kilometer. I disse jordskjelv-områdene er det også dokumentert at gass og væsker strømmer ut fra havbunnen. På norsk sokkel finnes det mange såkalte 'pockmarks', som er store kratre etter slike utblåsninger.



Stuoragurra-forkastningen strekker seg 80 km over Finnmarksvidda. Et jordskjelv i 1996 presset enorme vannmengder ut av forkastningen.

Gjennom NEONOR-prosjektet har vi påvist at dannelsen av disse kratrene i Nordsjøen flere steder er knyttet til N-S gående forkastninger som gjennomsetter havbunnen. På land finner vi indikasjoner på utstrømming av vann i tilknytning til jordskjelvakтивitet både i Masi, Kåfjord og Rana. Seismiske 'pulser' i tilknytning til periodene etter istidene, har betydning for opptreden av væsker og gass i berggrunnen. Vi tror nå at denne mekanismen bidrar til å 'pumpe' hydrokarboner fra kildebergarter opp til overliggende reservoarbergarter. Ved slutten av siste istid skjedde det en hurtig global oppvarming, som delvis kan skyldes at store mengder metan strømmet ut fra sedimenter på havbunnen og

Terrengmodellen fra Mandalen i Troms viser tydelig hvordan store deler av fjellsiden er sklidd ut.



Løsmassene over Stuoragurra-forkastningen ble foldet og deformert for ca 9 000 år siden. I et jordskjelv til 7-8 på Richters skala ble terrenget til venstre forskjøvet 10 meter i én bevegelse!

opp til atmosfæren. Verdens største under-sjøiske ras, Eggaraset utenfor Møre for 7.200 år siden, kan ha vært utløst av jordskjelv på denne tiden.

Hydrogeologer har tidligere vist at fjellbrønner i områder med stor landhevning gir betydelig mer grunnvann enn brønner i områder med liten landhevning. Brønnene på Østlandet gir for eksempel 3-4 ganger mer vann enn fjellbrønner på kysten av Vestlandet. Dette forhold kan forklares med forhøyet jordskjelvakтивitet etter hver isavsmelting, og høyest aktivitet i områder med stor landhevning. Gjentatte jordskjelv kan før til at sprekker i berggrunnen holdes åpne. Denne mekanismen kan også forklare at tunneler på Østlandet, som f.eks. Romeriksporten, vanligvis har større vannlekkasjer enn tunneler på Vestlandet.

Viktig kunnskap

Bedre kunnskap om dagens bevegelser i berggrunnen er viktig ved planlegging av større utbyggingsprosjekter, som olje- og gassrørledninger, terminaler, kraftstasjoner og andre anlegg i fjell. NEONOR-prosjektet viser at virkelig store jordskjelv (styrke 7-8) sannsynligvis ikke vil opptre før etter neste istid (dvs. om 15.000-30.000 år). Jordskjelv med styrke godt opp på 6-tallet kan imidlertid inntreffe når som helst innenfor de seismisk mest aktive områdene på Vestlandet og i Nordland. Men, vi vet fra andre områder at returperioden for slike jordskjelv kan være flere tusen år.

Etter hvert som olje- og gassfelt på kontinentalskråningen står foran utbygging, vil kunnskap om stabiliteten av havbunnen bli viktig. Det er en vanlig oppfatning at store jordskjelv har utløst en rekke skred av enorme dimensjoner langs kontinentalskråningen. For å kunne forutsi risikoen for nye er kunnskap om jordskjelvakтивiteten etter siste istid viktig.

NEONOR prosjektet

Prosjektet har satt fokus på unge bevegelser i jordskorpen. Bak prosjektet, som ble ledet av NGU, sto også NORSAR, Oljedirektoratet, Statens kartverk og Rogalandforskning. Norges forskningsråd og de store energiselskaperne BP-Amoco, Norsk Hydro, Phillips Petroleum og Statkraft har bidratt med betydelig økonomisk støtte. Forskere fra SINTEF, NTNU og Universitetet i Oslo utførte også vesentlige oppgaver i prosjektet. Deltagerne i prosjektet har samarbeidet om å registrere og tolke informasjon om jordskjelv, landhevning, bergspenninger og unge forkastninger.



Ved Utskarpen i Rana kan vi fortsatt se svake spor etter skredet som ble utløst etter jordskjelvet i 1819.

Nytt sentralsykehus med grønn oppvarming i Lørenskog

av Jan Høst, Kirsti Midttømme, Helge Skarphagen

Hvis alt går etter planen, skal det nye Sentralsykehuset i Akerhus (SiA) stå klart for innflytting i 2007. I mellomtiden skal det reises et nybygg på 160 000 m² i Lørenskog, med et årlig oppvarmingsbehov på 30 GWh. Det tilsvarer forbruket til oppvarming av 1500-2000 eneboliger. SiA vil hente ca 60% av denne energien fra fornybare kilder i undergrunnen – garantert fritt for utslipp av drivhusgasser, og med god lønnsomhet!



Det nye Sentralsykehuset i Akerhus kan dekke det meste av oppvarmingsbehovet ved hjelp av varmepumper som henter energien fra dype brønner i fjellet.

DET ER STORE DIMENSJONER over et moderne sykehus. I årene framover vil Lørenskog bli åsted for et av de største landbaserte utbyggingsprosjekter noensinne. Ved slike store prosjekter er det viktig å vie stor oppmerksomhet til en bærekraftig energiforsyning. Det har utbyggeren, Sykehusprosjektene i Akerhus (SPA), gjort. NGU har bistått med å påvise potensialet for en grunnvarme-basert oppvarming og avkjøling av sykehuskomplekset.

Oppvarming og avkjøling

I utgangspunktet kan grunnvarme produseres på flere måter, men ved SiA har NGU vurdert tre alternative metoder:

- opp-pumpet grunnvann fra løsmasser.
- sirkulasjon av frostveske i kollektorslanger som er senket ned i flere relativt grunne borehull i fjell.
- sirkulasjon av vann i et fåtall dype,

sammenkoblede borehull i fast fjell – en boreteknologi som ennå ikke er ferdig utviklet.

Hvilken metode som er mest kostnadseffektiv, beror både på de geologiske forholdene på stedet, på størrelsen på anlegget som skal bygges, og fordelingen mellom oppvarmings- og kjølebehov.

Grunnvarmeanlegg kan benyttes både til oppvarming og avkjøling. Ved oppvarming blir energien trukket ut av vann eller kollektorveske ved hjelp av en varmepumpe. Varmen blir deretter tilført bygningsmassen gjennom vannbasert gulvvarme, radiatorer eller oppvarmet ventilasjonsluft.

De fleste større bygg vil også ha et kjølebehov, spesielt i sommerhalvåret. Da kan energitransporten settes i revers, slik at energien fra bygningens varmepumpe sendes ned i undergrunnen, der den magasineres for senere bruk. Det er "lettere" for kjølemaskinen å kvitte seg med varmen i et borehull, enn i varm uteluft. Det beste med denne løsningen er at varmen blir tatt vare på og kan benyttes den påfølgende vinteren. Denne kombinasjonsdriften er med på å gjøre investering i grunnvarme til god, miljøvennlig og lønnsom energiforsyning for et sykehus, som har et stort avkjølebehov.

Landskapet i området rundt det planlagte sykehuskomplekset på Lørenskog er preget av 5-20 meter tykke avsetninger av leire fra siste istid. NGUs undersøkelser viste at grunnforholdene på sykehusområdet var lite egnet til å hente energien fra grunnvann i løsmasser, til det er leira på stedet for tett. Dermed måtte man gå i gang med grundigere undersøkelser av berggrunnens egenskaper.

Brønnpark

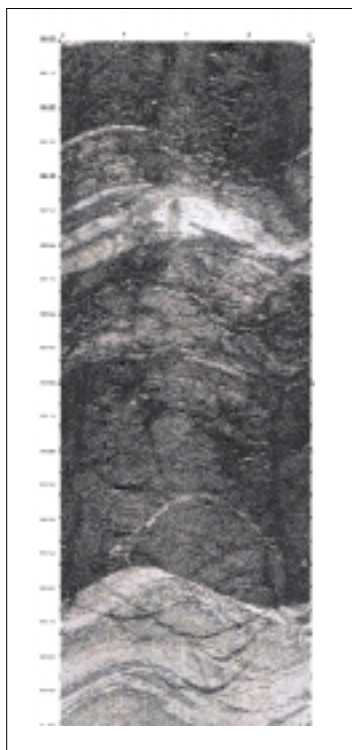
Den geologiske detaljkartleggingen viste at SiA skal bygges over en mørk dybbergart, dioritt, som er omgitt av en lysere glimmergneis mot nord og øst. Analyser av diorittprøver viste at denne bergarten har forholdsvis

dårlig varmeledningsevne, bl.a. fordi denne bergarten inneholder lite kvarts. I tillegg inneholder denne bergarten lite av de naturlig radioaktive grunnstoffene uran, thorium og kalium. Disse radioaktive stoffene bidrar til at temperaturen øker i dype borehull. Den omkringliggende glimmergneisen hadde vesentlig bedre varmeledningsevne, men avstanden til utbyggingsområdet (500 meter) gjør det lite lønnsomt å hente varmen fra denne gneisen.

NGU fikk boret en prøvebrønn ned til 250 meters dyp i dioritten under sykehuset. Ved hjelp av en televierwer – et nedsenkbart TV-kamera som lager 360 graders bilder av borehullsveggen – ble det avdekket at fjellet under sykehuset er relativt lite oppsprukket, noe som er gunstig hvis man skal sesonglagre termisk energi

Sykehusets store behov for både oppvarming og avkjøling gjør det mulig å få meget lønnsom energiforsyning. NGU har derfor anbefalt utbyggerne å satse på å anlegge en "brønnpark" med anslagsvis 200-300 borehull ned til 160-200 meters dyp. Ned i borehullene blir det senket en slangesløyfe, som man fyller med sprit og vann. Denne miljøvennlige "frostvesken" vil hente opp tilstrekkelig energi til å dekke oppvarmingsbehovet, og samtidig sørge for god avkjøling ved å trekke overskuddsvarme ut av ventilasjonslufta fra bygningsmassen og deponere denne energien i dypet i den samme brønnparken.

I Sverige har man allerede vunnet gode erfaringer med den metoden NGU har anbefalt for SiA. Utenfor Stockholm ligger kontor- og næringskomplekset "Infra-City" med et gulvareal på 100 000 kvadratmeter. I 1989 ble det her bygget et tilsvarende borehullslager basert på varmepumper. Utbyggerne ønsket med dette å redusere det totale energiforbruket, samtidig som driften av bygningskomplekset ble mindre sårbart for prisstigning på energi fra fjernvarmeanlegget i nærheten. "Infra City" kan nå dokumentere en reduksjon i energiforbruket på 40 prosent. Driften viser også at man er i stand til å gjenbruke 90 prosent av den energien som trekkes ut av bygningsmassen og midlertidig lagres i brønnparken. Hele anlegget var nedbetalt på 3 år!



Ved hjelp av en optisk televierwer kan geologene studere bergarter og oppsprekking i et borehull. Her er vi på 170 meters dyp på SiA-tomta.

"Gratis" energi

En foreløpig kalkyle over lønnsomheten ved et grunnvarmeanlegg på SiA gir godt håp om at eierne av det nye sentralsykehuset i løpet av våren vil gi klarsignal for grunnvarmebasert oppvarming. Investering i bl.a. borehull og varmepumper vil ligge på ca. 30 millioner kroner. Det varmepumpebaserte grunnvarmeanlegget vil da kunne dekke ca. 80 prosent av sykehusets totale oppvarmingsbehov, samtidig som man oppnår å redusere kostnadene forbundet med kjøling. Det vil gi en forventet årlig energibesparelse på noe over 7 millioner kroner.

I prinsippet kunne hele varmebehovet vært dekket, men erfaringer viser at man oppnår best lønnsomhet ved å bygge anlegget slik at oljekjeler eller direkte elektrisk oppvarming leverer de siste 10-20 prosentene av det årlige varmebehovet.

Ved en alternativ energipris på 40 øre pr. KWh, og en rente på 8 prosent, vil innsparingene i forhold til elektrisk eller oljebasert oppvarming sørge for at anlegget ved SiA er nedbetalt i løpet av fem års tid. Det betyr at sykehuset får en meget billig energiforsyning i overskuelig framtid, sammenliknet med elektrisitet eller oljeoppvarming.

Norge i bakleksa

Ved å satse på fornybar og "evigvarende" grunnvarme, vil SiA kunne bli et viktig utstillingsvindu for en miljøvennlig og bærekraftig energiforsyning i det sentrale Østlandsområdet. Vi trenger slike utstillingsvinduer, ettersom Norge i europeisk målestokk er havnet i bakleksa i utnyttningen av framtidrettet grunnvarmebasert varmepumpeteknologi.

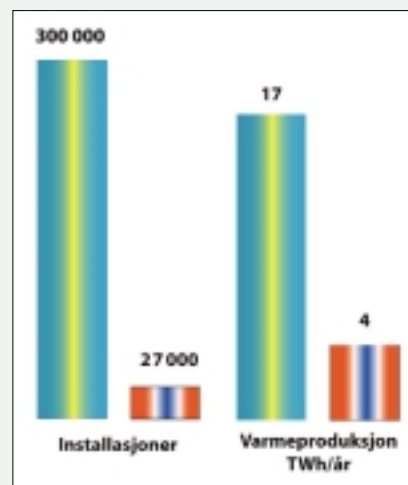
Norge i bakleksa

Grunnvarme gir den mest miljøvennlige energi til oppvarming og avkjøling av bygninger. I jorda er det lagret nok energi til å dekke verdens energiforbruk i 300 000 år!

I USA og Europa for øvrig blir grunnvarme utnyttet i et langt større omfang enn i Norge.

Vårt naboland Sverige har mer enn ti ganger flere varmepumper i drift, enn det vi finner her til lands, og varmeproduksjonen hos våre naboer er oppe i 17 TWh/år. Dette tilsvarer to små atomkraftverk. I Norge står varmepumper for 4 TWh av energiproduksjonen, men bare 15 % av disse pumpene utnytter energi fra berggrunn og løsmasser.

(Kilde: IEA Heat Pump Centre newsletter 18/2000)



Gamle steinbrudd med nye øyne

av Tom Heldal

I Norge kan vi finne en mengde forlatte steinbrudd, som ble liggende brakk etter at en middelalderkirke var ferdig bygget eller markedet for lokal brostein tok slutt. Noen av disse steinbruddene er dype hull i fjellet, godt synlig fra lang avstand. Andre er i dag en mosegrodd eventyrverden av trapper og avsatter i fjellet, kun tilgjengelig for dem som leter. Felles for disse gamle bruddene er at de vitner om slit og håndverk, tradisjoner og kultur, og utgjør en viktig del av vår industrielle historie. Dessuten kan de representere en fremtidig ressurs.



Klebersteinsbruddene ved Gullbotn nær Bergen er blitt til grønne, hengende hager. Får vi ny drift her i fremtiden?

SIDEN MENNESKENE bosatte seg i landet vårt, har evnen til å tukte fjellet stått sentralt for bosetting, økonomisk og kulturell utvikling. Det går faktisk en linje - om enn kronglete - fra steinalderens redskaper til den store OL-fjellhallen i Gjøvik. Vi finner en forbindelse mellom berget som leverandør av nyttegenstander, og som kilde til vakker kunst. Selv i vår e-postmoderne og postindustrielle tid, der vi etter noens mening en gang for alle har gjort oss ferdig med gamle skjerp, brudd og gruver, er det et faktum at vi aldri før i historien har vært så avhengige av råstoffene i berggrunnen som nettopp nå. Moder Jord øser av sin rikdom av mineraler, stein, pukk og grus i et forrykende tempo!

Et lite dykk i NGUs databaser "avslører" rundt 800 gamle steinbrudd rundt om i landet. Det finnes sikkert mange flere, som ikke er registrert eller oppdaget, eller som er bygget ned av jordbruk og tettstedsutvikling. Disse gamle bruddene utgjør en broket samling: steinalderens øksebrudd, vikingtidens klebergrytebrudd, kirkesteinbrudd fra middelalderen, kvernsteinsbrudd og et utall av brudd til bygningsstein fra Reformasjonen og frem til i dag.



Oversikt over gamle klebersteinsbrudd fra NGUs databaser. I flere områder har vi ennå en stor jobb å gjøre for å komplettere oversikten.

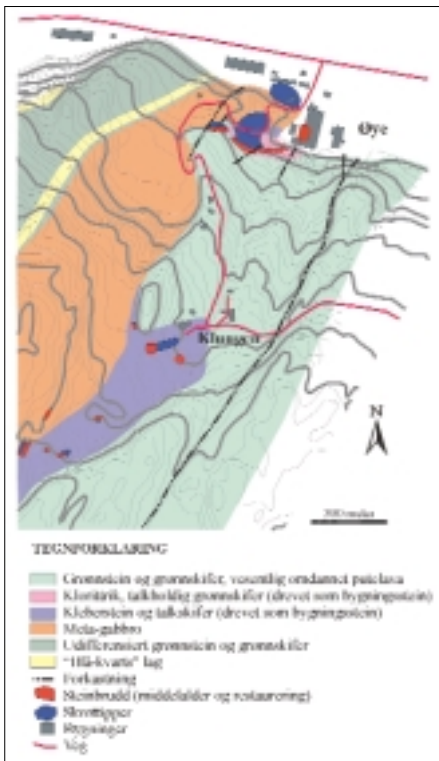
Men hva kan vi bruke dem til i dag? Gamle steinbrudd er en glemt, men viktig kilde til kunnskap om fortiden. Bruddene kan lære oss om håndverksteknikker, handelsforhold og hvordan steinen oppfører seg der den er brukt. Men, de kan også være interessante som fremtidig råstoffgrunnlag.

Studier av fortiden

Studier av gamle brudd kan gi oss verdifull informasjon om driften av bruddene og omfanget av industriell brytning i gamle dager. Studier av antikkens steinbrudd rundt Middelhavet har f.eks. bidratt med ny kunnskap om utvikling av redskaper og teknologi, og avanserte analysemetoder kan "avsløre" om en romersk skulptur ble laget av marmor fra Nord-Italia eller Tyrkia. Slik kan arkeologene få nye biter til sitt puslespill der de danner seg et bilde av blant annet handelsveier i antikkens Europa.

I Norge er studiene av brudd til gryter av kleberstein ganske velkjent. På bakgrunn av form og utførelse på grytene kan man til en viss grad datere dem - og dermed også datere bruddene. Men det er fremdeles store utfordringer i å fremskaffe geokjemiske og mineralogiske signaturer som kan fortelle oss mer om hvilke steinbrudd grytene kommer fra.

Hittil er det forsket lite på steinsbrudd for utvinning av bygningsstein - med ett unntak. Nidaros Domkirkes Restaureringsarbeider har i samarbeid med NGU og Vitenskapsmuseet foretatt grundige studier av brudd for grønnskifer og kleberstein, som ble utnyttet under byggingen av Nidarosdomen i middelalderen. Flere av disse bruddene befinner seg nær Øysanden ca. 20 kilometer sydvest for Trondheim. Her finner vi en rekke større og mindre brudd innenfor et område på flere kvadratkilometer. Siden flere av bruddene ble forlatt allerede rundt år 1200, kan vi studere brytningsspor slik de ble satt i middelalderen. Dermed kan vi danne oss et bilde av hvordan selve uttakene fant sted. Skrottippene forteller oss om hvor blokkene ble bearbeidet. Vi har



Middelalderiske grønnskifer- og klebersteinsbrudd nær Øysanden, sydvest for Trondheim – i en geologisk ramme. Her ble råstoffer til store deler av Nidarosdomen hentet.

gode indikasjoner på at dette området var en virkelig stor "industriarbeidsplass" for 800 år siden!

Nidaros Domkirkes Restaureringsarbeider har også studert hvordan bergartene forvitrer i bruddene. Denne kunnskapen er nyttig for å sammenligne med det som skjer med domkirken i dag, og for fremtidig konservering.

Restaurering og drift

Noen av våre viktigste bygninger fra middelalderen er under kontinuerlig restaurering – og til det trengs stein. Ofte er det ønskelig med spesielle kvaliteter, eller man vil ha "originalvarer" av samme type som da bygget ble reist. Et slikt "restaureringsmarked" for stein betinger gjerne at gamle brudd klargjøres for uttak – og at de forvaltes med dette for øye.

Domkirkens restaureringsarbeider utnyttet lenge en anvendelig kleberstein på Bubakk ved Kvikne. Denne driften måtte innstilles på grunn av konflikt med vernede deler av bruddet, der det finnes spor etter gryteproduksjon helt tilbake til før-romersk jernalder. Men må det være slik? I dette tilfelle kommer altså bevaring av kulturminner i konflikt med restaurering av andre kulturminner. En viktig utfordring i slike tilfeller er å finne fram til en forvaltningsmessig balanse som tilgodeser begge behov – hvis det er mulig.

Det er ikke bare de eldste byggene som trenger restaurering og vedlikehold. I vår bygningsflora dukker det ofte opp behov for nybygg og påbygg som kan "matche" originale materialer. Da kan gamle steinbrudd være

gode å ha. Et glimrende eksempel i så måte er Jondal i Hardanger. Den sorte Hardanger-skiferen har vært drevet mer eller mindre kontinuerlig siden 1400-tallet, og steinen er utstrakt brukt til murer, heller og tak i Hordaland. I dag er det på ny drift i de gamle skiferbruddene. En av grunnene til det er nettopp skiferens lange tradisjoner som en skikkelig kulturstein.

Kanskje vi nå også kan se konturene av fremtidig drift av den steinen som store deler av Trondheim er bygget av (fra 1800-tallet), nemlig Hovinsandsteinen. Dette er en mørk, leirholdig sandstein (gråvacke) som opptrer i rikt monn sør for byen. Etter at bruddene har vært nedlagt i mange år, ble det for en tid siden tatt ut et parti med stein til den nye Vestfrontplassen foran Nidarosdomen – med godt resultat. Vi kan se for oss at det også i tiden fremover vil være behov for slik sandstein til spesielle arkitektoniske formål – og følgelig må vi sikre forekomstene mot nedbygging.

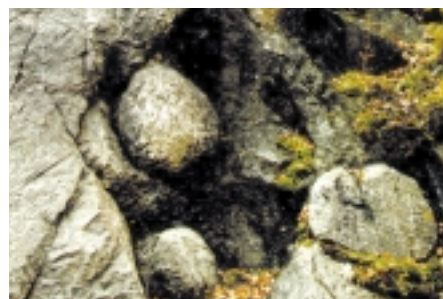
Et annet eksempel på "vitalisering" av gamle forekomster finner vi nær Egersund i Rogaland. Et steinbrudd fra før første verdenskrig var kilden til polerte plater av anortositt som tidlig på 1990-tallet inspirerte norsk steinindustri til å være med på å kartlegge ressursene i området. I dag benyttes steinen fra dette området som fasader i fasjonable hoteller verden over.

Forstandig forvaltning

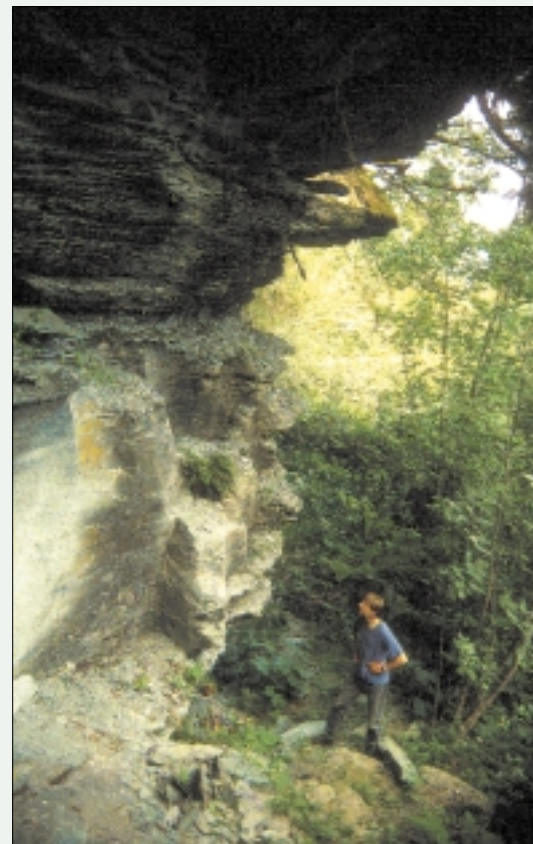
De gamle bruddene kan gi oss mye av interesse for flere fagfelt og sektorer i samfunnet. De forteller oss om våre forfedres utnyttelse av de råstoffene som en rekke av våre viktigste kulturminner er bygget av. Mange av bruddene burde i seg selv vært tilgjengelige kulturminner for publikum. Flere er blitt gjenopplivet og drives økonomisk i dag, mens etter andre kan representere en ressurs i fremtiden.

Vi har sett eksempler på at forekomster kan være både kulturminne og i drift. Felles for de gamle bruddene er at det trengs en fornuftig forvaltning inspirert av tverrfaglig samarbeid. Mange av dem representerer en viktig verdi – noen som kulturminner, noen som "suppleringsbrudd" for vår eldre arkitektur, og andre som økonomiske ressurser.

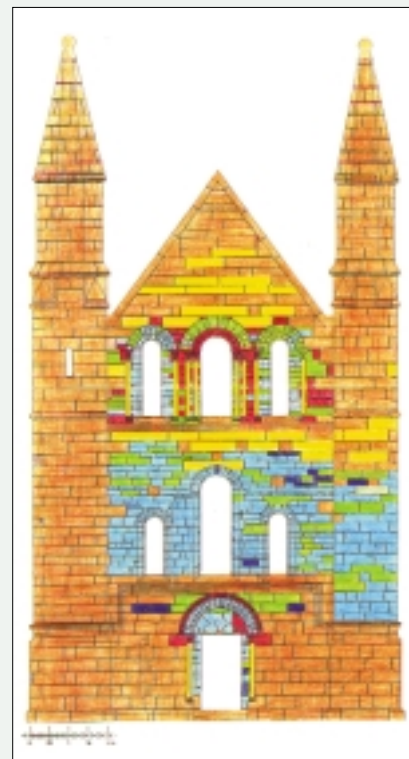
Kanskje ser vi her konturene av et tettere samarbeid mellom institusjoner og fagområder som tradisjonelt har hatt lite med hverandre å gjøre, slik som NGU, kulturminnevernet, universiteter og arealforvaltning. Slagord for anledningen? Kulturgeologi for samfunnet!



Et godt bevart grytebrudd fra vikingtiden, Lesja.



En utfukt til grønnskiferbruddene ved Øysanden anbefales, her kan vi tydelig se sporene etter middelalderdriften.



Geologisk kart over fasadedetalj i Nidarosdomen. Illustrasjon: Per Storemyr