

NORSAR

**Årsmelding /
Annual Report 2004**

Bildet på omslaget illustrerer det katastrofale jordskjelvet ved Sumatra den 26. desember 2004. Skjelvet forårsaket en gigantisk flodbølge (tsunami) i det Indiske hav, og førte til tap av nær 300.000 menneskeliv.

The picture on the cover illustrates the catastrophic earthquake near Sumatra on 26 December 2004. This earthquake generated a huge tsunami in the Indian Ocean, claiming nearly 300,000 human lives.

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: Interface Media as

Om NORSAR

About NORSAR

NORSAR er en uavhengig stiftelse som på ideelt 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 forskningscenter innen seismologi, med 47 ansatte og en omsetning i 2004 på ca 46 millioner kroner.

NORSARs hovedkontor og datasenter på Kjeller.

NORSAR's main office facilities and data center at Kjeller.



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 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 modeling 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 47 employees, and with a revenue of 46 million NOK in 2004.

Styrets beretning

Report from the Board of Directors

Virksomhetens art

NORSARs vedtektsfestede formål er på ideelt og samfunnsnyttig grunnlag å drive forskning og utvikling innen geofysiske og data-tekniske fagområder, fungere som nasjonalt kompetanse- og driftssenter knyttet til avtalen om forbud mot kjernefysiske prøvesprengninger, arbeide for anvendelse av denne forskningens resultater i praksis til fremme av norsk nærings- og samfunnsliv, og bidra til opparbeidelse og utvikling av kompetanse innen stiftelsens fagfelt, herunder utdanning av fagpersonell, samt andre aktiviteter som står i forbindelse hermed, herunder samarbeid med, deltagelse og eierskap i andre selskaper og organisasjoner.

Virksomheten er organisert i de tekniske avdelingene NDC (National Data Center), Seismologi og Seismisk Modellering, samt en administrativ avdeling og en systemgruppe.

NDC står for driften av feltanlegg, samt registrering, transmisjon, prosessering og analyse av seismiske data. Avdelingen for Seismologi er orientert mot forskning, utvikling og anvendelse av metoder innen seismologi, blant annet for å sikre at NORSAR opprettholder og videreutvikler den nødvendige nasjonale kompetanse for verifikasjon av prøvestansavtalen. Seismisk Modellering utfører FoU, påtar seg oppdragsforskning og utvikler programvare, hovedsakelig for petroleumsindustrien.

NORSARs hovedvirksomhet er lokalisert i Instituttveien 25, 2007 Kjeller, Skedsmo kommune, og med et avdelingskontor i Thormøhlensgate 55, Bergen. Feltnanleggene ligger i Hedmark, i Finnmark, på Svalbard og Jan Mayen. Vedlikeholdssenteret for feltnanleggene er lokalisert i Ajerhagan 98, Hamar.

Økonomi

NORSARs etablering i 1968 var grunnlagt på et deteksjonsseismologisk samarbeid mellom Norge og USA nedfelt i en bilateral regjeringsavtale, St Prp. nr. 128, 1967-68. Etter mer enn 35 år er dette forskningssamarbeidet fremdeles aktivt, og oppdrag innen dette samarbeid med USA utgjorde i 2004 omlag 16% av NORSARs samlede driftsinntekter. Året 2004 var det fjerde året i en 5-årig rammeavtale med amerikanske samarbeidspartnere.

I St prp nr 41, 1998-99, om samtykke til ratifikasjon av prøvestansavtalen (Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty, CTBT) utpekes NORSAR til å fungere som norsk nasjonalt datasenter og til å forestå den tekniske gjennomføringen av Norges verifikasjonsoppgaver. 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 følges opp med en årlig finansiering fra Utenriksdepartementet som skal sette NORSAR i stand til å utføre dette oppdraget. Det økonomiske bidraget til dette prosjektet utgjorde 28% av NORSARs driftsinntekter i 2004. Styret ser i denne forbindelse med bekymring på utviklingen i UD-bevilgningen, og den reduksjon i midler som stilles til rådighet for NORSAR for å løse den oppgaven NORSAR ble tildelt av Stortinget ved ratifikasjon av Prøvestansavtalen i 1999. Videreføring av kompetanse internt og opprettholdelse av NORSARs omdømme som en faglig ledende, internasjonal aktør innen seismologi og prøvestanskontroll er i denne sammenheng viktige tema å fokusere på for NORSAR framover.

I en overgangsperiode på 5 år fra fristillingen av NORSAR som stiftelse pr 1.7. 1999, yter Norges Forskningsråd (NFR) en utvidet støtte til strategiske programmer ved NORSAR. Denne støtten setter

Activities

NORSAR is an independent foundation established for the purpose of conducting research and development in geophysics and geophysical software, to promote the application of research results for the benefit of the Norwegian society and Norwegian industry, and to act as a national resource center for verifying compliance with the Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty (CTBT). Furthermore, NORSAR is to maintain and further develop the professional competence within its areas of activity, and to cooperate with other organizations, including establishing joint ownership where appropriate.

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.

NDC is responsible for operating the field installations as well as transmission, recording, processing and analysis of the recorded data. The Seismology section focuses on research, development and application of seismological methods, with a main purpose being to maintain and develop further the professional competence required for national CTBT verification functions. The section for Seismic Modelling carries out R&D projects, provides expert consultant services and develops software products for use in the petroleum industry.

NORSAR has its headquarters at Kjeller. NORSAR's field maintenance section is located at Hamar, and a branch office for seismic modelling is located in Bergen. The field installations are located in Hedmark, Finnmark, Spitsbergen and Jan Mayen.

Economy

The establishment of NORSAR in 1968 was based upon a Government-to-Government agreement between Norway and the United States, covering cooperation in seismological research and development. This agreement is contained in Parliament Proposition No. 128 (1967-68). After more than 35 years, this cooperation is still ongoing, and US-financed projects comprised about 16% of

NORSAR's revenues in 2004. The year 2004 was the fourth year under the current 5-year framework agreement with our cooperative partners in the United States.

The Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty (CTBT) was ratified by Norway in 1999 (St. Prp. No. 41 (1998-99)). As part of the ratification process, the Norwegian Parliament assigned to NORSAR the responsibility of functioning as the Norwegian National Data Center (NDC) for treaty verification. Furthermore, NORSAR was given the responsibility to ensure that the necessary technical and professional competence was established to assist Norwegian authorities in questions regarding treaty compliance. The Ministry of Foreign Affairs provides funding for NORSAR for this purpose. In 2004, this funding comprised 28% of NORSAR's revenues.

The Board of Directors expresses concern with the recent reductions in funding by the Norwegian Ministry of Foreign Affairs with regard to NORSAR's CTBT-related activities. This concern mainly addresses NORSAR's ability, in the long term, to carry out the tasks that were assigned to the institution by the Norwegian Parliament during the treaty ratification process. A topic of particular concern is to maintain the professional competence at NORSAR to support future treaty verification functions.

During a five-year period (1999-2004) NORSAR has received supplementary funding from the Research Council of Norway in connection with the establishment of NORSAR as an independent foundation. The purpose of this funding was to support strategic research programs at NORSAR during a transitional period. Projects that are fully or partly financed by the Research Council include Strategic Institute Programs as well as competence-building projects with industry support and various innovation projects, also supported by industry. Altogether, including industry support and NORSAR's own contributions, such projects comprised 23% of NORSAR's revenues in 2004.

The section for Seismic Modelling noted during 2004 an increased interest for its products and services from oil companies and contractors, but a declining dollar exchange rate led to a shortfall in the revenues for this section,

NORSAR i stand til å etablere et styrket faglig og forretningsmessig fundament for framtiden. NORSARs prosjekter finansiert eller del-finansiert av NFR omfatter strategiske instituttprogrammer (SIP), kompetanseprosjekter med brukermedvirkning (KMB) og brukerstyrte innovasjonsprosjekter (BIP). Inkludert delfinansieringer fra industrien og egenfinansiering fra NORSAR utgjorde slike prosjekter ca 23% av prosjektinntektene i 2004.

Avdelingen for Seismisk Modellering registrerte i 2004 igjen økende interesse fra oljeselskap og kontraktører, men en synkende dollarkurs gjorde at denne avdelingen, som har storparten av sine inntekter i dollar, fikk en inntektssvikt.

Årsregnskap for 2004 viser driftsinntekter på tilsammen 46.456 mill kroner. Driftsresultatet ble 0.831 mill kroner, og årsresultatet på 1.882 mill kroner, omlag 1.3 mill kroner lavere enn budsjettet. Ordinært finansregnskap ble negativt med 0.450 mill kroner, noe som skyldes NORSARs relativt høye inntektsandel i dollar og avtagende dollarkurs gjennom året.

Totalkapitalen pr 31.12.2004 var på 48.5 mill kroner, mens egenkapitalen beløp seg til 28.2 mill kroner, tilsvarende en egenkapitalandel på 58.1%.

Investeringer utgjorde 1.128 mill kroner i 2004. NORSARs likviditetsbeholdning pr 31.12.2004 var 16.5 mill kroner. NORSARs likviditet er tilfredsstillende.

Årsresultatet for Stiftelsen NORSAR er disponert slik:

Overført til annen egenkapital	kr 381.189
Avsetning vedr. feltanlegg	kr 1.500.358
Totalt disponert	<u>kr 1.881.547</u>

I disponeringen av årsresultatet er det avsatt kr 1.500.358 i forbindelse med offentlig pålegg om rydding og fjerning av NORSARs seismiske feltanlegg i Finnmark og på Svalbard ved en eventuell framtidig avvikling av disse anleggene.

Driftsresultatet tilsvarer en resultatgrad på 1.8% av driftsinntektene, noe som er betydelig lavere enn budsjettet (5.6%), og ligger under Nærings- og handelsdepartementets målsetting på 3% for instituttsektoren.

Styret vurderer imidlertid totalt sett framtidsutsiktene som gode, og stiftelsen er i en god økonomisk stilling. Forutsetningen om fortsatt drift er lagt til grunn ved utarbeidelsen av årsregnskapet.

Framtidig utvikling

Ferdig utbygging og sertifisering av NORSAR som norsk nasjonalt datasenter under prøvestansavtalen (CTBT) er et prioritert mål i NORSARs 5-årige strategiplan for perioden 2000-2005. I 2004 ble det gjennomført en omfattende teknisk oppgradering av den seismiske målestasjonen på Svalbard (AS72). Videre planlegging for etablering av infralyd-stasjonen ved Karasjok ble utsatt til 2005 på grunn av reduserte bevilgninger over statsbudsjettet. Et annet mål er å opprettholde og videreutvikle NORSAR som et internasjonalt kompetansesenter i seismologi. Som et ledd i dette vektlegges forsknings-samarbeidet med amerikanske Lawrence Livermore National Laboratory, United States Geological Survey (USGS), Kola Regional Seismological Centre og PTS (Provisional Technical Secretariat) ved CTBTO i Wien. USA-samarbeidet er det betydeligste i volum, med flere samtidige forskningskontrakter, bl a en ny kontrakt vunnet i 2004 i åpen konkurranse.

Ialt 10 forskere fra EU-land hadde i 2004 forskningsopphold ved NORSAR som et ledd i et prosjektet knyttet til subprogrammet Transnational Access to Research Infrastructures (ARI) under Human

Potentials Programme. Forskerne får i dette prosjektet støtte til opphold ved NORSAR for å utnytte NORSARs infrastruktur, databaser og kompetanse. Prosjektet ble avsluttet i 2004, og erfaringene er så gode at NORSAR vil søke igjen ved ny utlysning i 2005.

Bilateralt samarbeid mellom NORSAR og andre medlemsland i CTBT, samt aktiv deltagelse i prøvestansorganisasjonens styringsorganer, representerer prioriterte aktiviteter for å opprettholde og styrke NORSARs internasjonale profil. NORSARs deltagelse i senter for fremragende forskning, International Centre for Geohazards (ICG), representerer en langsiktig FoU-virksomhet innen bl.a. jordskjelvrisiko, og kan gi gode utviklings-muligheter for et av NORSARs kjerneområder. ICG representerer en form for alliansebygging mellom instituttsektor og U&H sektor som kan komme til å gi interessante synergieffekter framover.

NORSARs satsing på mikroseismisk monitorering har vakt interesse i gruveindustrien og funnet sin anvendelse ved spesielle undersøkelser i forskningssammenheng. Et nærmere samarbeid med USGS knyttet til undersøkelser av San Andreas-forkastningen i California er muliggjort gjennom denne satsingen. Anvendelser i petroleumssektoren er fremdeles et primært ønske som det arbeides mot, men utviklingen går langsommere enn tidligere antatt.

Oppdragsmengden innen seismisk modellering økte i 2004, og den kundekontakt som denne aktiviteten representerer vil gi viktige impulser og støtte til strategiplanens målsetting om å opprettholde og videreutvikle NORSAR som et anerkjent og ledende forskningsinstitutt innen dette fagområdet.

Våren 2004 ble det nedsatt et internt utvalg på 8 medlemmer for vurdering av en ny organisering ved NORSAR. Høsten 2004 ble det besluttet å oppløse den eksisterende avdelingsstrukturen med tre fagavdelinger og erstatte den med 6 forskningsprogrammer. Den nye organiseringen trer i kraft fra 1.1.2005.

Arbeidsmiljø og personale

Pr 31.12.2004 var det 47 ansatte ved NORSAR (opp fra 46 i 2003) hvorav tre hadde arbeidsplass ved feltavdelingen på Hamar og tre ved kontoret i Bergen. Det ble utført 43.7 årsverk ved bedriften i 2004.

NORSAR har tilrettelagt arbeidsforholdene ved bedriften for arbeidstakere av begge kjønn og praktiserer kjønnsmessig likebehandling.

Med bakgrunn i sterkt økende pensjonsforpliktelser, vedtok styret i 2004 å søke om at NORSARs ordning med avtalefestet pensjon (AFP) fra 62 år i Statens pensjonskasse avvikles og erstattes med en tilsvarende ordning fra 65 år med virkning fra 1.1.2005.

Sykefraværet har de senere år vært lavt ved NORSAR, og var i 2004 på 1.7%, inkludert fravær ved barns sykdom. Det har ikke forekommet eller blitt rapportert arbeidsuhell eller ulykker knyttet til NORSARs virksomhet.

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

NORSARs driver ikke virksomhet som forurensar det ytre miljø.

NORSARs framtid avhenger av institusjonens evne til å framstå som en god arbeidsplass og et respektert og fremgangsrikt forskningsinstitutt. Styret takker hver enkelt medarbeider for bidrag til å oppnå dette.

which has most of its income in US dollars.

NORSAR's gross revenue during 2004 was 46.456 MNOK and the operating profit was 0.831 MNOK. Including financial transactions, the overall profit in 2003 was 1.882 MNOK, which was approximately 1.3 MNOK less than budgeted. The financial result (excluding extraordinary financial transactions) was negative (-0.450 MNOK), due to a declining dollar exchange rate combined with the fact that NORSAR has much of its income in US dollars. By the end of 2004, NORSAR's capital assets comprised 48.5 MNOK, and the total equity was 28.2 MNOK (58.1% of total assets).

NORSAR's total investments during 2004 comprised 1.128 MNOK. The liquid capital was 16.5 MNOK by the end of the year, which the Board considers to be satisfactory. NORSAR has allocated 1.5 MNOK of the operating profit in a fund for future environmental restoration at the field sites in Finnmark and Spitsbergen.

NORSAR's operating profit corresponds to 1.8% of the total revenues for 2004. This is considerably below the budgeted level of 5.6% and is also lower than the guideline of 3% established by the Norwegian Ministry of Trade and Industry.

Nevertheless, the Board of Directors considers NORSAR's future prospects to be promising, and considers the financial status to be satisfactory.

Perspectives

The completion of NORSAR as the Norwegian National Data Center for verifying compliance with the Comprehensive Test-Ban-Treaty (CTBT) has been a main priority in the five-year strategic plan (2000-2005) for NORSAR. During 2004, a comprehensive technical upgrade of the auxiliary seismic array (AS72) at Spitsbergen was carried out. Further planning for establishing the one Norwegian IMS station that remains to be built, the infrasound array at Karasjok, Northern Norway, was postponed until 2005 because of reductions in the Norwegian Government's financial support to NORSAR.

International cooperation has always been a key aspect of NORSAR's research activities. A strategic goal is to maintain and

strengthen NORSAR as an international center of excellence in the field of seismology. Toward this goal, emphasis is placed on continuing our long-standing technical cooperation with key research partners such as the US Department of Defense, Lawrence Livermore National Laboratory (LLNL), United States Geological Survey, Kola Regional Seismological Centre (KRSC) and the Provisional Technical Secretariat of the CTBT Organization (CTBTO) in Vienna, Austria. In particular, NORSAR has a number of ongoing research contracts with the United States, awarded in open international competition.

During 2004, a total of 10 scientists from EU countries conducted research at NORSAR, funded under the EU program "Transnational Access to Major Research Infrastructures" (ARI), which is part of the "Human Potentials Programme". During this project, the visiting scientists received financial support for their stay in Norway and were provided with access to NORSAR's infrastructure and databases, besides engaging in cooperative research together with NORSAR scientists. This program was completed in 2004, and based on the positive experience, we are applying for a follow-up program in 2005.

NORSAR will maintain its focus on cooperation with prominent research institutions in countries participating in the work of CTBTO in Vienna, and will continue its technical contributions to the CTBTO policy-making organs.

NORSAR's participation in the "International Centre for Geohazards" (ICG) represents a long-term R&D commitment within fields such as earthquake hazard, and will provide a stimulus for future development in this key area. Established as a research consortium under the 'Research Centre of Excellence' program, ICG is expected to provide important synergy effects between participating universities and R&D organizations.

Microseismic monitoring was established in 1999 as a new area of activity at NORSAR. In 2004, we have established cooperation with USGS regarding investigations of the San Andreas fault in California. Another important topic which is being considered is microseismic monitoring of unstable mountain slopes. To make use of this technology to record and process microseismic data for the petroleum industry remains a main goal, but the development of applications directed toward this industry is slower than previously anticipated.

The section for Seismic Modelling increased its activities in 2004. The close contact with customers represented by this activity will give important impulses to the goal of the strategic plan to maintain and develop further NORSAR as an internationally recognized and leading research institution within this field.

In early 2004, NORSAR established a committee of 8 employees to consider various options for inter-

nal reorganization. Based on the recommendations from this committee it was decided to replace the existing organization (comprising three research sections) with a program-oriented structure, focusing on six research programs. In addition, a marketing unit will be established. The new organization will become effective 1 January 2005.

Personnel and working environment

NORSAR had 47 employees at the end of 2004, three of which were working at the field maintenance center at Hamar and another three at the branch office in Bergen. A total of 43.7 man-years of work was conducted during 2004.

Total sick leave at NORSAR was 1.7% during 2004. No accidents, injuries or incidents causing pollution of the environment have been recorded in connection with NORSAR's activities during the year.

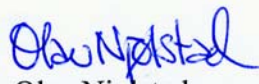
The working environment at NORSAR is considered satisfactory. NORSAR encourages the improvement of this environment through an active dialog between employees and management, and through emphasis on HSE-work and quality assurance.

NORSAR's future prospects depend 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.

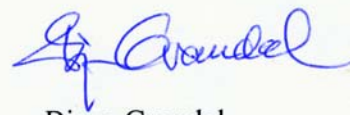
Kjeller, 31 mars 2005



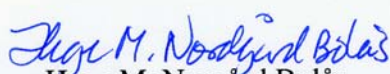
Olav Eldholm
Styreleder



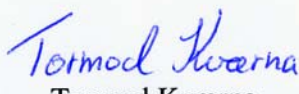
Olav Njølstad
Styremedlem



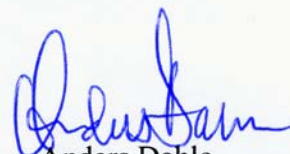
Bjørn Grandal
Styremedlem



Hege M. Norgård Bolås
Styremedlem



Tormod Kværna
Styremedlem



Anders Dahle
Adm. direktør

Resultatregnskap 2004 / Profit and Loss 2004

	2004	2003
Midler fra NFR / <i>Grants from the Research Council of Norway</i>	11 005 838	10 520 729
Prosjektmidler fra UD / <i>Funding by the Ministry of Foreign Affairs</i>	13 315 971	14 645 148
Andre salgs- og oppdragsinntekter / <i>Other sales and project income</i>	22 133 850	21 433 049
Sum driftsinntekter / Total operating revenue	46 455 659	46 598 926
Lønn og sosiale kostnader / <i>Payroll and social costs</i>	27 849 327	26 474 572
Avskrivninger / <i>Depreciation</i>	1 381 137	1 479 737
Andre driftskostnader / <i>Other operating expenses</i>	11 632 890	12 099 971
Administrative kostnader / <i>Administrative expenses</i>	4 760 990	4 821 625
Sum driftskostnader / Total operating expenses	45 624 344	44 875 905
Driftsresultat / <i>Operating result</i>	831 315	1 723 021
Netto finansposter / <i>Net financial transactions</i>	-450 126	453 524
Resultat / result	381 189	2 176 545
Ekstraordinær inntekt / <i>Extraordinary income</i>	1 500 358	0
Årsresultat / Annual Net Result	1 881 547	2 176 545

Balanse 2004 / Balance 2004

	2004	2003
Eiendeler / Assets		
Anleggsmidler / <i>Fixed assets</i>	23 028 781	18 786 381
Oppdrag i arbeid / <i>Work in progress</i>	798 205	2 297 962
Debitorer / <i>Debitors</i>	7 755 833	5 139 328
Andre kortsiktige fordringer / <i>Other short-term receivables</i>	442 697	485 000
Kasse, bank / <i>Cash, bank</i>	16 518 708	23 806 633
Sum eiendeler / Total assets	48 544 224	50 515 304
Egenkapital / Equity		
Grunnkapital / <i>Basic capital</i>	200 000	200 000
Overkursfond / <i>Share premium reserve</i>	843 000	843 000
Annen egenkapital / <i>Other equity</i>	25 654 032	25 272 841
Avsetning vedr. feltanlegg / <i>Allocation field installations</i>	1 500 358	
Sum egenkapital / Total equity	28 197 390	26 315 841
Gjeld / Liabilities		
Langsiktig gjeld / <i>Long-term debt</i>	3 052 300	4 259 100
Leverandørgjeld / <i>Suppliers</i>	2 680 481	1 297 125
Skyldige avgifter og skatte-trekk / <i>Tax withholding reserves</i>	1 517 083	2 170 292
Skyldig lønn og feriepenger / <i>Payable salary and holiday pay</i>	2 759 530	2 905 234
Annen kortsiktig gjeld / <i>Other short-term liabilities</i>	10 337 440	13 567 612
Sum gjeld / Total liabilities	20 346 834	24 199 363
Sum Egenkapital og Gjeld / Total Equity and Liabilities	48 544 224	50 515 304

Styre Stiftelsen NORSAR Board of Directors 2004

Professor Olav Eldholm, UIO, *leder*
Siv. ing. Nils Marås (til 30. juni)
Bjørn Grandal (fra 1. juli)
Forskningsjef Olav Njølstad, Det
norske Nobelinstitut
Prosjektleder Hege M. Nordgård
Bolås, Statoil Forskningscenter
Seniorforsker Tormod Kværna,
NORSAR

Administrasjon / Administration

Anders Dahle, *adm. direktør*
Winnie Lindvik, *personalleder*
Linda B. Loughran, *ansvarlig
prosjektadministrasjon*
Mette B. Sandvold, *økonomiansvarlig*
Rune Lindvik, *driftstekniker*
Turid Schøyen, *sekretær*
Marion Lohne Mykkeltveit, *sekretær/
bibliotekar*

Nasjonalt Datasenter / National Data Center (NDC)

Jan Fyen, *leder NDC*
Svein Mykkeltveit, *program-
koordinator Verifikasjon*
Ulf Baadshaug, *nestleder NDC*
Vidar Døhli, *senior systemingeniør*
Kamran Iranpour, *softwareutvikler*
Frode Johansen, *systemingeniør*
Berit Paulsen, *analysesjef*
Nils 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*
Steven J. Gibbons, *forsker*
Tormod Kværna, *seniorforsker*
Conrad Lindholm, *seniorforsker*
Nils Maercklin, *post-doc. stipendiat*
Volker Oye, *forsker*
Michael Roth, *seniorforsker*
Johannes Schweitzer, *seniorforsker*

Seismisk Modelling / Seismic Modelling

Håvar Gjøystdal, *ansvarlig,
prosjekter og tjenester*
Arve E. Mjelva, *ansvarlig, software
produktutvikling*
Vetle Vinje, *ansvarlig markedsføring*
Håkan Bolin, *softwareutvikler*
Gregory T. Hibbard, *salgssjef*
Einar Iversen, *vitenskapelig rådgiver*
Håvard Iversen, *senior software-
utvikler*
Renaud Laurain, *stipendiat*
Isabelle Lecomte, *seniorforsker*
Lars W. Lind, *softwareutvikler*
Joachim Mispel, *seniorforsker*
Stein Inge Moen, *seniorforsker*
Ludovic Pochon-Guerin, *software-
utvikler*
Ketil Åstebøl, *seniorforsker*

Bergen

Åsmund Drottning, *seniorforsker*
Camilla T. Dræge, *forsker*
Tor Arne Johansen, *seniorforsker*

Nasjonal datasenter (NDC) National Data Center (NDC)

NORSAR operates the Norwegian National Data Center (NDC) for verifying the Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty (CTBT). The NDC 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) of the CTBTO in Vienna.

Six monitoring stations, comprising altogether 119 field instruments, will be located on Norwegian territory as part of the future IMS. 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, Spitsbergenn and on the island of Jan Mayen are so-called auxiliary stations in the monitoring network. Both stations currently contribute data to the IDC, but they are not yet certified. The infrasound station in Karasjok is expected to be constructed in 2005 or 2006.

NORSAR's monitoring station for airborne radionuclides was established in 2001 within the premises of Kongsberg Satellite Services AS (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 was certified in 2003. This station also participates in an experiment for development of equipment and methods to detect noble gases, which are of importance for the identification of nuclear explosions.

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 subnetwork 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 2004, data from

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

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

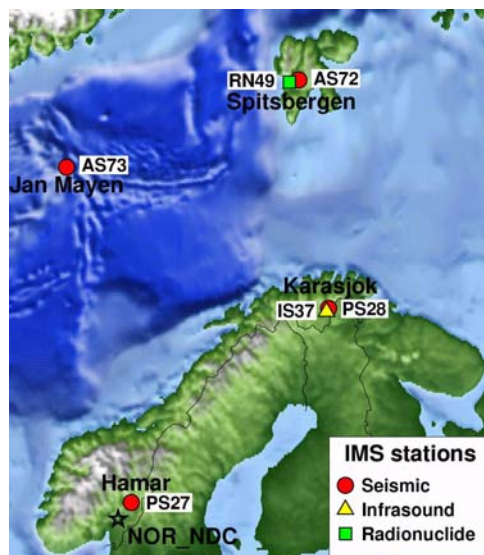
Av de seks IMS-målestasjonene lokalisert til norsk territorium er fire seismiske, én er for infralyd og én for radioaktivitet. Til sammen er disse stasjonene utstyrt med 119 måleinstrumenter. De seismiske stasjonene ved Hamar og Karasjok er såkalte primærstasjoner i overvåkingsnettverket. Stasjonen ved Hamar ble sertifisert i 2000, mens stasjonen ved Karasjok oppnådde slik status i 2001. Sertifisering innebærer oppfyllelse av alle tekniske krav som stilles til stasjoner i IMS-nettverket.

De seismiske stasjonene ved Longyearbyen og på Jan Mayen er såkalte sekundærstasjoner i overvåkingsnettverket. Begge stasjonene bidrar allerede med data til IDC, men de er foreløpig ikke sertifisert. Stasjonen for infralyd i Karasjok forventes etablert i 2005 eller 2006.

NORSARs målestasjon for radioaktivitet i luft ble etablert i 2001 i lokaler tilhørende Kongsberg Satellite Services AS (KSAT) på Platåberget ved Longyearbyen. KSAT står for den stedlige driften av denne stasjonen, i nært samarbeid med personell ved NORSARs datasenter på Kjeller. Stasjonen ble sertifisert i 2003. Denne stasjonen deltar også i et eksperiment for utvikling av utstyr og metoder for måling av edelgasser, som spiller en viktig rolle i påvisning av kjernefysiske prøvesprengninger.

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 videreføring til Wien skjer via prøvestansorganisasjonens globale kommunikasjonsinfrastruktur. Pr 31. desember 2004 sendes data fra de fire seismiske stasjonene samt målestasjonen for radioaktivitet 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



Norge vil bidra med 6 overvåkingsstasjoner i det planlagte globale nettverket (IMS). Lokaliseringen av stasjonene er vist på figuren.

Norway will contribute six monitoring stations in the IMS: two primary seismic stations (Hamar and Karasjok), two auxiliary seismic stations (Longyearbyen and Jan Mayen), one infrasound station (Karasjok), and one station for radionuclide measurements (Longyearbyen).

utfordring for NORSAR-ansatte både ved feltavdelingen på Hamar og ved datasenteret på Kjeller. I den forbindelse bygges det opp et internt kvalitets-sikringssystem som vil ivareta prøvestansorganisasjonens krav til drift av stasjoner i IMS-nettverket

NORSAR har i 2004 fullført arbeidet med en teknisk oppgradering av den seismiske stasjonen på Janssonhaugen i Adventdalen ved Longyearbyen. Dette arbeidet startet i 2003, og innebar bl. a. en detaljert utredning av de miljømessige konsekvenser. Ulike alternativer ble vurdert, og i samarbeid med Sysselmannen på Svalbard ble det valgt en løsning som sikret minimale inngrep i den sårbare naturen i dette området.

Elektronikken for dataregistrering ble erstattet med nytt utstyr som tilfredsstiller prøvestansorganisasjonens krav. Dette innebar bl.a. installasjon av moderne bredbåndsseismometre, forbedret utstyr for digitalisering og ekthetskontroll av dataene samt nytt radiosamband til Longyearbyen. Videre fra Longyearbyen blir dataene nå overført til Kjeller via satellitt. Satellittforbindelsen planlegges forøvrig erstattet med et samband over den nye fiberoptiske kabelforbindelsen mellom Svalbard og Fastlands-Norge i løpet av 2005.

Den oppgraderte Spitsbergenstasjonen er nå i full operativ drift. Den høye kvaliteten av de registrerte dataene er allerede blitt demonstrert, og stasjonen har vist seg spesielt effektiv for overvåking av seismiske hendelser i Barentsregionen, inklusive det tidligere russiske atomprøvefeltet på Novaja Zemlja.

I likhet med NORSARs øvrige seismiske målestasjoner, registrerte Spitsbergenstasjonen det katastrofale jordskjelvet ved Sumatra den 26. desember 2004, og data fra stasjonen bidro til at NORSAR kunne sende varsel om hendelsen til samarbeidende institusjoner bare minutter etter at jordskjelvet skjedde.



Bildet viser det nye sentralbygget ved den seismiske stasjonen på Spitsbergen, og er tatt i april 2004 under arbeid med installasjon av et nytt strømaggregat.

The picture shows the new Spitsbergen array central hut located close to site SPB4, and was taken during installation of a new power support system in April 2004.

the four seismic stations as well as the radionuclide station near Longyearbyen are being transmitted to Vienna.

Operating the Norwegian IMS stations represents a considerable challenge for the NORSAR staff, both at the field maintenance center at Hamar, and at the data center 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.

In 2004, NORSAR completed a technical upgrade of the seismic array at Janssonhaugen in Adventdalen near Longyearbyen on the arctic island of Spitsbergen. This work started in 2003, and included a detailed assessment of the environmental consequences of various possible options. This assessment was reviewed by the Governor of Spitsbergen, and a solution was found which was satisfactory from a technical point of view while minimizing the impact on the vulnerable environment on this arctic island.

The electronics for data acquisition were replaced with modern equipment that meets the requirements by the CTBT organization in Vienna, Austria. New broadband seismometers were deployed at all array sites, and modern digitization equipment as well as data authentication devices were installed. Data transmission to Longyearbyen is by radio, whereas a satellite connection is used for transmitting the data to NORSAR's data center at Kjeller. During 2005, the satellite link will be replaced by a link using the newly established fiber-optic cable between Spitsbergen and mainland Norway.

The upgraded Spitsbergen array is now fully operational, and the high quality of the recorded data has been demonstrated. The array is particularly effective for monitoring seismic events in the Barents region, including the former Russian test site at Novaya Zemlya. Like NORSAR's other seismic stations, the Spitsbergen array recorded the catastrophic earthquake near Sumatra on 26 December 2004, and data from this array contributed to NORSAR's automatic alert about this earthquake. This alert message was transmitted to cooperating institutions only minutes after the earthquake occurred.

Seismologi og prøvestanskontroll

Seismology and CTBT verification

NORSAR's seismological group 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 Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty (CTBT). This treaty has so far been signed by 175 countries and ratified by 120 countries, but it has not yet entered into force because ratification by some key countries is still missing. The work associated with developing the international CTBT monitoring system continues, and the current plan is to complete the system by 2007-2008. NORSAR has a key role in many aspects of this work.

The tasks of the seismology group are summarized as follows:

1. Work supporting the activities of the National Data Center (NDC) functions. 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. This is by far the largest activity of the seismology 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.
3. Research and consultancy within other seismological topics, in particular within seismic hazard analysis. NORSAR has contributed 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

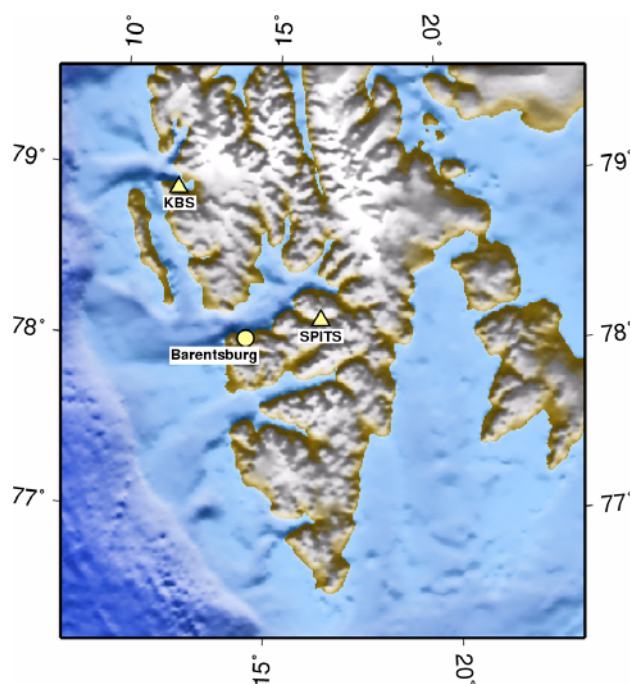
Avdelingen for seismologi ved NORSAR utfører anvendt seismologisk forskning og konsulentvirksomhet innen et stort fagområde. Den såkalte verifikasjons-seismologien, som er knyttet til kontrollfunksjonene rundt prøvestansavtalen, utgjør fortsatt det sentrale elementet. Denne avtalen er hittil underskrevet av 175 land og ratifisert av 120 land, men den er ennå ikke trådt i kraft da det fremdeles mangler ratifikasjon fra noen nøkkelland. Arbeidet med å videreutvikle prøvestans-organisasjonen (CTBTO) i Wien fortsetter, med det mål å ferdigstille kontrollapparatet innen 2007-2008. I dette arbeidet deltar NORSAR aktivt på mange plan.

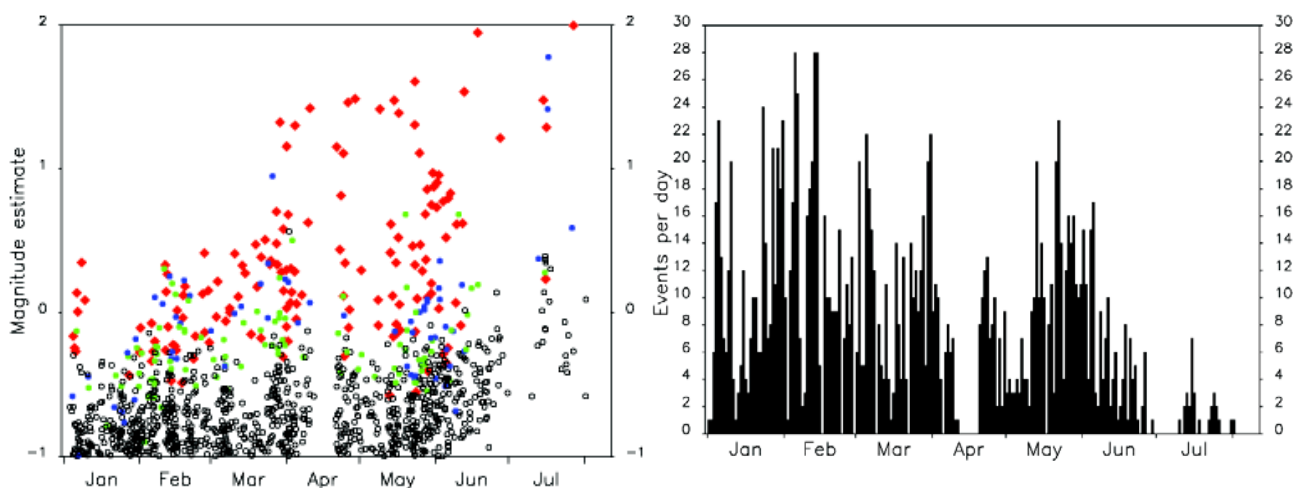
Opgavene innen avdelingen for seismologi ved NORSAR kan grupperes som følger:

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 NDC og NORSARs målestasjoner, er det USA-baserte finansieringskilder som utgjør hovedgrunnlaget for verifikasjons-forskningen. Selv om USA ikke har ratifisert prøvestansavtalen, er landet fremdeles en pådriver for å forbedre metodene for oppdagelse og identifikasjon av kjernefysiske prøvesprengninger, og NORSAR deltar her i åpen konkurranse med miljøer som står helt i fronten av den internasjonale forskningen innen dette felt.

En spesiell studie av seismiske hendelser er utført for kullgruven i Barentsburg. Kullgruven ligger ca. 50 km vest for Spitsbergen-stasjonen (SPITS), og 100 km syd for den seismiske målestasjonen i Kings Bay (KBS).

A special study of seismic events has been conducted for the Barentsburg coal mine. The mine is located 50 km west of the Spitsbergen array (SPITS), and 100 km south of the seismic station at Kings Bay (KBS).





Diagrammene til venstre viser tidspunkter, antall og styrke av registrerte seismiske hendelser i gruva i Barentsburg fra januar til juli 2004, som kulminerte med et ødeleggende 'jordskjelv', tilsvarende magnitude (styrke) 2 (det øverste røde symbolet). Fargene indikerer kvaliteten av registreringene: rød (best), blått og grønt (dårligst) viser hendelser som kunne detekteres med standard prosessering, mens hendelsene markert med sort farge bare kunne oppdages ved bruk av krysskorrelasjon.

The diagrams to the left show time number and magnitude of recorded seismic events in the Barentsburg mine from January to July 2004. The colored symbols represent events detected by standard processing, whereas the black symbols correspond to events detected only by cross-correlation.

3. Forskning og konsulentvirksomhet innen andre deler av seismologien, vesentlig knyttet til seismisk risiko. Med bidrag fra NORSAR er det nå utviklet 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 2004 arbeidet med ca. 10 prosjekter innen seismologisk verifikasjon, flere av dem relativt store, og med ca. 20 prosjekter innen andre fagfelt, de fleste av disse av mindre størrelse.

Aktiviteten i 2004 omfatter blant annet følgende:

- NORSAR har fullført sin 3-årige kontrakt med EU innen "Access to Research Infrastructure" der det er lagt til rette for gjesteforskere både til NDC og til seismologi-avdelingen. I alt 10 gjesteforskere hadde opphold på gjennomsnittlig 2 måneders varighet ved NORSAR under dette programmet i 2004. En søknad til EU om et oppfølgingsprosjekt er nå til behandling.
- Arbeidet innen det nye satsningsområdet "mikroseismisk monitorering" fortsetter å utvikle seg, men langsommere enn tidligere forventet. Det arbeides her først og fremst mot olje- og gassreservoarer, men med en forgrening også til seismisk overvåking av gruver.
- En viktig del av NORSARs forskningsaktiviteter er knyttet til det nyetablerte Senter for Fremragende Forskning under navnet "International Centre for Geohazard" (ICG), med Norges Geotekniske Institutt som ledende institusjon og med NORSAR som en av partnerne.

Innen seismisk verifikasjon er det arbeidet med flere relativt spesialiserte prosjekter. I det følgende gir vi en kort beskrivelse av ett av disse prosjektene, som omhandler en forbedret metode til å oppdage små seismiske hendelser.

a much greater hazard than in Norway.

Among the activities during 2004, we mention in particular:

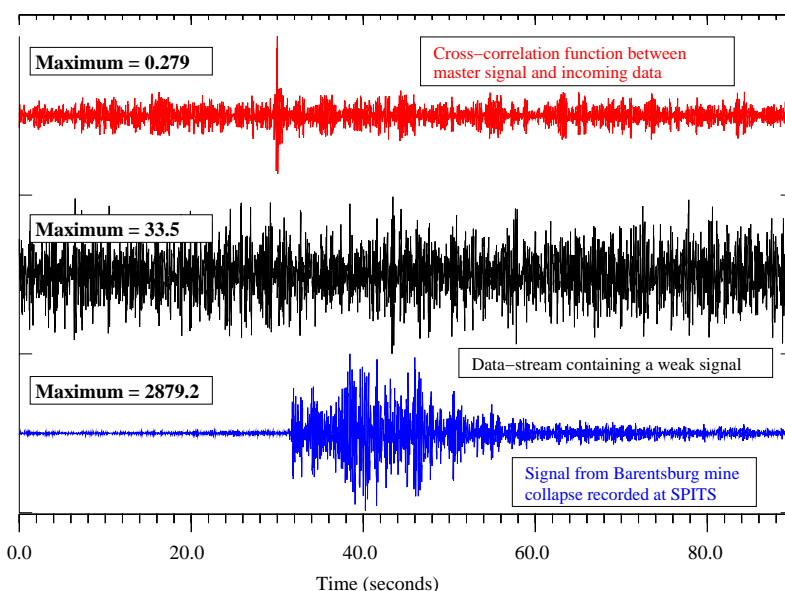
- NORSAR has completed a contract with the European Union within the program "Access to Research Infrastructure". During 2004, NORSAR hosted 10 visiting scientists under this program, with an average length of stay of 2 months.
- The work within the new priority area "microseismic monitoring" continues to show progress, although slower than previously anticipated. The focus is on monitoring oil and gas reservoir, but the methods also apply to seismic monitoring of mines.
- A significant part of NORSAR's research activities are conducted within the newly established "International Centre for Geohazards", which is led by the Norwegian Geotechnical Institute with NORSAR as one of the partners.

In seismic verification, many specialized research projects are carried out. In the following, we describe one such project, which aims at improving the detection of small seismic events.

Seismisk deteksjon ved bruk av krysskorrelasjon

Seismiske hendelser som skjer innenfor et begrenset geografisk område har ofte meget like registreringer, siden de har omtrent samme bølgebane. Dersom man registrerer et godt signal fra en hendelse, kan dette signalet brukes for å oppdage svake signaler fra hendelser som skjer i nærheten. Denne teknikken, som utnytter likheten i bølgeformene ved krysskorrelasjon, kan oppdage svakere signaler enn ved vanlig prosessering og endatil oppdage signaler som ligger under støynivået og dermed normalt ikke er visuelt observerbare. Bølgeformen er nesten å betrakte som fingeravtrykk for et bestemt område og dette gjør det mulig å filtrere bort (ekskludere) signaler fra andre områder.

I den seismologiske forskning ved NORSAR vil denne metoden nå bli videreutviklet og testet ved flere anvendelser. Et eksempel på slik anvendelse er knyttet til et bergslag (lite jordskjelv) i kullgruven i Barentsburg på Svalbard i juli 2004. Denne hendelsen, som medførte sammenrasning i en stoll og forårsaket et dødsfall i gruven, ble registrert på NORSARS



Krysskorrelasjonsfunksjon (rød) som framkommer ved å benytte det gode signalet (blått) mot datastrømmen som inneholder et signal som er så svakt at det ikke kan oppdages visuelt (svart). Signalet oppdages ved å lete etter ekstremverdier for krysskorrelasjons-funksjonen.

A cross-correlation function (red) is computed by correlating a master signal (blue) with a data stream that contains a weak, hidden signal (black). The weak signal can be detected as a peak on the cross-correlation trace.

seismiske array (SPITS) ca 50 km unna. Denne registreringen ble benyttet for krysskorrelasjon mot kontinuerlige registreringer i en periode på ca 7 måneder, med sikte på å kartlegge forekomsten av "mikrojordskjelv" forut for ulykken.

I denne perioden ble det da oppdaget i alt over 1500 mindre hendelser (se illustrasjonene), og forløpet viser at antallet hendelser pr. døgn avtar mens styrken av hendelsene øker fram mot det fatale skjelvet (bergslaget) i juli 2004.

Seismic detection by use of cross-correlation

Seismic events which occur within a small geographical area often show very similar waveforms. If a good waveform for one event in a given region is available, this "master" signal can be used for detecting weak signals from nearby events. This is done by cross-correlating the waveforms, which provides a detection potential that far exceeds what can be achieved by conventional detection processing. The master waveform can be considered as a "fingerprint" which can be used to match waveform from other events in the region.

NORSAR is planning to test this method further and apply it in various practical monitoring situations. An example shown here is

the application to a rockburst sequence in the Barentsburg coal mine at Spitsbergen. In July 2004, a relatively strong rockburst occurred, causing a tunnel to collapse and claiming the life of one mine worker. The rockburst was recorded at the Spitsbergen array some 50 km away, and we used this recording to cross-correlate the recorded waveforms for a period of about 7 months prior to the accident. The purpose was to map the occurrence of "microearthquakes" during this period.

As shown in the illustrations, we detected about 1500 small seismic events at the Barentsburg mine during the 7-month period. It can be noted that the number of events per day decreased prior to the fatal rockburst, while the typical event size increased.

Jordskjelv globalt i 2004

Global seismic activity in 2004

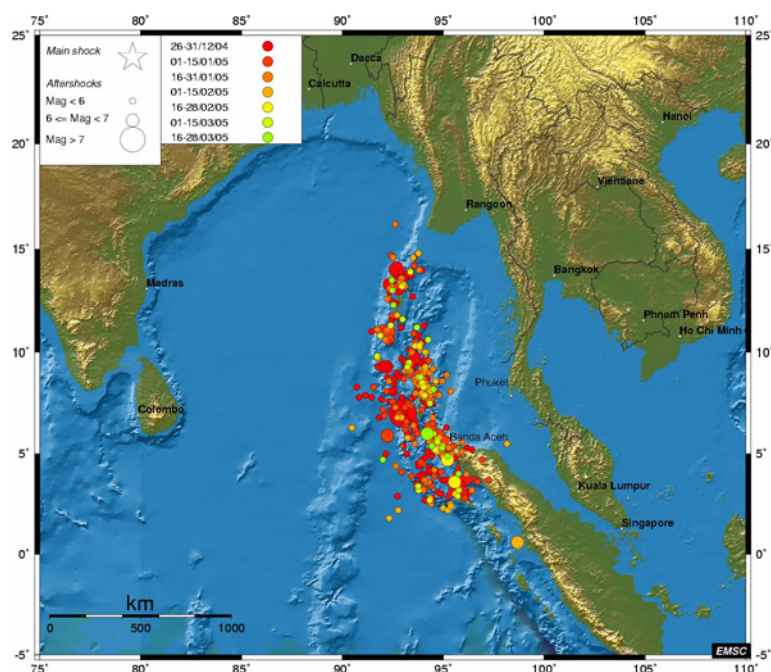
Sumatraskjelvet og andre jordskjelv globalt i 2004

At jordskjelv har et gigantisk destruksjonspotensiale fikk vi igjen erfare en av de siste dagene i 2004 da et det største jordskjelvet på 40 år brøt langs en nesten 1200 km lang forkastning og forårsaket tidenes verste tsunami-katastrofe. Jordskjelv som ellers er karakteristiske ved at skadene er geografisk begrenset, førte denne gangen til at nær 300,000 mennesker omkom langs strendene til det Indiske hav. Store tsunamier er sjeldne, og tsunamien i det Indiske hav avdekket grunnleggende mangler ved de varslingsystemer som finnes. Det er vårt håp at denne tragedien fører til at regionale eller helst et globalt system for tsunami varsling blir etablert. Slike systemer er p.t. helt ut basert på analyse av seismiske data, fordi slike data er tilgjengelige før tsunamibølgen rammer.

Som tabellen og kartet over destruktive skjelv på neste side viser, omkom mange mennesker i mindre jordskjelv i 2004, men ingen var så destruktive som gigantskjelvet 26. desember 2004.

Rystelsene fra dette jordskjelvet nådde NORSARs instrumenter ved Hamar ca 12 minutter etter at jordskjelvet startet, og etter ytterligere 7 minutter ble det første varsllet sendt ut fra NORSAR med en automatisk beregnet styrke og lokalisering. Lokaliseringen var rimelig god, men som ved alle andre observatorier i verden ble styrken under-vurdert i denne helautomatiske løsningen.

NORSAR ivaretar Norges engagement i den globale overvåkning av prøvestansavtalen (CTBT), og har derigjennom tilgang til seismiske data fra lyttestasjoner i hele verden. Det er en hurtig (sanntids) analyse av slike data som vil være ryggraden i et tsunami varslings-system, og NORSAR har den nødvendige kompetanse for å kunne bistå med oppbyggingen av slike varslingsystemer.



Det katastrofale jordskjelvet utenfor Sumatra den 26 desember 2004 ble fulgt av et stort antall etterskjelv, som vist på kartet. (Kilde: European-Mediterranean Seismological Centre's Web side http://www.emsc-csem.org/Doc/SUMATRA_261204.html)

The catastrophic earthquake off the coast of Sumatra on 26 December 2004 was followed by a large number of aftershocks, as shown on the map. (Source: European-Mediterranean Seismological Centre's Web page http://www.emsc-csem.org/Doc/SUMATRA_261204.html)

The Sumatra earthquake and global seismic activity in 2004

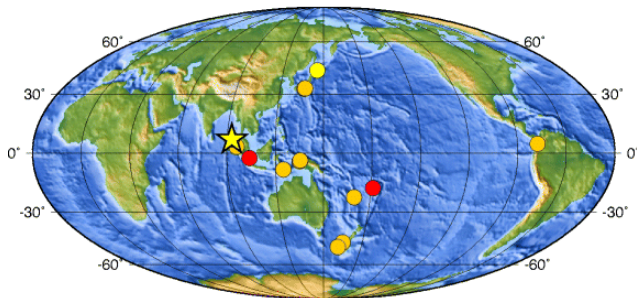
The enormous destructive potential of major earthquakes was again demonstrated on 26 December 2004, when the largest earthquake for the past 40 years occurred near Sumatra along a fault of almost 1200 km length, and caused the worst known tsunami disaster in history. While earthquakes usually cause destruction only in the neighborhood of the epicenter, the tsunami caused about 300,000 deaths in several countries bordering the Indian Ocean. Large tsunamis are rare, and the Indian Ocean tsunami uncovered fundamental flaws with the existing warning systems. It is our hope that this tragedy will lead to the establishment of regional or (preferably) a global tsunami warning system. Such warning system are depending on analysis of seismic data, since these data are available before the tsunami strikes.

As shown in the maps and tables in this section, a number of people were killed by smaller earthquakes during 2004, but none caused destructions approaching those of the 26 December event.

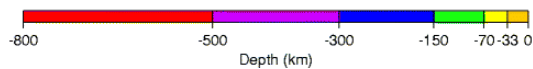
The seismic waves from this earthquake reached NORSAR's seismic stations about 12 minutes after the earthquake occurred. About 7 minutes later, NORSAR's automatic alert system generated a message that was sent electronically to cooperating institutions, and that contained initial estimates of the location and size of the earthquake.

Through our participation in the work of the CTBT organization, NORSAR has access to real-time data from the International Monitoring System. NORSAR's expertise in automatic processing could be useful in assisting with the development of a tsunami warning system.

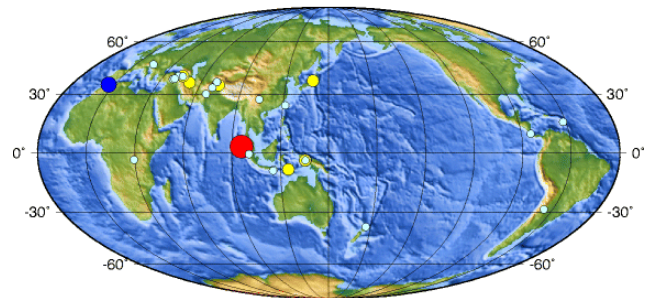
Earthquakes Magnitude 7.0 and Greater in 2004



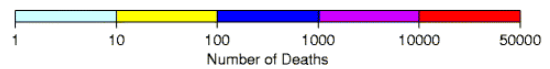
USGS National Earthquake Information Center



Deaths from Earthquakes in 2004



USGS National Earthquake Information Center



Jordskjelv i 2004 med styrke over 7.0 (venstre) og som krevet menneskeliv (høyre). (Kilde: USGS Web side http://neic.usgs.gov/neis/eq_depot/2004/)

Earthquakes in 2004 with magnitude 7 and greater on the Richter scale (left) and which claimed human lives (right). (Source: USGS Web page http://neic.usgs.gov/neis/eq_depot/2004/)

Dato	Region	Styrke	Omkomne
2004 02 05	Papua, Indonesia	7.0	37
2004 02 14	Pakistan	5.5	24
2004 02 16	Southern Sumatra, Indonesia	5.1	5
2004 02 24	Strait of Gibraltar	6.4	631
2004 03 01	Eastern Turkey	3.8	6
2004 03 25	Eastern Turkey	5.6	10
2004 05 28	Northern Iran	6.3	35
2004 07 01	Eastern Turkey	5.4	18
2004 10 23	Near the West Coast of Honshu, Japan	6.6	40
2004 11 11	Kepulauan Alor, Indonesia	7.5	34
2004 11 20	Costa Rica	6.4	8
2004 11 26	Papua, Indonesia	7.1	32
2004 12 26	Off the West Coast of Northern Sumatra	9.0	ca 280 000

Jordskjelv i år 2004 som har krevet mer enn 5 menneskeliv (Kilde: USGS Web side http://neic.usgs.gov/neis/eq_depot/2004/).

Earthquakes in 2004 which claimed more than 5 human lives. (Source: USGS Web page http://neic.usgs.gov/neis/eq_depot/2004/)

Jordskjelv i Norge i 2004

Earthquakes in Norway in 2004

År	Dato	Tidspunkt	Område	Dyp (km)	Styrke
2004	27. februar	19.12	Nordvestlandet	12.0	3.0
2004	7. april	10.53	Hedmark	17.6	3.4
2004	15. april	01.07	Jan Mayen	10.5	5.2
2004	29. juni	03.25	Telemark	8.0	3.1
2004	3. september	11.31	Vest-Agder	1.6	2.8
2004	21. september	13.32	Kaliningrad	10.0	5.4
2004	28. september	13.53	Skagerrak	13.2	2.9
2004	1. november	23.27	Hordaland	12.0	2.5

Jordskjelv (styrke > 2.0) rapportert følt i Norge i år 2004

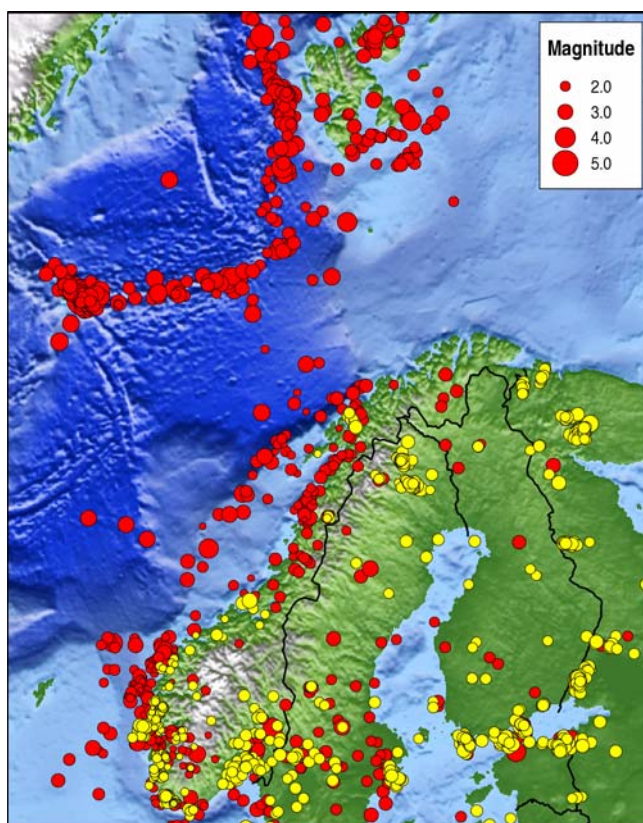
Earthquakes (M>2.0) reported felt in Norway during 2004

Jordskjelv i Norge i 2004

Norges nasjonale seismiske nettverk er etablert gjennom å kombinere seismiske stasjoner fra NORSAR med de som drives av Universitetet i Bergen, Institutt for geovitenskap. På dette nettverket ble det i 2004 registrert 1516 jordskjelv som også vist på kartet, og i tillegg ble det registrert 1219 rystelser fra lokale sprengninger. Det største jordskjelvet på norsk territorium i 2004 hadde en styrke (Richter-tall) på 5.2 og fant sted ved Jan Mayen den 14. april. Av jordskjelvene ble 17 følt av mennesker, og de 8 sterkeste er vist i tabellen. Det kanskje mest oppsiktsvekkende var at et større jordskjelv nær Kaliningrad (styrke 5.4) ble følt også i Norge.

Earthquakes in Norway in 2004

Norway's National Seismic Network comprises the stations operated by NORSAR and the University of Bergen, Department of Earth Science. This network recorded 1516 earthquakes (shown on the map) during 2004, as well as 1219 local explosions. The largest earthquake in Norway and adjacent regions in 2003 had a Richter magnitude of 5.2 and occurred near Jan Mayen on 14 April. 17 earthquakes were felt, and the 8 largest are listed in the table. Particularly noteworthy is the fact that a large earthquake near Kaliningrad was felt even in Norway.



Jordskjelv observert i Norge og tilgrensede områder i år 2004 (røde symboler). Sannsynlige eksplosjoner er merket med gult. (Fra årsrapporten for Norsk Nasjonalt Seismisk Nettverk).

Earthquakes observed in Norway and adjacent areas during 2004 (red symbols). Presumed explosions are marked in yellow. (From the annual report of the Norwegian National Seismic Network)

Research and development

NORSAR's section for seismic modelling is in the international forefront 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. Some of the developments are implemented within NORSAR's software packages, whereas others are used as internal tools for various projects and modelling services.

The focus of the activities is on developing and improving methods for 3-D modelling of oil and gas reservoirs for the petroleum industry. In 2004, NORSAR has carried out a number of projects for oil companies worldwide. NORSAR's modelling software is now being used in numerous applications in seismic prospecting for oil and gas. The experience gained in these projects are used in NORSAR's ongoing R&D and software development, and thus contributes to improving the quality of these products.

Shear waves in anisotropic media

During the past several years, the interest for using shear waves in seismic processing has increased due to the potential of converted waves for achieving improved characterization of reservoir properties. It is, however, difficult to obtain consistent interpretation of converted seismic waves when the layers between the reservoir and the surface are anisotropic.

In anisotropic media, the shear waves exhibit some special properties: The velocity of shear wave propagation depends not only on the position of the wave within the media, but also on the direction of its propagation. The wave splits into two components, and the wavefronts become more complex than in isotropic media because the split wavefronts interfere with each other.

In 2004, NORSAR introduced its so-called wavefront-method for processing compressional waves in anisotropic media. We are now working on a corresponding implementation for shear waves.

Forskning og utvikling

Seksjonen for seismisk modellering arbeider med spissteknologi innen seismiske undersøkelser, utfører FoU-prosjekter og ekspertoppdrag og utvikler programvare for petroleumsindustrien. En del av nyutviklingene implementeres i NORSARs programpakker, mens en del fungerer som interne verktøy som benyttes i prosjekter og modelleringsoppdrag.

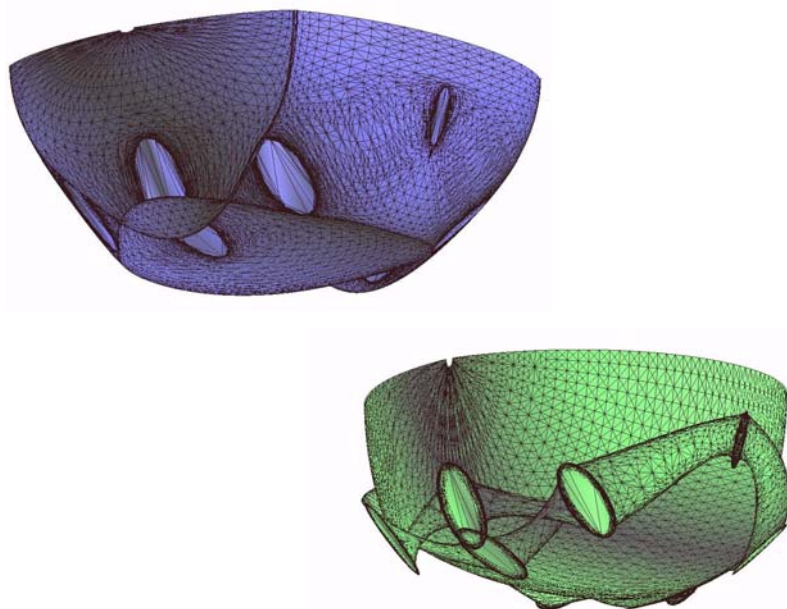
Seksjonen fokuserer på utvikling og forbedring av metoder for 3D-modellering for petroleumsindustrien. I 2004 har NORSAR utført en rekke oppdrag for internasjonal oljeindustri, en bransje der NORSARs modellering nå benyttes i hele verdikjeden innen seismisk prospektering etter olje og gass. Erfaringen fra oppdrag for petroleumsindustrien overføres til NORSARs løpende FoU og softwareutvikling, og bidrar således til å heve kvaliteten i produktene.

Skjærbølger i anisotrope media

Interessen for skjærbølger har økt i den seismiske industrien i de senere år som en følge av økende bruk av konverterte bølger for bedre karakterisering av egenskapene i petroleumsreservoarer. Konsistent tolking av konverterte seismiske bølger blir vanskeligere når lagene mellom reservoaret og overflaten er anisotrope.

I anisotrope media viser skjærbølgene spesielle egenskaper: Hastigheten bølgen brer seg med avhenger ikke bare av hvor i mediet bølgen er, men også av den retningen den går. Bølgen deler seg i to og bølgefrontene blir mer kompliserte enn i isotrope media på grunn av at de delte bølgefrontene folder seg inn i hverandre.

NORSAR har i en årrekke utviklet robuste teknikker for propagering av seismiske bølger, og den såkalte bølgefrontsmetoden (en NORSAR-opppfinnelse) ble i 2004 introdusert for trykkbølger i anisotrope media. Det arbeides nå med tilsvarende implementering for skjærbølger.



Figuren viser simulerte bølgefronter for den raske (blå) og mer saktegående (grønne) skjærbølgen i en skifrig bergart med vertikale sprekker. Tilsvarende bølgeform i et isotropt medium ville vært en enkel, kuleformet flate.

The figure shows simulated wavefronts for fast (blue) and slower (green) shear wave propagation in shale with vertical cracks. In an isotropic medium, the corresponding wavefront would have been a simple, spherical surface.



NORSARs software for seismisk modellering ble presentert på NORSARs stand under SEG-konferansen i 2004 i Denver, Colorado.

NORSAR's software for seismic modelling was presented at the NORSAR booth during the SEG conference in 2004 in Denver, Colorado.

Informasjon og markedsføring

Kunnskapsformidling blir en stadig viktigere del av forskningsinstituttens virksomhet, og det stilles økende krav til formidling av resultater i forbindelse med søknad om støtte til forskningsprosjekter. NORSARs avdeling for seismisk modellering deltar årlig på de mest sentrale internasjonale geofysiske konferanser og utstillinger med foredrag og visning av resultater fra sin forskning. I 2004 deltok avdelingen med bl a en utstilling på Society of Exploration Geophysicists' (SEG) konferanse i Denver, Colorado, og forskere fra NORSAR fikk her anledning til å vise fram de seneste resultatene fra sin FoU for interesserte kollegaer og brukere av NORSARs seismiske modelleringssoftware.

Kort tid fra forskning til anvendelse er NORSARs mål rundt denne delen av instituttets virksomhet.

Information and marketing

Communicating the results of the research is becoming an ever increasing focus of research institutions, and there is an increasing requirement when submitting research proposals to make the results available to the public as well as to the scientific community. NORSAR's section for seismic modelling participates each year in the main international geophysical conferences, and give presentations of their research results as well as demonstrations of the NORSAR modelling software. In 2004, NORSAR had a stand at the Society of Exploration Geophysicists' (SEG) conference in Denver, Colorado, and thereby had an opportunity to present the latest results of their R&D for interested colleagues and users of NORSAR's seismic modelling software.

Publikasjoner / Publications

- Bedrosian, P.A., N. Maercklin, O. Ritter, T. Ryberg & U. Weckmann (2004): Structure classification from the joint interpretation of seismic and magnetotelluric models. *EOS Trans., Am. Geophys. Un.*, 85(46). Fall Meet. Suppl., GP13A-02.
- Bedrosian, P.A., N. Maercklin, O. Ritter, U. Weckmann, T. Ryberg & DESERT Group (2004): Combined seismic and magnetotelluric imaging of the Dead Sea Transform. *EGU Gen. Ass., Geophys. Res. Abstract*, 6, 05431.
- Bischoff, M., T. Maier, J. Schweitzer & H.-P. Harjes (2004): Comparison of the Love-Rayleigh discrepancy in Central Europe (GRSN) and Scandinavia (NORSAR). *Geophysical Research Abstracts* 6, 05131 (abstract).
- Bischoff, M., J. Schweitzer, T. Meier & H.-P. Harjes (2004): Anisotropy in the lower crust and the upper mantle inferred from the inversion of Love and Rayleigh phase velocities: GRSN and NORSAR. **In:** B. Stöckhert & G. Dresen (eds.): *Symposium: Tectonics on Human Time Scale*, Bochumer Geowissenschaftliche Arbeiten, Heft 3, 93-94, 2004 (extended abstract).
- Bischoff, M., J. Schweitzer & T. Meier (2004): Comparison of the Love-Rayleigh discrepancy in central Europe and southern Scandinavia (NORSAR). **In:** *Semiannual Technical Summary*, 1 January – 30 June 2004, NORSAR Scientific Report 2–2004, 70-78, Kjeller, Norway, August.
- Bommer, J.J., N.A. Abrahamson, F.O. Strasser, A. Pecker, P.-Y. Bard, H. Bungum, F. Cotton, D. Fäh, F. Sabetta, F. Scherbaum and J. Studer (2004): The challenge of defining upper bounds on earthquake ground motions. *Seism. Res. Lett.*, 75(1), 82-95.
- Bommer, J.J., F. Scherbaum, F. Cotton, H. Bungum & F. Sabetta (2004): Discussion of 'Uncertainty Analysis of Strong-Motion and Seismic Hazard' by R. Sigbjörnsson and N.N. Ambraseys. *Bull. Earthq. Eng.*, 2, 261-267.
- Bommer, J.J., F. Scherbaum, H. Bungum, F. Cotton, F. Sabetta & N. A. Abrahamson (in press): On the use of logic trees for ground-motion prediction equations in seismic hazard analyses. *Bull. Seism. Soc. Am.*
- Braun, T., J. Schweitzer, R. M. Azzara, D. Piccinini, M. Cocco & E. Boschi (2004): Results from the temporary installation of a small aperture seismic array in the Central Apennines and its merits for the local event detection and location capabilities. *Annales of Geophysics (Annali di Geofisica)* 47, 1557-1568.
- Bulteau, M. (2004): Controlling and correcting resolution effects in marine seismics: application to better assessment of offshore geohazards, Civ. Eng. degree Thesis, EOST, University Louis Pasteur, France, ICG report # 2004-6-1, NORSAR Contribution No. 906.
- Bungum H. & T. Kværna. (2004): Energy Partitioning for Seismic Events in Fennoscandia and NW Russia, Annual Report, Award No. DE-FC03-02SF22636, NORSAR Contribution No. 909.
- Bungum, H. & O. Olesen (2004): The 31st of August 1819 Lurøy earthquake revisited. *Nor. J. Geology*, in press.
- Bungum, H., T. Kvaerna, S. Mykkeltveit, M. Roth, V. Oye, K. Aastebol, D. Harris & S. Larsen (2004): Energy Partitioning for Seismic Events in Fennoscandia and NW Russia. 26th Seismic Research Review – Trends in Nuclear Explosion Monitoring. Orlando, Florida, September 21 – 23, 2004, LA-UR-04-5801, Proceedings, CD Version file 4-02 ; Volume I, 387-389, 2004
- Bungum, H., O. Ritzmann, J.I. Faleide, N. Maercklin, J. Schweitzer, W.D. Mooney, S.T. Detweiler & W.S. Leith (2004): Development of a three-dimensional velocity model for crust and upper mantle of the Barents Sea, Novaya Zemlya, Kara Sea and Kola-Karelia Regions. *Proceedings, 26th Seismic Research Review*, Orlando, Florida, 21-23 September, LA-UR-04-5801.
- Bungum, H., C. Lindholm and J. I. Faleide (2005): Postglacial seismicity offshore mid-Norway with emphasis on spatio-temporal-magnitudinal variations. *Marine and Petroleum Geology*, in press.
- Conde, P., C. Lindholm & S. Molina (2004): Soil amplification study in Oslo, Norway, using the Nakamura technique (JSESAME). ICG Report.
- Drottning, Å., I. Lecomte & H. Gjøystdal (2004): An efficient workflow for modelling the seismic response from petroleum reservoirs during production, Abstracts, SPE/EAGE Joint Workshop, 23-25 March 2004, Copenhagen, Denmark.
- Drottning, Å., I. Lecomte, H. Gjøystdal, T.A. Johansen & L.Klefsdal (2004): Towards an efficient workflow for modelling the seismic response from reservoir fluid simulator data, SBGF/SPE Joint Workshop, Rio de Janeiro, June.
- Engdahl, E. R. & J. Schweitzer (2004): Observed and predicted travel times of Pn and P phases recorded at NORSAR from regional events. **In:** *Semiannual Technical Summary*, 1 January – 30 June 2004, NORSAR Scientific Report 2–2004, 51-56, Kjeller, Norway, August.
- Engdahl, E. R. & J. Schweitzer (2004): Observed and predicted travel times of Pn and P phases recorded at NORSAR from regional events. *Eos Trans. AGU*, 85 (47), Fall Meeting Supplement, Abstract S13B-1050.
- Farahbod A. M., C. Lindholm, M. Mokhtari & H. Bungum (2003): Aftershock analysis for the 1997 Ghaen-Birjand (Ardekul) earthquake. *Journal of Seismology and Earthquake Engineering*, Tehran, 5, No. 2, pp. 1-10.
- Gibbons, S.J. (2004): Annual Technical Report prepared for US Dept. of Energy, Contract No. DE-FC03-02SF22626, November.
- Harris, D.B., F. Ringdal, E. Kremenetskaya, S. Mykkeltveit, D. Rock, J. Schweitzer, T. Hauk & J. Lewis (2004): Ground-truth collection for mining explosions in Northern Fennoscandia and Russia. 26th Seismic Research Review – Trends in Nuclear Explosion Monitoring. Orlando, Florida, September 21 – 23, 2004, LA-UR-04-5801, Proceedings, CD Version file 02 – 06; Volume 1, 73–82.
- Hicks, E.C, T. Kværna, S. Mykkeltveit, J. Schweitzer & F. Ringdal (2004): Travel-times and attenuation relations for regional phases in the Barents Sea region. *Pure appl. geophys.* 161, 1-19, 2004
- Kind, R. & J. Schweitzer (2004): Erdbeben: Ein Blick in das Erdinnere. *Geographie und Schule* 151, Oktober 2004, 10-13.
- Kozyrev, S., E. Kremenetskaya, V. Asming, F. Ringdal & T. Kværna. (2004): Ground Truth information from Khibiny mining explosions. **In:** *Semiannual Technical Summary*, 1 July – 31 December 2003, NORSAR Sci. Report 1-2004.

- Kværna, T. (2004): ARCES recordings of events from the Khibiny and Olenegorsk mines. In: Semiannual Technical Summary, 1 July – 31 December 2003, NORSAR Sci. Report 1-2004.
- Kværna, T. (2004): Seismiske hendelser i Barentsburg i forbindelse med gruveulykken den 26. juli 2004. NORSAR Contribution No. 905.
- Kvaerna, T., S. Gibbons, F. Ringdal & D. Harris (2004): Integrated Seismic Event Detection and Location by Advanced Array Processing. 26th Seismic Research Review – Trends in Nuclear Explosion Monitoring. Orlando, Florida, September 21 – 23, 2004, LA-UR-04-5801, Proceedings, CD Version file 8-07; Volume II, 297–306, 2004
- Kvaerna, T., S. Gibbons, F. Ringdal & D. Harris (2004): Integrated Seismic Event Detection and Location by Advanced Array Processing., Annual Report, Award No. DE-FC52-03NA99517, NORSAR Contribution No. 910
- Laurain, R., L.-J. Gelius, V. Vinje & I. Lecomte (2004): A review of 3D illumination studies, *Journal of Seismic Exploration*, 13, 17-37.
- Lecomte, I., H. Gjøystdal, Å. Drottning, F. Maaø, T.-A. Johansen & R. Bakke (2004): Efficient and flexible modeling of reservoirs: the HybriSeis concept, *The Leading Edge*, 23, 432-437.
- Lecomte, I., S.-E. Hamran & L.-J. Gelius (2004): Improving Kirchhoff migration with repeated Local Plane-Wave imaging? a SAR-inspired signal-processing approach, *Geophysical Prospecting*, submitted.
- Lecomte, I. (2004): Simulating Prestack Depth Migrated Sections, Extended Abstracts, EAGE 66th Meeting and Exhibition, Paris, June, P071.
- Lindholm, C. (2004): Annual Report for the Indo-Norwegian programme of institutional cooperation.
- Lindholm, C. (2004): Analysis of Seismic Decoupling, Final Scientific Report prepared for SAIC under contract DTRA01-01-C-0069, October.
- Lindholm, C. (2004): Seismic calibration of northeast Africa. Scientific Report prepared for CTBTO, Vienna, Contract 2003-1003, NORSAR Contribution 908, October.
- Lindholm, C., H. Bungum & S. Molina (2004): Site-specific hazard for three sites in Northwestern Norway. Report for ICG project 4.
- Lindholm, C. (2004): Jordskjelvet som rystet Oslo i 1904 og muligheten for en gjentakelse. *Aftenposten Kronikk*, 24. oktober.
- Lindholm, C. (2004): Flodbølgekatastrofen: Hvorfor varslet ikke andre land? *Aftenposten*, 31. desember.
- Lindholm C.D., A. Climent, E. Camacho, W. Strauch, J. Cepeda, D. Caceres, J.P. Ligorria & H. Bungum (in press): Seismic hazard and Microzonation. In: *Central America, Geology, Resources and Hazards*. Eds.: J. Bundschuh and G. Alvarado.
- Lindholm C., M. Roth, H. Bungum & J.I. Faleide (in press): Probabilistic and deterministic seismic hazard results and influence of the sedimentary Møre Basin, NE Atlantic. *Marine and Petroleum Geology*.
- Lindholm, C.D., C. A. Redondo & H. Bungum (2004): Two earthquake databases for Central America. In Rose, W.I., Bommer, J.J., Lopez, D.L., Carr, M.J., and Major, J.J. (eds.): *Natural History in El Salvador*, Geological Society of America, Special Paper 375, 357-362.
- Maercklin, N., C. Haberland, T. Ryberg, M. Weber, Y. Bartov & DESERT Group (2004): Imaging the Dead Sea Transform with scattered seismic waves. *Geophys. J. Int.*, 158(1), 179-186.
- Maercklin, N. (2004): Seismic structure of the Arava Fault, Dead Sea Transform. Doctoral thesis, University of Potsdam, Germany. <http://pub.ub.uni-potsdam.de/2004meta/0046/door.htm>. Also published as Scientific Technical Report STR04/12, GeoforschungsZentrum Potsdam, Germany.
- Mispel, J. (2004): Introduction: Ray-based Modelling of Shear Waves in anisotropic Media for Wavefront Construction. Internal note, NORSAR.
- Mispel, J. (2004): PetroForsk Program "A Practical Approach to Calculate Green's Functions for Seismic Shear Waves in 3-D Inhomogeneous Anisotropic Media", NORSAR Contribution 912, Final Scientific Report, NFR project #150971/431.
- Molina S. & C. Lindholm (2004): A logic tree extension of the capacity spectrum method developed to estimate seismic risk in Oslo. *J. Earthq. Eng.* In press.
- Molina, S. & C. Lindholm (2004): HAZUS-ICG, Vers. 1.0, User and Technical Manual. ICG Report.
- Molina, S. & C. Lindholm (2004): Hazus Report: Development of seismic risk methodologies and tools. ICG 3-2003-1, 65 pp.
- Nadim F., C. Lindholm, S. Remseth, A. Andresen, M. Moghtaderi-Zadeh (2004): Bam earthquake of 26 December 2003; ICG Reconnaissance Mission. ICG Report 2004-99-1
- Nadim F., M. Moghtaderi-Zadeh, C. Lindholm, A. Andresen, S. Remseth, M. Bolourchi, M. Mokthari & E. Tvedt (2004): The Bam earthquake of 26 December 2003. *Bull. Eq. Eng.*, 2, pp. 119-153.
- NORSAR (2004): Site specific hazard for three sites in northwestern Norway under ICG project "Rock slope failures, models and risk". International Centre of Geohazards, Oslo, 35 pp.
- NORSAR (2004): Earthquake study for the Upper Tama Koshi Dam Project. Report for Norconsult a.s., 78 pp, NORSAR Contribution 870.
- Oye, V. (2004): Observation and Analysis of Microearthquakes – Monitoring of Microseismicity in Hydrocarbon Reservoirs, Active Fault Zones and Mines, PhD thesis, Unipub AS, Oslo, ISSN 1501-7710.
- Oye, V., J. A. Chavarria & P. E. Malin (2004): Determining SAFOD area microearthquake locations solely with Pilot Hole seismic array data, *Geophysical Research Letters*, 31, L12S10, doi:10.1029/2003GL019403.
- Oye, V., H. Bungum & M. Roth (2004): Source parameters and scaling relations for mining related seismicity within the Pyhäsalmi ore mine, Finland. *Bull. Seism. Soc. Am.*, in press.
- Ringdal, F. (ed.) (2004): Semiannual Technical Summary, 1 July - 31 December 2003, NORSAR Sci. Rep. 1-2004, Kjeller, Norway, February.
- Ringdal, F. (ed.) (2004): Semiannual Technical Summary, 1 January - 30 June 2004, NORSAR Sci. Rep. No. 2-2004, Kjeller, Norway, August.
- Ringdal, F. & T. Kværna, (2004): Some aspects of regional array processing at NORSAR, In: *Semiannual Technical Summary*, 1 July – 31 December 2003, NORSAR Sci. Report 1-2004.

- Ringdal, F., T. Kværna, E. Kremenetskaya, V. Asming, S. Kozyrev, S. Mykkeltveit, S. Gibbons and J. Schweitzer (2004): Research in Regional Seismic Monitoring. In: Semiannual Technical Summary, 1 January – 30 June 2004, NORSAR Sci. Report 2-2004.
- Ringdal, F., T. Kværna, E. Kremenetskaya, V. Asming, S. Kozyrev, S. Mykkeltveit, S. Gibbons & J. Schweitzer (2004): Research in Regional Seismic Monitoring. 26th Seismic Research Review – Trends in Nuclear Explosion Monitoring. Orlando, Florida, September 21 – 23, 2004, LA-UR-04-5801, Proceedings, CD Version file 3–10; Volume I, 297–306, 2004
- Ritzmann, O., J.I. Faleide, H. Bungum, N. Maercklin, J. Schweitzer, W. D. Monney, S. T. Detweiler & W. S. Leith (2004): Construction of a 3D seismic velocity model for the Barents Sea region using sediment vs. crystalline crust thickness relationships. *Eos Trans. AGU*, 85 (47), Fall Meeting Supplement, Abstract S23B-0315
- Sabetta, F., A. Lucantoni, H. Bungum & J.J. Bommer (2004): Sensitivity of PSHA results to ground motion prediction relations and logic-tree weights. *Soil Dyn. Earthq. Eng.*, in press.
- Schissel , E. & J. Schweitzer (2004): Study of regional variations of the coda characteristics in the Barents Sea using small-aperture arrays. In: Semiannual Technical Summary, 1 July – 31 December 2003, NORSAR Scientific Report 1–2004.
- Schweitzer, J. (2004): Gerhard M ller – Investigations of the Earth's Mantle. In: Schweitzer, J. (ed.) (2004). Symposium in Memoriam of Prof. Gerhard M ller, Neustadt an der Weinstra e, 16. – 17. Januar 2003, ISSN 0934-6554, 21-27 pp.
- Schweitzer, J. (ed.) (2004): Symposium in Memoriam of Prof. Gerhard M ller, Neustadt an der Weinstra e, 16. – 17. Januar 2003, Mitteilungen der DGG, Sonderband 1/2004, ISSN 0934-6554, 113 pp.
- Schweitzer, J. (2004): Transnational access to major research infrastructures. 2nd Annual Report. EC Contract Number HPRI-CT-2002-00189
- Schweitzer, J. (2004): Das wissenschaftliche Erbe der deutschen Geophysik – Die Zeit drngt Deutsche Geophysikalische Gesellschaft Mitteilungen 3/2004, 3-4.
- Schweitzer, J. (2004): NORSAR Institutional Report, 4th Annual Meridian Report, 14 pp, December.
- Schweitzer, J. (2004): NORSAR's Data Center. Proceedings, FDSN Meeting, September 2004, Potsdam, Germany.
- Schweitzer, J. (2004): NORSAR Status Report, Proceedings, 5th Meridian Workshop, Potsdam, Germany, September
- Solheim A., Bhasin, DeBlasio, Blikra, Boyle, Braathen, Dehls, Elverhøy, Etzelmuller, Glimsdal, Harbitz, Heyerdahl, Høydal, Iwe, Karlsrud, Lacasse, Lecomte, Lindholm, Longva, L vholt, Nadim, Nordahl, Romstad, R ed and Strout (2005): International Centre of Geohazards (ICG): Assessment, prevention and mitigation of geohazards. *Norwegian Journal of Geology*, 85, No. 1-2. pp. 45-62
- Stange, S. & J. Schweitzer (2004): Source depths at regional distances: an example from the Western Barents Sea / Svalbard Region. In: Semiannual Technical Summary, 1 July – 31 December 2003, NORSAR Scientific Report 1–2004, 45-50, Kjeller, Norway, February.
- Stevens, J., N. Rimer, H. Xu, J. Murphy, B. Barker, S. Gibbons, C. Lindholm, F. Ringdal, T. Kvaerna & I. Kitov (2004): Analysis and Simulation of Cavity-Decoupled Chemical Explosions. 26th Seismic Research Review – Trends in Nuclear Explosion Monitoring. Orlando, Florida, September 21 – 23, 2004, LA-UR-04-5801, Proceedings, CD Version file 4-13 ; Volume I, 495-502, 2004
- Weber, M., K. Abu-Ayyash, A. Abueldas, A. Agnon, H. Al-Amoush, A. Babeyko, Y. Bartov, M. Baumann, Z. Ben-Avraham, G. Bock, J. Bribach, R. El-Kelani, A. F rster, H.-J. F rster, U. Frieslander, Z. Garfunkel, S. Grunewald, H. J. G tze, V. Haak, C. Haberland, M. Hassouneh, S. Helwig, A. Hofstetter, K.-H. J ckel, D. Kesten, R. Kind, N. Maercklin, J. Mechie, A. Mohsen, F. M. Neubauer, R. Oberh nsli, I. Qabbani, O. Ritter, G. R mpker, M. Rybakov, T. Ryberg, F. Scherbaum, J. Schmidt, A. Schulze, S. Sobolev, M. Stiller, H. Thoss, U. Weckmann & K. Wylegalla (2004): The crustal structure of the Dead Sea Transform. *Geophys. J. Int.* 156 (3), 655-681.
-  berg, D., T. Kværna & F. Ringdal (2004): Discriminants for seismic monitoring. In: Semiannual Technical Summary, 1 January – 30 June 2004, NORSAR Sci. Report 2-2004.

Foredrag og Poster / Lectures and Posters

- Abu-Ayyash, K., A. Agnon, Z. Ben-Avraham, G. Bock, J. Bribach, R. El-Kelani, U. Frieslander, Z. Garfunkel, S. Grunewald, Ch. Haberland, A. Hofstetter, K.-H. J ckel, D. Kesten, R. Kind, G. Laske, N. Maercklin, J. Mechie, A. Mohsen, I. Qabbani, G. R mpker, T. Ryberg, F. Scherbaum, A. Schulze, M. Stiller, M. Weber & K. Wylegalla (2004): Multi-scale structural image of the Dead Sea Transform region as revealed by seismic/seismology data. *5th DESERT Workshop*, Suwayma, Jordan, April 2004.
- Bedrosian, P.A., N. Maercklin, O. Ritter, U. Weckmann, T. Ryberg & DESERT Group (2004): Combined seismic and magnetotelluric imaging of the Dead Sea Transform. EGU Gen. Assembly
- Bedrosian, P.A., N. Maercklin, O. Ritter, T. Ryberg, and U. Weckmann (2004). Structure classification from the joint interpretation of seismic and magnetotelluric models. AGU Fall Meeting, December.
- Bischoff, M., J. Schweitzer, T. Maier & H.-P. Harjes (2004): Messung der Love-Rayleigh-Diskrepanz: GRSN und NORSAR. 64th Jahrestagung der Deutschen Geophysikalischen Gesellschaft, Berlin 8 – 12 March (poster).
- Bischoff, M., J. Schweitzer, T. Maier & H.-P. Harjes (2004): Anisotropy in the lower crust and the upper mantle inferred from the inversion of Love and Rayleigh phase velocities: GRSN and NORSAR. Symposium: Tectonics on Human Time Scale, Spockh vel (poster).
- Bischoff, M., T. Maier, J. Schweitzer & H.-P. Harjes (2004): Comparison of the Love-Rayleigh discrepancy in central Europe (GRSN) and Scandinavia (NORSAR). EGU General Assembly, Nice (poster)
- Braun T., D. Piccinini, A. Fiordelisi, C. Donati, E. Spinelli, V. Ferri, M. Ibs-von Seht, V. Oye, M. Roth & J. Schweitzer (2004): Outline of a joint research project by ENEL-INGV for the study of the microseismicity in the Larderello geothermal area, 23rd National Workshop of the National Group of Geophysics and Solid Earth (NGTS), 14 -16 December. Rome, Italy.

- Braun, T. & J. Schweitzer (2004): Spatial noise field characteristics of a temporary three-component small aperture array in Central Italy. 23rd National Workshop of the National Group of Geophysics and Solid Earth (GNGTS), 14 -16 December, Rome, Italy.
- Bungum, H. (2004): Seismotectonics: The geophysics of earthquake processes. The 17th Kongsberg Seminar, Kongsberg, Norway, 5-7 May.
- Bungum, H. (2004): Oslo-jordskjelvet i 1904. Norsk Geofysisk Forenings Årsmøte, Geilo, 15-17 September.
- Bungum, H. (2004): Oslo-jordskjelvet i 1904. Oslo-geofysikernes Forening, Oslo, 6 October.
- Bungum, H., F. Pettenati, L. Sirovich & J. Schweitzer (2004): Source inversion of regional intensity patterns: the Ms = 5.5, 1904 Oslofjord earthquake, and some smaller well recorded Norwegian events. ESC 29th Gen. Ass., Potsdam, Germany, September.
- Bungum, H., T. Kvaerna, S. Mykkeltveit, M. Roth, V. Oye, K. Aastebøl, D. Harris & S. Larsen (2004): Energy Partitioning for Seismic Events in Fennoscandia and NW Russia. 26th Seismic Research Review – Trends in Nuclear Explosion Monitoring. Orlando, Florida, 21-23 September (Poster)
- Bungum, H., O. Ritzmann, J. I. Faleide, N. Maercklin, J. Schweitzer, W. Mooney, S. Detweiler & W. Leith (2004): Development of a three-dimensional velocity model for the crust and upper mantle in the Barents Sea, Novaya Zemlya, Kara Sea and Kola-Karelia Regions. 26th Seismic Research Review – Trends in Nuclear Explosion Monitoring. Orlando, Florida, 21 - 23 September (poster).
- Drottning, Å., I. Lecomte & H. Gjøystdal (2004): An efficient workflow for modelling the seismic response from petroleum reservoirs during production, SPE/EAGE Joint Workshop, 23-25 March 2004, Copenhagen, Denmark.
- Drottning, Å., I. Lecomte, H. Gjøystdal, T.A. Johansen & L. Klefstad (2004): Towards an efficient workflow for modelling the seismic response from reservoir fluid simulator data, SBGf/SPE Joint Workshop, Rio de Janeiro, June.
- Engdahl, E. R. & J. Schweitzer (2004): Observed and predicted travel times of Pn and P phases recorded at NORSAR from regional events. AGU, Fall Meeting, December (poster).
- Galiana-Merino J.J., C. Lindholm, S. Gibbons, P. Jauregui, S. Molina, J. Rosa-Herranz & J.J. Giner (2004): Time-frequency analysis of earthquakes and explosions located at the northwest of the province of Alicante. 4^a Asamblea Hispano Portuguesa de Geodesia y Geofisica. Figueira da Foz, 2004, 1.
- Harris, D.B., F. Ringdal, E. Kremenetskaya, S. Mykkeltveit, D. Rock, J. Schweitzer, T. Hauk & J. Lewis (2004): Ground-truth collection for mining explosions in Northern Fennoscandia and Russia. 26th Seismic Research Review – Trends in Nuclear Explosion Monitoring. Orlando, Florida, 21 - 23 September (poster).
- Iversen, E. (2004): Aspects of the theory of normal incidence rays for isotropic and anisotropic media. The 11th international workshop on seismic anisotropy, St. John's, Newfoundland, Canada, 25 - 30 July.
- Kraaijpoel, D., E. Iversen, V. Vinje & J. Mispel (2004): Kirchhoff modelling in anisotropic media using wavefront construction and integration over triangulated interfaces. The 11th international workshop on seismic anisotropy, St. John's, Newfoundland, Canada, 25 - 30 July.
- Krüger, F., J. Schweitzer & Masi Working Group (2004): Crust and upper mantle structure of northernmost Fennoscandia. AG Seismologie, Bochum, Germany, 27 – 29 September.
- Kvaerna, T., S.J. Gibbons, F. Ringdal & D. Harris (2004): Integrated Seismic Event Detection and Location by Advanced Array Processing. 26th Seismic Research Review – Trends in Nuclear Explosion Monitoring. Orlando, Florida, 21 - 23 September (poster).
- Kvaerna, T., S. Larsen & M. Roth (2004): Generation of Shear Waves from Blasts and Microearthquakes in Underground Mines. ESC, Potsdam, Germany, September 2004.
- Lecomte, I. (2004): L'imagerie sismique en exploration pétrolière, Centre Culturel Français, Oslo, 3 March.
- Lecomte, I. (2004): Simulating Prestack Depth Migrated Sections, EAGE 66th Meeting and Exhibition, Paris, June.
- Lecomte, I. (2004): Numerical estimation of resolution in seismic imaging, and applications, LGIT, Joseph Fourier University, Grenoble, 30 September.
- Lecomte, I. (2004): Target-oriented and model-based imaging for geohazards studies? Some insights from oil exploration, "Geophysics for Geohazards" workshop, International Centre for Geohazards, Oslo, 17 November.
- Lecomte, I. (2004): Modelling and imaging for offshore high-resolution seismics? From oil exploration to geohazards. NGU, Trondheim, 14 December.
- Lecomte, I. (2004): Dealing with strong heterogeneity in seismic modelling and imaging, "2D arrays - opportunities for 3D imaging, enhanced resolution and image quality" medical imaging workshop, NTNU, Trondheim, 15 December.
- Maercklin, N., O. Ritzmann, J. I. Faleide, H. Bungum, J. Schweitzer, W. Mooney & S. Detweiler (2004): Development of a 3D velocity model for the crust and the upper mantle of the Barents Sea and adjacent regions. ESC 29th Gen. Ass., Potsdam, Germany, September (poster).
- Musson, R., J. Battlo, J. Dewey & J. Schweitzer (2004): The IASPEI working group on seismological archives: A status report. ESC 29th Gen. Ass., Potsdam, Germany, September (poster).
- O'Mongáin, A., A. Douglas & J. Schweitzer (2004): Seismological calibration of the Eskaldemuir array. ESC 29th Gen. Ass., Potsdam, Germany, September (poster).
- Oye, V. (2004): Microearthquakes close to the San Andreas Fault Observatory at Depth Pilot Hole, Parkfield, California. Western Pacific Geophysics Meeting, Hawaii, USA, August.
- Ringdal, F., T. Kvaerna, E. Kremenetskaya, V. Asming, S. Kozyrev, S. Mykkeltveit, S.J. Gibbons & J. Schweitzer (2004): Research in Regional Seismic Monitoring. 26th Seismic Research Review – Trends in Nuclear Explosion Monitoring. Orlando, Florida, 21 - 23 September (poster)
- Ritzmann, O., J.I. Faleide, H. Bungum, N. Maercklin, J. Schweitzer, W. D. Mooney, S. T. Detweiler & W.S. Leith (2004): Construction of a 3D seismic velocity model for the Barents Sea region using sediment vs. crystalline crust thickness relationships. AGU, Fall Meeting, December (poster).

- Roth M., V. Oye & H. Bungum (2004): Monitoring and analysis of microearthquakes. Sitzung der Arbeitsgruppe Seismologie, Bochum, Germany, 27 - 29 September.
- Roth M., V. Oye & H. Bungum (2004): Monitoring and analysis of microearthquakes. 35th Nordic Seminar on Detection Seismology, Åkersberga, Sweden, 29 September - 1 October.
- Schissel , E. & J. Schweitzer (2004): Study of regional variations of the coda characteristics in the Barents Sea using small-aperture array analysis. 64th Jahrestagung der Deutschen Geophysikalischen Gesellschaft, Berlin, 8 - 12 March (poster).
- Schweitzer, J. (2004): Ernst von Rebeur-Paschwitz (1861 - 1895). 64th Jahrestagung der Deutschen Geophysikalischen Gesellschaft, Berlin, 8 - 12 March.
- Schweitzer, J. (2004): Ernst von Rebeur-Paschwitz (1861 - 1895) - The father of teleseisms. ESC 29th Gen. Ass., Potsdam, Germany, September.
- Schweitzer, J. (2004): The 7 April 2004 Flisa earthquake - A GT-1 event in Southern Norway. ESC 29th Gen. Ass., Potsdam, Germany, September.
- Schweitzer, J., F. Pettenati & H. Bungum (2004): The earthquake of 23 October 1904 in the Oslo Fjord area. AG Seismologie, Bochum, Germany, 27 - 29 September.
- Schweitzer, J. (2004): The 7th April 2004 Flisa earthquake - a GT 1 event in Southern Norway. 35th Nordic Seminar on Detection Seismology, Åkersberga, Sweden, 29 September - 1 October.
- Schweitzer, J., F. Pettenati & H. Bungum (2004): The earthquake of 23 October 1904 in the Oslo Fjord area. 35th Nordic Seminar on Detection Seismology, Åkersberga, Sweden, 29 September - 1 October.
- Stevens, J, N. Rimer, H. Xu, J. Murphy, B. Barker, S.J. Gibbons, C. Lindholm, F. Ringdal, T. Kvaerna & I. Kitov (2004): Analysis and Simulation of Cavity-Decoupled Chemical Explosions. 26th Seismic Research Review - Trends in Nuclear Explosion Monitoring. Orlando, Florida, 21 - 23 September (poster)
-  berg, D. & T. Kvaerna (2004): Discriminants for Seismic Monitoring. 35th Nordic Seminar on Detection Seismology, Åkersberga, Sweden, 29 September - 1 October.

