Innblikk 2017

NORSAR 50 år

1968

1978

1988

1998

2008

2018

NORSAR

NORSAR
Postbox 53
Gunnar Randers vei 15
N-2007 Kjeller, Norway
Tel: +47 63 80 59 00
info@norsar.no
www.norsar.no

Innholdsfortegnelse

MED ØRET MOT BAKKEN **3**

NORSAR 50 ÅR **4**
1968–1978 4
1979–1989 6
1990–2000 8
2001–2011 10
2012–2018 12

NORSAR **15**
Satsningsområdene **16**
Trygt samfunn 16
Olje og gass 16
Vær og klima 17
Bærekraftig energi 18

MOT EN TRYGGERE VERDEN **21**
Når berget buldrer 26
Havets brus varsler været 31

FOKUS 2017 **33**
Bidrar med jordskjelvkompetanse i India 35
Hvordan måler man styrke på jordskjelv 36
Med Norge som episenter 38
Nytt norsk jordskjelvkart sikrer norske bygg 42
Et globalt nettverk av målestajoner 44
Lytter etter Nord-Koreas atombomber 48
Prøvestansavtalen har aldri vært viktigere 52
Infralydkonferansen 2017 54
Kan vi forutsi været et halvt år frem i tid? 56
Utvikler unik 3D-modellering på Kjeller 58
Tryggere verdiskaping fra olje- og gassindustrien 62

Med øret mot bakken

Anne S. Lycke
Adm.dir. NORSAR

I september 2017 prøvesprengte Nord-Korea sin hittil største atombombe, og vi har grunnlag til å tro at de har klart å lage en hydrogenbombe. Det er den viktigste hendelsen i et svært begivenhetsrikt år for NORSAR.

I en urolig verden, er internasjonalt samarbeid viktigere enn noen gang. NORSARs oppgave er å følge med på at prøvestansavtalen etterleves. Det er viktig fredsarbeid. 21 år etter at Prøvestansavtalen ble vedtatt av FN, har den aldri vært viktigere.

Gjennom overvåkningsarbeidet har vi i løpet av 50 år tilegnet oss teknologi som er anvendbar i andre markeder. I dag er også analyser av jordskjelvrisiko, rasovervåking, seismisk overvåking og sikring av CO_2-lagring en viktig del av vår virksomhet.

Noen av våre største prosjekter skjøt god fart i 2017. For eksempel har vi tatt store skritt nærmere sikker lagring av CO_2. Et annet stort prosjekt er det nye jordskjelvkartet, som blant annet kan bidra til sikre og kostnadseffektive bygg- og anlegg.

Engasjementet rundt jordskjelv har vært økende i 2017. Vi tror det har en sammenheng med antallet følte jordskjelv. Både Øygardskjelvet og Lillomarka-skjelvet var merkbare for folk i områdene. I 2018 kommer spillefilmen Skjelvet. Den vil nok bidra til ytterligere interesse for jordskjelv i Norge. Det er bra.

I 2018 fyller NORSAR 50 år. Vi ser tilbake på en rik historie, der vi har klart å bygge opp et av verdens beste forskningsinstitutter innenfor anvendt seismologi og geofysikk her i Norge. I Innblikk 2017 kan du lese mer om vår historie, og NORSARs prosjekter i 2017.

God lesing!
Anne Strømmen Lycke

NORSAR 50 år
1968 - 2018

FAKTA

Verdens første datanett ble kalt ARPANET – og var forløperen til det vi i dag kjenner som internett. Det amerikanske militæret begynte arbeidet med å bygge forbindelser mellom datamaskiner på midten av 60-tallet, og i 1969 ble det første nettverket satt i drift. Hensikten var å utveksle informasjon og bedre utnyttelsen av programvaren og beregningskapasiteten til datamaskinene.

ARPANET ble demonstrert for det internasjonale datamiljøet i 1972, og året etter ble NORSAR koblet på som det første tilknytningspunktet til nettverket utenfor USA.

1968 – NORSAR opprettes. Opprettelsen var en del av det norsk-amerikanske samarbeidet for oppdagelse av kjernefysiske eksplosjoner.

1970 – Den seismiske array-stasjonen NOA på Hamar er ferdig bygget. Det er verdens største seismiske array med sine 132 instrument og en utstrekning på over 100 km i diameter.

1968 — 1969 — **1970** — 1971 — 1972

1973 – NORSAR har en sentral rolle når Norge knytter seg til ARPANET. NORSAR var den første ikke-amerikanske organisasjonen som knyttet seg til ARPANET, forløperen til dagens Internet.

1975 – NORSAR fullfører sitt første forskningsprosjekt om jordskjelvrisiko

1978 – NORSAR starter opp seismisk modellering som ny forskningsaktivitet

1978

1973 1974 **1975** 1976 1977

Foto: Array-stasjonen, Hamar

1984 – Den seismiske array-stasjonen NORES på Løten ved Hamar blir satt i drift.

1979 — 1980 — 1981 — 1982 — 1983

Foto: Array-stasjonen, Karasjok

1987 – Den seismiske array-stasjonen ARCES ved Karasjok er ferdig bygget.

1988 – NORSAR starter utvikling av software for seismisk modellering.

1984 1985 1986 1987 1988 1989

FAKTA

CTBT-avtalen (Comprehensive Test-Band Treaty) forbyr alle typer kjernefysiske prøve-sprengninger. Dette forbudet gjelder både for militære og sivile formål. Avtalen er signert og ratifisert av 166 land. Norge er ett av disse landene. Noen land har bare signert avtalen. Disse landene inkluderer bl.a. USA, Kina, Israel og Iran. Nord-Korea har hverken signert eller ratifisert avtalen.

«Jeg har alltid vært opptatt av at resultatet av forskningen skal komme samfunnet til gode. Erfaringene fra Norsk Data er at vi ble mye bedre da vi lyttet til hva kundene ønsket seg, og ikke bare på hva forskerne ville forske på. Denne nærheten mellom forsker og bruker synes jeg er viktig.»

- Rolf Skaar

1992 – Den seismiske array-stasjonen like ved Longyearbyen, Svalbard, er ferdig. (SPITS)

1992 – Første versjon av den seismiske modelleringspakken NORSAR-2D lanseres på markedet.

1990 — 1991 — **1992** — 1993 — 1994

FAKTA

Rolf Skaar er informatiker fra Norges Tekniske Høyskole. Han etablerte Norsk Data, og har ledet NTNF. Skår ledet også utvalget som konkluderte med at NORSAR burde være en fristilt stiftelse, og var NORSARs styreleder.

Skår mener kunnskapen om bomber og jordskjelv kan anvendes på andre områder. Eller som han selv sier «forskning som også andre kan ha glede av».

«Da vi anbefalte at NORSAR skulle være en fristilt stiftelse kom det ikke motforestillinger fra departementet. Det er interessant å se at NORSAR i dag har flere nedslagsfelt, og at deres forskning og teknologi også anvendes på andre områder.»

- Rolf Skaar

1996 – Første versjon av NORSAR-3D for seismisk modellering lanseres på markedet.

1996 – FN vedtar CTBT-avtalen (The Comprehensive Nuclear Test-Ban Treaty)

1999 – Norge ratifiserer CTBT-avtalen (The Comprehensive Nuclear Test-Ban Treaty)

1999 – Stortinget fastslår at NORSAR skal være det Norske nasjonale datasenteret og representere Norge i CTBTO.

1. JULI 1999 – NORSAR organiseres som en fristilt stiftelse.

2000 – Stasjonen på Hedmark blir formelt sertifisert som den første IMS stasjonen.

1995 **1996** 1997 1998 **1999** 2000

Foto: Array-stasjonen, Karasjok

2001 – ARCES-stasjonen sertifiseres etter en stor oppgradering.

2003 – NORSAR blir partner i Centre of Excellence International Centre of Geohazards.

2003 – Radionuklide-stasjonen i Longyearbyen, RN49, blir sertifisert.

2001 — 2002 — 2003 — 2004 — 2005

Foto: SPITS-stasjonen

2005 – En seismisk enkelt-stasjon installeres på Åkneset, 15 km sør for Stranda, for å overvåke den ustabile fjellsiden.

2005 – NORSAR Innovation AS opprettes for å markedsføre og selge NORSARs softwarepakker.

2006 – Den seismiske stasjonen på Jan Mayen (AS73, JMIC) blir sertifisert.

2007 – SeisRoX™ software lanseres.

2007 –Den seismiske stasjonen SPITS på Svalbard sertifiseres.

2011

2006 **2007** 2008 2009 2010

Foto: NORSARs array infralydstasjon i Bardufoss

2012 – NORSAR installerer en seismisk stasjon på den norske basen Troll i Antarktis.

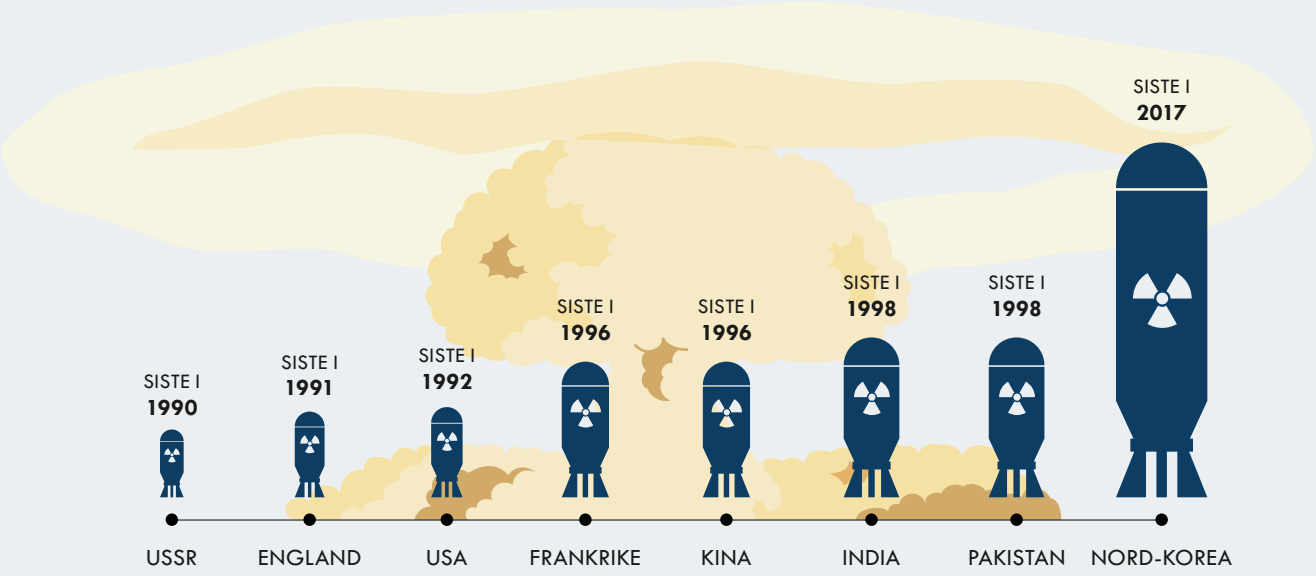
2014 – NORSARs array infralydstasjon i Bardufoss (IS37) åpnes.

2012

2013

2014

Prøvesprengninger:



2016 – NORSAR lanserer den første Windowsversjonen av NORSAR 3D-software pakke.

2017 – NORSAR arrangerer den internasjonale CTBT Infralydkonferansen i Tromsø.

2015 — 2016 — 2017 — 2018

Satsningsområdene til NORSAR

Satsningsområdene

Foto: Seismisk innsamling, ©PGS

TRYGT SAMFUNN

Siden opprettelsen i 1968 har NORSAR bidratt til å etablere verifikasjonssystemet og kontrollere etterlevelsen av Prøvestansavtalen for atomvåpen. Forskere fra NORSAR deltok i forhandlingene om et verifikasjonsregime for Prøvestansavtalen, som ble vedtatt av FN og åpnet for signering i 1996. I 1999 oppnevnte norske myndigheter NORSAR til nasjonalt datasenter for spørsmål knyttet til Prøvestansavtalen. Sentrale oppgaver er å gi råd til norske myndigheter om saker knyttet til overholdelse av avtalen, og ivareta driften av seks internasjonale overvåkingsstasjoner på norsk territorium.

NORSAR vurderer også risikoen knyttet til naturlige og menneskeskapte rystelser. Her benyttes NORSARs unike ekspertise innen jordskjelvrelaterte fagområder. Denne ekspertisen har blitt etablert gjennom forsknings- og utviklingsprosjekter de siste 50 årene for på ulike måter å tjene samfunnet.

Vår jordskjelvrelaterte kjernekompetanse strekker seg over et bredt spekter. Vi har kompetanse på grunnleggende seismotektonikk, det vil si sammenhengen mellom seismologi og tektonikk. Vi har også kompetanse på seismologi, seismisk overvåking og dataanalyse. I tillegg har vi ekspertise på seismisk risikovurdering, seismisk skade og tapsvurdering samt jordskjelvteknikk.

NORSARs kompetanse er relevant innenfor en rekke forsknings- og utviklingsprosjekter i Norge og internasjonalt, ofte med fokus på jordskjelvberørte regioner i utviklingsland.

OLJE OG GASS

NORSAR tilbyr programvareløsninger og konsulenttjenester for bedre avbildning av undergrunnen. Dette kan bidra til å redusere risikoen i oljeletingen.

I dag er NORSAR en verdensledende leverandør av seismisk modelleringsprogramvare for å øke verdien av seismisk innsamling, prosessering og tolkning, slik at

man får bedre avbildning av undergrunnen. NORSARs programvare brukes til seismisk undersøkelse, evaluering og planlegging, seismisk reservoarkarakterisering og et bredt spekter av mulighetsstudier relatert til seismisk modellering: Modellering av belysning og oppløsning, PSDM simulering, amplitude-analyser og generering av syntetiske seismiske data. Den utmerker seg gjennom sin avanserte 3D modellbygger og ray tracingsteknologi som gir fleksibel og rask programløsning.

VÆR OG KLIMA

NORSARs omfattende nettverk av infralyd og seismiske stasjoner har vist seg å gi nye observasjoner av vær- og klimarelaterte fenomener i atmosfæren.

I tilknytning til overvåkning av atmosfæren, ble en av verdens mest moderne og avanserte infralydstasjoner, kalt IS37, installert i 2013 i Bardufoss. Denne stasjonen er en del av det globale systemet for overvåkingen av etterlevelsen av Prøvestansavtalen (CTBT), og dens primære mål er å oppdage mulige kjernefysiske eksplosjoner.

UNIK INFORMASJON

Det observerte infralyd-bølgefeltet ved IS37, som kommer fra forskjellige naturlige og menneskeskapte kilder, har gitt oss data med unike opplysninger om tilstanden og dynamikken til den midtre og øvre atmosfæren. Direkte observasjoner av vind og temperaturer i disse høydene er sjeldne og er hittil ikke brukt i vær- og klimamodeller. NORSAR har derfor etablert et program for forskning innen infralyd som har som mål å forbedre modellene for mellom- og øvre atmosfære. I disse studiene suppleres data fra IS37 med observasjoner ved flere mindre infralydstasjoner i regionen, samt med andre stasjoner i det internasjonale CTBT-nettverket.

SEISMISKE SIGNALER FRA ISBREER

Sesongmessige og mer langsiktige temperaturvariasjoner påvirker dynamikken til isbreer og store isdekker som de som finnes på Grønland, på Svalbard og rundt polene. Isbrebevegelser og isfjell genererer både seismiske og akustiske signaler som er observerbare av svært sensitive instrumenter.

INTERESSANTE KORRELASJONER

For eksempel har flere studier, utført av NORSAR-forskere, adressert forekomsten av såkalte isskjelv og andre isbrefenomener både i Arktis og Antarktis. Den lange tidsserien som leveres av NORSARs nettverk gir nøkkelinformasjon for slike studier.

BÆREKRAFTIG ENERGI

NORSARs mål er å muliggjøre effektiv og sikker bruk av geotermisk energi og lagring av CO_2. Dette ønsker vi å gjøre gjennom forskning og utvikling av mikroseismisk teknologi.

Verdens energisektor domineres av fossilt brensel. Vårt samfunn krever et skifte fra klimagassutslippsdominert energi mot fornybar og bærekraftig energi. Dette er en av dagens største globale utfordringer. NORSARs forskningsområde innen bærekraftig energi, dekker teknologi innen geotermisk energi; både forbedrede geotermiske systemer og konvensjonelle hydrotermiske systemer. Sikker geologisk lagring av CO_2 er et vesentlig tiltak for å redusere utslipp av klimagasser. Metoder som er utviklet for mikroseismisk overvåking av geologisk CO_2-lagring, dammer og geotermiske anlegg, kan også brukes til overvåkning av gruver og kjernefysiske lagringsanlegg. ●

Foto: Dammen i Votna innsjø i Hordaland, ©Morten Falch Sortland/Getty images

Mot en tryggere verden

TEKST: PER ASBJØRN RISNES JR.

Det buldrer langt inne i de nordkoreanske fjellene. 05.30 natt til søndag 3. september 2017 blir sjokkbølger registrert av mer enn 100 lyttestasjoner over hele verden. Blant annet av NORSARs seismiske stasjon i Hedmark.

1: Nord Koreas leader Kim Jong-Un, © Liu Xingzhe/VCG/Getty images
2: Amerikansk og sør-Koreansk militære øvelse, © South Korean Defense Ministry/Getty images

I løpet av noen få timer har de norske forskerne analysert signalene. Fra signaturen og størrelsen på de seismiske registreringene kan de konkludere med at Nord-Korea har sprengt enda en kjernefysisk ladning i sitt underjordiske testområde Punggye-ri. Denne bomben tilsvarer 200.000–300.000 tonn TNT og forårsaket et skjelv med styrke 6.1.

Litt senere på dagen sender prøvestansorganisasjonen CTBTO ut en pressemelding der Generalsekretær Lassina Zerbo skriver om hendelsen:

«*Dette er nok et brudd på de universelt akseptere reglene om atomprøvesprengninger. Regler som har blitt respektert av alle land, unntatt ett, siden 1996 [...]Jeg håper virkelig at dette vil fungere som en siste vekker for det internasjonale samfunnet.*»

Kort sagt: Nord-Korea har foretatt en prøvesprenging. Vi må fortsatt passe på Nord-Korea.

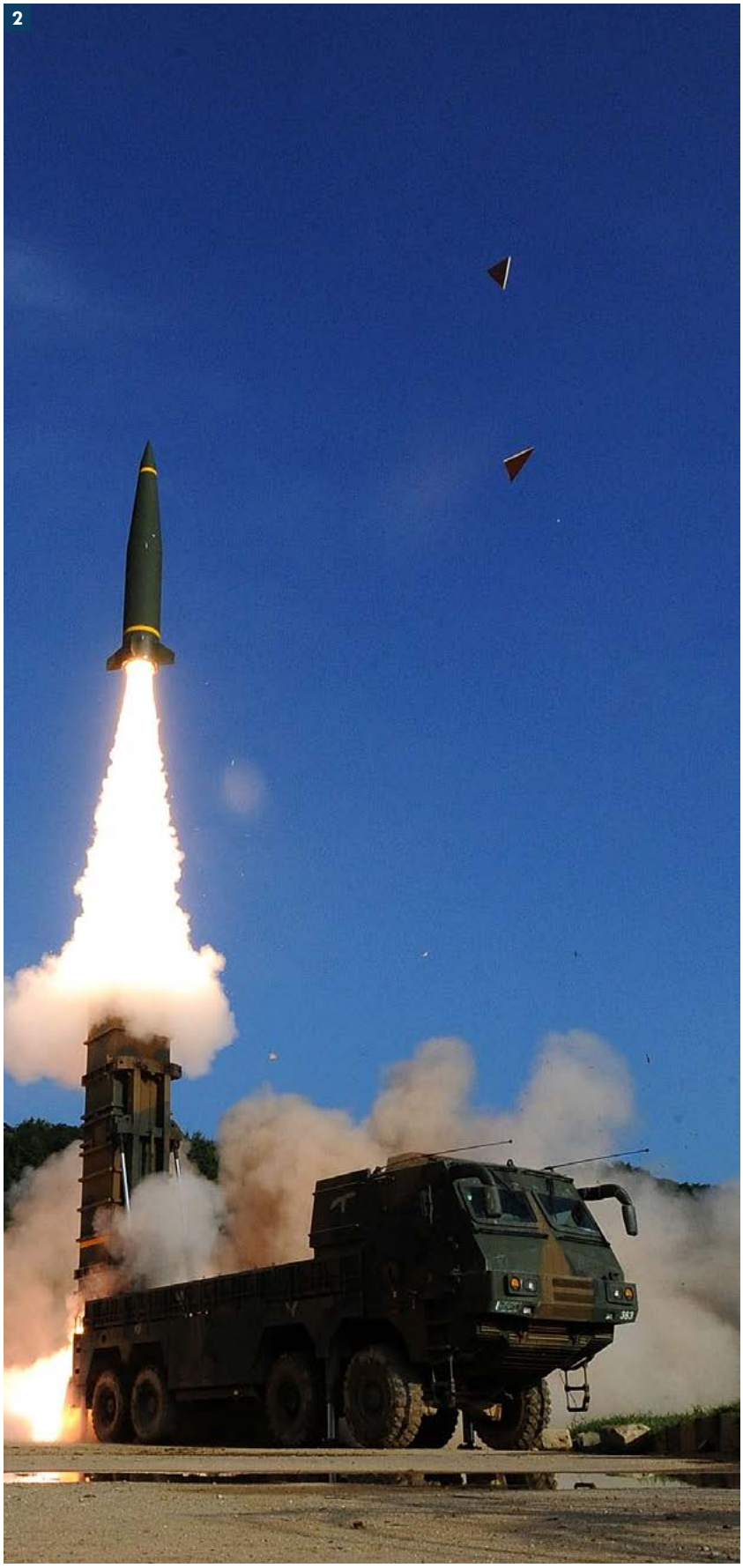
Den geopolitiske debatten har tilspisset deg. Flere land ruster opp forsvarene. Det kan se ut som om den tidligere amerikanske admiralen James Stavridis, som nå er rektor ved den prestisjetunge Fletcher School of Law And Diplomacy, kan ha rett når han sier til Los Angeles Times at vi i 2017 er nærmere en atomkrig enn på 50-tallet.

– Generelt er det flere faktorer som kan øke faren for atomkrig, sier PRIO-Professor Stein Tønnesson og lister dem opp slik:

a) Økning i antall atomvåpen makter

b) Forverring av forholdet mellom atommakter

c) Utvikling av små, taktiske atomvåpen med lavere terskel for bruk



2

– Nord-Korea er nå en atomvåpenmakt, så antallet har økt fra 8 til 9. Forholdet mellom Nord-Korea og USA er svært anspent. Og forholdet mellom USA og Russland har forverret seg, sier han og legger til at både Russland og USA fornyer sine atomvåpen. Og USA har planer om å utvikle mer treffsikre små atomvåpen som kan brukes i begrenset krig. En ytterligere faktor er USAs utvikling av antirakettsystemer, som bekymrer både Russland og Kina og kan presse dem til å satse mer enn tidligere på sine strategiske atomvåpen.

– Forholdet mellom USA og Nord-Korea har økt faren for atomkrig på kort sikt, mens fornyelse og utvikling av taktiske våpen øker faren på lengre sikt. Alt i alt mener jeg det kun er Nord-Koreas atomvåpenprogram som i løpet av det siste året har økt faren betydelig, sier han. I tillegg gir det økt risiko for at flere land vil skaffe seg atomvåpen. Det vil si Sør-Korea, Taiwan og Japan, som ikke i like stor grad som tidligere stoler på amerikansk beskyttelse, sier Tønnesson.

Nord-Korea sprenger ikke kjernefysiske ladninger bare for å irritere president Trump. Etter alt å dømme er ikke hensikten å utvikle våpen som skal tas i bruk i noen planlagt krig, men å avskrekke angrep, tror Tønnesson. De vil overbevise verden om at Nord-Korea har atomvåpen og derfor ikke kan angripes militært. Det skal gi regimet sikkerhet.

–Det vi nå kan håpe, er at Kim Jong Un har overbevist seg selv, sitt folk, USA, Kina, Japan og Russland om at han har atomvåpen og raketter som kan nå mål på den andre siden av Stillehavet og at han derfor ikke behøver å gjennomføre flere prøvesprengninger eller teste flere interkontinentale raketter. Da vil faren for krig og atomkrig bli redusert igjen, og det kan være mulig å forhandle med Nord-Korea om begrensning i atomvåpenprogrammet og unngå spredning til andre land, sier Tønnesson.

Å overvåke og analysere Nord-Koreas prøvesprengninger og rakettester har ifølge Tønnesson stor betydning.

–Vi kan håpe at prøvesprengningen i september ble den siste. Ødeleggelsene den forårsaket i fjellet ovenfor må ha skremt både nord-koreanerne og kineserne. Eksplosjonen kan ha vært sterkere enn forutsett. NORSARs dokumentasjon kan bidra til å øke bevisstheten om hvor viktig det er å ikke gjennomføre flere sprengninger, sier professor Stein Tønnesson. ●

Foto: Sør-Koreanske og amerikanske luftstyrker trener på luftkamp, © Senior Airman Colby L. Hardin/U.S. Air Force/Getty images

Foto: Jordskjelv på M 7.3 i Irak og Iran, © Fatemeh Bahrami/Anadolu Agency/ Getty Images

Når berget buldrer

Jorden beveger seg. Hver eneste dag støter jordplater mot hverandre og fører til store og små bølgebevegelser i jordskorpen. Små rystelser her og der, med konsekvenser for oss som bor helt ytterst på jordskorpen. Noen ganger påvirker det oss, mens det andre ganger knapt er merkbart.

Rystelser i jordskorpen forekommer over hele kloden. Også her vi bor. Bare i 2017 ble det registrert mer enn ti jordskjelv i og utenfor kysten av Norge, blant annet et skjelv i Nordsjøen med styrke 4,5. Høsten 2017 var det også et par små skjelv bare noen kilometer fra kontorene der NORSAR holder til utenfor Oslo.

Hver gang det rister, blir det registrert av de digitale seismometrene til NORSAR. Signalene blir vurdert, analysert og videreformidlet.

– Basert på lokalisering, frekvens på etterskjelvene og hvor dypt nede episenteret var, kan vi danne oss et bilde av skjelvet, sier Dominik Lang. Vi kan også si om skjelvet kan tenkes å være en kjernefysisk prøvesprengning. Dette vet vi fordi en prøvesprengning vil foregå ganske nær jordoverflaten, mens de fleste jordskjelv ligger på 10 til 200 kilometer nede i jorden.

Men NORSAR merker ikke bare jordskjelv på måleapparatene. Etter et skjelv på styrke 2-2,5 i områder der det bor mange mennesker, øker pågangen til NORSAR kraftig. I slike tilfeller er det ikke uvanlig at flere ringer og sender e-post for å spørre om hva som har skjedd.

–Når vi bare får én henvendelse om risting i et hus og når vi ikke ser noe på instrumentene, går vi ut fra at det var en lastebil som passerte eller vegarbeid i nærheten, sier Dominik Lang.

Faren for et stort jordskjelv i Norge er lav. Det er ingen som sover med jordskjelv-bagen klar under senga slik man gjør i Tokyo eller San Fransisco.

Men faren for jordskjelv i Oslo-området er definitivt til stede.

Oslo ligger i det vi kaller en graben, en innsynking mellom to forkastninger i jordskorpen, som øker sannsynligheten for at det oppstår jordskjelv.

– I Oslo-graben er det potensial for jordskjelv med en styrke på over 5 på Richters skala. Det samme er tilfelle i Øygarden utenfor Bergen, sier Lang.

Så store jordskjelv inntreffer sjelden i Norge. Men senest 29. november 2000 var det et jordskjelv i Strømstadområdet, som kunne føles over nesten hele Østlandet. Oslo-regionen er et jordskjelvområde.

Det forrige store skjelvet i Oslo var i 1904. Det målte 5,4 på Richters skala og medførte betydelige materielle skader.

– Det er ingen grunn til at folk skal gå rundt å være bekymret, sier Dominik Lang. Vi vet at sjansen for et nytt, stort skjelv i Oslo-området er tilstede, men vi har ikke nok informasjon om returperiodene for slike jordskjelv til å si noe om når det vil skje. Det kan gå 10, 100 år, eller 1000 år, sier Lang. ●

Foto: Bilde av ødelagt vei etter et jordskjelv
©Haje Jan Kamps / EyeEm, Getty Images

DANGER
BE WARNED

Foto: Fyrtårn ved utløpet av elven Tees, England
© Ian Forsyth/Getty Images

Havets brus varsler været

Kraftige bølger, spesielt i Nord-Atlanteren slår stadig mot hverandre og danner en konstant strøm av lavfrekvente akustiske signaler som ikke er hørbare for mennesker.

Dette er mikrobaromer, eller infralyd, som kan måles mer enn 1000 kilometer unna. På vei opp fra havet går infralydsignalene gjennom stratosfæren. Vind og temperatur påvirker hvordan signalene ser ut før de kommer tilbake til jorden og fanges opp av de samme mikrobarometerne som brukes til å fange opp atomprøvesprengninger i atmosfæren.

- Infralydsignaler kan revolusjonere værmeldingene fremover, sier professor i seismisk akustikk ved Det Kongelige Nederlandske Meteorologiske Institutt, Läslo Evers. Evers er tilknyttet NORSAR som spesialrådgiver. Ved å forske på infralyd, får vi vite mer om hvordan den øvre atmosfære, stratosfæren, ser ut. Dette gjør det mulig å gi mer presise værmeldinger langt frem i tid, sier Evers.

Været i troposfæren, her nede hvor vi holder til, påvirkes av været høyere oppe i stratosfæren. Forandringer i de høyere luftlagene påvirker de langsiktige værmønstrene i de kommende ukene eller den kommende sesongen.

- Ved å observere stratosfærisk temperatur og analysere hva som skjer i den øvre atmosfæren, kan vi med større sikkerhet si noe om hvordan været blir langt frem i tid. Observasjoner av hva som skjer i stratosfæren spiller også en viktig rolle når vi skal diskutere klimaendringer, sier Evers. ●

Fokus 2017

Foto: Skader etter jordskjelv i India

Bidrar med jordskjelv-kompetanse i India

I byen Guwahati, i den nordøst-indiske delstaten Assam, jobber NORSAR tett med lokale partnere og myndigheter med å analysere jordskjelv.

NORSAR har etablert en database over byens bygningsmasse og infrastruktur, samt en simulering av sannsynlige jordskjelvscenarier. I tillegg driver NORSAR opplæring av lokale myndigheter. Prosjektet heter ELIAS (Earthquake Loss Information System for Guwahati, Assam).

NORSAR har i lang tid hatt et samarbeid med India. Nordøst-India er spesielt interessant siden denne delen av India har størst seismisk aktivitet. En av de største byene i nordøst-India er Guwahati. Guwahati vokser raskt, og er preget av dårlig infrastruktur og sårbare bygninger. Byen ligger på bredden av Brahmaputraelven. Siden grunnen ved elven er løsmasser og dermed myk, blir effekten av rystelsene ved jordskjelv sterkere.

Hovedmålet for prosjektet er å redusere framtidige konsekvenser av jordskjelv. I 2020 skal prosjektet avsluttes. Da har NORSAR vært med på å bygge et omfattende nettverk av seismiske stasjoner som er fordelt over hele byen.

Dette er en del av et varslingssystem som skal registrere rystelser. Systemet skal også generere kart i sanntid som viser fordelingen av rystelsene, forventede bygningsskader og tap over hele byen. Myndighetene vil dermed få et verktøy de kan bruke for den videre byutviklingen. I tillegg kan systemet forbedre koordineringen av redningsaksjonene etter et skjelv.

Samarbeidet i India begynte i 2001, og ELIAS prosjektet i Guwahati er en videreføring av et forskningsprosjekt finansiert gjennom den norske ambassaden i New Delhi. ●

Jordskjelv kommer i alle styrker. Noen merkes ikke, andre er ubehagelige og de største kan være svært skadelige. Styrken kan forklares på flere måter; utslaget det gir på et seismometer, hvor mye energi skjelvet gir fra seg, opplevd intensitet og fysisk størrelse. Vi forklarer forskjellen.

Hvordan måler man styrke på jordskjelv

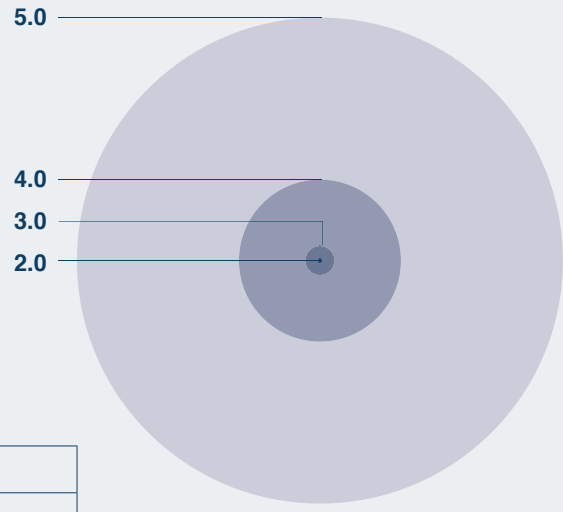
I dagligtale er det litt forvirring når vi snakker om størrelsen på et jordskjelv! Oftest snakker vi om størrelse i form av magnitude (M) og den vanligste skalaen er Richters skala. Skalaen er logaritmisk som betyr at den øker med 10 ganger mellom hvert trinn. Magnitude vises på et seismogram. Men det er energien i jordskjelvet som gjør skade og det omtales som styrken på skjelvet. Omregningen fra magnitude til energi-innhold er delvis erfaringsbasert og litt avhengig av geologien på stedet. En enhet i magnitude på et seismometer betyr omlag 32 ganger mer energi- innhold. For eksempel inneholder et jordskjelv på magnitude 6 omlag 1000 ganger (32 x 32) mer energi enn et på magnitude 4!

Hvordan folk opplever rystelser av jordskjelv kalles intensitet og er en enkel subjektiv metode. Med mange nok observasjoner kan man tegne et godt bilde av jordskjelvet, og intensitetsobservasjoner samles fortsatt inn rutinemessig over hele verden siden de kan fortelle mye om fordelingen av rystelser over et stort område. Jordskjelvets fysiske størrelse er også av interesse og kartlegges. Tommelfingerregelen sier at de svakeste merkbare jordskjelvene (M 2,5) vanligvis har en lengde på et par hundre meter. Her er det store variasjoner avhengig av geologien på stedet. ●

MAGNITUDE	BESKRIVELSE AV OBSERVASJONER
0 – 1.9	Skjelvet merkes ikke av mennesker.
2.0 – 2.9	Skjelvet merkes av svært få innendørs.
3.0 – 3.9	Skjelvet merkes av få innendørs.
	Skjelvet merkes av mennesker innendørs, spesielt i høyere etasjer. De fleste vil allikevel ikke assosiere rystelsene med jordskjelv.
4.0 – 4.9	Skjelvet merkes av de fleste innendørs, men få utendørs. Noen som sover vil vekkes.
	De fleste merker skjelvet. Flere vekkes. Taklamper og andre ting som henger fra taket vaier, og mindre gjenstander flytter på seg.
5.0 – 5.9	Skjelvet merkes. Gjenstander kan falle ned fra hyller og skap. Bygninger kan få mindre skader.
	Skjelvet merkes godt. Møbler flytter på seg og gjenstander faller fra hyller og skap. Bygninger får moderate skader. Eldre bygninger kan få større skader.
6.0 – 6.9	Mange vil ha problemer med å holde seg oppreist. Vanlige, godt bygde bygninger kan få alvorlige skader som brudd i vegger. Noen svakere, eldre bygninger kan kollapse.
	Panikken brer seg og mange svake konstruksjoner kollapser. Selv nybygg og solide konstruksjoner får alvorlige skader.
7.0 og større	Nybygg og solide konstruksjoner får store skader og kan kollapse.

Den logaritmiske Magnitudeskala

Hvert magnitudetrinn tilsvarer ca. 32 ganger økning i energifrigjøring.



M1 til M2	1 magnitudetrinn	32 ganger større
M1 til M3	2 magnitudetrinn	32 x 32 ganger større
M1 til M4	3 magnitudetrinn	32 x 32 x 32 ganger større
M1 til M5	4 magnitudetrinn	32 x 32 x 32 x 32 ganger større

Foto: Barcode sett fra sjøsiden, ©Jorg Greuel/Getty Images

Med Norge som episenter

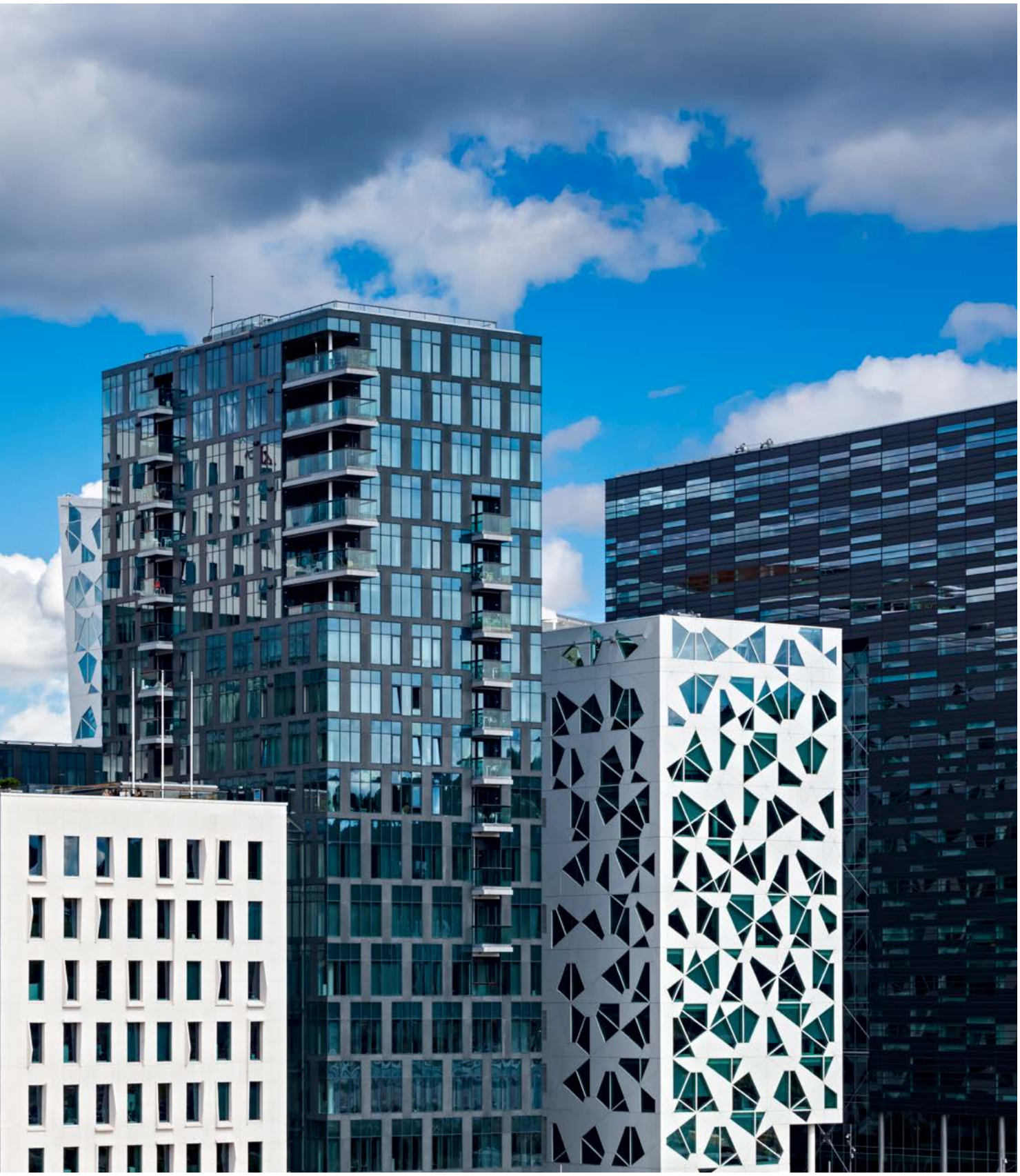
I løpet av 2017 opplevde NORSAR en økning i antall innmeldte jordskjelv i Norge. Mange ringer NORSAR's jordskjelvtelefon for å melde om skjelv.

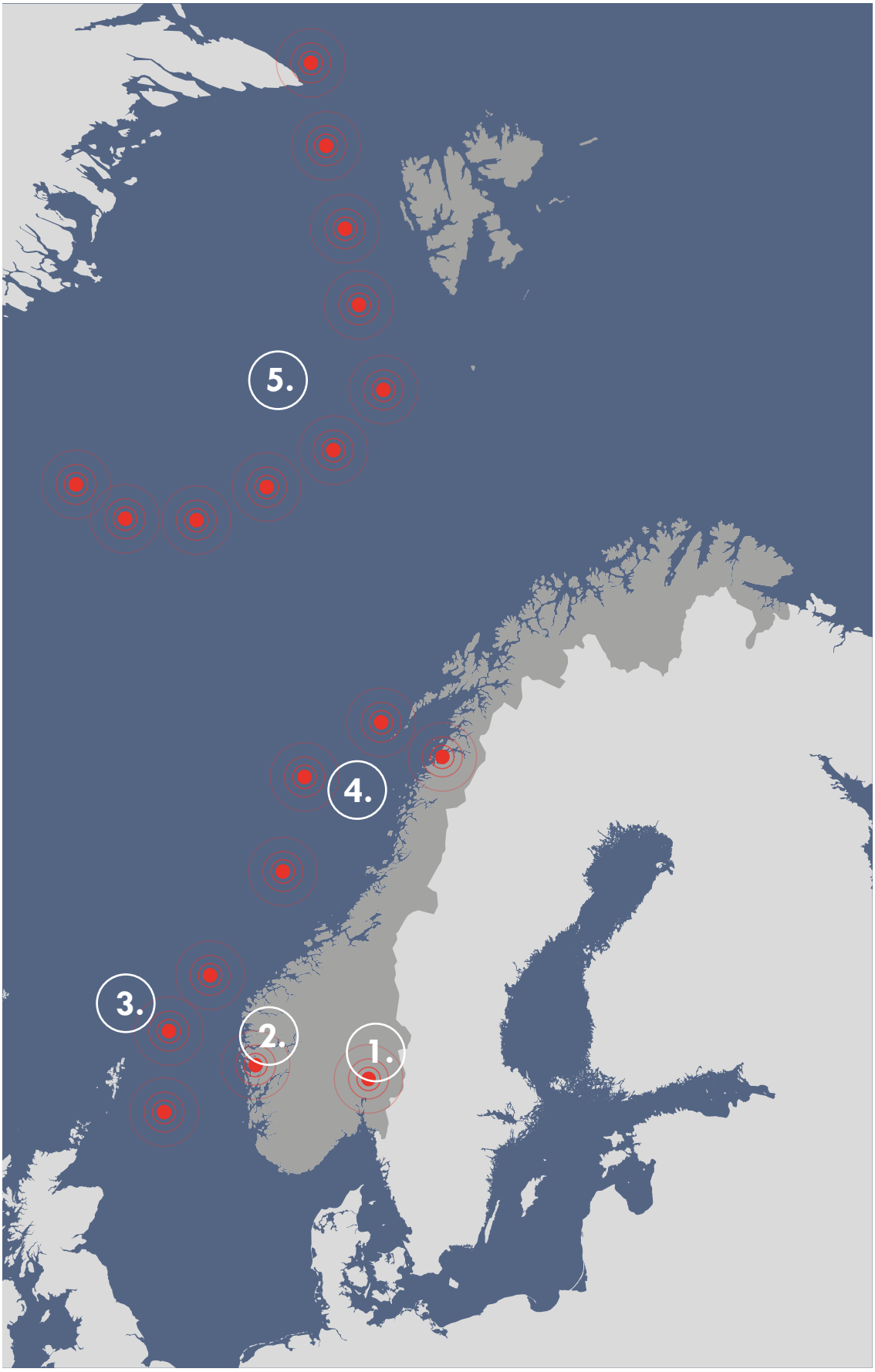
– I 2017 var det relativt høy seismisk aktivitet i Norge. Vi hadde flere følte jordskjelv enn tidligere år, og flere ringte inn og fortalte at de hadde opplevd jordskjelv, sier Dominik Lang, avdelingsleder for jordskjelvrisiko i NORSAR.

I 2018 kan vi se filmen Skjelvet på kinolerret over hele Norge. Filmen handler om et stort jordskjelv som gjør større skader i Oslo-området. Handlingen i filmen tar utgangspunkt i et reelt jordskjelv som rammet Oslofjordregionen 23. oktober 1904. Jordskjelvet er i ettertid blitt beregnet til 5,4 på Richters skala. Selv om jordskjelvets episenter befant seg mer enn 100 km fra Oslo, gjorde det store skader i byen.

– Et slikt skjelv kan skje igjen. I så fall ville skadene og de samfunnsøkonomiske konsekvensene

›››




5.
4.
3.
2.
1.

Illustrasjon: Kart som viser utsatte områder, FreeVectorMaps.com/Geelmuyden Kiese

UTSATTE OMRÅDER

I Norge er det hovedsakelig fem soner som utløser flest jordskjelv (se kart):

1) Oslo riftsone (graben-struktur)
2) Vestlandet, inkludert Øygården (landheving)
3) Norsk sokkel (graben-strukturer)
4) Nordlandskysten og Eggakanten (landheving)
5) Midt-Atlantiske spredningsakse inkludert Svalbard

sannsynligvis bli større enn i 1904. Tettere og høyere bebyggelse, mer infrastruktur, samt gamle mursteinsbygg kan forsterke den ødeleggende effekten av jordskjelv, sier Lang. I tillegg har Oslo-området en geologi som kan gi forsterkningseffekter.

Lang understreker at folk ikke bør være bekymret; sannsynligheten for et større jordskjelv i Norge er liten. Likevel ønsker NORSAR å øke oppmerksomheten på jordskjelvaktivitet i Norge. Kunnskap og analyser gjør oss bedre i stand til å bygge sikre bygg og infrastruktur. Derfor er det satt i gang en oppdatering av jordskjelvkartet for Norge.

I løpet av 2017 ble det meldt inn 12 jordskjelv i Norge. Det er spesielt fire jordskjelv som peker seg ut: Lillomarka, Øygarden, Svalbard og Nordsjøen.

LILLOMARKA-SKJELVET

Søndag 29. oktober 2017 registrerte NORSAR et mindre jordskjelv i Lillomarka, i den sørlige delen av Nordmarka. Jordskjelvet hadde en styrke på 2,2, og ble registrert kl 02.07 om natten. NORSAR mottok flere henvendelser og spørsmål om skjelvet. Tilbakemeldinger fra publikum tyder på at skjelvet ble følt i et stort område.

ØYGARD-SKJELVET

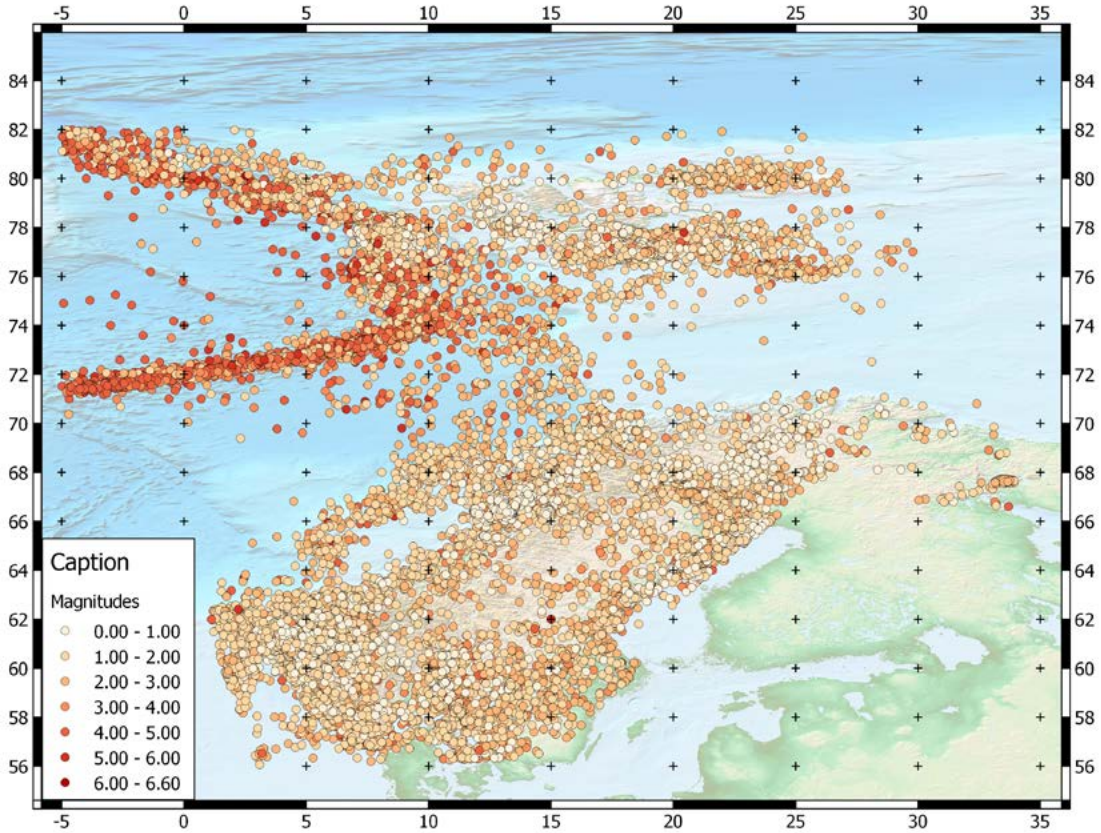
Bare uker senere, 7. november, var det igjen stor pågang på jordskjelvtelefonen. NORSAR registrerte et jordskjelv med styrke på 3,8 utenfor Øygarden. Det er ett av de kraftigste i Norge på mange år. Siden skjelvet inntraff til havs føltes ikke rystelsene like store som om det ville vært på land, fordi intensiteten på bølgene avtar jo lenger bort man oppholder seg. Likevel kunne mange føle skjelvet på land.

SVALBARD-SKJELVET

Onsdag 31. mai 2017 registrerte NORSAR et større jordskjelv nær Hornsund på Svalbard. Skjelvet hadde styrke 4,7. Selv om episenteret var 150 km sør for Longyearbyen merket flere innbyggere skjelvet. NORSAR har stasjoner på Svalbard, og kunne derfor lokalisere skjelvet helt nøyaktig. Svalbard ligger nær Midthavsryggen og Storfjorden, som har hyppig jordskjelvaktivitet. Det gjør Svalbard utsatt for jordskjelv. Et av de senere års største jordskjelv fant sted nettopp i Storfjorden og hadde en styrke på 5.9 og skjedde i 2008.

NORDSJØ-SKJELVET

Fredag 30. juni 2017 registrerte NORSAR et jordskjelv med styrke 4,5 i Nordsjøen. Skjelvets episenter var kun 40 km unna Granefeltet i midten av Vikinggraben, og flere oljearbeidere kontaktet NORSAR om skjelvet. Den 300 km lange Vikinggraben er en del av den norske kontinentalsokkelen, og har høy jordskjelvaktivitet fordi det er en gammel oppsprekkingssone. ●



INTERVJU MED CONRAD LINDHOLM,
SENIOR-RÅDGIVER I AVDELINGEN
FOR JORDSKJELVRISIKO,

Nytt norsk jordskjelvkart sikrer norske bygg.

EU har innført felles regelverk for dimensjonering av bygg og anlegg for jordskjelv.

Det norske jordskjelvkartet som er basis for de norske reglene, er gammelt og det er usikkert hvorvidt dimensjoneringen som følger av dette kan være kostnadsdrivende. For Svalbard finnes i dag ikke jordskjelvkart. Derfor arbeider NORSAR med å lage et nytt og oppdatert jordskjelvkart for Norge og Svalbard.

«Vi kommer aldri til å kunne si når og hvor neste jordskjelv kommer. Det vi skal gjøre er å bruke historien og statistikken til å beregne intensiteten på fremtidige rystelser.»

- Conrad Lindholm

Conrad Lindholm,
Senior-rådgiver for avdelingen for jordskjelvrisiko,

I flere land går liv tapt på grunn av bygningsmasse som raser sammen. Her i Norge har vi ikke opplevd så store jordskjelv. Like fullt er det viktig at utbyggere og ingeniører har kunnskap og verktøy til å lage kostnadseffektive og sikre bygg. Derfor har Norge behov for et oppdatert jordskjelvkart, der også Svalbard er med. Formålet med jordskjelvkartet er å etablere en sannsynlighet for en gitt rystelsesintensitet.

– Vi kommer aldri til å kunne si når og hvor neste jordskjelv kommer. Det vi skal gjøre er å bruke historien og statistikken til å beregne intensiteten på fremtidige rystelser, sier Lindholm, seniorrådgiver i avdelingen for jordskjelvrisiko i NORSAR.

NORSAR skal lage kartet med utgangspunkt i matematiske modeller av historiske jordskjelv. I disse beregningene skal NORSAR benytte data både fra Norge og utlandet, samt verdens nyeste teknologi.

– Datamengden er mye større enn i 1998 da vi laget det forrige jordskjelvkartet. Vi har samlet inn kolossalt mye data de siste 20 årene, og metodene for å måle jordskjelvaktivitet er mye bedre enn i 1998, sier Lindholm.

NORSAR vil også benytte jordskjelvanalysene i sitt internasjonale arbeid. Kunnskapen om jordskjelv i Norge, kan sikre bygg i hele verden. ●

INTERVJU MED SVEIN MYKKELTVEIT,
SPESIALRÅDGIVER I NORSAR

Et globalt nettverk av målestasjoner

Svein Mykkeltveit
Spesialrådgiver i NORSAR

«Organisasjonens oppgave er å etablere avtalens verifikasjonsregime, slik at det er operativt når Prøvestansavtalen trer i kraft»

- Svein Mykkeltveit

CTBTO

Da Prøvestansavtalen ble vedtatt i FNs Generalforsamling i 1996 ble den forberedende kommisjonen for organisasjonen for Prøvestansavtalen, bedre kjent som CTBTO, etablert i Wien.

Svein forklarer at CTBTOs sekretariat har i oppdrag å etablere et globalt nettverk av målestasjoner, samle inn data fra disse og sende resultater av dataanalysen til alle medlemsland. Sekretariatet er rekruttert fra medlemslandene (183 land er medlemmer pr. 2017). Globalt består nettverket av 321 målestasjoner i 89 land. Per i dag er ca. 90 % av disse stasjonene på plass. Med kontrollsystemet på plass er det ingen steder i verden man kan foreta en atomprøvesprengning uten at den blir registret.

Foto: CTBTO-Konferanse i Wien.

OVERVÅKNINGSANLEGG OVER HELE VERDEN.

De 321 målestasjonene rundt om i verden eies og driftes av de respektive vertsland. Alle rådata er tilgjengelige for alle medlemsland. Stater som er vertskap for stasjonene mottar teknisk og finansiell bistand fra CTBTOs sekretariat for å etablere, oppgradere, drifte og vedlikeholde stasjonene. Tilgang til denne store mengden informasjon gjør det mulig for CTBTOs medlemsland å vurdere om en mistenkelig hendelse har skjedd og om hendelsene utgjør brudd på avtalen.

Svein understreker at CTBTO ikke har mandat til å slå fast om det har vært en prøvesprengning eller ikke. Det er det medlemslandene selv som må ta stilling til. Ved mistanke om brudd på avtalen må det startes en prosess som eventuelt munner ut i en reaksjon mot det medlemslandet som har brutt avtalen. Det er opp til medlemslandene å starte en slik prosess, som kan ende ut i en såkalt stedlig inspeksjon av et område der den mistenkelige hendelsen har skjedd.

NORSAR er, i et Stortingsvedtak fra 1999, utpekt som nasjonalt datasenter for Norge for overvåkning av Prøvestansavtalen. På norsk jord er det utplassert seks stasjoner i det globale nettverket. Fire av disse er seismiske stasjoner og befinner seg i Hedmark, i Karasjok, på Svalbard og på Jan Mayen. I tillegg er det en målestasjon for radioaktive molekyler og edelgasser på Platåberget på Svalbard og en infralydstasjon i Bardufoss.

NORSAR deltar aktivt i CTBTOs styrende organer, hvor medlemsland diskuterer alle sider ved verifikasjonssystemets etablering og drift og ivaretar Norges interesser i denne sammenheng.

ARRAY-STASJONER

Av seismiske stasjoner finnes det to typer: enkeltstående stasjoner, og såkalte array-stasjoner. Array-stasjonene har overlegne egenskaper for oppdagelse av signaler og bestemmelse av retningen signalene kommer fra.

Den første installasjonen av en seismisk array i Norge ble gjort i det indre østlandsområdet i 1968. På det tidspunktet fantes det en tilsvarende array i Montana i USA, og de to til sammen hadde en global dekning. I dag har NORSAR array-

»»

Foto: SPITS - Den seismiske stasjonen på Svalbard er en array med 9 instrumenter over en diameter på ca. 1 km.

stasjoner i Hedmark, i Karasjok, og ved Longyearbyen på Svalbard.

NORSARs arbeid over mange år påvirket Genève-forhandlingene på 90-tallet om Prøvestansavtalens kontrollapparat, slik at det ble enighet om å ta inn mange seismiske arrayer i det globale systemet. Dette har bidratt til at systemet som er etablert har en fremragende evne til å oppdage og posisjonsbestemme seismiske hendelser over hele verden, sier Svein.

NORSARS ROLLE

NORSAR har som norsk nasjonalt datasenter i oppgave å gi informasjon og rettidige råd til norske myndigheter om hendelser av relevans for Prøvestansavtalen. NORSAR har fungert som rådgiver helt siden opprettelsen av NORSAR for 50 år siden, og har et godt samarbeid med myndighetene. NORSAR regnes i dag som verdensledende innen registering og analyse av seismiske signaler, og stiftelsen opprettholder en forskningsaktivitet til støtte for denne virksomheten.

Svein forklarer at NORSAR forbereder seg godt til den dagen Prøvestansavtalen trer i kraft. Det arbeides systematisk for å opprettholde og videreutvikle den kompetansen som trengs. Og selv om avtalen ikke formelt har trådt i kraft, bidrar NORSAR i dag til en faktisk overvåkning gjennom aktiv bruk av data fra de mange overvåkningsstasjonene i nettverket. ●

INTERVJU MED TORMOD KVÆRNA,
SPESIALRÅDGIVER I NORSAR

Lytter etter Nord-Koreas atombomber

Tormod Kværna
Spesialrådgiver i NORSAR

Den 3. september 2017 gjennomførte Nord-Korea en kjernefysisk prøvesprengning. Prøvesprengningen er den største NORSAR har registrert fra det lukkede landet. NORSAR målte prøvesprengningen til en styrke på 6,1, som indikerer en sprengkraft mellom 200 og 300 kilotonn TNT. Dette tilsvarer om lag 15 Hiroshima-bomber.

Det ble også registrert en rekke skjelv etter selve prøvesprengningen. Et skjelv med styrke 4 ble registrert 8 minutter etter prøvesprengningen. NORSAR antar at det skyldes kollaps av det hulrommet og tunnelen bomben ble sprengt i.

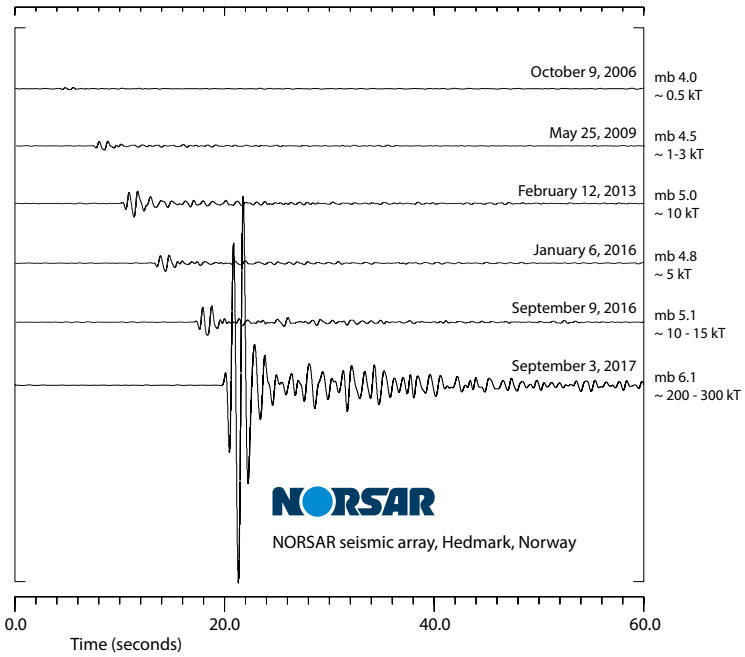
I tillegg ble det registrert flere mindre skjelv i tidsrommet mellom september og desember 2017. Disse skjelvene hadde en styrke mellom 2 og 3,5. Vi vet ikke eksakt årsak til disse skjelvene, men Kværna mener det er grunn til å tro at en så stor sprengning, som den 3. september, kan skape spenninger i jordskorpen og dermed etterskjelv som ved naturlige jordskjelv.

Nord-Korea har prøvesprengt atombomber fem ganger tidligere i perioden mellom 2006 og 2016.

- Ved tidligere tester i Nord-Korea, har vi ikke observert aktivitet av betydning i den påfølgende perioden. Det ble registret et par små hendelser i 2014, men ikke i den skalaen vi har sett nå, sier Kværna.

«Dette er den absolutt største sprengningen vi har sett i Nord-Korea. De tidligere testene har vært betydelig mindre, og det var overraskende at denne var så stor.»

- Tormod Kværna



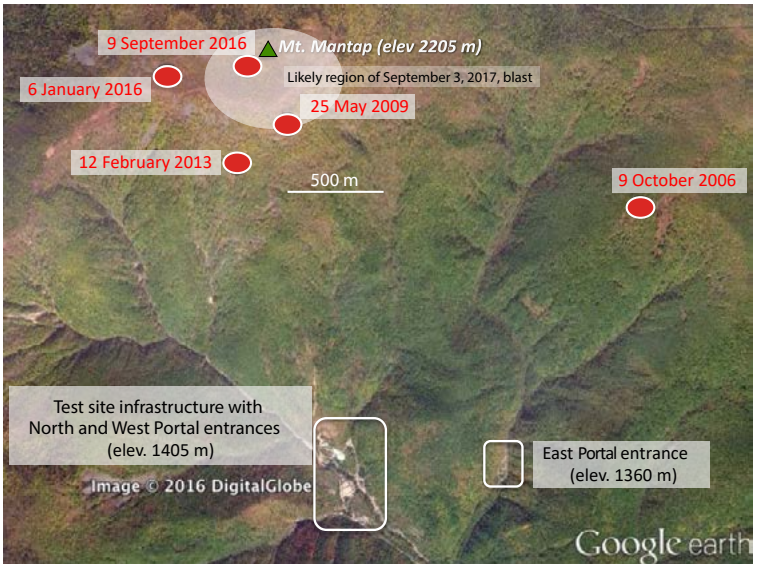


Foto: Nord-Koreas prøvesprengninger.

NORSAR-RUTINENE

Når land prøvesprenger atomvåpen er verdenssamfunnet opptatt av å vite hvem som sprenger, hvor det skjer og hvor stor bomben er. NORSAR har prosedyrer som automatisk analyserer data og som utløser en alarm når det skjer noe av interesse. I tillegg til data fra egne stasjoner, har NORSAR tilgang til data fra et stort antall stasjoner rundt omkring i verden som en del av nettverket bygget for å verifisere Prøvestansavtalen.

Når en hendelse skjer i Nord-Korea, kommer dataene raskt inn til NORSAR. De første automatiske resultatene av dataprosesseringen er klare etter at signalene har brukt ca. 11 minutter fra Nord-Korea til NORSAR. Deretter analyserer NORSARs eksperter resultatene, slik at de kan bekrefte eller avkrefte om det er snakk om en prøvesprengning. NORSAR informerer Utenriksdepartementet om analysene.

- I 2017 har NORSAR forbedret vaktordningen. Blant annet har vi utvidet gruppen som er med i vaktlaget. Dermed har vi fått en mer robust ordning som gjør at vi kan komme raskere på banen, sier Kværna.

VEIEN VIDERE

Kværna er opptatt av at NORSAR er tidlig ute med grundige analyser, slik at prøvesprengninger kan oppdages og avklares raskt. Det sikrer Utenriksdepartementet tilgang til rask og god informasjon, som også kommer allmennheten til gode. ●

1: Instrument brønn, Hamar
2 og 4: Arces, Karasjok
3: Bardufoss målestasjon

3

4

Prøvestansavtalen har aldri vært viktigere.

50 år etter opprettelsen av NORSAR er Prøvestansavtalen viktigere enn noen gang

Foto: Seoul, Sør Korea

NORSAR ble opprettet i 1968 som en del av et norsk-amerikansk seismologisk forsknings- og nedrustningssamarbeid. Samarbeidet tok sikte på å etablere seismiske stasjoner og utvikle analyse-metoder som kunne oppdage og skille mellom kjernefysiske eksplosjoner og jordskjelv.

Slike metoder er viktig for å kunne kontrollere et forbud mot kjernefysiske sprengninger. Verden ble enig om teksten til et slikt forbud - Prøvestansavtalen – i FNs generalforsamling i 1996. I dag er Prøvestansavtalen viktigere enn noen gang.

Den 3. september 2017 gjennomførte Nord-Korea en kjernefysisk prøvesprengning. Dette var landets sjette atomprøvesprengning og den hittil kraftigste. NORSAR målte styrken til 6,1 som indikerer en sprengkraft mellom 200 og 300 kilotonn TNT.

Prøvesprengningen ble registrert i Norge, mer enn 7000 km fra teststedet, ved hjelp av fintfølende instrumenter plassert i Hedmark, Finnmark og på Svalbard. Da bomben eksploderer under bakken, bredte de seismiske bølgene seg gjennom jordens indre, på samme måte som det skapes ringer i vann når man kaster en stein. Signalet brukte ca. 11 minutter fra Nord-Korea til Norge.

Nord-Korea hevder at de utførte en vellykket test av en fusjonsbombe (hydrogenbombe), og at den kan plasseres på et interkontinentalt missil. Norske myndigheter har på det sterkeste fordømt den kjernefysiske prøvesprengningen.

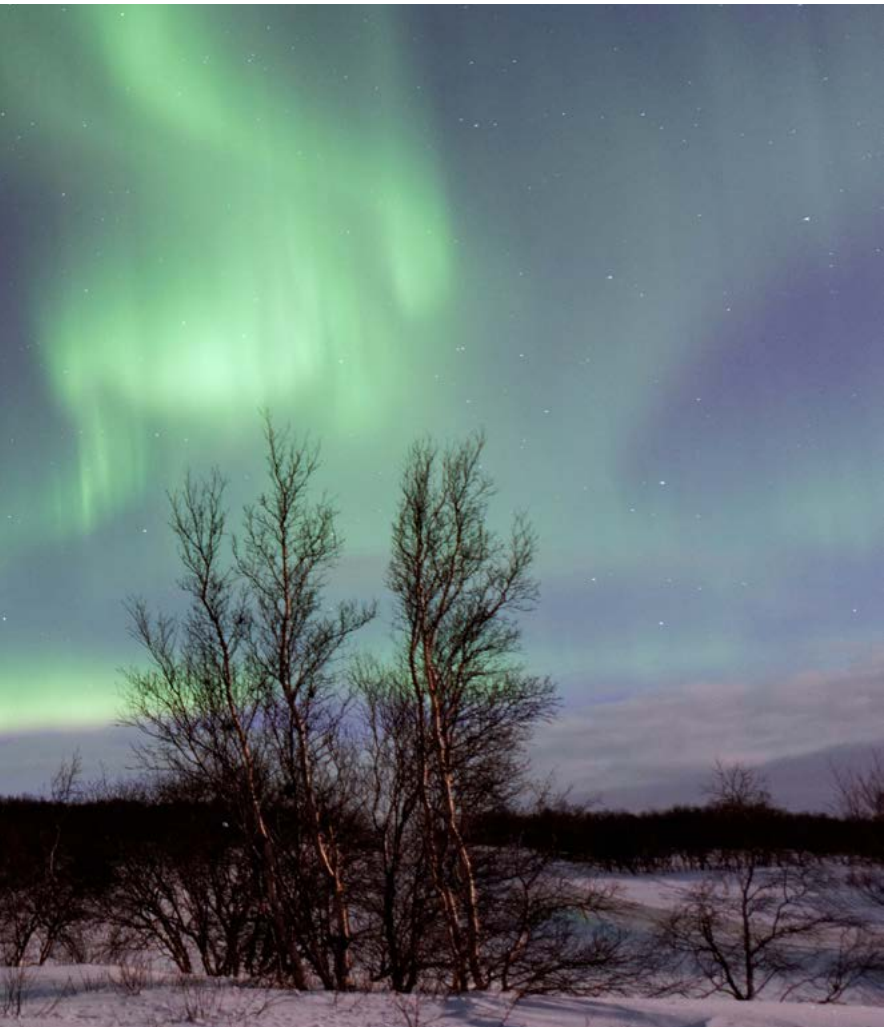
Nord-Koreas prøvesprengning viser hvor viktig det er å få iverksatt Prøvestansavtalen. Avtalen har ennå ikke formelt trådt i kraft fordi åtte land, blant annet USA og Kina, ikke har ratifisert den. En urolig verden trenger fortsatt systematisk innsats på alle deler av nedrustningsfeltet. En viktig oppgave er å sikre troverdigheten av det globale nettverket for verifikasjon og etterlevelse av Prøvestansavtalen.

NORSAR er i dag verdensledende innenfor registrering og analyse av seismiske signaler som har forplantet seg gjennom jordens indre. NORSARs uavhengige rolle er viktig for tilliten til analysene av atombombeprøvesprengninger. Alle som ønsker det kan få tilgang til NORSARs vurderinger. ●

Infralydkonferansen 2017

I oktober arrangerte NORSAR Den Internasjonale Infralydkonferansen 2017 i samarbeid med CTBTO (Comprehensive Test Ban Treaty Organization). Konferansen fant sted i Tromsø.

Foto: Deltakerne på infralydkonferansen 2017.



For at Prøvestansavtalens verifikasjonsregime skal fungere best mulig er det viktig at hvert land er trygg på stasjonsdrift, dataprosessering og analysemetoder. Det gjør at verifikasjonen er effektiv i hele verden, og at metodene som brukes er troverdige. De årlige infralydkonferansene er en viktig kilde til kunnskaps- og idédeling.

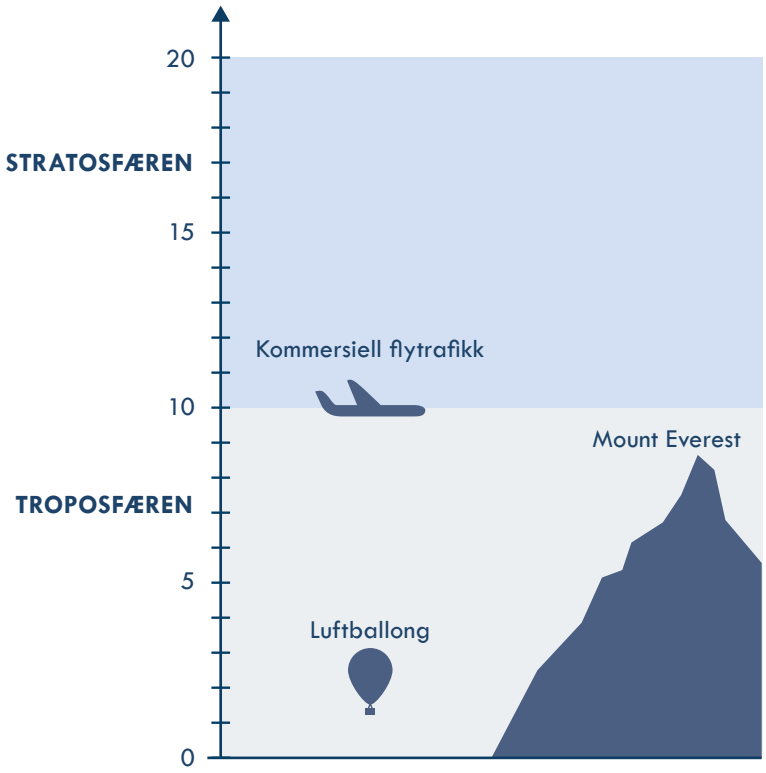
På fjorårets konferanse deltok 95 personer fra 34 land. Deltakerne hørte og diskuterte 41 presentasjoner som dekket en rekke emner, fra instrumentering og stasjonenes ytelse til prosessering og tolkning av infralyddata. Årets konferanse inneholdt også en sesjon om hva infralyd kan brukes til utover Prøvestansavtalen som å kartlegge værsystemer, overvåke isbreers bevegelser med mer. I tillegg var deltakerne på befaring på infralydstasjonen i Bardufoss. ●

Foto: Nordlys, ©Vincent Guth, unsplash.com

INTERVJU MED LÄSLO EVERS,
PROFESSOR I SEISMISK AKUSTIKK I KNMI

Kan vi forutsi været et halvt år frem i tid?

Værmeldingene kan svare på hvordan være blir de neste dagene, men er det mulig å melde været lengre frem i tid?



Professor Läslo Evers mener det. Evers er professor i seismisk akustikk ved Universtitet i Delft, og en av lederne ved Det Kongelige Nederlandske Meteorologiske Institutt. Han mener at vi i fremtiden kan få detaljert informasjon av den øvre atmosfæren. Denne informasjonen kan brukes til å forutsi været lenger frem i tid

- I dag vet vi mye om den lavere atmosfæren, altså troposfæren. Vi vet derimot mye mindre om stratosfæren, sier Evers.

Han forteller at NORSAR bruker infralyd til å få et detaljert bilde av stratosfæren. Endringer i stratosfæren kan føre til endringer her nede på jorden mange uker etterpå.

«Ny teknologi gjør oss i stand til å se et mye mer detaljert bilde av stratosfæren, og derfor også muligheten til å tilby dette bildet til meteorologene og selskapene som gir oss værmeldingene»

Läslo Evers
Professor i seismisk akustikk

- Ny teknologi gjør oss i stand til å se et mye mer detaljert bilde av stratosfæren, og derfor også muligheten til å tilby dette bildet til meteorologene og selskapene som gir oss værmeldingene.

Nå har NORSAR tatt kontakt med ECMWF for å diskutere om denne nye teknologien kan implementeres i deres data og modeller.

ECMWF, European Centre for Medium-Range Weather Forecasts, er den europeiske meteorologiske organisasjonen. Organisasjonen opererer en av verdens største datasentre i Europa, og verdens største værmeldingsarkiv. Både Metrologisk institutt og StormGeo benytter seg av dataene til ECMWF.

FLERE KILDER

For at den nye teknologien skal fungere er vi avhengig av lyd-kilder, som for eksempel eksplosjoner eller vulkanutbrudd. Slike kilder sender lydbølger opp i stratosfæren som fanges opp igjen når de returnerer til troposfæren. Men få kilder har vært en utfordring. NORSAR forsker derfor på hvordan de kan benytte flere kilder. På denne måten kan man se på hele det akustiske spekteret, og fange opp stratosfæriske endringer uten å være avhengig av bestemte enkeltkilder.

- Det neste steget vil være å lage en mer robust metode, som kan brukes bredt. Da kan vi begynne å gi informasjon om stratosfæren til værmeldingsselskapene.

Evers mener at teknologien kan utvikles videre til andre bruksområder.

- Ved hjelp av infralyd kan vi høre eksplosjoner fra kjernekraftverk eller flystyrter. Vi kan bestemme størrelsen, hvor det skjedde, og når. Dermed kan man gå raskere ut med informasjon ved uønskede hendelser. ●

INTERVJU MED ARVE E. MJELVA,
SENIOR VICE PRESIDENT I NORSAR

Arve E. Mjelva,
Senior Vice President, Seismisk Modellering i NORSAR

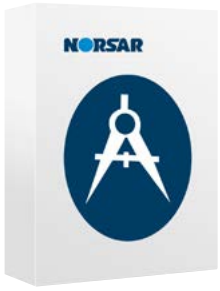
I andre etasje hos NORSAR på Kjeller lager geofysikere og software-utviklere avansert programvare til de store oljeselskapene.

Utvikler unik 3D-modellering på Kjeller

«Vårt største konkurransefortrinn er at vi kan bygge og modellere i komplekse geometrier»

-Arve E. Mjelva

NORSAR-2D



MDesign

NORSAR-3D

SeisRoX

– Det er artig, sier Arve E. Mjelva. Han leder NORSARs avdeling for seismisk modellering. I tillegg er han administrerende direktør i NORSAR Innovation AS, som er et heleid datterselskap av NORSAR.

NORSAR Innovation kommersialiserer forskningsresultater gjennom produkter som markedsføres og selges til olje- og gassindustrien.

– Vi er en liten gruppe som jobber med utvikling, salg, og markedsføring. Det er ganske unikt at et forskningsinstitutt driver et kommersielt software-selskap, sier Mjelva.

NORSAR Innovation leverer software-produkter og utfører tjenester for alle de ledende olje- og gasselskapene i verden. Disse oppdragene utgjør hovedtyngden av NORSARs kommersielle virksomhet. I tillegg kommer tjenester innenfor oljeleting og produksjon, mikroseismisk monitorering, CO_2-lagring og fracking.

– Inntektene fra salg av software og tjenester går hovedsaklig til videreutvikling av nye metoder for å tilby enda bedre produkter, sier Mjelva.

SEISMISK MODELLERING FOR OLJE- OG GASSINDUSTRIEN

Seismikk gjør at petroleumsgeologer kan få en detaljert forståelse av strukturer i undergrunnen, og bidra til å finne og avdekke størrelsen på olje- og gassfelter. Mange av reservoarene på norsk sokkel har komplisert geometri.

- Vårt største konkurransefortrinn er at vi kan bygge og modellere i komplekse geometrier, sier Mjelva.

Programvareløsningene til NORSAR inneholder en rekke unike konsepter som gjør det enklere å danne seg et bilde av undergrunnen i olje- og gassreservoarer.

Dette er:

- Open Ray Model (3D-modellering)
- Wavefront Construction (Bølgeforplantning)
- SimPLI™ (Avbildning)

Les mer om disse løsningene på **NORSAR.no**

NORSAR SOFTWARE I 2017

NORSAR deltok på de to store konferansene EAGE i Paris i juni, og SEG i Houston i USA i september. Under disse konferansene ble NORSARs modellerings-software presentert.

I 2017 gjorde vi NORSARs software-produkter tilgjengelig på Windows. Det gjør at flere brukere får tilgang til produktet. I tillegg er NORSARs software oppgradert med bedre brukergrensesnitt, som gjør det lettere å bruke.

NORSAR-3D er tilgjengelig i tre versjoner, Basic, Pro og Expert. Mjelva forklarer at den største forskjellen mellom Pro og Expert er muligheten til å bygge svært avanserte 3D-modeller for komplekse geometrier, modellere forskjellige scenarioer effektivt og gjøre mer detaljerte analyser av resultatene.

Software-produktene ble også anvendt til å utføre oppdrag for olje- og oljeserviceselskaper både i Norge og utlandet. Oppdragene hjelper kundene til å optimalisere innsamling av seismiske data og tolke dataene.

NORSAR SOFTWARE SUITE I 2018

Det har vært en økende interesse i 2017 for NORSAR-produktene, noe den nye plattformen har forsterket. NORSAR Software Suite er en felles plattform for NORSAR programvare og består for øyeblikket av NORSAR-3D, SeisRoX og MDesign. NORSAR Software Suite gir flere muligheter til å analysere de modellerte dataene også geologisk. I 2018 vil produktet bli ytterligere forbedret med ny funksjonalitet, blant annet vil NORSAR-2D som er mye brukt for rask og enkel modellering av komplekse 2D-modeller bli integrert i samme plattform. Dette kombinert med linker til andre system for rask data overføring, vil gi et enda mer slagkraftig og komplett produkt. ●

Foto: Seismisk innsamlingsfartøy, Ramform Titan, ©PGS

RAMFORM TITAN
TUG

INTERVJU MED VOLKER OYE,
AVDELINGSLEDER I NORSAR

Tryggere verdiskaping fra olje- og gassindustrien

NORSARs kunnskap om mikroseismikk bidrar til å trygge utvinningen av olje og gass.

Volker Oye,
Avdelingsleder Mikroseismisk Monitorering i NORSAR

Når olje- og gasselskapene produserer hydrokarboner kan det medføre innsynkning og dermed indusere jordskjelv. Kompetansen om slike menneskeskapte jordskjelv bidrar til at man både kan øke verdiskapningen fra olje- og gassvirksomheten og gjøre det på en tryggere måte.

GRONINGEN

Et av NORSARs mest spennende forskningsprosjekter i 2017 var gassfeltet Groningen i Nederland. Groningen er Europas største gassfelt på land, med årlig produksjon på mellom 20 og 80 milliarder kubikkmeter gass. Den nederlandske regjeringen har satt ned produksjonen til 21,6 og vurderer å sette grensen ytterligere ned. På grunn av innsynkning fra denne virksomheten oppstår det jordskjelv, som kan skade bygninger og annen infrastruktur i området. Et økende antall jordskjelv har gjort innbygggerne i Groningen-området bekymret.

I Groningen-området ble det derfor installert et unikt nettverk av seismometre for å kunne analysere jordskjelv på en helt annen måte enn før. NORSAR var med på å evaluere kapasiteten av deteksjonsevnen til nettverket. Denne kunnskapen kan overføres til andre steder der det produseres olje og gass.

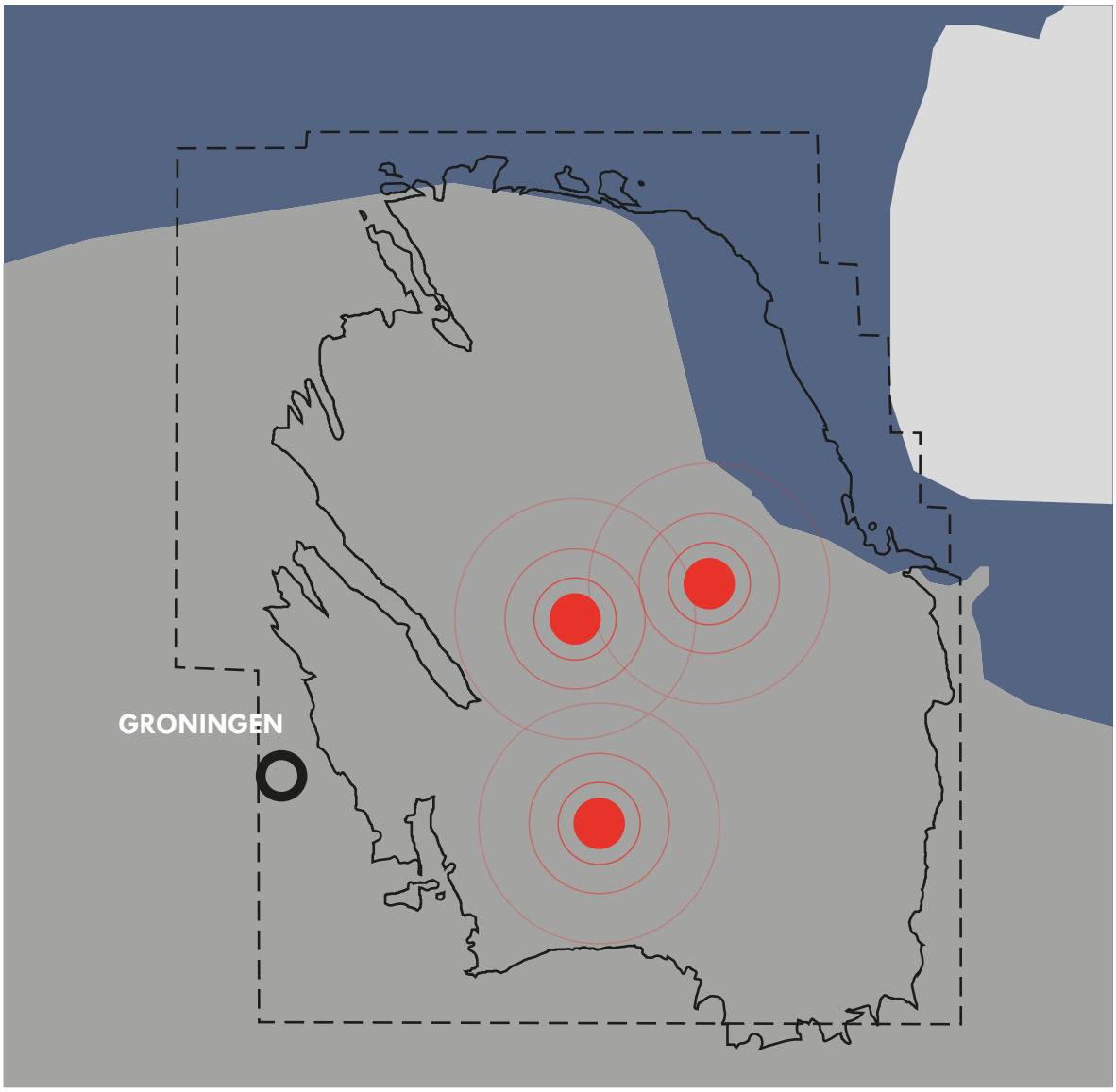
– Med forskning og analyse av jordskjelv kan vi bidra til å gjøre virksomheten tryggere, sier Volker Oye ved NORSAR.

Han forteller at kompetansen fra Groningen også er relevant for sikkerheten på norsk sokkel.

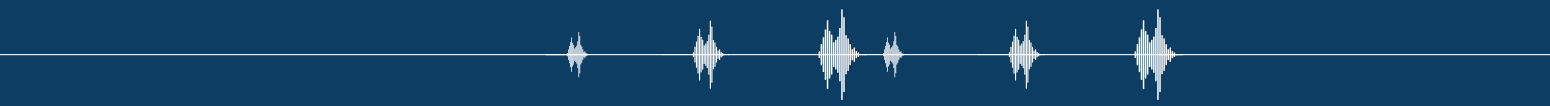
Arbeidet med Groningen er et samarbeid med KNMI og NAM, og er finansiert av Gassnova gjennom CLIMIT-fondet. ●

«Med forskning og analyse av jordskjelv kan vi bidra til å gjøre virksomheten tryggere»

-Volker Oye



Illustrasjon: Omriss av Groningen-feltet i Nederland. FreeVectorMaps.com/Geelmuyden Kiese



NORSAR
Postbox 53
Gunnar Randers vei 15
N-2007 Kjeller, Norway
Tel: +47 63 80 59 00
info@norsar.no
www.norsar.no

NORSAR