

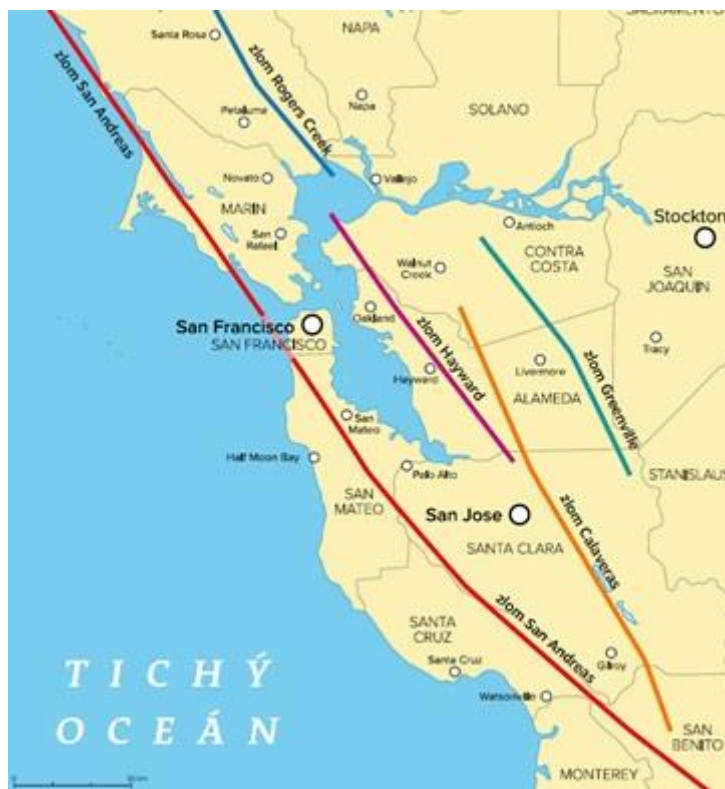
Niživým zemětřesením předcházejí tiché, ale přitom důležité pohyby

24. 02. 2026

V místech, kde do sebe narážejí zemské desky, se dějí velké věci – vybuchují sopky, třese se země, zdvihaají se pohoří. Pro pochopení těchto událostí je ale důležité sledovat i úplně nepatrná chvění. Petra Štěpančíková z [Ústavu struktury a mechaniky hornin Akademie věd ČR](#) se do lokalit bohatých na tektonické pohyby vydává několikrát ročně. „Na první pohled to je hromada kamení. Jenže když se na ni podíváte do detailu, zjistíte zajímavé věci hluboko do minulosti,“ říká vědkyně.

Pohledem z výšky připomíná dračí hřbet. Uprostřed vyvýšené plošiny zeje rýha, kolem ní stojí soustava kopečků svažujících se do stran. Na rozlehlé kalifornské planině Carrizo vypadá tektonický zlom San Andreas naprosto impozantně. Letecký snímek krajiny často slouží jako názorná ukázka toho, jak vypadá rozhraní zemských desek.

Kalifornský zlom se táhne neuvěřitelných tisíc tři sta kilometrů podél západoamerického pobřeží. Začíná na severu v Tichém oceánu, na pevnině prochází San Franciscem, severně od Los Angeles se stáčí k východu a pokračuje dále k Mexiku.



Tektonický zlom San Andreas tvoří rozhraní dvou litosférických desek – pacifické a severoamerické.

Ve své jižní části se větví na menší „bratříčky“ a nakonec míří do Kalifornského zálivu. Právě na jihu, v písčné poušti nedaleko mexických hranic, nainstalovali v roce 2012 čeští vědci unikátní přístroje, kterými na zlomu monitorují geologické procesy.

Kužely v kojetích horách

„Dostala jsem se tam náhodou. Na stáži ve Španělsku jsem se chtěla přiučit metodě paleoseismologie, která zkoumá zemětřesné děje v dávné minulosti a kterou u nás do té doby nikdo nedělal. Španělská kolegyně Eulàlia Masana odjela na rok do Kalifornie a pozvala mě, ať za ní přijedu,“ vzpomíná Petra

Štěpančíková z Ústavu struktury a mechaniky hornin AV ČR. Obě pak po dobu tří měsíců mapovaly tektonické pohyby v Kojotích horách.

Zabývaly se tehdy takzvanými náplavovými kužely, které vznikají z říčních sedimentů, zpravidla na úpatí hor, kde voda zpomaluje svůj tok. „Na první pohled to je hromada kamení. Jenže když se na ni podíváte do detailu, zjistíte zajímavé věci hluboko do minulosti,“ říká vědkyně. Ze složení hornin v kuželu bylo zjevné, že pocházejí z některého z vedlejších údolí. Přemístily se vlivem posunu na tektonickém zlomu Elsinore, kdy země „odskočila“ o kus dál. Akorát to trvalo statisíce let.



Petra Štěpančíková z Ústavu struktury a mechaniky hornin AV ČR (CC)

Ukázalo se, že zlom slibuje i další možnosti výzkumu, a to nejen dávných zemětřesných jevů, ale i současných pohybů tektonických desek. Petra Štěpančíková proto následně se svými kolegy z pražského ústavu a ve spolupráci s americkými vědci Thomasem Rockwellem a Rogerem Bilhamem zahájila výzkum, který v podstatě trvá dodnes.

Košťákoměr v akci

Na třech vybraných lokalitách jižního pásu San Andreasu, konkrétně na zlomech Elsinore, San Jacinto a Superstition Hills, nainstalovali vědci speciální přístroj TM71, vyvinutý v šedesátých letech 20. století v Ústavu struktury a mechaniky hornin AV ČR. Písmena v názvu jsou zkratkou výrazu „terčové měřidlo“ a číslo 71 odkazuje k roku 1971, kdy byl přístroj patentován. „My mu interně říkáme košťákoměr, protože ho vymyslel a sestrojil inženýr Blahoslav Košťák,“ říká s úsměvem Petra Štěpančíková.

Terčové měřidlo funguje na jednoduchém opticko-mechanickém principu. Obsahuje dvě dvojice sklíček položených přes sebe s vyleptaným obrazcem spirály a dvě ramena, která slouží k uchycení ve skále nebo betonu. Jakmile se podklad, v němž přístroj spočívá, byť o malinký kousek posune, obrazec na sklíčkách se změní a následně se výpočetním algoritmem určí intenzita pohybu.



Při zemětřesení o magnitudu 7,2 v roce 2010 došlo na mexické straně zóny zlomu Elsinore k posunu údolí a vzniku zlomového svahu, místy až tři metry vysokého.

Měřiče dokážou zachytit mikropohyby ve třech směrech s přesností na tisícinu milimetru. Malé kamery přístroj pravidelně fotí a přes internet odesílají data do speciální aplikace, která je vyhodnocuje. Američané ke sledování pomalých změn používají přístroj, jemuž říkají krípmetr (z anglického creepmeter, v doslovném překladu měřič klouzání či ploužení). Zaznamenává ovšem jen jeden směr pohybů. Kombinací různých měření se pak daří přicházet se zajímavými výsledky.

V posledních letech přidali čeští vědci k dosavadnímu mechanickému monitoringu krajiny ještě geofyzikální měření, jež zjišťuje fyzikální vlastnosti zlomů a geologického podloží do hloubky desítek metrů.

Praskající stadion

V průměru se zlom San Andreas posouvá kolem tří centimetrů ročně (v každé své části s jinou intenzitou a odlišným způsobem). Zejména na severu, ale i na jihu bývají v okolí zlomu relativně častá zemětřesení. Ta menší o magnitudu tři až čtyři se odehrávají v podstatě každý týden, větší (magnitudo sedm) se objevují na stejném místě jednou za sto až tři sta let. Velmi ničivé otřesy o síle 7,8 magnituda s epicentrem u San Franciska si v roce 1906 vyžádaly na tři tisíce obětí.

Ve střední části zlomu panuje zdánlivý klid, i tam ale desky pracují, takzvaně „krípují“. Jde o pomalý klouzavý pohyb, u kterého se částečně uvolňuje napětí a energie. Někdy ho doprovází až tisícovka velmi malých zemětřesení ročně. Ve volné krajině to nevadí, problém ale tyto klouzavé pohyby způsobují v obydlích oblastech.

Dynamická planeta

Monitoring tektonických pohybů v jižní Kalifornii je v posledních letech možný i díky podpoře Strategie AV21 v programu [Dynamická planeta Země](#). Tento multidisciplinární program propojuje sedm ústavů Akademie věd ČR a několik dalších partnerů. Objasňuje procesy probíhající uvnitř Země (např. geotermální energie), na jejím povrchu (skalní řícení apod.) a v jejím atmosférickém obalu (mj. kosmické počasí či klima). Zaměřuje se také na důsledky lidské společnosti, jako jsou dopady těžby a spotřeby nerostných surovin na životní prostředí.

Třeba v Berkeley vede jedna z větví zlomu San Andreas (zlom Hayward) přímo přes fotbalový California Memorial Stadium. Země se tam posouvá o tři centimetry za deset let a budova praská. V některých místech kríp dosahuje dokonce osmi milimetrů za rok a způsobuje trhliny ve vozovkách a

chodnicích. Kvůli zlomu Calaveras zase musejí pravidelně opravovat stavby na svých pozemcích vinaři v kalifornské oblasti Hollister.

Sklípkan u hlavy

Petra Štěpančíková s kolegy neměří pohyby v Berkeley ani v prosluněném vinařství, ale na nehostinné poušti u mexických hranic. Nainstalované měřiče tam jezdí rok co rok kontrolovat a přenastavovat. Od nejbližší civilizace je dělí zhruba půl hodiny jízdy autem. Teploty přes den někdy přesahují čtyřicet stupňů Celsia a badatelé při práci musejí dávat velký pozor na štíry a sklípkaný.

„Jednou jsem ležela v písku na zemi a opravovala přístroj. Najednou jsem periferně zahlédla cosi tmavého, co se hýbalo. Byl to velký pavouk,“ říká naprosto klidně a s mírným pobavením vědkyně. Těžkou hlavu si ze sklípkanů ani jiné havěti nedělá a rozhodně se jimi nenechá odradit od pobytu v terénu.

Daleko větší komplikace působí spíš velmi silný vítr a s ním spojené písečné bouře. Když pořádně zafouká, zrníčka písku se dostanou do očí, měřiče, fotoaparátu i počítače. Když se taková kalamita blíží, je proto lepší všechno sbalit a rozdělanou práci přerušit.



Vědci si musejí dávat pozor na štíry a jedovaté pavouky.

Obezřetně je třeba se chovat na každé z lokalit, ale na jedné obzvlášť. Měření totiž probíhá také poblíž americké výcvikové vojenské základny. Vědci se musejí před každou návštěvou hlásit vojákům a mají omezený čas, po který mohou v oblasti zůstat. Dříve mohli pracovat i v noci, což se za extrémních pouštních teplot hodilo, v posledních letech se ale podmínky u vojenské základny zpřísnily.

Co se týče nedaleké mexické hranice, ta českým vědcům vrásky nedělá a žádné nebezpečí s ní spojené zatím nezaznamenali. Obecně je problémem spíše odlehlost. A vandalství – párkrát někdo ukradl solární panel nebo autobaterii.

Malé a tiché, ale důležité

Na začátku léta před třemi lety se stala podivná věc v lokalitě Superstition Hills. Měřič se úplně rozhodil, pohyb, který zaregistroval, byl totiž mnohem silnější než jakýkoli dosavadní. Od května do července v roce 2023 tam došlo k největšímu posunu za posledních třináct let. „Tichý skluz“ o celkové velikosti posunu až čtyř centimetrů uvolnil stejné množství energie jako zemětřesení o magnitudu 4,5 – lidé ho přitom vůbec nepocítili a díky tomu, že k němu došlo na poušti, nezpůsobil žádné škody.

Podobné jevy sice neovlivní momentální vzhled krajiny a neohrožují obyvatele, přesto je důležité je sledovat. Hrají totiž podstatnou roli v přípravě výraznějších událostí. Ukázalo se to už v minulosti, kdy některým velkým otřesům v jižní Kalifornii předcházela série malých pohybů.



Petra Štěpančíková při práci v paleoseismologických rýhách v terénu jižní Kalifornie

Od roku 2010, kdy Petra Štěpančíková Kalifornii pravidelně navštěvuje, se v tomto slunném západoamerickém státě vyskytlo několik zemětřesení. To největší v červenci 2019 dosáhlo síly 7,1 magnituda a jeho epicentrum se nacházelo u města Ridgecrest, asi 240 kilometrů severovýchodně od Los Angeles. Naštěstí většina záchvěvů nastala v řídce obydlených oblastech, a nezpůsobila tak velké škody na majetku nebo zdraví lidí.

„K významnému zemětřesení došlo v nedalekém Mexiku také v roce 2010, asi týden po mém odletu z tříměsíční stáže. Kolegové mi posílali fotky trhlin v zemi a musím říct, že mě mrzelo, že jsem je neviděla na vlastní oči,“ dodává vědkyně. Podobnou „smůlu“ měla i v Itálii, kde chvění země prostě zaspala. „Zdálo se mi, že jedu v autě, a i když vozidlo zastavilo, pořád jsem se hýbala. Ráno mi kolegyně řekla, že to bylo zemětřesení,“ usmívá se Petra Štěpančíková.

Sny a plány o dalších výzkumech tektonických dějů ji ale neopouštějí. Doma se moc neohřeje. Do kalifornské pouště jezdí pravidelně jednou, někdy i dvakrát ročně a vedle toho se věnuje projektům v Turecku nebo Indii. A třebaže u toho nevybuchují sopky a netřeše se země, pokaždé se do terénu ráda vrací a bere zavděk i malým, sotva rozpoznatelným chvěním, protože ví, že je zrovna tak důležité.



(CC)

RNDr. Mgr. Petra Štěpančíková, Ph.D.

Ústav struktury a mechaniky hornin AV ČR

Pochází z Valašska, kde žádná zemětřesení nejsou, přesto ji tektonika lákala od dětství. Při studiu na Přírodovědecké fakultě UK ji nejvíce zaujal předmět geomorfologie, který zkoumá tvorbu a vývoj tvarů reliéfu. Zabývá se paleoseismologií, jež hledá známky zemětřesení na zemském povrchu i těsně pod ním hluboko v minulosti. Vede oddělení neotektoniky a termochronologie a několikrát do roka jezdí do terénu do USA, Indie nebo Turecka. Zkoumá i seismicky zajímavé oblasti v Česku, například Chebsko. V posledních letech rozšířila své zájmy o propojení vědeckého, filozofického a lidského rozměru přírodních jevů – na Jihočeské univerzitě v Českých Budějovicích vystudovala teologii. Napsala knihu [*Boží zemětřesení*](#).

Článek vyšel pod názvem Tiché pohyby v [A / Magazínu 4/2025](#) <https://pdf.avcr.cz/A/2025-04/#page=1>