



VYSOKÉ UČENÍ FAKULTA
TECHNICKÉ STAVEBNÍ
V BRNĚ

AdMaS®

POKROČILÉ STAVEBNÍ MATERIÁLY,
KONSTRUKCE A TECHNOLOGIE

Výroční zpráva o činnosti Centra AdMaS 2021



Úvodní slovo ředitele



Vážené kolegyně a vážení kolegové,

výzkumné Centrum AdMaS (Advanced Materials, Structures and Technologies) je moderní centrum vědy a komplexní výzkumná instituce v oblasti stavebnictví, která je součástí Fakulty stavební. Zaměřuje se na výzkum, vývoj a aplikace pokročilých stavebních materiálů, konstrukcí a technologií. Svým záběrem však přesahuje oblast stavebnictví, například výzkumem cíleným na dopravní systémy, infrastrukturu měst a obcí, cirkulární ekonomiku.

Během sedmého roku plného provozu se Centrum AdMaS, pod vedením nového ředitele Ing. Zdeňka Krejzy, Ph.D., věnovalo nejen výzkumu, vývoji a aplikaci pokročilých stavebních materiálů, konstrukcí a technologií, ale také se muselo vypořádat s pandemií

COVID-19 i se skutečností, že areálu centra skončila záruka zhotovitele na stavební dílo. Po celý rok 2021 ještě probíhalo odstraňování reklamovaných záručních vad.

V roce 2021 byla odevzdána závěrečná zpráva k projektu AdMaS – posílení výzkumných kapacit centra. Součástí závěrečné monitorovací zprávy byly i informace o naplnění všech plánovaných monitorovacích indikátorů.

Centrum se v roce 2021 ubíralo směrem plně v souladu s jeho odborným zaměřením, při řešení výzkumných projektů GA ČR, TA ČR, MŠMT, smluvního výzkumu, a připravovalo prostor pro rozvoj nových výzkumných aktivit např. v oblasti aditivních technologií a 3D tisku.

Výzkumníci Centra AdMaS se soustředili na inovace ve stavebnictví v oblasti zdokonalování stávajících technologií, materiálů a procesů, oblast cirkulární ekonomiky, recyklaci vody a odpadů v rámci zelené infrastruktury měst, při řešení jednotlivých výzkumných projektů realizovaných v centru kompetence CAMEB, což je hlavní výzkumný projekt Centra AdMaS.

Díky aktivitě všech výzkumníků Centra AdMaS, pokračovala výzkumná činnost v roce 2021 v obdobném objemu výstupů jako v letech předcházejících i přes komplikace spojené s pandemií COVID-19. Zároveň byla zahájena příprava projektu CAMEB II, který bude klíčový pro nacházející období.

Velkou výzvou pro Centrum AdMaS je příprava na vstup do platformy Národní centrum stavebnictví 4.0, která si klade za cíl využít synergie při zavádění a optimalizaci digitalizace, automatizace a uplatňování principů udržitelného environmentálního chování a Centrum AdMaS se pro tyto účely plánuje stát jedním velkým stavebním testbedem (transparentním testovacím centrem).

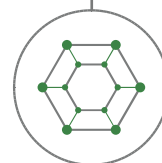
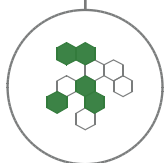
Centrum AdMaS je spolehlivým partnerem v oblasti výzkumu i uznávaným arbitrem ve stavebnictví. Je to zásluha především našich výzkumníků a techniků, ale nesmím zapomenout ani na pracovníky správy a údržby, kteří vytvářejí podmínky pro práci nás všech. Tímto bych chtěl poděkovat všem kolegům, bez nichž bychom nedosáhli výsledků, které máme, a bez nichž by Centrum AdMaS nebylo tím, čím je.

Ing. Zdeněk Krejza, Ph.D., ředitel

Obsah

1. Organizační struktura	5
2. Aktivity v oblasti managementu a řízení	7
3. Akce, školení a semináře	9
4. Mobility výzkumných pracovníků a spolupráce se zahraničím	11
5. Mobility výzkumných pracovníků vůči aplikační sféře	13
6. Plnění monitorovacích ukazatelů a směrné ukazatele za rok 2021	15
7. Výzkumné aktivity	17
7.1 Zájmové seskupení: Pokročilé stavební materiály	18
7.1.1 Aktivity ZS v oblasti managementu	18
7.1.2 Školení a semináře	18
7.1.3 Mobility výzkumných pracovníků a spolupráce se zahraničím	19
7.1.4 Mobility výzkumných pracovníků vůči aplikační sféře	20
7.1.5 Výzkumné aktivity ZS	20
7.2 Zájmové seskupení: Pokročilé stavební konstrukce a dopravní stavby.....	27
7.2.1 Aktivity ZS v oblasti managementu	27
7.2.2 Školení a semináře	28
7.2.3 Mobility výzkumných pracovníků a spolupráce se zahraničím	28
7.2.4 Výzkumné aktivity ZS	31
Obecné informace	45
Cíle projektu pro rok 2021	45
Posudek na únavu v software IDEA StatiCa Connection	45
Experiment na únavu	45
Závěr	46
7.3 Zájmové seskupení: Ekonomika a životní prostředí	58
7.3.1 Aktivity ZS v oblasti managementu	58

7.3.2	Školení a semináře	58
7.3.3	Mobility výzkumných pracovníků a spolupráce se zahraničím	58
7.3.4	Mobility výzkumných pracovníků vůči aplikační sféře	60
7.3.5	Výzkumné aktivity ZS	60
8.	Závěr	73



1. Organizační struktura

Centrála

Ředitel	Ing. Zdeněk Krejza, Ph.D.
Zástupce ředitele, Facility Manager	Ing. Michaela Ulbrychová
Administrativní manažer	doc. Ing. Jiří Zach, Ph.D.
Sekretariát	Ing. Andrea Běhálková

Zájmové seskupení Pokročilé stavební materiály

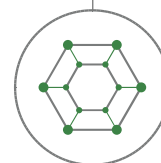
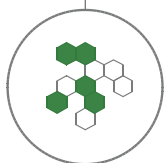
Koordinátor seskupení	prof. Ing. Rostislav Drochytka CSc., MBA, dr.h.c.
-----------------------	---

Zájmové seskupení Pokročilé stavební konstrukce a dopravní stavby

Koordinátor seskupení	doc. Ing. Pavel Schmid, Ph.D.
-----------------------	-------------------------------

Zájmové seskupení Ekonomika a životní prostředí

Koordinátor seskupení	prof. Ing. Petr Hlavínek, CSc., MBA.
-----------------------	--------------------------------------



2. **Aktivity v oblasti managementu a řízení**

Od 1. ledna Centrum AdMaS vede Ing. Zdeněk Krejza, Ph.D., který vystřídal na pozici ředitele doc. JUDr. Ing. Zdeňka Dufka, Ph.D.

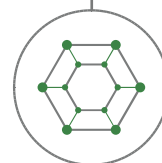
Na konci ledna 2021 byla odevzdána závěrečná zpráva k projektu AdMaS – posílení výzkumných kapacit centra. Součástí závěrečné monitorovací zprávy byly i informace o naplnění všech plánovaných monitorovacích indikátorů.

Podařilo se uskutečnit tradiční Horizontální integraci výzkumných týmů Centra AdMaS včetně zapojení výzkumného týmu prof. Václavka (CEITEC, projekt RICAP).

Nadále byla rozvíjena spolupráce s aplikační sférou, jak v oblasti smluvního výzkumu, tak i v oblasti aplikovaných VaV projektů.

Přes komplikace s pandemií COVID-19 se uskutečnily 3 jednání rady Centra AdMaS, výsledkem bylo rozhodnutí o budoucím využití volné plochy P3, přesun laboratoře 3D tisku (3DCP) do haly v budově P1 a kanceláří výzkumníků zájmového seskupení Ekonomika a životní prostředí do budovy P1. Pro kanceláře v budově P4 bylo nalezeno nové využití, čímž se výrazně zvýší efektivita využívání prostor a významně se zvýší výnosy Centra AdMaS.

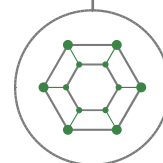
Tradiční setkání zaměstnanců Centra AdMaS se konalo pouze jedno a Noc vědců se z důvodů pandemických restrikcí bohužel neuskutečnila.



3. Akce, školení, semináře

Aktivity v Centru AdMaS byly v roce 2021 vzhledem k epidemiologickému vývoji značně omezené. Přesto se podařilo řadu aktivit v Centru AdMaS realizovat. Jednalo o následující:

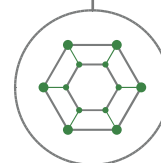
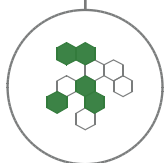
- Vzhledem k omezené možnosti zahraničních cest byly v září a listopadu realizovány on-line meetingy s norským projektovým týmem, na nichž byly diskutovány podmínky připravovaného společného studijního programu s Norwegian University of Science and Technology a Vysokým učením technickým v Brně Fakultou stavební. V říjnu proběhla konference Městské vody 2021, na které řešitelé dr. Žižlavská a dr. Macsek prezentovali informace o probíhajícím projektu i o budoucím společném doktorském studijním programu.
- Dne 18. 8. 2021 byla v prostorách Centra AdMaS Fakulty stavební ve spolupráci s Fakultou strojního inženýrství slavnostně představena nová rámová 3D tiskárna, která umožňuje využití 3D tisku ve stavebnictví. Během pouhých 10 hodin tým výzkumníků pod vedením dr. Davida Škaroupky vyrobil 14 dílů pro parkourové hřiště. Směs, ze které jsou překážky vyrobeny, sice připomíná beton, ovšem beton to není, protože neobsahuje hrubé částice. Směs je založena na kombinaci cementu, vody, kameniva a polypropylenových vláken. Parkourové hřiště bude sloužit volnočasovým aktivitám v Městské části Praha 11. V projektu hřiště se setkává několik zajímavých aspektů, jako například udržitelnost a unikátnost 3D tisku společně s aktivním trávením volného času. Jedná se o první projekt 3D stavebního tisku v ČR, který bude sloužit lidem ve veřejném prostoru.
- Plynaři z GasNetu společně se zástupci Centra AdMaS Fakulty stavební VUT uspořádali 26. 5. 2021 první konferenci v ČR o využití LNG v dopravě a energetice. Akce se konala pod záštitou děkana stavební fakulty prof. Bajera. Globální pohled na možnosti vyššího využití LNG v nákladní dopravě prezentoval docent Zdeněk Dufek a problematiku požární bezpečnosti ve vazbě na české normy prezentoval Ing. Beneš.
- V pondělí, 3. května 2021, proběhlo v laboratoři stavebního 3D tisku (3DCP) natáčení robotického 3D tisku betonu v souvislosti s připravovaným dokumentem České televize s pracovním názvem „Toulky Českou Budoucností“.
- Centrum AdMaS společně s partnery zahájilo koncem roku 2020 řešení projektu „Za zdravější a lepší vodu v Brně“, jehož zadavatelem je Magistrát města Brna. V průběhu roku 2021 probíhal monitoring a hodnocení kvality vody v městě Brně. Cílem projektu bylo získat aktuální poznatky o kvalitě pitné a odpadní vody v Brně se zaměřením na mikropolutanty jako jsou léčiva, drogy, pesticidy, mikroplasty, apod.
- Doc. Tomáš Apeltauer, vedoucí Ústavu automatizace inženýrských úloh a informatiky a hlavní řešitel projektu Národního Centra Kompetence „Rebuild – virtuální prostředí“, který je řešen v rámci Centra AdMaS již 3. rokem, připravil simulaci provozu očkovacích center v Jihomoravském kraji. Společně s kolegy z Ústavu AIU, Jihomoravského inovačního centra a Fakultní nemocnice Brno nasbíral data pro simulace a testují Vakcinační centrum na Brněnském výstavišti, to vše za podpory Jihomoravského kraje. Cílem bylo využít z procesu maximum a optimalizovat provoz dalších krajských center. Jsme hrdí na to, že mezi našimi kolegy se najdou lidé, kteří jsou ochotni zadarmo věnovat svůj volný čas tak důležitým projektům.



4. Mobility výzkumných pracovníků a spolupráce se zahraničím

Rozsah pandémie koronaviru ovlivnil i mobility Centra AdMaS. Převážná část zahraničních cest do spřátelených institucí a zahraničních návštěv v Centru AdMaS byla zrušena anebo odložena na dobu neurčitou.

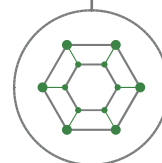
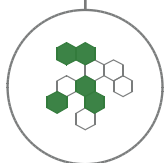
I přesto některá z plánovaných setkání byla uskutečněna formou konferenčních hovorů či online seminářů. Podrobné údaje a příklady mobilit jsou uvedeny u jednotlivých zájmových seskupení níže.



5. Mobility výzkumných pracovníků vůči aplikační sféře

Mobility výzkumných pracovníků vůči aplikační sféře probíhaly průběžně celý rok, ale vzhledem k celosvětové situaci ve velmi omezené míře. Ve většině případů se jednalo o jednodenní cesty za účelem provedení dílčích experimentů, měření, konzultací apod.

Další údaje a příklady mobilit jsou detailněji uvedeny u jednotlivých zájmových seskupení.



6. Plnění monitorovacích indikátorů a směrné ukazatele za rok 2021

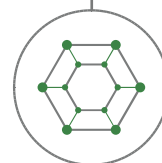
V roce 2021 pokračovaly všechny výzkumné aktivity v souladu s vědecko-výzkumným zaměřením Centra AdMaS, obdobně jako v předcházejících letech.

Došlo k naplnění většiny plánovaných hodnot monitorovacích ukazatelů a v některých případech k výraznému přeplnění ročních plánovaných hodnot.

Plnění monitorovacích indikátorů bylo následující:

Tabulka 1: Finanční a personální ukazatele

Ukazatel	Hodnota pro rok 2021
Objem smluvního výzkumu (mil. Kč)	52,941
Objem prostředků na VaV – mezinárodní zdroje (mil. Kč)	4,083
Objem prostředků na VaV – národní zdroje (mil. Kč)	144,508
Počet pracovníků celkem (HC)	105
z toho ženy (HC)	27
Počet pracovníků celkem (FTE)	86,39
z toho ženy (FTE)	17,99



7. Výzkumné aktivity

7.1 Zájmové seskupení: Pokročilé stavební materiály

7.1.1 Aktivity ZSv oblasti managementu

Plnění cílů zájmového seskupení Pokročilé stavební materiály v období roku 2021 ubíralo plně v souladu s jeho odborným zaměřením. V rámci plánování a koordinace výzkumných činností v roce 2021 probíhaly čtvrtletně porady (prezenčně i distančně) s účastí vedoucího, klíčových výzkumných pracovníků, případně i dalších zaměstnanců. 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, MŠMT atp.), tak i zakázek smluvního výzkumu s průmyslovými partnery, případně další informace s ohledem na aktuální potřebu.

Společenská setkání a další aktivity byly významně poznamenány korona-krizí a omezeními s tím spojenými.

7.1.2 Školení a semináře

- Dne 16. 5. 2021 proběhlo Laboratorní cvičení v kurzu základní přípravy personálu ČEZ a.s., Stavební část JE II Rozvrh kurzu obsahoval cca 7 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.
- 4. 9. 2021 - Školení zaměstnanců společnosti ČESKOMORAVSKÝ CEMENT, a.s. - Školení probíhalo na téma Beton a směsné cementy. V rámci školení byly probírány veškerá témata související s návrhem, přípravou a zkoušením čerstvých a ztvrdlých betonů. Dalším výrazným tématem byly také možnosti využití portlandských směsných cementů pro prefabikaci. Součástí byla také praktická ukázka zkoušek a vlastností čerstvých a ztvrdlých betonů v laboratořích.
- Ve dnech 15. 9. a 23. 9. 2021 proběhlo Školení zaměstnanců společnosti Ředitelství silnic a dálnic, ŘSD ČR - Školení probíhalo na téma Beton a rezortní předpisy. V rámci školení byly probírány veškerá témata související s návrhem, přípravou a zkoušením čerstvých a ztvrdlých betonů v oblasti systému jakosti pozemních komunikací a také politika jakosti pozemních komunikací. Dalším výrazným tématem bylo také sledování vlastností betonů a požadavky na ně z pohledu jednotlivých resortních předpisů ministerstva dopravy, zejména technických kvalitativních podmínek TKP 18 ŘSD.
- 24. 9. 2021 - Školení zaměstnanců společnosti MAPEI, spol. s r.o. - Školení probíhalo v oblastech zkoušení čerstvých a ztvrdlých betonů a dále se týkalo také požadavků na vlastnosti správkových malt (malt pro ochranu betonových konstrukcí, impregnací, nátěrů atd.) Školení bylo rozděleno na dvě části, kdy jedna se věnovala podrobně návrhu a výrobě betonu, dále zkouškám čerstvých a ztvrdlých betonů, včetně nedestruktivních metod zkoušení. Druhá část, zabývající se správkovými hmotami, se

týkala podrobného popisu vlastností a zkoušení správkových malt v čerstvém i zatvrdlém stavu. Část byla zaměřena také na zkoušení těchto materiálů in situ.

7.1.3 Mobility výzkumných pracovníků a spolupráce se zahraničím

V roce 2021 byly vlivem korona-križe významně potlačeny činnosti v rámci mobility svých pracovníků do zahraničí. Jednalo se o pokračování trendu z roku 2020, kdy byl nízký počet mobilit pracovníků ze zahraničních univerzit do Centra AdMaS. Nová partnerství v oblastech mezinárodní spolupráce tak vznikala spíše omezeně a byla prohlubována distanční formou (například s Kalashnikov Izhevsk State Technical University, Fels Vertriebs und Service GmbH & Co. KG, TU Wien, Bauhaus University Weimar, Stavební fakultou Košice, Universität Rostock, Germany atd.).

Mezi významné zahraniční spolupráce patří zejména tříletý mezinárodní grantový projekt GA20-09072J s Prof. Dr. Ing., Grigorij Yakovlev z Kalashnikov Izhevsk State Technical University, který se společně s kolegy Irinou Polyanskikh, Igorem Pudov a Zarinou Saidova ve dnech 8-12.11.2021 účastnil na AdMaS společných experimentů, analýz a především konzultace dílčí výsledků společného projektu.

Další zahraniční spoluprací je např. společný výzkum se společností Fels Vertriebs und Service GmbH & Co. KG, zaměřený na vývoj nových směsí pro výrobu autoklávovaného pórobetonu. V rámci spolupráce proběhlo ve dnech 23-27.8.2021, 30.-3.9.2021 a 18.-22.10.2021 v Centru AdMaS společné experimentální ověřování nových surovinových variant. V neposlední řadě je třeba zmínit čtvrtou pobytovou stáž pracovníků TU Vídeň na VUT v Brně v období od 30.8. 2021 do 5. 9. 2021. Stáže se účastnili tři členové řešitelského týmu z rakouské strany včetně řešitelky projektu na rakouské straně Azra Korjenic. V rámci pobytové stáže na pracovišti VUT v Brně byl společně projednán plán řešení projektu naplnění cílů. Byly provedeny drobné experimenty a simulace chování zelených staveb. Zároveň proběhlo vyhodnocení výsledků z předchozího období řešení projektu a byly stanoveny výzkumné úkoly na další období roku 2021. Společným řešeným projektem je projekt č. 7AMB 8J19AT014 s názvem „Study of the Internal Microclimate of Buildings with Green Walls and Their Effect on Human Health“.

Z mobilit studentů lze jmenovat např.:

- Bc. Vojtěch Uher, 2. roč. nM - Universidade do Minho, Portugalsko, Erasmus+ studijní pobyt
- Ing. Mizerová Cecilie, 4. roč. nD - Karlsruhe Institute of Technology, Německo, Erasmus+ pracovní stáž
- Ing. Sklenářová Dorothea, 4. roč. nD - Hochschule Wismar, Německo, stáž, financováno z RP

Z mobilit zaměstnanců lze jmenovat např.:

- Doc. Ing. Jiří Zach, Ph.D. - Žilinská univerzita v Žiline, Slovensko, Erasmus+ výukový pobyt
- Doc. Ing. Jiří Zach, Ph.D. - University of Ljubljana, Slovinsko, Erasmus+ školení
- Ing. Vítězslav Novák, Ph.D. - University of Ljubljana, Slovinsko, Erasmus+ školení
- Ing. Lenka Nevřivová, Ph.D. - Reykjavik University, Island, Erasmus+ školení
- Doc. Ing. Nikol Žižková, Ph.D. - Reykjavik University, Island, Erasmus+ školení

7.1.4 Mobility výzkumných pracovníků vůči aplikační sféře

Mobility výzkumných pracovníků vůči aplikační sféře probíhali průběžně celý rok. Ve většině případů se jednalo o jednodenní cesty za účelem provedení dílčích experimentů, měření, ověření společných funkčních vzorků nebo ověřených technologií, školení, konzultací apod.

7.1.5 Výzkumné aktivity ZS

Plnění cílů zájmového seskupení Pokročilé stavební materiály se v období roku 2021 ubíralo plně v souladu s odborným zaměřením a předpokládanými cíli. Jedním z klíčových projektů roku 2021 byl dílčí projekt s číslem TN01000056/04 a názvem „Pokročilé materiály a technologie – Advanced Materials and Technologies“, který byl řešen v rámci Národního centra kompetence „Centrum pokročilých materiálů a efektivních budov“. Rok 2021 byl prvním rokem řešení prodloužené části dílčího projektu, rozšířené o 6 nových výsledků s termínem dokončení 31.12.2022. V rámci řešení probíhaly veškeré činnosti dle schváleného harmonogramu.

Výzkumní pracovníci se dále v roce 2021 věnovali studiu procesů při utváření struktury silikátových kompozitů s organickými plnivými a jejich chování za specifických podmínek namáhání nebo také problematice řízené modifikaci mineralogického složení keramického střepeu za účelem zlepšení jeho užitečných vlastností. Další zajímavou oblastí bylo studium vlivu mechanochemické aktivace na proces tvorby struktury a stability vybraných slínkových minerálů.

Oblast keramiky se zaměřila na řízenou modifikaci mineralogického složení keramického střepeu za účelem zlepšení jeho užitečných vlastností, dále pak žárovzdorným vlastnostem a korozní odolností forsterit-spinelové keramiky s využitím vysokoteplotního popílku nebo například i charakterizaci pórovitosti a dutinových defektů v keramických předmětech vyrobených extruzí aditivní výrobou.

V roce 2021 byly zakončeny projekty, zaměřené na využití odpadu z produkce cementotřískových desek pro výrobu konkurenceschopných stavebnin, dále projekt, věnovaný polymerním hmotám s využitím druhotných surovin a nebezpečných odpadů do chemicky silně agresivního prostředí, dále výzkum bednicího systému s ochrannou protikorozní funkcí, nebo také projekt, zaměřený na bezodpadovou technologii vysokohodnotného pórobetonu při využití obnovitelných zdrojů. Dalšími projekty, které byly úspěšně dokončeny v roce 2021 byly například Ucelený systém pro sanaci chemicky atakovaných a namáhaných stavebních konstrukcí, Pokročilé hmoty zlepšující uzemnění v systému ochrany před bleskem a přepětím a Aplikace laserových a radarových měření vozovek do diagnostiky cementobetonových krytů dálnic, uplatnění mikroskopických a chemických analýz betonů pro omezení degradačních procesů betonů snižujících dobu životnosti dálničních vozovek.

Využití druhotných surovin je pro ZS Pokročilé stavební materiály velmi důležitým tématem a v roce 2021 se tak věnovalo technologii zpracování zbytků po těžbě rud pro stabilizaci vytěžených prostor a pro podkladní vrstvy liniových staveb, dále byl řešen výzkum nových progresivních materiálů pro sanaci inženýrských sítí s využitím druhotných surovin, případně lze zmínit i interakci cementových kompozitů se superabsorpčními polymery na zvýšení inkorporace druhotných surovin.

V oblasti izolačních materiálů se výzkumní pracovníci zabývali vývojem technologické linky pro recyklaci a materiálové využití odpadů z izolačních materiálů nebo také studiem vnitřního

mikroklimatu interiéru budov se zelenými stěnami a jejich vlivu na lidské zdraví a v neposlední řadě se věnovali také hygrotermickým vlastnostem pokročilých izolačních materiálů na biologické bázi.

K velice významným oblastem výzkumu ZS Pokročilé stavební materiály patří technologie betonu. Pracovníci řešili například vývoj lehkého konstrukčního betonu s použitím kameniva na bázi pěnového skla, nebo také studium vlivu konzistence na odolnost vůči abrazivnímu betonu, dále pak využití metody sol-gel pro výrobu bezcementových žárobetonů, vliv druhu rozptýlené výztuže na vlastnosti betonu při působení vysokých teplot a také oblasti vlivu krystalizačních přísad na odolnost samozhutnitelných betonů vystavených agresivním plynům.

V roce 2021 bylo řešeno několik projektů specifického výzkumu se širokým zapojením studentů doktorského i magisterského studia. Z oblasti možností využití druhotných surovin se jednalo například o využití odpadní křemeliny jako sekundární suroviny pro výrobu moderních anorganických izolačních materiálů, dále bylo řešeno studium vlastností chemicky odolné správkové hmoty na silikátové bázi s využitím druhotných surovin a v neposlední řadě se jednalo o vývoj vakuových izolací na bázi druhotných surovin. Dále byly řešeny projekty z oblasti betonů, zaměřené na studium lehkých betonů za vysoké teploty nebo posouzení odolnosti betonového kompozitu v chemicky agresivním prostředí za pomoci nedestruktivních metod a také studující vliv míry provzdušnění betonu na jeho objemové změny a odolnost vůči mechanické abrazi. Projekty se také věnovaly například studiu korozní odolnosti netvarových žáromateriálů, studiu kinetiky krystalizace různých polymorfů trikalciem silikátu nebo studiu struktury elektricky vodivých silikátových kompozitů s obsahem plniv na bázi uhlíku. Z dalších stojí za zmínku studium vlivu mikrostruktury žárovzdorné forsterit-spinelové keramiky na její vysokoteplotní chování a fyzikálně-mechanické vlastnosti nebo Studium správkových a lepicích hmot s vyšším obsahem druhotných surovin se zvýšenou odolností vůči extrémním zatížením pro obkladové prvky a betonové konstrukce.

Pracovníci ZS Pokročilé stavební materiály 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 ověřovány formou funkčních vzorků, ověřených technologií a registrovány formou užitných vzorů a patentů. Na činnosti 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 výstupů výzkumné činnosti v roce 2021 bylo dosaženo:

- 29 článků v časopise ve Web of Science, Jimp,
- 5 článků v časopise ve Scopus, Jsc,
- 6 článků v časopise - ostatní, Jost,
- 77 článků ve sborníku ve WoS nebo Scopus,
- 19 funkčních vzorků,
- 3 ověřené technologie,
- 4 užité vzory,
- jedna certifikovaná metodika,
- jeden prototyp.

V rámci základního výzkumu byly řešeny především projekty Grantové agentury České republiky, jako jsou např.:

- 21-20645S – Charakterizace vlastností modifikovaných lepidel na bázi izokyanátu pro speciální lepené aplikace dřevěných prvků (řešitel na VUT - Doc. Ing. Jan Vaněrek, Ph.D.)
- 18-25035S – Studium účinků proudících kapalin na opotřebením cementových kompozitů a následné modelování mechanické koroze (řešitel na VUT - Doc. Ing. Lenka Bodnárová, Ph.D.)
- 19-00291S – Analýza procesů při utváření struktury silikátových kompozitů s organickými plnivými a jejich chování za specifických podmínek namáhání (řešitel - Ing. Tomáš Melichar, Ph.D.)
- 20-00676S – Effects of mechano-chemical activation on the process of formation, structure and stability of selected clinker minerals (řešitel - Doc. Ing. Karel Dvořák, Ph.D.)
- 20-01536S – Řízená modifikace mineralogického složení keramického střepeu za účelem zlepšení jeho užitečných vlastností (řešitel na VUT - Doc. Ing. Radomír Sokolář, Ph.D.)
- 20-09072J – Tvorba struktury pokročilých silikátových kompozitů se sníženou impedancí (řešitel - Ing. Vít Černý, Ph.D.)
- 21-25813S – Study of the influence of organic fibers on the properties of cement composites under extreme loading (řešitel - Ing. Martin Sedlmajer, Ph.D.)
- 21-29680S – Vliv interakce cementových kompozitů se superabsorbčními polymery na zvýšení inkorporace druhotných surovin (řešitel - Ing. Jindřich Melichar, Ph.D.)

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. Klíčovým projektem roku 2021 bylo pokračování dílčího projektu s číslem TN01000056/04 a názvem „Pokročilé materiály a technologie – Advanced Materials and Technologies“ na kterém ZS Pokročilé stavební materiály spolupracovalo se společnostmi INFRAM a.s a Wienerberger s.r.o.

Z dalších projektů lze jmenovat následující:

- MPO FV20530 – Unikátní bednicí systém s ochrannou protikorozií funkcí se společností FEVA, s.r.o. (řešitel na VUT - Prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA, dr.h.c.)
- MPO FV20149 – Ucelený systém pro sanaci chemicky atakovaných a namáhaných stavebních konstrukcí, spolupráce se společností BETOSAN s.r.o. (řešitel na VUT - Prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA, dr.h.c.)
- MPO FV20303 – Progresivní polymerní hmoty s využitím druhotných surovin a nebezpečných odpadů do chemicky silně agresivního prostředí, spolupráce se společností Redrock Construction s.r.o. (řešitel na VUT - Prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA, dr.h.c.)
- MPO FV30325 – Aplikace laserových a radarových měření vozovek do diagnostiky cementobetonových krytů dálnic, uplatnění fyzikálních a chemických analýz betonů pro omezení degradačních procesů betonů snižujících dobu životnosti dálničních vozovek,

spolupráce se společností CONSULTTEST s.r.o. (řešitel na VUT - Prof. Ing. Rudolf Hela, CSc.)

- MPO FV30072 – Efektivní optimalizace využití odpadu z produkce cementotřískových desek pro výrobu konkurenceschopných stavebnin, spolupráce se společností CIDEM Hranice, a.s. (řešitel na VUT - Doc. Ing. Jiří Bydžovský, CSc.)
- MPO FV30327 – Progresivní bezodpadová technologie vysokohodnotného pórobetonu při využití obnovitelných zdrojů, spolupráce se společností PORFIX CZ a.s. (řešitel na VUT - Prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA, dr.h.c.)
- MPO FV30239 – Pokročilé hmoty zlepšující uzemnění v systému ochrany před bleskem a přepětím, spolupráce se společností BETONCONSULT, s.r.o. (řešitel na VUT - Prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA, dr.h.c.)
- MPO FV40081 – Pokročilé technologie zřízení a obnovy konstrukčních vrstev tělesa železničního spodku s efektivním využitím materiálů z druhotných surovin, spolupráce se společností INFRAM a.s. (řešitel na VUT - Prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA, dr.h.c.)
- MPO FV40343 – Konstrukční systémy zpevněných ploch a komunikací na bázi silikátů pro ekologické hospodaření se srážkovou vodou, spolupráce se společností Lias Vintřov, lehký stavební materiál k.s. (řešitel na VUT - Prof. Ing. Rudolf Hela, CSc.)
- TAČR TH04020378 – Vývoj nových technologií a výrobků pro udržitelnou výstavbu v oblasti zděných konstrukcí, spolupráce se společností Wienerberger s.r.o. (řešitel na VUT - Doc. Ing. Jiří Zach, Ph.D.)
- TAČR TH04030425 – REIZO – Vývoj technologické linky pro recyklaci a materiálové využití odpadů z izolačních materiálů, spolupráce se společností VIA ALTA a.s. (řešitel na VUT - Prof. Ing. Stanislav Šťastník, CSc.)
- TAČR FW01010061 – Komplexní technologie zpracování zbytků po těžbě rud pro stabilizaci vytěžených prostor a pro podkladní vrstvy liniových staveb, spolupráce se společností TVAR COM, spol. s r.o. (řešitel na VUT - Doc. Ing. Karel Dvořák, Ph.D.)
- TAČR FW01010579 – Inovativní konstrukce a technologie výroby masivního dřevěného panelu, spolupráce se společností MATRIX a.s. (řešitel na VUT – Doc. Ing. Milan Šmak, Ph.D.)
- TAČR FW01010197 – Vývoj a výzkum nových progresivních materiálů pro sanaci inženýrských sítí s využitím druhotných surovin, spolupráce se společností IN-CHEMIE Technology s.r.o. (řešitel na VUT - Prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA, dr.h.c.)

V roce 2021 započala nová spolupráce nejen při řešení projektů základního a aplikovaného, ale také v rámci smluvního výzkumu. Nově započatými projekty byly např.:

- TAČR FW03010107 – Vývoj a výzkum nových hmot pro polymerní sanační nástřiky, spolupráce se společností IN-CHEMIE Technology s.r.o. (řešitel na VUT - Prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA, dr.h.c.)
- TAČR FW03010074 – Progresivní systém sanace vad a poruch čedičových kanalizačních sítí, spolupráce se společností Redrock Construction s.r.o. (řešitel na VUT - Prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA, dr.h.c.)
- TAČR FW03010073 – Silikátové smart autonomně vyhřívané kompozity 4.0, spolupráce se společností BETOSAN s.r.o. (řešitel na VUT - Prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA, dr.h.c.)

- GAČR 21-25813S – Studium vlivu organických vláken na vlastnosti cementových kompozitů při extrémním zatěžování (řešitel - Ing. Martin Sedlmajer, Ph.D.)
- GAČR 21-29680S – Vliv interakce cementových kompozitů se superabsorpčními polymery na zvýšení inkorporace druhotných surovin (řešitel - Ing. Jindřich Melichar, Ph.D.)
- GAČR 21-20645S – Charakterizace vlastností modifikovaných lepidel na bázi izokyanátu pro speciální lepené aplikace dřevěných prvků (řešitel - Doc. Ing. Jan Vaněrek, Ph.D.)

Výběr fotodokumentace k ověření materiálů systému pro sanaci chemicky atakovaných a namáhaných stavebních konstrukcí:



Obr. 1 Zdivo připravené na aplikaci sanačních hmot



Obr. 2 Příprava zdících prvků



Obr. 3 Založení spodní řady



Obr. 4 Zdění



Obr. 5 Zazděný otvor



Obr. 6 Aplikace správkové malty



Obr. 7 Sanovaná stěna



Obr. 8 Spárování zdiva



Obr. 9 Sanovaná stěna



Obr. 10 Příprava otvorů na parky



Obr. 11 Injektování

7.2 Zájmové seskupení: Pokročilé stavební konstrukce a dopravní stavby

7.2.1 Aktivity ZSv oblasti managementu

Základní struktura ZS

MODELOVÁNÍ	MAT-ADMAS	12537	prof. RNDr. Josef Diblík, DrSc.
	STM-ADMAS	12594	prof. Ing. Drahomír Novák, DrSc.
	AIU-ADMAS	12546	doc. Mgr. Tomáš Apeltauer, Ph.D.
KONSTRUKCE	GTN-ADMAS	12566	doc. Ing. Lumír Míča, Ph.D.
	BZK-ADMAS	12534	prof. RNDr. Ing. Petr Štěpánek, CSc.
	KDK-ADMAS	12535	prof. Ing. Marcela Karmazínová, CSc.
	SZK-ADMAS	12536	doc. Ing. Pavel Schmid, Ph.D.
POZEMNÍ STAVBY, ARCHITEKTURA	PST-ADMAS	12574	prof. Ing. Miloslav Novotný, CSc.
	ARC-ADMAS	12539	doc. Ing. arch. Juraj Dulenčín, Ph.D.
	TST-ADMAS	12575	doc. Ing. Vít Motyčka, CSc.
DOPRAVNÍ STAVBY	PKO-ADMAS	12544	doc. Dr. Ing. Michal Varaus
	ZEL-ADMAS	12545	doc. Ing. Otto Plášek, Ph.D.

Provoz v jednotlivých laboratořích z hlediska harmonogramu laboratorních prací a zajištění bezproblémového provozu (nutný servis, údržba a kalibrace zařízení) garantují vedoucí jednotlivých laboratoří.

Z hlediska bezpečnosti práce má každá laboratoř deklarován závazný Provozní a bezpečnostní řád schválený bezpečnostním technikem FAST. Pro práci v laboratořích jsou pro jednotlivá zařízení včetně manipulačních prostředků (mostové jeřáby, mechanická mobilní zvedací a přepravní technika) oprávněny pouze proškolené osoby uvedené v seznamu Oprávněných osob. Proškolení a uvedení osob na seznam jsou v kompetenci vedoucích laboratoří. U strategických zařízení jsou vedeny Provozní deníky.

Vedoucí laboratoří v areálu Centra AdMaS

Vedoucí laboratoří sekce konstrukce (P1 levá, hala H, skladové a dílenské zázemí P1)
doc. Ing. Petr Daněk, Ph.D.

Vedoucí laboratoří sekce pozemní komunikace (P1 pravá hala)
Ing. Pavla Nekulová

Vedoucí laboratoří sekce železničních konstrukcí (hala H)
doc. Ing. Otto Plášek, Ph.D.

Vedoucí zkušebního polygonu na volném prostranství (před halou P4)
Ing. David Bečkovský, Ph.D.

Vedoucí laboratoří Střediska radiační defektoskopie (hala P1 – suterén, sledované pásmo schválené SUJB)

Ing. Ondřej Anton, Ph.D.

Vedoucí laboratoře zkoušek požární odolnosti (hala H – zkušební polygon u haly H, mobilní pec)

Ing. Martin Zlámal, Ph.D.

7.2.2 Školení a semináře

Mezinárodního workshopu Popis sítě SŽ a jejího podstatného okolí 2021. GŘ Správa železnic, Praha 1, Dlážděná 1003/7, jednací místnost Rytířský sál. 26. 10. 2021. Workshop navazoval na podobnou akci zaměřenou na popis sítě Správy železnic, která se na stejném místě konala 9. ledna 2019. K letošní akci se mohli zájemci přihlásit prezenčně i online. Workshopu se zúčastnilo 23 účastníků prezenčně a 26 účastníků online. Na workshopu zaznělo celkem 13 příspěvků zaměřených na digitalizaci železniční infrastruktury, pro kterou je popis sítě železničních tratí a jejich součástí naprosto zásadní. Příspěvky poskytly informace o řešení a užívání popisu sítě nejen u různých oborů Správy železnic, ale i jejího využití v popisu silniční sítě z pohledu veřejné správy a Ministerstva dopravy. Příspěvky provázela s ohledem na jejich aktuálnost bohatá diskuse jak od přímých účastníků, tak v online prostředí.

7.2.3 Mobility výzkumných pracovníků a spolupráce se zahraničím

ZEL-ADMAS

V roce 2021 byl zahájen projekt Inbearer sensor, zaměřený na diagnostiku dynamických účinků ve výhybkách, období řešení projektu 11/2020 – 10/2021. Projekt byl řešen ve spolupráci s University of Birmingham jako subdodávka výzkumného projektu In2Track2 Research into enhanced track and switch and crossing system 2, vedeného správcem železniční infrastruktury Network Rail (UK). Jako navazující projekt je nyní projekt Inbearer sensor 2, zaměřený na diagnostiku dynamických účinků ve výhybkách, období řešení projektu 11/2021 – 10/2023. Projekt je řešen ve spolupráci s University of Birmingham jako subdodávka výzkumného projektu In2Track3 Research into enhanced track and switch and crossing system 3, vedeného správcem železniční infrastruktury Network Rail (UK).

Řešení obou projektů je realizováno jako projekt společné aktivity Shift2Rail s podporou výzkumného programu Horizon2020.

BZK-ADMAS

Osoba: Ďorđe Čairović

Místo pobytu: Universitat Politècnica de Catalunya (UPC), Barcelona, Španělsko

Kontaktní osoba: Albert De La Fuente Antequera <albert.de.la.fuente@upc.edu>

Termín pobytu: 02. 09. – 17. 09. 2021

Popis pracovní činnosti:

Hlavním tématem stáže na UPC byla internacionalizace a jednání o společných evropských projektech v budoucnu. Zahrnovalo mimo jiné i hledání vhodného grantového programu podporující vybrané oblasti zájmu. Nedílnou součástí stáže byla i prezentace probíhajících vědecko-výzkumných činností na ústavu BZK.

Jedním z praktických cílů stáže bylo seznámení s prováděním experimentálních prací na UPC. V době stáže probíhala experimentální činnost týkající se použití kovových vláken a chování UHPFRC (Ultra-High Performance Fiber Reinforced Concrete – Vysokohodnotné betony vyztužené vlákny), pilotní zkoušky nízkonákladových bezdrátových senzorů při snímání teploty a vlhkosti a příprava rozsáhlé experimentální studie betonových nosníků vyztužených předpjatou FRP (Fiber Reinforced Polymers – Vlákny vyztužené polymery) výztuží.

Z pohledu stáže, jednalo se spíše o seznámení s tématem a rozsahem prací z důvodů rozšíření zkušenosti v této oblasti, a dále upřesnění oblasti společných výzkumných zájmů a prohloubení spolupráce v budoucnu (např. 3D tisk betonu, recyklovaný beton, atd.).



Betonová lavice vyrobená 3D tiskem



UPC Campus

BZK-ADMAS

Osoba: ĎorĎe ĀairoviĀ

MĀsto pobytu: FH Karnten, Villach, Rakousko

KontaktnĀ osoba: FH-Prof. DI Dr. Norbert Randl <n.randl@fh-kaernten.at>

TermĀn pobytu: 13.10.2021 – 22.10.2021

Popis pracovnĀ činnosti:

Obdobne jako u pŕedchozĀ staze na UPC, hlavnĀm cĀlem bylo seznamenĀ s probĀhajĀcĀ experimentalnĀ činnosti za cĀlem rozıfŕenĀ zkušenosti v této oblasti, upŕesnenĀ oblasti společných výzkumných zajmu a prohloubenĀ spoluprace, které může vést k podanĀ společných adosti o projekty financované v ramci mezinarodnĀch výzev, napŕ. Horizon Europe, ERA-NET, Interreg Europe atd.

V dobe staze probĀhala experimentalnĀ činnost tykajĀcĀ se pouitĀ kovových vlaken a chovanĀm zesĀlenĀ železobetonových konstrukcĀ pomocí UHPFRC. Byly provadeny zatezovacĀ zkoušky betonových T-nosnĀk zesĀlench ve smyku uhlĀkovou textiliĀ a vysokohodnotnymi vlaknobetony s variovanĀm použitých kotevnĀch prvk. Dale se zkoumalo chovanĀ kratkch sloupů zesĀlnnch kombinacĀ material UHPCFRC s uhlĀkovou i basaltovou textiliĀ.

BZK-ADMAS

Osoba: Dr. Nikola ToiĀ, (UPC), Barcelona, Španělsko

MĀsto pobytu: FAST, VUT, Brno

KontaktnĀ osoba: ĎorĎe ĀairoviĀ <cairovic.d@fce.vutbr.cz>

TermĀn pobytu: 22.11.2021 – 26.11.2021

Popis pracovnĀ činnosti:

PracovnĀ staz zahrnovala pŕednaky určené jak pro zamstnance fakulty, tak i studenty doktorského a magisterského studia na téma: ProbĀhajĀcĀ výzkumné aktivity v ramci pracovnĀ skupiny na UPC; Výzkumné zamry na UPC v budoucnu; Dlouhodobe chovanĀ konstrukcĀ z recyklovaného kameniva; Kratkodobe charakteristiky a chovanĀ FRP vyztuĀ s termoplastickou pryskyřicĀ.

Dale byly organizovany odborné diskuze na téma Green buildings – vyuitĀ směsných cementů a vnitřnĀ FRP výztuže pro navrh ekologických a ekonomick udržitelných konstrukcĀ, souvisejĀcĀ s budoucĀ spolupracĀ a podanĀm společného projektu. Staz zahrnovala i navtevu výzkumného centra AdMaS.

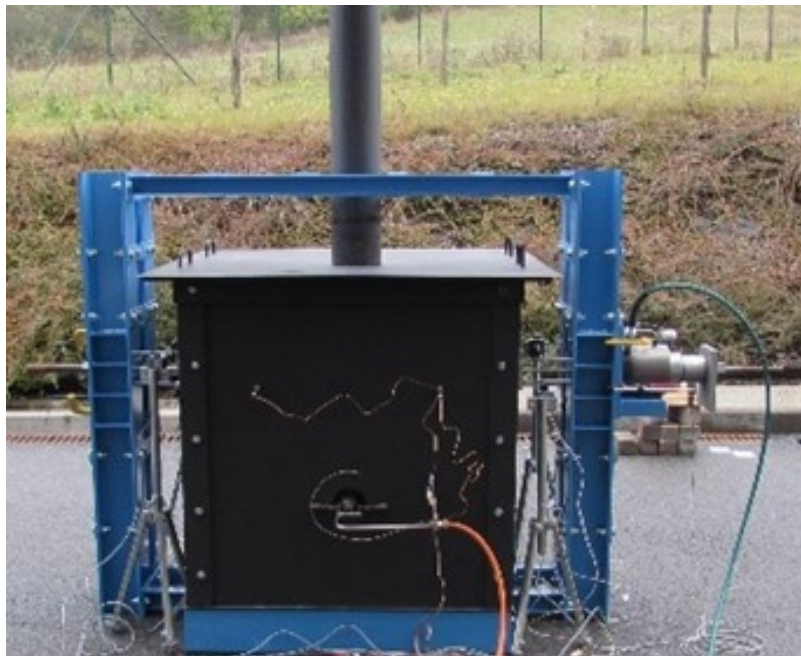
7.2.4 Výzkumné aktivity ZS

BZK-ADMAS

Projekt TH04020431 - Rozšíření aplikační oblasti FRP výztuží v betonových konstrukcích

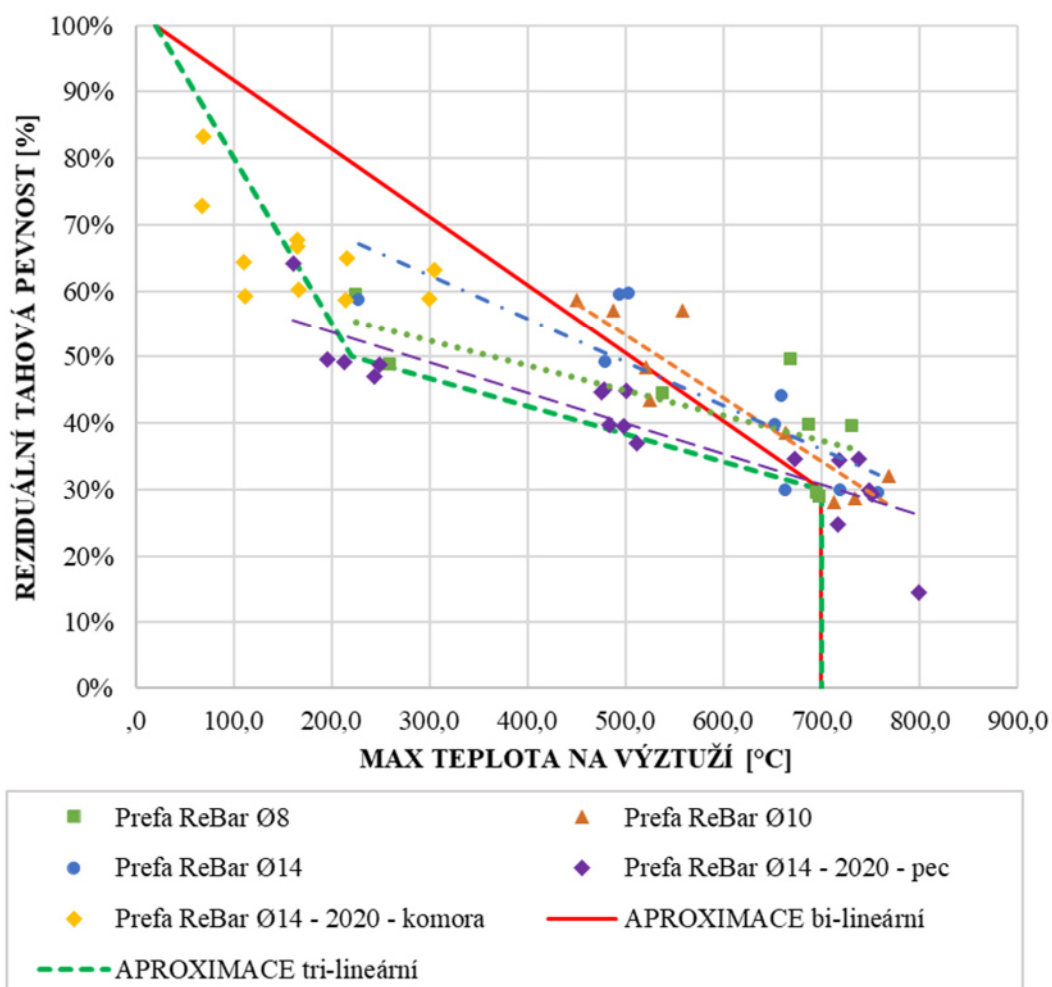
Zkoušky FRP výztuží

V rámci řešení projektu TH04020431 a za účelem zjištění vlivu průměru výztuže na úbytek tahové pevnosti způsobený zvýšením teplotám, byly v požární peci zkoušeny výztuže Prefa ReBar průměrů 8, 10 a 14 mm. Výztuže byly zkoušeny v požární peci namáhané konstantním napětím a s teplotou rostoucí až do porušení vzorků (proměnný teplotní stav). Tento postup se blíží chování výztuže v reálných konstrukcích, kdy je výztuž namáhána účinky zatížení již v okamžiku výskytu požáru, resp. ještě před vystavením konstrukce zvýšeným teplotám.



Zkoušení tahové pevnosti výztuže při zvýšených teplotách v požární peci

Vzorky byly zkoušeny ve speciální požární peci se zatěžovacím rámem. Celková délka FRP výztuže byla 2 650 mm s ocelovými koncovkami o délce 300 mm. Kvůli zachování podmínek odpovídajícím reálné konstrukci během teplotního namáhání při požáru nebyla testovaná výztuž vystavena ohni přímo, ale byla během experimentu chráněna vrstvou ochranné izolace *Fiberfrax® Durablanket® S* o tloušťce 19 mm. Jak je zřejmé z příložených výsledků, experimentálně nebyl zjištěn rozdíl v chování vzorků s různým průměrem vystavených zvýšeným teplotám. I přesto je důležité zmínit, že hlavní vliv průměru výztuže byl zaznamenán při tahových zkouškách za běžných teplot, kde s klesajícím průměrem došlo k značnému nárůstu tahové pevnosti a modulu pružnosti.



Vliv zvýšených teplot na reziduální tahovou pevnost GFRP výztuže Prefa ReBar

Celkové chování GFRP výztuže ReBar výrobce Prefa Kompozity je tedy možné zjednodušeně popsat tri-lineárním průběhem. Až do teploty 200 °C závislost odpovídá teoretickým předpokladům, kde tahová pevnost prudce klesá až na cca 50 % tahové pevnosti stanovené bez vlivu zvýšené teploty. Následuje pak oblast mírnějšího poklesu pevnosti na cca 30 % tahové pevnosti, a to až do teploty kolem 700 °C, kdy je možné pozorovat prudký pokles a úplnou ztrátu tahové pevnosti bez ohledu na hladinu zatížení.

Zkoušky kotevních délek

Pro účely provedení zkoušky kotevní délky při účinku požáru, respektive zvýšené teploty od účinku požáru, bylo nutno upravit standardní rozměry a tvar vzorků. Běžný tvar tělesa pro provedení pull-out zkoušky za běžné teploty má tvar krychle o hraně 200 mm, přičemž výztuž je ve vzorku umístěna tak, aby soudržnost byla aplikována pouze na délce 5-ti násobku průměru výztuže od spodní strany vzorku, přičemž část výztuže na tomto nezátíženém konci vystupuje ze vzorku pro snímání posunu nezátíženého konce. Ostatní části výztuže před touto oblastí jsou od betonu odseparovány.

Pro provedení zkoušky kotevní oblasti s vlivem účinku požáru není ovšem tvar krychle vhodný, a to zejména na nerovnoměrný prostup teploty vlastním betonovým vzorkem. Z tohoto pohledu je nejvhodnějším tvarem válcový tvar tělesa, který byl s ohledem na předpokládanou dobu ohřevu betonu zmenšen na průměr 150 mm. Pro porovnání byly tyto vzorky připraveny nejen pro zkoušku kotevní délky při vlivu požáru, ale i pro porovnání výsledků se standardním pull-out testem.

Zároveň byly válcové vzorky opatřeny betonářskou výztuží průměru 6 mm ve formě spirály s vnějším průměrem 110 mm a stoupáním 60 mm, a to nejen z důvodu zabránění poškození/rozpadnutí vzorku během požární zkoušky, ale poškozením vzorku vlivem příčného tahu při provedení zkoušky za běžné teploty. Vzorky pro zkoušku za běžné teploty byly opět koncipovány tak, aby soudržnosti mezi betonem a výztuží bylo dosaženo pouze na délce odpovídající 5-ti násobku průměru výztuže a konec výztuže umožnil měření deformace/posunu nezátíženého konce.

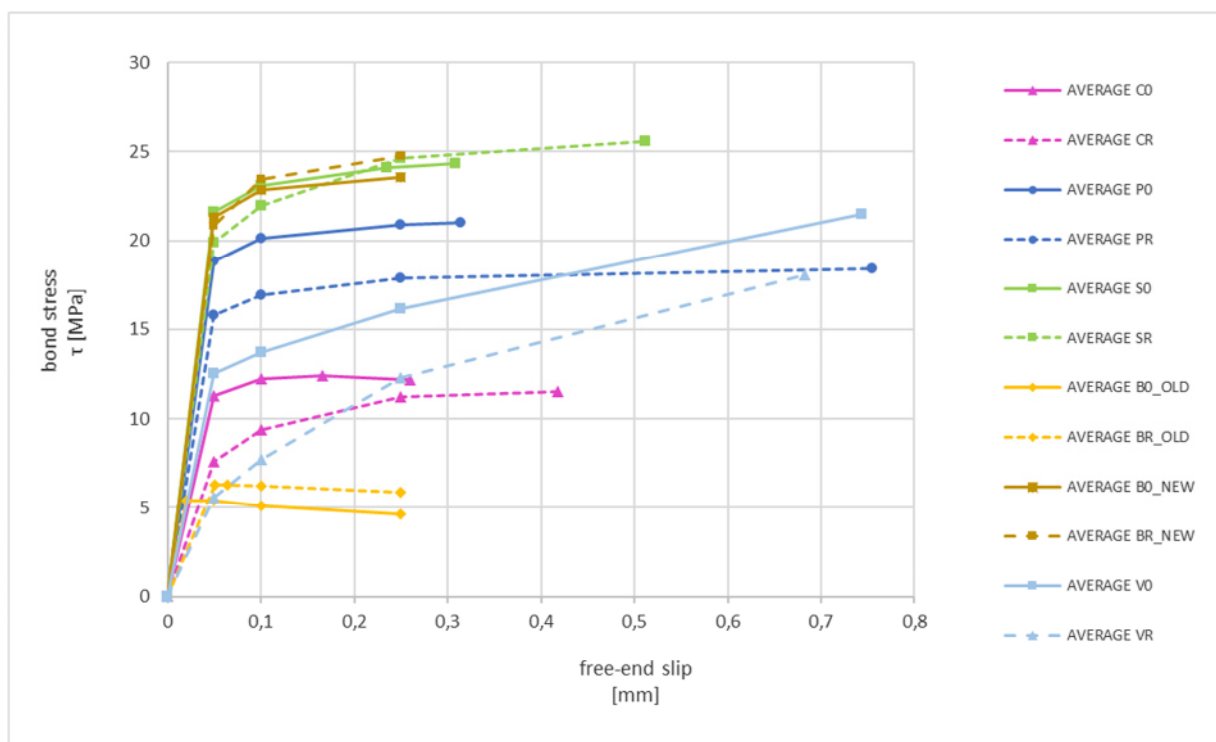
Statické zkoušky kotevních délek

Statické zkoušky kotevní délky na standardních vzorcích tvaru krychle a na modifikovaných vzorcích tvaru válce byly provedeny na obdobné zatěžovací sestavě.



Pull-out test kotevní délky výztuže (na krychli a na válci)

V rámci zkoušek za běžné teploty byly úspěšně provedeny zkoušky všech zkušebních těles, a to jak na standardních tělesech tvaru krychle, tak i na válcových tělesech. Experimenty měly za cíl získat základní data o soudržnosti kompozitních výztuží s betonem, která mohou být dále použita jak v matematických modelech, tak i pro porovnání vlivu účinku požáru, respektive vysoké teploty na stanovení kotevní délky. Dosažené výsledky při zkoušce pull-out za běžné teploty můžeme na závěr vzájemně graficky porovnat.

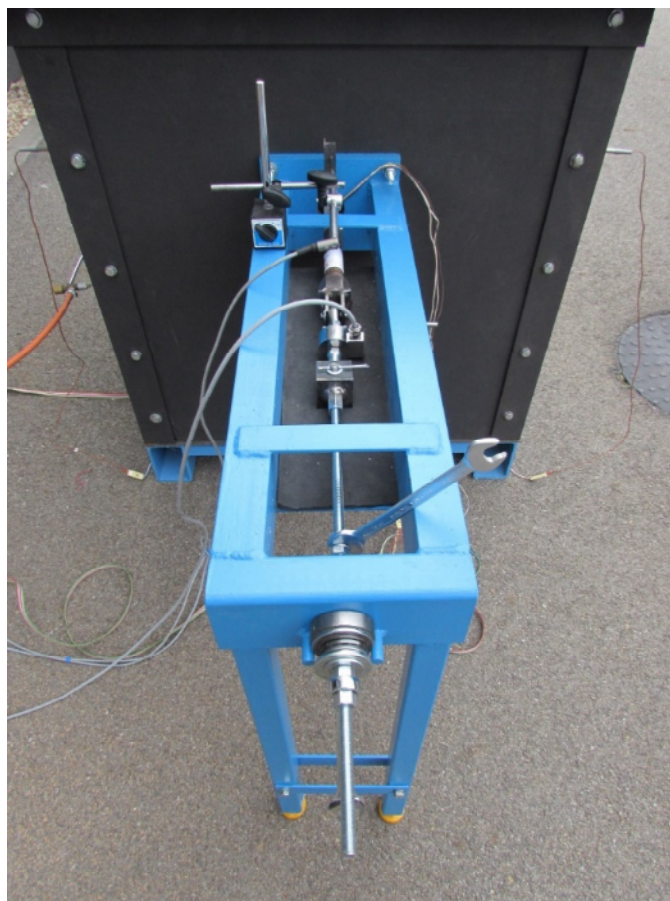


Napětí v soudržnosti, průměrné výsledky zkoušek

Zkoušky kotevní délky při účinku vysokých teplot

Pro provedení zkoušky kotevní oblasti s vlivem požáru, respektive zvýšené teploty byla mírně upravena požární pec a byl vyroben zatěžovací rám, který je přímo k požární peci připojen a bylo provedeno testování základní zkušební sady. Modifikace požární pece tak umožňuje provádět zkoušky opakovaně za stejných okrajových podmínek.

Uvnitř zatěžovacího rámu je pak umístěna i vlastní zatěžovací sestava. Ta je zvolena tak, aby byl maximálně omezen negativní vliv ohybových momentů na výsledek experimentu a v maximální míře docházelo pouze k vnášení axiální síly. Zatěžovací sestava byla doplněna o kontinuální měření deformací. S ohledem na uspořádání zkoušky však nebylo možno měřit deformace nezatíženého konce a byly měřeny pouze deformace zatíženého konce na vnějším straně spalovací komory požární pece.

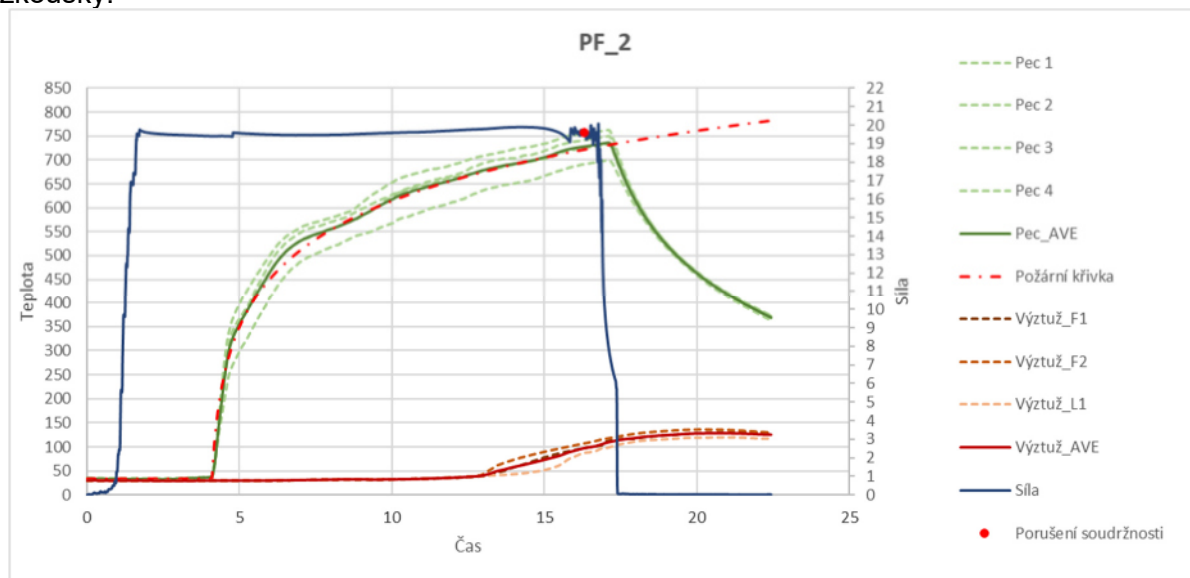


Pohled na zatěžovací rám a zatěžovací sestavu



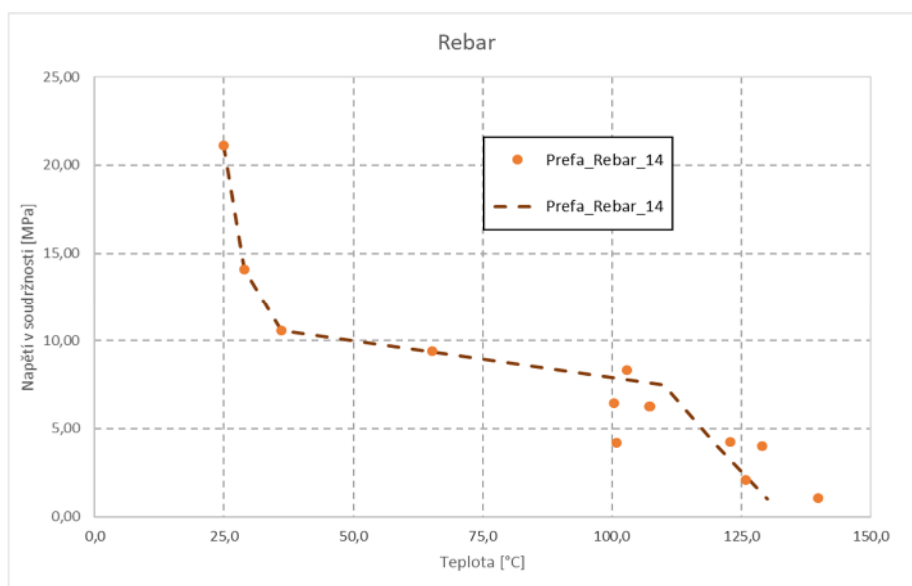
Umístění vzorku uvnitř spalovací komory požární pece

Experimenty na všech připravených vzorcích byly provedeny ve stejné konfiguraci. Vzhledem k tomu, že v ověřovací sérii bylo prokázáno, že poloha vzorku a termočlánků na povrchu kotevní oblasti vůči zdroji plamene není podstatná a rozložení teploty ve vzorku je rovnoměrné, byly kotevní oblasti opatřeny třemi termočlánky, a to dvěma protilehlými na nezátíženém konci a jedním termočlánkem na zatíženém konci, přičemž byla u všech vzorků dodržována jejich orientace v komoře zkušební požární pece. Pro dodržení stejných okrajových podmínek byla zároveň dodržen nárůst teploty v požární peci dle předem definované požární křivky ISO 834-1. Pro ilustraci dosažitelných výsledků je na grafu vyobrazen záznam požární zkoušky.



Záznam z požární zkoušky kotevní oblasti

Během experimentu nedocházelo k negativnímu odstřelování povrchové vrstvy betonu a celý vzorek byl kompaktní i po provedené požární zkoušce. Příklad záznamu výsledků pull-out testů s vlivem zvýšené teploty od účinku požáru je uveden graficky s ohledem na závislost mezi napětím v soudržnosti a maximální teplotou při porušení soudržnosti.



Napětí v soudržnosti s vlivem zvýšené teploty

Statické zkoušky kompozitní stropní konstrukce pro technologická zařízení

Pro ověření chování konstrukce vyztužené FRP výztuží bylo přistoupeno k výrobě malé testovací sady vzorků ve zmenšeném měřítku pro ověření předpokládaného chování a porovnání experimentů s matematickými modely v programu ATENA, před vlastní výrobou panelů ve skutečném měřítku, které je plánováno na rok 2022.



Zatěžovací zkouška panelů v tříbodovém ohybu



Porušení panelu s GFRP výztuží při rozpětí 1,4 m

Poznatky získané ze statických zkoušek byly promítnuty i do přípravy matematických modelů. Ty byly provedeny v software ATENA umožňujícím nelineární modelování betonových konstrukcí. Byly využity rovněž výsledky zkoušek pull-out testů, které byly aplikovány pro

model soudržnosti výztuže s betonem. S ohledem na rozvoj trhlin s většími vzdálenostmi byl v modelech zohledněn i parametr pro minimální vzdálenost trhlin. Při porovnání obou variant matematických modelů, tedy s GFRP výztuží a s betonářskou výztuží bylo dosaženo dobré shody se skutečným chováním. Vyšší tuhost matematickému modelu obecně odpovídá nelineárnímu řešení v programu ATENA.

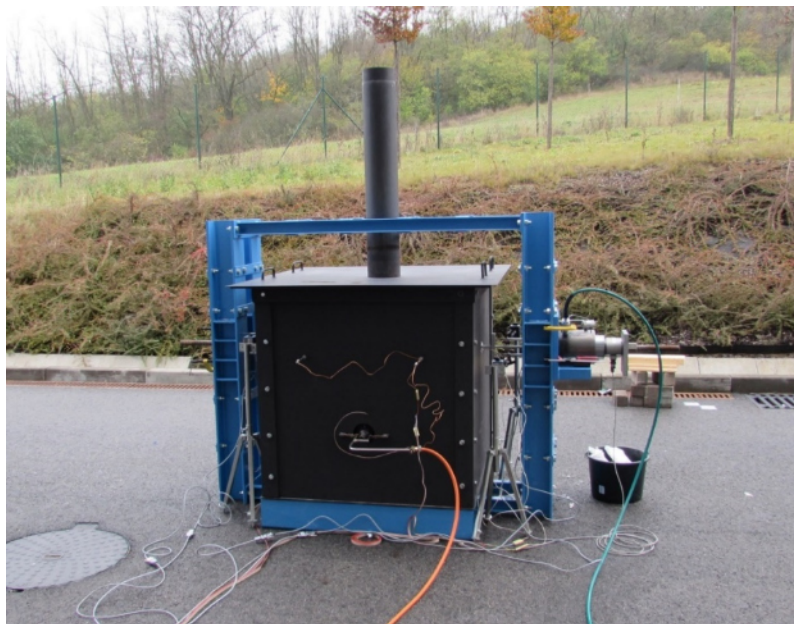
Provádění požárních zkoušek v požární peci

Experimentální zkušební požární pec je určena zejména pro provádění zkoušek menšího rozsahu, které by byly při provedení v komerčních zkušebnách určených zejména pro zkoušky dílců konstrukcí, vysoce nákladné a finančně neefektivní.

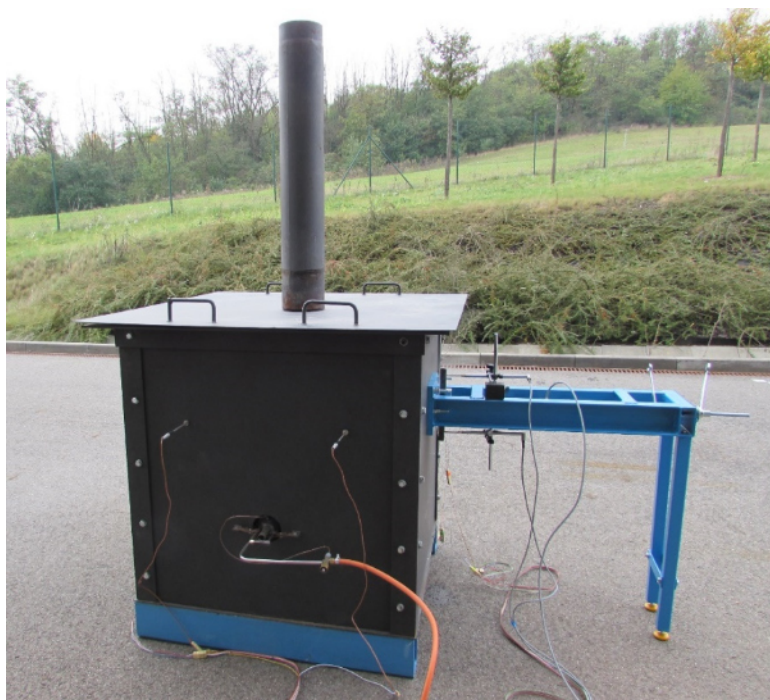
V rámci projektu TH04020431 bylo vyvinuto takové zařízení, které umožní provádět nezbytné zkoušky pro dosažení požadovaných výsledků projektu, bez vlivu na kvalitu získaných dat. Jedná se zejména o tahové zkoušky výztuží při současném řízeném statickém zatěžování za daných okrajových podmínek a externím zatížením požárem, respektive vysokou teplotou dle definovaných požárních křivek.

V rámci řešení projektu byla požární pec využita pro:

- Tahové zkoušky FRP výztuží při účinku požáru, respektive vysokých teplot a
- Zkoušky kotevnic oblastí při účinku požáru, respektive vysokých teplot.



Požární pec se zatěžovacím rámem pro tahovou zkoušku



Požární pec se zatěžovacím rámem pro zkoušku kotevní délky

KDK - ADMAS

Přehled výstupů v roce 2021

(uvedeny pouze výstupy navázané na níže uvedené řešené VaV projekty; nejsou uvedeny výstupy studentů DSP navázané na juniorské projekty SV):

Publikace:

ŠMAK, M.; KUBÍČEK, J.; KALA, J.; PODANÝ, K.; VANĚREK, J. The Influence of Hot-Dip Galvanizing on the Mechanical Properties of High Strength Steels. *Materials*, 2021, vol. 14, no. 18, p. 1-19. ISSN: 1996-1944.

WALD, F.; ŠABATKA, L.; **BAJER, M.;** KOŽICH, M.; **VILD, M.;** GOLUBIATNIKOV, K.; KABELÁČ, J.; KURÍKOVÁ, M. Component-based finite element design of steel connections. 1. 1. Praha: Czech Technical University in Prague, 2021. 243 p. ISBN: 978-80-01-06861-8.

VILD, M.; CHALUPA, V.; ŠABATKA, L.; WALD, F. Advanced analysis of members with gusset plate joints. In *Modern Trends in Research on Steel, Aluminium and Composite Structures*. 1. London: Taylor & Francis, 2021. p. 378-384. ISBN: 9781003132134.

VILD, M.; **BAJER, M.;** **BARNAT, J.;** ŠABATKA, L.; WALD, F. Lateral-torsional buckling of a stiffened beam with semi-rigid joints. *ce/papers*, 2021, vol. 4, no. 2-4, p. 2086-2091. ISSN: 2509-7075.

BARNAT, J.; PROKEŠ, J.; **BAJER, M.;** BEZDĚK, O.; **VILD, M.** Simplified Testing of the Bond Strength of Adhesives Used for Bonded Anchors. *Materials*, 2021, vol. 14, no. 12, p. 1-28. ISSN: 1996-1944.

BUKOVSKÁ, P.; **KARMAZÍNOVÁ, M.;** ŠTRBA, M. Benefit of Ultra-High Strength Infill in Concrete-Filled Steel Tubular Columns. In *22nd International Conference on Rehabilitation and Reconstruction of Buildings, CRRB 2020. Key Engineering Materials* (print). 2021. p. 93-99. ISBN: 9783035718102. ISSN: 1013-9826.

BÁLKOVÁ, R.; VANĚREK, J.; ŠMAK, M.; DROCHYTKA, R. Time-temperature resistance of transverse stressed lap joints of glued spruce and thermal analysis of adhesives. International Journal of Adhesion and Adhesives, 2021, vol. 104, no. 1, p. 1-12. ISSN: 0143-7496.

BUKOVSKÁ, P. Limita vzpěrné pevnosti ocelových trubek vyplněných betonem při použití materiálů vysokých pevností. Sborník příspěvků konference JUNIORSTAV 2021. ECON publishing, s.r.o. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, 2021. s. 267-271. ISBN: 978-80-86433-75-2.

ŠTRBA, M.; KARMAZÍNOVÁ, M.; BUKOVSKÁ, P. Experiences with using of loading tests and the "Design assisted by testing" method for the determination and verification of structural members and details. International Journal of Mechanics, 2021, vol. 15, no. 1, p. 1-11. ISSN: 1998-4448.

Aplikované výsledky s právní ochranou – užité vzory:

HLADÍK, M.; POFFEL, Z.; HORÁČEK, M.; KARMAZÍNOVÁ, M.; PEŠEK, O.; BALÁZS, I. Sestava stropní konstrukce pro vestavěná podlaží halových staveb, užité vzor, zapsán pod č. 35134, 2021.

MOCO VÁ, P.; HAVÍŘOVÁ, Z.; SUCHOMELOVÁ, P.; DĚCKÝ, D.; KRAMÁR, S.; PROCHÁZKA, J.; KALOČ, J.; KARMAZÍNOVÁ, M.; PEŠEK, O.; BALÁZS, I.; BUKOVSKÁ, P. Nosný skeletový systém tvořený kombinací dřevin, užité vzor, zapsán pod č. 34931, 2021.

Produkty – funkční vzorek:

KARMAZÍNOVÁ, M.; KRONTORÁD, K.; ŠTRBA, M.; PILGR, M.; HORÁČEK, M.; PEŠEK, O.; BALÁZS, I.; DORŇÁK, V.; HAVÍŘOVÁ, P.; KRÁL, P.; MOCO VÁ, P. Vyztužený kompozitní konstrukční prvek na bázi dřeva pro vodorovné nosné konstrukce, funkční vzorek, 2021.

Popis VaV činnosti za rok 2021

V roce 2021 bylo na Ústavu KDK řešeno několik VaV projektů aplikovaného výzkumu (nejsou uvedeny juniorské projekty SV):

FAST-S-20-6400 Analýza, experimentální ověřování a možnosti efektivního využití spolupůsobení materiálů u kompozitních konstrukčních prvků, řešitel M. Štrba, 2021:

Projekt se zabýval teoretickou a experimentální analýzou možností využití spolupůsobení materiálů u kompozitních konstrukčních prvků, zejména pro kombinaci oceli a betonu, případně i jiných materiálů, a to s ohledem na vstupní geometrické a materiálové charakteristiky či konkrétní konstrukční provedení. V průběhu řešení byla mj. využita metodika navrhování a stanovení únosnosti na základě zkoušek. Byl kladen důraz na efektivní a spolehlivý návrh. V rámci řešení byla provedena řada testů ocelobetonových sloupů z oceli a betonu vyšší pevnosti namáhaných vzpěrným tlakem.

FW01010579 Inovativní konstrukce a technologie výroby masivního dřevěného panelu, příjemce MATRIX a.s., řešitel za FAST VUT M. Šmak, 2020–2023.

Projekt je zaměřen na vývoj dřevěných masivních panelů s případným využitím kalamitního dřeva. Komponenty panelů jsou spojovány na mechanické bázi s možnou aplikací green lepidel. Panel bude součástí modulárního systému dřevěných staveb. Cílem projektu je vývoj dřevěných masivních panelů s možným využitím kalamitního dřeva. Komponenty panelů jsou spojovány na mechanické bázi s možnou aplikací green lepidel. Panel bude součástí modulárního systému dřevěných staveb.

FW01010443 Pokročilé kompozitní materiály nové generace pro konstrukce i automotive, příjemce GDP KORAL, s.r.o., **řešitel za FAST VUT O. Pešek**, 2020–2022.

Cílem projektu je prostřednictvím výzkumu chování nových typů vlákniny vyztužených kompozitů a jejich interakce s jinými materiály docílit podstatného zvýšení užitných vlastností prvků se zaměřením na cenovou efektivnost návrhu. Vyvinuté nové produkty ověřit v automotive/mass transportation a v infrastruktuře. Produkty jsou cílené pro využití v zahraničí, kde jsou pro využití II. generace vlákniny vyztužených kompozitů lepší podmínky.

FW01010392 Pokročilý návrh konstrukčních detailů/prvků vybavený strojovým učením, příjemce IDEA StatiCa, s.r.o., **řešitel za FAST VUT M. Bajer**, 2020–2023.

Projekt je zaměřen na inovace v aplikacích IDEA StatiCa. Výzkumnou část zastrešují univerzity ČVUT v Praze a VUT v Brně. Hlavní desktopové aplikace IDEA StatiCa jsou Steel Connection, Member a Detail. V oblasti cloudových technologií jsou to Viewer a nový Connection Browser. Výzkum na univerzitách byl zaměřen na únavu ocelových konstrukcí, požární odolnost prvků ocelových konstrukcí a chování betonu při prostorovém namáhání.

Po dosažení výsledku "Nová generace Connection" byly v roce 2021 rozpracovány všechny další výsledky, zejména byl ukončen výsledek "Implementace 3D betonářské výztuže v analytických modelech IDEA StatiCa". V programu Member bylo vyvinuto zadávání podélné i příčné výztuže včetně vykrývání ohybových momentů a posouvajících sil po délce prvku. Byla dokončena i základní verze importu armovacích košů z CAD programů, zejména Tekla Structures.

Podrobnější popis a informace jsou uvedeny v bodě příklady spolupráce s aplikační sférou na VaV projektech a projektech smluvního výzkumu.

FW01010206 Zefektivnění návrhu tenkostěnných za studena tvarovaných ocelových nosníků z hlediska únosnosti a požární odolnosti, příjemce voestalpine Profilform, s.r.o., **řešitel za FAST VUT M. Horáček**, 2020–2021.

Hlavním záměrem projektu bylo experimentální zkoumání skutečného chování tenkostěnných za studena válcovaných podlahových nosníků při účincích zatížení odpovídající běžným provozním podmínkám a při účincích požáru.

Cílem projektu bylo stanovení vylepšených návrhových charakteristik podlahových nosníků odvozených z výsledků experimentů, které povedou k jejich úspornějšímu návrhu oproti návrhům provedených pouze dle pravidel a výpočetních procedur uvedených v příslušných normách (Eurokódech). Zefektivnění návrhu tohoto typu konstrukcí zvýší jejich konkurenceschopnost na tuzemském trhu i na zahraničních trzích.

V roce 2021 byl dosažen mj. výsledek projektu „Sestava stropní konstrukce pro vestavěná podlaží halových staveb“ (užitný vzor, zapsán pod č. 35134), byly provedeny zkoušky požární odolnosti výseku stropní konstrukce a projekt byl úspěšně dokončen.

Podrobnější popis a informace jsou uvedeny v bodě příklady VaV činnosti a příklady spolupráce s aplikační sférou na VaV projektech a projektech smluvního výzkumu.

TN01000056/05 Pokročilé konstrukční prvky na bázi dřeva a kompozitů pro objekty občanské výstavby, dílčí projekt v rámci NCK CAMEB, příjemce ČVUT v Praze, **řešitelka za FAST VUT M. Karmazínová**, 2019–2022.

Předmětem části dílčího projektu řešené ústavem KDK je výzkum a vývoj kompozitních konstrukčních prvků na bázi dřeva, určených pro vodorovné konstrukce (Task 1) a velkoformátových stěnových konstrukčních prvků s vylepšenými akustickými vlastnostmi (Task 2).

Cílem „Task 1“ je najít výztužný prvek aplikovaný do vnější lamely nebo plochy hranolů KVH nebo BSH pro zvýšení jejich únosnosti a tuhosti použitím vhodných výztužných prvků. V roce 2021 byl též řešen vztah druh použitého lepidla – lepený materiál. V roce 2021 byl mj. dosažen výsledek „Vyztužený kompozitní konstrukční prvek na bázi dřeva pro vodorovné nosné konstrukce“ (funkční vzorek).

Cílem „Task 2“ je výzkum akustických vlastností již vyráběných prvků stěnových konstrukcí Novatop a jejich konstrukční úpravy směřující k dosažení vyšších akustických hodnot vzduchové neprůzvučnosti, dále ověření požární odolnosti a statické ověření konstrukčních detailů. V roce 2021 pokračovaly práce na experimentálním ověření panelů Novatop Element z hlediska jejich požární odolnosti a statického působení.

CZ.01.1.02/0.0/0.0/17_176/0015728 Vývoj progresivních segmentových prvků pro dětská hřiště, řešitel za FAST VUT M. Šmak, 2019–2022.

Hlavním cílem projektu je vyvinout segmentový modulární herní prvek "ÚL" do fáze funkčního prototypu, který bude připraven pro zahájení sériové výroby. Tohoto cíle bude dosaženo díky realizaci aktivit průmyslového výzkumu a experimentálního vývoje ve třech postupných etapách projektu. Realizace projektu vede k vývoji funkčního prototypu typizovaného modulárního herního prvku "ÚL" až do fáze ověřeného funkčního prototypu.

TJ02000171 Tyčové prvky skeletu dřevostavby s využitím tvrdého dřeva, příjemce MendelU, řešitel za FAST VUT M. Karmazínová, 2019–2021.

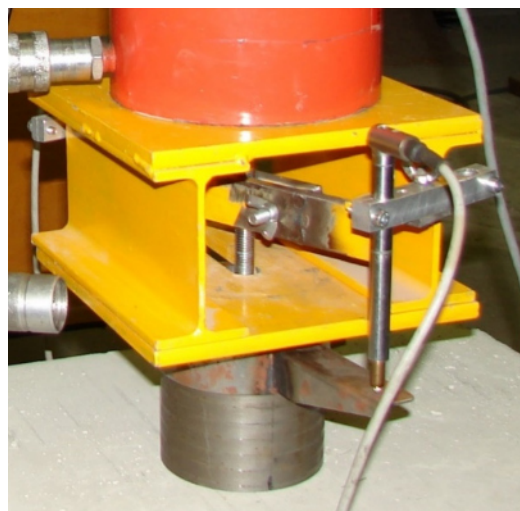
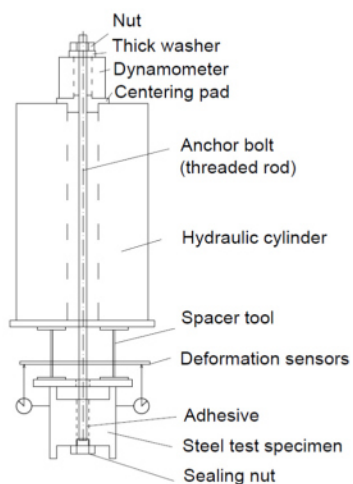
Hlavním cílem projektu bylo ověřit možnost využití listnatého dřeva jako lepeného nosníku, případně kombinace různých dřevin (např. buk/smrk) a to jak pro sloupy, tak pro průvlaky k použití pro skeletový systém. Využití bylo ověřováno jak z hlediska statiky, tak z hlediska požární odolnosti prvků. Výsledkem projektu dosaženým v roce 2021 je mj. „Nosný skeletový systém tvořený kombinací dřevin“ (užitný vzor, zapsán 03/2021 pod č. 34931).

Příklady VaV činnosti za rok 2021

Dále jsou uvedeny dva ilustrativní příklady VaV činnosti, jejichž výsledkem byl v prvním případě vznik významné publikace a v druhém případě vznik užitého vzoru.

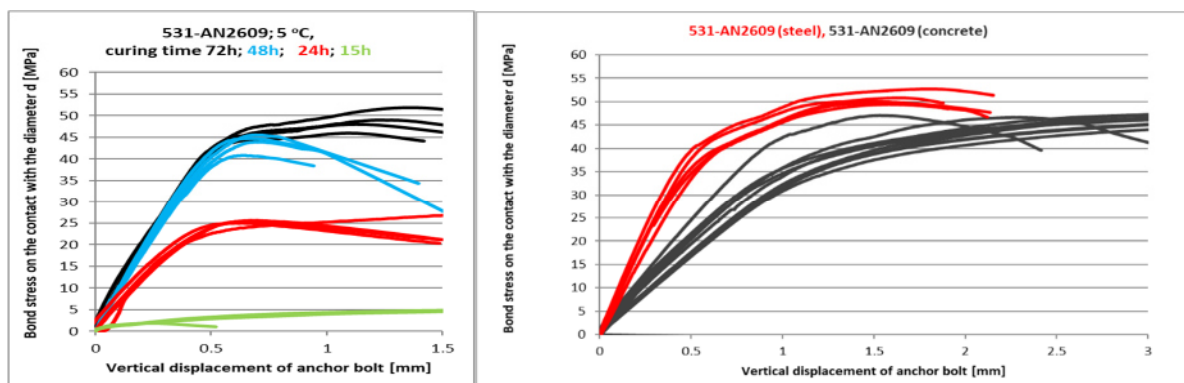
BARNAT, J.; PROKEŠ, J.; BAJER, M.; BEZDĚK, O.; VILD, M. Simplified Testing of the Bond Strength of Adhesives Used for Bonded Anchors. Materials, 2021, vol. 12, no. 14, p. 1-28. ISSN: 1996-1944.

Experimentální analýza prezentovaná v článku je zaměřena na problematiku soudržnosti lepených kotev do betonu. Soudržnost se používá jako souhrnný parametru popisující kvalitu spojení zprostředkovaného lepidlem. V první části je popsána problematika pevnosti spoje jako nejdůležitějšího parametru ovlivňujícího konečnou odolnost kotvy proti tahovému zatížení. Dále je v textu popsána nová metodika zjednodušeného testování pevnostních parametrů lepidel. V této metodice jsou použity speciální zkušební vzorky vyrobené z oceli, které umožňují snadné testování a opakovatelné použití.



Zkušební sestava s ocelovým vzorkem

Při analýze byly testovány epoxidové pryskyřice se speciálními plnivými, jako jsou uhlíková vlákna, uhlíkové nanotrubičky nebo grafen. Ověřováno bylo také použití těchto lepidel při teplotách blízkých nule stupňů Celsia, na kterém je také uvedena receptura a porovnání zkoušky v betonovém a ocelovém tělese.



Navržená směs epoxidového lepidla a výsledky testů

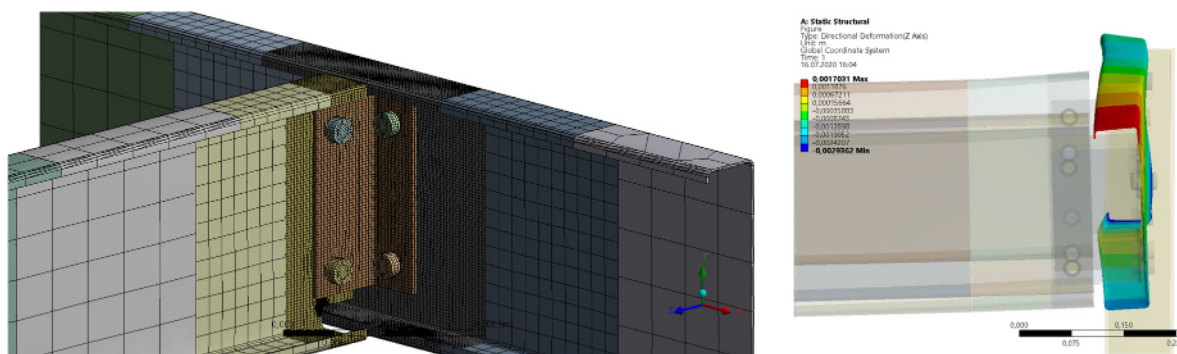
Z výsledků analýzy vyplynulo, použití plnidel ve formě uhlíkových vláken, nanovláken či grafenu není příliš efektivní z hlediska výsledného zlepšení materiálových charakteristik lepidla. Naopak přináší problémy se zpracovatelností lepidla za zvýšených ekonomických nákladů. Naopak jako ekonomicky velmi výhodné se jeví nahrazení značného objemu lepidla levným plnivem, jakým je třeba mletý vápenec. Plniva vápenatého typu jsou 25-50krát levnější než pojivo na jednotku hmotnosti, resp. 10-20krát levnější na jednotku objemu, ale vysoká koncentrace plniv může snížit zpracovatelnost lepidla, což může vést k problémům při jeho praktickém použití.

HLADÍK, M.; PÖFFEL, Z.; HORÁČEK, M.; KARMAZÍNOVÁ, M.; PEŠEK, O.; BALÁZS, I. Sestava stropní konstrukce pro vestavěná podlaží halových staveb, užitečný vzor, zapsán pod č. 35134, 2021.

Užitný vzor je výsledkem experimentální a numerické analýzy sestavy stropní konstrukce z tenkostěnných za studena tvarovaných profilů (stropnice, průvlaky), jejímž cílem bylo zlepšit parametry konstrukčního systému (např. vzájemná výšková poloha konstrukčních prvků s ohledem na typ přípoje) a dospět k efektivnímu řešení poskytujícímu (při daných výchozích podmínkách a požadavcích) maximální únosnost, zejména pak s ohledem na lokální i globální stabilitu konstrukčních prvků.



Experimentální ověření jedné z variant sestavy stropní konstrukce – ilustrace uspořádání sestavy a porušení po dosažení mezní únosnosti



Ilustrace modelování spojů

V rámci experimentálního ověření byly testovány různé varianty sestavy (ilustrace viz obr. 3), výsledky zkoušek byly vyhodnoceny a porovnány s předpokládanými únosnostmi stanovenými výpočtem a výsledky numerických modelů spojů (viz obr. 4). Na základě výsledků zkoušek pak byly parametry konstrukční sestavy upraveny tak, aby výsledné řešení poskytovalo co největší únosnost při hospodárném provedení.

Příklady spolupráce s aplikační sférou na VaV projektech a projektech smluvního výzkumu

Jako příklady spolupráce s aplikační sférou jsou dále uvedeny dva projekty TAČR, které demonstrují účinnou spolupráci VUT v Brně, v prvním případě s další vysokou školou (ČVUT v Praze) a firmou zabývající se tvorbou softwaru (IDEA StatiCa), v druhém případě s výrobní a realizační firmou zabývající se výrobou tenkostěnných ocelových profilů a dodávkami konstrukcí tohoto typu (voestalpine Profilform).

Projekt TAČR TREND „Pokročilý návrh konstrukčních detailů/prvků vybavený strojovým učením“

IDEA StatiCa – ČVUT Praha – VUT Brno

Obecné informace

Projekt je zaměřen na inovace v aplikacích IDEA StatiCa. Výzkumnou část zastřešují univerzity ČVUT v Praze a VUT v Brně. Hlavní desktopové aplikace IDEA StatiCa jsou Steel Connection, Member a Detail. V oblasti cloudových technologií jsou to Viewer a nový Connection Browser. Výzkum na univerzitách byl zaměřen na únavu ocelových konstrukcí, požární odolnost prvků ocelových konstrukcí a chování betonu při prostorovém namáhání.

Cíle projektu pro rok 2021

Po dosažení výsledku "Nová generace Connection" byly v roce 2021 rozpracovány všechny další výsledky, zejména byl ukončen výsledek "Implementace 3D betonářské výztuže v analytických modelech IDEA StatiCa". V program Member bylo vyvinuto zadávání podélné i příčné výztuže včetně vykrývání ohybových momentů a posouvajících sil po délce prvku. Byla dokončena i základní verze importu armovacích košů z CAD programů, zejména Tekla Structures.

Posudek na únavu v software IDEA StatiCa Connection

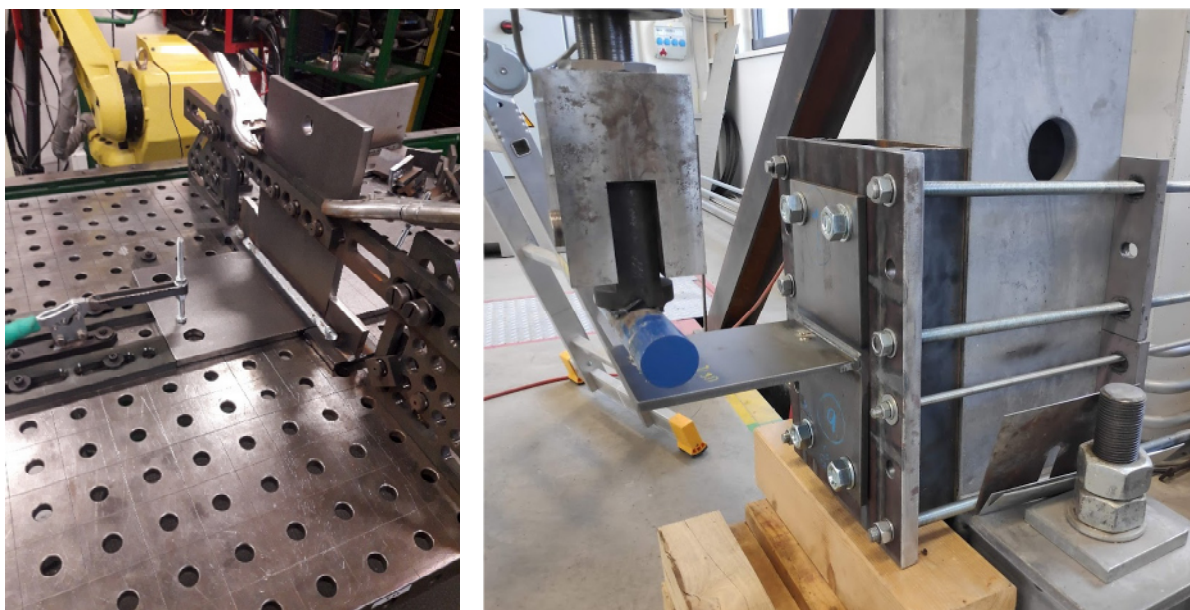
První verze posudku na únavu v aplikaci IDEA StatiCa Connection byla vyvinuta již do verze 21.0 vydané v dubnu 2021. Na základě testování a požadavků uživatelů byla funkcionální dále vylepšena a rozšířena. Pokračují práce na verifikačních příkladech, které budou publikovány na webu IDEA StatiCa a v připravované monografii. Rovněž pokračuje experimentální výzkum, jehož cílem je validace numerických modelů a také přispění k všeobecnému poznání únavové pevnosti svařovaných spojů vysokopevnostních ocelí.

Experiment na únavu

V rámci projektu pokračují experimenty na svařovaném detailu T-průřezu. V předchozím roce byly provedeny experimenty na vzorcích z vysokopevnostní ocele STREX 700 MC. Ukázalo se, že vzorky z vysokopevnostní ocele mají vysokou nízkocyklickou únavovou pevnost, ale sklon únavové křivky je prudší než u ocelí běžných pevností. Tento poznatek není zahrnut v normách pro navrhování ocelových konstrukcí EN 1993-1-9 [4]. Proto byl experimentální program rozšířen o další vzorky z různých pevnostních tříd ocelí – ocel běžné pevnosti S355 a dvě vysokopevnostní ocele STREX 500 MC a STREX 700 MC. Vzorky byly připraveny ve svařovací laboratoři ČVUT a dopraveny do výzkumného centra AdMaS při Stavební fakultě VUT v Brně. S testováním bylo započato v prosinci roku 2021, ale jelikož se jedná o dlouhodobé únavové testy, bude pokračovat i během roku 2022.

Svařeno bylo celkem 27 vzorků, 9 vzorků od každé pevnosti ocele. Všechny plechy byly před svařením tryskány v komoře. Přídavné svařovací elektrody byly vždy použity pevnější než je

materiál plechů. Svařován byl oboustranný koutový svar účinné výšky 5 mm. Při svařování byly použity náběhové a výběhové desky „T“ spojů, které poté byly uraženy a čela svarů byla zabroušena ruční úhlovou bruskou.



Vzorek při svařování (vlevo); Vzorek připravený k testování (vpravo)

Závěr

Všechny výsledky projektu jsou postupně implementovány do stávajících aplikací produktu IDEA StatiCa a jsou postupně uvolňovány pro použití zákazníkům. V roce 2021 byly úspěšně vydány release 21.0 a 21.1.

Partnerské univerzity využijí nové verze programů pro jejich výzkum i výuku. Projekt pomáhá univerzitám udržet post-doktorandy i zaměstnat je na zajímavém aplikovaném výzkumu. V roce 2021 IDEA StatiCa navázala nové kontakty s univerzitami Ohio, Tennessee, Alberta a dalšími.

Projekt TAČR TREND „Pokročilý návrh konstrukčních detailů/prvků vybavený strojovým učením

voestalpine Profilform, s.r.o. – VUT v Brně

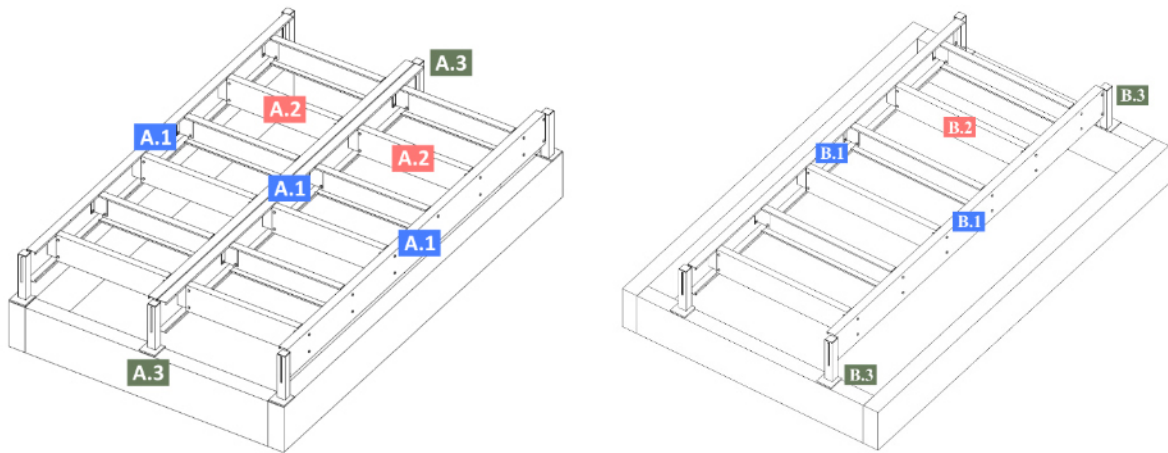
V rámci řešení projektu byly mj. provedeny požární zkoušky výseku stropní konstrukce, jejichž cílem bylo experimentální ověření požární odolnosti a porovnání s předpokládanou požární odolností stanovenou výpočtem podle Eurokódu.

Následující obr. 6 ukazuje dvě varianty sestavy stropní konstrukce pro požární zkoušky. Po sestavení byla zkušební tělesa osazena do zkušební požární pece a zatížena pomocí ocelového závaží – viz záběry na obr. 7.

Na obr. 8 jsou vidět obě varianty konstrukční sestavy v průběhu požární zkoušky při pohledu dovnitř zkušební pece v průběhu zkoušky (deformace) i při pohledu zvenku. Obr. 9 ilustruje průběh teploty v čase pro některá vybraná místa v konstrukci (pro obě varianty sestavy).

Požární zkoušky ověřily reálnou požární odolnost a prokázaly, že odpovídá požární odolnosti stanovené výpočtem podle příslušné normy. Vzhledem k náročnosti požárních zkoušek jak z hlediska provedení a technologie měření parametrů, tak z hlediska finančních nákladů,

nebylo doposud provedeno příliš mnoho zkoušek tohoto typu, zejména požárních zkoušek tenkostěnných konstrukcí, které se při vysokých teplotách chovají podstatně hůře. Každé ověření požární zkouškou přinese významný poznatek a příspěvek k informacím a poznatkům o požární odolnosti tenkostěnných konstrukčních prvků a konstrukcí.



Varianty sestavy pro požární zkoušky



Zkušební tělesa osazená v požární peci (obr. nahoře) a zatížení (obr. dole)



Pohled na zkoušenou konstrukci v průběhu zkoušky

GTN - ADMAS

Přehled výstupů v roce 2021

CHALMOVSKÝ, J. *Využití metody přenosových funkcí pro predikci chování hlubinných základů v ČR.* 2021.

CHALMOVSKÝ, J.; KOUDELA, P.: PMpLTO; PMpLTO (Pile Micropile Load Transfer Optimization). <https://geotech.fce.vutbr.cz/veda-a-vyzkum/projekty-tacr/projekt-tj02000140-vyuziti-metody-prenosovych-funkci-pro-predikci-chovani-hlubinnych-zakladu-v-cr/>. URL: <https://geotech.fce.vutbr.cz/veda-a-vyzkum/projekty-tacr/projekt-tj02000140-vyuziti-metody-prenosovych-funkci-pro-predikci-chovani-hlubinnych-zakladu-v-cr/>. (software)

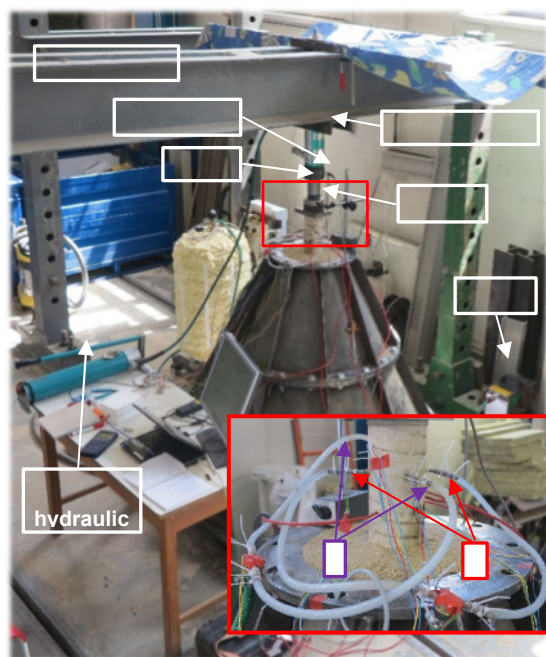
KRAJČÍK, M.; ARICI, M.; ŠIKULA, O.; ŠIMKO, M. Review of water-based wall systems: Heating, cooling, and thermal barriers. *ENERGY AND BUILDINGS*, 2021, vol. 253, no. 1, p. 1-31. ISSN: 0378-7788.

Popis VaV činnosti za rok 2021

Ve sledovaném období byly prováděny laboratorní zkoušky zeminy se zaměřením na stanovení počátečního smykového modelu \mathcal{G} a stanovení pevnostních charakteristik granitoidních hornin moldanubického plutonu. Dále probíhala výzkumná aktivita v rámci centra CAMEB a projektu TJ02000140.

Příklady VaV činnosti

V rámci projektu TN01000056/06 se experimentální část výzkumné činnosti se věnovala fyzikálnímu modelu osamělé EP zatíženému jednak mechanicky osovou tlakovou silou o nominální hodnotě 8 kN a dále pak teplotně. Využito bylo zatěžovacího kuželu ZFMEpilota 1.0, na kterém byly provedeny v průběhu roku 2021 konstrukční úpravy. V průběhu experimentu byla ve vybraných bodech modelu monitorována teplota v EP a v písku, síla a posun v hlavě EP a osově přetvoření v EP. Z naměřených údajů byl zpracován pracovní diagram EP, ve kterém je též vyznačen vliv teplotního zatížení (v tomto případě ochlazení EP) vyvolaného změnou teplotního pole, vývoj velikosti normálové síly po délce modelu EP v průběhu jejího mechanického zatěžování získaný z tenzometrických měření.



Fyzikální model

MAT - AdMaS

Z ústavu MAT byly publikovány zejména tyto výzkumné výsledky:

ASTASHOVA, I.; DIBLÍK, J.; KOROBKO, E. Existence of a solution of discrete Emden-Fowler equation caused by continuous equation. *Discrete and Continuous Dynamical Systems – Series S* 14/12 (2021), 4159-4178. ISSN 1937-1632. IF (2020) 2,425.

BEREZOVSKI, V.; CHEREVKO, Y.; MIKEŠ, J.; RÝPAROVÁ, L. Canonical almost geodesic mappings of the first type of spaces with affine connections onto generalized m-Ricci-symmetric spaces. *Mathematics* 9/4 (2021), 1-12. ISSN 2227-7390. IF (2020) 2,258.

DIBLÍK, J. Representation of solutions to delayed differential equations with a single delay by dominant and subdominant solutions. *Applied Mathematics Letters* 119 (2021), 107236/1-7. ISSN 0893-9659. IF (2020) 4,055.

KOTRECHKO, S.; KOZÁK, V.; ZATSARNA, O.; ZIMINA, G.; STETSENKO, N.; DLOUHÝ, I. Incorporation of temperature and plastic strain effects into local approach to fracture. *Materials* 14/20 (2021), 6224/1-11. ISSN 1996-1944. IF (2020) 3,623.

MIKEŠ, J.; GUSEVA, N.; PEŠKA, P.; RÝPAROVÁ, L. Rotary mappings and projections of a sphere. *Mathematical Notes* 110/1-2 (2021), 152-155. ISSN 0001-4346. IF (2020) 0,673.

MIKEŠ, J.; FORMELLA, S.; HINTERLEITNER, I.; GUSEVA, N. I. Some questions of geodesic mappings of Einstein spaces. *Itogi Nauki i Tekhniki: Sovremennaya Matematika i ee Prilozheniya, Tematicheskie Obzory* 203 (2021), 50-61. ISSN 0233-6723.

ŠPAČEK, P.; KOMENDA, J.; LAHAYE, S. Analysis of P-time event graphs in $(\max,+)$ and $(\min,+)$ semiring *Stava* *Jurá* *ó* *Sérs* *Sérs* 52/4 (2021), 694-709. ISSN 0020-7721. IF (2020) 2,281.

VALA, J. On a computational smeared damage approach to the analysis of strength of quasi-brittle materials. *WSEAS Transactions on Applied and Theoretical Mechanics* 16 (2021), 283-292. ISSN 1991-8747.

VALA, J.; KOZÁK, V. Non-local damage modelling of quasi-brittle composites. *Applications of Mathematics* 66/6 (2021), 815-836. ISSN 0862-7940. IF (2020) 0,881.

VALA, J.; KOZÁK, V.; JEDLIČKA, M. Scale bridging in computational modelling of quasi-brittle fracture of cementitious composites. *Solid State Phenomena* 325 (2021), 56-64. ISSN 1012-0394.

VALA, J.; NĚMEC, I.; VANĚČKOVÁ, A. Exact solution of a thick beam on Pasternak subsoil in finite element calculations. *Mathematics and Computers in Simulation* 189/11 (2021), 36-54. ISSN 0378-4754. IF (2020) 2,463.

Ústav MAT hostil několik významných zahraničních odborníků, kteří na ústavu proslavili přednášky:

Prof. Mihály Pituk, University of Pannonia, Veszprém, Maďarsko, přednáška (24. 8. 2021) „Ergodicity in nonautonomous linear ordinary differential equations“.

Prof. M. Galewski, Politechnika Łódzka, Łódz, Polsko, přednáška (23. 11. 2021) „Hadamard well posedness for nonlinear problems via monotonicity methods“.

Prof. I. Astashova, Moscow Lomonosov University, Moscow, Ruská federace, přednášky (11. 11. 2021) „Mathematical aspects of the control over temperature conditions in industrial greenhouses“ a (15. 11. 2021) „On uniqueness of solutions to Emden-Fowler type second-order equations with general power-law nonlinearities“.

TST - AdMaS

Plnění cílů v roce 2021

Pro rok 2021 byly stanoveny cíle výzkumu ústavu TST prostřednictvím cílů projektů specifických výzkumů. Veškeré předpokládané výstupy byly dosaženy, v některých kategoriích nad rámec předpokladu. Jednalo se o tyto projekty:

FAST-S-21-7374: Sekundární doprava věžovými jeřáby při výstavbě výškových budov (Řešitel: Ing. Rostislav Doubek)

FAST-J-21-7288: Analýza a posuzování environmentálních aspektů recyklovaných betonů metodou LCA a její implementace do digitálního dvojčete budovy na základě aktivního BIM přístupu (Řešitel: Ing. Michal Brandtner)

FAST-J-21-7378: Analýza stavebně-technologických procesů při realizaci, provozování a údržbě environmentálně šetrného zastřešení budov (Řešitel: Ing. Jan Jílek)

Přehled výstupů v roce 2021

Konferenční články podle Thomson Reuters, Scopus (RIV-D):

BRANDTNER, M.; VENKRBEC, V. A data structures for purpose of the BIM-based Life Cycle Assessment: A review and theoretical background. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2021, 1209(1). ISSN 1757-8981. doi:10.1088/1757-899X/1209/1/012001.

DOUBEK, R.; KURKOVÁ, D.; ŠTĚRBA, M.; KANTOVÁ, R. Analysis of construction sub-processes for the evaluation of the real performance of tower cranes. In *6th World Multidisciplinary Civil Engineering-Architecture-Urban planning Symposium 30 August-3 September 2021*, Prague, Czech Republic. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 1203 (2021) 022132, doi:10.1088/1757-899X/1203/2/022132.

DOUBEK, R. Comparison of the planned and actual course of construction of reinforced concrete monolithic structures. In *13th International Scientific Conference of Civil and Environmental Engineering for PhD. Students and Young Scientists 13-15 October 2021, High Tatras, Slovakia*. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 1209 (2021) 012011. Košice: IOP Publishing, 2021. s. 1-6, doi:10.1088/1757-899X/1209/1/012011.

Příspěvky v neimpaktovaném periodiku (RIV-Jneimp):

DOUBEK, R. Preparation of a simulation model of tower crane performance. In *Buildustry*, 2021, roč. 2/2021, č. 9772454038007, Nitrianske Rudno, Slovakia. Bria Invenia, s.r.o, Nitrianske Rudno, 2021. s. 168 – 171. ISSN: 2454-0382.

BRANDTNER, M. Negrafická data a jejich struktura pro využití LCA v BIM. *Czech Journal of Civil Engineering*, 2021, roč. 7, č. 1, s. 16-26. ISSN: 2336-7148.

JÍLEK, J.; MOHAPL, M.; LUKÁŠKOVÁ, J. Analýza spotřeby energií při výstavbě bytových domů, porovnání dvou etap výstavby. In *Buildustry*, 2021, roč. 2/2021, č. 9772454038007.

Nitrianske Rudno, Slovakia. Bria Invenia, s.r.o, Nitrianske Rudno, 2021, s. 94-102. ISSN: 2454-0382.

Příspěvek na konferenci specifického výzkumu (RIV-O):

DOUBEK, R. Agenda standardního specifického výzkumu FAST VUT v Brně. *SBORNÍK PŘÍSPĚVKŮ JUNIORSTAV 2022 24. odborná konference doktorského studia*. Brno: ECON publishing, s. r. o., 2022. s. 60 - 64. ISBN: 978-80-86433-76-9.

KURKOVÁ, D. Analýza pracovních cyklů věžových jeřábů. *SBORNÍK PŘÍSPĚVKŮ JUNIORSTAV 2022 24. odborná konference doktorského studia*. Brno: ECON publishing, s. r. o., 2022. s. 71 - 76. ISBN: 978-80-86433-76-9.

BRANDTNER, Michal a Adam BOHÁČEK. Využití metody BIM pro studie LCA a digitalizaci stavebnictví – rešerše. In: *SBORNÍK PŘÍSPĚVKŮ JUNIORSTAV 2022 24. odborná konference doktorského studia*. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, 2021, s. 65-70. ISBN 978-80-86433-76-9. Dostupné z: doi:10.13164/juniorstav.2022.65.

BOHÁČEK, Adam a Michal BRANDTNER. Tahové vlastnosti tmelů při tmelení materiálu na bázi cementu. In *SBORNÍK PŘÍSPĚVKŮ JUNIORSTAV 2022 24. odborná konference doktorského studia*. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, 2021, s. 104-108. ISBN 978-80-86433-76-9. Dostupné z: doi:10.13164/juniorstav.2022.104.

Užitný vzor (RIV-F):

Příhláška užitného vzoru, ~~Zařízení~~ *Zařízení* *kondu* *o* *středních* *s* *řech* ". Datum podání přihlášky na úřad průmyslového vlastnictví (ÚPV) 24.11.2021.

Software (RIV-R):

MOTYČKA, V.; PŘIBYL, O.; DOUBEK, R.: *Časové vytížení stavebních jeřábů 2.0*; Časové vytížení stavebních jeřábů - Crane Occupancy 2.0. Na serveru Ústavu TST, Fakulty stavební VUT v Brně. URL: <http://tstsw.cz/vytizeni-jeřabu-v2/> (software).

BRANDTNER, M.; VENKRBEK, V.: *Envi4BIM 2.0*; Envi4BIM. Na serveru Ústavu TST, Fakulty stavební VUT v Brně. URL: <http://tstsw.cz/Envi4BIM/v2/> (software).

ZEL-ADMAS

Články:

KRČ, R.; PODROUŽEK, J.; VUKUŠIČ, I.; PLÁŠEK, O. Data pre-processing effect on classification accuracy of convolutional neural networks for train type identification. *Computational Science and AI in Industry (CSAI 2021)*. 2021. s. 1 (1 s.).

SMUTNÝ, J.; JANOŠTÍK, D.; NOHÁL, V. The use of the Hilbert Huang transformation in the testing of railway structures. *Akustika*, 2021, roč. 40, č. 1, s. 28-34. ISSN: 1801-9064. Detail | WWW | Plný text v Digitální knihovně

SMUTNÝ, J.; JANOŠTÍK, D.; PAZDERA, L.; VALENTA, M. ANALYSING ACOUSTIC PROPERTIES OF A SUBWAY TRACK. *Akustika*, 2021, roč. 38, č. 1, s. 9-18. ISSN: 1801-9064.

VALEHRACH, J. Železnice - příležitost pro přírodu. Sborník příspěvků konference Želva 2021. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2021. s. 70-78. ISBN: 978-80-01-06881-6.

Impakty – RIV Jimp

BOGHANI, H.; AMBUR, R.; BLUMENFELD, M.; SAADE, L.; GOODALL, R.; WARD, C.; PLÁŠEK, O.; GOFTON, N.; MORATA, M.; ROBERTS, C.; DIXON, R. Sensitivity enriched multi-criterion decision making process for novel railway switches and crossings - a case study. *European Transport Research Review*, 2021, roč. 13, č. 1, s. 1-14. ISSN: 1866-8887.

Významné projekty VaV s aplikační sférou a další aktivity:

CK01000091, Výhybka 4.0, zahájení: 01.04.2020, ukončení: 29.03.2024. Technologická agentura ČR – 1. veřejná soutěž Program na podporu aplikovaného výzkumu, experimentálního vývoje a inovací v oblasti dopravy - DOPRAVA 2020+. Příjemce DT – Výhybkárna a strojírna, a.s.

TM01000016, Cenově dostupný chytrý snímávací systém pro železnice 4.0, zahájení: 01.03.2020, ukončení: 31.12.2022. Technologická agentura ČR – 1. veřejná soutěž Program podpory aplikovaného výzkumu, experimentálního vývoje a inovací DELTA 2 2019. Příjemce VUT v Brně, Fakulta strojní.

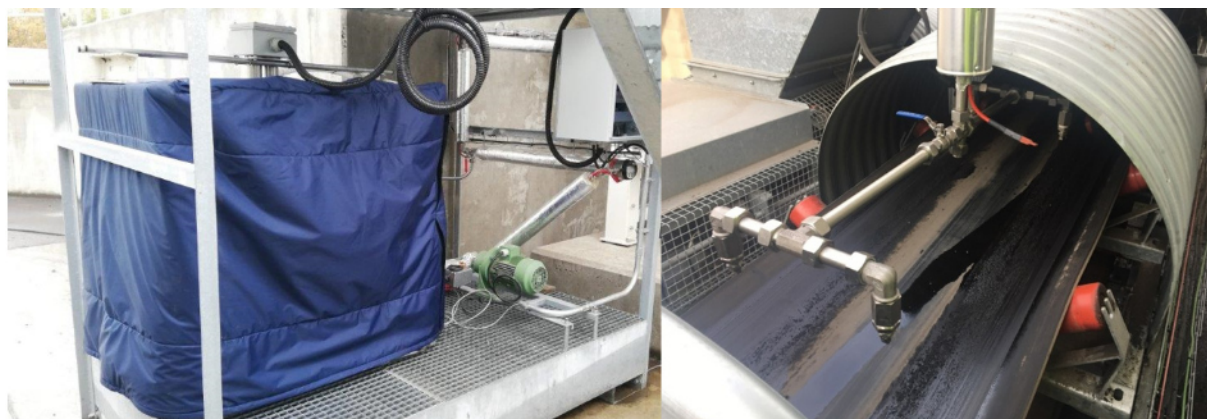
PKO - AdMaS

Na Ústavu pozemních komunikací jsou v současné době řešeny výzkumné projekty Technologické agentury České republiky TA ČR, a to projekt CK01000022 a projekt CK01000033.

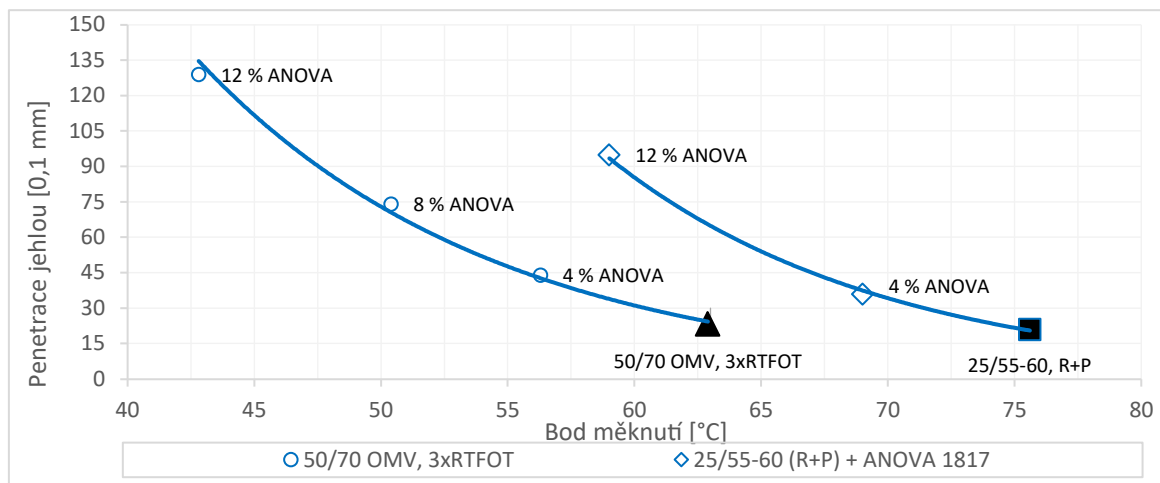
Výzkumný projekt CK01000022

Řešení projektu s názvem „Optimalizace výroby asfaltových směsí s nadlimitním množstvím R-materiálu na obalovnách s dvouplášťovým bubnem“ bylo v roce 2021 zaměřeno na výrobu asfaltových směsí ACO 11 + s 40 % R materiálu na obalovně v Dalovicích s optimálním dávkováním oživovací přísady ANOVA 1817. Optimální dávkování bylo experimentálně stanoveno při výrobě směsi na obalovně. Při výrobě asfaltových směsí na obalovně se zároveň zkoumala různá doba míchání, která by vedla k optimální homogenizaci pojiva R-materiálu, nově přidávaného pojiva 50/70 a oživovací přísady. V roce 2021 došlo rovněž k dozkoušení reologických vlastností asfaltových oživených pojiv. Vlastnosti oživených pojiv byly srovnány relativně mezi sebou, ale i oproti vlastnostem silničních asfaltů kategorie 50/70.

Dalším významným počinem v roce 2021 bylo dokončení vývoje dávkovacího zařízení pro oživovací přísady na obalovně Dalovice. Na základě provedených měření bude vypracován další hodnocený výstup projektu Z_{ech} „Ověřená technologie výroby asfaltových směsí s R-materiálem na obalovně s dvouplášťovým bubnem“. Důležitým cílem roku 2021 bylo zpracování metodiky s názvem „Metodika optimalizace výroby asfaltových směsí s nadlimitním množstvím R-materiálu na obalovnách s dvouplášťovým bubnem“.



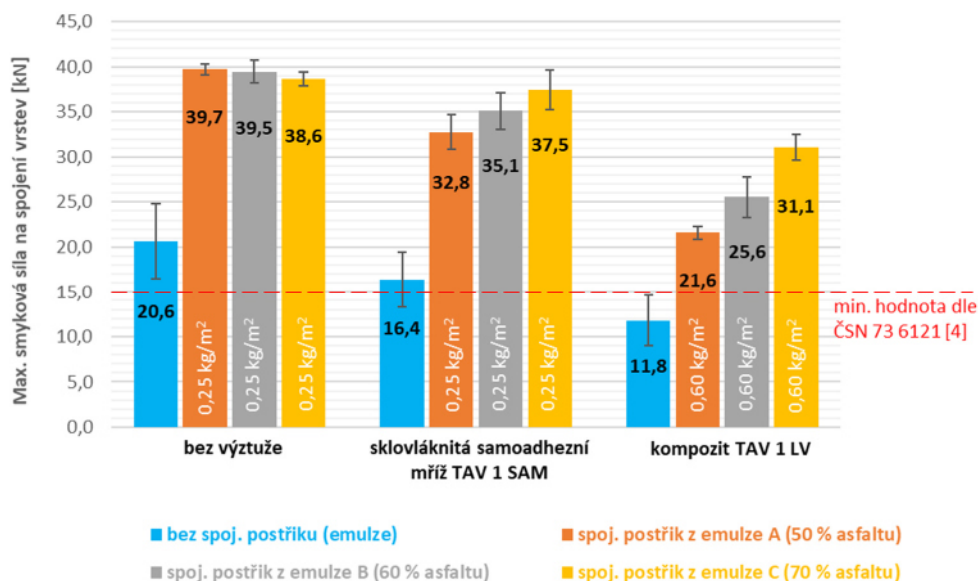
Dávkovací zařízení na obalovně Dalovice



Průběh oživení dlouhodobě zestárých pojiv 50/70 a 25/55-60 při použití přísady Anova

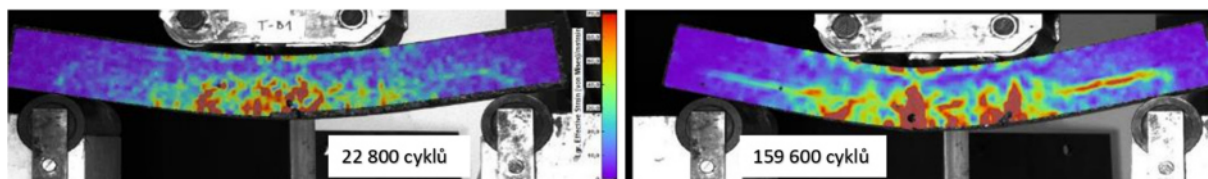
Výzkumný projekt CK0100033

Projekt s názvem „Prodloužení životnosti vozovek krajských a místních komunikací pomocí inovativních asfaltových vrstev s využitím vysokopevnostních kompozitních materiálů“ se zabývá výzkumem a zavedením technologií údržby a oprav silnic (zejména krajských a obecních) s využitím výztužných sklovláknitých materiálů (mříží či kompozitů). V laboratoři ÚPKO jsou prováděny a vyhodnocovány zkoušky vyztužených asfaltových souvrství s využitím nově vyvíjených materiálů od spoluřešitele projektu SAINT-GOBAIN ADFORS CZ s.r.o. V roce 2021 byl prováděn rozsáhlý výzkum v oblasti spojení vyztužených, resp. nevyztužených asfaltových vrstev, v kombinaci s různými výztužnými prvky či použitím spojovacích postřiků tvořených asfaltovými emulzemi s různým podílem asfaltu. Naplánovaným výstupem projektu byla ověřená technologie s názvem „Optimalizace spojovacích postřiků a tenkých asfaltových vrstev pro údržbu asfaltových vozovek s použitím výztužných kompozitů“. V rámci této ověřené technologie byla spoluřešitelem VIALIT Soběslav, spol. s.r.o. vyvinuta, připravena a realizována výroba nové asfaltové emulze se 70% obsahem asfaltu. Byl ověřen vliv použití této nové asfaltové emulze na kvalitu spojení vrstev a lze vidět přínos této emulze s vyšším podílem asfaltu, který se projevil u vyztužených souvrství, zejména při použití výztužných kompozitů. V areálu obalovny společnosti VIALIT Soběslav byl realizován zkušební úsek, na kterém bylo ověřeno použití nové asfaltové emulze v kombinaci s výztužnou mříží či kompozitem pod obrusnou vrstvou z ACO 11 o tloušťce jen 30 mm. Spoluřešitel VIALIT Soběslav spol. s.r.o. se také zabýval vývojem emulzního mikrokoberce s obsahem R-materiálu a byl realizován krátký zkušební úsek v areálu společnosti v Soběslavi.



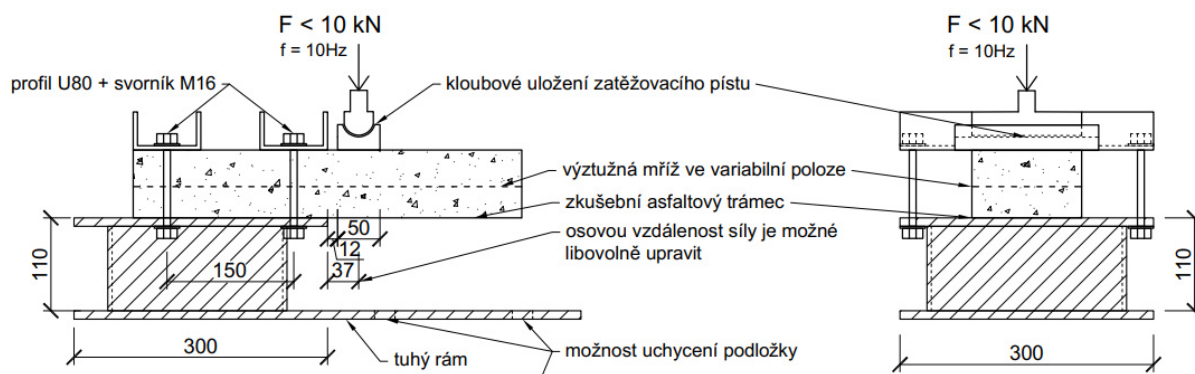
Vliv typu asfaltové emulze na smykové spojení vrstev s výztužnými prvky, či bez výztužení

Ve spolupráci s aplikačním garantem Správou a údržbou silnic Jihomoravského kraje, přísp. organizace se podařilo realizovat zkušební úseky s použitím výztužných materiálů, a to úsek silnice III/3983 Přeskače – Tavíkovice (výztužné prvky pod obrusnou vrstvou tl. 50 mm) a úsek silnice III/3978 Slup – Jaroslavice (výztužné prvky pod emulzním mikrokobercem). Realizace dalších zkušebních úseků je spolu s aplikačnímu garantu projektu připravována v roce 2022. Kromě zkoušek spojení vrstev byly prováděny funkční zkoušky stanovení odolnosti vůči únavě a stanovení tuhosti asfaltových souvrstev s výztužnou mříží. V laboratoři centra AdMaS byla také prováděna zkouška čtyřbodovým ohybem s dotvarováním s použitím metody digitální korelace obrazu (DIC), která umožňuje zachycení šíření trhlin ve vzorku. Na následujícím obrázku jsou zachycena poměrná přetvoření vzorku bez výztuže či s výztuží, při ukončení zkoušky (průhyb 30 mm). Z obrázku je patrná aktivace výztužné mříže ve vyztuženém vzorku a je také zřejmé, že vyztužený vzorek dosáhl srovnatelného průhybu po cca 7 x delší době zatěžování oproti vzorku bez výztužné mříže.

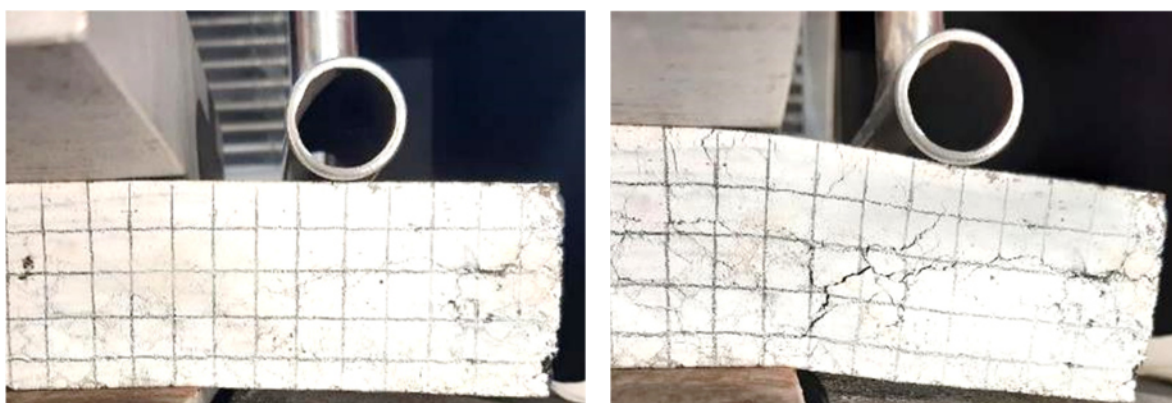


4-bodová zkouška s dotvarováním vyhodnocena DIC metodou, vlevo nevyztužený vzorek, vpravo vyztužený vzorek (oba vzorky při stejném průhybu 30 mm)

V druhém roce řešení projektu bylo také vyvíjeno a optimalizováno zkušební zařízení pro stanovení odolnosti vůči smyku vyztužených zkušebních trámčů, simulující podmínky in situ zesilování a rozšiřování okrajů asfaltových vozovek. Uspořádání zkušebního zařízení je zobrazeno na následujícím obrázku. Dále je zachyceno zkušební těleso s výztužnou sklovláknitou mříží během zkoušky.



Uspořádání zkušebního zařízení na odolnost proti smykovému namáhání



Zkoušení odolnosti vyztužené vrstvy vůči smykovému namáhání, vlevo: na počátku zkoušky, vpravo: při průhybu pod zatížením 7 mm.

Doplňková činnost

V rámci doplňkové činnosti byla prováděna technická měření tuhosti a odolnosti vůči únavě asfaltových směsí na zkušebním zařízení pro stanovení komplexního modulu tuhosti a únavy dvoubodovým ohybem.

ARC - ADMAS

Tým je složený:

vedoucího týmu pro výzkum Ing. arch. Viktor Svojanovský ústav Architektury
 členové týmu-studenti Bc. Ondřej Venclík (2. roč. mag. stupeň), Bc. Marco Aulisa (2. roč. mag. stupeň) oba studenti ústavu Architektury, dále do týmu patří In. Eva Frimlová (1roč. dokt. stupně) z ústavu Stavební zkušebnictví pod supervizí doc. Ing. Pavla Schmidy, Ph.D.

Pro výzkum byl získán grant SV 2021, který napomohl k nákupu potřebných zařízení pro potřebné zpracování prototypů a vzorků. Tým se na poradách zaměřuje na strategii efektivity výroby prototypů, ve spolupráci na mezioborové úrovni se řeší typy možných mechanických zkoušek, pro stanovení a prokázání případných změn vlastností materiálu při opakované recyklaci.

Bylo dosaženo drobných úspěchů pro komerční využití, nicméně stále se hledá cesta pro uplatnění ve větším měřítku v komerční zóně.

Výsledky práce jsou prezentovány formou on-line (webové stránky, články a reportáže v médiích).

Proběhly společné workshopy s firmami z Holandska, Rakouska a Slovenska. Jedná se o společnosti se společným tématem s přesahem do komerční sféry.

Prezentace výzkumu a článku ve sborníku mezinárodní konference *Architektura v perspektivě 2021*:

SVOJANOVSKÝ, Viktor, 2021. RECYKLACE ODPADNÍHO PLASTU: DESIGN, FORMOVÁNÍ, TESTOVÁNÍ. In: *Architektura v perspektivě 2021*. Ostrava: VŠB - Technical University of Ostrava, s. 259-261. ISBN 978-80-248-4552-4.

Prezentace v médiích:

<https://brnodaily.com/2021/01/28/news/czech-government-enforces-eu-directive-reducing-single-use-plastics/>

<https://www.startupjobs.cz/newsroom/i-kdyby-uy-nevznikl-jediny-kus-plastu-do-konce-zivota-mame-co-delat-tvrdi-plastic-guys>

<https://www.vut.cz/vut/aktuality-f19528/nejlepsi-podnikatelsky-napad-z-vut-maji-plastic-guys-z-fakulty-stavebni-d218602>

<https://www.ceskatelevize.cz/porady/10805121298-gejzir/221562235000006/>

články v časopisech *Dolce Vita* a *DesignBlok*

Prostory a přístrojové vybavení, které je na Admasu, je využíváno k procesu vědeckého testování a vytváření prototypů a vzorků.

7.3 Zájmové seskupení: Ekonomika a životní prostředí

7.3.1 Aktivity ZSv oblasti managementu

Koordinační porady všech zaměstnanců, kde jsou projednávány pracovní aktivity zájmového seskupení, se pouze 1x za 2 měsíce - během pandemie Covid 19 se v maximální míře využívala forma videokonferencí a emailové komunikace k minimalizaci kontaktů.

Dále byly svolávány pracovní porady podle potřeby, zejména s ohledem na aktuální potřeby řešených projektů - v roce 2021 byly řešeny 4 národní výzkumné projekty a jeden mezinárodní.

Pro zájmové seskupení zůstává typické, že kromě specifických témat se hledají průřezová témata a komplexní náměty v rámci celé působnosti Centra AdMaS. V rámci diagnostiky technického stavu kanalizačních sítí se úzce spolupracuje se zájmovým sdružením Pokročilé stavební materiály, v rámci řešení smluvního výzkumu v oblasti zelených parkovišť probíhá úzká spolupráce se zájmovým sdružením Pokročilé stavební konstrukce a dopravní stavby.

7.3.2 Školení a semináře

Zejména vzhledem k trvajícím omezením souvisejícím s pandemií Covid -19 bylo nutné řadu akcí omezit. Přesto v rámci propagace Centra AdMaS a zájmového seskupení Ekonomika a životní prostředí průběžně probíhali prezentace pro vybrané partnery z oblasti stavebnictví, provozovatelů vodárenských soustav, společností pro nakládání s odpady apod.

7.3.3 Mobility výzkumných pracovníků a spolupráce se zahraničím

Většina plánovaných mobilit byla vzhledem k omezením souvisejícím s pandemií Covid 19 zrušeny.

Z mobilit zahraničních akademiků lze jmenovat např.:

1. Learning Academy Bologna – Daniel Rodriguez: 7. – 13. 11. 2021, školení ICT a new technologies
2. Learning Academy Bologna – Veronika Rodriguezová: 7. – 13. 11. 2021, školení ICT a new technologies
3. University of Rijeka – Tomáš Hanák – 4. 7. - 10. 7. 2021 – mobilita Erasmus+, výuka
4. University of Maribor – Tomáš Hanák – 11. 7. - 15. 7. 2021 – mobilita Erasmus+, školení
5. UPC BarcelonaTECH – Dana Linkeschová – 4. 10. - 9. 10. 2021 – mobilita Erasmus+, výuka
6. STU Bratislava – Radek Dohnal - 26. 9. - 1. 10. 2021 – mobilita Erasmus+, výuka
7. University of Osijek – Tomáš Hanák - 11. 4. - 17. 4. 2021 – online mobilita CEEPUS
8. Cracow University of Technology – Tomáš Hanák - 14. 6. - 19. 6. 2021 – online mobilita CEEPUS
9. TU Vienna – Dana Linkeschová - 1. 3. - 31. 3. 2021 - online mobilita CEEPUS

Z mobilit pracovníků zahraničních partnerů v centru v rámci vašeho zájmového seskupení:

1. The Rzeszow University of Technology – Katarzyna Pietrucha-Urbanik – 12. – 16. června 2021 – mobilita v rámci programu ERASMUS+, zajištění přednášky „Functional safety to support hazard assessment and risk management in water-supply systems“
2. The Rzeszow University of Technology – Justyna Stecko – 12. – 16. června 2021 – mobilita v rámci programu ERASMUS+; zajištění přednášky Presentation of Rzeszow University of Technology. Ethical aspect of management. Applied ethics, i.e. the issue of norms and values in human resource management. Ethical aspects of social responsibility
3. Cracow Unievrsty of Technology – Michal Juszczyk – 13. 9. - 12. 10. 2021 – pedagogická a výzkumná stáž
4. University of Rijeka – Ivan Marović – 8. 11. - 3. 12. 2021 – online mobilita CEEPUS
5. University of Belgrade, Faculty of Forestry – Vesna Đukić – 26. 9. - 30. 9. 2021 – zajištění dvou přednášek „Spatio-temporal analysis of remotely sensed and hydrological model soil moisture in the small River catchment“ a „The Benefits of Using Remotely Sensed Soil Moisture for Improving Small – scale Hydrological Models“.
6. Budgoszcz University of Science and Technology, Faculty of Civil and Environmental Engineering and Architecture – Jacek Sztubecki – 8. – 12. 11. 2021 – výměna zkušeností a metodik výuky, moderní technologie v geodézii, monitoring staveb, aplikace GIS, odborná exkurze. Výměna kontaktů a možností budoucí spolupráce
7. Koszalin's University of Technology, Faculty of Civil Engineering, Environmental and Geodetic Sciences, Department of Geoinformatics – Tomasz Oberski – 13. – 17. 9. 2021 - prezentace odborné činnosti v oblasti GIS, Laser scanning, DPZ. Exkurze vybraných pracovišť Ústavu geodézie a FAST. Odborná exkurze v kartografickém centru Velké Opatovice. Konzultace o možné spolupráci mezi pracovišti.

Během roku 2021 zajistila skupina ADMAS – VHO a další podskupiny zájmového seskupení Ekonomika a ŽP přípravu řady soutěžních návrhů mezinárodních projektů, ať již v pozici hlavního řešitele nebo člena mezinárodního řešitelského týmu:

1. Program: COST European Cooperation in Science and Technology; Project proposal: Circular wastewater management; spolupráce s univerzitami napříč COST Countries (21)
2. Program H2020: Call: H2020-LC-GD-4-1-2020; Project proposal: SMART & SUSTAINABLE BUILDINGS OF THE 3RD MILLENIUM - ENERGY-EFFICIENT WAY OF DESIGNING THROUGH LIVING LABS; spolupráce s řadou partnerů, vedoucí partner Technická Univerzita Košice, Slovensko
3. Program: Aktivita mezinárodní spolupráce ve výzkumu a vývoji na podporu mobility výzkumných pracovníků a pracovníků 8J – Česko-rakouské mobility 2022 – 2023; Project proposal: Circular wastewater management - Wastewater as a local source for service water, renewable energy and nutrients; spolupráce s UNIVERSITY OF NATURAL RESOURCES AND LIFE SCIENCES IN VIENNA (BOKU), Rakousko
4. Program INTER-ACTION 2021; Project proposal: Materiálová transformace organického odpadu do stavebních konstrukcí s vegetační vrstvou; spolupráce s Technickou Univerzitou Košice, Slovensko
5. Ministerstvo zahraničních věcí ČR; Posilování kapacit veřejných vysokých škol v rozvojových zemích; Project proposal: VYUŽITÍ BOCHARU JAKO MATERIÁLOVĚ TRANSFORMOVANÝCH ODPADŮ PRO EXTENZIVNÍ ZELENÉ STŘECHY; spolupráce s Univerzitou Banja Luka, Bosna a Hercegovina
6. GAČR na principu hodnocení Lead Agency ve spolupráci s polskou agenturou National Science Centre (NCN). Název: Socio-economic Evaluation of Development

Territories in the Urban Areas of Municipalities, Řešitelé: FAST – EKR, 2 zástupci KAM, Krakovská univerzita.

7.3.4 Mobility výzkumných pracovníků vůči aplikační sféře

V roce 2021 neproběhly žádné významné stáže, s podniky probíhá spolupráce zejména v rámci řešení Inovačních voucherů. V tomto smyslu proběhla spolupráce např. s firmami: VODA CZ, VH Atelier, Sunrise Applied Technologies, ASIO, CAMAXIS, WOMBAT, atd.

7.3.5 Výzkumné aktivity ZS

Dílčí cíle dle TA Centra AdMaS:

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.

Plnění cílů dle TA centra AdMaS zajišťuje zájmové seskupení Ekonomika a životní prostředí řešením řady výzkumných projektů zejména pod hlavičkou Technologické agentury České republiky, smluvního výzkumu navázaného na dotační program MPO Inovační vouchery a přímých smluvních výzkumů s technologickými firmami, provozovateli vodohospodářských zařízení a dalšími.

Dále jsou řešeny interní projekty standardního specifického výzkumu „Management ekonomických procesů ve stavebnictví“ a celkem pět projektů juniorského specifického výzkumu.

V rámci seskupení Ekonomika a životní prostředí hraje významnou roli Ústav společenských věd FAST, který dle potřeby zajišťuje doprovodné a doplňující činnosti, především předkladatelskou činnost do angličtiny, příp. do dalších cizích jazyků.

V oblasti nakládání s odpady a čistírenskými kalů jsou nejvýznamnější projekty TA ČR – Zéta, tj. projekty určené zejména pro mladé vědce, které byly v roce 2021 úspěšně dokončeny:

- „Zpracování gastro odpadu do podoby pevného uhlíkatého produktu k materiálovému využití“; identifikační kód projektu: TJ02000262

Přístrojové vybavení: Vybavení stacionární analytické laboratoře technologií městského inženýrství

- „Potenciál terefakce u úpravě čistírenských kalů pro jejich další využití“; identifikační číslo: TJ02000261

Přístrojové vybavení: Vybavení stacionární analytické laboratoře technologií městského inženýrství

V roce dále 2021 pokračovalo dlouhodobé řešení NCK CAMEB; dílčího projektu REVOZIM; bylo zahájeno řešení projektu MPO Aplikace, bylo zahájeno řešení dalších projektů:

- TAČR NCK CAMEB, dílčí projekt „REVOZIM – Recyklace vody a odpadů v rámci zelené infrastruktury měst; identifikační kód projektu: TN01000056/03“

Přístrojové vybavení: Vybavení stacionární analytické laboratoře technologií městského inženýrství; plocha P3 – experimentální polygon plně instrumentovaných zelených střech; Měření průtoků a automatický odběr vzorků; hala P4 – systém odděleného získávání šedých vod;

- MPO Aplikace, projekt „KALOMAN – Hygienizace kalu pro menší zdroje znečištění“, registrační číslo CZ.01.1.02/0.0/0.0/20_321/0024624

Přístrojové vybavení: Vybavení stacionární analytické laboratoře technologií městského inženýrství;

- TA ČR NCK CEVOOH – Centrum environmentálního výzkumu: Odpadové a oběhové hospodářství a environmentální bezpečnost“, reg. č. SS02030008
- TAČR – „Projektování a bezpečné provozování LNG čerpacích stanic“
- TAČR – „Evaluace zvýšené bezpečnosti a spolehlivosti železniční infrastruktury po její modernizaci či rekonstrukci“
- NAZV Země – „Potenciál rozvoje malých vodních ploch v krajině jako adaptačních opatření k eliminaci hydrometeorologických extrémů“ ID: QK21010328,
- TAČR Epsilon – „Agrolesnické systémy pro ochranu a obnovu funkcí krajiny ohrožované dopady klimatických změn a lidskou činností“ ID: TH04030409
- TAČR Epsilon – „Vývoj účinných nástrojů k hodnocení a omezení negativních účinků srážkoodtokových procesů v mimovegetačním období v souvislosti s extremitami vývoje klimatu“ ID: TH04030363
- NAZV Země – „Optimalizace metod hodnocení ohroženosti území větrnou erozí a návrhů ochranných opatření v zemědělsky intenzivně využívané krajině“ ID: QK1710197

Mezinárodní projekty řešené v roce 2021:

- EHP a Norsko, „ADAPTAN II – Integrované přístupy adaptace krajiny Moravskoslezského kraje na změnu klimatu“
- INTERREG ATCZ28 „SEDECO - Sediments, ecosystem services and interrelation with floods and droughts in the AT-CZ border region“
- EHP a Norsko „Curriculum for the Czech-Norwegian doctoral program in the field of water management and water engineering“

V oblasti vývoje nových postupů pro využití energie z odpadních vod je nejvýznamnější projekt TA ČR – Zéta, tj. opět projekt určený zejména pro mladé vědce, také byl úspěšně v roce 2021 dokončen:

- Získání a využití tepelné energie z odpadní vody v kombinaci s využitím vyčištěné vody“; identifikační číslo: TJ02000190

Přístrojové vybavení: Vybavení stacionární analytické laboratoře technologií městského inženýrství; hala P4; zařízení pro měření průtoků

Zájmové seskupení Ekonomika a ŽP řeší celou řadu Inovačních voucherů Ministerstva průmyslu a obchodu, kde se témata cílů popsaných v TA prolínají, v roce 2021 to jsou tj. např.:

- Inovační voucher - odborná studie - Posouzení a srovnání různých druhů šachet splaškového programu;

Přístrojové vybavení: hala P2; Akreditovaná zkušební laboratoř (Hubáček)

- Inovační voucher - odborná studie - Posouzení a srovnání bezvýkopových a výkopových technologií při budování vodohospodářské infrastruktury;
- Inovační voucher - odborná studie - Koncepční řešení pro modrozelenou infrastrukturu měst a obcí;

- Inovační voucher – odborná studie – Potenciál upraveného čistírenského kalu a odpadu z potravinářského průmyslu technologií mikrovlnné torrefakce

Přístrojové vybavení: plocha P3; plně instrumentovaný polygon zelených střech; technologie mikrovlnné torrefakce; Vybavení stacionární analytické laboratoře technologií městského inženýrství;

- Inovační voucher – odborná studie – Provedení analýz na vybraných vzorcích různého čistírenského kalu z různých čistíren odpadních vod nad 2000 EO;

Přístrojové vybavení: Vybavení stacionární analytické laboratoře technologií městského inženýrství;

- Inovační voucher – odborná studie - Technicko-ekonomická studie kalového hospodářství spádové oblasti;
- Inovační voucher – odborná studie - Možnosti využití čistírenského kalu z malých zdrojů znečištění v rámci zelené infrastruktury a jeho agrovyužití;
- Inovační voucher – odborná studie – Provedení zkoušek biocharu pro jeho inovativní využití jako substrátu zelených parkovišť;

Přístrojové vybavení: plocha P3; plně instrumentovaný polygon zelených parkovišť; Vybavení stacionární analytické laboratoře technologií městského inženýrství;

S aplikační sférou byly v roce 2021 řešeny např. tyto zakázky smluvního výzkumu:

- Smluvní výzkum v oblasti Odborné posouzení kalového a odpadového hospodářství areálu společnosti SAINT GOBAIN ADFORS CZ;

Přístrojové vybavení: Vybavení stacionární analytické laboratoře technologií městského inženýrství;

- Smluvní výzkum; vypracování hydrotechnického návrhu hospodaření s dešťovou vodou v rámci záměru „Bytová zástavba Brno-Chrlice“;

Přístrojové vybavení: SW MIKE URBAN

· přehled výstupů v roce 2021,

V rámci plnění cílů TA centra AdMaS lze považovat za zásadní výstup kvalitní publikační činnost opřenou o výsledky řešení výzkumných projektů. Např. jen podskupina EKR vyprodukovala v roce 2021 pět impaktovaných publikací, všechny v kvartilu Q2. Tato publikační činnost však byla významně doplněna publikacemi v recenzovaných časopisech a ve sbornících na konferencích WoS nebo SCOPUS. V případě časopisů byly publikovány čtyři články jako Jimp a dva články jako Jost. Celkem 34 publikací bylo vydáno jako příspěvky na konferencích. Dvacet z těchto publikací již bylo, či následně bude, zahrnuto do databází WoS nebo SCOPUS. Ostatní články jsou příspěvky na konferencích mimo WoS a SCOPUS nebo příspěvky na konferencích doktorského studia.

Užité vzory:

- [1] TOMŠŮ, J.; MÜNSTER, P.; HLAVÍNEK, P.; MACSEK, T.; CHORAZY, T.; SATTURN HOLEŠOV spol. s r. o., Holešov, CZ Vysoké učení technické v Brně, Brno, Veveří, CZ: Soustava k monitoringu úniku odpadních vod z dvouplošňové kanalizační stoky v reálném čase. 35593, užité vzor. (2021)

Ověřené technologie:

- [1] NOVOTNÝ, M.; CHORAZY, T.; RAČEK, J.; HLAVÍNEK, P.; SNĚHOTA, M.; PETREJE, M.: Ověření technologie čištění šedých vod – technologie membránové a pískové filtrace. Ověřená technologie čištění šedých vod spočívá k ověření vhodnosti výše uvedených technologií pro následné využití vyčištěné tzv. bílé vody pro zálivku dle ČSN 75 6780. Technologie je umístěna v laboratoři Centra AdMaS. (ověřená technologie)

Souhrnné výzkumné zprávy:

- [1] HLAVÍNEK, P.; CHORAZY, T.; NOVOTNÝ, M. Koncepční řešení pro modrozelenou infrastrukturu měst a obcí. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Centrum AdMaS, 2021. s. 1-172.
- [2] RAČEK, J.; CHORAZY, T.; HLAVÍNEK, P.; KUČERÍK, J.; MRAVCOVÁ, L.; PRAX, O.; VRŠANSKÁ, M.; BRTNICKÝ, M. Zpracování gastro odpadu do podoby pevného uhlíkatého produktu k materiálovému využití. Souhrnná výzkumná zpráva. 2021. s. 1-36.
- [3] ŽIŽLAVSKÁ, A.; CHORAZY, T.; HLAVÍNEK, P.; RAČEK, J.; BRTNICKÝ, M.; LÓNOVÁ, K. Potenciál torefakce k úpravě čistírenských kalů pro jejich další využití. Souhrnná výzkumná zpráva. 2021. s. 1-41.
- [4] HLAVÍNEK, P.; CHORAZY, T.; RAČEK, J.; ŠEVČÍK, J. Provedení analýz na vybraných vzorcích různého čistírenského kalu z různých čistíren odpadních vod nad 2000 EO. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Centrum AdMaS, 2021. s. 1-210.
- [5] HLAVÍNEK, P.; CHORAZY, T.; HUBÁČEK, A. Posouzení a srovnání různých druhů šachet splaškového programu. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Centrum AdMaS, 2021. s. 1-57.
- [6] HLAVÍNEK, P.; CHORAZY, T.; RAČEK, J.; NOVOTNÝ, M. Potenciál upraveného čistírenského kalu a odpadu z potravinářského průmyslu technologií mikrovlnné torefakce. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Centrum AdMaS, 2021. s. 1-147.
- [7] HLAVÍNEK, P.; CHORAZY, T.; RAČEK, J.; VELIKOVSKÁ, K.; BOUBÍNOVÁ, M. Posouzení a srovnání bezvýkopových a výkopových technologií při budování vodohospodářské infrastruktury. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Centrum AdMaS, 2021. s. 1-118.
- [8] Žoužela, M., Šenková, M.: Optimalizace hydraulických poměrů rozdělovacího objektu UN na ČOV Brno-Modřice (fyzikální modelový výzkum). Výzkumná zpráva, LVV – FAST – VUT v Brně, 2020-21

Publikace:

- [1] KORYTÁŘ, I.; MRAVCOVÁ, L.; RAČEK, J.; VELIKOVSKÁ, K.; HLAVÍNEK, P. Characteristics of wastewater from tunnel washing: case study from Brno. Athens, Greece: Unit of Environmental Science & Technology, School of Chemical Engineering, National Technical University of Athens, 2021. s. 1-12.
- [2] CHORAZY, T.; ROZKOŠNÝ, M.; JUCHELKOVÁ, D.; JURÁŇ, S.; HOLUBÍK, O. Poznatky z výzkumu znovuvyužití čistírenských kalů jako součást hospodaření s biodepadly malých sídel. Sborník přednášek konference s mezinárodní účastí. Městské vody 2021. Urban Water 2021. Údolní 58, 602 00 Brno, Česká republika: Nakladatelství ARDEC s.r.o., 2021. s. 211-220. ISBN: 978-80-86020-92-1.
- [3] RAČEK, J.; CHORAZY, T.; ŽIŽLAVSKÁ, A.; MRAVCOVÁ, L.; HLAVÍNEK, P.; ŠVORČÍK, J. Středněteplotní pyrolýza čistírenského kalu. MĚSTSKÉ VODY 2021. Brno: ARDEC s.r.o., 2021. s. 221-227. ISBN: 978-80-86020-92-1.
- [4] CHORAZY, T.; RAČEK, J.; ŽIŽLAVSKÁ, A.; HLAVÍNEK, P.; MRAVCOVÁ, L.; KUČERÍK, J.; VRŠANSKÁ, M.; LÓNOVÁ, K.; BRTNICKÝ, M. Biologická dostupnost fosforu z

- upraveného čistírenského kalu a gastro odpadu. *Vodní hospodářství*, 2021, roč. 2021, č. 10, s. 7-12. ISSN: 1211-0760.
- [5] CHORAZY, T.; NOVOTNÝ, M.; MACSEK, T.; HLAVÍNEK, P.; RAČEK, J.; SNĚHOTA, M.; PETREJE, M.; RYBOVÁ, B. Recyklace vody a odpadů jako součást řešení modro-zelené infrastruktury v rámci měst do 10 tis. obyvatel. *MĚSTSKÉ VODY 2021*. Brno: ARDEC s.r.o., 2021. s. 242-251. ISBN: 978-80-86020-92-1.
- [6] MACSEK, T.; CHORAZY, T.; HLAVÍNEK, P. Monitoring mikropolutantů v pitných a odpadních vodách. *MĚSTSKÉ VODY 2021*. Brno: ARDEC s.r.o., 2021. s. 72-78. ISBN: 978-80-86020-92-1.
- [7] NOVOTNÝ, M.; CHORAZY, T.; MACSEK, T.; RAČEK, J.; HLAVÍNEK, P.; KOCIFAJOVÁ, M.; PRAX, O.; STEHLÍK, D. Možnosti využití biocharu jako inovativního substrátu pro zelené parkoviště. *MĚSTSKÉ VODY 2021*. Brno: ARDEC s.r.o., 2021. s. 195-203. ISBN: 978-80-86020-92-1.
- [8] VELIKOVSKÁ, K.; ŠEVELA, P.; RAČEK, J.; MRAVCOVÁ, L.; POLÁŠEK, P.; HLAVÍNEK, P.; BOUBÍNOVÁ, M. Systém rekuperace tepla a čištění šedé vody k opětovnému využití v laboratorních a reálných podmínkách. *MĚSTSKÉ VODY 2021*. Brno: ARDEC s.r.o., 2021. s. 228-234. ISBN: 978-80-86020-92-1.
- [9] VELIKOVSKÁ, K.; MRAVCOVÁ, L.; ŠEVELA, P.; POLÁŠEK, P.; RAČEK, J.; HLAVÍNEK, P.; ŠVÁBOVÁ, M. Laboratorní testování účinnosti čištění a rekuperace tepelné energie šedé vody pro opětovné využití. *Vodní hospodářství*, 2021, roč. 71, č. 6, s. 3-11. ISSN: 1211-0760.
- [10] FREMROVÁ, L.; KAISLER, J.; VRÁNA, J.; RACLAVSKÝ, J.; OŠLEJŠKOVÁ, M.; BIELA, R.; HLUŠTÍK, P.; RAČEK, J.; PLOTĚNÝ, K.; BARTONÍK, A. ČSN 75 6780 Využití šedých a srážkových vod v budovách a na přilehlých pozemcích. Praha: Česká agentura pro standardizaci, 2021. s. 1-40.
- [11] DUKIC, V.; ERIC, R.; DUMBROVSKÝ, M.; SOBOTKOVÁ, V. Spatio-temporal analysis of remotely sensed and hydrological model soil moisture in the small Jicinka River catchment in Czech Republic. *Journal of Hydrology and Hydromechanics*, 2021, vol. 69, no. 1, p. 1-12. ISSN: 1338-4333.
- [12] Žoužela, M., Šenková, M., Stříteský, L.: Optimalizace hydraulických poměrů rozdělovacího objektu před čtyřmi usazovacími nádržemi na ČOV Brno-Modřice. *SOVAK 3/2021*, ISSN 1210-3039, str. 24/88 - 31/95. Praha. 2021
- [13] Žoužela, M., Stříteský, L.: Usměrnovací prvek pro homogenizaci proudových poměrů v rozdělovacím objektu usazovacích nádrží na ČOV Brno-Modřice. *SOVAK 11/2021*, ISSN 1210-3039, str. 22/338 - 25/341. Praha. 2021
- [14] Žoužela, M., Staněk, A., Hubačiková, V., Šťastná, M.: Nový hydraulický okruhu Agronomické fakulty Mendelovy univerzity v Brně – článek do časopisu *SOVAK ČR* – bude publikován během prvního pololetí 2022.
- [15] PETRÁČEK, P.; KRÁTKÝ, V.; PETRLÍK, M.; BÁČA, T.; KRATOCHVÍL, R.; SASKA, M. Large-Scale Exploration of Cave Environments by Unmanned Aerial Vehicles. *IEEE Robotics and Automation Letters*, 2021, vol. 6, no. 4, p. 7596-7603. ISSN: 2377-3766.
- [16] BARTONĚK, D. Automatic Drawing Using Topological Codes. In *Research Developments in Geotechnics, Geo-Informatics and Remote Sensing. Advances in Science, Technology & Innovation*. Springer Nature Switzerland AG: Springer Nature Switzerland AG, 2021. p. 251-254. ISBN: 978-3-030-72896-0.
- [17] KALVODA, P.; NOSEK, J.; KALVODOVÁ, P. Influence of Control Points Configuration on the Mobile Laser Scanning Accuracy. In *7th World Multidisciplinary Earth Sciences Symposium, WMESS 2021 Prague*. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Bristol (UK): IOP Publishing, 2021. p. 1-10. ISSN: 1755-1307.
- [18] NOSEK, J.; VÁCLAVOVIC, P. Earthquake Magnitude Estimation using Precise Point Positioning. In *7th World Multidisciplinary Earth Sciences Symposium, WMESS 2021*. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Bristol (UK): IOP Publishing, 2021. p. 1-10. ISSN: 1755-1307.

popis VaV činnosti za rok 2021,

V roce 2021 řešili pracovníci zájmového seskupení Ekonomika a ŽP řadu výzkumných projektů. Lze zmínit např. Národní centra kompetence TA ČR, dále projekt MPO Aplikace, případně projekt financovaný z Fondů EHP a Norska. Lze uvést např.:

- průběžné řešení projektu TA ČR „Národní centrum kompetence - Centrum pokročilých materiálů a efektivních budov“; identifikační číslo: TN01000056, resp. řešení dílčího projektu: „Recyklace vody a odpadů v rámci zelené infrastruktury měst“; reg. č.: TN01000056/03;

V rámci řešení byl v roce 2021 zpracován hydrologicko-hydraulický model stokové sítě pilotní lokality města Třešť, dále byla dokončena ověřená technologie čištění šedých vod v kontextu nové legislativy (ČSN 75 6780) pro její následné využití pro závlahy.

Přístrojové vybavení: Zařízení pro měření průtoků na stokové síti, technické vybavení haly P4 (systém odděleného jímání šedých vod), Vybavení stacionární analytické laboratoře technologií městského inženýrství;

- zahájení řešení projektu TA ČR „Národní centrum kompetence - Centrum environmentálního výzkumu: Odpadové a oběhové hospodářství a environmentální bezpečnost“, reg. č. SS02030008.

V centru AdMaS probíhá řešení dílčího pracovního balíčku 1.C Biologicky rozložitelné odpady se zaměřením na zpracování a využití čistírenských kalů. V roce 2021 realizována odborná konference, probíhají práce na odborných textech v rámci zpracování Metodiky pro MŽP.

- zahájení řešení projektu MPO Aplikace „Hygienizace kalu pro menší zdroje znečištění“, reg. č. CZ.01.1.02/0.0/0.0/20_321/0024624.

V centru AdMaS, resp. na pilotních vybraných malých ČOV probíhá testování vybraných technologií hygienizace kalu – dlouhodobé skladování, pasterizace a aplikace nehašeného vápna.

Přístrojové vybavení: Vybavení stacionární analytické laboratoře technologií městského inženýrství;

- bylo dokončeno řešení projektu financovaného z Fondů EHP a Norska „Curriculum for the Czech-Norwegian doctoral program in the field of water management and water engineering“, reg. č. EHP-CZ-ICP-1-009.

V rámci řešení bylo zpracováno Curriculum společného doktorského programu typu double-degree v oblasti vodního hospodářství mezi VUT v Brně a Norskou Univerzitou Vědy a Techniky v Trondheimu.

Průběžně probíhá smluvní výzkum v oblasti mikrovlnné depolymerizace odpadních materiálů se zaměřením na zpracování kalů z ČOV a odpadů s obsahem uhlíku a dalších odpadů s vysokým zastoupením organiky se společností Applied Sunrize Technologies, a.s.

Přístrojové vybavení: hala P4 centra AdMaS, Vybavení stacionární analytické laboratoře technologií městského inženýrství

Průběžně probíhá smluvní výzkum s firmami a městy v oblasti optimalizace provozu ČOV, sanací inženýrských sítí. Za všechny jsou to Brněnské vodárny a kanalizace, a.s., společnost SATTURN Holešov, s.r.o., společnost VODA CZ, Vodárenská akciová společnost Kroměříž, a.s. a dalšími.

Nejvýznamnějším partnerem v rámci spolupráce s městy je město Třešť, kde v rámci implementace projektových aktivit v rámci projektu NCK dochází průběžně ke zpracování metodiky chytrého hospodaření s vodami pro menší municipality do 10 tis. obyvatel.

Průběžně probíhá sledování možností dalšího financování výzkumných projektů, vědečtí pracovníci zájmového seskupení připravují vědecké projekty do národních i mezinárodních programů – viz spolupráce se zahraničními vědeckými institucemi.

Skupina FAST – EKR dokončila metodický postup, který vznikl v rámci řešení projektu TAČR s názvem „Evaluace zvýšené bezpečnosti a spolehlivosti železniční infrastruktury po její modernizaci či rekonstrukci“. Metodický postup s názvem „Metodický postup pro evaluaci benefitů plynoucích z realizace investičních opatření pro zvýšení spolehlivosti a bezpečnosti železniční infrastruktury“ je výsledkem tříleté výzkumné činnosti a byl zpracován pro Státní fond dopravní infrastruktury za účelem jeho začlenění do Rezortní metodiky MD ČR určené pro ekonomické hodnocení projektů dopravních staveb. Dílčí výsledky byly publikovány mj. v impaktovaném časopise Applied Sciences, konečné výstupy byly odeslány do impaktovaného časopisu (Q2) Journal of Civil Engineering Management“. Uvedený výzkum byl proveden ve spolupráci s projekční a inženýrskou organizací Moravia Consult Olomouc, s.r.o. a se Státním fondem dopravní infrastruktury v roli aplikačního garanta. Konzultačně se na projektu podílela i Správa železnic. V rámci smluvního výzkumu byla zpracována zejména expertní posouzení či odborná vyjádření (např. pro Státní fond dopravní infrastruktury, město Veselí nad Moravou, KAM Brno, Statutární město Brno či Policii ČR).

· příklady VaV činnosti (včetně obrázků, grafů, příkladů excelentních publikací apod.)

V rámci projektu REVOZIM proběhlo v roce 2021 testování účinnosti pískové filtrace pro čištění šedých vod a její srovnání s normou ČSN 75 6780 vydanou v roce 2021 (Využití šedých a srážkových vod v budovách a na přilehlých pozemcích).

Při porovnání naměřených hodnot s aktuálně platnou normou ČSN 75 6780 lze porovnat pH, zákal a BSK5 ve čtyřech kategoriích dle typu aplikace BV. V rámci použité technologie čištění budeme hodnoty porovnávat pouze se třídou 2 a třídou 3. Naměřená hodnota pH 8,3 vyhovuje limitní mezi 6,5 – 9,5 v obou kategoriích. Hodnota BSK5 4 mg·l⁻¹ vyhovuje limitní hodnotě 5 mg·l⁻¹ v obou kategoriích. Naměřená hodnota zákalu 9 ZF(n) nevyhovuje požadavku 2 ZF(n).

V rámci porovnání s ČSN 75 6780 [2] lze podmíněčně využívat BV k závlaze dle kategorií třídy 2 a třídy 3, omezení spočívá v nevyhovujících hodnotách zákalu, které ale přímo neohrožuje zdraví lidí či zvířat.

V roce 2021 proběhla kompletace výsledků s testování membránové filtrace testované v roce 2020 a byla zkompletováno ověřená technologie čištění šedých vod.



Písková filtrační jednotka (vlevo) a pohled na roznášecí desku (vpravo)

V rámci projektu REVOZIM dále proběhlo zpracování hydrologicko-hydraulického modelu stokové sítě. Jedná se o základní zpracování modelu, který umožní budoucí kalibraci (kalibrace proběhne v rámci měrné kampaně v roce 2022) tohoto modelu. Základní i budoucí kalibrovaný model je určen pro optimalizaci řízení a plánování kritické infrastruktury odvádění a čištění odpadních vod.



Simulace zaplnění úseků stokové sítě během zatěžovací srážky

Unikátní výukovou technologii mají nově k dispozici studenti Agronomické fakulty Mendelovy univerzity v Brně. Na hydraulickém okruhu si mohou v praxi vyzkoušet, jak protékající voda působí na různé stavební konstrukce. Díky zmenšeným modelům dokážou studenti simulovat proudění přes přelivy, v propustcích nebo pod mosty. Poznatky pak mohou využít například v předmětech souvisejících se zadržením vody v krajině. Celý systém na míru navrhli odborníci z Vysokého učení technického v Brně.



Celkový protiproudňý pohled na hydraulický okruh s měřným žlabem

· informace o využití nakoupeného přístrojového vybavení s vazbou na řešené projekty a výstupy,

Informace o použití nakoupeného přístrojového vybavení jsou uvedeny výše u jednotlivých činností a projektů. V rámci zájmového seskupení Ekonomika a ŽP, resp. AdMaS-VHO jsou nejčastěji užívány následující přístroje a vybavení:

- Vybavení stacionární analytické laboratoře technologií městského inženýrství (zejména zařízení pro stanovení TOC, sušící váhy, víceparametrový měřicí přístroj, analytické váhy, mycí a dezinfekční automat, atd.); REVOZIM, Zéta – Gastro, Zéta – Kaly, Zéta – Šedé vody
- Budova P4 (budova P4 výzkumného centra AdMaS, má v rámci instalace zdravotnické vybudované samostatné rozvody šedé, žluté a černé odpadní vody) (REVOZIM, Zéta – Šedé vody)
- Měření průtoků a automatizovaný odběr vzorků (REVOZIM, Zéta – Gastro, Zéta – Kaly, Zéta – Šedé vody)
- Zařízení pro tvorbu podpůrné dokumentace (REVOZIM, Zéta – Gastro, Zéta – Kaly)
- Mobilní laboratoře centra AdMaS (REVOZIM, KALOMAN, Zéta – Gastro, Zéta – Kaly)

· příklady spolupráce a aplikační sférou na VaV projektech a projektech smluvního výzkumu.

Na ploše P3 v centru AdMaS bylo v rámci inovačního vouchery vybudováno experimentální parkoviště – testovací parkovací plochy s využitím zasakovacích AS – TTE roštů pro provedení zkoušek únosnosti konstrukčních vrstev a provedení simulace vyhodnocení znečištění parkoviště ropnými produkty.

Experimentální parkoviště tvoří „referenční“ chodník vybudovaný ze zámkové dlažby a samotné experimentální parkoviště tvořené ze tří parkovacích stání, kdy jsou všechny osazeny AS – TTE zasakovacími rošty. Parkovací stání A je celé vyplněno dlažebními kostkami.

Parkovací stání B a C jsou z poloviny vyplněna dlažebními kostkami a z poloviny oseté trávou = zelené parkovací stání. Součástí je jímání srážkových vod z každého parkovacího stání odděleně.

Rošty AS-TTE představují komplexní řešení, jak zabezpečit dopravní funkci a zároveň zachovat i původní odtokové poměry a další ekologické aspekty. Použití roštů se zatravněním je vhodné pro průměrnou intenzitu provozu a zatížení vegetace, např. nepřiliš frekventované jízdny pruhy a parkovací místa. Rošty zpevněné dlažbou jsou určeny pro vysoce intenzivní provoz a zatížení, např. komunikace s mobilní dopravou, silně frekventované jízdny pruhy a parkovací místa.

Použití biouhlu do konstrukční vrstvy vychází z aktuálního trendu inovativních řešení v rámci modrozelené infrastruktury urbanizovaného území. Z řady výzkumů vyplývá jeho pozitivní vliv při čištění dešťových vod/srážkových vod (přispívá k odstraňování znečišťujících látek jako jsou těžké kovy, pesticidy, organické látky apod.). Biouhel je přirozeným nosičem živin a minerálních látek. Biouhel je rovněž jedním z nástrojů sekvestrace uhlíku do půdy v městském prostředí v rámci regenerace zelených ploch, výsadbě stromů, budování zelených parkovišť. V rámci zeleného parkoviště vybudovaného v centru AdMaS bylo touto formou uloženo do půdy cca 20 kg biouhlu což představuje ekvivalent odstranění cca 50 kg CO₂.



Provádění statických zatěžovacích zkoušek únosnosti (vlevo); instalace vlhkostních čidel a drenážního systému (popředí)



Instalace AS – TTE zasakovacích roštů



Vkládání betonových výplňových kostek; příprava pro osazení trávniku



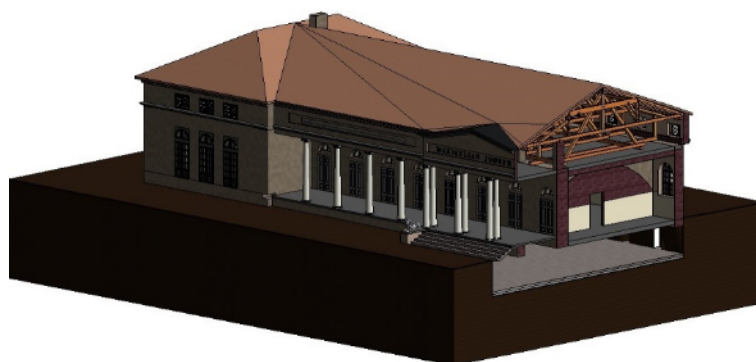
Kompletně dokončené plně instrumentované experimentální zelené parkoviště v centru AdMaS

Spolupráce s firmou Brněnské vodárny a kanalizace a.s.

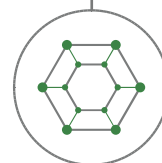
V roce 2020/21 proběhl modelový výzkum, který se zabýval homogenizací proudění v prostoru rozdělovacího objektu pro usazovací nádrže na ČOV Brno-Modřice. Pomocí fyzikálního modelu byly navrženy konstrukční úpravy, které se realizovaly v první polovině roku 2021.

V roce 2021 pokračovala spolupráce se Zlínským krajem, Odborem ICT v oblasti dokumentace památkových objektů v podobě informačních modelů budov (BIM). Konkrétně byla vytvořena kompletní stavebně – technická dokumentace včetně BIM objektu Hubertcentra v Kroměříži. Viz následující foto.





Přístrojové vybavení: Laserové skenery Faro s příslušenstvím



8. Závěr

Centrum AdMaS má za sebou sedmý rok plného provozu v areálu na adrese Purkyňova 651/139, Brno. V roce 2021 pokračovalo v Centru AdMaS řešení VaV projektů z předchozích let, včetně nových projektů jak v oblasti základního, tak i aplikovaného výzkumu. Celkově se v roce 2021 řešilo 198 projektů, včetně projektů spolupráce aplikační sféry s regionálními VaV centry a 10 projekty mezinárodní. Centrum AdMaS pokračovalo v intenzivní spolupráci s aplikační sférou, jednak v oblasti smluvního výzkumu a dále pak v oblasti společných VaV projektů.

I přes celosvětovou situaci došlo v roce 2021 k navázání nových partnerství a k novým oblastem mezinárodní spolupráce. Vedení Centra AdMaS považuje za jednu z nejvyšších priorit do dalších let rozvoj mezinárodní spolupráce a internacionalizaci.

Počet pracovních míst (FTE) zaměstnanců VaV:	86,39
Počet projektů smluvního výzkumu:	618
Počet VaV projektů:	198 národních + 10 mezinárodních
Celkový příjem z komerční činnosti:	52,941 mil. Kč
Z toho příjem ze smluvního výzkumu a další hospodářské činnosti:	24,763 mil. Kč
Příjem z nekomerční činnosti:	144,508 mil. Kč
Celkový příjem:	197,449 mil. Kč

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



VYSOKÉ UČENÍ FAKULTA
TECHNICKÉ STAVEBNÍ
V BRNĚ

AdMaS®

POKROČILÉ STAVEBNÍ MATERIÁLY,
KONSTRUKCE A TECHNOLOGIE



Centrum AdMaS

Vysoké učení technické v Brně

Fakulta stavební

Purkyňova 651/139

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