

VÝROČNÍ ZPRÁVA
2019
URC JOSEF



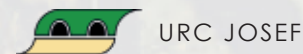
FAKULTA
STAVEBNÍ
ČVUT V PRAZE



URC JOSEF

Obsah

Slovo úvodem	3
Lidé	4
O pracovišti	9
Výuka	12
Obhájená bakalářská práce	15
Mezinárodní spolupráce	16
Projekty	17
Schéma podzemí	26
To se nám letos povedlo	28
Vybrané publikace	30
Kde nás najdete	31



Slovo úvodem

Milí čtenáři,

rokem 2019 vstoupilo naše „odloučené“ pracoviště do 13. (snad šťastného) roku své existence a stále se snaží naplňovat původní záměr Podzemní laboratoře Josef – realizovat výzkumné projekty v podzemí a poskytovat prostor pro výuku studentů. Stejně tak spolehlivě funguje Regionální podzemní výzkumné centrum URC Josef, jehož hlavní funkce spočívá v technické a laboratorní podpoře výzkumné činnosti a rovněž je zde prostor pro realizaci dílčích experimentálních zadání.

V tomto roce byla velká část odborného i technického potenciálu vynaložena na in situ výstavbu fyzikálního modelu inženýrské bariéry zatěžované teplotou 200 °C, která byla ve štole Josef v říjnu úspěšně dokončena a nyní probíhá kontinuální monitoring experimentu. Náš nevelký tým posílila částečným úvazkem absolventka oboru Vodní hospodářství a vodní stavby.

S mým blížícím se definitivním odchodem na „zasloužený odpočinek“ postupně předávám své „know-how“ mladším kolegům, kteří přebírají zodpovědnost nejen za odborná řešení, ale i za financování „svých“ projektů. Těší mě, že svým nástupcům přenechávám pracoviště v „dobré kondici“ a věřím, že dokáží v tomto duchu pokračovat a bude pro ně výzvou dobré jméno Podzemní laboratoře Josef udržet.

Zdař Bůh!



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 štole Josef dva roky trvající zpřístupňování rozsáhlé kaverny.



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

Absolvoval Fakultu stavební ČVUT v Praze - obor Inženýrství životního prostředí (Bc.) a Stavební management (Ing.), titul Ph.D. získal v oboru Fyzikální a materiálové inženýrství v roce 2018. Zodpovídal za přípravu a výstavbu bentonitové vrstvy tlakové a těsnicí zátky projektu DOPAS. Spoluodpovídá za první český model úložného místa pro vyhořelé jaderné palivo (experiment Mock-up Josef). V roce 2019 se podílel na návrhu a výstavbě experimentu Inženýrská bariéra 200C. Spolupracuje na vývoji bentonitových pelet pro HÚ a účastní se výuky CEG.



Jana Večeřová

ekonomická asistentka, technička

Je absolventkou gymnázia Budějovická (1991) a členem týmu CEG je od 1. ledna 2016. Zodpovídá za chod ekonomické, finanční a personální agendy pracoviště. Eviduje a kontroluje daňové doklady, pracovní výkazy, 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, bezpečnostní dozor ve štole Josef a správu povrchového areálu. Podílí se na přípravě a administraci projektů, spolupracuje na aktivitách pro prezentaci pracoviště a organizuje prohlídky ve štole Josef. Spoluodpovídá za provoz akreditované geotechnické laboratoře a provádí laboratorní zkoušky.



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. Přípravuje a zajišťuje prezentaci všech aktivit pracoviště, spolupracuje na přípravě projektů, zajišťuje laboratorní zkoušky prováděné v rámci výzkumu bentonitu, podílí se na prohlídkách ve štole Josef.



Ing. Jiří Svoboda, Ph.D.
odborný asistent

V roce 1999 absolvoval Fakultu stavební ČVUT v Praze, obor Konstrukce a dopravní stavby. Doktorské studium obor Fyzikální a materiálové inženýrství 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.

Dlouhodobě se věnuje navrhování monitoringu a instrumentace pro fyzikální in situ modely týkající se ověřování materiálů a technologií pro výstavbu hlubinného úložiště radioaktivních odpadů.



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 zodpovídá za řešení výzkumných projektů.

Je spoluřešitelem mezinárodních projektů.



Ing. Kateřina Černochová
vědecká pracovnice

V roce 2013 absolvovala Fakultu stavební ČVUT v Praze, obor Vodní hospodářství a vodní stavby. Po ukončení magisterského studia působila do roku 2017 na Universidad Pontificia Bolivariana ve městě Bucaramanga v Kolumbii jako pedagog a vědecký pracovník.

V současné době je studentkou doktorského studia v pro-gramu Inženýrství životního prostředí. V CEG se věnuje především problematice využití bentonitu ve vodním stavitelství.



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 zprovoznování štoly Josef.



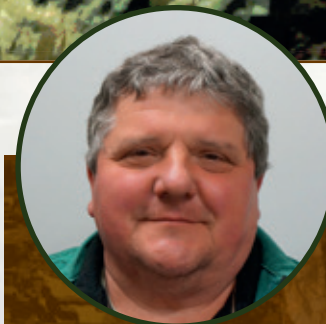
Vladimír Kašpar
technik

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 zprovoznování nových úseků štoly 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.



† 10.10.2019



Údržba a ostraha areálu
URC Josef



O pracovišti

Pracovní režim Centra experimentální geotechniky (CEG) Fakulty stavební ČVUT probíhal i v roce 2019 dle zaběhnutého scénáře. Technici mají své hlavní zázemí v areálu štoly Josef, kde se věnují přípravě, výrobě nebo servisu komponent pro nové i stávající projekty a experimenty, provádějí údržbu podzemí i venkovního areálu. „Inženýři“ střídají Prahu a štolu Josef podle aktuálních požadavků (výuka, schůzky s partnery, práce na projektech, laboratorní práce...). Administrativa pracoviště je soustředěna převážně v budově FSV v Praze.

Podzemní laboratoř Josef

Toto unikátní pracoviště je stabilně ukotveno v nabídce pro praktickou výuku studentů „spřízněných“ oborů a vysokých škol, pro realizaci výzkumných projektů, tréninkové kurzy, exkurze odborné i laické veřejnosti i pro prezentace našich partnerů.

K počtu projektů řešených v Podzemní laboratoři Josef se v roce 2019 zařadily dva další projekty. V oblasti Mokrsko západ byl dokončen in situ model pro testování inženýrské bariéry teplotou do 200 °C a v části páteřní chodby vedoucí od hlavního portálu byl pro akustické testy vystavěn speciální „tunel“. Informace o výzkumných projektech jsou uvedeny v samostatné kapitole



Karlův most - tradiční zastávka novoroční vycházky



Bílá nadílka na Josefu



Pohled z balkonu do katedrály neomrzí



Odměny pro nejlepší ze Dne štoly Josef



Autonomní robot na páteřní štole



Dobrá nálada na startu

Vpravdě sisyfovskou, nikdy nekončící práci představuje hledání vhodných dotačních programů (v České republice i v zahraničí), které odpovídají zaměření CEG a pro jejichž řešení můžeme poskytnout podzemní prostory.

Návštěva Podzemní laboratoře Josef je stále lákavá, především pro odborníky na podzemní stavby nebo na ukládání vyhořelého jaderného paliva. V roce 2019 přijeli na exkurzi např. účastníci tradiční konference Podzemní stavby Praha 2019, studenti střední odborné školy zeměměřičské, počtvrté se na Josefu sešli na „Young Generation Meeting“ mladí odborníci zabývající se řešením konstrukce hlubinného úložiště RAO. Ve štole našli několikrát v průběhu roku své útočiště konstruktéři autonomních robotů z Fakulty elektrotechnické a z České zemědělské univerzity, kteří zde testovali své stroje před světovým kláním autonomních robotů v americkém Denveru. Začátkem září si své praktické dovednosti v laboratoři i v podzemí vyzkoušeli studenti v rámci workshopu projektu Annette.

V našem seznamu každoročních akcí mají své nezastupitelné místo: deváté zimní sčítání zazimovaných netopýrů, cyklistická časovka „Ze štoly do štoly“ odstartovala v odloženém červnovém termínu posedmé, desátá jubilejní návštěva „našeho“ děkanátu a říjnový devátý „Den štoly Josef“ pro středoškolské studenty.

Ve značně omezené míře se uskutečnilo několik prohlídek pro laickou veřejnost. Až do odvolání stále platí zrušení letních prohlídek z provozních důvodů, protože příjmy ze vstupného zdaleka nepokrývají vynaložené prostředky. Stále ve skrytu duše doufáme, že zprovozněné podzemí, včetně „katedrály“, nezůstane navždy ležet ladem a podaří se pro ně nalézt odpovídající využití.

URC Josef

„Regionální podzemní výzkumné centrum URC Josef“ provozované CEG má za sebou devět let své existence. Spolu s Podzemní laboratoří Josef tvoří jedinečný experimentální a výukový komplex. Intenzivně využíváno je technické zázemí (experimentální hala, dílny, laboratoř), s menším počtem projektů realizovaných ve štolě Josef souvisí jen částečné obsazení prostor k pronájmu – kanceláře, zasedací místnosti. I tento trend bychom rádi zvrátili a přilákali nové uživatele, kteří by v URC Josef, respektive v Podzemní laboratoři Josef realizovali své výzkumné záměry



Jedna z prezentací na setkání „mladých“



„Děkanát“ dorazil v hojném počtu



Budova URC Josef v zimním období



Zkoušky v laboratoři jsou zábava



Průběh tlakové zkoušky ve vrtu



Klasifikace hornin indexem RQD

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. V areálu štol 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, MU Brno).

Bakalářské studium

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 řeší praktické úlohy související se zvolenou problematikou jak v laboratořích CEG, tak in situ v Podzemní laboratoři Josef. Informace čerpají z odborné literatury i z interních materiálů CEG. Dle aktuálně řešených výzkumných úkolů a osobní preference studentů je možný výběr z široké palety témat – od prací teoretických, přes laboratorní až po úkoly související s přípravou, provozem a vyhodnocením experimentů v reálném prostředí „Josefa“. 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 štolou Josef. Témata navazují na úkoly řešené v rámci Projektu 2/D.

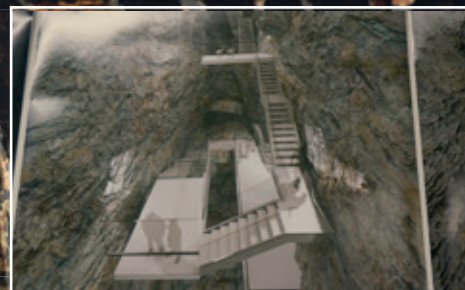
Úvod do profesní praxe a Ateliér architektonické tvorby – základní 1 jsou předměty vyučované na oboru Architektura a stavitelství, v rámci kterých se studenti seznámili se štolou Josef, resp. s podzemní kavernou a pokusili se vytvořit originální projekty pro její využití.

Navazující magisterské studium

Laboratoř geotechniky má ve své náplni geotechnické in situ i laboratorní zkoušky sloužící pro stanovení parametrů zemin a hornin. Tyto parametry jsou klíčové pro další geotechnické výpočty. Jedná se o mechanicko-fyzikální, hydrofyzikální a termofyzikální vlastnosti, pevnostní a deformační parametry. V první části studenti provádějí zkoušky nutné pro zatřídění zemin dle platných norem. Následuje měření charakteristik klíčových pro návrh geotechnických konstrukcí dle kritérií únosnosti i přetvoření. V závěrečné části se provádějí další v praxi využívané zkoušky zemin a hornin.



Prezentace pro studenty z Plzně v Café Underground



Studentský návrh na využití katedrály



Vychází nám to stejně?



Studenti oboru Konstrukce a doprava ve štole Josef



Teploměr pro měření teploty horniny vlastní výroby



Studenti VŠCHT při analýze důlních vod

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 zpracovávanými 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.

Obhájená bakalářská práce

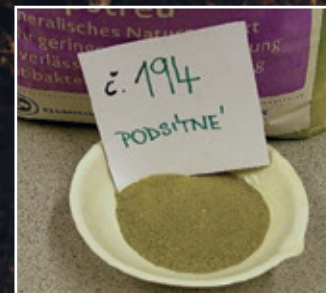
Eliška Pilařová

Ověření využitelnosti odpadních jíílů v tamponážní směsi vrtů tepelných čerpadel

Cílem bakalářské práce bylo ověřit využití odpadních jíílů z různých odvětví průmyslu pro aplikaci do vrtů tepelných čerpadel ve formě beztlakové gravitační závlivky. Závlivka se používá k utěsnění prostoru ve vrtu mezi kolektorem, ve kterém cirkuluje nemrznoucí kapalina, a okolním půdním prostředím, čímž je dosaženo optimálního přenosu tepla ze země.

Práce byla rozdělena na dvě hlavní části – laboratorní testování odpadních jíílů a výrobu tamponážní směsi. Laboratorní testy byly prováděny na šesti druzích materiálu – odpadní kaolín (dodáno z Kompostárny Jarošovice s.r.o), podsítné, odprašky z filtrů, šlika jemná, šlika hrubá a materiál z použitých forem ze sléváren (vše z Keramostu a.s.). U materiálů byly stanoveny: vlhkost zeminy, mez tekutosti, mez plasticity, swell index, zdánlivá hustota pevných částic, součinitel hydraulické vodivosti, bobtnací tlak a zrnitostní rozbor.

Porovnáním testovaných hodnot jednotlivých odpadních jíílů a hodnot na trhu dostupných tamponážních směsí byly vybrány vhodné jíily pro míchání nových, alternativních směsí. Tyto nové směsi byly použity pro další testy zaměřené na ověření klíčových vlastností.





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.

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. (<https://enen.eu>)

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. (<https://nucleus.iaea.org/sites/connect/URFpublic/Pages/default.aspx>)

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 23 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>)

Projekty

Úvod k projektům

Finanční prostředky z řešení tuzemských i evropských výzkumných projektů představují nezastupitelný zdroj příjmů nutných pro chod pracoviště. Tím je dán onen nekončící koloběh zahrnující hledání vhodných dotačních programů a partnerů, vypracování a podání projektu a pak víra v jedinečnost a originalitu řešení, které vedou k získání podpory.

V červnu 2019 byla na evropské úrovni oficiálně zahájena spolupráce 53 organizací z 23 zemí Evropy v rámci platformy EURAD, jejíž program je dlouhodobě zaměřen na nakládání s různými druhy radioaktivního odpadu.

Podle stanovených harmonogramů pokračovaly v roce 2019 práce na třech „velkých“ projektech: v Podzemní laboratoři Josef realizace fyzikálního modelu „hot“ Mock-Upu, v Podzemním výzkumném pracovišti Bukov provozování interakčních fyzikálních in situ modelů a ve vstupní části páteřní chodby výstavba konstrukce „Tunel v tunelu“, ve kterém budou prováděna akustická měření. Pokračování dlouhodobého sledování veličin u projektů Mock-Up Josef a DOPAS i v roce 2019 slouží k ověření stability použitých materiálů a k verifikaci navržených technologií.

U dalších projektů, na jejichž realizaci se podílíme, pokračovalo řešení dle závazných postupů, např. tuzemské projekty SWICAS, NAKI, Vícegenerační neaktivní stopovače, RECLAY, z evropských projektů se jednalo o projekty Beacon a Modern.



PŘÍRODOVĚDECKÁ
FAKULTA
Univerzita Karlova



KERAMOST
akciová společnost



SÚRAO



USMH



TERAMED
s.r.o.
Ústřední úřad jaderné bezpečnosti
100 00 Praha - Žitná



WATRAD





Pohled do úložné studny s topidlem



Instalace čidel v průběhu výstavby modelu



Hutnění vrstvy z bentonitových pelet

Název projektu:

Inženýrská bariéra 200C

Doba trvání:

2018 - 2025

Příjemce:

Fakulta stavební ČVUT

Spolupříjemce:

Přírodovědecká fakulta UK, Česká geologická služba,
Teramed, s.r.o.

Aplikační garant:

SÚRAO

Poskytovatel dotace:

TAČR – program THÉTA

Cílem projektu je zvýšit bezpečnost a snížit finanční náročnost výstavby HÚ radioaktivních odpadů. Výzkum je zaměřen na chování inženýrské bariéry, jestliže teplota na povrchu ukládacího obalového souboru (UOS) dosahuje 150 °C – 200 °C, což může přinést výrazné finanční úspory díky vyšší hustotě ukládání UOS.

V říjnu 2019 byla zdárně završena realizace výstupu č. 1, kterým je „Model úložného místa za vysoké teploty“. Do úložné studny v rozrážce JP-61 byl instalován fyzikální model s topidlem simulujícím vývin tepla a bariérou tvořenou hutněnými bentonitovými peletami. Pro monitoring uvnitř i vně fyzikálního modelu byla před nebo v průběhu výstavby instalována čidla – tlakové buňky, teploměry a filtry pro měření pórového tlaku, do bentonitové vrstvy byly umístěny i vzorky (spory) pro mikrobiologii. Průběh výstavby fyzikálního modelu zachytila v reportáži Česká televize, která se tak po delší době do podzemí štol Josef vrátila.

Provozování fyzikálního modelu bylo zahájeno ihned po instalaci – začala kontinuální saturace přirozeným přítokem vody z okolního horninového prostředí. Tepelné namáhání bariéry probíhá od listopadu 2019. Data z čidel jsou sbírána každých 10 minut a pravidelně ukládána do databáze na serveru v povrchovém areálu a jsou ihned přístupná on-line přes webové rozhraní měřicího systému.

Název projektu:

Tiché tunely

Doba trvání:

2019-2021

Příjemce:

EKOLA group, spol. s r. o.

Spolupříjemce:

Fakulta stavební ČVUT

Aplikační garant:

ŘSD ČR

Poskytovatel dotace:

TAČR - program EPSILON

Cílem projektu je objasnit způsob prostorového šíření hluku uvnitř tunelu a na jeho ústí a následně navrhnout akustické obklady k omezení negativních vlivů odrazů hluku. V rámci plánovaného výzkumu budou provedeny jak laboratorní testy akustických vlastností uvažovaných skladeb (pro kolmý i všesměrový dopad), tak experimenty v reálném prostředí. Současně vše bude ověřováno výpočty a počítačovými simulacemi.

V prvním roce projektu byla provedena analýza aktuálně dostupných řešení prvků pro snížení hlučnosti dopravních staveb v ČR i ve světovém měřítku. Na základě analýzy byl vytipován konkrétní tunel (Radejčín, D8), který byl podroben in situ akustickým měřením. Tato měření poskytla vstupní data pro vyhodnocení a kalibraci počítačových modelů.

Současně probíhala příprava a výstavba testovacího polygonu ve štolě Josef pod vedením pracovníků Centra experimentální geotechniky Fakulty stavební. Testovací polygon byl realizován jako samo-stojná vestavba do prvních 50 m štolky v provedení ocelové nosné konstrukce a segmentovaných desek z voděodolné topolové překližky. Profil polygonu byl volen tak, aby co nejvíce odpovídal profilu tunelu Radejčín v měřítku 1:3. Testovací polygon byl následně podroben in situ akustickým měřením, která probíhala totožně jako měření v reálném tunelu (vše v měřítku 1:3 – rozměry, vzdálenosti a tomu přizpůsobené frekvenční spektrum signálů).



Konzultace o konstrukci „tunelu v tunelu“



Téměř dokončený portál „tunelu v tunelu“



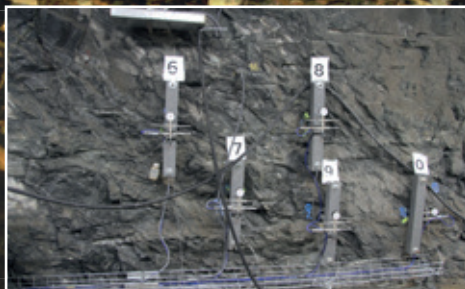
Měřicí řetězec před štolou Josef



Zasouvání fyzikálního modelu do vrtu



Instalace čidel



Pohled na stěnu rozrážky s instalovanými modely

Název projektu: **Interakční fyzikální modely in situ v PVP Bukov**

Doba trvání: 2017 – 2022
 Příjemce: Fakulta stavební ČVUT
 Zadavatel výzkumu: SÚRAO

Řešení této veřejné zakázky zahrnuje konstrukci, umístění a provozování 10ti fyzikálních interakčních modelů (FM) v Podzemním výzkumném pracovišti (PVP) Bukov v hloubce 550 m. Každý FM simuluje ukládací obalový soubor (UOS) umístěný v hlubinném úložišti (HÚ). Cílem je ověřit chování bentonitové těsnicí vrstvy zatížené saturací podzemní vodou v interakci s cementovými materiály a zároveň zatížené teplotou cca od 100 do 200 °C.

Počátkem roku 2019 byly v povrchovém areálu štolý Josef vyrobené a zkompletované FM převezeny do PVP Bukov. Před instalací FM do připravených horizontálních vrtů byly nejprve zprovozněny všechny komponenty měřicího systému a monitoring vrtů vně FM. Poté následovalo umístění FM do vrtů a zkušební provoz. Od března 2019 jsou FM v plném provozu, tzn. jsou uměle saturovány vodou a teplota topidel u pěti FM (ve vrtech o průměru 250 mm) je nastavena na cca 100, resp. 200 °C. Sledované veličiny (teplota, pórový tlak, totální napětí, relativní vlhkost) jsou on line přenášeny datovou sítí na webové rozhraní.

Ve FM byl pozorován postupný nárůst vlhkosti a totálního napětí. Vývoj vlhkosti je výrazně rychlejší, než predikoval matematický model. To je dáno zejména charakterem použitého materiálu, neboť na počátku saturace voda volně proudila mezerami mezi peletami a technologickými spárami. Ve FM s topidly a v okolním horninovém prostředí docházelo k postupnému nárůstu teploty. Měřené hodnoty jsou nižší, než předpověděl matematický model, což je způsobeno konzervativním nastavením modelu.

Název projektu:

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

Příjemce:

Fakulta stavební ČVUT

Doba trvání:

2016 – 2020

Poskytovatel dotace:

Ministerstvo kultury ČR – program NAKI II

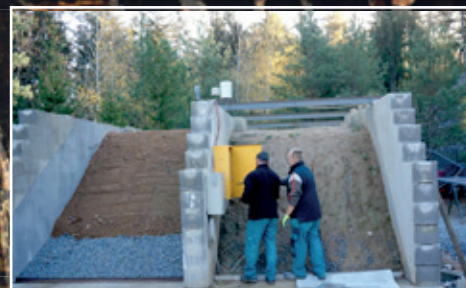
Projekt je zaměřen na zajištění a ochranu hrází historických rybníků, jež jsou součástí našeho kulturního dědictví, prostřednictvím nově navržené technologie pro opravy těles hrází. Tato technologie je ověřována na sekčním fyzikálním modelu vystavěném v areálu štol Josef. Součástí řešení projektu je také ověření metodiky pro neinvazivní diagnostiku těles hrází historických rybníků.

V průběhu roku 2019 byly realizovány experimenty orientované na stanovení filtračních vlastností pokusných zemních těles a aktivity s nimi související. Nejprve byly průsaky hrází měřeny bez aplikované bentonitové vrstvy v několika dílčích krocích při postupném dopouštění nádrže. Následně byla nádrž vypuštěna, na návodní líc byla nastříkána těsnící bentonitová vrstva a po napuštění znovu měřeny průsaky. Z naměřených hodnot průsaků bez a s bentonitovým těsněním byly vyhodnoceny těsnící vlastnosti bentonitové vrstvy.

V terénu byly uskutečněny průzkumy rybníků v oblasti Blatenska a Třeboňska a byly provedeny analýzy starých map za účelem identifikace historických rybníků. Dále byly analyzovány tvarové vlastnosti hrází historických rybníků s využitím různých zdrojů výškopisných dat, např. pomocí dronu nebo digitálního modelu terénu 5. generace.



Elektromagnetické ventily pro čerpání průsakové vody



Kontrola monitoringu hrází



Napuštěná nádrž



Parametry použitého těsnění SWICAS



Integrované těsnění SWICAS před instalací



Instalace bentonitového těsnění

Název projektu:

Integrované bentonitové těsnění pro zamezení negativního vlivu hydrogeologických vrtů na podzemní vody

Doba trvání:

2017 – 2020

Příjemce:

CHEMCOMEX, a.s.

Spolupříjemce:

Fakulta stavební ČVUT

Poskytovatel dotace:

TAČR – program EPSILON

Základním záměrem projektu je vyvinout a ověřit funkčnost originálního těsnícího prvku (těsnění SWICAS), který bude umístěn mezi zárubnicí a stěnou hydrogeologických vrtů (v mezikruží). Technické řešení těsnění SWICAS musí vyhovovat nárokům spojeným s manipulací, instalací, spolehlivostí, funkčností a hygienickou nezávadností. Využití nalezne u vrtaných studní pro individuální zásobování i při realizaci monitorovacích či jiných technologických vrtů.

Ve třetím roce řešení projektu byla ověřena technologie aplikace těsnění SWICAS a bylo provedeno systematické testování v reálných podmínkách u dvou typických hydrogeologických vrtů. První se nachází v lokalitě Tuhnice v Karlových Varech a byl hlouben za účelem sledování kvality podzemní vody a kolísání její hladiny. Druhý z vrtů byl hlouben ve Středočeském kraji v lokalitě Jankov-Podolí technologií příklepového vrtání ponorným kladivem.

Pro potřeby obou testů byly navrženy dva typy rozměrů těsnění SWICAS pro nejčastěji používané PVC zárubnice pro monitorovací a jímací vrty spojované pomocí hrdel - DN 125 mm a DN 160 mm. Rozměry těsnících prvků vychází ze dvou limitujících parametrů vrtů - vrtaného průměru a vnějšího průměru PVC zárubnice, minimální tloušťka stěny těsnění je 30 mm. Závěrečná fáze projektu bude zaměřena na ověření hygienické nezávadnosti.

Název projektu: **Kompozit na bázi odpadních jíílů jako substitut tamponážní směsi pro nízkopotenciální tepelná čerpadla**

Doba trvání: 2019 - 2022
 Příjemce: CHEMCOMEX, a.s.
 Spolupříjemce: Fakulta stavební ČVUT
 Zadavatel výzkumu: TAČR - program EPISLON

Cílem projektu je vyvinout tamponážní směs pro vertikální kolektory nízkopotenciálních tepelných čerpadel s využitím odpadních jílových materiálů. Jedná se o směsi plastických jíílů, cementu a v některých případech dalších složek, které mají za úkol zvýšit tepelnou vodivost, např. grafit, hematit, křemen. V projektu budou realizovány experimentální alternace složek tamponážní směsi s využitím několika typů odpadních jílových hmot, jež vznikají při průmyslovém zpracování jíílů.

V prvním roce projektu byly na materiálech odpadního charakteru získaných z výroby bentonitu resp. kaolinu a ze sléváren (celkem 6 materiálů) zkoumány jejich fyzikální vlastnosti a na základě zjištěných hodnot vybírány vzorky pro další experimenty. Následně byly vybrány dva vzorky – odpadní jílový materiál z výroby kaolínu a podsítné z Keramostu a.s. a ověřována jejich vhodnost do směsi pro zálivku tepelných čerpadel. Jako referenční materiál pro posouzení těchto směsí byl z komerčních možností vybrán materiál Zeo-Therm 1.0.

Za hlavní kritéria u vyvíjené tamponážní směsi, která jsou zásadní pro minimalizaci tepelných ztrát, byla vybrána tepelná vodivost směsi a dokonalé „propojení“ tepelného čerpadla s okolní zeminou. V roce 2019 byl proveden i výběr vhodných terénních lokalit pro realizaci experimentálního vrtu, ve kterém bude ověřována vyvíjená tamponážní směs.



Přesné měření rozměrů vzorků



Vzorky připravené k tvrdnutí



Mock-Up Josef osmým rokem v provozu



Oedometry v tepelné komoře



Řezání odvrтанého jádra

Účast CEG v dalších projektech

Na evropské úrovni byla v červnu 2019 oficiálně zahájena spolupráce 53 organizací z 23 zemí Evropy v rámci platformy **EURAD – European Joint Programme on Radiactive Waste Management**, jejíž první implementační fáze je naplánována na období 2019 – 2024. Hlavními cíli programu EURAD je podporovat v zúčastněných státech výzkum a vývoj pro bezpečné dlouhodobé nakládání s různými druhy radioaktivního odpadu, rozvíjet stávající znalosti pro bezpečnou konstrukci hlubinných úložišť, posílit správu znalostí a jejich přenos mezi organizacemi a státy. RD&D aktivity pokrývají 7 tematických okruhů. Ve třech z nich se CEG účastní jako „třetí strana“ pro SÚRAO (Waste Management Organisation), a to v programech CORI (Cement-Organics-Radionuclide Interactions), HITEC (Influence of Temperature on Clay-based Material Behaviour) a GAS (Mechanics Understanding of Gas Transport in Clay Materials). CEG zastává funkci koordinátora účasti i dalších pracovišť v rámci celého ČVUT.

Z evropských projektů skončil v roce 2019 **Modern2020**, jehož cílem bylo vyvinout a implementovat efektivní a účinný systém pro monitoring hlubinného úložiště. Spoluprací CEG a Technické univerzity v Liberci byla v rámci WP4 navržena a vyrobená „chytrá“ multifunkční buňka pro monitoring inženýrské bariéry. Třetím rokem pokračoval další evropský projekt – **Beacon** (Bentonite Mechanical Evolution), jehož hlavním náplní je posoudit hydro-mechanický vývoj nehomogenní bentonitové bariéry. CEG participuje ve třech WP. Výzkum pracovníků CEG se týká laboratorních testů bentonitu Černý Vrch (BCV) ve WP4, jejichž výstupy poskytují vstupní parametry pro vývoj a validaci numerických modelů.

V roce 2019 stále pokračoval monitoring u dvou projektů, jejichž oficiální doba trvání již uplynula, a to u projektu **DOPAS** a u **experimentu Mock-Up Josef**. Oba projekty souvisejí s výstavbou hlubinného úložiště radioaktivních odpadů a získané výsledky poskytnou úplnější přehled o procesech probíhajících v experimentální těsnici a tlakové zátce (DOPAS), resp. uvnitř bentonitové bariéry, která je zatěžována teplem a saturována vodou (Mock-Up Josef).

V rámci výzkumného zadání pro SÚRAO „Výzkumná podpora pro bezpečnostní hodnocení hlubinného úložiště“ se CEG podílelo na řešení některých dílčích témat. Jedním z témat je např. „**Experimentální hodnocení plynopropustnosti inženýrských bariér hlubinného úložiště**“. Plynopropustnost a schopnost samohojení byly testovány na Ca-Mg bentonitu vyráběném firmou Keramost a.s., (tzv. BaM). Další téma se týkalo transportu radionuklidů přes inženýrskou bariéru – **Transport3**. V tomto případě byly prováděny experimenty s uměle připravenými (z BCV2017), homoionními bentonity, u kterých v molekulové struktuře převládaly Na-, resp. Ca- kationty, a byl sledován vliv této změny chemického složení bentonitu na dva zásadní geotechnické faktory – součinitel hydraulické vodivosti a bobtnací tlak.

Zadavatelem výzkumu **Návrh a výroba směsi bentonitových pelet II** je také SÚRAO a týká se vývoje technologie pro výrobu pelet z Ca-Mg bentonitu Černý Vrch o objemové hmotnosti nad 2 g/cm³.

Pro projekt **Vícegenerační neaktivní stopovače** z Operačního programu Podnikání a inovace pro konkurenceschopnost, jehož řešitelem bylo konsorcium společností PROGEO, s.r.o. a WATRAD, spol. s r.o., byl rok 2019 finálním. V Podzemní laboratoři Josef byl, v průběhu řešení projektu, pracovníky CEG vybudován in situ polygon, ve kterém byly realizovány stopovací zkoušky. V r. 2019 byl proveden ověřovací vrt a jeho dokumentace, odběr jader, mapování výskytu stopovačů ve vrtu a na jádrech.

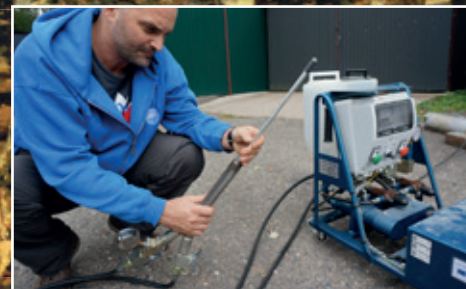
V roce 2019 byl zakončen projekt **Výzkumná infrastruktura pro geotermální energii – RINGEN**, kde bylo CEG zastoupeno v osmičlenném konsorciu. V červnu 2019 bylo otevřeno a svůj provoz zahájilo Centrum pro výzkum geotermální energie vybudované v Litoměřicích. Podzemní laboratoř Josef plní roli další klíčové infrastruktury RINGEN.



Plátkování bentonitu z malého fyzikálního modelu



Schéma vrtů pro testy stopovačů ve štole Josef





Injektážní elektrické čerpadlo


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. „Café Underground“
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. Projekt Tiché tunely

 Zpřístupněné části

 Nepřístupné části

 Experiment, stanoviště výuky

 Projekty uvedené v ročence

 Ostatní

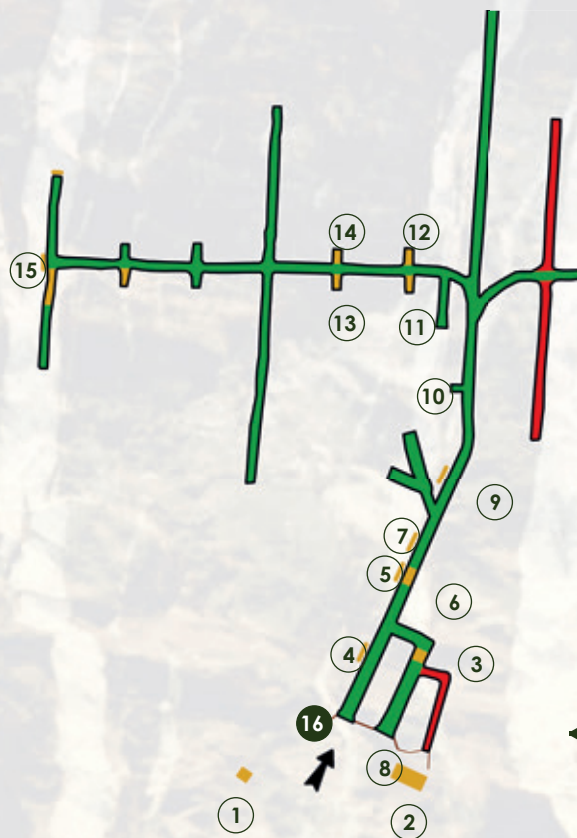
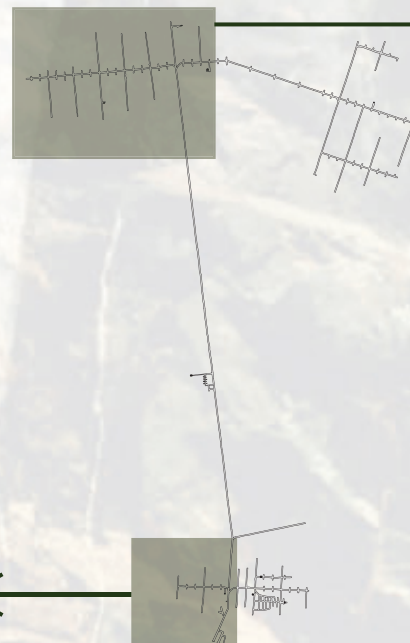


Schéma podzemí štoly Josef



Mokrsko západ

Magmatity – granodiorit
slapského výběžku

Vulkanicko-sedimentární
horniny jílovského pásma



LEGENDA

17. Záchraná komora
18. Větrací komín
19. Jímka s technologickou vodou
20. Anaerobní laboratoř
21. Technologické centrum DOPASu
22. Projekt DOPAS
23. Mock-Up Josef experiment
24. Meziuniverzitní podzemní laboratoř (MeziLab)
25. Meziuniverzitní podzemní laboratoř (MeziLab II)
26. Projekt „Vícegenerační stopovače“
27. Inženýrská bariéra 200C

Dřeeme "jako koně" ...





... a pořád nás to baví!

Vybrané publikace

Butovič, A.; Svoboda, J.; Průša, P.; Zahradník, O.; Krajíček, L.

Návrh monitorovacího plánu, specifikace monitorovaných dat a použitých metod

Správa úložišť radioaktivních odpadů, 2019. Report no. 422/2019.

Butovič, A.; Svoboda, J.; Zahradník, O.; Havlová, V.

Aktualizace plánu experimentů v PVP Bukov

Správa úložišť radioaktivních odpadů, 2019. Report no. 397/2019.

Špaček, P., Hendrych, J., Vašíček, R., Mikeš, J., Havelcová, M., Pientka, Z., Peter, J., Uhlík, O.

Aplikovaný výzkum inovativních environmentálních technologií

In: Sborník přednášek a posterových sdělení. Brno: CzWA service, 2019. p. 550-553. ISSN 2694-7013.

Šťástka, J.; Svoboda, J.; Vašíček, R.; Hausmannová, L.

Bentonite Pellets in the Construction of a Deep Geological Repository

In: Underground Construction Prague 2019. Praha: Česká tunelářská asociace ITA-AITES, 2019. ISBN 978-80-906452-3-3.

David, V.; Černochová, K.; Šťástka, J.

Využití bentonitu pro těsnění hrází prostřednictvím stříkané technologie

Vodní hospodářství. 2019, 69 7-10. ISSN 1211-0760.

Šťástka, J.; David, V.; Černochová, K.

Development of Granulated Bentonite for Pond Sealing

In: 9th International Granulation Workshop 2019. The University of Sheffield, 2019.

Svoboda, J., Vašíček, R., Smutek, J., Hausmannová, L., Franěk, J., Rukavičková, L., Večerník, P.

Interaction Experiment At The Bukov URF

In: Underground Construction Prague 2019. Praha: Česká tunelářská asociace ITA-AITES, 2019. ISBN 978-80-906452-3-3.



CENTRUM EXPERIMENTÁLNÍ GEOTECHNIKY

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

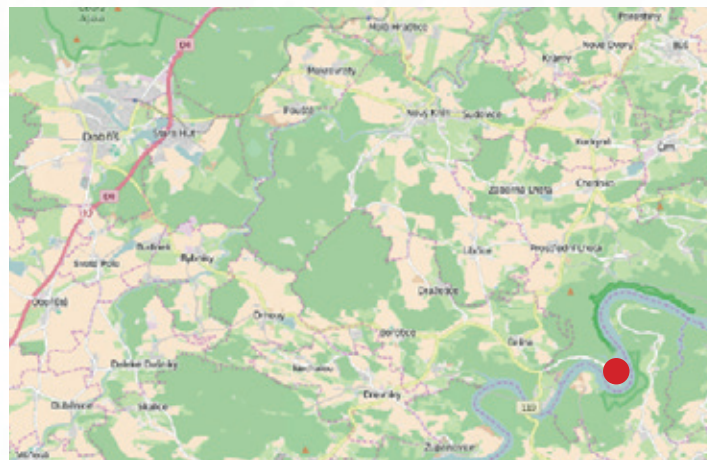
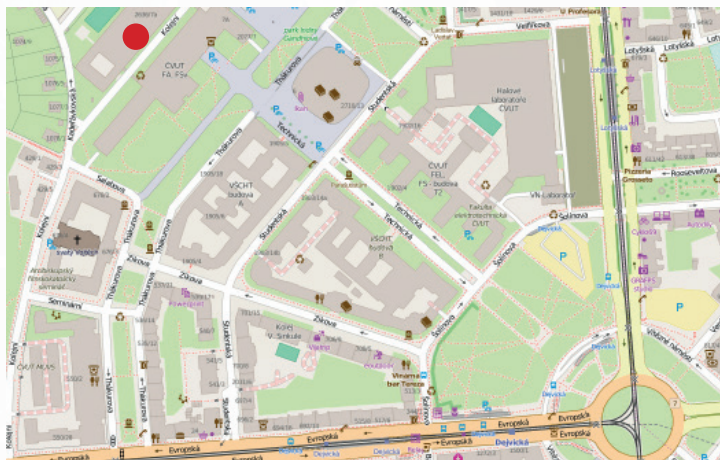
stola.josef@fsv.cvut.cz
<http://ceg.fsv.cvut.cz>


REGIONÁLNÍ PODZEMNÍ VÝZKUMNÉ CENTRUM URC JOSEF

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

● N 50°06'15. 909"
E 14°23'21. 581"

● N 49°43'50.145"
E 14°20'54.591"



The background image shows a dimly lit underground tunnel. The walls are made of rough, layered rock. A metal walkway with a chain-link fence runs across the middle ground. In the distance, a person wearing a hard hat and safety vest is visible, standing near a bright light source. The overall atmosphere is industrial and scientific.

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

tel.: (+420) 224 355 507
e-mail: 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