

Zemětřesení na Hlučínsku

Před čtvrtou hodinou ranní dne 10. prosince 2017 probudilo lidi v širším okolí Opavy řinčení sklenic a houpání postelí. Lidé cítili zhoupnutí jako při přejetí těžkého vozidla, kymácení postelí, slyšeli šelest žaluzií v oknech, domácí zvířata byla neklidná, až vyplašená, leckde štěkali psi.

text **PAVLA HRUBCOVÁ, JAN ŠÍLENÝ A JAN ZEDNÍK**

OBLASTÍ OTŘÁSLO zemětřesení o síle 3,5. Záchvěvy pocítili lidé v celém Slezsku i ve velké části severní Moravy od Opavy až po Karvinou. Mnozí se v první chvíli domnívali, že jde o silný důlní otřes. Jen několik kilometrů východně od epicentra hlučínského zemětřesení se totiž nachází okraj ostravské části hornoslezské pánve, v níž dochází poměrně často k důlním otřesům, a to jak na území ČR, tak Polska (obr. 1). Tyto otřesy jsou vyvolány intenzivní těžbou černého uhlí, jejich ohniska se nacházejí nehluboko pod zemským povrchem a zpravidla je lidé mimo důlní díla příliš nepocítí. Tentokrát však byla příčina zemětřesení přírodní a zemětřesení bylo tektonického charakteru.

Hlučínsko je malebným koutem České republiky, krajinou rozlehlých úrodných lánů, krásných lesů a vodních ploch, kterou na východě rámuji Beskydy a na západě Jeseníky. Výskyt široce pocíteného zemětřesení v oblasti Hlučína je neobvyklý. Podobně silné přirozené otřesy se v této lokalitě vyskytují spíše výjimečně, jednou za několik desetiletí. Naposledy se objevilo větší zemětřesení v oblasti Opavska v roce 1931, kdy šlo o sérii s více než 20 pocítenými otřesy a magnitudem 4,2.

Hlučínské zemětřesení vzniklo v 3.52 středoevropského času severovýchodně od města Hlučín. Jeho epicentrum bylo mezi obcemi Markvartovice a Darkovice (soutř. 49,92° s. š. a 18,23° v. d.) a vlastní ohnisko se nacházelo v hloubce 13 km pod zemským povrchem. Síla zemětřesení (magnitudo) v ohnisku (tj. v místě vzniku) určená instrumentálně dosáhla hodnoty 3,5. Po zemětřesení nenásledoval žádný dotřes.

V blízkosti epicentra popisovali lidé velmi silný a krátký otřes, slyšeli ránu, které předcházely slabý dunivý zvuk v délce několika málo sekund. I ve větších vzdálenostech však mělo zemětřesení dost síly, aby řadu lidí vzbudilo.

Obecně představuje zemětřesení náhlý pohyb zemské kůry vyvolaný uvolněním napětí a je charakterizováno energií, která je v jeho průběhu uvolněna. K vyjádření síly otřesu se používají dvě rozdílné veličiny, magnitudo a makroseismická intenzita. *Magnitudo* (tzv. Richterova škála) je záležitost přístrojová a určuje se z posunutí pudy zaregistrovaného seismickými přístroji. Je to číslo a souvisí s energií, která se v průběhu zemětřesení uvolnila v jeho ohnisku. Tato energie je určena pro každé zemětřesení jednoznačně bez ohledu na vzdálenost od pozorovatele či hloubku ohniska. Proto je pro každé zemětřesení charakteristické právě jedno magnitudo. Navíc je magnitudo veličina logaritmická a znamená, že zemětřesení s magnitudem o jednotku vyšším představuje desetkrát větší amplitudu kmitání a třicetkrát vyšší uvolněnou energii.

Magnitudo však bezprostředně nevypovídá o velikosti účinků zemětřesení v konkrétním místě pozorování, neboť zde kromě samotné energie otřesu hraje roli ještě vzdálenost od epicentra, hloubka ohniska a lokální podmínky v místě pozorování, odrážející především geologické podloží. Velikost místních účinků na povrchu zohledňuje *makroseismická intenzita*, která se určuje ze statistického vyhodnocení účinků zemětřesení na osoby, budovy a krajinu. Zde hraje významnou roli popis pocítených účinků

a statistický přístup při zpracování hlášení pozorovatelů. Makroseismická intenzita je tedy veličina, která nám říká, jak moc a kde se země třásla. Používá se pro ocenění seismického ohrožení v dané lokalitě nebo pro odhad síly historických zemětřesení. Význam má také pro stavební inženýry a pro pojišťovny, které mají sjednané plnění od daného stupně makroseismické škály.

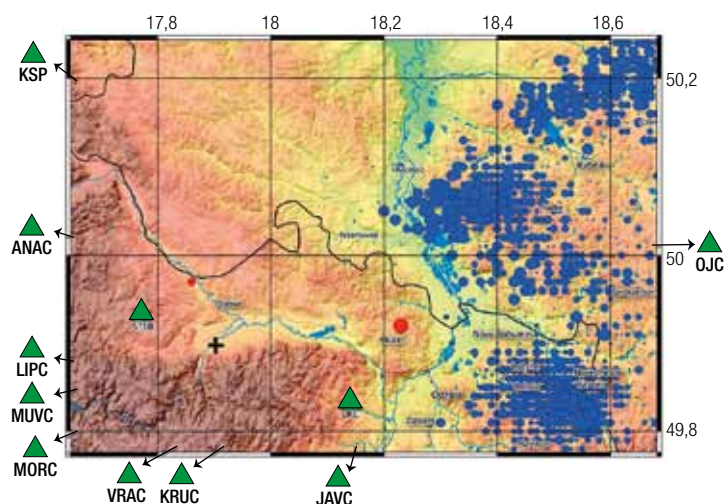
Na určení makroseismické intenzity existuje několik stupnic. Nejmodernější a v současné době v Evropě nejpoužívanější je dvanáctistupňová stupnice EMS-98. Od používání starší stupnice MSK-64 se dnes již ustupuje, protože tato stupnice mimo jiné nezohledňuje moderní typy stavebních materiálů a stavebních postupů, aplikovaných hlavně v místech ohrožení. Stupnice EMS-98 je navržena tak, aby snížila míru subjektivity, a bere v úvahu stav budov, jejich typ, stáří či výšku, velikost a četnost poškození a statisticky je zhodnocuje. Zohledňuje tedy možnost poškození stavby podle typu konstrukce a pracuje se statistikou. Velmi zhruba se však dá říci, že pro starší objekty a řídká pozorování, což je i případ zemětřesení na Hlučínsku, obě stupnice dobře korelují a přiřazují odhadovanému jevu stejnou numerickou hodnotu makroseismické intenzity.

Určení makroseismické intenzity je založeno na analýze údajů z makroseismických dotazníků a vyhodnocuje je Geofyzikální ústav AV ČR (viz www.ig.cas.cz/makroseismicky-dotaznik). Pro určení intenzity hlučínského zemětřesení zde bylo shromážděno celkem 609 dotazníků s informacemi od Havlíčkova Brodu až po Jablunkov či Žilinu na Slovensku, ze severu přišlo hlášení i z Polska. Vzhledem k tomu, že zemětřesení

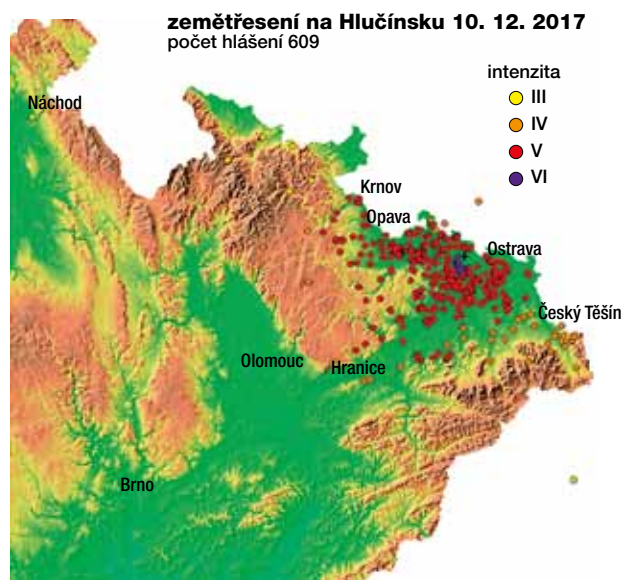
RNDr. PAVLA HRUBCOVÁ, Ph.D., (*1965) vystudovala geofyziku na PŘF UK, doktorské studium absolvovala na MFF UK. V Geofyzikálním ústavu AV ČR, v. v. i., se zabývá šířením seismických vln a modelováním strukturních vlastností zemské kůry a svrchního pláště.

RNDr. JAN ŠÍLENÝ, CSc., (*1952) vystudoval geofyziku na MFF UK, vědeckou aspiranturu absolvoval v Geofyzikálním ústavu ČSAV. V Geofyzikálním ústavu AV ČR, v. v. i., se zabývá modelováním seismického zdroje.

RNDr. JAN ZEDNÍK (*1953) vystudoval geofyziku na Přírodovědecké fakultě UK. V Geofyzikálním ústavu AV ČR, v. v. i., je zodpovědný za interpretaci seismických záznamů, tvorbu bulletinů seismických stanic a mezinárodní výměnu dat.



1. MAPA S EPICENTRY seismických jevů indukovaných důlní činností (modrá kolečka) a tektonických zemětřesení v r. 2017. Kromě hlúčinského zemětřesení (velké červené kolečko) bylo v r. 2017 přístrojově zaznamenáno ještě jedno velmi slabé tektonické zemětřesení u Opavy (malé červené kolečko). Velikost koleček je úměrná magnitudě otřesů. Seismické stanice jsou naznačeny zelenými trojúhelníky. Černý křížek značí epicentrum zemětřesení z roku 1931.



2. MAKROSEISMICKÁ INTENZITA podle stupnice EMS-98 a její rozložení v České republice z dotazníků shromážděných v Geofyzikálním ústavu AV ČR pro zemětřesení z 10. prosince 2017 s magnitudou 3,5; epicentrum u obce Hlučín vyznačeno černým křížkem.

proběhlo v noci, většina respondentů spala a zemětřesení je probudilo. Vyvolalo v nich pocity strachu, někdy až paniky. Z účinků popisovali lidé hlavně pohyby lehčího nábytku a menších předmětů, drnění a řinčení oken, chvění či houpání postelí, často se zvukovými efekty, které byly popisovány jako dunění či zvuk projíždějících těžkých vozidel. Menší procento obyvatel, zejména v blízkosti epicentrální oblasti, zaznamenalo drobné trhlinky ve zdi nebo v omítce. Rozložení makroseismické intenzity podle stupnice EMS-98 je patrné z přiložené mapky (obr. 2).

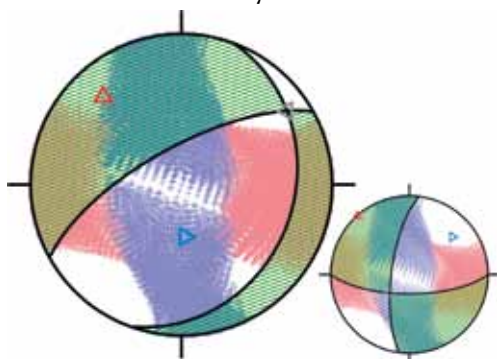
Další charakteristikou zemětřesení, o kterou se zajímáme mimo stanovení místa vzniku (ohniska) a síly (magnituda), je mechanismus. Zjednodušeně si ho můžeme představit jako popis prostorového pohybu bloků horniny v okamžiku vzniku zemětřesení. Tento pohyb je většinou vázán na tektonické zlomy v oblasti, kde zemětřesení vzniklo. Mechanismus je tak důležitým ukazatelem, ke kterému zlomu či zlomovému systému konkrétní zemětřesení patří. Stanovení mechanismu je obtížnější než lokalizace ohniska a určení jeho magnituda, protože je k němu potřeba získat data z oblasti kolem ohniska zemětřesení, tj. zaznamenat seismické vlny na stanicích ležících

v různých směrech a pokrývajících svými azimuty celý kruh kolem ohniska.

To však není případ hlúčinského zemětřesení. V tomto případě je pokrytí seismickými stanicemi České regionální sítě a lokální sítě MONET (severní Morava) velmi nepravidelné. Stanice jsou nakupeny víceméně v jediném kvadrantu (obr. 1), což je pro jednoznačné stanovení mechanismu velmi málo. Odhad mechanismu hlúčinského zemětřesení je tedy zatížen velkou chybou, a to i když se omezíme na hledání jeho samotné orientace, a nebudeme se starat o to, zda na zlomu došlo k čistě střížnému pohybu (prostému smyku po třetí ploše), nebo k pohybu složitějšímu, jaký je typický např. u otřesů vyvolaných důlní činností. Z amplitud regionálních stanic s čitelnými odečty vychází mechanismus ukazující na zlomový systém zhruba ve směru SV-JZ (obr. 3 vlevo). Je však nezbytné opakovat, že při daném prostorovém rozložení stanic s dostupnými daty je stanovení mechanismu zatíženo extrémně velkou chybou. Zjednodušeně ji můžeme demonstrovat vykreslením všech orientací, které nejsou v rozporu s pozorovanými znaménky prvních nasazení, tedy vln P. Těchto orientací (tj. přijatelných řešení) je velmi mnoho. Vykreslíme-li pro každou z nich jen

polohu tahové a tlakové osy jako červený, resp. modrý křížek, dostaneme široké pásy červené a modré barvy, znázorněné v pozadí obr. 3. Orientace je tedy „povolena“ v širokém rozmezí, s výjimkou polohy tahových a tlakových os ve směrech zhruba SV, JV, JZ a SZ zobrazených bílou plochou mezi zmíněnými barevnými pásy. Jinými slovy, nejistota řešení vylučuje pouze zlomy zhruba ve směru V-Z a S-J (obr. 3 vpravo). Místní tektonika na povrchu je však charakterizována právě směry V-Z, a proto náš mechanismus dává hlúčinské zemětřesení do souvislosti spíše s hluboce založenými zlomovými strukturami „sudetského a na něj kolmého směru“ než se zlomy tektonicky vymezujícími bezprostřední okolí Hlučína.

Mapování zlomů do hloubky je pro geology obecně problém. Zemětřesení jsou k tomu leckdy jediným nástrojem. Kromě situování zlomu v hloubce nás přirozeně ještě informují o jeho stavu, říkají, že není „zaléčenou“, ale živou frakturou v těle naší planety Země. Strukturou, na které se může ještě ledacos stát a kterou je třeba brát v potaz při plánování velkých staveb a infrastruktury. A ještě cennější je taková informace, pokud je seismická aktivita na zlomu řídká. A přesně to je i případ zemětřesení u Hlučína. ●



3. MECHANISMUS hlúčinského zemětřesení zobrazený v diagramu tzv. „plážového míče“ používaného v seismologii k projekci polohy zlomu. Jde o projekci vyzářování P vln na hypotetickou sféru kolem ohniska. Zelené zóny značí pohyb od ohniska, jejich hranice jsou tzv. nodální čáry (černé křivky), které lze interpretovat jako polohy zlomu. Červené a modré pozadí znázorňuje nejistotu určení mechanismu: tahové a tlakové osy (tj. červený a modrý trojúhelník) mohou ležet kdekoli v červeném a modrém pásu. Menší „míč“ vpravo zachycuje hypotetický mechanismus zemětřesení s orientací zlomu V-Z. Takovéto řešení je v případě Hlučína nereálné, protože jeho tahová a tlaková osa (modrý a červený trojúhelník) leží mimo „povolenu“ červenou a modrou zónu.