

Se Zuzanou Roxerovou o deformaci hornin a příbězích ukrytých v kamenech

RNDr. Zuzana Roxerová, Ph.D., vystudovala strukturní geologii na Přírodovědecké fakultě Univerzity Karlovy a od r. 2005 působí v oddělení tektoniky a geodynamiky Geofyzikálního ústavu Akademie věd ČR, kam nastoupila v průběhu doktorského studia na PřF UK. Zabývá se zejména deformací hornin, tokem magmatu a modelováním geologických procesů v laboratoři. Její hlavní vědecké práce popisují vývoj magmatických a přeměněných hornin v zemské kůře. Získala za ně ocenění na mezinárodních konferencích a výsledky výzkumu jí také otevřely cestu na zahraniční pracoviště – mimo jiné ve Francii, Velké Británii, Portugalsku a Švýcarsku. Za projekt zaměřený na studium toku magmatu získala v r. 2012 cenu L'Oréal UNESCO Pro ženy ve vědě. V současné době se soustředí na interpretaci a korelaci magnetických a mikrostrukturních vlastností hornin, které mají přinést nové poznání o jejich geologickém vývoji. Je laureátkou Prémie Otto Wichterleho za rok 2021.

Paní doktorko, jak jste se dostala k vašemu zaměření, kdo nebo co vás inspirovalo vybrat si geofyziku jako jedno z životních poslání?

Ke studiu geologie mě přivedla láska k horám a cestování v přírodě. Na výletě na pobřeží Anglie jsem potkala studenta geologie, který mi o oboru vyprávěl, a mě to velmi zaujalo, podala jsem si přihlášku, a nakonec jsem si geologii opravdu vybrala. Symbolické je, že jsem ve stejné lokalitě po čase našla terén pro svou disertaci. Na začátku jsem chtěla přejít na biologii či medicínu. Mám řadu přátel v biologických oborech. Nakonec mě ale úplně pohltit dobrodružný svět exkurzí a výprav do starých důlních děl, jeskyní, na minerály a zkameněliny. Součástí studia jsou povinné exkurze. My jsme ale byli velmi nadšení a vydávali se na víkendové výpravy, jak po stopách zkamenělých zvířat, tak především na mineralogické lokality. V té době jsem si také na chvíli založila svou sbírku.

Kdo vás vedl při prvních odborných pracích?

První práce vedl můj školitel prof. Karel Schulmann a prof. František Hrouda, kterým jsem velmi vděčná za příležitost a také za atmosféru pracovní skupiny, která byla velmi živá, podnětná a mladá. Doktorské studium probíhalo v rámci Ústavu petrologie a strukturní geologie PřF UK, se stážemi ve Štrasburku. Skupina držela dobře pohromadě, měla tah na branku a byla dynamická. Měla jsem i malý úvazek ve firmě Agico, kterou vedl a stále vede prof. Hrouda. Zde jsem dostala velkou příležitost seznámit se s měřením a interpretací magnetických vlastností hornin.

Co považujete za své dosud nejvýznamnější výsledky výzkumu?

Největší pozornost získaly experimenty geologických procesů, kterým se věnuji s kolegy Matějem Machkem, Vladimírem Kusbachem a Prokopem Závadou, také

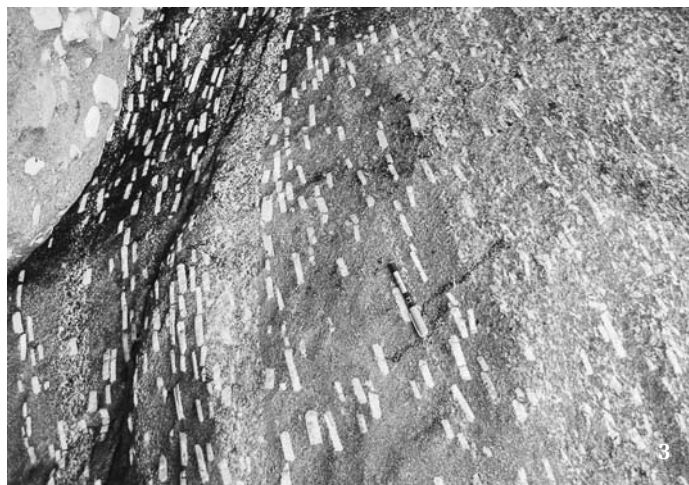


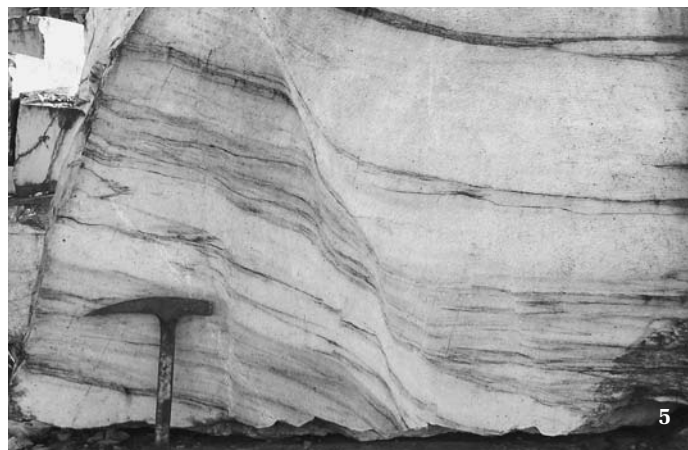
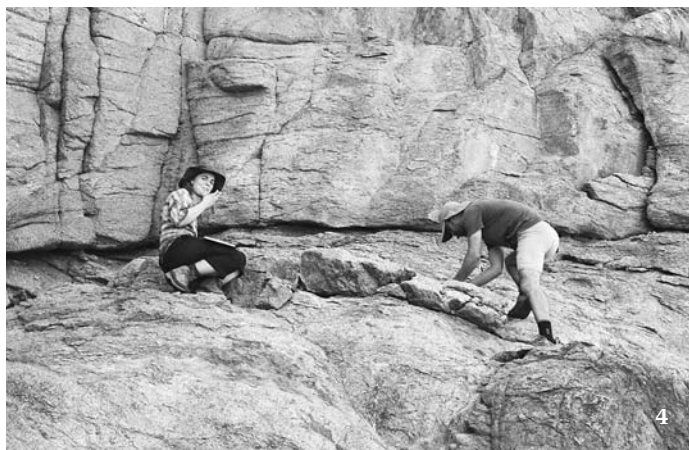
nositelem Prémie O. Wichterleho. Vytvořili jsme několik aparatur, kde jsme simulovali geologické procesy v měřítku a podmínkách laboratoře. Simulovali jsme např. výstup magmatu, nebo tok hornin sopečného původu, které utuhly na povrchu. V posledních experimentech jsme řízeným pohybem simulovali střížné zóny, tedy místa se zvýšenou koncentrací deformace. Zajímá nás především záznam toku a deformace hornin, a tak jsme experimentální materiál barvili a sypali do něho jemnozrnný magnetit a měřili jeho přednostní orientaci pomocí metody anizotropie magnetické susceptibilitity. Tím napodobujeme procesy odehrávající se v Zemi. Jde o jeden z běžných způsobů studia záznamu deformačních procesů, ke kterým došlo před miliony let v opravdových horninách. Je to nesmírně názorná a zábavná práce, během chvíle tvoříme to, co na Zemi trvalo nepředstavitelně dlouho.

Jak plánujete využít finanční podporu z Prémie Otto Wichterleho?

Prémie je spojená s nezanedbatelnou finanční odměnou určenou nejen pro podporu naší práce, ale i pro osobní využití. Nejmladší dcera bude chodit od září do jiné školky ve vedlejší vesnici a velmi nám usnadní život auto, peníze tedy využiji na nákup auta.

Přibližte prosím čtenářům Živy téma vašeho aktuálního výzkumu.





1 Zuzana Roxerová převzala v červnu 2021 od předsedkyně Akademie věd ČR prof. Evy Zažímalové Prémii Otto Wichterleho za I. vědní oblast, tedy věd o neživé přírodě, jako ocenění za vynikající vědecké výsledky a podporu pro další působení ve vědě a výzkumu. Foto J. Plavec, SSČ AV ČR

2 a 3 Žulové útesy – terén spojený s disertační prací (obr. 2) a detail uspořádaných draselných žilců v toku magmatu. Land's End, Anglie

4 Měření strukturálních prvků v terénu. Magmatické horniny. Namibie, Afrika

5 Střížná zóna v mramoru. Portugalsko.

6 Rodina: tři dcery a manžel. Snímky z archivu Z. Roxerové, pokud není uvedeno jinak



Jakým způsobem se studují deformace hornin?

Studium deformací začíná v terénu. Výletu do přírody samozřejmě předchází vědecký záměr a výběr vhodných lokalit. V našem týmu se věnujeme především výsledkům variské orogeneze (variského nebo také hercynského vrásnění) z období devonu až permu, ca před 400–250 miliony let, v Evropě tento orogén tvoří např. francouzský Centrální masiv, Vogézy, německý Harc a Český masiv. Pro vývoj Českého masivu je tato orogeneze zásadní. V terénu sledujeme struktury, které měříme a interpretujeme z hlediska typu a orientace deformace. Z vybraných míst odebereme orientované vzorky – buď využíváme vrtná jádra, nebo odlamujeme kusy, které později navrtáme v laboratoři. Vzorky následně detailně zkoumáme. Snímky z optického mikroskopu slouží k popisu minerálů, jejich rozmístění a tvarové přednostní orientaci. Pod elektronovým mikroskopem odhalíme např. krystalové přednostní orientace a chemické složení jednotlivých minerálů. Vzorky také rozemíláme, zjišťujeme chemické složení a radiometricky datujeme. Z vrtných válečků měříme řadu magnetických vlastností, jako je např. orientace magnetických částic a tvar hysterezní křivky (závislost magnetické indukce na vnějším poli), která odráží chemické složení a stav krystalové mřížky.

K čemu se tyto informace nakonec využijí, jaké přinesou výsledky?

Použijeme je k rekonstrukci příběhu, co hornina a potažmo planeta Země zažila. Získáme představu v jakých hloubkách, teplotách a kdy se kámen pohyboval. Zajímá

nás hlavně, jak hornina tekla, nejen ve formě tekutého magmatu s krystaly, které se různě točí a narážejí do sebe a následně se deformují orogenními procesy po utužení, ale také jak tzv. tekla v pevném stavu, tedy jak se pomalu plasticky deformovala. Můžeme sledovat různé deformační mechanismy charakteristické pro jednotlivá hloubková patra zemské kůry a pláště a jejich vzájemnou interakci odpovídající tomu, jak kámen cestoval.

Geologie je dobrodružná výprava hluboko do minulosti Země, kde každý geolog přináší střípek poznání do mozaiky. Je fascinující si uvědomit, jak je Země dynamická, stojíme na místě, které se stále mění, kontinenty jsou jako kousky puzzle, které byly před miliony let úplně jinde. Když překročíme náhled na svět z perspektivy existence lidského rodu, Země se jeví mnohem dramatictější. Např. ve východní Africe zřejmě vzniká nový oceán. Má pravdučka se v něm ještě nevykoupe, ale za několik milionů let už bude nezanedbatelný a stejný pohyb roztrhá Madagaskar na souostroví. Věnuji se záznamu starého vývoje Země, abychom mohli pochopit aktuální vývoj a porozumět současným dějům, jako je třeba aktuální sopečná činnost na Islandu. A také jsou samozřejmě na řadu struktury v Zemi vázaná ložiska nerostných surovin, případně se stala předmětem studia pro svůj ohrožující potenciál, zahrnující sesuvy, zlomy nebo vulkanickou činnost a další.

Madagaskar, Afrika... Orientují se geologové a geofyzici spíše na lokální výzkum, nebo hledáte terény i v zahraničí?

Na geologii je krásné, že nezná hranice. My skládáme příběh Země. Vedeme detektivní vyšetřování, kde hraje roli teplota a tlak. Datujeme nálezy a zasazujeme je do širšího kontextu vývoje naší planety. Hle-

dáme, kde jinde by se mohla Země chovat podobně. V rámci doktorského studia jsem pracovala s pozůstatky variských magmatických hornin z Vogéz a z oblasti Cornwallu v Anglii. V průběhu postdoktorandské práce jsem měla úžasnou příležitost podívat se na záznam orogenního systému v africké Namibii, na žilní roje a lávu na Azorských ostrovech nebo na deformaci mramoru v Portugalsku. Strukturální geologové tvoří velkou spolupracující komunitu napříč světem.

Je nějaká oblast, která by vás zajímala a ráda byste tam bádała, ale zatím jste k tomu neměla příležitost?

Mám tři ještě docela malé dcery, které nechci opouštět na delší čas, a tak je to dávno, co jsem byla opravdu v terénu. Před narozením první dcery jsem podávala projekt na vývoj zemské kůry v oblasti Západoafrického kratonu (staré a stabilní části kontinentální litosféry), který představuje velmi starý záznam vývoje planety, období superkontinentu. Věřím, že pro pochopení vývoje Země je zásadní najít odpovědi na geodynamický vývoj a tvorbu zemské kůry v nejstarších časech naší planety, které jsou zakleté v archaických a paleoproterozoických horninových vrstvách. Západoafrický kraton ukrývá 3D záznamy horninových vrstev staré historie a poskytuje dostatek materiálu. Také mě láká podívat se do Skandinávských kaledonid (tedy pohoří vzniklého ve starších prvohorách kaledonským vrásněním), které odpovídají kolizi prehistorických kontinentů Laurentie a Baltiky a jsou pro geology rájem. V současné době jsme podali s kolegy grant na pokračování studia zón lokalizované deformace v magmatických a regionálně deformovaných horninách s využitím studia magnetických vlastností hornin. Tento přístup chceme společně se spolupracovníky z Českého vysokého učení technického rozvíjet pomocí numerického modelování a přístupů materiálové vědy. Naším cílem je pochopit vztahy mezi magnetickými vlastnostmi a záznamem deformace a toku v horninách, a tím pokročit v pochopení dějů v litosféře naší planety. Součástí naší práce nepochybně budou i experimenty v laboratoři, která u nás na Geofyzikálním ústavu získala nové velkorysé prostory a bude radost tam pracovat.

Moc vám děkujeme za odpovědi, gratulujeme k ocenění a přejeme hodně radosti a úspěchů při práci i v rodině!