



De uundgåelige naturkatastrofer – Viden kan beskytte os!

Af Tine B. Larsen seniorforsker, GEUS

Tusinder af mennesker dør årligt som følge af naturkatastrofer. Nogle år er værre end andre, og der er stor forskel på, hvilke naturkatastrofer som rammer os hårdst i forskellige perioder. Jordskælv er den mest dramatiske af naturkatastroferne, fordi jordskælv opstår pludseligt og med enorm kraft. Selv et middelstort jordskælv på 6,0 på Richterskalaen udløser lige så meget energi, som atombomben over Hiroshima, og vi har ikke mulighed for at bremse eller styre jordskælvene. Ud fra opbygget viden og observationer af naturen, kombineret med anvendelse af fysiske love, ved vi dog, hvilke naturkatastrofer vi normalt kan forvente, hvilke steder på Jorden. Med naturvidenskabelig viden og teknologi kan man sikre sig mod mange af følgerne af naturkatastrofer. I de fattige dele af verden koster katastrofer langt flere menneskeliv end i de velhavende lande, netop fordi fattige lande mangler viden og teknologi. At få livreddende teknologi udbredt til en større del af verden er en af fremtidens helt store opgaver.



FOTO: POLIFOTOSAİT ÇEKİN, AFP.

Voldsomt jordskælv i Tyrkiet.

Vulkanudbrud

Nogle vulkaner er til fare for andre end de mennesker, som bor i nærheden. Hekla i Island er et godt eksempel. Når vulkanen går i udbrud, sender den en søjle af glødende aske mere end 10 km op i luften. Der er tæt lufttrafik over Island, og det vil være meget farligt, hvis et fly bliver fanget i askeskyen. Heldigvis har de islandske seismologer indtil nu været dygtige til at forudsige Heklas udbrud. Hekla er inde i en periode, hvor den opfører sig meget regelmæssigt. Ca. en til to timer før et udbrud begynder en sværm af små jordskælv at ryste vulkanen, og knap en halv time før udbruddet begynder jordoverfladen i nærheden af Hekla at bule op. Alle

disse ændringer registreres i et avanceret computersystem, som starter en alarm hos den vagthavende seismolog. Straks alarmen lyder, tjekker seismologen data fra måleinstrumenterne og får lukket luftrummet over Hekla. Ved Heklas seneste store udbrud den 26. februar 2000 fik den vagthavende seismolog varslet myndigheder og offentlighed 20 minutter før askesøjlen skød til vejrs (læs også kapitlet "Vulkaner").

Jordskælv

Da vi hverken kan forhindre eller forudsige jordskælv, må vi i stedet træffe foranstaltninger, der afbøder de værste følger. Først og fremmest er det

vigtigt at bygge huse, broer samt veje og jernbaner, så de kan klare rystelserne fra jordskælv uden at styrte sammen. Men hvor kraftige rystelser skal man sikre sig imod? Jo kraftigere sikring, desto dyrere bliver det naturligvis, og her kan geologisk viden hjælpe med at finde optimale løsninger.

Gennem de seneste ca. 150 år er Jordens rystelser systematisk blevet overvåget af seismologer, og seismografer er blevet både bedre og billigere.

De mange års overvågning af jordskælvsaktivitet betyder bl.a., at vi ret nøjagtigt ved, hvor kraftige jordskælv der er risiko for i de forskellige egne af Jorden, og seismologernes viden bruges af ingeniører til at konstruere bygninger og anlæg af den nødvendige styrke.

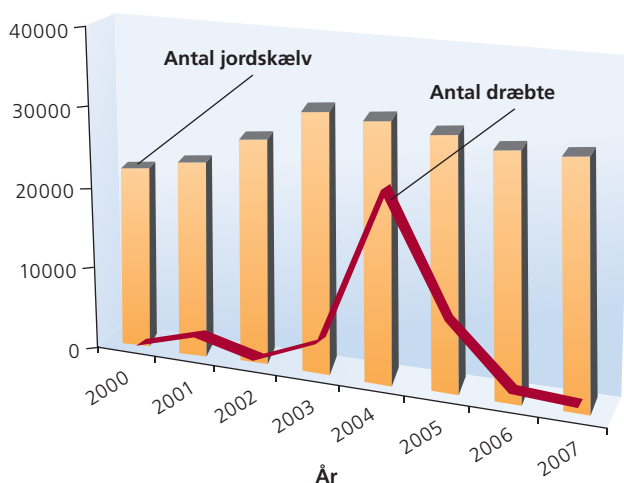
Mange storbyer ligger i områder med høj jordskælvsrisiko. Her kortlægges undergrundens geologi omhyggeligt, der måles rystelser forskellige steder i byen, og man fremstiller en model, der viser, hvor i byen rystelser i undergrunden bliver forstærket, og hvor de bliver dæmpet. På den måde kan man sørge for den optimale sikring i de forskellige dele af byen. I dag er det ikke nødvendigt at jævne byer med jorden, fordi bygningerne ikke

lever op til de nødvendige krav. I stedet er det muligt at forstærke eksisterende bygninger, så de kan holde til rystelserne. Inden for dette felt har bl.a. et dansk firma markeret sig med en simpel og billig bygningsbremse, der kan installeres i eksisterende bygninger såvel som i nybyggeri.

Bølger giver forvarsel

Når et stort jordskælv rammer lidt uden for en by, er det muligt at sikre kritiske installationer inden rystelserne når frem. Ved et jordskælv, udsendes der forskellige former for bølger. De hurtige P-bølger udbreder sig gennem undergrunden med ca. 7 km pr. sekund, hvorimod de lidt langsommere S-bølger kun når op omkring 4 km pr. sekund. P-bølgerne giver den første mærkbare rystelse, mens S-bølgerne forårsager langt kraftigere rystelser - og dermed ødelæggelser - lidt senere. Den viden kan man udnytte til at beskytte byens beboere. Et tæt netværk af seismografer registrerer jordskælvet og får det hurtigt lokaliseret ved hjælp af P-bølgen. Herefter udnytter man, at rystelserne fra et jordskælv bevæger sig langsommere gennem jorden end et elektromagnetisk signal.

ILLUSTRATION: ANNABETH ANDERSEN, GEUS.
OMTEGNET EFTER US GEOLOGICAL SURVEY.



Der er nogenlunde lige mange jordskælv hvert år, men antallet af dræbte varierer kraftigt. Værst går det, når kraftige, overfladenære jordskælv rammer fattige, tætbefolkede områder. Det kraftige jordskælv ved Sumatra den 26. december 2004 står for hovedparten af de dræbte det år. I statistikken er medregnet de mennesker, som omkom i tsunamien, der blev startet af jordskælvet. Antal dræbte skal ganges med 10 i forhold til værdien på Y-aksen.



FOTO: COLOURBOX

Vulkan i Island.

Hvis jordskælvet har sit epicenter mindst 100 km udenfor byen, har man som minimum 10 sekunder til at sende en advarsel ud. 10 sekunder lyder måske ikke af meget, men det er tid nok til at udsende advarsler og nedlukke kritiske systemer, før de kraftige rystelser fra jordskælvet når frem. Systemet kan fx anvendes til automatisk at lukke for el- og gasforsyning og derved forebygge brande, starte nedbremsningen af højhastighedstog inden

skinnerne bliver bøjet, og gemme kritiske data på computere. Sådanne varslingsystemer findes både i Japan og USA. I Japan eksperimenterer man endvidere med at få elevatorer til automatisk at standse ved næste etage og åbne dørene, advare kirurger, så de kan nå at løfte kniven inden operationsstuen begynder at gynge, og i det hele taget udsende advarslen til alle, som ønsker at abonnere på den.

Jordskælvsforudsigelser

Trods årtiers intensiv forskning på området findes der endnu ikke en eneste videnskabelig holdbar metode til jordskælvsforudsigelser. Somme tider sker der målbare ændringer i undergrunden op til et jordskælv. Blandt de mere kendte er ændringer i grundvandsspejlet og ændringer af undergrundens elektriske egenskaber. Små kemiske ændringer i grundvandet har også været foreslået som et forvarsel, ligesom det bemærkes, at dyr ofte ændrer adfærd op til større jordskælv. Et stigende antal mindre jordskælv i et område kan også være tegn på at et større jordskælv er på vej.

Alle de nævnte forvarsler kan forekomme op til et stort jordskælv - problemet er bare, at de langt fra optræder hver gang. Tilmed optræder forvarslerne jævnligt, uden at der efterfølgende kommer et stort jordskælv, så det er ikke muligt at afgøre, hvornår der for alvor er fare på færde.

Statistisk set rammer et stort jordskælv næsten altid tæt på, hvor der tidligere har været store jordskælv. Det er den sikreste jordskælvsforudsigelse, vi kan komme med, men metoden kan ikke fortælle os, hvornår et jordskælv rammer. Hvis en jordskælvsforudsigelse skal have praktisk værdi, skal den ramme rigtigt både mht. sted, tidspunkt og størrelse. Ellers vil forudsigelsen blot tjene til at skabe panik.

Den i dag mest lovende metode til jordskælvsforudsigelser benytter sig af GPS-teknologi. Store jordskælv forekommer nær pladegrænser, hvor der er kraftig deformation af jordskorpen. Vi ved fra målinger, hvor meget pladerne i gennemsnit flytter sig i forhold til hinanden. Hvis man installerer et tæt netværk af GPS-målestationer langs en kendt jordskælvszone, kan man måle detaljeret, hvor meget jordskorpen lokalt flytter sig. Hvis jordskorpen i et område flytter sig mindre, end den burde, kan man regne ud, hvor meget bevægelse der er "opsparret" til et jordskælv. Jo større "opsparing" desto større jordskælv må man forvente. Men heller ikke denne metode kan sætte et tidspunkt for det næste store jordskælv. Både i Japan og i Californien satses der stort på at udvikle denne metode, og japanerne har på nuværende tidspunkt installeret 1200 GPS-målestationer til overvågning af den lokale deformation.

Tsunamiers opståen

Af Nanna Noe-Nygaard, professor emeritus, Institut for Geovidenskab og Naturforvaltning
Lars Nielsen, lektor, Institut for Geovidenskab og Naturforvaltning og Trine Dahl-Jensen, GEUS

Pladetektoniske bevægelser resulterer hyppigt i undersøiske jordskælv. Hvis jordskælvet er kraftigt nok, kan det hæve eller sænke havbunden mærkbart, og vandmasserne over havbunden kan sættes i bevægelse. På den måde kan der dannes tsunamibølger. Tsunami er et japansk ord, som direkte oversat betyder "havnebølge". Mange japanske kystbyer, og deres havne, ligger i indskæringer ved flodudløb, og her er effekten af de jordskælvsskabte flodbølger særligt voldsomme. Jordskælvet som fandt sted i det Indiske Ocean den 26. december 2004, er et af de kraftigste jordskælv, der nogensinde er registreret. Det målte ca. 9 på Richter-skalaen, og ødelæggelserne efter jordskælvet og den efterfølgende tsunami var katastrofale for mange mennesker. Det kraftige jordskælv førte til forskydninger af havbunden langs en ca. 1200 km lang brudzone. Bevægelserne forplantede sig til vandet over brudzonen, og startede på denne måde en tsunami. En tsunami bevæger sig væk fra jordskælvet i koncentriske ringe og består af mange bølger, der kommer efter hinanden. På det dybe hav er en tsunami kun svage krusninger på overfladen, som sjældent når en meters højde, men ved kysten rejser tsunamien sig som en mur af vand. Tsunamien hastighed afhænger af vanddybden. Jo dybere vandet er, desto hurtigere bevæger bølgen sig. Den forreste del af en bølge bremses, når den kommer ind i det lavvandede område nær kysten. Men resten af bølgen er stadig på dybt vand og bevæger sig hurtigt. De næste bølger i rækken bevæger sig også med høj hastighed, og i takt med at de kommer ind mod kysten, vælter bølgerne ind over hinanden. På den måde "stables" vandet inde ved kysten med det resultat, at en kraftfuld mur af vand skyller ind over land. En tsunami bevæger sig med 500-1.000 km/t på det åbne ocean, dvs. så hurtigt som et jetfly. Nær kysten bevæger tsunamien sig med 30-50 km/t.

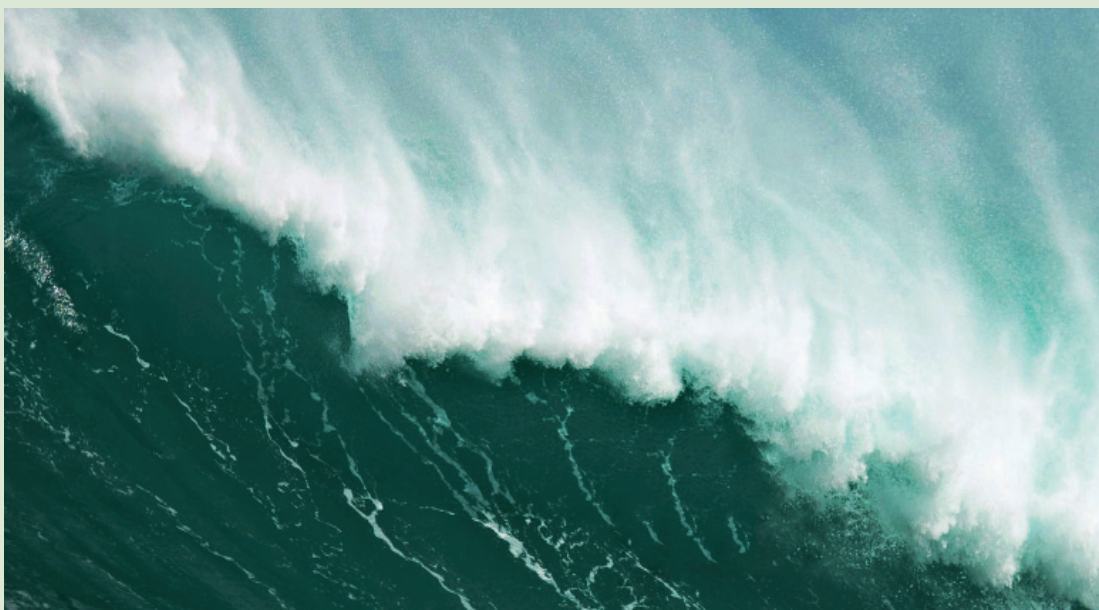
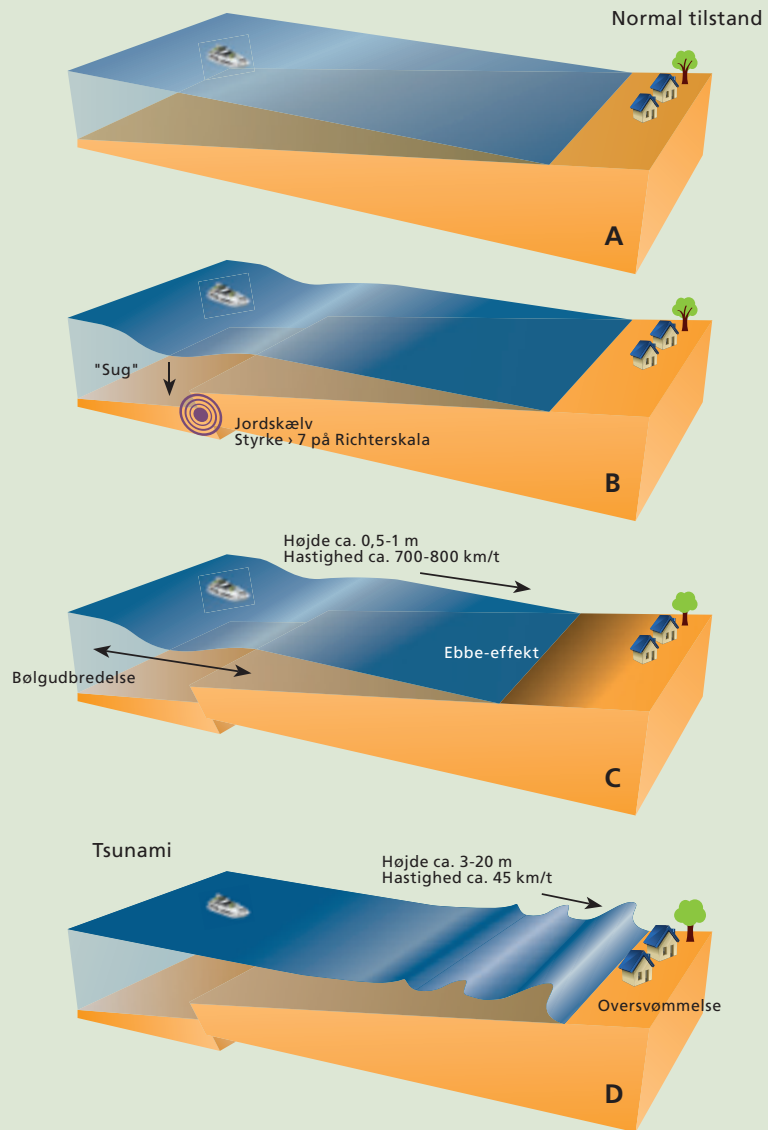


FOTO: COLOURBOX

Tsunamier kan dannes ved under-søiske jordskælv. I normal tilstand (A) er der ingen forskydning langs forkastningen under havbunden. Havbunden til venstre for forkastningen sænkes og der udløses et jordskælv (B). Herved suges vandet nedad, og tsunamien er sat i gang. Ved kysten trækker vandet sig tilbage. Bølgebevægelserne fortsætter med skiftende bølgetoppe og -dale (C). Når bølgen når ind på lavt vand stiger bølgehøjden voldsomt (D).



En tsunami i nærheden af Danmark?

I Danmark oplever vi af og til jordskælv, især i Skagerrak og Kattegat. De danske jordskælv er små og måler typisk under 3 på Richter-skalaen. Det er derfor helt usandsynligt, at de jordskælv vi oplever i Danmark, kan udløse tsunamier. Men ud for Norges vestkyst skete der for rundt regnet 8000 år siden et undersøisk jordskred, "Storegga"-skredet, som førte til dannelsen af en tsunami. Det var tykke sand- og leraflejringer ud for Norges vestkyst, som her blev sat i bevægelse under skredet. Geologisk kortlægning og computersimuleringer af denne tsunami har vist, hvorledes denne bølge, som nogle steder var flere meter høj, ramte kyster i bl.a. Skotland og Norge.

Øjeblikket hvor den japanske by Miyako rammes af en tsunami den 11. marts 2011. Tsunamien blev skabt af et undersøisk jordskælv, som målte 9 på richterskalaen og skabte over 10 meter høje tsunami-bølger langs den japanske nordøstkyst. Ca. 20.000 mennesker mistede livet ved katastrofen.



FOTO: AFP PHOTO / JIJI PRESS