



**Výroční zpráva  
o činnosti**

# **Centra AdMaS**

**2017**



# Úvodní slovo děkana

Vážené kolegyně a vážení kolegové,

dostávají se Vám do rukou výsledky práce Centra AdMaS za rok 2017. Byl to rok, ve kterém se vše úspěšně podařilo zvládnout a kdy všichni zaměstnanci centra mají odpovídající podmínky pro řešení zadaných úkolů. Všechny pořízené přístroje jsou plně využívány pro plnění milníků nastavených na začátku řešení projektu. Je velice potěšitelné, že byla naplněna základní idea vybudování všestranného centra z oblasti stavebnictví, které plně integruje poznatky z jednotlivých oborů výzkumné činnosti – materiálové, konstrukční i technologické. Rok 2017 jsme zvládli úspěšně, a to jak na poli vědy, tak i po stránce administrace a naplnění objemu smluvního výzkumu. Máme před sebou ovšem ještě dva roky udržitelnosti projektu. Výraznou podporou provozu centra je projekt NPU I AdMaS UP z Národního programu udržitelnosti pro období 2015–2019. Výsledky roku 2017 ukazují, že indikátory udržitelnosti budou za celou dobu udržitelnosti projektu AdMaS bez problémů naplněny. Za to všechno bych chtěl všem zúčastněným poděkovat.

Centrum AdMaS je dnes velice vyhledávaným a spolehlivým partnerem pro řadu spolupracujících firem a úřadů. Ukazuje se, že některé předpoklady, na kterých byla postavena strategie centra v době tvorby projektu, se nenaplnují. Naopak se pro nás otevírají jiné oblasti. Jedná se o přirozený jev, neboť od doby prvních projektových záměrů uplynulo téměř deset let a došlo k významným posunům jak na trhu, tak v oblastech výzkumných činností. Vedení Centra AdMaS na tuto situaci reaguje a průběžně provádí aktualizaci strategie fungování centra. Fakulta stavební v centru AdMaS získala moderní pracoviště, které svým zařízením patří mezi jedno z nejlépe vybavených vědeckotechnických zázemí v Evropě. Je na nás, jak nyní využijeme technologický náskok, který máme před ostatními, obdobně zaměřenými, fakultami.

Ještě jednou děkuji za doposud vykonanou práci a věřím, že další období bude pokračováním dlouhodobě úspěšné cesty Centra AdMaS a jeho pracovníků.

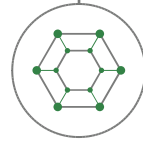
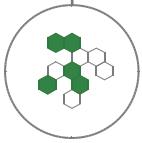
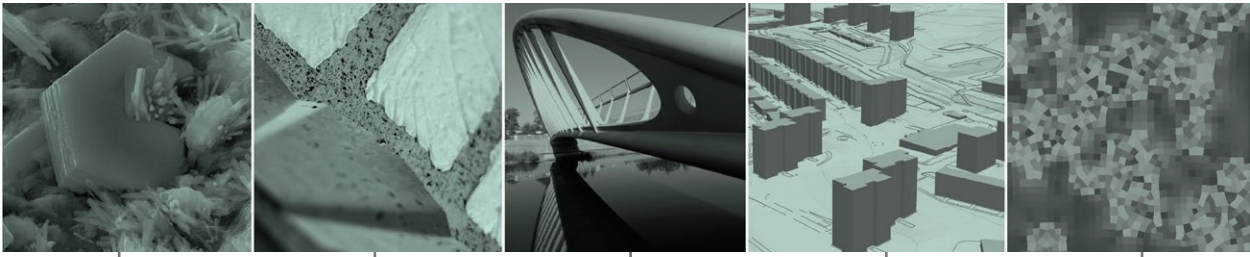
Děkuji také děkanovi prof. Ing. Rostislavu Drochytkovi, CSc., MBA, jehož funkční období skončilo 31. 1. 2018, a který má tedy zásadní podíl na výsledcích dosažených v Centru AdMaS v roce 2017.

**Prof. Ing. Miroslav Bajer CSc.**  
děkan Fakulty stavební VUT v Brně



# Osah

1.	<b>Organizační struktura</b>	4
2.	<b>Activity v oblasti managementu a řízení centra</b>	6
3.	<b>Akce, školení, semináře</b>	8
4.	<b>Mobility výzkumných pracovníků a spolupráce se zahraničím</b>	14
5.	<b>Mobility výzkumných pracovníků vůči aplikační sféře</b>	16
6.	<b>Plnění monitorovacích indikátorů a směrné ukazatele za rok 2017</b>	18
7.	<b>Výzkumné aktivity centra</b>	21
7.1.	Výzkumný program VP1: Vývoj pokročilých stavebních materiálů	22
7.1.1.	Aktivity VP1 v oblasti managementu	22
7.1.2.	Školení a semináře	22
7.1.3.	Mobility výzkumných pracovníků a spolupráce se zahraničím	23
7.1.4.	Mobility výzkumných pracovníků vůči aplikační sféře	23
7.1.5.	Výzkumné aktivity VP1	23
7.2.	Výzkumný program VP2: Vývoj pokročilých konstrukcí a technologií	31
7.2.1.	Aktivity VP2 v oblasti managementu	31
7.2.2.	Školení a semináře	32
7.2.3.	Mobility výzkumných pracovníků a spolupráce se zahraničím	33
7.2.4.	Mobility výzkumných pracovníků vůči aplikační sféře	34
7.2.5.	Výzkumné aktivity VP2	35
8.	<b>Závěr</b>	53



# 1. Organizační struktura

## Centrála

Ředitel centra  
Vědecký ředitel centra  
Zástupce ředitele, finanční manažer  
Zástupce ředitele pro projekt AdMaS UP  
Administrativní manažer  
Právnička  
Facility manager  
Ekonom a koordinátor mezinárodních projektů  
Sekretariát

Ing. JUDr. Zdeněk Dufek, Ph.D.  
prof. Ing. Drahomír Novák, DrSc.  
Ing. Zdeněk Krejza, Ph.D.  
doc. Mgr. Tomáš Apeltauer, Ph.D.  
doc. Ing. Jiří Zach, Ph.D.  
JUDr. Sylva Pochopová  
Ing. Michaela Ulbrychová  
Ing. Vilém Pařil, Ph.D.  
Zlataše Dokoupilová

## Mezinárodní vědecká rada

Professor Harald Garrecht (předseda)  
Professor Dionys Van Gemert  
Professor Humberto Varum, Ph.D.  
Assoc. Prof. Dr. Andrea Giusepe Capodaglio  
Assoc. Prof. Dr. Alfred Strauss

Universität Stuttgart, Germany  
KU Leuven, Belgium  
University of Aveiro, Portugal  
University of Pavia, Italy  
University of Natural Resources nad Life  
Sciences, Vienna, Austria

## Dozorčí rada

Ing. Jaroslav Bureš, CSc.  
doc. Ing. Ladislav Janíček, Ph.D., MBA  
Ing. Pavel Krejčí  
Ing. Jiří Sláma  
Ing. Oldřich Šašinka, MBA

## Výzkumný program VP1 Vývoj pokročilých stavebních materiálů

Vedoucí programu

prof. Ing. Rostislav Drochytka CSc., MBA

## Výzkumná skupina Technologie stavebních hmot

Vedoucí výzkumné skupiny

prof. Ing. Rudolf Hela, CSc.

## Výzkumná skupina Mikrostruktura stavebních hmot

Vedoucí výzkumné skupiny

doc. Ing. Jiří Bydžovský, CSc.

## Výzkumný program VP2 Vývoj pokročilých konstrukcí a technologií

Vedoucí programu

prof. Ing. Jan Kudrna, CSc.

## Výzkumná skupina Konstrukce a dopravní stavby

Vedoucí výzkumné skupiny

doc. Ing. Pavel Schmid, Ph.D.

## Výzkumná skupina EGAR

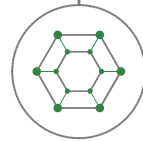
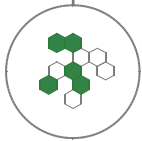
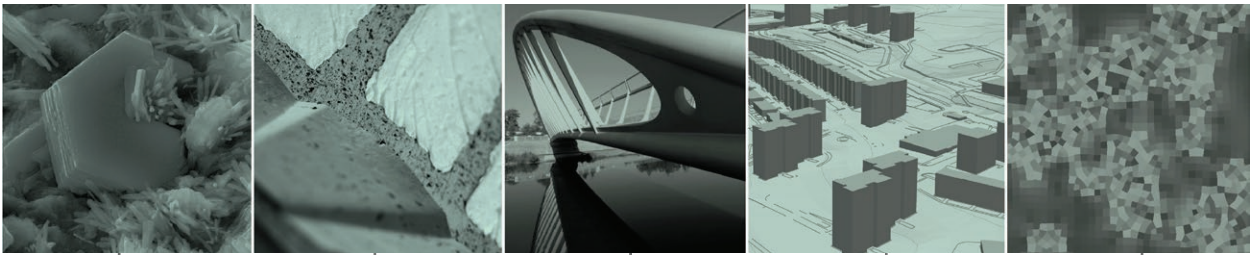
Vedoucí výzkumné skupiny

prof. Ing. Petr Hlavínek, CSc., MBA

## Výzkumná skupina Matematické modelování

Vedoucí výzkumné skupiny

prof. Ing. Drahomír Novák, DrSc.



## 2. Aktivity v oblasti managementu a řízení centra

Na konci ledna 2017 byla vypracována druhá MZ z období udržitelnosti, která byla schválena ŘO v září 2017. V roce 2017 byla aktualizovaná profilová brožura centra v češtině i angličtině.

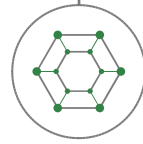
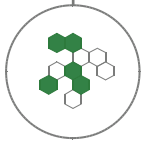
V roce 2017 pokračovaly, v souladu s doporučeními mezinárodní evaluace, společné horizontální integrace výzkumných teamů – společná setkání VaV pracovníků napříč výzkumnými skupinami a pracovním/vědeckým zařazením, dále pak zapojení centra do propagačních akcí, např. Noc vědců, Majáles apod. Dále byly aplikovány prvky nové HR politiky (zavedené v předchozích letech) spočívající např. v podpoře mladých vědeckých pracovníků a podpoře komunikace napříč výzkumnými skupinami Centra AdMaS. Také proběhla řada akcí spojených s prohlídkou areálu Centra AdMaS (viz níže).

V souladu s technickým popisem projektu management centra aktivně uplatňoval vytyčené principy politiky lidských zdrojů. Jednalo se především o pravidelné hodnocení VaV pracovníků, osobní a motivační pohovory se zaměstnanci centra, podporu nových projektů a mobilit. Byly pořádány pravidelné měsíční porady vedení centra (včetně zástupců jednotlivých VP a VS).

Z pohledu mobilit probíhaly mobility zaměstnanců vůči zahraničí (ve všech VaV kategoriích), dále stáže zahraničních pracovníků v Centru AdMaS a také semináře a školení pro pracovníky aplikační sféry. Probíhala také aktivní spolupráce s aplikační sférou, jak v oblasti smluvního, tak i v oblasti aplikovaných VaV projektů (objem finančních prostředků v rámci VaV projektů centra, mimo institucionální podporu a projekt udržitelnosti centra AdMaS UP, činil 87 292 tis. Kč a 2 475 tis).

Dne 6. 3. 2017 proběhlo setkání všech zaměstnanců centra spojené s prezentací výsledků roku 2016 a představení budoucích plánů.

Ve dnech 23. 11. – 24. 11. se opět konalo zasedání Mezinárodní vědecké rady centra, dne 9. 11. 2017 zasedání Dozorčí rady centra.



## 3. Akce, školení, semináře



Z pohledu aktivit Celého centra se v roce 2017 jednalo o následující:

- Dne 30. 1. 2017 navštívili pracovníci Kanceláře architekta města Brna Centrum AdMaS. Jednalo se o 13 odborníků zaměřených na urbanismus a architekturu veřejných prostranství spolu s ředitelem doc. Michalem Sedláčkem. Nejprve proběhlo v jednací místnosti pavilonu P2 seznámení s možnostmi spolupráce a zaměřením centra AdMaS. Poté proběhla prohlídka laboratoří jednotlivých pavilonů Centra.
- Ve dnech 8. a 9. 2. 2017 navštívili výzkumné centrum AdMaS za účelem seznamovacího rokování prof. Dr. Ing. Wolfgang Uhl a Dr. Ing. Pawel Krzeminski z Norwegian Institute for Water Research v rámci projektu JOINTWATER. Dále proběhla prohlídka centra AdMaS a jednání zaměřené na možnosti budoucí spolupráce a podání společného projektu do programu Horizon 2020. Projekt JOINTWATER je podporován Fondem pro bilaterální spolupráci spadajícím pod CZ09 Česko-norský výzkumný program.
- Během měsíce února nás navštívily 3 skupiny studentů ze Střední průmyslové školy stavební, Kudelova ulice, Brno. Exkurze do výzkumného Centra AdMaS je součástí výuky technologie výroby a vlastností betonu pro studenty 3. ročníku. V rámci prohlídky se jednalo zejména o prohlídku laboratoří v pavilonu P2 s výkladem k vlastnostem betonu, keramiky a materiálů obecně. Dále proběhla ukázka zkušebního zařízení a možnosti zkoušek různých druhů stavebních materiálů. V průběhu května následovala ještě jedna návštěva studentů zaměřená na praktické ukázky zkoušek čerstvých a ztvrdlých betonů.
- Centrum AdMaS navázalo spolupráci s organizací INBAC, která pro velvyslanectví Brazílie v ČR organizuje studijní stáže brazilských studentů na českých univerzitách. V rámci této spolupráce byli od ledna do března 2017 v centru čtyři studenti. Výsledky výzkumných úkolů, na kterých studenti pracovali, byly prezentovány na konferenci UNIGOU Academic Internship Seminar, která proběhla 24.2.2017v Praze v prostorách Národní technické knihovny.
- Zástupci centra AdMaS, doc. Ing. Jana Korytářová, Ph.D., a JUDr. Ing. Zdeněk Dufek, Ph.D., se účastnili dne 7. 3. 2017 v Praze 13. ročníku Fóra českého stavebnictví, kde prezentovali poznatky získané při činnosti centra ve vazbě na veřejné infrastrukturní projekty v rámci diskusního panelu s názvem „Státní správa a stavebnictví: partneři či nepřátelé?“
- Dne 21. 3. 2017 navštívili výzkumné centrum AdMaS zástupci stavební firmy Colas z Francie a Maďarska a také zástupci Technické a ekonomické univerzity v Budapešti. Zájem měli především o zkušební metodu stanovení součinitele tření povrchu vozovky po ohlazení, která je zatím ve světě málo rozšířená. Centrum AdMaS vlastní unikátní laboratorní zařízení pro provádění této zkoušky. V průběhu návštěvy proběhla diskuze o možnostech spolupráce v rámci mezinárodních projektů a také prohlídka ostatních částí centra.
- Dne 21. 3. 2017 proběhla v centru AdMaS výroční valná hromada ČAAG - České asociace geofyziků, o.p.s. Její součástí byla v České republice poměrně ojedinělá a svým rozsahem až unikátní výstava českých výrobců geofyzikálních přístrojů. Pozvánku k účasti na této výstavě obdržela jak odborná veřejnost, tak i studenti a pedagogové nejen Fakulty stavební Vysokého učení technického, ale možnost dostali také vědečtí pracovníci Masarykovy Univerzity nebo Vysoké školy báňské – Technické univerzity Ostrava. Po úvodním představení jednotlivých renovovaných výrobců proběhl workshop, kde bylo možno prodiskutovat současné trendy vývoje geofyzikálních přístrojů, kde jsou čeští výrobci v některých případech stále minimálně na evropské špičce. Za vystavovatele jmenujme např. společnosti AGICO, GF Instruments, SatisGeo, W&R Instruments, ZH Instruments, GEORADIS a RS DYNAMICS. Pro zájemce proběhla také prohlídka vybraných pracovišť centra AdMaS s důrazem zejména na laboratoř geotechniky, která disponuje např. špičkovou triaxiální aparaturou pro testování hornin a zemin. V návaznosti na velmi úspěšné setkání projeví zástupci ČAAG a centra AdMaS vůli navázat profesionální vědeckou spolupráci.

- Na sklonku roku 2016 a v zimních měsících roku 2017 zorganizovalo Centrum AdMaS, společně s firmou C.Q.E. školení pro cca 170 zaměstnanců Ředitelství silnic a dálnic. Hlavním tématem byl Výkon stavebního dozoru na stavbách pozemních komunikací. Jednotlivá odvětví školení připravili a přednesli přední odborníci z řad FAST i odborníci externí. Všeobecným znalostem Pozemních komunikací a trubního vedení se věnovali prof. Ing. Jan Kudrna, CSc. a Ing. Květoslav Urbanec, MBA. Mostní objekty betonové, ostatní a zdi si vzali za úkol prof. Ing. Rudolf Hela, CSc., Ing. Adam Hubáček, Ph.D., doc. Ing. Jiří Brožovský, CSc., doc. Ing. Ladislav Klusáček, CSc. a Ing. Adam Svoboda. Do problematik Geotechniky účastníky uvedl doc. Ing. Lumír Miča, Ph.D. a na Mostní objekty ocelové byl povolán externista Ing. Miroslav Hubka. Některým tématům byl věnován pouze den, některá byla rozprostřena do 3 dnů, každé však bylo doplněno o praktické ukázky v laboratořích centra za asistence dalších zaměstnanců. Dle ankety mezi účastníky bylo školení velmi zajímavé a přínosné a navíc bylo ne jednou projevováno přání o zajištění pravidelných odborných seminářů. I centrum AdMaS hodnotí celou akci velmi pozitivně a těší se na spolupráci a přípravu podobných vzdělávacích akcí jak pro ŘSD, tak i jiné firmy a společnosti.
- V měsíci dubnu navštívil Centrum AdMaS reportér z portálu iDnes.cz Marek Osouch, aby udělal reportáž o mobilním mapovacím systému skupiny EGAR. Mobilní mapovací systém slouží pro detailní prostorovou dokumentaci měst a komunikací. Výstupem je vysoce husté mračno laserových bodů a georeferencované barevné snímky, které se používají pro tvorbu 3D modelů měst, dokumentaci pozemních komunikací, analýzu stavu komunikací včetně bezpečnostních inspekcí, pasporty a inventarizace majetku. Celý článek s názvem „Auto za miliony vysílá laserový paprsek, který mapuje terén“ je možno ke shlédnutí na tomto odkazu: [https://brno.idnes.cz/auto-laser-paprsek-mapuje-teren-vut-dbe-/brnozpravy.aspx?c=A170412\\_2318852\\_brno-zpravy\\_krut](https://brno.idnes.cz/auto-laser-paprsek-mapuje-teren-vut-dbe-/brnozpravy.aspx?c=A170412_2318852_brno-zpravy_krut).
- Centrum AdMaS se účastnilo ve dnech 30. 5. - 1. 6. 2017 konference Dopravní infrastruktura 2017, která probíhala v Litomyšli. Činnost centra v oblasti dopravní infrastruktury jako například modelování pohybu vozidel a chodců, vývoj asfaltových vozovek, diagnostika betonových konstrukcí nebo vývoj nových železničních konstrukcí byl představen na našem stánku. Odborníci z fakulty se rovněž účastnili na programu ve formě vyzvaných přednášek. Konkrétně paní doc. Ing. Jana Korytářová, Ph.D. měla přednášku k problematice sledování nákladů životního cyklu dopravních staveb a Ing. Michal Radimský, Ph.D. měl přednášku k nové verzi technické normy na navrhování silnic.
- Doktorandi působící ve výzkumném Centru AdMaS vyhráli první tři místa 1. ročníku soutěže „Přeměna odpadu na zdroje“ Ministerstva průmyslu a obchodu. Ve čtvrtek 15. června 2017 se v Hlavním sále Valdštejnského paláce Senátu Parlamentu ČR uskutečnilo vyhlášení výsledků. V kategorii 4.A - "Nejlepší projekt studentů VŠ s využitím druhotné suroviny" se na prvních třech místech umístili studenti doktorského studia Stavebně materiálového inženýrství na Fakultě stavební, Vysokého učení technického v Brně. Studenti pracují na svých projektech v prostorách výzkumného Centra AdMaS v pavilonu P2 pod vedením prof. Ing. Rostislava Drochytky, CSc., MBA.
  1. místo: Ing. Michaela Dvořáková - Vývoj nových kompozitních materiálů s využitím odpadních polyesterových vláken z výroby hydroizolací.
  2. místo: Ing. Jindřich Melichar - Nový podlahový systém pro extrémní zatížení se zvýšeným obsahem druhotných surovin.
  3. místo: Ing. Magdaléna Kociánová - Samozhutnitelné zálivky jako zpětná forma využití zemin.
- Dne 21. 6. 2017 Czech Smart City Cluster ve spolupráci se společností ATOS IT Solutions and Services a centrem AdMaS připravilo Kulatý stůl na téma Kybernetika a bezpečnost. Hlavní myšlenkou Smart City je budování chytrých měst, ve kterých sociální a technologická infrastruktura a řešení usnadňují a urychlují udržitelný hospodářský růst a zlepšují kvalitu života ve městech pro všechny jejich obyvatele. Jednou z mnoha výzev, které masivní implementace technologií přináší, je zajištění kybernetické, resp. informační bezpečnosti. Účastníci kulatého stolu - zástupci municipalit, krajského úřadu i technologických či energetických společností - měli možnost získat cenné informace jednak o tom, jak se na téma informační bezpečnosti pohlíží

z pohledu z legislativního, ať už na úrovni evropské a národní právní úpravy, tak z pohledu identifikace hrozeb a možností jejich eliminace. Svůj pohled na kybernetickou bezpečnost poskytla společnost ATOS IT Solutions and Services, která má jako člen Czech Smart City Clusteru možnost nahlížet na problém nejen z českého pohledu, ale zejména na základě svých mezinárodních zkušeností. Centrum AdMaS připravilo pro účastníky pohled na aktuální řešení modelování simulace pohybu osob a zajištění bezpečnosti obyvatel na vybraných, aktuálně řešených projektech. Takto ověřené projekty veřejných staveb, např. fotbalových stadionů, stanic podzemní dráhy apod. pomáhají eliminovat chyby projektu, zpřesňovat evakuační časy apod.

- Centrum AdMaS se podílelo na konferenci Elektronizace veřejných zakázek. Dne 18. 9. 2017 proběhl v Praze čtvrtý ročník odborné konference zaměřený na procesy veřejného zadávání. Centrum AdMaS na této akci reprezentoval ředitel centra dr. Dufek, který měl přednášku o možnostech digitalizace veřejných zakázek na stavební práce. Jeho příspěvek byl zaměřen zejména na možnosti využití nástroje BIM. Rozvoj metod BIM patří k oblastem, kterým se pracovníci našeho výzkumného centra intenzivně věnují.
- Již třetím rokem se vědecké centrum zapojilo do akce Noc vědců, tentokrát na téma MOBILITA. Akce proběhla 6. 10. 2017. Připraven byl následující program:
  - Pavilon P2
    - Kolik toho stavební materiály vydrží?
    - Dokážeš rozpoznat stavební materiál?
    - Co se skrývá uvnitř? Ukázka rentgenové počítačové tomografie.
    - Poznáš co to je, když to zvětším 100 000x? Možnosti elektronové mikroskopie.
    - Hra světla a stínu - optická mikroskopie a její možnosti.
  - Pavilon P4
    - Bezpilotní prostředky a možnosti jejich využití - vyzkoušení trenažéru.
    - Průzkumný robot pro malé prostory.
    - Mapovací vozidlo „Google auto“ - možnosti využití laserového mapování.
    - Možnosti velkoformátového 3D tisku.
  - Hala H
    - Ukázka požárních pecí, demonstrace hořlavosti různých stavebních materiálů.
    - Davová panika, mýtus nebo skutečnost? U nás uvidíte trojrozměrné modely evakuace osob z tuzemských významných staveb: linky metra D a fotbalového stadionu Za Lužánkami. Vysvětlíme Vám, jak to funguje.
  - Pavilon P1
    - Proč jsou na silnici vyjeté koleje?
    - Chování asfaltových pojiv při různých teplotách.
    - Velký bratr tě vidí.
    - Jak se dělají dopravní průzkumy?
- Dne 6.10.2017 proběhl v centru AdMaS workshop, který prezentoval dosavadní výsledky výzkumného projektu „Vytvoření partnerské kooperace mezi firmou GEOtest a regionálním centrem AdMaS“. Cílem projektu je aplikace a vyhodnocení unikátního on-line geotechnického monitoringu primárního kolektoru v Brně. Jednou z dílčích částí je posouzení materiálu ostění uvedeného primárního kolektoru. V rámci programu workshopu budou prezentovány geologická situace v lokalitě a geotechnické sledování konstrukce.
- Ve dnech 5. - 6. října 2017 proběhl pod záštitou obce Velké Bílovice již XVII. ročník mezinárodní konference a výstavy Městské vody 2017. Letošní hlavní témata prezentované na konferenci byly: hospodaření s dešťovými vodami, stokové sítě, čištění odpadních vod, čerpací stanice a nové technologie pro úpravu pitných vod. Jako každý rok se konference těšila velké tuzemské i zahraniční účasti – navštívilo ji 320 účastníků. Konferenci podporuje i řada významných partnerů z řad odborných firem či organizací – jak výrobců vodárenské techniky, tak provozovatelů vodárenských systémů. Centrum AdMaS prezentovalo svou činnost hned několikrát. Mezi

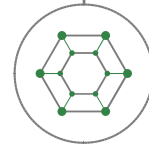
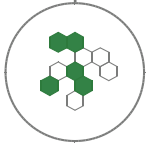
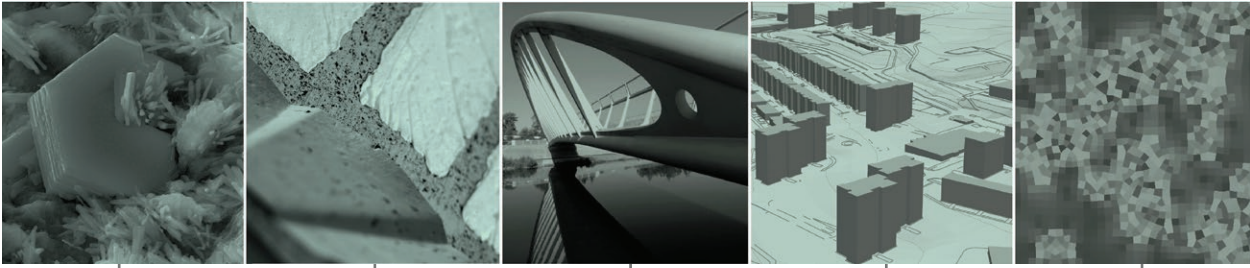
odprezentované aktuální výsledky výzkumu a vývoje centra AdMaS se zařadili autoři Jan Ševčík, Petr Hlavínek, Jakub Raček, Tomáš Chorazy, Jiří Kučerík, Vladimír Novák a Zdeněk Dufek s prací „Mikrovlánná pyrolýza – technologie k efektivnímu využití čistírenských kalů“; dále to byly „Možnosti odstranění zápachu na stokové síti“ autorů Petra Hluštíka, Jiřího Novotného, Ivo Korytáře, Stanislava Malanika a v neposlední řadě bylo prezentováno téma „Posouzení maximálních zisků tepla pro Polyfunkční objekt Koliště-Vlhká“ autorů Jakuba Račka, Michala Úterského, Tomáše Janase, Jana Ševčíka, Martiny Mikešové, Ladislava Roušara, Petra Hlavínka a Zdeňka Dufka. Centrum AdMaS se dále prezentovalo reklamou ve sborníku a informačním stánkem přímo v dějišti konference. Celkové možnosti spolupráce s centrem přednesl jeho ředitel JUDr. Ing. Zdeněk Dufek, Ph.D.

- Centrum AdMaS hostilo dne 6. 10. 2017 vzácnou návštěvu - v Brně probíhalo společné zasedání inženýrských organizací a komor České republiky, Slovenské republiky, Polské republiky a Maďarské republiky. V rámci tohoto zasedání proběhla exkurze představitelů vedení komor v našem centru. Diskutovány byly otázky spolupráce při celoživotním vzdělávání a při uplatňování výsledků výzkumné činnosti v praxi. Jako konkrétní příklad spolupráce lze uvést kurz s názvem Modely pohybu osob a evakuace ve stavebním inženýrství, který v rámci kurzů CŽV pro členy komory garantuje člen našeho výzkumného centra doc. Mgr. Tomáš Apeltauer, Ph.D. Průběh exkurze kladně hodnotil ve svém děkovném dopisu předseda České komory autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě, pan Ing. Pavel Křeček, FEng.
- Centrum AdMaS se prezentovalo v termínu 18. a 19. 10. 2017 na Silniční konferenci v Brně - největší odborné akci v ČR zaměřené na dopravní infrastrukturu. V rámci této akce mělo centrum informační stánek v prostorách pro vystavovatele. Výzkumný pracovník centra Ing. Michal Radimský, Ph.D. vedl v rámci programu odbornou sekci Problematické oblasti revize ČSN 736101. Dále byla do programu konference zařazena odborná exkurze pro účastníky do centra AdMaS.
- Dne 8. 11. 2017 zavítali do centra AdMaS zástupci firmy NOHARA z Japonska. Společně s nimi dorazili také zástupci firmy Saint Gobain, se kterou AdMaS spolupracuje. Společnost Nohara Co., LTD., která vznikla v roce 1947 v Tokiu, patří mezi tradiční rodinné japonské společnosti. Hlavní aktivitou je distribuce stavebních materiálů, dále se zabývá navrhováním a realizací staveb interiérů. Nohara vlastní závod na výrobu silničních značení a patří mezi nejvýznamnější výrobce značek v Asii. Sídlo společnosti je v Tokiu, v Japonsku má 27 poboček a dalších 7 poboček sídlí v zámořské Asii. Nohara zaměstnává 706 pracovníků a dosahuje ročního obrátu 8,5 miliard USD. V rámci návštěvy bylo nejprve ředitelem JUDr. Ing. Zdeňkem Dufkem, Ph.D. představeno centrum AdMaS a jeho historie a koncept. Prof. Ing. Jan Kudrna, CSc. následně představil v současnosti probíhající výzkum se zaměřením na výztužné sklovláknité mříže. Následovala prohlídka centra. Zejména v laboratoři dopravních staveb exkurze často přecházela v živou diskusi o využívání výztužných geomříží do konstrukce vozovky.
- Dne 10. 11. 2017 proběhla na Centru AdMaS exkurze účastníků kurzu celoživotního vzdělávání zaměřeného na tzv. oběhové hospodářství. Organizátoři kurzu, Fakulta technologie ochrany prostředí VŠCHT v Praze a její partneři, Institut Cirkulární ekonomiky, z.ú., SUEZ Využití zdrojů, a.s. a Česká asociace oběhového hospodářství si centrum AdMaS vybrali s ohledem na jeho aktuální aktivity v řešené oblasti, ale také na technické a technologické zázemí centra. Vzhledem k zaměření účastníků do oblasti odpadového hospodářství a zaměření kurzu proběhla na AdMaSe ukázka technologií na získávání energie z odpadní vody, využití biocharu technologií mikrovlánné depolymerizace, možnosti využití tzv. šedých vod v podmínkách ČR nebo čištění organicky znečištěné vody technologií anaerobní membránové jednotky se získáváním nutrientů. Stručně byly představeny i činnosti jednotlivých výzkumných skupin s důrazem na možnosti komplexního řešení problémů z oblasti stavebnictví a využívání zdrojů. Účastníci z řad technologických firem, poradenských společností a univerzit si v rámci kurzu osvojili specifické znalosti v oblasti nově se rozvíjející disciplíny oběhového hospodářství, kterou podporuje Evropská komise a která v následujících letech bude ovlivňovat široké spektrum činností od vývoje a výroby produktů, recyklační technologie, nakládání s odpady, přes marketing, ochranu životního prostředí až po

společenskou odpovědnost podnikání. Přechod od lineárního na oběhové hospodářství změní zaběhlé přístupy k využití zdrojů a bude mít zásadní vliv na vývoj nových postupů a technologií a celkovou zaměstnanost v EU.

- Zástupci centra doc. Ing. Jiří Zach, Ph.D., a Ing. Richard Slávik se účastnili dne 24. 11. 2017 ve Vídni networkingové akce na téma „zelených“ technologií a možností jejich využití v budovách - Green Technology Solutions for the Building Sector. V rámci této akce prezentovali výsledky centra a možnosti spolupráce dalším výzkumným organizacím z regionu střední Evropy s cílem navázat partnerství pro podávání mezinárodních projektů.
- Za podpory Asociace pro zahraniční investice se dne 13.12.2017 na VUT v Brně uskutečnil workshop „Jak zvýšit uplatnění výsledků výzkumu a vývoje v praxi“. Účastníci z výzkumných organizací i z průmyslových podniků získali z úvodních přehledových přednášek informace o podílu Technologické agentury na aplikovaném výzkumu, který podporuje několika projektovými programy předurčenými k implementaci nových postupů a myšlenek do praxe na základě kolaborativní spolupráce. Ve druhé části workshopu byly představeny vybrané projekty, na kterých Vysoké učení technické spolupracuje s průmyslem. Ing. Pavel Šperka představil projekt „Vyztužování asfaltových vrstev pomocí sklovláknitých mříží“. Spolupráce probíhá v rámci řešení výzkumného projektu Technologické agentury ČR TH01011292 "Výzkum a aplikace nových technologií stavby a oprav vozovek se sníženou tloušťkou asfaltových vrstev" s firmou SAINT-GOBAIN ADFORS.

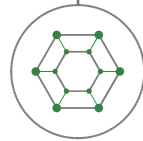
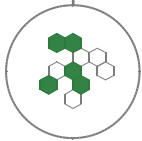
Podrobné údaje o dílčí aktivitě jsou dále uvedeny u jednotlivých VP.



## 4. Mobility výzkumných pracovníků a spolupráce se zahraničím

Centrum AdMaS v roce 2017 zintenzivnilo v rámci Politiky lidských zdrojů mobilitu svých pracovníků do zahraničí, cílem byla snaha o další zvyšování počtu mobilit pracovníků ze zahraničních univerzit do Centra AdMaS. Tato skutečnost přispěla k tvorbě nových partnerství a k novým oblastem mezinárodní spolupráce (například s Burch University of Sarajevo, s firmou NOHARA z Japonska, XI'AN Technological University, aj.).

Další údaje a příklady mobilit jsou detailněji uvedeny u jednotlivých VP.

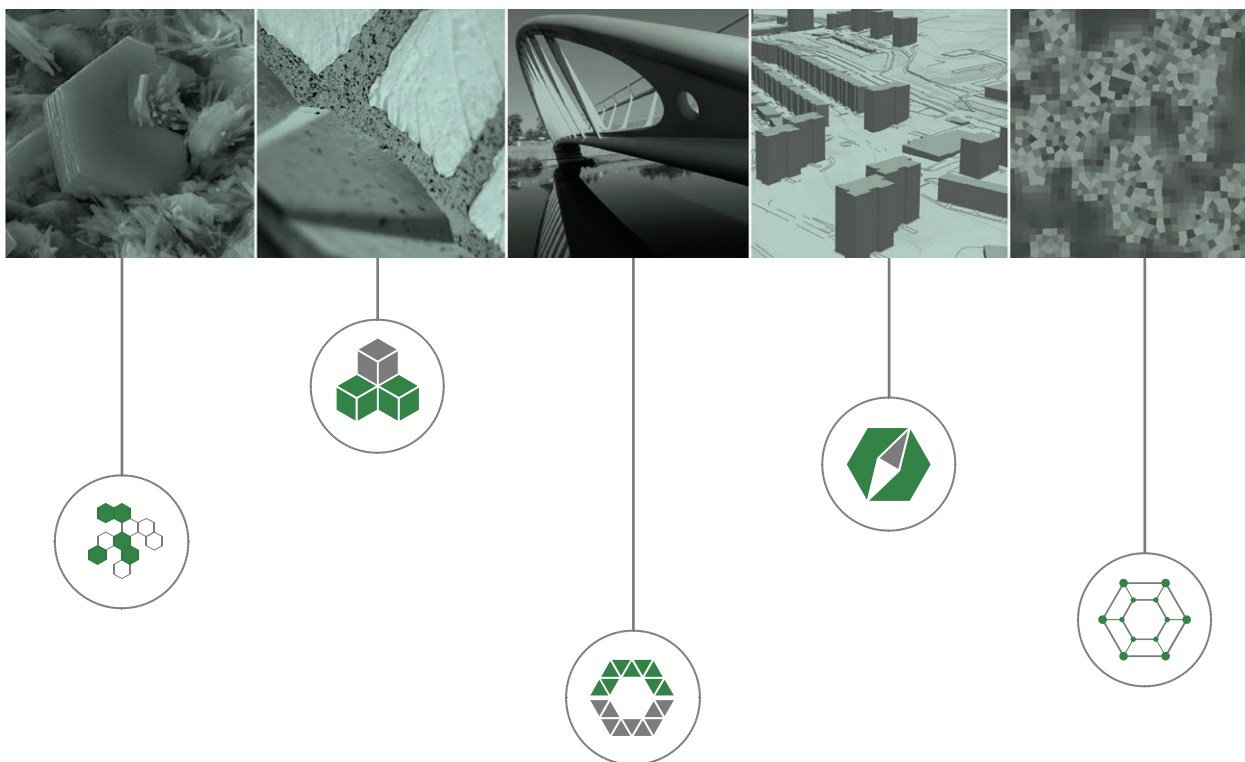


## 5. Mobility výzkumných pracovníků vůči aplikační sféře



Mobility výzkumných pracovníků vůči aplikační sféře probíhaly průběžně celý rok. Ve většině případů se jednalo o jednodenní cesty za účelem provedení dílčích experimentů, měření, školení, konzultací apod.

Další údaje a příklady mobilit jsou detailněji uvedeny u jednotlivých VP.



## 6. Plnění monitorovacích indikátorů a směrné ukazatele za rok 2017

V roce 2017 došlo k naplnění většiny plánovaných hodnot monitorovacích indikátorů a v některých případech k výraznému přeplnění ročních plánovaných hodnot.

Plnění monitorovacích indikátorů projektu AdMaS bylo následující:

Tab. 1: Personální MI

Kód indikátoru	Indikátor	2017	
		plán	skutečnost
110815	Počet studentů všech stupňů, kteří využívají vybudovanou infrastrukturu / zapojených do činnosti centra	88	85
110300	Počet nově vytvořených pracovních míst, zaměstnanci VaV - celkem	93,0	129,7
110302	Počet nově vytvořených pracovních míst, zaměstnanci VaV – ženy	27,9	37,1
071700	Počet nově vytvořených pracovních míst, výzkumní pracovníci celkem	68,9	112
071800	Počet nově vytvořených pracovních míst, výzkumní pracovníci – ženy	20,7	30,8
071900	Počet nově vytvořených pracovních míst, výzkumní pracovníci do 35 let	32,0	69,9
072000	Počet nově vytvořených pracovních míst, výzkumní pracovníci do 35 let – ženy	9,6	14,7
074901	Počet úspěšných absolventů magisterských studijních programů	62	157
074902	Počet úspěšných absolventů doktorských studijních programů	11	14

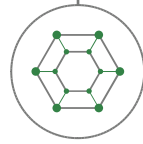
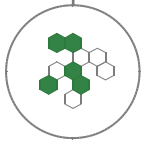
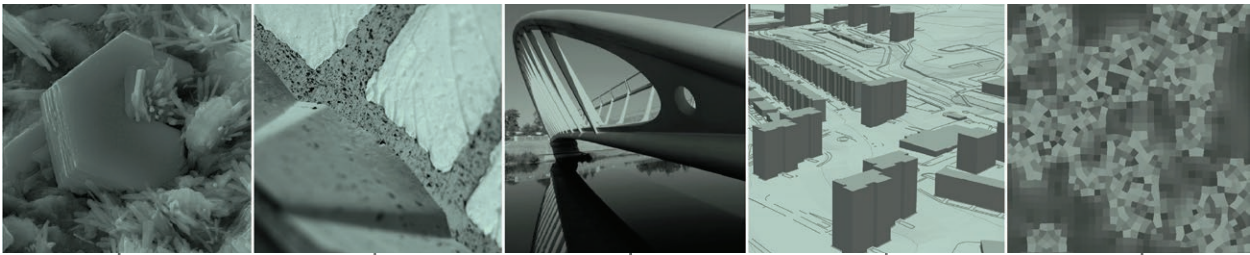
Tab. 2: VaV výstupy

Kód indikátoru	Indikátor	2017	
		plán	skutečnost
110502	Publikace (impaktované časopisy) (Jimp)	3	23
	Publikace (ostatní)	43	54
	Odborné publikace celkem	46	77
110503	Patenty (národní)	1	1
	Patenty (mezinárodní, triadické (EU, US, Japonsko))	0	0
	Výsledky výzkumu chráněné na základě zvláštního právního předpisu 1	1	1
110504	Poloprovoz, ověřená technologie, odrůda.... (Z, T)	9	3
	Prototyp, metodika, užitečný a prům. vzor.... (S)	27	18
	Aplikované výsledky výzkumu 1	36	21

Tab. 3: Finanční MI

Kód indikátoru	Indikátor	2017	
		plán	skutečnost
111200	Objem smluvního výzkumu	20730	20100
111300	Objem prostředků na VaV získaný ze zahraničních zdrojů	9090	2475
110720	Počet projektů spolupráce aplikační sféry s regionálními VaV centry	16	29
0603	Objem prostředků získaných ve veřejné soutěži o účelovou podporu VaV národních zdrojů	42319	87292

Pozn.: Projekt AdMaS je nejvýznamnějším projektem řešeným v rámci Centra AdMaS. Dosahované výsledky Centra AdMaS uvedené v závěrečné rekapitulaci jsou součtem všech projektů zahrnutých do Centra AdMaS.



## 7. Výzkumné aktivity centra

## 7.1. Výzkumný program VP1: Vývoj pokročilých stavebních materiálů

### 7.1.1. Aktivity VP1 v oblasti managementu

Plnění cílů výzkumného programu VP1: Vývoj pokročilých stavebních materiálů se v období roku 2017 ubíralo plně v souladu s odborným zaměřením a předpokládanými cíli popsány v TA:

1. Vyvinutí nových technologií v oblasti technologie betonu, jako jsou především samozhutitelné betony, vysokohodnotné betony, ultravysokopevnostní betony, betony se zvýšenou požární odolností a stříkané betony.
2. Vyvinutí a ověření různých alternativních vstupních surovin pro výrobu stavebních výrobků jako jsou prefabrikáty, zdící prvky, drobné betonové zboží a další.
3. Vyvinutí nových hmot pro provádění povrchových úprav (nátěry, omítky, hydroizolační hmoty, injektážní hmoty apod.), které budou určeny jako sekundární ochrana konstrukcí a staveb.
4. Vyvinutí nových pojiv a silikátových materiálů s vysokými užitnými vlastnostmi, včetně využití surovin z průmyslových odpadů.
5. Navržení energeticky a environmentálně úsporných nových materiálů na bázi klasických nerostných, druhotných i obnovitelných surovin.
6. Dosažení vysoké trvanlivosti nových stavebních materiálů v běžném i agresivním prostředí; zachování vlastností v důsledku působení vlivů fyzikálně mechanických (vliv zatížení, působení vlhkosti a mrazu, gradientu teploty atd.) a fyzikálně chemických, kam patří zejména agresivní prostředí a rovněž např. biogenní vlivy.
7. Navržení efektivního využití hmot a materiálů ve stavebních konstrukcích s přihlédnutím k jejich životnosti a ekonomickému uplatnění.
8. Vyvinutí nových nedestruktivních metod využitelných pro provádění výstupní kontroly materiálů u jejich producentů, resp. po jejich zabudování do konstrukce.
9. Vytvoření legislativních dokumentů (metodik, technických norem) pro výrobu a zkoušení stavebních materiálů.
10. Základní výzkum – kompletní vybavení umožní stanovení jak prvkového složení, resp. koncentrace hodnocených složek v materiálech, tak i jejich mikrostruktury, tepelně technických a dalších vlastností.

V rámci plánování a koordinace výzkumných činností v roce 2017 probíhaly čtvrtletně porady s účastí vedoucího VP1 a vedoucích VS MSH a VS TSH, případně i jejich zástupců. V rámci porad byly předneseny stručné informace o aktuální činnosti jak z hlediska získávání veřejných prostředků (koordinace přípravy návrhů projektů na aktuálně vyhlášené soutěže GAČR, TAČR, MPO apod.), tak i zakázek smluvního výzkumu s průmyslovými partnery, případně další informace s ohledem na aktuální potřebu.

Pro zlepšení vzájemné informovanosti a spolupráce mezi jednotlivými VS v rámci celého Centra AdMaS bylo v květnu 2017 uspořádáno formou sportovního turnaje v pétanque otevřené setkání pracovníků centra.

### 7.1.2. Školení a semináře

- Ve dnech 10. 1. 2017 a 11. 1. 2017 proběhl ve spolupráci s WTA CZ odborný seminář Trvanlivost a sanace. Jeho cílem bylo seznámení pracovníků odborných stavebních firem se současnými poznatky v oboru trvanlivosti betonových a železobetonových konstrukcí, s metodami diagnostiky stavu konstrukcí, strategií návrhu sanace, výběrem a aplikací vhodných správkových materiálů, s kontrolní činností během sanace i v průběhu exploatace konstrukce. Garanty semináře byli prof. Drochytka (vedoucí VP1) a doc. Bydžovský (vedoucí VS MSH).
- Ve dnech 12. 1. a 9. 5. 2017 proběhlo Laboratorní cvičení v kurzu základní přípravy personálu ČEZ a.s. Rozvrh kurzu obsahoval 16 hodin výuky, zejména v laboratořích. V rámci kurzu byla prezentována problematika návrhu, přípravy a kontroly jakosti čerstvých i ztvrdlých betonů. Představeny a prakticky vyzkoušeny byly zkoušky na čerstvém i ztvrdlém betonu, zkoušky destruktivní i nedestruktivní. Pozornost byla věnována kontrole a sanaci betonových

konstrukcí jaderných elektráren, povrchovým úpravám materiálů, pórové struktury i vnitřní struktury materiálu. Další součástí bylo seznámení s nejmodernějšími laboratorními metodami pro posuzování stavebních materiálů. Probrán byl teoretický základ rentgenové difrakční analýzy, elektronové rastrovací mikroskopie a počítačové tomografie.

- Dne 15. 2. 2017 proběhlo Školení zaměstnanců společnosti BEST a.s. v oblastech Betonové výrobky vyráběné technologií vibrolisování, jako jsou betonové dlažební bloky, desky, obrubníky, zdící prvky, tvárnice ztraceného bednění, palisády a další. Hlavním tématem byla výroba, posouzení vlastností a hodnocení shody těchto betonových výrobků. Součástí byla také praktická ukázka zkoušek betonových výrobků v laboratořích.

### 7.13. Mobility výzkumných pracovníků a spolupráce se zahraničím

VP1 v roce 2017 zintenzivnila činnost v rámci mobility svých pracovníků do zahraničí, přičemž došlo ke zvýšení počtu mobilit pracovníků ze zahraničních univerzit do Centra AdMaS. Tato skutečnost přispěla k tvorbě nových partnerství a k novým oblastem mezinárodní spolupráce (například s TU Wien, Bauhaus University Weimar, Stavební fakultou Košice, Žilinskou univerzitou, Universität Rostock, Germany aj.).

### 7.14. Mobility výzkumných pracovníků vůči aplikační sféře

V roce 2017, v období od 5.6. do 19.6.2017, se aktivit VP1 v Centru AdMaS zúčastnili dva zaměstnanci společnosti BETOSAN s.r.o., a to Ing. Pavel Dohnálek, Ph.D. a Ing. Zdeněk Vávra. Věnovali se ověření technologie vytvoření podlahového systému v rámci řešení společného projektu TA04010143 - Výzkum a vývoj nového systému podlah na silikátové bázi pro extrémní mechanické a chemické zatížení Technologické agentury České republiky. Náplní stáže bylo provedení místního šetření na vybraných místech pro ověření „Technologie vytváření nového podlahového systému pro extrémní mechanické a chemické namáhání“.

Dalším externím pracovníkem, který se podílel na činnosti VP1, byl Ing. Jaroslav Bureš, CSc., ze společnosti Lime Business Consulting s.r.o., který se v období 29.5.2017-16.6.2017 a dále pak 2.10.2017-13.10.2017 přímo zapojil do řešení dílčích úkolů projektu 15-08755S Grantové agentury České republiky, řešeného v kooperaci s pracovníky Centra AdMaS. Věnoval se vyhodnocení výsledků dílčí části výzkumu a přípravě výsledků pro publikaci a prezentaci v rámci semináře „Vápno, cement, ekologie 2017“. Dále se účastnil zpracování dílčích výsledků v oblasti mineralogického složení minoritních fází obsažených ve vysokoprocenních vápencích a přípravy podkladů pro publikaci „Innovative approach for characterisation of inner structure of limestone by X-ray computed nanotomography“.

Další mobility výzkumných pracovníků VP1 vůči aplikační sféře probíhaly průběžně celý rok. Ve většině případů se jednalo o jednodenní až třídnenní cesty za účelem provedení dílčích experimentů, měření, školení, konzultací apod.

### 7.15. Výzkumné aktivity VP1

Plnění cílů výzkumného programu VP1: Vývoj pokročilých stavebních materiálů se v období roku 2017 ubíralo plně v souladu s odborným zaměřením a předpokládanými cíli popsanými v TA.

Výzkumní pracovníci se věnovali možnostem alkalické aktivace cihelného střeptu, strusky, sledovali chování cementových kompozitů při extrémních teplotách a v prostředí se zvýšenou koncentrací síranových iontů, sledovali vliv krystalizačních přísad na trvanlivost cementových kompozitů. Pokračoval výzkum možnosti ztekucování zemin pro následné využití při výkopových pracích, na kterém se částečně podílel i zahraniční profesor Ulrich Diderichs, který se tak stal i spoluautorem jedné z publikací uvedených v databázích Thomson Reuters a Scopus. Rok 2017 byl prvním rokem řešení projektu zaměřeného na kinetiku tvorby minerálu tobermoritu v různých režimech autoklávování.

K velice významným oblastem výzkumu VP1 patří technologie betonu. Pracovníci se věnovali

například vlivům prostředí na korozi betonu z pohledu chemických reakcí, odolností jemnozrnných betonů vůči síranové korozi v odpadních systémech. Jako velice zajímavá se ukázala oblast studia vlivu přídatku basaltových vláken na pevnosti nebo možnosti použití nedestruktivního stanovení modulu pružnosti pomocí ultrazvukových impulzních metod.

V roce 2017 bylo řešeno několik projektů specifického výzkumu se širokým zapojením studentů doktorského i magisterského studia. Z oblasti možností využití popílku se jedná například o sledování vlivu popílku po selektivní nekatalytické redukci na fyzikální a mechanické vlastnosti pórobetonu, který je řešen ve spolupráci s Fakultou chemickou VUT v Brně. Dále je řešen projekty, zaměřenými na možnosti využití popílků kontaminovaných vlivem denitrifikační technologie nebo využití fluidního úletového popílku při výrobě cementových kompozitů. Projekty se také věnovaly např. sledování vlastností vápenců při tepelném zatěžování s využitím DKTA, DSC a HT-XRD, studiem hydratačního procesu síranového pojiva na bázi anhydritu. Z oblasti povrchových úprav se jednalo zejména o vliv technologií povrchových úprav na trvanlivost betonových dlažeb a dále o speciální úpravy povrchů architektonických betonů. Z dalších stojí za zmínku možnosti využití betonového recyklátu při výrobě betonu a vývoj nové technologie zpětného využití upravených zemin. Jeden z projektů se věnuje i studiu analytických metod pro posouzení souvislosti vlastností a změn struktury stavebních hmot, především s využitím RTG tomografu.

Pracovníci fyzikální části programu se zabývali možnostmi použití akustických metod při sledování tuhnutí a tvrdnutí cementových kompozitů, použitím akustických metod pro vytvoření vztahu mezi akustickou emisivitou a lomovými charakteristikami získanými během tříbodového ohybu.

V oblasti izolačních materiálů se výzkumní pracovníci zabývali vývojem ekologicky odbouratelného izolačního materiálu, modifikací stávajících systémů ETICS s využitím alternativních, ekologických i přírodních materiálů a studiem jejich vlastností. Dále se zabývali měřením tepelně izolačních omítek metodou elektrické impedanční spektrometrie (EIS) a stanovením vlhkosti pomocí kapacitního vlhkoměru. Velice zajímavé výsledky přinesly i výzkumné činnosti, zaměřené na zpracování odpadní polyesterové cupaniny a dalších polymerních plniv do lehkých betonů. Vzhledem k unikátnosti řešení byly na získané know-how podány jeden patent a jeden užitný vzor.

Dále probíhal vývoj pokročilých vakuových izolačních panelů VIP a vývoj nových tepelných izolantů na bázi snadnoobnovitelných surovin. Byly provedeny také zajímavé experimenty v oblasti požárních zkoušek na skladbách požárních dělicích konstrukcí s vyvinutými izolanty.

Pracovníci VP1 neustále aktivně publikují dosažené výsledky na významných vědeckých konferencích, ve významných světových periodikách a prezentují tak nejen nejnovější poznatky z oblasti vědy a výzkumu, ale i samotné Centrum AdMaS. Součástí je získávání nových kontaktů pro budoucí spolupráci v oblasti VaV i dílčích zakázkách. Dosažené výsledky jsou také registrovány formou funkčních vzorků, ověřených technologií apod. Na činnosti výzkumných skupin se významnou měrou podílejí nejen významní pracovníci na pozicích senior researcher, ale především mladí výzkumníci na pozicích junior researcher, kteří dále úzce spolupracují se studenty bakalářského, magisterského a doktorského studijního programu a předávají jim dále své zkušenosti.

Z hlediska plnění cílů dle TA lze uvést dále následující příklady:

- V rámci projektu AdMaS UP byla podána přihláška patentu - PV 2017-295 s názvem „Cementový kompozit s polymerním plnivem“.
- V oblasti „Výzkum a vývoj nového systému podlah na silikátové bázi pro extrémní mechanické a chemické zatížení“ byly dosaženy dva užité vzory: č. PUV 2016-32728, 30228 s názvem „Systém adhezni můstek-potěr pro extrémní mechanické namáhání a chemickou rezistenci“ a PUV 2017-33963, 31072 s názvem „Materiál pro ošetření povrchu podlah pro provozy s extrémním namáháním“ a podána přihláška dalšího užitého vzoru PUV 2017-33983 „Podlahový systém pro extrémní mechanické namáhání a chemickou odolnost“. Byly registrovány 2 funkční vzorky, jednalo se o „Podlahový systém pro sanaci podlah ve specifických průmyslových provozech“ a „Podlahový systém pro výstavbu nových podlah ve specifických průmyslových provozech“. Byla zpracována ověřená technologie s názvem „Technologie vytváření nového podlahového systému pro extrémní mechanické a chemické namáhání“ a v procesu ověření autorizovanou osobou je nyní certifikovaná metodika „Metodika posouzení vhodnosti podlahového systému v extrémních podmínkách „in situ“.



- V rámci projektu „Nové strukturované povrchové úpravy pro cementotřískové desky s extrémní odolností a vysokou životností“ byla zpracována ověřená technologie s názvem „Aplikace extrémně odolných povrchových úprav na cementotřískové desky“, byl registrován funkční vzorek s názvem „Aplikace extrémně odolných povrchových úprav na cementotřískové desky“ a podán užitečný vzor s názvem „Strukturovaný povrchový nátěr s extrémní odolností a vysokou životností kompatibilní pro cementotřískové desky“.
- V tematickém okruhu „Komplexní systém speciálních správkových hmot s využitím druhotných surovin pro průmyslové provozy“ byl přihlášen užitečný vzor s názvem „Plněná zálivková hmota“.
- V oblasti „Výzkum a vývoj pokročilých materiálů pro průmyslové podlahy“ vznikly dvě ověřené technologie „Technologie provádění adhezních můstek na bázi epoxidové pryskyřice“ a „Technologie ošetření povrchu průmyslových podlah pro zvýšení jejich odolnosti“.
- V rámci základního výzkumu byly řešeny především projekty Grantové agentury České republiky, jako jsou např.:
  - 15-07657S – Studium kinetiky dějů probíhajících v kompozitním systému při extrémních teplotách a vystavených agresivnímu prostředí,
  - 15-23219S – Studium metod dispergace nanočástic, stanovení podmínek zamezení jejich opětovného shlukování pro aplikaci v cementových kompozitech,
  - 16-25472S – Dynamika degradace cementových kompozitů modifikovaných sekundárními krystalizací,
  - 17-14198S – Kinetika tvorby mikrostruktury silikátů v závislosti na hydrotermálních podmínkách a typu vstupních surovin,
  - 17-00243S – Studium chování izolačních materiálů za extrémně sníženého tlaku,
  - 17-24954S – Podmínky termodynamické stability a transformace AFt fází,
  - 16-00567S – Alkalicky aktivované aluminosilikátové kompozity se zvýšenou elektrickou vodivostí,
  - 16-02862S – Nízkoenergetická pojiva na bázi alkalicky aktivovaného odpadního cihelného prachu.

V rámci projektů bylo efektivně využito přístrojového vybavení, jako jsou RTG tomograf, XRD včetně Rietveldovského rozhraní, vysokoteplotní komůrky a SAXS, REM se sondou v environmentální podobě a 3D zobrazení nebo XRF fluorescenční spektrometr. V rámci projektů bylo efektivně využito přístrojového vybavení, jako jsou RTG tomograf, XRD včetně Rietveldovského rozhraní, vysokoteplotní komůrky a SAXS, REM se sondou v environmentální podobě a 3D zobrazení nebo XRF fluorescenční spektrometr.

REM byl využíván:

- K rozborům struktury materiálů, kde byl použit popílek, a to jak vysokoteplotní, tak fluidního typu. (TAČR TA04010425)
- Sledování vlivu mlecích procesů na strukturu silikátů, zejména na velikost krystalitů (GA15-08755S)
- Výzkum BMAS pro termální bariéry leteckých motorů
- Vliv geneze a typu vápence na vlastnosti vápna a hydrátů a průběh výroby
- Vývoj nových metod pro zlepšení melitelnosti vzorků
- Syntéza čistých silikátových fází na jejich vlastnosti
- Výzkum alfasádry beztlakovou metodou
- Termodynamická stabilita etringitu a taumazitu
- Hydratační procesy ternezitových slínek
- Vývoj historických pojiv pro historické malty a omítky
- Anhydritová pojiva
- Sledování výpalu na poměry tridymit × cristobalit v žárokeramice
- Měření v rámci bakalářských a diplomových prací z oblasti využití popílků, epoxidů, přípravy agloporitů, úpravy receptur pórobetonových výrobků apod.

XRD byl využíván nejen pro výše uvedené projekty GAČR, ale také např. pro výzkum v oblastech:

- Termodynamické stability AFT fází na bázi ettringitu (disertační práce Jana Mokrá)
- Termodynamické stability AFT fází na bázi thaumasitu (diplomová práce Pospíšilová),
- Výzkum BMAS pro termální bariéry leteckých motorů
- Výzkum reaktivity vápna vyrobeného desulfatací
- Vliv přípravy vzorků na vlastnosti pojiv
- Vliv geneze a typu vápence na vlastnosti vápna a hydrátů a průběh výroby
- Vliv mechanické aktivace a mletí na vlastnosti hydraulických pojiv
- Vývoj nových metod pro zlepšení melitelnosti vzorků
- Syntéza čistých silikátových fází na jejich vlastnosti
- Výzkum alfasádry beztlakovou metodou
- Termodynamická stabilita ettringitu a taumazitu
- Hydratační procesy ternezitových slínků
- Zreaktivnění krystalické strusky mechanickou aktivací
- Vývoj historických pojiv pro historické malty a omítky
- Anhydritová pojiva
- Amortizace materiálů upravených mletím (diplomová práce Ravaszová GA15-08755S),
- vlivu suroviny a technologie výpalu vápenců na vlastnosti vápna (diplomová práce Sklenářová GA15-08755S),
- Analýza míry krystalizace přidávané krystalizační příměsi do betonu (GA16-25472S)
- Sledování výpalu na poměry tridymit × cristobalit v žárokeramice
- Mineralogická analýza souboru popílků (dizertační práce Ťažký)
- Měření v rámci bakalářských a diplomových prací z oblasti využití popílků, epoxidů, přípravy agloporitů, apod.
- Pro posouzení mikrostruktury polymercementového kompozitu se zvýšeným obsahem alternativních surovin, kdy vyvíjená hmota byla vystavena synergickému účinku agresivního prostředí (sírany, oxid uhličitý a mráz v kombinaci s chemickými rozmrazovacími látkami) a extrémním teplotám v dlouhodobějším časovém intervalu (GA 15-07657S),
- Při monitorování mikroskopických vad a poruch vznikajících na nově vyvíjených nátěrech určených pro cementotřískové desky, které byly vystaveny působení agresivnímu prostředí reprezentujícímu běžné vlivy působící na reálné konstrukce (TAČR TH01020282).

RTG tomograf byl v roce 2017 použit pro analýzu tepelně zatěžených správkových hmot, vzorků souvrství silikátového podlahového systému, lomové porušení cementotřískových desek, betonových vzorků ošetřených vodním paprskem, strukturu kotevních hmot v betonovém podkladu, strukturu pórobetonových vzorků s upravenou recepturou za použití odpadních materiálů, ve spolupráci s CEITEC pak součástky jako dálkoměry, lopatky do turbín, filtry a záchytné systémy do automobilů, konektory, elektrické cívky apod.

Obdobně jako v minulém roce byly přístroje QUV a Q-SUN krom jiného využity pro testování odolnosti nově vyvíjených povrchových úprav cementotřískových desek, což je řešeno v rámci projektu TH01020282. Tento projekt se zabývá strukturovanými povrchovými úpravami pro cementotřískové desky s extrémní odolností a vysokou životností. Pomocí zmíněných přístrojů bylo možné sledovat vliv kombinace zvýšených teplot, UV záření (při teplotě 60 °C) a zkondenzované vlhkosti (při teplotě 40 °C) na změny vlastností povrchových úprav aplikovaných přímo na cementotřískových deskách. Jednalo se o cyklické střídání uvedených podmínek. Pomocí QUV byl namáhán lícový povrch, v Q-SUN probíhala expozice na všech površích se zaměřením na hrany, které představují více problematickou partii. V průběhu expozice byly pomocí spektrofotometru CMD-600D sledovány změny barevných parametrů – CIELABu rovnicí CMC. Oproti loňskému roku byla pozornost zaměřena na expozici v dlouhodobějším časovém měřítku, kdy v roce 2017 byly pomocí QUV komory testovány polymerní nátěry po dvojnásobnou dobu, tj. 4000 hod. V přístroji Q-SUN byly mimo výše uvedené také exponovány vzorky pro výzkum a modifikaci lepidel zajišťující trvanlivost FRP/dřevěného spoje při vlhkostní expozici principiálně dle postupu uvedeného v ČSN EN 927-6.

Při řešení diplomové práce (Petra Hudečková) byla použita korozní komora HK 800/M/WTG

umožňující simulaci prostředí obsahujícího agresivní plyny. Konkrétně byl důraz kladen na docílení prostředí v souladu s ustanoveními technické normy ČSN EN ISO 3231, kde je popsán postup ověření odolnosti při expozici ve vlhkých atmosférách s obsahem oxidu siřičitého. Jedná se o poměrně agresivní plyn, jehož působení je navíc umocněno zvýšenou teplotou a vlhkostí, čímž jsou nastoleny značně nepříznivé podmínky, které výrazně urychlí degradaci testovaného vzorku. Uvedeným způsobem byly testovány nově vyvíjené strukturované nátěry pro cementotřískové desky (TAČR TH01020282) při nejvyšší koncentraci uvedené v citované normě, tj. 2,7 l plynu (na prostor o objemu cca 0,8 m<sup>3</sup>). Hodnocení takto exponovaných desek probíhalo jak průběžně (sledování změn barevného odstínu pomocí spektrofotometru, pořizování fotografií v "makro" režimu), tak po ukončení požadovaného počtu cyklů (přilnavost k podkladu, tloušťka, odolnost vůči vrypu atd.).

Mobilní laboratoř VP1 byla v roce 2017 využita k cestám za účelem měření a odběru vzorků. Jednalo se především o cesty do výrobních závodů a na konkrétní realizace. Konkrétně se jednalo o práce typu:

- provádění odběru vzorků vývrtů o dílkách průměrech 75, 100 a 150 mm vibrolisovaných a litých výrobků pro uliční vpusti, jímky, vodovodní šachty, šachtová dna, horské vpusti, poklopy, kónusy, skruže vnitřních průměrů 250, 500 a 1000 mm apod. Na vývrtech byly prováděny laboratorní zkoušky: pevnost v tlaku, odolnost proti CHRL typu C, byla stanovována objemová hmotnost. Na celých výrobcích byly následně prováděny dílčí zkoušky, jako jsou: stanovení tloušťky krycí vrstvy výztuže, nasákavost, únosnost stupadel ve svislém a vodorovném směru, únosnost ve vrcholovém tlaku apod., které následně vedly k optimalizaci receptur,
- odběry kameniva, na kterých byla stanovena zrnitost síťovým rozbořem, objemová hmotnost zrn, nasákavost po 24 hodinách, stanovení tvarového indexu, stanovení ekvivalentu písku, sypná hmotnost, mezerovitost, odolnost proti zmrazování a rozmrazování, pevnost v tlaku, posouzení jemných částic - zkouška methylenovou modří, sypná hmotnost volně sypaného a setřeseného kameniva, množství odplavitelných částic, stanovení lehkých znečišťujících látek a potenciální přítomnosti humusu, stanovení granulometrie,
- zkoušky čerstvého betonu „in situ“ jako jsou: obsah vzduchu, konzistence sednutím a rozlitím kužele, objemová hmotnost čerstvého betonu, příprava laboratorních vzorků, na kterých byly následně testovány fyzikálně mechanické zkoušky: pevnost v tlaku, hloubka průsaku tlakovou vodou, odolnost proti CHRL, nasákavost, stanovení charakteristiky vzduchových pórů,
- výroba zkušební těles (krychle, hranoly, válce), vzorky byly následně podrobeny testování na mrazuvzdornost, zjišťována objemová hmotnost ztvrdlého betonu, byla u nich stanovena pevnost v tahu za ohybu, pevnost v tlaku, odolnost proti CHRL, hloubka průsaku tlakovou vodou, statický modul pružnosti, vodotěsnost, spacing factor, stanovení smrštění,
- odběr vzorků pro zkoušky drobných betonových výrobků typu plochá dlažba, zámková dlažba, silniční a chodníkový obrubník, svahová tvárnice, ztracené bednění, zákrytová deska, zatravňovací tvárnice, následně na nich byly stanoveny pevnosti v ohybu, v příčném tahu, tlaku, odolnost proti obrusu dle Böhma, odolnost proti CHRL, nasákavost, měření protismykových vlastností povrchu - zkouška kyvadlem, zkoušky přídržnosti, odtrhové zkoušky, kvalitativní zkoušky typu rozměrová tolerance a rovinnost,
- odběr lehkého kameniva firmy Tech Trading, obchodním názvem Liapor, stanovení základních parametrů a další testování vhodnosti užití do lehkých betonů, jako je nasákavost, objemová hmotnost
- provádění předběžného, hlavního a doplňkového stavebně technického průzkumu v terénu: odtrhové zkoušky, semidestruktivní zkoušení pevností, analýza trvanlivosti konstrukcí, šířka trhlin, vyhodnocení tvrdosti povrchu pomocí Schmidtova tvrdoměru, detekce výskytu a analýza koroze výztuže, návrh nápravných opatření,
- kontrolní zkoušky čerstvého betonu při provádění betonáže dálnice: stanovení konzistence sednutím kužele, obsah vzduchu, stanovení objemové hmotnosti čerstvého betonu, odběr vzorků pro další laboratorní testování,
- provádění průzkumu trvanlivosti anhydritových podlah, zkoušení poměrného přetvoření, odolnosti povrchu proti skluzu, měření vlhkosti.

Pece na požární zkoušky byly využity pro smluvní výzkum například se společnostmi Icnene, LIKO-S, SK-TEX, CIMEM, a dále v rámci společných VaV experimentů s firmou CIUR a.s. v oblasti vývoje nových izolačních materiálů na bázi obnovitelných surovin.

Spolupráce s partnery projektů MPO, TAČR, GAČR i partnery při řešení smluvního výzkumu probíhala na výborné úrovni a činnosti jednotlivých kooperujících organizací se účinně doplňovaly. Jednalo se jak o spolupráci s producenty surovin, výrobci hmot a dílců, budoucími aplikanty nebo dalšími výzkumnými organizacemi. Konkrétně lze jmenovat např.:

- spolupráci se společností CIDEM Hranice, divize Cetris, při řešení projektu TAČR TH01020282 – Nové strukturované povrchové úpravy pro cementotřískové desky s extrémní odolností a vysokou životností. Výrobce nových povrchových úprav plně spolupracuje na jejich vývoji a testování v provozních podmínkách,
- spolupráci se společnostmi BETOSAN s.r.o. a KOMFORT,a.s. při řešení projektu TAČR TA04010143 – Výzkum a vývoj nového systému podlah na silikátové bázi pro extrémní mechanické a chemické zatížení. V rámci spolupráce jsou synergicky propojeny vývojové činnosti společnosti BETOSAN a VUT s aplikační sférou, která je zastoupena společností KOMFORT,
- spolupráci se společnostmi P O K O R N Ý, spol. s r.o., HRADECKÝ PÍSEK a.s. a Lena Chemical s.r.o., při řešení projektu TAČR TA04010425 – Komplexní systém speciálních správkových hmot s využitím druhotných surovin pro průmyslové provozy,
- spolupráci se společností Lime Busines Consulting s.r.o. na řešení grantového projektu GAČR 15-08755S – Studie vlivu přípravy vzorků na výsledné vlastnosti anorganických pojiv, kdy je výhodně kombinováno know-how a dlouholeté zkušenosti spoluřešitele s nejnovějšími poznatky z oboru řešitele za VUT v Brně,
- spolupráci se společností FATRA a. s. a Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na řešení projektu TAČR TH01030054 – Možnosti zpracování odpadní PES cupaniny a dalšího technologického odpadu,
- spolupráci se společností PORFIX CZ a. s. na projektu MPO TRIO FV10284 – Pokročilá technologie pískového pórobetonu s podílem druhotných surovin a efektivnějším využitím přírodních zdrojů, dlouholeté praktické zkušenosti výrobce pórobetonů PORFIX CZ a. s. ideálně podporují vývoj hmot s využitím nových zdrojů surovin na VUT v Brně,
- spolupráci se společností KOMFORT,a.s. na projektu MPO TRIO FV10118 – Progresivní bezodpadová technologie zpětného využití zemin ve formě samozhutnitelných záливоk; v tomto projektu se propojují výzkumné poznatky VUT v Brně s aplikační sférou, zastoupenou společností KOMFORT, a. s.

V roce 2017 započala nová spolupráce nejen při řešení projektů základního a aplikovaného, ale také v rámci smluvního výzkumu. Nově započatými projekty byly např.:

- MPO OPPIK CZ.01.1.02/0.0/0.0/15\_019/0004734 – Výzkum a vývoj mechanicky a chemicky odolných kompozitů na bázi cementových a necementových pojiv a druhotných surovin, projekt řešen se společností Redrock Construction s.r.o.,
- MPO TRIO FV20149 – Ucelený systém pro sanaci chemicky atakovaných a namáhaných stavebních konstrukcí, projekt řešen ve spolupráci se společností BETOSAN s.r.o.,
- MPO TRIO FV20530 – Unikátní bednicí systém s ochrannou protikorozní funkcí, projekt řešen ve spolupráci se společností FEVA, s.r.o.,
- MPO TRIO FV20303 – Progresivní polymerní hmoty s využitím druhotných surovin a nebezpečných odpadů do chemicky silně agresivního prostředí, projekt řešen ve spolupráci se společností Redrock Construction s.r.o.,
- MPO TRIO FV20086 - Vývoj lehkých novodobých stavebních materiálů s využitím lehkého kameniva na bázi odpadní skleněné moučky s firmou Refaglass s.r.o.,
- MPO TRIO FV20127 - Výzkum a vývoj pokročilých tepelně a akusticko-izolačních materiálů na bázi odpadního textilu a přírodních vláken se společností RETEX a.s.,
- GAČR GA17-14198S – Kinetika tvorby mikrostruktury silikátů v závislosti na hydrotermálních podmínkách a typu vstupních surovin,
- GAČR GA17-00243S – Studium chování izolačních materiálů za extrémně sníženého tlaku,
- GAČR GA17-24954S – Podmínky termodynamické stability a transformace AFt fází.



Obr. č. 1 Ověření technologie výroby tepelně izolačního kompozitu na cementové bázi v rámci projektu TH01030054



Obr. č. 2 Aplikace nátěru s alternativními strukturálními plnivými v rámci projektu TH01020282



Obr. č. 3 Ověření technologie provádění průmyslových podlah pro projekt TA04010143



Obr. č. 4 Diagnostika provedené průmyslové podlahy pro projekt TA04010143

## 72 Výzkumný program VP2: Vývoj pokročilých konstrukcí a technologií

### 721. Aktivity VP v oblasti managementu

Plnění cílů výzkumného programu VP2: Development of Advanced Structures and Technologies se v období roku 2017 ubíralo plně v souladu s odborným zaměřením a předpokládanými cíli popsány v TA:

1. Zvýšení doby technické životnosti vybraných částí stávajících a navrhovaných stavebních objektů, zesilování, sanace. Vytvoření modelů postupu odhadu životností s vazbou na současný stav poznání.
2. Rozvinutí a ověření interdisciplinárních přístupů v posuzování a navrhování konstrukcí (simulační metody, nedestruktivní zkušební metody, vývoj a využití materiálů s definovanou funkcionalitou, vyvinutí a verifikace praktických aplikací terénních a laboratorních měření, návrh metodik výstavby a technologií výroby).
3. Rozšíření experimentálního ověřování krátkodobého a dlouhodobého chování konstrukcí v procesu dynamického zatěžování a tepelného zatěžování konstrukcí s možností jejich statického a/nebo dynamického zatěžování v průběhu zkoušek.
4. Vyvinutí a verifikace metodiky pro použití materiálů a konstrukčních systémů pro konstrukce dopravních staveb specifických svým zatížením a podmínkami, ve kterých budou působit.
5. Vytvoření geodetické, fotogrammetrické a metrologické podpory stavební činnosti a výzkumu (zaměřování stavebních konstrukcí a přírodních objektů, tvorba prostorových modelů z leteckých i pozemních snímačů - letecký skener Lidar, pozemní skenery, svazkové kamery, stanovení přesné geometrie jednotlivých prvků, dílů, konstrukcí a staveb, kalibrace malých i velkých rozměrů). Stanovení absolutní prostorové polohy stavebních konstrukcí a dalších objektů, sledování jejich krátkodobých i dlouhodobých změn s využitím globálních navigačních satelitních systémů (GNSS - GALILEO, GPS, GLONASS).
6. Ověřování a vývoj nových technologií čištění odpadních vod a úpravy pitné vody, optimalizace řízení provozu čistíren odpadních vod a úpraven vod, ověřování a vývoj prvků řízení odvádění odpadních vod a distribuce pitné vody, modelování kvality pitné vody při její distribuci (včetně analýzy rizik). Zaměření vývoje a optimalizace uvedených technologií bude zejména z hlediska nízké spotřeby energií. Součástí prací je i vývoj a ověřování metodik a technologií pro využití energie z odpadních vod, odpadů a kalů vznikajících při čištění odpadních vod.
7. Vyvinutí a verifikace metodiky pro ověřování praktických aplikací terénních a laboratorních měření, vyhodnocování (včetně matematického modelování) a vývoje metodik v oblasti geotechnických metod průzkumu a diagnostiky základových podmínek staveb, a to jak z hlediska návrhu staveb, tak i při jejich sanaci a analýze životnosti.
8. Vyvinutí a verifikace metodiky pro měření tepelných a mikroklimatických vlastností budov a dílčích částí staveb (včetně jejich vlastností vzhledem k vnějším i vnitřním podmínkám) s cílem návrhu metodik výstavby a technologií výroby stavebních dílců pro dosažení zejména optimálních energetických a dalších parametrů staveb.
9. Vytvoření metodiky a její realizace pro měření a modelování dopravního proudu, emisí a hlukové zátěže, modelování dopravy, při analýze rizik v oblasti dynamiky evakuace davu při šíření požáru v uzavřených prostorách.
10. Zdokonalení a aplikace ucelené metodiky komplexní analýzy prvků z cementových kompozitů.
11. Tvorba informačních systémů modelů budov zastřešující celý jejich životní cyklus (BIM - Building Information Modeling nebo Building Information Management).

**Výzkumná skupina VP2-VS2 EGAR** má strukturu, která se v roce 2017 nezměnila.

1 x měsíčně je svolávána koordinační porada všech vedoucích vědeckých aplikačních oblastí, kde jsou projednávány pracovní aktivity skupiny VS EGAR a jednotlivých podskupin. Vedoucí podskupin svolávají pracovní porady podle potřeby minimálně jednou za měsíc. V roce 2017 je mimořádný důraz kladen na přehled grantových programů národních i mezinárodních – na každé poradě se řeší

možnosti podání projektů jednotlivých aplikačních oblastí, hledají se témata, kdy existuje možnost zapojení více skupin, hledají se komplexní náměty.

V rámci propagace centra AdMaS a skupiny EGAR jsou pořádány prezentace pro vybrané partnery z oblasti stavebnictví, provozovatelů vodárenských soustav, společností pro nakládání s odpady, apod.

VS EGAR se významně podílí na akcích pro veřejnost. V roce 2017 to byly např.:

- Výroční valná hromada ČAAG, výstava geofyzikálních přístrojů v centru AdMaS, komentovaná prohlídka geotechnické laboratoře. Akce proběhla za účasti odborné veřejnosti a studentů několika vysokých škol.
- Reportáž o špičkovém vybavení centra pro portál iDnes – prezentace mobilního mapovacího systému.
- Noc vědců. V roce 2017 byly k dispozici ukázky např. bezpilotních prostředků, populárního zařízení k inspekci inženýrských sítí, přenosného mapovacího systému.

Skupina EGAR má vytvořeno společné úložiště dat pro ukládání dokumentů souvisejících s její aktivitou. Tvorba obchodní strategie je vytvářena v jednotlivých podskupinách z důvodu různorodosti podskupin. Cílem je však hledat průřezová témata, které se stále setkávají např. v tématu Smart City – při tvorbě koncepcí chytrých měst. Tvorba obchodní strategie vychází z aktuálních požadavků trhu, který je neustále monitorován, a to např. i formou referátů a výstupů z odborných konferencí prezentovaných při výše uvedených poradách. Informace o obchodní strategii je předávána vedení VS EGAR.

**Výzkumná skupina VP2-VS3 Matematické modelování** v roce 2017 pokračovala v řešení s důrazem na základní výzkum, což souvisí s větším množstvím řešených projektů základního výzkumu, především GAČR. Strategií pro zvýšení objemu aplikovaného výzkumu z neveřejných zdrojů (smluvní výzkum) byla orientace na zahraničí – spolupráce s Rakouskými univerzitami.

Management skupiny MM byl pro rok 2017 ve stejném složení, tj. prof. Ing. Drahomír Novák, DrSc., prof. Ing. Zbyněk Keršner, CSc., doc. Ing. David Lehký, Ph.D. a doc. Ing. Jan Eliáš, Ph.D. Vedení VS MM pořádá koordinační porady týmu, které slouží jako koordinační platforma jak pro VS MM, tak pro divizi MM projektu Admas UP.

## 722. Školení a semináře

- Workshop „Novinky v oblasti posuzování interoperability“, VUZ a.s. ve spolupráci s národní technologickou platformou „Sdružení pro interoperabilitu železniční infrastruktury“ (VUT v Brně člen), Brno, 29. 6. 2017.
- Workshop „Hodnocení dynamických účinků v koleji“, Praha, 15. 7. 2017. Spoluorganizování fyzikálních seminářů v centru AdMaS pro posluchače středních škol.
- Školení zaměstnanců Ředitelství silnic a dálnic na téma „Výkon stavebního dozoru na stavbách pozemních komunikací“, leden – březen 2017.
- 21. 3. 2017 proběhla v centru AdMaS Výroční valná hromada ČAAG (Česká asociace geofyziků, o.p.s.) a výstava geofyzikálních přístrojů. Její součástí byla v ČR poměrně ojedinělá a svým rozsahem až unikátní výstava českých výrobců geofyzikálních přístrojů. Vše za účasti odborné veřejnosti, studentů a pedagogů VUT v Brně, Masarykovy Univerzity a Vysoké školy báňské – Technické univerzity v Ostravě.
- 22. 3. 2017 Seminář: Měření ve stokových sítích, kamerový průzkum. Prezentace současných možností měření vybraných fyzikálních parametrů ve stokových sítích (průtoky, hladiny) a technické specifikace kamerového průzkumu stokových sítí s ohledem na vybavení a zkušenosti centra AdMaS. Určeno pro studenty FAST VUT v Brně.
- 2017 Workshop: laboratorní zkoušky jako podklad k analýze primárního kolektoru v lokalitě Leitnerova – Hybešova v Brně. Workshop prezentoval dosavadní výsledky výzkumného projektu „Vytvoření partnerské kooperace mezi firmou GEOTest a regionálním centrem AdMaS“ za účasti řešitelského týmu, Technických sítí Brno a odborné veřejnosti.



## 723. Mobility výzkumných pracovníků a spolupráce se zahraničím

### Mobility zaměstnanců centra AdMaS do zahraničí:

- Ing. Richard Svoboda, Ph.D.: 3.-7. 4. 2017, Žilinská univerzita v Žilině, Stavebná fakulta
- Ing. Miroslava Hruzíková, Ph.D.: 27.-31. 3. 2017, Žilinská univerzita v Žilině, Stavebná fakulta
- Ing. David Bečkovský, Ph.D.: VTT Technical Research Centre of Finland Ltd, Helsinki Espoo, Finland, Oulu University of Applied Sciences, Oulu Finland, 18. 5. 2017 – 24. 5. 2017
- Ing. Radim Kučera: VTT Technical Research Centre of Finland Ltd, Helsinki Espoo, Finland, Oulu University of Applied Sciences, Oulu Finland, 18. 5. 2017 – 24. 5. 2017
- Ing. Jaroslav Pospíšil: VTT Technical Research Centre of Finland Ltd, Helsinki Espoo, Finland, Oulu University of Applied Sciences, Oulu Finland, 18. 5. 2017 – 24. 5. 2017
- Ing. Jakub Král: VTT Technical Research Centre of Finland Ltd, Helsinki Espoo, Finland, Oulu University of Applied Sciences, Oulu Finland, 18. 5. 2017 – 24. 5. 2017
- Ing. Jakub Dohnal: pracovní stáž VTT Technical Research Centre of Finland Ltd, Helsinki Espoo, 1. 5. 2017 – 28. 6. 2017
- Ing. Ondřej Anton, Ph.D.: Technická univerzita v Košicích, Stavebná fakulta, 4.-9. 6. 2017
- Ing. Věra Heřmánková, Ph.D.: Technická univerzita v Košicích, Stavebná fakulta, 4.-9. 6. 2017
- Ing. Iva Rozsypalová: Vienna University of Technology, Faculty of Civil Engineering, Austria, 1. 2. 2017– 30. 4. 2017
- Čekon Miroslav Ing. Ph.D., Technická univerzita v Košiciach, Stavebná fakulta,
- Macsek Tomáš Ing. Kompetenz Zentrum Wasser Berlin GmbH
- Korytářová Jana doc. Ing. Ph.D., Szent István University
- Hanák Tomáš doc. Ing. Ph.D., University of Rijeka
- Hanák Tomáš doc. Ing. Ph.D., Cracow University of Technology
- Hromádka Vít, doc. Ing. Ph.D., Ss. Cyril and Methodius University in Skopje
- Hromádka Vít, doc. Ing. Ph.D., Stiftelsen SINTEF, Trondheim
- Mohelníková Jitka, prof. Ing. Ph.D., The University of Bath, UK, London Metropolitan University, UK, TU Delft.NL
- Plášek Josef, Ing. Ph.D., TUKE Košice, Stavebná fakulta
- Šikula Ondřej, doc. Ing. Ph.D., University of Malaga
- Raček Jakub, Ing. Ph.D., Università Degli Studi Di Pavia
- Hlavínek Jakub, Bc. , International Relations Division, Germany
- Stanislav Seidl, doc. Ing. Ph.D., Vienna University of Technology, Austria, 28.9. 2017 – 3.10.2017
- Stanislav Seidl, doc. Ing. Ph.D., Ghent University, Belgie, 24.8.2017 – 27.8.2017
- Stanislav Seidl, doc. Ing. Ph.D., Vienna University of Technology, Austria, 15.5.2017 – 19.5.2017
- Stanislav Seidl, doc. Ing. Ph.D., Universidad de Oviedo, 14.2.2017 – 17.2.2017
- Jakub Sobek, Ing. Ph.D., Universidad de Oviedo, 5.6.2017– 11.6.2017
- Martina Šomodíková, Ing. Ph.D., BOKU University, Vídeň, 1.6.2017 – 31.8.2017
- Václav Sadílek, Ing. Ph.D., RWTH Aachen, Německo, 16.5. 2017 – 20.5.2017
- Martina Šomodíková, Ing. Ph.D., BOKU University, Vídeň, 1.9.2017 – 30.9.2017
- Miroslav Vořechovský, prof Ing. Ph.D., RWTH Aachen, Německo, 16.5.2017 – 20.5.2017
- David Lehký, doc. Ing. Ph.D., BOKU University, Vídeň, 5.6.2017 – 10.6.2017
- Miroslav Vořechovský, prof Ing. Ph.D., Ghent University, Belgie, 18.4.2017 – 22.4.2017
- Drahomír Novák, prof. Ing. DrSc., Hohai University, Nanjing, China, 14.8.2017 – 12.9.2017
- Zbyněk Keršner, prof., Ing., CSc., Koszalin U. of Technology, Poland, 4.6.2017 – 9.6.2017
- Zbyněk Keršner, prof., Ing., CSc., University of Borås and Research Institutes of Sweden (RISE), Sweden, 10.10.2017 – 16.10.2017
- Hana Šimonová, Ing. Ph.D., Koszalin U. of Technology, Poland, 4.6. 2017 – 9. 6.2017
- Hana Šimonová, Ing. Ph.D., University of Borås and Research Institutes of Sweden (RISE),

Sweden, 10.10. 2017 – 16.10.2017 (zatím nevykázáno)

#### **Mobility zahraničních studentů do Centra AdMaS:**

- Barbie Bajaj, PEC University of Technology, březen – červen 2017
- Manjinder Singh, Punjab Engineering College, březen – červen 2017
- Bevilacqua Amauri Costa, Federal University of Rio de Janeiro
- Krajčík Michal, doc. Ing. Ph.D., Slovenská Technická Univerzita v Bratislavě
- Kozik Renata Ing. Ph.D., Cracow University of Technology
- Plebankiewicz Edyta, doc. Ing. Ph.D., Cracow University of Technology
- Adjlout Lahouari, prof. Ing. Ph.D., Université des Sciences et de la Technologie d'Oran., Algeria
- Imine Omar, prof. Ing. Ph.D., Université des Sciences et de la Technologie d'Oran., Algeria
- Mohamed Aounallah, prof. Ing. Ph.D., Université des Sciences et de la Technologie d'Oran. Algeria
- Kalinová Gabriela, Ing. Ph.D., STU Bratislava
- Hideo Koide, prof., Tohoku Institute of Technology, Japan, 15.5.2016 – 19.1.2017
- Rafat Siddique, prof., Thapar University, India, 2.4. 2017– 2.10.2017
- Jacek, Domski, M. Sc. Ph.D., Koszalin University of Technology, 19.6.2017 – 23.6.2017
- Jacek Katzer, doc., Koszalin University of Technology, 19.6. 2017– 23.6.2017
- Wouter De Corte, prof., Ghent University, 12.7.2017– 15.7.2017
- Sofia Gonzáles Menéndez, Bc., University of Oviedo, 12.9.2016 - 13.6.2017
- Maria Hevia Villanueva, University of Oviedo, 1.2. 2017- 30.5.2017
- Claudia Oliver Figueri, University of Oviedo, 12.9.2016 - 13.6.2017
- Ildikó Merta, Dipl.-Ing. Dr.techn., Vienna University of Technology, Austria, 1.7.2017– 30.9.2017

#### **Další příklady spolupráce se zahraničními výzkumnými institucemi a podniky v roce 2017:**

- V rámci národní technologické platformy „Interoperabilita železniční infrastruktury“ spolupráce se španělskými partnery – španělská technologická platforma PTFE (Nadace Španělských železnic, Technický sekretariát španělské železniční technologické platformy)
- Členství v síti EURNEX – příprava projektů v rámci programu Horizon2020.
- Společný vzdělávací projekt v rámci programu Aktion s University of Applied Science in Sankt Pölten: Vorträge und Exkursionen zum Eisenbahnwesen in Österreich und der Tschechischen Republik
- Výzkumné skupině EGAR se podařilo získat podporu na projekt "JOINTWATER" z CZ09 Česko-norského výzkumného programu z Fondu pro bilaterální spolupráci. Projekt "JOINTWATER" je zaměřen na posílení vzájemných vztahů s Norwegian Institute for Water Research (NIVA) a na podporu podávání společných projektů do mezinárodních programů jako jsou H2020, COST, LIVE +, apod. Projekt byl zahájen 1. 2. 2017 a ukončen 30. 4. 2017. Leaderem projektu byl prof. Ing. Petr Hlavínek, CSc., MBA
- Spolupráce s Hohai University, China studující spolehlivostní problémy pomocí neuronové sítě
- Spolupráce s Technical University of Denmark na problému imperfekcí ocelových sloupů

## **724. Mobility výzkumných pracovníků vůči aplikační sféře**

- Ing. Marek Kervitzer – 1 FTE od 02/2017 do 12/2017 v rámci programu Partnerství znalostního transferu OPPIK, Opravy a rekonstrukce střešních pláštěů bez nutnosti jejich kompletní demontáže, ROMEX s.r.o.
- Ing. David Bečkovský, Ph.D. – 0,3 FTE od 02/2017 do 12/2017 v rámci programu Partnerství znalostního transferu OPPIK, Opravy a rekonstrukce střešních pláštěů bez nutnosti jejich kompletní demontáže, ROMEX s.r.o.
- V roce 2017 bylo zahájeno řešení projektu „Vytvoření partnerské kooperace mezi firmou GEOTest a regionálním výzkumným centrem AdMaS, reg. č. CZ.01.1.02/0.0/0.0/15\_013/0004874“. Cílem projektu je transfer teoretických znalostí do

aplikační sféry v oblasti geotechnického monitoringu. To povede k výstupu typu metodického postupu při navrhování podzemního díla s využitím kombinace matematické modelování – pokročilý materiálový model. Hlavní transfer know-how je zajišťován formou umístění studenta prvního ročníku doktorského studia Ing. Martina Závackého u společnosti GEOTest, a.s. v rámci pozice asistenta znalostního transferu.

## 725. Výzkumné aktivity VP2

**V roce 2017 byly VS Konstrukce a dopravní stavby řešeny následující významné projekty:**

**TE01020168** Centrum kompetence Technologické agentury České republiky, Centrum pro efektivní a udržitelnou dopravní infrastrukturu (CESTI), příjemce ČVUT v Praze, VUT v Brně člen konsorcia viz [www.cesti.cz](http://www.cesti.cz)

**TRIO MPO - FV10078** Rozvoj retenčních materiálů na bázi recyklátu technologicky kombinované stavební vegetační konstrukce pomocí naměřených dat s verifikací a výseku prototypu, řešitel RETEX a.s. a VUT FAST, ÚPST

**MPO OP PIK - Partnerství znalostního transferu**, Opravy a rekonstrukce střešních pláštů bez nutnosti jejich kompletní demontáže, řešitel ROMEX s.r.o. a VUT v Brně, FAST, ÚPST

**TAČR TA04030110 - Uplatnění výhod FRP kompozitů v dopravní infrastruktuře**

Průběžné vyhodnocování získaných dat ze zatěžovacích zkoušek detailů spojů s použitím statického i opakovaného (cyklického) namáhání. Tvorba a testování funkčních modelů lávek z FRP kompozitů

**MPO TRIO FV10317 - Pokročilé kotevní kontaktní materiály s využitím kompozitů**

Příprava laboratorních zkoušek, pracovní návrh zkušební metodiky provádění experimentů podle typů realizovaných zkoušek, výroba zkušebních vzorků a těles. Realizace laboratorního výzkumu – statické zatěžování. Zhodnocení realizovaných experimentů. Vytvoření funkčního vzorku (zkušebního přípravku)

**TAČR TH02020301 - Pokročilý návrh zesilování ocelové konstrukce pod zatížením**

Zprovoznění pilotní verze programu, která umožňuje analyzovat pruty a subsystémy ocelové konstrukce včetně příslušných styčníků. Byl proveden detailní návrh produktu a uživatelského prostředí

**MPO TRIO FV10075 – Nová technologie vícepodlažních energeticky úsporných budov z lepených sendvičových panelů s možností zakládání na zemních vrutech s využitím technologie prefabrikovaných bytových jader**

V květnu 2017 byla úspěšně ukončena 1. etapa projektu – Materiálové zdroje a výchozí podmínky výzkumu. Probíhá řešení 2. – 3 etapy projektu – Řešení konstrukčních detailů nové technologie, příprava na provádění laboratorních zkoušek, sumarizace zkušebních postupů a návrh metodiky zkoušení, výroba zkušebních těles, řešitel EUROPANEL s.r.o. a VUT v Brně, FAST, ÚTST a ÚPST.

**MPO TRIO FV20606 – Technologie lepení velkoformátových obkladových prvků**

Započata 1. etapa řešení projektu. Etapa je zaměřena na zpracování rešerše relevantních materiálových zdrojů a výběr vhodných materiálů pro řešení cílů projektu, řešitel Profibaustoffe CZ a VUT v Brně, FAST, ÚTST a ÚSZK

**TH02030194 - Použití směsí kameniva s různou odolností proti ohlazení do obrusných vrstev za účelem dosažení dlouhodobě vyhovujících protismykových vlastností povrchu vozovky**

V rámci projektu je navrhována nová asfaltová směs s využitím kameniv, která jsou běžně považována za nevhodná pro použití v obrusných vrstvách, čímž dojde ke snížení ekonomické náročnosti stavby

**FV10526 - Disipující asfaltové směsi**

Cílem projektu je vývoj asfaltových hutněných směsí disipujících energii. Tedy takových směsí, které odolávají účinkům extrémního dopravního zatížení a předcházejí tak tvorbě poruch konstrukcí vozovek. Nové asfaltové směsi budou vyvíjené s cílem odolávat tvorbě trvalých deformací (ve formě vyjetí kolejí) a trhlin, tedy disipovat zatížení dopravou a klimatickými vlivy na jiné formy energie

**Dále pak byly řešeny následující významné projekty smluvního výzkumu:**

**SR12757087** Provedení dynamických testů na detailu spojení kolejnice se sloupkem rámu

(provedení dynamických testů na detailu spojení kolejnice se sloupkem rámu prostřednictvím speciálního styčnickového plechu za účelem ověření únavové odolnosti přípoje). Řešitel: prof. Melcher; Smluvní partner: Nedcon B.V. (Nizozemí)

**SR12757118** Provedení třech dynamických testů na detailu spojení kolejnice s konzolí přivařenou k nosníku (provedení dynamických testů detailu spojení kolejnice za účelem ověření únavové odolnosti přípoje). Řešitel: prof. Melcher; Smluvní partner: Nedcon B.V. (Nizozemí)

**V rámci výzkumných prací pak dále byly řešeny tyto významné zakázky smluvního výzkumu:**

**SR12757108** Výpočet kolejového roštu tramvajových výhybek – stanovení ohybových momentů na výhybkových pražcích pro tramvajové trati. Řešitel doc. Plášek; Smluvní partner ŽPSV a.s.

**SR12557249** Sledování zkušebního úseku s plastovými pražcovými kotvami EVA V. Řešitel Dr. Richard Svoboda; Smluvní partner Chládek & Tintěra Pardubice, a.s.

**SR12757010** Výpočet akustické odezvy zadaného železničního kola v TWINS. Řešitel prof. Smutný; Smluvní partner BONATRANS GROUP a.s.

**SR12757055** Provedení zkoušek dle příslušných technických norem na fragmentech zdiva bloků PROFIBLOX 300 BRUS zkoušky pro zajištění materiálových a pevnostních charakteristik zdiva panelů. Řešitel Ing. Miloš Lavický, Ph.D.; Smluvní partner TVARBET MORAVIA a.s.

**HS126N1076L** Stanovení příčin poruch keramického obkladu vybraných místností v komplexu budov pro výuku a chov ryb, Fakulty rybářství ve Vodňanech.; Řešitel Ing. David Bečkovský, Ph.D.; Smluvní partner IMOS Brno, a.s.

**HS12657258** Analýza minimalizace vlivů tepelné a vlhkostní zátěže pracovníků a objektů ve výrobních provozech HUHTAMAKI. Řešitel Ing. David Bečkovský, Ph.D.; Smluvní partner HUTAMAKI Česká Republika, a.s.

**SR12757002** Analýza průvzdušnosti obálky halových objektů a výskytu povrchové kondenzace. Řešitel Ing. David Bečkovský, Ph.D.; Smluvní partner S.O.K. stavební, s.r.o.

**HS12657273** Provedení a vyhodnocení zatěžovacích zkoušek (provedení a vyhodnocení zatěžovacích zkoušek podpěrných příčníků a závěsů kabelových roštů). Řešitel: prof. Melcher; Smluvní partner: BESPLAST s.r.o.

**SR12757042** Předběžná hodnotící zpráva a EQ dokumentace na seismicitu, JEDU (vypracování a předání Předběžné hodnotící zprávy a EQ dokumentace na seismicitu pro akci „5239 Seismické z odolnění nosných konstrukcí HVB II“). Řešitel: prof. Karmazínová; Smluvní partner: EGP INVEST, spol. s.r.o.

**SR12757111** Diagnostika 4 stožárů včetně vyhodnocení a vypracování závěrečné zprávy (diagnostika 4 stožárů včetně vyhodnocení a vypracování závěrečné zprávy akce OE-2002836 Hostinné - Poříčí). Řešitel: prof. Bajer; Smluvní partner: Ing. Hugo Thiel

**HSSR12757092 Diagnostika a statická analýza mostu 4325-5A**

Provedení a vyhodnocení diagnostiky spojitě předpjaté mostní konstrukce včetně zhodnocení získaných údajů, následné provedení statické vyspělé analýzy konstrukce včetně nelineárního řešení a návrh vhodného způsobu efektivní rekonstrukce; Řešitel: doc. Klusáček

**HSSR12757093 Diagnostika a statická analýza mostu 122-011**

Provedení a vyhodnocení diagnostiky spojitě předpjaté mostní konstrukce včetně zhodnocení získaných údajů, následné provedení statické vyspělé analýzy konstrukce včetně nelineárního řešení a návrh vhodného způsobu efektivní rekonstrukce; Řešitel: doc. Klusáček

**HS12754006L** Expertní posouzení dokumentace k provedení změny č. 7690 Výměna potrubí SHNČ na 3. a 4. bloku v JE Dukovany

řešitel: doc. Ing. Pavel Schmid, Ph.D.; smluvní partner: ČR - Státní úřad pro jadernou bezpečnost, Senovážné nám. 9, 110 00 Praha 1, IČ 48136069

**HSSR12757106** Expertní posouzení sekundárního těsnění hlavního cirkulačního čerpadla v JE Dukovany - 1. a 2. etapa

řešitel: doc. Ing. Pavel Schmid, Ph.D.; smluvní partner: ČR - Státní úřad pro jadernou bezpečnost, Senovážné nám. 9, 110 00 Praha 1, IČ 48136069

**HS12745013L** Studie v oblasti dopravní situace a systému parkování na území města Boskovice  
Zpracování dopravních průzkumů v městě Boskovice a popis dopravy v klidu na území města

včetně návrhu pro zlepšení situace

#### HS12754041L Dynamická skladba Brno

Stanovení dynamické skladby dopravy na vybraných lokalitách v Brně pro studii proveditelnosti zavedení nízkoe emisních zón statutárního města Brna

#### HS12754051L Dopravní průzkum – odbočení Křížová

Provedení směrového průzkumu v okolí křižovatky Křížová x Vídeňská x Poříčí jako podklad pro rozhodnutí o zrušení levého odbočení z ulice Křížová.

#### HS12754052L Dopravní průzkum – odbočení Vídeňská

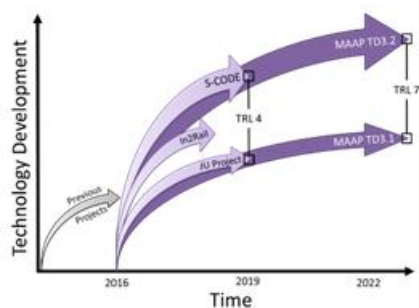
Provedení směrového průzkumu v okolí křižovatky Křížová x Vídeňská x Poříčí jako podklad pro rozhodnutí o povolení levého odbočení z ulice Vídeňská.

Mezi další významné aktivity lze zařadit **mezinárodní projekt H2020, který řeší divize dopravní stavby – železniční stavitelství (ŽEL). Jedná se o projekt S-CODE, Switch and Crossing Optimal Design and Evaluation (Optimální návrh a vývoj výhybek a výhybkových konstrukcí)** - projekt Horizon2020, Shift2Rail-RIA (H2020-S2RJU-OC-2016-01-2)

Konsorcium: DT - Výhybkárna a strojírna, a.s., Ferroviaria, Rhombberg-Sersa Rail Group, Rail Safety and Standards Board, COMSA, Loughborough University, Brno University of Technology, University of Pardubice.

Projekt je zaměřen na radikální vylepšení konstrukcí výhybek a výhybkových konstrukcí v souladu s TD3.2 (Technology demonstrator) – Nová generace výhybek a výhybkových konstrukcí. Základním cílem projektu S-CODE je výzkum, vývoj, validace a počáteční integrace radikálně nové koncepce konstrukce výhybek a výhybkových konstrukcí mající potenciál vést ke zvýšení kapacity, spolehlivosti a bezpečnosti při současném snížení investičních a provozních nákladů. Projekt bude zaměřena na použití pokročilých diagnostických a monitorovacích systémů, na samotnou konstrukci železničního svršku a spodku a na vývoj nového systému ovládání výhybek.

Projekt je řešen v rámci Joint Undertaking Shift2Rail, otevřené výzvy S2R-OC-IP3-01-2016 – Research into new radical ways of changing trains between tracks a bude koordinován společně s výzvou pro členy S2R-CFM-IP3-01-2016 – Research into enhance track and switch and crossing system, projekt IN2TRACK. Vztah obou projektů a úroveň dosažených TRL je na obrázku:



Obr. č. 5 Vztah projektů a úroveň dosažených TRL

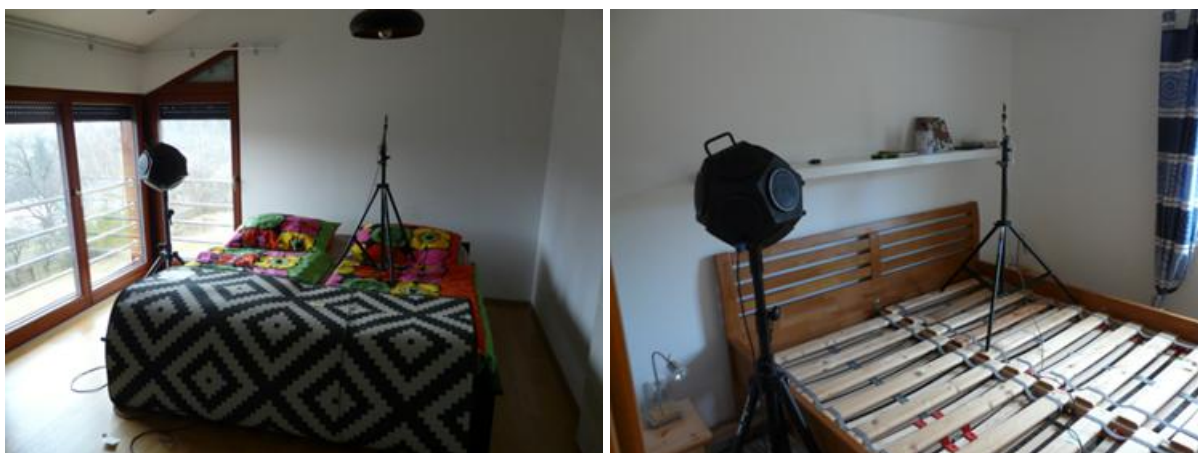
V oblasti pozemního stavitelství probíhá výzkum v oblasti studia materiálových vlastností dřeva a studia chování dřevěných prvků a konstrukcí. Dále v areálu Centra AdMaS probíhá výzkum v oblasti energeticky autonomních staveb (ENVIHUT). Ten disponuje vlastním fotovoltaickým systémem a větrnou turbínou pro výrobu energie. Konstrukce objektu umožňuje variantní záměnu skladeb obvodových stěn a střešního pláště. Využitelnost objektu je především pro výzkum v oblasti konstrukcí dřevostaveb, souvisejících kompozitních systémů a energií (především Hybrid a Off-Grid systémy). V roce 2017 byla zahájena práce na výzkumech „Deformace nestacionárního teplotního pole v obalových konstrukcích domů krytých zemí“ a systému prefabrikovaných vegetačních fasád.



Obr. č. 6 Fotografie modelové stavby ENVIHUT

**V oblasti realizace staveb započalo řešení projektu MPO TRIO FV10075 – Nová technologie vícepodlažních energeticky úsporných budov z lepených sendvičových panelů s možností zakládání na zemních vrstech s využitím technologie prefabrikovaných bytových jader.**

Hlavním cílem řešeného projektu je vývoj nové výrobní technologie pro vícepodlažní objekty na základě inovace stávající progresivní technologie EUROPANEL, tj. stavební systém tvořený z konstrukčních sendvičových lepených panelů, sestavených pouze z tuhé deskové tepelné izolace, oboustranně opláštěné pouhými 15 mm dřevoštěpkové lisované desky. Jedná se o prefabrikovaný, univerzální, jednoduchý stavební systém pro realizaci energeticky úsporných až pasivních dřevostaveb. Základní stavební jednotkou je univerzální panel, který bude použit pro stěnové, stropní, podlahové i střešní konstrukce. Cílem projektu je tedy vývoj pokročilého stavebního systému založeného na nových konstrukčních principech technologie EUROPANEL, které by umožňovaly výstavbu i vícepodlažních, energeticky úsporných budov z lepených sendvičových panelů. Výstavba takových objektů však zahrnuje mnohem náročnější podmínky z hlediska posuzování staveb na základě platné legislativy v oblasti akustiky, požární bezpečnosti i statiky. V roce 2017, v rámci 2. a 3. etapy projektu, proběhla měření stavební vzduchové a kročejové neprůzvučnosti na již zrealizovaných a obývaných objektech. Jednalo se o přípravné měření in-situ za účelem ověření stavebních hodnot neprůzvučnosti na dokončených objektech rodinných domů s tím, že výsledky napoví, zda stejné konstrukční řešení je použitelné i pro mnohem náročnější konstrukce bytových domů.



Obr. č. 7 Fotografie z měření vzduchotěsné neprůzvučnosti dělicí konstrukce z panelů EUROPANEL

**V oblasti matematického modelování** se výzkumní pracovníci zabývali vybranými teoretickými problémy souvisejícími se zaměřením Centra AdMaS, zejména z oblastí diferenciálních rovnic se zpožděním, diferenciální geometrie, homogenizace kvantitativních charakteristik materiálů s pórovitou strukturou a výpočtové optimalizace při navrhování staveb.

**V oblasti divize dopravní stavby – pozemní komunikace (PKO)** probíhalo řešení projektu TAČR TH01011292 Výzkum a aplikace nových technologií stavby a oprav vozovek se sníženou tloušťkou asfaltových vrstev (příjemce VUT v Brně, další řešitelé CONSULTTEST s.r.o., SAINT-GOBAIN ADFORS

s.r.o.) jsou vyráběny a testovány asfaltové trávce vyztužené sklovláknitou mříží. Trávce jsou testovány čtyřbodovým ohybem podle americké normy ASTM 7460. Pro porovnání bylo několik vzorků testováno jiným typem testu, který vzorek namáhal kombinací smyku a ohybu.



Obr. č. 8 Souvrství se sklovláknitou výztuží (vlevo) a bez výztuže (vpravo) po zkoušce dotvarování s dynamickým cyklickým zatěžováním

Bylo zahájeno řešení nového výzkumného projektu TA ČR, který se zabývá využitím kameniva s nižší hodnotou ohladitelnosti do obrusných vrstev vozovek, protože v některých oblastech České republiky je nedostatek kameniva odolného vůči ohlazení. V prvním roce projektu byly navrženy asfaltové směsi s různými kamenivy a životnost protismykových vlastností povrchu zkušebních těles z těchto směsí byla ověřena pomocí speciálního laboratorního zařízení (viz obrázek níže).



Obr. č. 9 Zařízení pro stanovení součinitele tření po ohlazení (vlevo), zkušební těleso z asfaltové směsi (vpravo)

## V rámci VS EGAR probíhalo plnění výzkumných cílů, a to následujícím způsobem:

**Plnění výzkumného cíle:** Měření tepelných a mikroklimatických vlastností budov a dílčích částí staveb (včetně jejich vlastností vzhledem k vnějším i vnitřním podmínkám) s cílem návrhu metodik výstavby a technologií výroby stavebních dílců pro dosažení zejména optimálních energetických a dalších parametrů staveb.

- Metodické vedení pracovní skupiny Smart City statutárního města Brna (pravidelná účast na jednáních - doc. Hirš); průběžná činnost
- Členství v Czech Smart City Clusteru; podpora při metodickém zavádění konceptu Smart City v podmínkách České republiky
- Smluvní výzkum v oblasti posouzení možností snížení energetické náročnosti a implementace obnovitelných zdrojů energie u budov a areálů provozovaných společnostmi STAREZ – SPORT, a.s.  
Přístrojové vybavení: termovizní kamera, ústředny pro připojení k PC (komplet pro měření vlastností vnitřního prostředí budov), SW pro simulaci budov
- Smluvní výzkum v oblasti zajištění měření vnitřního prostředí vybraných objektů Vojenského výzkumného ústavu s.p.; monitoring a ergonomie vnitřního prostředí armádního stanu typu HF-46A  
Přístrojové vybavení: ústředny pro připojení k PC (komplet pro měření vlastností vnitřního prostředí budov)
- Výzkumný projekt GAČR – Novodobé koncepty klimaticky aktivních solárních fasád integrujících pokročilá materiálová řešení; instalace v centru AdMaS; průběžné řešení a vyhodnocování projektu  
Přístrojové vybavení: hala P4 centra AdMaS, Laboratorní pracovní stanice HP Workstation Z820 včetně příslušenství, ústředny pro připojení k PC (komplet pro měření vlastností vnitřního prostředí budov)
- Výzkumný projekt TAČR – Centrum kompetence – Inteligentní regiony – informační modelování sídel, technologie a infrastruktura pro udržitelný rozvoj; průběžné řešení a vyhodnocování projektu  
Přístrojové vybavení: hala P4 centra AdMaS; Laboratorní pracovní stanice HP Workstation Z820 včetně příslušenství, Multifunkční ústředna pro energetickou analýzu TZB
- Smluvní výzkum v oblasti selekčního a návrhového programu pro komínové tlumiče hluku firma Schiedel  
Přístrojové vybavení: hala P4 centra AdMaS
- Interní výzkum řeší např. následující témata:
  - Integrace infračerveného senzoru pro monitorování efektivní teploty oblohy jako alternativní, integrovaná a levnější metoda ke sledování pomocí komerčního pyromeometru,
  - Účinnost a aplikace balících komponentů na báze kartónu ze současných materiálů obalového průmyslu pro využití v budoucích obnovitelných formách tepelných izolací budov.

**Plnění výzkumného cíle:** Vývoj nových technologií v oblasti odvádění a čištění odpadních vod, úpravy pitné vody a její distribuce, nakládání s odpady, vývoj nových postupů pro využití energie z odpadních vod, odpadů a kalů vznikajících při čištění odpadních vod.

- Spolupráce s pivovarem Černá Hora; instalace a provoz pilotního zařízení anaerobního reaktoru s membránovou separací; vývoj nových technologií čištění průmyslových odpadních vod s vysokým obsahem organických látek; v roce 2017 spolupráce ukončena výzkumnou zprávou  
Přístrojové vybavení: Pilotní zařízení anaerobního reaktoru
- Smluvní výzkum v oblasti provádění kontinuálního měření na kanalizační síti, dodávka validovaných a autorizovaných dat s vyhodnocením přínosů projektu Rekonstrukce a dostavba kanalizace v Brně  
Přístrojové vybavení: Vybavení pro inspekci inženýrských sítí
- Řešení smluvního výzkumu v oblasti provádění kontinuálního měření na kanalizační síti,



dodávka validovaných a autorizovaných dat s vyhodnocením přínosů projektu Rekonstrukce a dostavba kanalizace v Brně

Přístrojové vybavení: Zařízení pro měření průtoků a automatizovaný odběr vzorků s měřením základních elektrochemických veličin odpadních vod v kanalizačních sítích a na ČOV

- V roce 2017 pokračování řešení smluvního výzkumu v oblasti monitoringu a optimalizace kanalizačních sítí v lokalitách Sudice, Znojmo, Kroměříž.  
Přístrojové vybavení: Zařízení pro měření průtoků a automatizovaný odběr vzorků s měřením základních elektrochemických veličin odpadních vod v kanalizačních sítích a na ČOV; Vybavení pro inspekci inženýrských sítí
- V roce 2017 pokračování výzkumu „Odstraňování antibiotik z matrice pitné vody pomocí pokrokových oxidačních procesů“  
Přístrojové vybavení: Pilotní AOP jednotka, hala P4 centra AdMaS
- Publikační činnost v oblasti definované TA s různými partnery
- Smluvní výzkum se společností Bionic v oblasti mikrovlnné depolymerizace odpadních materiálů se zaměřením na zpracování kalů z ČOV  
Přístrojové vybavení: hala P4 centra AdMaS, Vybavení stacionární analytické laboratoře technologií městského inženýrství
- Smluvní výzkum s firmami Herolds, Huber a VH Atelier v oblasti využití energetického potenciálu odpadní vody v rámci řešení tepelného výměníku pro multifunkční budovu v Brně

**Plnění výzkumného cíle:** Vytvoření geodetické, fotogrammetrické a metrologické podpory stavební činnosti a výzkumu (zaměřování stavebních konstrukcí a přírodních objektů, tvorba prostorových modelů z leteckých i pozemních snímačů - letecký skener Lidar, pozemní skenery, svazkové kamery, stanovení přesné geometrie jednotlivých prvků, dílů, konstrukcí a staveb, kalibrace malých i velkých rozměrů). Stanovení absolutní prostorové polohy stavebních konstrukcí a dalších objektů, sledování jejich krátkodobých i dlouhodobých změn s využitím globálních navigačních satelitních systémů (GNSS - GALILEO, GPS, GLONASS).

- V roce 2017 bylo plnění cílů TA v oblasti geoinformatiky zastoupeno zejména řešením smluvního výzkumu využití technologií 3D skenování v rámci liniových staveb. Ve spolupráci s Dopravním podnikem města Brna, a.s. pokračuje řešení projektu na téma zajištění prostorové polohy koleje tramvajových tratí. Pro Správu železniční dopravní cesty testovány další možnosti využití technologie mobilního mapování (laserové skenování) v podmínkách provozovatele kolejí. Projekty smluvního výzkumu byly zaměřeny především na problematiku reflexibility objektů při využití leteckého laserového systému LIDAR.  
Přístrojové vybavení: Systém obecně orientovaných snímků, Mobilní mapovací systém, LIDAR, přenosný mapovací systém, Diskové pole, hala P4 centra AdMaS

**Plnění výzkumného cíle:** Ověřování praktických aplikací terénních a laboratorních měření, vyhodnocování (včetně matematického modelování) a vývoje metodik v oblasti geotechnických metod průzkumu a diagnostiky základových podmínek staveb, a to jak z hlediska návrhu staveb, tak i při jejich sanaci a analýze životnosti

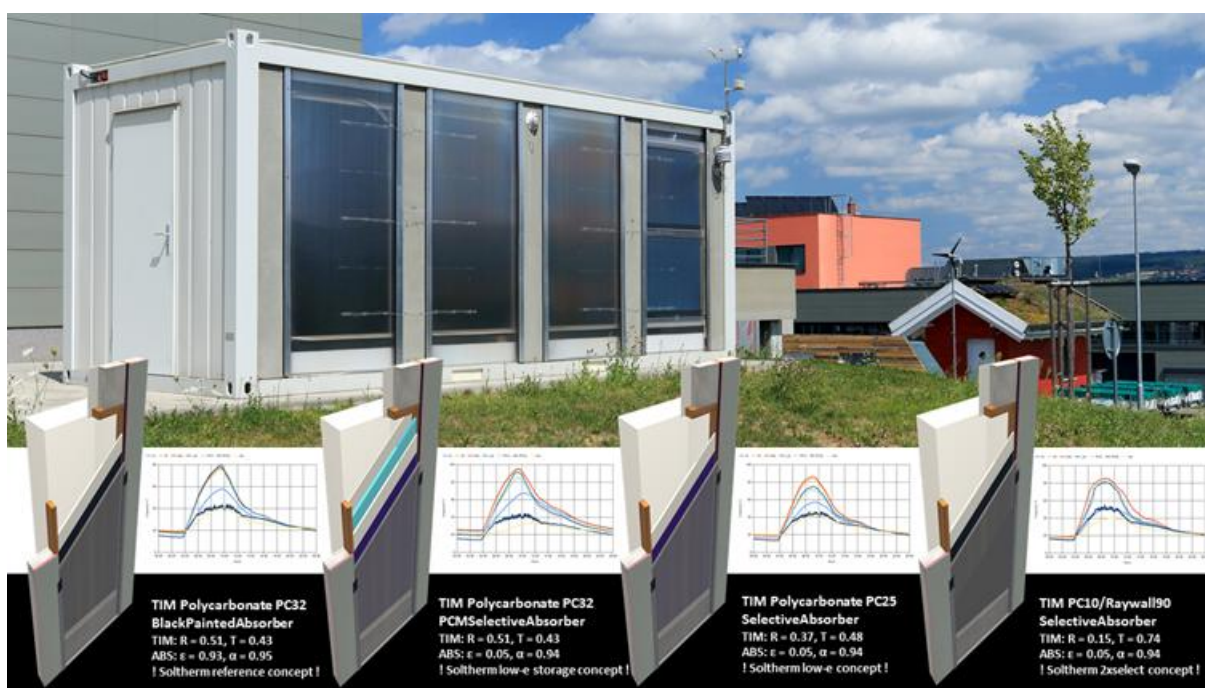
- v roce 2017 bylo zahájeno řešení projektu Vytvoření partnerské kooperace mezi firmou GEOTest a regionálním výzkumným centrem AdMaS., reg. č. CZ.01.1.02/0.0/0.0/15\_013/0004874.  
Přístrojové vybavení: Triaxiální automatizovaný systém, Systém pro měření pórového tlaku horninového masívu, 3D in-place inklinometr/extenzometr pro měření horizontální a vertikální deformace horninového masívu, Centrální datalogger pro měřený profil a zařízení pro dálkový přenos dat, Zařízení pro měření trhlin (strunový defermometr), Povrchový náklonoměr (2-osý), Tlakové podušky pro měření tlaku vyvozeného nadloží + datalogger

#### Příklady VaV činnosti VS EGAR v roce 2017

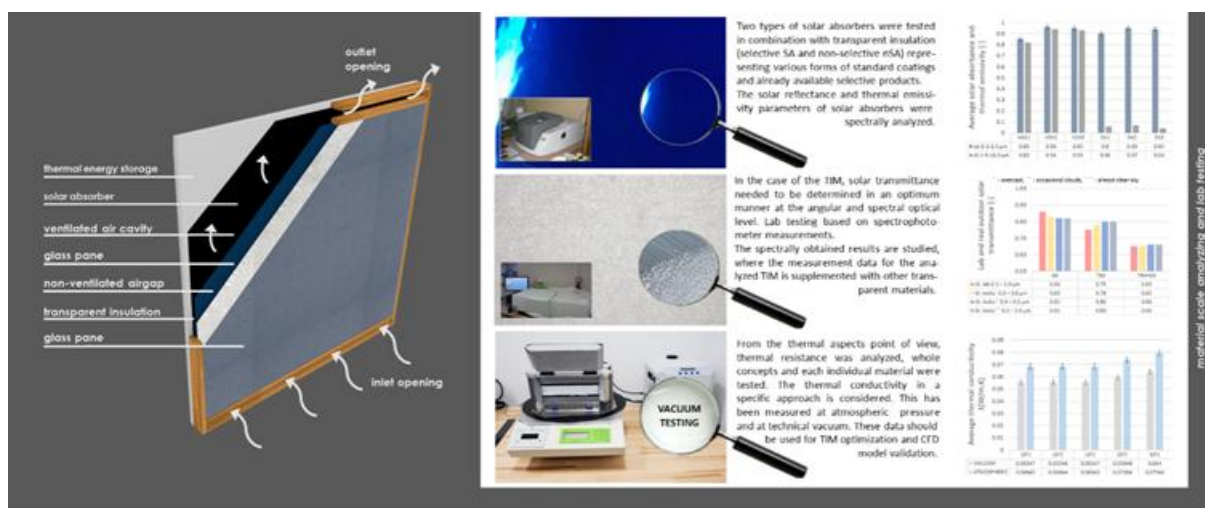
1. Pokračuje řešení projektu GAČR, č. 16-02430Y: „Novodobé koncepty klimaticky aktivních solárních fasád integrujících pokročilá materiálová řešení“.

V rámci projektu probíhají dlouhodobá měření na mobilní experimentální sestavě, testování a optimalizace novodobých konceptů solárně aktivovaných fasád ve full-scale režimu. Je zde možné sledovat interakci mezi vnitřním prostředím udržovaným v testovací buňce, experimentálním stavebním komponentem a vnějším prostředím. Řešeno bylo např.:

- stanovení tepelně-technických a optických vlastností integrovaných materiálů fasádního solárního panelu
- numerické modelování, optimalizace a testování klimaticky aktivního solárního prvku ve vztahu k dynamickým účinkům okolního prostředí a vlivu tepelného záření



Obr. č. 10 Mobilní experimentální full-scale testovací sestava solárně aktivovaných fasád a jejich konceptů



Obr. č. 11 Vývoj a testování solárního fasádního prototypu integrujícího transparentní tepelné izolace, selektivní absorbery, progresivní vrstvy s akumulací latentního tepla

2. Experimentálně byla ověřena a optimalizována aplikace IR senzoru jako substitute pyrogeometra, kterou lze využít v mnoha oblastech diagnostiky budov, zejména pro monitorování složky tepelného záření s potenciálním výhledem aplikace v rozvoji diagnostických a monitorovacích metodik a nástrojů v budovách a regionech. S tím pak souvisí cenově dostupnější forma monitoringu energetické bilance zářivých toků oblohy pro kvantifikaci a modelování výsledných energetických toků budov a regionu v interakci s okolním venkovním prostředím.
3. Byla provedena podrobnější analýza tepelné a environmentální účinnosti současných materiálů obalového průmyslu pro využití v budoucích obnovitelných formách tepelných izolací budov. Cílem bylo zhodnocení tepelně-izolačních a environmentálních vlastností

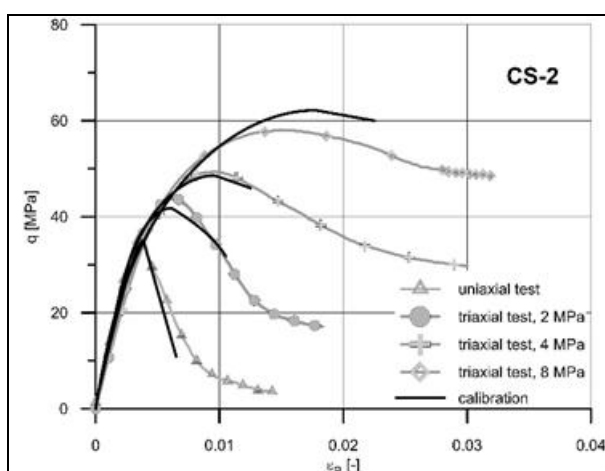
vybraných obalových komponentů na bázi kartónů dostupných na českém a slovenském trhu a získaných zejména jako odpad a jejich porovnání s běžnými izolačními materiály.

4. Byl zahájen vývoj testovací infrastruktury pro výzkum inteligentního fasádního systému, solárně aktivované fasády s adaptativními funkcemi pro kombinované hybridní systémy BiPV/T a BiPV-PCM integrované do obvodových plášťů budov.
5. Pokračuje řešení projektu TAČR TE02000077 – Inteligentní regiony – informační modelování budov a sídel, technologie a infrastruktura pro udržitelný rozvoj. Hala P4 je mimo další objekty jednou z pilotních hal, kde probíhá ucelené měření vnitřního klimatu, energetický monitoring atd.
6. V roce 2017 bylo zahájeno řešení projektu Vytvoření partnerské kooperace mezi firmou GEOtest a regionálním výzkumným centrem AdMaS., reg. č. CZ.01.1.02/0.0/0.0/15\_013/0004874. Projekt se zabývá problematikou geotechnického monitoringu a jeho vyhodnocením. Úkolem projektu je vhodně detekovat a řešit problémy podzemních staveb ve složitých přírodních podmínkách a správně nastavit mechanismy detekce negativních vlivů, což představuje určení limitních hodnot sledovaných parametrů. Významným prvkem předávání znalostí v rámci projektu bude i možnost vyzkoušet monitorovací prvky na experimentálním polygonu kontrolního geotechnického monitorovacího systému vybudovaného pro vybrané úseky primárního kolektoru v Brně, čili metody kontrolního sledování a inverzní analýzy.

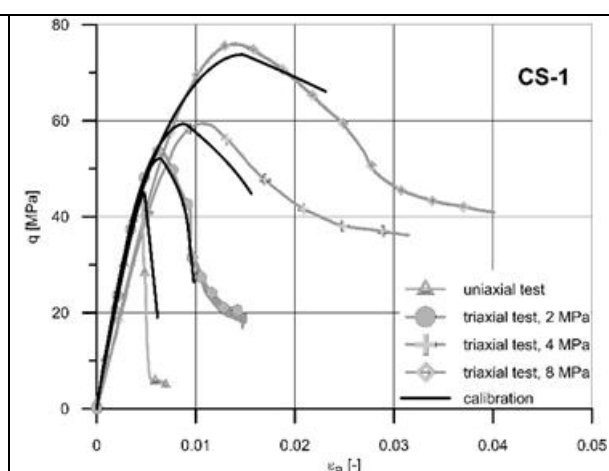
Z realizovaných laboratorních zkoušek bylo možné extrahovat základní hodnoty pro kalibraci SC modelu v podmínkách triaxiální napjatosti se zpevňováním materiálu. Triaxiální zkouška simuluje reálnou napjatost kolektorového ostění. Získané parametry budou použity při numerickém modelování (metodou konečných prvků) sledované konstrukce v dalších fázích projektu.

Tab. 4 Sady kalibrovaných parametrů vstupních hodnot SC modelu pro obě lokality

Parametr	Označení	Jednotky	Š12	Š13A
Modul pružnosti vyztuženého betonu	E28	MPa	15500	13500
Poissonovo číslo	$\nu$	-	0,2	0,2
Prostá tlaková pevnost vyztuženého betonu	$f_{c,28}$	MPa	36	44
Tahová pevnost vyztuženého betonu	$f_{t,28}$	MPa	2,4	3,8
Normalizovaná počátečně mobilizovaná pevnost	$f_{c0n}$	MPa	0	0
Přetvoření při zplastizování v prostém tlaku	$\epsilon_{cpp}$	-	0,0016	0,0015
Parametr nárůstu $\epsilon_{cp}$ se středním napětím	$a$	-	24	18
Maximální úhel vnitřního tření	$\phi_{max}$	°	39	40



Obr. č. 12 Porovnání jednotlivých zkoušek a výsledků simulací SH modelu pro Š12



Obr. č. 13 Porovnání jednotlivých zkoušek a výsledků simulací SH modelu pro Š13A

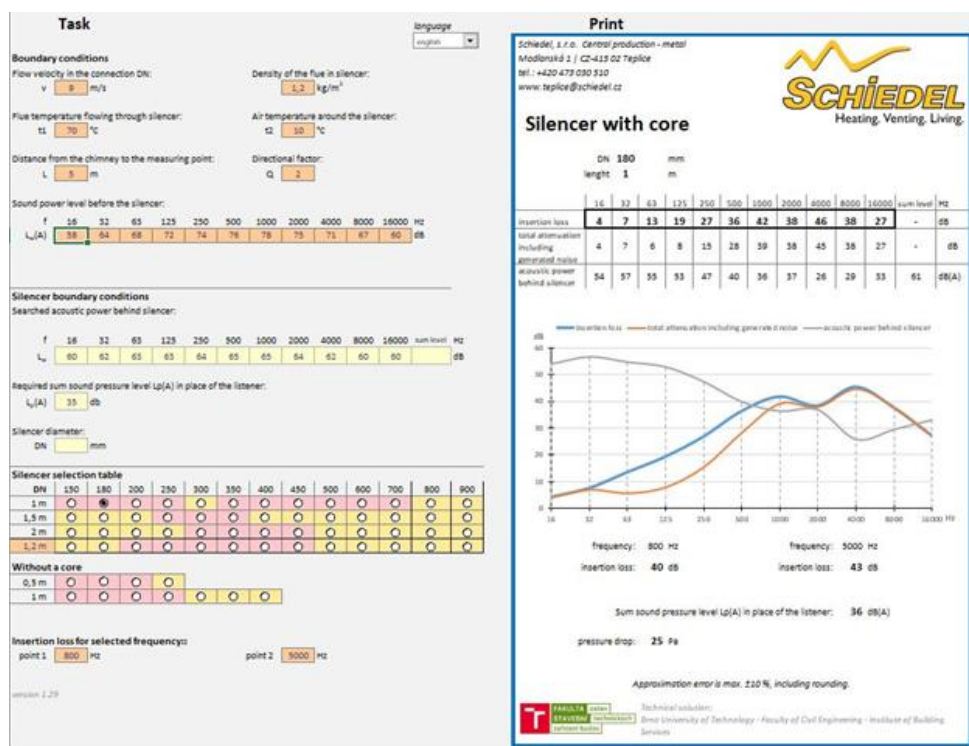
V rámci spolupráce VS EGAR s aplikační sférou byly řešeny následující významné projekty smluvního výzkumu:

1. Výzkumným úkolem bylo podle SoD vypracování matematického výpočtu útlumu hluku výrobkové řady absorpčních tlumičů hluku objednatel na základě podkladů dodaných objednatel. Konkrétně byl vypracován komplexní výpočet útlumu hluku včetně vlastního hluku tlumiče a jeho tlakové ztráty při proudění spalin tlumičem.

Výstupem tohoto výzkumného úkolu je Selekční a návrhový program pro komínové tlumiče hluku firmy Schiedel. Jedná se o návrhový program řešený v rámci spolupráce s výrobní firmou Schiedel s.r.o. Na základě zadaných vstupních dat požadavku na útlum, či rychlosti proudění program umožňuje výpočet a následnou selekci konkrétních komínových tlumičů výrobce. Výstupem je tlumič s grafickým vyjádřením svých akustických vlastností, zejména vloženého útlumu po definovaných frekvencích, vlastní hluk tlumiče a jeho tlaková ztráta v závislosti na dopravovaném množství vzdušiny. Program je určen pro návrh komínového tlumiče hluku projektanty a odbornou veřejností.



Obr. č. 14 Měřící trať a ukázka měření reálných vlastností vybraných vzorků tlumičů výrobce firmy Schiedel



Obr. č. 15 Ukázka z výstupu realizovaného selekčního softwaru zpracovaného pro výrobce firmy Schiedel

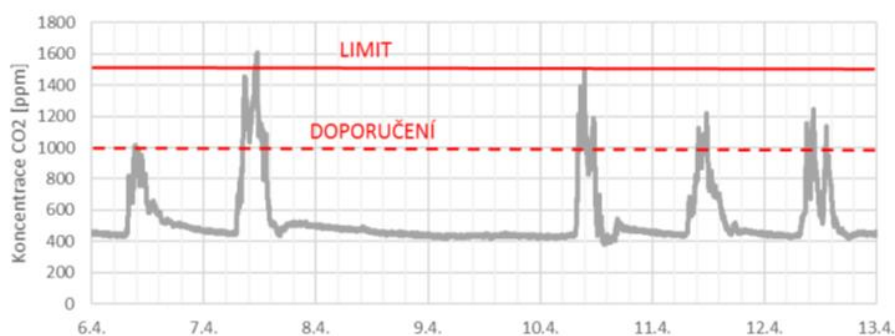
2. Výzkum využitelnosti zařízení „Bionicfuel“, unikátního zařízení, které funguje na principu mikrovlnné depolymerizace. Cílem výzkumu je např.:
  - rešeršní činnost využití uhlíku jako výstupního produktu mikrovlnné depolymerizace
  - optimalizace postupu přípravy různých materiálů pro mikrovlnnou depolymerizaci formou peletizace
  - vyhledávání a příprava grantových projektů pro testování pilotních jednotek v různých aplikačních oblastech (zejména využití odpadů ze stavebnictví, kalů z čištění odpadních vod, apod.)
  - ekonomická analýza procesu Bionicfuel
  - publikační činnost využitelnosti zařízení Bionicfuel na odborných akcích



Obr. č. 16

3. Město Židlochovice; analýza vnitřního prostředí vybrané třídy základní školy a školky v obci Židlochovice a to na základě dat z měření v tzv. „přechodném období“ kalendářního roku. Byly sledovány parametry vnitřního mikroklimatu, které byly porovnány s legislativními požadavky.

Přístrojové vybavení: ústředny pro připojení k PC (komplet pro měření vlastností vnitřního prostředí budov)



Obr. č. 17 Vývoj koncentrace oxidu uhličitého v učebně

4. Magistrát města Brna; provádění kontinuálního měření na kanalizační síti, dodávka validovaných a autorizovaných dat s vyhodnocením přínosů projektu Rekonstrukce a dostavba kanalizace v Brně.

Přístrojové vybavení: Měření průtoků a automatizovaný odběr vzorků s měřením základních elektrochemických veličin odpadních vod v kanalizačních sítích a na ČOV



Obr. č. 18 Instalovaná laserová sonda ISCO

5. STAREZ-SPORT,a.s. - Rámcové posouzení možností snížení energetické náročnosti a implementace obnovitelných zdrojů energie u budov a areálů provozovaných společností. Přístrojové vybavení: termovizní kamera, ústředny pro připojení k PC (komplet pro měření vlastností vnitřního prostředí budov), SW pro simulaci budov
6. HEROLDS, HUBER, VH Atelier; využití energetického potenciálu odpadní vody v rámci řešení tepelného výměníku pro multifunkční budovu v Brně

V rámci **Matematického Modelování** skupina dlouhodobě spolupracuje s ostatními VS a poskytuje teoretické a numerické nástroje k naplnění praktičtějších cílů jednotlivých VS. Stejně tak probíhala spolupráce s dalšími VS i v roce 2017.

Cíle VS MM, zmíněné v TA, které se v roce 2017 dařilo plnit samostatně, jsou hlavně:

1. rozpracování a zdokonalení metod návrhu nových konstrukcí (včetně zesilování stávajících) s ohledem na dodržení kritérií spolehlivosti a funkčnosti, udržitelného rozvoje a posuzování životnosti
2. formulace matematických, fyzikálních i výpočtových modelů procesů a jevů podstatných pro kvantifikaci spolehlivosti, životnosti a trvanlivosti stavebních konstrukcí
3. zdokonalení a aplikace ucelené metodiky komplexní analýzy prvků z cementových kompozitů

V podstatě veškeré publikace uvedené níže jsou výsledkem snah o naplnění uvedených cílů.

1. Výzkumná činnost části týmu MM byla opět zaměřena na mnoho dílčích témat souvisejících s problematikou stavebních konstrukcí. Následující položky shrnují popis činnosti nejvýznamnějších skupin v rámci týmu MM.

Jedním z tradičně silných témat je lomová mechanika. Skupina, zabývající se touto tematikou, se zaměřila na prohloubení vybraných aspektů lomově-mechanických experimentů, jejich vyhodnocování a numerické simulace. Jednalo se o různé konfigurace lomových testů, variace tvaru zkušebních těles i koncentrátorů napětí, přičemž se vyhodnocení týkalo dlouhé řady materiálů. Z hlediska zatěžování zkušebních těles byly vedle kvazistatického působení hodnoceny i únavové zkoušky materiálů, s korekcí výsledků pomocí aproximací vlivu stárí na hodnoty základních parametrů.

Primárně byly využívány konfigurace lomových testů tříbodově namáhaných zkušebních těles s koncentrátorem napětí typu zářez v oblasti tažených vláken (3PB). V případě těles šlo nejčastěji o hranoly se standardním přímým zářezem, doplnění však činila válcová tělesa s Chevronovým vrubem (šípový zářez) a tělesa pro zkoušku Brazílským diskem. Pro válcová tělesa s Chevronovým vrubem bylo odvozeno několik obecnějších výrazů pro plochu ligamentu.

Další konfiguraci představoval modifikovaný lomový test excentrickým tahem (Compact Tension). Úprava konfigurace této zkoušky k jejímu využití pro kvazikřehké materiály spočívá ve změně excentricity tahové síly způsobující výrazné změny v rozložení napětí ve zkušebním tělese. Experimenty navazují na parametrickou studii zaměřenou

na optimalizaci způsobu zatěžování vzorků excentrickým tahem se zahrnutím vlivu velikosti a hledání vhodné délky iniciačního zářezu pro tento způsob zatěžování. Vlastní pilotní experimenty byly prováděny na univerzálním zkušebním trhacím stroji LabTest 6.1000, který je umístěn v Centru AdMaS FAST VUT v Brně v objektu P1 – viz Obr. č.19.

Zkoumanými materiály byly především: betony na bázi cementu a s klasickým plnivem, betony s kamenivem z druhotných surovin, jemnozrnné kompozity na bázi alkalicky aktivované strusky, cementové a vápenné malty.

U vybraných jemnozrnných cementových kompozitů byla pozornost zaměřena na přechodovou zónu (ITZ), což je oblast cementové pasty v okolí jejího rozhraní se zrnem kameniva, jejíž specifické vlastnosti mohou mít významný dopad na výsledné chování kompozitu s trhlinou blížící se pod působícím zatížením právě tomuto rozhraní. Byla zkoumána základní mikrostruktura ITZ použitím rastrovacího elektronového mikroskopu MIRA3 TESCAN v centru AdMaS a analyzováno chování takového kompozitu pomocí numerického modelování.



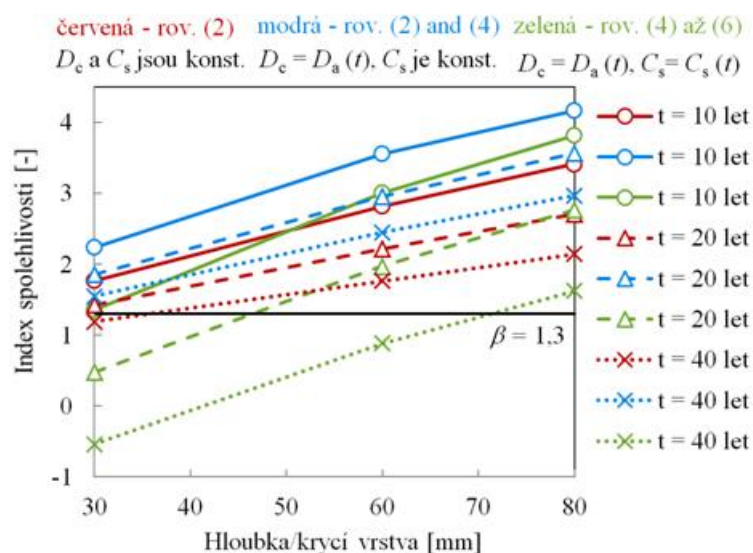
Obr. č. 19 Celkový pohled na zkušební lis s tělesem a vybrané detaily z experimentů

Dále byla zkoumána odezva betonových těles zatížených/poškozených požárem. Šlo o zkušební tělesa odebraná z experimentálních panelů, pro jejichž teplotní zatížení byly využity pece na požární zkoušky stavebních materiálů a malorozměrových dílců, jež jsou součástí centra AdMaS.

2. V roce 2017 byla VaV činnost zaměřena také na problematiku pravděpodobnostního výpočtu degradace a únosnosti betonových konstrukcí. Skupina, zabývající se tímto tématem dlouhodobě, se zaměřila zejména na problematiku pravděpodobnostního modelování prostupu chloridů betonem a prognózu životnosti železobetonových konstrukcí s důrazem na některé dílčí problémy, jako jsou časová závislost difúzního koeficientu  $a$ /nebo koncentrace chloridů na povrchu betonu, modelování synergie degradačních procesů, nebo vliv vzájemné statistické korelace vstupních veličin na úroveň spolehlivosti.

Jako nejčastější příčina degradace železobetonových konstrukcí je obvykle uváděna koroze ocelové výztuže. Tato problematika velmi úzce souvisí s posuzováním nebo plánováním životnosti konstrukcí, což nabývá na významu také v souvislosti s hodnocením nákladů životního cyklu staveb, i s problematikou kvality ve stavebnictví. Koroze výztuže je v našich podmínkách nejčastěji způsobena průnikem chloridů z posypových solí při zimní údržbě silnic. Průnik chloridů betonem je komplexní jev a jeho přesný a výstižný popis je

mnohdy založen na složitých matematických modelech, které však nejsou vhodné pro běžné použití v inženýrské praxi. Existují i jednodušší analytické modely, které však mnohdy nemohou poskytnout dostatečně věrné prognózy průniku chloridů v řadě reálných případů. Proto bylo prováděno hodnocení a srovnání difuzních modelů průniku chloridů s důrazem na časovou závislost vstupních veličin – difuzního koeficientu a povrchové koncentrace chloridů. Byla prokázána vysoká citlivost těchto veličin na vyčíslovanou koncentraci chloridových iontů v dané hloubce a čase, proto byl studován i vliv vzájemné statistické korelace vstupních veličin na výslednou úroveň spolehlivosti konstrukce. Výsledky prováděných analýz byly publikovány v recenzovaném časopise BETON TKS a na mezinárodních konferencích ICOSAR a NTCC.



Obr. č. 20 Vliv časové proměnlivosti difuzního koeficientu a koncentrace chloridů na index spolehlivosti pro různé krycí vrstvy a stáří konstrukce

Důležitým aspektem modelování degradačních jevů je rovněž působící mechanické zatížení, jehož vlivem dochází ke změně pórové struktury betonu a vzniku či rozvoji trhlin, čímž je rychlost procesů degradace značně ovlivněna. Pozornost byla tedy zaměřena i na rozšíření existujících analytických modelů o vliv mechanického zatížení. Výsledky modelování byly srovnány s měřeními na reálných konstrukcích a publikovány v impaktovaném časopise *Computers and Concrete*.

Úroveň spolehlivosti, popsanou pomocí pravděpodobnosti poruchy nebo indexu spolehlivosti, je možné stanovit s využitím klasických simulačních či aproximačních metod, a to i v případech, kdy je odezva konstrukce stanovena na základě výpočtu založeném na metodě konečných prvků. Důležitým krokem při tvorbě modelu je správná definice vstupních náhodných veličin včetně zohlednění jejich vzájemné korelace. Proto byly srovnávány různé metody stanovení ukazatele citlivosti při stanovení vybraných návrhových parametrů v rámci inverzní analýzy spolehlivosti předpjatého mostu. Výsledky byly prezentovány na mezinárodní konferenci ICOSAR.

3. Dalším důležitým tématem byl v roce 2017 výzkum únavy ocelových konstrukcí, zejména mostů. Byly porovnány přístupy prokazování spolehlivosti konstrukcí vystavených dominantním účinkům statického zatížení s přístupy zaměřené na únavové mezní stavy, které je třeba u mostních nosných konstrukcí prokazovat. Byly zkoumány výpočtové modely pro analýzu únavové odolnosti mostů, které byly navrženy v minulém století na základě relativně nedokonalých návrhových metod, a které jsou v současnosti zatěžovány nepřiměřenými nápravovými hmotnostmi s nadměrně vysokou četností přejezdů vozidel, se kterou se nepočítalo v době návrhu.

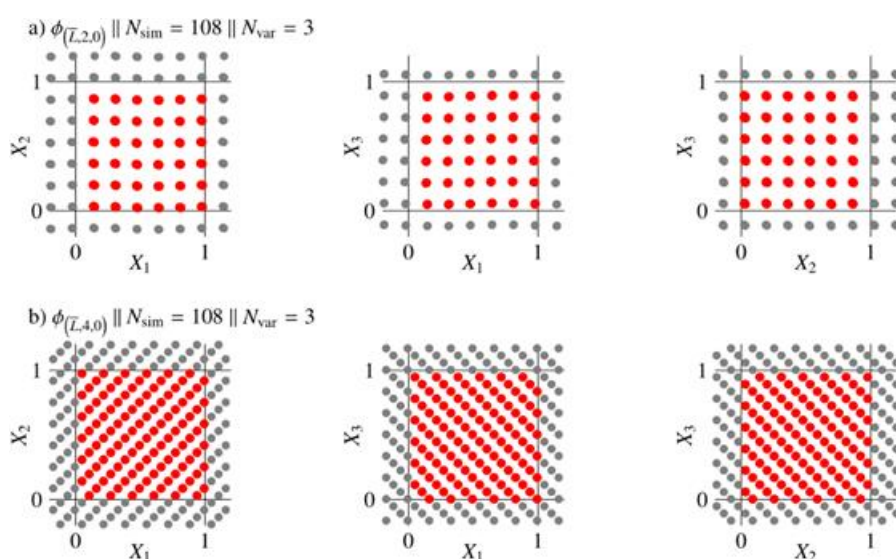
Výzkum se soustředil na ohodnocení spolehlivosti ocelových konstrukčních prvků zejména s pomocí indexu spolehlivosti, který je široce využitelný jak v analytických, tak v numericko- simulačních přístupech, a je považován za názornější veličinu než pravděpodobnost poruchy. Index spolehlivosti vyhodnocuje spolehlivost na základě variability experimentálních měření. Oproti posouzení spolehlivosti na základě pravděpodobnosti poruchy poskytuje index spolehlivosti lepší možnosti zahrnutí dalších



typů vědomostních neurčitostí, které nemají simulační data nebo experimentální měření, a je třeba je interpolovat nebo extrapolovat, aby bylo možné předpovědět odpovídající odpovědi.

Jedním ze základních omezení těchto přístupů je předpoklad analytických funkčních vztahů založený na dvou-parametrických Gaussových nebo log-normálních funkcích hustoty pravděpodobnosti, které jsou základem běžných pravděpodobnostních analýz posouzení mezních stavů. Obecněji se setkáváme s náhodnými veličinami, jejichž tvary funkcí hustoty pravděpodobnosti jsou přibližně zvonovité s malými hodnotami šikmosti a špičatosti. Za tímto účelem byla, na základě rešerše literatury, odvozena Hermitova funkce hustoty pravděpodobnosti, která velmi dobře aproximuje histogramy s přibližně zvonovitým rozdělením hustoty pravděpodobnosti s malou hodnotou šikmosti a špičatosti. Pro hodnoty šikmostí a špičatostí, které se více odchyľují od Gaussova rozdělení hustoty pravděpodobnosti, byly zpracovány numerické studie, které vymezily definiční obory Hermitovy funkce hustoty pravděpodobnosti, a byla definována tzv. Useknutá Hermitova funkce hustoty pravděpodobnosti. Useknutá Hermitova funkce hustoty pravděpodobnosti byla aplikována v příkladové studii, ve které byl identifikován nezanedbatelný vliv šikmosti a špičatosti na časově závislou pravděpodobnost poruchy mezního stavu únavy. Bylo prokázáno, že zahrnutí vlivu šikmosti a špičatosti může být důležitou součástí pravděpodobnostní analýzy mezních stavů ocelových konstrukcí.

Příklad vyhodnocený s užitím lineární lomové mechaniky a metody Latin Hypercube Sampling ukázal, že únavová odolnost ocelového prvku s počáteční náhodnou trhlinou vykazuje nezanedbatelné hodnoty šikmosti a špičatosti, a že funkci hustoty pravděpodobnosti náhodné odolnosti, která byla testována Pearsonovým chí-kvadrát testem, nelze spolehlivě aproximovat log-normální funkcí hustoty pravděpodobnosti.

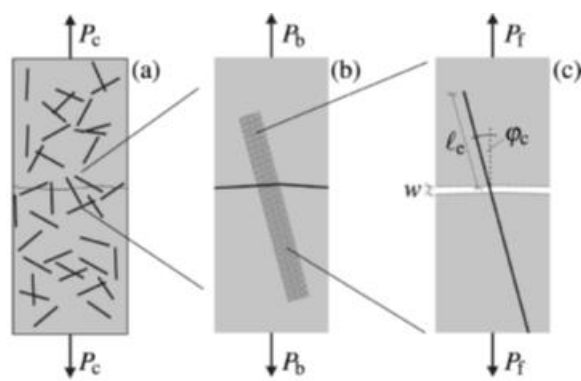


Obr. č. 21 Tři vzájemně ortogonální projekce optimalizovaného 3D návrhu: a) původní kritérium s mocninou  $p = 2$ , b) nadkritická mocnina potenciální energie  $p = N_{var} + 1$

- Rovněž byla zpracovávána témata z oblasti návrhu experimentů (DoE – design of experiments). Byla vyvíjena technika tvorby návrhu pomocí dynamické simulace interagujících částic, které se vzájemně odpuzují. Jednotlivé nabitě částice reprezentují body v jednotkové hyperkrychli, která je současně návrhovou oblastí. Souřadnice bodů v oblasti lze použít přímo jako souřadnice optimálního návrhu. Závislost odpudivé síly na vzdálenosti části je odvozena z kritéria optimality, které lze chápat jako celkovou potenciální energii systému. Derivací výrazu pro každý pár částic podle radiální vzdálenosti je získán právě potřebný konstitutivní zákon. Metoda se ukázala jako nesmírně efektivní. Systém začíná z náhodného rozmístění částic a vzájemné silové působení zapříčiňuje pohyb částic. Systém je tlumený, takže se ustálí v konfiguraci, která odpovídá buďto stavu s minimální potenciální energií nebo v metastabilním stavu s malou potenciální energií. Paralelizace algoritmu pomocí prostředí CUDA na GPU kartách vede k efektivní implementaci, která dosáhne ustáleného řešení v krátkém reálném čase. Výzkumná skupina uplatnila dřívější zkušenosti s vývojem PAE kritéria optimality, kde byly zavedeny

periodické okrajové podmínky. I v dynamické simulaci je třeba použít trik s periodickou metrikou (metoda známá v molekulární dynamice jako „minimum image convention“). Tím se odstraní vliv okrajů a dosáhne se skutečné statistické uniformity pravděpodobnosti výskytu částice přes celou návrhovou oblast. Práce se zaměřila na odvození vhodné mocniny v předpisu pro potenciální energii tak, aby byla zajištěna vyváženost podílu krátkých interakcí a interakcí částic na velkých vzdálenostech. Bylo ukázáno, že mocnina inverzní Euklidovské vzdálenosti musí přesáhnout kritickou mez, která je rovna dimenzi řešené oblasti,  $N_{var}$ . Jako optimální volba se jeví mocnina  $p = N_{var} + 1$ . Obr. č. 21 ukazuje, že při použití příliš nízké mocniny konstitutivního zákona body mají tendenci se uspořádat do pravidelných ortogonálních rastrů, zatímco při použití dostatečné mocniny se body uspořádávají do sobě-podobných zobecněných triangulárních gridů.

5. Dalším rozvíjeným tématem byl vývoj víceúrovňového pravděpodobnostního modelu trhlinového můstku v cementových kompozitech vyztužených krátkými svazky skleněných vláken (glass fiber reinforced concrete – GFRC). GFRC je moderním alternativním materiálem, který má rozšířit aplikační sféru cementových kompozitů o tenkostěnné prvky tím, že zmírňuje požadavky na tloušťku krycí vrstvy výztuže klasického železobetonu. Poskytuje značnou tvarovou flexibilitu výsledných výrobků. Použití krátkých svazků vláken značně zvyšuje použitelný deformační rozsah, a navíc zvyšuje odolnost proti šíření trhlin. Nahodilost a neuspořádaná struktura výztuže volá po použití pravděpodobnostních přístupů. Modelování, a tedy i vývoj postupů pro návrh a posouzení je značně zkomplikováno faktem, že nelze oddělit měřítka vnitřních struktur a např. trhlin. Přijatelnou alternativou k jednoduchým kontinuálním modelům jsou víceúrovňové modely, kde základní jednotkou je trhlinový můstek, tedy trhlina přemostěná svazky vláken. Byl vyvinut pravděpodobnostní model pro trhlinový můstek. Výsledky získané s vyvinutým modelem jsou porovnány s výpočty získanými pomocí diskrétního modelu s detailním rozlišením jednotlivých svazků vláken. Diskrétní model je výpočtově velmi náročný a publikace ukazuje, že vyvinutý víceúrovňový pravděpodobnostní model poskytuje identické výsledky. Tahová pevnost a smyková pevnost rozhraní mezi vlákny a maticí jsou modelovány jako náhodné veličiny stejně jako geometrické parametry výztužných svazků. Rovněž je korektně uváženo, že počet výztužných svazků přemostujících trhlinu je náhodný, což zvyšuje variabilitu pevnosti trhlinového můstku.

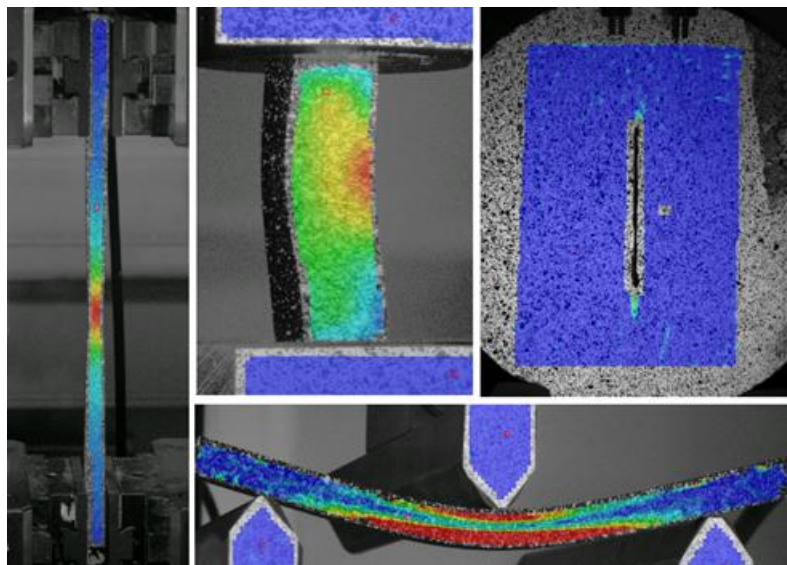


Obr. č. 22 Víceškálový přístup k modelování GFRC: (a) trhlina v kompozitu přemostěná několika mnohavláknitými svazky; (b) svazek vláken; (c) jednotlivé vlákno s popisem náhodné geometrie vzhledem k trhlině.

#### Informace o využití nakoupeného přístrojového vybavení

- ARAMIS

Přístroj pro měření 3D deformací byl využíván při tahových, tlakových a ohybových zkouškách trámčů různých délek připravených z plastových trubek. Zatěžování bylo prováděno pro různé rychlosti zatěžování. Výsledky slouží pro stanovení materiálových parametrů pro numerický výpočtový model využívaný v dizertační práci studenta Jana Ekra. Přístroj byl dále použit pro analýzu vývoje trhliny ve vzorku při testu betonu v příčném tahu na válcovém vzorku (Brazilian test).



Obr. č. 23 Výstupy z přístroje Aramis

- Výpočetní počítače

Výkonné výpočetní počítače byly využívány pro výpočty a rozšiřování databáze výsledků pro témata náročná na výpočetní výkon. Témata se zabývají především návrhem experimentů (Design of Experiments) – výpočet kritérií pro hodnocení kvality návrhů a hledání jejich minimální hodnoty. Následně je prováděno generování optimalizovaných návrhů na základě těchto kritérií a analýza jejich vlastností. Dalšími řešenými tématy jsou např.: a) využití Voroného diagramu pro optimalizaci návrhu; b) vede rovnoměrnost návrhu obecně k přesnějšímu odhadu?, zde je využíván kriging a c) výpočet pevnosti svazku křehkých Weibullovských vláken.

Dalším tématem byla nelineární analýza vlivu teploty na změny napětí v kolejnici železničního mostu. Nové analýzy byly zaměřeny na kalibraci okrajových podmínek modelu dle výsledků měření na konstrukci. Téma bylo zpracováno v rámci spolupráce s rakouskou univerzitou BOKU ve Vídni a výsledky jsou publikovány v článku přijatém k publikaci v impaktovaném časopise Engineering Structures.

- 3D tiskárna a 3D skener

Oba přístroje byly využívány k výzkum prostorových materiálů, včetně matematických a biologických povrchů, jejich 3D tisk a mechanické vlastnosti pro využití při optimalizaci výplně stavebních dílců a jejich vnějších tvarů.

### Příklady spolupráce MM s aplikační sférou na VaV projektech a projektech smluvního výzkumu:

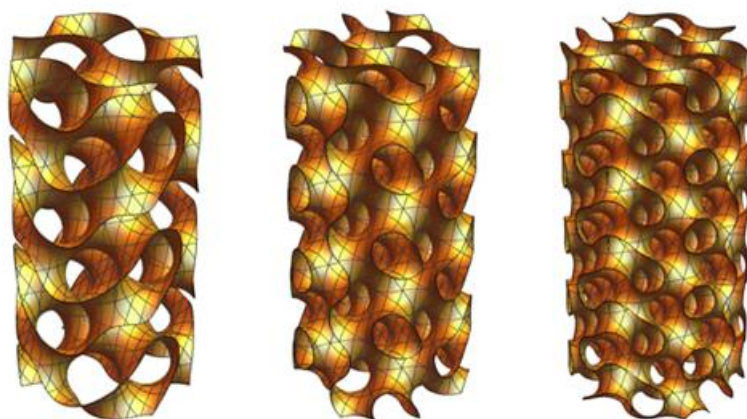
V roce 2017 byly aktivní smlouvy spolupráce mezi MM a následujícími podniky: Červenka Consulting a statická kancelář Ing. Pavla Bušiny. S oběma podniky probíhala intenzivní spolupráce, která vyústila mimo jiné k publikování článků. První z článků se zabývá modelováním vláknobetonových materiálů a konstrukcí z nich vytvořených. Druhý z článků se zabývá modelováním podloží při statickém a dynamickém výpočtu namáhání.

V rámci doplňkové činnosti byla analyzována tuhost základových prvků obráběcího kompletu firmy TOS Hulín. Mezi základové prvky patřilo nehomogenní podloží, masivní betonový základ, kotvy s kotevními vývrtky a rektifikační podstavce. Součástí analýzy bylo rovněž ověření pomocí experimentálního měření.

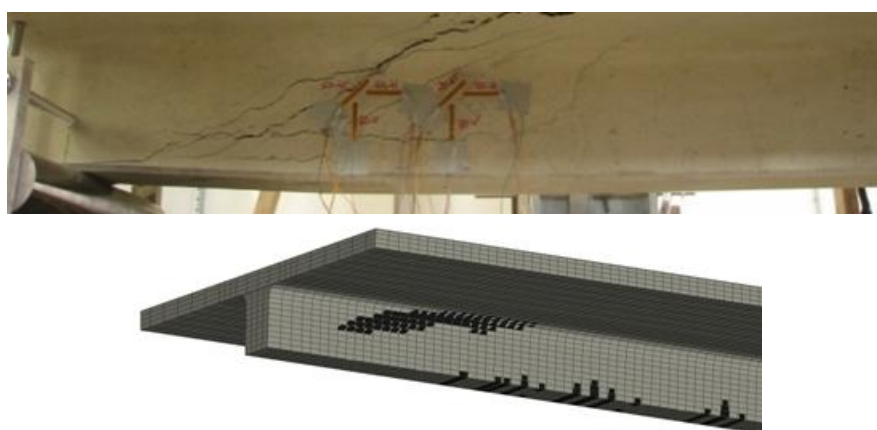
Další doplňkovou činností byl tisk geometricky komplikovaných objektů na 3D tiskárně.

V rámci doplňkové činnosti probíhala spolupráce se zahraničními pracovišti TU Wien, Institut für Tragkonstruktionen Betonbau univerzitou BOKU. V prvním případě se jednalo o provedení experimentů na betonových trámčích a jejich následné vyhodnocení. Předmětem bylo experimentálně-výpočtové stanovení materiálových parametrů na základě 18 betonových nosníků dodaných objednatelem dle vzájemné dohody. Výsledkem byla výzkumná zpráva. Výsledné hodnoty použil objednatel pro numerickou simulaci smykového porušení nosníků. Výsledkem spolupráce s univerzitou BOKU, Wien, IKI bylo vyhotovení dokumentu pro návrh smykové únosnosti předpjatých

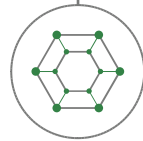
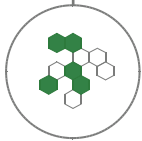
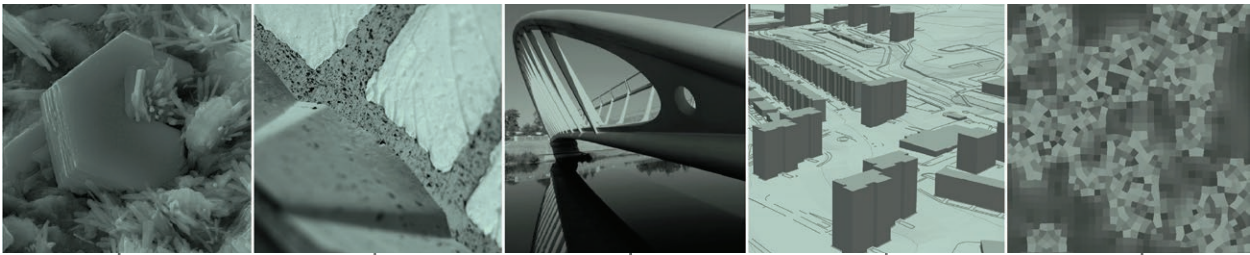
betonových nosníků. Jednalo se o první část dlouhodobější spolupráce při stanovení „guidelines“ pro firmu Oberndorfer s názvem "Koncepce a deterministický přístup".



Obr. č. 24 Využití 3D tiskárny a 3D skeneru



Obr. č. 25 Experiment a numerická simulace porušování předpjatého nosníku



## 8. Závěr

Centrum má za sebou třetí rok plného provozu v areálu na adrese Purkyňova 651/139, Brno. V roce 2017 pokračovalo v centru řešení VaV projektů z předchozích let, včetně mezinárodního projektu Shift2Rail v rámci programu H2020. Celkově se v roce 2017 řešilo 59 projektů spolupráce aplikační sféry s regionálními VaV centry. Centrum pokračovalo v intenzivní spolupráci s aplikační sférou, jednak v oblasti smluvního výzkumu a dále pak v oblasti společných VaV projektů. V roce 2017 pokračovaly mobility pracovníků do zahraničí i zahraničních pracovníků do centra, což přispělo k tvorbě nových partnerství a k novým oblastem mezinárodní spolupráce. Vedení centra považuje za jednu z nejvyšších priorit do dalších let rozvoj mezinárodní spolupráce a internacionalizaci

V roce 2017 došlo k naplnění všech monitorovacích indikátorů a prakticky ve všech případech k přeplnění ročních plánovaných hodnot.

**Počet pracovních míst (FTE) zaměstnanců VaV: 134**

**Počet úspěšných absolventů doktorských/magisterských studijních programů: 14/157**

**Publikace v impaktovaných časopisech: 23**

**Publikace v bodovaných periodikách v rámci metodiky VaV: 54**

**Národní patenty: 1**

**Výsledky aplikovaného výzkumu (poloprovoz, prototyp, funkční vzorek atd.): 21**

**Počet projektů smluvního výzkumu: 281**

**Počet VaV projektů: 78 + 4 mezinárodní (Horizon 2020, Russian Mobility, Norské fondy)**

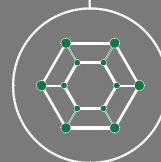
**Celkový příjem z komerční činnosti: 53,615 mil. Kč**

**Z toho příjem ze smluvního výzkumu: 27,433 mil. Kč.**

**Příjem z nekomerční činnosti: 147,774 mil. Kč.**

**Celkový příjem centra: 201,389 mil. Kč.**

Obecně došlo k významnému rozvoji spolupráce s aplikační sférou a udržení obratu centra v oblasti smluvního výzkumu. Pozitivním jevem je, že smluvní výzkum probíhá ve všech oblastech zaměření výzkumného centra a jednotlivé projekty se vztahují k řadě zákazníků. Prosperita centra tak není svázaná pouze s několika zákazníky, což umožňuje diverzifikovat rizika.



# AdMaS

POKROČILÉ STAVEBNÍ MATERIÁLY,  
KONSTRUKCE A TECHNOLOGIE



VYSOKÉ UČENÍ FAKULTA  
TECHNICKÉ STAVEBNÍ  
V BRNĚ

Centrum AdMaS  
Vysoké učení technické v Brně  
Fakulta stavební  
Purkyňova 139  
612 00 Brno

[www.admas.eu](http://www.admas.eu)  
[admas@fce.vutbr.cz](mailto:admas@fce.vutbr.cz)  
telefon: +420 541 148 011  
GPS 49°14'07.5"N 16°34'19.4"E