



FAKULTA  
STAVEBNÍ  
CVUT V PRAZE



Výroční zpráva  
2 0 1 6

URC Josef

## Obsah

<b>Slovo úvodem</b> .....	<b>2</b>
<b>Zaměstnanci CEG</b> .....	<b>3</b>
<b>O pracovišti</b> .....	<b>9</b>
Podzemní laboratoř Josef .....	9
URC Josef .....	12
Spolupráce CEG na mezinárodní úrovni .....	13
<b>Výuka</b> .....	<b>14</b>
Předměty bakalářského studia .....	14
Předměty navazujícího magisterského studia .....	15
Doktorské studium .....	16
Studentská grantová soutěž .....	17
Obhájené bakalářské a diplomové práce .....	19
<b>Projekty</b> .....	<b>21</b>
<b>Schéma podzemí</b> .....	<b>33</b>
<b>To se nám letos povedlo</b> .....	<b>35</b>
<b>Vybrané publikace 2015</b> .....	<b>37</b>
<b>Kde nás najdete</b> .....	<b>38</b>



**FAKULTA  
STAVEBNÍ  
ČVUT V PRAZE**



**Centrum  
experimentální  
geotechniky**



**URC Josef**

*Milí čtenáři,*

*je to s podivem, ale v letošním roce završí naše „odloučené“ pracoviště desátý rok svého provozu. Původně skromný záměr – zprovoznit pro studenty Fakulty stavební několik set metrů podzemí – přerostl v rozsáhlý projekt, jehož výsledkem jsou spolehlivě fungující Podzemní laboratoř Josef a Regionální podzemní výzkumné centrum URC Josef. Spolu s dalším povrchovým zázemím tvoří komplex poskytující jedinečné podmínky nejen pro výuku studentů, ale zejména pro řešení výzkumných projektů i další aktivity.*

*Rok 2016 představoval pro Centrum experimentální geotechniky „zkoušku ohněm“, neboť s končícími projekty bylo nezbytné získat nové prostředky pro zachování provozu v plném rozsahu. A protože „připraveným štěstí přeje“, můžeme v nezměněné intenzitě pokračovat jak s výukou, tak s řešením výzkumných projektů i dalších experimentů.*

*Z Ročenky se dozvíte i o mimopracovních aktivitách – malí i velcí si mohou vyzkoušet cestu bludištěm na Čelině východ, na jevišti v katedrále se během roku při různých příležitostech vystřídali zpěváci i tanečníci, rozsáhlou proměnou procházejí prostory původní kompresorovny.*



**prof. Ing. Jaroslav Pacovský, CSc.**  
vedoucí CEG



**Prof. Ing. Jaroslav Pacovský, CSc.**  
vedoucí CEG

Absolvoval Fakultu stavební ČVUT v Praze, obor Konstrukce a dopravní stavby. Zde 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“. Pod jeho vedením proběhlo ve štolě Josef dva roky trvající zpřístupňování rozsáhlé kaverny, která je od r. 2015 otevřena i pro veřejnost.



**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.



**Jana Večeřová**  
ekonomická asistentka

Je absolventkou gymnázia Budějovická (1991) a členem týmu CEG je od 1.ledna 2016. Zodpovídá za chod ekonomické, finanční a personální agendy pracoviště. Podílí se na administraci řešených projektů.



**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.



**Ing. Dana Pacovská**  
odborná asistentka

V roce 1979 absolvovala Fakultu stavební ČVUT v Praze, obor Ekonomika a řízení stavebnictví. S CEG spolupracovala externě od roku 2009, v roce 2014 se stala stálým zaměstnancem. Připravuje a zajišťuje prezentaci všech aktivit pracoviště, spolupracuje na přípravě projektů, podílí se na prohlídkách stoly pro veřejnost.



**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 Åspö Hard Rock Laboratory ve Švédsku. Odpovídá za pedagogické aktivity CEG, provoz akreditované geotechnické laboratoře a za řešení výzkumných projektů.



**Ing. Lucie Hausmannová**  
studentka doktorského studia

Je studentkou doktorského studia oboru Fyzikální a materiálové inženýrství. V CEG je zaměstnána na částečný úvazek - podílí se na výuce předmětů Laboratoř geotechniky a Ukládání radioaktivního odpadu, zodpovídá za laboratorní zkoušky prováděné na bentonitech. V roce 2013 absolvovala tříměsíční stáž v Mezinárodní agentuře pro atomovou energii (IAEA) ve Vídni. Každoročně se podílí na praktické výuce pro zahraniční i tuzemské kurzy realizované v areálu štolý Josef. V roce 2016 byla zodpovědná za část výzkumu řešeného ČVUT v evropském projektu CEBAMA.



**Ing. Alexey Manaenkov**  
student doktorského studia

Je studentem doktorského studia oboru Fyzikální a materiálové inženýrství. V roce 2014 absolvoval Ruskou státní geologicko-průzkumnou univerzitu Sergo Ordžonikidze, obor Technologie a technika průzkumu ložisek užitečných nerostů. V Rusku pracoval u společnosti TOMS na projektu likvidace dolu na těžbu zlata. Ve společnosti Mosmetrostav pracoval jako projektant a zabýval se kontrolou projektů. V CEG se podílí na výzkumu problematiky ukládání radioaktivního odpadu do hlubinného úložiště.



**Ing. Jan Smutek**  
student doktorského studia

Je studentem doktorského studia oboru Fyzikální a materiálové inženýrství. Podílí se na praktické výuce pro zahraniční i tuzemské kurzy realizované v areálu štolý Josef. Jeho specializací jsou in situ tlakové zkoušky horninového masivu. V současnosti je zodpovědný za in situ práce v migrační laboratoři probíhající v rámci projektu PAMIRE. V roce 2016 se také věnoval přípravě nového laboratorního fyzikálního modelu pro testování bentonitu zatěžovaného teplotou vyšší než 100°C.



**Ing. Jiří Štástka**  
student doktorského studia

V CEG je zaměstnán na částečný úvazek a současně je studentem doktorského studia – obor Fyzikální a materiálové inženýrství. V roce 2012 absolvoval tříměsíční stáž v Mezinárodní agentuře pro atomovou energii (IAEA) ve Vídni, v roce 2016 se zúčastnil za Českou republiku semináře zástupců podzemních laboratoří v Bure (Francie). Pod jeho vedením byl vystavěn a v roce 2013 instalován fyzikální model projektu „Bentonity 95“. Zodpovídal za přípravu a výstavbu bentonitové vrstvy tlakové a těsnící zátky projektu DOPAS.



**Bc. Jaroslav Hloušek**  
student doktorského studia

V roce 2016 dokončil magisterské studium oboru Konstrukce a dopravní stavby se zaměřením na geotechniku. V diplomové práci, kterou vypracoval v Centru experimentální geotechniky, se zabýval vyhodnocením projektu DOPAS experimentu EPSP - České experimentální zátky do hlubinného úložiště. Zde je od roku 2015 zaměstnán na částečný úvazek a podílí se na řešení projektu CEBAMA. Současně je studentem doktorského studia oboru Fyzikální a materiálové inženýrství.



**Bc. Michal Roll**  
student magisterského studia

Je studentem magisterského studia oboru Ložisková geologie na geologické sekci Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy v Praze. V CEG pracuje na částečný úvazek a má na starosti přípravu in situ migrační laboratoře využívající radioaktivní stopovače. Dále participuje na projektech PAMIRE a CEBAMA a podílí se na praktické výuce realizované v areálu štol Josef.



Šárka Fouknerová  
recepční

V roce 2004 absolvovala Střední hotelovou školu v Příbrami, obor Hotelnictví a turismus. Členem týmu CEG je od 1. ledna 2016. 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 štolý Josef a údržbu mechanizace. Podílí se na technické přípravě výuky, na technické podpoře výzkumných aktivit i na rekonstrukci a zprovoznování štolý 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 zprovoznování nových úseků štolý Josef. Mezi jeho úkoly patří i příprava a demonstrace praktické výuky studentů.





**Josef Kožíšek**  
technik

Do týmu techniků patří od ledna 2014. Odpovídá za údržbu a provoz povrchového areálu štoly Josef. Podílí se na technické přípravě výuky, na technické podpoře výzkumných aktivit i na rekonstrukci a zprovoznování štoly Josef.



**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 zprovoznování štoly Josef.

## Údržba a ostraha areálu URC Josef



**Ing. Milan Štěrba**



**Lubor Stouil**



*Jak „vidí“ areál dron*



*S optimismem do roku 2017*



*Exkurze z Institutu intermedii*

## ○ pracovišti

Pravidelná linka na trase „Zbraslav – štola Josef“ zajišťovaná Renaultem Trafic fungovala bezchybně pro členy týmu Centra experimentální geotechniky (CEG) i v roce 2016, neboť převážná část pracovních aktivit probíhá na štole Josef. V tomto směru je CEG unikátním pracovištěm (katedrou) Fakulty stavební – neboť vedle své soustavné pedagogické činnosti úspěšně provozuje desátým rokem Podzemní laboratoř Josef a šestým rokem Regionální podzemní výzkumné centrum URC Josef.

Kanceláře a laboratoř v budově Fakulty stavební v Praze zůstávají stálým zázemím pro administrativní provoz CEG a pro pedagogické aktivity odborných asistentů a doktorandů. Svou pedagogickou činnost zaměřuje CEG především na praktické seznámení studentů s laboratorními zkouškami a experimenty z oboru geotechniky, na in situ prováděné zkoušky a na měření související se zakládáním staveb a s podzemními stavbami.

### Podzemní laboratoř Josef

Pracoviště Podzemní laboratoř Josef zůstává centrem dění všech odborných aktivit v areálu štoly Josef. Téměř 6 km zprovozněných podzemních prostor poskytuje jedinečné zázemí pro pravidelnou výuku studentů, realizaci výzkumných projektů, tréninkové kurzy, exkurze odborné i laické veřejnosti i pro prezentace našich partnerů.

Standardně zde probíhá výuka předmětů bakalářských a magisterských oborů Fakulty stavební (FSv), studenti zde řeší experimentálně zaměřené bakalářské, diplomové a doktorské práce. Z FSv se do výuky ve štole Josef zapojují hlavně pedagogové a stu-

denti ze studijního programu Geodézie a kartografie. Z ostatních univerzit přijíždějí pravidelně studenti z VŠCHT Praha, dalšími aktivními uživateli jsou TU v Liberci, MU Brno i UK Praha.

Od samého počátku provozu je posláním Podzemní laboratoře Josef řešení výzkumných projektů (více o jednotlivých projektech v samostatné kapitole). Jako součást sítě URF (Underground Research Facility) se dostala do podvědomí i v mezinárodním měřítku. Potenciál využitelnosti podzemních prostor štol Josefa jak pro výzkumnou činnost, tak pro ostatní aktivity není zdaleka vyčerpán, a proto se další podzemní chodby systematicky upravují a zprovozňují.

Rok 2016 nebyl tak intenzivní, co se týká návštěv jak českých, tak zahraničních odborníků v Podzemní laboratoři Josef. Uskutečnil se zde závěrečný workshop společného projektu SWISS se zástupci ze švýcarské podzemní laboratoře Grimsel, exkurze ve štolu Josef byla význačným cílem geotechniků z dánské firmy Ramboll Group při jejich návštěvě České republiky, s experimenty a posláním podzemní laboratoře se seznámili i účastníci pražského „General Assembly“ evropského projektu Modern. Podruhé, tentokrát za spoluprády SÚRAO, se mladí experti z České republiky sešli na jednodenním semináři, který byl tematicky zaměřený na výzkumné experimenty související s přípravou hlubinného úložiště radioaktivních odpadů.

V kalendáři štol Josefa má své nezastupitelné místo řada akcí. Pravidelné aktivity zahajuje v únoru Spolek pro ochranu netopýrů, jehož členové svými bedlivými zraky prozkoumají každou skulinku – možné místo pro zimní spánek těchto neobyčejných savců. První květnový víkend je rezervován pro příznivce cyklistiky, kteří se aktivně



*Výuka – geologické mapování v podzemí*



*Geotechnici z firmy Ramboll Group*



*Seminář mladých expertů*



*Sčítání netopýrů s úsměvem*



*Kdo vyhraje?*



*Reportérka a kameraman televize BBC*

nebo pasivně účastní cyklistického klání „Ze štoly do štoly“.

Další akce „Den štoly Josef“, pořádaná v roce 2016 již pošesté, přivítala studenty dvou pražských středních škol, kteří nejen „podnikli výpravu“ do štoly Josef, ale kolegové z Fakulty dopravní jim ukázali možné využití dronů. Účastníci kurzů univerzity třetího věku se tentokrát dozvěděli od renomovaného experta na výskyt a těžbu zlata – RNDr. Petra Morávka vše o této strategické surovině, prohlédli si podzemní štoly Josef a dokonce si, pod dohledem světové šampionky v rýžování zlata – Veroniky Štědré, rýžování sami na Čelinském potoce vyzkoušeli.

Kromě pravidelných aktivit potěší i akce předem neplánované, ale o to zajímavější a atraktivnější. Mezi takovéto akce patřily např. natáčení arabské redakce televize BBC ve štole Josef v rámci reportáže o ČVUT v Praze, návštěva dětí z MŠ Nečín, které si vyzkoušely bludiště zprovozněné pro veřejnost v lokalitě Čelina východ, nebo v závěru roku dva adventní koncerty s pražským smíšeným sborem Gabriel, kterými jsme otestovali možnost živých vystoupení v podzemní kaverně. Pro veřejnost se pravidelně štola Josef otevírá od května do října. Návštěvníci si mohou vybrat ze tří prohlídkových tras - Čelina, Mokrsko a podzemní kaverna (<http://ceg.fsv.cvut.cz/o-nas/stola-josef>). Těší nás, že štola se stává zajímavým místem k návštěvě pro stále větší počet návštěvníků z řad veřejnosti, někteří přijíždějí i opakovaně, aby s odstupem času zkontrolovali, jak naše snaha o zvelebení lokality pokračuje.

## URC Josef

Také „Regionální podzemní výzkumné centrum URC Josef“, které spolu s Podzemní laboratoří Josef tvoří jedinečný experimentální a výukový komplex, se dostává do podvědomí odborné veřejnosti. Vědecko-technický park URC Josef si klade za cíl:

- **technologický vývoj a inovace zaměřené na nové technologie, konkurenceschopné výrobky a služby v oboru podzemních staveb**
- **rychlejší transfer výsledků výzkumu k praktickým aplikacím**
- **trénink a rekvalifikace pracovníků podzemních staveb**
- **marketinkové aktivity, expertní služby a akreditované zkušebnictví**

S končícími výzkumnými projekty odchází z budovy několik nájemců, do budoucnosti je našim cílem získat nové začínající nebo inovativní firmy, které si uvolněné prostory pronajmou a budou využívat zázemí URC Josef.

Personálně a odborně zajišťuje provoz URC Josef tým pracovníků Centra experimentální geotechniky. 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.



*Ukázka základů měření konvergence*



*Hra světel v katedrále*



*Úprava „zastřešení“ jeviště v katedrále*

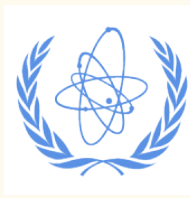
## Mezinárodní spolupráce



Spolupráce s mezinárodními institucemi je pro Centrum experimentální geotechniky přirozenou cestou k posílení 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](http://www.iaea.org/OurWork/ST/NE/NEFW/wts_URF_homepage.html))



### IGD-TP: Implementing Geological Disposal - Technological Platform

Tato instituce byla, s podporou Evropské komise, založena v roce 2007 několika evropskými organizacemi, které jsou zodpovědné za nakládání s radioaktivními odpady. V současnosti sdružuje organizace z 24 zemí. 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.igdtp.eu>)

# Výuka

Předměty vyučované pedagogy CEG jsou svým specifickým zaměřením určeny především pro studenty oborů Konstrukce a dopravní stavby, Inženýrství životního prostředí a Požární bezpečnost staveb. Jedná se o předměty orientované na experimentální geotechniku, jejichž výuka probíhá jak v laboratořích CEG, tak v Podzemní laboratoři Josef. V areálu štolý Josef a v podzemí se také vyučují předměty studijního programu Geodézie a kartografie, svou výuku zde mají i studenti dalších vysokých škol (např. VŠCHT Praha, TU Liberec, MU Brno).

## Bakalářské studium

Předmět **Zakládání a podzemní stavby** (studijní obor Požární bezpečnost staveb) obsahuje část věnovanou podzemním stavbám z hlediska bezpečnosti a potenciálního vzniku požáru. 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, 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.



*Klasifikace hornin indexem RQD*



*Výuka na Čelině západ*



*Exkurze studentů oboru KD*



*Ukázka technologie stříkaného bentonitu*



*Klasifikace hornin z odvrtaných jader*



*„... to je korunka pro vrtání na jádro...“*

**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 podzemní štolu Josef.

## Navazující magisterské studium

**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 mechanicko-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



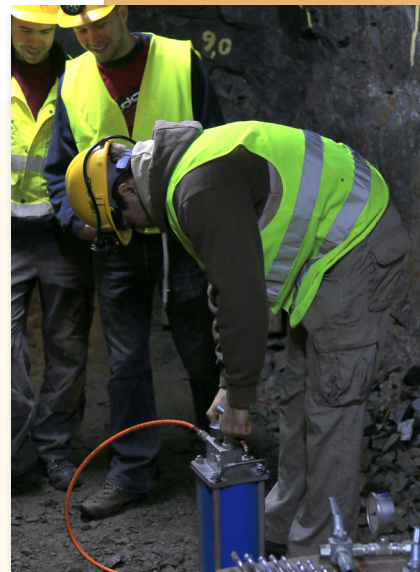
zaměření řeší diplomovou práci z oblasti experimentální geotechniky. Témata prací obvykle úzce souvisejí s výzkumnými projekty zpracovávány v CEG. Pro řešení prací studenti využívají jak geotechnické laboratoře, tak Podzemní laboratoř Josef.

**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.

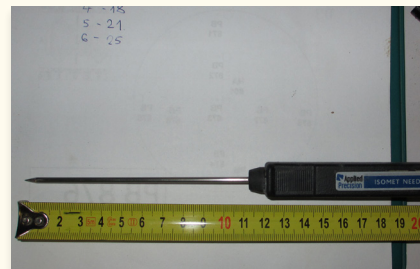
## Doktorské studium

Pedagogové CEG rovněž vedou studenty doktorského studia v oboru „Fyzikální a materiálové inženýrství“. V roce 2016 se studiu a přípravě svých disertačních prací věnovala pětice studentů.

Pod vedením prof. Jaroslava Pacovského se připravují Jiří Štáštka, od roku 2015 Alexey Manaenkov a čerstvě nastoupivší Jaroslav Hloušek. Téma práce J.Štáštky zní „Fyzikální modelování při řešení problematiky izolování radioaktivních odpadů“, A. Manaenkov se v druhém v roce podílel na výzkumu geopolymérů, který byl zaměřen na vývoj nového super-kompozitu pro použití v podzemním stavitelství. J.Hloušek zahájil studium v říjnu 2016. Jeho práce bude zaměřena na tepelné zatěžování jílových materiálů teplotami 150-200 °C.



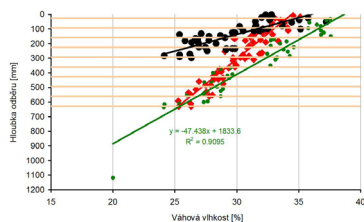
*Vodní tlaková zkouška*



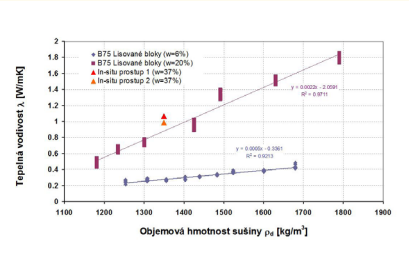
*Jehla pro měření tepelné vodivosti*



*Bentonit po 9ti měsíčním tepelném zatěžování*



*Vztah mezi hloubkou odběru vzorku a vlhkostí*



*Vztah tepl. vodivosti bentonitu a  $\rho$  (kg/m<sup>3</sup>)*

Lucie Hausmannová zpracovává téma „Hydrofyzikální vlastnosti smektitických jíílů v podmínkách hlubinného úložiště radioaktivních odpadů“ pod dohledem Ing. Radka Vašíčka. Jana Smutka vede Ing. Jiří Svoboda, téma práce je „Výzkum plynopropustnosti horninového prostředí založený na experimentálním in situ měření“.

„Pokročilí“ doktorandi se nacházejí v závěrečné fázi svého doktorského studia a všichni usilovně pracují na konečné podobě disertačních prací.

## Studentská grantová soutěž

V roce 2016 pokračoval tříletý projekt **Stanovení termofyzikálních vlastností bentonitové bariéry**. Tým řešitelů představují doktorandi Ing. Lucie Hausmannová, Ing. Jiří Štátek a Ing. Jan Smutek, projekt vede prof. Jaroslav Pacovský. Přenos tepla je jedním z klíčových požadavků na bentonitovou bariéru - konstrukčního prvku v hlubinném úložišti vyhořelého jaderného paliva. Termofyzikální parametry charakterizující bentonit jsou tepelná vodivost, tepelná kapacita a tepelná difuzivita. Je důležité znát rozdíly mezi vlastnostmi bentonitu nezátíženého a zatíženého, tzn. působením tepla a vody ovlivněného bentonitu.

Ve druhém roce projektu byly termofyzikální vlastnosti stanovovány pro bentonitové pelety. Peletami se označuje nejen bentonit slisovaný do válečků (čoček), ale také drť bentonitových pelet či tvárnic. Zkouškám byly podrobeny dva druhy bentonitových pelet – pelety z českého bentonitu B75 a švýcarské pelety ze sodného bentonitu. Předpokládá se, že oba druhy pelet budou využity v nově připravovaných in situ

experimentech v Podzemní laboratoři Josef.

Tým ve složení Bc. Michal Roll, Ing. Jiří Štáštka, Ing. Alex Manaenkov řeší v rámci SGS projekt s názvem **Optimalizace výběru míst pro in situ experimenty v oblastech Čelina a Mokrsko na základě charakteristik podzemních vod**. Vedoucím dvouletého projektu je opět prof. Jaroslav Pacovský. Hlavní náplní tohoto projektu je 18 měsíců trvající měřicí kampaň, která má za úkol charakterizovat důlní vody ve štolě Josef a zhodnotit vliv horninového prostředí, in situ experimentů a stavebních konstrukcí na hydrochemii celého komplexu. Do měření jsou zahrnuty základní fyzikálně-chemické charakteristiky (pH, elektrická vodivost, celková mineralizace a teplota) a měření koncentrace iontů (vápník, hořčík, draslík, sírany), které jsou důležité jak pro charakterizaci vod a vyhodnocení vlivu okolního prostředí, tak pro výběr místa budoucích experimentů.



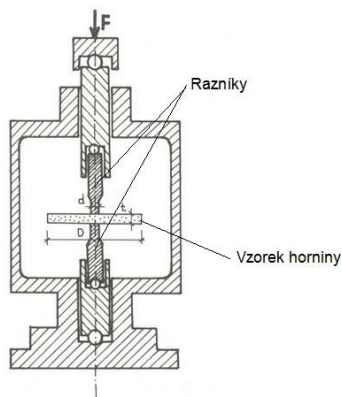
*Lampárna a šatny u vstupu do podzemí*



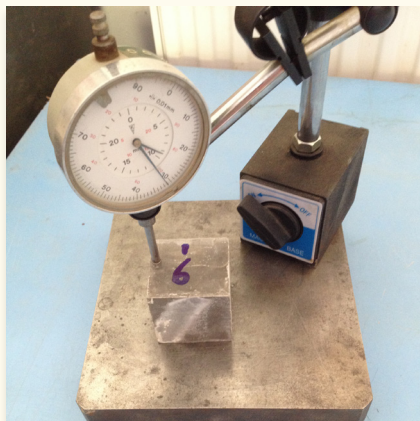
*Sada pro měření koncentrace iontů ve vodě*



*Bentonitová peleta*



*Schéma zařízení pro razníkové zkoušky*



*Měření rovnoběžnosti hran krychle*

## Obhájené bakalářské a diplomové práce

**Pavel SOCHOR**

### Alternativní stanovení pevnosti v tlaku hornin ze štoly Josef

Tématem bakalářské práce bylo ověření vztahu dvou metod pro stanovení pevnosti v tlaku hornin, a to stanovení jednoosé pevnosti v tlaku na pravidelných vzorcích a pevnosti v tlaku na tenkých vzorcích pomocí souosých razníků. Kromě hornin se oběma metodami zjišťovala pevnost v tlaku i u referenčních cementových vzorků. Referenční materiál, z důvodu výraznější homogenity, vykazuje menší rozptyl výsledků než vzorky hornin, proto i porovnání obou metod je pro něj spolehlivější.

Zkouškám byly podrobeny dva druhy hornin ze štoly Josef – tonalit (vyvřelá hornina z oblasti Mokrsko západ) a tufit (pyroklastický sediment z oblasti Čelina západ). Cementové vzorky ve tvaru krychlí a válců byly vyrobeny ze tří druhů cementu – CEM 32,5, CEM 42,5, CEM 52,5.

U všech vzorků byla pevnost v tlaku testována oběma metodami, počet testovaných vzorků se pohyboval od 10 do 30 pro každý druh materiálu a typ zkoušky. Hodnota pevnosti v tlaku stanovená oběma metodami by měla být shodná. Tento předpoklad se však nepotvrdil. Pro konkrétní materiály proto byly upraveny použité převodní vztahy mezi „razníkovou“ a „klasickou“ pevností v tlaku.

Jaroslav HLOUŠEK

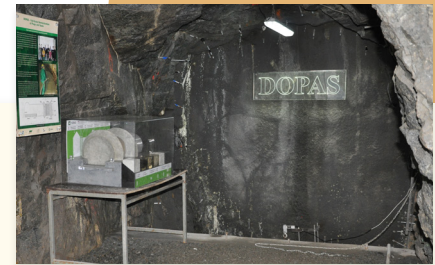
### Vyhodnocení dat z experimentu DOPAS

Téma diplomové práce se týkalo první české experimentální zátky (EPSP – Experimental Pressure and Sealing Plug), která byla vystavěna v rámci evropského projektu DOPAS v Podzemní laboratoři Josef. V práci byly provedeny analýzy postupu výstavby jednotlivých částí zátky, instalace monitoringu i dosud naměřených dat.

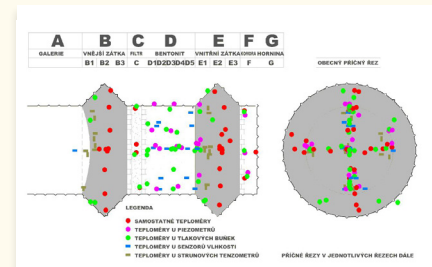
Důležitou součástí zátky je tlakovací komora, která vznikla mezi zainjektovanou a utěsněnou čelbou rozrážky a stěnou ze ztraceného bednění před vnitřní částí zátky. Při výstavbě vnitřní a vnější části zátky ze stříkaného vláknobetonu byla limitujícím faktorem doprava vláknobetonu na místo nástřiku z důvodu omezeného prostoru v podzemí. Bentonitové jádro zátky o objemu 23,7 m<sup>3</sup> je z 90% tvořeno zhutněnými bentonitovými peletami, zbývající objem byl v přístropí nástřikán.

V práci jsou systematicky popsána a graficky znázorněna všechna čidla, která monitorují děje uvnitř zátky i v okolní hornině – digitální a analogové teploměry, senzory vlhkosti, tlakové buňky, strunové piezometry a strunové tenzometry. Jádrem práce je vyhodnocení naměřených dat při testování zátky, které probíhalo od července 2015 do května 2016 a bylo rozděleno do 8 fází. Testování spočívalo v zatěžování zátky tlakem různých médií z tlakovací komory nebo z filtru, což je vrstva mezi bentonitovým jádrem a vnější částí zátky.

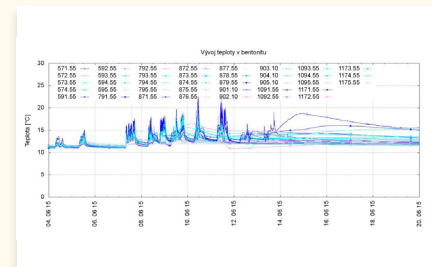
Dosavadní průběh experimentu potvrdil, že navržené materiály i technologie jsou použitelné pro výstavbu zátek v hlubinném úložišti radioaktivních odpadů.



Model a realita projektu DOPAS

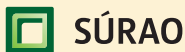


Rozmístění teploměrů v těle zátky



Vývoj teploty v bentonitovém jádře zátky

Partneři



ISATech s.r.o.



Přírodovědecká fakulta  
UNIVERZITY KÁROVY V PRAZE



KERAMOST  
akciová společnost



# Projekty

## Úvod k projektům

Pro Centrum experimentální geotechniky je řešení výzkumných projektů bezesporu prioritou číslo jedna. S ohledem na specifické zaměření pracoviště, spektrum témat u vyhlášených výzev i konkurenci je třeba vyvinout značné úsilí vedoucí k úspěchu v soutěži českých nebo evropských grantových agentur. Zatím se v těchto „bitvách držíme“ i zásluhou nabídky zcela nových experimentů.

Závěrečnou fází představoval rok 2016 pro projekty PETRUS III, SWISS, DOPAS, Mock-Up a Stopovače. Zahájen byl pětiletý projekt NAKI týkající se ochrany hrází historických rybníků a opět byl realizován jednoroční projekt mladých pedagogů zaměřený na rozšíření výuky ve škole Josef. Zbývající projekty pokračují dle stanovených harmonogramů.

I když náplň projektů DOPAS a Mock-Up byla splněna, s největší pravděpodobností budou oba experimenty pokračovat i v dalším roce. Pro oba projekty je zásadní víceleté provozování, neboť pouze dlouhodobé vyhodnocování sledovaných veličin může potvrdit správnost navržených technologií i použitých materiálů. Připravují se i nové experimenty typu „hot“ Mock-Up, u kterých se bude teplota simulující zatížení bariér od kontejneru s vyhořelým jaderným palivem pohybovat v rozmezí 150-200 °C.

## DOPAS – Full Scale Demonstration of Plugs and Seals

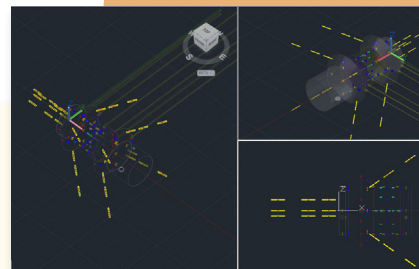


Doba trvání: 2012-2016  
Spolupříjemci: 14 evropských institucí  
Poskytovatel dotace: 7. RP EU, MŠMT

DOPAS je rozsáhlý evropský projekt, na kterém se z ČR podílely Fakulta stavební ČVUT, ÚJV Řež, a.s. a Správa úložišť radioaktivních odpadů (SÚRAO). Projekt koordinovala Posiva Oy (finská obdoba SÚRAO) – jeden z finských partnerů. Cílem české účasti v projektu byla výstavba fyzikálního modelu experimentální tlakové a těsnící zátky (EPSP – Experimental Pressure and Sealing Plug) v žulovém masivu ve štole Josef. Těsnící zátky budou součástí hlubinného úložiště (HÚ) radioaktivních odpadů. Jejich funkce spočívá v bezpečném oddělení již zaplněných prostor HÚ od prostor nezaplňných.

Experiment EPSP byl úspěšně postaven v polovině roku 2015. Vybudováním zátky se potvrdilo, že navržené technologie a použité materiály jsou vhodné k aplikaci v budoucím HÚ. Souběžně se stavbou zátky byl kompletně dokončen i monitorovací systém – v experimentu EPSP a okolní hornině bylo instalováno cca 250 čidel. Monitorovací systém byl aktivní již v průběhu výstavby jednotlivých prvků zátky, zachytil např. vývoj hydratačního tepla a deformace zátek ze stříkaného vláknobetonu.

Vlastní experimentální program začal po dokončení a dozrání vnější zátky ze stříkaného vláknobetonu. Nejprve byla konstrukce EPSP namáhána pulzními testy z tlakovací komory tlakem vody od 0,1 MPa do 1 MPa. Poté, aby se zabránilo možnému poškození bentonitového těsnění, začalo syčení bentonitového těsnění z filtru i tlakovací komory, postupně tlakem až 1 MPa. Následovala injektáž z tlakovací komory bentonitovou suspenzí až do 3 MPa. Po skončení injektáže byla komora vyčištěna a začal dlouhodobý test tlakem vody do 1,2 MPa. Ve všech fázích zatěžování zátky jsou kontinuálně odečítána data, která jsou podkladem pro analýzu chování EPSP. Z hlediska ověření funkčnosti zátky je nezbytné provozovat takový experiment v delším časovém horizontu. SÚRAO proto plánuje financovat provoz EPSP i v dalších letech.



3D schéma rozmístění čidel v experimentu



Doprava příslušenství pro tlakování



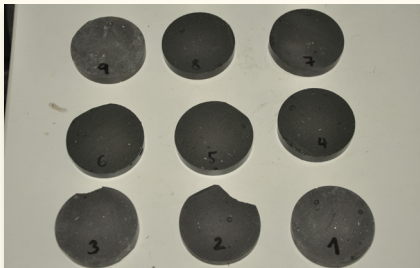
Část tlakovacího zařízení



*Vysokorychlostní míchačka betonových směsí*



*Sada „hrnců“ pro testování bentonitů*



*Vzorky cementů pro testy*

## CEBAMA – Cement-based Materials, Properties, Evolution, Barrier Functions



Horizon 2020  
European Union funding  
for Research & Innovation

Doba trvání:  
Spolupříjemci:  
Poskytovatel dotace:

2015-2018  
27 institucí a univerzit z Evropy a Japonska  
EU – program Horizont 2020

CEBAMA je čtyřletý evropský projekt, na kterém spolupracuje 27 institucí z Evropy a Japonska. Jedná se o národní organizace, které jsou ve své zemi zodpovědné za výstavbu hlubinných úložišť (HÚ) radioaktivních odpadů (RAO), a výzkumné instituce, které se na vývoji HÚ podílejí. Práce na projektu probíhají od června 2015 a koordinátorem je jeden z německých partnerů – Karlsruher Institut für Technologie (KIT).

Cílem projektu je výzkum materiálů na bázi cementu pro využití při výstavbě HÚ. Předpokládá se, že dle konceptu výstavby HÚ v dané zemi bude cement použit jako jeden z konstrukčních materiálů. Interakce cementu a dalších konstrukčních materiálů v HÚ použitých může ovlivnit jejich chování a dlouhodobou stabilitu, proto je nutné tyto interakce zkoumat.

Úkolem CEG je výzkum vzájemných interakcí českého bentonitu, cementu a podzemní vody, což je součástí náplně pracovní skupiny WP1. Výzkum je zaměřen na mechanické a hydrofyzikální vlastnosti (pevnostní vlastnosti cementových vzorků; bobtnací schopnost a hydraulická vodivost bentonitů). Pro výzkum byl vybrán český bentonit, standardní cement CEM II 42,5 R a také cementová směs se sníženým pH – tato směs je referenčním materiálem celého projektu. Interakce cement-bentonit jsou zkoumány na vzorcích různého stáří – od 9 do 27 měsíců zatížen teplotou 10 a 95 °C.

V květnu 2016 se v Barceloně uskutečnil první výroční workshop pořádaný španělskými kolegy z Amphos 21. Workshop byl zaměřen na prezentaci výsledků jednotlivých WPs a koordinaci aktivit mezi WPs i partnery projektu.



## Modern 2020 – Development and Demonstration of Monitoring Strategies and Technologies for Geological Disposal



Horizon 2020  
European Union Funding  
for Research & Innovation

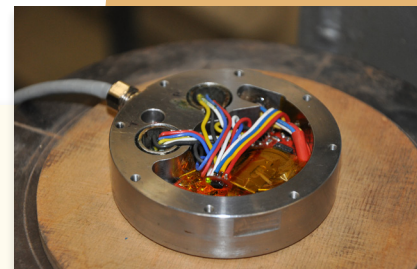
Doba trvání: 2014-2017  
Spolupříjemci: 28 organizací z Evropy a Japonska  
Poskytovatel dotace: EU – program Horizont 2020

Řešení čtyřletého evropského projektu bylo zahájeno v červnu 2014. Partneři projektu představují národní organizace, jež jsou ve své zemi zodpovědné za výstavbu hlubinných úložišť (HÚ) radioaktivních odpadů (RAO), a výzkumné instituce, které se na vývoji HÚ podílejí. Koordinátorem participantů je ANDRA (francouzská obdoba SÚRAO). Českou republiku v projektu reprezentují Fakulta stavební ČVUT v Praze, SÚRAO a Technická univerzita v Liberci.

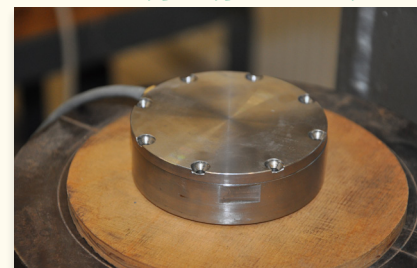
Projekt si klade za cíl vyvinout a implementovat efektivní a účinný program pro monitoring HÚ radioaktivních odpadů, s přihlédnutím ke konkrétním požadavkům národních programů. Pro vývoj monitoringu HÚ je nezbytné definovat, co vše se má pro zajištění bezpečnosti HÚ sledovat, a rovněž vypracovat metodiku, jak získané informace využívat při rozhodovacích procesech. Cílem výzkumu je rozvoj nových technologií pro monitoring – bezdrátový přenos dat, alternativní zdroje napájení, nové senzory, geofyzikální metody.

Řešení projektu probíhá v šesti WPs, CEG se podílí na pracích ve WP3 (výzkum a vývoj monitorovacích technik) a ve WP4 (demonstrace implementace v in situ podmínkách). V roce 2016 byl v CEG vyroben a otestován první prototyp multifunkční tlakové buňky (o průměru cca 80 mm) pro měření napětí, pórového tlaku, relativní vlhkosti a teploty. V září CEG pořádalo v Praze druhé generální zasedání projektu, na kterém partneři projektu informovali o průběhu řešení v jednotlivých WPs a dalším postupu. Součástí zasedání byla i návštěva Podzemní laboratoře Josef.

<http://www.modern2020.eu/>



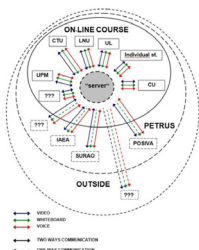
*Otevřený prototyp tlakové buňky*



*... a celkový pohled*



*Účastníci zasedání před svatou Barborkou*



*Schéma on-line komunikace mezi partnery*



*Účastníci PhD konference*



*Prof. Behrooz Bazargan-Sabet z Francie*

## PETRUS III – Implementing sustainable E&T Programmes in the Field of Radioactive Wastes Disposal



Doba trvání:

2013-2016

Spolupříjemci:

20 evropských institucí a univerzit

Poskytovatel dotace:

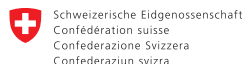
7. RP EU

Mezinárodní projekt PETRUS III, který byl zahájen v roce 2013, navazoval na projekt PETRUS II. Snahou partnerů bylo koordinovat úsilí evropských vysokých škol, vzdělávacích a výzkumných institucí i organizací z praxe při společném vzdělávání a tréninku studentů doktorského studia a odborníků v oblasti nakládání s radioaktivními odpady. Cílem bylo vybudovat a implementovat vzdělávací a tréninkový program založený na předem definovaných kompetencích absolventů.

Práce na projektu byly rozděleny do šesti pracovních skupin (WPs). Ve WP1 a WP2 se připravoval modul pro magisterské studium a jeho implementace alespoň v jedné ze spolupracujících univerzit. WP3 se zaměřil na přípravu multidisciplinárního vzdělávání PhD studentů a na organizaci PhD mezinárodních workshopů. Cílem WP4 a WP5 bylo společně s koncovými uživateli a pracovní skupinou CMET (IGD-TP) usilovat o dlouhodobý rozvoj vzdělávacích a tréninkových programů PETRUS. WP6 koordinovala práci ostatních WPs a prezentovala výsledky.

Webové stránky projektu byly začleněny do struktury webu ENEN, zde je možné nalézt všechny důležité informace týkající se vzdělávání a tréninku v oblasti jaderné energie. V červnu 2016 se uskutečnila 2. mezinárodní konference pro doktorandy a mladé výzkumníky na půdě Delft University of Technology v Holandsku.

## Expertní spolupráce při výstavbě 1. české podzemní migrační laboratoře s možností používání aktivních stopovačů



Doba trvání:	2014-2016
Příjemce:	Fakulta stavební ČVUT
Spolupříjemci:	NAGRA - National Cooperative for the Disposal of Radioactive Waste, ÚJV Řež, a.s.
Poskytovatel dotace:	Ministerstvo financí ČR – Fond Partnerství

Cílem projektu bylo získat na základě vzájemných návštěv, konzultací a organizace workshopů poznatky zahraničního partnera potřebné k tomu, aby v České republice byla uvedena do provozu první in situ podzemní laboratoř s možností používat radioaktivní stopovače. Protože se v České republice takový výzkum dosud neprováděl (nebylo k dispozici vhodné podzemní pracoviště), bylo nutné přizvat zahraniční konzultanty. Kromě provozovatele Podzemní laboratoře Josef byla přizvána ke spolupráci i společnost ÚJV Řež, a.s. s ohledem na kompetence v oblasti laboratorního výzkumu této problematiky.

V březnu 2016 se uskutečnila poslední návštěva zahraničního experta z Nagry dr. Ingo Blechschmidta, na které proběhly konzultace ohledně pracovních verzí dokumentů týkajících se organizační struktury pracoviště, komplexní dokumentace pro povolení od SÚJB a změn náplně výuky stávajících předmětů vyučovaných pedagogy CEG. Zapracováním připomínek všech expertů vznikly konečné verze těchto dokumentů. Rovněž byl odsouhlasen další postup výzkumu v rámci projektu PAMIRe, jehož řešení se týká migračních procesů v horninovém prostředí a které úzce souvisí s cílem projektu SWISS.

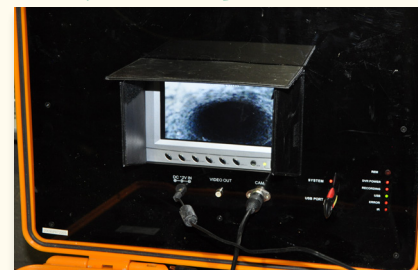
Výstupy projektu byly prezentovány na dvou mezinárodních konferencích. V květnu se uskutečnila konference „Prague Geotechnical Day's 2016“, kde byla přednesena „invited lecture“, a v listopadu byl zaslán abstrakt příspěvku na konferenci „Safety of Radioactive Waste Management“, kterou ve Vídni pořádala agentura IAEA.



Účastníci posledního workshopu



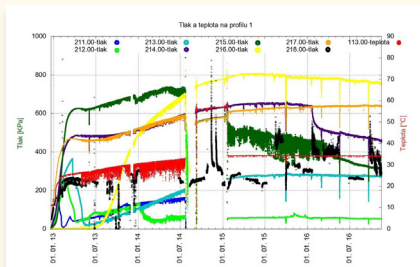
Jádrový vrt v rozrážce pro budoucí laboratoř



Vizuální monitoring vrtu



Odběry vzorků z bentonitové bariéry



Průběh hodnot tlaku a teploty v profilu 1

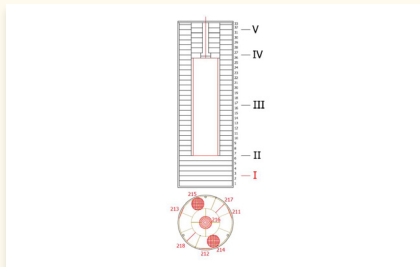


Schéma umístění modelu s pěti měřicími profily

## Výstavba, provozování a vyhodnocení demonstračního experimentu Mock-Up Josef



Doba trvání:

2011-2015; pokračování 2016

Zadavatel výzkumu:

SÚRAO

Mock-Up Josef je in situ provozovaný fyzikální model, první v České republice, simulující vertikální uložení kontejneru s vyhořelým jaderným palivem. U tohoto experimentu se jedná o výzkum působení tepla a podzemní vody na těsnící bentonitovou bariéru, tzv. buffer, která bude v hlubinném úložišti obklopat kontejner s vyhořelým jaderným palivem.

Hlavním cílem projektu je popsat chování bentonitové bariéry dlouhodobě zatěžované teplem a saturované vodou z okolní horniny. Projekt byl v roce 2016 prodloužen o další rok, protože nedošlo k ustálení procesů uvnitř bentonitové bariéry. Uvnitř bariéry jsou průběžně monitorovány tlak, teplota a relativní vlhkost v pěti horizontálních a jednom vertikálním profilu. Změny jsou sledovány pomocí čidel umístěných i v okolním horninovém masivu. V horninovém masivu se sleduje šíření tepla do okolí experimentu, napjatost masivu, rozevírání trhlin, konvergenčním měřením se monitoruje případná deformace okolního výrubu.

Součástí měřicího systému je webové rozhraní, prostřednictvím kterého lze získat přehled o dění v experimentu, např. seznam čidel s možností vykreslení grafů za zvolené období, 3D vizualizace aktuálního stavu, přehled o funkčnosti systému a deník experimentu. (<http://uef-josef.uef-josef.eu/misc/mereni/>)

V průběhu roku 2016 byly bentonitovou bariérou odvrtny dva vertikální jádrové vrty a z nich odebrány k testování vzorky bentonitu. U vzorků byly stanoveny objemová hmotnost sušiny, váhová vlhkost, stupeň nasycení, hydraulická vodivost, bobtnací tlak a tyto hodnoty byly porovnávány s hodnotami vzorků z předchozích odběrů. Společně s odborníky ze SÚRAO jsou mj. průběžně sledovány i případné mineralogické změny bentonitu. Na základě vyhodnocení provedených odběrů a výsledků monitoringu je zřejmé, že dosud nedošlo k úplnému ustálení dějů v experimentu.

## PAMIRe – Přenos hodnot migračních parametrů granitických hornin z mikroměřítká do reálného měřítká horninového masivu

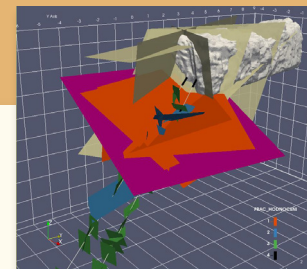


Doba trvání:	2014-2017
Příjemce:	ÚJV Řež, a.s.
Spolupříjemci:	ARCADIS CZ, a.s., divize Geotechnika, Fakulta stavební ČVUT, Ústav geoniky AV ČR, v. v. i.
Poskytovatel dotace:	TA ČR – Program ALFA

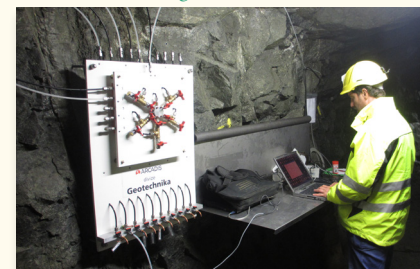
Cíl projektu vychází z nutnosti co nejvíce snížit nejistoty, kterými je zatížen přenos výsledků laboratorního výzkumu a simulací do in situ podmínek. V projektu PAMIRe se jedná o migrační procesy v horninovém prostředí budoucího hlubinného úložiště radioaktivních odpadů. Laboratorní aktivity byly v roce 2016 soustředěny na rozšíření charakterizace vzorků z vrtů v rozrážce JP 57. U vzorků vybraných z poruchové zóny vrtu (cca z hloubky 3 m) byly zjišťovány definované parametry, např. gravimetrická pórovitost, difúzní koeficient, sorpce a další. Část vzorků jader byla podrobena ve speciálně upravených celách průnikovým difúzním experimentům s  $^3\text{H}$ ,  $^{36}\text{Cl}$  a  $^{125}\text{I}$ . Další práce řešily vizualizaci a charakterizaci pórového prostoru pomocí RTG CT s využitím nového plošného detektoru. Pro vizualizaci mikropórového prostoru byly vzorky nasyceny fluorescenční pryskyřicí a bylo provedeno měření pomocí laserového rastrovacího konfokálního mikroskopu. Vizualizace pórového prostoru ve 2D a 3D byla porovnána se snímky z optického mikroskopu.

In situ práce byly zaměřeny na podrobnou charakterizaci puklinového systému v hloubce vrtu cca 3 m. Testy se týkaly měření tlakových poměrů v multipakovém systému, sledování systému při tlakových změnách, měření průtoků v intervalech, vodních tlakových zkoušek a hydrochemického profilování. Výsledky představovaly vstupní informace pro návrh transportního modelu použitého pro plánování stopovacích zkoušek s neaktivním stopovačem.

Jednání se SÚJB se týkala možnosti aplikace radioaktivních stopovačů do horninového prostředí, v roce 2016 byl proveden bezpečnostní výpočet v modelu Goldsim pro vyhodnocení bezpečnosti injektáže  $^3\text{H}$  do pukliny a jeho migrace směrem k pracujícím osobám.



Vizualizace geometrického modelu



Zařízení pro testování jádrových vrtů

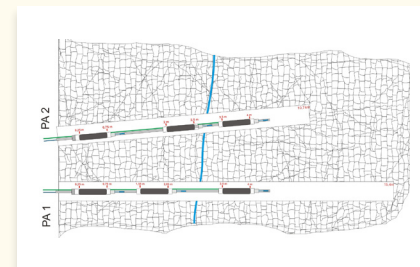
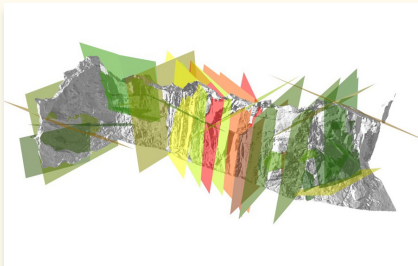


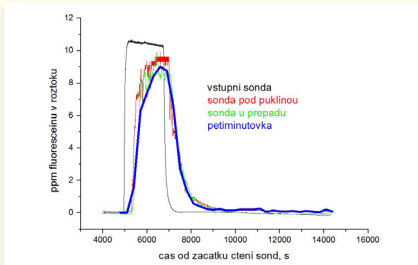
Schéma uspořádání testovacích vrtů



*Sestava pro in situ testy*



*3D projekce dokument. struktur v rozrážce*



*Sledování koncentrace stopovače*

## Stanovení migračních parametrů hornin s puklinovou propustností za použití fluorescenčních roztoků



Doba trvání:  
Příjemce:  
Spolupříjemci:

2013-2016  
ISATech, s.r.o  
Fakulta stavební ČVUT,  
Geologický ústav AV ČR, v.v.i., PROGEO s.r.o  
TA ČR – Program ALFA

Poskytovatel dotace:

Projekt byl zaměřen na využití fluorescenčních látek pro stopovací zkoušky. Tyto látky nezatěžují životní prostředí, jsou detekovatelné jednoduchými metodami a umožňují kontinuální záznam změn koncentrace stopovače, což je důležité pro stanovení migračních parametrů horniny v in situ podmínkách. Cílem projektu bylo určit optimální složení stopovacích roztoků a stanovit podmínky použitelnosti pro konkrétní fluorescenční stopovač v daném horninovém prostředí.

V Podzemní laboratoři Josef byl tento projekt realizován na několika lokalitách. V oblasti Čelina je od roku 2013 v provozu specializovaná laboratoř pro potřeby stopovacích experimentů na makrovzorcích. V oblasti Mokrsko západ probíhaly výzkumné práce ve dvou rozrážkách. Rozrážka JP-17 byla upravena pro in situ stopovací experimenty a v roce 2014 zde byl, na základě geofyzikálních měření a geologického mapování, připraven testovací polygon využívající 5 vrtů a stávající puklinovou síť. V rozrážce SP-47 byly využity další vrty pro kalibrační in situ zkoušky.

V roce 2015 bylo dokončeno podrobné geologické mapování testovacího polygonu, vodními tlakovými zkouškami byly ověřeny hydraulické vlastnosti puklinového prostředí polygonu. Pro stopovací in situ experimenty bylo zařízení společnosti ISATech (chráněné patentem) doplněno o nádobu pro stopovací roztok a další nezbytné příslušenství.

V posledním roce projektu se práce soustředily na in situ testy (v nesorpčním i sorpčním prostředí), matematické modelování (kalibrace a validace modelů), popis monitorovacích technologií s výstupem ověřené technologie, vyhodnocení výsledků výzkumu použití neaktivních stopovačů a zpracování metodiky aplikace fluorescenčních stopovačů.

## Údržba, opravy a monitoring hrází historických rybníků jako našeho kulturního dědictví



MINISTERSTVO  
KULTURY

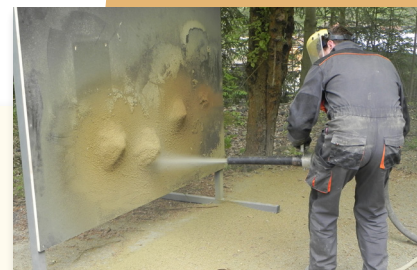
Doba trvání: 2016-2020  
Příjemce: Fakulta stavební ČVUT  
Poskytovatel dotace: Ministerstvo kultury ČR – program NAKI II

Pětiletý projekt, na němž spolupracuje Centrum experimentální geotechniky s Katedrou hydromeliorací a krajinného inženýrství, je zaměřen na zajištění a ochranu hrází historických rybníků, které jsou součástí našeho kulturního dědictví. Cílem je navrhnout vhodnou technologii pro opravy těles hrází historických rybníků a experimentálně ji ověřit s využitím sekčního fyzikálního modelu. Dalším cílem je ověřit metodiku pro neinvazivní diagnostiku těles historických rybníků.

Práce v prvním roce projektu byly zaměřeny na sběr podkladů (historické mapy a publikace, výškopisná data apod.), předběžné terénní průzkumy vybraných oblastí, testy geofyzikálních metod a pořízených přístrojů a výstavbu experimentálního objektu v areálu štolý Josef.

Cílem terénních průzkumů bylo seznámit se s terénem a charakterem historických rybníků a analyzovat strukturu rybníční sítě na Kostelecku, Blanicku, Blatensku a Třeboňsku. Z geofyzikálních metod byla na hrázi rybníka Ján u Jevan otestována metoda elektrické rezistivní tomografie a georadar. V rámci projektu byla pořízena sestava totální stanice FOIF RTS105R5 a geodetického GPS/GNSS roveru X91. Toto zařízení bude využito na zaměřování vybraných rybníků, které je nezbytné pro použití geofyzikálních metod. Zkušební zaměření bylo realizováno na hrázích rybníků Ján a Švýcar v okolí Jevan.

Postup oprav těles hrází historických rybníků bude testován na sekčních modelech hrází v reálném měřítku. Základ sekčních modelů byl vystaven v roce 2016. Jedná se o dvě sekce, každá o rozměru 3x17 m, ve kterých budou vytvořeny modely úseků hrází (zemních těles) v reálném měřítku podle technologií používaných při budování historických rybníků. Modely budou osazeny monitoringem zaměřeným zejména na sledování průsaku zemním prostředím a na sledování geotechnických stavů tělesa hráze.



*Technologie stříkaného bentonitu*



*Výstavba sekčních modelů*



*Betonáž do ztraceného bednění*



*Vizuální kontrola komínu*



*Betonová deska před pokusem...*



*... a po nárazu závaží*

## Inovace výuky v Podzemní laboratoři Josef

Doba trvání:

2016

Příjemce:

Fakulta stavební ČVUT (CEG, Katedra betonových a zděných konstrukcí, Katedra speciální geodézie, Experimentální centrum)

Poskytovatel dotace:

ČVUT – projekt RPMT

Projekt byl zaměřen na rozšíření praktické výuky studentů a podporu mladých pedagogů ze čtyř kateder Fakulty stavební. Cílem bylo inovovat předměty o výuku ve zprovozněné 40ti metrové vertikální šachtě – šibíku. V šibíku je možné testovat vzorky do půdorysného rozměru 2,5×2,5 m a váhy do 300 kg, lze je vypouštět z různé výšky dle požadované dopadové energie. Inovovány byly předměty Diagnostika poruch stavebních materiálů (DPSM), Diagnostika staveb (DIST), Modelování a vyztužování betonových prvků (YMVB), Experimentální analýza konstrukcí (EAK), Vysokohodnotné betony (YVHB), Geodézie v podzemních prostorách (GP10) a Inženýrské geodézie 4 (ING4).

Stávající náplň předmětů DPSM a DIST byla rozšířena o úlohu týkající se rázové odolnosti prvků stavebních konstrukcí. Výsledky rázových zkoušek a mechanicko-fyzikální parametry zkoušených materiálů slouží jako vstupní hodnoty pro předmět YMVB. Informace o chování betonových vzorků zatížených rázem obohatí výuku předmětů EAK a YVHB. Řešení projektu umožnilo vytvořit i nové úlohy pro předměty GP10 a ING4. Jedná se o připojovací a usměrňovací měření tzv. mechanickým promítáním bodů, výhledově také laserovým promítáním. Výhodou pro uvedené měřické úlohy je stabilní prostředí (stálá teplota, malé proudění vzduchu, tma), které je blízké reálným podmínkám při praktických aplikacích.

Průběh řešení a výstupy projektu jsou prezentovány na webových stránkách Centra experimentální geotechniky v nově vzniklé sekci „Výukové pracoviště pro rázové zkoušky“. Primární cílovou skupinou představovalo 210 studentů Fakulty stavební. Vybudované výukové pracoviště bude v roce 2017 nabídnuto i dalším pracovištím.



## Účast CEG v dalších projektech

Centrum experimentální geotechniky je účastníkem i v dalších projektech, resp. v konkrétních dílčích zadáních nebo tématech. Jedním z nich je čtyřletý evropský projekt ANNETTE - Advanced Networking for Nuclear Education and Training and Transfer of Expertise, který v rámci EU programu Horizont 2020 navazuje na dříve realizované projekty v oblasti vzdělávání odborníků na ukládání radioaktivních odpadů. Projekt, na kterém spolupracuje 27 evropských institucí, koordinuje The European Nuclear Education Network (ENEN).

V rámci programu Projekty velkých infrastruktur pro VaVaI podporované MŠMT je řešen čtyřletý projekt „Výzkumná infrastruktura pro rozvoj geotermální energie – RINGEN“ (Research Infrastructure for Geothermal Energy), na kterém spolupracuje pod vedením Univerzity Karlovy 7 institucí. Tato výzkumná infrastruktura (VI) je budovaná v areálu bývalých kasáren Dukelských hrdinů v Litoměřicích a jejím hlavním cílem je vytvořit odborné zázemí pro výzkum efektivního využívání hlubinné geotermální energie. Pro naplnění cíle se VI soustředí zejména na rozvoj a testování nových vrtných technologií ve středních a velkých hloubkách, rozvoj technologií stimulační propustnosti hornin pro tvorbu podzemních geotermálních výměníků a technologií pro seismické monitorování. Činnost VI probíhá v pěti odborných sekcích a CEG se bude podílet na experimentu, jehož náplní bude simulace tepelného výměníku v Podzemní laboratoři Josef.

Řešení projektu „Výzkumná podpora pro bezpečnostní hodnocení hlubinného úložiště“, jehož zadavatelem je Správa úložišť radioaktivních odpadů, probíhá formou tzv. zadávacích listů (ZL) vztahujících se vždy k určité konkrétní oblasti výzkumu. CEG se podílí na řešení několika z nich, např. ZL „Chování ÚOS (úložného obalového souboru) pro VJP a RAO / Mikrobiální koroze“, kde jsou aktivity CEG zaměřeny na zajištění podpory při odběrech podzemních vod ve štole Josef a při pracích v URC Josef.

Pro podnik Keramost, a.s., který je dodavatelem většiny bentonitů pro experimenty v CEG, byly provedeny laboratorní zkoušky sypkých bentonitů. Dle požadavku zadavatele byly vyhodnoceny základní geotechnické vlastnosti jako např. mez tekutosti, mez plasticity. Na vývoji nových materiálů pro speciální využití ve stavebnictví pokračovala spolupráce s ČLUZ a.s., AV ČR, Katedrou betonových konstrukcí a Experimentálním centrem FSv ČVUT.








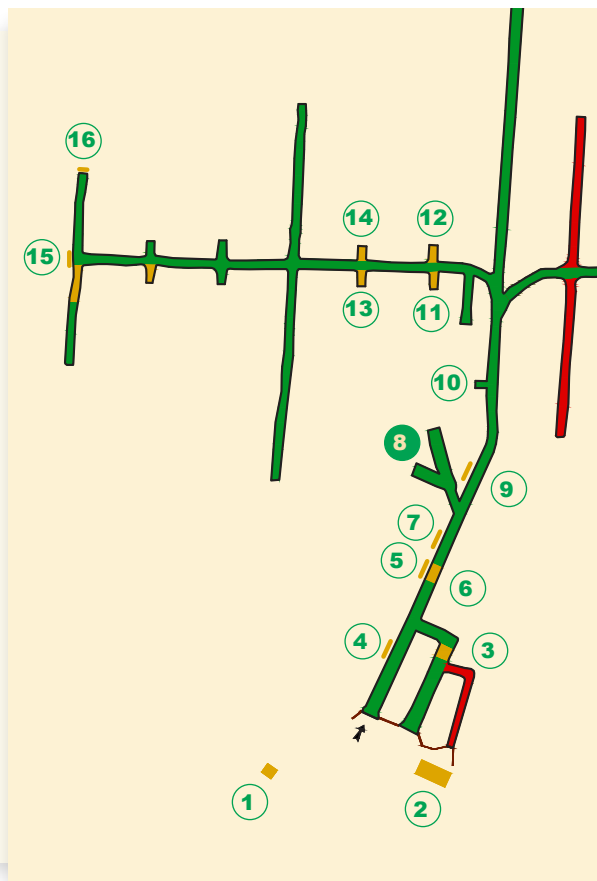
*Zkouška technologie hutnění pelet*

## Čelina západ

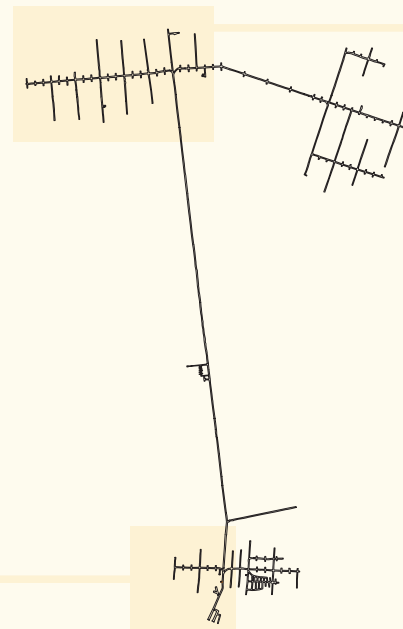
### LEGENDA

1. Prefabrikované ostění TOM (s ukázkou konvergenčního měření)
2. Ukázka důlní mechanizace
3. Model 1:1 historické výdřevy tunelu - rakouská soustava
4. Cvičná stěna - jádrové vrtání
5. Měření kontaktního napětí
6. Konvergenční měření
7. Kotevní technika (firma ORICA)
8. Laboratoř projektu „Stopovače“
9. Kotevní technika (firma HILTI)
10. Jímka s technologickou vodou
11. Model zaplnění přístupové štoly hlubinného úložiště (BACKFILL)
12. Informační centrum projektu BACKFILL
13. EU experiment TIMODAZ
14. Informační centrum projektu TIMODAZ
15. Vrtné schéma a výuka destrukčních prací
16. Vrtné schéma

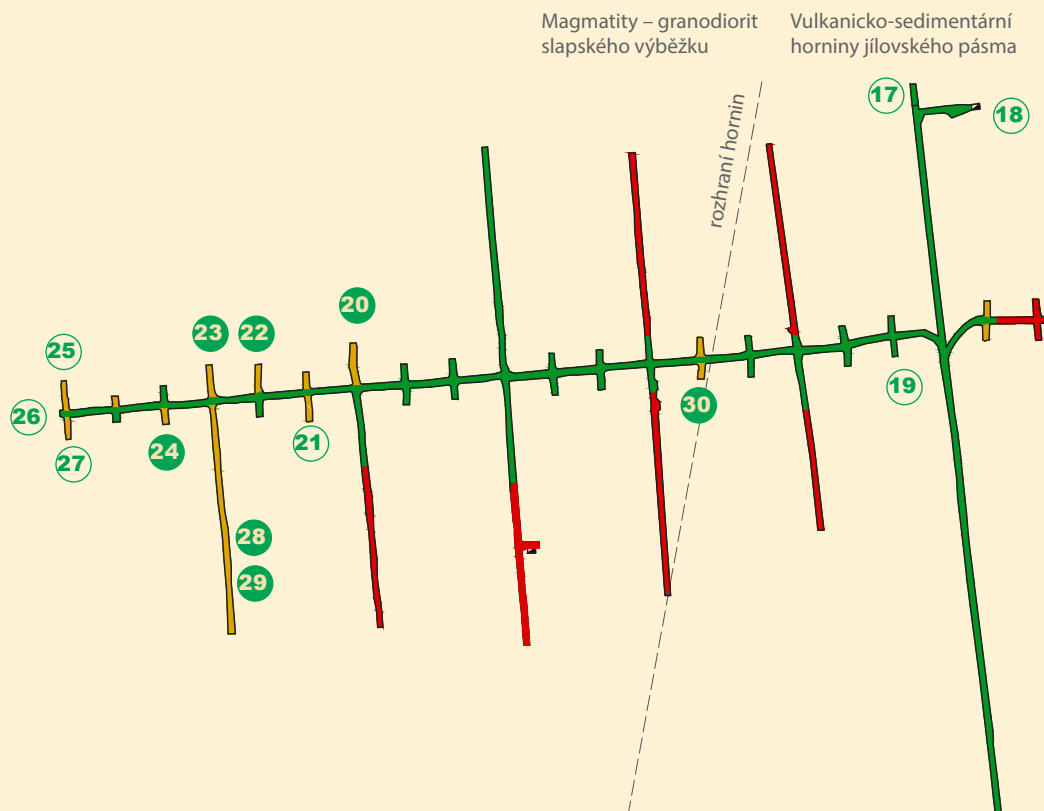
-  Zpřístupněné části
-  Nepřístupné části
-  Experiment, stanoviště výuky
-  24 Projekty uvedené v ročence
-  25 Ostatní



### Schéma podzemí štoly Josef



## Mokrsko západ



## LEGENDA

17. Záchraná komora
18. Větrací komín
19. Jímka s technologickou vodou
20. Projekt TAČR „Stopovače“ – pilotní testy
21. Anaerobní laboratoř
22. Technologické centrum DOPASu
23. Projekt DOPAS
24. Mock-Up Josef experiment
25. Meziuniverzitní podzemní laboratoř (MeziLab)
26. Migrační experiment TU v Liberci
27. Meziuniverzitní podzemní laboratoř (MeziLab II)
28. Projekt SWISS - aktivní stopovače
29. Projekt PAMIRE
30. Projekt TAČR „Stopovače“

*Svou práci děláme  
rok od roku lépe...*





*... a máme  
z toho radost!*

## Vybrané publikace 2016

Šťástka, J. – Sovják, R. – Fládr, J. – Vondráčková, M

**Zpráva o experimentální aplikaci geopolymery na bázi Mefisto L ČLUZ pro výrobu tybinků**

*Praha: Centrum experimentální geotechniky, 2016. HSČLUZ 1*

Hanusová, I – Svoboda, J. – Večerník, P.

**Experimental pressure and sealing plug as part of the European DOPAS project – deep geological repository plug demonstration**

*Clay Minerals. 2016, 51(4), 589-601. ISSN 0009-8558*

Šťástka, J. – Smutek, J.

**Stanovení termofyzikálních vlastností bentonitové bariéry – Odborná zpráva o postupu prací a dosažených výsledcích za rok 2016**

*Praha: Centrum experimentální geotechniky, 2016. 1.*

David, V. – Šťástka, J. – Vrána, K. – Smutek, J. – Davidová, T. – Hausmannová, L.

**Experimentální objekt pro testování hrází**

*Functional Sample. 2016*

David, V. – Davidová, T. – Vrána, K. – Krása, J. – Zumr, D. – Hauserová, M. – Šťástka, J. – Hausmannová, L. et al.

**Rybniční síť ve vybraných územích**

*In: Voda a krajina 2016. Praha: České vysoké učení technické v Praze, Fakulta stavební, 2016, pp. 37-47. ISBN 978-80-01-06024-7*

Smutek, J. – Hausmannová, L. – Svoboda, J.

**The gas permeability, breakthrough behaviour and re-sealing ability of Czech Ca–Mg bentonite**

*Geological Society Special Publication. 2016, 443(443), ISSN 2041-4927*



**FAKULTA  
ŠTAVEBNÍ  
ČVUT V PRAZE**

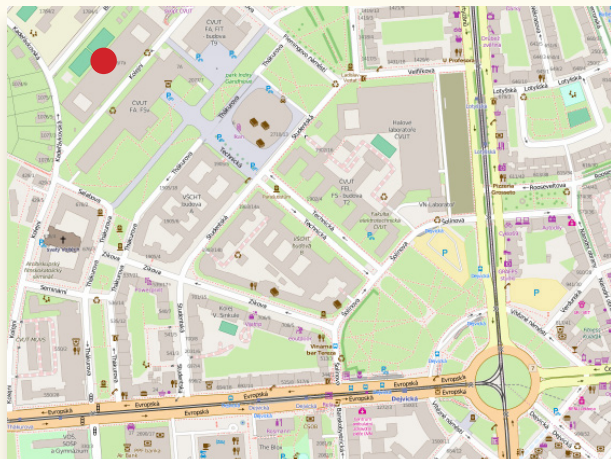


### CENTRUM EXPERIMENTÁLNÍ GEOTECHNIKY

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

● N 50°06'15.909"  
E 14°23'21.581"

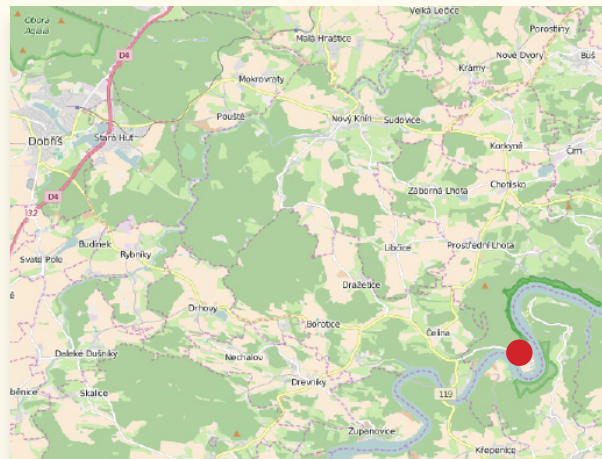
e-mail: [stola.josef@fsv.cvut.cz](mailto:stola.josef@fsv.cvut.cz)  
web: <http://ceg.fsv.cvut.cz>



### REGIONÁLNÍ PODZEMNÍ VÝZKUMNÉ CENTRUM URC JOSEF

Smilovice 93  
262 03 Nový Knín  
tel. : (+420) 224 355 500

● N 49°43'50.145"  
E 14°20'54.591"



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: [stola.josef@fsv.cvut.cz](mailto:stola.josef@fsv.cvut.cz)  
web: <http://ceg.fsv.cvut.cz>

---

České vysoké učení technické v Praze  
Fakulta stavební  
**REGIONÁLNÍ PODZEMNÍ VÝZKUMNÉ CENTRUM URC JOSEF**  
Smilovice 93  
262 03 Nový Knín