



Výroční zpráva
o činnosti
Centra AdMaS
2016

Úvodní slovo děkana

Vážené kolegyně a vážení kolegové,

dostávají se Vám do rukou výsledky práce Centra AdMaS za rok 2016, tedy za druhý rok fungování v novém areálu. Byl to rok, kdy se po prvotních peripetích s vybavením centra nábytkem vše úspěšně podařilo zvládnout, a všichni zaměstnanci mají odpovídající podmínky pro řešení zadaných úkolů. Všechny pořízené přístroje začaly být plně využívány pro plnění milníků nastavených na začátku řešení projektu. Rok druhý jsme zvládli úspěšně, a to jak na poli vědy, tak i po stránce administrace i smluvního výzkumu. Máme před sebou ovšem ještě tři roky udržitelnosti projektu. Výsledky druhého roku ukazují, že indikátory udržitelnosti budou bez problémů naplněny. Za to všechno bych chtěl všem zúčastněným poděkovat.

Ukazuje se, že některé předpoklady, na kterých byla postavena strategie centra v době tvorby projektu, se nenaplní. Naopak se pro nás otevírají jiné oblasti. Jedná se o přirozený jev, neboť od doby prvních projektových záměrů uplynulo více jak osm let a došlo k významným posunům na trhu. Vedení Centra AdMaS proto přišlo s aktualizací strategie fungování centra. Naše fakulta s moderním centrem získala jedno z nejlépe vybavených vědecko-technických zázemí v Evropě. Jsem rád, že se nám daří využívat technologický náskok, který máme před ostatními výzkumnými institucemi. Centrum AdMaS v roce 2016 zintenzivnilo mobilitu svých pracovníků do zahraničí a došlo také ke zvýšení počtu mobilit pracovníků ze zahraničních univerzit do Centra AdMaS. Tímto se zlepšilo povědomí o centru nejen na domácí úrovni, ale i celosvětově.

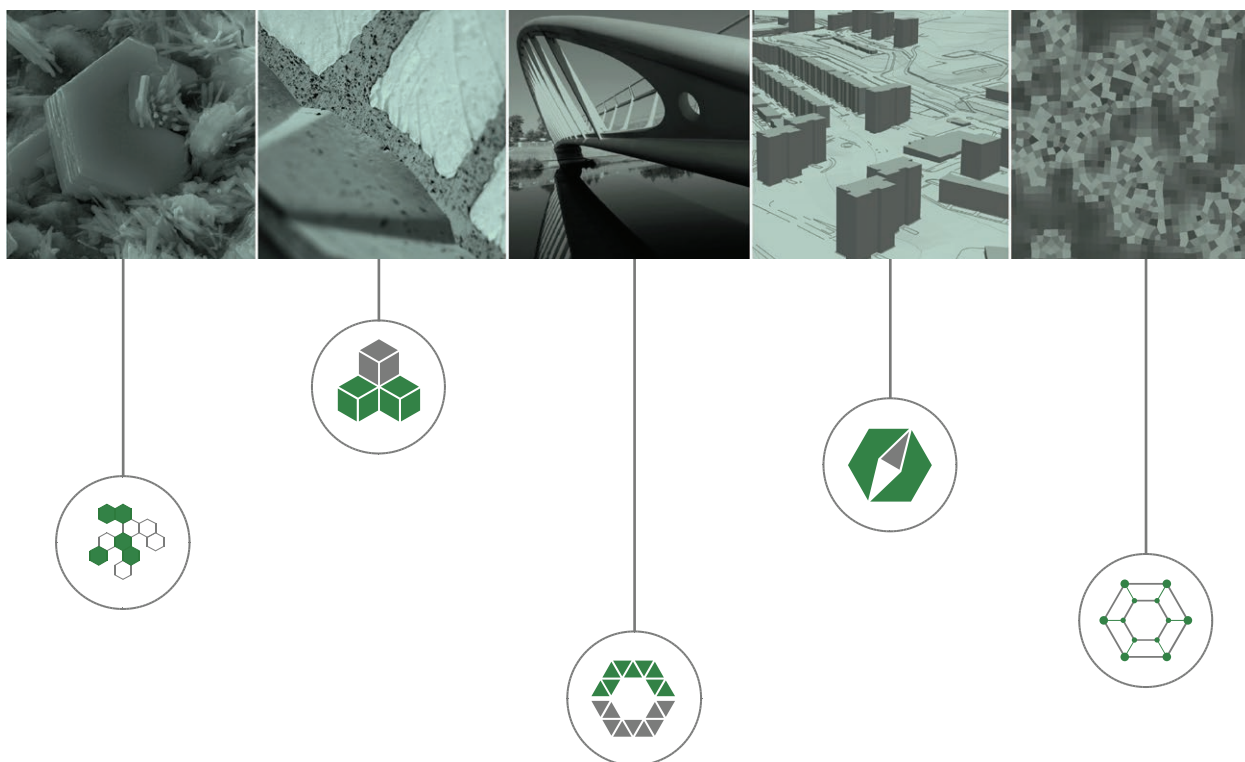
Ještě jednou děkuji za doposud vykonanou práci a věřím, že rok 2016 byl pouze začátkem dlouhodobě úspěšné cesty Centra AdMaS a jeho pracovníků.

Prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA.
děkan Fakulty stavební VUT v Brně



Obsah

1.	Organizační struktura	4
2.	Aktivity v oblasti managementu a řízení centra	6
3.	Semináře, školení, prezentace	8
4.	Mobility výzkumných pracovníků a spolupráce se zahraničím	12
4.1.	Mobility výzkumných pracovníků a spolupráce se zahraničím v rámci VP1	12
4.2.	Mobility výzkumných pracovníků a spolupráce se zahraničím v rámci VP2	13
5.	Mobility výzkumných pracovníků vůči aplikační sféře	14
6.	Plnění milníků	15
7.	Výzkumné aktivity Centra	18
7.1.	Výzkumný program VP1	19
7.1.1.	Výzkumné aktivity programu VP1	19
7.1.2.	Využití přístrojového vybavení v programu VP1	21
7.1.3.	Smluvní výzkum v programu VP1	23
7.2.	Výzkumný program VP2	26
7.2.1.	Výzkumné aktivity VS Konstrukce a dopravní stavby	26
7.2.2.	Výzkumné aktivity VS EGAR	33
7.2.3.	Výzkumné aktivity VS Matematické modelování	35
8.	Závěr	46



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.
Zlatuše Dokoupilová

Mezinárodní vědecká rada

Professor Harald Garrecht (předseda)
Professor Dionys Van Gemert
Professor Humberto Varum, Ph.D.
Assoc. Prof. Dr. Andrea Giuseppe 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

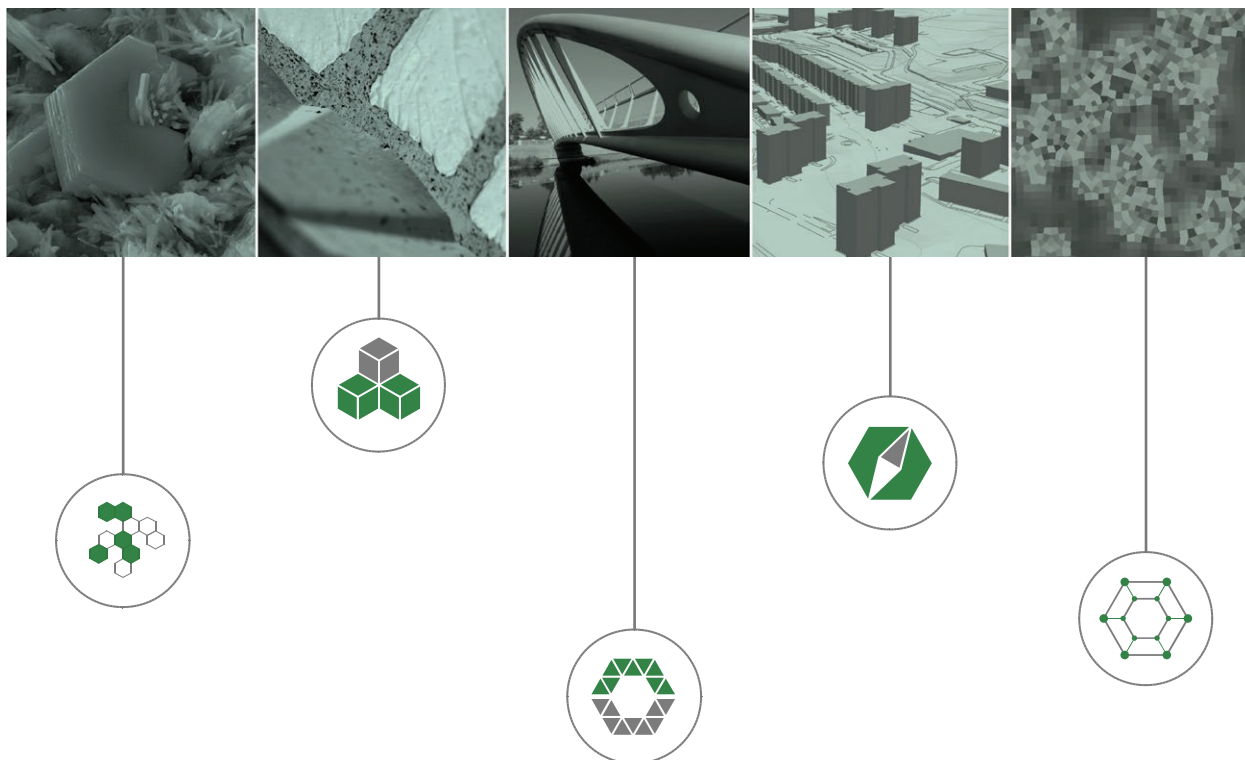
Vedoucí výzkumné skupiny

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 2016 byla vypracována první monitorovací zpráva z období udržitelnosti, která byla schválena řídicím orgánem v červnu 2016. Byla aktualizovaná a dotištěna profilová brožura centra v češtině a aktualizována webová verze profilové brožury v angličtině. Vznikla brožurka pro zahraniční studenty „International student's guide – Civil engineering in the Czech Republic - ABOUT CURRICULUM & STUDENT'S LIFE AND ADMAS RESEARCH.

Dne 14. 3. 2016 proběhl „Den Centra AdMaS“ - v dopolední části se konala pro zaměstnance fakulty a studenty prohlídka laboratoří centra v areálu na Purkyňově ulici. Odpoledne proběhlo prezentační setkání se zaměstnanci a studenty doktorského studia.

V roce 2016 dále probíhaly, v souladu s doporučeními, mezinárodní evaluace společné horizontální integrace výzkumných týmů – společná setkání VaV pracovníků napříč výzkumnými skupinami a pracovním/vědeckým zařízením, dále pak probíhalo zapojení centra do propagačních akcí zaměřených na popularizaci vědy, např. Noc vědců, Majáles apod. Byly aplikovány prvky nové HR politiky spočívající například v podpoře mladých vědeckých pracovníků a podpoře komunikace napříč výzkumnými skupinami Centra AdMaS. V centru proběhla řada akcí spojených s prohlídkou areálu Centra AdMaS (viz níže). Centrum AdMaS se v roce 2016 stalo členem Czech Smart City Clusteru.

Dne 22. června 2016 se odehrál první ročník pétanqueového turnaje výzkumných center VUT AdMaS Cup. Do turnaje o putovní pohár se přihlášily týmy Centra materiálového výzkumu, NETME centre, STE CEITEC a samozřejmě domácího Centra AdMaS. Společnost výzkumníků doplnil ještě tým Centrály cestovního ruchu Jižní Moravy.

V souladu s technickým anexem 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, dále probíhala aktivně spolupráce s kanceláří Jihomoravského kraje v Bruselu s cílem zapojení centra do zahraničních VaV projektů v rámci H2020. Byly pořádány pravidelné měsíční porady vedení centra (včetně zástupců jednotlivých VP a VS).

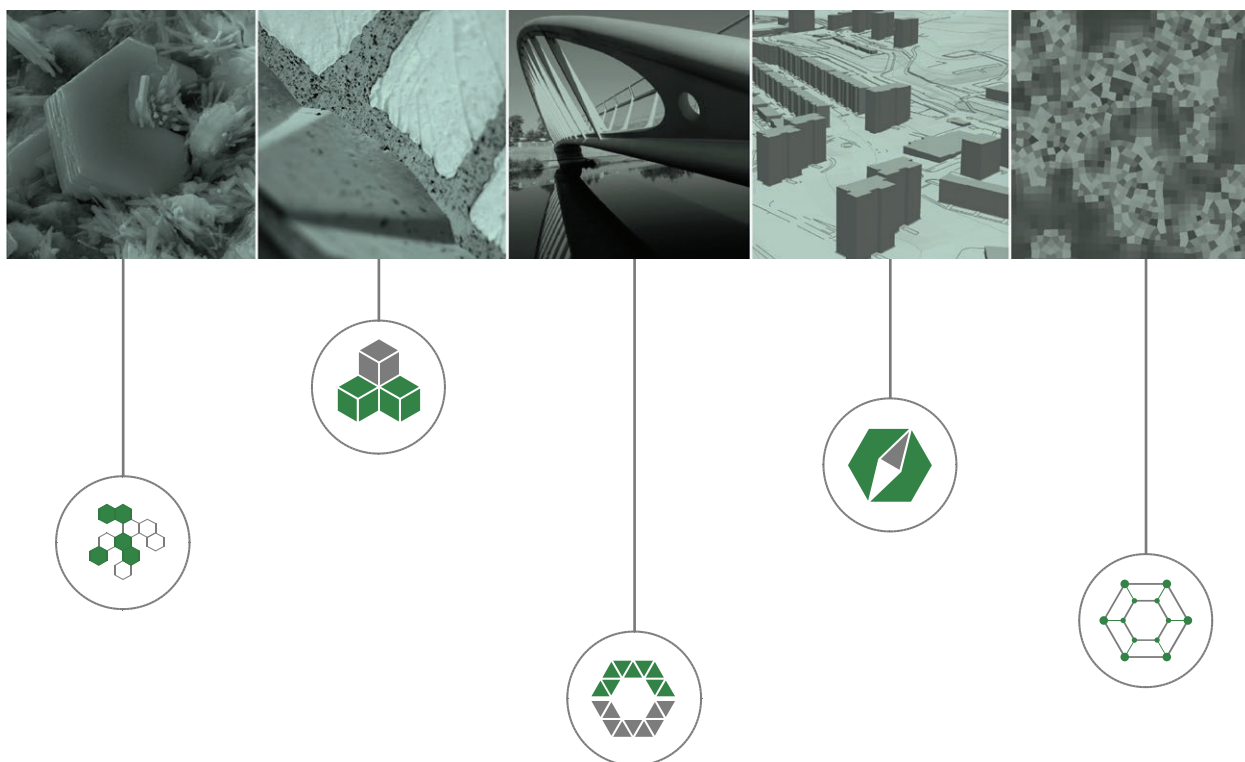
V průběhu roku 2016 centrum navštívilo několik významných představitelů veřejné správy. Konkrétně se jednalo o náměstkyni ministryně pro místní rozvoj JUDr. Jana Blechu (jednání o implementaci BIMU při zadávání veřejných stavebních zakázek), dále pak předsedu Svazu měst a obcí ČR a zároveň starosty Kyjova Mgr. Františka Lukla (bylo podepsáno memorandum o spolupráci se SMO ČR). Rovněž nás navštívil Ing. Jiří Koliba, náměstek ministra průmyslu a obchodu, se kterým proběhla diskuze na téma Stavebnictví 4.0. Dále k nám zavítal Mgr. Kamil Rudolecký, náměstek ministra dopravy, se kterým byla probírána možnost zapojení našich odborníků do expertních týmů řešících navigační systémy.

V centru proběhla jednání s členy managementu, kteří jsou odpovědní za technický rozvoj u nadnárodních korporací působících v oblasti stavebnictví. Jednalo se například o zástupce firem Skanska ze Švédska, Colas z Francie, Mageba ze Švýcarska, Cembrit z Dánska nebo Wieneberger z Rakouska.

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 výzkumu (objem smluvního výzkumu za rok 2016 činil 36 737 tis. Kč), 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 56 120 tis. Kč).

V průběhu roku byl pravidelně publikován zpravodaj centra, který mapuje aktuality napříč Centrem AdMaS a slouží jako aktivní nástroj pro zvýšení vzájemné informovanosti zaměstnanců centra.

Ve dnech 26. 3. a 17. 10. 2016 proběhlo zasedání Dozorčí rady centra. V roce 2016 proběhlo i zasedání Mezinárodní vědecké rady v novém složení. Během tří dnů probíhaly pohovory s vedoucími výzkumných programů i výzkumných skupin a vedením centra. V rámci jednání Mezinárodní vědecké rady bylo konstatováno, že cíle centra se naplňují dle plánu a nehrozí problémy s naplněním monitorovacích indikátorů.



3. Semináře a školení

Z pohledu aktivity celého centra se v roce 2016 jednalo o následující události:

- 28. 1. 2016 Seminář pro pracovníky Brněnských komunikací, a.s., spojený s prohlídkou laboratoří.
- 17. 2. 2016 Prezentační setkání s vedením skupiny COLAS v Centru AdMaS.
- 23. 2. 2016 Centrum AdMaS navštívil profesor Oleg Modestovič Eparchin, ředitel filiálky Moskevské státní univerzity železničního stavitelství v Jaroslavi.
- 9. – 11. 3. 2016 Seminář pro osm mongolských manažerů stavebních firem a pracovníků Agentury pro veřejné zakázky a Úřadu pro výstavbu silnic hlavního města Ulánbátaru.
- 14. 4. 2016 Centru AdMaS navštívilo na tři desítky kolegů z univerzit z Bulharska, Estonska, Finska, Francie, Kypru, Lotyšska, Maďarska, Německa, Polska, Řecka, Slovinska, Španělska a Velké Británie v rámci akce BUT International Staff Week projektu Erasmus staff trainings.
- 4. 5. 2016 Smlouvu o spolupráci mezi Centrem AdMaS a Svazem měst a obcí ČR Jihomoravským krajem slavnostně podepsali prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA, děkan stavební fakulty a Mgr. František Lukl, MPA, předseda svazu.
- 6. 5. 2016 Centrum AdMaS navštívili prof. Dr. Muhamad Jantan, náměstek prorektora pro výzkum a inovace Universiti Sains Malaysia, prof. Omar Osman, prorektor Universiti Sains Malaysia, prof. Dr. Lee Keat Teong, ředitel pro výzkum centra mezinárodní spolupráce Universiti Sains Malaysia.
- 12. 5. 2016 Seminář pro pracovníky brněnských stavebních úřadů, spojený s prohlídkou laboratoří.
- 17. 5. 2016 Centrum AdMaS se účastnilo setkání lídrů českého stavebnictví, které pořádala společnost CEEC Research.
- 18. 5. 2016 Centrum AdMaS se letos připojilo ke Dni sportu na VUT turnajem v pétanque.
- 9. 6. 2016 Centrum AdMaS navštívily Lise Frank Kirkegaard a Zuzana Bodíková ze společnosti CEMBRIT.
- 20. 6. 2016 V Centru AdMaS bylo instalováno umělecké dílo - velkoformátový kovový objekt s názvem S355.
- 21. – 22. 6. 2016 Pracovníci Centra AdMaS se zúčastnili mezinárodní konference Bezpečnost regionů.
- 22. 6. 2016 Návštěva studentů SPŠ stavební z Lipníku nad Bečvou v Centru AdMaS v rámci akce T-exkurze.
- 21. 7. 2016 Centrum AdMaS navštívil děkan technické fakulty v Kamphaengsaenu, Kasetsart University, doc. Bancha Kwanyuen, Ph.D. spolu s kolegou doc. Dr. Wichaiem Kijawatworawetem z katedry stavebního inženýrství.
- 30. 9. 2016 Podruhé se konala Noc vědců v Centru AdMaS.
- 4. 10. 2016 Centrum AdMaS navštívil prof. Dr. Ravindra Gettu z Indického technologického institutu v Madrase.

- 6. – 7. 10. 2016 Prezentace Centra AdMaS ředitelem JUDr. Ing. Zdeňkem Dufkem, Ph.D. a dalšími výzkumníky na konferenci Městské vody ve Velkých Bílovicích.
- 19. - 20. 10. 2016 Centrum AdMaS spolu se společností SAINT GOBAIN ADFORS prezentovalo společný smluvní výzkum na Silniční konferenci 2016. Silniční konference se uskutečnila v Hradci Králové. Prezentovaným tématem bylo zpomalení vzniku reflexních trhlin v asfaltových vrstvách vozovky pomocí sklo-vláknité mříže GlasGrid®

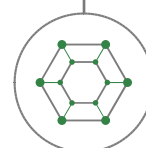
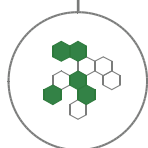
Dále se pak jednalo o aktivity v rámci VP1:

- 3. 2. - 4. 2. 2016 Proběhlo Laboratorní cvičení v kurzu základní přípravy personálu ČEZ a.s. Stavební část JE II. 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 struktuře i vnitřní struktuře 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.
- 23. 2. 2016 Školení zaměstnanců společnosti BEST a.s. - Školení probíhalo 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.
- 19. 5. 2016 Školení Technologie betonu TECHBET 2 - Organizátorem byla Česká betonářská společnost ve spolupráci s AdMaS (zajištění prostor, odborných lektorů, prohlídka prostor Centra). Školení probíhalo v oblastech Kamenivo do betonu, přísady do betonu, příměsi do betonu a jejich vliv na konečné vlastnosti betonu, základy navrhování receptur betonu, zkoušení vlastností betonu. Součástí byla také praktická ukázka zkoušek betonů v laboratořích.
- 29. 5. 2016 T-exkurze pro studenty středních škol - NANOTECHNOLOGIE VE STAVEBNICTVÍ - Na úvod exkurze byli posluchači seznámeni s problematikou nanotechnologií formou prezentace. Následovaly ukázky přístrojového vybavení s odborným výkladem.
- 25. 11. 2016 T-exkurze pro studenty středních škol - DIAGNOSTIKA STAVEBNÍCH KONSTRUKCÍ - POHLED DO NITRA ŽELEZOBETONU - Posluchači byli seznámeni se základními diagnostickými metodami. Nejprve formou odborné přednášky a následně ukázkou jednotlivých diagnostických metod: Nedestruktivní lokalizace výztuže elektromagnetickou sondou, měření tloušťky nátěru, jádrové vrtání, akustické trasování, elektromagnetické měření tloušťky nátěru a fenolftaleinový test.

Dále se pak jednalo o aktivity v rámci VP2:

- 21. 10. 2016 Seminář doktorandů k možnostem využití strategických zařízení a zázemí centra AdMaS při přípravě a realizaci projektů specifického výzkumu,

- 23. 10. 2016 Seminář Střediska radiační defektoskopie vedený prof. Ing. Leonardem Hobstem, CSc., možnosti stávajícího vybavení střediska pro připravované projekty základního, aplikovaného a smluvního výzkumu,
- 15. 11. 2016 Použití pružných prvků v konstrukci tramvajové trati s ohledem na vznik a šíření hluku a vibrací,
- 21. 10. 2016 Seminář doktorandů k možnostem využití strategických zařízení a zázemí centra AdMaS při přípravě a realizaci projektů specifického výzkumu,
- 22. – 24. 10. 2016 Školení pracovníků Ředitelství silnic a dálnic, na téma Zajištění jakosti při výstavbě pozemních komunikací.
- 12. 12. – 15. 12. 2016 Seminář pro posluchače bakalářského studijního programu v rámci výuky předmětu B1002 Zkušebnictví a technologie v centru AdMaS,
- 22. 11. 2016 Seminář pro posluchače bakalářského studijního programu v rámci výuky předmětu BM001 Pozemní komunikace 1 v centru AdMaS,
- 1. - 9. 12. 2016 Spoluorganizování fyzikálních seminářů v centru AdMaS pro posluchače středních škol,
- 6. 10., 13. 10., 21. 10. a 27. 10. 2016 Kurz celoživotního vzdělávání na téma Geotechnické problémy vodních staveb určený pro zástupce projektantů, veřejné správy, správy povodí apod.
- 13. 12. 2016 Kurz: celodenní školení SW Design Builder - Kurz pořádáný v rámci řešení projektu TAČR Centrum kompetence Smart Regions pro prohloubení znalostí a využití všech možností, které SW nabízí.



4. Mobility výzkumných pracovníků a spolupráce se zahraničím

Centrum AdMaS v roce 2016 také zintenzivnilo v rámci Politiky lidských zdrojů mobilitu 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, Korea Transport Institute, atd.).

4.1. Mobility výzkumných pracovníků a spolupráce se zahraničím v rámci VP1

V roce 2016 se aktivit VP1 v Centru AdMaS zúčastnily dvě studentky doktorského studijního programu Technické univerzity v Košicích, Fakulta stavební, Ústav environmentálního inženýrství. Jednalo se konkrétně o Ing. Violu Hospodárovou a Ing. Ivanu Schwarzovou, které se zabývaly problematikou výzkumu a vývoje cemento-konopných výplňových hmot s modifikovaným pojivem (na bázi cementu, hořčnaté maltoviny atd.).

Dalším externím pracovníkem, který se podílel na činnosti VP1 byl Ing. Jaroslav Bureš, CSc. ze společnosti Lime Business Consulting s.r.o., který se přímo zapojil do řešení dílčích úkolů projektu 15-08755S Grantové agentury České republiky, řešeného v kooperaci s pracovníky Centra AdMaS - Příprava vzorků různých zrnitostí pro výpal. Účastnil se na výpalech různých typů vápenců, zvolenými pálcími režimy. Statistické vyhodnocení velikosti části CaO po výpalech. Spolupráce při přípravě publikace pro časopis, indexovaný v databázi SCOPUS.

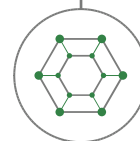
4.2. Mobility výzkumných pracovníků a spolupráce se zahraničím v rámci VP2

V rámci národní technologické platformy „Interoperabilita železniční infrastruktury“ probíhala 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 EURNEX - MG-7.2-2017: Optimisation of transport infrastructure including terminals. Společný projekt v rámci programu Aktion s University of Applied Science in Sankt Pölten: Vorträge und Exkursionen zum Eisenbahnwesen in Österreich und der Tschechischen Republik. Zahájení dialogu s VTT Technical Research Centre of Finland Ltd, Helsinki Espoo o možnostech spolupráce a příprava dokumentů pro spolupráci na projektech H2020 a smluvním výzkumu.

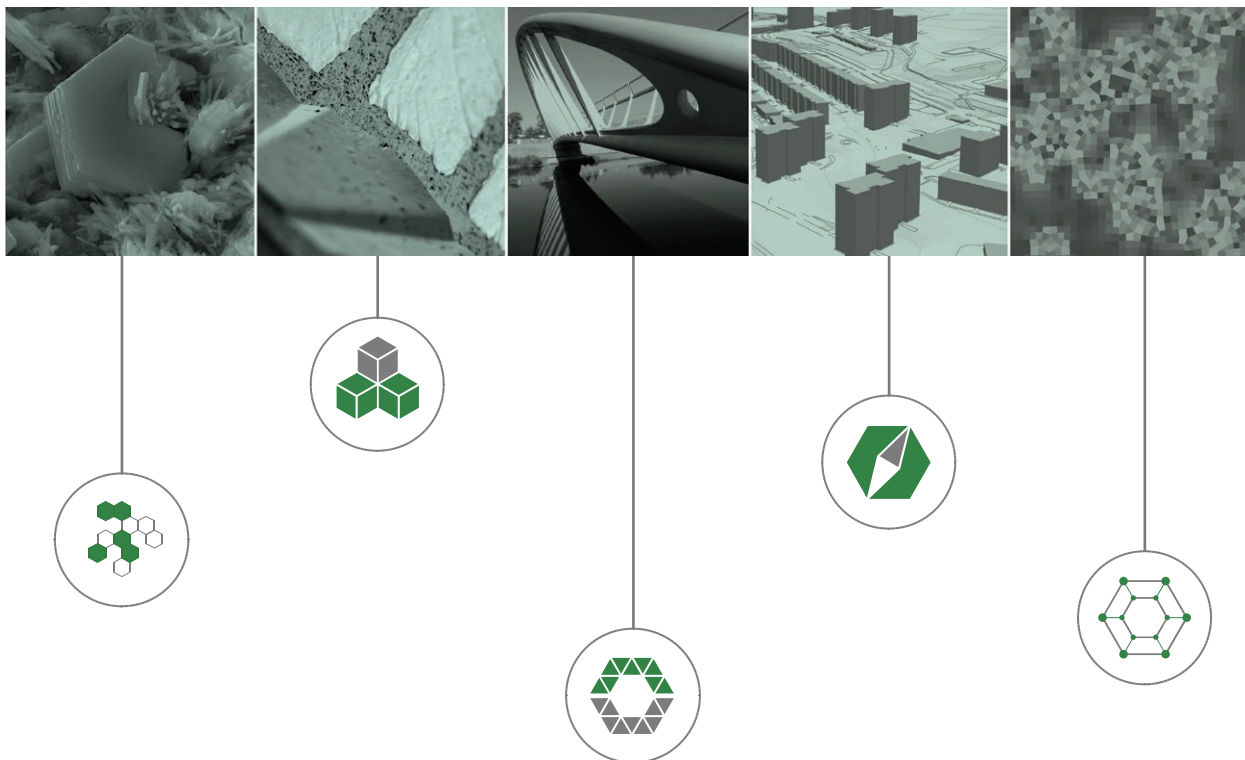
V rámci výzkumného programu VP2 navštívili pracovníci centra mnoho různých evropských universit a výzkumných center, např. TU Dresden, VGTU Vilnius; Delft University of Technology, Netherlands; University of Split, Split summer school, course Structural fire engineering analysis; Instituto Superior Técnico, Lisboa, Portugal; Oulu University of Applied Sciences, Oulu Finland Reykjavik University, Iceland; VTT Technical Research Centre of Finland Ltd, Helsinki Espoo, Finland; Universität für Bodenkultur Wien; Hochschule für Life Sciences FHNW, Switzerland; Water Campus - University of Girona, Španělsko; Technická univerzita v Košiciach, Stavební fakulta; ENSI AS Oslo Norway; Deutsches GeoForschungsZentrum Potsdam; STU v Bratislavě, SvF, Katedra TZB, kde strávili několik dnů či týdnů.

V roce 2016 se pracovníkům centra podařilo navázat spolupráci s několika významnými zahraničními odborníky, mezi něž patří např. Rolf L. Romer, Johannes Glodny (Deutsches GeoForschungsZentrum, Potsdam, Německo); Martin J. Timmerman, Edward Sobel (Universität Potsdam, Německo); Dejan Prelević (University of Mainz, Německo); Claudia Teschner (Ludwig-Maximilians-Universität München, Německo); Uni E. Árting (University of the Faroe Islands, Tórshavn, Faerské ostrovy); Anna Ladenberger (Geological Survey of Sweden, Uppsala, Švédsko).



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.



6. Plnění milníků

V roce 2016 byly splněny všechny závazné milníky projektu.

Výzkumné výstupy projektu:

- publikování ve významných světových i domácích periodikách minimálně 5x každoročně do konce doby udržitelnosti 06/2019,
- publikování na významných světových i domácích konferencích minimálně 14x každoročně do konce doby udržitelnosti 06/2019
- certifikované metodiky: minimálně 2x každoročně do konce doby udržitelnosti 06/2019,
- podání alespoň jedné přihlášky užitého vzoru jednou za dva roky po dobu udržitelnosti (do 06/2017 a 06/2019),
- podání alespoň jedné přihlášky patentu do 06/2016 a dále pak jedné další do 06/2017 a 06/2018.

Během roku 2016 bylo publikováno celkem 169 publikací jednak v časopisech, a dále také příspěvků prezentovaných na domácích a zahraničních konferencích. Z toho bylo celkem 40 impaktovaných publikací. Z hlediska publikací na konferencích bylo v roce 2016 publikováno více než 129 publikací (viz. MI 110 502 – Ostatní publikace, a dále byla publikována řada příspěvků na konferencích, které nejsou vykazovány v RIV).

V případě certifikované metodiky byly do roku 2016 certifikovány následující metodiky:

- KUDRNA, J.; DAŠEK, O.; URBANEC, K.: Gumoasfalt; Metodika pro využití asfaltových směsí s asfaltem modifikovaným pryžovým granulátem. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební (certifikovaná metodika)
- PLÁŠEK, O.; HRUZÍKOVÁ, M.; KORYTÁROVÁ, J.; VÝSKALA, M.: Rozhodovací proces pro navařování a výměnu kolejnic. (certifikovaná metodika), 2016.
- ZACH, J.; HROUDOVÁ, J.; BURÁŇ, F.: Metodika aplikace vyvinutých materiálů při izolaci stavebních konstrukcí (certifikovaná metodika) 2016

V případě užitných vzorů byl v roce 2016 vydán následující:

- HLAVÍNEK, P.; RACLAVSKÝ, J., Zařízení pro napojení šachty na kanalizační potrubí (Užitný vzor) 2016

V případě patentů byly v roce 2016 vydány následující:

- TERZIJSKI, I.; KADLEC, J.; HORÁK, D.; Vysoké učení technické v Brně, Brno, CZ: Spárovací hmota. 306156, patent. (2016)
- GIRGLE, F.; ŠTĚPÁNEK, P.; PROKEŠ, J.; VUT v Brně, PREFA Kompozity a.s.: Sestava prvků pro kotvení. 305718, patent. (2016)

V případě ověřených technologií byly v roce 2016 vydány následující:

- MELCHER, J.; KARMAZÍNOVÁ, M.; PEŠEK, O.: Klopení nosníků z konstrukčního skla; Experimentální procedura pro verifikaci mechanismu porušování a přetváření nosníků z konstrukčního skla při klopení. Zkušebna Ústavu kovových a dřevěných konstrukcí FAST VUT v Brně. URL: (ověřená technologie)
- MELCHER, J.; KARMAZÍNOVÁ, M.; SCHMID, P.: Zatěžování vakuováním; Experimentální verifikace procesu přetváření a únosnosti konstrukčních prvků a dílců s využitím metody zatěžování vakuováním v horizontální kovové komoře. Laboratoř regionálního výzkumného centra AdMaS, budova H. (ověřená technologie)

- MELCHER, J.; KARMAZÍNOVÁ, M.; SCHMID, P.: Zatěžování vakuováním; Experimentální verifikace procesu přetváření a únosnosti konstrukčních prvků a dílců s využitím metody zatěžování vakuováním v kovové komoře v šikmé, příp. svislé poloze. Laboratoř regionálního výzkumného centra AdMaS, budova H. (ověřená technologie)
- VARAUS, M.; KOUDELKA, T.: ACO 11+ 70/100 Prephalt 50% R- materiál; Asfaltová směs s vysokým obsahem R- materiálu. Extravilán mezi obcemi Olšovec-Potštát, II/ 440 (ověřená technologie)
- ZACH, J.; HROUDOVÁ, J.; BURÁŇ, F., Technologie výroby izolačních materiálů na bázi celulózových vláken a slámy, ověřená technologie (RIV-Z/B)
- ZACH, J.; HROUDOVÁ, J.; BURÁŇ, F.; NOVÁK, V.; SEDLMAJER, M.; REIF, M., Technologie výroby foukaných izolací z přírodních vláken, ověřená technologie (RIV-Z/B)

Dále byly vytvořeny další výstupy nad rámec plánu stejné/ekvivalentní výzkumné hodnoty dle metodiky vlády RVVI viz MI 110504, kdy součtová hodnota tohoto MI k 31. 12. 2016 byla 111 (závazná požadovaná hodnota tohoto MI je 55).

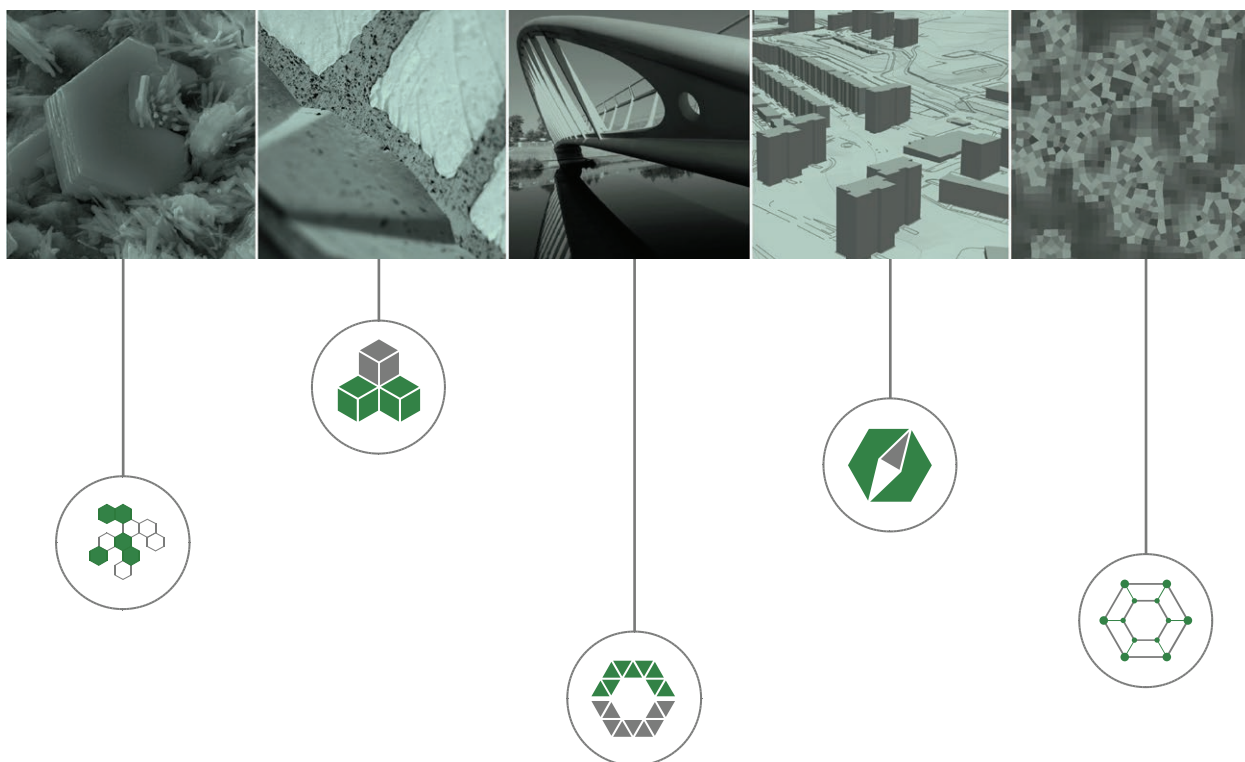
- Pořádání alespoň jednoho workshopu zaměřeného na nové poznatky z chování konstrukcí/staveb, technologií a materiálů v posledním roce řešení projektu a každý rok v době udržitelnosti,
- pořádání alespoň jednoho workshopu zaměřeného na nové postupy v navrhování a ověřování konstrukcí/staveb nebo technologií v posledním roce řešení projektu a každý rok v době udržitelnosti.

V roce 2016 bylo pořádáno celkem 9 workshopů a seminářů zaměřených na poznatky z chování konstrukcí/staveb, technologií a materiálů i na oblast nových postupů v navrhování a ověřování konstrukcí/staveb nebo technologií – viz výše.

V oblasti milníků spojených s politikou lidských zdrojů byly pro rok 2016 relevantní následující milníky:

- Stáže externích pracovníků v Centru: V délce trvání 1-2 týdny, a počtu mobilit pracovníků minimálně 4 ročně, od roku 3Q/2014

Stáže externích pracovníků probíhaly v rámci projektů aplikovaného výzkumu (projekty MPO a TAČR), kdy se pracovníci aplikačních firem účastnili výzkumné činnosti v areálu Centra AdMaS.



7. Výzkumné aktivity centra

7.1. Výzkumný program VP1

Plnění cílů výzkumného programu VP1: Vývoj pokročilých stavebních materiálů se v období roku 2016 ubíralo plně v souladu s odborným zaměřením a předpokládanými cíli popsány v TA.

7.1.1. Výzkumné aktivity programu VP1

Plnění cílů výzkumného programu VP1: Vývoj pokročilých stavebních materiálů se v období roku 2016 ubíralo plně v souladu s odborným zaměřením a předpokládanými cíli popsány v TA.

Výzkumní pracovníci se věnovali analýzám vnitřní struktury betonů vystavených působení speciálních hydrotermálních podmínek nebo vysokých teplot s využitím RTG tomografie. Dále se zaměřili na kinetiku tvorby minerálu tobermorit při různém složení pórabetonové směsi, včetně vlivu autoklávovacího režimu. V rámci výzkumu mikrostruktury stavebních hmot byla řešena také otázka vlivu vlastností vápenců a způsobu výpalu na vlastnosti vápna. Zajímavým tématem, které lze uvést, je studium interakce cementového tmelu s lehkým popílkovým kamenivem. Oblast keramiky se věnovala výzkumu anortitického porcelánového střepu na bázi hlinitanového cementu. Jednou z oblastí bylo posouzení vlivu použití ztekucovadel, obsahu vody a jiných vhodných taviv (kostní popel, vápenec) na vlastnosti anortitického porcelánového střepu na bázi hlinitanového cementu v porovnání se střepem tradičního porcelánu na bázi kaolinu.

Dlouhodobě významnou oblastí výzkumných aktivit programu VP1 je technologie betonu. V této části byla pozornost zaměřena zejména na činnosti, jako jsou studium metod dispergace nanočástic v cementových kompozitech, využití environmentálně příznivějších fluidních (FBC) popílků v betonech nebo použití pěnobetonů pro sanaci podlah. Z oblasti prefabrikovaných dílců se pak jedná o nové prvky z HWC a HPC pro speciální aplikace.

V roce 2016 bylo také řešeno několik projektů specifického výzkumu s širokým zapojením studentů doktorského i magisterského studia. Z oblasti cementových kompozitů se jedná např. o projekty zaměřené na ověřování a analýzu odolnosti cementových kompozitů při působení vysokých teplot, studium využití úletového popílku z fluidního spalování pro výrobu kompozitů na cementové bázi, studium technologie lehkých stavebních materiálů na cementové bázi nebo výzkum a vývoj pokročilých materiálů pro průmyslové podlahy. Z dalších projektů lze jmenovat například problematiku výzkumu a vývoje záливkových a reprofilačních materiálů na polymerní bázi s využitím druhotných surovin. Velmi zajímavým tématem, řešeným studenty doktorského studia, je studium vlivu způsobu dodání ultrazvukové energie na kvalitu rozptýlení a poškození uhlíkových nanotrubiček.

Pracovníci fyzikální části programu se intenzivně věnují problematice akustických metod. Konkrétně pak studiu využití akustických metod pro testování stavu betonu degradovaného vysokou teplotou nebo korelace mezi parametry akustické emise a lomové charakteristiky získané z tříbodového ohybu. Dalšími oblastmi jsou např. hodnocení statického modulu pružnosti v závislosti na pevnosti betonu v tlaku, anebo porovnání dynamického youngova modulu pružnosti naměřeného ultrazvukovým impulsem a rezonančními metodami.

V oblasti izolačních materiálů se výzkumní pracovníci věnovali teoretické a experimentální analýze vlivu tepelně vlhkostního zatížení na chování tepelně izolačních a sanačních materiálů nebo také studiu transportu tepla a vlhkosti ve struktuře izolačních materiálů na bázi přírodních vláken. Za zmínku stojí např. i vývoj izolačního materiálu na bázi lehkého plniva z odpadní PUR pěny. Novou oblastí spolupráce s pracovníky VP2 je např. problematika zpětného využití výkopových zemin ve formě samozhutnitelných zálivek.

Činnosti jednotlivých pracovníků VP1 jsou průběžně publikovány ve významných světových periodikách, na konferencích a workshopech, na kterých jsou prezentovány nejen nejnovější poznatky ve VaV, ale také Centrum jako celek. Jsou navazovány nové kontakty 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 oblasti „Navržení efektivního využití hmot a materiálů ve stavebních konstrukcích s přihlédnutím k jejich životnosti a ekonomickému uplatnění.“ 23. 08. 2016 byla podána přihláška užitého vzoru č. 2016-327282016 s názvem „Systém adhezni můstek-potěr pro extrémní mechanické namáhání a chemickou resistenci“. V roce 2016 bylo registrováno 15 funkčních vzorků nových progresivních materiálů, např. Ošetření povrchu pro zamezení průniku kapalin, Ošetření povrchu pro zvýšení chemické rezistence, Vytvrzení povrchu silikátových podlah apod. Při vývoji nových hmot byl důraz kladen především na zvýšení životnosti stavebních hmot a konstrukcí s tím, že musí být zaručena konkurenceschopnost nových materiálů. Odolnost a vysoká životnost nových materiálů byla testována jak při vysokých teplotách, tak v různých typech agresivních prostředí v korozních komorách. Konkurenceschopnost zaručuje efektivní využití surovin, vč. druhotných.
- V oblasti „Vyvinutí nových nedestruktivních metod využitelných pro provádění výstupní kontroly materiálů u jejich producentů, resp. po jejich zabudování do konstrukce“ byly ověřovány zejména optimalizované metody RTG tomografie, georadar nebo akustická emise. V případě RTG tomografie je výhodně využito možnosti nedestruktivně analyzovat strukturu výrobku nebo části konstrukce a nalezení často slabých míst, které bývají zdrojem defektu. Jednalo se jak o vzorky stavebních materiálů, tak části strojních zařízení. Georadar se osvědčil kromě diagnostiky stavu betonových konstrukcí a detekce různých konstrukčních prvků především pro pilotní ověření možnosti detekce kaveren v železobetonových patkách pod potrubím TVD v Jaderné elektrárně Temelín. Metoda akustické emise dokáže účinně monitorovat stav nově zabudované konstrukce a včas identifikovat místo vzniku případných defektů.
- V oblasti „Vytvoření legislativních dokumentů (metodik, technických norem) pro výrobu a zkoušení stavebních materiálů“ byl v roce 2016 dokončen koncept České technické normy ČSN třídy 73 s názvem Prohlídky stavebních konstrukcí železobetonových chladících věží v průmyslových zařízeních. V další části přípravy byla řešena otázka konkrétního vydavatele a příprava procesu schvalování normy. Vydání lze předpokládat v roce 2017. Dále bylo navrženo několik ověřených technologií a zavedeny metodiky postupu experimentální práce a ověřování kvality produkovaných výrobků nejen v laboratorním prostředí, ale také v provozních podmínkách výrobního závodu.
- V rámci základního výzkumu byly řešeny především projekty Grantové agentury České republiky, jako jsou např.:
 - 16-25472S - Dynamika degradace cementových kompozitů modifikovaných sekundární krystalizací
 - 15-07657S - Studium kinetiky dějů probíhajících v kompozitním systému při extrémních teplotách a vystavených agresivnímu prostředí
 - 15-08755S - Sledování vlivu technologie výpalu na vlastnosti vápna
 - 15-23219S - Studium metod dispergace nanočástic, stanovení podmínek zamezení jejich opětovného shlukování pro aplikaci v cementových kompozitech
 - 14-31248P - Studium vlivu zabudovaného nebezpečného odpadu na vlastnosti cementové matrice
 - 14-25504S - Výzkum chování kompozitů na bázi anorganických matic v extrémních podmínkách
 - 14-31282P - Teoretická a experimentální analýza vlivu vlhkostní zátěže na chování tepelně izolačních a sanačních materiálů
 - 14-32942S - Vliv fluidního popílku na termodynamickou stabilitu hydraulických pojiv

- 13-21791S - Studium transportu tepla a vlhkosti ve struktuře izolačních materiálů na bázi přírodních vláken
- 13-23051S - Anortitický porcelánový stěp na bázi hlinitanového cementu

7.1.2. Využití přístrojového vybavení v programu VP1

V rámci projektů bylo efektivně využito nového 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 identifikaci fází, vznikajících při hydrataci cementu s pucolánově aktivními příměsemi, (GA14-04522S),
- k rozborům struktury materiálů kde byl použit popílek, a to jak vysokoteplotní tak fluidního typu. (TAČR TA04010425),
- sledována byla mikrostruktura a fázové složení produktů reakce alkalicky aktivovaných materiálů (GA14-25504S),
- sledování struktury organických vláken (TAČR TA04020749),
- sledování vlivu mlecích procesů na strukturu silikátů, zejména na velikost krystalitů (GA15-08755S),
- sledování výpalu na poměry tridymit × cristobalit v žárokeramice,
- měření v rámci bakalářských a diplomových prací z oblasti využití popílků, epoxidů, přípravy agloporitů, 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 (bakalářská práce Pospíšilová),
- amortizace materiálů upravených mletím (bakalářská práce Ravaszová GA15-08755S),
- vlivu suroviny a technologie výpalu vápenců na vlastnosti vápna (bakalářská práce Sklenářová GA15-08755S),
- k charakterizaci vzorků geopolymérů a alkalicky aktivovaných materiálů. (GA14-04522S),
- analýza míry krystalizace přidávané krystalizační příměsi do betonu (GA16-25472S),
- analýza mikrostruktury betonu, zejména z pohledu přítomnosti korozních splodin (GA14-25504S),
- sledování výpalu na poměry tridymit × cristobalit v žárokeramice,
- sledování přítomnosti Akeranitu (GA13-23051S),
- k posouzení andezitových surovin pro výrobu porobetonu (disertační práce Ján Fleischhacker),
- 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 synergickému účinku agresivního prostředí (sířany, oxid uhličitý a mráz v kombinaci s chemickými rozmrazovacími látkami) a extrémním teplotám v dlouhodobějším časovém intervalu (GA 15-07657S),
- k hodnocení zapojení vláken z odpadní celulózy v lehkých maltách na bázi směsné matrice z hlediska odolnosti vůči vysokým teplotám (diplomová práce Bc. Petr Zařko, 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 2016 použit pro analýzu tepelně zatěžovaných správkových hmot, vzorků souvrství silikátového podlahového systému, lomové porušení cementotřískových desek, svary potrubí chladicího systému jaderné elektrárny Dukovany, ve spolupráci s CEITEC pak součástky jako dálkoměry, lopatky do turbín, filtry do automobilů, konektory, elektrické cívky apod.

XRF - Spektrometr byl v roce 2016 využit např. ke stanovení chemického složení vstupních surovin použitých při řešení projektu FAST-S-16-3184 Využití jemné frakce vápencového kameniva ve vápenných maltách a dále při řešení bakalářských, diplomových a dizertačních prací - analýza složení kameniva, skla, strusky a cihelného prachu (Aneta Gottwaldová, Bc. Tomáš Žižlavský, Ing. Olesia Mikhailova).

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 2016 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.

Zkušební komory a zařízení. – V rámci zakázky HS 125N1035 byla použita korozní skříň Köhler Automobiltechnik GmbH (Lippstadt, Germany) pro hodnocení trvanlivosti ocelí, využívaných jako materiál pro nosné konstrukce distribučních soustav VVN. Konkrétně byly zkoušeny oceli s povrchovou úpravou FeZn a nízkolegované oceli s vyšší odolností proti atmosférickým vlivům (Atmofix). Bylo prováděno měření stanovení koroze vzorků. Průběh zkoušky korozní odolnosti v klimatické komoře byl prováděn dle normy ČSN EN ISO 9227. Zkouška se prováděla s odstupňovanou dobou expozice zkušebních vzorků. Doba expozice byla zvolena v intervalech 48, 96 a 240 hod. Po jednotlivých dobách expozice bylo měřeno korozní napadení vzorků. Po ukončení těchto zkoušek byly provedeny vizuální a mikroskopické analýzy povrchů zkoušených materiálů. Pro tyto účely byl využit elektronový mikroskop TESCAN. Povrch vzorku byl hodnocen i metalograficky, byl proveden výbrus ocelových vzorků po ukončení expozice, které byly poté v zorném poli sledovány a digitálně zaznamenávány na světelném mikroskopu LEICA DM4000 + kamera LEICA.

Při řešení bakalářské práce (Jan Krpálek) 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 testované hmoty. 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 m³). Hodnocení takto exponovaných desek probíhalo jak průběžně (sledování změn barevného odstínu pomocí spektrofotometru, pořizování fotografií v „makro“ režimu), tak po ukončení požadovaného

počtu cyklů (přílnavost k podkladu, tloušťka, odolnost vůči vrypu atd.).

Mobilní laboratoř VP1. V roce 2016 byla mobilní laboratoř využita celkem k 117 cestám za účelem měření a odběru vzorků, což je přibližně 45 % všech pracovních dnů roku. Jednalo se především o cesty do výrobních závodů a na konkrétní realizace. Konkrétně se jednalo o práce typu:

- provádění vývrtů o dílčích průměrech 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, 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,
- odběr vzorků kameniva, na kterých byla stanovena zrnitost síťovým rozbořem, objemová hmotnost zrn, nasákavost, stanovení tvarového indexu, stanovení ekvivalentu písku, sypná hmotnost, mezerovitost, odolnost proti zmrazování a rozmrazování, pevnost v tlaku, posouzení jemných částic,
- zkoušky čerstvého betonu „in situ“ jako jsou: obsah vzduchu, konzistence sednutím a rozlitím kužele, příprava laboratorních vzorků, na kterých byly následně testovány fyzikálně mechanické zkoušky: pevnost v tlaku, hloubka průsaku tlakovou vodou, odolnost proti CHRL,
- výroba zkušební těles (krychle, hranoly, válce), vzorky byly následně podrobeny testování a mrazuvzdornost, 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,
- odběr vzorků pro zkoušky drobných betonových výrobků typu plochá dlažba, zámková dlažba, obrubník, svahová tvárnice, ztracené bednění, následně na nich byly stanoveny pevnosti v ohybu, v příčném tahu, tlaku, odolnost proti obrusu, odolnost proti CHRL, nasákavost
- odběr lehkého kameniva firmy Tech Trading, obchodním názvem Liapor, stanovení základních parametrů a další testování vhodnosti užití do lehkých betonů,
- provádění technického průzkumu v terénu: odtrhové zkoušky, semidestruktivní zkoušení pevností, analýza trvanlivosti konstrukcí, šířka trhlin,
- kontrolní zkoušky čerstvého betonu při provádění betonáže dálnice: stanovení konzistence, obsah vzduchu, odběr vzorků pro další laboratorní testování,
- provádění průzkumu trvanlivosti anhydritových podlah, zkoušení poměrného přetvoření, odolnosti proti skluzu, měření vlhkosti.

7.1.3. Smluvní výzkum v programu VP1

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, tak i budoucími aplikanty nebo dalšími výzkumnými organizacemi.

Konkrétně lze jmenovat např.:

- spolupráci se společností CIDEM Hranice, divize Cetriz 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 TAO4010143

- 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.

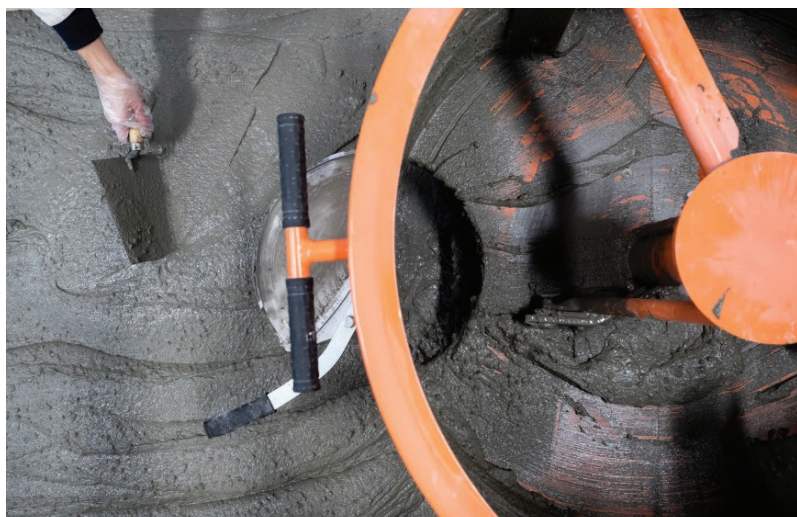
- spolupráci se společnostmi P O K O R N Ý, spol. s r.o., HRADECKÝ PÍSEK a.s. a Lena Chemical s.r.o., při řešení projektu TAČR TA04010425 - Komplexní systém speciálních správkových hmot s využitím druhotných surovin pro průmyslové provozy.
- spolupráci se společností Lime Business Consulting s.r.o. na 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.

V roce 2016 započala nová spolupráce nejen při řešení projektů základního a aplikovaného, ale také v rámci smluvního výzkumu. Nově započatými projekty byly např.:

- MPO TRIO FV10284 se společností PORFIX CZ a.s.
- MPO TRIO FV10118 se společností KOMFORT,a.s.
- MPO TRIO FV10680 se společností Prefa Brno a.s.
- GAČR GA16-25472S

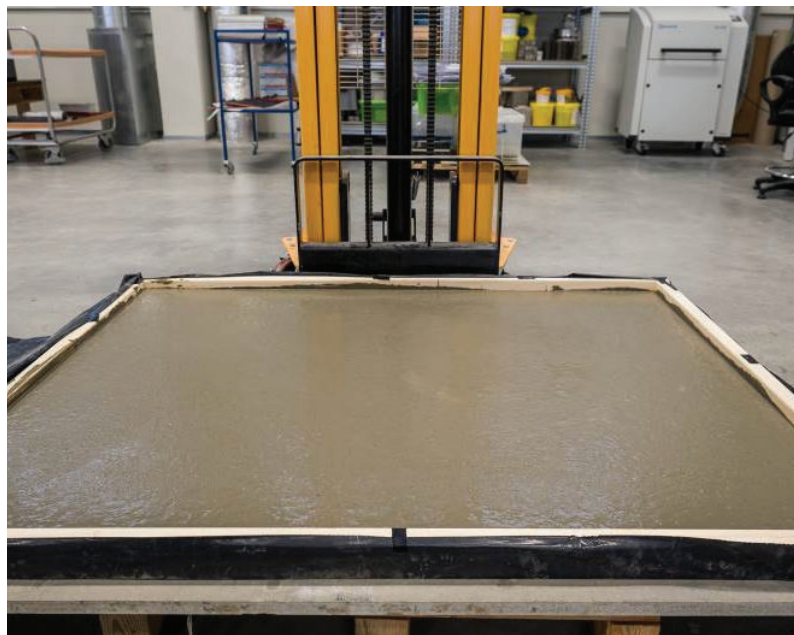


Obr. č. 1
Příprava betonových bloků pro
výzkum kotvicích lepidel
v rámci projektu TA04010425



Obr. č. 2
Příprava vzorku podlahového
systému pro projekt
TA04010143

Obr. č. 3
Příprava vzorku podlahového
systému pro projekt
TA04010143



Obr. č. 4
Vlastní zkoušení kotvících
lepidel v rámci projektu
TA04010425



7.2. Výzkumný program VP2

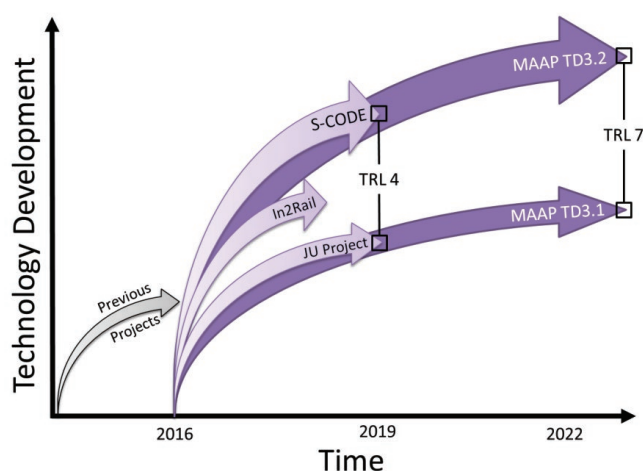
7.2.1. Výzkumné aktivity VS Konstrukce a dopravní stavby

Plnění cílů výzkumného programu VP2: Vývoj pokročilých konstrukcí a technologií se v období roku 2016 ubíralo plně v souladu s odborným zaměřením a předpokládanými cíli popsanými v TA.

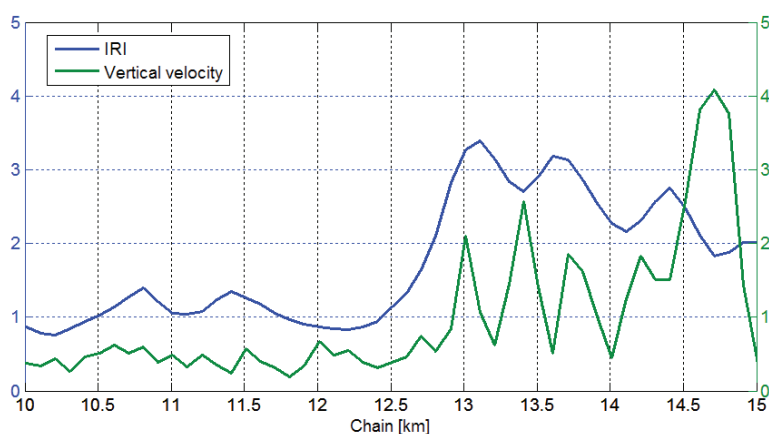
V oblasti konstrukcí a dopravních staveb započala realizace projektu Projekt S-CODE, Switch and Crossing Optimal Design and Evaluation (Optimální návrh a vývoj výhybek a výhybkových konstrukcí - Horizon2020, Shift2Rail-RIA H2020-S2RJU-OC-2016-01-2), Příjemce: University of Birmingham, Konsorcium: DT - Výhybkárna a strojírna, a.s., Ferrovial, Rhomberg-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 zaměřen 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, projektem IN2TRACK. Vztah obou projektů a úroveň dosažených TRL je na obrázku č. 5.



Obr. č. 5
Vztah projektů a úroveň dosažení TRL



Obr. č. 6
Graf průběhu indexu podélné nerovnosti (IRI) a svislého zrychlení vozidla v závislosti na ujeté vzdálenosti:

Divize Dopravní stavby se zabývá především zkouškami stavebních materiálů a ověřováním nových technologií, které mohou prodloužit životnost dopravních staveb.

Ve spolupráci se společností Saint-Gobian ADFORS je ověřována využitelnost sklovláknitých výztuží do asfaltových vozovek, které pomohou snížit tloušťku vozovky a omezí šíření trhlin, což povede ke snížení nákladů na stavbu a opravy a také k omezení čerpání přírodních zdrojů. Pro účely zkoušení byl vyvinut speciální postup.

V rámci společného projektu se Škoda Auto jsou pořádána společná měření, jejichž cílem je stanovit vztah mezi změnou hodnot parametrů, které běžně měří osobní vozidlo (příčné a svislé zrychlení, otáčky jednotlivých kol, atd.) a parametry povrchu vozovky (nerovnosti IRI, protismykové vlastnosti, atd.), které jsou zjišťovány speciálními měřicími vozidly. Cílem projektu je zvýšení bezpečnosti vozidel a ověření nových možností zjišťování vlastností povrchu vozovky. V následujícím obrázku je graf průběhu indexu podélné nerovnosti (IRI) a svislého zrychlení vozidla v závislosti na ujeté vzdálenosti:

Vybavení centra AdMaS je také využíváno k vývoji a zkoušení asfaltových pojiv, asfaltových směsí a povrchů vozovek s delší životností protismykových vlastností. Tato problematika je řešena v rámci výzkumných projektů i ve smluvním výzkumu.

Výzkum je zaměřen na vlastnosti asfaltových pojiv při jejich hodnocení evropským a americkým přístupem. Americký přístup se jeví jako sofistikovanější s ohledem používání funkčních zkoušek pojiv. V rámci výzkumu bylo provedeno vzájemné srovnání obou přístupů. Dále byly porovnávány různé metody stárnutí asfaltových pojiv v laboratorních podmínkách, zejména pak vliv dlouhodobého stárnutí na jejich empirické vlastnosti.

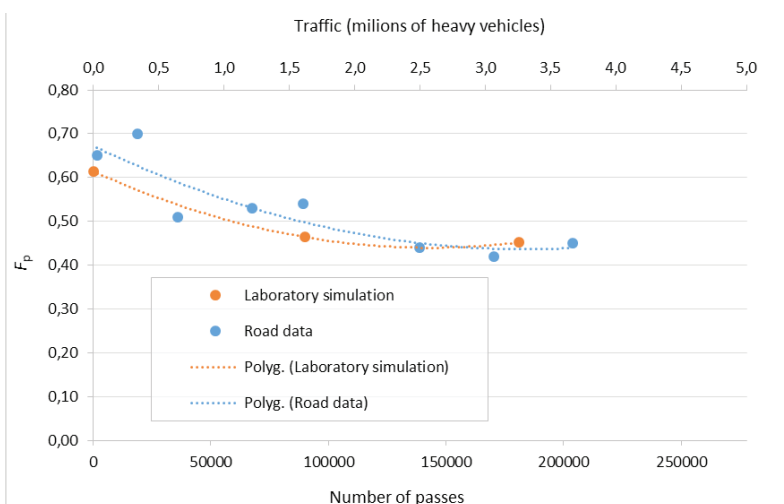
Kromě asfaltových pojiv je v poslední době zaměřena pozornost na přípravu a zkoušení asfaltových směsí s vysokým obsahem R-materiálu. Zkoušeny jsou směsi referenční bez R-materiálu a směsi až s 50 % R-materiálu, přičemž jsou přidávány různé druhy rejuvenátorů (omlazovačů), které mají aktivovat zestárlé pojivo v R-materiálu na úroveň pojiva nově přidávaného. Tyto směsi jsou následně podrobovány funkčním zkouškám na odolnost proti vzniku mrazových trhlin, odolnost proti tvorbě trvalých deformací a tuhost.

V rámci porovnávacích zkoušek jsou též zjišťovány parametry směsí, které se budou zavádět v rámci II. generace evropských norem pro asfaltové směsi.

Vybavení centra AdMaS je také využíváno k vývoji a zkoušení asfaltových pojiv, asfaltových směsí a povrchů vozovek s delší životností protismykových vlastností. Tato problematika je řešena v rámci výzkumných projektů i ve smluvním výzkumu.

Výzkum je zaměřen na vlastnosti asfaltových pojiv při jejich hodnocení evropským a americkým přístupem. Americký přístup se jeví jako sofistikovanější s ohledem používání funkčních zkoušek pojiv. V rámci výzkumu bylo provedeno vzájemné srovnání obou přístupů. Dále byly porovnávány různé metody stárnutí asfaltových pojiv v laboratorních podmínkách, zejména pak vliv dlouhodobého stárnutí na jejich empirické vlastnosti.

Obr. č. 7
Ukázka laboratorní predikce protismykových vlastností povrchu vozovky ve srovnání s reálným vývojem:



Kromě asfaltových pojiv je v poslední době zaměřena pozornost na přípravu a zkoušení asfaltových směsí s vysokým obsahem R-materiálu. Zkoušeny jsou směsi referenční bez R-materiálu a směsi až s 50 % R-materiálu, přičemž jsou přidávány různé druhy rejuvenátorů (omlazovačů), které mají aktivovat zestárlé pojivo v R-materiálu na úroveň pojiva nově přidávaného. Tyto směsi jsou následně podrobovány funkčním zkouškám na odolnost proti vzniku mrazových trhlin, odolnost proti tvorbě trvalých deformací a tuhost.

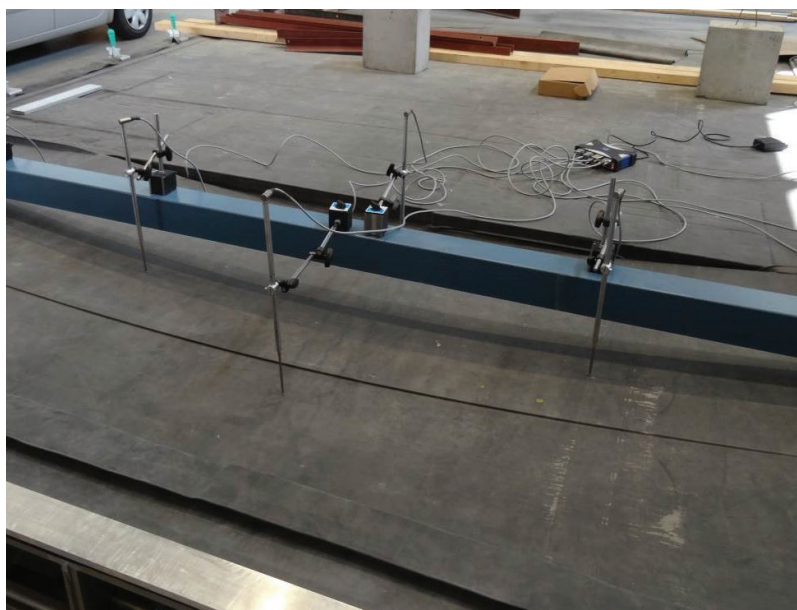
V rámci porovnávacích zkoušek jsou též zjišťovány parametry směsí, které se budou zavádět v rámci II. generace evropských norem pro asfaltové směsi.

V případě konstrukcí jsou typickou ukázkou spolupráce s domácími partnery smluvního výzkumu zkoušky mechanické odolnosti sendvičových panelů se sádkartonovými deskami a polyuretanovým jádrem, která byla řešena v prvním čtvrtletí roku 2016. Popisovaná spolupráce s firmou ISMAT solution, s.r.o.

Sendvičové panely s polyuretanovým jádrem mají široké uplatnění v oblasti stavebnictví. Nejčastěji se využívají jako opláštění budov. Mohou působit jako samonosné bez výztuh nebo opatřené výztuhami. Panely svou tuhostí mohou zabraňovat přilehlým nosníkům v klopení a tím zvyšovat jejich únosnost nebo mohou zajišťovat přenos smykových sil v jejich rovině. Opláštění sendvičových panelů je často tvořeno tenkými plechy, hladkými nebo profilovanými, pro které jsou také vypracované normativní dokumenty. Další možné řešení opláštění představuje například laminát, opláštění z tkaniny ze skelných vláken, hliníkové opláštění, aj. Uplatnění sendvičových panelů je také například při stavbě mrazících boxů, kde se využívá jejich tepelně izolačních parametrů. Pro tento účel se používají také panely s opláštěním ze sádrovláknitých desek. Mechanická odolnost panelů s tímto opláštěním však není popsána v normativních dokumentech a výzkumu bylo v této oblasti realizováno jen velmi málo. Ve spolupráci s firmou ISMAT solution, s.r.o., byly realizovány testy sendvičových panelů, které byly firmou použity mimo jiné také pro stavbu zkušebního rodinného domu bez použití dalšího nosného rámu.

Při namáhání sendvičového panelu na ohyb přenáší vrstvy pláště tahová i tlaková namáhání v rovině panelu. Výplňový materiál svou smykovou tuhostí zajišťuje horní a dolní pás proti vzájemnému usmýknutí a přenáší normálová namáhání kolmo k rovině panelu. Ke globálnímu způsobu porušení může dojít v důsledku boulení nebo drcení pláště v tlačené oblasti, přetržení pláště v tažené oblasti, smykového porušení výplňového materiálu nebo odlepení pláště od výplňového materiálu. Statické působení a možné způsoby porušení při namáhání osovým tlakem jsou předpokládány obdobné jako panelů s plechovým opláštěním.

Laboratorní testování bylo prováděno ve třech variantách. Byla testována únosnost sendvičových panelů v osovém tlaku, únosnost v ohybu při celoplošném zatěžování a smyková únosnost jádra průřezu při zatížení čtyřbodovým ohybem.



Obr. č. 8
Detail osazení snímačů
pro měření vertikálních
deformací v průběhu testu
celoplošného zatěžování.

Obr. č. 9
Sendvičový panel připravený
k testu na osový tlak.

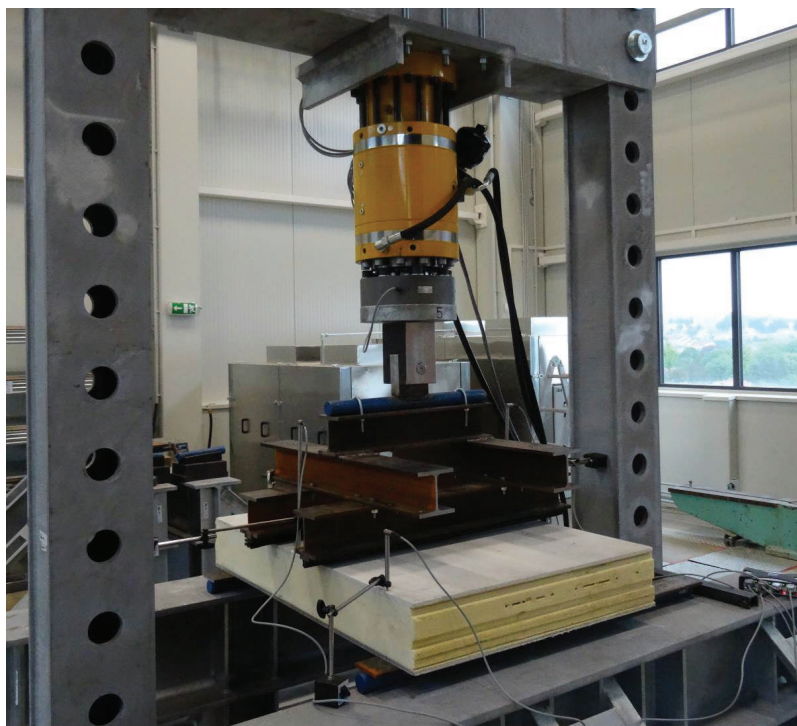


Obr. č. 10
Vzorek poškozený
celoplošným zatěžováním.



Vzhledem k masivnímu průřezu testovaných panelů nenastalo při zatížení osovým tlakem ke ztrátě stability, ale k porušení opláštění u podpory. Případné výztuhy, které mají zvýšit únosnost panelů v osovém tlaku, tedy mají smysl, jen pokud mají stejnou délku jako samotný panel.

K porušení testovaných panelů namáhaných na ohyb rovnoměrným plošným zatížením došlo přetržením dolní vrstvy opláštění v polovině rozpětí desky a k následnému zlomení desky.



Obr. č. 11
Zkušební sestava pro
testování smyková únosnost
jádra průřezu čtyřbodovým
ohybem.



Obr. č. 12
Vzorek po porušení smykem
jádra průřezu.

Při namáhání čtyřbodovým ohybem došlo při malé šířce roznášecí desky k lokálnímu porušení pláště v místě vnášení zatížení v kombinaci s porušením smykem. Při větší šířce roznášecí desky v jednom případě k porušení smykem a ve druhém k porušení vrstvy pláště pod hranou roznášecí desky. Pro experimentální analýzu byly autorským kolektivem zpracovány upřesněné metodiky zkoušení a vyhodnocení. Aktuálně je téma zpracováváno ve formě žádosti o podporu aplikovaného výzkumu z dotačního titulu TRIO vyhlášeného MPO.

V oblasti pozemního stavitelství probíhá výzkum v oblasti studia materiálových vlastností dřeva a studia chování dřevěných prvků a konstrukcí. Dále byl v areálu Centra AdMaS vybudován testovací objekt EnviHut. Jedná se o přemístitelný testovací objekt založený na nosné konstrukci kontejnerové buňky. Půdorysné rozměry 3 x 7,5 m. Výška objektu do 3,5 m. Objekt je zcela energeticky autonomní, 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 těchto oblastech jsou plánovány výstupy VaV v roce 2017 a dalších.

Obr. č. 13
Vizualizace a reálný testovací
objekt EnviHut



7.2.2. Výzkumné aktivity VS EGAR

Výzkumná skupina EGAR se v rámci výzkumného programu VP2 centra AdMaS, tj. Vývoj a výzkum pokročilých konstrukcí a technologií podílí zejména na plnění cílů právě v oblasti pokročilých technologií. I v roce 2016 bylo plnění cílů plně v souladu s odborným zaměřením skupiny deklarovaným a popsáním v TA regionálního centra AdMaS.

Zaměření a cíle VS EGAR dle TA:

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

V rámci uvedeného cíle jsou ve výzkumné skupině EGAR řešeny jak grantové projekty, tak smluvní výzkum. Skupina se zabývá oblastí tzv. Smart City – Chytrých měst, kdy jsou s ohledem na současné trendy instalovány a využívány technologie, které si kladou za cíl zejména zvýšení kvality života v městských sídlech, zvýšení bezpečnosti a zvýšení kvality životního prostředí. Za účelem zdokonalení diagnostických metod se zaměřením na energetické a ekologické aspekty budov byly vyvinuty funkční prototypy senzoru vnitřního prostředí s integrací měření koncentrace oxidu uhličitého a digitální senzor vlhkosti dřeva, které byly aplikovány v reálném provozu budovy. Byly provedeny experimenty za účelem identifikace nejvhodnějšího způsobu měření teplot v konstrukcích, dále vyvinuty sestavy

pro měření tepelných a optických vlastností stavebních konstrukcí v reálných klimatických podmínkách. Experimentálně byla ověřena a optimalizována aplikace fotodiody jako substituce pyranometru pomocí korekčních faktorů, kterou lze využít v mnoha oblastech diagnostiky budov, zejména pro monitorování složky slunečního záření s potenciálním výhledem aplikace v rozvoji diagnostických a monitorovacích metodik a nástrojů v budovách a regionech. Dále byl zahájen monitoring energetické bilance zářivých toků oblohy pro kvantifikaci a modelování výsledných energetických toků budov a regionu v interakci s okolním venkovním prostředím.

Mezi nejvýznamnější aktivity VS EGAR v této oblasti lze zařadit např.:

- smluvní výzkum v oblasti monitoringu vnitřního prostředí pro společnost GOOPAN (metodika a instalace vlastního monitorovacího systému v rámci typizované dřevostavby); dlouhodobé měření a vyhodnocování
- výzkumný projekt GAČR – klimaticky aktivní solární fasády; instalace v centru AdMaS
- výzkumný projekt TAČR – Centrum kompetence – Inteligentní regiony – informační modelování sídel, technologie a infrastruktura pro udržitelný rozvoj
- zpracování konceptu Smart City pro město Újezd u Brna
- zpracování konceptu Smart City pro město Židlochovice včetně aplikace termovizního měření, odborné přednášky o energetických úsporách pro veřejnost
- interní výzkum řeší např.:
 - stanovení korekčních faktorů pro využití fotodiody na sledování intenzit slunečního záření
 - vývoj digitálního senzoru monitorování vlhkosti dřeva, jeho kalibrace a ověření
 - vývoj senzoru vnitřního prostředí s indikací obsahu koncentrace CO₂
 - práce a vývoj s UAV a UAS v oblasti leteckého snímkování a letecké termografie
 - testování diagnostiky stavebních konstrukcí ze vzduchu prostřednictvím UAV a UAS

V rámci projektu GAČR GJ 16-02430Y byla vytvořena mobilní experimentální sestava umožňující testování novodobých konceptů solárně aktivovaných fasád ve full-scale režimu. Je zde možné sledovat interakci mezi vnitřním prostředím udržovaným v testovací buňce, experimentální stavební konstrukcí a vnějším prostředím. Cíle projektu jsou např.:

- vývoj mobilní experimentální full-scale testovací sestavy
- vývoj solárního konceptu obalového pláště budov – prototyp solárního fasádního panelu
- vývoj sestavy pro stanovení propustnosti slunečního záření stavebních materiálů



Obr. č. 14
Mobilní experimentální
full-scale testovací sestava
solárně aktivovaných fasád

Obr. č. 15
Meteorologická stanice
centra AdMaS dovybavená
senzorem dlouhodobé složky
tepelného záření oblohy



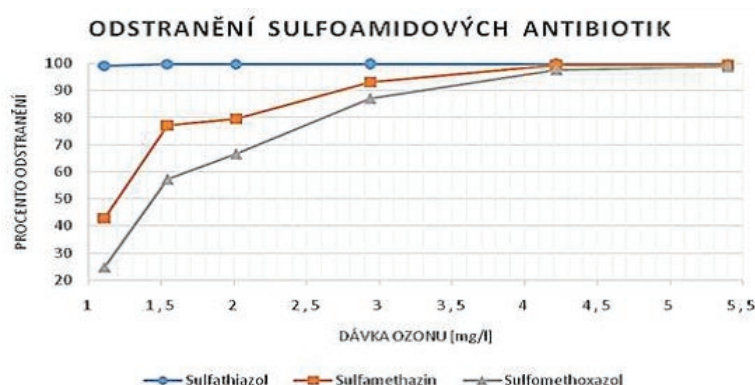
Zaměření a cíle VS EGAR dle TA: Vývoj nových technologií v oblasti odvádění čištění odpadních vod, úpravy pitné vody a její distribuce, nakládání s odpady, vývoj nových postupů pro využití energie z odpadních vod, odpadů a kalů vznikajících při čištění odpadních vod.

V rámci uvedeného cíle jsou ve výzkumné skupině EGAR řešeny jak grantové projekty, tak smluvní výzkum. Skupina se i za oblast vodního hospodářství zabývá aplikacemi tzv. Smart City – Chytrých měst, kdy jsou s ohledem na současné trendy instalovány a využívány technologie, které si kladou za cíl zejména zvýšení kvality života v městských sídlech, zvýšení bezpečnosti a zvýšení kvality životního prostředí (hospodaření s šedými a dešťovými vodami, chytré řízení ČOV, inteligentní vodoměry, apod.). V rámci technologií se skupina zabývá zejména možnostmi aplikace membránových separací průmyslových vod nebo aplikací pokročilých oxidačních procesů v rámci testování pilotní jednotky AOP k odstranění chemického znečištění ve vodě. Vzhledem k úspěšné spolupráci se společností Bionic byl v roce 2016 zahájen výzkum možností zpracování čistírenského kalu technologií mikrovlnné pyrolýzy.

Mezi nejvýznamnější aktivity VS EGAR v této oblasti lze zařadit např.:

- 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
- vývoj zařízení pro napojení šachty na kanalizační potrubí. 29444, užitný vzor. (2016)
- smluvní výzkum v oblasti monitoringu a optimalizace kanalizačních sítí v lokalitách Prasklice, Bobrová, Znojmo s využitím automatizovaného odběru vzorků s měřením základních elektrochemických veličin odpadních vod v kanalizačních sítích
- řešení projektu FAST-J-16-3424 „Využití pilotní jednotky AOP k odstranění chemického znečištění ve vodě“
- řešení projektu FAST-J-16_3547 „Odstraňování antibiotik z komunálních odpadních vod pomocí technologie pokrokových oxidačních procesů (AOP)“
- aplikace principů efektivnějšího řízení ČOV, možnosti využití šedých vod apod. při zpracování konceptu Smart City pro město Židlochovice

V roce 2016 byl řešen projekt specifického výzkumu FAST-J-16-3547, který byl zaměřen na odstraňování antibiotik z odpadních vod. Pro tento účel byly vybrány dva druhy antibiotik, které se hojně objevují v odpadních vodách: sulfoamidová, které jsou zastoupena látkami sulfathiazol, sulfamethazin, sulfomethoxazol a makrolidová zastoupena látkami erythromycin a roxithromycin. Dále byla do roztoku „surové“ vody přidána skupina protizánětlivých nesteroidních látek jako ibuprofen, naproxenum natricum a diclofenac, které se také v hojné míře vyskytují v odpadních vodách. Pozorované účinné látky byly získány z čistých analytických standardů a z volně dostupných léčiv, které byly rozpuštěny do roztoku v koncentracích, v jakých se nacházejí v komunálních odpadních vodách.



Obr. č. 16
Procento odstranění sulfoamidových antibiotik při zvyšující se koncentraci dávky ozonu

Pozn.: Ve skupině sulfoamidových antibiotik je zřejmé, že sulfotiazol je prakticky odstraněn už při velmi nízkých koncentracích O₃, zatímco sulfomethazin a sulfomethoxazol, jsou v uspokojivé míře (98 %) odstraněny až při násobně vyšších dávkovaných koncentracích.



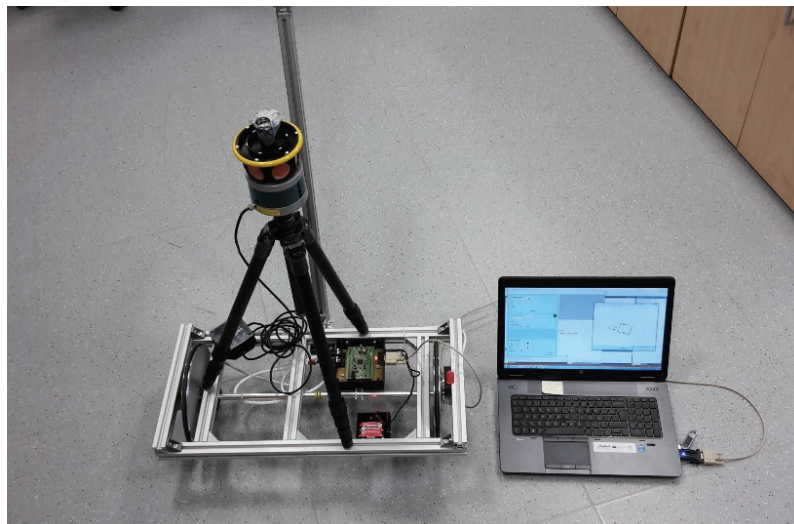
Obr. č. 17
Pilotní AOP jednotka

Zaměření a cíle VS EGAR dle TA: 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 2016 bylo plnění cílů TA v oblasti geoinformatiky zastoupeno zejména řešením smluvního výzkumu využití technologií 3D skenování v rámci liniových staveb. Pro dopravní podnik města Brna byla zpracována a ověřena metodika pro zajištění prostorové polohy koleje tramvajových tratí ve správě Dopravního podniku města Brna, a.s. Pro Správu železniční dopravní cesty byly ověřeny možnosti využití technologie mobilního mapování (laserové skenování) v podmínkách provozovatele kolejí. Dále byl řešen specifický výzkum FAST pro aplikace přenosného mapovacího systému.

V souvislosti s masívním vývojem v oblasti mobilního mapování byl v roce 2016 řešen projekt specifického výzkumu FAST-S-16-3214 „Vývoj přenosného mapovacího systému pro použití v interiérech“. Doposud byla tato technologie využívána především ve venkovním prostředí, ale vývoj technologií již dovoluje, aby nosičem mobilního mapovacího systému (MMS) nebylo pouze vozidlo, ale i člověk. Tento trend umožňuje využití MMS také v interiéru za předpokladu dostatečně přesného určení trajektorie bez použití GNSS. Cílem projektu je vytvoření funkčního MMS pro mapování interiérů. V rámci projektu byl vytvořen obslužný software pro sběr dat pro sledování trajektorie nosiče (vozíku) pomocí robotické totální stanice a inerciální jednotky. Zároveň software sbírá 3D mračno bodů z laserového skeneru. Software je vytvořen jako desktopová aplikace pro systém Windows, umožňuje komunikaci se senzory pomocí COM portů a ukládá data do výstupních souborů pro další zpracování. V uživatelském rozhraní obsluha zařízení vidí důležité hodnoty v reálném čase z jednotlivých senzorů. Software zároveň provádí výpočet výsledného mračna bodů v závislosti na trajektorii.

Obr. č. 18
Experimentální model
přenosného mapovacího
systému pro použití
v interiérech



Zaměření a cíle VS EGAR dle TA: 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

Také skupina geotechniky řešila v roce 2016 mnoho zajímavých grantových projektů a zakázek smluvního výzkumu. Z těch nejzajímavějších můžeme jmenovat následující:

- řešení specifického výzkumu FAST-S-15-27 „Laboratorní testování geomateriálů a identifikace vstupních parametrů materiálových modelů s využitím optimalizačních metod“. S využitím triaxiálního automatického systému pro testování skalních hornin bylo provedeno testování hornin a stříkaného betonu za jednoosého a trojosého (triaxiální) zatěžování
- řešení výzkumného úkolu TAČR TA04031092 „Interpretace a korelace dynamické a statické penetrační zkoušky pro efektivnější navrhování dopravních staveb“. V upravené experimentální jámě v pavilonu P1 byla v říjnu 2016 realizována první sada penetračních sond prováděných za účelem získání efektivního nástroje pro kontrolu zhutnění zásypů inženýrských sítí. Práce jsou součástí výzkumného, na jehož řešení se ve spolupráci s firmami Geostar, spol. s r. o. a GEOtest, a. s.
- řešení výzkumného úkolu TAČR TA04031092 zaměřeného na geotechnický monitoring napětí při zasypávání jámy a při penetrování nasypaného materiálu v experimentální jámě. Realizace probíhá při simulaci reálných podmínek v centru AdMaS

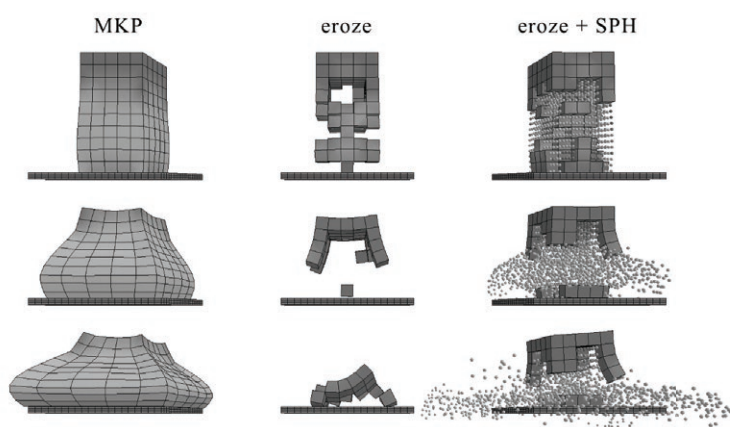
Obr. č. 19 a č. 20
Geotechnický monitoring
napětí



7.2.3. Výzkumné aktivity VS Matematické modelování

Divize MM se v průběhu roku 2016 věnovala řadě témat v souladu s TA. Mezi nejvýznamnější výsledky divize patří následující položky:

Jedním z řešených témat bylo zavedení numerické eroze při řešení numerických úloh metodou konečných prvků (MKP). Ta stále patří mezi nejpoužívanější nástroje pro výpočet numerických simulací. Vzhledem k možnému nadměrnému přetvoření sítě konečných prvků však při jejím použití hrozí potíže, jako například uzamykání elementů či vznik záporných objemů. Často se tedy musí přistoupit k zavedení numerických nástaveb, aby simulace mohly být vůbec provedeny. Při výzkumu lokálních porušení konstrukcí, jako jsou penetrace povrchového pláště či jeho perforace, je téměř nezbytné do simulací zavést numerickou erozi elementů. Při použití numerické eroze však na matematickém pozadí výpočtu dochází k disipaci hmoty a energie z výpočtového modelu. To se v konečném důsledku může projevit jako vznikající nesrovnalost mezi simulacemi a experimenty. Řešení tohoto problému pak může spočívat v zavedení transformace erodovaných elementů na částice Smoothed Particle Hydrodynamics (SPH). Tyto nově vzniklé prvky pak mohou přebírat charakteristiky z původních elementů – zachovat tak hmotu a energii numerického modelu; schematicky na Obr. č. 21. Aspekty, použití a implementace popsaného algoritmu byly publikovány v impaktovaném časopise Shock and Vibration v článku Kala & Hušek (2016).



Obr. č. 21

Dopad betonového vzorku na tuhou podložku. Zleva model bez eroze MKP, model s erozí MKP, model s erozí MKP a jejich transformací na SPH částice.

Dlouhodobě rozvíjeným tématem divize je provádění, vyhodnocování a numerické simulace lomově-mechanických experimentů. Používá se řada lomových metod (efektivní trhliny, Dvojí-K, Dvojí-G, lomové práce), testů, variace tvaru zkušebních těles i koncentrátorů napětí, a řada materiálů. V roce 2016 byly vedle kvazistatického působení hodnoceny únavové zkoušky materiálů s korekcí výsledků pomocí aproximací vlivu stárí na základní parametry. 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 příčným zářezem, doplnění však činila válcová tělesa s chevronovým vrubem (šípový zářez) – viz Obr. č. 22.



Obr. č. 22

Vybraná válcová tělesa z vývrtů stávající železobetonové konstrukce po lomových testech (Chevronový vrub).

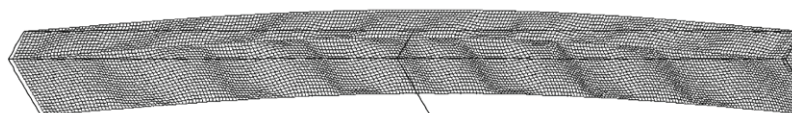
Další typ lomového testu představovalo štípání klínem (WST), kdy zkušebními tělesy byly nejčastěji krychle opatřené drážkou a zářezem. Řešení zahrnovalo i velmi pokročilé kombinace 3PB a WST testů s jedním či dvěma koncentratory napětí.

Zkoumanými materiály byly především: betony s klasickým plnivem, betony s kamenivem z druhotných surovin, jemnozrnný kompozit na bázi alkalicky aktivované strusky vyztužený uhlíkovými nanotrubičkami, kompozity především na silikátové bázi s rozptýlenou výztuží (vlákna, drátky). U materiálů nevyztužených vlákny byla pozornost věnována vedle stanovování tradičních lomově-mechanických parametrů aktuálně tvaru a velikosti lomové procesní zóny. V případě kompozitů s rozptýlenou výztuží šlo vedle zmíněného také o kvantifikaci vlivu vláken/drátků a matrice na hodnoty zmíněných parametrů, přičemž analýza zahrnovala i vliv uložení těles při jejich zrání. Byl tak demonstrován potenciál pokročilé analýzy naměřených diagramů, síla vs. posun, pomocí dekompozice těchto diagramů.

Dále byl realizován výzkum, zaměřující se na určení tvarových funkcí a funkcí poddajnosti pro atypická tělesa, která jsou kombinací zkušební konfigurace pro tříbodový ohyb a testu štípání klínem. Je známo, že změna v geometrii takovýchto těles vede k jinému stínění rostoucí trhliny a tím slouží ke stabilním, či právě nestabilnímu šíření trhliny u obecných těles. Studie proběhla na sérii těles, která již byla testována ve spolupráci s TU Wien v roce 2015. Pro další lomové analýzy vyvstala nutnost získání bezrozměrných tvarových funkcí, přepočtených přes Williamsův rozvoj (základem pro víceparametrovou lineární elastickou lomovou mechaniku) za pomoci tzv. přeuročité metody (Over-deterministic method). K tomu vhodně posloužil nástroj ANSYS a vyvinutý nástroj ODeMApp. Funkce poddajnosti těles byly určeny taktéž numericky a přirozeně pro každou konfiguraci těles. Výstupem výzkumu byly úspěšně dosažené výsledky publikované na ceněné španělské konferenci, která je každoročním setkáním lomových odborníků.

Dalším řešeným tématem divize MM byla pravděpodobnostní analýza spolehlivosti tlačného imperfektního ocelového sloupu, který má tenkostěnný truhlíkový průřez, viz článek Kala a kol. (2016), publikovaný v časopise International Journal of Mechanics. Tenkostěnný sloup byl modelován s pomocí skořepinových konečných prvků v programu Ansys. Počáteční geometrické imperfekce byly zavedeny podle lokálních a globálních tvarů vybočení (Obr. 23). Stochastický výpočtový model byl založen na geometricky a fyzikálně nelineární metodě konečných prvků a numerické simulační metodě Latin Hypercube Sampling, která byla aplikována na vytvoření numerických realizací počátečních náhodných imperfekcí. Byl studován vliv nominální tloušťky stěny dutého pravoúhlého průřezu na mezní stav únosnosti.

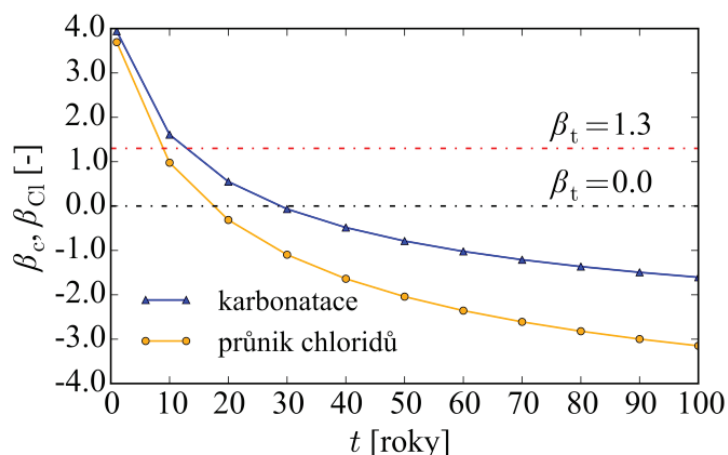
Obr. č. 23
Tenkostěnný prut s
počátečními imperfekcemi.



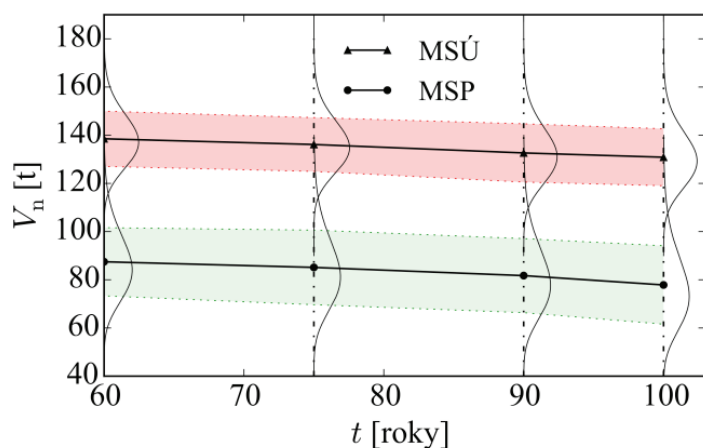
Další analýza byla zaměřena na problematiku stability strmých von Misesových nosníků s pruty majícími ocelové válcované průřezy IPE400, viz článek Kala & Kalina (2016) publikovaný v časopise International Journal of Mechanics. Von Misesovy nosníky byly řešeny s ideální geometrií a s geometrií mající počáteční geometrické imperfekce. Numericky byly vyšetřovány statické rovnovážné stavy třech strmých von Mises trusses se sklony 45°, 55°, 60°, kterým byla vnucena vertikální a horizontální přemístění vrcholového kloubu. V článku je popsán postup výpočtu a vykreslení prostorových ploch potenciální energie. V první fázi ladění programu byla zavedena reálná počáteční imperfekce jako tisícina délky prutu běžně se vyskytující na reálných průmyslově vyráběných prutech. V druhém kroku byla počáteční imperfekce uměle zvětšena na desetinu délky prutu, čímž byly obdrženy nové a graficky zajímavé 3D plochy transformované potenciální energie, které mohou být využitelné pro zkoumání stability a bifurkačních bodů těchto nelineárních systémů.

Dalším rozvíjeným tématem divize MM bylo modelování degradačních procesů v betonu a stanovení spolehlivosti a životnosti železobetonových konstrukcí, zejména pak mostů pozemních komunikací. Stanovení spolehlivosti a životnosti je v současné době velmi aktuálním tématem při navrhování nových či posouzení stávajících betonových konstrukcí. V nových mezinárodních dokumentech je rovněž kladen do popředí pravděpodobnostní přístup při modelování a hodnocení životnosti a úrovně spolehlivosti stavebních konstrukcí. Jsou-li navíc k dispozici informace o stavu existujících mostů

z provedených prohlídek a diagnostických průzkumů, je možné stanovit pro jednotlivé mezní stavy úroveň jejich zatížitelnosti a spolehlivosti nejen v aktuálním čase, ale na základě vhodných analytických modelů lze s ohledem na degradaci materiálu vlivem např. karbonatace betonu či průniku chloridů provádět i predikci do budoucích let (viz Obr. č. 24). 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. Výsledky analýz byly publikovány v impaktovaném časopise *Engineering Structures* v článku Šomodíková a kol. (2016) a v recenzovaném časopise *Beton TKS* v článku Teplý a kol. (2016).



Obr. č. 24a
Pokles úrovně spolehlivosti
v průběhu životnosti mostu
vlivem degradace materiálu.



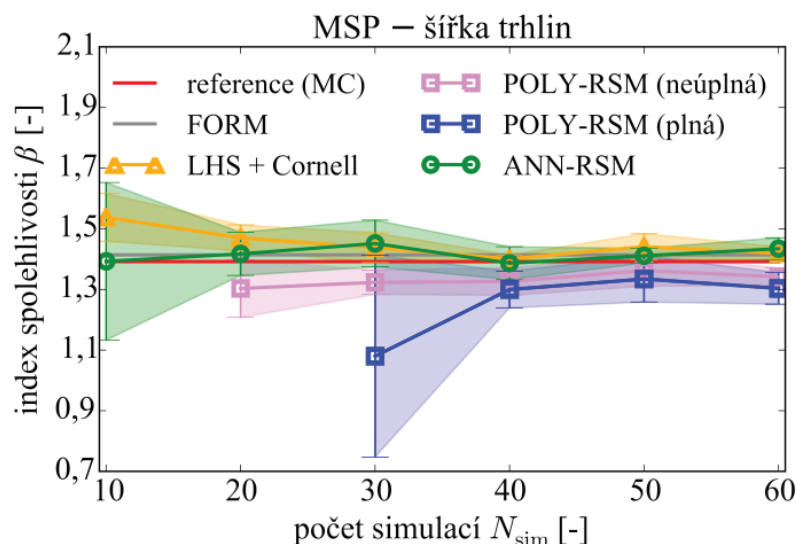
Obr. č. 24b
Predikce zatížitelnosti
pro mezní stav únosnosti
(MSÚ) a použitelnosti (MSP)
pro stáří mostu 60–100 let.

Ve spolupráci s vídeňskou univerzitou University of Natural Resources and Life Sciences bylo prováděno modelování interakce mezi nosnou konstrukcí železničních mostů a kolejnicí s ohledem na vliv teploty na růst napětí; rovněž publikováno na konferenci IABMAS 2016 v Brazílii ve dvou článcích Strauss a kol. (2016ab).

Úroveň spolehlivosti, popsanou pomocí pravděpodobnosti poruchy nebo indexu spolehlivosti, je možné stanovit s využitím klasických simulačních či aproximačních metod. S ohledem na časovou náročnost výpočtu však využití simulačních metod není v aplikaci na rozsáhlé konstrukce reálné. Proto byla v rámci činnosti vyvíjena aproximační metoda založená na umělé neuronové síti (ANN-RSM). Její efektivita byla prokázána jak u jednodušších konstrukcí, kde funkce poruchy byla dána explicitně, tak i u konstrukcí mostů s funkcí poruchy definované implicitně na základě simulace odezvy konstrukce metodou konečných prvků (viz Obr. 25). Navrženou metodu je možné rovněž použít v úlohách inverzní spolehlivosti, tj. při stanovení návrhových parametrů konstrukce při dosažení požadované úrovně spolehlivosti.

Obr. č. 25

Srovnání indexů spolehlivosti stanovených na základě různých metod.



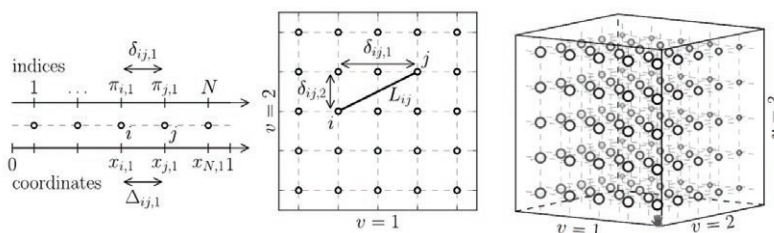
Aplikace metody ANN-RSM při stanovení ukazatelů spolehlivosti i při stanovení vybraných návrhových parametrů předpjatého mostu byly publikovány v impaktovaném časopise Neural Computing and Applications v článku Lehký & Šomodíková (2016) a na významné mezinárodní mostařské konferenci IABMAS 2016 v Brazílii v článku Lehký a kol. (2016).

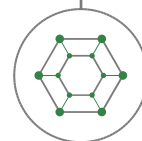
Dalším studovaným tématem byla korelace mezi vybranými parametry betonů různých pevnostních tříd. Cílem bylo získat statistickou závislost mezi základními mechanickými parametry, jako jsou tlaková a tahová pevnost či modul pružnosti, a dále parametry popisující lomové chování těchto kompozitů, zde zastoupené specifickou lomovou energií. Analýza korelací byla provedena s využitím výsledků dvou typů laboratorních zkoušek – tlakové zkoušky na krychelných vzorcích a tříbodovém ohybu trámů s centrálním zářezem. Další sada lomově-mechanických parametrů byla získána pomocí inverzní analýzy. Jednotlivé statistické závislosti byly stanoveny pomocí neparametrické pořadové korelace. Výsledkem analýz jsou dvě doporučené korelační matice, jedna pro betony do pevnostní třídy C30/37, druhá pro betony s pevnostmi odpovídající třídě C40/50 a vyššími. Výsledky jsou souhrnně popsány v článku Zimmermann a kol. (2016) publikovaném v impaktovaném časopise Structural Concrete.

Rovněž byla zpracovávána témata z oblasti návrhu experimentů (DoE – design of experiments). Náhodný návrh metody Monte Carlo (MC) nebo Latin Hypercube Sampling (LHS) může být dále optimalizován na základě různých kritérií. Námi studované kritérium je založené na vzdálenosti mezi všemi dvojicemi bodů návrhu. Jedná se o AE kritérium (Audze, Eglajs, 1977), jeho periodickou variantu PAE (Eliáš, Vořechovský, 2016) a jeho zobecněnou variantu p (Morris, Mitchell, 1995). Práce byla zaměřena na výpočet těchto kritérií na pravidelném ortogonálním gridu obsahujícím velké počty simulací (= bodů), viz Obr. 26. Vzdálenosti mezi všemi dvojicemi bodů lze vyjádřit kombinačním číslem. Pro velké počty simulací jsou počty všech vzdáleností velké a nelze tedy procházet všechny délky. U pravidelného gridu lze využít pravidelného opakování stejných délek. Získané kritérium na ortogonálním gridu se jeví jako spodní hranice, které lze při rozmístění bodů v řešené doméně dosáhnout a může tedy sloužit jako kritérium pro přerušení při optimalizaci.

Obr. č. 26

Pravidelné ortogonální gridy – 1D, 2D a 3D se stejným počtem bodů v dimenzi $n = 5$, počet simulací (bodů) je pro jednotlivé návrhy 51, 52 = 25, 53 = 125





8. Závěr

Budování výzkumného Centra AdMaS bylo po čtyřech letech úspěšně dokončeno k datu 31. 12. 2014. Centrum má za sebou druhý rok plného provozu v areálu na adrese Purkyňova 651/139, Brno. V roce 2016 pokračovalo v centru řešení VaV projektů z předchozích let a započalo řešení nových projektů, včetně mezinárodního projektu Shift2Rail v rámci programu H2020. Celkově se v roce 2016 řešilo 24 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 2016 se zvýšil počet mobilit 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 2016 došlo k naplnění všech monitorovacích indikátorů a prakticky ve všech případech k přeplnění ročních plánovaných hodnot.

Počet pracovních míst (FTE) zaměstnanců VaV: 130

Počet úspěšných absolventů doktorských/magisterských studijních programů: 23/146

Publikace v impaktovaných časopisech: 40

Publikace v bodovaných periodikách v rámci metodiky VaV: 129

Národní patenty: 2

Výsledky aplikovaného výzkumu (poloprovoz, prototyp, funkční vzorek atd.): 70

Počet projektů smluvního výzkumu: 169

Počet VaV projektů: 60 + 2 mezinárodní

Celkový příjem z komerční činnosti: 58 mil. Kč

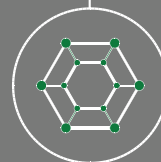
Z toho příjem ze smluvního výzkumu: 37 mil. Kč.

Příjem z nekomerční činnosti: 150 mil. Kč.

Celkový příjem centra: 208 mil. Kč.

Nejvýznamnějšími partnery z oblasti aplikační sféry bylo v segmentu dopravních staveb Ředitelství silnic a dálnic, Správa železniční dopravní cesty, vybrané regionální správy a údržby silnic a společnost FRAYSSINET CS, a.s. Centrum úspěšně pokračuje ve spolupráci v oblasti geoinformatiky s významnou německou geodetickou společností Hansa Luftbild AG. V oblasti materiálového výzkumu patří mezi klíčové partnery centra společnost VERTEGO, spol. s.r.o., společnost BEST, a.s., CEMEX Czech Republic, s.r.o. či TRANSBETON s.r.o. Dalšími klíčovými partnery jsou např. ČEZ, a.s., Ústav aplikované mechaniky a Centrum pro vědu a výzkum s.r.o. Jako velice perspektivní se jeví spolupráce se společností BIONIC E&M spol. s.r.o., která je zaměřená na využití odpadů z čistíren odpadních vod. Významnou zakázkou byl projekt pro skupinu E.ON, který byl zaměřen na analýzu potenciálu uplatnění zkapalněného zemního plynu (LNG) v ČR a na návrh bezpečnostních předpisů na výstavbu tankovacích stanic na LNG.

Obecně došlo k významnému rozvoji spolupráce s aplikační sférou a navýšení obratu centra v oblasti smluvního výzkumu. Pozitivní skutečností je, že i přes celkový ekonomický pokles sektoru stavebnictví v ČR v roce 2016 se centru podařilo mírně navýšit obrat. Dalším 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
admas@fce.vutbr.cz
telefon: +420 541 148 011
GPS 49°14'07.5"N 16°34'19.4"E