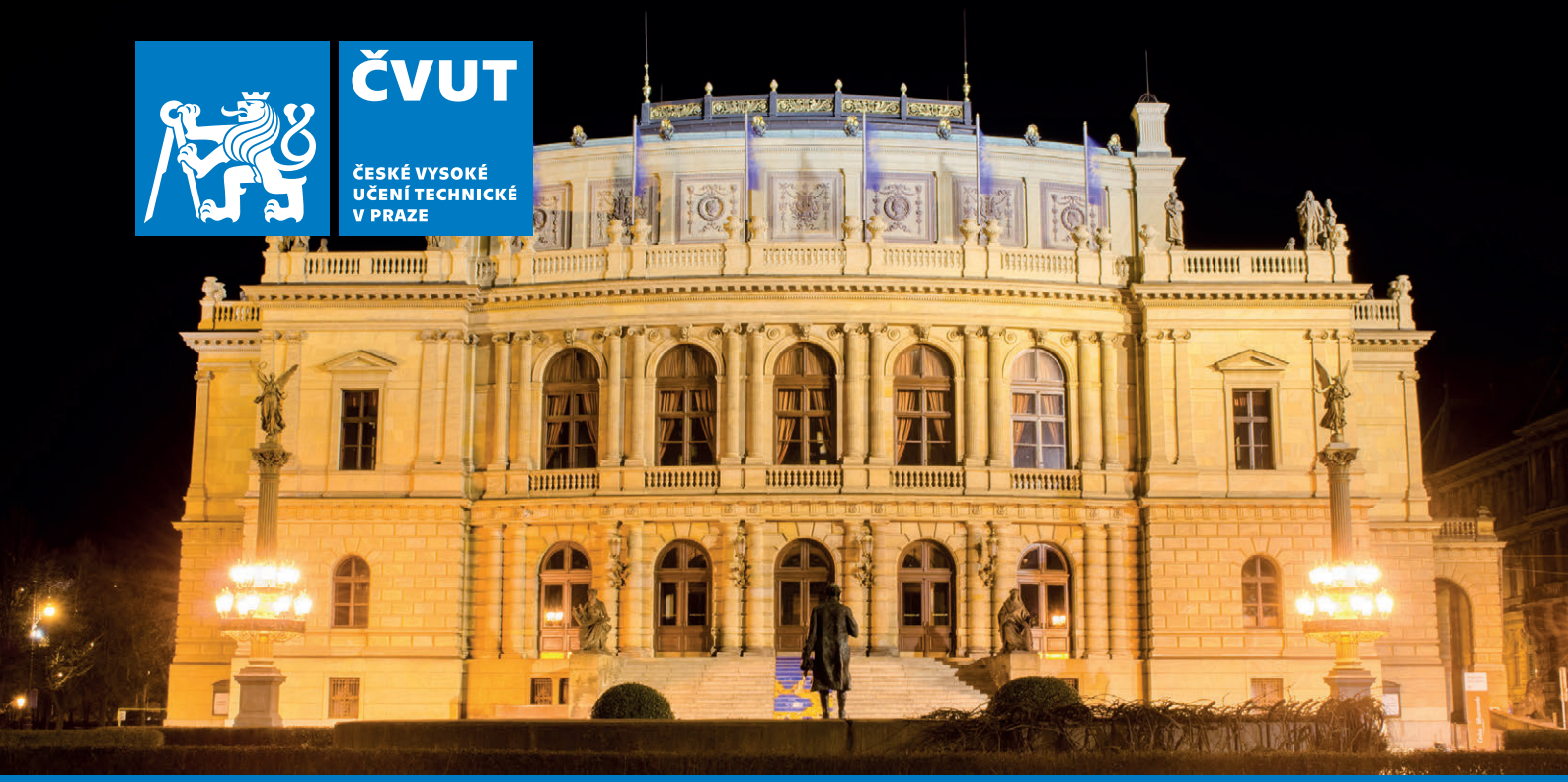
TECNICALL®

ČTVRTLETNÍK **ČESKÉHO VYSOKÉHO UČENÍ TECHNICKÉHO V PRAZE** II 2017

ČVUT

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

ČVUT
ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE



Rektor Českého vysokého učení technického v Praze
prof. Ing. Petr Konvalinka, CSc., FEng., si Vás dovoluje pozvat na

NOVOROČNÍ KONCERT

17. LEDNA 2018 V 19.30 HOD.

DVOŘÁKOVA SÍŇ, RUDOLFINUM, ALŠOVO NÁBŘEŽÍ 12, PRAHA 1

ÚČINKUJÍCÍ

SYMFONICKÝ ORCHESTR ČESKÉHO ROZHLASU

ONDREJ LENÁRD
DIRIGENT

ROMAN PATOČKA
SÓLISTA

PROGRAM

F. A. BOIELDIEU
BÍLÁ PANÍ

M. BRUCH
SKOTSKÁ FANTAZIE

A. DVOŘÁK
OTHELLO
V PŘÍRODĚ

Vstupenky lze zakoupit v Informačním centru ČVUT (budova AIR House) vedle Fakulty stavební ČVUT, Thákurova ul., Praha 6, telefon: 224 359 952.

CENA VSTUPENEK: 100 KČ, 400 KČ, 450 KČ A 500KČ

Výtěžek z prodeje vstupenek bude určen na podporu veřejné sbírky na pořízení a instalaci varhan do Betlémské kaple (www.varhany.cvut.cz), kterou organizuje Spolek absolventů a přátel ČVUT (www.absolventicvut.cz).

VÍCE INFORMACÍ NA STRÁNKÁCH WWW.NOVOROCNIKONCERT.CVUT.CZ

prof. Ing. PETR KONVALINKA, CSc., FEng.
petr.konvalinka@cvut.cz

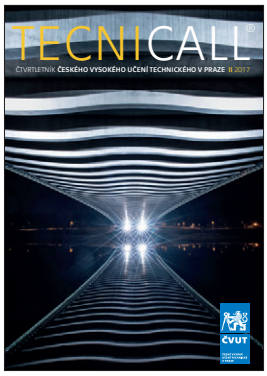
Vážené čtenářky, vážení čtenáři,

jsem rád, že jste si našli čas na další vydání našeho časopisu TecniCall. Téma tohoto čísla je mi obsahově velmi blízké, neboť je zaměřené na stavebnictví, kterému jsem věnoval velkou část svého odborného života. Těší mne, že vás můžeme seznámit s novými technologiemi v této oblasti, jakými jsou například fyzikální modely typu Mock-Up, sloužící pro projektování jaderných úložišť, nebo navrhování materiálů „na míru". Pro fanoušky cestování připravili kolegové hned několik článků. Podíváme se například s drony na Island, na úpatí sopky ve středoamerickém Salvadoru, ale také na hrad Helfenburk, kde skupina studentů oboru Geodézie a kartografie vytvářela měřičskou dokumentaci pro vznik 3D modelu tohoto historického objektu. Za pozornost rovněž stojí článek o unikátní odvalovací a bezlopatkové turbíně. Jejím autorem je docent Miroslav Sedláček z Fakulty stavební ČVUT. Právě on se v loňském roce stal jedním ze tří finalistů nominovaných na Evropskou cenu pro vynálezce roku 2016 v kategorii Výzkum. O tom, že na naší alma mater vznikají opravu unikátní díla a vynálezy, se můžete dočíst ve článku „Tah na bránu!". Ten je zaměřený zejména na úspěchy mladých vědců. Právě jim bych chtěl poděkovat za jejich zájem o technické obory a za to, že udržují vysoké standardy a dobrou pověst ČVUT po celém světě. Vzhledem k tomu, že se rok 2017 pomalu blíží ke svému závěru, mohu konstatovat, že v oblasti vědy a spolupráce s praxí má ČVUT do budoucna velice nadějné vyhlídky. Přeji vám, dámy a pánové, abyste zbytek podzimu a nadcházející Advent prožili ve zdraví a v pohodě a aby váš další rok byl rokem úspěšným.

Petr Konvalinka,
rektor ČVUT v Praze

Obsah

> Stánek č. 137 poutal pozornost 2
> Young Architect Award 2017 2
> O (kvalitním) technickém vzdělávání 3
> Fakulta stavební 4
> Chytré stavění 6
> Mock-Up Josef | Výzkum pro budoucí hlubinné úložiště 8
> Materiály na míru | Projekt zkoumá degradační procesy 9
> Posuny a deformace | Korelace digitálního obrazu 10
> Composelector | Optimální návrh materiálů 11
> Ušetří miliony tun cementu... 12
> Architektura a stavitelství „live" 14
> S dronem na Island 18
> Hrad Helfenburk | Fotogrammetrické zaměření pro 3D model 20
> Zemní konstrukce | Princip udržitelnosti 22
> Na úpatí sopky 23
> Komíny 24
> Projekt OSEEB 25
> Unikátní turbína 26
> Proti hluku | Nové konstrukce pro kolejovou dopravu 28
> Dešťové simulátory 30
> Hydraulický model pro Labe 30
> Ekologie v praxi | Zlepšování čistíren odpadních vod 32
> Digitalizace stavebnictví 33
> TZB | Technická zařízení budov 34
> Extrémní výzkum betonu 36
> „Tah na bránu!" 38
> Betonová závodní kánoe Stingray 38
> Ocenění žen ve vědě 38
> Výhled do stavební jámy 39
> Experiment se Slamákem 40



TecniCall 2/2017
Časopis pro spolupráci vědy a praxe

Vydavatel:
Rektorát ČVUT
Zikova 4, 166 36 Praha 6
IČ: 68407700

www.tecnicall.cz / tecnicall@cvut.cz

Vydání: podzim 2017

Periodicita: čtvrtletník
Náklad: 5 000 ks / cena: zdarma
Evidenční číslo: MK ČR E 17564
ISSN 1805-1030

Šéfredaktorka
Mgr. Andrea Vondráková

Editorka
PhDr. Vladimíra Kučerová

Spolupracovníci z ČVUT
Fakulta stavební
Ing. Marie Gallová
marie.gallova@fsv.cvut.cz

Fakulta strojní
Ing. Marta Špačková
marta.spackova@fs.cvut.cz

Fakulta elektrotechnická
Ing. Jan Sláma / slamajan@fel.cvut.cz

Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská
Eva Prostějovská
eva.prostejovska@fjfi.cvut.cz

Fakulta architektury
Ing. arch. Kateřina Rottová, Ph.D.
rottokat@fa.cvut.cz

Fakulta dopravní
Ing. Petra Skolilová
skolilova@fd.cvut.cz

Fakulta biomedicínského inženýrství
Ing. Ida Skopalová
skopalova@fbmi.cvut.cz

Fakulta informačních technologií
Bc. Veronika Dvořáková
veronika.dvorakova@fit.cvut.cz

Design
Lenka Klimtová / Nakladatelství ČVUT

Inzerce
Ing. Ilona Prausová
ilona.prausova@cvut.cz

Distribuce
ČVUT v Praze

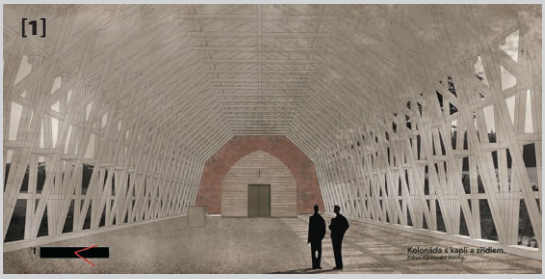
Fotograf
Bc. Jiří Ryszawy,
Výpočetní a informační centrum ČVUT
jiri.ryszawy@cvut.cz

Tisk
Grafotechna Plus, s. r. o.

Titulní stránka
Trojský most v Praze
Foto: Bc. Jiří Ryszawy

Toto číslo bylo připraveno ve spolupráci s Nakladatelstvím ČVUT.
Přetisk článků je možný pouze se souhlasem redakce a s uvedením zdroje.

[1]



[2]

[3]

Young Architect Award 2017

Na mezinárodním stavebním veletrhu FOR ARCH byly 21. září slavnostně vyhlášeny výsledky 9. ročníku soutěže studentů a architektů do 33 let Young Architect Award. Ze 39 studií na téma Periferie uvnitř i na okraji poslala porota do finále jedenáct prací. Mezi oceněnými byly také Radka Leláková a Ing. arch. Tereza Kupková. Cenu veřejnosti pak získal Ing. arch. Petr Stojanov. Všichni laureáti působí na Fakultě architektury ČVUT.

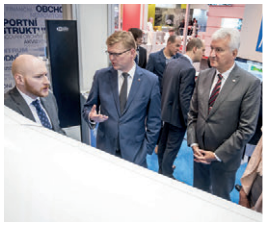
[1] Radka Leláková získala titul CEMEX Young Architect Award 2017 – Cena CEGRA za projekt Lázně pro duši. V něm se v rámci své diplomové práce věnovala návrhu lázeňské stavby v obci Palič. **[2]** Cenu architekta Josefa Hlávky obdržela Ing. arch. Tereza Kupková, která se zabývala dekompresní hranicí města Chebu. **[3]** Veřejnost nejvíce zaujal Ing. arch. Petr Stojanov se svojí konverzí areálu bývalé textilní továrny v Železném Brodě. (red)

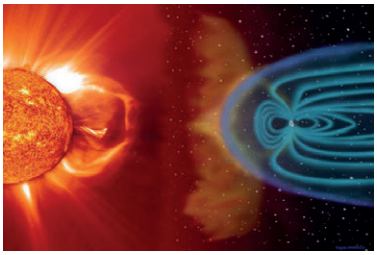
> Více na www.yaa.cz

Stánek č. 137 poutal pozornost

Na Mezinárodním strojírenském veletrhu v Brně (9. až 13. 10.) se tradičně prezentovalo i ČVUT v Praze. V pavilónu Z byla na stánku č. 137 představena studentská formule FS.09, puškohled MeoStar R2, Phoenix Air U-15 AFL a další exponáty, které přiblížily vědu a výzkum a další univerzitní aktivity.

Letošní MSV byl pro ČVUT úspěšný nejen velkým zájmem o naši expozici. Zlatou medailí v kategorii „Inovace prokazatelně vzniklá ve smluvní spolupráci firem s výzkumnými organizacemi v ČR/na Slovensku v rámci vývojových projektů dotovaných státem" byl oceněn stroj kategorie Hybrid Manufacturing (HM) – WELDPRINT MCV 5X, který vyvinula firma KOVOSVIT MAS, a.s. ve spolupráci s Ústavem výrobních strojů a zařízení Fakulty strojní. Cenu převzali generální ředitel firmy KOVOSVIT MAS, a.s. Ing. Libor Kuchař a děkan Fakulty strojní prof. Michael Valášek. (red) foto: Jiří Ryszawy





Sluneční vítr

Odborníci z Fakulty elektrotechnické ČVUT pod vedením docenta Reného Hudce pokračují v těsné spolupráci se zahraničními partnery v přípravě mezinárodního družicového projektu Evropské kosmické agentury ESA a Číny. Jedná se o vzácný případ, kdy si orgány kosmické agentury vybraly k finální realizaci družicového vědeckého projektu ESA návrh s českou účastí na nejvyšší úrovni, tedy členstvím v hlavním konsorciu.

Cílem projektu je výzkum odezvy zemské magnetosféry na proud nabitých částic ze Slunce. Tento jev je znám také jako sluneční vítr. Měření bude probíhat unikátní metodou pomocí malých širokoúhlých UV a rentgenových teleskopů. Mezi vedlejší cíle projektu SMILE patří i zvýšení zájmu veřejnosti o kosmické a okolozemní vědy, a to formou zobrazení zemské magnetosféry, která byla dříve neviditelná.

Zkratka SMILE je odvozena ze Solar wind Magnetosphere Ionosphere Link Explorer. Jedná se o menší družici o hmotnosti 300 kg s užitečným zatížením 60 kg. Její start do vesmíru je plánován na rok 2021.

(red) ilustrace: archiv

O (kvalitním) technickém vzdělávání

Diskusní fórum nazvané Budoucnost českého průmyslu je závislá na kvalitním technickém vzdělávání uspořádalo 24. 10. vedení ČVUT a Svaz průmyslu a dopravy ČR. Akce se uskutečnila v budově ČVUT – CIIRC za přítomnosti předsedy Svazu průmyslu a dopravy ČR Jaroslava Hanáka, předsedy hnutí ANO Andreje Babiše, předsedy KDU-ČSL Pavla Bělobrádka a dalších osobností. Hovořilo se o technickém vzdělávání škol všech stupňů a o zvyšování prestiže studia technických programů. K diskusi byli pozváni také představitelé tří desítek nejvýznamnějších průmyslových podniků a zástupci technických vysokých a středních škol. Moderátorem byl Eduard Palíšek, generální ředitel Siemens Česká republika.

(red) foto: Jiří Ryszawy

Na fóru mj. vystoupili (odleva): Jaroslav Míl, místopředseda Správní rady ČVUT, Karel Havlíček, předseda představenstva Asociace malých a středních podniků a živnostníků ČR, Jan Fibiger, předseda Správní rady ČVUT a Michael Valášek, děkan Fakulty strojní ČVUT.

Noc vědců na ČVUT přilákala 3 500 návštěvníků

I letos se ČVUT připojilo k celonárodní vědecko-technické popularizační akci Noc vědců. Ta se konala 6. října od 17.00 do 23.00 hodin a jejím tématem byla mobilita. Během večera a noci se mohli zájemci o techniku seznámit se zajímavými projekty z dílny ČVUT v Praze a nahlédnout do prostor, které za běžného provozu nejsou veřejnosti přístupné.

Program Noci vědců na ČVUT letos nabídl rekordní počet fakult a součástí. V dejvickém kampusu se představila Fakulta elektrotechnická, Fakulta strojní, Fakulta stavební a Fakulta informačních technologií, nově se k akci připojil také Masarykův ústav vyšších studií. Hlavním lákadlem byla prezentace v budově ČVUT – CIIRC, která se na jednu noc stala společným domovem Českého institutu informatiky, robotiky a kybernetiky, Fakulty dopravní a Fakulty biomedicínského inženýrství. Tradičně byla též přístupná Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská v Břehové ulici na Praze 1.

Kromě prohlídky mnoha interaktivních exponátů a exkurzí se návštěvníci z řad široké veřejnosti hojně zapojovali do připravených přednášek a diskuzí. Celkově branami ČVUT během večera prošlo 3 500 vědychtivých návštěvníků.

(red) foto: Jiří Ryszawy

Fakulta stavební ČVUT v Praze je pracovištěm, které propojuje špičkové výzkumné kapacity s praxí, a tím zajišťuje přenos vědeckých poznatků a moderních technických řešení. Hlavními tématy jsou bezpečné a trvanlivé konstrukce staveb, vývoj nových materiálů, snižování energetické náročnosti výstavby včetně využití recyklovaných materiálů. To vše s důrazem na udržitelnost stavebního procesu i staveb samotných. Představujeme vybrané výzkumné aktivity.

Fakulta stavební >>>

foto: Miloš Sedláček

prof. Ing. Alena Kohoutková, CSc., FEng.
alena.kohoutkova@cvut.cz

Chytré stavění

V tomto vydání TecniCallu, jenž se zaměřuje na přenos vědeckých počinů do praxe, prezentujeme řadu zajímavých projektů, které se nyní realizují na Fakultě stavební ČVUT. O vědecko-výzkumných aktivitách, které vedou ke zlepšování našeho života, i o dalších novinkách hovoříme s prof. Ing. Alenou Kohoutkovou, CSc., FEng., děkankou fakulty.

Ano, aktivity Fakulty stavební souvisejí už svou podstatou s kvalitou života, jsou dané tématem architektury a stavitelství, stavebního inženýrství. Přínosy spočívají zejména v budování pevného hmatatelného základu celého systému, vznikají jako produkty procesů počínaje urbanismem a územním plánováním, přes inteligentní a udržitelné projektování a stavění, k údržbě a facility managementu objektů po celou dobu jejich životnosti.

Jaká jsou další aktuální témata výzkumu na fakultě?
Jsou to určitě projekty týkající se staveb jako základních chytrých jednotek vyšších smart celků v podobě energeticky efektivních budov, smart domů a udržitelných energeticky efektivních prvků dopravní infrastruktury. Nízkoenergetické objekty jsou svým charakterem inovativní a vyžadují vývoj nových skladebných prvků z nových materiálů za použití nejmodernějších technologií výroby. Příkladem komplexního projektu je CESTI – Centrum pro efektivní a udržitelnou dopravní infrastrukturu, podpořený TAČR jako centrum kompetence, který je zaměřen na technické inovace, jejichž cílem je odstranění nedostatků dnešní dopravní infrastruktury. Věnuje se silniční a kolejové dopravní síti, včetně mostů a tunelů. Zaměřuje se na využití nových materiálů a technologií. Průřezově řeší environmentální hlediska, aspekty bezpečnosti a spolehlivosti konstrukcí a systémy efektivního hospodaření. Odpovídá na potřeby nákladově efektivní, materiálově a energeticky udržitelné, technicky trvanlivé, spolehlivé, chytré a trvale dostupné dopravní infrastruktury.

prof. Ing. Alena Kohoutková, CSc., FEng.,
– od roku 2010 děkanka Fakulty stavební ČVUT (FSv)
– vedoucí Katedry betonových a zděných konstrukcí FSv
– členka Vědecké rady ČVUT a VŠB-TUO
– profesorka v oboru Teorie stavebních konstrukcí a materiálů
– nositelka Ceny Milady Paulové za celoživotní přínos vědě v oboru stavebnictví

Jste spokojena s tím, o kolik projektů se jedná a z jakých jsou oblastí? Mohlo bych jich být i více?
Máme projekty v dostatečném počtu z nejrůznějších oborů týkajících stavebních, architektonických a geodetických výzkumných tematických okruhů. Jsme stabilně úspěšní v projektech poskytovaných jak agenturami, tak ministerstvy, např. GAČR a TAČR či MPO a MK. Na fakultě jsou dlouhodobě dominantními tyto směry výzkumu: integrovaný návrh progresivních stavebních konstrukcí, spolehlivost, optimalizace a trvanlivost stavebních materiálů a konstrukcí, management udržitelného rozvoje životního cyklu staveb, stavebních podniků a území a aspekty životního prostředí ve stavebnictví, rozvoj algoritmů počítačových simulací a jejich aplikace v inženýrství, experimentální výzkum stavebních materiálů a technologií, integrované vodní hospodářství a ochrana před povodněmi v rámci trvale udržitelného rozvoje, revitalizace vodního systému krajiny a měst zatíženého významnými antropogenními změnami, komplexní inovace technologií v geodézii a kartografii, geoinformační technologie – optimalizace metod sběru, využití

a prezentace geodat v zeměměřičském, krajinném a městském inženýrství.

Na řadě projektů spolupracujete s různými firmami či institucemi. Jak je náročné je získávat?
Jsem spokojena, že Fakulta stavební s externími subjekty hojně spolupracuje, že nabízíme témata, která jsou pro firmy nosná, a ty jsou pak ochotny výzkum spolufinancovat. Přicházejí často se svými problémy, požadují naši pomoc ve formě expertní a znalecké činnosti. Je potřeba neustále komunikovat, vyhledávat a nabízet výsledky naší činnosti, hodně záleží na osobních kontaktech.

Můžete uvést nějaké konkrétní příklady projektů, které se podařilo rozběhnout v poslední době?
V současné době řešíme problémy, jako jsou např. využití optimalizačních procesů pro efektivní návrh konstrukcí chladicích věží, spolupůsobení skleněných desek spojených polymerní vrstvou, analýza fyzikálních a chemických charakteristik cementových kompozitů s užitím recyklovaného kameniva a disperzní polymerové výztuže, cementové kompozity v náročných podmínkách prostředí, modely ocelobetonových sloupů s rozptýlenou výztuží při požáru, intuitivní materiálové modelování pomocí fuzzy logiky, nejistoty na materiálové úrovni ovlivňující nejistoty na úrovni konstrukce či vláknobetonové kompozity v interakci se zemním prostředím. Výčet uvádím jako příklad rozmanitosti řešených témat.

Do řešení výzkumných projektů se zapojují i mladí vědci, a to nejen postdoktorandi. Mají studenti o spojení s vědou a praxí zájem?
Studenti mají velký zájem, mezi naše základní principy totiž patří maximální zapojování mladých vědecko-výzkumných pracovníků včetně studentů doktorského a magisterského studia, kteří pracují v týmech pod vedením významných odborníků v příslušných disciplínách. Získávání studentů začíná Halou roku – akční napínavou soutěží pro studenty středních škol, při které mají možnost uplatnit své nápady, dovednosti a vyzkoušet si týmovou spolupráci. Koná se v rámci dne otevřených dveří fakulty. Naše dobré studenty potom získáváme pro práci studentských vědeckých sil na katedrách, kde se učí pracovat na dílčích úkolech. Studenti také soutěží v rámci SVOČ a nejlepší z těchto prací se zúčastní celostátní soutěže SVOČ studentů stavebních fakult včetně slovenských, kde se pravidelně umisťují na předních místech. Za pozitivní lze považovat vysoké zapojování studentů magisterského a doktorského studia do řešitelských týmů Studentské grantové soutěže.

Vidíte právě tyto nadšené mladé vědce jako nové vědecko-výzkumné posily pro fakultu?
Jistě, mladí vědci jsou hnací silou vědecké a výzkumné práce, vychovávat je, to je nedílnou součástí naší práce. Je důležitá také zahraniční zkušenost.

Jste specialistka na beton, za svůj výzkum jste získala mnoho ocenění. Jsou na fakultě takto úspěšné i méně tradiční obory, než jakými jsou konstrukce, materiály apod.?
Spolupracujeme např. s Fyzikálním ústavem Akademie věd ČR. Společná laboratoř využívá synergie zařízení, která jsou k dispozici na pracovištích obou institucí. Konkrétně se jedná o možnost produkce různých typů polymerních nanovláken na nanospideru u nás na fakultě a možnost jejich modifikace pomocí různých typů plasmatických technologií dostupných ve Fyzikálním ústavu Akademie věd.

Pro studenty je důležitý kontakt s odborníky z praxe, kteří jsou ochotní jim předávat znalosti. Jak se vám je daří získávat?
Základem je inovační spolupráce a hledání dlouhodobých témat společných odborných zájmů. Neustále k nám přicházejí firmy s náměty na spolupráci, jejichž součástí bývá také nabídka obousměrného předávání znalostí, možných témat studentských prací, nabídky exkurzí nejen na stavby, ale také stáží pro studenty do firem. V poslední době tyto náměty přicházejí také od ministerstev a ostatních institucí státní správy, kde se projevuje potřeba nových kompetentních pracovníků z našeho oboru.

Fakulta tradičně spolupracuje s velkými hráči ve stavebnictví. Rozšiřujete okruh těchto partnerů i o menší firmy, instituce, prostě subjekty z praxe?
Spolupracujeme i s dalšími firmami a institucemi, jmenujme třeba Ruukki CZ, Vít a Skala, Excon, VCES, DAIKIN, Niersberger Instalace, ATREA, REHAU, MDLExpo, Aquatherm Praha, Korado, VESKOM, Brilon, Petlach TZB, GEA, FENIX, Řízení letového provozu ČR, Společnost pro techniku prostředí, ČKAIT či REHVA, které obohacují naše portfolio spolupráce o reálné problémy praxe.

V čele fakulty stojíte už osmým rokem, takže vám končí druhé, tedy poslední možné funkční období. V čem se vám fakultu podařilo posunout dopředu?
Fakulta dobře přestála pokles počtu studentů, který se projevil na všech vysokých školách a zamířila novým směrem. Má postavení kvalitního pracoviště s pevnou výzkumnou základnou, drží stabilní pozice a svými výsledky je na špici univerzitního hodnocení mezi ostatními fakultami. Spolupráce s praxí se prohlubuje, naši absolventi jsou žádaní ve vyšší míře, než jakou můžeme poskytnout. Máme pozitivní zpětnou vazbu, absolventi Fakulty stavební si vedou v praxi dobře. V řadě oborů dochází ke generační výměně a s rostoucím výkonem ekonomiky je požadavek na odborníky od nás stále větší. Fakulta by v dané chvíli potřebovala vyšší zájem o studium.

Vladimíra Kučerová
foto: Jiří Ryszawy

Jsem spokojena, že hojně spolupracujeme s externími subjekty, že nabízíme témata, která jsou pro firmy nosná, a ty jsou pak ochotny výzkum spolufinancovat. Přicházejí často se svými problémy, požadují naši pomoc ve formě expertní a znalecké činnosti. Je potřeba neustále komunikovat, vyhledávat a nabízet výsledky naší činnosti, hodně záleží na osobních kontaktech.

Ing. DANA PACOVSKÁ
pacovska@fsv.cvut.cz

Jak se budou chovat kontejnery s vyhořelým jaderným palivem uložené hluboko v podzemí? Odpověď na tuto otázku hledají výzkumníci z Centra experimentální geotechniky (CEG) Fakulty stavební ČVUT, kteří se zabývají fyzikálními modely typu Mock-Up.

Mock-Up Josef

Výzkum pro budoucí hlubinné úložiště

Štola Josef : z celkové délky necelých 8 km chodeb je zprovozněno 6 km. Bylo realizováno, resp. se řeší, 35 výzkumných a výukových projektů. Od roku 2007 sem přijelo cca 6 000 návštěvníků v rámci exkurzí a prohlídek.

Uložení kontejneru s vyhořelým jaderným palivem v hlubinném úložišti simulují experti CEG v Podzemní laboratoři Josef. Zadavatelem výzkumu je Správa úložišť radioaktivních odpadů, která je zodpovědná za výstavbu budoucího úložiště. Modely jsou konstruovány ve skutečném měřítku a jejich cílem je ověřit navrhované konstrukční řešení, předpokládané chování nebo vlastnosti materiálu apod.

První z těchto modelů, označený Mock-Up CZ, byl vystavěn v experimentálním silu v laboratořích Fakulty stavební v roce 2002 a provozován byl do roku 2006. Od roku 2007 provozuje CEG Podzemní laboratoř Josef vybudovanou v bývalém průzkumném důlním díle štola Josef, a proto další fyzikální modely jsou realizovány nebo se jejich realizace připravuje v in situ prostředí. Po dvou letech přípravných prací, při kterých byla v oblasti Mokrsko západ upravena rozrážka pro umístění fyzikálního modelu a vertikálně vyvrtány tři úložné studny o průměru 800 mm a hloubce 2800 mm, byly v roce 2011 zahájeny činnosti na experimentu Mock-Up Josef.

Mock-Up Josef je v České republice první fyzikální model realizovaný v in situ prostředí, jehož cílem je demonstrovat vertikální uložení kontejneru s vyhořelým jaderným palivem v granitických horninách. U experimentu se jedná o výzkum působení tepla a podzemní vody na těsnicí bentonitovou bariéru, tzv. buffer, která bude obklopovat kontejner s vyhořelým jaderným palivem. Ta by měla co nejrychleji odvádět teplo od kontejneru do okolního prostředí a zároveň v maximální míře zamezit migraci nebezpečných radionuklidů do přírodní bariéry. Model byl vystavěn jako tzv. superkontejner v experimentální hale budovy URC Josef, neboť v podzemí je téměř stoprocentní vzdušná vlhkost zabraňující realizovat výstavbu v místě uložení.

Uprostřed superkontejneru je instalováno topné těleso produkující „teplo vyzařované kontejnerem s vyhořelým jaderným palivem". Okolo topidla je ze slisovaných bentonitových tvárnic vystavěna těsnicí bariéra a celý superkontejner je obalen perforovaným nerezovým plechem. Kompletní superkontejner – model Mock-Up Josef – vážil 2,5 tuny, byl v prosinci 2012 převezen do štoly a spuštěn do úložné studny. Pro sledování dějů uvnitř bentonitové bariéry byl instalován rozsáhlý monitorovací systém, jehož čidla v pěti horizontálních a jednom vertikálním profilu zaznamenávají každých deset minut tlak, teplotu a relativní vlhkost. Tepelné zatížení bentonitové bariéry nepřekračuje 95 °C. Vliv experimentu na okolní prostředí monitorují čidla umístěná v hornině. Součástí měřicího systému je webové rozhraní, prostřednictvím kterého lze získat přehled o dění v experimentu. Z těsnicí bentonitové bariéry jsou pravidelně odebírány vzorky k následným rozborům.

V současnosti jsou v CEG připravovány tzv. hot Mock-Up in situ modely, u kterých bude tepelné zatížení bentonitové bariéry vyšší. Cílem experimentů je ověřit chování bariéry zatížené teplotou až 200 °C při současné umělé saturaci podzemní vodou. Z téměř pětiletého výzkumu experimentu Mock-Up Josef vyplývá, že teplotní gradient směrem do okolí rychle klesá a bentonitová vrstva degraduje pouze v blízkosti topidla. Od určité vzdálenosti od topidla plní bentonitová bariéra svou funkci beze změn, což je důležitý poznatek pro návrh tloušťky bariéry a rozmístění úložných studní. Při vyšší zatěžovací teplotě lze předpokládat i vývin par, jejichž účinek na bentonitovou bariéru se bude také zkoumat. V neposlední řadě je cílem vyzkoušet pro konstrukci bariéry technologii dynamicky hutněných bentonitových pelet. V případě, že se tato technologie osvědčí, bude možné stavět bentonitovou bariéru kolem kontejneru přímo v místě uložení a odpadne složitá konstrukce superkontejneru v povrchové laboratoři (popř. výstavba bariéry in situ). Proces ukládání kontejneru by se tím značně urychlil a zlevnil, neboť technologie může být velice snadno robotizována. Ve štole Josef se v roce 2018 plánuje zahájení výstavby prvního hot Mock-Up modelu s využitím pelet z českého bentonitu.

autorka: Dana Pacovská
foto: archiv autorky

Ing. MAGDALÉNA DOLEŽELOVÁ
magdalena.dolezelova@fsv.cvut.cz

Materiály na míru

Projekt zkoumá degradační procesy

Výzkum a vývoj nových stavebních materiálů je v současné době významným odvětvím stavebnictví. Aby nové materiály byly v ideálním případě „ušity na míru" pro danou konstrukci, je potřebná znalost chování těch stávajících. Ta však nespočívá pouze v určení jejich základních vlastností. Velmi důležité je zaměřit se také na degradační procesy v těchto materiálech a na změny vlastností s nimi spojené, především s ohledem na to, že použitím materiálu ve stavební konstrukci očekáváme jeho funkčnost a spolehlivost v delším časovém horizontu. Studium chování a změn ve stavebních materiálech v delším časovém horizontu je výzkumem ne zcela běžným.

Na vybraných pracovištích Fakulty stavební (Katedra materiálového inženýrství a chemie, Katedra mechaniky a Experimentální centrum) ve spolupráci s Kloknerovým ústavem ČVUT a Ústavem teoretické a aplikované mechaniky AV ČR realizujeme už šestým rokem rozsáhlý projekt, který si klade za cíl zmapovat co nejpodrobněji širší spektrum vybraných stavebních materiálů a determinovat kumulativní degradační procesy způsobené především působením tepla, vlhkosti a solí.

Projekt můžeme pomyslně rozdělit na dvě základní části, které vzájemně kooperují, s cílem dosáhnout co nejhlubšího poznání stavebních materiálů, jejich chování v dlouhodobém horizontu a popsat děje, ke kterým v materiálech dochází vlivem působení povětrnostních podmínek a jejich stárnutí. Jedná se o experimentální část projetu, která se zaměřuje na stanovení materiálových charakteristik, a část výpočetní analýzy, mající za cíl tvorbu pravděpodobnostního modelu, který by poskytl popis degradačních procesů v delším časovém období. Projekt zahrnuje přes dvacet vybraných stavebních materiálů, které jsou rozděleny do sedmi skupin, základními jsou omítky, beton, cihly, kameny, pórobeton, dřevo a izolační materiály.

V počátku projektu proběhla velmi náročná příprava vzorků pro experimentální účely. Nejen že bylo potřeba připravit vzorky příslušných tvarů a rozměrů pro jednotlivá měření, ale bylo nutné vytvořit sady těchto vzorků na jednotlivé roky (délka realizace projektu je sedm let). Tato fáze byla tedy velmi náročná na precizní přípravu a prostor pro uložení (podmínkou je stejnoměrné zatížení vzorků povětrnostními podmínkami). Tento prostor v areálu Fakulty stavební pojmul přibližně třináct a půl tisíce vzorků. Jejich odběr je prováděn jednou za rok a následně jsou předány osobám odpovědným za jednotlivá měření. Na vzorcích je prováděno měření základních vlastností (hustota, objemová hmotnost ad.), měření mechanických vlastností (pevnost v tahu za ohybu a tlaku, dynamický modul pružnosti), teplotních a vlhkostních vlastností (vlhkostní vodivost, difuzní vlastnosti ad.), dále je studována porézní struktura vzorků, odolnost zmrazovacím cyklům, solím a rozličným druhům korozí.

Počítačové simulace poskytují možnost ověřit chování stavebních materiálů a systémů v delším časovém horizontu. Využívají především znalostí matematiky a fyziky v kombinaci s informatikou. Při tvorbě simulací se pracuje s mnoha proměnnými, které je možno definovat samostatně nebo kombinovat a tím získat velmi přesný model, který charakterizuje daný problém. Úprava těchto proměnných umožnuje modifikovat simulace a provádět velké množství simulovaných experimentů, které by byly v laboratorním prostředí nerealizovatelné.

Pro některá měření je třeba zkušeností a znalostí vědeckých pracovníků, ale v rámci projektu je poskytován prostor také studentům. Ti se mohou jako pomocná vědecká síla dílčím způsobem podílet na experimentální části projektu a teoreticky získané zkušenosti uplatnit prakticky. V současné době se výzkum stavebních materiálů dostává do širšího povědomí a narůstá zájem o jeho studium.

autorka: Magdaléna Doleželová
foto: archiv Katedry materiálového inženýrství a chemie

Ing. MICHAEL SOMR
michael.somr@fsv.cvut.cz

prof. Ing. PETR KABELE, Ph.D.
petr.kabele@fsv.cvut.cz

Posuny a deformace

Korelace digitálního obrazu

Pro vývoj nových a posouzení stávajících konstrukcí a materiálů je zásadní porozumět jejich chování při zatížení a mechanismu porušení. Problémem ale může být, že standardní metody měření posunů a deformací poskytují data pouze z bodů, které jsou předem určeny. Kritická či jinak zajímavá místa, kde dochází k porušení konstrukce, je však často možné identifikovat až v průběhu experimentu.

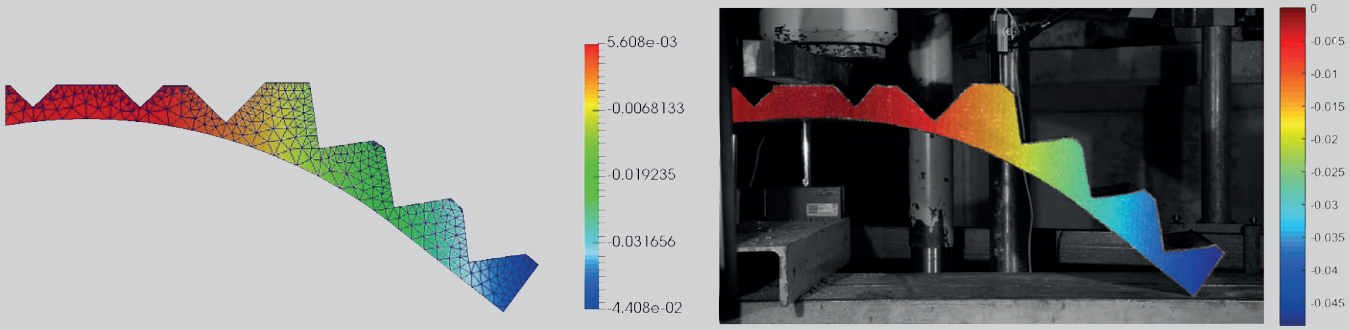
Pokud nebyla poloha monitorovaných bodů správně odhadnuta, měření klasickými metodami neposkytne potřebné informace a experiment může být bezcenný. Řešením je použití metody korelace digitálního obrazu (DIC – digital image correlation), která neposkytuje data posunutí a deformace jen z několika předem definovaných bodů, ale z celé plochy tělesa nebo konstrukce. Následnou analýzou experimentu pomocí DIC je možné identifikovat a zkoumat kritická místa konstrukce i po skončení testu a získat tak lepší náhled např. na mechanismus jejího porušení nebo kde se tvoří trhliny, které jsou pouhým okem neviditelné. Další výhodou je to, že výstupy získané pomocí DIC jsou ve formě pole posunutí a deformace, což umožňuje přímé porovnání s výsledky numerických simulací.

Jak název metody napovídá, korelace digitálního obrazu je založena na principu vyhodnocování digitálního obrazu – fotografie. Jedná se o optickou bezkontaktní metodu, která měří posuny a deformace na povrchu snímaného objektu. Použití metody při experimentech není složité. Plocha objektu, která bude při experimentu snímána a vyhodnocována, musí mít kontrastní vzor. Ten může být buď přírodní, nebo ho lze vytvořit uměle. Průběh odezvy konstrukce či tělesa na zatěžování se pak dokumentuje dostatečným počtem fotografií. Ty se zpracují pomocí korelačních algoritmů, které sledují změny v kontrastním vzoru způsobené deformací objektu. Tuto deformaci dokáží kvantifikovat v celé ploše a přesnost dat je mnohdy vyšší než u konvenčních metod měření.

Díky tomu, že je DIC bezkontaktní, odpadají klasické problémy s připevňováním senzorů, které v případě lepení mohou při zatěžování prokluzovat nebo lokálně poškodit testovaný vzorek, např. v případě šroubování do dřeva. Další velkou výhodou je univerzálnost, nezávislost na typu materiálu a téměř neomezená velikost snímaných objektů. V rámci aktivit Katedry mechaniky Fakulty stavební ČVUT byly pomocí DIC vyhodnoceny rozličné objekty: od několikametrových nosníků z lepeného lamelového dřeva přes funkčně vrstvené trámky z vysokopevnostního vláknobetonu, plastové železniční pražce, válce z asfaltové směsy a gumové příkopové tvarovky až po několikacentimetrové vzorky z cementové pasty, oceli či metamateriály vytvořené na 3D tiskárně. Všechny tyto vlastnosti a schopnosti dělají z této metody ideální nástroj experimentálního měření nejen pro hlubší pochopení mechanismu přetváření a porušování materiálů a konstrukcí, ale i pro validaci počítačových simulací.

Díky tomu, že je DIC bezkontaktní, odpadají klasické problémy s připevňováním senzorů, které v případě lepení mohou při zatěžování prokluzovat nebo lokálně poškodit testovaný vzorek.

autoři: Michael Somr, Petr Kabele
ilustrace: Michael Somr



Validace konečněprvkového modelu (vlevo) pomocí experimentu (vpravo), který byl vyhodnocený korelací digitálního obrazu (barevné plochy představují svislé posuny v metrech).

prof. Dr. Ing. BOŘEK PATZÁK
borek.patzak@fsv.cvut.cz

doc. Ing. VÍT ŠMILAUER, Ph.D.
vit.smilauer@fsv.cvut.cz

Ing. MARTIN HORÁK, Ph.D.
martin.horak@fsv.cvut.cz

Composelector | Optimální návrh materiálů

[1]

S kompozitními materiály se dnes setkáme prakticky na každém kroku, ať už se jedná o klasický železobeton, vláknové kompozity s textilními, skelnými, uhlíkovými či aramidovými vlákny. Kompozitem se obecně označuje materiál složený ze dvou nebo více substancí s rozdílnými znaky, které dohromady dávají výslednému výrobku požadované vlastnosti. Ty lze výrazně ovlivňovat výběrem dílčích materiálů, jejich skladbou a výrobním procesem. Optimalizace je zásadní zejména v náročných odvětvích, kde hraje klíčovou roli hmotnost, trvanlivost, pevnost či cena.

Cílem evropského projektu Horizont 2020 Composelector je navrhnout prototyp platformy pro podporu rozhodování a výběru na manažerské a řídicí úrovni. Výstupem projektu jsou aplikace v automobilovém a leteckém průmyslu, založené na kompozitech s polymerní matricí. Mezi partnery projektu Composelector patří jak akademické a výzkumné instituce (Luxembourg Institute of Science and Technology, University of Trieste, Politechnico di Torino, INSA-Lyon, ČVUT v Praze), tak průmysloví partneři (Dow Chemical, Airbus, GoodYear, Granta Design, ESTECO, e-Xtream Engineering), kteří se podílejí na návrhu platformy a definovali průmyslové aplikace.

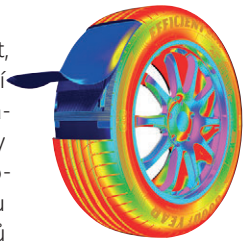
Projekt vytváří integrované prostředí kombinující pokročilé materiálové modely, nástroje pro podporu rozhodování, databáze znalostí a materiálových parametrů. Prostředí podporuje komplexní rozhodovací proces, který zahrnuje náklady na vývoj, produkci, udržitelnost a související rizika a nejistoty. Pokročilé materiálové modelování je jedním z pilířů projektu, neboť umožňuje virtuálně testovat jednotlivé návrhy, kvantifikovat vliv volby materiálů a výrobního procesu na výsledné vlastnosti.

Katedra mechaniky Fakulty stavební ČVUT se podílí v rámci tohoto projektu zejména na vývoji otevřené integrační platformy pro numerické simulace MuPIF. Ta umožňuje integrovat existující numerické simulační nástroje, které popisují dílčí procesy, do komplexních simulací. Díky objektovému návrhu je možné přistupovat k různým aplikacím i datům prostřednictvím standardizovaných rozhraní, poskytuje pokročilé nástroje pro vzájemnou výměnu dat, spouštění a monitorování simulací podporující technologii distribuovaných výpočtů. Ověření platformy MuPIF proběhlo v rámci předchozího EU FP7 projektu MMP na dvou aplikacích: návrhu LED systémů a optimalizaci fotovoltaických článků. Nalezla také využití v řadě interních projektů, například při simulacích kondenzace vodních par v tunelu Blanka, či konstrukcí vystavených požárům.

V rámci projektu Composelector bude platforma použita pro optimalizaci skladby termoplastického materiálu pro trup letadla, který by v budoucnu měl nahradit tradiční slitiny hliníku a vést ke snížení hmotnosti s pozitivními důsledky na ekonomiku a udržitelnost letecké dopravy.

Další aplikaci představuje optimální výběr materiálu, geometrie a výrobního procesu pro návrh kompozitní listové pružiny vyráběné v masovém měřítku. Poslední aplikace se zaměřuje na optimalizaci běhounu pneumatiky s cílem snížení valivého odporu a optimalizaci dynamické odezvy.

autoři: Bořek Patzák, Vít Šmilauer, Martin Horák



[2]

[1] Návrh kompozitní listové pružiny, ilustrace: DOW Chemical
[2] Optimalizace běhounu pneumatiky, ilustrace: Goodyear Tire & Rubber Company

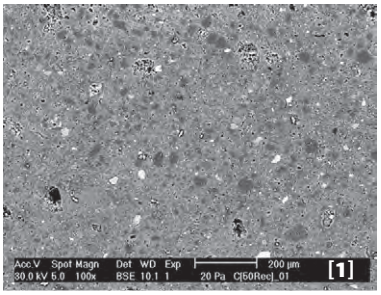
> Více na http://www.composelector.net/

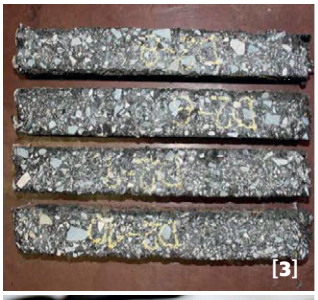
Ing. JAN VALENTIN, Ph.D.
jan.valentin@fsv.cvut.cz

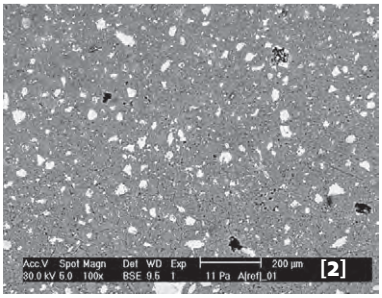
Ing. PETR MONDSCHEIN, Ph.D.
petr.mondschein@fsv.cvut.cz

Ušetří miliony tun cementu...

Moderní industriální a postindustriální společnost se vedle vyšší úrovně blahobytu a vyspělosti potýká též s produkcí velkého množství odpadů nebo vedlejších produktů (materiály či produkty, které vznikají jako nepotřebné zbytky hlavní výroby). Současně s tím odvětví, jakým je stavebnictví, představuje klíčového spotřebitele přírodních minerálních neobnovitelných zdrojů, kdy dominující úlohu zde s ohledem k rozsahu staveb představuje dopravní stavitelství. Tyto aspekty jsou dostatečnou motivací pro soustavné hledání nových technických řešení, kde obě oblasti lze účelně propojit.







[1] Mikroskopický snímek cementové malty s 50% substitucí mechanicky aktivovaným jemně mletým betonovým recyklátem **[2]** Mikroskopický snímek cementové malty bez přítomnosti mechanicky aktivovaného jemně mletého betonového recyklátu **[3]** Tělesa kompozitní směsi recyklace za studena po zkoušce komplexního modulu **[4]** Vzorky asfaltového pojiva pro dynamické zkoušky na smykovém reometru **[5]** Čerstvě realizovaná konstrukční vrstva úseku pozemní komunikace s uplatněním technologie recyklace za studena (alternativní pojivo na bázi mikromletého popílku)

Katedra silničních staveb Fakulty stavební ČVUT se v posledních letech zaměřuje na možnosti využití betonového recyklátu, kamenných odprašků nebo popílků v podobě řešení, která budou mít vyšší přidanou hodnotu. Tím se především rozumí hledání vhodných způsobů, jak tyto materiály přeměnit či upravit na alternativy k tradičním hydraulickým pojivům (cementu). Takovým způsobem se využije jinak nepotřebný materiál, eliminují se některé nežádoucí technické vlastnosti původního odpadu či vedlejšího produktu a v neposlední řadě se snižuje uhlíková stopa, která je u tradičních pojiv poměrně významná.

Řešení, které je ve spolupráci s průmyslovými partnery posledních 5 až 7 let rozvíjeno a ověřováno, se zaměřuje na problematiku alternativní úpravy vybraného typu zrnitých materiálů s možností jejich mechanické či mechano-chemické aktivace. V důsledku specifického procesu mletí materiálu se nedosahuje pouze efektu zmenšení jednotlivých částic (rozsah 5–50 μm), ale v určité míře zpravidla dochází ke strukturním změnám nebo k využití energie na tvorbu nových povrchů. Uvedené pak může vést až k aktivaci nebo opětovnému nastavení reaktivity ve smyslu vlastností, jež jsou charakteristické pro cement, upravovaného materiálu. Pro tento účel se využívá principů vysokoenergetického/vysokorychlostního mletí. ČVUT v Praze zde využívá účinnou víceoborovou spolupráci s průmyslem (např. Lavaris s.r.o., DASTIT Technology) a dalšími vědecko-výzkumnými institucemi (např. Univerzita Karlova, VŠCHT). Průmysloví partneři se zaměřují na rozvoj vlastních zařízení specificky upravených mlýnů, jež se modifikují na základě poznatků o vhodnosti jednotlivých variant jemně mletých materiálů.

Ve vazbě na současné trendy vyznačující se hledáním a podporou energeticky šetrných technologií je třeba zdůraznit, že vysokoenergetickým mletím se nutně nerozumí proces, kdy se aplikuje vysoké množství energie. Uvedený pojem pouze zdůrazňuje skutečnost, že vlastní mletí je spojeno s vyšší přítomností mechanicky vygenerované energie. Ta vzniká při vlastním procesu mletí, přičemž není při procesu samoúčelná, nýbrž umožňuje docílit potřebné aktivity/reaktivity. Celý proces si lze jednoduše představit jako velmi malý členitý prostor, ve kterém se částice zrnitého materiálu pohybují velmi vysokou úhlovou rychlostí. Při tomto pohybu částice narážejí do obvodových částí povrchu mlýnu, jakož i vzájemně do sebe. Tím se uvolňuje energie, která se současně částečně spotřebovává na řadu přeměn. Výsledkem je jemnozrnný materiál změněných vlastností. Proces je do jisté míry

Příkladem využití alternativního pojiva na bázi mikromletého fluidního popílku bylo jeho použití jako náhrady tradičních pojiv ve směsích recyklace za studena při rekonstrukci silnice mezi Nouzovem a Hřebenkou ve středních Čechách. Jedná se o první aplikaci svého druhu v Evropě, přičemž technickými parametry je výsledná vrstva srovnatelná s tradičním postupem založeným výhradně na cementu.

obdobou kulových mlýnů, jeho předností je větší rychlost zpracování materiálu (řád sekund) a výrazně menší energetická náročnost.

Z hlediska dopravního stavitelství je snahou takto získané jemnozrnné (anorganické) materiály využít samostatně nebo kombinovat s tradičními hydraulickými pojivy, jako je cement, a získávat tak alternativní pojiva srovnatelných vlastností. Tyto materiály lze následně využít v různých podobách stmelených směsí, jaké se používají v podkladních (spodních) vrstvách konstrukcí dopravních staveb, pro zlepšování méně vhodných zemin nebo při technologiích recyklace prováděné na místě za studena.

[5]

Jedním z příkladů praktického využití alternativního pojiva na bázi mikromletého (mechano-chemicky aktivovaného) fluidního popílku bylo jeho použití jako náhrady tradičních pojiv ve směsích recyklace za studena při rekonstrukci silnice II. třídy mezi obcemi Nouzov a Hřebenka ve Středočeském kraji. Jedná se o první aplikaci svého druhu v Evropě, přičemž technickými parametry je výsledná vrstva srovnatelná s tradičním postupem založeným výhradně na cementu.

autor: Jan Valentin
foto: archiv pracoviště

Akreditovaná laboratoř

Zájemcům – nejen partnerům Fakulty stavební, respektive univerzity – o unikátní rozsah experimentů prováděných in situ a v laboratořích, nabízí Fakulta stavební využití Akreditované zkušební laboratoře (AZL), akreditovaného pracoviště ČIA. Rozsah 181 zkušebních postupů AZL je dán strukturou laboratoře, která se skládá z osmi odborných laboratoří. Jedná se o jednotky, které přináleží katedrám fakulty nebo o samostatná pracoviště, a to laboratoře stavebních materiálů, konstrukcí pozemních staveb, stavební mechaniky, betonových konstrukcí, ocelových konstrukcí, silničních staveb, železničních staveb a také laboratoř experimentálního centra a experimentálního centra geotechniky.

Z uvedeného výčtu plyne i odborné zaměření AZL, která je schopna provádět zkoušky stavebních materiálů (kámen, umělý kámen, pojivo, malty, beton a betonové výrobky, cihlářské výrobky, izolační pásy a fólie, plasty, lepidla, drátkobeton a vláknobeton, ocel, asfalty a asfaltové směsi, zeminy, antivibrační rohože), betonových a ocelových konstrukcí mostů, a to i na realizovaných stavbách.

Služby jsou často využívány při testování nově vyvíjených materiálů a přísad, ale i v případě sporů, kdy je zaručena nezávislost pracoviště a objektivita zjištěných výsledků. Zároveň jednotlivé odborné laboratoře využívají své přístrojové vybavení v mnoha vědeckých projektech a mohou tak skloubit rutinní a vývojovou činnost, která je podpořena lidským potenciálem fakulty.

Rozsah nabízených služeb není stálý, ale snažíme se reagovat na požadavky trhu a zákazníků. Naším cílem je nabízet komplexní a kvalitní servis s vysokou přidanou hodnotou, získat důvěru zákazníka a vytvořit takové prostředí, aby bylo možné dále spolupracovat na širokém vědeckém a vývojovém poli.

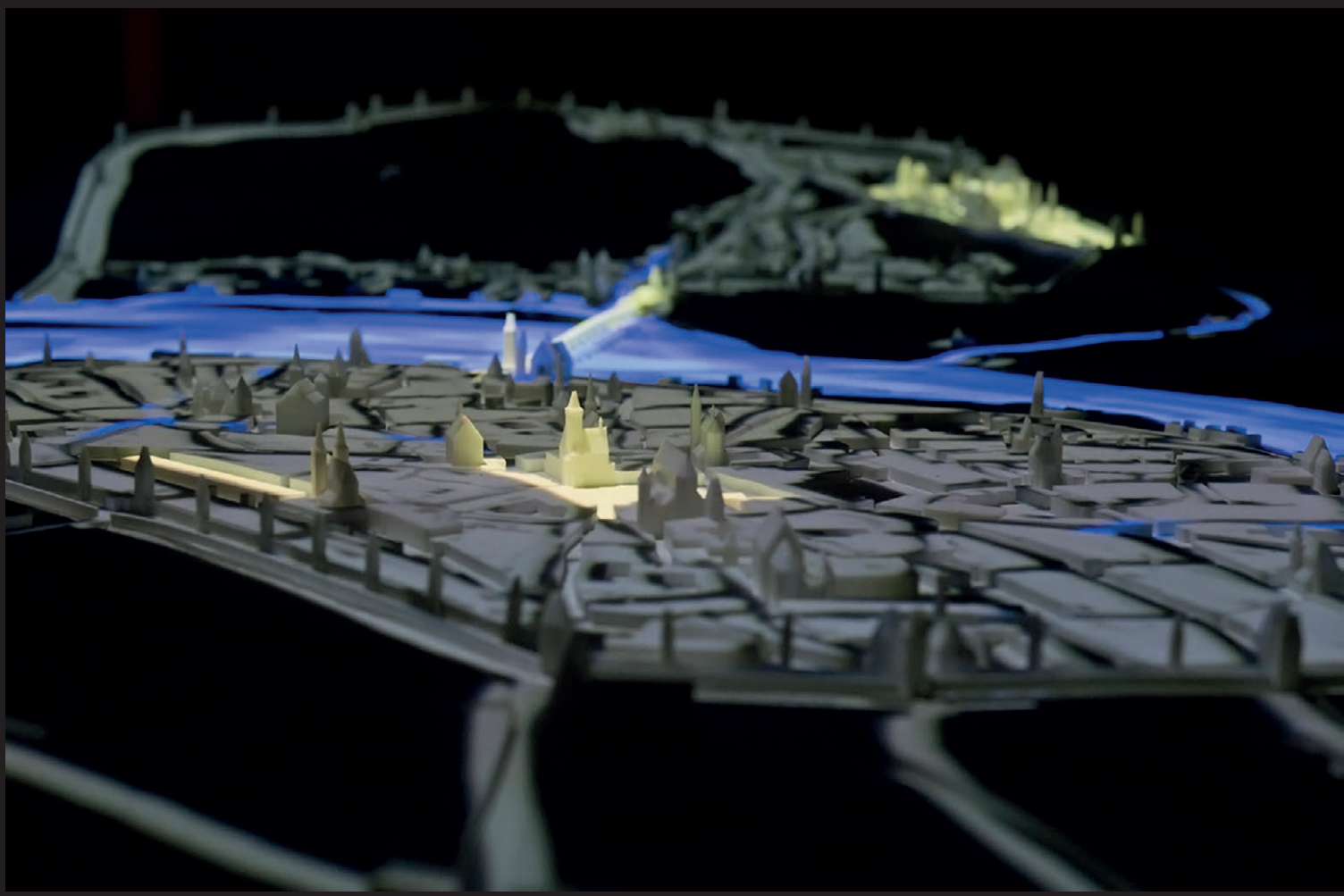
autor: Petr Mondschein

prof. akad. arch. MIKULÁŠ HULEC
mikulas.hulec@fsv.cvut.cz

Architektura a stavitelství „live“

Architektura je praktická disciplína. Existuje, až když je postavena.
Architektura a stavitelství na Fakultě stavební intenzivně směřuje prostřednictvím Katedry architektury k propojení akademické výuky s realitou. Nestačí nám, že ateliérové předměty, které jsou v architektuře základem výuky, vedou a konzultují zkušení, praktikující architekti. Chceme ještě víc – dát dobrým studentům možnost vyzkoušet praxi i skutečnou reflexi práce architekta už během studia. Proto podporujeme a vyhledáváme spolupráci školy s veřejnými i soukromými investory, směřující k realizaci nejoriginálnějších studentských vizí a projektů.
Již brzy bude postaven díky společnosti Penta Investments vyhlídkový multifunkční objekt nad archeologickým nalezištěm u Masarykova nádraží v Praze podle vítězného návrhu ze studentské architektonické soutěže, která proběhla na Katedře architektury v roce 2017 (více o projektu v samostatné prezentaci, která je součástí mozaiky studentských úspěchů na str. 38–39).
Další konkrétní projekty v propojení s praxí jsou možné díky otevřenosti a zájmu takových institucí, firem a organizací, jako je Hl. město Praha, Velvyslanectví USA v Praze, Koruna Palace, Škoda Auto, Zámek Liteň a další. Vybrané společné projekty představujeme na následujících stránkách, které přibližují aktivity realizované na Katedře architektury.

autor: Mikuláš Hulec



Muzeum
Pod vedením architekta Vojtěcha Dvořáka vytvořil tým pedagogů a studentů Katedry architektury v roce 2016 řadu profesionálních modelů pro novou stálou expozici Muzea hl. m. Prahy, nazvanou „Praha Karla IV.“

Koruna
Vítězný studentský návrh Tomáše Vaněčka na řešení centrální haly v památkově chráněném paláci Koruna v Praze na Václavském náměstí. Majitel paláce plánuje realizaci ve spolupráci s Fakultou stavební.

Výběr studentských projektů k realizaci podpořili svoji vahou v porotách soutěží architekti prof. Jindřich Smetana, doc. Jakub Cigler, Petr Malínský, Martin Němec, Petr Stolín a další osobnosti.

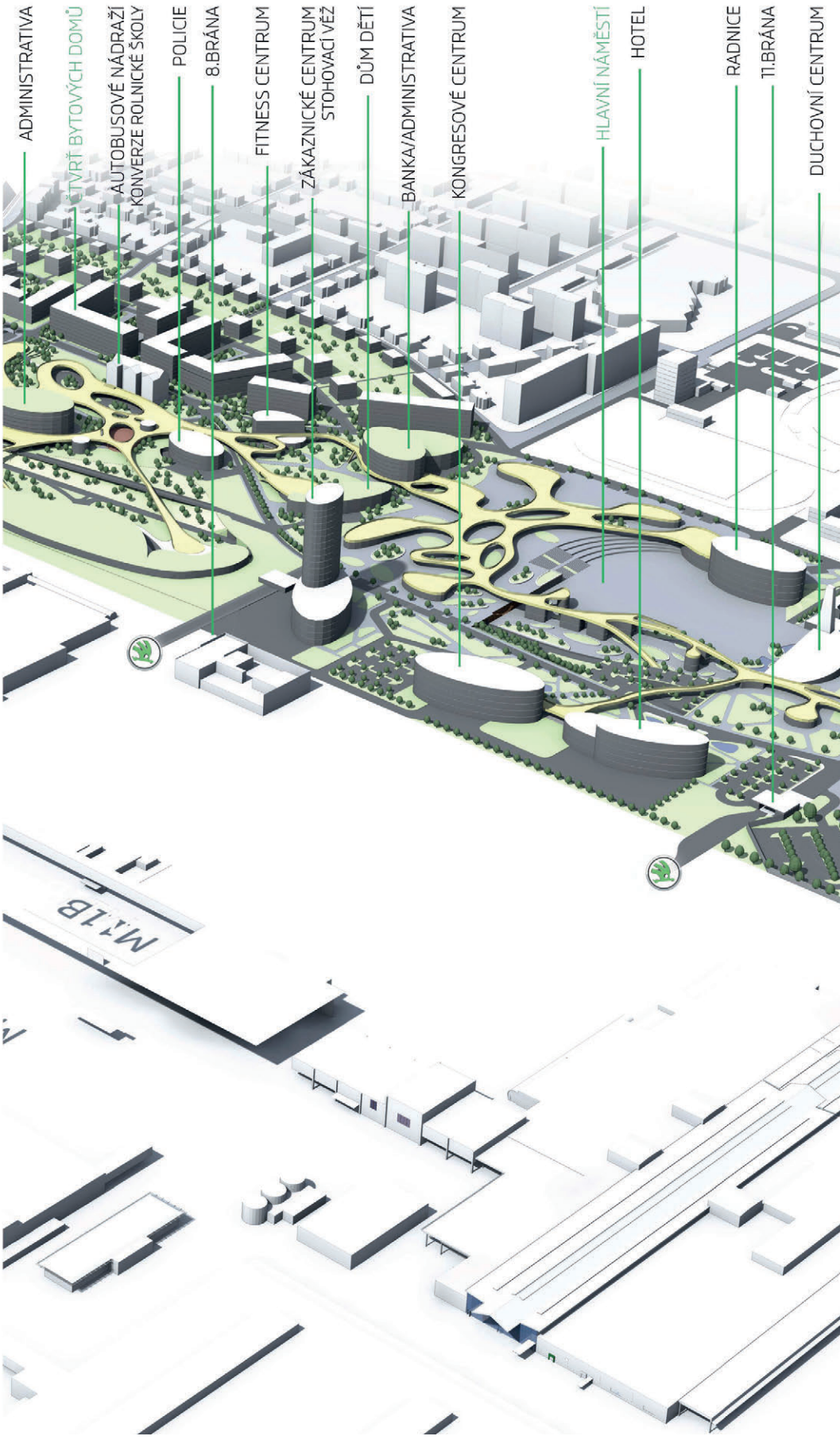
Liteň
S podporou majitelů zámku a hospodářského dvora v Litni začala dlouhodobá experimentální spolupráce v rámci několika předmětů Katedry architektury, směřující k realizaci obnovy a úprav památkově chráněného areálu. Ten je výjimečný mj. tím, že zde před nucenou emigrací do USA žila slavná česká pěvkyně Jarmila Novotná.
Vizualizace – diplomní projekt Barbory Babincové

>>>

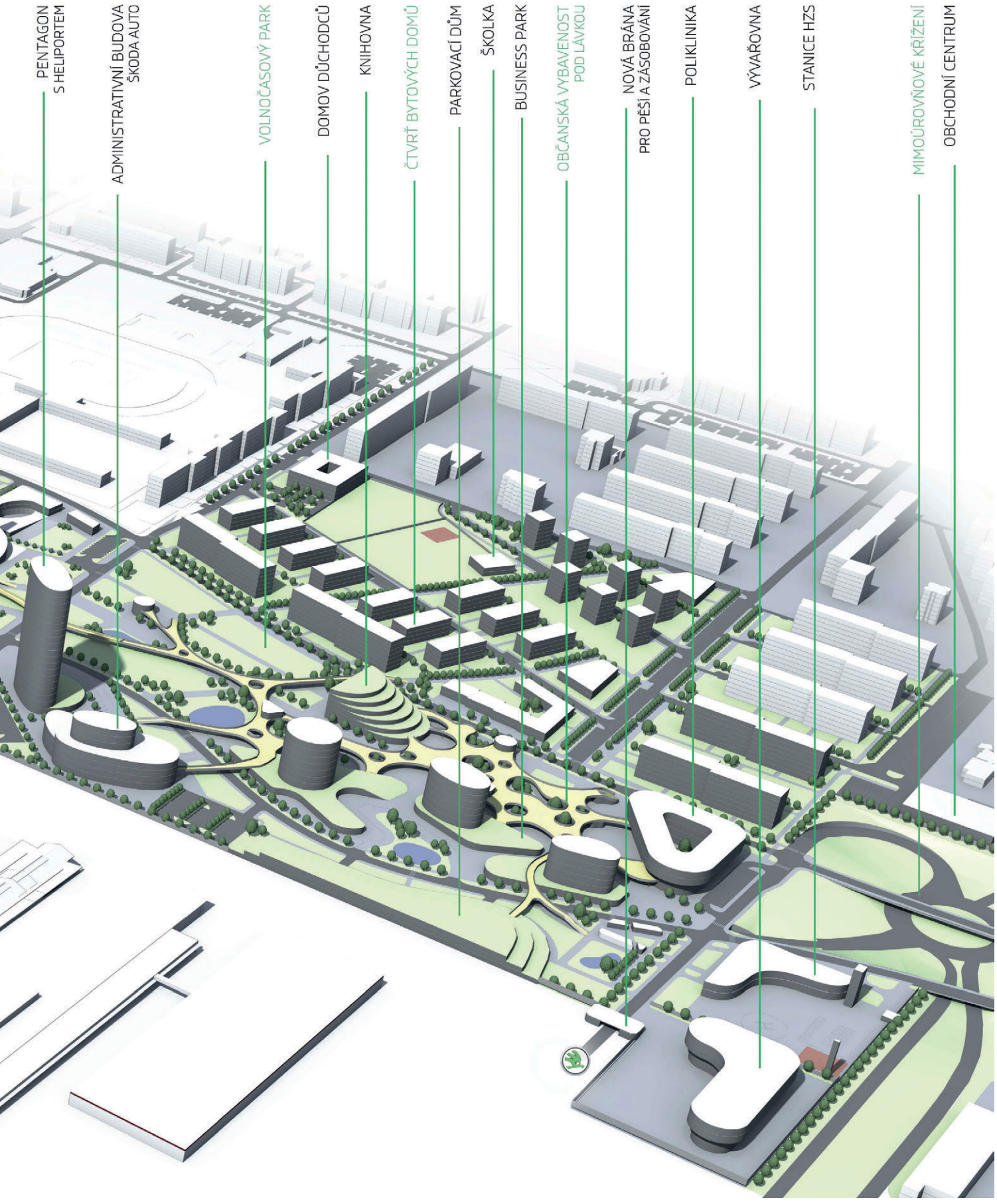
>>>

Automobilka Škoda

Od roku 2016 se studenti Katedry architektury podílejí formou týmových projektů na přípravě vize pro budoucí rozvoj a soužití automobilky Škoda Auto, a.s., s městem Mladá Boleslav. Návrhy, které vznikají v ateliéru prof. Michala Hlaváčka a Evy Linhartové, jsou průběžně konzultovány jak se zástupci Škodovky, tak i Mladé Boleslavi.



Katedra architektury zajišťuje výuku profilových předmětů programu Architektura a stavitelství. Nad rámec výuky ale například pořádá již druhým rokem pravidelné veřejné přednášky významných architektů na téma „Co je architektura", nebo letní i zimní školu architektury, ad. V roce 2017 byla navázána kromě již tradičních zahraničních projektů programu Erasmus také spolupráce s významnými světovými univerzitami, směřující k možnosti výměny studentů i pedagogů: Auburn University a University of Maryland v USA, nebo Universidad de Santiago de Chile v Jižní Americe.


PENTAGON
S HELIPORTEM
ADMINISTRATIVNÍ BUDOVA
ŠKODA AUTO
VOLNOČASOVÝ PARK
DOMOV DŮCHODCŮ
KNIHOVNA
ČTVRŤ BYTOVÝCH DOMŮ
PARKOVACÍ DŮM
ŠKOLKA
BUSINESS PARK
OBČANSKÁ VYBAVENOST
POD LÁVKOU
NOVÁ BRÁNA
PRO PĚŠÍ A ZÁSOBOVÁNÍ
POLIKLINIKA
VÝVAŘOVNA
STANICE HZS
MIMOÚROVŇOVÉ KŘIŽENÍ
OBCHODNÍ CENTRUM

prof. Dr. Ing. KAREL PAVELKA
pavelka@fsv.cvut.cz

[1]

[2]

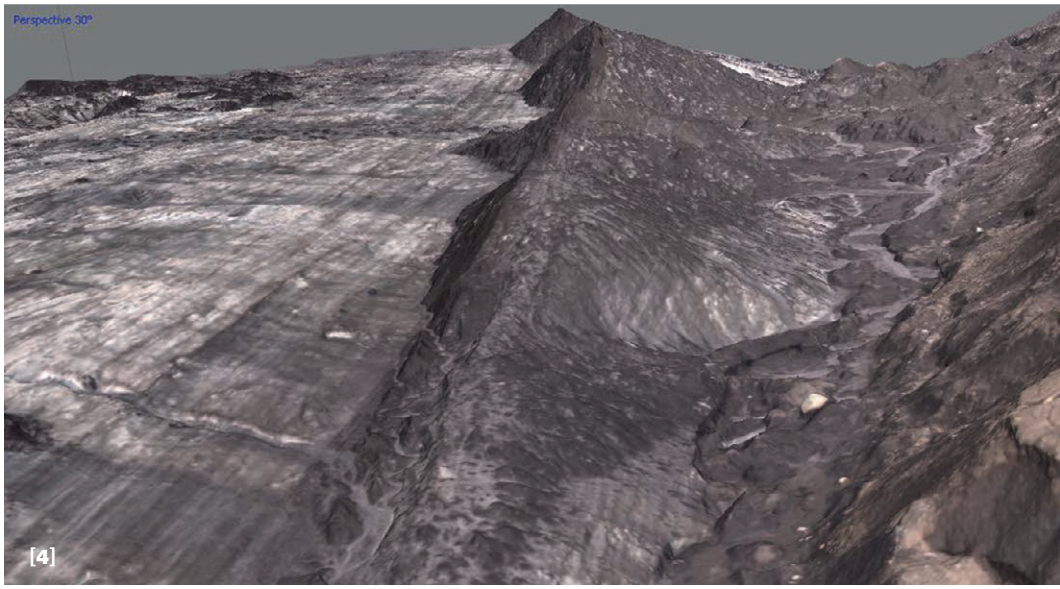
S dronem na Island

Island, země s ohromným turistickým i ekonomickým potenciálem, stála delší dobu mimo větší zájem Evropy i ostatního světa. V poslední době díky dostupným leteckým spojům i zvýšenému zájmu o ekoturistiku je tento ostrov velkým hitem pro svou drsnou exotičnost, čisté životní prostředí i přátelskou povahu jeho obyvatel.

Na Islandu najdeme výraznou koncentraci sopečné činnosti, která je dána stykem tektonických ker. V minulosti často smrtící prvek je dnes pečlivě monitorován z družic i pozemním měřením a je využíván jako ekologicky čistý zdroj energie. Island využívá přes 85 procent obnovitelných zdrojů energie a má v tomto ohledu světové prvenství. Přes snahy investorů prozatím vzdoruje větší industrializaci a přesycení hotelovými komplexy, zůstává čistou a vzdálenou oázou zachovalé přírody. Jelikož patří k evropskému kontinentu geograficky, najdeme zde díky jeho severní poloze největší evropské ledovce. Avšak i ony podléhají fenoménu oteplování naší planety a řada z nich za poslední roky výrazně ubývá.

I když se tímto problémem zabývají specialisté – glaciologové, technologie dokumentace či měření posunů a úbytku ledovců provádějí též geodeti. Za posledních dvacet let se geodetické technologie zásadně změnily – využívají se laserové skenery, digitální fotogrammetrie, GNSS, družicové snímky s velmi vysokým rozlišením, radarové družice včetně technologie InSAR – a také RPAS (remotely piloted aircraft sytem), lidově zvané drony. Problémem běžných dronů je poměrně malý dosah a krátká délka letu, daná principem pohonu a výdrží baterií. Existují samozřejmě i prostředky se spalovacími motory, ale to se jedná

[3]



[4]

o zcela jinou kategorii, zejména vojenskou. Pro univerzitní vědecké projekty je proto nutno využívat prostředky lehké, jednoduché na transport a s možností výměnných senzorů (typů kamer – od viditelného spektra do termální oblasti). V roce 2015 jsme podnikli v rámci expedice Grónsko 2015 několik úspěšných letů okřídleného systému v grónských podmínkách; s předehřátou baterií bylo možno bez problémů provádět třicetiminutové lety a ověřili jsme tak možnost využití dronů pro sledování pohybu a rychlosti čela ledovce. Problémem byl ale silný vítr.

V roce 2017 bylo provedeno několik letů s kvadrokoptérou na přeci jen bližším Islandu. Vybrán byl ledovec Mýrdalsjökull, po výstupu mimo dnes již poměrně plné turistické trasy byla nalezena vhodná plocha, zaměřeny byly čtyři vlícovací body pomocí GNSS a provedeny byly následné dva lety s odstupem tří hodin. Opět se vyskytl zásadní problém, a to počasí, které se na Islandu mění ve velmi krátkých intervalech. Nakonec oba lety proběhly bez problémů, oba cca 15 minut ve výšce padesáti metrů nad ledovcem.

Čelo ledovce Mýrdalsjökull je bizardní směs ledu a černého sopečného písku, který se na ledovec dostal sopečnými erupcemi (naposledy byla v blízkém okolí aktivní sopka Eyjafjallajokull v roce 2010). Čelo ledovce za několik desítek let díky globálnímu oteplování ustoupilo do hor o stovky metrů a tající led vytváří vskutku neuvěřitelné tvary. Stejně jako v Grónsku, i zde se podařilo objevit ledovcový mlýn – tedy jakýsi potok z tajícího ledovce, který se ztrácí za vzniku fantastických tvarů i zvuků v ledovci. Krajina i led jsou posety výtvory glaciální činnosti, které se čas od času hlučně i zcela potichu před očima mění; často si připadáte, že vás obklopuje oživlá krajina, plná trolů…

I v tomto případě se potvrdilo, že využití dronů pro výzkum i za extrémních podmínek je možné; baterie bylo nutno před letem zahřát, výsledné lety proběhly bez komplikací, podařilo se vytvořit 3D modely snímaného území o rozloze přibližně fotbalového stadionu s velikostí pixelu 4 mm. Bylo vytvořeno ortofoto a digitální model povrchu (DMP). Jelikož část oblasti tvořila stabilní skalnatá ledovcová moréna a druhá část plastický led v pohybu, podařilo se odečtením obou DMP zjistit pohyb ledovce v celé ploše (na rozdíl diskrétních měření pomocí GNSS).

autor: Karel Pavelka
foto: autor a jeho archiv

[1] Západní část vulkánového komplexu Katla, jehož část je kryta čtvrtým největším ledovcem na Islandu (Mýrdalsjökull)
[2] Pohled na pomalu tekoucí ledovcový splaz pokrytý sopečným popelem.
[3] Čelo ledovcového splazu Sólheimajökull (jižní část Mýrdalsjökull) se výrazně mění, za posledních 20 let ustoupil o téměř 800 m do hor a ztenčil se o 100 m.
[4] Digitální model povrchu, vytvořený z přibližně 200 fotografií pořízených z dronu

Ing. TOMÁŠ KŘEMEN, Ph.D.
tomas.kremen@fsv.cvut.cz

Hrad Helfenburk

Fotogrammetrické zaměření pro 3D model

Na začátku roku 2014 byla Katedra speciální geodézie Fakulty stavební ČVUT oslovena občanským sdružením Hrádek, skupinou dobrovolníků, která se stará o hrad Helfenburk, zda by se mohla podílet spolu se studenty oboru Geodézie a kartografie na zaměření a vytvoření měřické dokumentace tohoto objektu. Tato prosba byla pracovníky katedry a především studenty, hledajícími témata pro své diplomové práce, shledána jako velice zajímavá, a proto již na jaře téhož roku byly zahájeny práce na projektu zaměření hradu Helfenburk.

Hrad Helfenburk je romantická zřícenina středověkého hradu ze 14. století ležící v Ústeckém kraji blízko městečka Úštěk. Jedná se o skalní hrad založený na pískovcové ostrožně. Skládá se ze dvou časově i konstrukčně odlišných částí, vnitřního hradu a vnějšího opevnění. Vnitřní část hradu byla postavena na vrcholu pískovcového hřebene skládajícího se ze tří skalních bloků, na kterých se nachází pozůstatky paláce, několik dalších budov, studna a zbytky hradby. Vnější opevnění se skládá z dobře zachovalé 277 m dlouhé hradby s cimbuřím a střílnami, vstupních bran a hlavní 30 m vysoké čtverhranné věže.

Práce začaly vybudováním prostorové měřické sítě trvale stabilizovaných geodetických bodů a jejím přesným zaměřením. Po zpracování dat dosáhla vybudovaná měřická síť vnitřní relativní přesnost (vzájemný vztah bodů uvnitř sítě) 0,6 mm (průměrná polohová odchylka vyrovnaných souřadnic). Síť byla připojena pomocí měření GNSS (globální navigační satelitní systémy) do závazných státních referenčních systémů S-JTSK (souřadnicový systém – Jednotné trigonometrické sítě katastrální) a Bpv (výškový systém baltský – po vyrovnání). Ke každému bodu sítě byly vyhotoveny podrobné geodetické údaje pro jejich případné použití v budoucnosti.

Následovalo zaměření celého hradního areálu metodou pozemního laserového skenování - exteriér hradu z 91 stanovisek a interiér hlavní věže z 35. Pro spojení získaných mračen bodů z jednotlivých měření do výsledného celkového mračna bodů byly použity kulové identické body a překrytové oblasti mezi jednotlivými mračny. Pro umístění takto získaného modelu do závazných referenčních systémů byly využity černobílé šachovnicové terče předem zaměřené při budování měřické sítě.

Z celkového mračna byly poté vytvářeny další výstupy. Především se jednalo o výkresovou dokumentaci hlavní věže, kdy byly vyhotoveny půdorysy jednotlivých podlaží, pohledy ze všech stran a svislé řezy, nakonec byla vymodelována ve 3D jako CAD model.

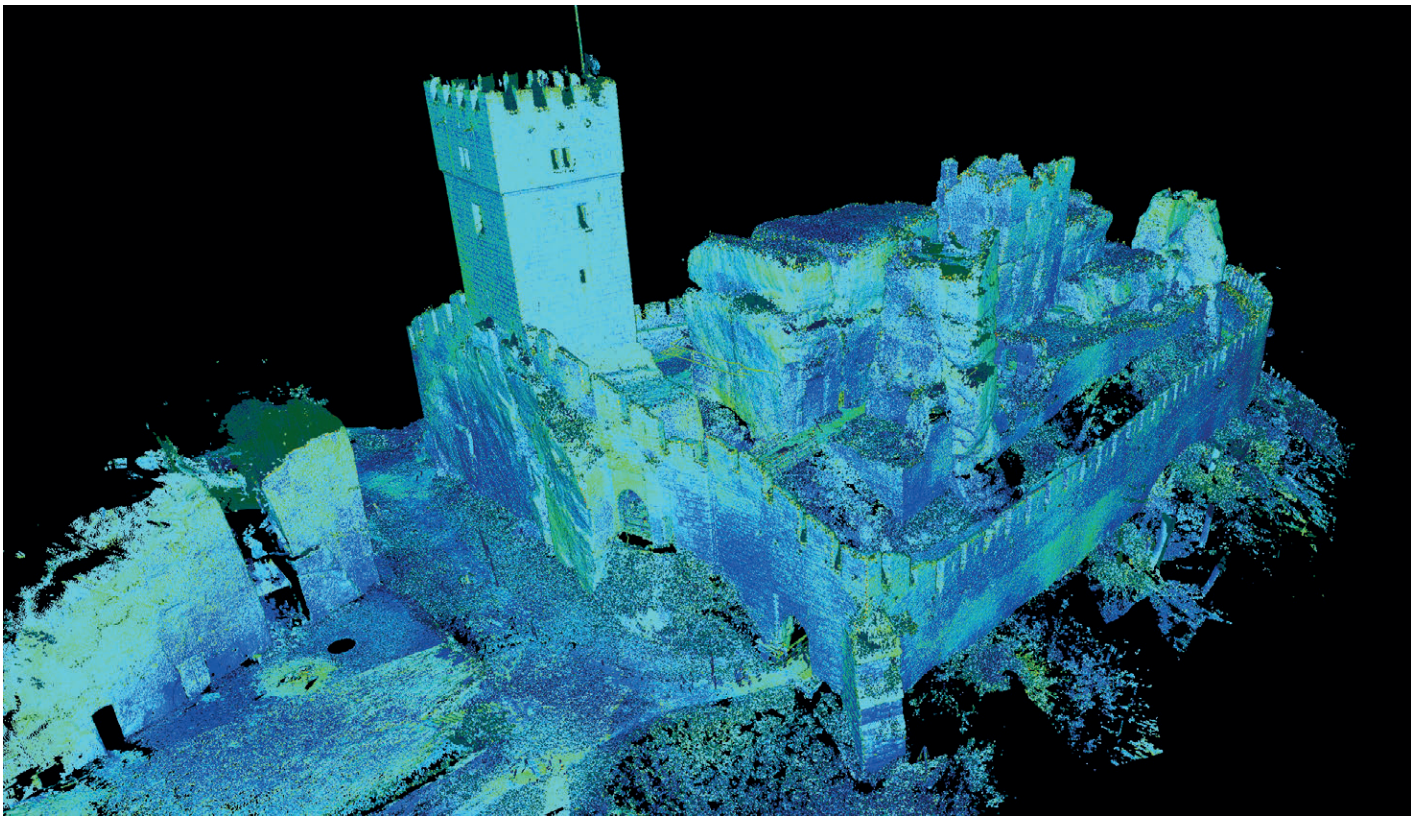
Dosaženými výsledky zaměření hradu bylo sdružení Hrádek nadšeno a poprosilo ještě o vytvoření prostorového modelu hradu se skutečnými texturami. K tomu bylo potřeba již vyhotovený model doplnit mračnem bodů získaným z leteckého a pozemního fotogrammetrického zaměření. Po zkombinování obou modelů byl vytvořen 3D model hradu ve formě trojúhelníkové sítě, který byl poté otexturován pomocí digitálních snímků pořízených z fotogrammetrického zaměření.

Na zaměření a vyhotovení měřické dokumentace hradu Helfenburk se podílelo během čtyř let realizace projektu osm studentů, kteří obhájili šest diplomových (P. Dífková, A. Prokopová, J. Poesová, M. Toušek, L. Vosyka a M. Tichá) a dvě bakalářské práce (V. Vávrová a M. Novotný). Výsledky těchto prací byly také prezentovány v rámci Studentské vědecké odborné činnosti, kde letos studenti získali v mezinárodním finále druhé místo.

Celkový pohled na hrad

autor: Tomáš Křemen
ilustrace: archiv autora

Dosaženými výsledky zaměření hradu bylo sdružení Hrádek nadšeno a poprosilo ještě o vytvoření prostorového modelu hradu se skutečnými texturami. K tomu bylo potřeba již vyhotovený model doplnit mračnem bodů získaným z leteckého a pozemního fotogrammetrického zaměření.



Výsledné mračno bodů po měření pozemním laserovým skenováním

3D model Helfenburku

prof. Ing. IVAN VANÍČEK, DrSc.
ivan.vanicek@cvut.cz

Ing. DANIEL JIRÁSKO, Ph.D.
daniel.jirasko@fsv.cvut.cz

Zemní konstrukce | Princip udržitelnosti

Zeminy patří mezi nejstarší a nejvíce využívaný stavební materiál. Nejčastější formou jejich aplikace je využití v zemních konstrukcích dopravních staveb.

Návrh těchto konstrukcí se dlouhou dobu řídil převážně zkušenostmi z realizovaných staveb, nejdříve silničních a od 19. století i železničních. S rostoucími nároky na silniční a železniční síť a nyní i s rozvojem letecké dopravy (výstavba letišť) je návrh těchto konstrukcí stále více spojen s prověřováním jejich chování. Největší pozornost je věnována deformaci (sedání), resp. stabilitě svahů násypů a zářezů. Jejich bezpečný návrh musí splňovat požadavky evropských norem, konkrétně Eurokódu 7: Navrhování geotechnických konstrukcí. Například deformace či stabilita svahů musí být posouzeny nejen pro fázi ukončení výstavby, ale i z dlouhodobého pohledu, neboť jsou silně časové závislé.

V posledních dvou, třech dekádách se významně mění nároky na stavební konstrukce. Technické řešení se stává podmínkou nutnou, ale nepostačující. K návrhu přistupují doplňkové požadavky, jejichž obsah lze stručně shrnout pod princip udržitelného vývoje. Katedra geotechniky Fakulty stavební se ujala výzkumu principu udržitelného vývoje pro oblast stavebnictví v rámci Výzkumného záměru řešeného na fakultě v letech 2005–2011 (www.udrzitelnavystavba.cz). Na jeho počátku stála základní otázka – lze pomocí nových poznatků snížit vysoké nároky na zemědělskou půdu, na energii či na přírodní agregáty (např. štěrkopísky)? Výsledky ukazují, že cesta tímto směrem je možná a správná. Nestandardní zemní konstrukce dopravních staveb mohou splnit nejen všechny technické požadavky, ale současně mohou být k životnímu prostředí daleko příznivější, a to i při zachování ekonomické konkurenceschopnosti.

V ČR se denně sníží zemědělská plocha o přibližně 180 000 m^2. Je zřejmé, že nadále nelze toto tempo akceptovat. Výstavba budov se proto přednostně směřuje na již dříve použité, často znehodnocené pozemky, označované jako brownfields, oproti greenfields (zelená louka). V případě zemních konstrukcí dopravních staveb je základní možností snížení zastavěné plochy pomocí strmějších sklonů svahů. Toho lze dosáhnout vyztužením zeminy, pro zářezy pomocí hřebíků, pro násyp pomocí geosyntetického vyztužení. To dodává zemině doplňkovou tahovou pevnost, kterou zemina prakticky postrádá. V druhém případě jde o výzkum interakce dvou poměrně nesourodých materiálů – zeminy a plošné výztuhy ze syntetického materiálu (geotextilie, geomříže). Na katedře se proto spolu s doktorandy věnujeme této interakci jak z pohledu laboratorního výzkumu, tak numerického modelování.

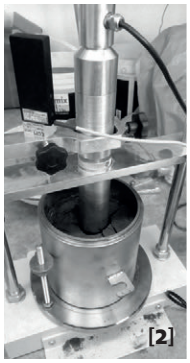
Důležité jsou i úspory energie. Možností je víc, ať už se jedná o snížení energie při zpracování (zhutnění) zeminy do zemní konstrukce (hutnicí válce s proměnnými parametry a možností přímé kontroly zhutnění), či o nároky související s odstraněním tzv. nevhodných zemin a jejich náhradou „vhodnějšími". Úspor lze dosáhnout i návrhem stavebních konstrukcí, na jejichž výrobu (výstavbu) je potřeba méně energie, a které po sobě zanechávají nižší stopu CO_2 a současně jsou konkurenceschopné. Jde o vývoj tzv. „smart geotechnical structures".

Z pohledu udržitelné výstavby je klíčové maximální nahrazení přírodních zemních materiálů průmyslovými odpady a druhotnými surovinami, jako jsou např. popílek, zbytky po těžbě surovin a z hutní úpravy, stavební a demoliční odpad apod. Pro bezpečné a spolehlivé využití těchto materiálů v zemních konstrukcích je nezbytný výzkum jejich mechanicko-fyzikálních vlastností, např. bobtnání či prosedání. Současně se pozornost musí věnovat chemickým vlastnostem pro posouzení škodlivosti jejich výluhů na životní prostředí.

Na Katedře geotechniky se věnujeme kombinaci obou aspektů. Zabýváme se stabilizací popílků umožňující jejich aplikaci i do méně namáhaných konstrukčních vrstev vozovek. V poslední době se náš výzkum zaměřil na vyztužení popílku rozptýlenými krátkými syntetickými vlákny. Pozitivní dopad těchto úprav byl prokázán nejen na podkladě mechanicko-fyzikálních vlastností tohoto kompozitu, ale i studiem rozložení vláken v testovaných vzorcích – např. pomocí elektronové mikroskopie, ultrazvuku a počítačové tomografie. Princip udržitelného vývoje aplikovaný pro zemní konstrukce dopravních staveb již přináší bezprostřední pozitivní efekt.

autoři: Ivan Vaníček, Daniel Jirásko
foto: archiv autorů

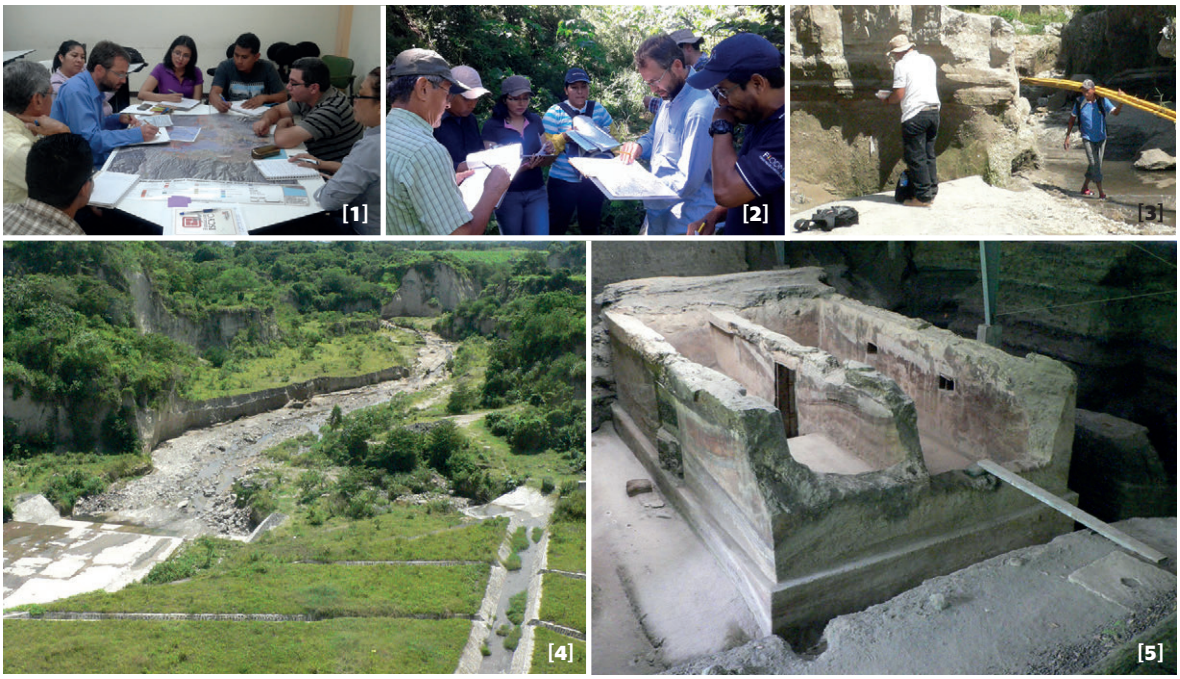
[1]


[2]

[3]

[1] Příklad sanace sesuvu svahu pod silniční komunikací jeho vyztužením
[2] [3] Laboratorní zkoušky kompozitu popílku a krátkých syntetických vláken

Ing. Mgr. JAN VALENTA, Ph.D.
jan.valenta@fsv.cvut.cz



[1] Příprava mapování, rozdělení území, diskuze nad lokalitou
[2] Mapování v terénu
[3] Vulkanický prach a popel – zjišťování vlastností v terénu
[4] Krajina Salvadoru – rychlé zařezávání toku v mladých vulkanických uloženinách, svahové nestability kaňonu řeky
[5] Joya de Cerén – archeologické odkrytí zasypaného domu vulkanickým prachem

Na úpatí sopky

Hlavní město středoamerického Salvadoru se rozkládá na úpatí sopky, která je dočasně klidná, ale může být kdykoliv opět aktivní. V jeho okolí je mnoho projevů aktivity vulkánů a jsou zde častá zemětřesení. Od roku 2008 probíhá spolupráce mezi Katedrou geotechniky Fakulty stavební ČVUT, Universidad de El Salvador a odborem územního plánování města San Salvador (OPAMSS).

V Salvadoru jsou známá historická místa, kde došlo k zasypání měst vulkanickým popelem o mocnosti i přes 8 m, jako je například lokalita Joya de Cerén v blízkosti hlavního města, kde byla pod vulkanickým popelem v roce 250 a 595 pohřbena celá vesnice. Toto místo je zapsáno na seznamu UNESCO. Podloží prakticky celého území státu je tvořeno sopečnými uloženinami typu lávy a vulkanického prachu.

Spolupráce mezi Katedrou geotechniky a městem San Salvador začala v roce 2008, kdy byli odborníci z ČVUT (J. Schrofel, S. Chamra a J. Valenta) osloveni k expertní činnosti v Salvadoru, konkrétně se jednalo o pomoc při tvorbě územního plánu města. V minulosti se totiž mnoho chyb při rozvoji San Salvadoru stalo právě vinou povolené výstavby domů v geologicky nevhodných lokalitách. Došlo k výstavbě celých čtvrtí, které byly následně narušeny sesuvy půdy, transportem zeminového materiálu a docházelo k poruchám objektů, které se následně staly neobyvatelnými. Vlivem nevhodných zásahů do zeminového prostředí docházelo v okolí města San Salvador k častým svahovým pohybům, které byly doprovázeny ztrátami na životech. Hlavní město, ležící na úpatí sopky, je neustále ohroženo potenciálními svahovými pohyby. Proto odborníci z Katedry geotechniky provedli mapování vhodnosti ploch pro výstavbu. Velmi aktivně se na prováděné práci podílel mladý salvadorský odborník Ing. José Alexander Chávez Hernández. Problematika geotechniky a geologie ho natolik zaujala, že v následujícím roce nastoupil na doktorské studium na Katedru geotechniky. Zabýval se geotechnickými vlastnostmi mladých sopečných uloženin a jejich chováním v různých podmínkách s ohledem na praktické využití právě v Salvadoru. Doktorské studium úspěšně obhájil v roce 2016 a vrátil se do Salvadoru a zároveň začal částečně přednášet na tamní univerzitě.

V roce 2015 bylo v rámci podepsané spolupráce mezi univerzitou v San Savadoru a Fakultou stavební ČVUT provedeno další mapování vhodnosti ploch pro výstavbu s ohledem na výuku místních odborníků. Byly zmapovány další části území s předpokládaným rozvojem města a byli vyškoleni další místní odborníci. Součástí práce byl i blok teoretických přednášek pro pedagogy a studenty univerzity San Salvador z geologie a geotechniky. Problematické geologické prostředí Salvadoru a množství vnějších ohrožujících vlivů bylo velmi poučné i pro nás.

autor: Jan Valenta
foto: archiv autora

Ing. MARTIN VONKA, Ph.D.
martin.vonka@fsv.cvut.cz

Komíny

Kromě pokročilých systémů výstavby nových budov se Katedra konstrukcí pozemních staveb Fakulty stavební zabývá i stavbami stávajícími a majícími určité kulturně historické hodnoty. Mezi takové patří i specifické stavby průmyslového dědictví – tovární komíny.

Tyto dříve kouřící dominanty jsou pro industriální dědictví důležitým tématem. Během posledních staletí se významným způsobem propsaly do panoramatu našich obcí, měst a krajiny a dnes umí výrazně poukázat na minulost daného místa, jsou podstatným topografickým prvkem na horizontu urbanizovaného prostoru. Jsou to stavby, které se staly technickými ikonami pokroku a přerostly v symboly se silným potenciálem připomínat jednu významnou éru lidstva. Většina starých komínů již neplní původní funkci a společně se svými továrnami čelí otázkám o hodnotách, ochraně a případném novém využití. Řada příkladů ukazuje, že u těchto vysokých a štíhlých staveb se nabízí řada možností, jak je zapojit do stávajících či nových městských struktur. Z dříve nevítaných sousedů, kteří zamořovali své okolí kouřem, lze vytvořit vzácný klenot s příběhem a vítaného společníka, podílejícího se na genius loci.

Hledáním hodnot a argumentace pro zachování komínů a návrhy jejich nového využití se zabývá v letech 2016–2020 projekt programu Ministerstva kultury ČR na podporu aplikovaného výzkumu a vývoje národní a kulturní identity – NAKI II s názvem „Tovární komíny: dokumentace, ochrana, nová využití". Zaměřuje se především na tradiční zděné tovární komíny, provádí jejich evidenci, dokumentuje jejich stav, zjišťuje historii, u těch hodnotnějších provádí stavebnětechnické a stavebně-historické průzkumy a nastiňuje možnosti jejich nového využití. Výstupy projektu, tedy zejména prezentaci hodnotnějších komínů a ukázky nového využití starých komínů, lze průběžně sledovat na stránkách tovarnikominy.cz.

text a foto: Martin Vonka

prof. Ing. PETR HÁJEK, CSc.
petr.hajek@fsv.cvut.cz

Ing. JAN RŮŽIČKA, Ph.D.
jan.ruzicka@fsv.cvut.cz

Projekt OSEEB

Stavebnictví v současné době reaguje na nové výzvy spojené zejména s tématem udržitelné výstavby budov zaměřeným na zvýšení efektivity výstavby a provozu budov a zajištění jejich odolnosti a adaptace s ohledem na měnící se přírodní, ekonomické i sociální podmínky. Komplexní problematikou navrhování budov se dlouhodobě zabývá Katedra konstrukcí pozemních staveb.

Experimentální ověření obvodového pláště na bázi dřeva na nosné konstrukci skeletu OSEEB v areálu UCEEB

V roce 2017 byl na katedře dokončen čtyřletý výzkumný projekt TAČR „Optimalizovaný subtilní skelet pro energeticky efektivní výstavbu budov OSEEB“, který byl řešen ve spolupráci s průmyslovým partnerem ŽPSV a.s. a Univerzitním centrem energeticky efektivních budov ČVUT (UCEEB). Hlavním úkolem bylo vyvinout variabilní konstrukční systém pro budovy od 2 do 6 podlaží pro typologickou skupinu bytových a vybraných občanských staveb tak, aby byly naplněny požadavky na energetickou efektivitu a environmentální kvalitu. S ohledem na snahu o větší uplatňování obnovitelných přírodních materiálů – především dřeva – i pro vícepodlažní objekty se předpokládá možnost kombinace s lehkým obvodovým pláštěm a vnitřními příčkami na bázi dřeva. V porovnání s celodřevěnými konstrukcemi jsou výhodou navrženého řešení stropní konstrukce na silikátové bázi, které zaručují vysoké užitné vlastnosti v oblasti akustiky, požární bezpečnosti, akumulace tepla a celkové prostorové tuhosti budovy.

OSEEB je otevřený prefabrikovaný konstrukční systém na bázi vysokohodnotného betonu. Subtilní sloupy z HPC lze díky jejich štíhlosti integrovat do obvodového pláště budovy. Stropní konstrukce je z důvodu maximální variability navržena s průvlaky skrytými v tloušťce stropní desky. Systém stropní konstrukce umožňuje předepnutí v jednom nebo obou směrech a lze tak dosahovat i větších rozponů (až do 12 x 12 m). Panely jsou vylehčeny stropními vložkami alternativně z různých materiálů – buď na bázi přírodních nebo recyklovaných materiálů. Součástí návrhu stropních dílců bylo výpočtové i laboratorní ověření vlastností v akustické komoře v UCEEB. Prefabrikované základové patky a základové prahy jsou z recyklovaného betonu.

Jedním z klíčových požadavků při vývoji konstrukčního systému byla maximální variabilita a otevřenost. Konstrukční detaily sloupů, průvlaků a stropních panelů umožňují napojení průvlaků pod úhlem prostřednictvím stykovacích prvků od firmy Peikko. Systém tak lze využít i pro nepravidelné půdorysy. Jeho součástí jsou i prvky prostorového ztužení budovy, předsazené konstrukce a základové sloupy s přerušeným tepelným mostem a prvky schodiště. S ohledem na použitý systém stykování je možné nosný systém v případě potřeby demontovat a prvky po repasi použít pro další výstavbu. Stavebně energetická optimalizace jednotlivých konstrukčních prvků byla důležitou částí vývoje stavebního systému. Cílem bylo v maximální míře redukovat tepelné mosty a umožnit efektivní použití při realizaci nízkoenergetických a pasivních domů.

Stanovení environmentálních profilů konstrukčních prvků metodikou LCA bylo nedílnou součástí návrhu. Výsledky prokázaly, že subtilní skelet je efektivním řešením, zejména z hlediska úspor primárních surovinových zdrojů. Lehký skeletový systém z vysokohodnotného betonu může být doplněn různými variantami obvodového pláště.

Na jaře 2016 byla na experimentální ploše UCEEB ČVUT v Buštěhradě realizována pokusná konstrukce skeletu OSEEB s cílem ověřit technologické postupy při osazování subtilních prvků a způsoby stykování. Na realizované konstrukci proběhly zatěžovací experimenty.

Projekt OSEEB je příkladem komplexního řešení pro moderní konstrukce budov zohledňující široké spektrum požadavků od konstrukčně technologických, přes stavebně fyzikální až po environmentální. Zároveň jsou zohledněny požadavky architektonicko-provozní umožňující variabilní využití pro různé typologické druhy staveb i v rámci celého životního cyklu stavby.

autoři: Petr Hájek, Jan Růžička
foto: archiv pracoviště

doc. Ing. MIROSLAV SEDLÁČEK, CSc.
sedlacek@fsv.cvut.cz

Unikátní turbína

Precesní (odvalovací a bezlopatková) turbína je vodní motor, který má původ v České republice, a to na Fakultě stavební ČVUT. Využívá nový fluidní princip, jenž spočívá v odvalování tělesa osově symetrického tvaru ve výtokovém konfuzoru. Rotorem stroje bývá obyčejně dutá polokoule nebo dutý komolý kužel. Má velmi jednoduchou konstrukci a dosahuje účinnosti 40–60 procent. Zařízení je vhodné pro velmi malé vodní zdroje a ostrovní provoz, kdy je vyrobená energie akumulována a spotřebována v místě výroby.

Turbína je spolehlivá a nemá negativní vliv na životní prostředí. Je-li upravena na použití s tlakovým zdrojem vody, může plnit řadu různých pracovních funkcí, například pohánět čisticí nebo vrtací nástroje, rozprašovat vodu do prostoru a mnoho dalších. Inovovaný typ turbíny pro horizontální instalaci je patentově chráněn v mnoha průmyslových zemích světa. Za velmi důležité je třeba považovat to, že precesní turbína přináší možnost ekologicky čisté, technicky jednoduché a ekonomicky výhodné exploatace nejmenších vodních zdrojů (mikrozdrojů). Jejich potenciál bývá obyčejně uváděn ve výši do 2 kW. V praxi tyto mikrozdroje nejsou k výrobě energie v zásadě vůbec využívány. Přitom ve svém souhrnu představují na naší planetě zajímavý energetický potenciál. Jeho efektivní využití cestou precesních turbín by mohlo v regionech s vhodnými podmínkami přispět jak k posílení výroby energie z obnovitelných zdrojů, tak k šetrnému nakládání s vodou v krajině.

Např. malá turbína s komerčním označením DVE 120 může úspěšně pracovat na spádech 2–15 metrů s průtoky 5–15 litrů vody za sekundu. Kotlová verze odvalovací turbíny je vhodná pro spády 1–2 metry a průtoky cca 15 až 50 l/s. Za největší přednost precesních turbín je možné označit skutečnost, že pracují dostatečně efektivně s průtokem desítek, resp. stovek litrů vody za sekundu na spádech menších než jeden metr. Právě zde spočívá velký prostor pro jejich masové uplatnění, protože není třeba budovat velké přehradní hráze a provádět komplikované stavební úpravy.

Odvalovací stroj získal řadu domácích i zahraničních ocenění, např. první místo v soutěži o nejúspornější technologii v rámci mezinárodní konference EEBW Praha 2002, ocenění zlatý výrobek v oboru energetika na veletrhu Elektrotechnika 2003 Ostrava, první místo v soutěži o cenu inovace roku 2006, třetí místo na 6. mezinárodní výstavě vynálezů v Suzhou v Číně 2008, zlatou medaili na mezinárodní soutěži vynálezů Genius Europe v Budapešti (2009), zlatou medaili na mezinárodním veletrhu IENA v Norimberku (2010), stříbrnou medaili za využití bezlopatkové turbíny pro výrobu elektřiny z velmi malých potenciálních energií vody na Mezinárodní výstavě inovací 2011 „ARCA" v Záhřebu, zlatou medaili na výstavě INVENTO v Praze (2013) a další. Odvalovací turbína byla v roce 2016 nominována Evropským patentovým úřadem mezi tři nejlepší vynálezy Evropy v kategorii výzkum v rámci soutěže Evropský vynálezce a byla podrobně představena na slavnostním vyhlášení výsledků v červnu 2016 v portugalském Lisabonu.

Podstata precesní turbíny spočívá v odvalování tělesa osově symetrického tvaru (rotoru) ve výtokovém konfuzoru (statoru, dýze). Při protékání vody v mezeře mezi povrchem rotoru a statoru (dýzy) nastane prozatím málo známý jev, který způsobí obíhání rotoru po vnitřní stěně konfuzoru. Můžeme ho nazvat odvalovacím jevem. Praktické uspořádání obou uvedených základních částí – rotoru a dýzy – může mít podobu podepřeného nebo zavěšeného rotoru, přičemž využívání krouticího momentu na hřídeli může být řešeno různými způsoby, například pomocí pevné hřídele s kardanovým kloubem nebo pomocí pružné hřídele (ocelové lano, uhlíkový kompozit apod.).

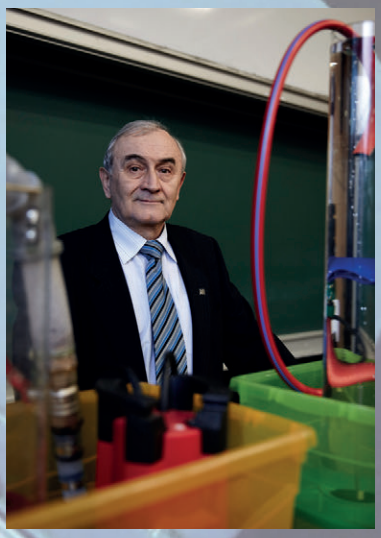
Předpokládejme, že máme k dispozici malý vodní tok, ze kterého můžeme pro svoji potřebu nepřetržitě odebírat 10 litrů vody za sekundu na spádu 5 m. Máme tak potenciální energii řádově ve velikosti jedné poloviny kW (konkrétně 490 wattů). Použitou vodu samozřejmě do vodního toku vracíme zpět, aniž bychom ji jakkoli znečistili.

Dokážeme-li tyto uvedené parametry zpracovávat malou odvalovací turbínou s mechanickou účinností například 55 % a s elektrickou účinností 90 %, dostaneme okamžitý elektrický výkon cca 240 wattů. Za jeden den, tedy provoz po dobu 24 hodin, to představuje celkovou produkci 5,7 kWh elektrické energie.

Tato úvaha vychází z přírodních zákonů, z výsledků praktického testování odvalovací turbíny a je v ní uplatněno poměrně nízké ocenění mechanické účinnosti při zpracování uvedeného vodního potenciálu. Energie může být získána i na velmi malém spádu, například na 1 metru, máme-li k dispozici větší množství vody (v tomto případě cca 50 litrů za sekundu). Existuje však i další možnost pro získání denního elektrického výstupu cca 5,7 kWh z odvalovací turbíny, a to například formou využití extrémně nízkého spádu 50 cm při průtoku kolem 100 litrů vody za sekundu. V praxi bylo ověřeno, že odvalovací turbína na všech uvedených parametrech úspěšně funguje a dosahuje deklarované výkony. A za předpokladu nepřetržitého ročního provozu může být s její pomocí dosažena z výše uvedené potenciální energie produkce až 2 MWh elektrické energie.

V jiném příkladu si lze představit elektrickou integraci většího množství malých odvalovacích turbín pracujících v horizontální poloze a využívajících energii mořských nebo říčních proudů. Praktickými pokusy bylo potvrzeno, že rychlost vodního proudu kolem 2 m/s, což odpovídá spádu pouze 0,2 m, může být precesními turbínami smysluplně využívána.

autor: Miroslav Sedláček
foto: archiv autora



Autorem první konstrukce turbíny bez lopatek je doc. Ing. Miroslav Sedláček, CSc., z Fakulty stavební ČVUT, Katedry ekonomiky a řízení ve stavebnictví. Vloni se stal jedním ze tří finalistů nominovaných na Evropskou cenu v kategorii „Výzkum" pro vynálezce roku 2016. Tato cena je udělována Evropským patentovým úřadem. Byl nominován za vývoj odvalovací turbíny, na kterém pracoval společně se svými kolegy z katedry, doc. Jiřím Novákem a doc. Václavem Beranem. Tato turbína má potenciál posunout systém získávání energie z vody o značný kus dopředu a představuje revoluční alternativu.

(red)

Ing. MARTIN LIDMILA, Ph.D.
martin.lidmila@fsv.cvut.cz

Ing. ONDŘEJ BRET
ondrej.bret@fsv.cvut.cz

Proti hluku

Nové konstrukce pro kolejovou dopravu

Spolupráce vysokých škol a průmyslu je v současné době velice populární téma v různých odborných i veřejných diskusích. Představujeme dva konkrétní inovativní prvky vyvinuté ve spolupráci soukromého sektoru a univerzity – Katedry železničních staveb Fakulty stavební ČVUT – pro jejichž vývoj byl dán prvotní impuls z praxe.

Katedra železničních staveb dlouhodobě spolupracuje s firmou MONTSTAV CZ, s.r.o. se sídlem v Dolním Rychnově. Jedná se o malou českou firmu zabývající se zpracováním a recyklací vyřazených automobilových pneumatik. Vzájemná spolupráce začala v roce 2011, kdy bylo zahájeno řešení společného grantového projektu Technologické agentury České republiky s názvem „Multifunkční gabion s využitím recyklovaných materiálů". Gabion je konstrukce užívaná nejčastěji jako opěrná nebo zárubní zeď, která je tvořená pletivem vyplněným lomovým kamenem. S těmito prvky se setkáme zejména u násypů nebo zářezů silničních nebo železničních staveb, ale škála jejich užití je mnohem širší. „Multifunkční gabion" je speciální úprava konstrukce gabionu, kdy je na líc drátěného koše přidána akusticky pohltivá vrstva z pryžových bloků, která zajišťuje útlum hluku obdobně jako protihluková stěna. Kromě funkce statické plní zároveň funkci protihlukovou. Grantový projekt byl úspěšně zakončen nejen výstavbou zkušebního úseku v Praze Hlubočepech, kde je tato konstrukce umístěna u železniční trati Praha Hostivice, ale i udělením národního průmyslového užitného vzoru 2014-29831. Konkrétním praktickým výsledkem spolupráce bylo dosažení snížení hluku o cca 8 dB.

Již v průběhu řešení projektu vznikla myšlenka přenést některé zkušenosti do oblasti tzv. nízkých protihlukových stěn, které jsou určitou alternativou ke stěnám vysokým. Aplikace vysoké protihlukové stěny dokáže zajistit vysoké hodnoty útlumu hluku, ale nese s sebou i řadu nevýhod v podobě neprostupnosti terénu, komplikované evakuace a záchrany osob nebo nemožnost výhledu z vozů. Tyto stěny tak jsou zcela nevhodné do center měst a přilehlého intravilánu.

Za nízké protihlukové stěny se v podmínkách ČR považují stěny

Systému MPHC byla udělena duševní ochrana v podobě zápisu průmyslového a užitného vzoru, nyní probíhá patentové řízení pro další evropské země.

s konstrukční výškou do 1,5 m. Ta má umožňovat nerušený výhled cestujícího z oken vozu při současném zajištění dostatečného hlukového útlumu.

Od roku 2015 byl zahájen vývoj nové konstrukce nazvané Městská protihluková clona, zkráceně označovaná jako MPHC. Její hlavní část je tvořena pryžovými bloky délky 75 cm a výšky jen 30 cm nad kolejnicí, které jsou vyrobeny z gumového recyklátu a polyuretanového pojiva. Tato clona je určena pro útlum hluku z tramvajové dopravy v městském prostředí, kde je na rozdíl od v současnosti používaných prvků vhodná právě pro svou velmi malou výšku. Pro dosažení největšího účinku musí být clona umístěna co nejtěsněji ke zdroji hluku u kontaktu kola a kolejnice. Díky svému provedení nezasahuje do výhledu cestujících ani řidiče a nenarušuje městský prostor v urbanizovaných částech měst. Mezi další výhody díky materiálovému a konstrukčnímu řešení patří i možnost rychlého rozebrání v případě nutnosti zásahu Integrovaného záchranného systému, například u nehod, povalení osob a podobně, které je například u betonových prvků velmi problematické.

V rámci vývoje bylo nutné se vypořádat s řadou dalších překážek a limitujících faktorů (např. možnost nouzového výstupu cestujících, odklízení sněhu tramvajovým sněhovým pluhem). Díky vstřícnému postoji Dopravního podniku hlavního města Prahy došlo ke zkoušce umístění několika prototypů a následně k výstavbě prvního zkušebního úseku MPHC, na které se společně podílela právě firma MONTSTAV CZ a Katedra železničních staveb Fakulty stavební. Od dubna 2016 probíhá na tramvajové trati v pražském Braníku zkušební provoz spojený s periodickým akustickým měřením a sledováním vlastností této clony.

Aktuálně projekt prochází další fází, která byla v říjnu 2017 zakončena výrobou experimentální prototypů druhé konstrukční generace, které byly na fakultě vystaveny v rámci akce Noc vědců.

Provedená měření prokázala, že přínos výstavby MPHC je z hlediska útlumu hluku opravdu patrný. I přes velmi malé rozměry tohoto prvku dochází díky materiálovému a konstrukčnímu řešení k útlumu hluku při průjezdu tramvajových souprav až o 5dB v závislosti na konkrétním typu tramvaje. Za celou dobu sledování se neobjevily žádné jiné komplikace.

Systému MPHC byla udělena i duševní ochrana v podobě zápisu průmyslového a užitného vzoru, nyní probíhá patentové řízení pro další evropské země.

autoři: Martin Lidmila, Ondřej Bret
foto: archiv katedry

> Více na www.multifunkcnigabion.cz a www.mphc.cz

Ing. TOMÁŠ LABURDA
tomas.laburda@fsv.cvut.cz

Dešťové simulátory

[1]

[3]

Když už se řeší problematika vody v krajině, bylo by velmi krátkozraké začínat výzkum u vody, která se na zemi již vyskytuje, ať už v půdě, řekách, jezerech či rybnících. Je důležité zaměřit se i na proces jejího koloběhu a tedy i dopadu dešťových kapek a jejich vlivu na půdní povrch.

Však si zkuste představit, jaké to je, když na půdní částice o velikosti okolo 0,05 mm dopadá kapka o průměru 20krát větším. To je podobné, jako kdyby nám na hlavu padaly 80litrové pytle s vodou. Stačí si vzpomenout na základní školu, jaký efekt měly obyčejné svačinové sáčky plné vody, když jste je vy nebo spolužáci házeli z okna. Stejně tak je to i s dešťovými kapkami a půdou. Po dopadu vody dochází k rozvolňování půdních vazeb a po začátku povrchového odtoku samozřejmě k odnosu půdních částic (erozi půdy).

V dnešní době vznikají na různých místech planety ničivé povodně. Většina lidí si myslí, že když prší na les nebo louku, je voda zachycena a nikam neodtéká – ale je to skutečně pravda? Jak moc záleží na stavu porostu a na tom, jak intenzivní a dlouhá srážka je?

V rámci otázek týkajících se vodního hospodářství krajiny, krajinného inženýrství a ochrany životního prostředí probíhá na Katedře hydromeliorací a krajinného inženýrství (její prapočátky lze vystopovat až do roku 1890!) již řadu let výzkum eroze půdy pomocí dešťových simulátorů. Právě přirozený

doc. Dr. Ing. PAVEL FOŠUMPAUR
fosumpaur@fsv.cvut.cz

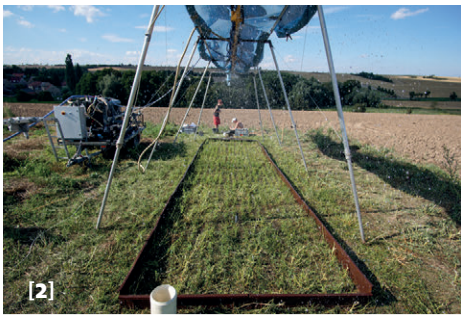
Hydraulický model pro Labe

Rozsáhlý výzkum úprav plavební dráhy v úseku Labe pod plánovaným vodním dílem Děčín po státní hranici ČR/SRN v celkové délce sedmi kilometrů realizoval tým Katedry hydrotechniky Fakulty stavební ČVUT.

Stavba výhonů na modelu v Praze Podbabě.

Výzkum byl uskutečněn na fyzikálním modelu v měřítku 1:70 společně s Výzkumným ústavem vodohospodářským T.G.M., v.v.i. v Praze Podbabě, v jehož areálu je model umístěn. Zadavatelem bylo Ředitelství vodních cest ČR. Výzkum je řešen v rámci projektu „Zlepšení plavebních podmínek na Labi v úseku Ústí nad Labem – státní hranice ČR/SRN – Plavební stupeň Děčín" financovaného z prostředků SFDI. Výzkum probíhal v úzké spolupráci s projekční společností Aquatis a.s. Celková délka fyzikálního modelu je 100 m, což jej činí v současnosti pravděpodobně nejdelším hydraulickým modelem v Evropě. Tým Fakulty stavební tvořili: doc. Dr. Ing. Pavel Fošumpaur (vedoucí), Ing. Tomáš Kašpar, Ing. Jitka Kučerová, CSc., a Ing. Milan Zukal, Ph.D.

Na modelu se optimalizovala skladba a rozsah regulačních úprav simulovaného úseku Labe s cílem zajištění požadovaných plavebních parametrů, tedy plavební hloubky 1,9 m při průtoku 117 $m^3.s^{-1}$ a 2,7 m při průtoku 248 $m^3.s^{-1}$. Regulační úpravy sestávaly zejména ze soustřeďovacích výhonů a prohrábek plavební dráhy. Soustřeďovací výhony jsou v podstatě podélné kamenité hráze ohraničující plavební dráhu, které koncentrují nízké průtoky do užší plavební kynety s šířkou minimálně 50 m a v kombinaci s dílčími prohrábkami dna zajišťují dostatečnou plavební hloubku pro lodě. Počet, rozsah, umístění a parametry soustřeďovacích výhonů byly postupně optimalizovány formou devíti přestaveb modelu. Každý dílčí návrh byl na


[2]

proces koloběhu vody, dopad kapky – uvolňování půdních částic – povrchový odtok – eroze půdy resp. dopad kapky – její retence a odtok – vznik povodně, je to, co je předmětem výzkumu pomocí dešťových simulátorů. Ty nám umožňují vytvořit si kdykoliv takovou srážku, jakou potřebujeme, a pršet na povrch, který si zvolíme a připravíme. Na fakultě jsou k dispozici dvě takováto zařízení - jeden laboratorní a jeden terénní dešťový simulátor.

Laboratorní simulátor umožňuje zkoumat půdní erozi a povrchový odtok na vzorcích o ploše 3,6 m² (s délkou 4 m) a sklonu až 8°. Naproti tomu terénní dešťový simulátor je velice mobilní zařízení, které je možné dovézt složené na přívěsu za terénním automobilem kamkoliv na pole a díky tisícilitrové nádrži testovat půdy přímo na místě. Tento typ standardně dosahuje záběru až 20 m² (při délce svahu až 10 m).

Pomocí tohoto výzkumu je možné zjistit či zpřesnit parametry půd, které nám vstupují do výpočetních rovnic eroze půdy a tím získat kvalitnější informace o tomto problému. A když si uvědomíme, že se na základě teoreticky vypočtené ztráty půdy přerozdělují zemědělské dotace, dává smysl, aby tento výpočet byl co nejreálnější a tedy i nejspravedlivější.

Jeden z mnoha dalších projektů s využitím dešťových simulátorů zase naopak testuje, jaký vliv mají používané geotextilie při ochraně svahů, např. náspů silnic a dálnic. Je velice žádané a přínosné porovnat jednotlivé produkty (geotextilie) mezi sebou a určit jejich efektivnost. Nikdo přece nechce platit drahé peníze za něco, co nefunguje nebo funguje špatně. Proto se na projektu podílí i projekční a realizační společnosti.

Obě zařízení jsou od svého pořízení prakticky neustále v provozu, na čemž se podílejí jak samotní zaměstnanci katedry a doktorandi, tak také studenti bakalářského a magisterského programu. Ti mohou této příležitosti využít k sepsání své závěrečné práce a zároveň si vyzkoušet výzkumnou činnost, která v samém závěru může vést ke zlepšení naší krajiny.

autor: Tomáš Laburda, foto: autor a doc. Ing. Josef Krása, Ph.D.

[1] Laboratorní dešťový simulátor je umístěný ve Vodohospodářské laboratoři na velkém hydraulicky sklopném žlabu.
[2] Terénní dešťový simulátor při simulaci.
[3] Záběr z dronu na experimentální stanoviště s připravenými erozními plochami.

Celková délka fyzikálního modelu je 100 m, což jej činí v současnosti pravděpodobně nejdelším hydraulickým modelem v Evropě.

modelu nejprve geodeticky vytýčen, postaven a posléze byly ověřeny plavební hloubky simulací zadaných průtokových situací.

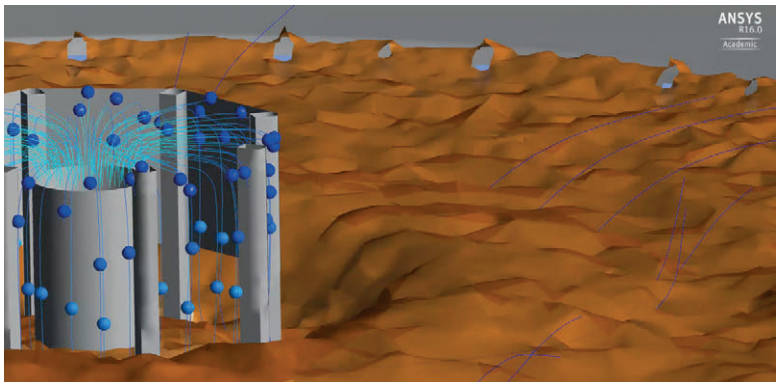
Součástí zadání bylo také ověření stability soustřeďovacích výhonů, dna a břehů Labe při povodních a vliv regulačních úprav na odtokové poměry. Vzhledem k tomu, že je model vybaven tzv. pohyblivým dnem, tedy pískem frakce, která odpovídá v daném měřítku zrnitostnímu složení dna Labe, lze na modelu studovat zákonitosti splaveninového režimu a deformace dna při povodních. Mapování rozsahu výmolů a nánosů v celém sledovaném úseku bylo umožněno využitím metody laserového skenování, které realizovala Katedra speciální geodézie Fakulty stavební ČVUT pod vedením prof. Ing. Martina Štronera, Ph.D.

Důležitou součástí výzkumu bylo ověření navržených regulačních úprav formou tzv. nautických experimentů. Účelem těchto modelových zkoušek bylo ověření vlivu proudění vody v řece na plavidla pohybující se v plavební dráze. Při různých průtokových a hladinových režimech byly zkoušeny možnosti plynulého proplouvání lodí oblouky říční tratě, hodnoceno nebezpečí jejich vybočení z plavební dráhy a možné lekáže na boky kynety nebo koncentrační výhony, a to při poproudní a protiproudní plavbě i při míjení plujících a zastavených lodí. Nautické experimenty současně umožnily dále optimalizovat navržené úpravy s ohledem na bezpečnost a plynulost plavebního provozu. Realizovali jsme je ve spolupráci s kapitány Státní plavební správy Praha, kteří se ujali dálkového řízení modelů návrhových plavidel pomocí vysílačky a provedli expertní vyhodnocení jednotlivých pokusů z pohledu nautické obtížnosti.

Výzkum umožnil zásadním způsobem optimalizovat rozsah regulačních úprav řešeného úseku Labe mezi Děčínem a Hřenskem z pohledu zajištění návrhových plavebních parametrů pro nákladní plavbu. Výsledný návrh zajišťuje ekonomicky rentabilní ponor 1,4 m po 345 dní hydrologicky průměrného roku. Nyní probíhá navazující výzkum, který ověřuje plavební hloubky a rychlosti proudění za minimálních průtokových situací s minimálními ponory nákladních plavidel a plavidel osobní přepravy.

autor: Pavel Fošumpaur
foto: autor a Miloš Sedláček

Nautické experimenty s modely reálných plavidel (Bc. Michal Kudláček a Ing. Josef Leffler ze Státní plavební správy Praha).



Nátokový objekt. Modré proudnice směřují podél norné stěny dolů do vytvořeného kalového mraku (hnědý) a vynášejí kal.

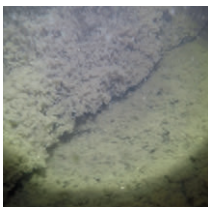
prof. Ing. JAROSLAV POLLERT, Ph.D.
pollertj@fsv.cvut.cz

Ekologie v praxi | Zlepšování čistíren odpadních vod

Dosazovací nádrž je obvykle poslední objekt na čistírnách odpadních vod (ČOV). Vyčištěná odpadní voda odtéká přímo do recipientu – tedy řeky či potoka. Pokud její správná funkce selže, již není možné chybu napravit a může dojít i k ekologické havárii. Ve vodohospodářském experimentálním centru Fakulty stavební byla řešena optimalizace funkce dosazovací nádrže.

Dosazovací nádrž slouží k odstranění vytvořeného biologického kalu pomocí usazování, kdy kal je odtahován ze dna nádrže a vyčištěná odpadní voda přepadá do odtokového žlábku. Kal je vytvořen v aktivačních nádržích jako shluky mikroorganismů, které se živí znečištěním z odpadní vody, pomocí provzdušňování jim vytváříme vhodné podmínky pro život. Vytvořený kal je velice jemný a má specifické vlastnosti, podle toho čím ho „živíme". Pro správné usazení v dosazovacích nádržích s ním musíme zacházet opatrně, aby nedošlo k jeho vyplavení.

Z funkčního a hydraulického hlediska se prostor nádrže dělí na vtokovou, usazovací, kalovou a odtokovou část. Řešení vtokové a odtokové části má zajistit rovnoměrné rozdělení a laminární proudění vody v celém usazovacím prostoru. Kalový prostor musí být dostatečně velký pro akumulaci kalu před jeho odtahem. Správná funkce dosazovací nádrže je pouze při správné funkci celého systému ČOV. Nejdůležitější pro ni je kvalita kalu, která je dána podmínkami v aktivační nádrži. Při správném stupni aerace a správném poměru nutrietů na mikroorganizmy je produkován kal, který dobře sedimentuje a je kompaktní.



Kalová vrstva načechraná hrablem

Návrh nádrže podle normy ČSN udává její celkovou velikost pro správnou funkčnost, ale nedává návod pro zvýšení účinnosti pomocí vhodného vnitřního uspořádání. Tento návrh správného usměrnění proudu je velice náročný a individuální pro jednotlivé nádrže na různých ČOV a proto zpravidla vyžaduje výzkum. Obvykle se nádrže navrhují jako kruhové a vtok do nádrže je z potrubí uprostřed u hladiny. Vtokový objekt je ohraničen nornou stěnou, aby přitékající voda s kalem natékala do kalové vrstvy. Vyčištěná odpadní voda přepadá na vnější straně, zatímco usazený kal je odtahován ze středu u dna. Aby se kalová hmota lépe dostala do odtahu, je dno svažité do středu a ještě jí pomáhají hrabla upevněná na otáčejícím se středu.

Pro optimalizaci funkce dosazovací nádrže byla provedena simulace proudění matematickým modelem. Hlavním cílem byla minimalizace přepadu nerozpuštěných látek (kalu) pomocí úprav vtokového objektu. Simulace probíhala v programu ANSYS Fluent. Nejprve byla provedena simulace proudění vody s kalem na současné nádrži pro kalibraci a verifikaci modelu. Bylo zjištěno, že voda proudící ze středového vtokového potrubí se „natlačí" na nornou stěnu ohraničující kalový prostor a podél ní směřuje do již vytvořeného kalového mraku, který tak rozruší. Pro zlepšení funkce nátoku byl vyvinut nový tvar, který směřuje vytékající proud směrem do nádrže a ne dolů. Do norné stěny byl vložen „kšilt" který poslal proud směrem do středu nádrže a dělicí kalová deska, která proud otočila směrem ven.

Matematický model předpovídal výrazné zlepšení funkce dosazovací nádrže, proto bylo na Ústřední čistírně odpadních vod v Praze přistoupeno k rekonstrukci jedné nádrže a následnému měření, které probíhalo na rekonstruované nádrži i na jedné nerekonstruované. Měřeny byly nerozpuštěné látky na odtoku, průtok a výška kalového mraku. Z údajů vyplynulo, že rekonstrukce přinesla jasné zlepšení funkce nádrže hlavně při zvýšených průtocích, kdy při měřicí kampani nedošlo k výplachu kalu z rekonstruované nádrže, kdežto na nerekonstruované k němu došlo několikanásobně. Výška kalového mraku, který má zásadní vliv na účinnost nádrže, ukazuje vysokou stabilitu. Tyto výsledky potvrzují, že matematické modelování provedené pro zvýšení účinnosti jednoznačně potvrzuje smysl tohoto způsobu posouzení. Měřením bylo zjištěno, že nově vystrojená dosazovací nádrž může pojmout až 2,5krát větší průtok než nádrž s původním středem při zachování přísných ekologických limitů na vypouštění odpadních vod.

Jak je vidět na tomto příkladu, jednoduchá chytrá řešení mohou významně zlepšit čištění odpadních vod bez potřeby velkých investičních nákladů. Změnou nátokového objektu můžeme vyčistit více odpadní vody a tím přispět k lepšímu životnímu prostředí, protože jinak by za deště přebytečná odpadní voda přepadla do řeky bez čištění.

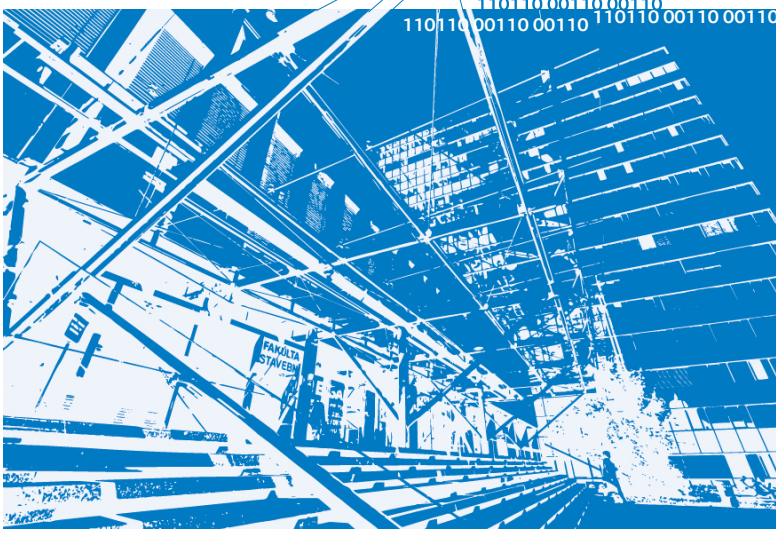
autor: Jaroslav Pollert
Ilustrace: archiv autora

Ing. JIŘÍ KAISER, Ph.D.
jiri.kaiser@fsv.cvut.cz

doc. RNDr. JIŘÍ DEMEL, CSc.
demel@fsv.cvut.cz

doc. Ing. DALIBOR VYTLAČIL, CSc.
vytlacil@fsv.cvut.cz

Digitalizace stavebnictví



Nacházíme se v počáteční fázi transformace celého stavebního odvětví. Ta může přinést jak změnu v nahlížení na stavby a proces výstavby, tak i odlišný přístup lidí ke stavbám, ve kterých žijí, pracují a které používají např. ke své dopravě. Tato změna je svým způsobem tlačena zejména metodami „Building Information Modeling".

Nedávno schválený zákon bude umožňovat vyžadovat využití metodiky BIM při realizaci vypsaných veřejných zakázek ve stavebnictví. Informační model stavby je na rozdíl od dřívějších technologií založen na principu uložení informace ve formě, která je interpretovatelná počítačem. Metody informačního modelování staveb se tak stávají mocným nástrojem pro automatizaci procesů nejen ve stavebnictví, ale i veškerých dalších procesů, které data o stavbách využívají nebo využívat mohou.

V rámci stavebnictví neexistuje v ČR v současné době efektivní způsob správy procesů. Stejně tak neexistuje sekundární efektivní analýza využití a správy dat pro dlouhodobou analýzu snižování rizik a chybovosti v administrativních či pracovních procesech. Současná rozdrobenost již existujících digitálních řešení pro podporu procesů či správy a poskytování dat/informací pokrývá některé oblasti jen z části nebo je nepokrývá vůbec, což je stav např. činností příprav územních plánů, jejich prezentace a připomínkování. To vede k diskuzím odborné veřejnosti o změnách vedoucích ke zlepšování situace.

Automatizace nevhodně nastavených procesů s sebou nese riziko, že situaci nejen nezlepší, ale může ji naopak zhoršit zesílením nežádoucích efektů. Neustále se zvyšující míra využívání BIM technologií tak apeluje na urgentní optimalizaci procesů. Po jejich automatizaci je změna procesů možná již jen za cenu výrazně vyšší potřeby zdrojů (finančních, časových či lidských).

Současné vyjádření procesů ve stavebnictví má buď textovou podobu, nebo procesy nejsou explicitně zaznamenány vůbec a existují pouze jako tacitní znalost jednotlivých doménových expertů. Explicitní vyjádření těchto procesů, ať už pomocí současných metodik modelování procesů, jako jsou BPMN, UML, IDEF, BORM, EPC apod., případně jejich adaptací nebo nově vytvořených metodik, umožní optimalizaci procesů za účasti širšího spektra expertů, zástupců veřejné správy i odborné veřejnosti.

Dostupné metody zápisu procesů se ještě do nedávné doby soustředily zejména na podnikové postupy a byly vytvářeny především za účelem automatizace dílčích částí pomocí softwarových systémů. Stavebnictví má svá specifika, která spočívají zejména v množství účastníků stavebních procesů a složitém systému jejich spolupráce. Tyto vztahy jsou současnými metodami obtížně zachytitelné. Stavební projekty se navíc vyznačují větší unikátností činností než např. sériová výroba. Doprovází je vyšší nevyjasněnost jednotlivých činností, které se upřesňují až v průběhu projektu.

Grafické vyjádření procesů již na první pohled nabízí lepší přehlednost zápisu než běžný text a otevírá dveře mnoha možnostem. Jedná se zejména o zjednodušení komunikace při spolupráci jednotlivých profesí, možnosti simulace a optimalizace procesů a jejich následné dílčí automatizace.

V současné době je nejrozšířenějším standardem pro grafický zápis Business Process Model and Notation (BPMN). Pokud bychom však chtěli tvořit modely komplexnějších procesů na různých úrovních detailů, jednotlivé činnosti blíže specifikovat, podrobněji popsat role účastníků, návaznosti, vyjádřit stavy, ve kterých se procesy nachází a vyjádřit toky dat, neobešli bychom se bez rozšíření současného BPMN standardu o nové typy prvků pro strukturální a stavové přístupy k tomuto modelování. Na rozvoji metod v těchto oblastech se podílí Katedra inženýrské informatiky Fakulty stavební s cílem poskytnout možnosti pro zkvalitnění komunikace v oblasti stavebnictví a zlepšení procesů souvisejících nejen s aktuálním zaváděním informačního modelování staveb.

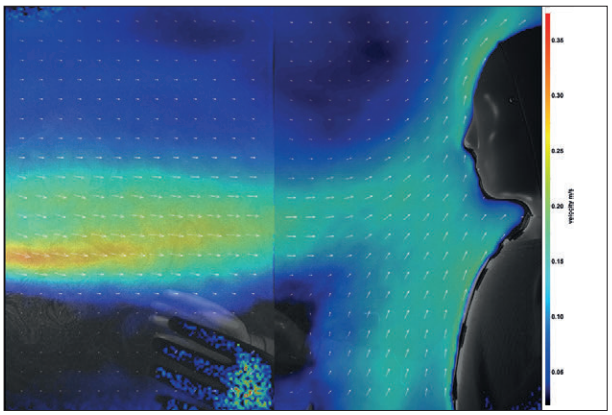
autoři: Jiří Kaiser a kolektiv

prof. Ing. KAREL KABELE, CSc.
kabele@fsv.cvut.cz

TZB | Technická zařízení budov

Osobní větrání

V budovách utváříme umělé vnitřní prostředí, které působí na uživatele z hlediska zdraví, produktivity práce i regenerace sil při odpočinku či pobytu doma. Jednotlivci mají na prostředí různé požadavky, závislé na věku, pohlaví, fyzické aktivitě i psychickém stavu. Vnitřní prostředí budov je tvořeno mnoha složkami, z nichž nejvíce vnímáme tepelně-vlhkostní, světelné, akustické a psychické mikroklima a kvalitu vzduchu. Zatímco u některých složek prostředí je zcela běžné umožnit individuální nastavení (nap. osvětlení pracovního místa či hlasitost telefonního sluchátka), u ostatních, jako je teplota a kvalita vzduchu, se v lepším případě uživatelé mohou domluvit a prostředí si upravit ovladačem umístěným v místnosti, v horším případě se musí přizpůsobit parametrům daným provozem budovy.



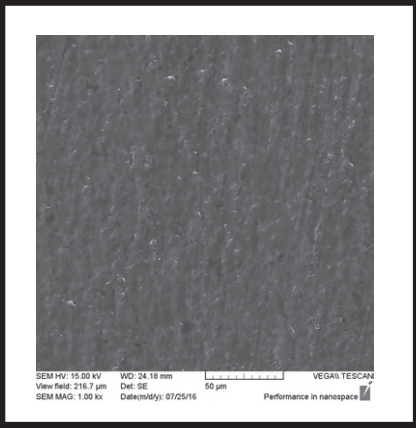
Proudění vzduchu v bezprostředním okolí člověka je ovlivňováno nejen obrazem proudění v místnosti ale i teplem, které sám vydává. Tyto jevy zkoumáme na termálním manekýnovi metodou laserové anemometrie (PIV) v laboratořích UCEEBu.

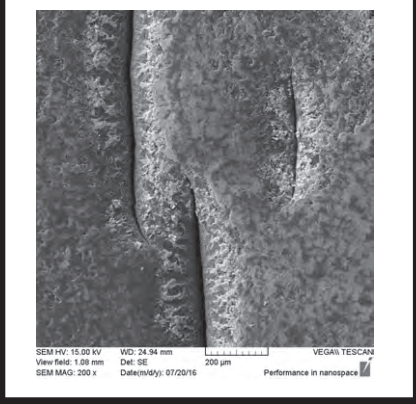
Osobní, nebo také personalizované větrání je způsob distribuce vzduchu, jehož princip spočívá v přívodu upraveného vzduchu nastavitelnými vyústkami přímo k jednotlivým uživatelům a s možností individuální úpravy kvality vzduchu v jeho bezprostředním okolí. Tento princip známe především z dopravních prostředků, nicméně lze jej využít i v budovách a přispět tak ke zvýšení kvality vnitřního prostředí při nižší spotřebě energie. Osobní větrání je vhodné tam, kde je pozice uživatele v prostoru pevně dána a současně jsou zvýšené požadavky na prostředí, ať z důvodu ochrany osob před šířením škodlivin (nemocniční lůžko) nebo z důvodu vysoké náročnosti vykonávané práce.

Příkladem aplikace osobního větrání v budovách je řešení pracoviště leteckého dispečera, které vyvíjíme ve spolupráci s praxí v laboratořích Univerzitního centra energeticky efektivních budov ČVUT. Cílem projektu je vývoj kompaktního systému osobního větrání, určeného pro jednotlivá pracoviště v centrálně klimatizované velkoprostorové kanceláři. Srdcem systému je MKJ (mikro klimatizační jednotka), která zajišťuje regulovatelnými otáčkami ventilátoru dopravu až 50 m^3/hod. přiváděného vzduchu. Využitím termoelektrických článků tato jednotka dokáže upravit teplotu přiváděného vzduchu v rozmezí ± 4 K a reagovat tak na individuální požadavky uživatele na jeho teplotu. Takto upravený vzduch je přiváděn speciálními vyústkami do pracovního prostoru dispečera, kterému je tak umožněno si kvalitu upravit individuálně. Vývoj kompaktního systému osobního větrání byl prováděn nejprve na matematickém modelu, kde s využitím dynamické simulace tekutin byl optimalizován tvar i složení jednotky a vyústek. Po těchto testech byly na 3D tiskárně vyrobeny všechny atypické komponenty a vznikl funkční prototyp celého systému, na kterém probíhají měření jednotlivých parametrů a působení na člověka, reprezentovaného termálním manekýnem.

Osobní větrání se jeví jako perspektivní řešení problémů velkoprostorových kanceláří, kde při tradičním řešení centrální vzduchotechnikou nelze vyhovět rozdílným požadavkům uživatelů.

autoři: prof. Ing. Karel Kabele, CSc. a Ing. arch. Vojtěch Mazanec

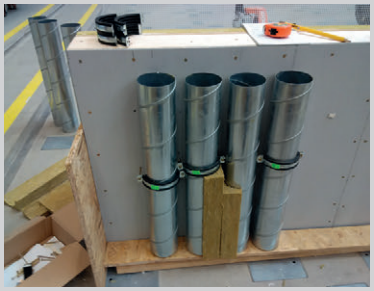




Vnější povrch potrubí – bez poškození (nahoře), Vnitřní povrch potrubí – podélné trhliny (dole) .

Netradiční řešení

Aktuálním problémem je snižování energetické náročnosti budov. Jedním z nutných požadavků pro zachování vysoké kvality prostředí je řešení systému větrání. Velká část zejména obytných budov je starších a jejich větrací systém je často nevyhovující, což vede ke zhoršení kvality vnitřního prostředí v podobě růstu koncentrací škodlivin v ovzduší. Nemusí se jednat jen o oxid uhličitý, ale i o další škodliviny, které se



Část panelu pro testování spojování rozvodů vzduchotechniky

Potrubí pod mikroskopem

Materiály pro potrubí vnitřního vodovodu musí dnes odolávat většímu chemickému zatížení díky přísným hygienickým požadavkům na kvalitu vody na výtoku a s tím spojenými technologiemi. Tento obor často předběhl i samotné výrobce potrubí, kteří nemají k dispozici odpovídající měření, která prokazují možnost použití některých chemických látek zajišťujících hygienické požadavky na pitnou vodu.

Jednou z oblastí, které se již dlouhodobě věnuje pozornost, je ochrana proti bakterii Legionella pneumophila při přípravě teplé vody. Metody pro její likvidaci jsou v zásadě dvojího druhu, termické a chemické. Neodborné použití chemických prostředků může mít zásadní vliv na životnost systému vodovodního potrubí, které může již po několika letech provozu vykazovat závažné poruchy a generovat značné náklady na opravy či výměnu, a to často za plného provozu. Jedním z příkladů použití chemie jako ochrany před Legoinellou je použití oxidu chloričitého – chlordioxidu. Jedná se o desinfekci oxidací, kde při reakci s vodou vzniká volný chlor, který se ve vodě vyskytuje buď jako plyn, kyselina, nebo chlornanové ionty. Při povolených hodnotách pH pitné vody 6,5 až 9,5 je téměř všechen volný chlor ve formě kyseliny chlorné, která je silným oxidačním činidlem. Chlordioxid tedy může způsobit křehnutí materiálu a jeho celkovou degradaci.

Typickým materiálem hojně používaným pro rozvody vnitřního vodovodu je polypropylen s označením PP-R či PP-RCT. V případě použití chlordioxidu v systému vnitřního vodovodu pro přípravu teplé vody dochází k oxidaci materiálu směrem od vnitřního povrchu potrubí, vznikají praskliny a pevnost materiálu se razantně zhoršuje. Teplota tuto reakci urychluje. Zjistit příčiny degradace vodovodního potrubí a jeho celkový stav lze pouze laboratorními metodami, morfologickou analýzou vzorků potrubí na elektronovém rastrovacím mikroskopu a prohlídkou povrchu na úrovni mikrometrů. Tato metoda může jednoznačně potvrdit poškození potrubí s typickými podélnými defekty, které v kombinaci s tlakem a teplotou způsobí prasknutí potrubí a následnou havárii. Na snímcích lze vidět vnější nepoškozený povrch potrubí a vnitřní povrch potrubí s podélnými trhlinami, které jsou důsledkem použití chemického prostředku nepovoleného výrobcem potrubí.

autor: Ing. Stanislav Frolík, Ph.D.

do vzduchu dostávají z vybavení nebo okolního prostředí.

Nejúčinnějším větracím systémem současnosti je centrální větrání se zajištěním přívodu a odvodu vzduchu. Díky tomuto řešení je možné využít i rekuperaci tepla s vysokou účinností a tím výrazně zlepšit energetickou náročnost provozu. Dalším příznivým efektem je možnost účinnější filtrace přiváděného vzduchu, která může zajistit zlepšení čistoty vzduchu zvláště při nepříznivém umístění větraného prostoru, např. v oblasti s vyšší prašností. Instalace vzduchotechnické jednotky v bytovém domě je prováděna při rekonstrukcích buď pro každý samostatný prostor (obvykle byt), nebo pro skupinu těchto prostorů s regulačními prvky na vstupu do prostoru bytu. Potrubí pro přívod čerstvého vzduchu a odvod znečištěného vzduchu je obvykle umístěno v centru dispozice v instalační šachtě. To s sebou přináší nutnost větších stavebních zásahů a je pro uživatele značně omezující. Jedním z řešení je (při vhodném dispozičním řešení podlaží) instalace rozvodů přívodu větracího vzduchu do nově realizované fasády budovy, což může výrazně snížit množství zásahů v interiéru budovy. Odtah vzduchu je řešen ve společných prostorách domu. Své místo toto řešení nachází zejména při rychlých rekonstrukcích, které mají proběhnout tak, aby minimálně omezovaly osoby žijící v domě. Výhodou je také možnost prefabrikace. Problematikou rychlé rekonstrukce budov s ohledem na snížení jejich energetické náročnosti se zabývá např. projekt More-connect (www.more-connect.eu), řešený v Univerzitním centru energeticky efektivních budov ČVUT.

doc. Ing. Michal Kabrhel, Ph.D.
a Ing. Jakub Spurný

Letní škola TZB: Energie a vnitřní prostředí

Na začátku září proběhl jubilejní 15. ročník Letní školy TZB s podtitulem „aneb Co v osnovách nebylo“, určené především pro posluchače posledního ročníku magisterských studijních programů se zaměřením na problematiku technických zařízení budov, kteří projeví zájem a projdou výběrovým řízením.

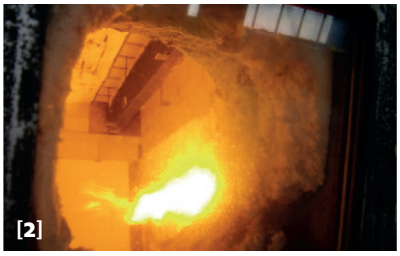
Formát letní školy se za dobu svého trvání ustálil na intenzivním 48hodinovém setkání studentů s doktorandy, pedagogy ze sesterských univerzit v Brně, Bratislavě a Košicích a zástupci praxe, které se koná mimo Prahu. V první části probíhají prezentace odborníků z praxe a studentů doktorských studijních programů na témata související s úkolem, který čeká na vyřešení studentskými týmy. Tradičním zakončením prvního části je rozdělení účastníků do pracovních týmů s využitím psychologie a zásad týmové práce. Následuje zadání tématu společného úkolu a jeho vyřešení v daném časovém limitu jednotlivými studentskými týmy. V průběhu jeho zpracování přítomní odborníci, zástupci předních firem v oboru i přednášející konzultují nápady studentských týmů, aby v závěrečné fázi na základě jejich prezentací odborná porota porovnala výsledná řešení.

Tématem letošního ročníku byla aktuální problematika technických zařízení pro zdravé vnitřní prostředí v energeticky úsporných administrativních budovách. Studenti měli na základě dokumentace a dat z monitoringu provozu reálné budovy analyzovat energetickou náročnost a kvalitu vnitřního prostředí a navrhnout řešení vedoucí k úsporám energie a zlepšení kvality vnitřního prostředí, tolik opomíjené v současné honbě za úsporami energie. Nadšení, inspirativní atmosféra a plné soustředění dalo tak i v krátkém čase vzniknout zajímavým řešením. V letošním roce jsme se setkali s návrhy využívajícími akumulaci elektrické energie z obnovitelných zdrojů, instalaci vertikálních větrných turbín i s radikálním řešením objekt zbourat a postavit nový. Problémy vnitřního prostředí, které studenti na základě naměřených dat z řídicího systému budovy identifikovali, řešili úpravami systémů vytápění, větrání i chlazení. Potěšitelné bylo i „odhalení“ chybného umístění jednoho čidla teploty, které ukazovalo v určitou hodinu dne zvýšení teploty vlivem oslunění.

Letní školu TZB absolvovalo od doby jejího vzniku již více než 250 účastníků, z nichž mnozí se vrací v roli úspěšných odborníků z praxe. Myšlenka akce v tomto formátu překročila naše hranice a uplatnila se při vzdělávání budoucích specialistů na technická zařízení budov v Rakousku, Singapuru a v letošním roce i v Mongolsku.

autor: prof. Ing. Karel Kabele, CSc.
foto: Ing. Miroslav Urban, Ph.D.

doc. Ing. PETR ŠTEMBERK, Ph.D.
stemberk@fsv.cvut.cz



[1] Betonové nosníky v komoře před simulovaným požárem **[2]** Betonový nosník v komoře během simulovaného požáru **[3]** Poškození betonového nosníku v komoře po simulovaném požáru / foto: Ing. Radek Štefan, Ph.D.

Extrémní výzkum betonu

S betonem se setkáváme každý den a fakticky je nedílnou součástí našeho života. Nastávají však i takové situace, kdy náš život na betonu a zvláště na jeho kvalitě skutečně závisí. Současná doba je plná takových situací – dopravních nehod, požárů nebo dokonce útoků za použití trhavin. Sice jsou co do počtu ve srovnání s každodenním životem zanedbatelné, ale ve svém důsledku mnohdy velmi významné, ať již se jedná o národní ekonomiku nebo národní bezpečnost. Proto se těmito extrémními situacemi na Katedře betonových a zděných konstrukcí také zabýváme.

Odolnost proti výbuchu

Betonové konstrukce jsou vystavovány explozím v různých situacích, přičemž většina případů není nutně doprovázena zmínkou o velikosti boha. Jedná se zejména o dopravní nehody, poruchy dopravních prostředků, poškození výrobních technologií, přehřátí tlakových nádob a podobně. Je samozřejmé, že čím je tloušťka betonových stěn a desek větší, tím jsou tyto konstrukční prvky odolnější vůči účinku exploze, přesně v duchu tradice předválečných bunkrů a pevností v českém pohraničí. Jenže současný trend v navrhování betonových konstrukcí je přesně opačný, kdy se klade důraz na minimální spotřebu materiálu, a tedy na co nejmenší tloušťku prvků. Pak je tedy třeba ověřovat jejich odolnost a případně stanovit, za jakých podmínek lze daný konstrukční prvek použít jako bezpečný kryt. Zejména se zjišťuje způsob poškození, kdy je patrné, že i při použití vláknobetonu, který má vyšší houževnatost, mohou být vlivem exploze z povrchu betonového prvku vymrštěny na bezpečné straně životu nebezpečné úlomky. Z toho plyne pro běžného občana ponaučení, že není vhodné se před možným výbuchem schovávat hned za tenké betonové stěny, přičemž pro vojáka je toto ponaučení nadrilovaná samozřejmost.

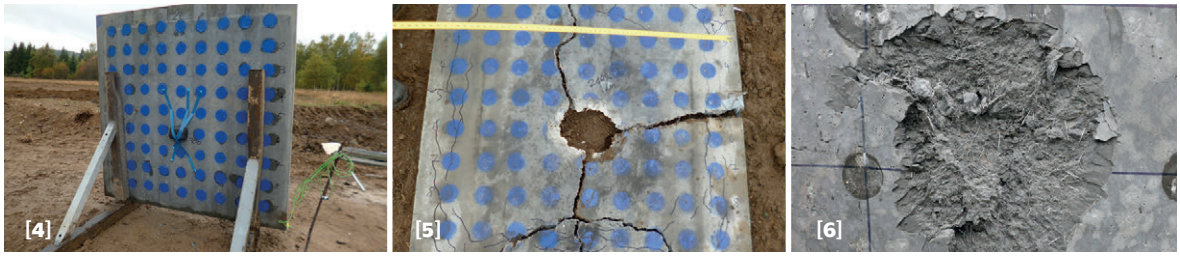
Odolnost proti požáru

Požár lze obecně považovat za nejběžnější extrémní situaci, a jako takový je brán v potaz při návrhu konstrukcí, je tedy uvažován vždy. Zajímavé je srovnání přístupu k návrhu finančně nákladných požárních úseků v Evropě a ve Spojených státech amerických. V USA je návrh množství úseků a jejich zabezpečení otázkou výše pojištění, tedy se zvažuje cena pořízení objektu versus cena za využívání objektu. V Evropě toto dilema ani nenastane, protože protipožární opatření jsou v podstatě přikázána. Nicméně ať už jsme kdekoliv, je vždy nutné zaručit nosnou funkci betonových prvků během požáru po nezbytně dlouhou dobu, většinou definovanou možností evakuace objektu. Vedle numerických simulací je požární odolnost betonových prvků ověřována i ve speciálních zkušebních pecích, ve kterých jsou účinkům ohně vystavovány celé budovy nebo jejich části. Během požáru dochází k odštěpení povrchové vrstvy betonu, a třeba i k následnému odkrytí výztuže, přičemž odštěpení je způsobeno tlakem páry vzniklé z volné vody v ohřátém betonu. V případě zásahu hasičů bývá toto dílo zkázy dokonáno prudkým zchlazením žhavého povrchu betonu, který na náhlou teplotní změnu reaguje obdobně jako sklo, tedy že popraská ještě víc.

Ochranný systém metra byl primárně navržen pro účely ochrany obyvatelstva v případě jaderného útoku, skutečným křtem prošel během povodní v roce 2002. Bylo zjištěno mnoho skrytých závad, které vedly až k zatopení velké části tohoto systému. Pracovníci naší katedry se podílejí na rekonstrukci či úpravách jednotlivých kritických detailů zaručujících naprosté utěsnění.

Betony pro ochranný systém metra

Pražské metro, které denně přepraví víc než milion cestujících,



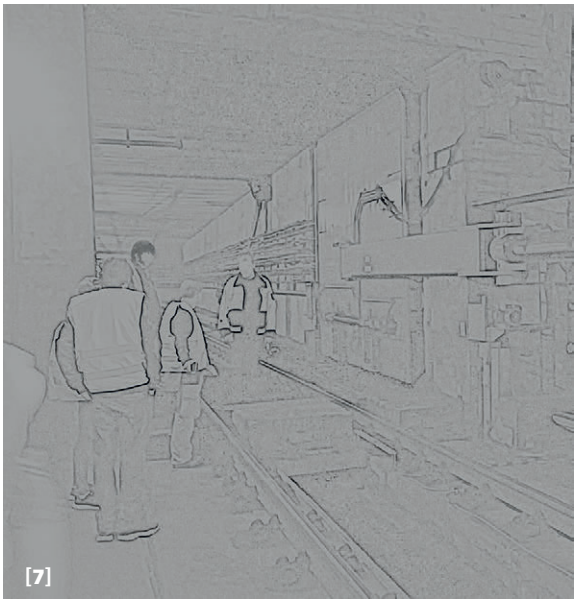
[4] Trhavina na betonové desce **[5]** Poškození běžné betonové desky od výbuchu **[6]** Poškození odvráceného povrchu vláknobetonové desky od výbuchu / foto: Ing. Josef Fládr, Ph.D.

vedle funkce dopravní plní také funkci krytu civilní obrany pro případ ohrožení, odborně nazývanou ochranný systém metra. I když byl primárně navržen pro účely ochrany obyvatelstva v případě jaderného útoku, skutečným křtem prošel během povodní v roce 2002. Ačkoliv je tento systém ze zákona udržován ve stavu, aby mohl být do 24 hodin plně zprovozněn, během povodní bylo zjištěno mnoho skrytých závad, které vedly až k zatopení velké části tohoto systému. Pracovníci naší katedry se podílejí na rekonstrukci či úpravách jednotlivých kritických detailů zaručujících naprosté utěsnění. Za extrém lze v tomto případě považovat pracovní podmínky, kdy je možné v tunelu během jedné směny pracovat pouhé dvě hodiny, a to v noci, kdy je zde vypnuto napájení kolejí. Vzhledem k tomu, že samotný beton běžně potřebuje zhruba dvě hodiny pro ztvrdnutí, je času na přípravy bednění, výztuže a samotnou betonáž opravdu málo. Proto jsou postupy jednotlivých oprav nacvičovány v laboratoři tak, aby vycvičený tým byl schopen v takto extrémně krátkém časovém intervalu a ve stísněném prostoru provést přesně všechny úkony a zaručit tak dlouhodobou funkčnost zabudovaných prvků.

Železniční betonové pražce

Železniční pražce plní v koleji dvě základní funkce, a to že podepírají kolejnice a zároveň mezi nimi udržují přesně předepsanou vzdálenost. Právě velká požadovaná přesnost rozchodu kolejí a jejich náklonu dělá z návrhu a výroby pražce extrémní inženýrství. Přípustná tolerance rozchodu, který je v současné době 1435 mm, je totiž pouhý jeden milimetr. Pražce se vyrábějí v jednodenním výrobním cyklu, hotové se vyndávají z forem po pouhých patnácti hodinách od zabetonování. Zbylý čas výrobního cyklu je využit na čištění a opětovné osazování forem. Samotné brzké odbednění je nevhodné pro nerušený nárůst pevnosti pražce. Avšak podstatně větší vliv na konečný tvar pražce má předpětí ekvivalentní síle až 50 tun, které se do pražce vnáší ihned po odformování. Okamžitou deformaci pražce po vnesení tak obrovské předpínací síly a následný průběh smršťování a dotvarování je nutné předem důkladně analyzovat, protože pražce se vyrábějí ve velkých množstvích najednou, takže investice do výrobní linky s mnoha špatně navrženými formami by byla v důsledku zcela znehodnocena. Jedinou záchranou pro větší než přípustný rozchod chybového pražce by snad mohla být skutečnost, že od roku 2021 bude rozchod nově budovaných kolejí v Evropě o dva milimetry větší, tedy 1437 mm.

autor: Petr Štemberk



[7] Hermetické uzávěry traťových tunelů
[8] Ukládání pražců navržených pracovníky katedry do trati / foto: Petr Štemberk

Ing. VOJTĚCH ZACHARDA
vojtech.zacharda@fsv.cvut.cz

Ing. ANNA KUČEROVÁ, Ph.D.
Anna.Kucerova@cvut.cz

„Tah na bránu!“

Úspěšné projekty nejsou na Fakultě stavební jen doménou zkušených vědců, ale viditelné jsou i výsledky zdejší mladé generace. Na následujících stránkách představujeme alespoň některé z osobností a jejich počiny, které vzbudily v odborné veřejnosti zájem a uznání.

Betonová závodní kánoe Stingray

Ing. Vojtěch Zacharda, koordinátor studentského týmu Fakulty stavební ČVUT

Již potřetí se studentský tým Fakulty stavební ČVUT zúčastnil závodů betonových kánoí, ve kterých poměřují své síly s kolegy z technických univerzit. Oproti minulosti se letos studenti nevypravili měřit své síly s týmy z Nizozemska, ale zúčastnili se závodu Betonkenu Kupa 2017 v Budapešti.

Závod v Maďarsku se lišil od závodů v Nizozemsku nejenom prostředím a počtem tratí, ale hlavně tím, že se ho zúčastnily i firmy ze stavebního oboru. Pro nedostatek času se přistoupilo ke kompromisu a pro tento závod nebyla vyrobena úplně nová kánoe, ale závodilo se s lodí z roku 2014, pojmenovanou Stingray.

Jak vlastně vypadá loď z betonu? Při jejím návrhu se přihlédlo ke všem faktorům, kterým bude vystavena a mohou nastat při závodech, a které ovlivňují ovladatelnost lodi samotné. Jejich kombinací vznikl tvar kánoe Stingray, který v podélném řez připomíná nízký oblouk. V nejširším místě má trup 580 mm, maximální výška je 400 mm a celková délka kánoe je 5 600 mm. K omezení statického namáhání dna a boků jsou v konstrukci kánoe rozmístěna výztužná žebra. Nominální tloušťka stěny kánoe je 10 mm. Pro kánoi byla speciálně navržena betonová směs s tahovou pevností 21,8 MPa a objemovou hmotností 1914 $kg.m^{-3}$.

Součástí Betonkenu Kupa bylo představení jednotlivých účastníků v předvečer závodů. Ti zde prezentovali kánoe a jejich výrobu. Následující den se soutěžilo: závod byl rozdělen na různé kategorie, ve kterých soupeřily všechny kánoe najednou. Nejlepšího výsledku dosáhla dvojice mužů na trati 200 metrů, když obsadili 7. místo. V celkovém pořadí obsadil tým z Fakulty stavební ČVUT desátou příčku z celkových třinácti účastníků. „Velkým překvapením bylo obrovské sportovní nasazení všech týmů, čemuž odpovídaly i tvary kánoí, které připomínaly závodní debl kánoe, ve kterých se klečí. Už nyní začínáme pracovat na návrhu nové kánoe, se kterou se budeme snažit vylepšit letošní výsledek,“ říká Ing. Vojtěch Zacharda, koordinátor fakultního týmu.

(red) foto: Vojtěch Zacharda a Petr Štemberk

Ocenění žen ve vědě

Jednou z laureátek ocenění L'Oréal-UNESCO pro ženy ve vědě se letos stala Anna Kučerová z Fakulty stavební ČVUT, která se zabývá vývojem nových metod pro navrhování experimentů, ze kterých se zjišťují materiálové vlastnosti. „Například výpočtové modely pro simulaci spalovacích motorů nosných raket mají značné množství parametrů, které je třeba správně určit, aby bylo možné věrohodně simulovat chování nosné rakety při startu či ve vesmíru. K tomu se využívá velký počet finančně nákladných experimentů,“ upřesňuje oceněná vědkyně. „Náplní mé současné práce je vývoj metod a výpočetních algoritmů, které kombinují poznatky z různých vědních oblastí: aplikované statistiky, umělé inteligence a inženýrské mechaniky. Řada mých kolegů se věnuje vývoji počítačových modelů, které chování materiálových zkoušek předpovídají. Já jim pomáhám tzv. inverzní analýzou nastavit vstupní parametry jejich modelů tak, aby se jejich výsledky co nejlépe shodovaly s naměřenými hodnotami. Proto se také moje práce netýká výhradně stavebního inženýrství, ale má využití i v jiných technických oborech, včetně vývoje raketových motorů,“ dodává Ing. Anna Kučerová, Ph.D. Na Fakultě stavební měla vždy podmínky pro studium v zahraničí, pro budování vlastního týmu hned po ukončení doktorátu i pro získávání pedagogických a výzkumných projektů. „Nyní tu mám podporu i pro založení a zvětšování rodiny, neb mé starší dvě dcerky chodí do univerzitní školky a díky možnosti práce z domova se s mužem a babičkou střídáme v hlídání té nejmladší. Nebyla jsem tedy nucena nastoupit na rodičovskou dovolenou a ztratit tak kontakt se svým oborem na dlouhá léta, nebo se kvůli práci naopak rozhodovat o tom, jestli si pořídit další dítě. Mám ráda svou práci i děti a tady se mi zatím daří věnovat se obojímu.“

(vk)

Ing. arch. PETR BRZOBOHATÝ
brzobohaty.pe@gmail.com

Hlavní vizualizace objektu vtahujícího diváky (kolemjdoucí) do stavební jámy s výhledem na panorama s památníkem na Vítkově

Výhled do stavební jámy

Petr Brzobohatý, letošní absolvent magisterského programu Architektura a stavitelství, zvítězil v soutěži na projekt multifunkčního objektu pro společnost Penta. Nyní se připravuje dokumentace, firma poptává zhotovitele a v nejbližší době by se měla stavba realizovat.

Zadáním soutěže pro magisterské ročníky Architektury a stavitelství bylo vytvořit jednoduchý multifunkční objekt, dočasnou stavbu, která bude umožňovat přemístění na jinou pozici podle toho, která etapa stavby bude právě probíhat. Objekt má umožnit nahlédnutí do stavební jámy (přes plot) a přiblížit veřejnosti-divákovi dění na staveništi v době archeologických vykopávek. Vyhlídka se nachází v centru Prahy vedle Masarykova nádraží.

„V zimním semestru 2016, kdy jsem byl ve třetím semestru navazujícího magisterského studia, jsme dostali během výuky ateliérů zadání této architektonické soutěže. Své nápady jsem konzultoval s vedoucími ateliéru, Ing. arch. Jaromírem Kročákem a doc. Ing. arch. Michalem Šourkem," vzpomíná Petr. „V raných úvahách jsem se nejprve zaměřil na studium dané lokality. Při její analýze jsem vycházel ze zadání umožnit veřejnosti výhled do jámy přes plot. Koncept byl založený na analýze pohybu lidí jak při výstupu z metra, tak i z hlavní budovy nádraží. Dalším aspektem při tvorbě konceptu byl předpoklad zvýšené „zvědavosti" veřejnosti o aktuální dění při výstavbě. Tento výhled je podtržen pohledem na panorama s památníkem Jana Žižky. Snahou bylo také upozornit na objekt svou jednoduchostí a spojením s archeologickými pracemi. Tuto analýzu splňuje jednoduchý objekt tvaru trychtýře, který se přelévá do stavební jámy. Jeho vnitřní část vytváří jakýsi fokus, který rámuje celý pohled. Tvar trychtýře vtahuje kolemjdoucí podívat se do jámy nebo si na schodech sednout a sledovat proudící davy z metra a z nádraží. Na materiálové řešení je použit zrezlý kov, který svou oranžovo-červenou barvou upoutává a rozsvěcí dnes neatraktivní zákoutí. Kov poukazuje na industriální prostředí nádraží a kolejí. Stárnutí kovu zas odkazuje na práce archeologů. Z konstrukčního hlediska jde o jednoduchou stavbu tvořenou v principu ze tří rámů, na které je dále ukotven plášť."

(vk) vizualizace: Petr Brzobohatý, foto: Ing. arch. Gabriela Buzková

Ing. arch. Petr Brzobohatý: „Koncept byl založený na analýze pohybu lidí jak při výstupu z metra, tak i z hlavní budovy nádraží. Dalším aspektem byl předpoklad zvýšené „zvědavosti" veřejnosti o aktuální dění při výstavbě. Cílem bylo také umožnit lidem, čekajících například na vlak, se v klidu posadit ve veřejném prostoru."

>>>

Ing. JAKUB DIVIŠ
jakub.divis@fsv.cvut.cz

>>>

Experiment se Slamákem

Studenti mj. porovnávali způsoby nanášení hliněných omítek

Získat informace a napomoci prohloubení poznatků o přírodním stavitelství. To bylo cílem studentů Fakulty stavební ČVUT, kteří se v diplomových pracích zaměřili na výstavbu domu ze slámy. V rámci studentského projektu postavili experimentální slaměný objekt a sledovali jej z řady hledisek. Zjišťovali tepelně-vlhkostní stav jeho stěn, porovnávali způsoby nanášení hliněných omítek, sledovali poruchy způsobené nedostatky při návrhu či realizaci stavby atd. Na závěr se uskutečnila velkorozměrová požární zkouška, při níž se zkoumaly požární charakteristiky použitých materiálů a konstrukcí, jejich chování při požáru a další parametry.

Objekt ze slámy vyrostl za podpory studentského grantu fakulty v prostorách Univerzitního centra energeticky efektivních budov (UCEEB) ČVUT. „Studenti ho postavili vlastními silami, jeho provedení odpovídá alternativní výstavbě svépomocí. Získaná data tak budou přínosná mimo jiné i pro tento způsob výstavby," říká Ing. Jakub Diviš z Katedry konstrukcí pozemních staveb, jenž je jedním z iniciátorů projektu. „K projektu Slamák jsem se dostal ve fázi, kdy myšlenka již vyklíčila a pouze se hledali dobrovolníci, kteří by vedli magisterské studenty za jejich poznáním. Byl jsem osloven, abych si vzal na starost téma stavební fyziky, tj. tepelně-vlhkostní chování konstrukcí a celého objektu. Jelikož se zabývám nejen stavební fyzikou, ale i přírodním stavitelstvím, slaměnými stavbami a materiály z nepálené hlíny, neváhal jsem tuto výzvu přijmout. Navíc obdobné experimenty v menším měřítku jsme již realizovali a tento projekt posune naše vědění o tepelně-vlhkostním chování konstrukcí zase o krok dál. A pohybovat se kolem PR takového projektu? K nezaplacení!"

Stavba má půdorys 6 x 4 metry a studenti ji postavili za čtyři měsíce. Realizace v prostorách UCEEB umožnila propojit originální nápady s možnostmi multioborového vědeckého pracoviště. Při velkorozměrové požární zkoušce byly v experimentálním objektu zapáleny dřevěné hranice. „Jejich tepelný výkon jsme propočítali tak, aby odpovídal požárnímu zatížení v obytných domech," popisuje průběh experimentu Ing. arch. Petr Hejtmánek z Katedry konstrukcí pozemních staveb a dodává: „Občas se stává, že studenti, které vyučujete, vám přijdou apatičtí – bez zájmu pro vědění, bez touhy po informacích… O to příjemněji pak překvapí, když za vámi přijdou s jasným cílem ani ne za rok vymyslet a postavit dům, dlouhodobě v něm měřit data týkající se stavební fyziky a nakonec ještě uspořádat velkorozměrovou požární zkoušku, která v ČR ještě nebyla."

Naměřená data studenti vyhodnotí ve svých diplomových pracích, získané informace přispějí k prohloubení znalostí tohoto druhu stavitelství.

(red)
foto: Jiří Ryszawy

Ovládni technologie, které hýbou byznysem

Nabízíme čtyři role.
Vyber si tu svoji

Univerzál

Víš, že se v IT skrývá budoucnost. Zajímáš se o technologie, dokážeš se zamyslet nad problémy, ale nemusíš rozumět kódu. Najdeš u nás uplatnění v IT auditu nebo consultingu. Naučíme tě to, osahás si různé věci, získáš rozhled, pak se začneš profilovat.

Datašpion

SAP, Python nebo SQL pro tebe nejsou nadávky. Znáš technologie, nebo máš zájem je dokonale poznat. Umíš v datech najít to podstatné a vysvětlit to lidem, kteří se v IT neorientují. Big data a analýzy procházejí vším, co děláme, proto si u nás najdeš to svoje.

Cybergeek

Informační bezpečnost je tvoje hřiště. Zajímají tě síťové protokoly, Linux, Windows a dobře rozumíš i hardwaru. Jsi rád mezi lidmi, co nejsou technologické lamy, láká tě přístup k nejlepším technologiím a chceš se podílet na rozvoji IoT, Robotics nebo Industry 4.0.

Architekt a kódér

Programuješ nebo vymýšlíš architekturu systémů tak, aby fungovaly co nejlépe a dávaly co největší smysl. Umíš vytvářet koncepce, realizovat zadání, které pro tebe připraví někdo jiný, a zvládáš to celé i otestovat. Rád se podílíš na věcech, které používají tisíce lidí.

Veškeré informace o kariéře v EY najdeš na **www.cestasey.cz**

EY
Building a better working world

ČVUT
ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

PÍŠŤALY pro ČVUT

Spolek absolventů a přátel ČVUT pořádá

VEŘEJNOU SBÍRKU NA POŘÍZENÍ VARHAN DO BETLÉMSKÉ KAPLE

Pojďme společně rozeznít Betlémskou kapli!

Dar v jakékoliv výši můžete zasílat na účet veřejné sbírky č. **2100626587/2010** nebo jej složit v hotovosti do zapečetěné pokladničky na akcích Českého vysokého učení technického v Praze.

Tváří sbírky je Eva Jiřičná, architektka a absolventka ČVUT.

Zahájení sbírky: 1. října 2014

Sbírka bude ukončena dnem vybrání maximální potřebné částky.

www.absolventicvut.cz
www.varhany.cvut.cz

Osvědčení o konání sbírky vystavil Magistrát hl. m. Prahy dne 19. 8. 2014.

Vize z programu Ozvěny budoucnosti:

V BUDOUCNOSTI BUDE VŮZ SLEDOVAT ZDRAVOTNÍ STAV A BDĚLOST ŘIDIČE

Jindřich Šafra, technický specialista

ŠKODA
SIMPLY CLEVER

OZVĚNY BUDOUCNOSTI

2017 — 2047

Jedna z vašich nejlepších vizí, kterou jste přispěli do programu Ozvěny budoucnosti, se zabývá bezpečností řízení.

Tvořte s námi budoucnost aut i vy. Právě teď hledáme desítky nových vizionářů. Nastupte do Technického vývoje ŠKODA AUTO.

SKODA-KARIERA.CZ/TECHNICKY-VYVOJ