



Česká geologická služba v zahraničí



Mezinárodní členství ČGS

AAPG – Americká asociace naftových geologů

AGU – Americká geofyzikální unie

CBGA – Karpato-balkánská geologická asociace

CEP – ATS – Committee for Environmental Protection – Antarctic Treaty / Výbor pro ochranu životního prostředí – Smlouva o Antarktadě

CETEG – Středoevropská tektonická skupina

CO2GeoNet – Evropská síť excelence pro geologické ukládání CO₂

ČAAG – Česká asociace geofyziků, jedna ze společností v Radě vědeckých společností ČR, je součástí Unie geologických asociací (UGA) a přidruženou asociací Evropské asociace geologů a inženýrů (EAGE)

EAGE – Evropská asociace geovědců a inženýrů

EGS – EuroGeoSurveys – Sdružení evropských geologických služeb

EGS Earth Observation and Geohazards Expert Group – Expertní skupina EGS pro pozorování Země a geohazardy

EGS Geoenergy Expert Group – Expertní skupina EGS pro geoenergie

EGS Geochemistry Expert Group – Expertní skupina EGS pro geochemii

EGS Mineral Resources Expert Group – Expertní skupina EGS pro nerostné suroviny

EGS Spatial Information Expert Group – Expertní skupina EGS pro prostorové informace

EGS Urban Geology Expert Group – Expertní skupina EGS pro urbánní geologii

EGS Water Resources Expert Group – Expertní skupina EGS pro zdroje vody

ENeRG – Evropská síť pro výzkum geoenergií

EPOS TCS GDM – EPOS Thematic Core Service, Geological Information and Modelling

EUG – Evropská geovědní unie

GEO – GEO4MIN – Group on Earth Observation, Community Activity GEO4MIN on Earth Observation data for managing mineral and non-renewable energy resources

GIC – Geovědní informatické konsorcium, sdružující pracovníky informatiky 32 geologických služeb světa

GIC CE – Sdružení informatiků středoevropských geologických služeb: české, slovenské, rakouské, maďarské, chorvatské, polské a slovinské

IAGOD – Mezinárodní asociace pro vznik rudních ložisek

ICDP-SAG – Mezinárodní program hlubokého vrtání – Vědecká poradní skupina (hodnocení podaných projektů)

ICL – Mezinárodní konsorcium pro sesuvy

IMA – Mezinárodní mineralogická asociace

INQUA – Mezinárodní unie pro výzkum kvartéru

International Organisation of Palaeobotany – Mezinárodní paleobotanická organizace

ICS – ISCS – Mezinárodní stratigrafická komise – subkomise pro stratigrafii karbonu (International Subcommission on Carboniferous Stratigraphy)

ICS – ISOS – Mezinárodní stratigrafická komise – subkomise pro stratigrafii ordoviku (International Subcommission on Ordovician Stratigraphy)

ICS – SDS – Mezinárodní stratigrafická komise – subkomise pro stratigrafii devonu (International Subcommission on Devonian Stratigraphy)

ProGEO – Evropská asociace pro ochranu geologického dědictví – The European Association for the Conservation of the Geological Heritage

SEG – Společnost ložiskových geologů

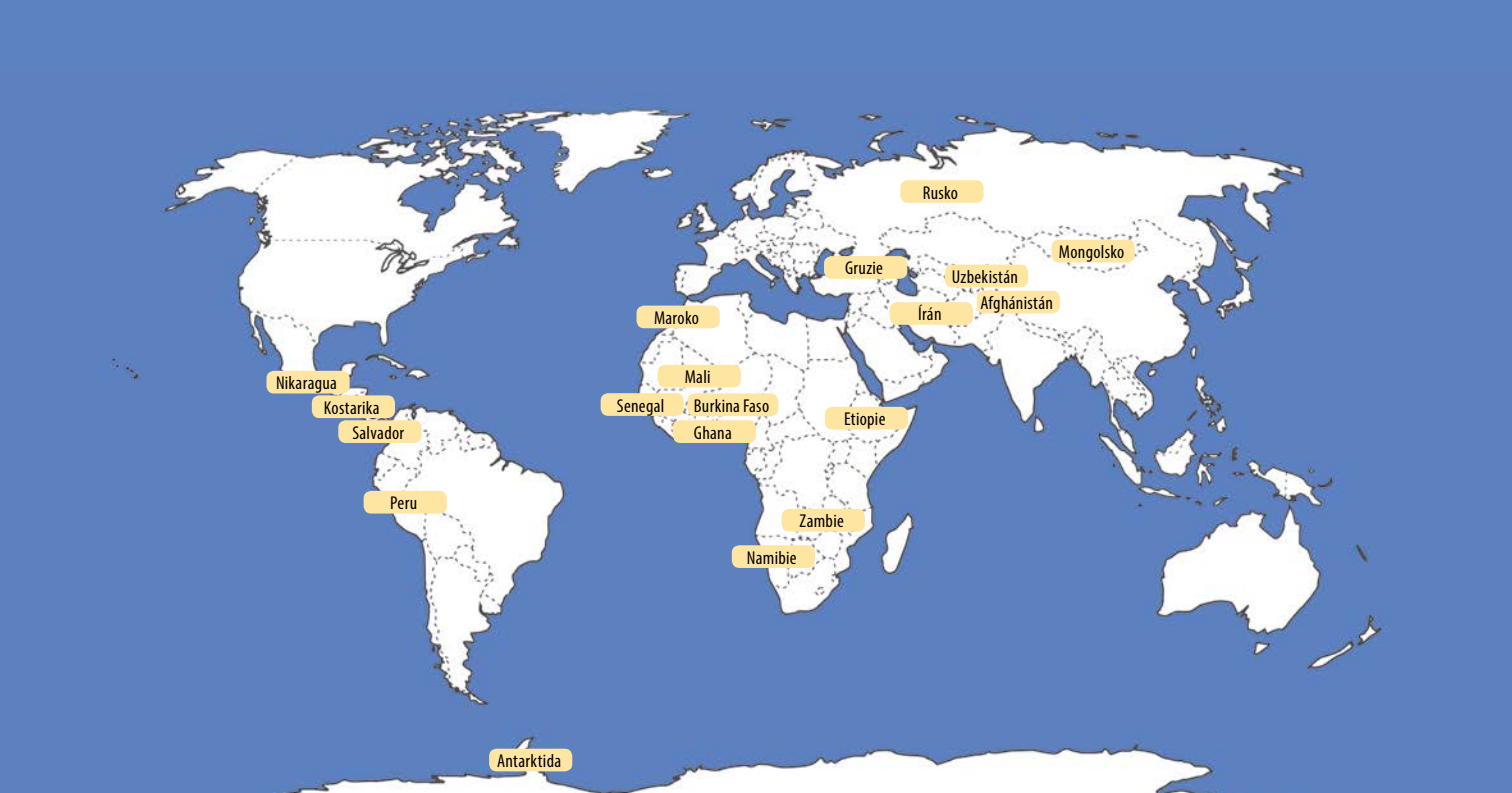
SGA – Společnost pro geologii ložisek nerostných surovin – vědecká společnost sdružující cca 1300 specialistů v oboru geologie ložisek nerostných surovin z více než 80 zemí světa; společnost vydává prestižní časopis Mineralium Deposita

SGS – Slovenská geologická spoločnosť

SRG – Společnost pro geologii nerostných zdrojů (Japonsko)

Středoevropská iniciativa – Sdružení středoevropských geologických služeb: české, slovenské, rakouské, maďarské, polské a slovinské

UNESCO – IGCP Scientific Board – Mezinárodní geovědní program UNESCO (Paříž) – Vědecká rada



Obsah

GEOHAZARDY	5
Geologické výzkumy přírodních rizik v severní a střední Nikaragui	6
Komplexní geologické a aplikované výzkumy v Kostarice	10
Výzkum v oblasti častých přírodních rizik v Salvadoru	14
Geomorfologický a hydrogeologický výzkum v regionu Piura v severním Peru	18
Hodnocení náchylnosti k sesouvání svahů v hornatých částech Gruzie	22
Mapování geologických rizik v Etiopii	26
Analýza geologických rizik v Etiopii	30
ENVIRONMENTÁLNÍ GEOLOGIE	35
Vliv těžby rud na životní prostředí v hornických oblastech Namibie	36
Zhodnocení vodních zdrojů a ochrana životního prostředí v pánvi řeky Jemmy ve střední Etiopii	40
Vliv těžby a úpravy nerostných surovin na životní prostředí ve vybraných oblastech Zambie	44
Vliv těžby měděných a kobaltových rud na životní prostředí v provincii Copperbelt v Zambii	48
Monitorování prашného spadu z hutě v Nkaně a environmentální vzdělávání na středních školách v Kitwe v Zambii	52

NEROSTNÉ SUROVINY 57

Ocenění zdrojů zlata v odpadech po domorodé těžbě v Burkině Faso	58
Tektonický vývoj a prognóza nerostného potenciálu západní Afriky	62
Geologické mapování v Mongolském Altaji	66
Hodnocení ložiskových licencí v Mongolsku	70
Ložisko zlata a platiny Ongon Ulaan Uul v jižní části Gobi v Mongolsku	74
Geologické mapování 1 : 50 000 a zhodnocení ekonomického potenciálu vybrané oblasti západního Mongolska	76
Pomoc při obnově geologických institucí v Afghánistánu	78
Hodnocení potenciálních ložisek železných a manganových rud v Íránu	82
Studium platinoidů v uzbekistánských ložiskách zlata a mědi	86
Frakcionace platinových kovů v pohoří Polární Ural v Rusku	90

VZDĚLÁVÁNÍ 95

Školení odborníků z Íránské geologické služby v geologickém mapování 1 : 25 000	96
Zvýšení kvality vysokoškolského vzdělávání v oborech věd o Zemi, zejména v oblasti boje s geohazardy v Etiopii	100
PanAfGeo: Zvyšování geovědní odbornosti a kvalifikace v afrických geologických službách	104
Nové metodické postupy v geologických vědách pro zvýšení kvality postgraduálního studia v Etiopii	108
GEOCHIM/UNESCO: Postgraduální kurz v geochemických prospekčních metodách a jejich environmentálních aplikacích	112

VÝZKUM A VÝVOJ 117

Zaobloukový vulkanismus Salvadoru a Nikaraguy	118
Tektonické pochody v orogenním pásmu Kaoko v Namibii	120
Výzkum severní části Antarktického poloostrova a přilehlého ostrova Jamese Rosse	122
Ústup zalednění severní části ostrova Jamese Rosse v Antarktidě	126
Studium mechanismů vzniku kontinentální kůry a vývoje akrečních orogenních systémů v Mongolsku	130

SEZNAM PROJEKTŮ 134

Geologické práce v zahraničí byly vždy integrální součástí aktivit České geologické služby. Během své stoleté existence naše instituce získala doma i za hranicemi vynikající pověst, založenou na dokonalé znalosti geologických věd, kterou využila ve svých službách nejen pro českou společnost a státní orgány, ale také pro řešení stovek projektů v zahraničí, především v rozvojových zemích. Doménou odborníků ČGS je zejména geologické mapování, vyhledávání ložisek nerostných surovin, předvídání přírodních katastrof či hodnocení negativních dopadů těžby a úpravy nerostných surovin na životní prostředí a zdraví obyvatelstva. Nelze opomenout ani rozsáhlé vzdělávací aktivity, jimž se naši pracovníci dlouhodobě věnují.

V této brožuře jsou uvedeny pouze nejdůležitější projekty realizované ČGS během dvou dekad nového tisíciletí v bezmála 20 zemích světa. Jsou mezi nimi projekty Zahraniční rozvojové spolupráce České republiky v Nikaragui, Kostarice, Salvadoru, Peru, Zambii, Namibii, Burkině Faso, Gruzii, Mongolsku nebo Afghánistánu, financované Ministerstvem životního prostředí a Ministerstvem zahraničních věcí ČR a později prostřednictvím České rozvojové agentury, dále projekty výzkumu a vývoje (VaV) a grantové projekty ve Střední Americe, Zambii, Namibii, Antarktidě, Uzbekistánu či Rusku. Nejnověji se ČGS soustředila na působení v Etiopii, ať už to bylo v rámci vzdělávacího projektu PanAfGeo pro africké geologické služby, financovaného Evropskou komisí, nebo projektů zaměřených na geologické výzkumy přírodních rizik. Navzdory tomu, že spolupráce s touto zemí byla v poslední době mírně utlumena vlivem tamní politické situace, budou etiopské rozvojové projekty pokračovat i v následujících letech a zájem o spolupráci projevují i další africké země. Spolu s těmito aktivitami jsou v brožuře stručně zmíněny i některé projekty bilaterální spolupráce a zahraniční komerční zakázky, např. v Íránu nebo Mongolsku. Uvedené projekty jsou rozčleněny podle svého zaměření do pěti oblastí – geohazardy, environmentální geologie, nerostné suroviny, vzdělávání a výzkum a vývoj. U každého projektu jsou stručně charakterizovány jeho cíle, rozsah, dosažené výsledky a zdroje financování.

Zahraniční aktivity České geologické služby mají vysokou vědeckou úroveň a výsledky projektů jsou oceňovány vládními orgány rozvojových zemí, což přispívá k vysokému renomé České republiky v mezinárodním společenství. Mnozí experti ČGS nadále pracují v zahraničí a někteří geologové dokonce úspěšně působili jako diplomaté v Africe, Austrálii, Pákistánu nebo Latinské Americe. Není pochyb, že mezinárodní spolupráce v rozvoji a aplikaci geologických věd je účinný nástroj prohlubování porozumění mezi zeměmi a národy i k udržování globálního pohledu na vědy o Zemi, jež jsou zároveň těmito projekty obohacovány a rozvíjeny. Víze ČGS je založena na pokračování těchto aktivit a poskytování geologických dat a konzultací vysoké kvality všem státním orgánům, aby mohly být využity při rozhodování o strategii racionálního využívání přírodních zdrojů i při zmírňování dopadu přírodních katastrof doma i v zahraničí.

Závěrem mi dovoluji poděkovat všem svým kolegům a kolegyním, kteří se na našich zahraničních projektech podílejí, protože úspěšnost těchto projektů je výsledkem jejich nadšenectví a vysoce erudované práce.



Zdeněk Venera
ředitel České geologické služby



V lednu 2009 silné zemětřesení zcela zničilo kostarickou vesnici Cinchona a část národního parku Volcán Poás. Nejvíce postižená oblast je kopcovitá a tvořená zvětralými třetihorními vulkanity. Hlavně tyto faktory podmínily vznik četných sesuvů a destrukci silnic, budov a zemědělských ploch. Čeští geologové v rámci projektu Zahraniční rozvojové spolupráce ČR a po dohodě s velvyslanectvím ČR uskutečnili rekognoskační výzkum sesuvných území a monitoring širšího okolí. Foto P. Hradecký.

GEOHAZARDY

Geologové České geologické služby působí v řadě zemí, které jsou obzvlášť silně postihovány vulkanickou činností, zemětřesením či sesuvy, ale i dalšími rizikovými jevy spojenými s procesy v horninovém prostředí zemského tělesa. Tyto jevy mohou být způsobeny nejen čistě přírodními procesy, ale i lidskou činností. Cílem práce našich odborníků v takto postihovaných oblastech je geologická rizika předvídat a případně také doporučit opatření ke zmírnění jejich následků. Obvyklou součástí takových projektů je i předávání zkušeností místním geologům a specializované mapování.

2004–2009

■ Kráter
nejaktivnějšího
vulkánu v zemi –
Cerro Negro.
Foto J. Šebesta.

Geologické výzkumy přírodních rizik v severní a střední Nikaragui



Nejdéle trvající rozvojová spolupráce České geologické služby (různé projekty od 1997) probíhala v součinnosti s nikaragujskou organizací INETER (Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales).

Nikaragua často čelí následkům přírodních katastrof. V poslední době se nevládní organizace, podporované granty EU, věnují sociálně-ekonomickým následkům katastrof, zvláště pro vesnické obyvatelstvo. Pro kvalitní zhodnocení stupně zranitelnosti v ohrožených územích je však potřeba poznat geologickou stavbu, typy hornin, jejich složení, náchylnost ke svahovým pohybům a ke zvětrávání. Stejně důležité jsou i geomorfologické analýzy. Kombinace těchto dat je součástí základních znalostí pro územní plánování



■ V dubnu 2009 čeští a nikaragujské geology analyzovali příčiny zemětřesení, které poškodilo část města San Juan del Río Coco a vyděsilo tamní obyvatele. Otřesy trvaly několik dní a byly způsobeny tektonickými pohyby v oblasti, kde se stýká třetihorní vulkanické pásmo centrální Nikaraguy s krystalinickými komplexy na severu země. Foto P. Hradecký.



a další návaznou praxi, což bylo hlavním předmětem mnohaleté práce českých geologů v Nikaragui.

V letech 2004–2009 čeští geologové spolupracovali v centrální a severní části země, v hornatých, často těžko prostupných terénech. Zranitelných oblastí je tam hodně, pestrá geologická stavba a různé stupně zvětrání hornin patří k faktorům, které způsobují vznik sesuvů, záplav, skalního řícení nebo eroze. U honduraských hranic zůstaly zaminované úseky z doby občanské války a terénní práce bylo nutno koordinovat s armádou. Ke geologické studii se neplánovaně připojil i výzkum v San Juan del Río Coco, kde v té době došlo k sérii seizmických otřesů (2009).

Bylo získáno množství nových dat z vulkanických terénů i z geologicky starších oblastí. Připraveny byly také podklady k vyhlášení geoparku Kañon Somoto.

Nikaragujskému partneru byly předány závěrečné zprávy, mapy a přílohy. Závěrečná předávka a seminář proběhly v sídle INETERu v Managui. Výsledky českého projektu pak byly zahrnuty do projektů praktického řešení rizik v jednotlivých okresech a provinciích země.

■ << Río Coco neboli Kokosová řeka je se svou délkou 680 km nejdelší řekou středoamerického kontinentu. Západně od městečka Somoto vyhloubila ve vulkanických horninách impozantní kañon, jenž byl popsán českými geology v roce 2004. Foto P. Kycl.

■ Freatické popelové erupce sopky San Cristóbal v pacifickém řetězci Marrabios. Foto P. Hradecký.



2007–2009

■ Hlavní kráter
aktivního vulkánu
Poás (2711 m),
který neustále
ohrožuje nedalekou
konglomeraci San
José – Alajuela.
Foto P. Kycl.

Komplexní geologické a aplikované výzkumy v Kostarice



Hlavní část projektu v Kostarice proběhla v letech 2007–2009 ve spolupráci s Dirección de Geología y Minas v San José. Cílem bylo zhodnotit geologickou situaci ve zranitelných oblastech kenozoických vulkanitů a mezozoických sedimentů, kde v minulosti docházelo k častým sesuvům, záplavám a rovněž ke kontaminaci povrchových vod z dnes již zastavené těžby a úpravy zlata. S tím souviselo i hodnocení sesuvného území v uzavřeném povrchovém zlatém dole Bellavista.

■ Odběr vody z vulkanického jezera kráteru vulkánu Poás pro následné chemické rozboru. Hodnota pH vody dosahuje 0.
Foto P. Kycl.





■ Dacitový dóm Cerro la Cruz v pohoří Montes del Aguacate. Příklad dynamické morfologie krajiny tvořené pleistocenními vulkanickými horninami o stáří pouhých 1,5–1,7 milionu let, s velmi živou tektonikou, která často podmiňuje vznik sesuvů. Foto V. Žáček.

Projektové studie přispěly i k lepšímu poznání vulkanické geneze různých typů uloženin a sedimentární stratigrafie. Zpracována byla rovněž návrhová studie ke geologickému výzkumu v oblasti Cinchona, postižené ničivým zemětřesením v roce 2009.

V oblasti Cordillera Tilarán (Cerranías de Abangares, Montes de Oro) v kenozoickém vulkanickém řetězci byly zhotoveny soubory map 1 : 50 000, z nichž ty geologické na listech Miramar, Chapernal a Juntas byly publikovány. Všechny výsledky projektu byly ve formě GIS předloženy k praktickému využití státní správě.



■ > Po katastrofálním sesuvu v posledním těženém dole Bellavista na podzim roku 2007 zakázala kostarická vláda další rozvoj těžby zlata. V oblasti Juntas de Abangares se však stovky rodin stále žijí velmi nebezpečnou a v podstatě ilegální těžbou zlata, kterou úřady kvůli nedostatku jiných pracovních příležitostí tiše tolerují. Foto P. Kycl.

■ < Měření zlomů a drobné tektoniky v silně hydrotermálně alterovaném andezitu v pohoří Cordillera de Tilarán u města Miramar. Oblast zahrnutá do českého projektu je extrémně náchylná na katastrofické sesuvy. Jejich tvar, počet a velikost ovlivňuje řada faktorů: vedle množství srážek je to zejména sklon svahů, typ horninového podloží, přítomnost zlomů a zón alterace, stupeň zvětrání a seizmicita. Syntézou všech těchto poznatků lze vytýpat místa nejvíce ohrožená sesuvy. Foto V. Žáček.



2003–2005
2007–2009

■ Zlomy
v holocenních
ryolitových
ignimbritech kaldery
Ilopango. Foto
P. Hradecký.

Výzkum v oblasti častých přírodních rizik v Salvadoru

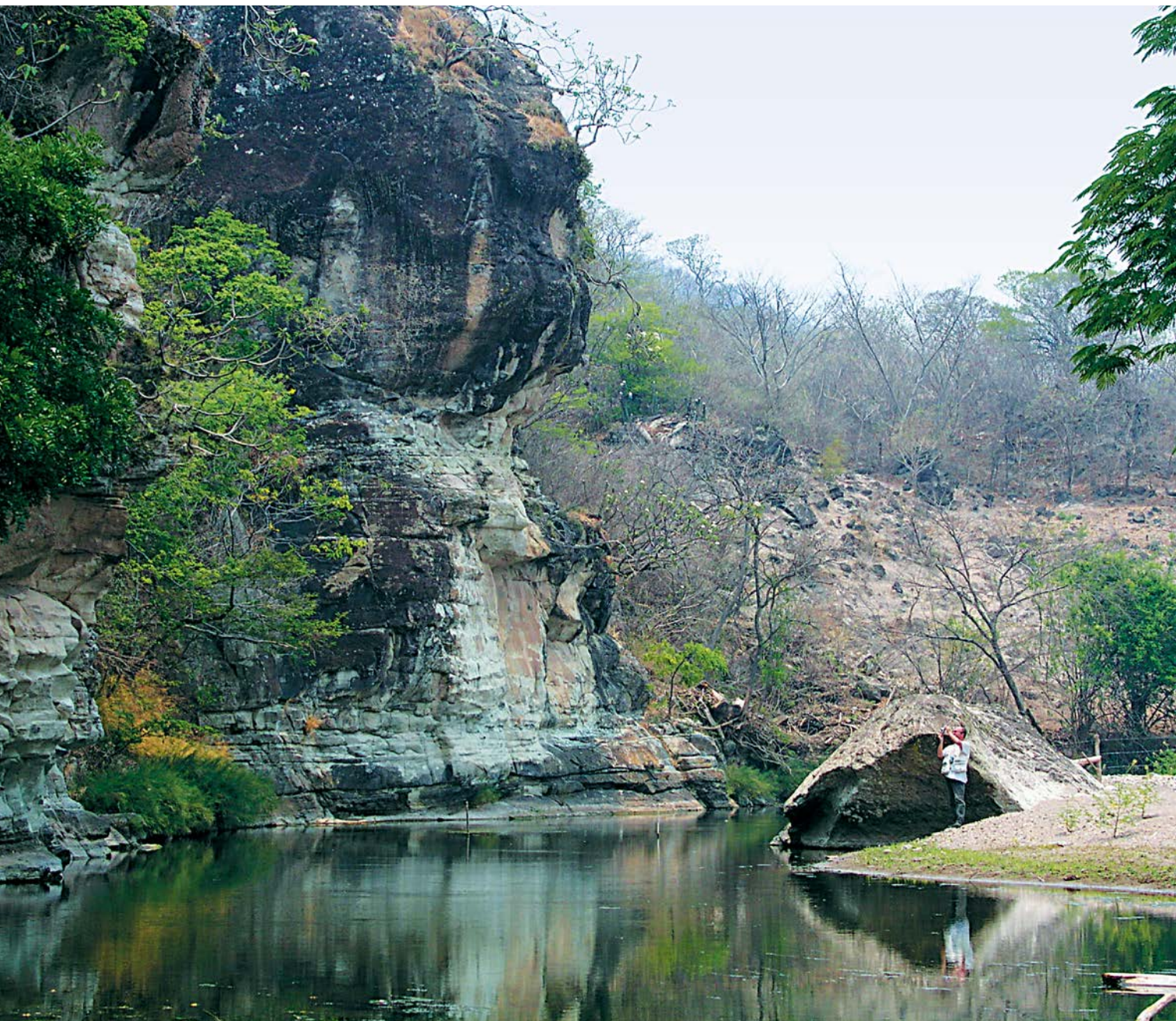


Nejmenší země Střední Ameriky se potýká s častými následky přírodních pohrom – jen v posledních 10 letech to byly záplavy, sopečné erupce (vulkán Santa Ana), zemětřesení a sesuvy (San Salvador). Ve srovnání s dalšími zeměmi Střední Ameriky je zranitelnost zvyšována velkou přelidněností (304 obyvatel na km²) a přeměnou lesů na zemědělskou půdu.

České geologické projekty probíhaly ve spolupráci se Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET) v letech 2003–2005 v centrálním, východním a severním úseku země. Zpracovány byly geologické faktory přírodních rizik. Výsledky v grafické formě (mapy 1 : 50 000), tištěné a digitalizované, převzal zahraniční partner k dalšímu využití.

■ Pro sesuv v zářezu dálnice, který značně komplikuje dopravu v hlavním městě San Salvadoru, zpracovali čeští specialisté základní inženýrsko-geologická data, důležitá pro projekt jeho sanace.
Foto J. Šebesta.





■ Výchozy dacitových ignimbritů již na guatemalské straně hranice. V tektonicky značně komplikované zóně Metapán bylo nutno zhodnotit stratigrafii jak sedimentů spodní křídly, tak i neogenních vulkanitů. Foto P. Hradecký.

Druhá etapa spolupráce proběhla v letech 2007–2009 a byla zaměřena na hlavní město a jeho okolí. Aktivity se soustředily na geomorfologické a inženýrskogeologické studie jako podklad pro územní plány OPAMSS (Plánovací komise hlavního města). Kromě terénních prací proběhla řada vzdělávacích seminářů a přednášek a po skončení projektu byl jeden z mladých salvadorských inženýrských geologů přijat na stáž do České republiky.



■ Vulkán Santa Ana v západním Salvadoru často ohrožuje území okolního národního parku i přilehlých vesnic. Foto J. Šebesta.

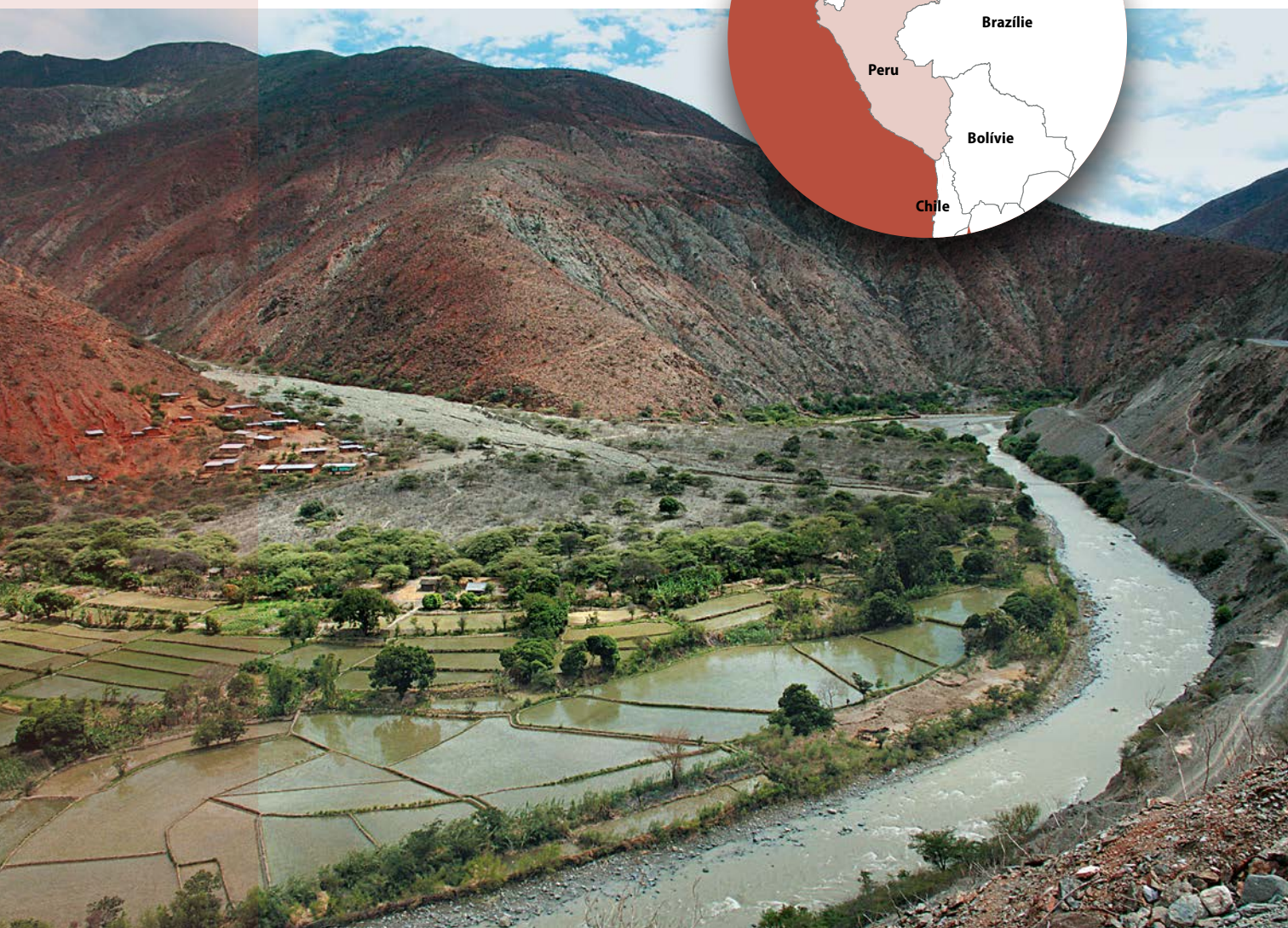
■ Specialisté ČGS a salvadorské instituce SNET při dokumentaci v masivu terciárního vulkánu Juana Pancha. Foto P. Hradecký.



2003–2006
2007–2010

■ Mladý výplavový
kužel zatlačující tok
řeky Huancabamby,
hojně využívaný
k pěstování rýže.
Foto D. Nývlt.

Geomorfologický a hydrogeologický výzkum v regionu Piura v severním Peru



V letech 2007 až 2010 realizovala ČGS ve spolupráci s firmou AQUATEST, a. s., projekt v severním Peru, jenž měl za úkol zhodnotit zranitelnost středního a dolního toku řek Piury a Chiry přírodními riziky. Projekt navazoval na hodnocení přírodních rizik v horní a střední části povodí těchto dvou řek, které tu prováděli naši geologové v letech 2003–2006.

Výskyt přírodních katastrof v regionu Piura souvisí především s fenoménem El Niño. Jde zejména o záplavy, akumulaci sedimentů, erozi půdy a její zasolování. Dalším úkolem projektu bylo zhodnotit hydrogeologickou situaci oblasti, navrhnout způsoby vedoucí k efektivnějšímu využívání stávajících zdrojů podzemní vody a také vyhledávat zdroje nové.



■ Eolická činnost představuje jedno ze základních přírodních rizik v oblasti dolního toku řeky Piury. Písečné duny zde migrují rychlostí až desítek metrů za rok a výrazně komplikují průjezdnost místních komunikací. Foto M. Rajchl.



■ Severní okraj občasného jezera La Niña, které vzniká během povodní na dolním toku řeky Piury. Foto M. Rajchl.



Na základě analýzy satelitních snímků a detailní terénní dokumentace byla vytvořena geomorfologická mapa a mapy přírodních rizik a inženýrskogeologických rajonů. Hydrogeologická část projektu vycházela ze studia archivních dat, terénní dokumentace a matematického modelování. Hlavními výstupy jsou hydrogeologické schéma oblasti, mapa kvality povrchových a podzemních vod a ocenění zásob podzemní vody. Výsledky projektu představují základní data pro územní plánování, využívání přírodních zdrojů a ochranu území před přírodními riziky. Projekt byl financován z prostředků Ministerstva životního prostředí ČR.

■ << Pravý břeh řeky Chiry u obce Florida. Jedním z hlavních rizik je boční eroze říčních břehů. Foto M. Rajchl.



■ Erozně rozčleněné strukturní svahy Mesety Andiny, spadající do povodí řeky Quiroz. Foto D. Nývt.

■ < Během povodňových epizod dochází k zaplavování rozsáhlých území. V depresích, odkud voda nemůže odtéct, dochází postupně v důsledku evaporace ke vzniku solných krust. Snímek zachycuje těžbu soli v depresi Salina Grande, jejíž dno se nachází v hloubce více než dvaceti metrů pod úrovní moře. Foto M. Rajchl.

■ < Blokové řícení sedimentů Tablazos Talara podmíněné zpětnou erozí periodického toku u obce La Tortuga. Foto J. Šebesta.



2014–2017

Hodnocení náchylnosti k sesouvání svahů v hornatých částech Gruzie

■ Přítalový proud zničil část vesnice Kvemo Mleta a dočasne přehradil řeku Aragvi. Foto P. Kycl.



Cílem projektu Hodnocení náchylnosti k sesouvání v hornatých částech Gruzie na příkladu ohrožených sídel, mezinárodní silnice a energovodů v municipalitě Dusheti, realizovaného v letech 2014–2017, bylo zvýšení schopnosti geologické sekce NEA předcházet ohrožení vyplývajícímu ze svahových nestabilit.

Šlo především o to, aby dokázala identifikovat území náchylná k sesouvání na základě nově nabytých znalostí a zkušeností s terénním průzkumem a stanovením svahových nestabilit, modelováním v prostředí GIS a aktivním využíváním nové databáze svahových nestabilit, která byla v rámci projektu přizpůsobena pro použití v Gruzii. Tato schopnost najde uplatnění nejen pro územní plánování a rozvoj v regionu, ale také identifikuje místa, na kterých je výhodné započít s preventivními opatřeními tak,



■ Opilý les na sesuvu v blízkosti Kvesheti je dobře viditelným ukazatelem nestability podloží. Stromy mají kmeny zakřivené do různých směrů v důsledku pomalého sesouvání půdy, kterému se postupně přizpůsobují. Foto P. Kycl.



aby nedocházelo k poškozování stávající infrastruktury a k úbytku obyvatel v postižených horských oblastech.

V souvislosti s instalací pilotního monitorovacího systému byly gruzínské straně předány teoretické a praktické znalosti o používání moderních monitorovacích systémů a jejich napojení na systém včasného varování.

■ << Rozsáhlý sesuvný svah v okolí Zemo Mleta. Foto P. Kycl.



■ Šatili je historická vesnice v severovýchodní Gruzii, v bývalé provincii Chevsuretie (v překladu Země údolí). Leží v údolí řeky Argun, 3 km od hranice s Čečenskem. Šatili bylo vybudováno v 8. století na skále a jeho domy sloužily jako pevnost se strategickým významem.

2012–2014

Mapování geologických rizik v Etiopii

■ Eroze půdy vážným způsobem ohrožuje zemědělskou produkci. Foto V. Rapprich.



V rámci restrukturalizace Geological Survey of Ethiopia (GSE), která proběhla v letech 2007–2009, byla v GSE vytvořena divize Geologických rizik. Ukázalo se však, že GSE nedisponuje dostatečnými odbornými kapacitami pro pokrytí úkolů spojených s vyhodnocováním přírodních rizik. Dalším ze základních požadavků vlády na GSE je zrychlení mapování zdrojů podzemních vod a poskytnutí aktuálních informací širokému spektru uživatelů. To byl hlavní důvod, proč se GSE při zvyšování svých odborných kapacit v oblastech inženýrské geologie, vulkanologie, seizmologie a hydrogeologie obrátila na Českou republiku s žádostí o pomoc v rámci programu Zahraniční rozvojové spolupráce. Projekt řešený Českou geologickou službou a společností Aquatest v letech 2012–2014 navazoval na dříve prováděné, převážně

■ Sopečný kráter
Shetan. Foto
V. Rapprich.





hydrogeologické česko-etioipské projekty. Podobně jako v minulosti i u tohoto projektu se etiopská strana spolupodílela na nákladech formou platů etiopských pracovníků a jejich diet během terénního mapování, financováním provozu terénních vozidel apod.

V rámci projektu bylo vyškoleno 20 expertů GSE v oblastech inženýrské geologie, vulkanologie, seizmologie a hydrogeologie tak, aby byli schopni samostatně kompilovat, editovat, prezentovat a interpretovat v praxi mapové výstupy. Byly zkompilovány hydrogeologické a hydrochemické mapy 1 : 250 000 s vysvětlivkami těchto mapových listů: Asela, Dila, Hosaina a Dolo. Dále byly sestaveny vzorové mapy geologických rizik 1 : 250 000 včetně vysvětlivek pro oblasti Dila a Hosaina, se zobrazením vyhodnocené míry rizika a důsledků pro praktické využití území.

■ << Dokumentace propadu do zemní trhliny. Zemní trhliny představují vážné a dosud málo prostudované riziko v jižní Etiopii. Foto V. Rapprich.



■ Pyroklastické uloženiny kráteru Shetan. Foto V. Rapprich.

2015–2018

Analýza geologických rizik v Etiopii

■ Laterální eroze
zemědělské půdy
spojená se vznikem
sesuvů (Leku).
Foto K. Verner.



Etiopie je jednou z nejlidnatějších zemí Afriky s unikátní historií. V dnešní době tato země zaujímá pozici regionálního centra v regionu východní Afriky s narůstajícím geopolitickým i hospodářským významem. V rámci Koncepce zahraniční rozvojové spolupráce České republiky je Etiopie řazena mezi prioritní programové země. Spolupráce s Etiopií navazuje na bohatou tradici vzájemných vztahů i na probíhající aktivity českých subjektů.

Česká geologická služba je v současné době v Etiopii hlavním realizátorem dvou projektů, které zahrnují základní i aplikovaný výzkum v geologických vědách s důrazem na pedagogickou činnost a předávání znalostí spolupracujícím subjektům.



■ Vznik sufozních trhlín v návaznosti na tektonické porušení horninového prostředí (Midre Genet).
Foto K. Verner.



Hlavní náplní projektu s názvem „Studie přírodních fenoménů ohrožujících zemědělskou produkci ve vybraných zónách SNNPR“ je komplexní výzkum a geologické mapování horninového prostředí s důrazem na analýzu možných geologických rizik v tektonicky aktivní oblasti východoafrického riftového systému (oblast Arba Minch, Leku, Mejo a Dila). Výsledky řešení projektu vedou ke zmírnění dopadů negativních geologických procesů na zemědělskou produkci s cílem zajistit trvale udržitelné využití a ochranu zemědělské půdy, vodních zdrojů a místní infrastruktury.

■ << Zlomová plocha západního okraje riftového systému alias skluzavka (Dorze). Foto K. Verner.



■ Dokumentace geologických lokalit s reprezentativním zastoupením místního obyvatelstva (Dila). Foto K. Verner.



Nedaleko etiopského města Debre Birham se nachází lom na ignimbrity. Těží se v něm surovina pro zpevňování cest a budování silnic v Etiopii. Foto J. Krupička.

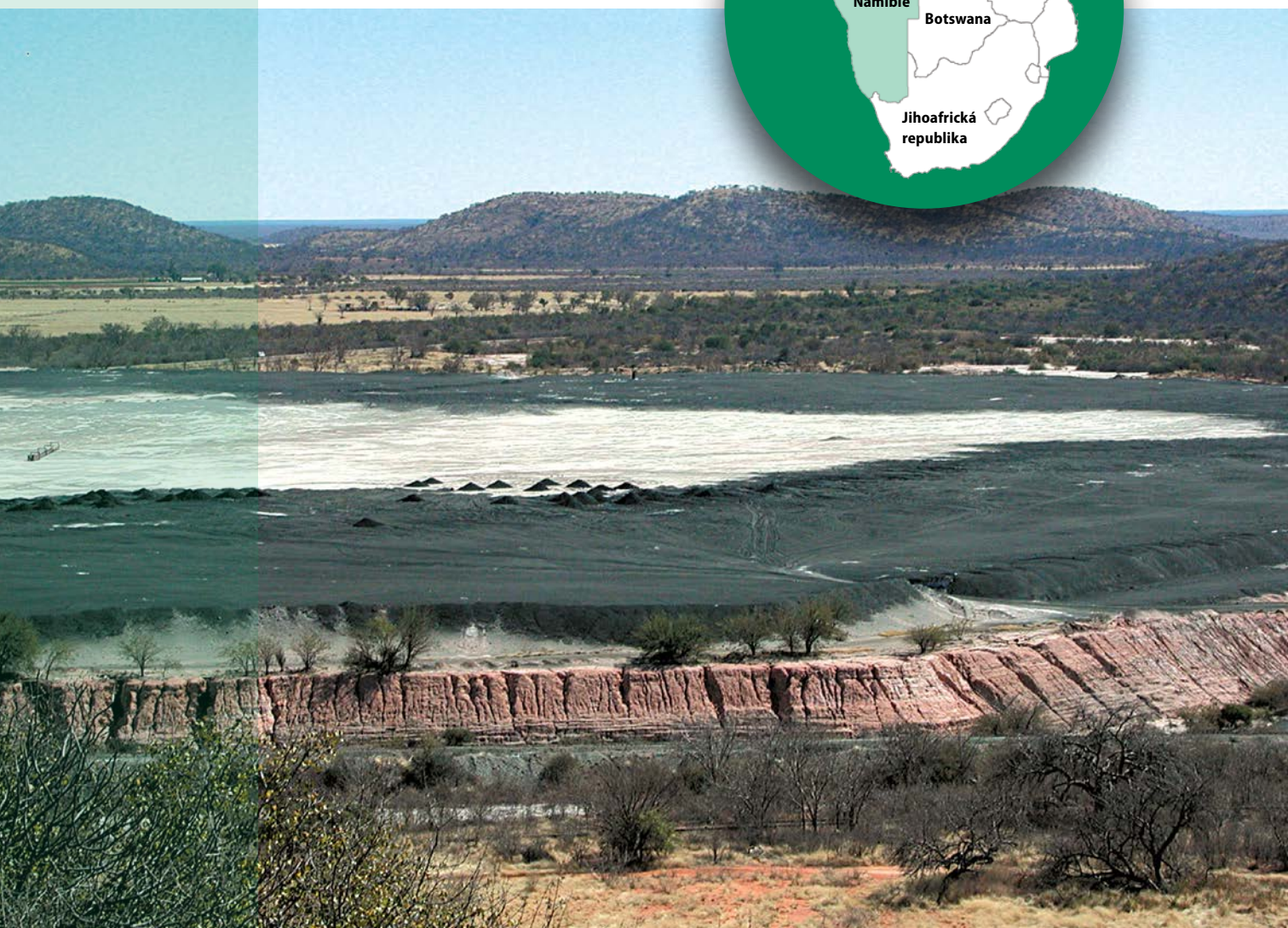
ENVIRONMENTÁLNÍ GEOLOGIE

Mnoho našich zahraničních aktivit je zaměřeno na řešení environmentálních problémů pomocí geologických i celé řady souvisejících oborů. Patří k nim například hydrogeologie, inženýrská a ložisková geologie nebo geochemie. V souladu s koncepcí udržitelného rozvoje pomáháme našim zahraničním partnerům pečovat o životní prostředí a racionálně využívat přírodní zdroje, včetně zásob povrchových a podzemních vod, tak aby nedošlo k jejich degradaci. Pozornost věnujeme také antropogenní kontaminaci půdy, vody či vegetace, zejména pokud je způsobena těžbou nebo prašným spadem z hutí.

2004–2006

■ V oblasti Tsumebu byla zjištěna velmi silná kontaminace půdy v okolí olověné, zinkové a arzenové hutě. Více než 26 % travin zde překračuje přípustné obsahy As, Mo a Pb.
Foto B. Kříbek.

Vliv těžby rud na životní prostředí v hornických oblastech Namibie



Projekt byl zaměřen na posouzení vlivu těžby a úpravy nerostných surovin na životní prostředí v opuštěných i těžených důlních revírech. Vzhledem k aridním podmínkám Namibie byla hlavní pozornost věnována kontaminaci půd a rostlin prašným spadem z hutí a důlních provozů a také zhodnocení toxicity ukládaných flotačních odpadů. Pozornost však byla věnována i kontaminaci povrchových vod a řečištních sedimentů. V blízkosti úložišť byla monitorována kvalita podzemních vod.

Na základě výsledků environmentálněgeochemického monitorování byly navrženy nejvhodnější technologie pro snížení vlivu těžby a úpravy rud na životní prostředí a na zdraví obyvatelstva hornických oblastí. Environmentálněgeochemické mapování proběhlo v oblasti Tsumebu, v oblasti ložisek Kombat a Berg Aukas (oblast



■ Součástí projektu byla i výchova studentů Namibijské univerzity v environmentálním výzkumu a při monitorování kontaminace hornických oblastí prašným spadem. Foto B. Kříbek.



■ Dnes již řada studentů pracuje na environmentálních projektech v rámci svých doktorských dizertací, v soukromých firmách nebo na novém environmentálním oddělení Geologické služby Namibie. Foto B. Kříbek.



■ Přibližně 37 % z celkového počtu odebraných vzorků travin v oblasti Berg Aukasu vykazuje nadlimitní hodnoty Pb v porovnání s českými normami pro sušená krmiva. Vzorky listů a kořenů kasavy odebrané na silně kontaminovaných zemědělských pozemcích vykazovaly na první pohled zcela netypické morfologické znaky (velikost, tvar hlíz). Hodnoty As, Pb a Zn v listech kasavy značně přesahují přípustné normy Světové zdravotnické organizace. V kořenech kasavy z oblasti Berg Aukasu pak přípustné normy pro potraviny přesahují obsahy Pb, Cu, Zn a As. Foto B. Kříbek.



Otawi) a v oblasti ložiska Rosh Pinah v jižní Namibii. V oblasti Tsumebu byl posouzen vliv spadu z místní hutě na kontaminaci půd a hospodářských plodin, byl vymezen rozsah kontaminace půd prašným spadem z odkališť a z úložišť strusek a byla posouzena ekotoxicita uložených odpadů. Rovněž v oblasti těženého ložiska Kombat byla sledována prašnost jednotlivých důlních provozů a rozsah kontaminace půd prašným spadem. Zvláštní pozornost byla věnována i kontaminaci půd a vegetaci v okolí opuštěného zinkového a vanadového ložiska Berg Aukas, vzhledem k intenzivnímu zemědělskému využívání pozemků v okolí bývalého dolu. V oblasti zinkového ložiska Rosh Pinah, které leží v národní rezervaci Ais-Ais, byl studován vliv prašného spadu z deponií rud a z úložiště na terestrické ekosystémy. Velmi důležitou součástí projektu byla výchova místních odborníků a studentů Namibijské univerzity.

■ << Otevřená vrása v dolomitech Tsumebské série.
Foto B. Kříbek.



■ Výchozy neoproterozoických křemenců v blízkosti Windhoeku.
Foto B. Kříbek.

Výsledky projektu v Namibii představují nezávislé zhodnocení stupně regionální kontaminace životního prostředí důlní činností a úpravou rud v řadě opuštěných i těžených oblastí a jsou jedním z podkladů, který může být Ministerstvem dolů a energetiky Namibijské republiky použit při prosazování systematické kontroly ochrany životního prostředí při těžbě a zpracování nerostných surovin v této oblasti. Regionální orgány mohou výsledky projektu použít jako podklad pro územní plánování v poškozených oblastech, při urbanistických studiích a při šetrné industrializaci krajiny.

2006–2008

■ Okraj pánve řeky Jemmy s utrženými bloky bazaltů, jež se pohybují po svahu do údolí. Hloubka pánve činí až 1200 m. Foto Aquatest, a. s.

Zhodnocení vodních zdrojů a ochrana životního prostředí v pánvi řeky Jemmy ve střední Etiopii



Etiopie je rozlehlá země na severovýchodě Afriky. Její povrch tvoří náhorní plošiny a africký rift. Hlavním odvětvím ekonomiky je zde zemědělství, které však trápí dva velké problémy – nedostatek vody (povrchové i podzemní) a eroze půdy. Vlivem změny globálního klimatu dochází ke snižování četnosti dešťových srážek, na kterých je zemědělství závislé. Odlesňování velkých ploch vede ke snižování zásob podzemní vody, zatímco přívalové deště, dopadající na povrch krajiny bez vegetace, jen výrazně přispívají k erozi zemědělské půdy.

Etiopie má přitom na svém území ohromné zásoby podzemní vody, které však neumí sama využívat. A tak má ke kvalitní pitné vodě přístup pouze 15 % obyvatel.



■ Při okraji pánve řeky Jemmy se uvolňuje blok čediče. Pracovník Etiopské geologické služby (Leta) za asistence svých kolegů (Janymar, Esatu) testuje blok čediče Schmidtovým kladívkem. Foto J. Krupička.



■ Údolní svah pánve řeky Jemmy. Výchozy jednotlivých bazaltoidních příkrovů se liší pevností i mocností. Následkem selektivní eroze dochází k ulamování bloků z uvolněných pevnějších vrstev a k jejich pohybu směrem do údolí. Foto J. Krupička.

V letech 2006–2008 probíhal v Etiopii projekt, který měl přispět k syntéze geologických a sociálně-ekonomických informací o zemském povrchu, půdě a jejím využití, povrchové a podzemní vodě i o tzv. geohazardech – zvláště pak povrchových sesuvech a erozi. Tento projekt byl založen na spolupráci domácích geologů (Etiopská geologická služba) a odborníků z Čech (Aquatest, a. s., ČGS).

Výsledkem spolupráce geologů obou zemí byla tvorba hydrogeologických map, map kvality podzemní a povrchové vody a zhodnocení geodynamických jevů ve formě map geohazardů na vybraných mapových listech. Na jejich základě se nyní v Etiopii hloubí nové vrty – zdroje pitné vody, staví se přehrady pro zadržování vody z přívalových dešťů a aplikují se protierozní opatření.

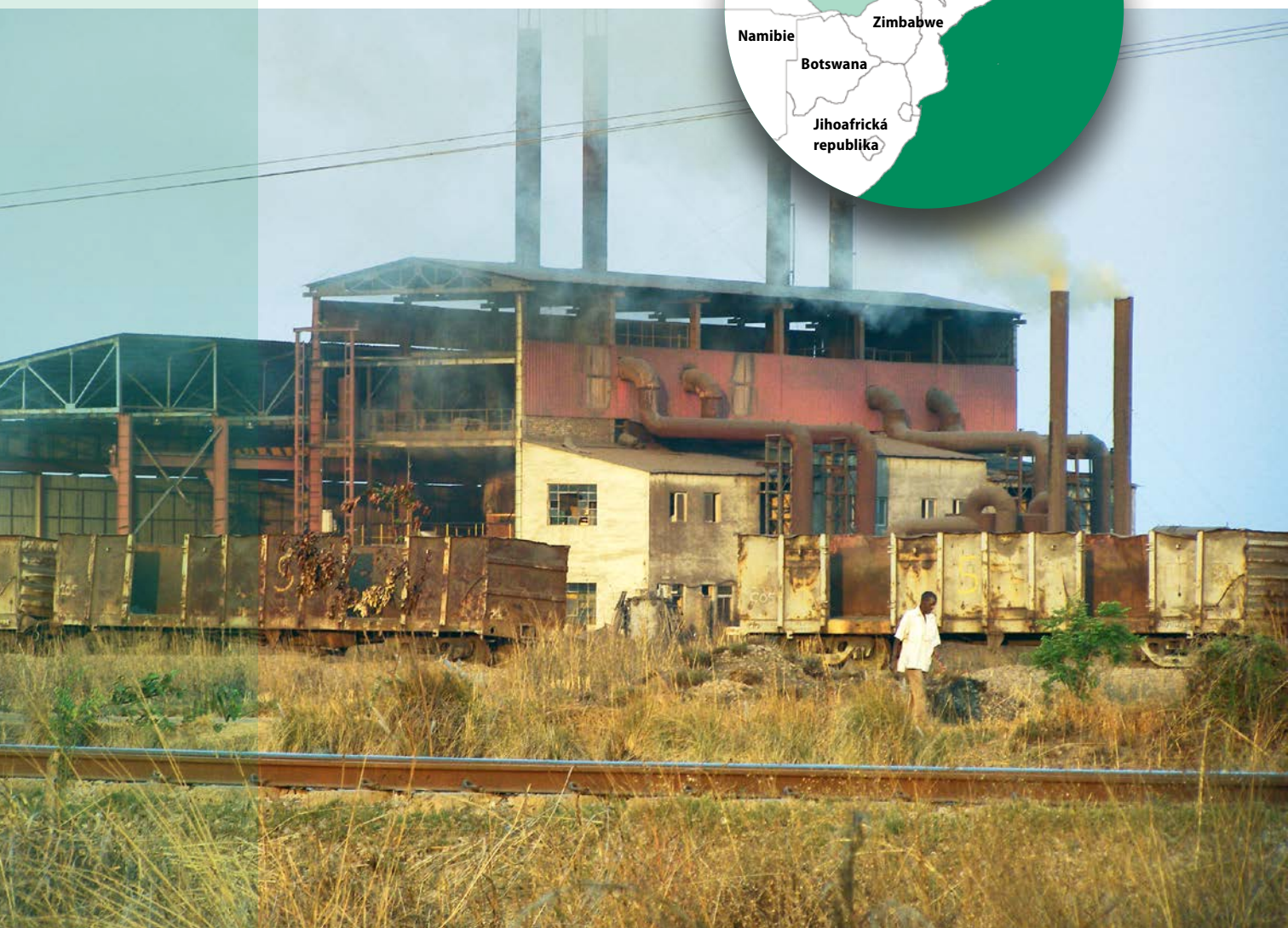


■ Pohled na východ pevných ignimbritů ve stěně lomu Debre Birham. Na Etiopské vysočině je dostatek této suroviny, která se dobývá v celé řadě větších či menších lomů. Materiál se odváží a používá při opravách či stavbě komunikací různého typu. Je také vhodný do těles sypaných hrází, které se staví na mnoha místech pro zadržování vody z přívalových dešťů. Foto J. Krupička.

2004–2006
2008–2010

■ Oblast města
Kabwe patří k nejvíce
kontaminovaným
oblastem v Africe.
Foto B. Kříbek.

Vliv těžby a úpravy nerostných surovin na životní prostředí ve vybraných oblastech Zambie



Záměrem projektu, který navázal na starší projekt z let 2004–2006, bylo vymezení kontaminovaných ploch, posouzení environmentálních rizik a stanovení nejvhodnějších environmentálních technologií v oblasti města Kabwe v Centrální provincii a v oblasti měst Luanshya a Ndola v zambijské provincii Copperbelt. Terénní práce byly zaměřeny zejména na posouzení stupně kontaminace půd v oblasti bývalých hutí a kontaminace hospodářských plodin (sladkých brambor, kasavy a kukuřice), včetně zhodnocení zdravotních rizik při jejich konzumaci. Byl stanoven stupeň kontaminace řečištních sedimentů a povrchových vod a stanoveny priority sanačních a rekultivačních prací ve studovaných oblastech.



■ Při environmentálním hodnocení oblasti Ndoly v Copperbeltu bylo zjištěno, že hlavním zdrojem kontaminace je prašný spad z místních vápenek a cementáren. Při mapování byl vyčleněn rozsah kontaminovaného území a byla navržena opatření pro omezení atmosférických emisí. Foto B. Kříbek.

■ Potenciálním environmentálním rizikem v oblasti Ndoly je úložiště toxických flotačních odpadů Bwana Mkubwa. Problémem je zde eroze hrází odkaliště a vymývání suspenzí do místních vodotečí. V oblasti města Luanshya byl vymezen rozsah kontaminace půd a zemědělských plodin v okolí bývalé měděné hutě. Hlavním environmentálním rizikem je konzumace špatně omytých zemědělských plodin pěstovaných v kontaminované oblasti. Environmentální zátěž představují i úniky kalů z protržených hrází starých flotačních úložišť v této oblasti. Foto B. Kříbek.





Zvláštní pozornost byla věnována posouzení kontaminace povrchových a podzemních vod únikem technologických roztoků a suspenzí z úložiště chemických odpadů po chemickém zpracování měděných rud v závodě Bwana Mkubwa. Vzhledem k tomu, že je oblast města Ndoly silně postižena prašným spadem z vápenek a cementáren, byl na žádost Městské rady Ndoly monitorován rozsah území, ve kterém množství prašného spadu přesahuje zambijský environmentální limit.

V rámci projektu bylo provedeno i dlouhodobé monitorování kontaminace povrchových vod a sedimentů řeky Kafue, která odvodňuje celou oblast Copperbeltu. Toto dlouhodobé monitorování umožnilo identifikovat jednotlivé zdroje kontaminace a posoudit, do jaké míry jsou efektivní opatření přijímaná důlními společnostmi při omezení kontaminace říčních toků.



Velmi důležitou součástí projektu byla výchova zambijských specialistů a studentů Zambijské univerzity. V rámci projektu byly vypracovány tři diplomové práce. Výsledky projektu byly odborné veřejnosti prezentovány na řadě mezinárodních konferencí a v rámci jednodenního semináře organizovaného pro důlní společnosti i pro širokou veřejnost ve městě Kitwe v Zambii. V rámci projektu byla také poskytnuta metodická i materiální pomoc nevládní organizaci „Citizens for a better environment“, která monitoruje plnění environmentálních závazků důlních společností.

Výsledky projektu jsou vůbec nejrozsáhlejším zhodnocením vlivu průmyslové kontaminace na životní prostředí nejen v Zambii, ale v celé Africe. Umožnily státním orgánům zefektivnit jejich úsilí při koordinaci environmentálního managementu a zvýšily zájem obyvatelstva postižených oblastí o stav životního prostředí. Orgány místní samosprávy mohou použít výsledky projektu jako základ pro své environmentální rozhodování, počínaje územním plánováním a konče udržitelným rozvojem místní surovinové základny.

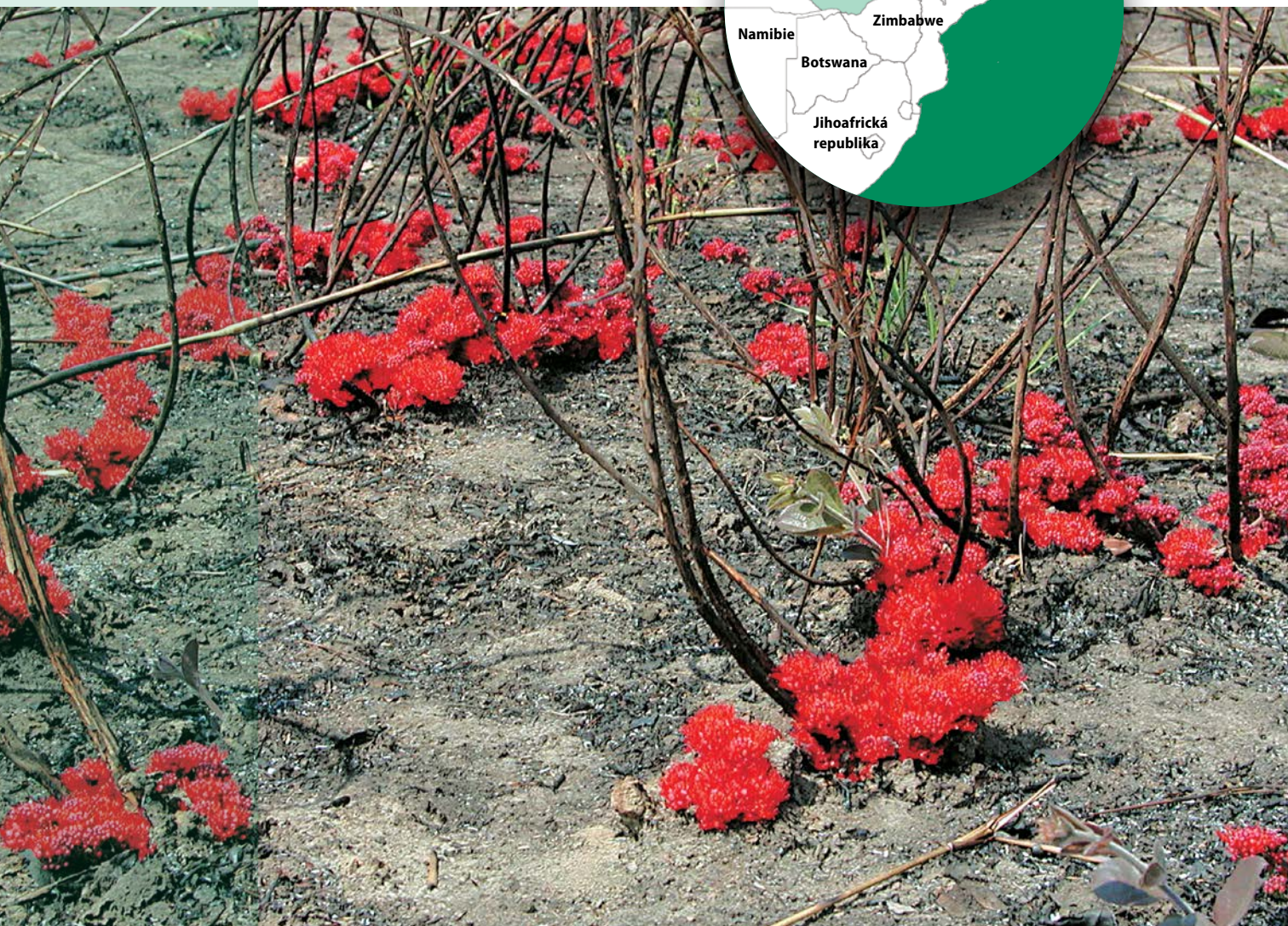
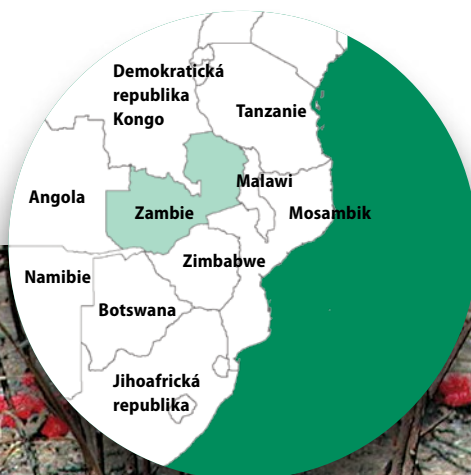
■ << Výsledky projektu byly použity při rekultivaci odkališť i při budování monitorovacího systému prašného spadu v okolí zdrojů kontaminace. Začaly i práce směřující k omezení úniku flotačních kalů do povrchových toků v povodí řeky Kafue. Foto B. Kříbek.

■ Výsledky projektu nepřímo ovlivnily i chování jednotlivých důlních společností, což se například projevuje odstavením nevyhovujících provozů nebo rekonstrukcí stávajících hutních závodů. Příkladem může být zastavení výroby ve zcela nevyhovujícím hutním závodu v Kitwe. Foto B. Kříbek.

2008–2010

■ Indikátorová
rostlina měděné
mineralizace
Bulbostylis
pseudoperennis
na povrchu
opuštěného
odkaliště u města
Kitwe v Copperbeltu.
Foto J. Pašava.

Vliv těžby měděných a kobaltových rud na životní prostředí v provincii Copperbelt v Zambii



Tento projekt Grantové agentury ČR realizovaný v Zambii byl zaměřen na studium mineralogie a geochemie jednotlivých zdrojů kontaminace (pevné emise z hutí, materiály uložené v odkalištích, technologické vody vypouštěné z chemických úpraven) a na modelování disperze kovů a síry v půdách, sedimentech, vodách a ve vegetaci. Cílem projektu bylo objasnit zdroje kontaminace půd a vodotečí, posoudit rozsah a intenzitu kontaminace v důlních oblastech a modelovat pohyb kontaminantů v terestrických i akvatických ekosystémech.

V oblasti Kabwe (Centrální provincie, Zambie) byl studován rozsah kontaminace půd a vegetace pěstované v kontaminovaném území v okolí bývalé oloveno-zinkové hutě. Experimentálně byly v této oblasti studovány i možnosti



■ Hlavními zdroji kontaminace půd a vegetace v oblasti Copperbeltu jsou emise SO_2 a prашný spad z hutí a ze suchých částí úložišť flotačních odpadů. Plocha kontaminovaná prашným spadem a emisemi SO_2 přesahuje 2500 km². Přítomnost kontaminantů v půdách se projevuje i jejich zvýšenými obsahy v pěstovaných hospodářských plodinách.
Foto B. Kříbek.



■ Výsledky projektu přispěly podstatnou měrou k pochopení chování kontaminantů v terestrických i akvatických systémech v podmínkách tropického klimatického pásu. V oblasti Kabwe bylo modelováno srážení a rozpouštění jednotlivých minerálních fází na povrchu odkaliště. Bylo zjištěno, že v období dešťů dochází k podmáčení hrází a ke kontaminaci povrchové vrstvy půdy roztoky, které z odkaliště unikají. Dlouhodobá akumulace kontaminantů ve zdejších půdách, hospodářských plodinách a v řečištních sedimentech vede k nevratným změnám životního prostředí. Foto B. Kříbek.

omezení příjmu toxických kovů kořenovými systémy hospodářských plodin. V oblasti Copperbeltu bylo studováno složení chemických odpadů na úložišti Chambishi a vliv tohoto úložiště na místní vodoteče. Studium mineralogie a geochemie strusek a prašného spadu z hutí ukázalo, že značná část toxických prvků je v těchto materiálech přítomna v gastricky přístupné formě. Rozsah kontaminace prašným spadem z hutí ve městě Kitwe byl studován s pomocí izotopového složení olova v půdách a ve kmenech dřevin. Při studiu půd byla pozornost věnována zejména gastrické přístupnosti kovů, tj. míře, v jaké jsou jednotlivé kovy vstřebávány žaludeční sliznicí. V rámci výzkumu kontaminace vod a řečištních sedimentů byla metodou sekvenční analýzy studována vazba kovů na jednotlivé komponenty sedimentů a podíl kovů, který je ve vodách unášen ve formě pravého roztoku a ve formě suspenzí. Celkově byly výsledky environmentálních prací dosažené v rámci grantu prezentovány na řadě mezinárodních konferencí a shrnuty v jedenácti publikacích v indexovaných časopisech.



■ Obsahy kovů a polokovů rozpuštěných v povrchových vodách Copperbeltu jsou vysoké pouze v tocích, do kterých jsou vypouštěny technologické roztoky z chemických úpraven rud. Hlavním zdrojem kontaminace sedimentů povrchových toků jsou však suspenze unikající z úložišť flotačních odpadů.
Foto B. Kříbek.

2008

■ Odběr listů
a hlíz kasavy
ve vesnici Chiseke,
v oblasti silně
kontaminované
emisemi z huti
v Nkaně.
Foto J. Pašava.

Monitorování prašného spadů z hutě v Nkaně a environmentální vzdělávání na středních školách v Kitwe v Zambii



Cílem projektu bylo monitorování prашného spadu a emisí SO_2 z hutě Nkana ve městě Kitwe ve spolupráci s žáky a pedagogy středních škol v blízkosti hutě. Žáci jednotlivých škol se podíleli na monitorování kontaminace přímo v terénu, seznámili se s metodami odběru prашného spadu i s použitím pasivních vzorkovačů plyných emisí. Jednotlivé školy byly vybaveny automatickými meteorologickými stanicemi pro monitorování teploty, srážek nebo směru a intenzity větru. V rámci projektu byli žáci a pedagogové jednotlivých škol formou přednášek a seminářů seznámeni s vlivy těžby a úpravy nerostných surovin na životní prostředí a na lidské zdraví i s moderními environmentálními technologiemi. Na základě přednášek a diskusí proběhla na třech středních školách literární soutěž na téma zlepšování životního prostředí v Copperbeltu.



■ Na základě přednášek a diskusí proběhla na třech středních školách literární soutěž na téma zlepšování životního prostředí v Copperbeltu. Soutěže se účastnili žáci jedenáctých tříd středních škol v Kitwe. Při slavnostním předávání odměn vítězům soutěže byli přítomni zástupci Velvyslanectví České republiky v Harare a členové Školské komise při Radě města Kitwe. Foto B. Kříbek.



Finanční prostředky projektu byly použity převážně pro zlepšení vybavenosti jednotlivých škol učebními pomůckami. K problematice kontaminace ovzduší v okolí hutě byl uspořádán seminář za účasti těžařů a zastupitelů města Kitwe.

Výsledky měření emisí oxidů síry ukázaly, že ve srovnání se stejným měřením prováděným na školách v roce 2005 došlo k jejich významnému snížení. Pozitivně se tak projevila instalace odsiřovacího zařízení v huti v Nkaně. Množství prашného spadu v okolí hutě (školy Mukuba, Nkana, Wusakile) je však ve srovnání s referenčním odběrovým místem (škola Ndeke) daleko vyšší a dosahuje až $3,2 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{den}^{-1}$. Celkové množství suspendovaných prашných částic (TSP) v ovzduší v okolí hutě krátkodobě překračuje limity Světové zdravotnické organizace. Prach v blízkosti hutě obsahuje vysoká množství Zn, Pb, Cu a Co a malé množství Be, Cr, Mn, Ni, As, Mo a Cd, což potvrzuje, že zdrojem spadu je převážně místní měděná a kobaltová huť. Vysoké množství olova a zinku v prашných částicích je dána vysokou těkavostí obou kovů v procesu hutnění. Výsledky monitorování byly předány partnerům ze Zambijské univerzity i jednotlivým školám a Městské radě Kitwe. Provedená měření byla spolu s mobilizací veřejného mínění v přilehlých čtvrtích jedním z impulsů, které vedly provozovatele hutě k uzavření starých provozů a k vybudování moderního hutního komplexu.

■ << Odběr kontaminované půdy v okolí hutě Nkana. Foto B. Kříbek.



■ Předávání výsledků projektu panu P. M. Chandovi, sekretáři Ministerstva dolů a minerálního rozvoje Zambie. Foto J. Godány.

■ > Na monitorování prашného spadu z hutě Nkana na střední škole ve čtvrti Mukuba se dobrovolně podílela i učitelka Jean Chokwe. Průběžné monitorování bylo prováděno po dobu osmi hodin v průběhu jednoho týdne. Foto B. Kříbek.





Získávání zlata metodou plavení podrcené rudy na primitivních splavech na lokalitě Pousghin, region Ganzourgou, střední Burkina Faso. Foto J. Pašava.

NEROSTNÉ SUROVINY

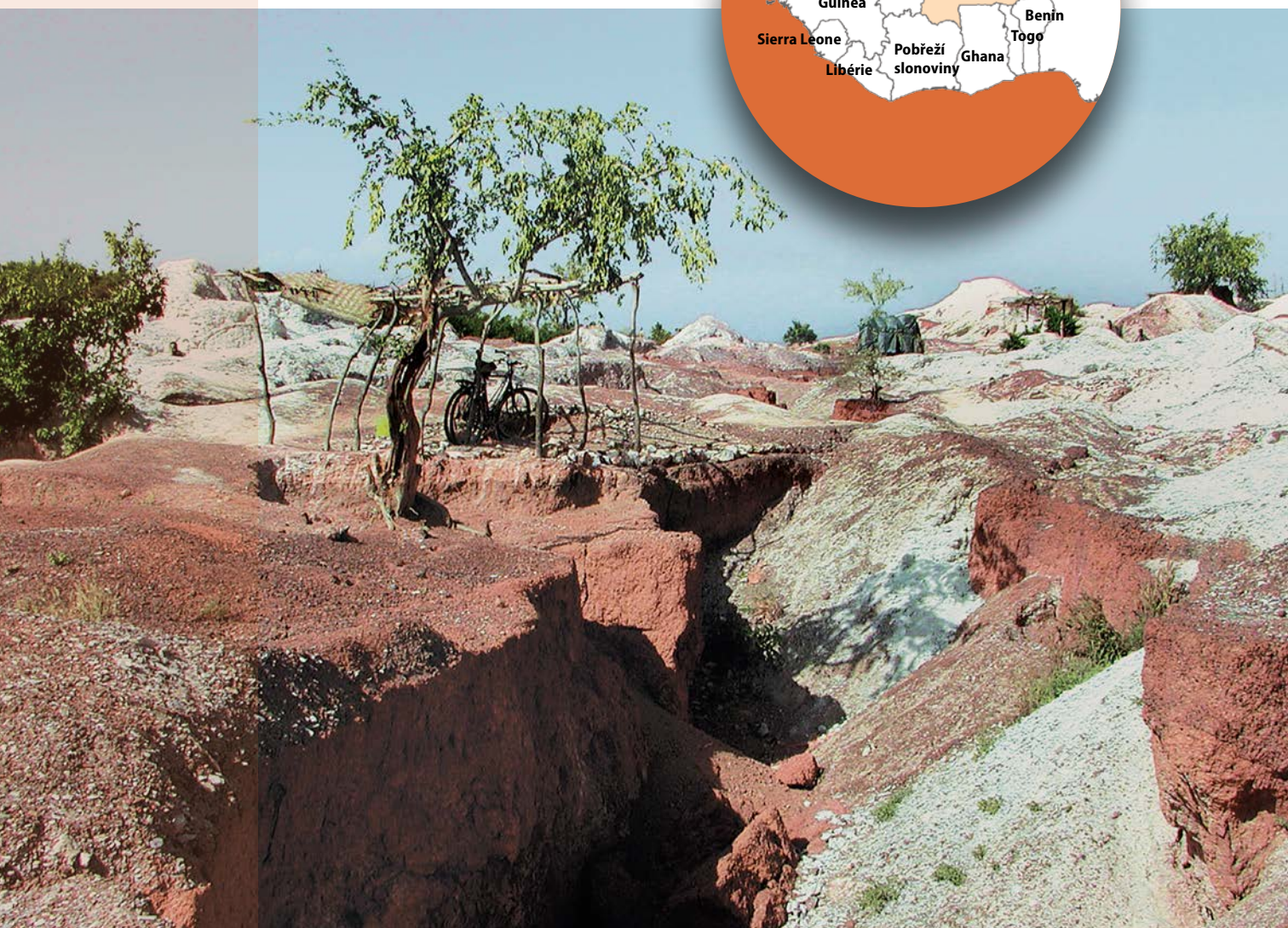
Výzkum a ochrana nerostných zdrojů, zejména hodnocení potenciálních ložisek, a to včetně sekundárních zdrojů surovin v odpadech po domorodé těžbě, byly na mnoha místech světa předmětem projektů českých ložiskových geologů, geochemiků a dalších specialistů. Ložiskověgeologické práce patří k našim nejvýznamnějším zahraničním aktivitám, neboť nalezení a racionální využívání zdrojů surovin je v některých zemích jednou z mála možností, jak zvýšit životní úroveň tamního obyvatelstva.

2003–2005

■ Po divoké těžbě zlatonosných křemenných žil často zůstávají velmi nebezpečné otevřené, místy až 50 m hluboké dobovky.

Foto J. Pašava.

Ocenění zdrojů zlata v odpadech po domorodé těžbě v Burkině Faso



Projekt byl zaměřen na zhodnocení sekundárních zdrojů zlata v odpadech po primitivní těžbě a úpravě na ložiscích zlata v Burkině Faso a na vytvoření technicko-ekonomického modelu jejich možného dalšího využití. Jeho cílem bylo přispět k průmyslovému rozvoji směřujícímu k vymýcení chudoby a k udržitelnému řízení přírodních zdrojů ve vybraných oblastech s primitivní domorodou těžbou a úpravou zlata. Projekt realizovala ČGS ve spolupráci s Burkinskou geologickou službou a firmou Explomine, s. r. o. (Jihlava), v rámci rozvojové pomoci České republiky.

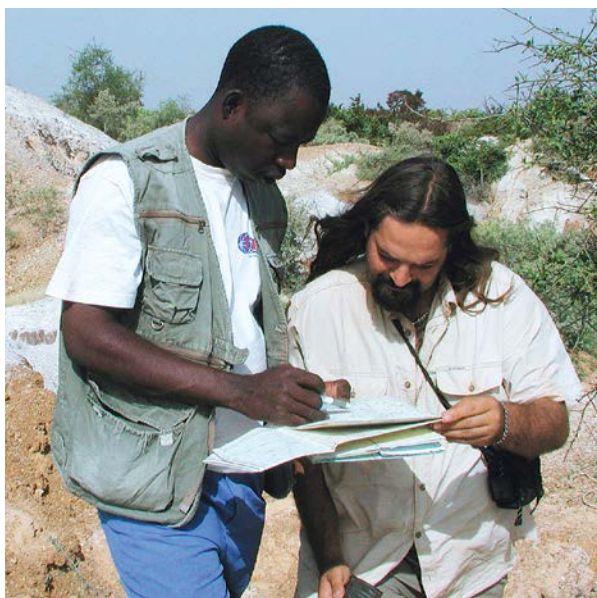
Během terénních prací bylo ve třech regionech Burkiny Faso studováno celkem 63 lokalit domorodé těžby zlata. Výsledky projektu naznačují, že odpady úpravy na lokalitách v severnějších regionech Burkiny Faso se vyznačují nižšími obsahy Au a zároveň



■ Během závěrečného semináře byly prezentovány výsledky projektu za hojně účasti zástupců burkinské státní správy, domorodých těžařů, reprezentantů centrálního tisku a médií, jakož i zástupců MŽP ČR. V rámci návazných terénních prací byli zaškoleni vybraní geologové z BUMIGEB, kteří budou pořádat další školení pro zájemce ze strany domorodých těžařů. Zástupci Ministerstva dolů a energetiky Burkiny Faso vysoce ocenili výsledky projektu a zejména možnost jeho rychlé aplikace v seminářích a v praktických ukázkách. Foto E. Komínek.

■ > Zlatokopové ženského pohlaví zcela dominovali na ložisku Dio v regionu Yatenga, kde je zlato získáváno z lateritových reziduí. Foto J. Pašava.

■ > Společné terénní práce českých a burkinských geologů probíhaly v mnoha regionech Burkiny Faso. Foto J. Pašava.





nižší intenzitou zdrobnění (odpady jsou hrubozrnnější) než na lokalitách situovaných na jihu.

Na základě našeho modelového studia distribuce lokalit, jejich velikosti a průměrných obsahů zlata, provedeném na ploše 5591 km² v regionu Yatenga v severní Burkině Faso, a s použitím dalších výsledků projektu z let 2003–2005 byl proveden kvalifikovaný odhad zdrojů Au v odpadech po domorodé těžbě a úpravě v Burkině Faso. Podle našich odhadů je v 18 milionech tun odpadů po primární těžbě vázáno asi 24 tun Au, v 0,7 milionech tun odpadů po úpravě primárních rud okolo 5,1 tun Au a ve 20 milionech tun odpadů po těžbě a úpravě lateritických reziduí asi 2 tuny Au. Celkově je tedy v těchto materiálech v Burkině Faso obsaženo asi 30,5 tun Au.

Za nejperspektivnější z hlediska možného využití považujeme odpady těžby primárních rud. Předpokládáme, že 75 % těchto objektů je vhodných pro alternativní (vylepšenou domorodou) těžbu a jen 5 % pro semiindustriální těžbu (objekty se zásobami kovu nad 100–200 kg Au). Většina odpadů po úpravě je rovněž vhodná pro semiindustriální využití, díky relativně vyšším obsahům velmi jemnozrnného, chemicky vázaného Au (4–5 g/t), a to zejména způsobem kyanidového loužení.

Velmi alarmující jsou zjištěné kontaminace půd rtutí, která je běžně, ač protizákonně používána při finální extrakci zlata prakticky na všech domorodých těžebnách (na 1 g Au je odpařen do ovzduší asi 1 g Hg). Rtuť je na rozdíl od některých obecně známých se zlatem spojených kontaminantů (např. kyanidů) v přírodě „neodbouratelná“ a zůstává vázána v prostředí velmi dlouhou dobu.

Udržitelnost projektu je garantována výškolením zástupců burkinské státní správy s cílem poukázat na možnosti investičně nenáročného využití těchto netradičních zdrojů zlata.

■ << Vzdušné třídění (fr. vannage) používané k získávání zlata z lateritových reziduí na ložisku Namissiguima, region Yatenga, severozápadní Burkina Faso.
Foto J. Pašava.



■ Dobývání zlata prostřednictvím systému primitivních šachtic na ložisku Pousghin.
Foto J. Pašava.

2010–2013

■ Ve spolupráci s těžebními organizacemi jsou prováděny geochemické a mineralogické práce, které určují oblasti s vysokým mineralizačním potenciálem.
Foto B. Kříbek.

Tektonický vývoj a prognóza nerostného potenciálu západní Afriky



V roce 2010 se Česká geologická služba stala jedním ze spoluřešitelů projektu West African Exploration Initiative. Záměrem projektu je vypracování nového tektonického modelu západní Afriky včetně objasnění vývoje regionálních struktur, které určují výskyt ložisek nerostných surovin. Cílem je také zhodnotit ložiskový potenciál západní Afriky.

Česká geologická služba se v rámci projektu podílí na objasnění faktorů, které určují distribuci zlata a dalších kovů v primárních a sekundárních aureolách rudních ložisek v Burkině Faso, Mali, Senegalu a Ghaně. V první etapě prací v roce 2010 bylo provedeno vzorkování půd, lateritových krunýřů a regolitu v republice Burkina Faso. Vzorky byly analyzovány přenosným rentgenfluorescenčním analyzátozem a metodou



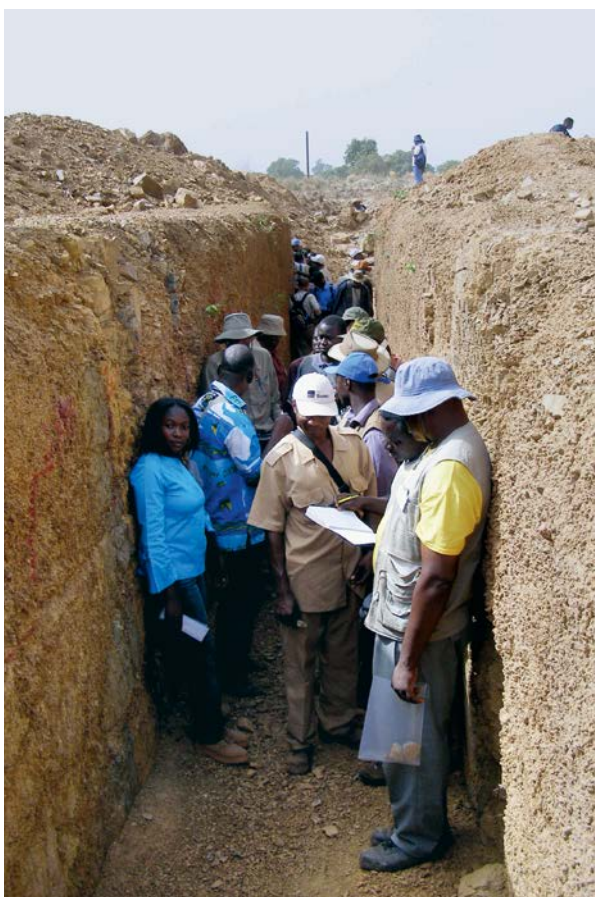
■ Zlatý koncentrát získaný prostřednictvím gravitačních metod z odpadového materiálu z lokality Boutouonou 3 ve východní Burkině Faso. Foto J. Pašava.



ICP-MS (hmotnostní spektrometrie). Dále bylo studováno složení jílových minerálů a změny v hodnotách pH v jednotlivých částech zvětralinového krytu.

Výsledky dosažené v roce 2010 ukázaly, že geochemické vlastnosti půd jsou do značné míry určovány geochemickým charakterem matečných hornin. Z hlediska geochemické prospekce jsou nejvýznamnějšími doprovodnými prvky zlata ve zvětralinách As a Cu. Poměrně nízká mobilita obou prvků ve zvětrávacích procesech je zřejmě určována jejich vazbou se vznikajícími fázemi trojmocného železa (hematit, goethit).

■ << Primitivní těžba zlata v regionu Kongoussi v severní Burkině Faso. Foto J. Pašava.



■ Součástí projektu je také výchova místních specialistů v rámci odborných seminářů i při terénních exkurzích. Zvláštní význam je přikládán moderním geochemickým, geofyzikálním a strukturním metodám. Foto B. Kříbek.



■ Pro vyhledávání nerostných surovin je používána půdní metalometrie ve dvou hloubkových úrovních, tak aby bylo možno odlišit povrchovou kontaminaci od vlastních projevů zrudnění. Foto B. Kříbek.

2003–2007

■ Tábor geologické expedice v roce 2005, v pozadí posvátná hora Chandman Khayrkhan Uul o nadmořské výšce 2802 m. Foto P. Hanžl.

Geologické mapování v Mongolském Altaji



Mongolsko jako země nekonečných obzorů, stepí, divokých hor a pouští, ale i netušeného nerostného bohatství přitahuje geology a prospekční firmy z celého světa. Protože ložiskový průzkum není možný bez kvalitních geologických map, má mongolská vláda zájem o tvorbu těchto map, neboť zdroje surovin jsou v této vnitrokontinentální zemi jednou z mála šancí, jak zvýšit životní úroveň obyvatelstva. Proto bylo základním cílem projektu sestavení geologických, hydrogeologických a geochemických map v oblasti styku Mongolského a Gobijského Altaje, s důrazem na ložiskovou problematiku.

Projekt začal přípravnými pracemi v roce 2003. Terénní práce proběhly v letech 2004–2006, vždy v letních měsících, závěrečná zpráva byla předána Mongolskému



■ Geologické mapování probíhalo v úzké kooperaci s místními geology. Vzhledem k tomu, že oblast pokrývá několik geologicky odlišných terénů, byla velmi vhodná i pro praktické školení mongolských geologů a studentů v použití moderních metod geologického výzkumu a zpracování geologických dat. Foto P. Hanžl.



úřadu pro ropu a nerostné suroviny v květnu 2007. Celkem bylo sestaveno 87 map v měřítcích 1 : 50 000 a 1 : 100 000, které pokryly oblast o rozloze téměř 4000 km².

V rámci projektu byl shromážděn velký objem dat, unikátní nejen svým rozsahem, ale i šířkou zaměření. Data obsahují primární geologickou dokumentaci, terénní měření a laboratorní analýzy pro geologické, geochemické a prospekční, hydrogeologické, sedimentologické, mineralogické, petrologické a geofyzikální interpretace. Tato data byla soustředěna v informačním systému, který byl nejen jedním z výstupů projektu, ale v průběhu sběru a zpracování dat sloužil také jako pracovní nástroj pro tvorbu a aktualizaci účelových terénních podkladů a kontrolní i analytickou činnost.

Při geologickém mapování bylo popsáno množství pozoruhodných geologických objevů, ale i mineralogických či paleontologických lokalit, které podporují nové pohledy na geologickou stavbu oblasti.

■ << O tom, že mapování bylo úspěšné, svědčí i to, že na jedné z lokalit doporučené pro další průzkum je dnes otevřeno malé ložisko zlata, kde jsou celkem běžné i nálezy zlatých nuggetů o hmotnosti až několika desítek gramů.
Foto P. Hanžl.



■ Pro severní oblast geologicky patřící mezi neoproterozoické až spodnopaleozoické komplexy Jezerní zóny jsou charakteristická permská vulkanická centra a mezozoické sedimenty s četnými bazaltovými výlevy.
Foto P. Hanžl.

Hydrogeologické mapování ověřilo v oblasti chudé na vodu téměř všechny vodní zdroje. Údaje o nich byly kromě přesné lokalizace doplněny i o základní fyzikální a chemické parametry.

Na základě výsledků geochemického mapování, založeného především na šli-chové prospekci a geochemii říčních sedimentů, byla vytipována řada geochemických anomálií a v terénu nalezeno několik perspektivních výskytů mineralizací Au, Cu nebo As-Sb-Hg. V oblasti bylo zjištěno rovněž několik zajímavých akumulací nerudných surovin, zvláště vysokoprocenních vápenců a šterkopísků.

2008–2012

■ Step v podhůří
Altaje na území
ajmaku Uvs
v severozápadním
Mongolsku,
oživená dvojicí supů
hnědých s rozpětím
křídel téměř 3 metry.
Foto P. Mixa.

Hodnocení ložiskových licencí v Mongolsku



Na žádost soukromého investora provedla Česká geologická služba v letech 2008–2012 expertní ohodnocení dvaceti dvou vybraných ložiskových licencí Fe-Mn, Cu-Mo, Au a Pb-Zn rud v severní a severozápadní části Mongolska, zejména na území ajmaků (zdejších správních jednotek) Uvs, Dzavhan a Hövsgöl. Po terénní rekognoskaci licenčních polí bylo pět z nich ohodnoceno jako neperspektivní a bylo doporučeno, aby licence pro tyto lokality byly vráceny státu. Jedna licence s Cu mineralizací, pravděpodobně genetického typu „porphyry copper“, byla vyhodnocena jako vysoce perspektivní a byl doporučen plán dalšího průzkumu. Ostatní lokality vyžadují získání bližších geologických a geochemických údajů pro zpracování ekonomické rozvahy a zhodnocení perspektivy dalšího průzkumu.

■ Odběr šlichového vzorku pro zjištění obsahu těžkých minerálů, zejména zlata a minerálů mědi, během hodnocení licence s výskyty Cu-Au-Mo mineralizace. Foto P. Mixa.





■ Severozápadní Mongolsko, licence jihovýchodně od města Ulaangom. Pohled na romantickou krajinu tvořenou rozsáhlým plutonem mu-bi granitu sytě červené barvy s intruzí intenzivně greisenizovaného granitového pně o průměru cca 60 × 250 m (v popředí snímku). Horniny jsou tvořeny křemenem, světlou slídou, topazem, magnetitem a pyritem. Lokálně byl dokumentován molybdenit a Cu sekundéry. Foto P. Mixa.



■ Dokumentace tektonické zóny vyplněné drcenou žilovinou křemene s chalcedonem o mocnosti do 2 metrů a délce několika stovek metrů v sz. části Mongolska v pohoří Chan Chuchijn nuur. Výsledky chemických analýz ukázaly velmi nízké obsahy zlata – do 4 mg na tunu materiálu, které nejsou ekonomicky významné. Foto P. Mixa.



■ Nový nález povrchových projevů měděného zrudnění v ajmaku Muron v okolí jezera Sangijn dalaj nuur. Hlavní rudní minerál je chalkopyrit, doprovázený kupritem, bornitem a malachitem. Foto A. Seifert.

2009

■ Hlavní základna
firmy Engui Tal Co.,
která má licenci
na těžbu zdejšího
zlata. Foto A. Seifert.

Ložisko zlata a platiny Ongon Ulaan Ul v jižní části Gobi v Mongolsku



Česká geologická služba v roce 2009 realizovala geologicko-ložiskovou expertizu ložiska Ongon Ulaan Uul se záměrem vytvořit společný česko-mongolský podnik pro těžbu sekundárních akumulací zlata. Starší průzkumné práce zjistily 300 kg zlata v kategoriích C1 a C2. Mineralogický výzkum ukázal, že zlatinky obsahují 5 procent příměsí stříbra a jejich tvar svědčí o transportu na krátkou vzdálenost. Zlato je doprovázeno platinovými minerály ze skupiny PGM (platinum group metals), z nichž převládá čistá platina a iridosmin.

Nově bylo zjištěno, že objekt je v jihovýchodní části perspektivní pro akumulace ekonomicky těžitelného zlata a PGM v přívalových sedimentech bezodtoké pánevní deprese. Centrální část lokality tvořená granity, dacity a ryolity zároveň ukazuje pří-

■ Vrtný průzkum produktivních bazálních štěrkopísků a šlichování vrtného jádra. Foto A. Seifert.



znivé strukturní poměry, rozsáhlé hydrotermální alterace a metasomatické zóny se zvýšenými obsahy mědi, zlata a místy molybdenu, které indikují výskyt mineralizace Cu-Mo-Au „porfyrového typu“.

2013–2016

■ Geologické mapování v západním Mongolském Altaji severně od somonu Munchairchan. Pohoří je zde tvořeno zvrásněnými sedimenty s hojnými intruzemi granitových plutonů. Foto V. Žáček.

Geologické mapování 1 : 50 000 a zhodnocení ekonomického potenciálu vybrané oblasti západního Mongolska



Projekt se zkráceným označením „Mongol Altai-50“ zahrnoval geologické mapování v měřítku 1 : 50 000, geochemickou prospekci a ložiskové zhodnocení všech typů surovin. Během projektu také probíhalo terénní školení mladých mongolských geologů a studentů geologie ve všech metodikách prováděných prací, to vše na území o rozloze 1770 km² situovaném v západním Mongolském Altaji do somonů (okresů) Munchairchan, Manchan a Zereg v ajmaku (krají) Chovd.

Projekt probíhal v letech 2013–2016, autorsky na něm spolupracovalo 32 odborníků ze 4 zemí, vedle dalších 40 spolupracovníků – techniků, řidičů a pomocníků. V rámci projektu bylo zpracováno 2832 dokumentačních bodů, vyhotoveno 5 základních geologických map v měřítku 1 : 50 000 a 60 map geochemických anomálií

■ Tým česko-mongolské expedice „Mongol Altai-50“ v základním táboře při soutoku řek Dund Cencher gol a Uliastajn gol v západním Mongolském Altaji (červen 2013). Foto V. Žáček.



a vznikly také mapy ložiskového potenciálu zájmového území. V průběhu projektu specialisté ČGS vyškolili 19 mladých mongolských geologů a studentů. Závěrečná zpráva byla úspěšně obhájena v Ulánbátaru v říjnu 2016. Řada poznatků získaných během projektu byla později publikována v renomovaných časopisech.

2005–2007

■ Afghánští geologové diskutují nad geologickou situací na ložisku tmavých mramorů Gazag 45 km od Kábulu. Mramorové lavice mají mocnosti v rozmezí 70 cm až 1,8 m. Foto I. Knésl.

Pomoc při obnově geologických institucí v Afghánistánu



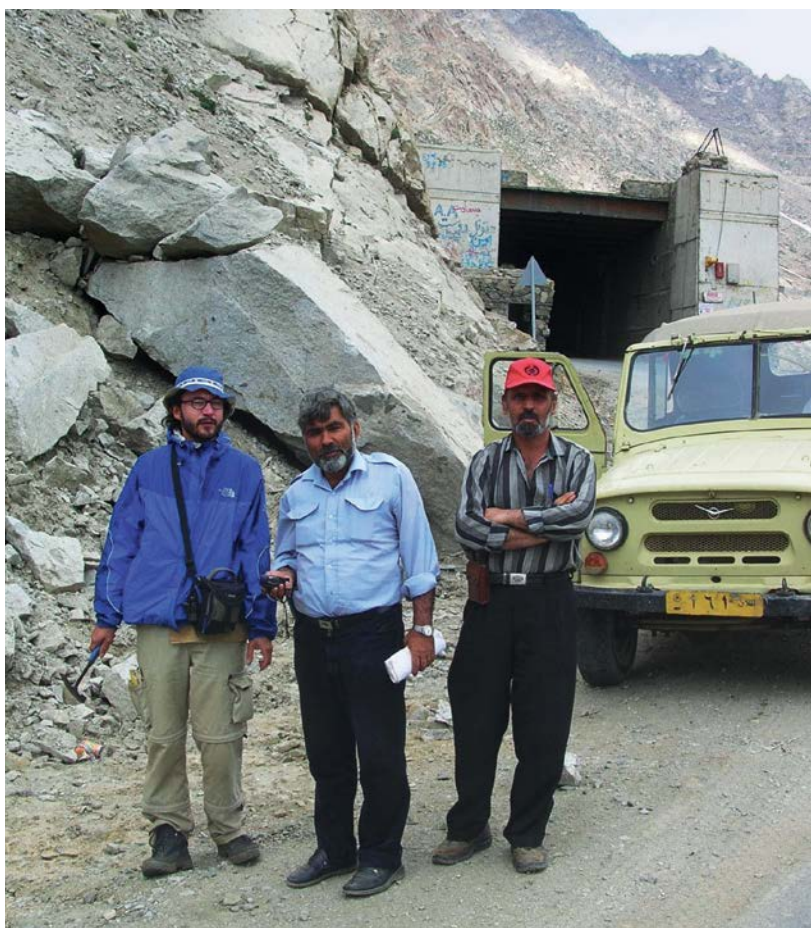
V letech 2005–2007 se Česká geologická služba podílela na projektu Rozvojová pomoc Afghánistánu při obnově fungování geologických institucí se zaměřením na využívání surovinových zdrojů. Projekt vedla firma GET, s. r. o., spolu s Přírodovědeckou fakultou Karlovy univerzity a účastnily se ho také Geologická služba Afghánistánu (GSA) a Kábulská univerzita – Fakulta geologických věd.

Projekt byl rozdělen na dvě části – vzdělávací a terénní, které probíhaly souběžně. Vzdělávací část probíhala formou školení, kurzů a přednášek v oboru petrologie, strukturní geologie a dálkového průzkumu Země na kábulských univerzitách. Jejich cílem bylo především napomoci zavádění metodických postupů pro řádné, racionální a komplexní využívání nerostných zdrojů v souladu s principy udržitelného rozvoje.



■ Prohlídka chemické laboratoře v Jabal Seraji. První vpravo (otočen zády) stojí Ing. Islamuddin Ahmadi, ředitel cementárny. Vedle stojí Ing. Abdul Wasay. Takto primitivně vybavené laboratoře jsou v Afghánistánu dodnes běžné. Foto I. Kněsl.

■ > Zastávka u výchozu granitu v údolí řeky Salang, cca 5 km pod Salanžským tunelem. V pozadí je vidět zábrany proti padajícímu kamení. Foto I. Kněsl.





Moderní metody geologického průzkumu pak naši geologové spolu s pracovníky Geologické služby Afghánistánu aplikovali v praxi.

V roce 2005 probíhaly terénní práce v oblasti Herátu. Byly zaměřeny na dekorační kameny na lokalitě Češte Šarif (mramory) a na sádrovce pro cementářský průmysl v Suah Ab. Na mramorech i sádrovcích byly provedeny chemické analýzy, na mramorech také geomechanické zkoušky. V roce 2006 byla terénní etapa přesunuta do dvou oblastí: na ložisko hnědého uhlí Callaw v provincii Kábul a do provincie Parván s cementářskými surovinami. O rok později práce v provincii Parván pokračovaly. Další studovanou lokalitou bylo ložisko černých mramorů Gazag.

■ << Prohlídka opuštěného lomu, který leží severně od cementárny v městě Jabal Seraj. Jeho zásoby z hlediska použitelnosti pro výrobu cementu už byly vyčerpány. Foto I. Knésl.



■ Cementárna v Jabal Seraji. Městečko Jabal Seraj leží v provincii Parván, jejímž centrem je město Charikar. V městečku v průběhu padesátých let vybudovalo Československo cementárnu v rámci socialistické pomoci spřáteleným zemím. Foto I. Knésl.

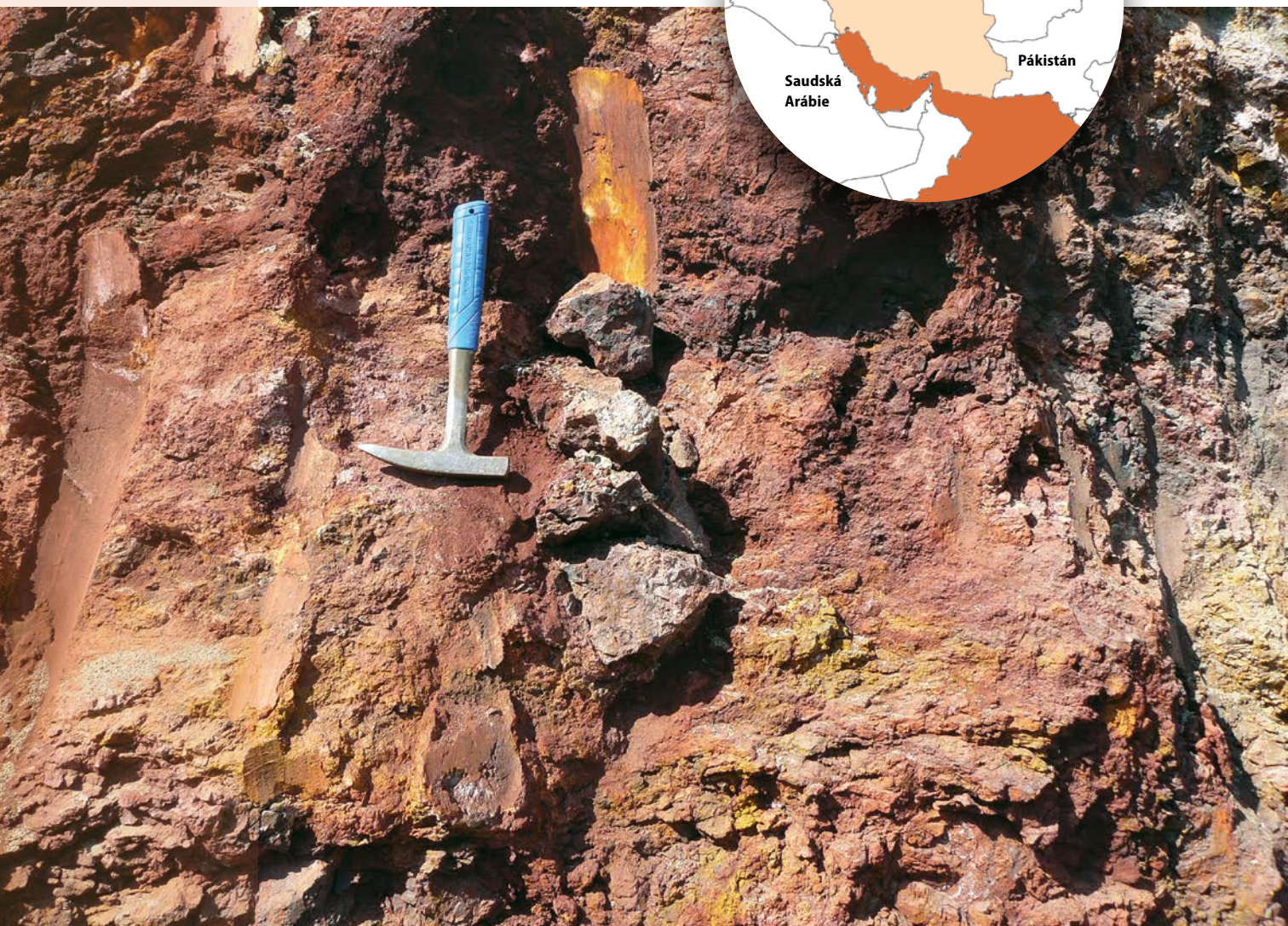
■ Prohlídka areálu cementárny v Jabal Seraji. V době návštěvy byla cementárna nefunkční. Chyběly suroviny na výrobu cementu. Jediná funkční část v komplexu byla drtírna, kde drtili kámen na úpravu poškozených komunikací. Foto I. Knésl.



2010–2012

■ Ložisko železné rudy Esmalun je tvořeno až 20 m mocným gosanem, v němž převládají hematit s magnetitem. V oxidačním pásmu je patrná sekundární Cu mineralizace tvořená malachitem a azuritem. Foto P. Mixa.

Hodnocení potenciálních ložisek železných a manganových rud v Íránu



Na žádost soukromého investora provedla Česká geologická služba v letech 2010–2012 expertní ohodnocení vybraných ložiskových objektů železných a manganových rud v provinciích Kerman, Shiraz a Bandar-e-Abbas v centrální části Íránu. Celkem bylo navštíveno a zhodnoceno 19 rudních lokalit různé geneze, tvaru a strukturně-tektonické pozice, s převládajícím magnetitem a hematitem. K dalšímu jednání byly doporučeny tři licence s výskyty železných rud situovaných jihozápadně od města Sirjan v rudním rajonu Gol-el-Gohar, v blízkosti největších státních dolů.

■ Turkam je nově otevřené a těžené ložisko hematitu na cestě mezi městy Yazd a Neyriz. Rudní poloha východozápadního směru je lokalizována mezi podložními fylonity (chlorit-sericitickými břidlicemi) a nadložními kvarcicity a kvarcickými rulami. Poloha má strmý sklon 45–850° s pravou mocností 10–12 m. Těžba je příležitostná a závislá na zajištění odbytu. Foto P. Mixa.





■ Typická polopouštní krajina jižní části Íránu v provincii Fars, poblíž města Neyriz – pohled na severní předhůří pohoří Zagros. V oblasti se vyskytují četná menší ložiska hydrotermálních manganových rud, vázaná na kataklastické zóny vyvinuté ve vulkanosedimentární formaci svrchnokřídového stáří. Foto P. Mixa.

Nejvýznamnější ložiska železných rud v Íránu patří mezi hydrotermální, metasomatická a skarnová, lokálně doprovázená apatitem, která jsou vázána na pozdně proterozoické až paleozoické vulkanosedimentární a metamorfní formace, často s naloženými intruzemi alkalického magmatismu.

Největší státní těžená ložiska tvoří horizontální rudní polohy a čočky o mocnosti od několika metrů do několika desítek metrů, s průměrnou kovnatostí okolo 45 % magnetitu, mocnosti skrývky se zde pohybují mezi 50 a 250 metry. Zásoby rudy v těchto ložiskách jsou řádově desítky milionů tun.



■ Na licenčním poli Ghuri, západně od města Sirjan (čti Sirdžan) v jižním Íránu, byla dokumentována nevýznamná poloha magnetitu, historicky lokálně dobývaná. Magnetit tvoří tenké, zčásti remobilizované polohy v krystalických vápencích okrové barvy o mocnosti desítek cm až 2 m, ekonomicky nevýznamné. Foto A. Seifert.

2007–2009

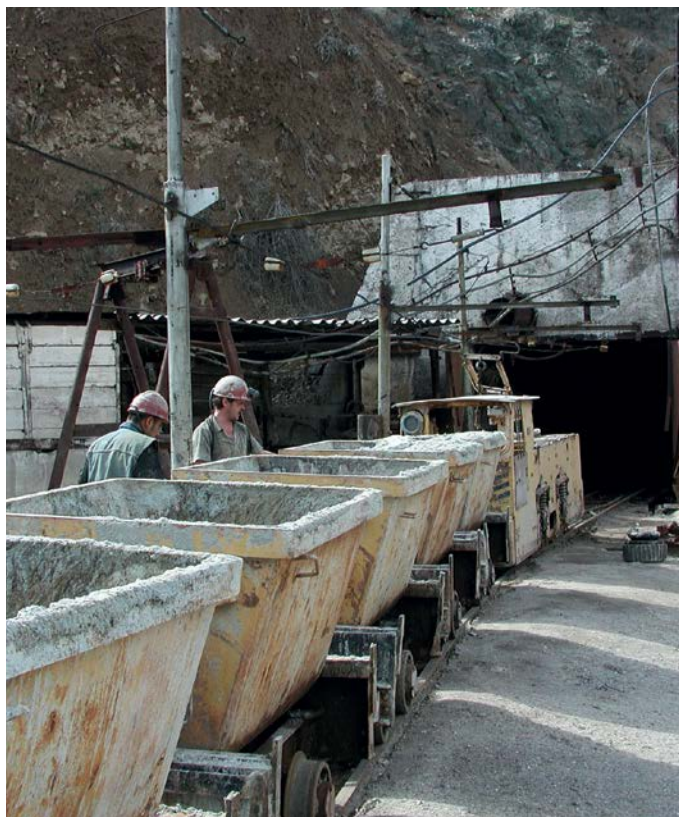
Studium platinoidů v uzbeckistánských ložiskách zlata a mědi

■ Pohled na ložisko Kalmakyr, kde jsou povrchově dobývány rudy Cu-Au (Mo) porfyrového typu. Foto J. Pašava.



Společný projekt České geologické služby a Národní univerzity Uzbekistánu, jehož účelem bylo studium zdrojů, transportu a frakcionace platinoidů ve vybraných gigantických ložiskách zlata a mědi v Uzbekistánu, podpořilo Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy v rámci programu KONTAKT.

V roce 2007 proběhla první terénní etapa na epitermálních Au-Ag ložiskách Kyzylalma, Kočbulak, Čumauk I a na ložisku porfyrového typu Cu-Au(Mo) Kalmakyr. V roce 2008 proběhla druhá terénní etapa, při níž byly odebrány vzorky na orogenních ložiskách Au (Amantaytau, Daugyztau, Vysokovoltnoje a Mutenbaj) a na ložiskách Au vázaných na intruze (Čarmitan a Gužumsaj).



■ Transport rudy na vulkanogenně-hydrotermálním Au-Ag ložisku Čumauk I. Foto J. Pašava.

■ < Odběr vzorků Cu-Au (Mo) porfyrových rud na ložisku Kalmakyr. Foto J. Pašava.



■ V andezitických a dacitických vulkanitech a pyroklastikách v oblasti ložiska Au-Ag rud Kočbulak jsou často vyvinuty sesuvy.
Foto J. Pašava.

Výsledky projektu ukázaly nejvyšší hodnoty Pd (292 ppb) ve studovaných vzorcích z ložiska porfyrového typu Kalmakyr (Cu-Au). Palladium pozitivně koreluje s Cu a Ag a je vázáno na chalkopyrit a tetraedrit.

Re-Os studium černých břidlic z vrtu v rudním revíru Muruntau-Mjutenbaj indikuje neoproterozoické stáří 697 ± 20 Ma Besapanské suity. Besapanská suita je v oblasti centrálního Kyzylkumského regionu v západním Uzbekistánu hlavní hostitelskou formací celé řady významných ložisek Au, a tudíž je její první moderně určené datování významné pro geologicko-metalogenetické interpretace.

■ Ložisko středně až nízkotermálních Au-Ag rud Kočbulak. Pohled na rudní zónu vyvinutou v andezitech a dacitech. Foto J. Pašava.



2007–2009

■ Odběry
vzorků na ložisku
chromitových rud
Centralnoje I.
Foto J. Pašava.

Frakcionace platinových kovů v pohoří Polární Ural v Rusku



V roce 2007 schválilo Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy v rámci programu KONTAKT společný grant ČGS a VSEGEI (Všeruský vědecko-výzkumný geologický ústav A. P. Karpinského) na téma frakcionace prvků skupiny platiny v různých geologických prostředích na Polárním Uralu.

V průběhu roku 2007 se uskutečnily terénní odběry na ložiskách Centralnoje – Cr rudy, Sofronovskoje – P rudy, Charbejskoje – Mo rudy a Ozernoje – Cu rudy. Analytické práce ukázaly, že nejvýznamnější koncentrace platinoidů byly v Cr rudách ložiska Centralnoje I a zvýšené koncentrace i v Cu rudách ložiska Ozernoje. Tudíž bylo následné detailní mineralogicko-geochemické studium soustředěno na Cr rudy z ložiska Centralnoje I.



■ Masivní chromitové rudy vázané na dunity na ložisku Centralnoje I obsahují anomální koncentrace platinových kovů.
Foto J. Pašava.

■ Důležitou součástí projektu byly i diskuse s lokálními geology na geobázi Poljarnoje.
Foto J. Pašava.





Výsledky projektu ukázaly, že chromitové rudy z ložiska Centralnoje I jsou obohaceny zejména kovy Ir podskupiny, avšak vykazují v průměru nižší obsahy Ir, Pt, Pd, Ru, Rh a Au než Cr rudy ze sousedního ložiska Centralnoje II. Vyšší průměrný obsah Au v Cr rudách ložiska Centralnoje I než na ložisku Centralnoje II indikuje možnou přítomnost ryzího zlata. Vzhledem k průměrným koncentracím platinoidů v chromitech ložiska Centralnoje I (Σ platinoidů = 126 ppb) a odhadnutému obohacení rudy Pt kovy (cca 0,6 t) je uvedené ložisko možno pokládat za potenciální zdroj platinoidů.

■ << Typická krajina v oblasti masivu Raj Íz na Polárním Uralu.
Foto J. Pašava.



■ Stan a motorová tříkolka patří k obvyklému vybavení terénních geologů v oblasti Polárního Uralu. Foto J. Pašava.



Účastníci kurzu GEOCHIM/UNESCO při praktických cvičeních v metodách šlichové prospekce.
Foto J. Pašava.

V Z D Ě L Á V Á N Í

V uplynulých letech zajistila Česká geologická služba řadu školení zahraničních geologů z celého světa, ať už v rámci Zahraniční rozvojové spolupráce ČR, jako součást komerčních zakázek či při svých dalších aktivitách. Předávání znalostí a zkušeností považujeme za důležitou součást našich zahraničních misí.

2006–2010

■ Krajina severozápadně od Kharvany. Masiv komplexu vyvřelých hornin Siahrud je oddělen tektonicky založeným údolím od mořských křídových sedimentů. Foto J. Babůrek.

Školení odborníků z Íránské geologické služby v geologickém mapování 1 : 25 000



Vzdělávání íránských geologů v podrobném geologickém mapování 1 : 25 000 zahrnovalo školení v řadě geologických oborů. Týkalo se základního geologického mapování, ložiskové prospekce, environmentálně-geologického mapování a geohazardů. Kromě toho připravila ČGS pro íránské kolegy i čtyři dvoudenní workshopy zaměřené na speciální metody hydrogeologie, pouštní kvartérní geologie, mikrosondového výzkumu vzorků nebo speciálního mikrochemického určování minerálů. Do kursů bylo pro zpestření a lepší vzájemné poznání obou kultur přidáno i několik informací o slavných obdobích českých dějin.



■ Geologická interpretace terénního pozorování na tektonické linii Hajilar Chay u obce Tilkari. Řeka Hajilar Chay je v tomto poměrně suchém regionu významným zdrojem vody. V jejím údolí se dokonce pěstuje rýže, jinak se v širším okolí daří jen pastevectví. Foto J. Babůrek.

■ Na většině území mapových listů Avan a Eshtobin se nachází hornatý ordobábský masiv. Je tvořen převážně tzv. monzonity, ve východní části masivu však bylo nově identifikováno i těleso gabber. Radiometrickým datováním, které bylo v této části území použito vůbec poprvé, bylo zjištěno, že gabra jsou středně eocenního stáří a tvoří nejstarší známou intruzivní horninu masivu. V terénu byli kolegové z íránské geologické služby školeni mimo jiné z rozlišování horninových facií ordobábského masivu. Foto R. Vodrážka.





■ Jedním z hlavních úkolů našeho školicího projektu byla ložisková prospekce. Nejdůležitější surovinou těženou v současné době v širším okolí zájmové oblasti je měděná ruda. Při vlastní ložiskové prospekci byla proto zvláštní pozornost zaměřena na výskyt měděné rudy v horninách. Jednou z důležitých indikací tohoto zrudnění je přítomnost sekundárních minerálů mědi, které bývají v přírodních podmínkách nápadně výrazně zeleným – malachit – nebo modrým zbarvením – azurit. Foto D. Mašek.

Během pedagogické činnosti ČGS v Íránu vznikly ve spolupráci s tamními odborníky 4 geologické mapy, 4 environmentálně geologické mapy (cca 50 tematických listů anomálií jednotlivých prvků), 8 map ložiskových a 4 mapy geohazardů. ČGS dodala k mapám i řadu analytických informací, včetně unikátních údajů o radiometrickém datování, které byly nad rámec zadání projektu.



■ U obce Červik nedaleko města Ghalandar objevili naši geologové unikátní přírodní úkaz. V odkryvu byl identifikován lávový příkrov, který se při vulkanické erupci přelil přes pleistocenní spraše. Bylo tak možné doložit kvartérní až subrecentní vulkanickou aktivitu v mapované oblasti. Radiometrické datování vulkanických erupcí je jednak velmi drahé, jednak u takovýchto geologicky mladých jevů již velmi nepřesné, resp. nemožné. Foto J. Otava.

2013–2015

■ Terénní cvičení
v dokumentaci
horninových
odkryvů. Foto
V. Rapprich.

Zvýšení kvality vysokoškolského vzdělávání v oborech věd o Zemi, zejména v oblasti boje s geohazardy v Etiopii



Spolupráce s Etiopskou geologickou službou ukázala potřebu větší připravenosti absolventů etiopských univerzit v oborech environmentální geologie. Proto byl v roce 2013 zahájen projekt zaměřený na zlepšení efektivity výuky a vzdělávání na Addis Ababa University a Arba Minch University. V případě Addis Ababa University byla výuka zaměřena především na hydrogeologii a byla realizována pracovníky společnosti Aquatest. Naproti tomu výuka na Arba Minch University zahrnovala různé obory využívané při výzkumu přírodních rizik. Jednalo se zejména o fyzikální vulkanologii, horninovou a environmentální geochemii, tektoniku, paleoseizmologii a aplikovanou geofyziku.



■ Praktické cvičení z environmentální geochemie se studenty Arba Minch Univerzity v terénu. Foto V. Rapprich.



Na obou univerzitách byla teoretická výuka kombinována s praktickými cvičeními přímo v terénu. Na Addis Ababa University se jednotlivých kurzů účastnilo vždy 15–20 studentů magisterského a doktorandského stupně se specializací hydrogeologie. Na Arba Minch University to pak bylo asi 45 studentů bakalářského stupně v každém kurzu. Vedle předávání znalostí studentům byly i vyučujícím demonstrovány modernější metody výuky, zapojující ve větší míře samotné studenty a rozvíjející iniciativu. Součástí projektu bylo předání terénního vybavení a vybrané odborné literatury. Na organizaci kurzů se významnou měrou podílela i Etiopská geologická služba, jakožto instituce, která může budoucí absolventy zaměstnat a jejich znalosti využít.

■ << Lidová architektura před sopečnými kužely v jižní Etiopii.
Foto V. Rapprich.



■ Skupina studentů Arba Minch University při terénním cvičení vulkanologie.
Foto V. Rapprich.
■ Procvičování terénní dokumentace geologických objevů se studenty Arba Minch University.
Foto V. Rapprich.

2017–2019

■ Geologická exkurze účastníků mapovacího kurzu PanAfGeo do lomu u Axumu v severní Etiopii, kde se nalézají bloky fonolitu, určené na stély, jež se zde zachovaly po dobu 2000 let. Foto V. Štědrá.

PanAfGeo: Zvyšování geovědní odbornosti a kvalifikace v afrických geologických službách



V roce 2017 byl zahájen společný vzdělávací projekt Organizace afrických geologických služeb a 12 členů EuroGeoSurveys na podporu činnosti afrických geologických služeb, financovaný DG DEVCO EC. Prostřednictvím sedmi tematických skupin budou během tří let předány téměř 1500 pracovníkům afrických organizací zkušenosti rozvíjející jejich profesní zdatnost. Tým ČGS zajišťuje a koordinuje v rámci náročné hlavní „Work Package 1“ a v šesti měsíčních terénních kurzech praktickou výuku základního terénního mapování a předání k tomu nezbytných teoretických znalostí.

Jako úvodní blok v roce 2017 proběhlo desetidenní školení na téma dálkového průzkumu Země „Remote sensing in geoscientific mapping“ v Etiopii, jehož se zúčastnilo 25 zástupců 13 afrických zemí. Na počátku roku 2018 následoval první z náročných



■ Přenos terénních dat do mapy a příprava skupiny na další den (Axum). Foto V. Štědrá.

■ > Jedna z pracovních skupin mapujících v pásmu dolomitických vápenců u Adwy. Foto V. Štědrá.

■ >> Expertní tým prvního terénního kurzu v Etiopii, složený s expertů České a Etiopské geologické služby. Foto V. Štědrá.





terénních mapovacích kurzů v Axumu v severní Etiopii, v ideálně odkrytém a geologicky pestrém hornatém území kraje Tigray. Tohoto kurzu v angličtině se zúčastnili další zástupci 13 afrických geologických služeb; odborně se na něm podíleli kromě týmu České geologické služby také specialisté z Etiopské geologické služby a experti z univerzit v Mekelle a Addis Abebě.

Následovaly další dva terénní kurzy, anglický ve střední Namibii a francouzský – za účasti geologů BRGM – v marockém Agadiru a okolí. Pro opakované mapovací kurzy ve třetím roce projektu PanAfGeo byly zahájeny přípravy na druhou sérii kurzů v Etiopii, Namibii a ve frankofonním Senegalu.

■ << Povrch neoproterozoických dolomitických vápenců je tvarován rozpouštěním za vzniku škrapů. Adwa, severní Etiopie. Foto V. Štědrá.



■ Terénní zkušenosti a metody jsou předávány týmem ČGS africkým geologům na výchozech travertinu (vlevo), granitu (vpravo) a vápence (dole) v okolí Adwy za velké pozornosti místní mládeže. Foto V. Štědrá.

2018–2019

Nové metodické postupy v geologických vědách pro zvýšení kvality postgraduálního studia v Etiopii

■ Geresse, zóna
Gamo, jižní Etiopie.
Foto Leta Megerssa.



Hlavním záměrem řešeného rozvojového projektu bylo zvýšení odborné erudice učitelů a studentů postgraduálního studia geologických věd, kteří v blízké budoucnosti budou hlavním pilířem teoretického i praktického řešení nejdůležitějších problémů současné Etiopie. Absolventi postgraduálního studia se zpravidla stávají klíčovými odborníky zajišťujícími výuku budoucích univerzitních studentů i pedagogů a z dlouhodobého hlediska budou mít zásadní vliv na zvýšení kvality vysokého školství v Etiopii.

Hlavními obory teoretické i praktické výuky byly geologické vědy s důrazem na strukturní geologii, petrologii, termodynamické modelování, analýzu geologických rizik a užitou geofyziku.



■ Plánování terénních prací se skupinou postgraduálních studentů a expertů GSE. Arba Minch, zóna Gamo, jižní Etiopie. Foto T. Hroch.

■ > Interpretace terénních dat. Daye, region Sidama, jižní Etiopie. Foto T. Hroch.

■ > Návštěva místní administrativy. Tekeze, region Tigray, severní Etiopie. Foto L. Megerssa.





V rámci projektu byly realizovány postgraduální přednáškové kurzy zaměřené na rozšíření teoretických znalostí a přípravu mezinárodních publikací. V návaznosti na ně byly řešeny také dva výzkumné projekty s přímou účastí studentů doktorského studia, a to v celém rozsahu, od pořízení terénních i analytických dat po zpracování odborné publikace. Výsledky společného výzkumu byly publikovány ve formě odborného článku s IF.

■ << Kemba, zóna Gamo, jižní Etiopie.
Foto K. Verner.



■ Gohatsion, region Amhara – Oromia, centrální Etiopie. Foto K. Verner.

■ < Tomáš Hroch studuje zlom v údolí Abay. Region Amhara, centrální Etiopie. Foto K. Verner.

■ < Účastníci postgraduálního kurzu. Daye, region Sidama, jižní Etiopie. Foto L. Megerssa.

1999–2005

■ Účastníci
kurzu při exkurzi
do Severočeské
hnědouhelné pánve.
V pozadí důl Merkur.
Foto J. Pašava.

GEOCHIM/UNESCO: Postgraduální kurz v geochemických prospekčních metodách a jejich environmentálních aplikacích



V 70. a 80. letech minulého století organizoval tehdejší Český geologický ústav postgraduální kurz GEOCHIM pod patronací UNESCO. Tento kurz byl zaměřen výlučně na geochemickou prospekční metodiku při vyhledávání ložisek nerostných surovin a byl hojně navštěvován zejména účastníky z rozvojových zemí. Kurz byl přerušen koncem 80. let z důvodu ekonomicko-politických změn.

V roce 1999 byl kurz GEOCHIM obnoven na žádost Sekretariátu České komise pro UNESCO. Jeho organizace se ujala Česká geologická služba ve spolupráci s UNESCO. Nová náplň kurzu, zaměřená vedle výuky klasických metod geochemické prospekce i na jejich environmentální aplikace, vyústila ve značný zájem ze strany uchazečů jak ženského, tak i mužského pohlaví z řady zemí celého světa.

■ Teoretická výuka v oblasti hydrogeochemické prospekce byla doprovázena terénními odběry a laboratorními měřeními.
Foto J. Pašava.





Od roku 2001 byl GEOCHIM začleněn mezi projekty Zahraniční rozvojové spolupráce ČR na období 2001–2004. Kurz si opět získal vysokou popularitu na mezinárodní úrovni, a to zejména díky kvalitní organizaci, vysoké vědecké úrovni i dobré propagaci na webových stránkách UNESCO a ČGS nebo prostřednictvím článků v mezinárodních periodikách.

Přednášky, semináře a praktický terénní výcvik probíhaly v Dolní Rožince – v areálu posledního činného rudního dolu v České republice. Zahrnovaly následující témata: (1) úvod do geochemických prospekčních metod, (2) základy geochemie životního prostředí, (3) základy analytických metod, (4) prospekci těžkých minerálů, (5) prospekci říčních sedimentů, (6) prospekci půd, (7) biogeochemickou prospekci, (8) litogeochemickou prospekci, (9) hydrogeochemickou prospekci, (10) geofyzikální metody průzkumu a jejich použití při řešení problematiky životního prostředí, včetně radonového rizika, a (11) počítačové zpracování a vyhodnocování dat. Témata byla pojednána s ohledem na aplikaci metod v oblasti životního prostředí. Po dopoledních teoretických přednáškách následovala odpolední praktická terénní cvičení včetně počítačových ukázek.

V období let 1999–2005 proběhlo úspěšně celkem 7 ročníků – bylo vyškoleno 95 účastníků z více než 30 zemí Afriky, Asie, Jižní Ameriky a východní Evropy.

Organizátoři kurzů rovněž obdrželi množství děkovných dopisů od účastníků kurzů, jakož i ocenění ze strany UNESCO. V souvislosti s reorganizací ZRS ČR nebylo bohužel možno od roku 2006 zajistit stabilní financování této vysoce úspěšné aktivity.

■ << Součástí kurzů GEOCHIM/UNESCO byla i návštěva hlubinného dolu na uranové rudy v Dolní Rožince.
Foto J. Pašava.

■ Součástí praktických cvičení v oblasti radiometrických metod bylo i měření úhrnné gama aktivity.
Foto J. Pašava.



■ Výuka účastníků probíhala v areálu GEAM Dolní Rožinka.
Foto J. Pašava.





Severní část poloostrova Ulu na ostrově Jamese Rosse umožňuje jako jedna z největších odledněných částí Antarktidy detailní studium vztahu zalednění a místního vulkanismu. Tato nesmírně zajímavá oblast je cílem mnoha výprav už od 60. let minulého století. Foto B. Mlčoch.

V Ý Z K U M A V Ý V O J

Geologové ČGS se pochopitelně také aktivně podílejí na zlepšení globálního vědeckého poznání a účastní se interdisciplinárních expedic i na ta nejdlejší místa světa, jakým je třeba Antarktida, kde na ostrově Jamese Rosse učinili řadu unikátních objevů světového významu.

2006–2008

■ Bazaltový
pyroklastický
kužel za hlavním
vulkanickým
obloukem
v salvadorském
vnitrozemí.
Foto V. Rapprich.

Zaobloukový vulkanismus Salvadoru a Nikaraguy



Specializovaný projekt detailní geochemické a izotopové studie těsně navazoval na poznatky z geologického mapování. Byl zaměřen na studium terciárního až recentního vulkanismu v oblasti za aktivní vulkanickou frontou v Salvadoru a Nikaragui. Kromě detailního složení prvkového se práce opírala především o komplexní izotopovou analytiku Sr-Nd-Pb-Li-O a K-Ar datování.

V Salvadoru byla hlavní pozornost věnována celkovému zhodnocení vulkanismu oblastí Ipala a Cinotepeque. Na složení láv v těchto zónách sopečné činnosti, vybíhajících od vulkanické fronty do vnitrozemí, se projevuje klesající vliv subdukované desky. Klesá především podíl prvků mobilizovaných fluidem této zanořující se litosférické desky. Vliv korového fluida (směsi vody a plynu v zemské kůře) však kupodivu zůstává dominantní, zcela vymizí až v oblastech podstatně vzdálenějších od subdukční zóny. Zároveň byl doložen i vliv korové kontaminace, byť velmi slabý. Zajímavé údaje přineslo i datování, zjištěná stáří 1,6–2,4 Ma jsou výrazně vyšší, než se předpokládalo na základě předchozího geologického mapování, což je pro místní obyvatele nepochybně dobrá zpráva.

Studie vulkanitů východní Nikaraguy měla téměř pionýrský charakter, pro řadu lokalit byla získána vůbec první geochemická data. Nebylo to náhodou, nalezení lokalit a získání vzorků v náročných podmínkách oblasti s minimální infrastrukturou vyžadovalo mimořádné pracovní nasazení. Sopečné horniny se ukázaly jako velmi variabilní, dohromady byly identifikovány čtyři jejich skupiny se samostatným vývojem. Velmi zajímavé bylo zjištění, že jedna ze skupin vulkanických hornin souvisí s aktivitou miocenního vulkanického oblouku Coyoil. Ostatní skupiny byly ovlivněny subdukcí jen minimálně, pomocí izotopů Pb se pak podařilo identifikovat horniny ovlivněné lávami Galapážské horké skvrny, což má velký význam pro identifikaci rozsahu jednotky CLIP s dalšími implikacemi pro vývoj karibské oblasti.

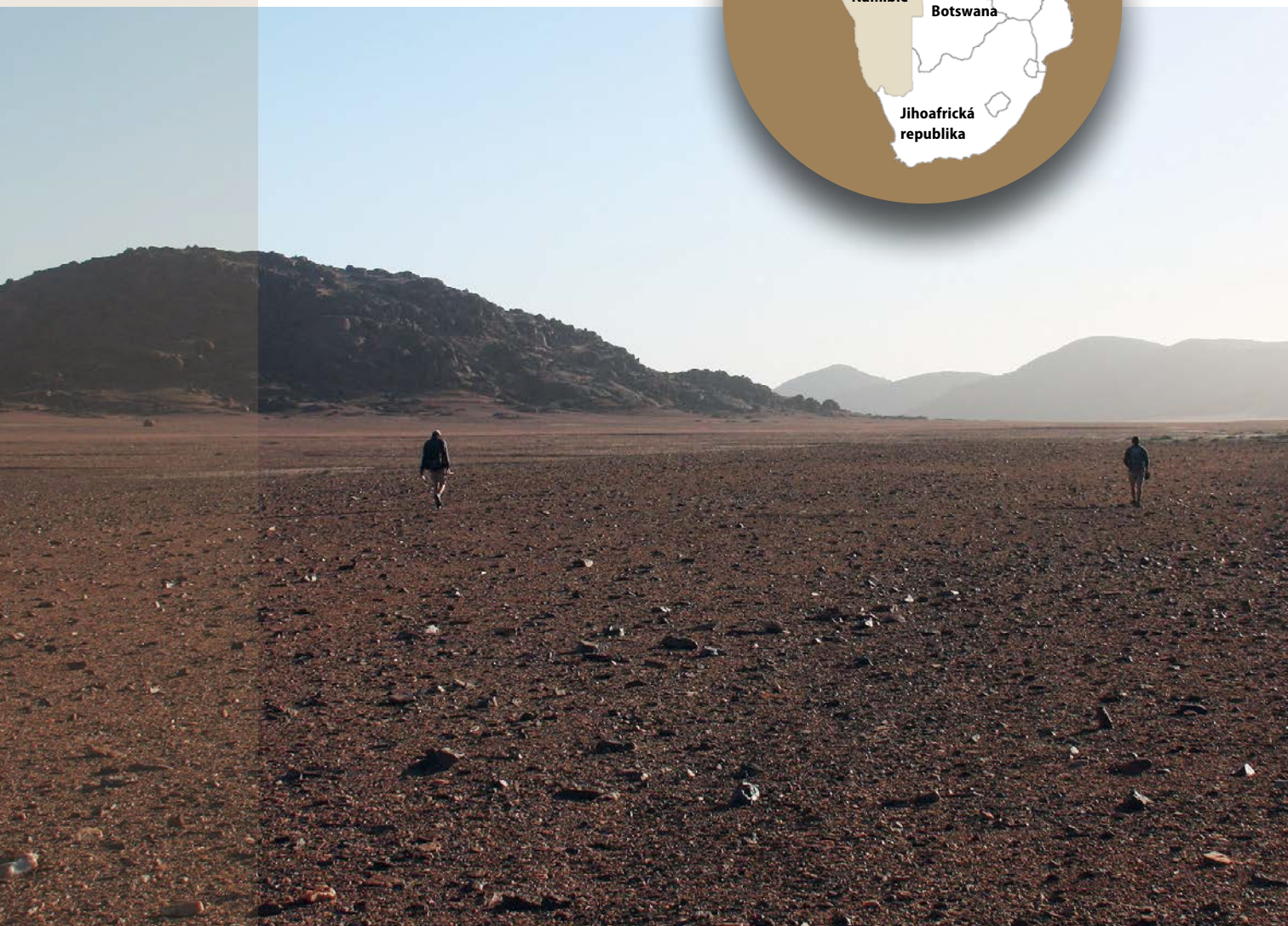
■ Dokumentace změn chemického složení pyroklastik souvrství La Unión a odběr vzorků pro analýzy a datování
Foto V. Rappich.



2007–2009

■ Typická krajina kamenité pouště Namib v severozápadní Namibii. Oblast v blízkosti údolí řeky Sechomib. Foto L. Tajčmanová.

Tektonické pochody v orogenním pásmu Kaoko v Namibii



V severozápadní Namibii byl na příkladu pásu Kaoko studován vztah tektonických pochodů a opakované magmatické aktivity během vzniku orogenních pásem. Projekt byl pokračováním dlouholetých výzkumů pracovníků České geologické služby, Ústavu petrologie a strukturní geologie PíF UK a Geofyzikálního ústavu AV ČR v této oblasti. Pás Kaoko představuje jedno z nejlépe odkrytých orogenních pásem, které bylo součástí neoproterozoického gondwanského superkontinentu. V nejvyšší metamorfované západní části tohoto orogénu se vyskytuje velké množství magmatických hornin, jejichž vznik zahrnuje čtyři časová období v rozmezí ~ 840–550 Ma. V rámci projektu byly vzorkovány a následně analyzovány granitoidní horniny a je doprovázející mafické horniny všech čtyř věkových skupin. Geochemické studium ukázalo, že nejstarší skupina (~ 840–800 Ma) je relativně primitivní a vznikla zřejmě v prostředí magmatického oblouku. Jde o horniny vzniklé frakcionací z pláště derivovaných magmat nebo přetavením mafických hornin z pláště odvozených. Geochemické charakteristiky granitoidů mladších skupin (~ 730–550 Ma) ukazují, že tyto horniny zřejmě vznikly během několika period parciálního tavení sedimentů vzniklých erozí kůry z oblasti staršího magmatického oblouku.



Druhá část projektu byla věnována strukturní analýze západní části pásu Kaoko. Pozorovaná sukcese deformačních struktur spolu s datováním metamorfózy a některých intruzivních těles ukazuje, že strukturní vývoj je řízen šikmým nasouváním zaobloukové pánve na ztenčený okraj konžského kratonu v období mezi ~ 580–550 Ma. V době okolo 550 Ma dochází díky rozsáhlému tavení okraje kratonu ke změně tektonického režimu. Šikmé nasouvání se mění v transkurentní pohyby, které vedou ke vzniku subvertikálních staveb a k postupné lokalizaci deformace do strmých střížných zón během následného chladnutí celého orogenního pásma.

■ Jižní část pásu Kaoko v severozápadní Namibii. Foto S. Ulrich.

2007–2011

■ Česká vědecká
polární stanice
Johana Gregora
Mendela na ostrově
Jamese Rosse.
Za průlivem
Prince Gustava je
vidět Antarktický
poloostrov.
Foto M. Barták.

Výzkum severní části Antarktického poloostrova a přilehlého ostrova Jamese Rosse



Pětiletý komplexní výzkumný projekt, který řešila Česká geologická služba v Antarktidě, byl zaměřen na severní část Antarktického poloostrova a na východě přiléhající ostrov Jamese Rosse a měl čtyři základní části.

V odledněné severní části ostrova Jamese Rosse byly v měřítku 1 : 25 000 vytvořeny topografická, geologická a geomorfologická mapa. Základní geologická mapa v měřítku 1 : 25 000 se stala výchozím podkladem pro jakékoliv další navazující studium geovědních problematik. Zároveň byla na mapovaném území studována geochemie a geneze vulkanitů a prováděn rozsáhlý paleontologický výzkum křídových hornin. Geologický vývoj širší oblasti byl doplněn studiem emplacementu antarktického batolitu a strukturně metamorfních a reologických mechanismů tvorby magmatického



■ Severní část poloostrova Ulu na ostrově Jamese Rosse umožňuje jako jedna z největších odledněných částí Antarktidy detailní studium vztahu zalednění a místního vulkanismu. Jedním z hlavních cílů geologického výzkumu bylo sestavení geologické mapy severní, odledněné části ostrova v měřítku 1 : 25 000. Geologové na snímku se vrací po sněhové bouři do terénu k Monolith Lake, aby pokračovali ve své práci. Foto B. Mlčoch.

■ > Ostrov Red Island v průlivu Prince Gustava je typickou ukázkou vulkánu typu „tuya“, vzniklého pod pevninským ledovcem. Svrchní příkrov láv, horizontálně uložený, utuhl již nad hladinou jezera, které vzniklo roztavením ledovce v důsledku vulkanické činnosti. Foto B. Mlčoch.

■ > Ráno v kempu na pobřeží zálivu St. Martha ostrova Jamese Rosse. Foto B. Mlčoch.





oblouku Antarktického poloostrova. Na ostrově Jamese Rosse na geologický výzkum navázalo geomorfologické mapování a dokumentace periglaciálních jevů. Výzkum nejmladší geologické historie posloužil k pochopení abiotických přírodních procesů během kvartéru včetně jednotlivých cyklů oteplování Země.

Hlavním cílem klimatologické části projektu bylo zlepšení globálního vědeckého poznání týkajícího se poklesu ozonu, změn v intenzitě UV záření a klimatických změn v oblasti horní troposféry a dolní stratosféry. Za tímto účelem byl na ostrově Seymour umístěn Brewerův spektrofotometr s automatickým on-line přenosem dat.

Biologická část projektu byla zaměřena na monitoring ptáků a savců na ostrově Jamese Rosse a detailní studium hnízdní biologie, chování a populační dynamiky dvou hlavních ptačích druhů – rybáka antarktického (*Sterna vittata*) a chaluhu antarktické (*Stercorarius maccormicki*).

Environmentální část projektu byla cílena na studium výskytu, koncentrací a chování organických polutantů, které byly do prostředí Antarktidy transportovány větry a atmosférickými srážkami, a také na dlouhodobé posouzení vlivu provozu české polární stanice na kvalitu okolního prostředí.

■ << Pohled z vrtulníku na umístění stanice na břehu průlivu Prince Gustava. V pozadí je vidět vrchol Bibby Point. Foto F. Holub.

■ Geologům se v Antarktidě podařilo nalézt také několik výjimečných exemplářů amonitů rodu *Eupachydiscus*. Amoniti, mlži a plži mají zachovalou původní perleť, která je podle nejnovějších výzkumů velmi důležitá pro studium evoluce jednotlivých skupin měkkýšů. Schránky některých měkkýšů jsou místy tak hojné, že v horninách převládají – proto říkáme, že jsou horninotvorné. Na některých lokalitách v severní části ostrova Jamese Rosse lze najít třeba i stovky schránek na jednom metru čtverečním a mezi nimi právě takové fosilie, které jsou nejlépe zachovalé pro studium fosilní perleti. Foto R. Vodrážka.



2009–2012

■ Pohled na rychle ubývající ledovec Whisky z vrcholku Santa Marta, porostlého lišejníky rodu *Usnea*. V pozadí jsou vidět vulkanické stěny Lookalike Peaks. Foto D. Nývlt.

Ústup zalednění severní části ostrova Jamese Rosse v Antarktidě



V rámci tohoto projektu byly pomocí metod dálkové průzkumu Země a terénního glaciologického měření hodnoceny plošné a objemové změny malých ledovců v severní, převážně odledněné části ostrova Jamese Rosse.

Z analýzy satelitních a leteckých snímků vyplynulo, že nejrychleji ubývajícím ledovcem je Whisky, který ubývá během posledních více než tří desetiletí rychlostí přes 70 cm vodního ekvivalentu ročně a plošně se od roku 1977 zmenšil o více než 20 %. Pomaleji ztrácí hmotu výše položený dómový ledovec Davies Dome. V průměru ubývá přibližně o 30 cm ročně a jeho plocha se za posledních 30 let zmenšila o necelých 15 %. Hodnoty pro Davies Dome odpovídají ledovci Bahía del Diablo na blízkém ostrově Vega, který studují argentinští glaciologové. Přímé terénní měření bilance



■ Ledovec Triangular s výrazně vyvinutými morénami.

Foto D. Nývlt.

■ Detailně provrásněné a křehkou tektonikou dále porušené flyšové metasedimenty Trinity Peninsula Group (?trias–spodní jura).
Foto V. Janoušek.



hmoty probíhající na ledovci Davies Dome od roku 2006 a na ledovci Whisky od roku 2009 však ukázalo na pozitivní bilanci hmoty v letech 2007 a především 2009, kdy na obou ledovcích došlo k přírůstku hmoty o více než 1 m. Roční variabilita přírůstku či úbytku hmoty ledovců však nemůže zastavit obecný trend odtávání pevninských a šelfových ledovců okolo Antarktického poloostrova. Získaná data tento rychlý trend jednoznačně potvrzují.

Ledovce v oblasti Antarktického poloostrova ustupují v důsledku nárůstu teplot, který je zde násobně vyšší než v ostatních částech naší planety.

■ << Vrtání ablačních tyčí na povrchu ledovce Davies Dome v roce 2009. Foto K. Lásk.



■ Na odledněném území severní části ostrova Jamese Rosse proběhl detailní výzkum hnízdní biologie rybáků jižních (*Sterna vittata*), chaluh antarktických (*Stercorarius maccormicki*, na snímku) a racků jižních (*Larus dominicanus*). V rámci tohoto výzkumu byly do vybraných hnízd rybáků instalovány teplotní datalogery, pomocí kterých může být hodnoceno inkubační chování a predace na hnízdech (záznamy z 33 hnízd rybáků), a kamerové systémy s nepřetržitým záznamem aktivity v hnízdech (záznamy z 16 hnízd rybáků). Také ostatní nalezená aktivní hnízda byla pravidelně kontrolována, aby mohla být hodnocena hnízdní biologie sledovaných druhů a přežívání hnízd. Foto V. Pavel.

od 2012

■ Západ slunce
po dešti v základním
táboře. Foto P. Hanžl.

Studium mechanismů vzniku kontinentální kůry a vývoje akrečních orogenních systémů v Mongolsku



Rozsáhlý výzkumný projekt je zaměřen na studium vývoje akrečního systému centrálního asijského orogenního pásu a mechanismů tvorby nové kontinentální kůry. Multidisciplinární výzkum využívá a kombinuje výsledky strukturní analýzy, petrologie, geochemie, geochronologie, geofyziky, paleomagnetismu a analogického i numerického modelování.

Projekt úzce navazuje na předchozí výzkumné, mapovací a ložiskové činnosti pracovníků České geologické služby a Ústavu petrologie a strukturní geologie PřF UK a probíhá ve spolupráci s mnoha zahraničními odborníky. Hlavní pozornost je soustředěna do oblastí mongolského a čínského Altaje a jihozápadního Mongolska, které tvoří jádro orogenního systému.



■ Počínající západ slunce v oblasti jezera Terchijn Tsagaan Nuur (Arkhangai). Foto C. Aguilar.

■ Výzkumný tým roku 2018. Foto P. Hanžl.



Tento region představuje unikátní kompletní profil fosilním akrečním systémem, který vznikl v období od neoproterozoika do mezozoika.

V rámci tohoto projektu bylo zjištěno stáří, charakter a vzájemné vztahy jednotlivých litotektonických jednotek. Provedené výzkumy ukazují, že vznik a vývoj studované části centrálního asijského orogenního pásu byl řízen především dlouhodobou existencí gigantického subdukčního systému Paleoasijského oceánu. Tento subdukční systém zahrnuje úplnou sekvenci od kontinentálních bloků, ofiolitů, magmatických oblouků až po akreční klín. Na tyto výsledky dále navazuje detailní studium tektono-metamorfního a magmatického vývoje, které umožní rekonstruovat celkový akreční vývoj regionu. Gravimetrické geofyzikální modelování poskytuje informace o tloušťce a charakteru jednotlivých korových jednotek a jejich rozhraních. Přispěje tak k pochopení hlubinné architektury kontinentální kůry této oblasti.

■ << Hra barev v údolí Gobi v altajské provincii. Foto A. Guy.



■ Členové výzkumného týmu ČGS studující různé deformační události pozorované v jemnozrnných metasedimentech (pískovcích) proložených vrstvami ryolitu. Severovýchodně od města Bumbugur. Foto C. Aguilar.

■ < Asymetrické zvrásnění kambrických vápenců v důsledku nahromadění kůry v křehkém režimu v kontextu pasivního okraje, oblast Taishir. Stáří struktur 750–500 Ma. Foto A. Guy.

Získané informace a výsledky, které jsou průběžně publikovány v prestižních mezinárodních časopisech, budou v závěru využity nejen k sestavení syntetického modelu geodynamického vývoje mongolské části centrálního asijského orogenního pásu, ale poslouží také k lepšímu pochopení hlavních prvků vývoje akrečních orogenních systémů a mechanismů vzniku kontinentální kůry obecně.

SEZNAM PROJEKTŮ

Strana	Seznam projektů s původními názvy	Doba řešení	Financování	Vedoucí projektu
GEOHAZARDY				
6	Geologický výzkum přírodních rizik v severozápadní části Nikaraguy	2004–2009	MŽP/MZV	RNDr. Petr Hradecký
6, 10, 14	Regionální geologický výzkum pro definici a predikci přírodních nebezpečí v centrální části Střední Ameriky (Nikaragua, Kostarika, Salvador)	2007–2009	MŽP/MZV	RNDr. Petr Hradecký
14	Geologický výzkum přírodních rizik ve středním Salvadoru, v provinciích San Salvador, Cuscatlán a La Libertad	2003–2005 2007–2009	MŽP/MZV	RNDr. Petr Hradecký
18	Hodnocení přírodních rizik ve střední a horní části povodí řek Chiry a Piury v severozápadní části Peru, výzkum možností předvídání přírodních katastrof a zmírňování následků škod	2003–2006	MŽP/MZV	Mgr. Daniel Nývlt, Ph.D.
18	Výzkum a průzkum geomorfologických a hydrogeologických podmínek v povodí řeky Piura ke snížení environmentálních faktorů omezujících sociální a ekonomický rozvoj regionu, Peru	2007–2010	MŽP/MZV	Mgr. Michal Rajchl, Ph.D.
22	Hodnocení náchylnosti k sesouvání v hornatých částech Gruzie na příkladu ohrožených sídel, mezinárodní silnice a energovodů v municipalitě Dusheti	2014–2017	Česká rozvojová agentura	Mgr. Aleš Havlín, Ph.D.
26	Rozvoj kapacit v oblasti environmentální geologie – mapování georizik včetně hydrogeologických podmínek v oblasti Dila a Hosaina	2012–2014	Česká rozvojová agentura	Mgr. Vladislav Rapprich, Ph.D.
30	Studie přírodních fenoménů ohrožujících zemědělskou produkci ve vybraných zónách SNNPR	2015–2018	Česká rozvojová agentura	doc. RNDr. Kryštof Verner, Ph.D.
ENVIRONMENTÁLNÍ GEOLOGIE				
36	Zhodnocení vlivu těžby a úpravy rud na životní prostředí v hornických oblastech Namíbie	2004–2006	MŽP/MZV	doc. RNDr. Bohdan Kříbek, Dr.Sc.
40	Průzkum zdrojů vod se zaměřením na oblasti postižené suchem (Etiopie)	2006–2008	MŽP/MZV	RNDr. Jiří Zvelebil
44	Zhodnocení vlivu těžby a zpracování mědno-kobaltových rud na životní prostředí v oblasti Copperbeltu v Zambii	2004–2006	MŽP/MZV	doc. RNDr. Bohdan Kříbek, Dr.Sc.
44	Řešení dopadů vlivu těžby a zpracování rud na životní prostředí a zdraví obyvatel ve vybraných oblastech Centrální provincie a provincie Copperbelt, Zambie	2008–2010	MŽP/MZV	doc. RNDr. Bohdan Kříbek, Dr.Sc.

Strana	Seznam projektů s původními názvy	Doba řešení	Financování	Vedoucí projektu
48	Vliv těžby a úpravy rud na životní prostředí v provincii Copperbelt v Zambii: Model cyklů těžkých kovů a síry v půdách, sedimentech, vodách a vegetaci	2008–2010	GAČR	doc. RNDr. Bohdan Kříbek, Dr.Sc.
52	Monitorování prашného spadů z hutě v Nkaně a environmentální vzdělávání na středních školách Nkana, Wusakile a Mukuba v Kitwe v Zambii	2008	MŽP/MZV	doc. RNDr. Bohdan Kříbek, Dr.Sc.
NEROSTNÉ SUROVINY				
58	Ocenění zdrojů zlata po domorodé těžbě v Burkině Faso a možnosti jejich dalšího využití	2003–2005	MŽP/MZV	RNDr. Jan Pašava, CSc.
62	Tektonický vývoj a prognóza nerostného potenciálu západní Afriky	2010–2013	zakázka	doc. RNDr. Bohdan Kříbek, Dr.Sc.
66	Geologické mapování vybraných oblastí Mongolska v měřítku 1 : 50 000	2003–2007	MŽP/MZV	RNDr. Pavel Hanžl, Dr.
70	Marketingové zhodnocení vybraných licencí Moravia Steel, Mongolsko	2008–2012	zakázka	RNDr. Petr Mixa
74	Posouzení ložiskového prospektu Ongon Ulaan Uul v jižní Gobi, Mongolsko	2009	zakázka	RNDr. Antonín Seifert, CSc.
76	Geologické mapování 1 : 50 000 a zhodnocení ekonomického potenciálu vybrané oblasti západního Mongolska	2013–2016	Česká rozvojová agentura	RNDr. Vladimír Žáček
78	Rozvojová pomoc Afghánistánu při obnově fungování geologických institucí se zaměřením na využívání surovinových zdrojů	2005–2007	MŽP/MZV	Ing. Ilja Kněsl
82	Zhodnocení lokalit železných a manganových rud v Íránu	2010–2012	zakázka	RNDr. Petr Mixa
86	Zdroje, transport a frakcionace platinoidů na vybraných gigantických ložiskách zlata a mědi v Uzbekistánu	2007–2009	MŠMT	RNDr. Jan Pašava, CSc.
90	Frakcionace platinoidů v různých typech geologického prostředí na příkladech vybraných rudních ložisek Polárního Uralu	2007–2009	MŠMT	RNDr. Jan Pašava, CSc.
VZDĚLÁVÁNÍ				
96	Školení odborníků z Íránské geologické služby v geologickém mapování v měřítku 1 : 25 000 na území vybraných mapových listů íránské provincie Východní Ázerbájdžán	2006–2010	zakázka	RNDr. Jiří Babůrek, Ph.D.

Strana	Seznam projektů s původními názvy	Doba řešení	Financování	Vedoucí projektu
100	Zvýšení kvality vysokoškolského vzdělávání v oborech věd o Zemi zaměřené zejména na aplikované obory zaměřené na boj s hazardy	2013–2015	Česká rozvojová agentura	Mgr. Vladislav Rapprich, Ph.D.
104	PanAfGeo: Geovědní odbornosti a kvalifikace v afrických geologických službách	2017–2019	Evropská unie	Mgr. Veronika Štědrá, Ph.D.
108	Implementace metodických postupů v geologických vědách za účelem zvýšení kvality postgraduálního studia na univerzitě v Addis Abebě (Etiopie)	2018–2019	Česká rozvojová agentura	doc. RNDr. Kryštof Verner, Ph.D.
112	GEOCHIM/UNESCO – postgraduální kurz v metodách geochemické prospekce a jejich environmentálních aplikacích	1999–2005	MŽP/MZV	RNDr. Jan Pašava, CSc.
VÝZKUM A VÝVOJ				
118	Vznik magmatu v kontinentálním zaoblukovém prostředí: geochemická a izotopická variabilita v centrální části středoamerického vulkanického oblouku	2006–2008	GAČR	Mgr. Vojtěch Erban, Ph.D.
120	Vztah tektonických pochodů a opakované magmatické aktivity během vzniku orogenních pásem – příklad pásu Kaoko v SZ Namibii	2007–2009	GAČR	Mgr. Jiří Konopásek, Ph.D.
122	Příspěvek ČR k zajištění stavu ozonové vrstvy Země a slunečního UV záření v Antarktidě, paleoklimatická a paleogeografická rekonstrukce vybraného území Antarktidy a související geologické studium a mapování	2007–2011	GAČR	RNDr. Petr Mixa
126	Recentní deglaciace severní části ostrova Jamese Rosse, Antarktida	2009–2012	GAČR	Mgr. Daniel Nývlt, Ph.D.
130	Mechanismy vzniku kontinentální kůry a vývoje akrečních orogenních systémů (Mongolsko, centrální asijský orogenní pás)	od 2012	GAČR	prof. RNDr. Karel Schulmann, CSc.

Česká geologická služba v zahraničí

Vydala Česká geologická služba, Klárov 3, Praha 1

Editor Petr Maděra

Obálka Eva Šedinová

Grafická úprava Oleg Man

Vytisklo Tiskové centrum České geologické služby

Druhé, revidované a doplněné vydání

03/9 446-414-19

© Česká geologická služba, 2022

ISBN 978-80-7075-966-0



Česká geologická služba

Česká geologická služba je respektovaná státní organizace, která vytváří, uchovává a poskytuje nestranné expertní geologické informace pro státní správu, soukromý sektor a veřejnost.

Je státní příspěvkovou organizací, resortním výzkumným ústavem Ministerstva životního prostředí, pověřeným výkonem státní geologické služby na území ČR. Je jedinou institucí, jejímž posláním je soustavný výzkum geologické stavby v rozsahu celého území ČR.

Činnost České geologické služby je založena na optimálním propojení služeb pro společnost se špičkovým výzkumem v oblasti geologických věd, přírodních zdrojů, geologických rizik a ochrany životního prostředí.

Jako mezinárodně uznávaná vědecká instituce pružně reaguje na potřeby dlouhodobě udržitelného rozvoje společnosti a zároveň plní významnou úlohu ve vzdělávání a popularizaci geologie.

Hlavní oblasti činnosti

- geologický výzkum a mapování
- horninové prostředí a jeho ochrana
- nerostné suroviny a vlivy těžby na životní prostředí
- geologická rizika, prevence a zmírňování jejich dopadů
- správa a poskytování geovědních informací

Poslání

- výkon státní geologické služby podle zákona č. 62/1988 Sb. (o geologických pracích)
- regionální výzkum, geologické mapování a tvorba geologických 3D modelů území České republiky
- základní a aplikovaný výzkum v oblasti geologických rizik, nerostných surovin, zdrojů podzemních vod, ochrany horninového prostředí a ochrany životního prostředí
- pořizování, shromažďování a vyhodnocování informací o geologickém složení území, nerostných surovinách a geologických rizicích na území ČR
- poskytování geovědních informací a odborná podpora pro rozhodování ve věcech státního a veřejného zájmu
- mezinárodní spolupráce a zahraniční rozvojová pomoc
- vzdělávání v geovědních disciplínách a v oblasti ochrany životního prostředí

Vize

Česká geologická služba chce být pilířem českého státu v poskytování geovědních informací, sloužících zejména k rozhodování ve věcech přírodních zdrojů, rizik a udržitelného rozvoje. Na základě vysoké odbornosti bude rovněž posilovat své postavení vůdčí výzkumné instituce v oboru věd o Zemi.



www.geology.cz

