

Co ukázaly makroseismické dotazníky k zemětřesení u Mirotic ze dne 7. března 2024

Pavla Hrubcová, Jan Zedník

Jižní Čechy zasáhlo 7. března 2024 zemětřesení o magnitudu 3,5. Epicentrum se nacházelo jihovýchodně od Mirotic, ohnisko zemětřesení bylo v hloubce 22 km. Toto zemětřesení bylo široce pocíteno obyvateli, což dokládá 1523 makroseismických dotazníků evidovaných v Geofyzikálním ústavu AV ČR. Zajímavé je i rozložení makroseismických hlášení v návaznosti na geologii. Hlášení nejsou rovnoměrně rozložena kolem epicentra, ale pocházejí převážně z oblasti tvořené granity a granodiority středočeského plutonu. Ty mají nízký útlum seismické energie a umožňují dobré šíření projevů zemětřesení. Naopak směrem na západ do Barrandienu jsou hlášení sporadická, což naznačuje vyšší útlum seismické energie v této oblasti.

Dne 7. března 2024 krátce před polednem se jižními Čechami rozeznělo podivné hřmění a dunění. Oblastí otřáslo zemětřesení o magnitudu 3,5. Epicentrum se nacházelo poblíž Mirotic na Písecku, přičemž otřesy byly pocítené na Písecku, Strakonicku, Tábořsku a dokonce až na Šumavě. Lidé popisovali pocit zhoupnutí, slyšeli řinčení sklenic a domácí zvířata byla neklidná. Otřesy trvaly několik vteřin, doprovázelo je dunění a chvění oken.

Zemětřesení bylo zaznamenáno v 11:42 středoevropského času jihovýchodně od Mirotic (49,42° s.š. a 14,05° v.d.) v hloubce 22 km pod povrchem. Bylo lokalizováno podle dat Ústavu fyziky Země Masarykovy univerzity v Brně (ÚFZ), který má k dispozici seismické stanice v blízkosti epicentra. Do jedné hodiny po zemětřesení následovalo několik slabých dotřesů s magnitudem kolem 0,5. Příčinou zemětřesení byly tektonické pohyby, ohniskové mechanismy naznačují pohyb podél SZ-JV orientovaného zlomu. Takovéto zemětřesení není v této oblasti obvyklé, zemětřesení se častěji vyskytují v západních Čechách nebo v důlních oblastech Ostravska.

Zemětřesení bylo na české poměry v neobvykle velké hloubce 22 km a bylo široce pocíteno obyvateli, což dokládá 1523 makroseismických dotazníků evidovaných v Geofyzikálním ústavu AV ČR, přičemž některá hlášení pocházela ze vzdálenosti až 100 km od epicentra (obr. 1). Lidé popisovali kývání lehčích předmětů, cinkání nádobí, a někteří, zejména v blízkosti epicentra, zaznamenali drobné trhlinky ve zdech nebo omítce. Rozložení makroseismické intenzity je patrné z přiložené mapy s maximální hodnotou intenzity IV-V (obr. 2).

Zajímavé je i rozložení makroseismických pozorování v návaznosti na geologii. Hlášení nejsou rovnoměrně rozložena kolem epicentra, ale tvoří lichoběžník na západě ohraničený středočeským hlubinným zlomem a na východě blanickou brázdou. Tato oblast je převážně tvořena hlubinnými vyvřelými horninami, granity až granodiority středočeského plutonu, které mají nízký útlum seismické energie, takže se v nich projevy zemětřesení dobře šíří. Naopak směrem na západ do Barrandienu, kde převládají sedimenty starších prvohor, jsou pozorování sporadická, což naznačuje vyšší útlum seismické energie v této oblasti. Rozložení hustoty obyvatelstva nemá na tento efekt vliv.

Magnitudo a makroseismická intenzita

Zemětřesení představuje náhlý pohyb zemské kůry vyvolaný uvolněním napětí, charakterizovaný energií uvolněnou během otřesů. K vyjádření síly otřesů se používají dvě veličiny: magnitudo a makroseismická intenzita. **Magnitudo** je veličina získaná z posunutí půdy zaznamenaného seismickými přístroji a souvisí s energií uvolněnou v ohnisku zemětřesení. Tato hodnota je logaritmická,

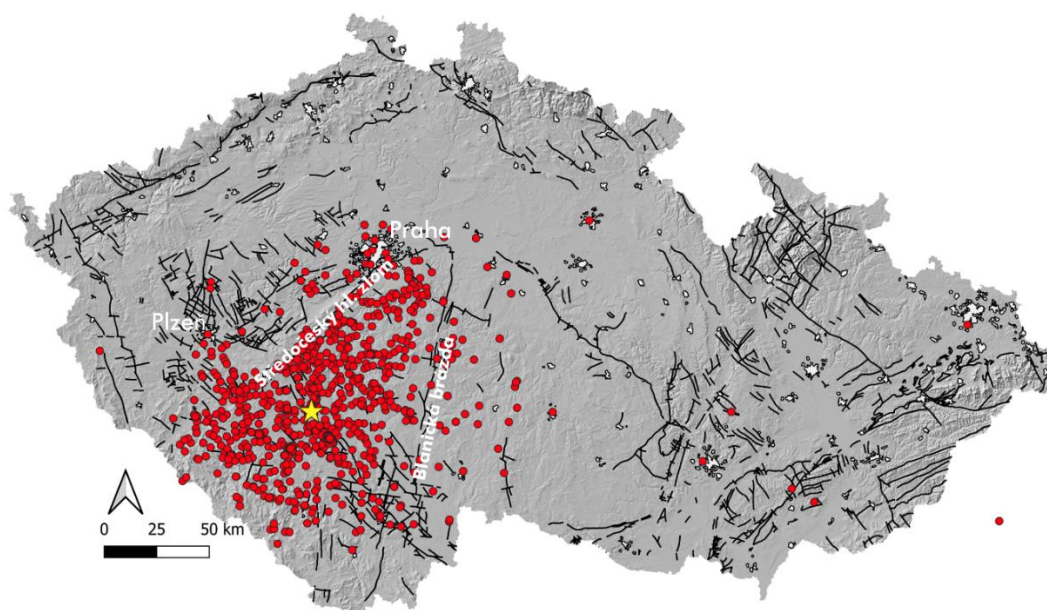
což znamená, že zemětřesení s magnitudem o jednotku vyšším vyvolá kmitání zemského povrchu s amplitudou desíkrát větší a uvolní třicetkrát více energie.

Magnitudo však nevypovídá o účincích zemětřesení na konkrétním místě pozorování, které závisí na vzdálenosti od epicentra, hloubce ohniska a lokálních podmínkách. Velikost účinků na povrchu zohledňuje **makroseismická intenzita**, měřená na makroseismické stupnici. Intenzita klesá se vzdáleností od epicentra a závisí na vlastnostech podloží. Makroseismická intenzita je tedy klíčová pro ocenění seismického ohrožení, odhad síly historických zemětřesení, a je důležitá pro stavební inženýry a pojišťovny.

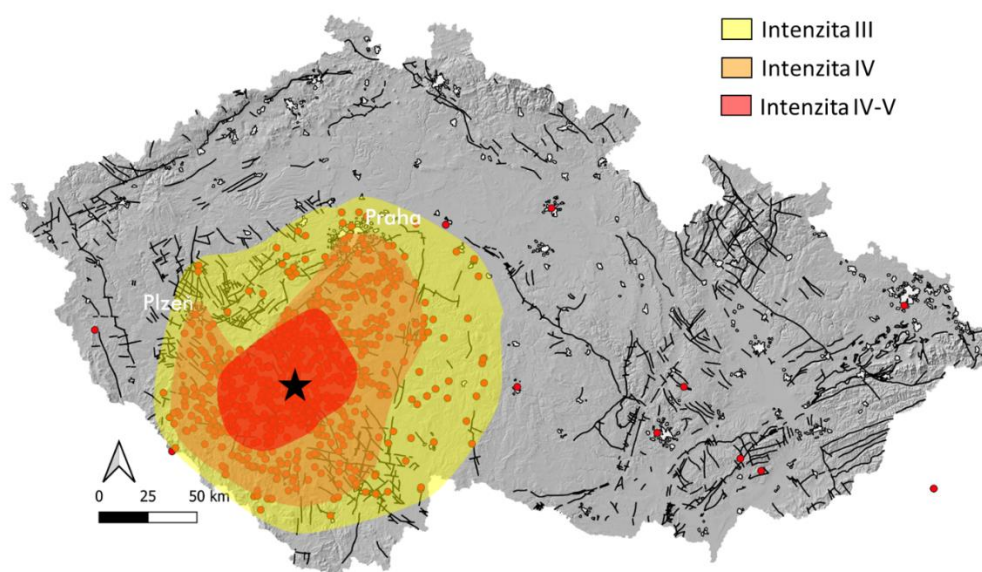
V Evropě se používá dvanáctistupňová stupnice EMS-98, vyvinutá Evropskou seismologickou komisí. Tato stupnice zohledňuje stav budov, jejich typ, stáří, výšku a rozsah poškození. V praxi je určení makroseismické intenzity založeno na statistické analýze údajů z **makroseismických dotazníků**, které vyhodnocuje Geofyzikální ústav AV ČR (viz www.ig.cas.cz/makroseismicky-dotaznik).

Poděkování

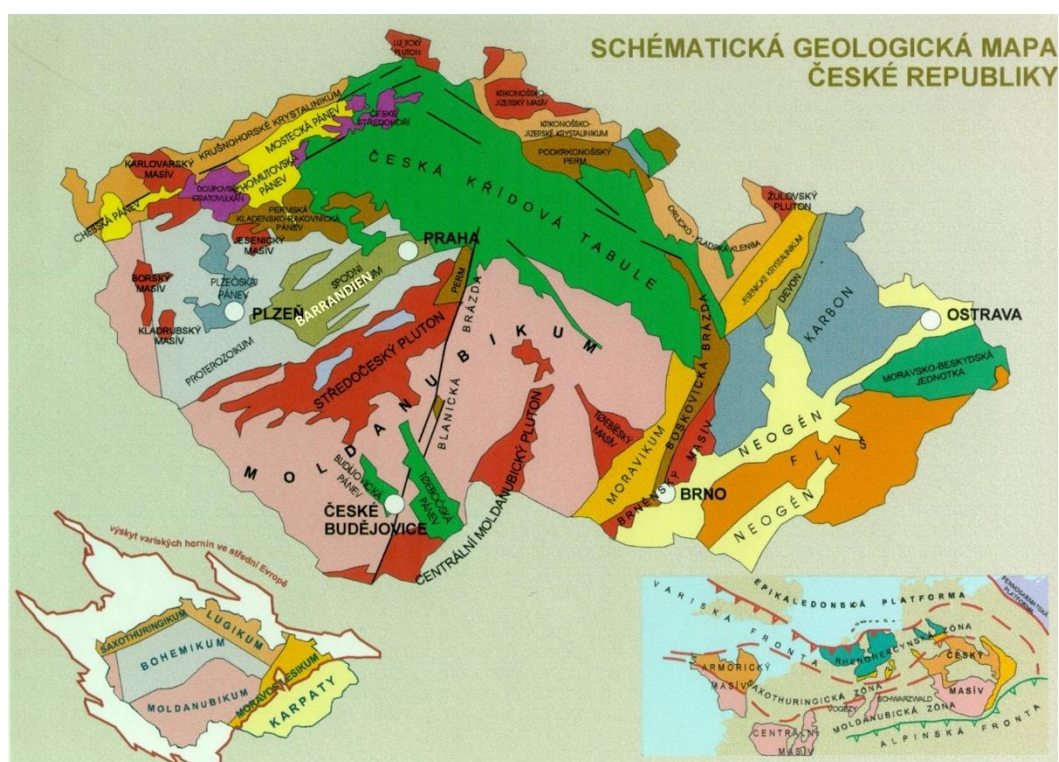
Rádi bychom tímto poděkovali všem respondentům, kteří makroseismický dotazník na stránkách Geofyzikálního ústavu AV ČR vyplnili a přispěli tím k určení makroseismické intenzity zemětřesení u Mirotic.



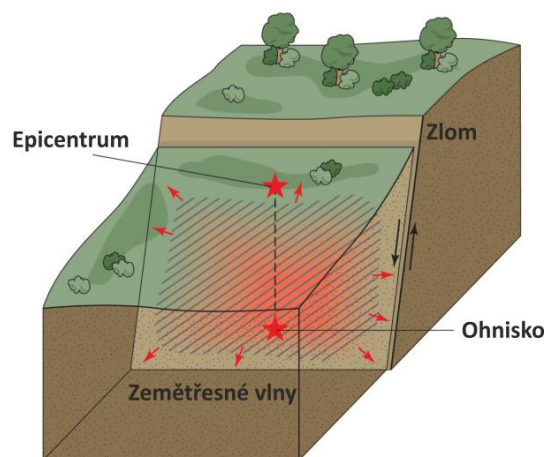
Obr. 1. Rozložení makroseismických dotazníků shromážděných v Geofyzikálním ústavu AV ČR pro zemětřesení u Mirotic ze dne 7. března 2024. Epicentrum vyznačeno žlutě.



Obr. 2. Makroseismická intenzita podle stupnice EMS-98 a její rozložení z dotazníků shromážděných v Geofyzikálním ústavu AV ČR pro zemětřesení u Mirošovic ze dne 7. března 2024. Epicentrum vyznačeno černě.



Obr. 3. Schematická geologická mapa České republiky.



Obr. 4. Šíření seismických vln z místa vzniku zemětřesení, ohniska. Zemětřesení generuje seismické vlny, které se šíří všemi směry od ohniska. Epicentrum představuje kolmý průmět ohniska na zemský povrch.

Krátká forma makroseismické stupnice EMS-98, 12 stupňů.

intenzita	definice	zkrácený popis typických účinků
1	nepocítěné	nepocítěné
2	zřídka pocítěné	Zemětřesení cítí jen jednotlivci na některých místech v domech.
3	slabé	Zemětřesení cítí někteří lidé (0–20 %) uvnitř budov nanejvýš jako houpání nebo lehké chvění.
4	značně pozorované	Zemětřesení uvnitř budov cítí mnozí lidé (10–60 %), venku jen výjimečně. Někteří lidé jsou probuzeni. Okna a dveře rachotí.
5	silné	Zemětřesení uvnitř budov cítí většina lidí (50–100 %), venku jen někteří. Mnozí spící lidé se probudí. Někteří jsou vystrašení. Budovy vibrují. Visící objekty se značně houpají. Malé předměty se posouvají. Dveře a okna se otvírají a zavírají.
6	mírně ničivé	Mnozí lidé jsou vystrašení a vybíhají ven. Některé předměty padají. Mnohé budovy utrpí malé nestrukturální škody, jako např. vlasečnicové trhliny nebo opadané malé kousky omítky.
7	ničivé	Většina lidí je vystrašena a vybíhá ven. Nábytek se posouvá. Předměty padají z polic ve velkém množství. Mnohé dobře postavené budovy utrpí střední škody: opadá omítka, padají části komínů; ve stěnách starších budov jsou velké trhliny a příčky jsou zřícené.
8	těžce ničivé	Mnozí lidé mají problémy udržet rovnováhu. Mnohé domy mají velké trhliny ve stěnách. Několik dobře postavených budov má vážně poškozené stěny. Starší, slabě založené budovy se mohou zřítit.
9	destruktivní	Všeobecná panika. Mnoho špatně založených budov se řítí. I dobře postavené budovy utrpí velmi těžké škody: těžké poškození stěn a částečně i strukturální škody.
10	velmi destruktivní	Mnohé dobře postavené budovy se řítí.
11	devastující	Většina dobře postavených budov se řítí. I některé antiseismicky postavené budovy jsou zničeny.
12	úplně devastující	Téměř všechny budovy jsou zničeny.