

VÝROČNÍ ZPRÁVA 2012

REGIONÁLNÍ PODZEMNÍ VÝZKUMNÉ CENTRUM
URC JOSEF



ČVUT v Praze
Fakulta stavební



URC Josef

OBSAH

Slovo úvodem.....	1
Zaměstnanci CEG	2
O pracovišti	8
CEG	8
Podzemní laboratoř Josef	8
URC Josef	10
Výuka.....	11
Předměty bakalářského studia	11
Předměty navazujícího magisterského studia ..	12
Doktorské studium	13
Obhájené bakalářské a diplomové práce	14
Projekty	18
Schéma podzemí.....	31
Vybrané publikace 2012	33
Kde nás najdete	34

Vážení čtenáři,

čtvrtým vydáním „Ročenky“ bychom vám opět rádi představili všechny nejdůležitější aktivity našich pracovišť v uplynulém roce. Rok 2012 byl prvním rokem, kdy v plném rozsahu začalo fungovat Regionální podzemní výzkumné centrum URC Josef. Abychom rozlišili aktivity realizované v areálu štoly Josef, jsou od roku 2012 formálně ustanovena dvě samostatná pracoviště.

Podzemní laboratoř Josef představují zprovozněné prostory ve štolě Josef, kde se realizuje in situ výuka, výzkumné projekty i další akce. Regionální podzemní výzkumné centrum URC Josef reprezentuje zrekonstruovaná budova a aktivity v ní probíhající. Nové prostory v budově ožily nájemci, tzn. firmami, které společně s námi v podzemí štoly Josef řeší výzkumné projekty. Činnosti obou pracovišť se samozřejmě prolínají a společným zájmem je, aby vše fungovalo k maximální spokojenosti „hostů i domácích“.

Naším trvalým záměrem je „otevřít“ naše pracoviště ve větší míře i kolegům ze zahraničí – v roce 2012 proběhla jednání o možné spolupráci se zástupci Ruska, Chorvatska, Koreje i Austrálie.

Prof. Ing. Jaroslav Pacovský, CSc.
vedoucí CEG



ČVUT v Praze
Fakulta stavební



Centrum
experimentální
geotechniky



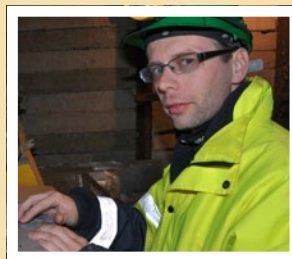
URC Josef



Prof. Ing. Jaroslav Pacovský, CSc.
vedoucí CEG

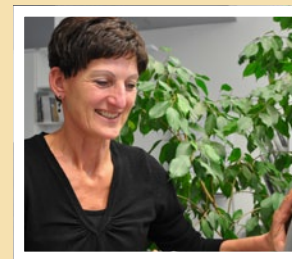
Absolvoval Fakultu stavební ČVUT v Praze, obor Konstrukce a dopravní stavby, kde je také od roku 1977 zaměstnán. V roce 1998 se hlavní měrou zasloužil o vznik nového pracoviště - Centra experimentální geotechniky (CEG). V roce 2004 byl jmenován profesorem v oboru Teorie stavebních konstrukcí a materiálů.

Je autorem myšlenky zprovoznit pro výuku a výzkum opuštěné důlní dílo štola Josef, inicioval rovněž vznik vědecko-technického parku „Regionální podzemní výzkumné centrum URC Josef“.



Ing. Jiří Svoboda, Ph. D.
zástupce vedoucího, odborný asistent

V roce 1999 absolvoval Fakultu stavební ČVUT v Praze, obor Konstrukce a dopravní stavby. Dále pokračoval v doktorském studiu obor Fyzikální a materiálové inženýrství, které ukončil v roce 2004. V CEG pracoval při studiu jako pomocná vědecká síla, během doktorského studia na částečný úvazek, stálým zaměstnancem je od roku 2004. Spoluzodpovídá za výzkumné aktivity CEG. Zastupuje CEG jako zodpovědný řešitel mezinárodních projektů.



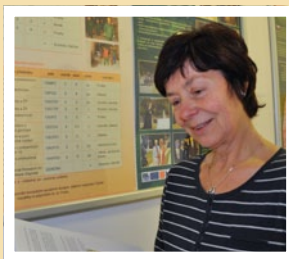
Ing. Jana Hubálovská
ekonomka

V roce 1979 absolvovala Fakultu stavební ČVUT v Praze, obor Ekonomika a řízení stavebnictví. Členem týmu CEG je od 1. 1. 2011. Zodpovídá za administrativní a ekonomický chod pracoviště, podílí se na administraci řešených projektů, zajišťuje jejich technickou podporu a provádí kontrolu jejich průběžného financování. Dále je pověřena úkony spojené s personálními záležitostmi.



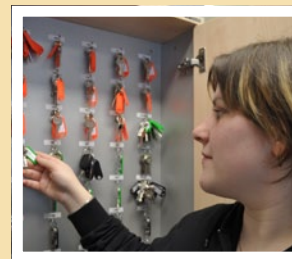
Ing. Radek Vašíček, Ph. D.
odborný asistent

V roce 2001 absolvoval Fakultu stavební ČVUT v Praze, obor Konstrukce a dopravní stavby. V roce 2007 zakončil doktorské studium v oboru Fyzikální a materiálové inženýrství. V CEG pracoval již jako student, stálým zaměstnancem je od roku 2007. V roce 2006 absolvoval studijní pobyt v SKB Äspö Hard Rock Laboratory ve Švédsku. Odpovídá za pedagogické aktivity CEG, provoz akreditované geotechnické laboratoře a spolupracuje na výzkumných projektech.



Ing. Danuše Nádherná
odborná asistentka

V roce 1981 absolvovala Fakultu stavební ČVUT v Praze, obor Ekonomika a řízení stavebnictví. S CEG spolupracovala externě od roku 2006, v roce 2008 se stala stálým zaměstnancem. Zajišťuje kompletní inženýrskou činnost a bezpečnostní dozor ve štolě Josef, zodpovídá za správu povrchového areálu a podílí se na přípravě a administraci projektů. Spolupracuje na aktivitách pro prezentaci pracoviště a organizuje prohlídky veřejnosti. V roce 2012 se stala garantem kurzu „Štola Josef - historie a současnost“ pořádaného v rámci Univerzity třetího věku.



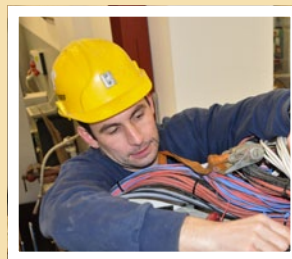
Monika Růžicková
recepční

V roce 2010 absolvovala Obchodní akademii v Příbrami a od srpna 2011 je zaměstnaná v CEG. Podílí se na zajišťování provozu podzemí, budovy URC Josef a objektů umístěných v povrchovém areálu štolý Josef. Zodpovídá za kontrolu a evidenci všech osob vstupujících do areálu štolý Josef i podzemí.



Josef Barták
technik

V CEG pracuje od roku 2010. Odpovídá za údržbu a provoz povrchového areálu štoly Josef a údržbu mechanizace. Podílí se na technické přípravě výuky, na technické podpoře výzkumných aktivit i na rekonstrukci a zprovoznění štoly Josef.



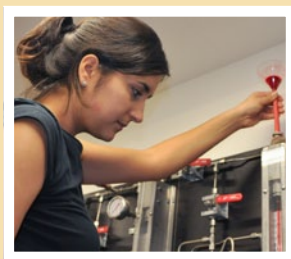
Vladimír Kašpar
technik

V CEG pracuje od roku 1998. Zajišťuje především přípravu měření při experimentálních pracích, zodpovídá i za zámečnické a stavební práce při výstavbě experimentů. Podílí se na rekonstrukci a zprovoznění nových úseků štoly Josef. Má na starost podporu výuky.



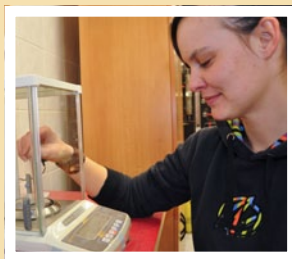
Petr Růžička
technik

V CEG pracuje od roku 2009. Odpovídá za údržbu a provoz povrchového areálu štoly Josef. Podílí se na technické přípravě výuky, na technické podpoře výzkumných aktivit i na rekonstrukci a zprovoznění štoly Josef.



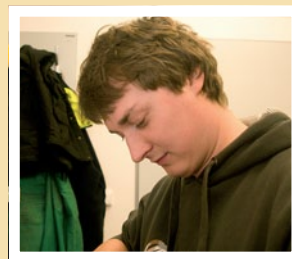
Ing. Lucie Hausmannová
studentka doktorského studia

Je studentkou doktorského studia oboru Fyzikální a materiálové inženýrství. V CEG je zaměstnána na částečný úvazek a podílí se na výuce předmětu Mechanika zemin a Laboratoř geotechniky. Spoluzodpovídá za laboratorní zkoušky materiálů inženýrských bariér. Absolvovala „Timodaz training course“ pořádaný EU – ITC v Barceloně a International Interdisciplinary CCS Summer School 2010 na Špicberkách pod záštitou IEA Green house Gas Programme. Každoročně se podílí na praktické výuce pro zahraniční i tuzemské kurzy realizované v areálu štol Josef.



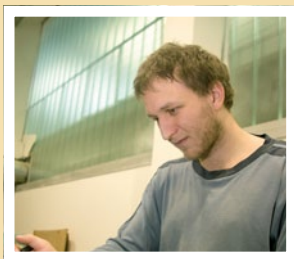
Ing. Markéta Levorová
studentka doktorského studia

Je studentkou doktorského studia oboru Fyzikální a materiálové inženýrství. V CEG je zaměstnána na částečný úvazek a podílí se na výuce předmětu Mechanika zemin. Spoluzodpovídá za laboratorní zkoušky a měření. Absolvovala „Timodaz training course“ pořádaný EU – ITC v Barceloně. V roce 2011 absolvovala mezinárodní výukový kurz PETRUS II zaměřený na geologické ukládání radioaktivního odpadu konaného v areálu štol Josef a v Praze. Každoročně se podílí na praktické výuce pro zahraniční i tuzemské kurzy realizované v areálu štol Josef.



Ing. Zbyněk Kaisr
student doktorského studia

V lednu 2012 absolvoval navazující magisterský obor Konstrukce a dopravní stavby, zaměřený Geotechnika. Od února 2012 je studentem doktorského studia oboru Fyzikální a materiálové inženýrství. V CEG byl zaměstnán na částečný úvazek. Pomáhal při rekonstrukci a zprovoznování nových úseků štol Josef i při zajištění experimentálního výzkumu v laboratořích CEG. Jeho novým působištěm je firma Subterra a. s., kde uplatní své nabyté znalosti a zkušenosti.



Ing. Václav Lahoda
student

V červnu 2012 absolvoval navazující magisterský studijní obor Konstrukce a dopravní stavby. Na pracovišti CEG byl zaměstnán od října 2011 do prosince 2012 na částečný úvazek. Pomáhal při rekonstrukci a zprovoznování nových úseků štoly Josef a při přípravě a realizaci projektů.



Ing. Jan Smutek
student doktorského studia

Je studentem doktorského studia oboru Fyzikální a materiálové inženýrství, souběžně byl v CEG do prosince 2012 zaměstnán na částečný úvazek. V rámci výukových aktivit katedry se podílí na výuce předmětu Mechanika zemin a Laboratoř geotechniky a také na praktické výuce pro zahraniční i tuzemské kurzy realizované v areálu štoly Josef. Spolupracuje na projektech spojených s experimentálním výzkumem plynopropustnosti horninového masivu. V roce 2012 se zúčastnil kurzu na univerzitě UPC v Barceloně zaměřeného na software Code_Bright, používaný pro analýzu termo-hydro-mechanických procesů v geologickém prostředí.



Ing. Jiří Štáška
student doktorského studia

Studuje doktorské studium - obor Fyzikální a materiálové inženýrství. V CEG je zaměstnán na částečný úvazek a podílí se na výuce předmětu Mechanika zemin. Zodpovídá za experimentální práce při řešení problematiky výplňových těsnění nanášených nástřikem. V roce 2011 absolvoval tříměsíční stáž v Mezinárodní agentuře pro atomovou energii ve Vídni. Pod jeho vedením byla v prosinci 2012 úspěšně dokončena výstavba in situ fyzikálního modelu úložného místa pro vyhořelé jaderné palivo a spoluodpovídá za přípravu fyzikálního modelu pro dlouhodobé tepelné zatěžování bentonitu v in situ podmínkách.



Bc. Zbyněk Venkrbec
student

Od roku 2006 studuje obor Konstrukce a dopravní stavby Fakulty stavební ČVUT v Praze a v roce 2011 obhájil úspěšně bakalářskou práci. V současnosti studuje první ročník navazujícího magisterského studia téhož oboru. V CEG je zaměstnán od roku 2010 na částečný úvazek. Pomáhá při rekonstrukci a zprovoznování nových úseků štoly Josef i při zajištění experimentálního výzkumu v laboratořích CEG. Každoročně se podílí na praktické výuce pro zahraniční i tuzemské kurzy realizované v areálu štoly Josef.

Ostraha areálu URC Josef



Ladislav Kubišta



Jan Rýdl



Lubor Stoulil



Michal Rýdl

O PRACOVÍŠTI

Od počátku roku 2012 začalo Centrum experimentální geotechniky (CEG) fungovat podle zcela nového „jízdního řádu“. Všichni pracovníci CEG mají své kmenové pracoviště v Praze, ale významný podíl jejich činnosti je nyní soustředěn v „Regionálním podzemním výzkumném centru URC Josef“. V prostorách Fakulty stavební v Praze zůstalo pouze nezbytné zázemí (3 kanceláře a laboratoř) pro pedagogickou činnost odborných asistentů a doktorandů. Počáteční nezvyk z cestování na trase Praha - štola Josef se stal každodenní rutinou a černý Renault Trafic v barvách štoly Josef vyjíždí z Prahy se železnou pravidelností.

CEG

Centrum experimentální geotechniky je samostatným pracovištěm Fakulty stavební ČVUT v Praze od roku 1998 a svou pedagogickou činnost zaměřuje především na praktické seznámení studentů s laboratorními zkouškami a **experimenty z oboru geotechniky, na zkoušky in situ** a na měření související se zakládáním staveb a s podzemními stavbami. Výuka všech předmětů zůstala zachována ve stejném rozsahu i po dislokaci části aktivit CEG do areálu štoly Josef. Veškeré vybavení pro výuku zůstává ve stávajících prostorech FSv v Dejvicích, přemístila se pouze některá zařízení určená pro výzkumné účely. Akreditované laboratorní zkoušky týkající se určování vlastností zemin a hornin se budou provádět v nových laboratořích v budově URC Josef.

Hlavní náplň práce CEG již řadu let tvoří výzkumná a experimentální činnost, nyní realizovaná především v Podzemní laboratoři Josef. Výzkumné projekty jsou soustředěny na oblast **ukládání radioaktivních odpadů (RAO)** do hlubinného úložiště a dalších souvisejících témat.

PODZEMNÍ LABORATOŘ JOSEF

Pracoviště Podzemní laboratoř Josef (dříve dle projektu JPD3 nazývané Podzemní výukové středisko Josef) doznalo od června 2007, kdy bylo zprovozněno prvních 650 m



Portálek na úbočí Koňského vrchu



Areál štoly v zimním



Makrovzorky projektu Stiromas



Mock-Up Josef - zapojení monitoringu



Návštěva kolegů z Koreje

podzemních chodeb, razantních změn. V podzemí je možné nyní využívat více jak 5 km prostor. Zprovozněním „zastřelené“ **větrací štolý ve svahu Koňského vrchu** v loňském roce se nyní přirozeně odvětrává oblast Čelina-východ, vstup do větrací štolý umožňuje nové postavený kamenný portálek.

Standardně zde probíhá výuka předmětů bakalářských a magisterských oborů Fakulty stavební, studenti zde řeší experimentálně zaměřené bakalářské, diplomové a doktorské práce. I nadále využívají pedagogové čtyř spolupracujících univerzit (ČVUT v Praze, VŠCHT v Praze, TU v Liberci a MU Brno) „Meziuniverzitní podzemní laboratoř“ pro vzdělávání svých studentů.

V září 2012 se již podruhé uskutečnila jednodenní akce „**Den štolý Josef**“, určená pro **středoškoláky** z příbramského regionu. Z prostředků „Fondy ČVUT na podporu celoškolských aktivit 2012“ byly připraveny demonstrace činností, které studentům v netradičním vysokoškolském prostředí přiblížily studium technických oborů. Štola Josef se v říjnu stala i místem pro uspořádání kurzu univerzity 3. věku nazvaný „Štola Josef – historie a současnost“. 10 seniorů se ve třech denních lekcích seznámilo s historií těžby zlata, s tématy výzkumných projektů i s problematikou ukládání RAO.

V minulém roce navštívila Podzemní laboratoř Josef řada odborníků ze zahraničí, kteří **projevili zájem o spolupráci v oblasti výzkumu** – např. z Khlopina institutu v Petrohradě, chorvatští kolegové ze záhřebské univerzity, zástupci korejského výzkumného institutu pro atomovou energii (KAERI) i australští kolegové z univerzity ve Wollongongu. V září se zde uskutečnil druhý ročník týdenního výukového kurzu v rámci evropského projektu PETRUS II, kterého se zúčastnili studenti z Francie a Španělska.

Výzkumné projekty související s problematikou ukládání RAO jsou jednou z nejdůležitějších aktivit pracoviště od samého zahájení provozu. Rozrážky, ve kterých se projekty a experimenty realizují, se nacházejí v lokalitách Čelina-západ, Mokrsko-západ a postupně se začínají zprovozňovat i části v oblasti Mokrsko-východ. V roce 2012 se naplno **rozběhly práce na dalších třech projektech v lokalitě Mokrsko-západ**.

V neposlední řadě je štola Josef přístupná široké veřejnosti – od května do září zde probíhají prohlídky, <http://ceg.fsv.cvut.cz>. V sezoně 2012 navštívilo štolu téměř 1000 návštěvníků.

S rozšířením podzemních prostor dojde také k zatraktivnění prohlídkové trasy pro návštěvníky – do 2 km vzdálené oblasti Mokrsko budou dopravováni mikrobusy. Rovněž začaly práce na zpřístupnění některých částí v oblasti Čelina-východ, kde se nachází **jedinečný podzemní prostor velkoobjemové kaverny** (8 000 m³ vytěžené horniny).

Neobvyklá akce se uskutečnila ve štolě Josef v únoru 2012, kdy zástupci z České společnosti pro ochranu netopýrů sčítali „zazimované“ netopýry. Celkem bylo v páteřní štolě identifikováno 25 netopýrů náležících k pěti různým druhům.

URC JOSEF

V loňském roce již v plné míře fungovalo „Regionální podzemní výzkumné centrum URC Josef“, které spolu s Podzemní laboratoří Josef tvoří **jedinečný experimentální a výukový komplex**. Realizace projektu – stavební práce na rekonstrukci šachetního objektu v povrchovém areálu stoly Josef včetně pořízení veškerého potřebného vybavení – proběhla od července 2010 do prosince 2011.

URC Josef si klade za cíl:

- **technologický vývoj a inovace zaměřené na obor podzemních staveb**
- **rychlejší transfer výsledků výzkumu k praktickým aplikacím**
- **trénink a rekvalifikace pracovníků podzemních staveb**
- **marketinkové aktivity, expertní služby a akreditované zkušebnictví**

Objekt poskytuje zázemí zejména inovačním firmám. Prostředí URC Josef přilákalo kromě malých a středních firem i renomované společnosti, jakými jsou Metrostav a. s., ÚJV Řež a. s., SÚRAO. Všechny uvedené firmy jsou od zahájení provozu klienty URC Josef a zůstávají ve svých pronajatých prostorech i pro další rok.

Personálně a odborně zajišťuje provoz URC Josef tým pracovníků CEG. V České republice ani v Evropě neexistuje pracoviště, které poskytuje **infrastrukturu, prostředí a služby jako URC Josef**. Svým zaměřením nabízí jedinečné podmínky pro výzkum, trénink a marketink v oblasti podzemních staveb.



Vrtačka Hilti v akci



Budova URC



Vrtání na jádro



Kontrola po vrtání

VÝUKA

Předměty vyučované pedagogy CEG jsou svým specifickým zaměřením určeny především pro studenty oborů Konstrukce a dopravní stavby a Inženýrství životního prostředí. Jedná se o předměty orientované na experimentální geotechniku, jejichž výuka probíhá jak v laboratořích CEG, tak v Podzemní laboratoři Josef. Témata závěrečných prací obvykle úzce souvisejí s výzkumnými projekty řešenými v CEG. V areálu štoly Josef a v podzemních prostorách se také vyučují předměty studijního programu Geodézie a kartografie FSV a svou výuku zde mají i studenti dalších vysokých škol (např. VŠCHT Praha, TUL, MU Brno).

PŘEDMĚTY BAKALÁŘSKÉHO STUDIA

Požární spolehlivost podzemních staveb je povinný předmět pro studijní obor Požární bezpečnost staveb. Studenti jsou seznámeni se základní charakteristikou podzemních děl, s riziky a jejich prevencí při výstavbě a provozování, báňskými předpisy i dalšími tématy souvisejícími s podzemními stavbami. Důraz je kladen především na požární a bezpečnostní problematiku.

Projekt 2 a Projekt D připravují studenty oboru Inženýrství životního prostředí, resp. Konstrukce a dopravní stavby na vypracování bakalářské práce tematicky zaměřené na experimentální geotechniku. Studenti se seznamují s odbornou literaturou, zpracovávají rešerše, řeší praktické příklady související se zvolenou problematikou jak v laboratořích CEG, tak in situ v Podzemní laboratoři Josef. Předmět je zakončen vypracováním osnovy bakalářské práce s návrhem, jak zadaný problém řešit.

Bakalářská práce nabízí studentům oborů Konstrukce a dopravní stavby a Inženýrství životního prostředí příležitost vypracovat prakticky orientované bakalářské práce, zaměřené na aktuální témata z oboru geotechniky. Pro řešení mohou využívat povrchové geotechnické laboratoře i podzemí štoly Josef.

PŘEDMĚTY NAVAZUJÍCÍHO MAGISTERSKÉHO STUDIA

Laboratoř geotechniky má ve své náplni geotechnické in situ i laboratorní zkoušky sloužící pro stanovení parametrů hornin a zemin. Tyto parametry jsou klíčové pro další geotechnické výpočty. Jedná se o fyzikální, hydrofyzikální a termofyzikální vlastnosti, pevnostní a deformační parametry.

Experimentální analýza konstrukcí - část geotechnika je zaměřena na praktická cvičení v reálných podmínkách v Podzemní laboratoři Josef. Po seznámení s Provozními řády pracoviště následují celodenní cvičení z oblasti monitoringu podzemních konstrukcí, aplikace a kontroly provedení těsnících jílových materiálů a analýzy vybraných parametrů horninového prostředí.

Diplomový seminář představuje přípravu pro řešení tématu diplomové práce z oblasti experimentální geotechniky. Součástí je studium literatury, rešerše, seznámení se s řešenou problematikou na praktických příkladech. Zakončen je konceptem řešení diplomové práce.

Diplomová práce je určena pro studenty navazujících magisterských oborů Konstrukce a dopravní stavby a Inženýrství životního prostředí, kteří v rámci svého oborového zaměření řeší diplomovou práci z oblasti experimentální geotechniky. Témata prací obvykle úzce souvisejí s výzkumnými projekty zpracovávaných v CEG. Pro řešení prací studenti využívají jak geotechnické laboratoře, tak Podzemní laboratoř Josef.

Experimentální výzkum ukládání radioaktivních odpadů je volitelný předmět a zabývá se problematikou bezpečného izolování radioaktivních odpadů. Studenti se seznámí se základními principy ukládání radioaktivních odpadů, s vlastnostmi materiálů na bázi bentonitu pro konstrukci inženýrské bariéry hlubinného úložiště, s fyzikálním modelováním, s praktickými úlohami v Podzemní laboratoři Josef. Předmět se vyučuje také v angličtině.

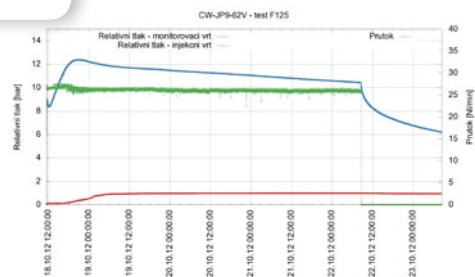
Geotechnika v Podzemní laboratoři Josef je také volitelný předmět, který nabízí praktická cvičení z geotechniky studentům všech oborů. Výuka probíhá v Podzemní laboratoři Josef. Nejprve jsou studenti seznámeni s pracovištěm (historie, současná podoba, výzkumná činnost), pravidly pohybu v podzemí a s příslušnými Provozními řády. Následují celodenní praktická cvičení, jejichž základem jsou geotechnická cvičení předmětu „Experimentální analýza konstrukcí“.



Výuka u propustoměru



Výklad před praktickým cvičením



Graf vývoje tlaku ve vrtech



Zaplněná testovací komora

DOKTORSKÉ STUDIUM

CEG je pracoviště, které rovněž vede studenty doktorského studia oboru „Fyzikální a materiálové inženýrství“. V současnosti studuje a připravuje se na obhájení své disertační práce 5 studentů.

Pod vedením prof. Pacovského se připravují Markéta Levorová, Jiří Štáštka a Zbyněk Kaisr. M. Levorová i J. Štáštka studují třetím rokem a téma jejich práce je „Redistribuce napětí v horninovém masivu vyvolaná tepelným namáháním“, resp. „Fyzikální modelování při řešení problematiky izolování radioaktivních odpadů“. Z. Kaisr v roce 2012 zahájil studium a zvolil si téma „Geotechnický monitoring v podzemním stavitelství“.

Lucie Hausmannová ukončila druhý rok studia a zpracovává téma „Hydrofyzikální vlastnosti smektitických jííl v podmínkách hlubinného úložiště radioaktivních odpadů“ pod dohledem Ing. Radka Vašíčka, Ph. D. Jana Smutka třetím rokem vede Ing. Jiří Svoboda, Ph. D., téma práce je „Výzkum plynopropustnosti horninového prostředí založený na experimentálním in situ měření“.

Studentská grantová soutěž

Závěrečným, třetím rokem probíhal výzkumný projekt **Bentonitová těsnění podzemních skladů a úložišť nanášená nástřikem** řešený týmem studentů doktorského i magisterského studia pod vedením Ing. Radka Vašíčka, Ph. D. Po otestování dvou nástřikových sestav v roce 2011 byl pro další výzkum vybrán stroj SSB 14. V roce 2012 bylo hlavním úkolem provést velkoobjemový nástřik do testovací komory, tj. krychle o objemu cca 0,25 m³. Uvnitř krychle je možné pomocí tlakových buněk měřit bobtnací tlak bentonitu. Po úvodním testování nástřikové sestavy (směr nástřiku, délka trysky, množství přiváděné vody) byly realizovány dva velkoobjemové testy. U obou testů bylo zjištěno, že objemová hmotnost nástřikáného bentonitu v krychli není rovnoměrná, především ve vrcholech formy není materiál dostatečně zhutněn. Proto byla pro další dva testy odzkoušena i druhá testovaná nástřiková sestava – torkretovací stroj PX 500. Při těchto testech se měnila při nástřiku poloha trysky, ale ani toto nezajistilo dostatečné zhutnění materiálu v krychli. I když provedené testy nepřinesly

optimální výsledky, bylo prokázáno, že technologii nástřiku lze, po dalším ověřování, pro konstrukci těsnění u podzemních objektů použít.

V roce 2012 byl zahájen další tříletý studentský projekt **Výzkum plynopropustnosti těsnících a přírodních bariér**. Studentský tým tvoří studenti doktorského studia Ing. Markéta Levorová a Ing. Jan Smutek, navrhovatelem projektu je Ing. Jiří Svoboda, Ph. D.

Účelem tohoto projektu je výzkum metodiky pro stanovení plynopropustnosti bentonitu při jeho různých aplikacích. Experimentální měření by měly přinést informace o propustnosti stříkaného bentonitu, lisovaných bentonitových prefabrikátů, a také o chování plynů na rozhraní bentonit - horninový masiv.

V prvním roce projektu byla navržena sestava a provedena první série in situ plynových tlakových zkoušek ve štole Josef ve vrtech vyplněných bentonitovými prefabrikáty. Plynopropustnost bentonitu byla dále zkoušena při velkoobjemovém testu, při kterém je zkoumaný materiál umístěn do ocelové formy tvaru krychle (400 x 400 x 400 mm). Provedené práce spočívaly především v navržení systému sycení materiálu ve formě a navržení systému injektáže vzduchu dovnitř formy.

OBHÁJENÉ BAKALÁŘSKÉ A DIPLOMOVÉ PRÁCE

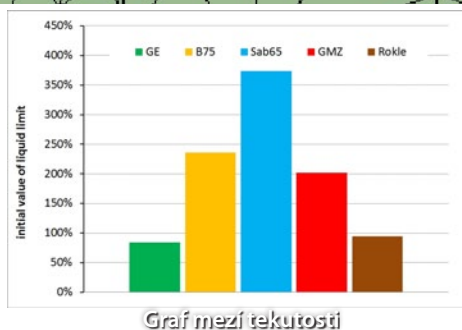
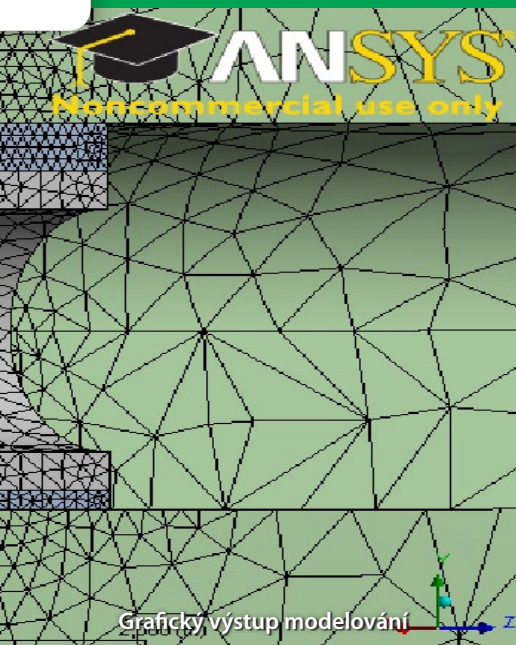
Geotechnická stabilita Zeleného jílu z lokality Skalná **Lucie MLČOCHOVÁ**

Předmětem **bakalářské práce** bylo laboratorní stanovení geotechnických parametrů k posouzení stability českého Zeleného jílu z lokality Skalná–Nová Ves pro jeho případné použití při konstrukci geotechnické bariéry hlubinného úložiště radioaktivních odpadů v České republice. Laboratorní zkoušky proběhly na nezatíženém i tepelně zatíženém materiálu. Stanovovaly se následující geotechnické parametry – Atterbergovy meze, hydraulická vodivost, bobtnací tlak, index bobtnání, jednoosá pevnost v tlaku a součinitel tepelné vodivosti. Stabilitu Zeleného jílu lze pak posoudit na základě porovnání hodnot získaných pro nezatížený materiál a hodnot pro materiál, který byl vystaven degradačním procedurám.



Patrona pro in situ experiment

Zkouška pevnosti v tlaku



Součástí práce je i porovnání některých parametrů Zeleného jílu s parametry jiných materiálů na bázi bentonitu – např. SAB 65, B75, Rokle a GMZ2011.

Analýza namáhání ostění a horninového prostředí od tepelného zatížení **Václav PÁTEK**

Bakalářská práce se zabývala tvorbou matematického modelu (na principu metody konečných prvků) simulujícího dlouhodobé tepelné namáhání ostění tunelu. K takovému namáhání může docházet např. v úložném tunelu hlubinného úložiště radioaktivního odpadu. Tento jev byl simulován in situ experimentem TIMODAZ, který probíhal v Podzemní laboratoři Josef (2008-2010) a ze kterého vycházela i bakalářská práce.

Hlavním cílem simulace bylo pomocí modelu zobrazit šíření tepla v závislosti na čase a také vývoj napětí v průběhu tepelného zatěžování. Ze dvou vhodných a dostupných softwarových produktů (ANSYS a Zsoil) byl vybrán program ANSYS verze 14. 0. 0. licence Academic Teaching, kterým byly vytvořeny dva 3D modely a jeden 2D model.

Porovnáním výstupů matematického modelování a hodnot naměřených v in situ experimentu TIMODAZ lze konstatovat, že při zavedení jistého zjednodušení jsou výsledky téměř shodné. Pro dosažení významnější shody by bylo nutné vycházet z vstřížnějších vstupních parametrů modelů.

Vliv zpracování vzorku na výsledky meze tekutosti bobtnavých jílu **Pavlaína HOLÍKOVÁ**

Cílem **diplomové práce** bylo ověřit vliv zpracování vzorku jílu na výsledek kuželové penetrační zkoušky - mez tekutosti. V současnosti používaný postup pro určení meze tekutosti, dle normy obecně platné pro zeminy, není plně dostačující pro testování kandidátních materiálů, o kterých se předpokládá, že budou použity v hlubinném úložišti radioaktivních odpadů. Tato norma totiž podrobně nespecifikuje vlivy související se zpracováním vzorku před a při zkoušce.

Testováno bylo pět druhů bobtnavých jílu s různou hodnotou meze tekutosti – čtyři české hořečnato-vápenaté a jeden čínský, deklarovaný jako sodný bentonit. Zpracování vzorků,

keré může zásadním způsobem ovlivnit výsledek zkoušky meze tekutosti, je sušení, máčení a lisování.

Kuželovou zkouškou bylo zjištěno celkem 295 hodnot mezí tekutosti na pěti různě zpracovaných vzorcích (materiál nelisovaný; lisovaný – rozdrcený, rozplavený, saturovaný). Na výsledky meze tekutosti měla jednoznačně vliv doba máčení. Byly stanoveny dodatečné podmínky pro postup zkoušky tak, aby bylo možno získat přesnější výsledky.

Kontinuální měření zatížení ostění odvodňovací štolý tunelu Strahov během její ražby Zbyněk KAISR

Základním cílem této **diplomové práce** bylo zhodnocení geotechnického monitoringu napětí v odvodňovací štolě Strahovského tunelu, která byla ražena technologií Nové rakouské tunelovací metody (NRTM). Dílčí cíl představovalo následné zpracování získaných výsledků a jejich porovnání s podobnými, v minulosti provedenými měřeními na jiných konstrukcích.

Odvodňovací štola tunelu Strahov byla pro geotechnický monitoring napětí vhodná především proto, že bylo možné umístit snímače napětí do dvou různých prostředí. V prvním případě byly snímače napětí umístěny na rozhraní horninového masivu a vnějšího líce ostění, v druhém případě přímo mezi dvě vrstvy stříkaného betonu konstrukce ostění. Tato skutečnost umožnila porovnat naměřené hodnoty napětí s vazbou na umístění snímačů v konstrukci ostění odvodňovací štolý.

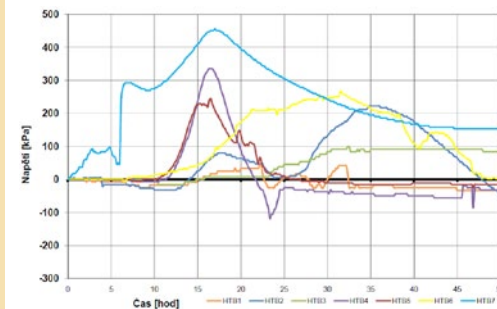
Monitoring odvodňovací štolý představoval soubor různých geotechnických měření. Jedno z nich - měření kontaktního napětí se provádělo pomocí hydraulických tlakových buněk (HTB). Měření bylo postupně prováděno ve 4 měřicích profilech, ve kterých bylo instalováno celkem 10 HTB a 10 teplotních čidel. Sledované hodnoty byly odečítány kontinuálně s intervalem 1 hodina. Tato napjatostně-teplotní měření poskytla řadu důležitých informací o chování geotechnických konstrukcí ražených ve složitém horninovém prostředí.

Charakteristika horninového prostředí štolý Josef Václav LAHODA

Hlavním cílem **diplomové práce** bylo provést a vyhodnotit laboratorní zkoušky pro vybrané horniny ze štolý Josef. Odebrané vzorky postihovaly dvě odlišné geologické formace ve štolě



Hydraulická tlaková buňka



Graf vývoje napětí



Vzorek před zkouškou



Josef - granodiority z oblasti Mokrsko-západ a tufy z oblasti Čelina. Zkoušky byly zaměřeny na základní mechanické vlastnosti hornin, kterých se využívá při matematickém modelování horninového prostředí. Sledovanými vlastnostmi byly objemová hmotnost, pevnost v prostém tlaku, modul pružnosti, modul přetvárnosti a Poissonovo číslo. Z výsledků zkoušek se výpočtem stanovily charakteristické hodnoty materiálových parametrů.

Tyto hodnoty byly poté použity k výpočtu napětí a deformací horniny v okolí nevystrojeného výrubu v rozrážce SP-59 v oblasti Mokrsko-západ. Výpočet byl proveden analyticky pomocí vzorců a numericky pomocí programu Plaxis, který je založen na metodě konečných prvků.



PROJEKTY

Spolupráce na výzkumných projektech a jiné experimentální aktivity představovaly i v roce 2012 **rozhodující podíl na činnosti** většiny pracovníků Centra experimentální geotechniky (CEG).

Některé z projektů se nacházejí ve své závěrečné fázi, u jiných se (po úvodních etapách – rešeršních studiích, přípravě technických zařízení) intenzivně realizují in situ práce v podzemí, probíhá instalace monitoringu, plánované zkoušky, testy apod.

Významný úspěch pro tři české partnery (SÚRAO, CEG a ÚJV Řež) představuje **zapojení se do čtyřletého evropského projektu DOPAS** (Full Scale Demonstration of Plugs and Seals), který byl připraven pod záštitou IGD-TP (Implementing Geological Disposal – Technological Platform).

V závěru roku byl dokončen, do úložné studny spuštěn a k monitorovacímu systému připojen fyzikální model Mock-Up Josef, **první in situ experiment v České republice** simulující vertikální uložení kontejneru s vyhořelým jaderným palivem.

Zatím se nám nepodařilo zahájit spolupráci na konkrétních bilaterálních projektech s některým z potenciálních partnerů mimo Evropskou unii. Zájem o společný výzkum nám potvrdili např. zástupci z Chorvatska, Koreje, Ruska, v roce 2012 však nebyl vypsán žádný mezinárodní program, do kterého bychom se mohli společně s těmito partnery zapojit a který by naši spolupráci podpořil.

PARTNEŘI PROJEKTŮ



SÚRAO



Mott MacDonald



VŠCHT PRAHA



ÚJV



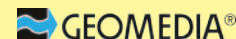
ARCADIS



ISATech s.r.o.



WATRAD, spol. s r.o.



GEOMEDIA®

FORGE – FATE OF REPOSITORY GASES

Partneři: 23 evropských výzkumných institucí
a univerzit

Doba trvání: 2009 – 2013

Poskytovatel dotace: 7. RP EU



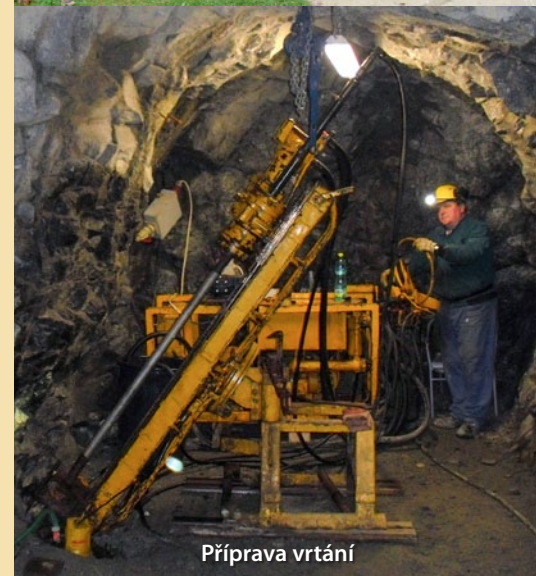
V roce 2012 se uskutečnila **většina finálních experimentálních prací** rozsáhlého evropského projektu FORGE, obecně zaměřeného na studium vzniku, chování a migrace plynů v přírodních i inženýrských bariérách hlubinného úložiště. CEG se v rámci projektu zabývá in situ výzkumem migračních vlastností granitových hornin s důrazem na porušenou zónu hornin (EDZ).

Pomocí speciální sestavy pro injektování plynného media a unikátní mobilní měřicí stanice pokračovaly v uplynulém roce ve štolě Josef testy plynopropustnosti horninového masivu. **Testy probíhaly ve svislém vrtu o průměru 57 mm** v oblasti Mokrsko-západ, který byl systematicky prohlubován až do hloubky 40,5 m a proměřován tlakovými zkouškami různých tlakových stupňů. Dalším testem byla migrační zkouška mezi dvěma vertikálními vrtly.

Výzkum plynopropustnosti jednoznačně prokázal význam výzkumu chování EDZ pro hlubinné úložiště (HÚ), která mohou negativně ovlivňovat migraci plynu v hostitelské hornině. Zkoumané jevy, např. změna propustnosti, dilatace puklinového systému, reversibilita procesů, **jsou důležitými podklady pro bezpečnostní analýzu HÚ**. Výsledky výzkumu budou také použity jako podklad pro tvorbu a validaci matematických modelů.



Přeprava vrtné soupravy



Příprava vrtání



Kolegové projektu na Josefu



Užitečná výměna názorů

ECNET - EU-CHINA NUCLEAR EDUCATION AND TRAINING COOPERATION

Doba trvání: 2011-2013

Spolupříjemci: 11 evropských a 7 čínských institucí

Poskytovatel dotace: 7. RP EU



Cílem projektu ECNET je vytvořit **společný rámec pro účinnou spolupráci** mezi evropskými a čínskými institucemi týkající se vzdělávání, výchovy, tréninku a managementu znalostí v oblasti jaderné energetiky. Na financování projektu se podílejí Evropské společenství pro atomovou energii (Euratom) a Čínská agentura pro atomovou energii (CAEA). Evropsští partneři jsou koordinováni sdružením ENEN (The European Nuclear Education Network) a koordinátorem čínských partnerů je univerzita v Tsinghua.

Spolupráce se týká magisterského a postgraduálního vzdělávání a dále tréninku především mladých odborníků. Předpokladem je vytvořit podmínky pro **vzájemné uznávání vzdělání a odborné přípravy** mezi EU a Čínou, rozšířit výměnné pobyty studentů a lektorů, věnovat se i managementu znalostí. Výše uvedené cíle zajistí koncovým uživatelům lépe připravené odborníky a podpoří širší spolupráci v této oblasti.

Práce na projektu jsou rozděleny do 6 pracovních skupin, v jedné z nich se podílí na činnosti i Centrum experimentální geotechniky. V prosinci 2012 se uskutečnilo v Londýně druhé společné zasedání evropských a čínských partnerů.

PETRUS II - PROGRAM FOR EDUCATION, TRAINING AND RESEARCH ON UNDERGROUND STORAGE

Partneři: 18 evropských institucí a univerzit

Doba trvání: 2009 – 2012

Poskytovatel dotace: 7. RP EU



Náplní tříletého evropského projektu PETRUS II byla snaha **vytvořit koncepci celoevropského systému přípravy** odborníků zabývajících se problematikou nakládání s radioaktivními odpady a jejich uložení v hlubinném úložišti. Projekt byl **zakončen schůzí a workshopem** v lednu 2012 ve francouzském městě Nantes. Byly zde prezentovány souhrny prací a výsledky všech sedmi pracovních skupin (WP). Centrum experimentální geotechniky (CEG) bylo vedoucím WP6 (Knowledge management), jejímž úkolem bylo technicky zajistit projekt i výuku. Spolupracovalo však i v ostatních WP, zejména ve WP2 a WP3, které řešily přípravu výuky budoucích expertů.

V příspěvcích kolegů ze spolupracujících institucí zaznělo velmi **pozitivní hodnocení praktického výukového kurzu** organizovaného CEG v roce 2011, zejména aktivit v areálu štol Josefa. Podobně zaměřený kurz se uskutečnil i v září 2012. Zúčastnili se ho studenti z Francie, ze Španělska a České republiky, kteří nejprve absolvovali 15th Regional Seminar on Radioactive Waste Disposal pořádaného Správou úložišť radioaktivních odpadů a pak týdenní praktickou výuku na Josefu.



Část účastníků kurzu



Přednáška o geologii



Zástupci evropských institucí



Spouštění modelu do úložné studny



Téměř „usazený“ model

VÝSTAVBA, PROVOZOVÁNÍ A VYHODNOCENÍ DEMONSTRAČNÍHO EXPERIMENTU MOCK-UP JOSEF

Doba trvání: 2011-2015

Zadavatel výzkumu: SÚRAO



Do druhého roku vstoupil pětiletý projekt, jehož cílem je poprvé v České republice v in situ prostředí štoly Josef vystavět a provozovat **fyzikální model simulující vertikální uložení kontejneru** s vyhořelým jaderným palivem. Před zahájením tohoto projektu již proběhly přípravné práce, v průběhu kterých byly v granitických horninách v oblasti Mokrsko-západ vyvrtány 3 úložné studny.

Pro rok 2012 byla naplánována výstavba superkontejneru v experimentální hale URC Josef, jeho převoz do podzemí a spuštění do úložné studny. Před vlastní výstavbou superkontejneru muselo být vylisováno přes 300 kusů bentonitových tvárnic pro konstrukci těsnící vrstvy. Dále proběhlo několikaměsíční pečlivé testování topidla simulující vyzařování tepla od úložného obalového souboru a byly zkompleťovány typy a počty čidel určené pro monitoring experimentu.

Vystavěný model Mock-Up Josef vážící téměř 2,5 tuny byl **úspěšně převezen a spuštěn do úložné studny** v prosinci 2012. Současně byl zapnut monitorovací systém, který sleduje procesy související s přirozenou saturací, tepelným a mechanickým zatěžováním bentonitu. Kromě rozsáhlého monitoringu fyzikálního modelu je monitorována i okolní hornina, neboť i ona může být ovlivněna teplem od topidla v superkontejneru.

VÝZKUM VLASTNOSTÍ MATERIÁLŮ PRO BEZPEČNÉ UKLÁDÁNÍ RADIOAKTIVNÍCH ODPADŮ A VÝVOJ POSTUPŮ JEJICH HODNOCENÍ

Doba trvání: 2009 – 2013
Příjemce: ÚJV Řež a.s.
Spolupříjemci: ČVUT – FSv, FJFI; VŠCHT; TUL
Poskytovatel dotace: MPO – Program TIP



Centrum experimentální geotechniky se na tomto projektu podílí řešením dvou dílčích etap - „Výzkum a vývoj metodik hodnocení geotechnických a geochemických vlastností tlumících, výplňových a konstrukčních materiálů“ a „Výzkum vlastností horninového prostředí a vývoj postupů jejich hodnocení“.

V rámci prvního zadání bylo dokončeno časově náročné **testování nejdůležitějších geotechnických parametrů** (hydraulická vodivost, bobtnací tlak, mez tekutosti, stupeň nasycení) pro různé typy českých i zahraničních bentonitů. Pokračovalo i zatěžování bentonitů v malých fyzikálních modelech.

Část výzkumu představovala konstrukce a instalace in situ experimentů. Byly sestaveny a do vrtů **v lokalitě Mokrsko-západ umístěny tři experimenty**, jejichž cílem je testovat vlastnosti bentonitových tvárníc přirozeně i uměle syčených vodou. Jeden z experimentů navíc obsahuje i topnou patronu, která zatěžuje bentonitovou náplň teplem.

Výzkum spadající do druhé dílčí etapy byl zaměřen na možné využití hodnot horninových klasifikací k posouzení plynopropustnosti horninového masivu. Tento postup vychází z poznatku, že horninové klasifikace charakterizují horninu i z hlediska přítomnosti ploch nespojitosti, resp. přítomnosti, uspořádání a vlastností puklin, které mají vliv na plynopropustnost. Na základě **plynopropustnosti testované v pěti vrtech** v Podzemní laboratoři Josef a jejím porovnáním s hodnotami klasifikačních indexů těchto vrtů je možné konstatovat, že lze horninové klasifikace využít pro orientační stanovení plynopropustnosti masivu.



Osazení experimentu do vrtu



Jádra z vrtů v rozrážce



Odečítání měřených hodnot



Spouštění pakru do vrtu



Kamerová zkouška



Snímání vrtu kamerou

TECHNOLOGIE A METODIKA STANOVENÍ PLYNOPROPUSTNOSTI HORNINOVÝCH STRUKTUR PRO ÚČELY SKLADOVÁNÍ PLYNU A UKLÁDÁNÍ RADIOAKTIVNÍCH ODPADŮ

Doba trvání: 2009 – 2013
 Příjemce: Mott MacDonald CZ, spol. s r. o
 Spolupříjemce: Fakulta stavební ČVUT
 Poskytovatel dotace: MPO – Program TIP



V roce 2012 byly **dokončeny technické a experimentální práce** na ověřování metody vysokotlakých zkoušek v tufitickém horninovém prostředí v lokalitě Čelina. Dále bylo realizováno vrtání monitorovacích vrtů pro testy transportních vlastností horninového masivu. Transportní vlastnosti masivu byly zkoumány v obou geologických formacích štoly Josef – v granitoidních horninách v lokalitě Mokrsko-západ i v tufitech v lokalitě Čelina-západ.

Transportní vlastnosti byly testovány **pomocí dvou vertikálních, paralelně vedených vrtů**, z nichž jeden je injekční a druhý monitorovací. Testy spočívaly ve sledování vývoje tlaku v monitorovacím vrtu, který byl utěsněný jednoduchým pakrem, při injektáži vzduchu do injekčního vrtu. V lokalitě Čelina-západ byl vyvrtán injekční vrt o průměru 76 mm a délce 73,1 m a ve vzdálenosti 13 m byl proveden monitorovací vrt o průměru 60 mm a délce 25,1 m. Stejně vrtu (injekční a monitorovací) byly vyhloubeny i v lokalitě Mokrsko-západ.

V průběhu roku byl také zahájen proces **certifikace zkušební metody**, což je jeden z deklarovaných výstupů projektu. Certifikace byla úspěšně dokončena vydáním „Certifikátu“ Technickým a zkušebním ústavem stavebním Praha, s. p. V souvislosti s dalším výstupem projektu – ověřenou technologií – byla sjednána Opční smlouva na budoucí zkušební práce s firmou Metrostav a. s.

STIMULACE HORNINOVÉHO MASIVU PRO VYTVOŘENÍ PUKLINOVÉHO REZERVOÁRU PRO JÍMÁNÍ GEOTERMÁLNÍ ENERGIE SYSTÉMEM HOT-DRY ROCK

Doba trvání: 2011 – 2014
Příjemce: Geomedia s. r. o
Spolupříjemci: ISATech, s. r. o. , ARCADIS Geotechnika a. s. ,
Fakulta stavební ČVUT, Subterra a. s.
Poskytovatel dotace: MPO – Program TIP



Cíl tohoto projektu vychází z poznatku, že pro využití horninového prostředí je v některých případech nutné **navýšit míru rozvolněnosti horninového masivu** – např. pro jímání ropných uhlovodíků, jímání geotermální energie apod. K navýšení četnosti puklinové sítě lze využít technologii hydraulického štěpení pomocí generátoru pulzních tlaků.

Po úvodní přípravné etapě projektu se výzkum v roce 2012 soustředil na ověření metody rozvolnění horniny **pomocí hydraulického štěpení**. Dílčí fáze měly za cíl určit tlaky nutné k rozvolnění různých typů hornin, zjistit prostorový dosah rozvolnění, stanovit vztah mezi laboratorními a in situ experimenty a ověřit možnost modelování a predikce dosahu hydraulického štěpení v horninovém masivu.

Zkoušky se uskutečnily jak v laboratorním prostředí, tak také v Podzemní laboratoři Josef, kde byla v oblasti Mokrsko vybudována in situ laboratoř pro experimenty na mikrovzorcích vybraných hornin. Pro tyto experimenty **bylo vyvinuto unikátní zařízení**, kterým lze vzorky rozrušovat lineárně rostoucím tlakem i využívat pulzní tlaky.

Součástí prací byl i výběr vhodného softwarového nástroje pro matematické modelování úloh hydraulického štěpení.



In situ laboratoř



Testovací sestava



Vzorky zkoumaných hornin



Jádra z vrtů úložné studny



Část sestaveného modelu



Pohled do úložné studny

VÝZKUM STABILITY BENTONITU V IN SITU PODMÍNKÁCH PŘI TEPLITÁCH DO 95 °C (BENTONITY 95)

Doba trvání: 2012-2015
 Příjemce: WATRAD, spol. s r. o.
 Spolupříjemci: ARCADIS Getechnika a. s. ,
 Česká geologická služba, Fakulta stavební ČVUT
 Poskytovatel dotace: MPO – Program TIP



Bentonity jsou obecně považovány za jeden z **nejstabilnějších přírodních těsnících materiálů**. Používají se např. k zamezení průniku vody k materiálům či prostorám, které potřebují dlouhodobou ochranu. Většinou se jedná o podzemní stavby, z nichž některé mohou obsahovat teplo produkující zdroje. Proto je tak důležitý výzkum stability bentonitu, zejména v in situ prostředí.

Čtyřletý výzkumný projekt Bentonity 95 je zaměřený na **výzkum chemických a fyzikálních interaktivních procesů**, které jsou vyvolané umístěním experimentálního bentonitového tělesa do zvodnělého prostředí hostitelské horniny (granodiority v oblasti Mokrsko-západ). Tyto procesy jsou navíc urychlovány tepelným zatížením. Bude se posuzovat interakce ušlechtilé oceli, bentonitu, tepla a horninového prostředí.

V prvním roce projektu proběhly především přípravné práce – rešerše literatury, geologické a petrografické mapování hostitelské horniny, podrobná analýza bentonitu určeného pro výstavbu experimentálního tělesa, monitorovací vrty v rozrážce pro umístění experimentu. Završením první etapy projektu byla **výstavba a instrumentace** bentonitového tělesa.

VÝZKUM MOŽNOSTI VYUŽITÍ STŘÍKANÉHO BENTONITU PRO KONSTRUKCI TĚSNÍCÍ VRSTVY HLUBINNÉHO ÚLOŽIŠTĚ

Doba trvání: 2010-2012

Zadavatel výzkumu: SÚRAO



Rok 2012 byl závěrečným rokem projektu, který se soustředil na možnost využít vysokotlaký pneumatický stroj PX 500 **pro nástřik těsnící vrstvy** (buffer) hlubinného úložiště. V roce 2011 byl proveden základní geotechnický výzkum případných nástřikových materiálů, na základě kterého byl vybrán vhodný materiál pro další testování – tzv. Ultra bentonit z úpravny v Obrnicích.

Do konce roku 2012 bylo provedeno téměř 50 zkušebních nástřiků, ze kterých byly odebrány vzorky **pro stanovení suché objemové hmotnosti a vlhkosti**. Suchá objemová hmotnost a vlhkost použitého nástřikového materiálu jsou parametry, které rozhodující měrou ovlivňují bezpečnou funkci těsnící vrstvy hlubinného úložiště. V průběhu projektu byly také odzkoušeny nástřiky směsi bentonitu s ledovou tříští.

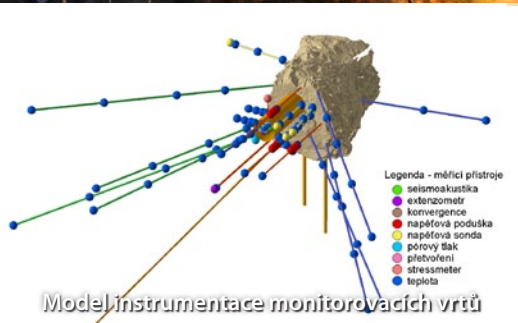
V závěru projektu byly provedeny **poloprovozní zkoušky**, při kterých se technologie stříkaného bentonitu použila k vyplnění testovacích komor. Testovací komoru představovala forma z oceli ve tvaru krychle. Po nástřiku byly z různých odběrných míst odebrány vzorky aplikovaného bentonitu, které byly následně komplexně vyhodnoceny. Výstupem projektu, kromě získaných klíčových zkušeností s touto technologií, je také metodika modifikující dosavadní postup nástřiku se strojem MIXOKRET M500 pro potřeby konstrukce těsnící vrstvy inženýrské bariéry hlubinného úložiště.



Forma pro poloprovozní zkoušky

Z průběhu nástřiku

Nástřikaný bentonit ve formě



VÝZKUM TERMÁLNÍ ZÁTĚŽE HORNIN – PERSPEKTIVY SKLADOVÁNÍ TERMÁLNÍ ENERGIE

Doba trvání: 2011-2014
 Příjemce: Česká geologická služba
 Spolupříjemci: ISATech, s. r. o. , ARCADIS Getechnika a. s. ,
 Ústav struktury a mechaniky hornin AVČR,
 Technická univerzita Liberec



Poskytovatel dotace: MPO – Program TIP

Druhým rokem byl ve štole Josef řešen projekt zaměřený na výzkum **šíření tepelné energie v horninovém prostředí** granitoidů při relativně nižších teplotách (do 90 °C). Věrohodné zpracování dané problematiky vyžaduje podrobné studium tepelných, hydrodynamických, mechanických a geochemických interakcí (THMC coupling), které při zahřívání granitoidů probíhají. Konceptce řešení projektu v roce 2012 zahrnovala **dlouhodobý in situ experiment**, přípravné laboratorní i rekognoskační terénní práce a detailní rešerši z podobného, v minulosti již realizovaného výzkumu.

Terénní výzkumné i technické práce byly ve štole Josef zaměřeny do rozrážky SP-47 v lokalitě Mokrsko-západ. Terénní práce představoval monitoring hydrodynamických parametrů, hydrogeologických charakteristik a primární geologická dokumentace širšího okolí lokality a jader z monitorovacích vrtů. Technické práce **zahrnovaly především vrtvé práce**, jejichž výsledkem byly monitorovací vrt, předvrt pro zahřívací vrt o průměru 400 mm a konečně centrální zahřívací vrt o průměru 850 mm. In situ experiment je nyní instrumentován řadou čidel a hodnoty vybraných fyzikálních veličin jsou kontinuálně odečítány a ukládány.

Dále byla prováděna laboratorní měření a experimenty na pracovištích příjemce a všech čtyř spolupříjemců a související matematické modelování in situ experimentu pomocí softwaru COMSOL.

ČLENSTVÍ V MEZINÁRODNÍCH ORGANIZACÍCH

Členství či partnerství v mezinárodních institucích posiluje povědomí o aktivitách CEG a podporuje jeho zapojení do mezinárodních projektů. Představuje významný podnět pro rozvoj teoretických i praktických poznatků, poskytuje možnost porovnat úroveň poznání v řadě zájmových oblastí.

ENEN – European Nuclear Education Network

ENEN asociace je nezisková mezinárodní organizace založená v r. 2003. Jejím posláním je ochrana a další rozvoj odborných znalostí v oblasti jaderného inženýrství za pomoci vzdělávání a praktického výcviku. Asociace má 51 členů. CEG se zapojuje v oblasti hlubinného ukládání radioaktivních odpadů. <http://www.enen-assoc.org/>

IAEA URF Net: Training and Demonstration of Waste Disposal Technologies in Underground Research Facilities (URF Network)

Jde o síť IAEA (International Atomic Energy Agency), která sdružuje podzemní výzkumná pracoviště za účelem praktického výcviku a demonstrací technologií pro hlubinné ukládání radioaktivních odpadů. Podzemní laboratoř Josef nabízí v rámci aktivit IAEA organizování výzkumných tréninkových pobytů či mezinárodních odborných exkurzí. http://www.iaea.org/OurWork/ST/NE/NEFW/wts_URF_homepage.html

IGD-TP: Implementing Geological Disposal - Technological Platform

Hlavním cílem IGD-TP je iniciovat a uskutečňovat strategické plánování a technickou spolupráci pro postupnou implementaci bezpečného způsobu hlubinného ukládání vyhořelého jaderného paliva. <http://www.igdt.eu>

ITC School – School of Underground Waste Storage and Disposal

ITC School sdružovala 60 členů ze 17 zemí zabývajících se hlubinným ukládáním odpadů a dalšími tématy souvisejícími s ochrannou životního prostředí. Je proto škoda, že svou činnost k 1. 5. 2012 ukončila.



Podzemní laboratoř ve Švýcarsku



Zástupci ENEN asociace

PODZEMÍ - ČELINA-ZÁPAD

LEGENDA:

1. Prefabrikované ostění TOM (s ukázkou konvergenčního měření)
2. Tréninková stěna - stříkané jíly
3. Ukázka důlní mechanizace
4. Model 1:1 historické výdřevy tunelu - rakouská soustava
5. Cvičná stěna - jádrové vrtání
6. Měření kontaktního napětí
7. Konvergenční měření
8. Kotevní technika (firma MINOVA)
9. Bývalá mašinkárna
10. Kotevní technika (firma HILTI)
11. Jímka s technologickou vodou
12. Model zaplnění přístupové štoly hlubinného úložiště (BACKFILL)
13. Informační centrum projektu BACKFILL
14. EU experiment TIMODAZ
15. Informační centrum projektu TIMODAZ
16. Vrtý pro projekt FORGE a MPO TIP
17. Vrtné schéma a výuka destrukčních prací
18. Vrtné schéma
19. Detekce kritických míst geotechnických konstrukcí

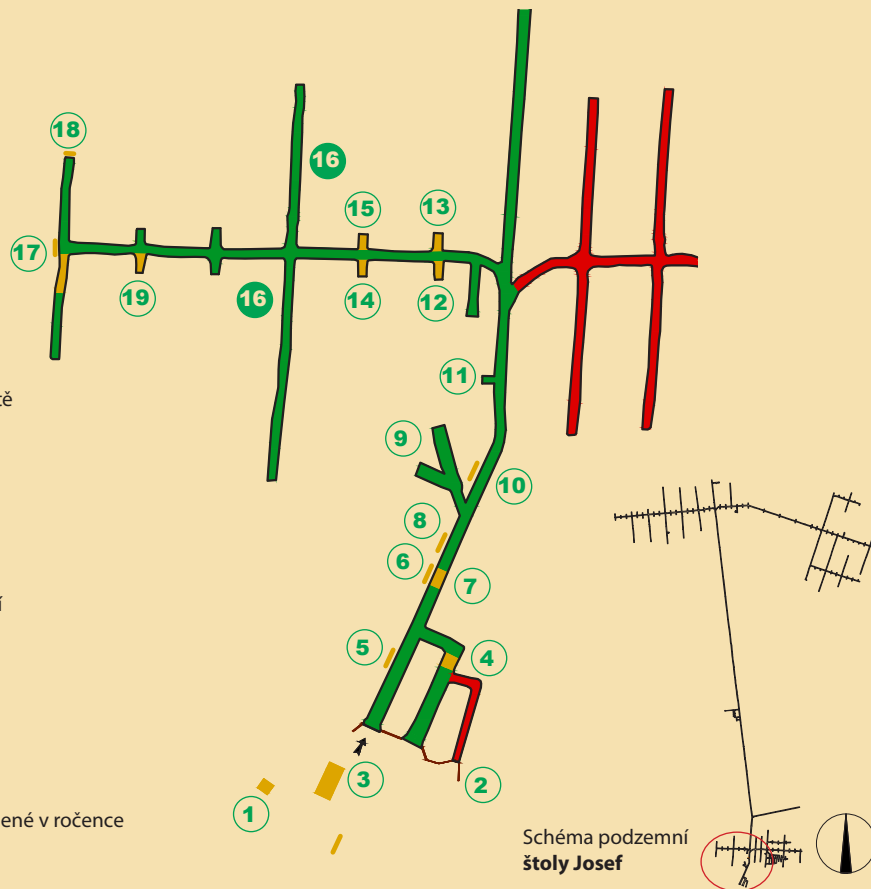
 Experiment, stanoviště výuky

 Zpřístupněné části

 Nepřístupné části

 16 Projekty uvedené v ročence

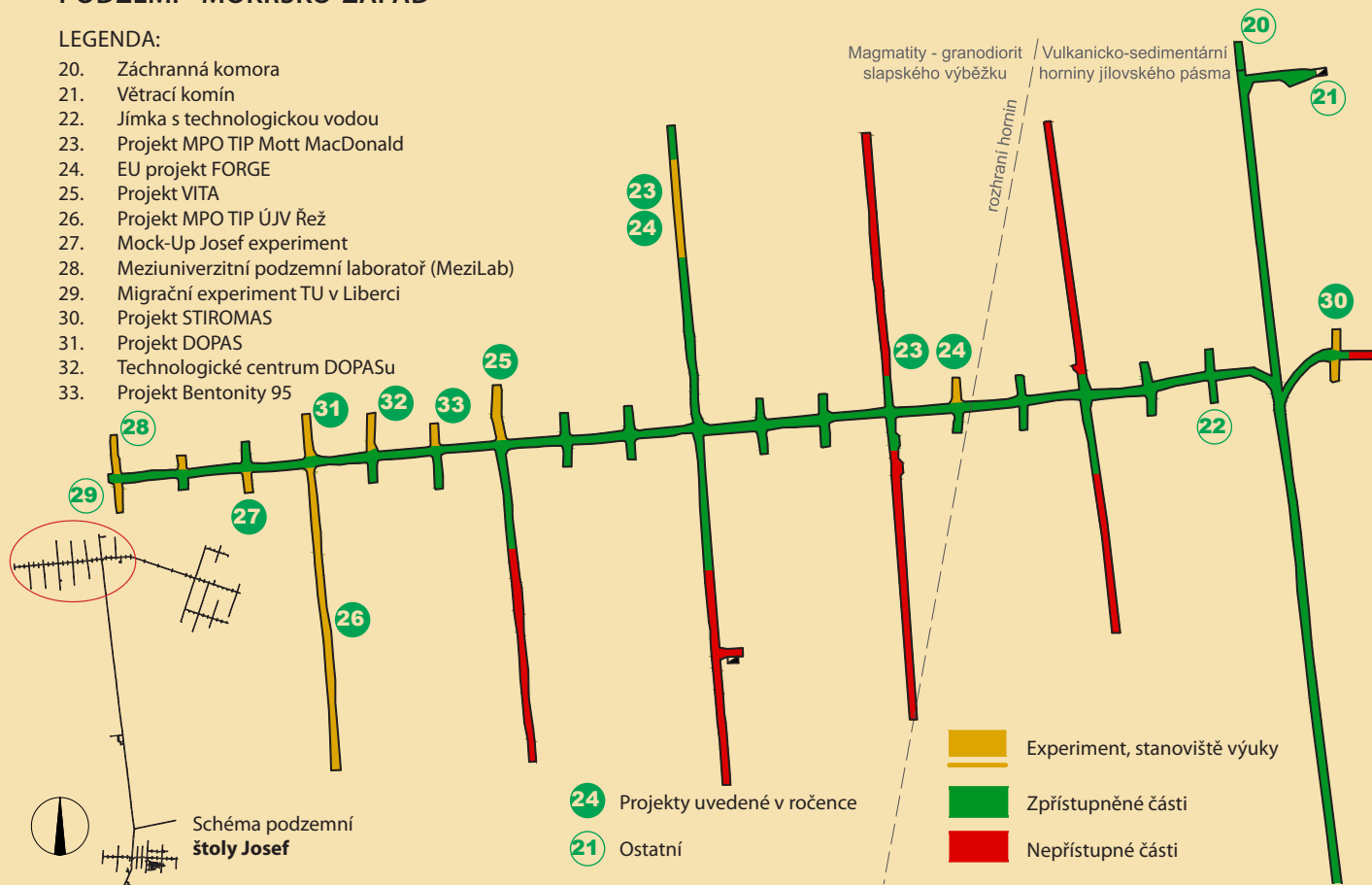
 1 Ostatní



PODZEMÍ - MOKRSKO-ZÁPAD

LEGENDA:

- 20. Záchránná komora
- 21. Větrací komín
- 22. Jímka s technologickou vodou
- 23. Projekt MPO TIP Mott MacDonald
- 24. EU projekt FORGE
- 25. Projekt VITA
- 26. Projekt MPO TIP ÚJV Řež
- 27. Mock-Up Josef experiment
- 28. Meziuniverzitní podzemní laboratoř (MeziLab)
- 29. Migrační experiment TU v Liberci
- 30. Projekt STIROMAS
- 31. Projekt DOPAS
- 32. Technologické centrum DOPASu
- 33. Projekt Bentonity 95



- Hausmannová, L. - Vašíček, R.: **Measuring of Hydraulic Conductivity and Swelling Pressure under Very High Hydraulic Gradients.**
In: Clays in Natural and Engineered Barriers for Radioactive Waste Confinement [CD-ROM]. Chatenay-Malabry: ANDRA, 2012, p. 548-549.
- Hausmannová, L. - Vašíček, R. - Štáštka, J.: **Sprayed clay technology for the deep repository of high-level radioactive waste.**
In: Rudarsko-Geološko-Naftni Zbornik. 2012, vol. 2012 (24), no. 24, p. 29-33. ISSN 0353-4529.
- Holíková, P. - Levorová, M.: **Study on impact of wetting time on liquid limit value of smectitic clays.**
In: Clays in Natural and Engineered Barriers for Radioactive Waste Confinement [CD-ROM]. Chatenay-Malabry: ANDRA, 2012, p. 534-535.
- Levorová, M.: **Lining Stability Under Thermal Load - Instrumentation of the "In-situ" Physical Model.**
In: THM effects in clay host rocks for radioactive waste repositories [CD-ROM]. Brussels: European Commission, 2012, p. 18.
- Levorová, M. - Vašíček, R.: **The Response of Tunnel Lining on Thermal Loading.**
In: Rudarsko-Geološko-Naftni Zbornik. 2012, vol. 2012 (1), p. 67-71. ISSN 0353-4529.
- Nádherná, D. - Pacovská, D.: **Fakulta stavební ČVUT v Praze otvírá Regionální podzemní výzkumné centrum URC Josef.**
In: Tunel. 2012, roč. 21., č. 1/2012, s. 39-46. ISSN 1211-0728.
- Pacovská, D. - Hausmannová, L. - Levorová, M.: **The Josef Regional Underground Research Centre (Josef URC).**
In: Rudarsko-Geološko-Naftni Zbornik. 2012, vol. 2012 (1), p. 87-93. ISSN 0353-4529.
- Pacovský, J. - Vašíček, R. - Hausmannová, L.: **Geotechnical Investigation of Natural Green Clay from the Cyprus Miocene Layer at the Skalna - Nova Ves Site.** [Research Report]. Praha: ČVUT v Praze, Fakulta stavební, Centrum experimentální geotechniky, 2012. SO2010-070 Final report. 28 p.
- Svoboda, J. - Smutek, J.: **The experimental study of gas migration in crystalline rock.**
In: Transfert 2012 - actes de colloque. Lille: Ecole Centrale Lille, 2012, p. 390-397. ISBN 978-2-915913-28-6.
- Svoboda, J. - Smutek, J. - Štáštka, J.: **The study of gas migration in crystalline rock using injection tests**
In: Rudarsko-Geološko-Naftni Zbornik. 2012, vol. 24, no. 24, p. 105-111. ISSN 0353-4529.
- Štáštka, J. - Vašíček, R.: **The Development of Clay Barriers for Radioactive Waste Disposal at the Centre of Experimental Geotechnics.** In: Proceedings [CD-ROM]. Ljubljana: Nuclear Society of Slovenia, 2012, p. 1202.1-1202.8. ISBN 978-961-6207-35-5.



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA STAVEBNÍ



CENTRUM EXPERIMENTÁLNÍ GEOTECHNIKY

Thákurova 7
166 29 Praha 6 - Dejvice
tel. : (+420) 224 355 507



REGIONÁLNÍ PODZEMNÍ VÝZKUMNÉ CENTRUM URC JOSEF

Chotilsko - Smilovice 93
263 01 Dobříš
tel. : (+420) 224 355 500

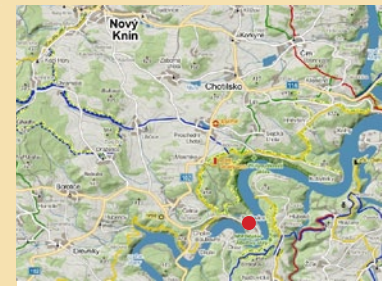


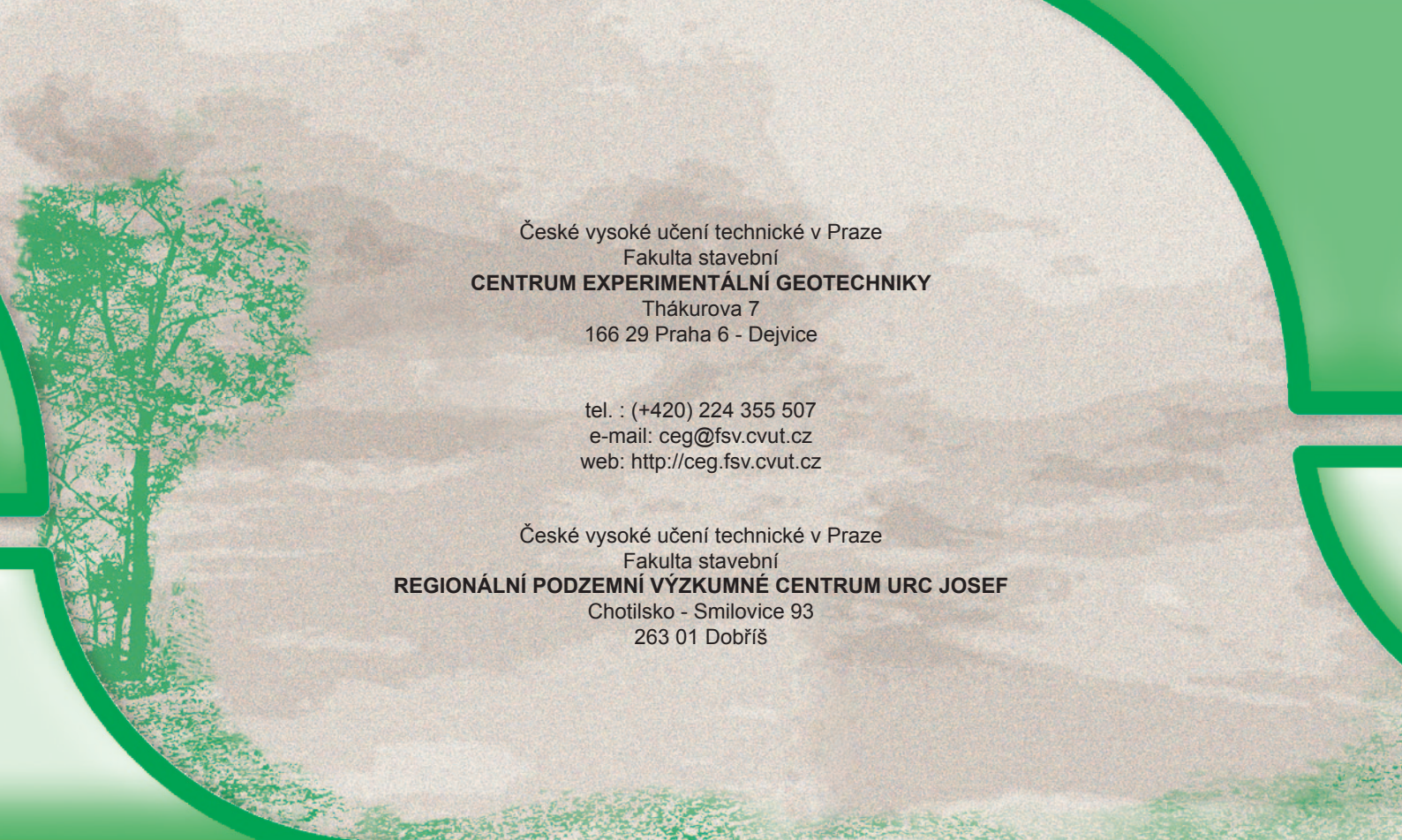
● GPS: N 50°06'15. 909"
E 14°23'21. 581"

● GPS: N 49°43'50.145"
E 14°20'54.591"



e-mail: ceg@fsv.cvut.cz
web: <http://ceg.fsv.cvut.cz>





České vysoké učení technické v Praze
Fakulta stavební
CENTRUM EXPERIMENTÁLNÍ GEOTECHNIKY
Thákurova 7
166 29 Praha 6 - Dejvice

tel. : (+420) 224 355 507
e-mail: ceg@fsv.cvut.cz
web: <http://ceg.fsv.cvut.cz>

České vysoké učení technické v Praze
Fakulta stavební
REGIONÁLNÍ PODZEMNÍ VÝZKUMNÉ CENTRUM URC JOSEF
Chotilsko - Smilovice 93
263 01 Dobříš

<http://ceg.fsv.cvut.cz>