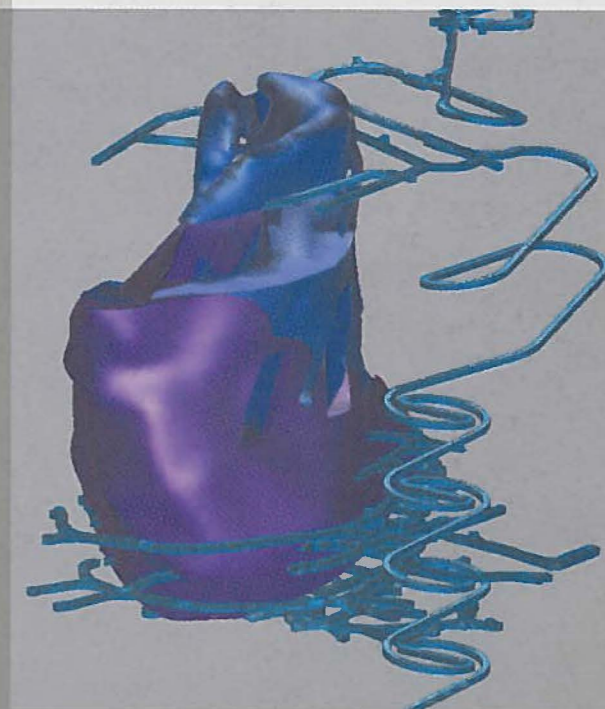


Årsmelding

2002

Annual Report



NORSAR

Figuren på omslaget viser en 3D modell av deler av Pyhäsalmi-gruven i Finland, konstruert ved bruk av NORSARs 3D modellbygger. Modelleringen er basert på detaljert informasjon skaffet til veie av gruveselskapet. Modellen dekker et område fra 1000 meter og ned til 1400-1500 meters dyp. De mørkeblå feltene betegner kobbermalm, mens sinkforekomster er markert i fiolett. Tunneller for adkomst (diameter ca. 10 meter) er vist i blå-grønn farge. Områder hvor malmen er gravet ut kan sees som tomrom/skjæringer. For illustrasjonsformål er omliggende bergarter fjernet fra figuren.

The figure on the cover shows a 3D model of the lower levels of the Pyhäsalmi mine, constructed with the NORSAR 3D Model Builder on the basis of detailed digital information provided by the Pyhäsalmi mine. The top of the model is at a level of 1000 meters below the surface, whereas the bottom is at a depth of 1400-1500 meters. Color codes: dark blue is the copper ore, the lighter lilac highlights are zinc and blue/green lines show the access roads (tunnel diameters are of the order of 10 meters). Mined-out volumes are shown as voids in the ore bodies. Surrounding rocks are removed for illustration purposes.

NORSAR
Postboks 53
Instituttveien 25
N-2027 Kjeller
Norge

Tel: +47-63-805900
Fax: +47-63-818719
Email: info@norsar.no

Web: <http://www.norsar.no>

Ansvarlig redaktør:
Frode Ringdal
Layout: NORSAR
Trykking: GCS as

Om NORSAR / About NORSAR

NORSAR er en uavhengig stiftelse som på idéelt og samfunnsnyttig grunnlag har som vedtektsfestet formål å:

- Utføre forskning og utvikling innen geofysiske og datatekniske fagområder
- Arbeide for anvendelse av denne forskningens resultater i praksis til fremme av norsk nærings- og samfunnsliv
- Bidra til opparbeidelse og utvikling av kompetanse og utdanning av fagpersonell innen stiftelsens fagområder
- Fungere som nasjonalt kompetanse- og driftssenter knyttet til avtalen om forbud mot kjernefysiske prøvesprengninger

Forskningen ved NORSAR utføres i tre hovedområder:

1. Utvikling av metoder og systemer for seismisk overvåking og verifikasjon av prøvestansavtalen
2. Grunnleggende seismologisk forskning knyttet til registrering av små og store jordskjelv og risiko ved jordskjelv
3. Utvikling av metoder og programvare for seismisk modellering av geologiske strukturer

NORSAR ble opprinnelig etablert som avdeling under daværende NTNf 1. juli 1970 på bakgrunn av en regjeringsavtale mellom Norge og USA om seismologisk forskning og utvikling (St. Prp. 128 (1967/68)). Stiftelsen NORSAR ivaretar i dag Norges Forskningsråds forpliktelser i forbindelse med regjeringsavtalen.

I og med Stortingets ratifikasjon av den kjernefysiske prøvestansavtalen (St. prp. 41, (1998-99)) er NORSAR fra 1. juli 1999 etablert som norsk nasjonalt datasenter for verifikasjon av avtalen.

NORSAR er i dag et internasjonalt anerkjent forsknings-senter innen seismologi, med 42 ansatte og en omsetning i 2002 på ca 43 millioner kroner.

NORSAR is an independent foundation, with the following objectives:

- Conduct research, development, and consultancy within geophysics and related computer systems developments
- Promote the application of these research results for the benefit of the Norwegian society and Norwegian industry
- Enhance the professional level of competence for the staff and contribute to improved education in geophysical disciplines
- Act as a national resource center for verifying the Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty (CTBT)

The research activity at NORSAR comprises three main areas:

1. Development of methods for seismological monitoring and verification of the CTBT
2. Basic seismological research relating to earthquake monitoring and seismic hazard analysis
3. Development of methods and software for seismic modelling of geological structures

NORSAR was established with basis in a Government-to-Government agreement between Norway and the United States, dated 15 June 1968. Initially administered by the Research Council of Norway, NORSAR obtained status as an independent foundation on 1 July 1999.

With the ratification of the Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty (CTBT) by the Norwegian Parliament, NORSAR has been established as the Norwegian National Data Center (NDC) for treaty verification.

NORSAR is today an internationally recognized scientific center, with a staff of 42 employees, and with a revenue of 43 million NOK in 2002.



NORSARs hovedkontor og datasenter på Kjeller.
NORSAR's main office facilities and data center at Kjeller.

Rapport fra Styret 2002 / Report from the Board of Directors 2002

Activities

NORSAR is an independent foundation established for the purpose of conducting research and development in geophysics and geophysical software, to act as a national resource center for verifying compliance with the Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty (CTBT), and to promote the application of research results for the benefit of the Norwegian society and Norwegian industry.

NORSAR's activities are organized in three technical sections: National Data Center (NDC), Seismology and Seismic Modelling, together with one administrative section and an IT-department. NORSAR's field maintenance section is located at Hamar, and a branch office for seismic modelling is located in Bergen.

The NDC section is responsible for the operation of field installations as well as the transmission, recording and analysis of data collected in the field. Current field installations are located in Hedmark, Finnmark and Spitsbergen. Eventually, NORSAR will operate six stations in the planned International Monitoring System (IMS) for the CTBT. Four of these are seismic stations, one station is for radionuclide monitoring and one for infrasound. During 2002, the work on completing the radionuclide monitoring station at Spitsbergen has progressed well, and the station is now operating in a test-and evaluation mode, pending certification.

NORSAR's seismology group is involved in research, development and application of new methods in seismic analysis, and aims for an advanced, internationally oriented scientific environment to maintain and develop the national infrastructure and competence required for verifying the treaty. Another important activity is building competence for assessing earthquake hazard and evaluate the effects of earthquakes on the environment and man-made structures. The seismology group has also the monitoring of oil and gas reservoirs as a priority area.

NORSAR's seismic modelling group carries out R&D projects, consultancy tasks and develops application software, mainly for the petroleum industry. During 2002, there was a continued high interest internationally for the software products developed by the group, but a reduced demand for the consultancy services. The software sales volume turned out approximately as expected, but a decline in the dollar exchange rate led to a weaker result than budgeted. Likewise, there was a weakening of the income from maintenance of running software licenses. There is an increased interest in the market for simulation techniques applied to seismic data, and the emerging use of model-based techniques and depth migration of seismic data is noteworthy. A certain expansion in the customer base is taking place, especially in the United States.

In 2002 NORSAR, participating in a consortium together with the Norwegian Geotechnical Institute (main applicant), the Universities of Oslo and Trondheim, and the Norwegian Geological Survey, was awarded status as Research Centre of Excellence by the Research Council of Norway. The consortium has been given the name "International Centre for Geohazards" (ICG). The award entails financial support for operating the centre during the initial 10-year period.

Virksomhet

Etter vedtektene er NORSARs formål på ideelt og samfunnsnyttig grunnlag å drive forskning og utvikling innen geofysiske og datatekniske fagområder, fungere som nasjonalt kompetanse- og driftssenter knyttet til avtalen om forbud mot kjernefysiske prøvesprengninger, og arbeide for anvendelse av denne forskningens resultater i praksis til fremme av norsk nærings- og samfunnsliv.

Virksomheten er organisert i de faglige avdelingene NDC (National Data Center), Seismologi og Seismisk Modelling, samt en administrativ avdeling og en systemgruppe. En feltavdeling er lokalisert på Hamar, og et avdelingskontor tilknyttet Seismisk Modelling er lokalisert i Bergen.

NDC står for driften av feltanlegg, samt registrering, transmisjon, prosessering og analyse av data fra feltanleggene. Slike anlegg er lokalisert i Hedmark, i Finnmark og på Svalbard. NORSAR skal drive 6 stasjoner i det internasjonale nettverket av overvåkningsstasjoner knyttet til prøvestansavtalen, hvorav 4 seismiske stasjoner, en stasjon for måling av radioaktivitet i luft (radionukleider) og en infralydstasjon. I 2002 har arbeidet med ferdigstillingen av radio-nukleidstasjonen på Svalbard pågått for fullt, og stasjonen er nå inne i en test- og evalueringsfase i påvente av sertifisering.

Avdelingen for Seismologi er orientert mot forskning, utvikling og anvendelse av metoder innen seismologi, for bl a å sikre at NORSAR opprettholder og videreutvikler den nødvendige nasjonale kompetanse i tilknytning til verifikasjon av prøvestansavtalen. En annen viktig rolle er utvikling av kompetanse innen risiko for jordskjelv og jordskjelvenes innvirkning på naturen, bygninger og konstruksjoner, og avdelingen har også et viktig satsingsområde innen mikroseismisk monitorering av olje- og gass-reservoarer.

Avdelingen for Seismisk Modelling utfører FoU, konsulentoppdrag og utvikling av software for petroleumindustrien. Avdelingen registrerte i 2002 god interesse for sine softwareprodukter, men sviktende tilgang på tjenesteprosjekter. Omsetningen av software ble omtrent som forventet, men nedgangen i dollarkursen medførte at det regnskapsmessig resultatet ble svakere enn budsjettert. Det samme gjelder for inntektene fra vedlikehold av løpende software-lisenser. Markedets interesse for simulering av seismiske data er stigende og avdelingen har det seneste året erfart en interessant utvikling i bruk av modellbaserte teknikker ved dypmigrasjon av seismiske data. En viss utvidelse av kundemassen er i gang, spesielt i USA.

I 2002 ble NORSAR, sammen med Norges Geotekniske Institutt (NGI) som hovedsøker, Universitetene i Oslo og Trondheim og Norges Geologiske Undersøkelser, tildelt status som Senter for Fremragende Forskning under betegnelsen International Centre for Geohazards (ICG). Tildelingen ledsages av en tiårig støtte fra Forskningsrådet til driften av senteret.

NORSARs etablering i 1968 var grunnlagt på et deteksjonseismologisk samarbeid mellom Norge og USA nedfelt i en bilateral regjeringsavtale St Prp. nr. 128, 1967-68. Etter mer enn 30 år er dette forskningssamarbeidet fremdeles aktivt, og inntekter fra prosjektsamar-

beidet utgjorde i 2002 om lag 20% av NORSARs samlede driftsinntekter.

Stortingets enstemmige tilslutning til St prp nr 41, 1998-99, om samtykke til ratifikasjon av prøvestansavtalen (Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty, CTBT) den 26. april 1999, er en viktig premis for NORSARs virksomhet.

I proposisjonens kapittel 5, Norges rolle, utpekes NORSAR til å fungere som norsk nasjonalt datasenter og til å forestå den tekniske gjennomføringen av Norges verifikasjonsoppgaver, herunder drift og vedlikehold av de stasjoner i Norge som inngår i det internasjonale overvåkningssystemet, og den nødvendige kontakt med teknisk sekretariat ved organisasjonen for prøvestans (CTBTO) i Wien. Videre forutsettes NORSAR å opprettholde og videreutvikle den nødvendige tekniske og vitenskapelige ekspertise for å bistå norske myndigheter (Utenriksdepartementet) i spørsmål knyttet til etterlevelse av traktaten.

Proposisjonen anviser en årlig bevilgning som setter NORSAR i stand til å utføre dette oppdraget for UD. Dette økonomiske bidraget utgjorde en vesentlig del (ca 32%) av NORSARs driftsinntekter i 2002.

I en overgangsperiode på 5 år fra fristillingen av NORSAR i 1999, yter Norges Forskningsråd (NFR) en utvidet støtte til strategiske programmer ved NORSAR, slik at den totale porteføljen av NFR-prosjekter i 2002 utgjorde ca 17% av prosjektinntektene.

Økonomi

NORSARs inntekter var i 2002 på 43.2 mill kr (42.9 i 2001). Driftsresultatet ble på 0.664 mill kr (1.436), mens finansinntekter på 0.642 mill kr (1.746) brakte årets samlede resultat opp i 1.306 mill kr (3.182).

Driftsresultatet tilsvarer 1.5% av de totale inntekter for NORSAR og er under Næringsdepartementets målsetting på 3%. NORSARs egenkapital i prosent av total kapital er på den annen side 48.6% og godt over departementets målsetting på 30%.

Framtidsutsikter

NORSARs 5-årige strategiplan for 2000-2005 representerer et overordnet styringsdokument for utviklingen framover.

Ferdigstillingen av NORSAR som norsk nasjonalt datasenter under prøvestansavtalen (CTBT) er et prioritert mål i denne planen.

Arbeidet med etableringen av en målestasjon for radioaktivitet i atmosfæren, lokalisert i Longyearbyen, Svalbard, ble fullført i 2002. Stasjonen er nå inne i en test- og evalueringsfase, og forventes å bli den tredje som sertifiseres av i alt 6 stasjoner NORSAR skal drive for CTBTO.

Gjenstående etableringer og/eller oppgradering og sertifisering omfatter to seismiske sekundærstasjoner (Jan Mayen og Svalbard) samt en infralydstasjon ved Karasjok.

NORSAR har som mål å opprettholde og videreutvikle institusjonen som et internasjonalt kompetansesenter i seismologi. Som et ledd i dette, vektlegges fortsatt forskningssamarbeid med amerikanske og europeiske partnere samt sekretariatet PTS (Provisional Technical Secretariat) ved CTBTO i Wien. Av dette er USA-samarbeidet det viktigste i volum, med flere samtidige forskningskontrakter som er vunnet i åpen konkurranse. Bilateralt samarbeid mellom NORSAR og enkelte med-

The establishment of NORSAR in 1968 was made with basis in a Government-to-Government agreement between Norway and the United States. This cooperation remains active today, and the income from projects related to this cooperation amounted during 2002 to about 20% of NORSAR's total revenues.

In its unanimous ratification of the CTBT on 26 April 1999, the Norwegian Parliament assigned to NORSAR the responsibility of functioning as the Norwegian National Data Center (NDC) for treaty verification. This means that NORSAR will be responsible for operating the Norwegian monitoring stations that are part of the International Monitoring System (IMS) as well as for maintaining the necessary technical contact with the CTBT Organization in Vienna, Austria. Moreover, the resolution approved by the Parliament requests NORSAR to maintain and develop further the technical competence required for assisting Norwegian authorities (i.e. the Ministry of Foreign Affairs) in questions relating to treaty compliance.

In following up the CTBT ratification, the Norwegian Government is providing funding for NORSAR's verification functions, and in 2002 this funding amounted to about 32% of NORSAR's annual income.

In a transitory 5-year period from the time when NORSAR was established as an independent foundation (1 July 1999), the Research Council of Norway (NFR) has granted an increased support to strategic research programs at NORSAR, and as a consequence the total support from NFR in 2002 comprises about 17% of NORSAR's overall revenues.

Economy

NORSAR's gross revenue during 2002 was 43.2 MNOK, (compared to 42.9 MNOK in 2001). The operating profit was 0.664 MNOK in 2002, compared to 1.436 MNOK in 2001. Including financial revenues, the overall profit in 2002 was 1.306 MNOK (3.182 in 2001).

The operating profit corresponds to 1.5% of the total revenues for 2002. This is below the guideline of 3% established by the Norwegian Ministry of Industry. On the other hand, NORSAR's capital assets comprise 48.6% of total capital and liabilities, and this is well above the guideline of 30%.

Perspectives

NORSAR's 5-year strategic plan (2000-2005) represents the overall guidance document for the development of NORSAR in the years to come.

A high priority strategic goal, as stated in this plan, is to complete the build-up of NORSAR as the Norwegian National Data Center for CTBT verification. The work towards establishing a radionuclide monitoring station in Spitsbergen was completed in 2002. This station is now operating in a testing and evaluation mode, and is expected to be the next one (the third) to be certified among the six Norwegian stations to be included in the International Monitoring System. Remaining work includes upgrade/installation and certification of two auxiliary seismic stations (Spitsbergen and Jan Mayen) and one infrasound station near Karasjok.

Another goal is to maintain and develop further NORSAR as an international center of excellence in seismology and CTBT verification. NORSAR will maintain its focus on cooperation with prominent research organizations in the United States and Europe as well as with the Provisional Technical Secretariat (PTS) of the CTBTO. Contracts with US agencies are the largest, and are

generally won in open competition. Other important aspects are bilateral cooperation between NORSAR and institutions in countries participating in the work in Vienna, as well as contributions by experts from NORSAR in the CTBTO policy-making organs.

In 2002, NORSAR began a two-year project financed by the European Union under its Human Potential Programme. The project is defined within the subprogramme Transnational Access to Research Infrastructure (ARI), and enables scientists from EU-countries to apply for research stays at NORSAR in order to exploit NORSAR's infrastructure, databases and competence.

Microseismic monitoring of oil and gas reservoirs, mines, large dams etc. was established three years ago as a new area of activity at NORSAR. A 4-year project supported by the Research Council of Norway and with industrial participation was initiated in 2002. This project will provide a basis for NORSAR's activity in this new and interesting field in the near future.

The strategic goal of maintaining and further developing the role of NORSAR as a leading supplier of geophysical software and services will continue to be pursued. The fluctuations in the marketplace makes this development more of a challenge than a year ago.

The provision of advanced services to the petroleum industry, using NORSAR's own software packages, is expected to increase in volume. This will lead to new customer contacts which in turn will provide new impulses to NORSAR's R&D activities. Establishing a separate subsidiary for marketing seismic modelling services and software products is being considered.

NORSAR's participation in ICG and the award to NORSAR of the ARI project financed by the European Union demonstrate the international recognition of NORSAR's capabilities within seismological and geophysical research. These projects will provide a long-term stimulus in the form of professional development and building alliances within NORSAR's core activities.

Personnel

NORSAR had 42 employees by the end of 2002, three of which were working at the field data center at Hamar and another three at the newly established branch office in Bergen. A total of 41.5 man-years of work was conducted during 2002.

The percentage of scientists with a doctorate has increased considerably at NORSAR over the past few years. By the end of 2002, this fraction was 44%, which exceeds the target of 40% established by the Ministry of Industry.

Total sick leave at NORSAR was 2.9% during 2002. No accidents, injuries or incidents causing pollution of the environment have been recorded in connection with NORSAR's activities during the year.

The working environment at NORSAR is considered satisfactory. NORSAR encourages the improvement of this environment through an active dialog between employees and management, and through emphasis on HSE-work and quality assurance.

NORSAR's goal of maintaining and further developing a sustainable knowledge environment depends on the efforts of each individual employee and their working together as a team. The Board of Directors thanks each individual for their contributions during the past year.

lemsland i CTBT samt aktiv deltagelse i prøvestansorganisasjonens styringsorganer representerer prioriterte aktiviteter for å styrke denne profilen.

NORSAR etablerte i 2002 et 2-årig prosjekt finansiert av EU-kommisjonen under Human Potentials Programme. Prosjektet er definert i underprogrammet Transnational Access to Research Infrastructures (ARI) og gir forskere fra EU-land anledning til å søke om forskningsopphold ved NORSAR for å utnytte NORSARs infrastruktur, databaser og kompetanse.

Mikroseismisk monitorering av petroleumereservoarer, gruver, damanlegg ol. ble etablert som et nytt aktivitetssområde ved NORSAR for 3 år siden. Et 4-årig kompetanseprosjekt med brukermedvirkning (KMB) for NORSAR, støttet av NFR og petroleumindustrien, ble etablert i 2002, og sikrer dermed virksomheten innen dette nye og interessante fagfeltet framover.

Målsettingen om å opprettholde og videreutvikle NORSAR som en anerkjent og ledende leverandør av programvare og tjenester innen seismisk modellering står fortsatt ved lag, selv om konjunkturer og valutasingninger gjør utviklingen her til en større økonomisk utfordring enn for et år siden.

Avanserte tjenester med egenutviklet software forventes å øke i omfang framover, og den kundekontakt som denne aktiviteten representerer vil gi viktige impulser til framtidig FoU. Opprettelse av et eget selskap for markedsføring og salg av software og tjenester er en aktuell utvikling for NORSAR.

NORSARs deltagelse i ICG og tildelingen av EU-prosjektet ARI representerer verdifulle eksempler på internasjonal anerkjennelse av NORSARs rolle i seismologisk og geofysisk forskning. Prosjektene vil gi NORSAR en langiktig stimulans i form av faglig utvikling og alliansebygging innen stiftelsens kjernevirksomheter.

Arbeidsmiljø og personale

Ved årets slutt 2002 var det 42 fast ansatte ved NORSAR, hvorav 3 hadde arbeidsplass ved feltavdelingen på Hamar og 3 ved kontoret i Bergen. Det ble utført 41.5 årsverk ved bedriften i 2002.

Andelen forskere med doktorgrad har steget betydelig ved NORSAR de seneste par år, og var ved utgangen av 2002 oppe i 44%, noe som er over Næringsdepartementets måltall på 40%.

Sykefraværet ved NORSAR var på 2.9% i 2002. Det har ikke forekommet eller blitt rapportert arbeidsuhell eller ulykker knyttet til NORSARs virksomhet.

Arbeidsmiljøet anses som godt, men søkes kontrollert og opprettholdt gjennom aktiv dialog mellom ledelse og personale, internt HMS arbeid, og et system for kvalitetssikring.

NORSARs målsetting om å opprettholde og videreutvikle et bærekraftig kunnskapsmiljø er avhengig av den enkeltes innsats og et godt, kollegialt samvirke. Styret takker hver enkelt for bidraget til dette i året som gikk.

Organisasjon / Organization

Styre Stiftelsen NORSAR pr. 31.12.2002 / Board of Directors

Professor Olav Eldholm, UiO, *leder*
Nils Marås
Forskningsssjef Olav Njølstad, Det norske Nobelinstitut
Prosjektleder Hege M. Nordgård Bolås, Statoil Forskningscenter
Seniorforsker Arve E. Mjelva, NORSAR

Administrasjon / Administration

Anders Dahle, *adm. direktør*
Winnie Lindvik, *personalleder*
Linda B. Loughran, *ansvarlig prosjektadministrasjon*
May Rasmussen, *økonomiansvarlig*
Rune Lindvik, *driftstekniker*
Turid Schøyen, *sekretær*
Hilde Ødegård, *sekretær*
Marion Lohne Mykkeltveit, *vikar*

Nasjonalt Datasenter / National Data Center (NDC)

Jan Fyen, *leder NDC*
Svein Mykkeltveit, *programkoordinator Verifikasjon*
Ulf Baadshaug, *nestleder NDC*
Vidar Døhli, *senior systemingeniør*
Kamran Iranpour, *softwareutvikler*
Frode Johansen, *systemingeniør*
Berit Paulsen, *analysesjef*
Niels K. Schøyen, *systemsjef*
Jørgen Torstveit, *driftssjef*

Hamar

Paul W. Larsen, *feltsjef*
Kjell Arne Løken, *senior feltingeniør*
Karl Otto Oppegård, *feltingeniør*

Seismologi / Seismology

Hilmar Bungum, *forskningsleder*
Frode Ringdal, *senior vitenskapelig rådgiver*
Jan Inge Faleide, *seniorforsker*
Erik Hicks, *forsker*
Steven J. Gibbons, *forsker*
Tormod Kværna, *seniorforsker*
Conrad Lindholm, *seniorforsker*
Volker Oye, *stipendiat*
Michael Roth, *seniorforsker*
Johannes Schweitzer, *seniorforsker*

Seismisk Modellering / Seismic Modelling

Håvar Gjølset, *ansvarlig, prosjekter og tjenester*
Arve E. Mjelva, *ansvarlig, softwareproduktutvikling*
Vetle Vinje, *ansvarlig markedsføring*
Håkan Bolin, *softwareutvikler*
Einar Iversen, *vitenskapelig rådgiver*
Håvard Iversen, *senior softwareutvikler*
Renaud Laurain, *stipendiat*
Isabelle Lecomte, *seniorforsker*
Lars W. Lind, *softwareutvikler*
Joachim Mispel, *Post-doc. stipendiat*
Stein Inge Moen, *seniorforsker*
Ketil Åstebøl, *seniorforsker*

Bergen

Åsmund Drottning, *seniorforsker*
Tor Arne Johansen, *seniorforsker*
Camilla R. Thorsen, *forsker*

Ny NORSAR Web / New NORSAR Web

An important element in NORSAR's strategic plan is to upgrade and expand the use of Web technology, externally (Internet) as well as internally (Intranet). During 2002, NORSAR has expended a considerable effort in restructuring and updating its Web pages (<http://www.norsar.no>). In cooperation with an external consultant, we have developed a new home page as shown in the figure. This page uses graphical representations of the globe to illustrate NORSAR's role as a center for geophysical research, and provides access to pages with more detailed information.

Among the information that can be accessed from the home page is key information about NORSAR, its background, organization and role, as well as highlights of NORSAR's history, a list of publications, contact information and announcements. A search function is also provided.

For simplicity of navigation, the information is organized in a tree structure, where the main branches represent the three technical departments Seismic Modelling, Seismology and National Data Center.

Seismic Modelling

The department for seismic modelling is commercially oriented, and its Web pages emphasize the presentation of software products and services, as well as procedures for customers interested in evaluating and purchasing software.

Oppgradering og utvidet bruk av web-teknologi både internt (Intranet) og eksternt (Internet) er en viktig del av NORSARs strategi- og handlingsplan. En betydelig innsats er lagt ned i arbeidet med å restrukturere og fornye NORSARs websider i løpet av 2002. En ny front-side er utviklet i samarbeid med en ekstern konsulent.

Forskjellige stiliserte representasjoner av jordkloden er benyttet som symboler for å framheve NORSARs geofaglige tilknytning og organisering. NORSARs websider er tilgjengelig bare i en engelskspråklig versjon.

Websidene gir enkel adgang til nøkkelinformasjon om NORSAR ved å klikke på symbolet for informasjon om NORSAR (alternativt NORSAR home), herunder bekjentgjøringer, publikasjoner, organisasjonskart og høydepunkter i NORSARs historie, kontaktmulighet og en søkefunksjon.

Navigeringen i NORSARs web-sider er organisert i en oversiktlig trestruktur, der de tre tekniske avdelingene Seismisk Modelling, Seismologi og Nasjonalt Data Senter (NDC) er representert med hver sin gren.

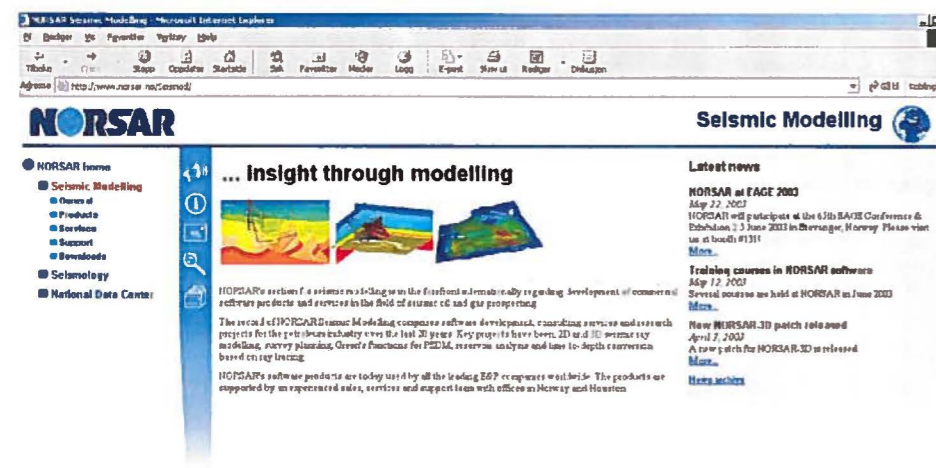
Temaene bekjentgjøringer, kontakt og søking er forøvrig også utstyrt med egne klikkbare symboler på hovedsiden, for direkte adgang.

Seismisk Modelling

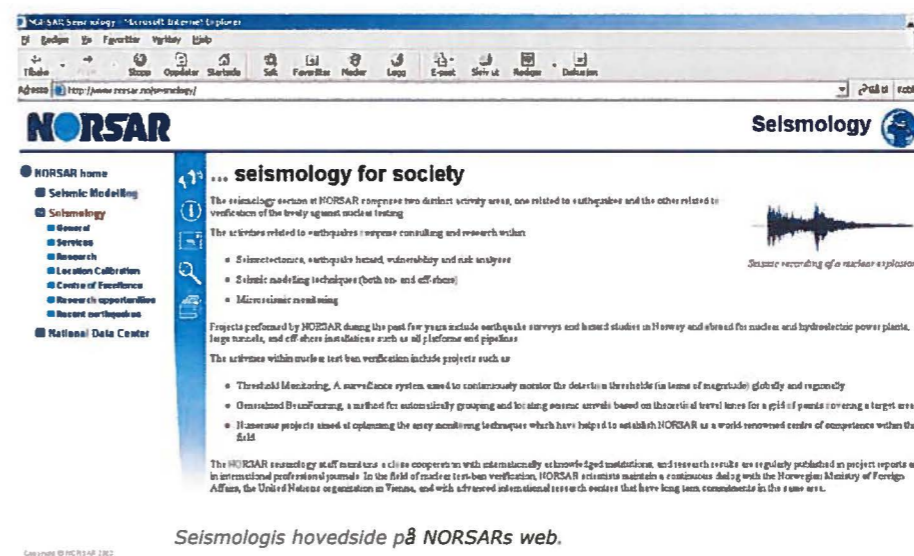
Avdelingen for seismisk modellering er spesielt kommersielt orientert, og vektlegger på sine web-sider presentasjon av software-produkter og tjenester samt kundeadgang til evaluering og kjøp av software.



Hovedsymboler i NORSARs forsider <http://www.norsar.no>
Main symbols for NORSAR's home page <http://www.norsar.no>



Seismisk Modellerings hovedside på NORSARs web.
Home page for the Seismic Modelling department.



Seismologis hovedside på NORSARs web.
Home page for the Seismology department.

Seismologi

Avdelingen for seimologi fokuserer på NORSARs grunnleggende forskning innen metoder for verifikasjon av prøvestansavtalen, mikroseismisk monitorering og jordskjelvriskiko.

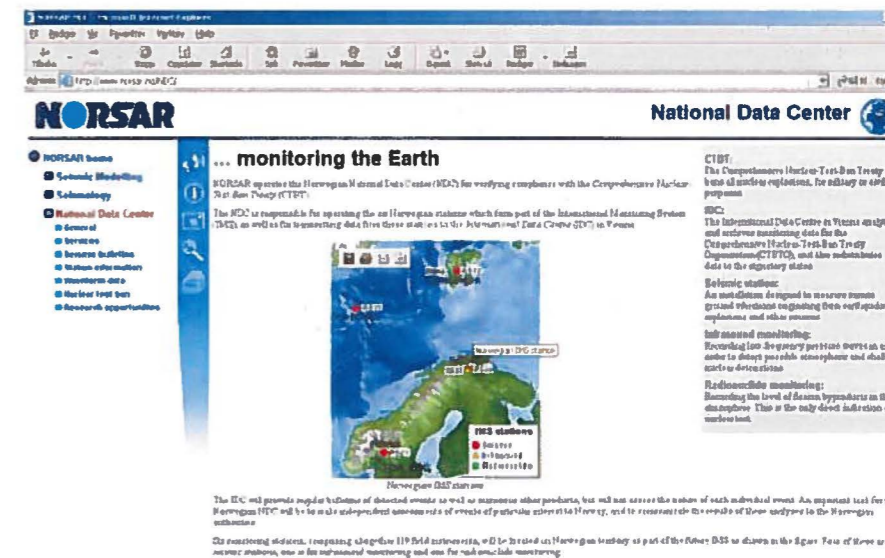
NORSARs deltagelse i forskningsprosjekter og allianser med andre er også beskrevet under denne avdelingens web-sider.

En egen database for historiske jordskjelv i Skandinavia er tilrettelagt for visualisering.

Nasjonalt Data Senter (NDC)

NDCs hovedoppgave er drift av NORSARs feltanlegg, samt transmisjon, prosessering og analyse av seismiske data. Via denne avdelingens web-sider under overskriften "Station information" er det redegjort for feltanleggenes lokalisering og utforming.

Under overskriften "Seismic bulletins" er det videre gitt tilgang til data i databaser og resultater av automatisk prosessering og lokalisering av jordskjelv og eksplosjoner (Generalisert beamforming, GBF) Tilsvarende er manuelt analyserte data presentert under "Regional reviewed".



NDCs hovedside på NORSARs web.
Home page for the National Data Center (NDC).

Seismology

The department for seismology focuses its Web presentation on NORSAR's basic research related to verification of the CTBT, microseismic monitoring and earthquake hazard analysis. NORSAR's participation in research projects and external cooperation is also described.

A special data base for historic earthquakes in Scandinavia has also been developed and visualized for presentation on these pages.

National Data Center (NDC)

NDC has as its main task to operate the NORSAR field installations and transmission,

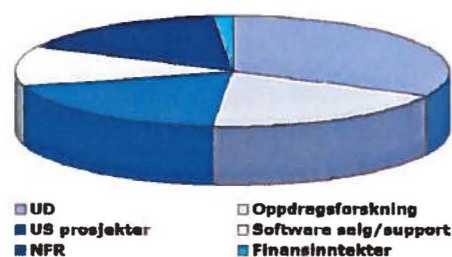
processing and analysis of seismic data. Key information about the field stations can be accessed by clicking on "Station Information".

The heading "Seismic Bulletins" provides access to various data bases containing results from automatic and analyst reviewed lists of seismic events (earthquakes and explosions), with location, size and origin time. Of particular interest are the automatic, near real time catalogues of seismic events in Fennoscandia and adjacent regions listed under GBF (Generalized Beamforming) and the corresponding analyst reviewed catalogues (Regional reviewed), which are provided with a few days' delay.

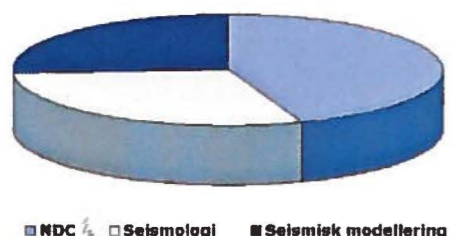
Økonomi / Economy

Resultatregnskap 2002 / Profit and Loss 2002

Fordeling av inntektskilder 2002 / Source of income 2002



Avdelingsvis fordeling av inntekter 2002 / Distribution of income by organizational section 2002

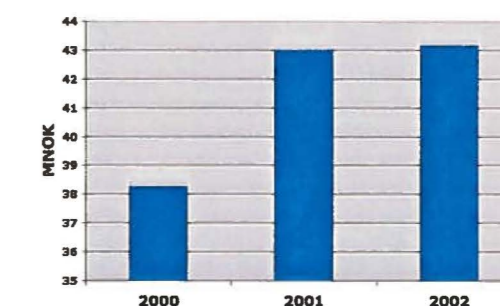


	2002	2001
Midler fra NFR / Grants from the Research Council of Norway	7 101 263	5 291 089
Prosjektmidler fra UD / Funding by the Ministry of Foreign Affairs	14 194 827	13 051 000
Andre salgs- og oppdragsinntekter / Other sales and project income	21 860 415	24 614 421
Sum driftsinntekter / Total operating revenue	43 156 505	42 956 510
Lønn og sosiale kostnader / Payroll and social costs	24 299 042	22 342 787
Avskrivninger / Depreciation	1 448 195	1 544 853
Andre driftskostnader / Other operating expenses	11 539 184	13 275 130
Administrative kostnader / Administrative expenses	5 206 144	4 357 589
Sum driftskostnader / Total operating expenses	42 492 565	41 520 359
Driftsresultat / Operating result	663 940	1 436 151
Netto finansposter / Net financial transactions	642 781	1 745 821
Resultat / Net result	1 305 721	3 181 972

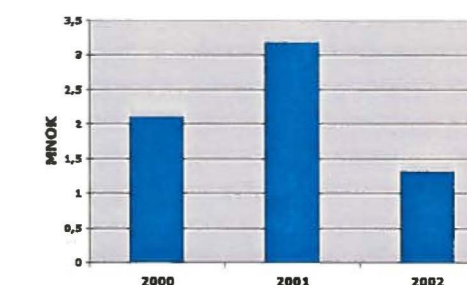
Balanse 2002 / Balance 2002

	2002	2001
Eiendeler / Assets		
Anleggsmidler / Fixed assets	16 951 103	12 975 128
Oppdrag i arbeid / Work in progress	1 039 081	686 643
Debitorer / Debtors	10 197 952	4 772 808
Andre kortsiktige fordringer / Other short-term receivables	555 000	480 636
Kasse, bank / Cash, bank	20 963 646	21 526 076
Sum eiendeler / Total assets	49 707 502	40 441 291
Egenkapital / Equity		
Grunnkapital / Basic capital	200 000	200 000
Overkursfond / Share premium reserve	843 000	843 000
Annen egenkapital / Other equity	23 096 296	21 790 575
Sum egenkapital / Total equity	24 139 296	22 833 575
Gjeld / Liabilities		
Langsiktig gjeld / Long-term debt	4 595 300	5 414 400
Leverandørgjeld / Suppliers	3 243 813	1 593 785
Skyldige avgifter og skatte-trekk / Tax withholding reserves	1 654 654	1 688 172
Skyldig lønn og feriepenger / Payable salary and holiday pay	2 744 422	2 963 467
Annen kortsiktig gjeld / Other short-term liabilities	13 330 017	5 947 892
Sum gjeld / Total liabilities	20 972 906	17 607 716
Sum Egenkapital og Gjeld / Total Equity and Liabilities	49 707 502	40 441 291

Omsetning 2000 - 2002 / Revenue 2000 - 2002



Resultat 2000 - 2002 / Profit and Loss 2000 - 2002



Nasjonalt Datasenter (NDC) / National Data Center (NDC)

NORSAR will operate the Norwegian National Data Center (NDC) for verifying the Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty (CTBT). The NDC is organized as a separate section of NORSAR, and is responsible for operating the six Norwegian stations which form part of the International Monitoring System (IMS), as well as for transmitting the data from these stations to the International Data Centre (IDC) in Vienna.

IMS stations

Six monitoring stations, comprising altogether 119 field instruments, will be located on Norwegian territory as part of the future IMS as shown in the figure on this page. Four of these are seismic stations, one is for infrasonic recording and one for radionuclide monitoring. The seismic stations at Hamar and Karasjok are so-called primary stations in the monitoring network. The Hamar station was certified for inclusion into IMS already in 2000, while the station near Karasjok achieved such status in 2001.

The seismic stations at Longyearbyen and on Jan Mayen are so-called auxiliary stations in the monitoring network. The station at Longyearbyen currently contributes data to the IDC, whereas the station on Jan Mayen, which today is operated by the University of Bergen, will require a technical upgrade, scheduled for 2003. A satellite link between Jan Mayen and NORSAR was established in 2001.

The infrasound station in Karasjok is expected to be constructed in 2004. The building of the radionuclide station in Spitsbergen, near Longyearbyen, was completed in 2001.

Data transmission and operation

Data from the six Norwegian IMS-stations will be transmitted via the Norwegian NDC to the IDC in Vienna. NORSAR has established a so-called independent sub-network for data transmission within Norway. Further forwarding of data to the IDC takes place through the Global Communications Infrastructure established by the CTBTO. As of 31 December 2002, data from the seismic stations at Hamar, Karasjok and Longyearbyen are transmitted to Vienna. In addition, data from the radionuclide station near Longyearbyen are being transmitted to Vienna.

Operating the Norwegian IMS stations will represent a considerable challenge for the NORSAR staff, both at the field maintenance center at Hamar, and at the data cen-

Norges tekniske forpliktelser i henhold til prøvestansavtalen (CTBT: Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty) vil bli ivarettatt av det nasjonale datasenteret (NDC), som er organisert som en avdeling ved NORSAR.

NDCs oppgave omfatter drift av seks norske stasjoner tilhørende det globale nettverket av stasjoner International Monitoring System (IMS), og transmisjon av data til det internasjonale datasenteret i Wien (IDC).

IMS-stasjoner

Seks IMS-målestasjoner er lokalisert til norsk territorium. Av disse er fire seismiske, én er for infralyd og én for radioaktivitet. Til sammen er disse stasjonene utstyrt med 119 måleinstrumenter. De seismiske stasjonene ved Hamar og Karasjok er såkalte primærstasjoner i overvåkingsnettverket. Stasjonen ved Hamar ble sertifisert for IMS i 2000, mens stasjonen ved Karasjok oppnådde slik status i 2001.

De seismiske stasjonene ved Longyearbyen og på Jan Mayen er såkalte sekundærstasjoner i overvåkingsnettverket. Stasjonen ved Longyearbyen bidrar allerede med data til IDC, mens stasjonen på Jan Mayen, som i dag drives av Universitetet i Bergen, vil kreve en teknisk oppjustering, planlagt for 2003. En satellitt-link mellom stasjonen på Jan Mayen og NORSAR ble etablert i 2000.

Stasjonen for infralyd i Karasjok forventes etablert i 2004. Stasjonen for måling av radioaktivitet ble etablert i 2001 ved Longyearbyen, Svalbard.

Datatransmisjon og drift

Data fra de norske IMS-stasjonene sendes via NORSARs datasenter på Kjeller til det internasjonale datasenteret i Wien. NORSAR etablerte i 1999 et såkalt uavhengig innsamlingsnett for kommunikasjon innen Norge, mens videreformid-

ling til Wien skjer via prøvestansorganisasjonens nye, globale kommunikasjonsinfrastruktur. Pr 31. desember 2002 sendes data fra de seismiske stasjonene ved Hamar, Karasjok og Longyearbyen til Wien. I tillegg sendes data fra målestasjonen for radioaktivitet i Longyearbyen til Wien.

Drift av de norske IMS-stasjonene med tilhørende strenge krav til datakvalitet, regularitet i registrering og transmisjon, og til beredskap for å kunne håndtere feilsituasjoner, representerer en betydelig utfordring for NORSAR-ansatte både ved feltavdelingen på Hamar og



En målestasjon for radioaktivitet i luft er etablert på Platåberget i Longyearbyen. Stasjonen inngår i nettverket for overvåking av prøvestansavtalen. Bildet viser enheten for innsugning (600 m³/time) og filtrering av luft.

A station for monitoring airborne radionuclides has been established near Longyearbyen, Spitsbergen, as part of the International Monitoring System (IMS). The picture shows the unit for air sampling and filtration, which has an air sampling rate of 600 m³/h.

ved datasenteret på Kjeller. (Overgangen fra dagens eksperimentelt betonte til en mer krevende operasjonell drift fordrer etablering av nye arbeidsformer, rutiner og prosedyrer.) I den forbindelse bygges det opp et internt kvalitetssikringssystem som vil ivareta prøvestansorganisasjonens krav til drift av stasjoner i IMS-nettet.

Drift av målestasjonen for radioaktivitet

NORSARs målestasjon for radioaktivitet i luft har vært under eksperimentell drift i 2002 i lokaler tilhørende Kongsberg Satellite Services AS på Platåberget ved Longyearbyen. KSAT står for den stedlige driften av denne stasjonen, i nært samarbeid med personell ved NORSARs datasenter på Kjeller. Stasjonen forventes sertifisert i løpet av 2003.

Oppgradering av den seismiske stasjonen i Longyearbyen

NORSAR har arbeidet med planer om en teknisk oppgradering av den seismiske stasjonen på Janssonhaugen i Adventdalen ved Longyearbyen, og arbeidet på stedet vil starte opp i 2003. For bedret driftsstabilitet vil det bli installert et nytt opplegg for strømforsyning. I tillegg vil elektronikken for dataregistrering bli erstattet med nytt utstyr som tilfredsstiller prøvestansorganisasjonens krav.

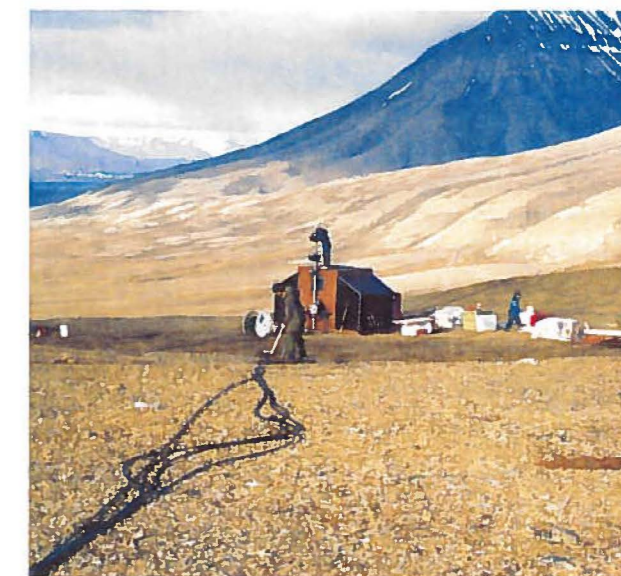
ter at Kjeller. It will require establishing new and strictly defined procedures as well as placing increased emphasis on regularity of data recording and timely data transmission to the IDC in Vienna. Anticipating these requirements, NORSAR is developing an internal quality assurance system for the purpose of ensuring that the requirements for operating IMS stations are met.

Operation of the radionuclide monitoring station

NORSAR's monitoring station for airborne radionuclides has been operated in a testing and evaluation mode during 2002. The station is installed on the premises of Kongsberg Satellite Services A/S (KSAT) at Platåberget near Longyearbyen, Spitsbergen. KSAT is responsible for the daily operation of the station, in close cooperation with personnel at NORSAR's data center at Kjeller. The station is expected to be certified in 2003.

Upgrading of the seismic array station in Longyearbyen

NORSAR has been planning a technical upgrade of the seismic array at Janssonhaugen in Adventdalen near Longyearbyen. The work at the site will begin in 2003. In order to improve the operational stability, a new power supply system will be installed. In addition, the electronics for data acquisition will be replaced with new equipment that meets the technical specifications given by the CTBTO.



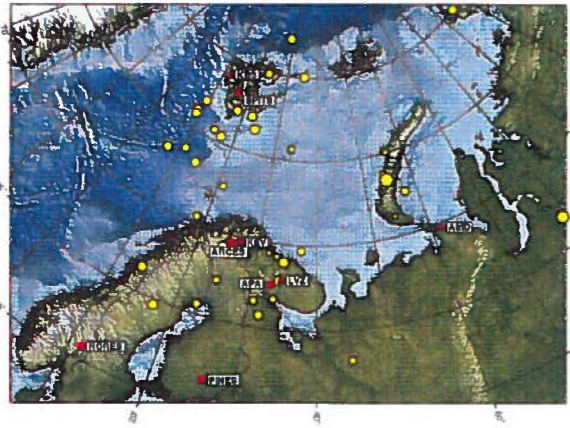
Bildet viser NORSARs eksisterende seismiske stasjon i Adventdalen ved Longyearbyen og arbeid i 1994 med nedgraving av kabler. Denne stasjonen vil gjennomgå en omfattende teknisk oppgradering i 2003. Det vil blant annet bli installert et nytt opplegg for strømforsyning.

The picture shows work during 1994 in connection with the establishment of NORSAR's existing seismic station in Adventdalen near Longyearbyen, Spitsbergen. This station will be upgraded in 2003, with new electronic equipment as well as an improved power supply system.

Seismologisk Verifikasjon og Seismologi / Seismological Verification and Seismology

Activities and projects

NORSAR's seismological group consists of 8-10 scientists and carries out applied research and consultancy projects in seismology and related disciplines. The so-called "verification seismology" continues to be the central topic, and relates to verifying compliance with the



Nordområdene eller Europeisk Arktis har lenge vært et viktig område for NORSARs arbeid innen verifikasjons-seismologi. Dette kartet viser en samling av seismiske stasjoner og hendelser (de aller fleste jordskjelv) samlet inn over mange år til bruk i studier av bølgeforplantningsforholdene i dette området, som geologisk er meget kompleks.

The European Arctic has for many years been a focus for NORSAR's verification-related studies. The map shows selected seismic stations as well as a number of seismic events (most of them earthquakes) recorded by these stations. These recordings have been compiled into a database for studying seismic wave propagation in this geologically very complex region.

Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty (CTBT) which was opened for signature in 1996. This treaty has so far been signed by 166 countries and ratified by 98 countries, but it has not yet entered into force because ratification by some key countries is still missing. Nevertheless, the work associated with developing the monitoring system continues according to the original plans, and NORSAR has a key role in many aspects of this work.

The tasks of the seismology group at NORSAR can be classified as follows:

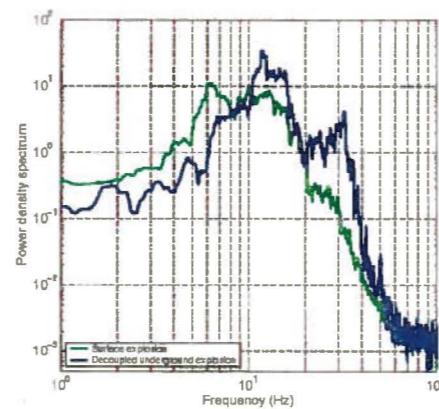
1. Work supporting the activities of the National Data Center (NDC). This work relates to operating the seismic installations, analyzing the recorded data, further development of the facilities and methodological research to improve data processing.
2. Research and development in connection with seismological verification, which is by far the largest activity of the group. While the operation of the field installations and the NDC are mainly funded by Norwegian authorities and the CTBT organization in Vienna, the most important research projects are carried out under contracts with United States agencies. These contracts are obtained in open competition with numerous organizations in the US and other countries.

Aktivitetene og prosjekter

Avdelingen for seismologi ved NORSAR består av 8-10 medarbeidere og driver med anvendt seismologisk forskning og konsulentvirksomhet innen et stort fagområde der den såkalte verifikasjons-seismologien fremdeles er den sentrale, knyttet til kontrollfunksjonene rundt prøvestansavtalen av 1996. Denne avtalen er hittil underskrevet av 166 land og ratifisert av 98 land, men den er ennå ikke formelt trådt i kraft da det fremdeles mangler ratifikasjon fra noen nøkkelland. Arbeidet med å videreutvikle prøvestans-organisasjonen (CTBTO) i Wien fortsetter likevel, med det mål at avtalen en gang skal trå i kraft, og i dette arbeidet deltar NORSAR aktivt på mange plan.

Opgavene innen avdelingen for seismologi ved NORSAR kan grupperes som følger:

1. Arbeid som støtter opp om aktivitetene innen det Nasjonale Datasenter (NDC) knyttet til driften av de seismiske anleggene, analyser av data fra disse, videreutvikling av anleggene og utvikling av nye metoder for best mulig å nyttiggjøre seg dataene.
2. Forskning og utvikling knyttet til seismologisk verifikasjon, som er den klart største og viktigste aktiviteten ved avdelingen. Mens UD sammen med CTBTO i Wien er den viktigste finansieringskilden for driften av NORSARs stasjoner (NDC) er det USA-baserte finansieringskilder som utgjør hovedgrunnlaget for verifikasjons-forskningen, selv om de to førstnevnte også deltar der. Selv om USA ikke har ratifisert prøvestansavtalen er landet fremdeles en pådriver for å forbedre metodene for kontroll av en slik avtale, og NORSAR deltar her i åpen konkurranse med miljøer som står helt i fronten av den internasjonale forskningen innen dette felt.



Fordelingen av energi som funksjon av signalfrekvens kan gi viktig informasjon om seismiske hendelser. Figuren viser en sprengning i et stort underjordisk hulrom — en såkalt dekoplet eksplosjon — (blå) sammenlignet med en overflatesprengning (grønn).

The distribution of signal energy as a function of frequency can provide important information on seismic sources. The figure shows the energy-frequency distribution of an explosion in a large cavity — a so-called decoupled explosion — (blue) compared to a surface explosion (green).

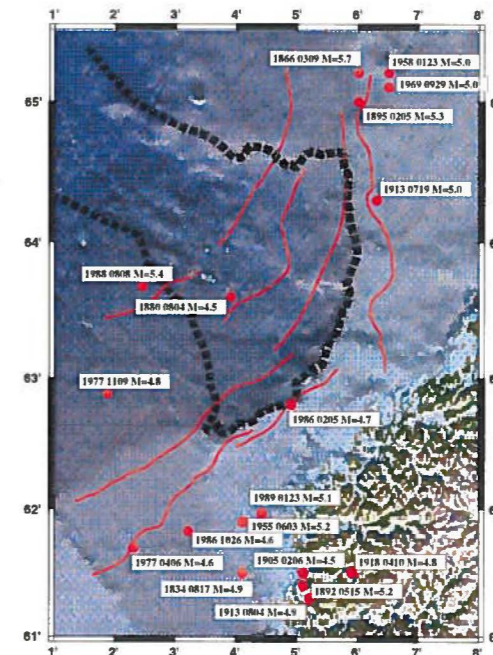
3. Forskning og konsulentvirksomhet innen andre deler av seismologien, vesentlig knyttet til seismisk risiko. NORSAR deltar nå i utvikling av en ny norsk standard for å sikre bygninger mot jordskjelv, etter at det tidligere bare var offshore-områdene som hadde slike regler. Også innen dette felt arbeider imidlertid NORSAR i hovedsak internasjonalt, og da selvfølgelig mest i områder der jordskjelv representerer et mye større problem enn hos oss.

Avdelingen for seismologi har i 2002 arbeidet med ca. 10 prosjekter innen seismologisk verifikasjon, flere av dem ganske store, og med ca. 20 prosjekter innen andre fagfelt, de fleste av disse av mindre størrelse. Omsetningen innen gruppen har vært i underkant av 14 mill. kr.

Aktivitetene omfatter mellom annet følgende:

- Et årlig "Oslo-møte" innen verifikasjon, med stor internasjonal deltagelse. Disse møtene er i ferd med å plassere seg sterkt på det internasjonale fagkartet og de bidrar til å holde NORSAR i sentrum av utviklingen innen dette felt.
- Som den første seismologiske institusjonen har NORSAR oppnådd en kontrakt med EU innen "Access to Research Infrastructure" der det legges til rette for gjesteforskere både til NDC og til seismologi-avdelingen.
- Arbeidet innen det nye satsningsområdet "mikroseismisk monitorering" utvikler seg meget tilfredsstillende. Det arbeides her først og fremst mot olje- og gass-reservoarer, men med en forgrening også til seismisk overvåking av gruver.
- NORSAR har lenge arbeidet med problemstillinger under Ormen Lange-prosjektet, vesentlig knyttet til forståelsen av jordskjelvføremkomsten i tiden rundt isavsmeltingen (ca. 8000 år siden), i forhold til hvordan det er i dag.
- En viktig begivenhet for NORSAR er etableringen av et nytt Senter for Fremragende Forskning under navnet "International Centre for Geohazard", med Norges Geoteknisk Institutt (NGI) som ledende institusjon og med NORSAR som en av partnerne.

For øvrig gir illustrasjonene også noen glimt inn i det denne avdelingen er opptatt med.



NORSAR har i flere år deltatt aktivt i arbeidet med stabilitetsundersøkelser på Ormen Lange-feltet, som ligger ute i området fra det enorme 8200 år gamle undersjøiske Storeggaraset, her markert med en tykk stiplede linje. Nyere jordskjelv er markert med røde punkter og kartlagte forkastninger med røde linjer.

NORSAR has for many years contributed actively to the studies of ground stability in the Ormen Lange oil/gas field offshore Norway. This field is situated in the area of the large Storegga undersea mudslide some 8200 years ago (bold stippled line). Recent earthquakes are marked with red symbols, and mapped faults are shown as red lines.

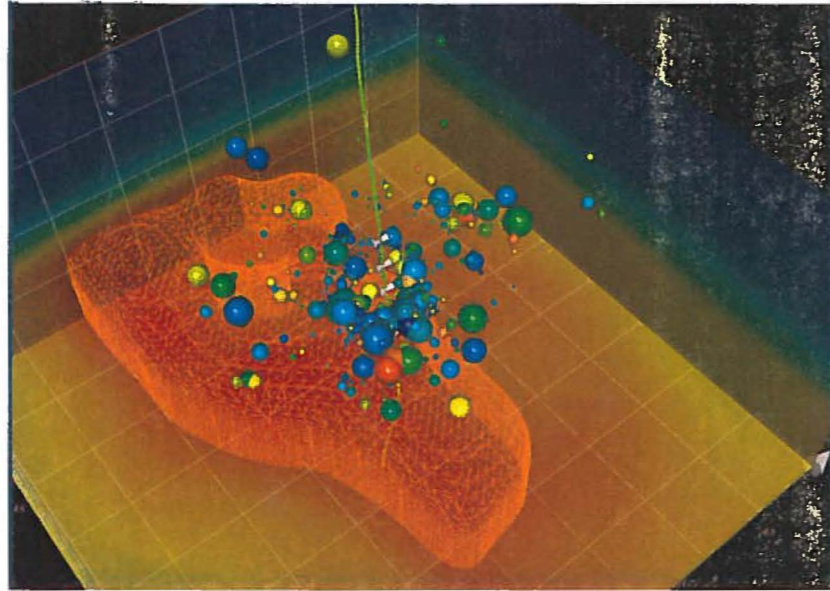
3. Research and consultancy within other seismological topics, in particular within seismic hazard analysis. NORSAR now contributes to the development of a new Norwegian standard for earthquake-resistant building codes. Previously, only offshore installations were covered by such codes. However, even in this field most of NORSAR's work is internationally oriented, and is mainly focused on regions where earthquakes represent a much greater hazard than in Norway.

During 2002, the seismology group has worked on about 10 projects in seismological verification, most of them rather large, and with 20 additional projects in other areas, most of them much smaller. The total revenue of the group has been close to 14 MNOK.

The activities comprise tasks such as:

- An annual Oslo-symposium in verification, with broad international participation. These meetings are becoming internationally recognized, and contribute to keeping NORSAR in the center of development in this field.
- As the first seismological institution, NORSAR has been awarded a contract with the European Union within the program "Access to Research Infrastructure", where provisions are made for guest scientists both at the NDC and at the seismology group.
- The work within the new priority area "microseismic monitoring" has shown excellent progress. The focus is on monitoring oil and gas reservoir, but the methods also apply to seismic monitoring of mines.
- NORSAR has for a long time been working on the "Ormen Lange" project, which focuses on the understanding of earthquake occurrence during the time of the ice melting period following the last ice age (about 8000 years ago) as compared with today's seismicity.
- An important milestone for NORSAR has been the establishment of a new Centre for Research Excellence under the name "International Centre for Geohazards", which is led by the Norwegian Geotechnical Institute with NORSAR as one of the partners.

In addition, the illustrations give some glimpses into the activities of the seismology group.



Et av NORSARs nye satsningsområder er mikroseismisk monitorering, som et samarbeid mellom avdelingene for seismologi og seismisk modellering. Dette bildet viser små rystelser på Ekofisk-feltet som er blitt registrert på instrumenter plassert i et borehull (vist på figuren), lokalisert og analysert med nye løsninger og rutiner utviklet ved NORSAR de siste to år. Dette gir en mulighet for i sann tid å overvåke prosesser (f.eks. væskebevegelser) i olje- og gassreservoarer, til hjelp i utvinningen. De samme prinsippene kan også anvendes ved monitorering av gruver, geotermiske anlegg, etc., som NORSAR også arbeider med (se forsidebildet).

One of NORSAR's new areas of research is microseismic modelling. The picture shows small tremors at the Ekofisk oil field in the North Sea, recorded by borehole seismometers. The tremors have been located and analyzed using methods and software developed at NORSAR over the past two years. These developments can provide real-time monitoring of processes such as fluid movements in oil and gas reservoirs, and can also be applied to monitor seismic activity inside mines (see figure on cover page), geothermic facilities etc.

Jordskjelv i 2002 – i Norge og Globalt / Earthquakes in 2002 – in Norway and Globally

The earthquake activity in Norway is moderate to low. Nevertheless, a total of five earthquakes were reported felt in 2002. As many as 1402 local and regional tremors were located by the national seismic network where data from seismic stations operated by NORSAR and the University of Bergen is merged into a unified database. The geographical distribution of the seismic activity is fairly stable over time, and the activity in year 2002 depicts reasonably well the areas of quiescence and those with pronounced earthquake activity. No earthquake with magnitude above 5.0 has occurred in Norway since 1989.

A total of 13 earthquakes with magnitude greater than 7.0 occurred globally in 2002. Even if the largest earthquakes have a virtually incomprehensible damage



Jordskjelv i Norge og tilgrensende havområder i år 2002 (røde symboler). Sannsynlige eksplosjoner er markert med gult. (Fra årsrapporten for Norsk Nasjonalt Nettverk.)

Earthquakes in and around Norway in year 2002 (red symbols). Probable explosions are plotted with yellow symbols. (From the annual report of the Norwegian National Seismic Network.)

Norge har lite jordskjelvak-tivitet sammenliknet med mange andre land, og år 2002 oppviste enda lavere jordskjelvak-tivitet enn vanlig med hensyn til store følte skjelv. Til tross for dette kan vi likevel notere oss for fem følte jordskjelv i år 2002. Antallet instrumentelt registrerte rystelser er imidlertid betydelig større (1402 i 2002), og den geografiske for-delingen av skjelv i 2002 er ganske lik den vi får ved å tegne inn de siste 100 års jordskjelvak-tivitet (se kartet). Det har ikke vært jordskjelv over styrke 5.0 på Richters skala siden 1989.

Overvåkingen av jordskjelvak-tiviteten er et internasjonalt anliggende der nasjonale insti-tusjoner samarbeider. I Norge samles data fra seismiske sta-sjoner på fastlandet, Jan Mayen, Bjørnøya og Svalbard. NORSAR har et aktivt samar-beid med Institutt for Geoviten-skap, Universitet i Bergen, og

de to institusjonene samordner sine data i en nasjonal database.

Globalt var det i 2002 13 jordskjelv med styrke over 7.0 på Richters skala. Mens det i 2001 omkom over 21,000 mennesker i jordskjelv var det i 2002 "bare" 1,712 omkomne som direkte følge av jordskjelv. Det jordskjelvet i 2002 som krevet flest ofre (1000 menneskeliv) fant sted 25 mars i Hindu Kush med styrke 6.1.

Store jordskjelv har et nesten ufattelig destruksjons-potensiale, men det er først når de rammer tett befolkede og urbaniserte områder at dette potensialet får utfolde seg. Samtidig med den akselererende urbanise-ringen (og derved økende sårbarhet) ser vi også en bedring i jordskjelvsikker konstruksjon der økonomien tillater dette. Med urbaniseringen følger store investe-ringer, og bl. a. for å redusere risikoen for økonomisk tap fokuseres det sterkere på jordskjelvrisiko. NORSAR har i en årrekke vært en hyppig benyttet konsulent når jordskjelvrisiko skal utredes, og NORSAR har utført oppdrag over hele verden der siktemålet er å sikre verdier og menneskeliv.

Store jordskjelv inntreffer regelmessig, og det vil de fortsette med. Vi vil få år med lite skader (som i 2002), og vi vil se år med katastrofer, som i 2001. NORSAR ønsker å utnytte sin kunnskap og kompetanse til å redusere sårbarhet mot fremtidige jordskjelv, spesielt i utviklingsland.

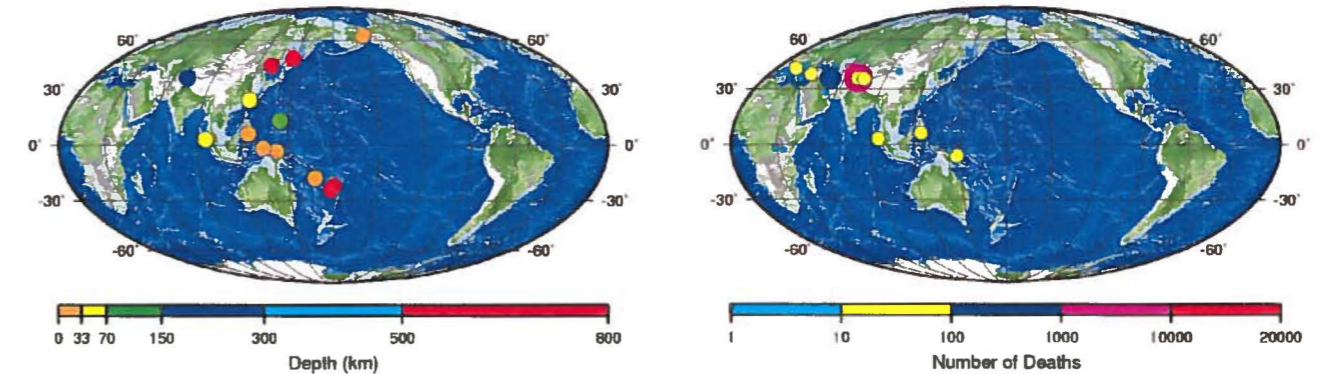
potential, it normally takes the combination of a strong earthquake and a densely populated area of poorly engineered buildings to generate a catastrophe. The only road that leads to reduced risk is to increase the robustness (safety) of all important structures. This has since long been understood in the developed world, where the ratio between loss of lives and economic losses have decreased dramatically over the last decades.

NORSAR has since the mid 1970s worked within seismic hazard estimation, aimed at reducing losses from earthquakes. The work has been both national and interna-tional and has focussed primarily on engineering projects and on bilateral technical and scientific cooper-ation.

Date	Region	Mag	No. killed
2002/02/03	Turkey	6.5	44
2002/03/03	Hindu Kush Region, Afghanistan	7.4	166
2002/03/05	Mindanao, Philippines	7.5	15
2002/03/25	Hindu Kush Region, Afghanistan	6.1	1000
2002/04/01	Eastern New Guinea Region, P.N.G.	5.9	36
2002/04/12	Hindu Kush Region, Afghanistan	5.9	50
2002/05/22	Western Iran	6.5	261
2002/10/31	Southern Italy	5.9	29
2002/11/01	Northwestern Kashmir	5.3	11
2002/11/02	Northern Sumatra Indonesia	7.4	30
2002/11/20	Northwestern Kashmir	6.4	19

Jordskjelv i år 2002 som har krevet mer enn 10 menneskeliv. Liste fra: http://neic.usgs.gov/neis/bulletin/2002_stats.html

Earthquakes during 2002 that claimed more than 10 human lives. List from: http://neic.usgs.gov/neis/bulletin/2002_stats.html



Jordskjelv i 2002 med styrke over 7.0 (venstre) og jordskjelv som krevet menneskeliv (høyre). Etter: http://neic.usgs.gov/neis/bulletin/2002_stats.html

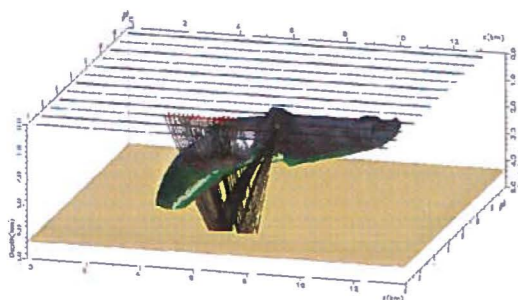
Earthquakes in 2002 with magnitude greater or equal to 7.0 (left) or claimed lives (right). From: http://neic.usgs.gov/neis/bulletin/2002_stats.html

Seismisk Modelling / Seismic Modelling

Research and development

NORSAR's section for seismic modelling is in the forefront internationally regarding advanced technology for seismic exploration. The section carries out R&D projects, provides expert consultant services and develops software products for use in the petroleum industry. Fifteen geophysicists and software specialists are currently engaged in this activity.

During 2002, much of the focus has been on further development of NORSAR's modelling tools, in particular within special applications. Some of the developments are implemented within NORSAR's commercial software packages, whereas others are used as internal tools for various projects and modelling services. Some key areas for special applications are:



"3D survey" i den syntetiske "SEG Salt Model" (SEG=Society of Exploration Geophysicists).

3D survey in the SEG salt model.

- New technology applied to seismic illumination studies (SMA, see separate description). This is used both in survey planning (2D and 3D seismic data acquisition) and for support in interpretation, evaluation and quality control of amplitude maps.
- New simulation algorithms for 3D wave propagation in anisotropic media. Such algorithms will be offered as commercial software in 2003, and this development represents a new milestone in NORSAR's modelling technology.
- A new modelling method in the area of integrated reservoir modelling, especially suited for simulating seismic response of predefined, detailed reservoir models. Typically, such models are generated by systematic variation of the rock parameters and/or fluid scenarios (e.g. oil/water interfaces). The method has been denoted 'SimPLI' (i.e. Simulated Prestack Local Imaging), and NORSAR has applied for a patent in 2003.
- A new strategy in integrated modelling, whereby one aims to combine data at the micro and macro levels (well-logs, 'check-shots', interpretation data, seismic data,...) in a consistent manner, so as to achieve models that are calibrated as well as possible. New strategic institute programs (in part in cooperation with IFE and NR) are being started from January 2003 in this important and promising area.

Modelling services

During the past few years, NORSAR has continued its emphasis on offering external services within seismic

Forskning og utvikling

Seksjonen for seismisk modellering arbeider med spiss-teknologi innen seismiske undersøkelser, utfører FoU-prosjekter og eksperttjenester, og utvikler programvare for petroleumsindustrien. Seksjonen teller for tiden 15 fast ansatte med bakgrunn fra geofysikk og IT.

I 2002 har mye av fokus vært på videreutvikling av NORSARs modelleringsverktøy, spesielt innen spesielle anvendelser. En del av nyutviklingene implementeres i NORSARs kommersielle programvare, mens en del fungerer som interne verktøy som benyttes i prosjekter og modelleringstjenester. Noen nøkkelområder for spesielle applikasjoner kan nevnes:

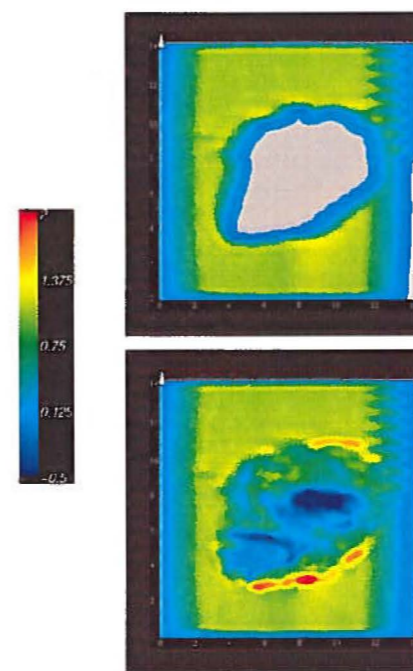
- Ny teknologi innen seismiske belyningsstudier (SMA, se egen omtale), til bruk både i planlegging av surveys (2D og 3D seismisk datainnsamling), og som støtte innen tolkning, evaluering og kvalitetskontroll av amplitudekart.
- Nye simuleringsalgoritmer for 3D bølgepropagering i anisotrope media, som i 2003 vil bli tilbudt som kommersiell programvare. Dette representerer uten tvil en ny milepæl innen NORSARs modelleringsteknologi.
- Ny modelleringsteknikk innen integrert reservoarmodellering, spesielt velegnet for å simulere seismisk respons av gitte detaljerte reservoar-modeller som typisk kan være generert ved systematisk å variere bergartsparametere og/eller fluid-scenarier (f. eks. olje/vann-kontakter). Metoden har fått betegnelsen 'SimPLI' (= Simulated Prestack Local Imaging), og er patentsøkt i 2003.
- En ny strategi innen integrert modellering, der en søker å kombinere data både på mikro- og makro-nivå (brønnlogger, 'check shots', tolkningsdata, seismiske data,...) på en konsistent måte for å oppnå best mulig kalibrerte modeller. Nye strategiske instituttprogram (delvis i samarbeid med IFE og NR) startes opp i januar 2003 innen dette viktige og framtidrettede område.

Modelleringstjenester

En viktig del av seksjonens arbeid, og som det i økende grad har vært satset på de siste par år er eksperttjenester innen seismisk modellering. Tjenestene har hovedsakelig vært utført innen to områder:

- Belysningsstudier og survey-planlegging, spesielt i forbindelse med komplekse 3D geometrier (f. eks. salt-kropper) mellom overflaten og målsone. En problemstilling kan f. eks. være å avdekke hvilke survey-parametere (skyteretning, offset, etc) som gir den beste seismiske belyning av målsone i dypet, dvs den beste forventede seismikken etter prosessering (PSDM).
- Modellering av reservoar-scenarier, hvor en kombinerer bergartsmodellering og fluid-substitusjon med seismiske modelleringsteknikker, for å simulere seismisk respons av reservoar-sonen. Typiske målsetning for disse studiene kan f. eks. være å finne ut om gitte forventede eller hypotetiske forandringer i fluid-sammensetninger i reservoaret kan avdekkes seismisk (mulighetsstudier, 4D), eller

som hypotesetesting og kvalitetskontroll av tolkningsresultater.



SMA kart for målhorisonten under saltkroppen i "SEG salt model".

SMA map for the target horizon below the salt body of the SEG salt model.

Forskningsresultater innen seismiske belyningsstudier ('SMA-metoden')

Modellbaserte belyningskart benyttes i utstrakt grad innen survey-planlegging og mulighetsstudier for å analysere hvordan en gitt reflektor 'belyses' av det seismiske bølgefelt for en gitt innsamlingsgeometri. En viktig del av slike studier er på grunnlag av en gitt modell å simulere et seismisk amplitudekart, som best mulig representerer de amplituder man kan avlede fra migrert seismikk, dvs de målingene man direkte forholder seg til på en seismisk tolkningsstasjon. Dette har vært en stor utfordring, da 'state-of-the-art' teknikker hittil i beste fall bare har gitt en svært grov tilnærming til de 'observerte' amplituder i seismiske tolkningsdata.

En viktig del av en slik amplitudemodellering er å finne ut hvilke effekter som skyldes 'overburden' (dvs geologien mellom overflaten og målreflektoren) og hvilke effekter som skyldes virkelige variasjoner i refleksjonsegenskapene, som f. eks. kan avdekke mulige olje/gasssoner.

NORSAR har i 2002 fullført en prototyp for beregning av såkalte SMA-kart (SMA = Simulated Migration Amplitude), som representerer en betydelig framskritt innen seismiske belyningsstudier. Metoden simulerer migrasjonsprosessen lokalt ved reflektoren, slik at de beregnede amplituder blir mye mer realistiske enn dem som oppnås med standard teknikker. Bl a blir både effekten av den seismiske puls og den såkalte Fresnel-effekten inkludert.

SMA kart for en reell målhorisont i en seismisk belyningsstudie.

SMA map for a real target horizon in a seismic illumination study.

modellering. These services have mainly been provided in two areas:

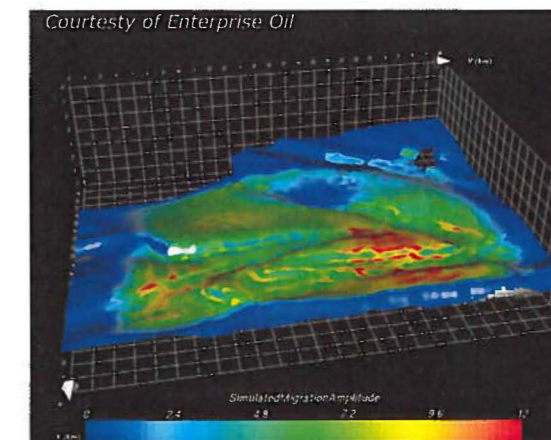
- Illumination studies and survey planning, in particular in cases when complex 3D geometries, such as salt-bodies, are situated between the surface and the target zone. An example could be to determine the survey parameters (shot direction, offset, etc.) that provide the best illumination of the deep target zone, i.e. the best expected seismic sections after processing.
- Modelling of reservoir scenarios, where one combines seismic modelling techniques with rock modelling and fluid substitution in order to simulate seismic response of the reservoir zone. A typical aim of such a study could be to determine whether expected or hypothesized changes in the fluid composition of the reservoir can be identified through seismic means. Alternatively, such studies could be used for testing of hypotheses or quality control of interpretation results.

Research results in seismic illumination studies (the SMA method)

Model-based illumination maps are used extensively in survey planning and studies to analyze how a given reflector is 'illuminated' by the seismic wavefield for a predefined receiver geometry. An important part of such studies is, for a given model, to simulate a seismic amplitude map which in the best possible way reproduces those amplitudes that can be inferred from seismic migration, i.e. measurements that are represented on an interactive workstation. This has been a considerable challenge, since "state-of-the-art" techniques so far have provided, at best, only a coarse approximation of the 'observed' amplitudes in the interpretation.

An important aspect of such amplitude modelling is to determine which effects are caused by the 'overburden' (i.e. the geology between the surface and the reflecting target), and which effects are due to real variations in the reflective properties, which in turn can help identify possible oil/gas zones.

During 2002, NORSAR has completed a prototype software package for calculating so-called SMA-maps (SMA= Simulated Migration Amplitude). This represents an important advance in seismic illumination studies. The method simulates the migration process locally near the reflector, and in this way the calculated amplitudes become much more realistic than what is achieved using conventional techniques. For example, by this method, both the effect from the seismic pulse and the so-called Fresnel effect will be included.



Publikasjoner / Foredrag

Publications and Lectures

Publikasjoner:

- Bungum H., C.D. Lindholm & A. Dahle (in press): Long-period ground-motions for large European earthquakes, 1905-1992, and comparisons with stochastic predictions. *Journal of Seismology*.
- Bungum, H. (2002): Norwegian neotectonics in a global perspective. In: *Proceedings, Onshore-offshore relationships on the North Atlantic Margin*, Norsk Petroleumsforening, Trondheim, May 2001, 4 pp.
- Dahlman, O., J. Mackby, S. Mykkeltveit & H. Haak (2002): Cheaters beware. *Bulletin of the Atomic Scientists*, Vol. 58, No. 1, 28-35.
- Gelius, L.-J., I. Lecomte & H. Tabti (2002): Analysis of the resolution function in seismic prestack depth imaging. *Geophysical Prospecting*, **50**, 505-515.
- Gelius, L.-J., I. Lecomte & S.-E. Hamran (2002): The concept of Local Parabolic Wave Imaging (LpI) in PSDM, Extended Abstract, SEG 72nd Annual Meeting, Salt Lake City.
- Gibbons, S.J., C. Lindholm, T. Kværna, & F. Ringdal (2002): Analysis of cavity-decoupled chemical explosions. F. Ringdal (ed.): *Semiannual Technical Summary*, 1 January - 30 June 2002, NORSAR Scientific Report No. 2-2002, NORSAR, Kjeller.
- Gjøystdal, H., E. Iversen, R. Laurain, I. Lecomte, V. Vinje & K. Åstebøl (2002): Applications of ray theory in modelling and imaging of seismic data. *Studia Geophysica et Geodaetica*, **46**, 113-164.
- Hamran, S.-E., I. Lecomte & L.-J. Gelius (2002): Local Plane-Wave Imaging of GPR Data. *Journal of Environmental and Engineering Geophysics*, in press.
- Hamran, S.-E., I. Lecomte & L.-J. Gelius (2002): GPR Processing using Local Plane-Wave Imaging. *GPR 2002 Conference Proceedings*, Santa Barbara, USA, 29 April - 2 May 2002.
- Harris, D., F. Ringdal, E. Kremenetskaya, S. Mykkeltveit, D. Rock & J. Schweitzer (2002): Ground truth collection for mining explosions in Northern Fennoscandia and Russia. 24th Seismic Research Review Nuclear Explosion Monitoring: Innovation and Integration. Ponte Vedra Beach, Florida, September 17-19. Proceedings, CD Version file 01-07; Volume 1, 54-60.
- Havskov, J., P. Bormann and J. Schweitzer (2002): IS 11.1: Earthquake location. In: P. Bormann (Ed.) (2002). *IASPEI New Manual of Seismological Observatory Practice (NMSOP)*, GeoForschungsZentrum Potsdam, Vol. 2, 28 pp.
- Hicks, E.C. (2002): Local and regional seismicity and crustal stresses in Norway and surrounding areas. Dissertation for the degree Doctor Scientiarum, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, University of Oslo, 126 pp.
- Hicks, E.C., T. Kværna, S. Mykkeltveit, J. Schweitzer & F. Ringdal (2002): Travel times and attenuation relations for regional phases in the Barents Sea region. In: *Tech. Summ.*, 1 July - 31 December 2001, NORSAR Sci. Rep. 1-2002, Kjeller, Norway.
- Holden, L., S. Sannan and H. Bungum (2002): A stochastic marked point process model for earthquakes. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, **2**, 1-7.
- Iversen, E. (2002): The isochron ray: A new concept in seismic modelling and imaging. Submitted to *Geophysics*.
- Iversen, E. (2002): From perturbation to propagation of seismic isochrons. Ph.D. Thesis, Univ. of Oslo.
- Iversen, E.: The isochron ray: A new concept in seismic modelling and imaging. EAGE 64th Annual Meeting, Florence, Expanded Abstract, C021.
- Iversen, E.: From approximate to accurate velocity rays. EAGE 64th Annual Meeting, Florence, Expanded Abstract, P107.
- Iversen, E.: The isochron ray: A new concept in seismic modelling and imaging. SEG 72nd Annual Meeting, Salt Lake City, Expanded Abstract, SM1.8.
- Iversen, E.: From approximate to accurate velocity rays. SEG 72nd Annual Meeting, Salt Lake City, Expanded Abstract, IT2.7.
- Johansen, T.-A., Å. Drottning, I. Lecomte & H. Gjøystdal (2002): Seismic modelling of fluid substitution effects. *Geophysical Prospecting*, **50**, 119-137.
- Klinge, K. J. Schweitzer & P. Bormann (2002): DS11.4: Record examples of underground nuclear explosions. In: Bormann, P. (Ed.) (2002). *IASPEI New Manual of Seismological Observatory Practice (NMSOP)*, GeoForschungsZentrum Potsdam, Vol 2, 6 pp.
- Kremenetskaya, E.O., S. Baranov, V.E. Asming & F. Ringdal (2002): Monitoring the seismicity of the Spitsbergen archipelago. In: *Semiannual Tech. Summ.*, 1 July - 31 December 2001, NORSAR Sci. Rep. 1-2002, Kjeller, Norway.
- Kværna, T., F. Ringdal, J. Schweitzer & L. Taylor (2002): Optimized Seismic Threshold Monitoring - Part 1: Regional Processing, *Pageoph*, **159**, 969-987.
- Kværna, T., F. Ringdal, J. Schweitzer & L. Taylor (2002): Optimized Seismic Threshold Monitoring - Part 2: Teleseismic Processing, *Pageoph*, **159**, 989-1004.
- Kværna, T. (2002): Progress Status, Management and Cost Report December 2001 - February 2002. Contract DTRA01-00-C-0107, Regional Seismic Threshold Monitoring, NORSAR, Kjeller, Norway.
- Kværna, T. (2002): Progress Status, Management and Cost Report March 2002 - May 2002. Contract DTRA01-00-C-0107, Regional Seismic Threshold Monitoring, NORSAR, Kjeller, Norway.
- Kværna, T. (2002): Progress Status, Management and Cost Report June 2002 - August 2002. Contract DTRA01-00-C-0107, Regional Seismic Threshold Monitoring, NORSAR, Kjeller, Norway.
- Kværna, T. (2002): Draft Final Scientific Report. Contract DTRA01-00-C-0107, Regional Seismic Threshold Monitoring, NORSAR, Kjeller, Norway.
- Kværna, T. (2002): Estimating global and regional IMS detection capability. In: *Semiannual Tech. Summ.*, 1 July - 31 December 2001, NORSAR Sci. Rep. 1-2002, Kjeller, Norway.
- Kværna, T., E. Hicks & F. Ringdal (2002): Site-Specific Generalized Beamforming (SSGBF) applied to the Lop Nor test site. In: *Semiannual Tech. Summ.*, 1 January - 30 June 2002, NORSAR Sci. Rep. 2-2002, Kjeller, Norway.
- Kværna, T., E. Hicks, J. Schweitzer & F. Ringdal (2002): Regional Seismic Threshold Monitoring. In: *Semiannual Tech. Summ.*, 1 January - 30 June 2002, NORSAR Sci. Rep. 2-2002, Kjeller, Norway.
- Kværna, T., E. Hicks, J. Schweitzer & F. Ringdal (2002): Regional Seismic Threshold Monitoring. 24th Seismic Research Review: Nuclear Explosion Monitoring: Innovation and Integration. Ponte Vedra Beach, Florida, September 17-19, Proceedings, CD-version file 07-03; Volume 2, 859-868.
- Laurain, R., & I. Lecomte (2002): Equivalences between elastic and electromagnetic wave propagation with application to 2D modelling of GPR. *submitted to Geophysical Prospecting*, February 2002.
- Laurain, R., J. Mispel & V. Vinje (2002): Towards better amplitude maps by simulated migration. SEG 72nd Annual Meeting, Salt Lake City, Expanded Abstracts.
- Lecomte, I., Gelius, J.-J., & Hamran, S.-E. (2002): Local Imaging approach and applications. Extended Abstract, 64th Annual EAGE Conference and Exhibition, Florence, May.
- Lecomte, I. (2002): Strategic Institute Program "3D seismic hybrid-modelling of oil/gas reservoirs". NORSAR Contribution 759, Final Scientific Report, NFR project # 113597/420.
- Lindholm, C.D. (2002): Technical Study for the Guaigui Hydroelectric Project, Dominican Republic. Rep. prepared for Statkraft Grøner a.s.
- Lindholm, C.D. (2002): Technical study for the Alto Yuna project, Dominican Republic. Earthquake hazard analysis. Rep. prepared for Statkraft Grøner AS.
- Lindholm, C.D. (2002): Site-specific hazard for the Ormen Lange field and postglacial earthquakes in the larger Møre region. Rep. prepared for Norsk Hydro.
- Lindholm, C.D. (2002): Site-specific hazard for the Ormen Lange field and postglacial earthquakes in the larger Møre Region. Update report. Rep. prepared for Norsk Hydro, December.
- Lindholm, C.D., H. Bungum & Project Team (2002): Microzonation studies in Central America. Proceedings, 12th Symposium on Earthquake Engineering, (D. Paul, A. Kumar and M. Sharma, Eds.), Indian Inst. of Tech., Roorkee, 16-18 December 2002, pp. 351-358.
- Lindholm, C., H. Bungum, J. I. Faleide & M. Roth (2002): Site specific hazard for the Ormen Lange field and postglacial earthquakes in the larger Møre region. Update report for Norsk Hydro, December 2002
- Lindholm, C.D., T. Kværna & J. Schweitzer (2002): Site-Specific Threshold Monitoring (SSTM) applied to the Lop Nor test site. In: *Semiannual Tech. Summ.*, 1 July - 31 December 2001, NORSAR Sci. Rep. 1-2002, Kjeller, Norway.
- Lindholm, C., S. Gibbons, T. Kværna & F. Ringdal (2002): Analysis of seismic decoupling. Quarterly report for SAIC, July.
- Lindholm, C., S. Gibbons, T. Kværna & F. Ringdal (2002): Analysis of seismic decoupling. Quarterly report for SAIC, October.
- Molina, S., C.D. Lindholm and H. Bungum (in press): Probabilistic seismic hazard analysis: Zoning free versus zoning methodology. *Boll. Geofis. Teor. ed Appl.*, **42**, 19-40.
- NORSAR (2002): Analysis and Processing of Events from the Kovdor Mine, Kola, NW Russia, Report prepared for US Dept. of Energy, Lawrence Livermore Natnl. Laboratory, NORSAR Contribution No. 793.
- NORSAR & IIEES (2002): Regionalized velocity models and travel time corrections using seismic signals arriving at Iranian seismic stations. Nov. 2002. Joint report by NORSAR and IIEES
- Oye V. & M. Roth (2002): Automatic seismic event location for hydrocarbon reservoirs, accepted for publication, *Computers & Geosciences*.
- Quillivic, A. (2002): Including 1D modelling in commercial ray tracing software with testing, comparisons and case studies. Diplomoppgave, Univ., Paris, Frankrike, October.
- Ringdal, F. (Ed.) (2002): *Semiannual Technical Summary*, 1 July - 31 December 2001, NORSAR Sci. Rep. 1-2002, NORSAR, Kjeller, Norway.
- Ringdal, F. (Ed.) (2002): *Semiannual Technical Summary*, 1 January - 30 June 2002, NORSAR Sci. Rep. 2-2002, NORSAR, Kjeller, Norway.
- Ringdal, F. (Ed.) (2002): Proceedings from the Fourth Workshop on IMS Location Calibration, Oslo, Norway, 22-26 April.
- Ringdal, F. (2002): Seismic event location calibration. In: *Semiannual Tech. Summ.*, 1 January - 30 June 2002, NORSAR Sci. Rep. 2-2002, Kjeller, Norway.
- Ringdal, F., T. Kværna, E. Kremenetskaya, V. Asming, S. Mykkeltveit, C. Lindholm & J. Schweitzer (2002): Research in regional seismic monitoring. In: *Semiannual Tech. Summ.*, 1 January - 30 June 2002, NORSAR Sci. Rep. 2-2002, Kjeller, Norway.
- Ringdal, F., T. Kværna, E. Kremenetskaya, V. Asming, C. Lindholm & J. Schweitzer (2002): Research in regional seismic monitoring. 24th Seismic Research Review - Nuclear Explosion Monitoring: Innovation and Integration. Ponte Vedra Beach, Florida, September 17-19, 2002, Proceedings, CD Version file 02-17, Volume 1, 385-393.
- Ritter, J. & J. Schweitzer (2002): Ludwig Carl Geiger (GeoPhysiker in Göttingen und auf Samoa. *Deutsche Geophysikalische Gesellschaft Mitteilungen* 2/2002, 20-29.
- Schweitzer, J. (2002): Simultaneous inversion of steep-angle observations of PcP and ScP in Europe - what can we learn about the core-mantle boundary? *Geophys. J. Int.* **151**, 209-220.
- Schweitzer, J. (2002): Some results derived from the seismic signals of the accident of the Russian submarine Kursk. In: *Semiannual Tech. Summ.*, 1 July - 31 December 2001, NORSAR Sci. Rep. 1-2002, Kjeller, Norway.
- Schweitzer, J. (2002): HYPOSAT Version 4.4 (including HYPOMOD 1.1), User Manual. NORSAR contribution No. 732, Kjeller, October 2002, 15 pp.
- Schweitzer, J. (2002): PD 11.1: User manual for HYPOSAT (including HYPOMOD). In: P. Bormann (Ed.) (2002). *IASPEI New Manual of Seismological Observatory Practice (NMSOP)*, GeoForschungsZentrum Potsdam, Vol. 2, 16 pp.
- Schweitzer, J. (2002): PD 11.2: User manual for Laufze and LAUFPS. In: P. Bormann (Ed.) (2002). *IASPEI New Manual of Seismological Observatory Practice (NMSOP)*, GeoForschungsZentrum Potsdam, Vol. 2, 14 pp.
- Schweitzer, J., J. Fyen, S. Mykkeltveit & T. Kværna (2002). Chapter 9: Seismic Arrays. In: Bormann, P. (Ed.) (2002). *IASPEI New Manual of Seismological Observatory Practice (NMSOP)*, GeoForschungsZentrum Potsdam, Vol. 1, 52 pp.
- Schweitzer, J. & B.L.N. Kennett (2002): Comparison of location procedures - the Kara Sea event of 16 August 1997. In: *Semiannual Tech. Summ.*, 1 July - 31 December 2001, NORSAR Sci. Rep. 1-2002, Kjeller, Norway.
- Schweitzer, J. & T. Kværna (2002): Design study for the refurbishment of the SPITS Array (AS72). In: *Semiannual Tech. Summ.*, 1 January - 30 June 2002, NORSAR Sci. Rep. 2-2002, Kjeller, Norway.
- Stevens, J., N. Rimer, H. Xu, E. Baker, J. Murphy, B. Barker, C. Lindholm, F. Ringdal, S. Gibbons, T. Kværna & I. Kitov (2002): Analysis and simulation of cavity-decoupled chemical explosions. Report prepared with SAIC.
- Storchak, D.A., P. Bormann & J. Schweitzer (2002): IS 2.1: Standard nomenclature of seismic phases. In: Bormann, P. (ed.) (2002). *IASPEI New Manual of Seismological Observatory Practice (NMSOP)*, GeoForschungsZentrum Potsdam, Vol. 2, 18 pp.
- van Eck, T., C. Trabant, A. Heintloo, B. Dost, R. Sleeman, F. Goutbeek, W. Hanka, E. Carenno, M. Tome de la Vega, S. Mazza, A. Mandiello, M. Öllivieri, G. Choularías, N. Melis, A. Deschamps, W. Lenhardt, N. Horn, M. Baer, J. Schweitzer, M. Zivcic, G. Mocnik, K. Solomi, J. Zednik, J. Kivisilla, G. Roul, M. Granet, K. Stammer, A. Shapira, M. Russi, G. Costa, P. Wiejacz, E. Buforn, A. Pazos, M. Aktar & D. Kalafat (2002): Towards a virtual European broadband seismograph network. *Orfeus Newsletter*, Volume 4, no 1, May.

Foredrag:

- Adams, R. D., P. Bormann, R. E. Engdahl, J. Havskov, B.L.N. Kennett, J. Schweitzer & D. Storchak: *IASPEI standard seismic phase list*. ESC, Genova, September 2002 (poster).
- Braun, Th. & J. Schweitzer: Results from a small-scale array installation in Central Italy and its merits for the local event detection processing capability. ESC, Genova, September 2002.
- Bungum, H.: Ormen Lange earthquake hazard update. Seabed and Merocean Work Meeting: Ormen Lange Results Update and Slide Issues, Soria Moria, Oslo, 4-5 September 2002.
- Bungum, H.: A new stochastic model for earthquakes and its application to synthetic catalog generation. 33rd Nordic Seminar on Detection Seismology, Lahti, Finland, 25-27 September 2002.
- Bungum, H.: Holocene seismicity at the Norwegian continental margin; observations and models. 33rd Nordic Seminar on Detection Seismology, Lahti, Finland, 25-27 September 2002.
- Bungum, H.: Norwegian neotectonics in a global perspective. NPF Conference on Onshore-Offshore Relationships on the North Atlantic Margin, Trondheim, 7-9 October 2002.
- Drottning, Å & H. Gjøystdal: Integrated Rock Physics and Seismic Modelling: Advanced tools for reservoir analysis and interpretation. Technical Presentation, NORSAR Booth, EAGE, Firenze, 2002.
- Gelius, L.-J., I. Lecomte & S.-E. Hamran: The concept of Local Parabolic Wave Imaging (LpI) in PSDM. *Extended Abstracts, SEG 72nd Annual Meeting*, Salt Lake City, 2002.
- Gibbons, S.J.: Mekanismer for reversering av jordens magnetfelt. Norsk Geofysisk forenings årsmøte og symposium, Geilo, 10-13 september 2002.
- Gibbons, S.J., C. Lindholm & T. Kværna: Analysis of seismic decoupling. 33rd Nordic Seminar on detection seismology, Lahti, Finland, 25-27 September 2002.

- Hamran, S.-E., I. Lecomte & L.-J. Gélius: GPR Processing using Local Plane-Wave Imaging, *GPR 2002 Conference*, Santa Barbara, USA, April 29 - May 2, 2002.
- Harris, D., D. Rock, T. Hauk, F. Ringdal, J. Schweitzer, S. Mykkeltveit, E. Kremenetskaya: Ground truth collection for mining explosions in northern Fennoscandia and Russia (poster). 24th Seismic Research Review - Nuclear Explosion Monitoring: Innovation and Integration, Ponte Vedra Beach, Florida, 17-19 September 2002.
- Hicks, E.C., T. Kværna, S. Mykkeltveit, J. Schweitzer & F. Ringdal: Travel times and attenuation relations for regional phases in the Barents Sea region, 33rd Nordic Seminar on Detection Seismology, Lahti, Finland, 25-27 September 2002.
- Iversen, E.: The role of amplitudes in seismic processing. Defense of Ph.D., the committee's selected lecture topic, Univ. of Oslo.
- Iversen, E.: Strategies for ray tracing in anisotropic velocity models. Defense of Ph.D., the candidate's selected lecture topic. Univ. of Oslo.
- Iversen, E.: Introduction to the modules ARM, FLOWS, and EVAN in NORSAR-2D. Course presentation prepared for Schlumberger, Stavanger, 25 April 2002.
- Iversen, E.: Anisotropic ray mapping (ARM). Course presentation prepared for Schlumberger, Stavanger, 25 April 2002.
- Iversen, E.: Future aspects: Isochron rays and velocity rays. Course presentation for Schlumberger, Stavanger, 25 April 2002.
- Iversen, E.: Anisotropic ray mapping (ARM) — What for? EAGE 64th Annual Meeting, Florence, booth presentation.
- Iversen, E.: The isochron ray: A new concept in seismic modelling and imaging. EAGE 64th Annual Meeting, Florence.
- Iversen, E.: From approximate to accurate velocity rays. EAGE 64th Annual Meeting, Florence.
- Iversen, E.: The isochron ray: A new concept in seismic modelling and imaging. SEG 72nd Annual Meeting, Salt Lake City.
- Iversen, E.: From approximate to accurate velocity rays. SEG 72nd Annual Meeting, Salt Lake City.
- Iversen, E., & J. Mispel: Isochron rays and velocity rays in anisotropic media, 10th international workshop on seismic anisotropy, Tutzing, Germany, 14-19 April 2002.
- Kværna, T., J. Schweitzer & J. Fyen: Automatic Processing of Regional and Teleseismic Events at NORSAR. European Seismological Commission (ESC), XXVIII General Assembly, Genoa, Italy, 1-6 September 2002.
- Kværna, T.: Geofysiske aspekter ved overvåkingssystemet for kjernefysiske prøvestans. Norsk Geofysisisk forenings årsmøte og symposium, Geilo, 10-13 September 2002.
- Kværna, T., E. Hicks, J. Schweitzer & F. Ringdal: Regional Seismic Threshold Monitoring. 24th Seismic Research Review (Poster): Nuclear Explosion Monitoring: Innovation and Integration. Ponte Vedra Beach, Florida, 17-19 September 2002.
- Kværna, T.: Regional Seismic Threshold Monitoring. DTRA Workshop on Event Location. Ponte Vedra Beach, Florida, 16 September 2002.
- Lecomte, I., Gélius, J.-J., & Hamran, S.-E.: Local Imaging approach and applications, 64th Annual EAGE 64th Conference and Exhibition, Florence, May 2002.
- Lindholm, C.: Induced Seismicity. 33rd Nordic Seminar on detection seismology, Lahti, Finland, 25-27 September 2002.
- Mispel, J. & Iversen, E.: Anisotropic ray mapping and modelling, SEG 72nd Annual Meeting, Salt Lake City, NORSAR booth presentation.
- Mykkeltveit, S.: Activities of Working Group B of the CTBTO PrepCom. 33rd Nordic Seminar on Detection Seismology, Lahti, Finland, 25-27 September 2002.
- Oye, V., M. Roth & H. Bungum: Automatic monitoring of induced microseismicity, Kongsberg seminar — Physics of Geological Processes, Norway, 2002.
- Oye, V. & M. Roth: Automatic real-time processing of induced microseismic data, EAGE meeting, Florence, Italy, 2002.
- Ringdal, F.: The global location calibration effort. Presentation at the 4th Workshop on IMS Location Calibration, Oslo, April 2002.
- Ringdal, F.: Issues regarding the collection, application and validation of calibration information. Presentation at the 4th Workshop on IMS Location Calibration, Oslo, April 2002.
- Ringdal, F.: Report from the 2002 Seismic Location Calibration Workshop. Presentation to Working Group B of the CTBTO Preparatory Commission, Vienna, May 2002.
- Ringdal, F. (Invited Presentation): Introduction to the session on Data Processing and Analysis. 24th Seismic Research Review, Ponte Vedra Beach, Florida, September 2002.
- Ringdal, F., T. Kværna, E. Kremenetskaya, V. Asming, C. Lindholm, S. Mykkeltveit & J. Schweitzer: Research in Regional Seismic Monitoring. Poster Presentation. 24th Seismic Research Review, Ponte Vedra Beach, Florida, September 2002.
- Ringdal, F. (Invited Presentation): On the relevance of WMO-PTS cooperation for the CTBTO Preparatory Commission, CTBTO-WMO Workshop: The way forward, Vienna, October 2002.
- Ritter, J.R.R. & J. Schweitzer: The Göttingen school of seismology — II, DGG, Hannover, March 2002 (poster).
- Ritter, J.R.R. & J. Schweitzer: Ludwig Carl Geiger (1882-1966), DGG, Hannover, March 2002.
- Ritter, J.R.R. & J. Schweitzer: The Göttingen school of seismology — II, ESC, Genova, September 2002 (poster).
- Roth M., V. Oye & H. Bungum: Automatic microseismic monitoring, 33rd Nordic Seminar on Detection Seismology, Lahti, Finland, 25-27 September 2002.
- Roth M., Oye V.: Automatische Lokalisierung mikroseismischer Ereignisse, Annual Meeting of the German Geophysical Society, Hannover, Germany.
- Schweitzer, J. & W.H.K. Lee: The IASPEI collection of old seismic bulletins, DGG, Hannover 2002.
- Schweitzer, J. & J.R.R. Ritter: The Göttingen school of seismology — I, DGG, Hannover, March 2002 (poster).
- Schweitzer, J., J. Fyen, S. Mykkeltveit & T. Kværna: Seismic arrays — Chapter 9 of the new manual of Seismological Observatory Practice (MSOP), DGG, Hannover, March 2002 (poster).
- Schweitzer, J., J. Fyen, S. Mykkeltveit & T. Kværna: Seismic arrays — Chapter 9 for the new Manual of Seismological Observatory Practice (MSOP), Seism. Soc. America, 2002 (poster).
- Schweitzer, J. & B.L.N. Kennett: Comparison of location procedures — the Kara Sea event of 16 August 1997. 4th Workshop on IMS Location Calibration and Screening, Oslo, 22-26 April 2002.
- Schweitzer, J.: Erkenntnisse zur Struktur des Erdkörpers — eine Erfolgsgeschichte der Seismologie Festveranstaltung "100 Jahre Erdbebenaufzeichnungen an der Universität Leipzig", 30 May 2002 (invited colloquium talk).
- Schweitzer, J.: Analysis of seismic data from arrays, IMS Technical Training Programme, Hailar, China, 29 June - 2 July 2002 (invited lesson).
- Schweitzer, J. & W.H.K. Lee: The IASPEI collection of old seismic bulletins, ESC, Genova, September 2002.
- Schweitzer, J. & J.R.R. Ritter: The Göttingen school of seismology - I, ESC, Genova, September 2002 (poster).
- Schweitzer, J., J. Fyen, S. Mykkeltveit & T. Kværna: New manual of seismological observatory practice (NMSOP). Chapter 9: Seismic arrays, ESC, Genova, September 2002 (poster + talk).
- Schweitzer, J. & B.L.N. Kennett: Comparison of location procedures — the Kara Sea event of 16 August 1997, ESC, Genova, September 2002.
- Schweitzer, J.: Some results derived from the seismic signals of the Kursk accident, ESC, Genova, September 2002.
- Schweitzer, J.: Einige seismologische Untersuchungen zum Kursk-Unglück, AG Seismologie, Potsdam, 25-27 September 2002.
- Stevens J., N. Rimer, H. Xu, G. Baker, J. Murphy, B. Barker, C. Lindholm, F. Ringdal & I. Kitov (2002): Analysis and simulation of cavity-decoupled chemical explosions. 24th Seismic Research Review Ponte Vedra Beach, FL, 17-19 September 2002.