

# Dvacet sekund na záchranu

Varovat před **blížícím se zemětřesením** dokáže systém, na jehož vývoji pracují evropští vědci

EVA VLČKOVÁ

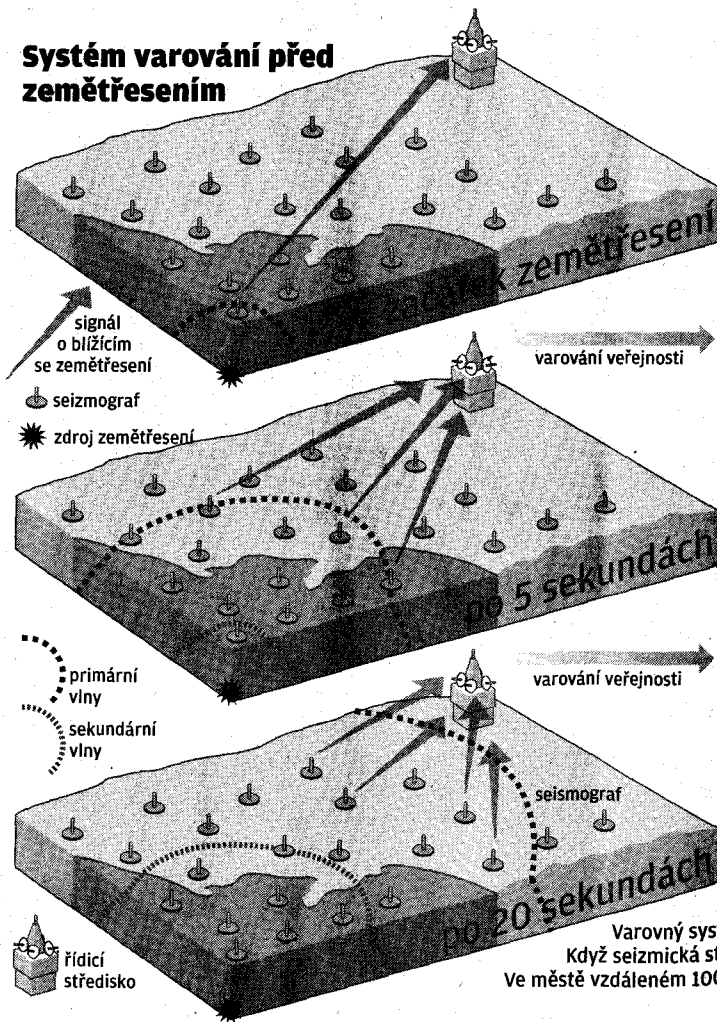
**PAŘÍŽ** (od zvláštní zpravodajky LN ve Francii) Schovejte se pod stůl! Opusťte výtah! Zastavte vlaky! Takové pokyny má vydávat systém rychlého varování před zemětřeseními, který vzniká v několika městech ve Středomoří. Podílí se na něm i český odborník. Dosavadní výsledky představili autoři projektu začátkem června na Evropském veletrhu výzkumu a inovací v Paříži.

Nedávné zemětřesení v Řecku a na Krétě připomnělo, že je jižní Evropa seizmicky aktivní. V oblasti Středomořího moře se stýkají eurasijská a africká tektonická deska. Celá oblast je proto v pomalém, ale neustálém pohybu. Někdy se ovšem jednotlivé bloky horniny „zaseknou“, hromadí se v nich energie, a pak naraz „poskočí“. Právě tak vzniká zemětřesení.

„Během posledních 30 let se v Evropě odehrála pětina všech ničivých zemětřesení na Zemi. Šlo o 140 událostí, které zavinily smrt 60 tisíc lidí,“ uvedl na pařížském veletrhu Paolo Gasparini, profesor geofyziky z Neapolské univerzity a koordinátor několika evropských projektů zaměřených na výzkum zemětřesení.

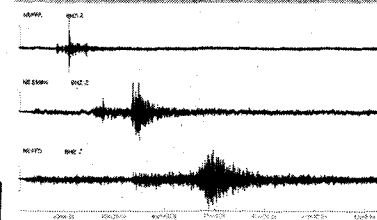
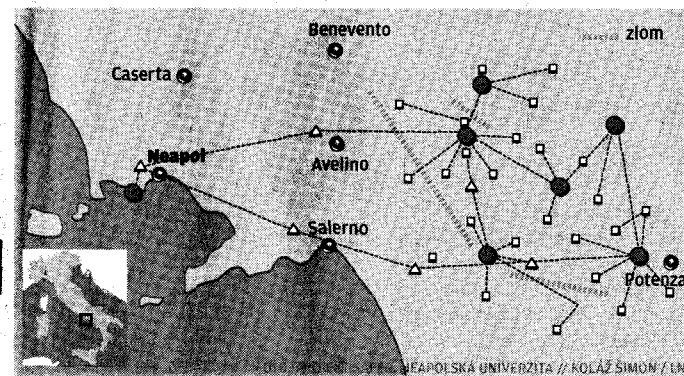
Odborníci sice znají oblasti, kde se zemětřesení vyskytují nejčastěji, ale předpovědět je nedokážou. „Jde o příliš složitý systém s příliš mnoha proměnnými,“ říká profes-

## Systém varování před zemětřesením



## Roztřesené Středomoří

Oblast jižní Evropy je proslulá častým zemětřesením. Ohrožena jsou především velkoměsta s hustou zástavbou a velkým počtem obyvatel. V rámci evropského projektu SAFER vzniká systém rychlého varování pro pět měst: **Neapol, Atény, Bukurešť, Istanbul a Káhiru**. Díky němu mohou zabrzdit vlaky nebo se zastavit jaderné elektrárny, lidé získají čas schovat se do bezpečí.



**Sít stanic poblíž Neapole** sleduje okolí seizmických zlomů v jižních Apeninách. Tři vyznačené zlomy se aktivovaly během zemětřesení v roce 1980. Po dokončení bude síť sloužit k varování obyvatel Neapole před blížícím se zemětřesením.

## Každá sekunda dobrá

Varovný systém vychází z toho, že se **seizmické vlny šíří pomaleji než rádiový signál**. Když seizmická stanice zachytí první otřesy, může vyslat varování do centrály. Ve městě vzdáleném 100 km se o zemětřesení dozvědí **20 sekund** před tím, než naplno udeří.

„...de o příliš složité systém s příliš mnoha proměnnými,“ říká profesor Gasparini.

„I meteorologové mají problém s předpovědí počasí, a přitom mohou sledovat dění přímo v prostředí, které studují – tedy v atmosféře. Seizmologové ovšem do nitra Země vidí jen zprostředkovaně, například pomocí seizmických vln,“ podotýká František Gallovič z katedry geofyziky Matematicko-fyzikální fakulty UK, který spolupracuje s experty z Neapolské univerzity.

Přesto nejsme přírodním živlu tak zcela vydáni napospas. Odborníci už několik let pracují na vývoji zařízení, které má varovat, že se blíží zemětřesení. Nejde o úplně novou myšlenku, na teoretické úrovni se objevila už koncem 19. století. Ale teprve v posledních letech pokročila technika natolik, že je možné ji uskutečnit.

### Desítky sekund

Varovný systém tvoří síť seizmografů, tedy přístrojů na měření zemětřesných pohybů pudy, umístěná do seizmicky aktivní oblasti. Signály putují do centrálního počítače, který dokáže jejich analýzou už během prvních sekund určit, kde se nachází zdroj chvění. Během několika dalších sekund se zpřesňují také odhady o jeho síle.

Zemětřesení totiž zpravidla přichází ve dvou fázích: nejdříve se

„ozve“ v podobě slabších, ale rychlejších primárních vln, jež zemským povrchem putují zhruba rychlostí sedm km/s. Následují pomalejší, ale silnější sekundární vlny, které se šíří poloviční rychlostí. Právě ony mívají nejničivější účinky. A už z prvních otřesů dokážou přístroje rozpoznat, jak silné budou další vlny.

Systém tak může vydat varování pro město vzdálené třeba sto kilometrů od epicentra. „Ničivé seizmické vlny se šíří rychlostí 3,5 km/h, zatímco informace rychlostí světla. Varování tak do města dorazí zhruba o dvacet sekund dřív než zemětřesení,“ říká František Gallovič.

Někdy může být času trochu více – například u Mexico City se hlavní seizmicky aktivní oblast nachází tak daleko, že informace dorazí dokonce o 75 sekund dřív než otřesy. Města, která by se ocitla přímo v epicentru, bohužel předem varovat nejde.

Výstražné systémy založené na tomto principu se kromě Mexika zkoušejí například v Kalifornii, na Tchaj-wanu nebo v Japonsku. Tam dokonce vloni na podzim zahájila oficiální provoz celostátní síť. Tvoří ji zhruba tisícovka seizmografů rozestých po celém souostroví.

Když síť zaznamená zemětřesení, automaticky se zabrzdí vlaky, aby v plné rychlosti nevykolejily.

Zastaví se provoz v jaderných elektrárnách, uloží se data v počítačích, varování pochopitelně dostanou i lidé.

Výstražné signály mají několik úrovní. Například vlaky mohou zastavit i preventivně. Ale přerušení provozu elektrárny představuje velké náklady, takže k němu dojde, až když je situace opravdu vážná.

### Zlomy pod dohledem

Nyní se v rámci evropského projektu SAFER (Seismic Early Warning for the European Region, tedy Seizmické včasné varování pro oblast Evropy) pracuje na vývoji podobného zařízení pro pět měst: Istanbul, Bukurešť, Atény, Káhiru a Neapol.

„V Bukurešti už je dokončen systém pro automatické zastavení jaderné elektrárny. V Istanbulu se testuje výstražné zařízení pro přerušení provozu na visutém Bosporském mostu. Zároveň dostanou rychlé varování složky civilní obrany,“ připomíná profesor Paolo Gasparini.

Nabízí se otázka, proč nejde převzít zařízení, které už funguje v Japonsku, a aplikovat ho také v Evropě. „Každá oblast má svá specifika, jiné geologické a geografické vlastnosti, které musíme zohlednit,“ vysvětluje František Gallovič.

Dalším důvodem je, že na rozdíl od japonské celostátní sítě, jejíž bu-

dování bylo nesmírně nákladné, mají být ty evropské spíš menší, lokální, zaměřené na konkrétní kritickou oblast.

U Neapole ji tvoří 29 seizmických stanic v jižních Apeninách, v oblasti zhruba 100 krát 70 km, vzdálené od města asi 100 km. Monitoruje okolí mnoha zlomů, z nichž tři se aktivovaly při zemětřesení v roce 1980. Mělo sílu 6,9 stupně Richterovy škály a vyžádalo si téměř 3000 obětí.

„Zatím je soustava ve fázi, kdy dokáže najít zdroj zemětřesení a určit jeho sílu, ale systém rychlého varování ještě dokončen není,“ říká český expert. „Síť se nachází v horské oblasti, takže je třeba zajistit, aby spolu jednotlivé stanice spolehlivě komunikovaly v reálném čase. Při tom se zpracovávají a posílají obrovské objemy dat,“ vysvětluje František Gallovič.

### Otřesy v počítači

Právě na optimalizaci této sítě se český expert podílí. Využívá k tomu vlastní počítačový program, který dokáže modelovat tzv. syntetické seizmogramy – záznamy o fiktivních zemětřeseních, které slouží k testování systému.

„Samozřejmě by bylo ideální mít dostatek skutečných naměřených dat. Ale nemůžeme přece čekat dalších deset let na pořádné ze-

mětřesení, a teprve potom podle něj síť zkvalitňovat,“ říká František Gallovič. Jeho práce tedy spočívá v tom, že si „vymyslí“ zemětřesení – zadá do počítače parametry o jeho síle a umístění a dostupné informace o geologických podmínkách dané oblasti. Počítačový program pak simuluje, jak na tuto událost síť seizmografů reaguje.

Dokončování systému ještě několik let potrvá. Jednou z hlavních otázek, které je třeba vyřešit, je jeho spolehlivost. Pokud by vydával falešné poplachy i při slabém chvění, zbytečně by vyvolával paniku a dřív nebo později by si lidé varování přestali všimnout.

Zavedení výstražných signálů do praxe bude nejspíš předcházet také osvěta. V Japonsku probíhala už rok před spuštěním informační kampaň, která lidi instruovala, jak se mají zachovat před blížícím se zemětřesením: postavit se do dveří nebo se schovat pod stůl, vystoupit z výtahu v nejbližším patře, na otevřeném prostranství se pokud možno vzdálit od vysokých budov.

Tyto univerzální rady mohou čeští turisté využít už nyní, pokud se jim při dovolené ve Středomoří začne chvěť půda pod nohama. Za několik let snad díky varovným systémům získají i pár desítek sekund navíc, aby stihli najít co nejbezpečnější úkryt.