

TECHNICALL[®]

ČASOPIS ČESKÉHO VYSOKÉHO UČENÍ TECHNICKÉHO V PRAZE **PODZIM 2023**

Téma: Udržitelná budoucnost



ČVUT

ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE



START YOUR NEXT ADVENTURE

JOIN US AT PURE!



CAREERS AT PURE STORAGE

doc. RNDr. VOJTĚCH PETRÁČEK, CSc.
Vojtech.Petracek@cvut.cz



Vážené čtenářky, vážení čtenáři,

držíte v rukou další speciál ČVUT v Praze – TecniCall. Letošní číslo jsme věnovali udržitelné budoucnosti. Je to slovní spojení, které dlouho a čím dál intenzivněji rezonuje civilizovanou společností, i když ne každý jej umí uchopit a pochopit. Jedna z mnoha vět, které si na následujících stranách přečtete, zní: „Nejtěžší je přimět lidi k zamyšlení.“ Kéž by se tento časopis dostal do rukou i tomu, koho udržitelná budoucnost zatím příliš nezajímá.

Určitě zde ale najdou zajímavé texty ti, kdo „vědí“. Zabrousíme do různorodých okruhů, např.

k mletí cvrččí mouky. Píšeme o biopalivu 3. generace – mikrořasách, jež by mohly být udržitelnou technologií pro polární oblasti, i o motivaci těch, kdo využívají fotovoltaiiku. Další článek mých kolegů a kolegyně z ČVUT připomíná, že dekarbonizace není jen snahou o snížení emisí CO₂ do ovzduší; oxid uhličitý lze zachytávat a využít jako surovinu.

Redakce se věnovala i vodíkovým motorům či „nejrychlejší dopravní konferenci“. V několika textech se dotýkáme tématu udržitelné výstavby – procesu návrhu budovy, stavění samotného, metodice měření udržitelnosti budov, ale i jejích sociálních aspektů (kdy navštívíme naše odborníky při stavbě střední školy v Zambii).

Autoři píší o odborných tématech; v podtextu všech článků je však připomínka, že udržitelná budoucnost se týká nás všech: v projektech ČVUT jsou zapojeni odborníci a studující, oslovujeme však i veřejnost, jak je psáno např. v textu Livable City/Participativní design.

Naše univerzita pomáhá průmyslu a energetice, průmysl a energetika pomáhají nám. Je důležité si říci, že technika, výzkum a věda by neměly ohrožovat přírodu, v níž všichni žijeme, i když na to třeba v džungli betonových velkoměst zapomínáme. Na druhou stranu by však aktivistické tlaky či některé směry politiky neměly ohrožovat vědu a výzkum, jež – jak jsem přesvědčen – ve svém důsledku povedou k záchraně našeho životního prostředí. Pevně věřím, že člověk „moudrý“ (ba dokonce „sapiens sapiens“) si i s touto výzvou poradí. Ovšem jen za předpokladu, že většinu z nás přimějeme k zamyšlení.

Ať Vás TecniCall 2023 zaujme a ať Vás inspiruje.

doc. Vojtěch Petráček,
rektor ČVUT v Praze



TecniCall podzim / 2023
Časopis pro spolupráci vědy a praxe

Vydavatel:
Rektorát ČVUT
Jugoslávských partyzánů 1580/3
166 36 Praha 6
IČ: 68407700

www.cvut.cz

Vydání: podzim 2023

Náklad: 1 500 ks / cena: zdarma
Evidenční číslo: MK ČR E 17564
ISSN 1805-1030

Šéfredaktorka
PhDr. Vladimíra Kučerová

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

Fakulta strojní
PhDr. Ladislav Lašek
Ladislav.Lasek@fs.cvut.cz

Fakulta elektrotechnická
Ing. Mgr. Radovan Suk
sukradov@fel.cvut.cz

Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská
Ing. Šárka Salačová, Ph.D.
sarka.salacova@jfifi.cvut.cz

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

Fakulta dopravní
doc. Ing. Zdeněk Lokaj, Ph.D.
lokej@fd.cvut.cz

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

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

Design
Michaela Kubátová Petrová,
Lenka Klimtová / Nakladatelství ČVUT

Distribuce
ČVUT v Praze

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

Tisk
Grafotechna Plus, s. r. o.

Titulní strana:
Fotobioreaktory v laboratorích
Ústavu procesní a zpracovatelské
techniky Fakulty strojní ČVUT
(více na str. 14 až 17)
Foto: Jiří Ryszawy

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

Z obsahu

> Raději důkladně, originálně a dobře než na počkání...	4	> Livable city	28
> Motivace investorů do fotovoltaiiky	7	> Proces návrhu budovy	29
> Biotopie	8	> Voda ve městě	30
> Mletí biomasy i cvrččí mouky	12	> Dekarbonizace	32
> Fotobioreaktor pro řasy	14	> Udržitelnost, únosnost a inovace	33
> Zachytit, zpracovat, uložit...	18	> Reborn Design	34
> Biorafinerie	20	> Projekt BUS-GoCircular	37
> Prefabrikované betonové dílce	21	> Uhlíkové stopy neuronových sítí	38
> Vodíkové motory	22	> RECONMATIC	40
> Udržitelné stavebnictví	24	> Klasifikace pomocí počítačového vidění	41
> SBToolCZ	25	> a strojového učení	41
> Střední škola v Zambii	26	> Nejrychlejší dopravní konference	43



Na ČVUT byl zahájen provoz desátého jaderného reaktoru v Česku

Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská ČVUT v Praze má další unikátní zařízení: do provozu byl uveden její druhý školní štěpný jaderný reaktor VR-2. Jde celkově o desátý aktuálně činný jaderný reaktor na území České republiky (dva výzkumné reaktory má Centrum výzkumu v Řeži a šest jaderných reaktorů provozuje ČEZ). Je umístěn ve stejné hale, kde univerzita od roku 1990 provozuje reaktor VR-1. „Dalo by se říci, že ve světě nadchází jaderná renesance – čím dál více lidí si uvědomuje, že bez jaderné energetiky nemůže mít lidstvo dostatečné množství čisté energie. Nicméně znamená to také, že potřebujeme odborníky. A právě pro jejich výchovu bude nový reaktor VR-2 především sloužit,“ říká rektor ČVUT doc. Vojtěch Petráček. ČVUT se stává jedinou univerzitou na světě, která provozuje dva štěpné reaktory a současně také fúzní reaktor – tokamak Golem.

VR-2 je takzvaným podkritickým reaktorem a bez externího zdroje neutronů proto nedokáže udržet štěpnou řetězovou reakci. Když se externí zdroj neutronů vypne, štěpení se zastaví. Provoz je tak jednodušší, bezpečnější, a i díky tomu může být jeho konstrukce výrazně jednodušší. Kromě výuky bude i nový reaktor sloužit také vědě a budou se na něm realizovat některé výzkumné projekty.

Na reaktoru VR-1 je možné provádět výuku či školení online. Tuto možnost, stejně jako jeho prezenční kapacity, pravidelně využívají také studenti ze zahraničí, například z USA, Velké Británie, Tuniska, Polska, Slovenska, Švédska či Finska. Nový reaktor VR-2 je proto kapacitně velkým pomocníkem. „Nový štěpný reaktor VR-2 nám pomůže lépe rozvrhnout výuku i vědeckou činnost, protože s reaktorem VR-1 jsme naráželi na kapacitní limity. Slouží totiž nejen studentům naší fakulty, potažmo ČVUT, ale také studentům dalších univerzit a samozřejmě také lidem z praxe, kteří k nám chodí na různá školení,“ upřesňuje doc. Václav Čuba, děkan FJFI.

> Více na <https://katedra-reaktoru.cz/cz/>

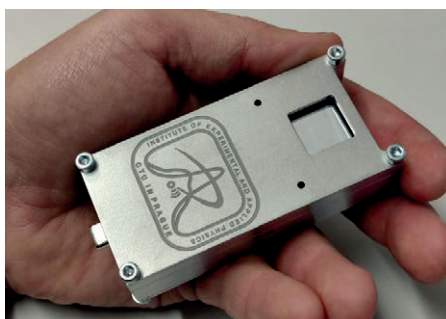
(red) foto: Adam Kecek



Výzkum pro letectví

Na špičkových technologiích pro letectví a kosmonautiku budou spolupracovat ČVUT v Praze a společnost Honeywell. Podle dohody, kterou jejich představitelé podepsali v září 2023, spojí obě organizace síly ve výzkumných projektech, vývoji a testování ve strategických technologických oblastech, které podporují udržitelné letectví, takzvanou Inovativní Leteckou Mobilitu (IAM). Zaměří se na využití špičkových technologií jako například vodíkové spalování a vodíkové palivové články pro letadla, mechanické systémy nebo umělá inteligence a strojové učení. Dohoda si klade za cíl též nabídnout studentům možnost účastnit se práce v týmech v brněnském výzkumném a vývojovém středisku Honeywell, které je největší v Evropě, na Středním východě a v Africe.

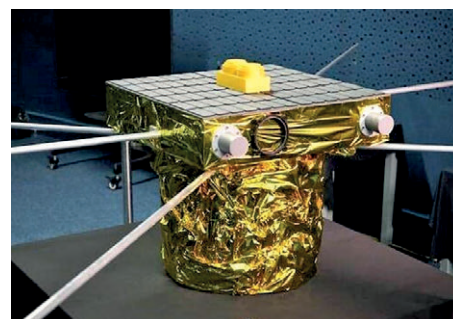
(red) foto: ČVUT



Miniaturní radiační spektrometr nové generace

Raketa Falcon 9 společnosti SpaceX v červnu vynesla do vesmíru radiační detektor HardPix vyvinutý Ústavem technické a experimentální fyziky ČVUT a vyrobený společností BD Sensors. HardPix se tak připojí k detektoru SATRAM, který na oběžné dráze Země úspěšně funguje více než deset let a na kterém ÚTEF též spolupracoval. HardPix by vypuštěn na palubě satelitu ION italské společnosti D-Orbit v rámci projektu „Vylepšená radiační měření pro vesmír a letectví“ vedeného vládou agenturou Spojeného království Science and Technology Facilities Council, Rutherford Appleton Laboratory, jenž je součástí programu Space Weather Innovation, Measurement, Modeling and Risk vládní výzkumné organizace UK.

(red) foto: archiv



Vesmírná sonda

Lunar Vicinity Complex Environmental Explorer, zkráceně LVICE2, má potenciál stát se první sondou z Česka, která se dostane mimo oběžnou dráhu Země, do prostoru kolem Měsíce, a ještě o něco dále. Projekt je výsledkem úspěšné spolupráce soukromých firem, Akademie věd a vysokých škol: Fakulta elektrotechnická ČVUT se zapojila prostřednictvím laboratoře MAGLAB, která dodá dva magnetometry. Student programu Kybernetika a robotika, Kajetán Šobíšek, navrhl ve své bakalářské práci elektroniku prototypu fluxgate magnetometru a část firmware a doktorand David Novotný z katedry měření pracuje na redukci magnetické signatury sondy pomocí AMR magnetometru v rámci své disertační práce.

(red) foto: archiv



Partnerství se společností SITA

Podpisem partnerství mezi společností SITA a Fakultou dopravní ČVUT byla 6. září obnovena spolupráce zaměřená jak na vzdělávání nových odborníků, tak i na projektové záměry v oblasti letecké dopravy. Pro fakultu, která se dlouhodobě zaměřuje na rozvoj témat souvisejících s provozem, řízením a ekonomikou letecké dopravy, je společnost SITA velmi důležitým strategickým partnerem, neboť má více než 70 let zkušeností a znalostí trhu, nabízí nejen přístup k nejmodernějším technologiím, které cestujícím ještě více usnadní cestu, ale především poskytne studentům prostor pro jejich rozvoj v souladu s reálnou praxí a budoucím uplatněním v oboru.

(red) foto: Jiří Ryszawy

Požární experiment dřevěného obkladu

Výzkum vývoje trhlin v dřevěném obkladu pro možnou předpověď jejich velikosti a pravidelnosti pro následné numerické modelování. Pracovníci z katedry ocelových a dřevěných konstrukcí Fakulty stavební ČVUT se dlouhodobě zabývají výzkumem pyrolýzy a zuhelnatělé vrstvy dřeva. Pro možnou předpověď byly provedeny požární experimenty v malorozměrové peci MiniFur ve FireLab Univerzitního centra energeticky efektivních budov ČVUT. Experimenty provedl výzkumný tým z katedry ocelových a dřevěných konstrukcí ve složení Ing. Jakub Šejna, Ing. Kamila Cáblová, Ph.D. a prof. Ing. František Wald, CSc., a jedné studentky. Cílem experimentů bylo získat měřitelný stav dřevěného obkladu v časech pět, deset a patnáct minut. Současný výzkum požárů představila široké veřejnosti výstava Síla ohně – požární experimenty Fakulty stavební ČVUT pohledem vědy a očima fotografa, která se uskutečnila v září ve fakultním atriu.

(red) foto: Jiří Ryszawy



Hydronaut se přesunul do kampusu

Neobvyklý náklad byl 28. srpna vyložen v dejvickém areálu ČVUT. Do Technické ulice se usadila hlubinná laboratoř Deep Lab – Hydronaut H03, která sem byla převezena ze zatopeného lomu v Jesenném, kde v hloubce deseti metrů pod hladinou probíhaly tři vědecké mise, simulující podmínky izolovaného prostředí. Podvodní habitat byl navržen a vyroben za účelem simulací meziplanetárních letů, zejména pro testování technického vybavení a na výzkum chování členů posádky. Autorem je profesionální potápěč a kosmický architekt Matyáš Šanda, na projektu se podíleli vědci z ČVUT. Tým z Fakulty strojní navrhl a zkonstruoval zařízení pro dlouhodobé on-line sledování stavu atmosféry uvnitř habitatu, vědci z dalších fakult zkoumali další oblasti. V univerzitním kampusu zůstane Hydronaut asi dva roky – výzkum bude pokračovat i za účasti specialistů z ČVUT ve fázi „suché mise“.

(red) foto: Petr Neugebauer, FEL

prof. Ing. ZBYNĚK ŠKVOR, CSc.
skvor@fel.cvut.cz

Raději důkladně, originálně a dobře než na počkání...

O vědě a výzkumu na ČVUT hovoříme s prorektorem prof. Zbyňkem Škvorem

Ve kterých oblastech se dá věda na ČVUT označit jako excelentní?

Máme řadu odborníků, kolektivů nebo celých pracovišť, které si přídomek excelentní určitě zaslouží. Nemohu je vyjmenovat všechny, takže uvedu alespoň dvě oblasti, z nichž v každé dosahujeme excelentních výsledků na několika součástech ČVUT: umělá inteligence a jaderná fyzika.

Můžete uvést konkrétní příklady úspěšných počinů, které vám v poslední době udělaly největší radost?

Dlouhodobě mi dělají radost výsledky kolektivní robotiky, například několikanásobné vítězství týmu docenta Sasky v Mohamed bin Zayed International Robotics Competition.

V posledním měsíci mne velmi potěšilo i několik originálních řešení pro průmysl, na která ale zatím nemáme patentovou ochranu. O nich tedy někdy přistě.

Výstupy vědy a výzkumu jsou prezentovány především v odborných médiích, publikační činnost patří mezi kritéria hodnocení kvality vysoké školy, kde si ČVUT stojí dobře. Jaké je další uplatnění těchto výsledků v praxi a ve formě patentů či užitečných vzorů?

Získání patentu znamená, že jsme vytvořili originální a užitečné řešení, ale ještě neznamená úspěch výrobku na trhu.

Máme řadu výsledků uplatněných v praxi. Svědčí o tom i úspěšnost ČVUT jako spoluřešitele projektů technologických firem podporovaných TA ČR. Ne vždy jsou to řešení chráněná patenty, učíme se získávat prostředky i z licencování ostatních forem duševního vlastnictví. Rádi bychom, aby se nám to dařilo ještě více.

Navenek se hodně prezentují vedením univerzity zaštitěné velké projekty, jako je spolupráce s armádou České republiky. Daří se získávat i další velké partnery, nebo se univerzitní věda spojuje spíše s větším počtem menších firem?

Dovolím si jmenovat několik z mnoha dalších známých jmen firem či institucí, s nimiž nebo pro něž řešíme výzkumné úkoly: Siemens, ABB, Toyota, Honeywell. Některé typy financování upřednostňují spolupráce s malými a středními firmami. I tak dokážeme vyvíjet zajímavá technická řešení, která posouvají úroveň techniky, přinášejí nové pracovní příležitosti a slouží v mnoha zemích.

V poslední době jsou často zmiňovány oblasti výzkumu, jako jsou kvantové technologie, IT či umělá inteligence, v nichž patří ČVUT mezi špičku. Boduji i další obory – počínaje stavebnictvím až po biomedicínu. Je potenciál univerzitních vědců využíván dostatečně, nebo je tu prostor pro nové partnery, a to nejen firemní?

Jistě je místo pro nové partnery, zvláště pokud přinášejí výzkumná témata odpovídající univerzitnímu výzkumu. Ten má svůj časový rytmus. Naši vědci mají řadu dalších povinností a mají většinou zájem o problémy, které jsou dostatečnou výzvou a mohou je řešit raději důkladně, originálně a dobře než na počkání.

K výzkumu potřebujeme čas a také peníze.

Kdo je vlastně v současnosti největším partnerem univerzity v oblasti vědy?

Pokud se ptáte, se kterou institucí máme podle afiliací autorů nej-

více společných publikací, pak je to US Department of Energy.

Pokud se ptáte, kdo nás hodnotí a financuje, pak nejvíce prostředků získáváme prostřednictvím Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy a z Technologické agentury České republiky.

Jak vlastně vypadá mladý výzkum pro partnery školy z praxe? Mám na mysli zapojení studentů a doktorandů do řešení témat, kde spojuje sílu akademická obec a firmy, třeba v rámci diplomových či dizertačních prací...

Výzkum je vždy mladý, staré výsledky nikdo nepotřebuje. Je přirozené, že se studenti doktorských a magisterských programů podílejí na řešení výzkumných projektů, ať už grantů, nebo projektů financovaných průmyslem. Taková spolupráce může přinášet nové výzkumné náměty, možnost získání unikátních dat a výsledků měření, kterými disponuje průmyslový partner. Spolupráce na řešení praktických problémů může být pro studenty různě výhodná. V ideálním případě se takto účastní na výzkumu či vývoji a tím přitom zároveň pracují na své kvalifikační práci, navíc jako bonus za to ještě získávají peníze. Jindy hlavně získávají peníze, za něco, co jejich odbornému rozvoji prospěje, více než práce v KFC či jiném řetězci, ale s diplomovou prací to souvisí jen volně. Někdy ale může práce na urgentním řešení projektů doktoranda spíše odvádět od dokončení dizertační práce, z dlouhodobého hlediska spíše škodit.

A jaké mají studenti i mladí vědci zázemí pro svoji práci? V poslední době vznikla spousta speciálních



prof. Ing. Zbyněk Škvor, CSc., prorektor ČVUT pro vědu, tvůrčí činnost a doktorské studium

Mezi jeho profesní zájmy patří počítačem podporovaný návrh mikrovlnných obvodů, numerické výpočty elektromagnetického pole, přesná mikrovlnná měření. Publikoval cca 200 prací, v dřívější době i z oblasti programování malých osobních počítačů. Působí na katedře elektromagnetického pole Fakulty elektrotechnické ČVUT. Vede nebo vedl mnoho projektů. Účastnil se založení národních odboček mezinárodních organizací – Československé sekce IEEE, Českého centra IEE a České pobočky International Travelling Summer School on Microwaves and Lightwaves.

laboratoří pro IT, biomedicínu a další obory...

Opravdu máme řadu nových laboratoří. Ale všechny by nám rychle zastaraly, kdybychom je nedokázali obnovovat. Rozdíl mezi moderní laboratoří a muzeem měřicí techniky dnes počítáme v nízkých desítkách let, někde dokonce jen v letech. Chceme-li připravovat naše absolventy na řešení dnešních i budoucích problémů, chceme-li si udržet postavení tzv. „výzkumné univerzity“, musíme stále inovovat. V některých oborech je vývoj tak rychlý, že bez spolupráce s průmyslem s ním nelze ve vybavení laboratoří udržet krok.

Zázemí ale nejsou jen měřicí přístroje. Jsou to také důstojně velké a zařízené pracovny, kvalitní připojení k internetu, knihovní služby a přístup do vědeckých a publikačních databází, čisté chodby, dostupné možnosti kvalitního stravování... a pro rodiče z naší akademické obce i naše univerzitní mateřská škola „Lvíčata“. Dalším prvkem zázemí je fungující administrativa, bez které by se vědci ztratili ve vyřizování celních deklarací, účtů a prohlášení. Konečně je to také připravenost

přijmout zahraniční vědce. Během posledních deseti let zde ČVUT ušlo velký kus cesty, ale ještě pořád nacházíme ostrůvky činnosti, které mohou přichozí zvládnout jen s pomocí někoho, kdo umí česky.

Transfer technologií je oblast, kde škola vyvíjí velké úsilí, školíte na fakultách takzvané technologické skauty, na rektorát nastoupila pro tuto oblast nová osobnost s velkými zkušenostmi a tahem na bránu, celkově je viditelný větší tlak na komercializaci výsledků vytvořených na akademické půdě. Je tedy takzvané vědy pro život, která vylepšuje náš svět, dostatečné množství, nebo je tu stále ještě hodně nevyužitého potenciálu, a proč? S pomocí vědy postupně nacházíme nejlepší dostupné odpovědi na otázky, které si klademe. To chápou jako základní funkci vědy. Nemyslím si, že nálepky jako „mladá“, „pro život“, „užitečná“ či „aplikovaná“ jsou s vědou kompatibilní. Na technické vysoké škole převážně hledáme odpovědi na velice praktické otázky, nicméně – kam by praxe přišla bez dobré teorie?

Nápady, řešení a vynálezy dosažené na ČVUT se široce využívají v praxi, poskytujeme podporu v komercializaci, máme patentové centrum a inkubátor, ale i když už jsme vykročili směrem ke kvalitní podpoře našich inovátorů, potřebujeme mnohé zlepšit. I tato podpora je součástí zázemí pro vědce na ČVUT, na kterou směřovala vaše dřívější otázka.

Takže skvělé a aplikovatelné výsledky zde jsou, ale ví se o nich dostatečně v širší veřejnosti? Není někdy problém i v jejich prezentaci, která by mohla vyvolat zájem ze strany firem a dalších organizací o rozvíjení spolupráce?

Určitě. Když se srovnáváme se špičkovými univerzitami, myslíme většinou na počet publikací a jejich citovanost. To je bezesporu důležité. Ještě více ale zaošťáváme v umění dát o svých vynikajících výsledcích vědět. Naše akademická obec jako celek již přijala výstupy naší vědy a vývoje jako důležitou věc. Mám ale dojem, že důležitost jejich propagace v mezinárodním měřítku zatím nedoceňujeme.

**Vladimíra Kučerová
foto: Jiří Ryszawy**

Máme řadu odborníků, kolektivů nebo celých pracovišť, které si přídomek excelentní určitě zaslouží. Nemohu je vyjmenovat všechny, takže uvedu alespoň dvě oblasti, z nichž v každé dosahujeme excelentních výsledků na několika součástech ČVUT: umělá inteligence a jaderná fyzika.

Udržitelná budoucnost |

Uhlíková stopa

Zamýšlíte se nad tím, jaké prostředí nás obklopuje a hlavně, v jakém budeme žít v příštích letech či desetiletích? Jaké kroky/změny je potřeba dělat, aby naše planeta vydržela hektický rozvoj? O udržitelné budoucnosti se ve veřejném prostoru (politickém, laickém i odborném) diskutuje takřka na každém kroku. Jaká je ale realita, co se daří změnit a vymyslet pro to, aby vše vedlo k lepším zítřkům bez výrazné uhlíkové stopy? Představujeme vědecké, výzkumné a další aktivity, jimž se právě v této oblasti věnují specialisté na fakultách a vysokoškolských ústavech ČVUT.

foto: Jiří Ryszawy

Mgr. MARKÉTA RIZIKOVÁ
rizikmar@fel.cvut.cz

Motivace investorů do fotovoltaiky

Životní prostředí, úspory, touha po soběstačnosti i kutilství. Výzkumnice z Fakulty elektrotechnické ČVUT zmapovaly motivace lidí, kteří investují do fotovoltaiky. Celá typologie a další výsledky unikátního výzkumu jsou shrnuty v přehledné brožuře a dostupné na www.fel.cvut.cz.



„Energetika má zásadní dopad na život občanů, potažmo na celou společnost. Zmapování motivací investorů do fotovoltaiky, popis jejich chování a nastínění jejich názorů mohou mimo jiné pomoci k volbě vhodnějších a efektivnějších opatření na podporu obnovitelných zdrojů energie v českých domácnostech. Důraz na čisté a obnovitelné zdroje je obecně v souladu se strategickým plánem Evropské unie a České republiky postupně upouštět od těžby uhlí,“ říká Ing. Michaela Makešová z katedry ekonomiky, manažerství a humanitních věd FEL.

Obliba fotovoltaických panelů v Česku roste. Jen za první pololetí letošního roku jich bylo podle Solární asociace nainstalováno o 69 procent více než za celý rok 2022.

Výzkum, který provedla Ing. Makešová spolu s dr. Michaelou Valentovou z téže katedry ukázal, že existuje šest typů investorů do fotovoltaiky:

Ekologové (5,5%, tj. 141 respondentů)

Pro tuto skupinu je typický zájem o snižování dopadů na životní prostředí. Ekologická motivace je pro ně při pořízení fotovoltaiky rozhodující. Vykazují vyšší vzdělání a vyšší rodinný příjem, přesahující 80 tisíc Kč měsíčně. Zpravidla sem patří lidé mladší 45 let.

Zároveň se dlouhodobě zajímají o inovace. Až dvakrát častěji než zástupci ostatních skupin vlastní elektromobil. Primárním zdrojem informací o fotovoltaike je pro ně internet.

Pragmatičtí ekologové (22,6%, tj. 580 respondentů)

Charakteristika této skupiny se v mnohém shoduje s charakteristikou ekologů. Kromě výše uvedeného se ale zásadně liší v jednom: Přestože se dlouhodobě snaží o zmírnění negativních dopadů na životní prostředí, není to pro ně samo o sobě dostatečná motivace k pořízení fotovoltaiky. Rozhodujícího významu pro ně nabývá až v kombinaci s ekonomickou motivací. To stejné platí i obráceně. Ekologové a pragmatičtí ekologové jsou jediné skupiny, jejichž zástupci věří, že česká společnost souhlasí s odklonem od fosilních paliv a důvěřuje v pozitivní vliv ekologického směřování energetiky.

Ekonomové (15,7%, tj. 403 respondentů)

Důvody, proč si skupina ekonomů pořízuje fotovoltaiku, jsou čistě finanční. Nevěří tolik v to, že by směřování k obnovitelným zdrojům energie mělo smysl. Jako jediná z definovaných skupin se navíc vyznačují tím, že je u nich patrný vliv velikosti města. Zpravidla totiž bydlí ve větších městech, na vesnicích zcela chybí. Ekonomové se řadí mezi středněpříjmovou část populace a najdou se mezi nimi zástupci všech věkových kategorií a typů vzdělání.

Soběstační (17,8%, tj. 456 respondentů)

Co největší technická i ekonomická nezávislost je rozhodující motivací tzv. soběstačných investorů do fotovoltaiky. Jejich cílem je mít vlastní zdroj energie, být nezávislí na systému a velkých energetických hráčích. Typickým zástupcem je člověk mezi 56 a 65 lety, jehož finanční příjmy jsou spíše vyšší.

Technici (4,8%, tj. 123 respondentů)

Skupinu investorů-techniků tvoří lidé, kteří by se dali nazvat domácími kutily. Typicky jde o rodiny s vyššími příjmy. Důvodem pro pořízení fotovoltaiky je u nich zájem o inovace a technologie. Jsou mezi nimi zastoupeny všechny věkové kategorie a typy vzdělání. Žijí většinou na vesnicích a menších městech.

Nevyhranění (33,6%, tj. 862 respondentů)

Zástupci této skupiny nejsou tak silní v názorech a mají sklony se nechat ovlivnit jinými. Zpravidla jde o lidi starší 65 let. V porovnání s ostatními skupinami jsou většinou méně vzdělání.

Hlavní dotazníkové šetření proběhlo v únoru 2022 na vzorku 2 500 respondentů. Jelikož většina fotovoltaických instalací byla v té době financována pomocí programu Nová zelená úsporám, dotazník byl zaslán skrze Státní fond životního prostředí všem příjemcům dotace, kteří ji využili k pořízení fotovoltaických panelů. Odpověděla šestina oslovených instalací.

Sběr dat proběhl těsně před začátkem války na Ukrajině, která měla dopad mimo jiné i na energetiku. Výzkumnice proto chtějí dotazníkové šetření výhledově zopakovat a zjistit, jak se chování a motivace investorů do fotovoltaiky od té doby změnilo.

Vědkyně z FEL ČVUT na zpracování dat spolupracovaly s Mgr. Matoušem Pilnáčkem ze Sociologického ústavu AV ČR.

autorka: Markéta Riziková
foto: Vladimír Šigut

Obliba fotovoltaických panelů v Česku roste. Jen za první pololetí letošního roku jich bylo podle Solární asociace nainstalováno o 69 procent více než za celý rok 2022.

BIOTOPIE |

Je čas navrhovat s přírodou,
pro přírodu nebo jako příroda

**„Z biologického hlediska
nic není nepřírozené...
Biologie umožňuje, kultura zakazuje.“
*Sapiens, Yuval Noah Harari***

V roce 1969, tři roky předtím, než The Club of Rome (Římský klub) vydal knihu „The Limits to Growth“ (Meze růstu), jejíž hrozivé předpovědi šokovaly veřejnost po celém světě, Ian McHarg ve své knize „Design with Nature“ (Design s přírodou) oživil naději na lepší svět. Učinil tak tím, že vytvořil zdravější vztah mezi lidmi a přírodou. V roce 1973 psychoanalytik Erich Fromm ve své knize „The Anatomy of Human Destructiveness“ (Anatomie lidské destruktivity) vytvořil termín „biofilie“, který zdůrazňuje myšlenku, že lidé mají vrozenou tendenci vyhledávat spojení s přírodou a jinými formami života. Hypotézou biofilie se později zabýval biolog Edward O. Wilson ve svém díle „Biophilia“ (1984), v němž navrhl, že

tendence lidí zaměřovat se na přírodu a jiné formy života a spojovat se s nimi má částečně genetický základ.

Byl to začátek věku biologie? Bohužel ne. Při prohlížení těchto publikací je člověk šokován, že více než padesát let vědeckého, technického a filozofického pokroku naší civilizace nedokázalo ukončit víru v nekonečný růst. Tato víra vedla ke „znečištěnému, zbuldozerovanému, stroji ovládanému, odlidštěnému, explozí ohroženému světu, který se nám rozpadá a mizí před očima“.

Pokračujeme v růstu, spotřebováváme stále více a plýtváme stále více. Jak dlouho to však může pokračovat? Dokud nebudou naše zdroje zcela vyčerpány? Dokud nám nedojde čerstvá voda, půda nebo energie? Je skličující vidět, jak se lidstvo odpojilo od všech forem biologické rovnováhy do té míry, že nám dochází nejen zdroje, ale i čas. Současný stav, který se zdá být na pokraji blížící se apokalypsy, vyžaduje rozhodnou změnu paradigmatu přímo v srdci urbanizace. Musíme vnímat planetu jako jediné město, které obývá osm miliard nebo více lidských bytostí a nespočet dalších živých tvorů, kteří by měli být uznáni jako individuální činitelé s jedinečnými potřebami a schopnostmi.

Protože se zdá, že stěhování z planety je řešením omezeným jen pro hrstku privilegovaných, budeme muset těmto výzám čelit, nikoli je ignorovat, a jednat dříve, než bude pozdě. Na této planetě můžeme přežít pouze tehdy, pokud přeměníme Zemi na místo, kde lidé mohou udržitelně spolužít s přírodou: respektovat limity, minimalizovat odpad, v plně biologicky odbouratelném, přizpůsobivém, recyklovatelném, čistém a energeticky neutrálním prostředí. Je čas navrhovat s přírodou, pro přírodu nebo jako příroda (bez ohledu na to, kterou předlohu si vybereme). Je čas využít naši představivost, vymýšlet a měnit; je čas nasměrovat sebe, naše prostředí a naše chování do světa cirkulárního života. Světa, kde přírodu nejen napodobujeme, ale také s ní žijeme v harmonii. Stručně řečeno: svět určený biologií.

Vstupme konečně do věku biologie. Vybudujme Biotopii.

Studie

Během prvního semestru studia v ateliéru The Why Factory na Fakultě architektury ČVUT se studenti zabývali možnostmi vytvoření harmonizovaného světa, v němž by se přírodní a člověkem vytvořené prostředí vrátilo do rovnováhy. V unikátním formátu výuky se skupina téměř 40 lidí musela zorganizovat do jedné výzkumné skupiny, která kolektivně analyzovala současné metody a navrhovala nové. Místo 40 jednotlivých projektů se však konečným výstupem stala jediná komplexní studie zahrnující seznam tzv. bio-vynálezů. Tyto bioinženýrské produkty by se nakonec spojily v nový jednotný ekologický komplex – jedinou „biohmotu“ schopnou poskytovat světlo, vyrábět energii, filtrovat, zadržovat a čistit vodu, ubytovávat rostliny a živočichy, okamžitě se rozpínat a smršťovat, recyklovat, vytvářet půdu, vyživovat, a dokonce i přepravovat. Biotopie zkoumá tento potenciál v měřítku malých budov i celých měst.

Studenti tyto výsledky představili na veřejné prezentaci na FA ČVUT spojené s velkou výstavou

Ateliér The Why
Factory na FA ČVUT
zpracovává studii
hypercirkulární vize
města budoucnosti –
„Biotopie“
(foto: Štěpán Hon)





WINY MAAS / Rok ve funkci profesora na ČVUT

Winy Maas je architekt, urbanista a krajinářský architekt, který se narodil v roce 1959 v nizozemském Schijndelu. Je spoluzakladatelem a hlavním architektem MVRDV, globální firmy s kancelářemi v Rotterdamu, Paříži, Berlíně, Šanghaji a New Yorku. Od roku 1992 realizoval bezpočet projektů po celém světě, včetně těch nedávných, jako je čtvrť Bastide Niel v Bordeaux nebo The Valley v Amsterdamu. V současné době je členem poroty České ceny za architekturu 2022 a podílí se na řadě projektů po celé zemi, včetně pražského Náměstí Republiky, 4. kvadrantu v Praze, rozšíření letiště v Praze nebo nového náměstí s věžemi v Ostravě. V roce 2007 se stal profesorem urbanismu a architektury na TU Delft, kde založil The Why Factory, think tank zabývající se městy budoucnosti. Od roku 2010 působil jako hostující profesor na mnoha institucích včetně RMIT Melbourne, IAAC Barcelona a MIT v Cambridge.

Od roku 2022 je hostujícím profesorem urbanismu a architektury na FA ČVUT v Praze, kde se zaměřuje na města budoucnosti se studenty magisterského i bakalářského studia. Součástí programu byla jak studie ve světovém měřítku nazvaná „Biotopie“, tak i lokální posouzení České republiky: „CZ2“.

(foto: Štěpán Hon)

v lednu 2023. Součástí byla i série objektů, které bezprecedentním způsobem obsadily prostor jednoho z atrií vyzývající celou fakultu ke zkoumání nových přístupů ve využití její budovy.

Kompletní výzkum vede k vytvoření knihy a filmu, který má být uveden v roce 2024. Ty budou vystaveny na FA ČVUT a na místech, jako je Kunsthalle v Praze a Benátské bienále.

CZ2: VIZE PRO BUDOUCNOST ČESKÉ REPUBLIKY

Třicet let po pádu Berlínské zdi prošly země střední Evropy, včetně České republiky, přechodem od socialismu k nově zavedenému tržnímu hospodářství. Dříve socialistická, nyní postsocialistická města zaznamenala zásadní změny v zastavěném prostředí. Tyto změny zahrnují posuny v kolektivním životě, využívání veřejného prostoru a politice veřejného bydlení.

Současně tento evropský region získal geopolitický význam díky své blízkosti a vztahům se státy bývalého SSSR a Tureckem. Česká republika však také čelí řadě narůstajících problémů, které sdílí se zbytkem světa a které pramení z neudržitelných antropogenních činností.

V unikátní spolupráci pěti univerzit z Česka a Nizozemí, včetně FA ČVUT a ARCHIP v Praze, TU v Delftu, VUT v Brně a TU v Liberci, byly představeny a navrženy prostorové budoucnosti pro Českou republiku.

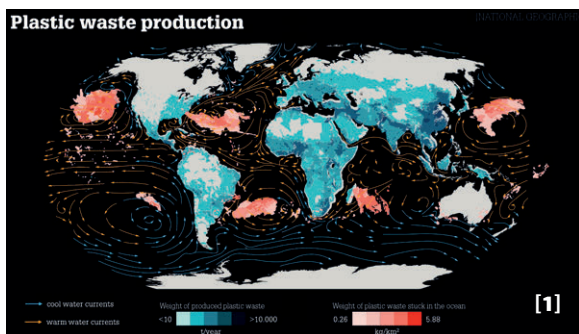
[1] Jako první krok studie byl proveden komplexní průzkum současných podmínek a naléhavých problémů – např. produkce plastového odpadu.

[2] Analýza přírodních cyklů a jejich narušení – např. zemědělskou produkcí.

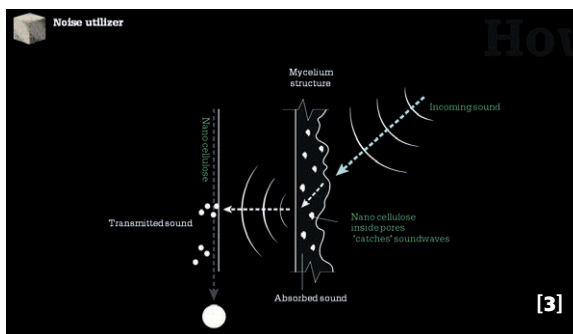
[3] Studenti navrhli rozsáhlý seznam tzv. bio-vynálezů – bioinženýrských výrobků, jejichž cílem je obnovit rovnováhu s přírodou. Byly mezi nimi bioluminescenční lampy z řas, houby ke sběru vody nebo utilizátory hluku na bázi mycelia.

[4] Bio-vynálezy dohromady tvoří ekologický komplex „biohmotu“, která je schopna ubytovat a vyživovat různé druhy v hypercirkulárním prostředí a zároveň obnovit rovnováhu s přírodou.

[5] V důsledku toho by budoucí města tvořily zcela nové biologické struktury.



[1]



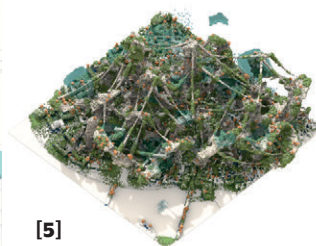
[3]



[2]



[4]

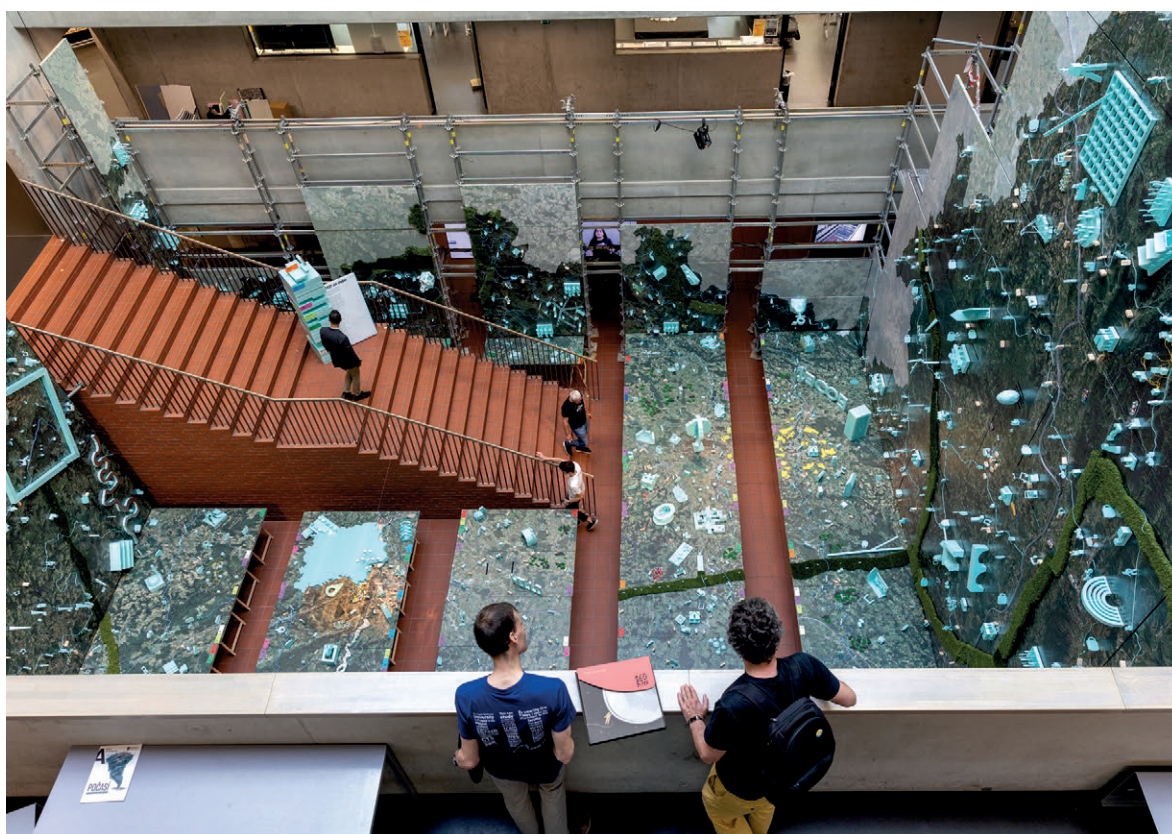


[5]

Výsledkem závěrečného workshopu projektu CZ2 byla rozsáhlá mapa v měřítku 1:20 000, která odhalila vize vytvořené studenty. (foto: Vladimír Ihnatko)

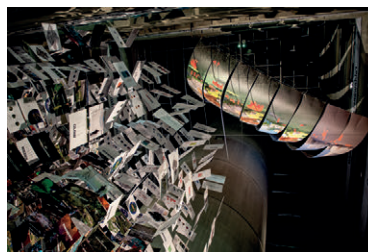


Smyslem mapy je nabídnout vize, ale také vytvořit prostor pro diskusi. Konečným cílem projektu je vytvořit stabilní platformu pro rozvoj vizí pro republiku. Platformu, která je demokratická, transparentní, nestranná a přístupná všem. (foto: Vladimír Ihnatko, Štěpán Hon)



Mapa doslova objala atrium, což umožnilo řadu rozdílných pohledů na zemi. (foto: Vladimír Ihnatko)

Na této planetě můžeme přežít pouze tehdy, pokud přeměníme Zemi na místo, kde lidé mohou udržitelně spolužít s přírodou: respektovat limity, minimalizovat odpad, v plně biologicky odbouratelném, přizpůsobivém, recyklovatelném, čistém a energeticky neutrálním prostředí. Je čas navrhovat s přírodou, pro přírodu nebo jako příroda (bez ohledu na to, kterou předložku si vybereme). Je čas využít naši představivost, vymýšlet a měnit; je čas nasměrovat sebe, naše prostředí a naše chování do světa cirkulárního života. Světa, kde přírodu nejen napodobujeme, ale také s ní žijeme v harmonii. Stručně řečeno: svět určený biologií.



Prezentace Biotopie byla doprovázena velkou instalací zavěšenou v prostoru atria, která tak pozvala všechny k prozkoumání nových způsobů využití budovy fakulty. Studie byla veřejně prezentována v lednu 2023 zástupci studentské skupiny. (foto: Štěpán Hon)



Během dvou workshopů projektu CZ2 studenti spojili své síly, aby sjednotili své individuální výzkumné výstupy a představili své vize na velkých mapách země. (foto: David Mecka)

Do studie bylo zapojeno přibližně 140 studentů, kteří pracovali pod samostatným vedením lektorů na svých domovských fakultách, a nakonec spojili své síly ve dvou velkých workshopech pořádaných na FA ČVUT.

Studie vedla k porovnání ČR s ostatními zeměmi EU odhalujíc, že je ČR zalesněná, ale ne příliš ekologická, má rozsáhlé zemědělství, ale chybí jí rozmanitost, v ekologickém rozvoji pokročila jen málo, nemá vysokorychlostní železniční tratě, přestože k nim má přístup, má nepříliš čisté řeky a mohla by rozšířit zásoby vody na vývoz. Má přírodní oblasti, ale chybí jí mnoho národních parků a má mnoho

prázdných budov, ale ne tam, kde je to potřeba, a další aspekty.

Na základě těchto zjištění bylo vypracováno nesčetné množství návrhů a směrů dalšího vývoje spolu s doprovodnými obrázky, které ilustrují, jak by se země mohla v těchto oblastech zlepšit. Vyvrcholem byl komplexní model celé země, který byl v červnu 2023 vystaven na Fakultě architektury ČVUT v Praze. Do prosince 2023 bude dokončena kniha a film, prezentující všechny dosavadní výsledky, s veřejným představením za doprovodu výstavy rozsáhlé mapy nápadů. Součástí studie budou také rozhovory s vlivnými mysliteli a tvůrci z celé země.

Mapa a studie se plánují vystavit na mnoha místech republiky, mimo jiné na VUT v Brně, na Pražském hradě, na Letišti Václava Havla v Praze nebo na festivalu Colours of Ostrava. Tato výstava slouží jako výzva pro všechny, aby přispěli svými nápady, které mohou studenti vymodelovat a doplnit do mapy. Cílem je vytvořit (chybějící) platformu pro rozvoj prostorových vizí pro republiku. Platformu, která je demokratická, transparentní, nestranná a přístupná všem. Je to potřeba. Pojďme do toho.

**autoři: Winy Maas,
Javier Arpa Fernández,
Šimon Knetting**

Mletí biomasy i cvrččí mouky

Zvyšování účinnosti recyklace odpadů a surovin

Drcení a mletí patří mezi klíčové operace zpracovatelského průmyslu. Různé typy drtičů a mlýnů nalezneme např. v těžebním průmyslu při zpracování hornin a výrobě cementu, v chemickém průmyslu (mletí solí, práškových směsí a pigmentů), v potravinářském průmyslu (mouka, káva, čokoláda, koření, masné výrobky), ve farmaceutickém průmyslu (mletí celulózy a jiných farmaceutických hmot např. pro výrobu zubních náhrad) nebo v energetice při přípravě tradičních paliv (uhelný prach, dřevní štěpka, peletky).



Současné technologie energetické a materiálově-energetické recyklace odpadů (komunální odpad, odpady z těžebního a dřevozpracujícího průmyslu, odpady ze zemědělství a potravinářství, elektroodpad, dopravní prostředky, stavební sutě) rovněž využívají technologii drcení a mletí jako nástroj pro zmenšení velikosti částic. A proč vlastně mlýny nalezneme v tak širokém spektru průmyslových aplikací? Cílem mechanického rozpojování suroviny je zmenšení velikosti částic řádově na jednotky milimetrů a méně. Zmenšením velikosti částic dochází k nárůstu specifického povrchu, což se kladně projevuje na zvýšení účinnosti následných procesů – usnadní se transport, rozdržování a třídění směsí surovin, zlepšuje se čerpatelnost a míchatelnost suroviny, zvýší se biologická rozložitelnost, zintenzivní se chemická reakce, zkrátí se doba výdrže v reaktorech a bioreaktorech.

Při projektování drtičů a mlýnů velmi často slycháváme následující otázky: Jaký typ mlýnu zvolit pro mechanické rozpojení dané suroviny? Jak geometrická konfigurace a provozní podmínky ovlivní jakost suroviny? Kolik energie je potřeba pro rozpojení suroviny z počáteční a požadované velikosti?

Identifikace vhodné dezintegrační jednotky a její provozní konfigurace je naprosto klíčová z hlediska efektivity následného zpracování. Současné trendy v oblastech projektování udržitelných a energeticky efektivních technologií vyžadují účinná a intenzivní

řešení, která zaručí kontinuitu toku materiálu, rozumnou energetickou náročnost při dané kapacitě zpracování, jednoduchou údržbu a šetrnost vůči životnímu prostředí.

Tým Ústavu procesní a zpracovatelské techniky Fakulty strojní ČVUT se v rámci svých vědecko-výzkumných aktivit dlouhodobě věnuje problematice mletí různých surovin. Tradiční oblastí je mletí biomasy s lignocelulózovým základem, ať už vlhké či suché. Sláma, dřevní štěpky, senáž nebo odpady z údržby komunální zeleně v přirozeném stavu patří mezi tradiční lignocelulózovou biomasu, která se používá jako surovina při výrobě pokročilých biopaliv (bioplyn, biometan, bioetanol) nebo cenných látek (celulózová vlákna, sacharidy, organické kyseliny). A jak tedy predikovat velikost částic po mletí a energetickou náročnost rozpojení těchto odpadů? Tým vytvořil originální matematické modely pro rozpojování biomasy nožovým mlýnem, které umožňují predikovat charakteristickou velikost částic a energetickou náročnost rozpojení v závislosti na procesních podmínkách, tj. průtok biomasy, vlhkost a mechanické vlastnosti biomasy, velikost propadového síta, střížná délka ostří a obvodová rychlost rotoru. Podobné aplikace lze nalézt i v případě zpracování alternativních potravin nebo při zpracování vedlejších živočišných produktů.

Tým se věnoval návrhu mlýnu na výrobu cvrččí mouky suchou metodou. Výzkumným úkolem bylo kvantifikovat, zda vůbec a případně za jakých podmínek lze použít

nožový, ultraodstředivý nebo kulový mlýn pro rozemletí sušených cvrčků na prášek s velikostí částic do 1 mm. A co takhle mletí kosti? Jejich částičky jsou nedílnou součástí masokostní moučky, která může být přísadou pro výrobu krmných pelet. Jakostní požadavek zní, že surovina musí mít velikosti částic pod 1 mm. Tým se proto věnoval výzkumu vhodného provozního nastavení ultraodstředivého mlýnu s cílem dosáhnout potřebné jakosti masokostní moučky. Nejen zmenšování velikosti částic, ale i rozvláknění matrice je častým požadavkem průmyslu. V současné době roste zájem o materiálově-chemickou recyklaci odpadního textilu, kdy výstupním produktem je recyklované viskózní vlákno. Cílem mletí je proto nejenom zmenšení velikosti látky, ale zároveň její rozvláknění, vytvoření jakési cupaniny. Tým v tomto případě navrhl a odzkoušel originální geometrickou konfiguraci a provozní nastavení systému rotor-stator v nožovém drtiči.

A k čemu jsou vlastně veškeré experimenty dobré? Takovéto laboratorní testy jsou nám, strojním inženýrům, cennou databankou informací sloužící jako zdroj dat, který lze využít k návrhu energeticky efektivních inovativních drtičů a mlýnů v průmyslovém měřítku.

Tento výzkum vznikl na infrastruktuře a znalostech získaných z finanční podpory projektu OP VVV č. CZ.02.1.01/0.0/0.0/16_019/000 0753 „Centrum výzkumu nízkouhlíkových energetických technologií“.

autor: Lukáš Krátký

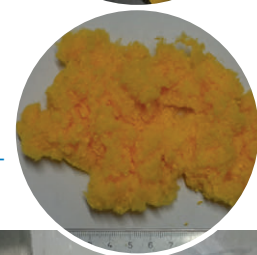
foto: Jiří Ryszawy a archiv autora

Mletí dřevní štěpky
v kulovém mlýnu

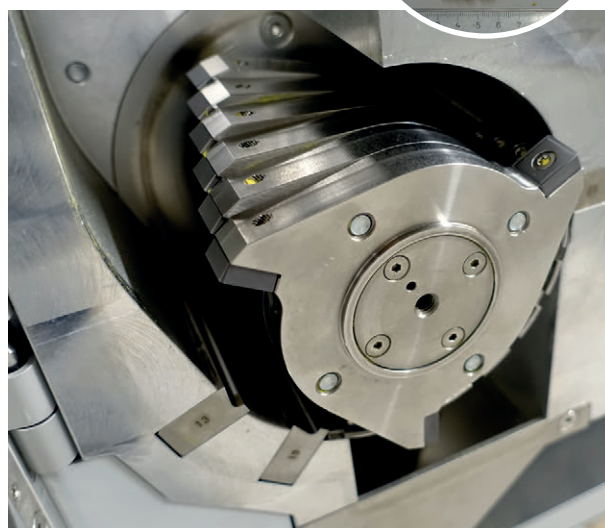


Příprava cvrččí mouky

Mletí slámy
v nožovém mlýnu



Rozpojování odpad-
ních textilií



Fotobioreaktor pro řasy

Udržitelná technologie pro polární oblasti

Mikrořasy jsou často označovány jako biopalivo třetí generace. Vysoké náklady spojené s její produkcí a stále ještě nízká cena fosilních paliv však zamezuje širšímu uplatnění ve formě paliv. V dnešní době je však pozornost směřována na mikrořasové produkty s vyšší přidanou hodnotou.

Fotobioreaktor
testovaný
na Špicberkách
(foto: archiv
projektu)

Vysoký obsah bílkovin a zajímavý lipidový profil mikrořas přispívají k vysokým nutričním hodnotám, které zvyšují potenciál jejich využití v potravinářském průmyslu. Přítomnost bioaktivních látek, například karotenoidů, fykobilin, polysacharidů, vitaminů a sterolů, má příznivý vliv na imunitní reakce, zlepšuje plodnost a kontrolu hmotnosti. Cenné látky obsažené v buňkách mikrořas jsou také využívány v kosmetických či farmaceutických přípravcích. Na principu procesu fotosyntézy potřebují mikrořasy k svému růstu světelné záření, oxid uhličitý a živiny. Kultivační systémy pro produkci mikrořasové biomasy, odborně nazývané fotobioreaktory, proto nacházejí uplatnění také v konceptech udržitelných technologií zpracovávající odpadní vody nebo při dekarbonizaci odpadních spalin. Tzv. biorafinérie jsou schopny využívat na principu cirkulárního hospodářství látek obsažených v odpadních vodách či plynech a ve fotobioreaktorech je tak přetvářet v produkty s vyšší přidanou hodnotou. Zatímco vysokoobjemová produkce mikrořasové biomasy a uplatnění produktů z mikrořas již dosáhly komerčního uplatnění v Asii či Severní Americe, omezená evropská produkce nedokáže plně pokrýt vlastní poptávku po mikrořasových produktech. Limitovaná produkce je ovlivněna zejména nepříznivými klimatickými podmínkami, které zamezují

rozšíření produkce ve státech severní nebo východní Evropy. Provoz kultivačních systémů je tak často omezen pouze na krátké letní období, kdy jsou teploty a intenzity slunečního záření vhodné pro efektivní produkci mikrořasové biomasy.

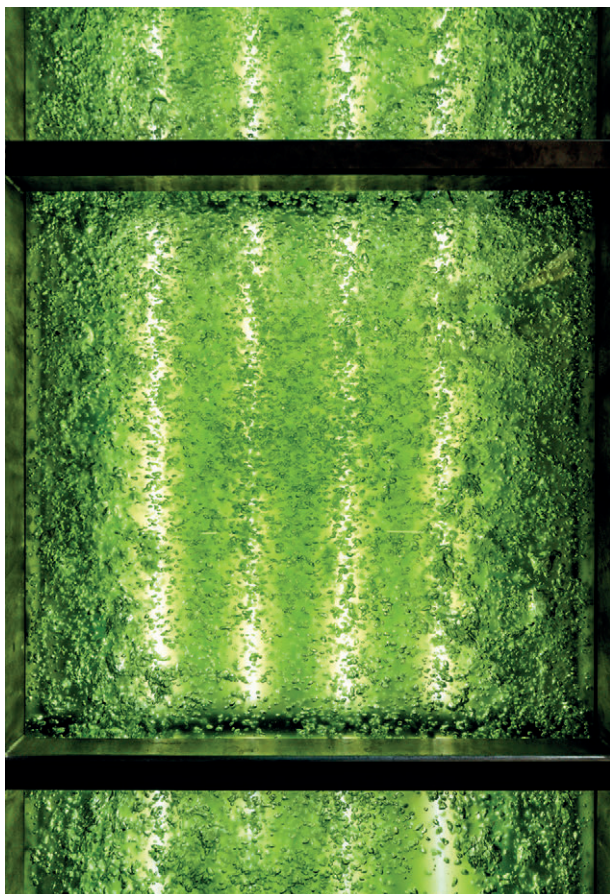
Na modelových fotobioreaktorech instalovaných v laboratořích Ústavu procesní a zpracovatelské techniky Fakulty strojní ČVUT se zkoumá vliv přenosových jevů na růst mikrořasové biomasy. Zajištění efektivního přenosu hmoty a vhodné hydrodynamické podmínky jsou velice důležité pro dosažení správného růstu mikrořas v průmyslovém měřítku. Na modelovém trubkovém a deskovém fotobioreaktoru je možné zkoumat vliv proměnných konstrukčních a provozních podmínek na růst biomasy. Získané poznatky jsou klíčové pro návrh metodologie zvětšování měřítka a přiblížení se komerčnímu uplatnění také v oblastech s nepříznivými klimatickými podmínkami pro růst mikrořas. Vedle konstrukčních a provozních parametrů je důležité brát v úvahu také biologické požadavky kultivovaného druhu mikrořas. Vědecký tým prof. Josefa Elstera, CSc., z Centra polární ekologie Jihočeské univerzity a Centra pro algologii Botanického ústavu AV ČR se zaměřuje na růst polárních mikrořas, které byly izolovány v arktických oblastech, konkrétně na souostroví Sval-

bard (Špicberky). Polární mikrořasy jsou schopny růst při nízkých teplotách blížících se bodu mrazu. Vedle nízké teploty mohou polární mikrořasy k svému růstu využívat také nízké intenzity dopadajícího slunečního záření. Z prvotních studií vyplývá, že jsou polární mikrořasy schopny se adaptovat klimatickým podmínkám východní či severní Evropy. Možnost kultivace v zimních měsících a celková stabilizace produkce mikrořasové biomasy v průběhu roku by mohla výrazně napomoci rozšíření mikrořasového trhu v těchto oblastech, konkrétně také v České republice. Kmeny polárních mikrořas jsou schopny dosahovat vysokých produkcí cenných bioaktivních látek srovnatelných s konvenčními druhy mikrořas. Klíčovou roli by polární mikrořasy a s tím spojené kultivační technologie mohly hrát také při probíhající urbanizaci Arktidy. Rozvoj průmyslu ve vyšších zeměpisných šířkách s sebou nese také požadavky na vývoj udržitelných technologií pro produkci potravin, které nenaruší stávající biodiverzitu. S rostoucí spotřebou, která je s urbanizací úzce spojená, však lze předpokládat, že bude docházet k nárůstu produkce odpadních látek, pro které by šetrné zpracování ve fotobioreaktorech mohlo být vysoce přínosné.

Pro účely testování růstu polárních mikrořas bylo potřeba navrhnout unikátní fotobioreaktor, který

Testování fotobioreaktoru probíhalo v zimních měsících v České republice v prostorách Botanického ústavu AV ČR v Třeboni. Následně byl fotobioreaktor přesunut na Českou arktickou výzkumnou stanici, která se nachází na souostroví Svalbard, v nejseverněji položeném městě na světě Longyearbyenu.





**Fotobioreaktory
v laboratořích
Ústavu procesní
a zpracovatelské
techniky Fakulty
strojní ČVUT
(foto: Jiří Ryszawy
a Josef Zima)**

by umožňoval dosáhnout požadovaných provozních parametrů v extrémních podmínkách zimních měsíců v České republice a letních měsíců v arktických oblastech. Konstrukce navrženého zařízení, které vznikalo ve spolupráci Ústavu procesní a zpracovatelské techniky Fakulty strojní ČVUT, Centra polární ekologie Jihočeské univerzity a Centra pro algologii Botanického ústavu AV ČR, se skládá z otočné deskové komory



a přídavných měřících aparátů. „Unikátní otočná konstrukce umožňuje natáčení deskové komory fotobioreaktoru podle aktuální polohy slunce. Dopadající sluneční záření je tak v průběhu dne efektivně využíváno, což má za následek výrazné navýšení celkové výtěžnosti mikrořasové biomasy“, uvádí prof. Ing. Tomáš Jirout, Ph.D., vedoucí Ústavu procesní a zpracovatelské techniky FS. „Při návrhu otočné konstrukce bylo nutné brát

zejména ohled na extrémní podmínky okolního prostředí, ve kterém byl fotobioreaktor instalován. Testování probíhalo v zimních měsících v České republice, konkrétně v prostorách Botanického ústavu AV ČR v Třeboni. Následně byl fotobioreaktor přesunut na Českou arktickou výzkumnou stanici, která se nachází na Špicberkách, v nejseverněji položeném městě na světě Longyearbyenu,“ dodává prof. Jirout.



Na modelových fotobio-reaktorech instalovaných v laboratořích Ústavu procesní a zpracovatelské techniky FS se zkoumá vliv přenosových jevů na růst mikrořasové biomasy.

Otočný fotobioreaktor prošel pilotním testem, při kterém byly vyzkoušeny různé provozní podmínky kultivace mikrořas.

„Dle prvotních výsledků měření dosáhlo navržené zařízení v rámci výzkumných aktivit programu využití CO₂ k produkci cenných chemických látek, tzv. Bio-CCS technologie, velice dobrých výsledků a konstrukce odolala extrémním vnějším podmínkám. S blížícím se koncem polárního dne bylo nutné

vyhodnotit také technický stav technologie po proběhlém pilotním testu a zajistit konzervaci zařízení na další měřicí kampaň.

S ohledem na úspěšnost provozu fotobioreaktoru je plánováno rozšíření ochrany koncepce zařízení z užitého vzoru na národní, respektive mezinárodní patent. Dále je také plánována příprava návazných projektů zaměřených na unikátní fotobioreaktory pro kultivaci mikrořas v extrémních

podmínkách Arktidy či Antarktidy“ vysvětluje prof. Tomáš Jirout.

Slibné prvotní výsledky kulti-vační kampaně prokázaly vhodnost použití navrženého fotobioreaktoru. Cílem další práce by měl být návrh metodologie zvětšování měřítka, která by přiblížila tyto kulti-vační systémy průmyslovému uplatnění, takže by mohly pomoci i při urbanizaci polárních oblastí.

autor: Vojtěch Bělohav

Zachytit, zpracovat, uložit...

Oxid uhličitý lze využít i jako surovinu

Dekarbonizace energetiky a průmyslu je v současnosti jedním z hlavních celospolečenských témat, která určují směr technologického vývoje, vědy a výzkumu. Pod pojmem dekarbonizace ve smyslu energetických konverzí typicky rozumíme snahu o snižování emisí oxidu uhličitého do ovzduší. Ten pochází z oxidace všech paliv na bázi uhlovodíků (jiná vyjma vodíku ani neexistují), ale také z podstaty některých průmyslových procesů, jako je např. výroba cementu.

Smyslem dekarbonizačních technologií je v určité fázi konverze paliva na užitečnou energii nebo průmyslového procesu oxid uhličitý zachytit, zpracovat a následně uložit, a tím zabránit jeho uvolnění do atmosféry, popřípadě jej dále využít jako surovinu, například pro výrobu chemikálií nebo syntetických paliv.

CO₂ může při energetických konverzích vznikat relativně velké množství. Například z 1 kg severočeského hnědého uhlí vznikne jeho spálením přibližně 0,8 m³N CO₂, tj. asi 1,6 kg. Jako průmyslový příklad lze vzít výrobu páleného vápna v cementárnách, kde z 1 kg vstupní suroviny (vápence) vznikne přibližně 2,2 m³N CO₂ (4,3 kg), přičemž to je hodnota, která zahrnuje pouze samotnou kalcinaci vápence v cementářské peci, nikoliv spotřebu paliv pro její ohřev. Jestliže se např. ročně v ČR energeticky využije cca 2,5 mil. tun hnědého uhlí, znamená to vypuštění do ovzduší asi 2 mil. m³N CO₂, což odpovídá hodnotě asi 3,9 mil. tun. Pro ilustraci, o jaké množství se jedná – rozpustnost CO₂ ve vodě je při normálním tlaku a teplotě asi 1,45 g/l. Roční produkce CO₂ z energetického využití hnědého uhlí v ČR by tedy teoreticky v nadsázce vystačila na výrobu 2,6 mil. m³ sodové vody při plném nasycení, přičemž roční spotřeba pitné vody v domácnostech v ČR je cca 300 mil. m³.

Separace CO₂ z odpadního plynu

Postupů, jakým způsobem oxid uhličitý z těchto procesů zachytit, v různém stádiu vývoje od laboratorních po demo jednotky existuje celá řada, nicméně žádný z nich dosud není provozován v čistě komerčním režimu. V principu je lze rozdělit na post-combustion, pre-combustion a oxy-combustion technologie, kdy každá z nich je zaměřená na jinou fázi procesu konverze paliva.

Ústav energetiky na Fakultě strojní ČVUT mj. přispívá k vývoji tzv. post-combustion technologií zachytu CO₂, tj. těm procesům, které se zaměřují na separaci CO₂ ve finálním odpadním plynu, jako jsou typicky spaliny ze spalování uhlíkatých paliv. Ty mají potenciální výhodu v tom, že je lze ke stávajícím energetickým nebo průmyslovým provozům připojit, aniž by bylo do větší míry nutné zasahovat do původní technologie. Významnou nevýhodou je pak to, že pracují s odpadním plynem, kterého je obecně relativně velké měrné množství ve vztahu k množství použitého paliva (ve výše uvedeném příkladu je to cca 7 m³N z 1 kg paliva), a zároveň je v něm relativně nízká koncentrace CO₂, která typicky nepřekračuje přibližně 15 obj. %, ale velmi často je i podstatně nižší. To vyžaduje sofistikované přístupy k jeho separaci, často vyžadující kombinaci různých technologií. Možnými postupy jsou kapalinové vypírky s využitím absorpčních roztoků, nízko- či vysokoteplotní adsorpce s využitím pevných adsorbentů nebo membránová či kryogenní separace. V projektu „Nízkoemisní technologie energetického využití biomasy a alternativních paliv“, podpořeném Technologickou agenturou ČR jako projekt TK0303167, řešíme mimo jiné scale-up nízkooteplotní VPSA fyzikální adsorpce na úroveň TRL 6 pro zvý-

šení koncentrace CO₂ v původním odpadním plynu na hodnoty přibližně 80–90 obj. %, což výrazně zjednoduší a zlevní jeho následné dočištění na požadovanou kvalitu. Cílem je zkoumat tento proces v reálném měřítku s reálným odpadním plynem, který v tomto případě pochází ze spalování biomasy a nekonvenčních alternativních paliv, a sledovat skutečnou charakteristiku adsorpčního procesu ve vztahu k modelovým předpokladům, které ze své podstaty nejsou schopny reálně uvažovat složitější plynné směsi. Pro tento účel byl realizován adsorpční VPSA systém vlastního designu. Experimentální adsorbér je umístěn v laboratoři Ústavu energetiky na Julisce a je napojen na 500 kW multipalivový fluidní kotel (je využíván i v souvislosti s jinou technologií zachytu CO₂, a to oxyfuel spalováním). Tříkolonový systém umožňuje alespoň částečně kontinuální provoz při průtoku odpadního plynu 50–100 m³N/h, který realizuje adsorpční a desorpční cyklus na principu měnícího se tlaku, přičemž desorpce probíhá při částečném vakuu. Systém je doplněn separací vodní páry z odpadního plynu z kotle až na úroveň rosného bodu 0–1 °C, neboť její přítomnost je kritická z hlediska funkčnosti některých adsorbentů. Kompresor je schopný stlačit spaliny až na tlak 5 bar. Samotné adsorbenty, tj. granulované pevné materiály s velkým vnitřním povrchem, kterými jsou adsorpční kolony naplněny, jsou rovněž předmětem intenzivního zkoumání. Adsorbér tak bude především sloužit k testování vlastních vyvinutých adsorbentů na bázi upravených minerálů, jako jsou aluminosilikáty, nebo pevných odpadních produktů z energetických procesů, jako jsou modifikované elektrárenské popílky. Tím rovněž tyto výzkumné aktivity naplňují smysl tzv. cirkulární ekonomiky.



Pozornost parním elektrárnám

Ruku v ruce s dekarbonizací jsou silným trendem také obnovitelné zdroje energie. I ty vyžadují technologie, které se v současnosti mohou zdát, že jsou překonané, a že jim je nařízený stejný osud, jako spalovacím motorům – parní turbíny. Opak je však

pravdou, parní elektrárny jsou dlouhodobě nenahraditelnou technologií, která svou roli výroby elektřiny z tepla nehraje pouze v uhelných či jaderných elektrárnách, nýbrž také v elektrárnách využívajících jako zdroj tepla biomasu, geotermální či solární energii, ale i odpadní teplo či komunální

odpad. Ústav energetiky proto v této oblasti nepolevuje. Vybavil svou laboratoř na Julisce novou demonstrační jednotkou parní elektrárny. Zařízení bude sloužit ke zlepšení kvality výuky předmětů ve studijních programech, které se energetice věnují, a zároveň bude názornou ilustrací provozu parní elektrárny. Studenti si vyzkouší provoz energetických celků, jednotlivé provozní stavy a najížděcí sekvence obdobné těm z klasických elektráren. Modelové zařízení bude rovněž sloužit pro experimentální účely studentům při vypracování jejich závěrečných prací, a také jako testbed pro vývoj v oblasti parních armatur, potrubních systémů a dalších nezbytných komponent parních tepláren a elektráren.

Modelová parní elektrárna obsahuje téměř všechny prvky, jako klasická parní elektrárna: úpravu vody reverzní osmózou, napájecí čerpadla, parní kotel, turbínu a kondenzátor. Kromě toho však také i všechny další podružné parní systémy, jako je například odvodnění parovodů, provozní a najížděcí expandéry, chlazení převodové skříně či parní přehřívák. Aby byla demonstrační jednotka provozuschopná, musí také obsahovat řídicí systém včetně provozních ochran. Za tímto účelem je elektrárna osazena četnou měřicí technikou a dispečerským stolem s počítačem, ze kterého ji lze obsluhovat a ovládat provozní režimy. Součástí zařízení je i vizualizační software, který obsluhuje zajišťuje přehled o chodu technologie.

autor: Jan Hrdlička

foto: Jiří Ryszawy

**Tříkolonový
VPSA adsorbér
pro zachyt CO_2
ze spalovacího
procesu**



**Demonstrační
parní elektrárna**

Biorafinerie

Nové technologie zpracování odpadů

Výrobní linky pro účinné materiálově-energetické zpracování odpadů jako suroviny pro výrobu pokročilých biopaliv či cenné chemicky látky jsou stále ve vývoji. Doposud nebyly vyvinuty takové technologie zpracování, které by zaručily možnost energeticky efektivního, ekonomicky rentabilního a ekologicky šetrného komplexního velkoobjemového zpracování odpadní biomasy na pokročilá biopaliva a bioprodukty. Důvodem je to, že biopaliva a bioprodukty nejsou schopny svými výrobními náklady a jakostí konkurovat konvenčním palivům či petrochemickým produktům.

V poslední době se při zpracování odpadů upřednostňuje koncept tzv. biorafinerie. Jedná se o flexibilní multitechnologický provoz, ve kterém dochází k paralelní konverzi odpadní biomasy na biomateriály, biochemikálie a biopaliva souběžně s výrobou elektrické energie či tepla. Princip zpracování surovin je zpravidla založen na kombinacích termochemických, biochemických a termických metod zpracování. Výstupními produkty jsou např. biometan, elektrická energie a teplo, biopaliva, cenné chemické látky a vodík, polymery, složky kompozit-

ních materiálů, potravinářské a farmaceutické látky.

Autorský tým Ústavu procesní a zpracovatelské techniky Fakulty strojní ČVUT prezentoval několik vlastních originálních ideových návrhů a technicko-ekonomických studií biorafinerií, ve kterých se zaměřil na posouzení strojně-technologické části výrobní linky a limitů technické vyspělosti. První ukázkou může být technologie výroby celulózových vláken. Surovinou je v tomto případě biomasa s lignocelulózovým základem (traviny, dřevní odpady, sláma). Tedy surovina, která je nevyužitá, volně leží na poli nebo je přímo spalována. Vlastní návrh biorafinerie uvažuje, že biomasa prochází technologickými celky drcení a hydrotermickou předúpravou. Během tohoto zpracování dochází díky rozvaření biomasy k rozvláknění lignocelulózové matrice. Celulózová vlákna se odseparují a vysuší. V závislosti na jejich čistotě jsou připravena k použití jako izolace, biodegradabilní výztuž do biokompozitů, v elektronice, kosmetice nebo k výrobě membrán. Kapalná část vsádky po hydrotermickém rozvaření je vedena na anaerobní fermentaci. Vzniklý bioplyn je spálen v kogenerační jednotce. Produkováná elektrická energie je distribuována do rozvodné sítě a vznikající teplo je využito k vysušení celulózových vláken a jako decentralizovaný zdroj tepla. Druhou ukázkou může být technologie zpracování rybích odpadů s dostupným množstvím 71×10^6 t v roce 2020. Ideový návrh předpokládá hygienickou stabilizaci rybího odpadu a jeho následné smíchání s kejdou. Vsádka podléhá anaerobní fermentaci, při které vzniká bioplyn a digestát. Bioplyn je metodou PSA vyčištěn a zušlechtěn na biometan. Fermentační zbytek po anaerobní digestaci je mechanicky zpracován. Vzniká pevná část, separát a kapalná část, fugát, tj. kapalina bohatá na minerální prvky. Inovativní technologie reverzní osmózy umožňuje separovat vodu, zahuš-

těné minerály prvky jsou připraveny k použití jako koncentrované kapalné hnojivo. Nová metoda může být realizována v přímořských oblastech. Mořské ryby se běžně zpracovávají přímo na lodích, které jsou vybaveny technologiemi pro zpracování vedlejších živočišných produktů, kontejnerovými kafileriemi, nebo se „zbytky“ vzhazují do moře. Nový koncept nabízí možnost využít rybí odpad jako decentralizovaný zdroj paliva, minerálního hnojiva, elektrické energie či tepla v dané lokalitě.

Uvedené koncepty biorafinerií představují inovativní směry v oblasti biotechnologického zpracování odpadů. Nicméně typická otázka z vědecké sféry, průmyslové praxe i veřejnosti vždy zní: „Vyplatí se to?“. Veškeré koncepty biorafinerie jsou vždy založeny na předpokladu, že díky vyšším výkupním cenám produktů a maximálnímu využití odpadní suroviny i emisních plynů lze dosáhnout pozitivní ekonomické bilance procesu. Technicko-ekonomické studie však potvrzují, že daná řešení nejsou za standardních tržních podmínek zpravidla ekonomicky rentabilní. Důvodem jsou zejména vysoké investiční náklady, ceny energií, výkupní ceny produktů a nízká technická vyspělost určitých technologických kroků. Zpracování odpadů v konceptu biorafinerie však nabízí příležitost efektivního decentralizovaného zpracování odpadů, minimalizaci množství skládkovaných odpadů, snížení zátěže na životní prostředí a produkci eko-inovativních materiálů. Současný stav realizací je však limitován nejen výše technickými limity, ale i nezájmem z řad investorů, vztahem poplatka versus nabídka bioproduktů a lokální legislativou.

Tento výzkum vznikl na infrastruktuře a znalostech získaných v projektu OP VVV „Centrum výzkumu nízkouhlíkových energetických technologií“.

autor: Lukáš Krátký
foto: Jiří Ryszawy



Laboratorní linka zpracování odpadu v konceptu biorafinerie (vlevo bioreaktor, vpravo zařízení pro termicko-expanzní předúpravu odpadu)

Ing. MARCEL JOGL, Ph.D.
marcel.jogl@fsv.cvut.cz

Ing. ŠÁRKA PEŠKOVÁ, Ph.D.
sarka.peskova@fsv.cvut.cz

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

V době vyspělých technologií, kdy se potýkáme s výzvami udržitelnosti životního prostředí a potřebou snížit uhlíkovou stopu stavebního průmyslu, je jednou z oblastí, která si získala značnou pozornost, výroba prefabrikovaných betonových dílů. Výzkum se zaměřuje na energetickou, materiálovou a ekonomickou úsporu při výrobě prefabrikátů za použití recyklovatelných druhotných materiálů (vedlejších produktů či minerálních odpadů) ve stavebním inženýrství.

Prefabrikované betonové dílce

Využití jemnozrnných druhotných surovin



Cement je tradičně primárním pojivem v betonu, jeho výroba je však nejen energeticky náročná, ale je také jedním z hlavních zdrojů emisí CO₂ na světě. Každá tuna běžného portlandského cementu, která se vyrobí, uvolňuje do atmosféry v průměru podobné množství CO₂, tedy celkem zhruba 6–8 procent všech umělých emisí uhlíku.

V oblasti produkce prefabrikovaných betonových dílů probíhá transformační posun směrem k udržitelnosti a efektivnímu využívání zdrojů, které zahrnují integraci jemného popílku a strusky z průmyslových procesů do moderního stavebnictví. Popílek, typicky pocházející ze spalování práškového antracitu, černého či hnědého uhlí, a struska, vedlejší produkt tavení kovů, mají jedinečné vlastnosti, které z nich činí ideální kandidáty pro zvýšení výroby prefabrikovaných betonových dílců. Jejich pucolánové a latentní hydraulické vlastnosti, jsou-li pečlivě zpracovány a použity do betonových směsí, přináší řadu výhod. Mohou zvýšit pevnost a trvanlivost betonu, a zároveň snižují spotřebu nadměrného obsahu cementu. To snižuje nejen náklady, ale i dopad na životní prostředí spojený s výrobou cementu. Tento inovativní přístup představuje klíčový okamžik na cestě stavebního průmyslu k ekologičtějším a účinnějším stavebním materiálům. Na vývoji inovací v oblasti stavebních

materiálů se dlouhodobě podílí i výzkumné pracoviště Experimentálního centra Fakulty stavební ČVUT. Využití druhotných surovin při výrobě prefabrikovaných betonových dílů je předmětem zkoumání centra ve spolupráci se společností HOCHTIEF CZ a.s. již několik let.

Jedním z příkladů je návrh betonové samozhutnitelné směsi s 50procentní náhradou tradičního cementu ternárním pojivem obsahujícím popílek. Z této směsi pak byla zahájena výroba železobetonových desek určených pro vznik protihlukových bariér. Ty nacházejí uplatnění v různých stavebních a architektonických aplikacích, včetně obytných, komerčních a průmyslových budov. Jsou navrženy tak, aby minimalizovaly přenos zvukových vln z jedné strany stěny na druhou a řešily tak všudypřítomný problém znečištění hlukem v moderní městském prostředí. Toho je dosaženo výběrem vhodných materiálů a aplikací specifických stavebních technik, které zlepšují zvukově izolační vlastnosti stěny. Výzkumníci v této oblasti zkoumají různé faktory, které přispívají k akustickým vlastnostem těchto stěn, včetně složení betonových směsí, použití přísad pohlcujících zvuk a návrhu stěnových sestav.

Dalším příkladem je produkce vibrolisovaných betonových tvárnic se 100procentní náhradou přírodního kameniva struskovým kamenivem a 50procentní náhradou konvenčního cementu pojivem tvořeného primárně kombinací jemné strusky a popílku. Výrobky z vibrolisovaného betonu zahrnují

širokou škálu aplikací od dekorativních panelů až po přesně dimenzované konstrukční prvky, jako jsou dlažby, bloky a ztracená bednění. Bednicí tvárnice jsou velmi jednoduchým stavebním materiálem pro rychlou a efektivní tvorbu stěn, obvykle vylévané betonovou výplní. Kromě toho jsou staticky poměrně stabilní a mají dobré fyzikální vlastnosti. Lze je také použít pro izolační účely, a to jak v rámci rekonstrukčních projektů, tak nových stavebních prací. Vibrolisování betonu spočívá především v hutnění, které přispívá k homogenitě konečného produktu. Nejprve je přesně navržena bednicí forma naplněna čerstvou betonovou směsí. Na směs ve formě je vyvíjen řízený tlak a na formu je dále aplikována vibrační energie, která usnadňuje konsolidaci betonu.

Využití druhotných surovin, které jinak končí jako odpad, při výrobě prefabrikovaných betonových dílů se jeví jako přesvědčivá cesta pro energeticky efektivní stavební postupy. Snížení uhlíkové stopy při výrobě stavebních materiálů je nejen v souladu s trendy na trhu a může vést ke zvýšení konkurenceschopnosti, ale také reaguje na stále přísnější mezinárodní regulace tvorby emisí. Snížení uhlíkové stopy ve stavebnictví je vědecky relevantní, a také klíčové pro dlouhodobou udržitelnost stavebního sektoru a naší planety.

autoři: Marcel Jogl,
Šárka Pešková
a Jan Valentin
foto: Marcel Jogl

Vodíkové motory |

Laboratorní experimenty na reálných komponentách

Od 70. let minulého století probíhal v laboratořích tehdejší katedry automobilů a spalovacích motorů na Strojní fakultě ČVUT, předchůdci dnešního Centra vozidel udržitelné mobility, výzkum využití alternativních paliv pro pozemní dopravu. Poptávka po využití alternativních paliv tehdy byla vyvolána tzv. „velkou ropnou krizí“. Od té doby průběžně probíhají výzkumné a vývojové činnosti zaměřené na využití nekonvenčních paliv ve spalovacích motorech. Významná část aktivit byla zaměřena na výzkum a optimalizace pohonů na zemní plyn. Nynější poptávka po alternativních palivech a pohonech je vyvolaná nutností zmírnění dopadů klimatických změn a požadavkem na eliminaci emisí lokálních škodlivin.



[1] Skříň elektrického generátoru s vodíkovým palivovým článkem a baterií.

[2] Sestava modulárního elektrolyzéru a sušičky vodíku.

[3] [6] [7] Experimentální jednoválcový motor TATRA.

[4] Uživatelské rozhraní elektrického generátoru s vodíkovým palivovým článkem.

[5] Experimentální jednoválcový motor ŠKODA.

Jako perspektivní se jeví využití vodíku, v ideálním případě pocházejícím z obnovitelných zdrojů. Jedním ze základních aspektů aktivit Centra vozidel udržitelné mobility je pragmatické respektování technologické neutrality. Za tím účelem se výzkumné a edukační aktivity soustředí na možnost využití vodíku jako paliva pro pístové spalovací motory a nově pro využití ve vodíkových palivových článcích. V rámci laboratorní výuky studenti provádějí kromě měření na spalovacích motorech též testování vodíkového palivového článku a jeho příslušenství.

Laboratoř se průběžně vybavuje infrastrukturou pro zásobování testovaných objektů vodíkem při jejich experimentálním výzkumu. Součástí infrastruktury je elektrolyzér používaný pro vlastní výrobu vodíku, a to i v kvalitě vhodné pro použití v palivovém článku. Funkcionality elektrolytické výroby vodíku jsou také předmětem demonstrace pro studenty.

Palivový článek

Počátečním projektem inovace rozsáhlého laboratorního zázemí bylo vybudování facilit pro testování pohonu s vodíkovým palivovým článkem a jeho příslušenstvím. Elektrický generátor H2CleanGen s vodíkovým palivovým článkem s protonově propustnou membránou s výkonem 3 kW a bateriovým úložištěm o kapacitě 9 kWh dodala

česká firma LeanCAT. Systém byl v roce 2022 oživen a integrován do laboratoře. V rámci podpůrných projektů byly vytvořeny podklady pro jeho využití při laboratorních cvičeních posluchačů předmětů v českém i mezinárodním studijním programu. Úvodní laboratorní úloha byla zkušebně aplikována v rámci výuky v zimě 2022. Úloha studenty seznamuje s principem vodíkového palivového článku, neboť vzhledem k novosti tohoto odvětví se u studentů nepředpokládá předchozí znalost vodíkových technologií. Na cvičení se studenti seznámí s konkrétní aplikací palivového článku v elektrickém generátoru, se systémem měření a obousměrnou výměnou dat mezi systémem generátoru a měřicím PC přes rozhraní OPC UA. Úloha spočívá v popisu procesu rozběhu, vykrývání spotřeby elektrické energie vestavěnou baterií a postupného zatěžování článku elektrickou zátěží s řízením výstupního proudu a ohřevem článku na provozní teplotu.

Vzhledem ke klimatickým podmínkám v laboratoři v zimním období se studenti seznámili i s praktickými aspekty vlivu nízkých teplot na parametry článku a vlivu kondenzace vody ve vnitřních částech článku na měřitelné parametry. Výsledkem bylo zajímavé porovnání naměřených dat v daných klimatických podmínkách s výchozí voltampérovou charakteristikou palivového článku, jak ji

prezentuje výrobce v komerční dokumentaci.

Experimentální vodíkové motory

Ve spolupráci s firmami Škoda Auto a.s. a Tatra Trucks, a.s., Centrum provozuje dva experimentální jednoválcové vodíkové motory. První odpovídá válcové jednotce motoru osobního a lehkého užitkového vozidla a druhý reprezentuje válcovou jednotku z motoru pro nákladní automobil. V současnosti na obou probíhá výzkum spalování velmi chudých směsí vodíku a vzduchu. Z měření jsou získávány praktické charakteristiky spalování a energetických a emisních vlastností motoru. Výsledky jsou využívány pro matematické simulace a modelové extrapolace.

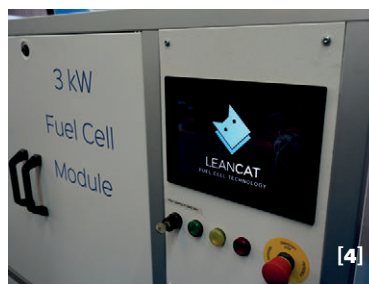
Modulární systém pro výrobu a skladování vodíku

Doposud jedinou možností, jak získat vodík pro experimenty s vodíkovými pohonnými jednotkami, byl nákup od dodavatelů technických plynů. Doprava a manipulace velkého množství tlakových lahví je časově náročný a nákladný proces. Manipulace s tlakovými lahvemi také představuje bezpečnostní riziko. Cílem dalšího projektu bylo postupné vybavení a kompletování vodíkové infrastruktury v laboratoři Centra udržitelné mobility s možností vlastní výroby vodíku.

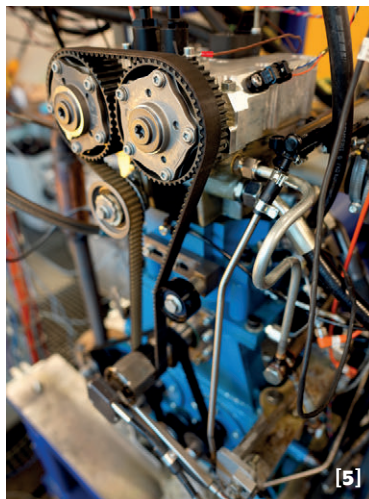
Nejdůležitějším prvkem je elektrolyzér pro výrobu čistého vodíku. Technický vývoj v této oblasti přinesl dostupnou technologii alkalického membránového elektrolyzéru s relativně nízkými náklady při dostatečném množství a výstupním tlaku až 35 bar, který snižuje nároky na další stlačování plynu pro jeho skladování. Výsledkem projektu je systém umožňující kontinuální, zabezpečený a bezobslužný provoz výroby elektrolytického vodíku pro potřeby univerzitní laboratoře. Modularita zvoleného řešení umožňuje další rozšiřování výrobní kapacity – aktuálně je 2 Nm³ vodíku za hodinu, což odpovídá výrobě cca 4 kg vodíku za 24 hodin.



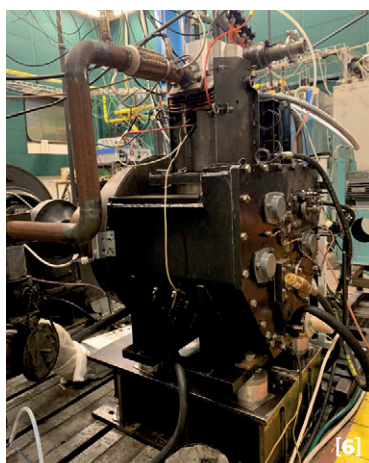
[2]



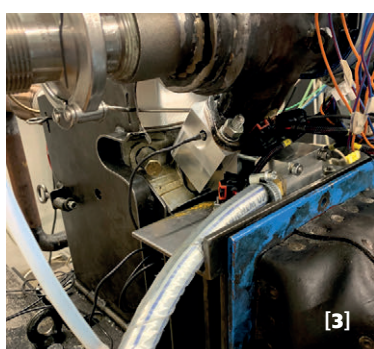
[4]



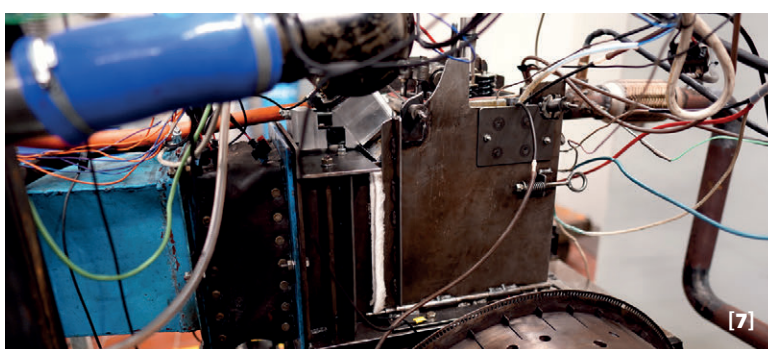
[5]



[6]



[3]



[7]

V přípravě je projekt na úložiště cca 18 kg vodíku při tlaku 200 bar. Na tuto hodnotu se bude vodík stlačovat pomocí tlakového násobiče hnaném stlačeným vzduchem z rozvodu laboratoře.

Provádění experimentů na reálných komponentách vodíkových pohonů umožňuje získávání vlastních poznatků, které lze konfrontovat s informacemi získávanými

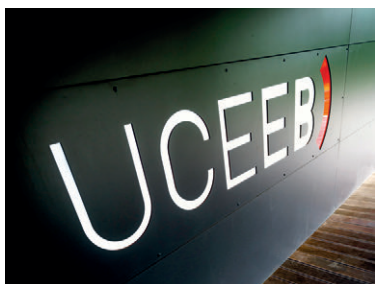
dříve pouze z řešerší veřejně dostupných zdrojů. Bylo například experimentálně zjištěno, že účinnost elektrického generátoru s palivovým článkem ve stavu, jak byl optimalizován dodavatelem a v reálných provozních podmínkách, je srovnatelná s generátorem poháněným spalovacím motorem.

Hlavním cílem zavedení demonstrací vodíkových pohonů, vo-

díkových technologií obecně a měření jejich charakteristických vlastností do studijních programů Fakulty strojní je přizpůsobení obsahu výuky dopadům rozhodnutí EU na vývoj dopravní infrastruktury a souvisejících průmyslových aktivit. Zároveň se tak zvyšuje atraktivita studijního oboru.

autoři: Jiří Vávra, Michal Takáts
foto: Jiří Vávra

Experimentálně bylo zjištěno, že účinnost elektrického generátoru s vodíkovým palivovým článkem ve stavu, jak byl optimalizován dodavatelem a v reálných provozních podmínkách, je srovnatelná s generátorem poháněným spalovacím motorem.



Ing. MARTIN VOLF, Ph.D.
martin.volf@cvut.cz



Ing. JULIE ŽELEZNÁ, Ph.D.
julie.zelezna@cvut.cz



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

Udržitelné stavebnictví

Stavby jsou tradičním lidským výrobkem tisíce let. V posledních letech ale už není pochyb o tom, že stavebnictví bude muset pro spoustu zavedených postupů najít šetrnější alternativu. A vzhledem k tomu, jaký vliv na naši planetu stavby mají, bude potřeba cestu k udržitelné výstavbě hledat rychle.

Pod pojmem udržitelná výstavba si ale může každý představit něco jiného. Stejný název nese i výzkumný tým Univerzitního centra energeticky efektivních budov ČVUT (UCEEB) a svým širokým záběrem ukazuje, jak komplexní problematika udržitelné výstavby je.

V první řadě jde skutečně o spotřebu energie a dopad budov na životní prostředí. Poměrně často a dlouho byly opakovány věty o tom, jak budovy spotřebovávají až dvě pětiny z celkově vyrobené energie a že podobný podíl mají i na produkci emisí skleníkových plynů. Evropská i národní legislativa už zareagovali: od roku 2027 nás postupně čekají nové budovy s nulovými emisemi a v roce 2050 máme mít plně dekarbonizovaný celý fond budov. Směřuje k tomu nová evropská směrnice o energetické náročnosti budov, tzv. EPBD. Teď je na stavebnictví najít rozumnou cestu k této udržitelné budoucnosti.

Implementace této směrnice bude probíhat zřejmě odlišně v různých zemích, ale v první řadě musíme znát, jak na tom jsme nyní a čeho se dá s dostupnými technologiemi dosáhnout. Tento přístup podporuje aktuální zapojení UCEEDB do mezinárodního projektu INDICATE, který usiluje o urychlení rozvoje politik zaměřených na uhlíkovou stopu budov v celé Evropě. Projekt má za cíl zajistit klíčová data o uhlíkové stopě budov v celém jejich životním cyklu - tzv. „Whole Life Carbon (WLC)“, a to zpracováním

velkého počtu případových studií. Česká republika je v projektu jednou ze tří pilotních zemí spolu s Irskem a Španělskem a zpracovává 50 studií. Kromě vyhodnocování uhlíkové stopy je ovšem záměrem projektu oslovit co největší počet zainteresovaných stran (projektanty, architekty, stavební firmy, developery, vývojáře software aj.) a zapojit je do procesu implementace WLC do praxe ČR, a především spolupracovat se státní správou – především s Ministerstvem průmyslu a obchodu a Ministerstvem životního prostředí.

Zároveň ale udržitelnost budov znamená i komplexní kvalitu budov. Vedle přesně definované energetické nebo emisní úspory toto představuje i řadu čísel nepopsatelných parametrů. Dlouhodobě udržitelné budovy musí s sebou nést také architektonickou, provozní a uživatelskou kvalitu. Znamená to přemýšlet v souvislostech a v procesu tvorby konceptu využívat integrovaný návrh. Skloubení technických parametrů budovy s jejím architektonickým výrazem, provozními a uživatelskými preferencemi, kvalitou vnitřního prostředí a zároveň uvažovat různé scénáře v rámci budoucího provozu nebo demolice není jednoduché. Bohužel dnes ale není nezvyklé, že jsou budovy demolovány nebo zásadně přestavovány výrazně před dosažením své technické životnosti kvůli morálnímu zastarání nebo nevalné kvalitě návrhu. Tomu se do budoucna musíme umět vyhnout, každá demolice a nová výstavba znamená

nový výrazný dopad na životní prostředí.

Žádné změny se nedělají snadno a konzervativní stavebnictví vůbec není výjimkou. K udržitelnosti proto také přispívá i samotná práce s uživateli budovy nebo dotčenou veřejností. Příkladem pilotního projektu je Evropskou komisí financovaný projekt ARV (<https://green-deal-arv.eu/>), který na několika místech v Evropě hledá cesty pro zavedení uhlíkově pozitivních komunit. Projekt si klade za cíl zrychlit energetické renovace a implementaci opatření zaměřených na cirkulární ekonomiku a problematiku změny klimatu v oblastech stavebnictví a energetiky. Na budově rekonstruované polikliniky se objeví řada dílčích inovací: od tepelných čerpadel nové generace po zelené střechy se substrátem využívající recyklované materiály.

Partnerem našemu univerzitnímu centru při zavádění inovací v tomto projektu do praxe je Město Karviná. UCEEDB spolu s městem témata udržitelnosti prezentují veřejnosti i studentům v místních školách, kteří mají možnost se přímo do projektu zapojit, některá opatření navrhnout a jejich fungování ověřit. Rozšiřováním znalostí o udržitelnosti se tak připravuje půda pro širší a rychlejší aplikaci potřebných šetrných opatření i na dalších budovách v regionu.

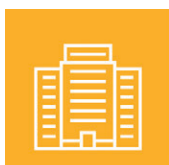
autoři: Martin Volf,
Julie Železná, Jan Růžička
foto: Jiří Ryszawy

Ing. KATEŘINA KLEPAČOVÁ
katerina.klepacova@fsv.cvut.cz

Ing. MARTIN VOLF, Ph.D.
martin.volf@cvut.cz

SBToolCZ | Jak měřit udržitelnost budov?

Udržitelná výstavba není jednoduchý proces. Do kvalitního výsledku zasahuje celá řada aspektů, a to nejenom z environmentálního hlediska. Pro úspěšný návrh i realizaci budovy je důležité sledovat všechna vstupní kritéria, jejich propojení, ale i protichůdné požadavky. Jejich roli v komplexním pohledu, ale i jejich dopady v případě vynechání. Vhodným pomocníkem v tomto procesu jsou nástroje multikriteriálního hodnocení budov.



Nástroj SBToolCZ je využitelný pro pět typologií – administrativní budovy, rodinné domy, bytové domy, základní a střední školy a budovy terciárního vzdělávání (univerzity aj.).

Počátek vývoje certifikačních nástrojů sahá více než 30 let zpět do minulosti. V té době se poprvé objevil pojem green buildings (zelené budovy) a s ním i snaha dostat do návrhu budov respekt k životnímu prostředí. Časem se environmentální pohled doplnil i o řešení problematiky sociální a ekonomické. Vznikl tak model třech pilířů udržitelnosti, ze kterého vycházíme dodnes při vývoji národního nástroje pro hodnocení komplexní kvality budov, český SBToolCZ.

První verze SBToolCZ vznikla v roce 2009, a to jako nástroj pro typologii bytových domů. Následovaly metodiky pro další objekty. V roce 2022 proběhla rozsáhlá revize stávající struktury a textů. Mimo jiné se sjednotila kritéria napříč typologiemi, která hodnotí výslednou udržitelnost. Následně panel expertů změnil váhy kritérií podle aktuální světové situace. Původní knižní podoba se změnila na uživatelsky přívětivé online prostředí. SBToolCZ je tak volně přístupný komukoliv koho zajímá, na jaká kritéria se máme zaměřovat v podmínkách

české legislativy při návrhu udržitelných budov. Během roku 2022 byly původní čtyři varianty nástroje pro bytové a rodinné domy, administrativní budovy a školské objekty rozšířeny ještě o variantu určenou k hodnocení budov pro terciární vzdělávání, tedy zejména univerzitní. Pilotní nasazení této verze nástroje se plánuje pro chystanou rekonstrukci jedné z budov Fakulty stavební ČVUT.

Nástroj SBToolCZ pro stavby pro terciární vzdělávání byl též představen na unikátním meziuniverzitním projektu CRP Unilead I. Na jednom z workshopů pořádaným týmem udržitelné výstavby z Univerzity centra energeticky efektivních budov ČVUT (UCEEB) byla představena možná cesta k udržitelnosti na univerzitách právě pomocí tohoto nástroje.

Celkové bodové ohodnocení a ekvivalentní stupeň kvality znázorňuje SBToolCZ pomocí čtyřech stupňů certifikátu, a to základního, bronzového, stříbrného a zlatého. Aby byla dodržena komplexní kvalita návrhů, je u zlatého a stříbrného cer-

tifikátu požadován minimální počet bodů u vybraných kritérií.

Nejnovější certifikát byl udělen v minulém roce návrhu budovy střední školy CPTH Českobrodská v Praze. Rekonstrukce dosáhla nejvyšší kvality, tedy zlatého certifikátu. K takto kvalitnímu výsledku bylo zapotřebí zásadně snížit spotřebu energie. Znamenalo to v rámci rekonstrukce vyměnit obálku budovy a osadit šetrné a obnovitelné zdroje energie. Na objektu najdeme fotovoltaické panely, ve třídách řadu senzorů hlídajících kvalitu vnitřního prostředí. Na pozemku školy je též bateriové úložiště, které řeší přebytek energie z fotovoltaických panelů. S velkou pečlivostí byly vybrány i materiály. Za zmínku určitě stojí dřevěný obvodový plášť Envilop vyvinutý na UCEEB, jehož uhlíková stopa je oproti konvenčním řešením desetinová. Na střeše i v revitalizovaném atriu najdeme množství zeleně, stejně jako na fasádě nové budovy.

**autoři: Kateřina Klepačová,
Martin Volf**

Podstatná je i resilience

Stavebnictví by měla zajímat s udržitelností úzce související resilience, neboli odolnost. V Česku se jedná o známou problematiku, protipožární nařízení omezila použití většiny přírodních materiálů s nízkým dopadem na životní prostředí v městských budovách. Domy se tak staly z hlediska požární bezpečnosti resilientní, zastavěné prostředí se stalo odolnějším vůči nebezpečí požáru. Možná tak byla i rekonstrukce budov či následně stavebních objektů zasažených požárem.

Schopnost odolávat rizikům a nepetržitě zabezpečovat hlavní funkci budovy je nyní opět široce diskutována. Cíle udržitelného rozvoje poukazují na nejdůležitější hrozby, kterým naše civilizace v současnosti čelí. Odolnost vůči nim je nezbytná kvalita; zvyšuje efektivitu spotřeby materiálu prodloužením životnosti budovy a rozšířením jejího možného využití. Tématu se věnoval výzkumný projekt Resilientní environmentálně šetrné bytové domy (RESBy), kde se zkoumaly nejvýznamnější hrozby, zatížení a poruchy obytných budov a hledala se technická řešení, která přinesou vyšší odolnost budovám s nízkým dopadem na životní prostředí. Ukázalo se, že i dřevostavbu dnes umíme udělat bezpečnou a připravenou na hlavní rizika, která můžeme u nás očekávat: extrémní projevy počasí, energetickou chudobu, požár z exteriéru budovy nebo i pandemii. Události několika posledních let nás přesvědčily, že tyto předpoklady nebyly od pravdy vůbec daleko.

Střední škola v Zambii

Sociální aspekty udržitelné výstavby

Sociální aspekty jsou běžnou součástí naprosté většiny hodnoticích systémů komplexní kvality budov z pohledu udržitelné výstavby. Kritéria spojená s kvalitou vnitřního prostředí s ohledem na kvalitu vnitřního vzduchu, tepelně vlhkostní pohodu, akustickou pohodu, kvalitu osvětlení, míru oslunění, zdravotní nezávadnost použitých materiálů v interiéru atd. jsou obsažena ve většině metodik.

Výstavbový proces také významně socioekonomicky přímo či sekundárně ovlivňuje danou lokalitu a místní komunitu. To se týká zejména výstavby v sociálně a ekonomicky specifických podmínkách. Přitom se nemusí jednat jen o rozvojové země, ale také např. o projekty ve vyloučených lokalitách apod.

Projekty jsou často spojeny se specifickými, mnohdy tradičními, technologiemi a využívají v maximální míře stavební materiály z místní produkce tak, aby maximum ekonomických přínosů zůstalo v lokalitě. Tyto stavební materiály jsou často na přírodní bázi nebo recyklované či plnohodnotně recyklovatelné, tj. z hlediska udržitelné výstavby se jedná o velmi efektivní řešení. Tyto technologie

jsou často náročné na pracovní sílu, vyžadují větší manuální zapojení, což ale opět přispívá k ekonomickým benefitům v konkrétní lokalitě.

Nevýhodou těchto technologií je mnohdy nižší technická kvalita nebo omezené způsoby použití z pohledu „západního“ způsobu výstavby, nicméně stále se jedná o místní tradiční a stále běžné technologie. Nevýhody jsou bohatě vyváženy socioekonomickými přírůsky.

Základní principy udržitelné výstavby v rozvojových zemích byly formulovány na počátku milénia a dále rozvíjeny v mnoha publikacích, nicméně ucelená metodika pro specifické socioekonomické podmínky chybí. Hodnocení dopadů výstavby v sociálním kontextu by dále rozšířilo kontext udr-

žitelné výstavby, zároveň by pomohlo objektivně vyhodnotit v sociálním kontextu řadu technologií, které sice z našeho pohledu nejsou efektivní, nicméně v těchto projektech mohou být klíčové.

Udržitelná výstavba v sociálním kontextu patří k tématům dlouhodobě řešeným na ČVUT na UCEEB a na katedře konstrukcí pozemních staveb Fakulty stavební. Problematika je řešena v rámci výuky oboru Budovy a prostředí v povinném předmětu Specializovaný projekt 2, do kterého jsou zapojeni zahraniční konzultanti, kteří řeší rozvojové projekty. Téma je také obsahem volitelných předmětů Stavební inženýrství v rozvojových zemích a Přírodní stavební materiály. Současně je náplní řady diplomových a dizertačních prací zpracovávaných na katedře konstrukcí pozemních staveb.

Jedním ze současně řešených projektů je výstavba střední školy v zambijské oblasti Kashitu s částečným využitím přírodních materiálů. Je iniciovaný místní neziskovou New Renato Community Soci-

Petr Čanda a Jiří
Nováček v akustické
laboratoři UCEEB
(foto: Petr Čanda)



Realizační tým
s místními dobrovolníky
(foto: Jan Tilinger)



ety, která v Zambii nyní provozuje mateřskou a základní školu. Na české straně je pod záštitou Centra pro mezinárodní rozvojové projekty ČVUT (ICWD) založeného Janem Tilingerem ve spolupráci s neziskovou organizací Přátelé New Renato. Výstavba prvního objektu, budovy workshopu, odstartovala v červnu 2023. Klíčovým momentem bylo získání grantu od Rozvojového programu OSN (United Nations Development Programme), který zajistil přínos financí umožňující po několikaletech přípravách zahájit výstavbu prvního objektu.

Na realizaci projektu se podílel v manažerské pozici Petr Čanda, který sestavil tým složený převážně ze studentů FSv a FA ČVUT. Petr zpracovával projekt střední školy v Kashitu v rámci své diplomové práce a nyní je doktorandem na katedře konstrukcí pozemních staveb FSv. V rámci své dizertační práce prováděl v akustické laboratoři UCEEB (v dubnu až prosinci 2022) měření hluku z umělého deště působícího na střešní krytiny z trapézového plechu. Pod vedením Ing. Jiřího Nováčka, Ph.D., měli za úkol zhodnotit vliv zdroje akustického hluku působením dešťových kapek na komfort uživatelů v interiéru budov. Řešení střešních pláštů je cíleno na rozvojové země tropického klimatu. Pro měření hluku z deště byl vytvořen simulátor deště z plexiskla a systém jeho umístění tak, aby odpovídal normovým požadavkům dle ČSN EN ISO 10140-1. Jsou zde předepsány rozměry simulátoru deště a také výška volného pádu dešťových kapek působících na trapézový plech odpovídající hodnotě 3,5 m.

Mezi dvěma místnostmi v rámci akustické laboratoře byl zhotoven zkušební objekt, na kterém se daly měnit různé skladby střešní konstrukce s plechovou střešní krytinou. Na zkušební objekt se dá také

instalovat stropní podhled, který dokáže redukovat hluk z deště. Celkově bylo vyzkoušeno šest variant střešních souvrství, zhotovitelných v podmínkách rozvojových zemí. Jako nejlepší úpravy střešní konstrukce pro redukci hluku z deště se ukázal celoplošný záklop pod trapézovým plechem a zhotovení střešního podhledu, který má nejlepší výsledky.

Tato měření budou využita pro projekt střední školy v Kashitu, kde v podmínkách této země hluk z deště působí značný akustický diskomfort v učebnách, který může vést až k přerušení výuky. Poznatky budou aplikovány k vývoji střešního souvrství redukcí hluku z deště do potřebných limitů pro bezproblémovou výuku a zároveň redukci přehřívání interiéru, který je další negativní skutečností při použití tohoto materiálu v podmínkách subtropického pásu.

Druhým významným členem realizačního týmu projektu střední školy v Zambii je Lukáš Bejček, taktéž doktorand na katedře konstrukcí pozemních staveb FSv a člen výzkumného týmu Udržitelné výstavby na UCEEB. Ve své diplomové práci se zabýval technologií výroby nepálených hliněných cihel pomocí manuálního lisu. V rámci doktorátu rozšiřuje využití této technologie o sociální kontext a věnuje se sociálním aspektům udržitelné výstavby. Otestoval technologii výroby hliněných cihel a následně jejich mechanické vlastnosti podle daných norem. V Experimentálním centru FSv byly následně zhotoveny tři pilíře vyzděné z hliněných cihel, na kte-

rých byla provedena zátěžová zkouška pro stanovení optimálního způsobu zdění.

Následně byly navrženy a na zakázku vyrobeny dva manuální lisy na výrobu cihel, které byly z ČR odeslány do Zambie. Technologie hliněných cihel umožňuje využití lokálních materiálů a také zapojení místní komunity do procesu výstavby, což je pro úspěšnost projektu v rozvojových zemích klíčové. Technologie byla během léta 2023 při stavbě prvního objektu vyzkoušena in situ v Zambii. Lukáš Bejček přímo na stavbě během svého pobytu v Zambii proškolil místní dobrovolníky v optimalizaci hliněných směsí a polních zkouškách. Hlavním cílem je tuto technologii předat místní komunitě, aby po dokončení první budovy byli schopni stavební proces replikovat a znalosti využít při výstavbě dalších objektů, a to nejen kampusu budoucí střední školy. Kromě zodpovědnosti za technologii hliněných cihel během výstavby Lukáš Bejček pracuje pod vedením Jana Růžičky na stanovení kritérií rozšiřujících aktuální přístup k hodnocení sociálního dopadu staveb na místní komunity metodikami jako je SBToolCZ, BREEAM nebo LEED. S většinou dobrovolníků a vedením místní neziskové organizace provedl sociologický průzkum, na jehož vyhodnocení bude po návratu do ČR pracovat v rámci svého výzkumu.

autor: Jan Růžička

Projekt výstavby střední školy v zambijské oblasti Kashitu s částečným využitím přírodních materiálů je iniciovaný místní neziskovou New Renato Community Society, na české straně je pod záštitou Centra pro mezinárodní rozvojové projekty ČVUT (ICWD) založeného Janem Tilingerem ve spolupráci s neziskovou organizací Přátelé New Renato. Výstavba prvního objektu, budovy workshopu, odstartovala v červnu 2023.

> Více na www.kashituschool.org a sociálních sítích Instagram (@stavimeskoluvzambii) a Facebook (Stavíme školu v Zambii - Kashitu School)

Pojem „livable city“ označuje urbanistickou koncepci a plánování městského prostředí s důrazem na vytváření kvalitního a příjemného životního prostředí pro jeho obyvatele. Toto „obyvatelné město“ je místo, kde mohou lidé spokojeně žít, pracovat, sdružovat se i odpočívat. Koncept klade důraz na různé aspekty, které přispívají k celkovému pohodlí a kvalitě života v urbanizovaném prostředí. Ovšem jednou z nejdůležitějších částí je samotná přítomnost lidí ve veřejném prostoru.

Livable city

Participativní design a zapojení občanů



Jinočany – pocitová mapa a rozbor pozemku v rámci řešení vize rozvoje obce

Zapojování občanů a zainteresovaných stran do vypracovávání řešení pro obecní a městské objekty tak, aby odpovídaly potřebám jejich budoucích uživatelů – lidí, kteří se v nich a jejich bezprostřední blízkosti budou dennodenně nacházet, získává čím dál větší význam a představuje příklad dobré praxe v oblasti územního rozvoje měst a obcí. Kromě pochopení potřeb zainteresovaných stran a vyslyšení jejich přání je také důležitá komunikace směrem k občanům, kterým je třeba odborně a nezávisle objasňovat limity a možnosti řešených objektů.

Participace veřejnosti v plánování města spočívá v tom, že obyvatelé daného místa jsou aktivně zapojeni do rozhodovacího procesu ohledně projektů a změn, které se jich týkají. Samospráva díky

účasti veřejnosti lépe porozumí specifickým potřebám širokého spektra obyvatel, ale zároveň získá zpětnou vazbu k plánovaným záměrům. Cílem je zajistit, aby projekty skutečně vyhovovaly potřebám lidí, kteří v daném místě žijí, a aby byly dlouhodobě udržitelné. Díky participativnímu plánování se může prohloubit pocit propojení obyvatel s místem. Pokud člověk cítí sounáležitost, přijímá zároveň větší zodpovědnost a chuť podílet se na dalším rozvoji. Participativní plánování také podporuje demokracii. Z tohoto důvodu je důležité zapojování veřejnosti do rozhodování, konání společenských akcí a podpora budování komunit.

Participativní plánování zahrnuje otevřenou komunikaci a transparentnost, tedy sdílení informací s občany od samého začátku.

Místní obyvatelé dobře znají své okolí a potřeby, díky čemuž jsou schopni vidět v projektu mezery, kterých si projektant nevšiml. Spolupráce mezi občany, odborníky a designéry vede k vytváření nápadů a plánů, které jsou inovativní a přizpůsobené konkrétním potřebám dané komunity. Zároveň tím mají obyvatelé šanci přijmout plánovaný záměr za svůj a stát se součástí realizačního týmu, což minimalizuje potenciální odpor proti novému projektu. Zapojení veřejnosti přitom musí být pečlivě promyšlené a mělo by probíhat ve správné fázi procesu, jinak se může stát, že bude kontraproduktivní a nepřinese očekávané výsledky.

Univerzitní centrum energeticky efektivních budov ČVUT nabízí podporu obcím mimo jiné právě i s participačním plánováním. Pod dohledem sociologů a psychologů proběhnou nejprve aktivity s občany, jejichž výstupy jsou následně zpracovány a přetvořeny za pomoci urbanistů do srozumitelné formy pro vedení obce. Tuto podporu využívají obce při řešení rozvojových ploch či při úpravě veřejného prostranství.

Jako účinný nástroj pro analýzu území lze použít například pocitovou mapu, která grafickou formou zachycuje, jak jednotlivci vnímají a organizují prostředí kolem sebe, a pomáhá lépe porozumět perspektivám a potřebám obyvatel. Může tak sloužit jako cenný vstup pro plánování budoucího rozvoje a zlepšení života v obci. Na mapě účastníci vyznačují pro ně osobně důležité či atraktivní místa a trasy, ale zároveň i negativní prvky. Mohou zde zachytit absenci průchodu, místa k setkávání či nedostatek zeleně. Po shromáždění pocitových map lze provést analýzu, ze které lze vyvodit hlavní trasy a spojení, nejproblematictější oblasti či nedostatky. Při následném porovnání této analýzy s oficiálními dokumenty rozvoje obce (například s územním a strategickým plánem, dopravní analýzou apod.) získá vedení komplexnější pohled na řešené území.

autorka: Barbora Hejtmánková

Proces návrhu budovy

Komplexní kvalita z hlediska udržitelné výstavby

Jedním z důležitých aspektů komplexní kvality budov z pohledu udržitelnosti je jejich uživatelská úroveň. Kvalita vnitřního prostředí není spojená pouze s jeho technickými aspekty, nestačí sledovat pouze technické parametry, jako je např. vnitřní teplota, vlhkost, vnitřní vzduch, osvětlení, akustické parametry atd. Důležitou součástí dobrého návrhu je spokojenost uživatelů s provozním řešením, zajištění alespoň přiměřené variability v závislosti na druhu typologie a způsobu využití, inspirativní vnitřní prostředí a designový návrh atd. Tím se snižuje nutnost a četnost stavebních úprav a změn, což přispívá k udržitelnému designu budov.

Zajistit spokojenost uživatelů je náročný proces, bohužel v našich podmínkách často podceňovaný. V praxi se návrh často soustředí pouze na zajištění technických parametrů vnitřního prostředí, zatímco proces vedoucí k dosažení spokojenosti uživatelů je opomíjen. Často pak v praxi nastává situace, kdy projektanti a technici deklarují soulad návrhu s normovými požadavky na kvalitu vnitřního prostředí, přesto jsou s ním uživatelé nespokojeni.

V rámci spolupráce výzkumných týmů Udržitelná výstavba a Participativní plánování a design v Univerzitním centru energeticky efektivních budov ČVUT byla vyvinuta a v praxi ověřena metodika zapojení cílových skupin v rámci výstavbového procesu s cílem zajištění maximální míry uživatelské spokojenosti. Tento postup pak byl implementován do dalších metodik.

Pro správné nastavení uživatelských priorit, provozního konceptu

a kvalitního vnitřního řešení je klíčová tzv. přípravná fáze projektu, jejímž výsledkem má být přesné zadání pro architekty a projektanty.

V celém procesu je nejprve na základě podnětu formulován ideový projektový záměr. Následně je třeba identifikovat dotčené cílové skupiny a určit míru a způsob jejich zapojení do přípravné fáze, tj. zajistit participativní plánování. V této fázi je zapojení cílových skupin provedeno formou průzkumu potřeb a jejich vyhodnocení. Na jeho základě je podrobně specifikován projektový záměr.

Výsledkem celého procesu je formulace zadání, které je podkladem pro architekty a projektanty pro zpracování návrhu stavby nebo stavební úpravy. Součástí přípravy projektu je také shromáždění všech dostupných projektových podkladů, zajištění technických průzkumů, okrajových podmínek návrhu atd. U rozsáhlých projektů je již v této fázi ideální zapojení odborníků, kteří zadavatele/iniciátora přípravnou fází provedou. S formulací projektového záměru může pomoci architekt nebo projektant, který v případě potřeby zpracuje ideové varianty architektonického nebo technického řešení, které jsou pak využity jako podklad pro diskusi s cílovými skupinami. S identifikací a zapojením cílových skupin může pomoci i sociolog, který formuluje, zpracovává a vyhodnocuje průzkum potřeb. Architekt nebo technik pak může jeho výsledky zpět vtělit do finální formulace zadání.

Ve fázi návrhu stavby nebo stavební úpravy je důležitá úvodní

etapa, kdy na základě formulovaného zadání vznikají varianty řešení. Pro technické úpravy se v této fázi navrhuje tzv. technická studie. Vhodné řešení je pak vybíráno ve spolupráci s cílovými skupinami, které pomáhaly definovat zadání.

Zapojení budoucích uživatelů do úvodních fází projektu pomáhá porozumět navrhovaným řešením v celém kontextu, vede tak k vyšší míře akceptace navržených řešení a pochopení zvolených kompromisů v náročném procesu. Tím se přirozeně snižuje případná míra jejich nespokojenosti. Do participativního procesu by měly být odpovídající formou zapojeny všechny cílové skupiny, přitom forma zapojení může zahrnovat dotazníkové šetření, tematické tvůrčí workshopy, přednášky, besedy, diskusní schůzky atd.

Tento proces byl ověřen na několika projektech v praxi, např. u Rozšíření kapacit ZŠ a MŠ Oty Pavla v Buštěhradě (realizován v letech 2015–2016), kde se synergickými efekty podařilo významně zlepšit kvalitu budovy a jejího okolí. Podobným způsobem byl řešen projekt Rekonstrukce ZŠ v Postřekově v letech 2016–2021.

Systematizované zkušenosti z těchto projektů byly následně implementovány do řady metodik, které UCEEB vyvíjí nebo na jejichž vývoji se podílelo, jako je např. Metodika adaptace školských staveb na změnu klimatu či metodika SBToolCZ.

autor: Jan Růžička
foto: Jiří Ryszawy



Voda ve městě

Kvalita veřejných prostranství

Stále ještě je možné setkat se s názory, které vnímají dešťovou vodu jako problém, který je třeba vyřešit jejím co nejrychlejším odvodem do kanalizace. Takové přístupy jistě vychází z určité minulé zkušenosti, kdy dešťová voda působila škody na majetku, podmáčela pozemky, zatopila ulice. Pojďme se ale nyní podívat na dešťovou vodu jako na příležitost, která nám pomůže zlepšit naše nejbližší prostředí. A zároveň na inovativní, a přitom přírodě blízké přístupy a nástroje, pomocí kterých můžeme tohoto příznivého stavu dosáhnout.



Mezioborový tým složený z odborníků z ČVUT UCEEB a UJEP IEEP (ve složení Ing. arch. Martina Sýkorová, Ing. Jan Macháč, Ph.D., Ing. Pavel Tománek, Ing. Lýdia Šušlíková, Ing. Markéta Habalová, Ing. Marek Hekrl, Mgr. Nicol Staňková a Ing., arch. Martin Čtverák) na základě dvouletého společného výzkumu zpracoval pro zástupce měst a obcí metodiku Voda ve městě o tom, jak s dešťovou vodou hospodařit v městském prostředí.

Existuje celá řada opatření pro hospodaření s dešťovými vodami,

které umožňují dešťovou vodu využít v místě jejího dopadu podle našich potřeb a podle základních charakteristik daného místa. Opatření je možné dělit různě, například podle typu prostředí, do kterého jsou srážkové vody odváděny, nebo prostorového uspořádání. V metodice Voda ve městě jsme zvolili přístup rozdělení podle jejich primární a také nejvýznamnější vodohospodářské funkce.

Dešťovou vodu můžeme buď jímát do akumulčních nádrží a dále ji využívat pro závlahu v suchém období, nebo ji můžeme nechat zasáknout do podloží a tím přispějeme k nasycení půdy vládou, nebo ji můžeme po určité dobu pozdržet, čímž v určitý okamžik ochráníme místní potok před vylitím ze svého koryta. Ideálním řešením je vzájemně propojovat kategorie i jednotlivá opatření do nich zařazená a vytvářet tak tzv. dešťový řetězec. Aby byl naplněn princip udržitelného hospodaření s dešťovou vodou, měla by být nejprve zachycena a shromážděna v akumulčních objektech pro další využití (např. závlahu). Akumulovat a využívat lze však pouze omezené množství a je snaha ji dále prioritně zasakovat v místě dopadu pomocí opatření pro zlepšení mikroklimatu a/nebo prevenci vzniku srážkového odtoku (pod tímto pojmem si můžeme představit například propustné a polopropustné povrchy nebo vegetaci), případně ji přirozeně směřovat do vsakovacích objektů. Při nedostatečné kapacitě těchto opatření nebo nevhodnosti vsakování je pak odtok

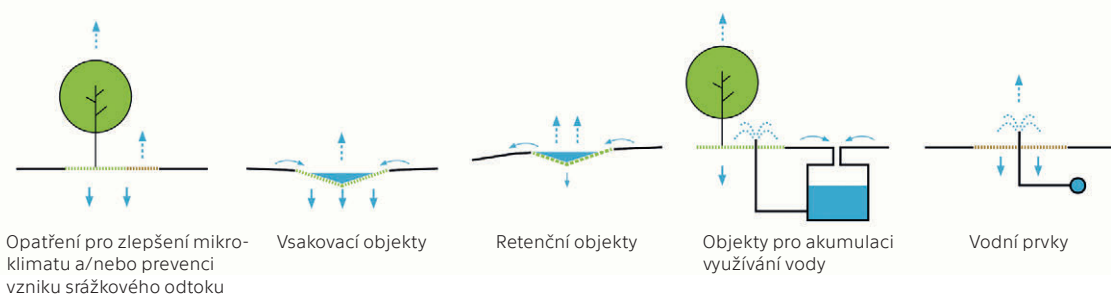
zpomalován pomocí retenčních objektů, kde je voda po určitou dobu zadržena, a dále směřuje do vodního recipientu. Pomocí široké palety technických i přírodních blízkých opatření můžeme dojít k výraznému snížení a zpomalení odtoku dešťové vody z dané lokality. Při vhodné volbě jednotlivých opatření a jejich zapojení do veřejných prostranství mohou mít pro danou lokalitu pozitivní estetický, ekologický, ekonomický i sociální přínos.

Rozvoj biodiverzity

Většina pozemků označovaných za veřejná prostranství je v majetku města. Díky tomu může město snáze rozhodovat o jejich podobě i o tom, jak budou tyto prostory naplňovat jeho vize a strategie (např. adaptace na změnu klimatu) a jaký přístup k hospodaření s dešťovými vodami bude preferovat. Zvláště ta opatření, jejichž součástí je využití zeleně, vodních prvků a propustných či polopropustných povrchů, poskytují široké spektrum přínosů nad rámec pouhého hospodaření s dešťovou vodou – ochlazují okolí, snižují znečištění prostředí a prašnost, produkují kyslík, zajišťují biotop pro další druhy, kultivují veřejná prostranství, zlepšují estetiku prostředí a přinášejí další přínosy.

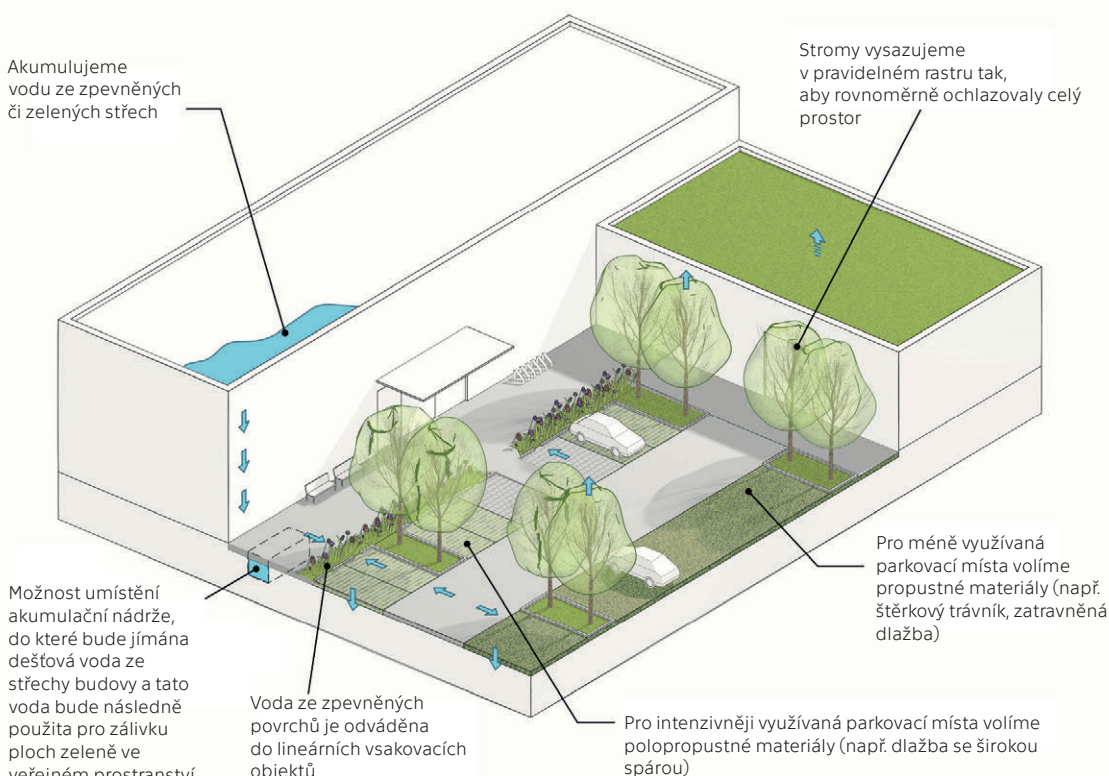
Při správné volbě typu opatření a jejich vhodné aplikaci ve veřejných prostranství mají značný potenciál přispět ke zvýšení atraktivity i architektonické kvality městského prostředí. Tento potenciál proměníme v realitu, pokud na opatření nedeme pohled pouze jako na prvky

Nejvýznamnější vodohospodářské funkce



Parkoviště se zelení vyhovuje i lidem

Příklad odlišného přístupu k realizaci parkovišť, než je typické řešení, jemuž dominují asfaltové plochy s minimem vegetace, z něhož je dešťová voda primárně odváděna do kanalizační stoky. Parkoviště u plo-
vární je ukázkovým řešením, jak aplikovat opatření hospodaření s dešťovými vodami – plochy pro parko-
vání a odstavování automobilů jsou řešeny pomocí zatravněné dlažby, místo pro osoby se sníženou schop-
ností pohybu pak pomocí dlažby se širokou spárou. Součástí je také vsakovací průleh nebo dešťový záhon,
do kterého je odváděna voda ze zpevněné asfaltové plochy, ten je navíc osázen keři i vzrostlými stromy.
Použitá přírodní řešení snižují množství a rychlost odtoku dešťové vody z lokality, přispívají k lepšímu
mikroklimatu prostoru (teplota a vlhkost vzduchu, stínění, povětrnostní podmínky) i ke zvýšení estetické
hodnoty místa. Obecně jsou taková řešení lépe přijímána i občany měst.



Ilustrativní znázornění jednoho z veřejných prostranství – parkoviště

technické infrastruktury, které primárně plní svůj účel, ale budeme je vnímat jako hodnotné plochy zeleně i vodní prvky, které jako přirozená součást veřejných prostranství přispívají k rozvoji biodiverzity, pobytových a volnočasových aktivit v prostoru. Jako konkrétní příklad může sloužit retenční dešťová nádrž se stálou hladinou. Ta se v létě stane oblíbeným místem pro řádění dětí i Relax dospělých, pokud ji doplníme vhodným mobiliářem (vory, vodními hřídkami, lavičkami, pobytovými moly), v zimě se pak promění v přírodní kluziště. Původní vodohospodářská funkce pak získává další rozměr.

Parkoviště bez asfaltu

Pro ilustrativní příklad aplikace opatření hospodaření s dešťovými vodami v praxi jsme vybrali parkoviště. Jedná se o veřejné prostranství, které mnohdy nebývá za veřejné prostranství považováno. Přitom parkování je běžnou součástí našich

měst. Parkovací plochy u významných objektů občanské nebo komerční vybavenosti dosahují obřích rozměrů. Forma návrhu zpravidla striktně následuje funkci. Na jeho estetické ztvárnění je kladen minimální důraz. Tento tradiční přístup se pak projevuje v podobě rozsáhlých asfaltových ploch bez vegetace, z nichž je prioritně dešťová voda odváděna do jednotné nebo oddílné kanalizace. Rozsáhlé asfaltové plochy jsou dále zdrojem vysokých teplot, kde tento povrch ve městě běžně dosahuje i teploty 55 °C, což není komfortní pro obyvatele či návštěvníky objektů občanské vybavenosti.

Při návrhu rozsáhlých parkovacích ploch je důležité si uvědomit, že ne všechna stání budou využívána po celou dobu existence stavby se stejnou intenzitou. Občané budou prioritně využívat ta parkovací místa, která jsou nejbližší ke vchodu do budovy, a naopak se budou vyhýbat těm vzdálenějším.

Povrch vzdálenějších parkovacích stání, která budou využívána jen při výjimečných příležitostech (jako je například v případě sportovních objektů konání významných sportovních utkání), je vhodné navrhnout jako šterkový trávník, zatravněnou dlažbu nebo jako dlažbu se širokou spárou. Pojížděné či intenzivněji využívané parkovací plochy prioritně navrhujeme z polopropustných povrchů a přirozeným spádem je navádíme do speciálních vsakovacích či retenčních objektů. Plochám parkovišť také významně prospívá výsadba vzrostlých stromů v určitém rastru (např. místo každého pátého parkovacího stání bude vysazen strom), díky nimž dochází k ochlazení prostoru a stínění zaparkovaných automobilů, což ocení uživatelé parkovišť především v letním období.

autorka: **Martina Sýkorová**

> Více na
www.vodavemeste.cz

Dekarbonizace

Pevná součást podnikatelské činnosti

Automobilka Škoda Auto se řadí mezi nejvýznamnější zaměstnavatele a exportéry v České republice, ale jde příkladem také v oblasti udržitelného podnikání, a to od výroby přes modelovou nabídku a její životní cyklus až po prodejní síť. Do konce desetiletí hodlá firma přejít na uhlíkově neutrální výrobu a flotilové emise v Evropě mají poklesnout o plných 50 procent.



Automobilový průmysl jako jedno z vedoucích strojírenských odvětví v Evropě i ČR prochází zásadní proměnou, jejímž hlavním smyslem je snížení emisí. A to nejen přechodem ze spalovacích motorů na elektrický pohon – dekarbonizace je pojata důsledně jako celý soubor opatření zasahujících prakticky do všech oblastí činnosti firem.

Ekologická výroba

Řada automobilek se přihlásila k ambiciózním ekologickým cílům a mnohé již deklarovaly záměr stát se uhlíkově zcela neutrální společností. Z českého pohledu stojí za pozornost, že se mezi ně řadí i Škoda Auto – její mateřský koncern Volkswagen stanovil, že kompletní dekarbonizace všech značek proběhne do roku 2050. Mladoboleslavská automobilka se však udržitelnému rozvoji věnuje mnohem déle.

Udržitelnost ve strojírenství znamená nejen zajištění odbytu a významných prostředků na vývoj nových technologií, ale také smysluplné zavádění nejmodernějších technologií pro snižování dopadu na životní prostředí. Proto byl již před deseti lety spuštěn ekologický program GreenFuture. Tvoří jej tři pilíře, zaměřené na hlavní oblasti podnikání: na výrobu (GreenFactory), produktovou nabídku (GreenProduct) a prodejní síť (GreenRetail).

První uhlíkově neutrální závod Škoda v ČR

V roce 2021 automobilka své environmentální cíle dále prohloubila ve strategii pro stávající desetiletí, nazvané Next Level Škoda Strategy 2030. Automobilka plánuje snížení flotilových emisí o 50 procent (ve srovnání se stavem v roce 2020), emisí v celém životním cyklu o 40 procent v porovnání s rokem 2018 či zvýšení podílu plně elektrických vozů v Evropě na 70 procent.

Do roku 2030 přejdou také všechny závody Škoda Auto v České republice a Indii na uhlíkově neutrální výrobu. První provoz již s neutrální bilancí CO₂ funguje – závod ve Vrchlabí plní tyto požadavky od roku 2020, a to jako jeden z prvních strojírenských podniků v České republice i v evropském měřítku. Tohoto cíle dosáhl použitím nejmodernějších prvků Průmyslu 4.0 i řadou pokrokových technologických opatření. Velkou roli sehrála i opatření energetické efektivity a přechod na obnovitelné zdroje energie. Zbývající – prozatím neodbouratelné – emise CO₂ byly kompenzovány pomocí Offsetů (kompenzace emisí vypuštěných do atmosféry). Od roku 2020 také v žádném z českých závodů značky Škoda nevzniká výrobní odpad, který by bylo nutné vozit na skládku: vše se recykluje nebo termicky využívá. Ač

je v současné době dekarbonizace jedním z hlavních témat udržitelnosti, nezapomíná automobilka ani na další oblasti, jako jsou zásobování vodou, biodiverzita či cirkulární ekonomika.

Nové materiály a recyklace přes 90 procent

Automobilové odvětví se řadí mezi obory s nejvyššími investicemi do výzkumu a vývoje a vývojářská základna v České republice tomu odpovídá. Škoda Auto se zaměřuje na hledání inovativních materiálů, které buď usnadní následnou recyklaci, anebo vznikají v rámci druhotného využití surovin. Již dnes recyklovatelné materiály tvoří přes 85 procent a dále využitelné přes 95 procent hmotnosti automobilů Škoda. Recykláty lze následně použít v nových vozech. Typickým příkladem jsou vedle oceli, hliníku či skla také plasty a izolační materiály, jako jsou kryty podvozku, podběhy kol či podložky do zavazadlového prostoru.

Pro některé modely jsou k dispozici látky vyrobené z 15 procent z přírodní vlny a až z 85 procent z recyklovaných PET lahví.

Druhý život trakčních akumulátorů

Samostatnou kapitolou je recyklace trakčních akumulátorů vozidel s elektrickým pohonem. Protože se jedná o průmyslově, energeticky i finančně náročné komponenty s řadou vzácných materiálů, jsou jejich životnost a recyklace důležitými hledisky. Po ukončení služby v automobilu poslouží články jako základ pro stacionární zdroje energie nejenom v prodejní síti značky Škoda, a to jak k napájení dealerství, tak k dobíjení elektromobilů.

Po úplném konci životnosti bude zajištěna ekologická recyklace každého článku, přičemž stále se lepšící metalurgické procesy by měly zajistit více než 90procentní recyklovatelnost – dlouhodobým cílem je recyklace 97 procent surovin. Ty nejvzácnější jako mangan, lithium či kobalt se znovu použijí na výrobu nových akumulátorů.

Příklady z automobilového průmyslu tak ukazují, že i energeticky náročná strojírenská výroba má potenciál k zajištění jak ekologické, tak ekonomické udržitelnosti.

text a ilustrace: Škoda Auto

Udržitelnost, únosnost a inovace

Výzkum ESG reportů pro města a obce

Jedním z velkých témat současnosti jsou otázky udržitelného rozvoje, které na celosvětové úrovni navazuje na koncept OSN, tzv. Sustainable Development Goals – Cíle udržitelnosti. Ty reprezentuje celkem 17 okruhů. Institut veřejné správy a regionálních studií Masarykova ústavu vyšších studií ČVUT se zaměřuje na výzkumy v oblasti udržitelného regionálního rozvoje, jenž klade akcent na cíl 9. Inovace a infrastruktura a cíl 11. Udržitelná sídla a komunity.

Samozřejmě nelze říci, že ostatní udržitelné cíle nejsou brány na řetel, jako například Klimatické akce, Obnovitelná energie nebo Život v krajině, ale pro regionální rozvoj je důležitá udržitelnost, únosnost, a také rozvoj inovací a s tím spojené infrastruktury, které jsou motorem udržitelného regionálního rozvoje.

Velkým aktuálně diskutovaným tématem implementace principů udržitelného rozvoje jsou tzv. ESG reporty, tedy nefinanční zprávy zaměřené na posuzování environmentální, sociální a administrativně-organizační situace organizace (Environmental, Social and Corporate Governance) ve smyslu Směrnice Evropského parlamentu. Česká republika jako taková zatím ve využití těchto nových nástrojů poněkud pokulhává za zbytkem Evropy a ESG reporty se ve firemním prostředí „rozjíždějí“ jen velmi pozvolna. Tyto reporty jsou aktuálně závazné jen pro velké podniky, nicméně jejich působnost se bude dále rozšiřovat. Pro budoucnost naší země je klíčové prozkoumat současnou pozici v otázce udržitelného rozvoje, zejména také vzhledem k poslednímu legislativnímu vývoji EU. Nová nařízení EU o kritériích ESG reportů, která se od roku 2024 stanou povinnými pro mnoho společností, vytvoří jednoznačný evaluační rámec pro země Evropské unie.

S narůstajícím tlakem médií a veřejnosti pod vlivem působení změny klimatu a dalších faktorů, jako je třeba energetická krize a válečné aktivity Ruska na Ukrajině bylo přistoupeno k ESG reportingu

i v České republice, a to zatím na úrovni větších firem (ČEZ, KB, ČSOB a další). Masarykův ústav vyšších studií (MÚVS) např. pracuje na smluvním výzkumu stanovení ESG pro významnou necentralizovanou realitní společnost, kde jsou sbírány zkušenosti s reportováním o jednotlivých budovách a sekcích, a zejména se zvyšováním potenciálu udržitelnosti ve firmách s komplikovanější strukturou.

Z dosavadního vývoje se tedy dá logicky očekávat, že ESG reporting se v blízké budoucnosti rozšíří i na města a obce. Zde je ale situace ještě méně připravená než ve firemním sektoru, neboť nejsou nastaveny adekvátní politiky a metodiky, jak tyto reporty na úrovni měst a obcí pojmout. Výzkumníci z MÚVS se začali touto otázkou intenzivně zabývat a v dubnu 2023 navázali strategické partnerství s Centrem investic, rozvoje a inovací Královéhradeckého kraje (CIRI KHK), které patří mezi první pracoviště, které se v ČR věnuje těmto otázkám v implementační rovině právě na úrovni měst a obcí.

Předmětem společné práce výzkumníků z MÚVS a pracovníků CIRI KHK je reagovat na skutečnost, že situace měst a obcí je od podnikového prostředí značně rozdílná. Předpoklad, že by bylo možné použít existující firemní ESG reporty pro města a obce „přiměřeně“, se ukazuje jako zcela nevhodný a jeho implementace by mohla v konečném důsledku vést k poškození obrazu udržitelného sídla a fungování našich měst a obcí a jejich kulturně historického a společenského

potenciálu (např. barokní paláce a historické budovy úřadů budou jen těžko splňovat náročné podmínky na energetickou soběstačnost, stejně jako požadavky na environmentálně šetrnou mobilitu půjdou jen těžko uplatnit v podmínkách zachované gotické městské struktury a parcelace bez jejího poškození, podobný problém je i s novou vegetací ve městech). Pro města a obce je proto třeba najít zcela nový přístup, jak ESG reporty pojmout a uplatňovat, a to tak, aby byl zachován a podpořen kulturně-historický a společenský kontext a potenciál měst a obcí a jejich urbanita.

Pro lepší spolupráci mezi oběma organizacemi a snadný přenos informací byl založen Facebookový profil „ESG pro obce“, kde jsou zveřejňovány inovativní myšlenky, postupy a pozvánky na odborné akce související s Adaptací měst a udržitelností (navazuje na www profil Chytrý region od CIRI KHK). V rámci aktivit obou organizací byla navázána spolupráce i uvnitř ČVUT mezi MÚVS, UCEEB a některými fakultami (např. Fakultou stavební) na přípravě navazujících projektů, i další neformální partnerství např. s Českou zemědělskou univerzitou či Agenturou Koniklec o.p.s. Jednou z větších aktivit bude např. setkání se starosty obcí a měst, které se uskuteční 9. listopadu 2023 na ČZU, kde budou prezentovány právě inovativní akce a postupy pro města a obce v rámci konceptu „Společensky odpovědné vědy“.

**autoři: Michael Pondělíček,
Vladimíra Šilhánková**

M.A. HENRIETA NEZPĚVÁKOVÁ, Ph.D.
henrieta.nezpevakova@fa.cvut.cz

REBORN DESIGN

Cílem ECO-designérské výzvy bylo dát recyklovaným materiálům vyšší přidanou hodnotu a znovu najít jejich využití. Do soutěžní přehlídky Reborn Design 2023 se přihlásilo téměř sto studentů ze sedmi univerzit. Ti měli tři měsíce na navržení udržitelných designových řešení s minimálně 95procentním využitím materiálu, který by skončil jako odpad na skládce.

Smyslem výzvy je snižování množství odpadu, šetření zdrojů a minimalizaci uhlíkové stopy výrobků. Své nápady mohli soutěžící realizovat ve čtyřech kategoriích dle materiálových výzev: odpadní plast z 3D tisku, recyklované PET folie, recyklovaný sádkarton a experimentální design mycelia.

Všechny projekty byly vystavené na Fakultě architektury ČVUT od 5. do 12. června 2023. Vítězové byli vyhlášeni 13. června 2023 v pražském Next Zone. Porota byla složena ze zástupců akademické sféry, byznysu a odborníků na cirkulární ekonomiku. Hodnotil se nejen design, ale i potenciál pro uvedení produktu na trh a technologická realizovatelnost.

Vítězové v jednotlivých kategoriích získali finanční odměny i možnost pokračovat v rozvoji své práce u některého z partnerů. „Propojení designu s principy cirkulární ekonomiky má velký potenciál přispět k větší udržitelnosti, a to zvláště ve stavebnictví. Věříme, že cirkulární přístup by měl začínat již na začátku plánování projektů. Příkladem je naše budova Mercury, při jejíž stavbě opětovně využijeme materiály ze staré budovy, kterou rozebereme. Hledáme při tom nové cesty ke snižování množství odpadu, recyklaci a opětovnému využití materiálů. Uvědomujeme si, že jde o velmi náročný a důležitý úkol, a proto podporujeme studenty, kteří přichází s inovativními řešeními,“ uvádí Eva Nykodýmová, manažerka pro oblast zdraví, bezpečnosti a udržitelnosti jednotky komerčního developmentu společnosti Skanska ve střední a východní Evropě.

„Jsme rádi, že se můžeme podílet na vzdělávání nové generace eko-designérů. Udržitelnost je součástí naší firemní strategie A Better Tomorrow. Naším cílem je recyklovat v roce 2025 90 procent odpadů. Studenti, kteří se účastní výzvy a dají tak druhý život plastu, mají možnost přispět k naší společné filozofii a vytvořit tak produkty, jejichž výroba dává ekologický i ekonomický smysl, a které dále využijeme v místech prodeje našich výrobků, nebo jako funkční prvky na letních festivalech, například Colors of Ostrava,“ říká Štěpán Michlíček, generální ředitel BAT pro ČR a SK.

autorka: Henrieta Nezpěváková



HOBBY PING PONG SET

Autorky: BcA. Tereza Johnová
a BcA. Antonie Varju

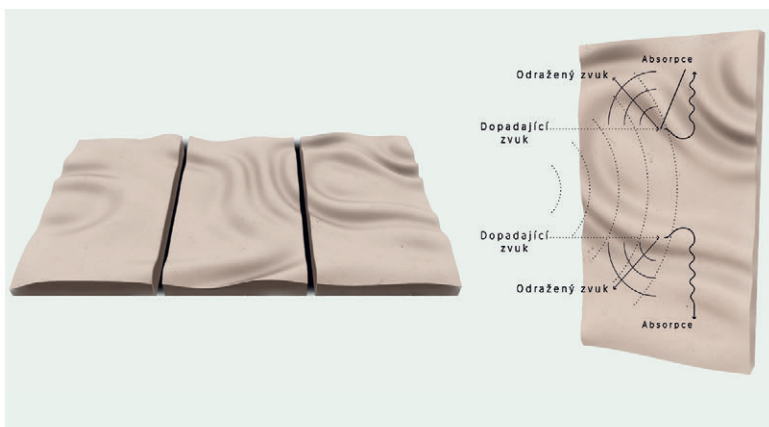
Ve sportu se recyklované plasty moc nevyužívají. Ping pong byl ideální cestou, je to rekreační sport a nároky na vybavení nejsou vysoké. Zvolený materiál má výborné odrazové a pevnostní vlastnosti. Set je určený do vnitřních prostor.



DRUMPAD – trenážer pro bubeníky

Autor: BcA. Vojtěch Vydržel

Trenažer je navržen tak, aby se dal používat na cestách i ve zkušebně nebo doma. Plastová deska i pryž jsou vyrobeny z recyklovaných surovin (termoplastu). Popruh dovoluje připevnění na nohu pro pohodlnější cvičení na cestách.



WAVY – AKUSTICKÝ OBRAZ / Autorka: MgA. Barbara Rakovská

Návrh maximálně využívá předností materiálu s dobrými termoizolačními, akustickými, absorpčními a ohnivzdornými vlastnostmi. Studentka propojila přírodní materiál s příjemnou přírodní estetikou, do kompozitu zpracovala část sádkartonového odpadu, jako reakci na ekologickou výzvu společnosti Skanska, a tak navrátil materiál do udržitelných administrativních budov společnosti.



SLUNEČNÍ BRÝLE – AIO

Autorka: Kateřina Panošková

Brýle určené pro návštěvníky hudebních festivalů jsou vyrobené z recyklovaného PET nebo lisovaného odpadu z 3D tisku. Autorka využívá rozmanitou barevnost vstupních materiálů, každý kus je originál, v nabídce je i několik tvarů brýlí.





PŘESOUVACÍ DESKA

Autor: BcA. Vojtěch Vydržel

Pomůcka z recyklovaného termoplastu slouží k usnadnění přesunu mezi invalidním vozíkem a postelí nebo židlí. Snížená váha přispívá k pohodlnější manipulaci. Produkt byl pozitivně hodnocen pro jeho snadnou a ekonomicky nenáročnou výrobu a společenský přínos.



MUN – ŠATNÍ RAMÍNKO

Autorka: BcA. Karolína Petřeková

Ramínko je vyrobeno z odpadu z 3D tisku a nabízí alternativní materiálové řešení k stávajícím plastovým výrobkům, které jsou v průmyslu problematické na recyklování. Zaujalo porotce ze společnosti MIDA consulting jako vhodná varianta pro ekologicky zaměřené oděvní řetězce.



FESTIVALOVÝ STÓLEK S TÁCEM

Autorka: BcA. Karolína Petřeková

Pomůcka pro festivaly a pikniky, která zpříjemní nošení nápojů a jejich konzumaci. Je vyroben z mixu plastového odpadu, převážně z plastových reklamních fólií, které v řádu tun končí na skládkách. Společnost Bat zvažuje jeho uplatnění, v červenci jej testovala na festivalu Colours of Ostrava.



Křeslo BATASS s výpletem z PET fólií

Autorka: BcA. Leontína Pasková

Specialitou je výplet ze starých reklamních fólií. Materiál je zachován bez nutnosti drcení a lisování. Jedná se o jedinečný způsob upcyklace.



SEDACÍ VAK

Autorka: Tereza

Cvrčková

Produkt tvoří obal z pevné PVC síťoviny obsahující skelné vlákno a výplň z odpadního materiálu, kterým je drť z PET fólie od firmy BAT, popřípadě regranulát PET nebo i drť z filamentu pro 3D tisk. Díky tomu, že je výplň na bázi polymeru, lze tento produkt umístit jak do interiéru, tak i exteriéru.



KOLEKCE RAKVÍ – MYKOFIN

Autor: BcA. Vojtěch Vydržel

Kolekce rakví a urny z podhoubí pro domácí mazlíčky. Tvar rakve je ergonomicky přizpůsoben spánkové poloze nejčastějších mazlíčků a použitý materiál dovoluje až desetkrát rychlejší rozklad. Projekt cílí na chovatele domácích zvířat, kteří hledají, jak se důstojně, ale zároveň šetrně a ekologicky rozloučit se svými mazlíčky.

KOLEKCE SVÍČEK

Autorka: BcA. Alžběta Prosová

„Zaujalo mě experimentování s myceliem. Ve spolupráci s českou firmou Yellow Candles, která pracuje s včelím voskem, jsem vytvořila kolekci svíček, svícňů a nehořlavou podložku z biokompozitu. Využila jsem jeho nehořlavé vlastnosti a biodegradabilitu,“ uvádí autorka.



Ceny za udržitelný ekodesign

Téměř všichni ocenění byli z Ateliéru Fišer–Nezpevňáková / Ústav designu FA ČVUT.

SÁDROKARTON (Ambasadorem je MYMO a Skanska)

1. Barbara Rakovská / Wavy Pabble
2. Jiří Dufek / My – stavební příčky
3. Tadeáš Rulík / Akustina

ODPAD Z 3D TISKU (Ambasadorem Prusa)

1. Tereza Johnová a Antonie Varju / Ping Pong
2. Vojtěch Vydržel / Přesouvací deska
3. Vojtěch Vydržel / Drumpad
4. Eva Procházková / Umyvadlo
5. Karolína Petřeková / Ramínka MUN a Rebeka Bartoňová / Vastum

RECYKLOVANÝ PET/FÓLIE

(Ambasadorem kategorie je Jiří Tyl z BAT)

1. Karolína Petřeková / Festivalový stůl
2. Leontína Pasková / Be Batass
3. Tereza Cvrčková / Sedací Vak

EXPERIMENTÁLNÍ DESIGN Z MYCELIA (Ambasadorem kategorie je Jakub Seifert z MYMO z. s. a Kateřina Sýsová z Plastenco)

1. Vojtěch Vydržel / Mykofin

CENA VEŘEJNOSTI ZA NEJLEPŠÍ DESIGN

Vojtěch Vydržel / Mykofin.



Brandýský závod, specialista na automobilovou elektroniku, je v rámci Continental Automotive v mnoha ohledech průkopníkem – a platí to zejména o oblasti výrobních technologií. Nejnovější hračkou, kterou dostali zdejší inženýři do rukou, je privátní 5G síť implementovaná ve spolupráci se společností T-Mobile. Do projektu se po spuštění sítě zapojí i tým doc. Ing. Jiřího Vodrážky, Ph.D., z Katedry telekomunikační techniky Fakulty elektrotechnické ČVUT.

Privátní 5G síť v Continentalu v Brandýse



Jedním z benefitů 5G sítě bude také možnost intenzivně využívat rozšířenou realitu při údržbě i řešení technických problémů.



„Privátní 5G síť urychlí komunikaci mezi roboty a dalšími výrobními zařízeními.“ Jakub Hamerník, vedoucí týmu Smart Automation



5G síť ve výrobním prostředí

Cílem privátní 5G sítě je urychlit komunikaci mezi roboty a dalšími výrobními zařízeními a usnadnit provoz autonomních logistických vozíků. Do bezpečného homogeního prostředí s výrazně nižší latencí bude připojeno více než tisíc zařízení a senzorů. Signál sítě pokryje 5000 m² výrobní plochy a zajistí jej osm přístupových bodů (radio dots) sítě 5G. Brandýský závod bude první evropskou lokací Continentalu, která bude 5G síť ve výrobním prostředí testovat.

„Začínáme využívat přednosti privátní sítě 5G v našem závodě, protože víme, že je to nezbytná podmínka pro přechod na plně digitální

firmu v rámci konceptu Průmyslu 4.0. Postupně budeme do této sítě připojovat roboty, senzory a zařízení tak, abychom maximálně využili jejich předností, které nám přinesou vyšší efektivitu výroby, omezí odstávky z důvodu nečekaných poruch zařízení a nabídnou větší přehled o celém výrobním řetězci,“ upřesňuje Jakub Hamerník, vedoucí týmu Smart Automation.

Proč Continental 5G síť zavádí?

Spuštění sítě je dalším krokem na cestě Continentalu k plně digitálnímu závodu v rámci konceptu Průmyslu 4.0. Do průmyslového odvětví přináší síť 5G velký potenciál, a to především díky naprosto bezkonku-

renčním parametrům nejen s ohledem na rychlost stahování a odesílání dat, ale také rychlost odezvy a šíří pásma či počet připojených zařízení.

Jako první bude privátní síť nasazena pro získávání dat z výrobních strojů a řešení s využitím rozšířené reality pro zaškolení nových pracovníků. Poté pomůže s využitím autonomních vozíků a strojového vidění. Navíc větší propojení výrobních zařízení, ale i třeba autonomních vozidel pohybujících se po průmyslovém areálu zvýší efektivitu i bezpečnost. Díky nízké latenci umožní zaměstnancům také dlouhodobější práci v prostředí rozšířené či virtuální reality. Firemní síť 5G poslouží pro úsporu nákladů a času při školení pracovníků či prediktivní údržbě, kdy včas zamezí potenciálním závadám a tím předejde i omezením standardního provozu výrobních linek.

Uplatnění v mnoha oborech

V Continentalu v Brandýse nad Labem momentálně běží nespočet projektů v oblasti automatizace a digitalizace, na kterých zdejší odborníci spolupracují s experty jak z řad zahraničních kolegů, tak z akademické sféry. Mnoho z nich může být i zajímavým tématem pro diplomovou práci. Chcete-li posouvat hranice využití moderních technologií při výrobě automobilové elektroniky, kontaktujte prof. Ing. Karla Duška, Ph.D., vedoucího Katedry elektrotechnologie FEL ČVUT.

**autorka: Věra Kubinová, Continental Automotive Brandýs nad Labem
foto: Continental Automotive**

Projekt BUS-GoCircular

Cirkulární ekonomika ve stavebnictví

Jedním z uznávaných principů pro zajištění udržitelné budoucnosti je cirkulární ekonomika a otázkou je, jak ji co nejefektivněji uvést do oblasti stavebnictví. Problém, který může zpomalit nebo znemožnit úspěšnou aplikaci tohoto principu, je nedostatečné množství kvalifikované pracovní síly napříč všemi úrovněmi a profesemi. Tým Katedry technických zařízení budov Fakulty stavební ČVUT je jedním z partnerů v evropském projektu BUS-GoCircular, který je zaměřen na cirkulární ekonomiku ve stavebnictví. Jeho cílem je zmapovat situaci v evropském stavebnictví z pohledu cirkulárních dovedností, vyvinout kvalifikační rámec založený na úkolech a vytvořit studijní materiály, které budou volně dostupné široké veřejnosti.

Řešení projektu vychází z osmi klíčových prvků cirkulární ekonomiky, které slouží jako základ pro tvorbu kvalifikačního rámce cirkulárních dovedností ve stavebnictví. Kvalifikační rámec pro aplikaci těchto principů je tvořen devíti hlavními oblastmi, každá je dále dělena na 8–10 dílčích podoblastí. U každé je současně uvedena profese, která v rámci své činnosti princip může implementovat (např. architekt, stavební inženýr, instalatér, pokrývač). Pro každou podoblast jsou dále definovány „jednotky výsledků učení“ (Units of Learning Outcomes - ULOs), kdy každá je popsána kompetencemi (např. nahrazení použí-

vání pitné vody alternativními zdroji), dovednostmi (např. použití alternativních zdrojů vody, které jsou vhodné pro daný projekt, sběr šedé a dešťové vody pro další použití) a znalostmi (např. alternativní zdroje vody, jako je dešťová voda, mlhová voda, mořská voda, šedá voda; pro které stavební aplikace je vhodná, použití alternativních zdrojů vody). Kvalifikační rámec svou komplexností a rozsahem patří k významným výstupům projektu a je volně k dispozici na webu projektu. Kromě orientace v problematice může pomoci definovat potřebné kompetence/znalosti pro téměř jakoukoli oblast stavebnictví, a tím říci, jakým směrem zaměřit další vzdělávání relevantních profesí.

Zároveň bylo provedeno mapování a analýza současné úrovně znalostí principů cirkulární ekonomiky u pracovníků ve stavebnictví. Byl uskutečněn rozsáhlý dotazníkový průzkum v sedmi evropských zemích. Dotazník vycházel z oblasti kvalifikačního rámce a sledoval úroveň znalostí, na jakou se dotazovaný v dané oblasti cítí a zároveň, jaká by měla být úroveň znalostí pro úspěšnou aplikaci principů cirkulární ekonomiky v jeho profesi. Výsledky průzkumu byly dále diskutovány a korigovány v každé zemi s pomocí externích poradních rad složených z odborníků pohybujících se v sektoru stavebnictví. Je patrné, že existují rozdíly mezi jednotlivými zeměmi, a tudíž je zde velký potenciál pro tvorbu vzdělávacích programů pro celý stavební sektor v rámci Evropy.

Na základě výsledků průzkumu současných a nutných dovedností a struktury kvalifikačního rámce byla vytvořena z volně dostupných materiálů banka studijních a výukových materiálů pro tvorbu školicích programů. Pro lepší orientaci v dostupných materiálech vzniklo jedenáct výukových modulů, které pokrývají 52 dovedností a 38 profesí ve stavebnictví. Dalšími výstupy jsou školicí balíčky pro malé a střední podniky, které se budou skládat z atraktivních školicích materiálů a po ukončení projektu budou volně přístupné všem organizacím, které chtějí zvýšit kvalifikaci svých zaměstnanců v oblasti cirkulární ekonomiky.

V rámci projektu probíhá i program školení školitelů, který je určen pro osoby nejrozličnějších profesí pohybujících se v oblasti vzdělávání. První takové školení proběhlo v lednu 2023 v prostorách Fakulty stavební ČVUT, další již probíhají online formou. Účastníci jsou během kurzu seznámeni s dosavadními výstupy projektu, všemi dostupnými materiály i výukovými metodami. Kurz má i svoji interaktivní část, kdy jsou ve skupinách rozdělených podle profesí vytvářeny budoucí školicí programy.

Cirkulární ekonomika představuje podle současného stavu poznání jednu ze strategií vedoucí k zajištění trvale udržitelného stavebnictví. Pro její realizaci je ovšem nezbytná řádně vyškolená pracovní síla v celém sektoru stavebnictví.

autoři: Pavla Dvořáková,

Karel Kabele

foto: Pavla Dvořáková



Uhlíkové stopy neuronových sítí

Generativní modely potřebují spoustu energie

„Mám v kapse zařízení, které je schopné zpřístupnit všechny informace známé lidstvu. Používám ho k prohlížení obrázků koček a k hádkám s cizími lidmi.“ (c) Tento citát z knihy Iana Leslieho „Curious: The Desire to Know and Why Your Future Depends On It“ (Zvědavost: Touha po poznání a proč na ní závisí vaše budoucnost) je s každým dnem aktuálnější, protože jsme obklopeni tunami destruktivních informací, z nichž většina tak či onak souvisí s umělou inteligencí (AI).

V dnešní době je těžké přehlédnout četné titulky, které zdůrazňují řešení pro zmírnění uhlíkové stopy umělé inteligence.

Informace, s nimiž se setkáváme, mohou být cíleny určitými algoritmy tak, aby měly co největší šanci upoutat naši pozornost. Mohou být zdokonalovány pomocí strojového učení a samozřejmě mohou být také generovány umělou inteligencí. Zaměřme se proto na dnes nejpoužívanější oblast, což je generativní AI.

Jednou věcí, kterou má většina generativních modelů společnou, je jejich velikost. ChatGPT nebo DALL-E 2 na domácím počítači jednoduše nespustíte. Natož tréninkový proces, který trvá měsíce a vyžaduje stovky grafických procesorů, ani náhodou. To vše má samozřejmě za následek značnou spotřebu energie. Proto je v dnešní době těžké přehlédnout četné titulky, které zdůrazňují řešení pro zmírnění uhlíkové stopy umělé inteligence.

I když je snaha o ochranu naší planety nesporně chvályhodná, snažme se zachovat si vyvážený a racionální pohled. Je nezbytné zaujmout pragmatický a objektivní postoj a vyhodnotit jak potenciální falešné hrozby, tak hrozby legitimní. Tímto způsobem můžeme rozlišo-

vat mezi problémy, které vyžadují skutečné znepokojení, a těmi, které lze účinně řídit a zlepšovat pomocí pečlivých strategií zmírňování a optimalizace.

Znalosti jsou drahocenné. V době informačního nadbytku však dochází ke zkreslení samotných informací, které jsou jejich základem. V této přemíře je stále obtížnější oddělit zrna od plev. Proto se lidé s minimálním úsilím o získání nějaké informace baví tím, že vytvářejí příběhy, písně a poezii pomocí velkých jazykových modelů, jako je ChatGPT a jeho obdoby. Nebo podněcují generativní difúzní modely, jako je DALL-E 2, aby získali obrázky krokodýla zápasícího v bahně s velbloudem ve vesmíru.

Velkým technologiím se daří přitahovat naši pozornost. Všechno má svou cenu. Uhlíková stopa umělé inteligence však není tam, kde si mnoho lidí myslí, že je. Trénování notoricky známého modelu GPT-4 bylo zapotřebí 7,5 megawatthodiny energie, což odpovídá roční spotřebě energie přibližně 700 amerických domácností. Nicméně trénink je pouze prvním krokem, provoz modelů spotřebovává ještě více energie během jejich životnosti. Společnost OpenAI údajně denně utratí 100 tisíc dolarů za provoz ChatGPT, který má pod kapotou GPT-3.5 a zmíněný GPT-4.

Zatím nic z výše uvedeného není povzbudivé, ale stále platí, že znalosti jsou drahocenné. Revoluce v oblasti umělé inteligence otevřela cestu k jejich mnohem snazšímu získávání a ve skutečnosti lze pomocí umělé inteligence mnoho procesů optimalizovat a zefektivnit. Počínaje inteligentní distribucí elektřiny, přes zlepšení energetické účinnosti budov a prediktivní údržbu až po lepší nakládání s odpady a dopravu s efektivními řešeními. To vše zvyšuje efektivitu myriád procesů a kompenzuje tak energii, která byla vynaložena na trénink modelu.

Dále je třeba vzít v úvahu rozsah. Někdo možná slyšel, že trénink a používání jednoho přiměřeně velkého modelu vyprodukuje více skleníkových plynů než pět automobilů za celou dobu jejich životnosti. Velkých modelů se přitom objeví možná tak deset každý měsíc, protože jen málo institucí má hardware na jejich trénink a ten, jak již bylo uvedeno, trvá měsíce. Nyní stačí vzít hrubý odhad, kolik aut se ročně vyrobí, a porovnat výsledky. Už to nevypadá tak špatně. Musíme také myslet na to, že vznik nejmodernějšího modelu je základem a odrazovým můstkem pro budoucí výzkum. Jak často pozorujeme, věda se vyvíjí iterativně a jeden průlom v určité oblasti s sebou nese lavinu dalších objevů.

Kde je tedy ten zakopaný pes?

Nejtěžší je přimět lidi k zamyšlení. Zda je jejich modelový prompt zkratkou k napsání zprávy, kterou po nich chtěl šéf, k vypracování domácího úkolu či napsání diplomové práce, nebo má generovat cenné informace, které nakonec uživatele dovedou k poznání. Musíme mít na paměti, že dnešní špičkové modely umělé inteligence mají velkou schopnost vést uživatele k poznání, což je skutečný dar, který nelze ignorovat, ale je třeba s ním zacházet s respektem a mírou.

Druhou možností je optimalizovat stávající řešení tak, aby byla efektivnější, což je jedno z témat, kterým se v Datalabu Fakulty informačních technologií ČVUT aktivně věnujeme. Jednou natrénované velké modely lze mírně upravit a použít pro jiné účely, aniž by bylo nutné je znovu trénovat od začátku. Díky vysoce otevřené a velkorysé komunitě AI s vášní sdílet nejnovější poznatky v oblasti strojového učení je dnes mnoho těchto modelů otevřeně k dispozici. Což je obrovská pomoc pro výzkumné instituce a nadšené badatele.

Nejtěžší je přimět lidi k zamyšlení. Zda je jejich modelový prompt zkratkou k napsání zprávy, kterou po nich chtěl šéf, k vypracování domácího úkolu či napsání diplomové práce, nebo má generovat cenné informace, které nakonec uživatele dovedou k poznání. Musíme mít na paměti, že dnešní špičkové modely umělé inteligence mají velkou schopnost vést uživatele k poznání, což je skutečný dar, který nelze ignorovat, ale je třeba s ním zacházet s respektem a mírou.

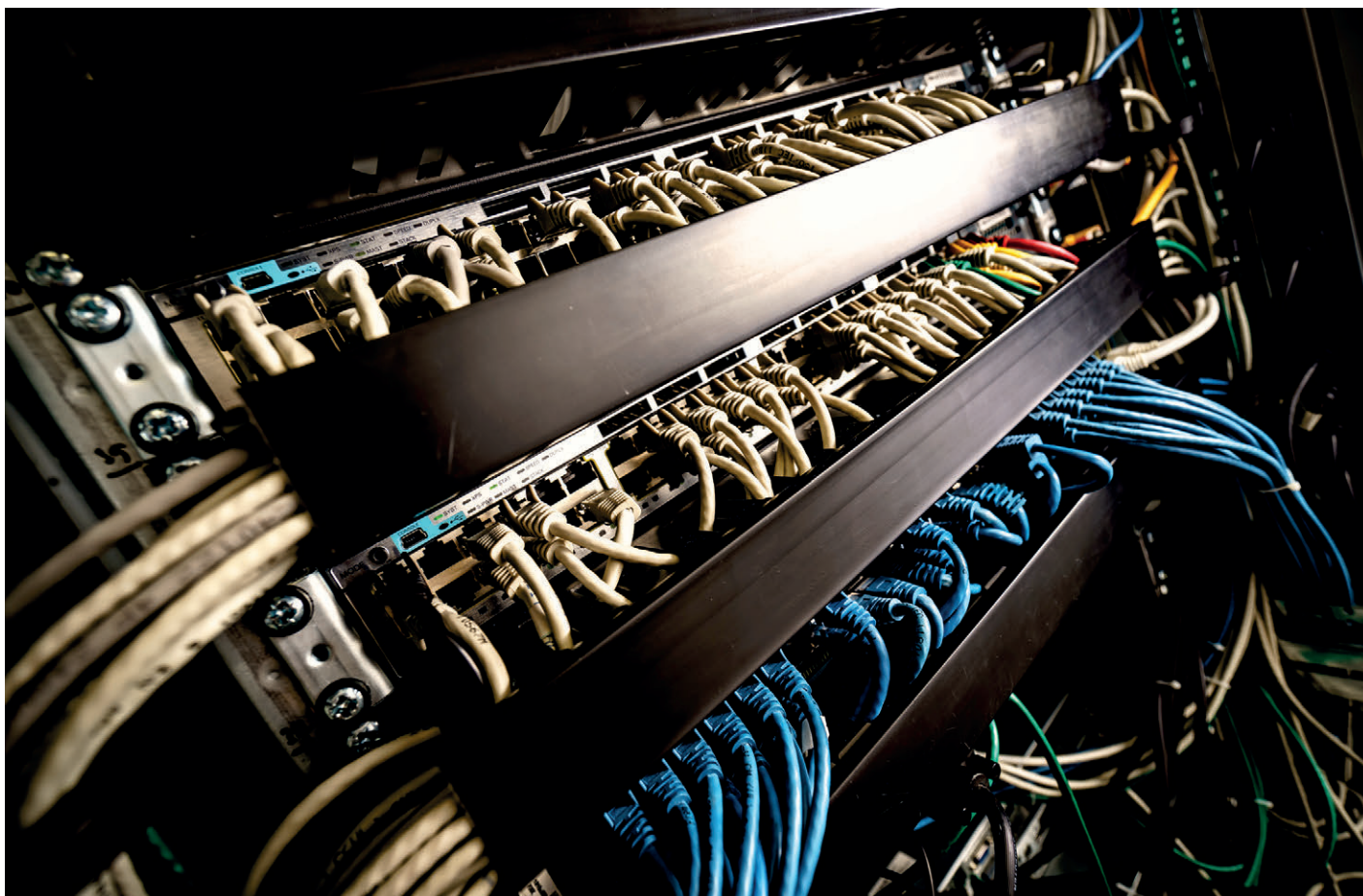
Třetí možností je použití malých modelů. V poslední době se zdá, že výzkum malých neuronových sítí chytá druhý dech, nicméně ten je stále slabý a přerušovaný. Menší modely lze použít ve specifické doméně, tj. vzdělávací, lékařské, právníké atd., namísto obrovského univerzálního modelu, který se v jedné doméně používá neefektivně. Navíc za určitých podmínek mohou být malé neuronové sítě výkonnější než jejich větší protějšky. Omezená kapacita malých sítí ze své podstaty působí jako forma regularizace, která odrazuje od přílišného přizpůsobení se trénovacím datům a často umožňuje lepší zobecnění na neznámá data. Vzhledem k omezenému počtu trénovatelných parametrů mají malé neuronové sítě tendenci učit se spíše

high-level vlastnosti datové sady než zapamatovat si všechny zvláštnosti trénovacího datasetu včetně šumu. Téměř všechny moderní neuronové sítě jsou přeparametrizované, což znamená, že model má více parametrů k trénování než samotných trénovacích příkladů. Existují způsoby, jak snížit počet neuronů v modelu, aniž by se omezila jeho výkonnost, čímž model získá větší účinnost per-parametr. Proto vývoj architektur efektivních z hlediska parametrů je dalším cílem laboratoře Datalab. Podrobně zde zkoumáme způsoby, jak trénovat malé neuronové sítě od nuly, což se liší od nejběžnějšího přístupu tzv. „prořezávání“, kdy se trénuje velká neuronová síť a poté se odstraní „nejméně užitečné“ neurony. Náš přístup však vylučuje zdrojově

náročné počáteční trénování velkého modelu. Místo toho využíváme diverzifikaci a dekorrelaci neuronů, takže každý parametr je nucen naučit se různorodé, ale správné vlastnosti datasetu.

Ačkoli uhlíkovou stopu neuronových sítí nelze přehlédnout, není to tak jednoduché, jak by se mohlo na první pohled zdát. Podle mne není věda tou, která by měla být obviňována v první řadě. Odpovědnost leží v nemalé míře na uživateli. Takže až příště otevřete jakýkoli generativní model AI API, zamyslete se nad tím, jaký je účel vašeho promptu. Mezitím my se budeme snažit, aby jeho dopad na životní prostředí byl co nejmenší.

**autor: Alexander Kovalenko
ilustrační foto: Jiří Ryszawy**



Od poloviny roku 2022 je ČVUT pod vedením řešitelského kolektivu z Fakulty stavební koordinátorem projektu Nástroje automatizace pro zhodnocení stavebních odpadů (RIA), jenž je součástí hlavního evropského programu vědy a výzkumu Horizon Europe.

Projekt spadá do oblasti, v níž Evropská komise reaguje na jednu z mnoha oblastí, které vymezila jako podstatné v rámci zelené a digitální transformace EU. Cíle, které tato výzva vymezila, se zaměřují na následující potřeby:

- Významné zvýšení míry zhodnocení stavebního a demoličního odpadu (ideálně na úroveň 80 procent celkového produkovaného objemu), přičemž cílem je prosazovat tzv. kaskádovitý přístup, jenž zahrnuje opětovné využití výrobků a materiálů, jejich recyklaci a přeměnu odpadu na druhotné materiály.

- Zvyšování podílu opětovného využívání stavebních výrobků.

- Vytvoření nových obchodních modelů a zefektivnění dodavatelských řetězců tak, aby byly upřednostňovány principy opětovného využívání výrobků a recyklace.

- Rozvíjení řešení pro vyšší míru cirkularity a směřování ke klimaticky neutrálním stavebním materiálům a pracím.

- Zaměření na řešení automatizace při dekonstrukci stávajících staveb a při procesech separace odpadových toků.

- Vývoj, testování a propagace nezbytných nástrojů digitalizace pro sledování materiálů a výrobků, včetně integrace do řízení sběru a zpracování stavebně demoličního odpadu pro různé typy staveb nebo různé případy demolice.

ČVUT bylo v polovině roku 2021 osloveno malou skupinou subjektů z Řecka, Španělska a Velké Británie s nabídkou spolupráce při formulování výzkumu, který by na uvedené

RECONMATIC

Nakládání se stavebním a demoličním odpadem

cíle výzvy dokázal reagovat vhodným projektovým návrhem. S ohledem ke skutečnosti, že Evropská komise definovala své představy ve velmi širokém spektru očekávaných výsledků a předpokládala podporu udělit 2–3 řešitelským konsorciím, bylo potřebné vytvořit poměrně široký tým zahrnující ve výsledku 21 evropských univerzit, výzkumných center nebo firem a dva subjekty reprezentující Čínu. Současně s tím bylo naší univerzitě nabídnuto toto konsorcium vést a koordinovat. Vlastní návrh projektu pod akronymem RECONMATIC (www.reconmatic.eu) byl následně připraven a formulován za pouhé dva měsíce a společně se sesterským Reincarnate (www.reincarnate-project.eu/) se staly vybranými konsorciemi v této projektové výzvě. Celkový rozpočet projektu činí cca 9,5 mil. EUR, přičemž EK pokrývá cca 6 mil. EUR. Participace britských a čínských subjektů jsou hrazeny z podpory vlád obou zemí.

Cílem je nalézt taková řešení, která budou snadno přijatelná pro všechny zúčastněné strany zapojené do procesů vzniku a řízení stavebně demoličního odpadu, a to z pohledu celého životního cyklu staveb. Díky tomu je předpokladem naplnit očekávané budoucí cíle EU pro jeho co nejefektivnější využití, jež budou zpřesněny Evropskou komisí v roce 2024 nebo později. V současné době lze vedle obecných závazků rámcové směrnice o odpadovém hospodářství a dalších plánů vycházet také z technických kritérií, jež stanovují minimální míru 70procentní recyklace, má-li být stavební projekt taxonomicky způsobilý. V širších souvislostech projekt RECONMATIC musí brát v potaz i dlouhodobý strategický cíl dosažení stavu nulového generování tohoto odpadu nejdéle do roku 2050.

Součástí projektu RECONMATIC je vývoj nástrojů založených na digitalizaci, které umožní v budoucnosti

přijímat kvalifikovaná rozhodnutí s důrazem na minimalizaci stavebně demoličního odpadu během celého životního cyklu. Řešení se zaměří na:

- Integrované rozhodování zohledňující všechny aspekty stavebně demoličního odpadu, čímž se odstraní problémy způsobené v důsledku segmentace stavebního průmyslu. Integraci umožní systém založený na digitálním dvojčeti (automatizovaný způsob jeho tvorby u existujících staveb a důsledná podpora využívání metody BIM u staveb nových).

- Integrované řízení životního cyklu odpadu u existujících staveb založené na nástrojích blízkých metodě BIM, které umožní získávat data a nakládání s daty (sdílení, shromažďování, využívání a vyhodnocování) během životního cyklu stavby. S ohledem na tento cíl RECONMATIC navrhuje vytvoření digitálního informačního prostředí, v němž bude mít stavba vždy buď digitální dvojče v plném měřítku, nebo zjednodušené digitální dvojče, obojí s důrazem na data relevantní pro nakládání s odpady. Současně bude dále rozvíjen princip předdemoličních auditů s možnostmi alespoň částečné automatizace některých procesů.

- Sledování materiálů a konstrukčních prvků, které umožní budoucí rozhodování o jejich demontáži, opětovném využití nebo recyklaci, a to v podobě formulování principů pro tvorbu materiálových či výrobových databází nebo nástrojů predikce generování odpadu různých variant technického návrhu stavby.

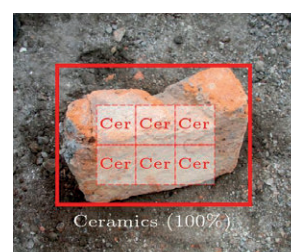
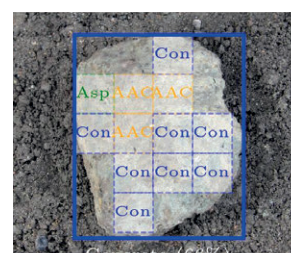
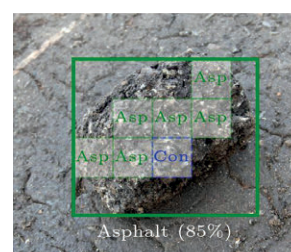
- Využívání nástrojů spojených s předdemoličními audity staveb a s rozvržením dekonstrukce staveb (minimalizace existence směsných demoličních odpadů).

autor: Jan Valentin

Porovnání přesnosti klasifikace jednotlivých modelů strojového učení

Nemalá část toho, co označujeme jako recyklace, je ve skutečnosti zasypávání, využívané pro rekultivace nebo terénní úpravy. Dochází tak k plýtvání cennými surovinami a v konečném důsledku k obrovské zátěži pro životní prostředí.

GB





Klasifikace pomocí počítačového vidění a strojového učení

Metodu pro automatické rozpoznávání nejčastějších anorganických materiálů ve stavebních sutích vyvinul tým z katedry fyziky Fakulty stavební ČVUT. Technologie využívá aktuální poznatky z oblasti strojového učení.

Stavební průmysl generuje přibližně 25 procent světového HDP a zaměstnává sedm procent populace. Současně je ale zodpovědný za neudržitelnou spotřebu neobnovitelných přírodních surovin a stále stoupající produkci odpadu. Statistiky uvádí, že stavební produkce spotřebuje přibližně 30–40 procent všech extrahovaných přírodních zdrojů, produkuje 25–40 procent veškerého odpadu a zodpo-

vídá za 25 procent emisí antropogenního CO₂.

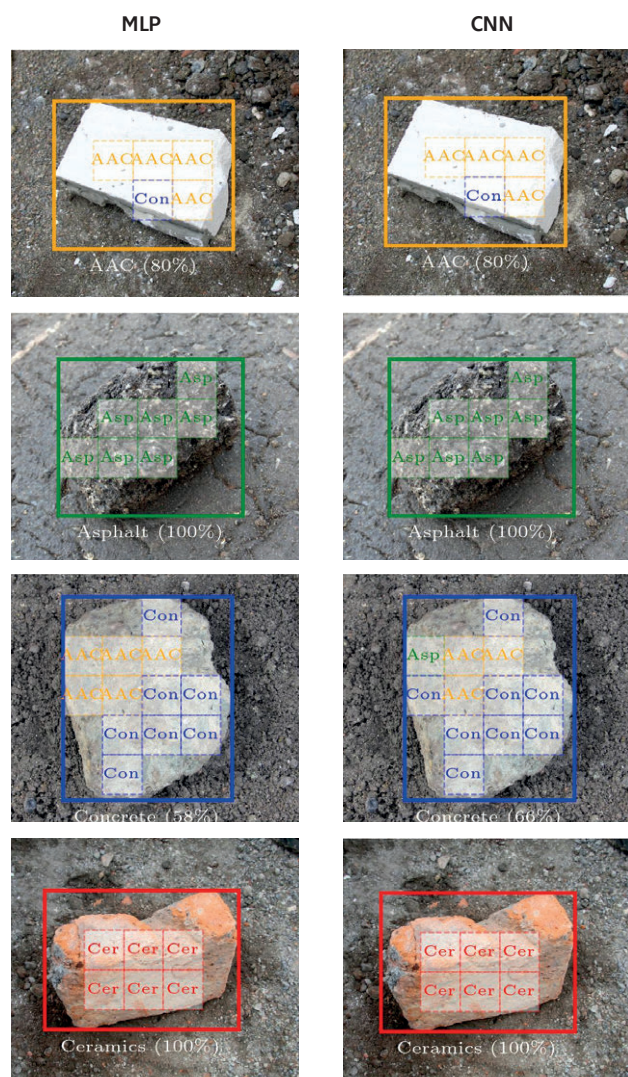
Stavební a demoliční odpad představuje v EU alarmujících 10 miliard tun ročně, v globálním měřítku je situace ještě vážnější. Některé projekce odhadují, že v roce 2100 bude Zemí obývat přes 11 mld. obyvatel, tudíž lze očekávat, že produkce odpadu bude dále strmě narůstat, pokud se současný přístup nezmění. V zemích EU je aktuálně dle oficiálních statistik recyklováno až 90 procent takového odpadu, ale jeho podstatná část končí v materiálově neefektivních aplikacích, kterými jsou např. zásypy, násypy, obsypy či různé terénní úpravy, zatímco nové pozemní, dopravní a vodohospodářské stavby stále využívají primárně panenské suroviny. Nemalá část toho, co označujeme jako recyklace, je ve skutečnosti zasypávání, využívané pro rekultivace nebo terénní úpravy. Dochází tak k plýtvání cennými surovinami a v konečném důsledku k obrovské zátěži pro životní prostředí.

Výzkumný tým Fakulty stavební ČVUT ve složení Václav Nežerka, Tomáš Zbírál a Jan Trejbal si dal za cíl vyvinout technologii pro rozpoznání stavebního a demoličního odpadu pomocí algoritmů počítačového vidění a strojového učení. Tento přístup nabízí významné příležitosti pro jeho efektivní třídění a valorizaci. Výpočetní modely jsou založeny na sofistikovaných algoritmech tzv. gradient boosting decision trees (GB) a multi-layer perceptron (MLP). Jejich přesnost klasifikace dosahuje až 92,3 procenta. Vstupní data jsou získávána z běžně dostupné RGB kamery. Základ tvoří unikátní software, který je schopný na bázi počítačového vidění a stro-

jového učení s přesností přes 92 procent identifikovat fragmenty keramických cihel, cementového betonu, pórobetonu a asfaltové směsi.

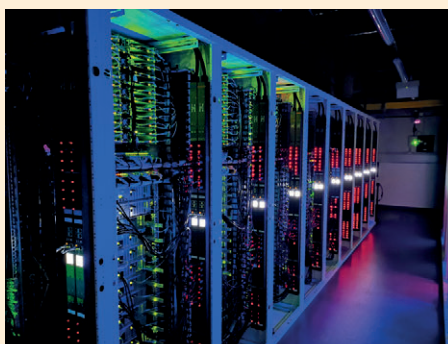
Implementace těchto algoritmů do třídící linky by měla být realizována ve spolupráci s průmyslovými partnery (společnosti Envisan-GEM, a. s. a BigHub, s. r. o.). Takováto moderní třídící linka zvýší efektivitu nakládání se stavebním a demoličním odpadem, eliminuje množství odpadu končícího na skládkách a přispěje k ochraně zdrojů nerostných surovin. Výzkum se realizuje v rámci řešení projektu Horizon Europe „Automated solutions for sustainable and circular construction and demolition waste management“, který pod vedením Ing. Jana Valentina, Ph.D., z katedry silničních staveb sdružuje experty z více než 23 výzkumných institucí a průmyslových subjektů napříč Evropou a z Číny. Aby byla dosažena ještě vyšší přesnost, kamery RGB budou doplněny ve spolupráci s kolegy z Fakulty elektrotechnické ČVUT, pod vedením doc. Ing. Stanislava Vítky, Ph.D., o další senzory. V první fázi se bude jednat o akustická a hmotnostní čidla, v dalších pak o ultrasonické a hyperspektrální senzory. Díky tomu lze očekávat dosažení ještě vyšší přesnosti třídění, a to i za nepříznivých podmínek, kterými jsou např. silné znečištění odpadu dalšími materiály, rozmanitost frakcí, eroze atd. Výzkumný záměr si žádá těsnou spolupráci s průmyslovými partnery v mezinárodním prostoru, která umožňuje převést výsledky základního výzkumu do praxe a vytvořit třídící linku v průmyslovém měřítku.

autor: Václav Nežerka



Nové technologie pro efektivní data centra

Poptávka po elektrické energii se globálně neustále zvyšuje. Jedním z důvodů, zejména v posledních letech, je rostoucí tlak na snižování emisí v průmyslu, dopravě i dalších oblastech. Omezené výrobní kapacity elektřiny pak vedou k nárůstu její prodejní ceny. Důraz na úspory energií a vyšší efektivitu provozu je proto kladen i v oblasti technologií datových center. Pojďme se nyní podívat na to, jak si s těmito novými výzvami poradil leader českého trhu na poli data center – společnost Altron.



Držet krok s technologickými inovacemi v oblasti datových center vyžaduje značné úsilí, specifické know-how a zkušenosti. Leader českého trhu, společnost Altron, zde tyto trendy udává. Řadu netradičních přístupů zvolila například při výstavbě nového datového centra pro Seznam.cz v Benátkách nad Jizerou – DC Nagoja, které bylo úspěšně spuštěno letos v březnu.

Kromě vlastní spotřeby IT zařízení tvoří v každém datovém centru nemalou část spotřeby také systém chlazení datových sálů. Provoz konvenčních klimatizačních jednotek je energeticky velmi náročný. Proto jsme se rozhodli nasadit sofistikovaný systém chlazení, založený na technologii tzv. přímého free-cooling, který je tvořen pěti jednotkami a jako celek je schopen dodávat řádově stovky tisíc m³ vzduchu za hodinu. Vstupní vzduch je vháněn soustavou ventilátorů a ochlazován za pomoci adiabatického chlazení, tedy zkrápěním vodní mlhou. V kombinaci s velkým objemem vzduchu, vháněného do prostoru datového sálu, se tento systém i v horkých letních dnech ukázal v našich klimatických podmínkách jako dostatečně účinný. Vzduch lze takto zchladit i o více než 10 °C, což představuje vyhovující vstupní teplotu do 26 °C. Od podzimu do jara je pak systém provozován v režimu směšování chladného venkovního vzduchu s ohřátým výstupním vzduchem. Takto lze pohodlně dosahovat stanovené teploty na vstupu při současném snížení energie-

tické náročnosti. Výzvou zde bylo i zohlednění rosného bodu a minimalizace hrozby kondenzace vlhkosti na chladných částech konstrukce budovy. V tomto ohledu jsme se zabývali stanovením teplotních a vlhkostních limitů vstupního vzduchu v průběhu roku tak, abychom toto riziko eliminovali.

Další zajímavostí je, že pro rozprašování vodní mlhy se využívá zásobní nádrž s dešťovou vodou o objemu 300 m³. V letních měsících se denní spotřeba této tzv. šedé vody pohybuje v jednotkách m³, objem nádrže tak pokryje celou sezónu. Voda je před použitím samozřejmě vyčištěna pomocí pískových filtrů a UV lamp. Celý systém chlazení je tak efektivní nejen ekonomicky, ale i z ekologického hlediska, kdy nedochází ke zbytečnému plýtvání pitnou vodou.

V DC Nagoja jsou přítomny celkem dvě rozvodny nízkého napětí, každá o dvou napájecích větvích, které jsou zálohovány UPS a motorgenerátory o výkonu 4krát 1500 kW. UPS jsou umístěny v prostoru rozvodu, takže i zde vzniká nemalé množství tepla, které je třeba odvádět pryč a rozvodny chladit. Naopak, motorgenerátory potřebují pro spolehlivý start přehřev bloku motoru na cca 45 °C. To lze zajistit elektrickými topnými tělesy, které však mají spotřebu 6 kW pro každý motor. Proto bylo rozhodnuto o vybudování systému zpětného získávání tepla z obou rozvodů a jeho využití k přehřevu všech čtyř motorů. Bylo nainstalováno tepelné čerpa-

dlo s běžnou spotřebou 4 až 5 kW, což tvoří zlomek v porovnání s přehřevem elektrickým.

Pro tyto i různé další podpůrné technologie, přítomné v DC Nagoja, bylo třeba rovněž zajistit robustní a inteligentní systém řízení. Vznikla tak vlastní platforma Altrix Control Platform, sestávající z moderních HW komponent, virtuálních PLC automatů, pokročilé algoritmizace řídicích procesů, dotykových HMI panelů s HTML5 a dalších systémů. Společně s kolegy z Fakulty aplikovaných věd plzeňské ZČU a společnosti REX Controls jsme sestavili potřebné matematické modely a naladili optimální parametry PID regulace celé vzduchotechnické soustavy. Samozřejmostí je také precizní monitoring. Máme tak přehled o každém spotřebovaném litru motorové nafty, stavech jističů, chodu čerpadel, přítoku či spotřebě dešťové vody, ale i o veškerých provozních parametrech VZT jednotek včetně teplot, vlhkostí a tlakových poměrů v datovém sále.

Výsledkem všech jednotlivých inovací je výjimečná efektivita, kdy se podařilo dosáhnout vytyčeného cíle – koeficient PUE (Power Usage Effectiveness) se pohybuje pod požadovanou hodnotou 1,15 pro celé datové centrum.

**autor: Ing. Jakub Prikner
(HW & SW Engineer,
Altron Innovation Lab)**

ALTRON

Mgr. MILOSLAV KUČERA
kucerm19@fd.cvut.cz

Nejrychlejší dopravní konference

Národní technická knihovna hostila 19. května 2023 první ročník studentské prezentační soutěže „Nejrychlejší dopravní konference“, kterou pořádal Ústav bezpečnostních technologií a inženýrství Fakulty dopravní ČVUT.

Pochopení stávajících trendů v dopravě odhaluje, jak vysoce interdisciplinárním odvětvím ve skutečnosti je a jak klíčová je mezioborová spolupráce při řešení náročných úkolů, které na absolventy vysokých škol čekají v jejich profesním životě. Při trvale rostoucí poptávce po přepravě ve stále omezenějším prostoru, typicky ve městech, kde nová dopravní řešení nejsou jen o technologii, ale je zde nezbytné i zapojení odborníků sociálně vědních oborů, jeví se potřeba zdokonalovat komunikační schopnosti studentů při kooperaci s odborníky i mimo rámec vlastní odbornosti a také směrem k neobornému auditoriu jako jedna z priorit úspěšného vstupu absolventů do profesního života.

Ústav bezpečnostních technologií a inženýrství FD proto předsta-

vil koncept „Nejrychlejší dopravní konference“, kde rozšiřuje standardní obsah prezentací studentských projektů (tj. prezentace výsledků práce na projektu a odbornost ve studovaných oborech) o rozměry zpětné vazby komerčního a veřejného sektoru a zvyšování komunikačních schopností studentů pro budoucí kompetitivní, interdisciplinárně založené profesní prostředí.

Soutěžní model je založen na principu hodnocení takzvaných elevator pitch prezentací, jenž klade vysoké nároky na propojení odborných znalostí a komunikačních schopností studenta. Úkolem soutěžících bylo sestavit prezentaci tak, aby maximálně odpovídala stanoveným kritériím – během krátkého časového limitu tří minut srozumitelně a stručně představila závěrečnou práci, případně práci na projektu v tématu dopravy, a současně vzbudila zájem publika. Splnění stanovených kritérií následně hodnotila komise složená ze zástupců studentstva a vědeckých pracovníků ČVUT, pozvaní zástupci komerčního a veřejného sektoru a konečně také veřejnost v publiku. Tři vítězní soutěžící s nejvyšší hodnocenými příspěvky získali kromě finanční odměny také možnost představit svou práci v širším detailu běžného konferenčního příspěvku a diskutovat své závěry před publikem.

První ročník „Nejrychlejší dopravní konference“ se těšil nejen zájmu studentů, ale také zástupců komerčního a veřejného sektoru i neziskových organizací a stal se úspěšným krokem na cestě k vytvoření každoroční události, která bude vyhledávána nejschopnějšími studenty a jejich potenciálními zaměst-

navateli a obchodními partnery. Zájem o účast na konferenci projeví zejména externí subjekty mimo ČVUT. Podařilo se tak zvýšit povědomí o Fakultě dopravní ČVUT v rámci komerčního sektoru, středních škol i dalších fakult ČVUT.

Skladba publika, princip elevator pitch a časová dotace pro networking, propůjčily konferenci unikátní dynamiku, která je odrazem rychlého vývoje současného světa a rostoucích požadavků na dovednosti absolventů vysokých škol. Již během studia tak byly všem soutěžícím studentům zprostředkovány první zkušenosti při navazování kontaktů a potenciální vazby související s jejich odborností a výzkumnou prací. Neocenitelným přínosem při přípravě mladých vědeckých pracovníků je také zpětná vazba a možnost diskutovat výsledky své práce s odborníky i mimo rámec vlastní odbornosti.

Je zjevné, že oblast dopravy vyžaduje odborníky napříč různými technickými i společenskovědními obory. Tuto skutečnost dokládá i fakt, že soutěžícími na „Nejrychlejší dopravní konferenci“ byli studenti ČVUT nejen z Fakulty dopravní, ale také Fakulty strojní a Fakulty elektrotechnické.

Mimořádná odezva účastníků poukázala na zvýšenou pozornost komerčního sektoru ke studentským pracím a podnítila hlubší spolupráci. Celkový úspěch konceptu a ohlasy ukazují na zájem návštěvníků o další ročníky a potenciál rozšíření tohoto netradičního konceptu o zapojení studentů vysokých škol i mimo ČVUT, případně o zapojení také společenskovědních oborů.

autor: Eliška Doležalová
foto: archiv FD



Oblast dopravy vyžaduje odborníky napříč různými technickými i společenskovědními obory. Tuto skutečnost dokládá i fakt, že soutěžícími na „Nejrychlejší dopravní konferenci“ byli studenti ČVUT nejen z Fakulty dopravní, ale také Fakulty strojní a Fakulty elektrotechnické.

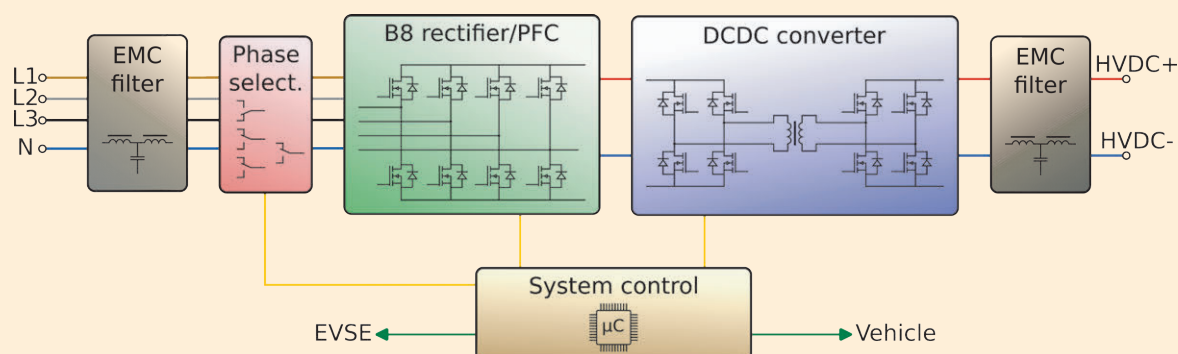
Autobaterie je drahý díl

Trakční baterie elektromobilu je velmi drahý díl, může představovat až 50 procent ceny nového vozidla. Je zjevné, že vzhledem k takové ceně je rozumné uvažovat o maximalizaci jeho využití i zhodnocení investovaných prostředků.

OBC

Nabíjení baterie elektromobilu z běžné elektrické sítě probíhá prostřednictvím nabíjecí jednotky (OBC – On Board Charger). Jedná se o inteligentní převodník střídavého napětí různé konfigurace na galvanicky oddělené stejnosměrné napětí vhodné pro baterii (stovky voltů). Základní stavební bloky OBC jsou:

- přepínač síťové konfigurace,
- aktivní usměrňovač s PFC,
- DCDC měnič.



Je zřejmé, že všechny části OBC jednotky jsou řízeny několika procesory a digitálně komunikuje s automobilem a nabíjecí stanicí.

Obousměrný tok energie

Běžná kapacita baterie elektromobilu dosahuje 40kWh, může to však být i 100kWh. To je významné množství energie dostupné v rychle použitelné podobě. Tato skutečnost motivuje k vývoji OBC jednotek umožňujících převod energie z baterie automobilu na střídavé napětí použitelné standardními spotřebiči. V zásadě lze zvažovat následující situace s důrazem na různé části světa:

- V2G – stabilizace kolísavé sítě v odlehlých oblastech, možnost prodávat energii, když je poptávka za vyšší cenu (USA, EU)
- V2H – posílení dostupného výkonu v domě (úspora za rezervovaný výkon), záloha v případě výpadku, využití autobaterie k posílení kapacity domácího ostrovního systému (USA, Asie)
- V2L – nezávislý zdroj energie pro řemeslníka (chalupáře, rybáře, cestovatele, uživatele elektrokol a jiného sportovního náčiní), zdroj energie v případě katastrofy (celý svět)
- V2V – nouzové nabití baterie jiného vozu (Asie)



Princip realizace

Převodník bateriového napětí na střídavé lze v principu provést pomocí stejných stavebních bloků, jako jsou v tradiční OBC. Jelikož jsou stavební bloky OBC postaveny na tranzistorech spínaných pomocí procesorů a příslušného software, lze s relativně malými úpravami hardware a software použít existující technologii OBC.

Realizace takového zařízení se tedy jeví jako zdánlivě jednoduchý úkol. Základní fungování v konfiguraci V2L je nejjednodušší a je již na trhu v USA omezeně dostupné. Ostatní V2X konfigurace představují skutečnou výzvu z důvodu velkého množství vlivů, situací a značně proměnlivých regulačních požadavků v různých částech světa.

Vývoj ve firmě KOSTAL

Firma KOSTAL je zavedeným dodavatelem širokého spektra automobilových subsystemů. V oblasti nabíjení elektromobilů jsme významným dodavatelem OBC jednotek a vyvíjíme stále pokročilejší a výkonnější OBC jednotky integrující pokročilé funkce nad rámec tradiční OBC. Pokud máte znalosti a chuť spolupracovat s námi na vývoji pokročilé elektroniky, SW nebo souvisejících mechanických dílů, kontaktujte nás: Lenka Tothová (l.tothova@kostal.com, +420 602 202 864).

KOSTAL



**Knihkupectví
nabízí také produkci
dalších nakladatelů
(i zahraničních).**

Kam pro vědecké publikace a skripta?

Do Univerzitního knihkupectví odborné literatury!

- skripta, učebnice, monografie a další knihy z produkce České techniky – nakladatelství ČVUT a tituly VŠCHT Praha

Prodejna, která je největším specializovaným technickým knihkupectvím v České republice, sídlí v přízemí Národní technické knihovny (Technická 6, Praha 6).



Kam pro propagační předměty?

- Univerzitní mikiny, trička a další zboží „se lvíčkem“ si můžete přijít vybrat do Infocentra v přízemí Rektorátu ČVUT, Jugoslávských partyzánů 1580/3



Knihy i propagační předměty lze snadno objednat on-line

<https://eobchod.cvut.cz/>



**Služby Kariérního centra ČVUT
jsou pro studenty a absolventy
ČVUT ZDARMA!**

KARIÉRNÍ CENTRUM ČVUT



MENTORING



INSPIRACE

**PODNIKNI
TO!**



**SEMINÁŘE
A WORKSHOPY**

**PERSONÁLNÍ
PORADNA
PO SKYPU**



KOUČINK

**OSOBNOSTNÍ
TESTOVÁNÍ**



KNIHOVNA



**KARIÉRNÍ
PORADNA**



kariera@cvut.cz



**Jugoslávských
partyzánů 1580/3,
Praha 6
Místnost A-921**



www.kariernicentrum.cz

