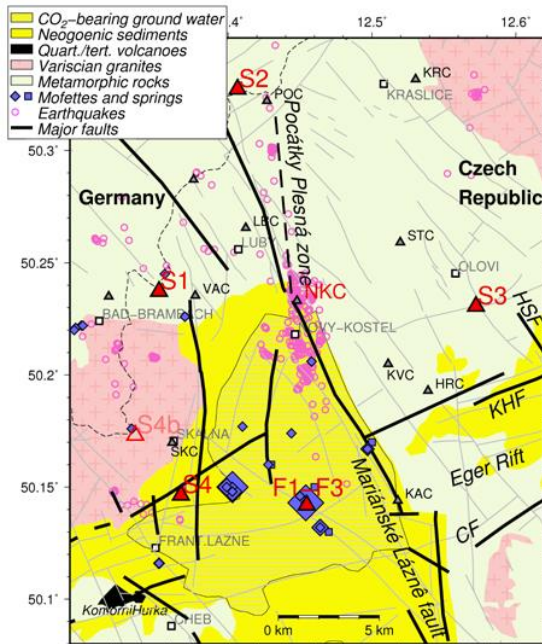


LABORATOŘ IN SITU – SÍŤ PĚTI MĚLKÝCH VRTŮ

Díky své jedinečnosti je oblast západních Čech a přilehlé části Německa ideální pro vybudování světově unikátní laboratoře in situ, která bude sloužit ke studiu vzájemných vztahů mezi zemětřeseními, fluidy, horninovým prostředím a biosférou. Laboratoř se bude skládat ze sítě pěti mělkých vrtů a její vybudování proběhne v rámci mezinárodního vrtného programu ICDP (International Continental Drilling Program). Nově vzniklá, moderní, komplexní laboratoř v mělké hloubce se zaměří na tři vzájemně propojené oblasti základního výzkumu: zemětřesné roje, výrony CO₂ magmatického původu a jejich migraci zemskou kůrou, a složení a změny v hlubší biosféře. Laboratoř tak bude jako první na světě sloužit unikátnímu multi-parametrickému sledování zemětřesení a jeho přidružených projevů.



Plánovaná místa mělkých monitorovacích vrtů. S1-S4 sledování zemětřesení; F1-F3 sledování fluid a hlubší biosféry. Stávající seismické stanice na povrchu jsou znázorněny šedými trojúhelníky.

MONITOROVACÍ BODY

Hloubka monitorovacích vrtů bude první stovky metrů a umožní zlepšit registraci zemětřesení i fluid. Tím poskytne možnost sledovat velmi slabá zemětřesení a analyzovat procesy vyvolané fluidy v ohnisku zemětřesení. Doposud se sledování a analýza fluid prováděla pouze na povrchu, mnohdy v nepravidelném režimu. Protože jsou místa s masivními výrony CO₂ dobře známá a dostupná, nabízí se možnost vybudování kontinuálního monitorování a analýzy v reálném čase na bezpečných a snadno přístupných místech.



Sledování fluid bude navíc probíhat v různých hloubkách, což umožní odlišit vliv povrchových a hlubokých, procesů na složení a množství fluid. Častý výskyt zemětřesení v této oblasti pak umožňuje optimální nastavení parametrů monitorování.

FLUIDA A HLUBŠÍ BIOSFÉRA

Suché výrony oxidu uhličitého (tzv. mofety) se vyskytují v lokalitách jako národní přírodní rezervace Soos, Bublák u obce Vackovec, nebo louky u Hartoušova. Tato místa jsou studována i z hlediska vlivu CO₂ na biosféru.

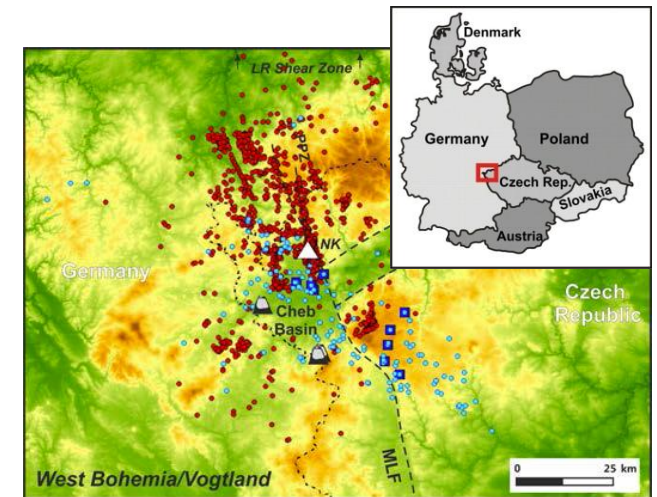


Mikrobiologické ekosystémy, které jsou v přípovrchových částech zemské kůry velmi hojné, mohou reagovat na změny ve složení vystupujících fluid. Proto jsou výrony plynů a minerálních vod v žulových a sedimentárních horninách v této oblasti ideálním prostředím pro studium dlouhodobého vlivu CO₂ na hlubší biosféru a vývoj života pod povrchem.



LABORATOŘ PRO STUDIUM ZEMĚTŘESNÍ, FLUID A HLUBŠÍ BIOSFÉRY

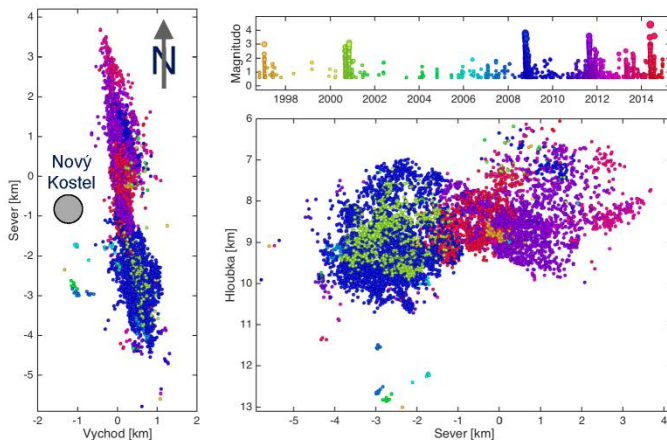
Oblast západních Čech a přilehlá část sousedního Německa se vyznačují zvýšenou geodynamickou aktivitou. Ta se projevuje ve formě zemětřesných rojů, vyvěrá zde množství proplyněných minerálních vod a volného oxidu uhličitého. Kvartérní vulkanickou činností dokládají sopky. Všechny tyto jevy spolu se seismickou oblastí svědčí o doznívajících geodynamických procesech. Tím se řadí tato oblast mezi unikátní místa v Evropě. Po dlouhá desetiletí se seismologové snaží najít příčinu zdejších zemětřesení i hlubší souvislosti s ostatními geodynamickými projevy. V současné době je obecně akceptováno, že zemětřesné roje jsou v mnoha případech iniciovány fluidy, t.j. kapalinami v zemské kůře. Není ale jasné, jakým způsobem k tomu přesně dochází. Geodynamická aktivita, fluida a zemětřesné roje v západních Čechách představují unikátní fenomén světového významu, jehož dlouhodobé sledování může přispět k zodpovězení podobných otázek.



Epicentra zemětřesení za období 1991-2015 jsou znázorněna červenými kolečky. Modrá kolečka a fialové čtverečky představují výrony uhličitých minerálních vod a mofety. Trojúhelník znázorňuje ohniskovou oblast Nový Kostel. Znak sopky představuje čtvrtohorní vulkanity.

ZEMĚTŘESNÉ ROJE

Termín zemětřesné roje se používá pro sérii zemětřesení bez hlavního silnějšího otřesu a je pro ně typické shlukování v prostoru i v čase. Roje představují seismickou aktivitu, kdy v relativně krátkém časovém období proběhne v omezeném prostoru poměrně velký počet různě silných otřesů. Někdy jsou tyto otřesy dostatečně silné i na to, aby byly pocíteny místními obyvateli nebo dokonce způsobily škody na budovách. V dnešní době jsou zaznamenávány po celém světě, a to především ve vulkanických a geotermálních oblastech nebo na okrajích tektonických desek. Dochází k nim také uvnitř desek, což je případ západočeské oblasti. Přesto není mechanismus vzniku zemětřesných rojů stále zcela objasněn. Zemětřesné roje mohou předcházet i velkým zemětřesením, podobně jako v L'Aquila v Itálii v roce 2009. V západních Čechách se většina otřesů odehrává ve zlomové oblasti poblíž Nového Kostela; detailní analýzy zde naznačují migraci ohnisek zemětřesení v prostoru i v čase.



Seismická aktivita v oblasti Nového Kostela, kde se odehrál největší počet zemětřesení za období 1997 až 2014. Vlevo: mapa epicenter zemětřesení ukazuje, že se ohniska zemětřesení vyskytují podél strmě upadajícího zlomu. Vpravo dole: svislý pohled na hypocentra podél zlomu. Vpravo nahoře: výskyt zemětřesení v čase; svislá osa ukazuje Richterovo magnitudo jednotlivých zemětřesení. Barevně je odlišena aktivita podle času vzniku.

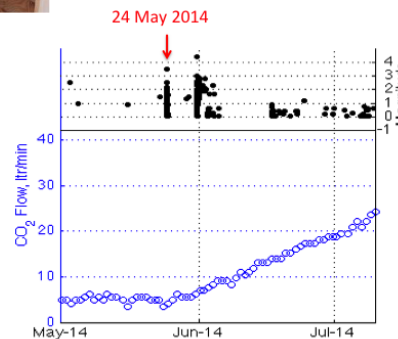
FLUIDA A ZEMĚTŘESENÍ

Širší okolí Chebské pánve je známé výrony oxidu uhličitého, který je rozpuštěn v minerálních vodách nebo vyvěrá v suché formě v mofetách. Izotopové složení helia a uhlíku ukazuje, že zdejší CO₂ je magmatického původu a pochází z velkých hloubek na pomezí kůry a pláště. Na své cestě vzhůru prochází zlomy a podílí se patrně na vzniku zemětřesných ohnisek.

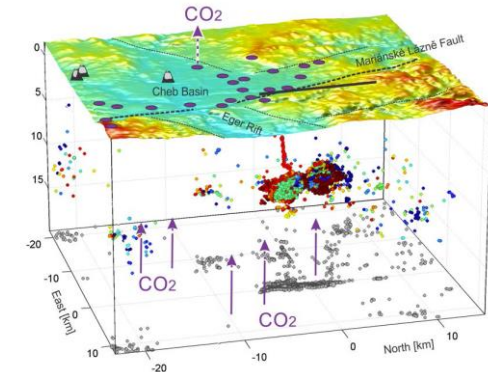
Monitorování vydatnosti CO₂ a hladiny podzemních vod vykazují změny v čase, které souvisejí mimo jiné se změnami napjatosti horninového masívu. Ta je ovlivněna změnami tektonického napětí a tlaku fluid a vyvolává reaktivaci systému zlomů a vznik posunů na nich.



Průtok CO₂ ve vrtu Hartoušov a zemětřesná aktivita před a v průběhu seismické aktivity v roce 2014 zaznamenaná v ohniskové oblasti Nový Kostel.



LABORATOŘ IN SITU – DLOUHODOBÉ MONITOROVÁNÍ



3D pohled na ohniskovou oblast. Barevné body ukazují ohniska zemětřesení s barvou indikující vývoj v čase (šedé jsou průměty ohnisek na spodní stěnu). Fialové šipky a elipsy naznačují možné cesty CO₂ v kůře a výrony na povrchu.

Otevřené otázky

- Jaké fyzikální a chemické procesy vedou k zemětřesné a aktivitě a mobilitě fluid?
- Jak fluida prostupují zemskou kůru a jak jsou ovlivněna tektonickým napětím a jeho změnami?
- Jaká je vzájemná vazba mezi hlubší biosférou a geologickými procesy?

Hledání odpovědí

- Vytvoření moderní, multidisciplinární terénní laboratoře s vysokou detekční schopností
- Studium zemětřesných rojů, výronů CO₂ a hlubší biosféry a jejich vzájemných vazeb
- Pochopení pohybu fluid a magmatu a vzájemných interakcí fluid s horninami v zemské kůře
- Mapování strukturních nehomogenit zemětřesné oblasti



IG ASCR

Na projektu spolupracují vědci z České republiky, Německa, Velké Británie a USA.

Kontakt: T. Fischer, J. Horálek, T. Dahm

www.ig.cas.cz