



L É T O 2 0 2 6

CEETOVINY

VŠB TECHNICKÁ
UNIVERZITA
OSTRAVA

CENTRUM ENERGETICKÝCH
A ENVIRONMENTÁLNÍCH
TECHNOLOGIÍ



TURN FOR
ENGLISH

4

SVĚTLO, LÉKY A ČISTŠÍ VODA

VĚDCI TESTUJÍ CESTU,
JAK ROZKLÁDAT ZBYTKY
LÉČIV VE VODĚ

10

Z BUDOVY N VZNIKNE CEETe II

CEET POSÍLÍ VÝZKUM
MATERIÁLŮ, ENERGE-
TIKY I VODÍKOVÝCH
TECHNOLOGIÍ

14

UMĚLÁ INTELIGENCE NEVIDITELNÝ DIRIGENT OBNOVITELNÉ ENERGIE

22

KDYŽ KOTEL NETOPÍ TAK, JAK MÁ

NOVÉ KONZULTAČNÍ
CENTRUM CEET POMŮŽE
DOMÁCNOSTEM

28

NEVIDITELNÝ SVĚT, VIDITELNÉ VÝSLEDKY

DOKTORANDI Z CENTRA
NANOTECHNOLOGIÍ

36

MĚSTO JAKO ŽIVÁ LABORATOŘ

DIGITÁLNÍ NÁSTROJE
PRO ENERGETICKOU
TRANSFORMACI RIGY

42

MIKROVLNY MÍSTO SPALOVNY

NOVÝ ZPŮSOB
RECYKLACE NEZNIČI-
TELNÝCH PLASTŮ

50

PŘÍBĚH JEDNOHO HOVORU

JAK TRYSKOVÝ MLÝN
SPOJIL KLOKNERŮV
ÚSTAV A CENTRUM
NANOTECHNOLOGIÍ

56

SETKALI JSME SE

ÚVODNÍ SLOVO ŘEDITELE CEET

Každé nové vydání CEETovin je pro mne dalším potvrzením, že skutečná hodnota výzkumu nevzniká publikováním odborného článku, ale ve chvíli, kdy se nové poznatky promění v metody a technologie, které pomáhají lidem řešit konkrétní výzvy dnešní doby.

Právě tuto cestu představuje i aktuální číslo našeho newsletteru. Najdete v něm příběhy vědců, kteří hledají nové možnosti čištění vody, vyvíjejí bezpečnější materiály pro akumulaci energie, využívají umělou inteligenci pro řízení moderních energetických systémů nebo hledají nové způsoby recyklace materiálů, které byly ještě donedávna považovány za téměř nezpracovatelné. Společným jmenovatelem všech těchto aktivit je snaha spojovat špičkovou vědu s praktickým využitím.

Velkou radost mi dělá také skutečnost, že vedle významných výzkumných projektů představujeme stále častěji i samotné lidi, kteří za nimi stojí. Naši doktorandi, mladí vědci i zkušení výzkumníci dokazují, že budoucnost energetiky, materiálového výzkumu i environmentálních technologií nevzniká pouze díky moderním laboratořím, ale především díky talentu, odvaze a spolupráci napříč obory i státy.

CEET současně jednoznačně upevňuje svou pozici výzkumného centra, které propojuje výzkum, vzdělávání a spolupráci s průmyslovými partnery. Přípravovaná infrastruktura CEETe II, nové mezinárodní projekty i stále intenzivnější spolupráce s firmami jsou důkazem, že chceme vytvářet prostředí, ve kterém budou vznikat technologie s dlouhodobým

přínosem pro společnost i konkurenceschopnost České republiky, které obstojí a mohou inspirovat i v celosvětovém měřítku.

Děkuji všem kolegyním a kolegům za jejich každodenní práci, odborné nasazení a ochotu posouvat hranice poznání. Právě díky Vám může CEET naplňovat své poslání – tvořit budoucnost energetiky.

Přeji Vám inspirativní čtení.

Stanislav Mišák
ředitel CEET



SVĚTLO, LÉKY A ČISTŠÍ VODA

VĚDCI TESTUJÍ CESTU, JAK ROZKLÁDAT ZBYTKY LÉČIV VE VODĚ

V Ý Z K U M A I N O V A C E

Zbytky léčiv ve vodním prostředí představují tichý problém naší společnosti. Antibiotika, léky proti bolesti nebo stimulanty pomáhají lidem, ale jejich stopová množství se po použití mohou dostávat kanalizací až do řek. Tým vědců z CEET a Univerzity Palackého v Olomouci nyní ukázal, že část těchto látek lze v laboratorních podmínkách účinně rozkládat pomocí světla a speciálního uhlíkového materiálu.

Když si vezmeme lék, jeho cesta nekončí v našem těle. Část účinných látek nebo jejich metabolitů končí v odpadních vodách. Běžné čistírny odpadních vod jsou důležité pro ochranu řek a zdraví lidí, ale nejsou navrženy tak, aby z vody beze zbytku odstranily všechny stopové organické látky, například některá léčiva. Právě proto se stále více pozornosti obrací k takzvaným mikropolutantům, látkám, které se vyskytují v nízkých koncentracích, ale mohou mít biologické účinky. Téma je aktuální

i na evropské úrovni. Revidovaná směrnice EU o čištění městských odpadních vod, účinná od 1. ledna 2025, počítá mimo jiné s přísnější úpravou vody a s odstraňováním mikropolutantů pomocí pokročilejších stupňů čištění.

Nová studie vědců z CEET VŠB-TUO a Univerzity Palackého v Olomouci se zaměřila na materiál (fotokatalyzátor) označovaný jako grafitický nitrid uhlíku, chemicky g-C₃N₄. Zjednodušeně si jej lze představit jako jemný žlutý prášek tvořený

Petr Praus

Petr Praus se ve své vědecké práci dlouhodobě věnuje materiálům, které mohou pomáhat při ochraně životního prostředí, zejména při čištění vody. Vystudoval Vysokou školu chemicko-technologickou v Praze, obor Technologie silikátů, a doktorské studium absolvoval na Univerzitě Pardubice v oboru Analytická chemie. Je profesorem v oboru Materiálové vědy a inženýrství a dnes působí na Institutu environmentálních technologií CEET ve výzkumné skupině Úprava a analýza vod. Jeho odborným zaměřením jsou především nanomateriály. Zabývá se jejich přípravou, popisem i využitím v procesech, které mohou přispět k odstraňování znečištění z vodního prostředí. Významnou část jeho výzkumu tvoří adsorpce a fotokatalýza čili metody, při nichž lze nežádoucí látky zachytávat nebo rozkládat za pomoci vhodných materiálů a světla. V současnosti se zaměřuje mimo jiné na fotoreformaci mikroplastů, tedy na výzkum možností, jak pomocí světlem aktivovaných procesů přeměňovat drobné plastové částice, které představují rostoucí environmentální problém.

uhlíkem a dusíkem. Jeho zajímavou vlastností je, že po osvětlení dokáže spouštět chemické reakce, které rozkládají organické látky ve vodě. Nejde tedy o filtr v běžném slova smyslu. Materiál látky pouze nezachytává, ale pomáhá je chemicky přeměňovat.

Vědci testovali tři modelové látky: ofloxacin, tedy antibiotikum, diklofenak, běžně používaný protizánětlivý lék, a kofein, který slouží také jako dobře sledovatelný ukazatel lidské aktivity v odpadních vodách. Nejlepší výsledky vykázal grafitický nitrid uhlíku, který byl tepelně exfoliován po dobu dvou hodin. Při ozáření světlem o vlnové délce 420 nanometrů se během 120 minut podařilo odstranit více než 95 % ofloxacinu a diklofenaku a přibližně 80 % kofeinu.

Důležité však je, že tým nesledoval pouze to, zda původní léčivo „zmizelo“ z vody. To by samo o sobě nestačilo. Při rozkladu totiž mohou vznikat nové sloučeniny, které by v krajním případě mohly být problematictější než původní



**NESTAČÍ, ABY
ŠKODLIVÁ LÁTKA
ZMIZELA
Z ANALYTICKÉHO
ZÁZNAMU. MUSÍME
VĚDĚT, ZDA SE SKUTEČNĚ
PŘEMĚNILA NA
MÉNĚ RIZIKOVÉ
PRODUKTY.**

látkou. Proto vědci pomocí kapalinové chromatografie spojené s vysokorozlišovací hmotnostní spektrometrií identifikovali vznikající meziprodukty a navrhli transformační cesty sledovaných léčiv. Výsledky naznačují, že většina vzniklých látek představuje nižší ekologickou zátěž než původní léčiva. To je podstatný rozdíl oproti zjednodušenému pohledu na čištění vody. U podobných technologií není rozhodující jen rychlost

odstranění znečištění, ale i otázka, co přesně po reakci zůstane ve vodě. Jinými slovy: nestačí, aby škodlivá látka zmizela z analytického záznamu. Musíme vědět, zda se skutečně přeměnila na méně rizikové produkty.

Použitý fotokatalyzátor má několik vlastností, které z něj dělají zajímavého kandidáta pro další vývoj. Neobsahuje kovy, je chemicky stabilní, může pracovat nejen

pod UV zářením, ale také při viditelném světle a podle výzkumníků je relativně stabilní a opakovaně použitelný.

Výsledky je nicméně nutné brát s mírnou rezervou. Studie neříká, že máme hotovou technologii, kterou lze zítra nainstalovat do každé čistírny. Testy probíhaly v laboratorních podmínkách a na vybraných modelových látkách. Reálná odpadní voda je mnohem

složitější směs, protože může obsahovat další organické látky, soli, pevné částice a mnoho dalších složek, které mohou účinnost fotokatalyzátoru ovlivnit. Sami autoři proto upozorňují, že nejde o náhradu činnosti klasických čistíren, ale spíše o možný cílený nástroj pro odstraňování látek, které ve vodě po běžném čištění zůstávají.

Další kroky by proto měly směřovat k testování na reálných odpadních vodách, k rozšíření sledovaného spektra léčiv a k důkladnému posouzení nákladů, životnosti, recyklace a bezpečnosti použitého materiálu. Přesto je výsledek důležitý, protože ukazuje, že kombinace materiálového výzkumu, analytické chemie a environmentálního inženýrství může nabídnout nové cesty, jak chránit vodní prostředí před látkami, které současná infrastruktura neumí vždy účinně odstranit.



Výsledky studie ukazují, že světlo a grafitický nitrid uhlíku mohou v laboratorních podmínkách pomáhat rozkládat vybrané zbytky léčiv ve vodě. Abychom lépe pochopili, co tento výsledek znamená, kde jsou jeho limity a jak může podobný výzkum jednou pomoci v praxi, zeptali jsme se hlavního autora studie, Petra Prause.

Pane Prausi, téma zbytků léčiv ve vodě zní na první pohled poměrně vzdáleně každodennímu životu. Proč bychom mu měli věnovat pozornost?

Ve skutečnosti se nás týká více, než by se mohlo zdát. Každý den užíváme léky, jejichž část se po vyloučení z organismu dostává do odpadních vod. Moderní čistírny dokážou odstranit většinu běžného znečištění, ale některé stopové organické látky, včetně léčiv, ve vodě zůstávají. Dlouhodobé působení těchto

látek může ovlivňovat vodní organismy a přispívat například ke vzniku antibiotické rezistence. Proto hledáme technologie, které by jejich množství ve vodním prostředí dále snižovaly.

V médiích se objevilo přirovnání, že grafitický nitrid uhlíku funguje trochu jako solární panel. V čem je to přirovnání užitečné a kde má své limity?

Přirovnání je užitečné v tom, že i grafitický nitrid uhlíku využívá energii světla. Solární panel přeměňuje světelnou energii na elektrinu, zatímco náš materiál ji využívá k vyvolání chemických reakcí. Limitem tohoto přirovnání je, že zde nejde o výrobu elektrické energie, ale o tvorbu velmi reaktivních částic, které následně rozkládají organické znečišťující látky ve vodě.

Když se řekne, že určitý materiál dokáže pomocí světla rozkládat léčiva ve vodě, může to znít až překvapivě jednoduše. Co je na

tomto procesu ve skutečnosti vědecky nejnáročnější?

Nejtěžší je pochopit, co se během reakce skutečně děje. Nestačí pouze zjistit, že koncentrace léčiva klesá. Musíme vědět, jaké meziprodukty vznikají, jak dlouho přetrvávají a zda nejsou toxičtější než původní látka. Proto kombinujeme materiálový výzkum s pokročilými analytickými metodami, například hmotnostní spektrometrií.

V článku se píše o velmi vysoké účinnosti při odstraňování některých látek. Jak opatrně bychom měli podobná laboratorní čísla interpretovat?

Poměrně opatrně. Laboratorní experimenty probíhají za přesně definovaných podmínek, které umožňují pochopit základní principy procesu. Skutečná odpadní voda je ale mnohem složitější systém obsahující mnoho dalších látek, které mohou účinnost snižovat.

Vysoká laboratorní účinnost je proto důležitým prvním krokem, nikoliv důkazem okamžité použitelnosti v praxi.

U podobných technologií často nestačí říct, že původní látka zmizela. Co Vás při sledování rozkladných produktů zajímá nejvíce?

Nejdůležitější je zjistit, zda vznikající produkty představují nižší ekologické riziko než původní léčivo. Jinými slovy, zda problém skutečně řešíme, nebo pouze přeměňujeme jednu látku na jinou. Proto se snažíme identifikovat jednotlivé meziprodukty a navrhnout jejich transformační cesty.

Reálná odpadní voda je mnohem složitější než laboratorní roztok. Co podle Vás bude nejtěžší ověřit při přechodu od laboratorních testů k reálným vzorkům?

Bude potřeba ověřit, jak si fotokatalyzátor poradí s velkým

množstvím různých látek, které spolu mohou soutěžit o aktivní místa na jeho povrchu. Důležitá bude také dlouhodobá stabilita materiálu, možnost jeho opakovaného použití a samozřejmě ekonomická stránka celého procesu.

Je něco, co Vás na výsledcích studie překvapilo, ať už pozitivně, nebo z hlediska dalších otázek, které výzkum otevřel?

Příjemně nás překvapilo, že relativně jednoduchá úprava materiálu, tepelná exfoliace, vedla k výraznému zvýšení fotokatalytické aktivity. Současně jsme si ale uvědomili, jak složité jsou samotné degradační mechanismy. Každé léčivo se rozkládá trochu jinak a otevírá nové otázky týkající se osudu vznikajících meziproductů.

Kdybyste měl říct jednu věc, kterou by si měl čtenář z vašeho výzkumu odnést, jaká by to byla?

Ochrana vodního prostředí není jen otázkou čištění odpadních vod, ale také vývoje nových materiálů a technologií. Náš výzkum ukazuje, že světlo a vhodně navržené fotokatalyzátory mohou být součástí budoucích řešení pro odstraňování obtížně odbouratelných mikropolutantů z vody.



CEET POSÍLÍ VÝZKUM MATERIÁLŮ, ENERGETIKY I VODÍKOVÝCH TECHNOLOGIÍ

Z BUDOVY N VZNIKNE CEETE II

V kampusu VŠB – Technické univerzity Ostrava se chystá výrazná proměna. Dosavadní budova N projde rozsáhlou rekonstrukcí a změní se v CEETe II, nové výzkumné zázemí pro materiálový výzkum, nanotechnologie, energetické technologie a environmentální aplikace. Projekt navazuje na dlouhodobý rozvoj Centra energetických a environmentálních technologií CEET a má posílit nejen univerzitní infrastrukturu, ale také transformační ambice Moravskoslezského kraje.

Z původního objektu zůstane prakticky jen nosná konstrukce. Budova bude odstrojena až na železobetonový skelet a následně doplněna o nové technologické rozvody, elektroinstalace, slaboproudé systémy, vzduchotechniku i moderní laboratorní zázemí. V sedmipodlažním objektu s technickým osmým podlažím vzniknou prostory odpovídající současným nárokům moderního univerzitního výzkumu.

Nové prostory budou využívat zejména pracoviště CEET, Fakulta materiálově-technologická, Fakulta elektrotechniky a informatiky a Fakulta strojní. Vznikne tak propojené výzkumné prostředí, které se zaměří na pokročilé materiály, nanomateriály a nanokompozity s využitím v energetice, průmyslu i environmentálních technologiích. CEETe II zároveň naváže na již vybudovaný polygon CEETe, který slouží k testování moderních energetických technologií v podmínkách blízkých reálnému provozu.

*CEETe II PŘEDSTAVUJE
DALŠÍ KROK V BUDOVÁNÍ
MODERNÍHO VÝZKUMNÉHO
ZÁZEMÍ, KTERÉ NAPLŇUJE
POTŘEBY MODERNÍ
A ODOLNÉ SPOLEČNOSTI.*

Význam projektu přesahuje hranice univerzitního kampusu. Moravskoslezský kraj dlouhodobě hledá nové opory pro svou průmyslovou transformaci a výzkumná infrastruktura tohoto typu může být jedním z nástrojů, jak propojit akademické poznání s potřebami firem, měst i veřejného sektoru.

V novém zázemí vzniknou laboratoře zaměřené mimo jiné na ukládání elektrické a tepelné energie, rozvoj vodíkových technologií, samočisticí povrchy, termickou analýzu materiálů nebo 3D tisk silikátů.



Výzkum podpoří vývoj nových materiálů pro akumulční systémy, bateriové technologie, vodíkové hospodářství, moderní stavebnictví i environmentální aplikace.

Důležitou součástí činnosti CEETe II bude spolupráce s průmyslovými podniky, výzkumnými organizacemi a univerzitami v České republice i v zahraničí. Modernizovaná infrastruktura má vytvořit podmínky také pro zapojení do strategických výzkumných a inovačních aktivit, včetně projektů podporovaných v rámci programu Národní centra kompetence nebo iniciativ

zaměřených na dlouhodobou mezisektorovou spolupráci.

Rekonstrukce nebude znamenat jen nové laboratoře, ale také výrazný posun v energetickém provozu budovy. Podle projektu se objekt posune ze současné energetické klasifikace C s hodnotou 108 kWh/m² za rok do třídy A s projektovanou hodnotou ~18 kWh/m² za rok. Ke snížení energetické náročnosti přispěje nová obálka budovy, LED osvětlení, úsporná vzduchotechnika a také fotovoltaické panely umístěné na východní, jižní a západní fasádě.

Fotovoltaický systém bude tvořit 489 panelů s celkovým instalovaným výkonem 130 kWp. Vyrobená elektřina bude přednostně spotřebována přímo v objektu, případné přebytky se využijí v dalších budovách univerzitního kampusu.

Projekt počítá i s budoucím využíváním dešťové vody pro splachování toalet. Už během rekonstrukce budou připraveny rozvody užitkové vody, které umožní napojení na plánovanou úpravnu dešťových vod.

Celá příprava i realizace stavby probíhají metodou BIM. Díky tomu vzniká podrobný 3D model objektu, který bude během výstavby doplněn o skutečná provozní data a následně využíván při správě budovy a facility managementu. CEETe II tak nemá být pouze novou budovou pro výzkum, ale také moderně řízeným technologickým objektem, který bude sám ukazovat směr, jímž se může ubírat udržitelná univerzitní infrastruktura.



CEETe II v číslech

7+1
1 130 m²
27 951 m³
4 940,36 m²
489 ks
130 kWp

Počet podlaží
Zastavěná plocha
Obestavěný prostor
Celková zrekonstruovaná, rozšířená a nově vybudovaná užitná plocha
Počet fotovoltaických panelů
Celkový výkon FVE

UMĚLÁ INTELIGENCE

NEVIDITELNÝ DIRIGENT OBNOVITELNÉ ENERGIE

TÝMY A PROJEKTY

Představme si situaci, kdy mrak zastíní řadu fotovoltaických panelů a ve stejném okamžiku někdo připojí elektromobil do nabíječky, spustí se tepelné čerpadlo a domácí baterie je nabi-

tá pouze z poloviny. Výroba elektřiny klesá, zatímco spotřeba náhle roste. Ve velké elektrizační soustavě takové změny vyrovnávají tisíce elektráren, rozveden a spotřebitelů.

V malém ostrovním systému však musí být vše vyrovnáváno lokálně a téměř okamžitě. Právě zde může pomoci umělá inteligence. Sama elektřinu nevyrábí, ale působí jako neviditelný dirigent, který koordinuje fotovoltaické panely, baterie, spotřebiče a další části energetického systému.

Ibrahim Salem Jahan

Ibrahim Salem Jahan se již řadu let věnuje výzkumu v oblasti umělé inteligence, zejména jejímu využití v obnovitelné energetice. Je autorem a spoluautorem řady odborných článků publikovaných ve vědeckých časopisech a konferenčních sbornících, které vznikly ve spolupráci s Centrem ENET CEET a Fakultou elektrotechniky a informatiky VŠB-TUO. Ve svém výzkumu se zaměřuje především na návrh a testování predikčních systémů pro energetické soustavy, které představují důležitou součást inteligentního řízení a managementu energie. Podílí se na vývoji prognostických metod využívaných při provozu ostrovních energetických systémů s cílem zvyšovat jejich účinnost a snižovat environmentální dopady spojené s využíváním konvenčních zdrojů energie.

Více jsme se tomuto tématu věnovali a rozebrali jej s naším kolegou Ibrahimem Salemem Jahanem, který se této oblasti věnuje již mnoho let.

Co vlastně dělá umělá intelligence v energetice

Jednoduše řečeno, umělá intelligence sleduje, co se děje. Předpovídá, co se může stát dále, a doporučuje nebo automaticky provádí nejvhodnější opatření. V domác-

nosti může chytrý systém energetického managementu využívat informace o počasí, spotřebě elektřiny, stavu nabití baterie a cenách elektřiny. Na základě těchto dat může rozhodovat, kdy nabíjet elektromobil, kdy spustit pračku, kdy ukládat elektřinu vyrobenou sluncem a kdy využít energii z baterie.

Na úrovni elektrizační soustavy mohou podobné algoritmy předpovídat poptávku po elektřině, odhadovat výrobu z obnovitelných

zdrojů energie, identifikovat zařízení, která mohou vyžadovat údržbu, a pomáhat vyrovnávat výrobu se spotřebou. Umělou inteligenci lze proto chápat jako chytrého energetického koordinátora. Jejím úkolem je udržovat systém stabilní, efektivní a ekonomicky rentabilní, aniž by uživatel musel ručně ovládat každé zařízení zvlášť.

Proč už samotná výroba elektřiny nestačí

Energetické systémy se rychle proměňují. Přibývá fotovoltaických a větrných zdrojů, zatímco elektromobily, tepelná čerpadla a další elektrifikované technologie zvyšují poptávku po elektřině. Obnovitelné zdroje energie pomáhají snižovat závislost na fosilních palivech a s nimi spojené emise. Na rozdíl od konvenčních zdrojů, které lze často podle potřeby dispečersky řídit, však sluneční a větrná energie závisejí na přírodních podmínkách. Fotovoltaické panely vyrábějí elektřinu pouze tehdy, když



je k dispozici dostatek slunečního záření, a větrné turbíny jsou závislé na rychlosti větru. Jejich výroba se může měnit během minut, nebo dokonce sekund. Z tohoto důvodu již „pouhá“ výroba energie nestačí. Systém musí také rozhodovat o tom, kdy má být elektřina spotřebována, kdy má být uložena, kdy mají být flexibilní zátěže odloženy a kdy má být aktivován jiný zdroj energie.

Bez inteligentního řízení se energetický systém s vysokým podílem

proměnlivé výroby z obnovitelných zdrojů obtížněji vyrovnává. Chytré algoritmy mohou pomoci koordinovat všechny dostupné zdroje a udržet spolehlivý provoz.

Ostrovní systémy a mikrosítě

Ostrovní systém pracuje nezávisle na hlavní elektrizační síti. Musí vyrábět, ukládat a řídit veškerou elektřinu potřebnou pro své uživatele. Typický ostrovní systém může zahrnovat fotovoltaické panely, větrnou turbínu, baterii, výkonové elektronické měniče a v některých případech také záložní generátor. Především však vyžaduje řídicí systém schopný tyto komponenty koordinovat.

Takové systémy mohou zásobovat vzdálené domy, farmy, výzkumné stanice, telekomunikační zařízení nebo budovy umístěné daleko od veřejné sítě. Mikrosítě lze chápat jako lokální energetický systém zásobující několik budov nebo spotřebitelů, například obytnou čtvrtě,

univerzitní kampus, průmyslový areál nebo nemocnici. Na rozdíl od čistě ostrovního systému může mikrosítě zůstat připojena k veřejné elektrizační síti. Některé mikrosítě se od ní mohou také odpojit a dále pracovat nezávisle v takzvaném ostrovním režimu.

Hlavní technická výzva je však v obou případech stejná: výroba a spotřeba musí být v každém okamžiku v rovnováze.

Když se počasí stává součástí řídicího systému

Počasí hraje v systémech obnovitelné energie zásadní roli. U fotovoltaických instalací je nejdůležitějším faktorem sluneční záření. Více slunečního světla obecně znamená vyšší výrobu elektřiny, zatímco oblačnost, zastínění nebo nevhodná orientace panelů výkon snižují. Výrobu mohou ovlivňovat také denní doba, roční období, prach, vlhkost a místní povětrnostní podmínky.



Vliv teploty je o něco složitější. Silné sluneční záření zvyšuje výrobu, ale vysoká teplota panelů snižuje účinnost fotovoltaiky. Velmi horký fotovoltaický panel proto vyrobí o něco méně elektřiny než stejný panel za stejně slunečných, ale chladnějších podmínek. Počasí ovlivňuje také spotřebu elektřiny. V horkých obdobích zvyšuje spotřebu klimatizace, kdežto v chladném počasí mohou pro systém představovat větší zátěž elektrické vytápění a tepelná čerpadla.

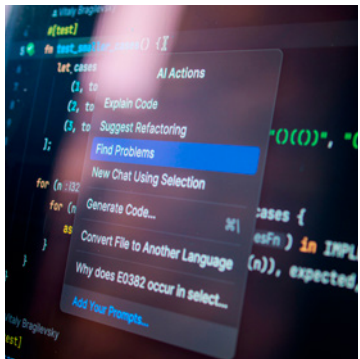
Chytrý řídicí systém proto musí zohledňovat obě strany rovnice: jak počasí ovlivňuje výrobu elektřiny a také to, jak se mění spotřeba. Kombinací předpovědí počasí s historickými měřeními může umělá inteligence odhadnout, kolik solární elektřiny bude k dispozici v následujících minutách, hodinách nebo dnech. Systém se pak může připravit předem, například nabitím baterie před příchodem oblačnosti nebo odložením provozu flexibilního spotřebiče na dobu, kdy se výroba ze slunce zvýší.

Prediktivní modelování se netýká jen výroby a spotřeby energie, ale také ukazatelů kvality elektrické energie

Většina lidí si elektřiny všimne až tehdy, když není dostupná. Spolehlivá elektřina však není definována pouze tím, zda je napájení přítomno. Její technické vlastnosti musí také zůstat v přijatelných mezích.

Mezi důležité parametry kvality elektrické energie patří napětí, frekvence, harmonické zkreslení a rychlé změny napětí známé jako flicker.

Harmonické zkreslení znamená, že elektrický průběh již není dokonale hladký, protože byl ovlivněn elektronickými zařízeními, měniči



*BUDOUCNOST
ENERGETIKY
NESPOČÍVÁ POUZE
VE VÝROBĚ
VĚTŠÍHO MNOŽSTVÍ
ELEKTŘINY, ALE
V INTELIGENTNÍ
KOORDINACI JEJÍ
VÝROBY, UKLÁDÁNÍ
A SPOTŘEBY.*

nebo nelineárními zátěžemi. Flicker označuje opakované změny napětí, které mohou například způsobovat viditelné změny jasu světelných zdrojů.

Evropská norma EN 50160 popisuje hlavní charakteristiky napětí dodávaného veřejnými distribučními sítěmi, včetně frekvence, velikosti napětí, harmonických složek napětí. V ostrovním systému je udržení těchto parametrů zvláště náročné. Neexistuje zde rozsáhlá vnější síť, která by absorbovala náhlé změny výroby nebo spotřeby. Výzkum, kterému se věnuji, se proto zaměřuje na predikci parametrů kvality elektrické energie. Cílem je



odhalit potenciální odchylku dříve, než se stane skutečným problémem.

Od predikce k automatické korekci

Predikce je pouze prvním krokem. Jakmile je budoucí problém identifikován, řídicí systém musí rozhodnout, jak na něj reagovat. Představme si, že výroba z fotovoltaických panelů náhle převyší spotřebu elektřiny. Řídicí systém

může začít nabíjet baterii, spustit nabíjení elektromobilu nebo aktivovat jinou flexibilní zátěž, například ohřev vody.

Pokud se výroba stane nedostatečnou, může systém vybíjet baterii, odložit provoz méně důležitých spotřebičů, omezit vybrané zátěže nebo aktivovat záložní generátor. Výkonový měnič může také upravit svůj provoz tak, aby pomohl stabilizovat napětí a frekvenci. V ideálním případě proběhnou všechny tyto zásahy dříve,

než uživatel zaznamená jakékoli přerušení dodávky nebo zhoršení kvality elektrické energie. Systém na problém pouze nereaguje, ale předvídá jej.

Data jako největší výzva

Pokročilé algoritmy přitahují velkou pozornost, ale nejobtížnější částí vývoje spolehlivého chytrého energetického systému je často získání vhodných dat.

Predikční model může vyžadovat dlouhodobá měření: meteorologických podmínek, výroby ze solárních a větrných zdrojů, spotřeby elektřiny v domácnosti, stavu nabití baterie, provozu spotřebičů, napětí, frekvence a dalších parametrů kvality elektrické energie.

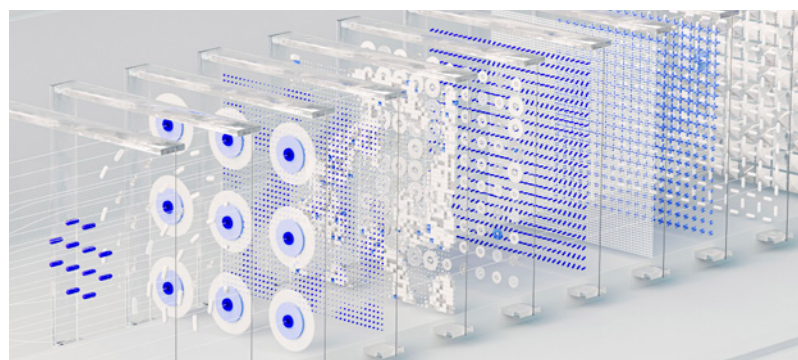
Měření musí být přesná, správně synchronizovaná a reprezentativní pro reálné provozní podmínky. Chybějící hodnoty, chyby senzorů a nesprávně zaznamenaná časová razítka mohou významně snížit přesnost predikce. Obzvláště obtížné jsou vzácné události. Model může dobře fungovat během běž-

ného provozu, ale selhat při neobvyklé kombinaci extrémního počasí, vysoké spotřeby a nízkého stavu nabití baterie.

Z tohoto důvodu musí být model nejen přesný při laboratorním testování, ale musí být také ověřen v realistických podmínkách a schopen spolehlivě pracovat v reálném čase.

Jak bude vypadat budoucí energetický systém

Chytré algoritmy se pravděpodobně stanou běžnou součástí



domácností, komunitních energetických systémů a elektráren využívajících obnovitelné zdroje. Domácnost bude v budoucnu moci automaticky rozhodovat, zda má být elektřina spotřebována, uložena, nakoupena ze sítě nebo prodána jinému spotřebiteli. Vlastník může definovat priority, například nízké náklady, nízké emise nebo minimální rezervu v baterii, zatímco řídicí systém bude zajišťovat každodenní provoz. Elektromobily se také mohou stát aktivní součástí energetického systému. Prostřednictvím technologie vehicle-to-grid by se elektromobil mohl nabíjet tehdy, když je k dispozici



dostatek obnovitelné elektřiny, a za vhodných podmínek vrátet část uložené energie zpět do budovy nebo do sítě v době vysoké poptávky.

Inteligentní energetické systémy však budou vyžadovat také spolehlivou komunikaci, kybernetickou bezpečnost, ochranu dat a jasná pravidla spolupráce mezi různými zařízeními a výrobci. Umělá inteligence nenahradí

elektrotechniku ani fyzickou infrastrukturu elektrizační soustavy. Poskytne dodatečnou rozhodovací vrstvu, která pomůže tyto technologie využívat efektivněji.

Budoucnost energetiky tedy nespočívá pouze ve výrobě většího množství elektřiny. Spočívá v inteligentní koordinaci výroby, ukládání a spotřeby, a to často dříve, než si uživatel vůbec uvědomí, že je třeba učinit nějaké rozhodnutí.

A jak umělá inteligence řídí ostrovní energetický systém? Algoritmus přijímá data z předpovědí počasí, obnovitelných zdrojů energie, baterií a domácích spotřebičů. Předpovídá budoucí výrobu, spotřebu a podmínky kvality elektrické energie a následně rozhoduje, kdy má být elektřina uložena, spotřebována nebo dodána z jiného zdroje.

KDYŽ KOTEL NETOPÍ TAK, JAK MÁ

NOVÉ KONZULTAČNÍ
CENTRUM CEET
POMŮŽE DOMÁCNOSTEM
TOPIT ÚSPORNĚJI,
BEZPEČNĚJI A ČISTĚJI

V Ý Z K U M A I N O V A C E

Lokální vytápění je pro mnoho domácností stále běžnou součástí každodenního života. Kotle na pevná paliva, krbová kamna nebo další domácí topeniště dokážou zajistit tepelný komfort i energetickou soběstačnost. Zároveň

však mohou být významným zdrojem znečištění ovzduší, zejména tehdy, když nejsou správně provozována, nejsou vhodně nastavena nebo neodpovídají skutečným potřebám domu.

Právě na tuto oblast se zaměřuje projekt Konzultační centrum správného vytápění, realizovaný pod Centrem energetických a environmentálních technologií s názvem TOP KONTROL. Jeho cílem je pomoci domácnostem lépe porozumět tomu, jak jejich topný

František Hopan

František Hopan působí jako výzkumný pracovník Výzkumného energetického centra CEET VŠB-TUO, kde se více než dvacet let věnuje spalování pevných paliv, emisím z lokálních topenišť a kvalitě ovzduší. Zkoumá, co se odehrává uvnitř domácích kotlů a kamen, proč některé zdroje produkují téměř neviditelný kouř, zatímco jiné výrazně zatěžují ovzduší, a jak lze příčiny emisí spolehlivě odhalovat a omezovat. Podílí se na vývoji diagnostických metod, laboratorních i terénních měřeních a výzkumných projektech zaměřených na snižování emisí z domácího vytápění. Vedle odborné práce, publikací a konferenčních vystoupení se dlouhodobě věnuje také popularizaci vědy. Prostřednictvím přednášek, vzdělávacích projektů a praktických ukázek propojuje vědecké poznatky s každodenní praxí a ukazuje, že čistší ovzduší začíná správným vytápěním.



systém skutečně funguje, proč může docházet k nadměrné spotřebě paliva, vyšším emisím, kouřivosti nebo nízké účinnosti, a jak lze tyto problémy prakticky řešit.

Nejde přitom o běžné energetické poradenství. Projekt má výzkumný a metodický charakter. V reálných domácnostech bude tým pod vedením Františka Hopana ověřovat nové postupy diagnostiky provozních a emisních problémů lokálních topenišť. Výsledkem má být ověřený model odborného konzultačního centra, které domácnostem nabídne srozumitelnou, technicky podloženou a prakticky využitelnou podporu.

Proč nestačí jen vyměnit kotel

Při diskusi o vytápění se často pozornost soustředí hlavně na typ kotle, jeho stáří nebo třídu kotle. Praxe ale ukazuje, že skutečný provozní stav domácího topeniště ovlivňuje mnohem více faktorů. Záleží na kvalitě paliva, způsobu



příkládání, tahu komína, nastavení přívodu vzduchu, údržbě, akumulaci tepla, zapojení systému i na tom, jak domácnost s vytápěním běžně pracuje.

Dva stejné kotle tak mohou v různých domech fungovat zcela odlišně. V jednom případě může být provoz stabilní, úsporný a s nízkými emisemi znečišťujících látek do okolí. V jiném případě může stejný typ zařízení vykazovat vysokou spotřebu paliva, časté zanášení, špatné spalování nebo zvýšené

emise. Právě proto je nutné posuzovat topný systém jako celek a nikoli pouze jako samostatné zařízení v kotelně.

Konzultační centrum správného vytápění vychází z této praktické skutečnosti. Místo obecných doporučení je zaměřeno na konkrétní případy, domácnosti a příčiny problémů.

Reálné „příběhy kotelen“ jako základ výzkumu

Součástí projektu je výběr až deseti domácností, u kterých se projevují problémy s provozem lokálního topeniště. Může jít například o vysokou spotřebu paliva, nízký tepelný komfort, časté zanášení spalinových cest, nestabilní spalování nebo podezření na nevhodné provozní návyky.

V těchto domácnostech bude následně provedena kombinace technického posouzení, měření, rozhovorů s uživateli a analýzy



způsobu provozu. Cílem není domácnosti hodnotit nebo kritizovat, ale pochopit, proč daný problém vzniká a jak jej lze odstranit. Každá kotelná má svůj vlastní příběh. Jiný dům, jiný komín, jiné palivo, jiné uživatelské zvyklosti a jiné technické řešení.

Právě tyto „příběhy kotelen“ umožní vytvořit praktickou metodu, která bude přenositelná i na další domácnosti, obce a regiony. Projekt tak propojí výzkum s každodenní realitou lidí, kteří chtějí topit lépe, levněji a s menším dopadem na okolí.

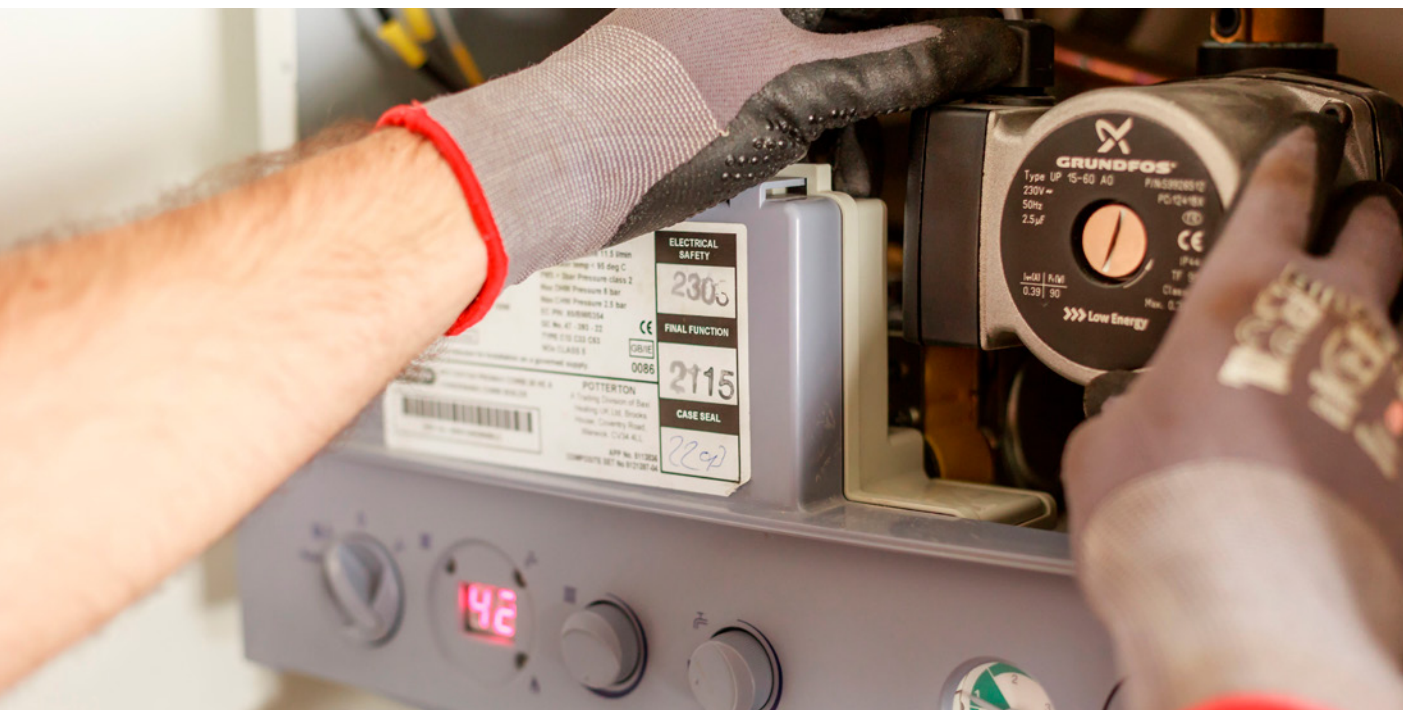
Co může konzultační centrum domácnostem nabídnout

Konzultační centrum správného vytápění poskytuje odbornou podporu domácnostem, které chtějí zlepšit provoz svého topného systému. Nabídka služeb je založena na kombinaci měření, technických zkušeností a praktických doporučení.

Domácnosti mohou konzultovat zejména:

- provoz kotle, kamen nebo jiného lokálního topeniště,
- identifikaci možných příčin zvýšených emisí nebo kouřivosti,
- provozní návyky při vytápění,
- úpravy způsobu přikládání a regulace spalování,
- opatření ke snížení spotřeby paliva,
- bezpečnost a stabilitu provozu,
- kroky ke zlepšení bez zbytečně složitých zásahů.

Důraz je kladen na opatření, která jsou pro domácnosti pochopitelná a proveditelná. V některých případech může pomoci změna provozních návyků, vhodnější palivo nebo úprava nastavení. Jindy může být vhodné technické doplnění systému, údržba, revize nebo hlubší úprava zapojení. Smyslem konzultačního centra je najít řešení odpovídající skutečné příčině problému.



Přínos pro domácnosti, obce i kvalitu ovzduší

Správné vytápění má několik významných dopadů současně. Domácnosti mohou snížit spotřebu paliva, zvýšit tepelný komfort a omezit provozní potíže. Zároveň se snižuje množství znečišťujících látek vypouštěných do ovzduší,

což je důležité zejména v obcích a regionech, kde lokální topeniště výrazně ovlivňují kvalitu ovzduší v topné sezóně.

Projekt proto nemá význam pouze pro jednotlivé domácnosti. Výsledky mohou být využitelné také pro obce, města, poradenské organizace, odborné instituce a ve-

řejnou správu. Mohou pomoci při přípravě osvětových aktivit, lokálních programů podpory správného vytápění nebo při komunikaci s obyvateli v oblastech s horší kvalitou ovzduší.

Důležité je, že projekt nesází na zakazy nebo obecné výzvy. Staví na vysvětlení, měření a praktické

*PŘI DISKUSI
O VYTÁPĚNÍ SE
ČASTO POZORNOST
SOUSTŘEDÍ HLAVNĚ
NA TYP KOTLE,
JEHO STÁŘÍ NEBO
TRÍDU KOTLE.
PRAXE ALE UKAZUJE,
ŽE SKUTEČNÝ
PROVOZNÍ STAV
DOMÁČÍHO TOPENIŠTĚ
OVLIVŇUJE MNOHEM
VÍCE FAKTORŮ.*

pomoci. Ukazuje, že zlepšení může často začít přímo v domácnosti, a to skrze pochopení vlastního systému a odstraněním konkrétních chyb v jeho provozu.

Výzkum, který má být vidět v praxi

TOP KONTROL je příkladem aplikovaného výzkumu, který se nezastavuje u laboratorních poznatků, ale ověřuje své výsledky v reálném prostředí. Záměrem je vytvořit

metodiku systematického odhalování emisních a provozních problémů u lokálního vytápění a ověřit účinnost navržených opatření přímo v domácnostech.

Topit správně znamená rozumět vlastnímu systému

Moderní a odpovědné vytápění nemusí vždy znamenat okamžitou výměnu celého zařízení. Často začíná tím, že domácnost lépe porozumí tomu, co se v jejím topném

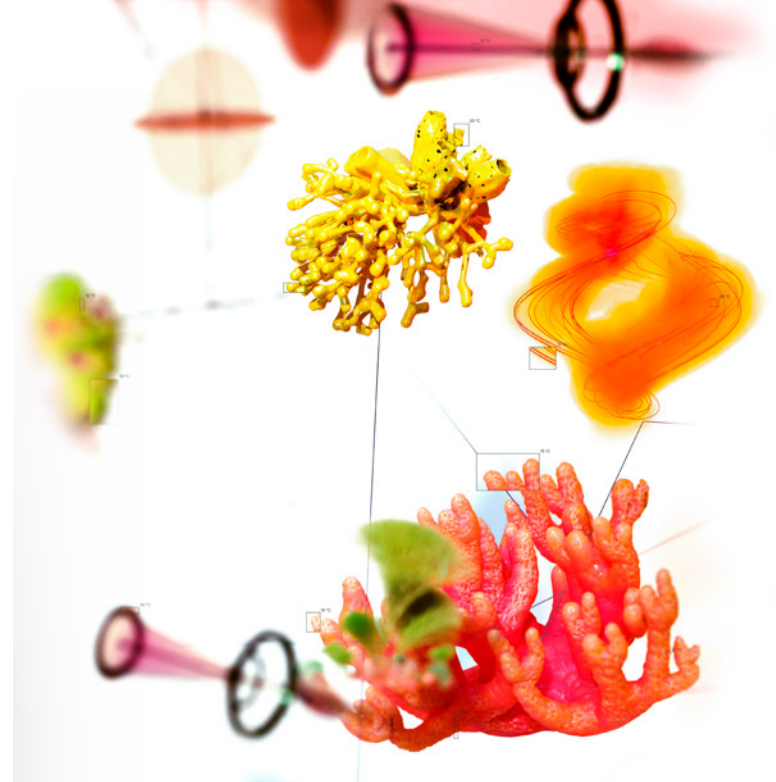
systému skutečně děje. Konzultační centrum správného vytápění chce být právě takovým odborným partnerem a pomoci problém pojmenovat, vysvětlit jeho příčiny a navrhnout řešení, která dávají technický i praktický smysl.



NEVIDITELNÝ SVĚT, VIDITELNÉ VÝSLEDKY

DOKTORANDI Z CENTRA NANOTECHNOLOGIÍ

NAŠI VĚDCI



V běžném životě většinou přemýšlíme o materiálech podle toho, co vidíme a čeho se můžeme dotknout. Ve světě nanotechnologií se ale vlastnosti materiálů začínají měnit podle toho, jak jsou uspořádány na úrovni milionkrát menší, než je šířka lidského vlasu. Právě v tomto světě pracují doktorandi Centra nanotechnologií. Nezkoumají „jen“ malé částice. Hledají způsoby, jak připravit materiály, které mohou jednou pomoci ukládat energii, čistit vodu, zlepšit diagnostiku nemocí, odlehčit automobily nebo nahradit méně šetrné chemické procesy. Jejich práce spojuje chemii, fyziku, materiálové inženýrství a moderní analytické metody.

Lukáš
Plesník

MEMBRÁNY, KTERÉ MOHOU ROZHODOVAT O BEZPEČNOSTI BATERIÍ

Baterie dnes najdeme téměř všude, v telefonech, noteboocích, elektromobilech i velkých úložištích energie. Uvnitř každé z nich jsou materiály, které běžný uživatel nikdy neuvidí, ale právě ony mají zásadní vliv na bezpečnost a účinnost celého zařízení.

Lukáš Plesník se věnuje vývoji pokročilých membránových nanokompozitních materiálů pro energetické aplikace. Jednoduše řečeno, zkoumá materiály, které mohou pomoci oddělit jednotlivé části baterie tak, aby fungovala spolehlivěji a bezpečněji. Při své práci využívá metody od lití roztoků až po elektrostatické zvlákňování, při němž vznikají velmi jemná vlákna. Výsledkem mohou být nové typy bateriových separátorů pro efektivnější ukládání energie.



Shamal Sabah
Kareem Kareem

CESTA KE KVALITNĚJŠÍMU
GRAFENU

Grafen bývá označován za jeden z nejzajímavějších materiálů současné vědy. Je extrémně tenký, pevný a má mimořádné elektrické vlastnosti. Aby se však mohl skutečně uplatnit v praxi, je nutné umět jej připravovat ve vysoké kvalitě a kontrolovat jeho vlastnosti.

Shamal Kareem se ve svém doktorském výzkumu zaměřuje právě na pokročilé metody přípravy grafenu ve škálovatelných objemech. Jeho práce směřuje k tomu, aby kvalitní grafen nebyl jen laboratorní kuriozitou, ale byl materiálem, který lze využít v budoucích technologiích, například v energetice, elektronice nebo v technologii senzorů.



Petr
Běčák

KDYŽ PROTEIN POMÁHÁ
VYTVÁŘET NANOČÁSTICE

Petr Běčák se pohybuje na rozhraní chemie, nanotechnologií a biomedicíny. Jeho výzkum se zaměřuje na biosyntézu kovových nanočástic a nanoklustrů pomocí hovězího séra, konkrétně albuminu (proteinu), který dokáže za vhodných podmínek vázat ionty kovů.

Výsledkem mohou být velmi malé částice se zajímavými optickými nebo magnetickými vlastnostmi. Některé mohou fluoreskovat, jiné by mohly sloužit jako kontrastní látky pro zobrazovací metody, například magnetickou rezonanci. Jde o příklad výzkumu, kde biologická molekula pomáhá vytvářet materiál s potenciálním využitím v medicínské diagnostice.



Shaho Salah
Hwayyiz Drezh

UHLÍKOVÉ STRUKTURY
INSPIROVANÉ GEOMETRIÍ

Některé materiály jsou zajímavé nejen tím, z čeho jsou vyrobeny, ale také tím, jaký mají vnitřní tvar. Shaho Salah Hwayyiz Drezh se zabývá přípravou nových uhlíkových materiálů inspirovaných strukturami zvanými schwarzity. Ty si lze zjednodušeně představit jako velmi lehké a porézní uhlíkové sítě se specifickou vnitřní geometrií.

Při výzkumu využívá minerály, například zeolity, jíly nebo diatomit, jako dočasné šablony. Ty pomáhají vytvořit požadovanou strukturu, která může mít zajímavé mechanické, elektronické nebo adsorpční vlastnosti. Takové materiály mohou být v budoucnu využitelné například v energetice, filtraci nebo jako plnivo kompozitů pro dopravu.



Vít
Kubáň

ENERGIE ULOŽENÁ
V UHLÍKU Z BIOMASY

Vít Kubáň se věnuje porézním uhlíkatým materiálům s grafitickou strukturou. Zní to složitě, ale princip je jednoduchý: cílem je připravit materiály s vhodnou strukturou a porozitou pro efektivní ukládání elektrické energie.

Zajímavé je, že významnou roli v jeho práci hraje odpadní celulózová biomasa. Ta může sloužit jako výchozí surovina pro přípravu uhlíkatých materiálů využitelných například pro vylepšení separátorů nebo optimalizaci elektrodového materiálu v bateriích. Výzkum tak propojuje energetiku, materiálové inženýrství a myšlenku udržitelnosti přírodní surovinové základny průmyslu.



Amisha Singh

SVĚTLO JAKO NÁSTROJ CHEMIE

Amisha Singh se zabývá organickou chemií, fotochemickými přeměnami a heterogenní katalýzou. Její výzkum stojí na myšlence, že světlo může být nástrojem pro spouštění nebo řízení chemických reakcí.

Takový přístup je zajímavý pro moderní udržitelnou chemii. Může pomoci hledat reakční postupy, které jsou jemnější, efektivnější a lépe slučitelné s požadavky na menší energetickou a materiálovou náročnost.



Pavel Czernek

LEHČÍ AUTA A ČISTŠÍ VODA DÍKY UHLÍKOVÝM MATERIÁLŮM

Pavel Czernek se zaměřuje na uhlíková vlákna a nanokompozitní materiály. Jedním z jeho cílů je vývoj cenově dostupných kompozitů pro automobilový průmysl. Lehčí automobil totiž může znamenat nižší spotřebu paliva nebo elektrické energie.

Současně se věnuje také materiálům pro zachytávání znečišťujících látek z vody. Jeho výzkum proto ukazuje dvě velmi praktické tváře nanotechnologií: na jedné straně lehčí konstrukční materiály, na druhé straně materiály pro ochranu životního prostředí. Za své vědecké výsledky získal ocenění Talent roku 2024 statutárního města Ostrava.



Muhammad Aashir Awan

GRAFEN PRO ENERGETIKU A TECHNICKÉ APLIKACE

Muhammad Aashir Awan působí v týmu EBEAM, který se věnuje technologiím elektronového svazku a výzkumu grafenu. Jeho práce je zaměřena na vývoj nových grafenových materiálů pro energetické a technické aplikace.

Grafen je materiál s mimořádným potenciálem, ale jeho využití závisí na tom, zda jej dokážeme připravit s požadovanou strukturou, kvalitou a stabilitou. Právě tomu se tento výzkum věnuje: jak zlepšit vlastnosti grafenových materiálů tak, aby byly efektivnější a odolnější.



Pavel Kuzník

VÝROBA GRAFENU POMOCÍ ELEKTRONOVÉHO SVAZKU

Pavel Kuzník se zaměřuje na přípravu tenkých polymerních vrstev, které mohou sloužit jako výchozí materiál pro vznik grafenových 2D struktur. V jeho práci hraje roli skenovací elektronový mikroskop, tedy zařízení, které běžně slouží k pozorování velmi malých struktur, ale zde se stává také nástrojem pro jejich cílenou přeměnu.

Tento směr výzkumu ukazuje, že moderní mikroskopy nejsou pouze „oči“ vědců. Mohou být i nástrojem, kterým lze materiály měnit a vyrábět nové struktury s potenciálním využitím v elektronice, energetice nebo senzorech.



Vít Kvasnička

DERIVÁTY GRAFENU PRO EFEKTIVNÍ UKLÁDÁNÍ ENERGIE

S přechodem na obnovitelné zdroje roste potřeba ukládat obrovské množství elektrické energie. Současné lithiové baterie sice dominují trhu, ale narážejí na limity spojené s vysokou cenou, dostupností surovin i bezpečnostními riziky. Řešením by mohly být zcela nové typy akumulátorů, které využívají podstatně dostupnější prvky.

Vít Kvasnička se zabývá elektrochemií a studiem moderních technologií pro ukládání elektrické energie. Zkoumá aplikaci derivátů grafenu, které díky úpravám na atomární úrovni nabízejí širokou škálu materiálových vlastností šitých na míru konkrétním bateriovým systémům. Tento přístup je zásadní pro vývoj nové generace zařízení pro ukládání energie, která by mohla nahradit lithium-iontové technologie levnějšími, bezpečnějšími a udržitelnějšími alternativami, jako jsou systémy na bázi zinku.



Sajjan Kumar Sathish

BEZPEČNĚJŠÍ LITHIUM-IONTOVÉ AKUMULÁTORY

Lithium-iontové baterie dnes patří mezi hlavní technologie pro ukládání energie. Jejich bezpečnost však nezávisí pouze na kapacitě nebo životnosti, ale také na materiálech uvnitř článku. Důležitou roli zde hraje elektrolyt, který umožňuje pohyb iontů mezi elektrodami. U běžných kapalných elektrolytů mohou být problémem zejména mechanická a tepelná stabilita.

Sajjan Kumar Sathish se proto věnuje vývoji nových typů kompozitních elektrolytů jako bezpečnější alternativy k současným kapalným elektrolytům používaným v lithium-iontových bateriích. Zaměřuje se na materiály, které jsou stabilnější z mechanického i tepelného hlediska a zároveň mohou být šetrnější díky využití dostupných minerálních složek. Jeho výzkum tak přispívá k vývoji akumulátorů, které by mohly být při používání bezpečnější, odolnější a udržitelnější.



Vijay Prabhakaran Nallan

KATALYZÁTORY Z JEDNOTLIVÝCH ATOMŮ

Vijay Prabhakaran Nallan se věnuje nanokatalýze a takzvané single-atom katalýze. To znamená, že zkoumá katalyzátory, kde mohou aktivní roli hrát jednotlivé atomy kovů.

Katalyzátory jsou látky, které umožňují chemickým reakcím probíhat efektivněji, s nižší energetickou náročností nebo šetrnějším způsobem. Výzkum v této oblasti může přispět k udržitelnější organické syntéze a k využití dostupnějších kovů namísto vzácných nebo drahých prvků.



Mina Rasteragaralam

POLYMERNÍ KOMPOZITY PRO PŘEMĚNU ENERGIE

Moderní energetika hledá materiály, které dokážou účinněji přeměňovat různé formy energie na elektřinu. Vedle fotovoltaických technologií jsou zajímavé také termoelektrické materiály, které umožňují přímou přeměnu tepelné energie na elektrickou bez nutnosti pohyblivých mechanických součástí.

Mina Rasteragaralam se zaměřuje na nové polymerní kompozity pro energetické aplikace. Věnuje se úpravě těchto materiálů pomocí kovových nanočástic, které mohou zlepšovat jejich provozní vlastnosti, například elektrickou vodivost nebo výsledný výkon. Výzkum tak směřuje k materiálům využitelným v technologiích pro efektivnější výrobu a přeměnu energie.



MĚSTO JAKO ŽIVÁ LABORATOŘ

DIGITÁLNÍ NÁSTROJE PRO ENERGETICKOU TRANSFORMACI RIGY

TÝMY A PROJEKTY

Workshop CONECT 2026, kde byl prezentován také evropský projekt ExPEDite, ukázal, jak mohou digitální dvojčata pomáhat městům při plánování pozitivních energetických distriktů. Účastníci konference CONECT 2026 si v Rize vyzkoušeli vyvíjené nástroje a poskytli zpětnou vazbu přímo jejich tvůrcům.

Integrované plánování energetické transformace čtvrti: budovy, spotřeba, lokální zdroje, akumulace, doprava a chování uživatelů

Touto komplexní problematikou se zabývá evropský projekt ExPEDite, který vyvíjí digitální nástroje pro podporu vzniku takzvaných pozitivních energetických distriktů. Projekt vychází z předpokladu,

že cesta k energeticky efektivním a klimaticky neutrálním městům nemůže stát pouze na izolovaných technologických opatřeních. Na úrovni městské čtvrti je nutné propojit řadu oblastí: energetickou efektivitu budov, obnovitelné zdroje, energetickou flexibilitu, akumulaci, mobilitu i aktivní zapojení uživatelů. Digitální dvojče v tomto kontextu funguje jako nástroj, který umožňuje sledovat,

Ondřej Kabot

Ondřej Kabot působí jako výzkumný pracovník Centra ENET CEET VŠB-TUO, kde se již 7 let věnuje problematice částečných výbojů, diagnostice elektrických zařízení a systémům moderní energetiky. Zkoumá, co se odehrává v izolačních systémech elektrických zařízení vlivem různých vnějších vlivů a také působením elektrického pole a snaží se tím předcházet poruchám elektrických zařízení s cílem prodloužit jejich životnost. Podílí se na vývoji diagnostických metod, laboratorních i terénních měřeních a výzkumných projektech navázaných na tuto oblast jak v České republice, tak i v zahraničí.



modelovat a vyhodnocovat energetické toky v území a testovat různé scénáře ještě před jejich reálnou realizací.

V rámci projektu byly představeny nástroje, které mají městům, urbanistům, energetickým expertům i správcům budov pomoci při rozhodování založeném

na datech. Patřila mezi ně platforma pro návrhové a provozní zobrazení digitálního dvojčete, systém podpory rozhodování, nástroj pro energetické modelování a simulace i mobilní aplikace zaměřená na zapojení občanů. Účastníci si mohli vyzkoušet, jak lze s těmito nástroji pracovat při plánování energetické transformace městské části

a jak mohou data přispět k lepšímu porozumění dopadům navrhovaných opatření.

Pilotní lokalitou projektu je kampus Riga Technical University v oblasti Ķīpsala, který slouží jako reálné městské prostředí pro testování konceptu pozitivního energetického distriktu (PED). Právě

zde se propojuje technická infrastruktura, chytré měření, budovy, energetické zdroje, elektromobilita a uživatelské chování. Riga se tak stává nejen místem ověřování digitálních nástrojů, ale také příkladem toho, jak lze energetickou transformaci městských částí řešit systémově.

Pozitivní energetická čtvrt v praxi

Pozitivní energetický distrikt lze zjednodušeně chápat jako městskou oblast, která se snaží díky kombinaci úspor, obnovitelných zdrojů, flexibilního řízení spotřeby, akumulace a zapojení uživatelů směřovat k pozitivní energetické bilanci. V praxi však nejde pouze o technickou optimalizaci. Stejně důležité je, aby navrhovaná řešení byla srozumitelná, přijatelná a využitelná pro ty, kteří s nimi budou pracovat nebo v daném území žít.

Právě proto měl workshop na CONECT 2026 význam nejen jako

***DIGITÁLNÍ DVOJČE
NENÍ JEN OBRAZEM
MĚSTA V POČÍTAČI;
UMOŽŇUJE BUDOUCÍ
ZMĚNY NEJPRVE
VYZKOUŠET NANEČISTO
A PLÁNOVAT JE
SPOLEČNĚ S LIDMI,
KTERÝCH SE
SKUTEČNĚ TÝKAJÍ.***

demonstrační akce, ale také jako součást vývojového procesu. Účastníci mohli jednotlivé nástroje komentovat, upozorňovat na jejich silné i slabé stránky a přispět k jejich dalšímu vylepšování. Tento způsob práce ukazuje, že digitální dvojče není pouze vizualizací městské čtvrti, ale může se stát praktickou rozhodovací infrastrukturou pro města, která chtějí plánovat energetickou transformaci na základě dat, scénářů a dialogu se zainteresovanými partnery.

Projekt ExPEDite tak propojuje technologickou inovaci s partici-

pativním přístupem. Ukazuje, že úspěšná transformace měst směrem k udržitelné energetice nevzniká pouze v laboratořích nebo výpočetních modelech, ale také v otevřeném dialogu mezi vývojáři, městy, odborníky a uživateli. Workshop v Rize tuto filozofii převvedl do praxe: město se zde stalo živou laboratoří, ve které se digitální nástroje testují v kontaktu s reálnými potřebami budoucího využití.

O uskutečněním workshopu jsme si promluvili s Ondřejem Kabotem, jedním z řešitelů projektu ExPEDite.

Ondro, jaký byl podle vás hlavní přínos workshopu ExPEDite na konferenci CONECT 2026?

Hlavní přínos workshopu vidím v tom, že umožnil zapojit do diskuse širší okruh zainteresovaných stran. Vzhledem k povaze projektu je zásadní, aby do návrhu, vývoje i následné implementace jednotlivých

nástrojů vstupovali zástupci různých skupin, od odborníků a správců budov až po zástupce měst a potenciální uživatele. Konference nám v tomto ohledu pomohla rozšířit zpětnou vazbu mimo samotné projektové konsorcium. Získané podněty byly důležité nejen pro další směřování projektu jako celku, ale také pro vývojáře konkrétních digitálních nástrojů.

Workshop byl pojatý, řekněme netradičně, jako živá laboratoř. V čem se tento přístup lišil od běžné konferenční prezentace?

Běžná konferenční prezentace obvykle stojí především na představení výsledků, následných dotazech a případné diskusi. Workshop ExPEDite tento základ zachoval, ale šel ještě dál. Účastníci nebyli pouze pasivními posluchači, ale mohli si jednotlivé nástroje přímo vyzkoušet a aktivně se zapojit do připravených interaktivních aktivit. Díky tomu bylo možné lépe porozumět tomu, jak různě

skupiny uživatelů nástroje vnímají, jaké potřeby s nimi spojují a jaké dopady od nich očekávají. Tento přístup zároveň poskytl podklady pro hodnocení společenského dopadu, které je u projektů zaměřených na městskou transformaci velmi důležité.

Řekněte mi, který z představených nástrojů podle vás vzbudil největší zájem účastníků a proč tomu tak bylo?

Každý z představených nástrojů má v projektu své místo a jeho význam závisí na tom, z jaké perspektivy se na něj díváme. Jiná očekávání bude mít občan, jiná správce budovy, energetický expert nebo zástupce města. Pro zapojení veřejnosti je důležitá zejména mobilní aplikace, která může zjednodušit komunikaci s městem a zpřístupnit vybrané informace širšímu okruhu uživatelů. Pro energetické experty a plánovače jsou naopak klíčové nástroje umožňující modelování scénářů, simulace a vyhodnocová-

ní dopadů různých opatření. V rámci workshopu byl podle mého názoru největší zájem právě o modelovací a vizualizační nástroje. Vzhledem ke složení účastníků, mezi nimiž byli studenti, zaměstnanci univerzity i zástupci městských a odborných institucí, to dává smysl. Tyto nástroje totiž velmi názorně ukazují, jak lze digitální dvojče využít při plánování energetické transformace konkrétního území.

Jste jedním z řešitelů projektu, zajímal by mě proto váš názor, jaký typ zpětné vazby byl pro vývojáře nejcennější?

Nejcennější byla zpětná vazba, která nebyla pouze obecně hodnotící, ale zároveň nabízela konkrétní návrhy na zlepšení. Pro vývojáře je velmi důležité vědět nejen to, co uživatelům nevyhovuje, ale také proč tomu tak je a jak by si představovali vhodnější řešení. Zvlášť přínosné jsou podněty přicházející od lidí v různých rolích, protože každý typ uživatele pracuje s nástroji jiným



způsobem a sleduje jiné cíle. Právě taková zpětná vazba zvyšuje šanci, že výsledné řešení bude prakticky využitelné a přijatelné pro širší spektrum budoucích uživatelů.

Máte pocit, že toto setkání nějak pomohlo v rámci využití digitálních dvojčat při energetické transformaci měst?

Ano, určitě. Workshop ukázal, že digitální dvojče může být užitečné nejen jako technický nebo vizualizační nástroj, ale také jako prostředek pro diskusi mezi různými aktéry městské transformace. Během setkání vznikla řada podnětů, z nichž některé budou promítnuty do dalších fází vývoje. Zároveň jsme díky aktivitám zaměřeným na

společenský dopad získali lepší představu o tom, co účastníci od řešení typu ExPEDite očekávají a které oblasti považují za nejdůležitější. To je pro další vývoj zásadní, protože cílem není vytvořit pouze technologicky pokročilý nástroj, ale řešení, které bude odpovídat reálným potřebám měst, odborníků i uživatelů.



MIKROVLNÝ MÍSTO SPALOVNY

NOVÝ ZPŮSOB RECYKLACE NEZNIČITELNÝCH PLASTŮ

ROZHOVORY A OSOBNOSTI

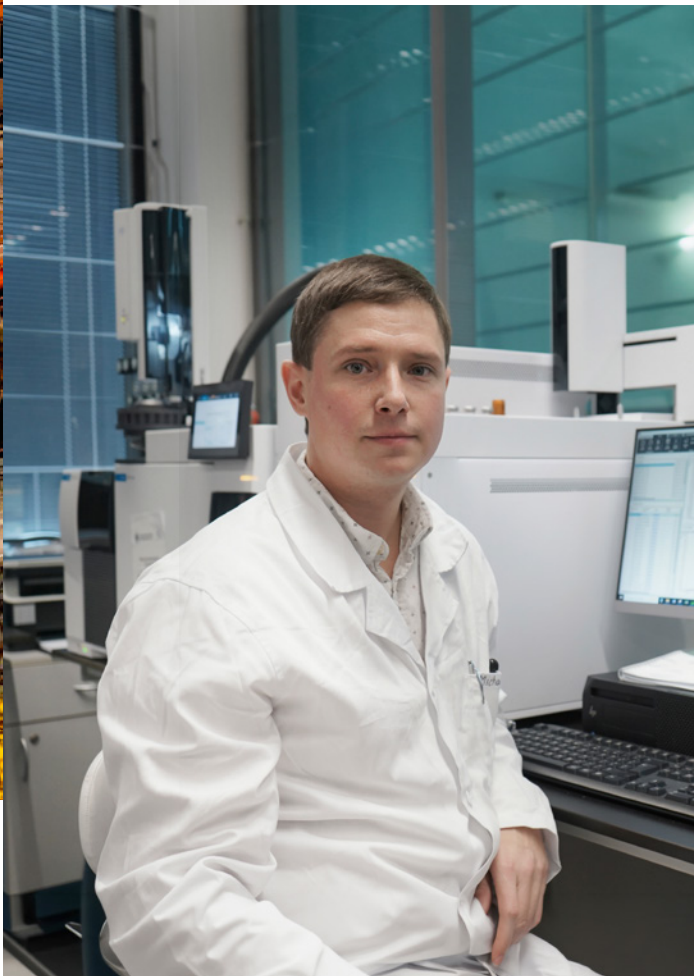
V letadlech či kloubních náhradách funguje bezchybně, když ale doslouží, nevíme si s ním rady. Vysoce odolný technický plast polyetherimid (PEI) představuje pro současné recyklační procesy obrovskou výzvu. Změnit se

to snaží nový výzkum Michala Vaštyla z Institutu environmentálních technologií CEET. Ve spolupráci s University of Calgary přišel jeho tým s elegantním řešením: pomocí mikrovln a speciálních absorbérů dokážou tento

„superplast“ nejen rozložit, ale dokonce z něj získat i cenné druhotné suroviny. V rozhovoru přibližuje, jak tato technologie funguje, jaká úskalí čekají při jejím přesunu do praxe i proč mají ve vědě obrovský smysl slepé uličky.

Michal Vaštyl

Michal Vaštyl působí ve výzkumné skupině Příprava materiálů a zhodnocování odpadů na Institutu environmentálních technologií CEET, kde se věnuje zejména mikrovlnnému a termochemickému zpracování odpadních materiálů, pyrolýze polymerů, uhlíkatým materiálům a katalytickým procesům. Ve své práci se zaměřuje na možnosti přeměny obtížně recyklovatelných plastů a dalších odpadních surovin na hodnotné produkty, například vodík, uhlovodíky, kapalné chemické suroviny nebo uhlíkaté materiály s potenciálním dalším využitím. Současně působí jako přednášející a cvičící na Katedře environmentálního inženýrství Hornicko-geologické fakulty VŠB – Technické univerzity Ostrava, kde se podílí na výuce studentů v rámci předmětu Instrumentální metody analýzy. Ve výuce i ve své odborné činnosti propojuje znalosti analytických metod s experimentální prací v laboratoři. V rámci zahraniční spolupráce absolvoval výzkumné pobyty na University of Calgary, kde spolupracoval s prof. Josephine M. Hill, a také na National University of Tumbes. Dlouhodobě rozvíjí mezinárodní spolupráci s výzkumníky ze zahraničních institucí, mimo jiné z Queen Mary University of London (QMUL). Jeho výzkum se pohybuje na rozhraní termochemických procesů, mikrovlnných technologií, katalýzy, recyklace technických plastů a vývoje materiálů pro udržitelnou energetiku.



Michale, ve své nové studii se věnujete recyklaci polyetherimidu. Řeknete mi, v čem je tento „superplast“ výjimečný a proč jako odpad představuje tak obrovskou výzvu?

Polyetherimid, zkráceně PEI, patří mezi vysoce výkonné technické polymery. Kombinuje vysokou tepelnou stabilitu, mechanickou pevnost, chemickou odolnost a zároveň má velmi dobré vlastnosti pro náročné aplikace. Proto se používá například v letectví, astronautice, automobilovém průmyslu, elektrotechnice nebo v medicíně.

Právě tyto výborné vlastnosti jsou ale na konci jeho životnosti zásadním problémem. PEI je navržen tak, aby vydržel extrémní teploty, agresivní chemické prostředí a dlouhodobé zatížení. To znamená, že se velmi obtížně rozkládá a běžné recyklační postupy pro něj nejsou ideální. Mechanická recyklace naráží na

omezenou kvalitu výsledného materiálu a klasické termické zpracování zase vyžaduje neúměrně vysoké teploty. Proto jsme hledali cestu, jak tento odolný polymer efektivněji přeměnit na využitelné produkty.

Řešení jste nakonec našli v mikrovlnném záření. V čem se tento přístup liší od běžných metod zpracování plastového odpadu?

Hlavní rozdíl spočívá ve způsobu přenosu tepla. Běžné termické metody ohřívají materiál převážně zvenku dovnitř (z povrchu do jádra). U mikrovlnného ohřevu je princip opačný: energie se může přenášet přímo do materiálů, které mikrovlnné záření dobře absorbují, a teplo se šíří od jádra k povrchu. To umožňuje rychlý, objemový a v některých případech velmi selektivní ohřev.

Když už zmiňujete selektivní ohřev, laika asi napadne, že se běžná plastová miska

v mikrovlnce obvykle nerozpustí ani výrazně nezahřeje. Jak se vám tedy pomocí mikrovln podařilo odolný plast rozložit?

Máte pravdu, většina plastů je takzvaně mikrovlnně transparentní, což znamená, že záření absorbují špatně nebo vůbec, a proto se v běžné



mikrovlnce samy o sobě nezahřejí (ohřejí se až od vloženého jídla). Trik je v tom, že my jsme neohřívali pouze samotný plast.

Do systému jsme přidali materiály, které mikrovlnné záření velmi dobře pohlcují, takzvané mikrovlnné absorbéry, někdy označované také jako susceptory. Tyto materiály fungují jako převodníky, ve kterých se vysokofrekvenční neionizující elektromagnetické vlnění mění na tepelnou energii. Zjednodušeně řečeno, mikrovlny nezahřívají primárně PEI, ale absorbér. Ten následně předává teplo do okolí a může vytvářet velmi intenzivní lokální teplotní zóny (hot spots), ve kterých dochází k rozkladu polymeru. Kromě samotného tepelného efektu zde může hrát roli i katalytický charakter některých materiálů, například oxidů železa na aktivním uhlí.

Významnou roli v tomto procesu tedy hrají právě mikrovlnné absorbéry. Jaké další materiály

ANI VELMI ODOLNÝ PLAST NEMUSÍ PO DOSLOUŽENÍ SKONČIT VE SPALOVNĚ. VHODNĚ ZVOLENÝ PROCES Z NĚJ MŮŽE ZNOVU ZÍSKAT CENNÉ SUROVINY.

jste testovali a který z nich se nakonec ukázal jako nejúčinnější?

Testovali jsme několik typů materiálů (susceptorů): aktivní uhlí, ropný koks, grafit, karbid křemíku i aktivní uhlí modifikované oxidy kovů. Nejzajímavější výsledky poskytl právě systém založený na aktivním uhlí s oxidem železa, konkrétně AC-Fe3O4.

Tento materiál byl velmi účinný z hlediska rozkladu PEI i produkce vodíku. Podařilo se dosáhnout úplné konverze polymeru

a zároveň vysokého výtěžku vodíku, přibližně 20 mmol H₂ na gram PEI, což odpovídá zhruba 76 % teoretického množství vodíku dostupného v polymeru.

Překvapivé bylo, jak výrazně vlastnosti absorbéru ovlivňovaly nejen rychlost rozkladu, ale také složení produktů. Například ropný koks podporoval tvorbu aromatických uhlovodíků, zejména toluenu, zatímco u grafitu a karbidu křemíku byla pozorována nižší produkce vodíku a současně vyšší zastoupení polycyklických aromatických uhlovodíků.

Výsledkem tohoto procesu tedy není jen „rozložený plast“, ale i cenné druhotné suroviny. Co všechno se vám podařilo získat a jaké vidíte další možnosti využití v praxi?

Přesně tak, vzniká směs plyných, kapalných a pevných produktů, z nichž každý má svůj potenciál. V plyné fázi je nejzajímavější

vodík, ale mohou vznikat také lehké uhlovodíky, jako je metan, a další plynné složky. V kapalně frakci se mohou nacházet hodnotné aromatické uhlovodíky, například deriváty benzenu, toluen nebo další sloučeniny využitelné jako chemické suroviny.

Vedle toho vzniká také pevný uhlikatý zbytek. Ten není nutně

pouze odpadem. Může být dále zkoumán jako uhlikatý materiál, případně jako součást katalytických nebo sorpčních systémů. Záleží ale na jeho složení, čistotě po separaci a vlastnostech po procesu.

Pro nás je důležité, že se z vysoce odolného plastu podařilo získat produkty s přidanou hodnotou.

To je rozdíl oproti přístupu, kdy se plast pouze spálí nebo energeticky využije bez hlubšího zamyšlení, co bychom z něj mohli získat.

Získávat z odpadu cenné druhotné látky zní skvěle. Vodík je dnes často označován za jedno z paliv budoucnosti. Jaký význam má ale vodík získaný specificky z plastového odpadu?

Největší význam vidím v tom, že tento vodík nevzniká z klasické fosilní suroviny, ale z materiálu, který by jinak představoval obtížně zpracovatelný odpad. PEI obsahuje významné množství uhlíku, vodíku, kyslíku a dusíku. Pokud dokážeme část vázaného vodíku převést do molekulárního plynu, nejde už jen o „likvidaci odpadu“, ale o jeho chemickou valorizaci.

Naším cílem není konkurovat velkokapacitní výrobě vodíku, jako je parní reforming zemního plynu nebo elektrolýza. Chceme spíš ukázat nový směr, že i takto



odolný plast může být zdrojem plynného produktu s vysokou hodnotou, u kterého cíleně sledujeme tvorbu konkrétní molekuly, v tomto případě vodíku. Z vědeckého hlediska je pro nás navíc vodík skvělým indikátorem. Jeho výtěžek nám ukazuje, jak dobře náš mikrovlnný absorbér funguje a jak efektivně polymerní strukturu rozkládá.

Praktický význam tedy vidím ve spojení dvou věcí: na jedné straně zpracování obtížně recyklovatelného plastu, na druhé straně získání energeticky a chemicky hodnotného produktu. A právě toto spojení je podle mě zajímavé pro budoucí technologie cirkulární ekonomiky.

Za tímto výzkumem stojí také úzká mezinárodní spolupráce s University of Calgary. Jak toto partnerství vzniklo a v čem bylo nejpřínosnější?

Vše odstartovaly mé výzkumné pobyty v kanadském Calgary v letech 2021 a 2022. Zásadní roli

sehrála dlouhodobá spolupráce s profesorkou Josephine M. Hill z Schulich School of Engineering, University of Calgary, která se specializuje na katalýzu a termochemické zpracování surovin. Postupem času se z nás stali blízcí přátelé, takže naše spolupráce dnes nestojí jen na odborné rovině, ale i na vzájemné důvěře a nadšení posouvat výzkum dál.

Přínos mezinárodní spolupráce vidím hlavně v tom, že člověku umožní podívat se na vlastní výzkum jinými očima. Ve vědě je velmi důležité nemít pomyslné klapky na očích a být otevřený i jiným přístupům. Právě mezinárodní tým toto přirozeně umožňuje, protože každý z nás přichází z jiného výzkumného prostředí, má jiné zkušenosti, jiné pracovní návyky a často i jiný způsob uvažování nad stejným problémem. Díky tomu může vzniknout velmi cenný „aha moment“ na obou stranách. Něco, co je pro jedno pracoviště běžný postup, může být pro druhé nový



pohled nebo inspirace. I díky tomu jsme naši studii dokázali uchopit mnohem komplexněji.

Výsledky studie působí velmi slibně. Jak daleko je tato technologie od reálného průmyslového využití a co všechno bude ještě potřeba vyřešit?

V tuto chvíli jde stále o laboratorní koncept. Výsledky jsou slibné, ale mezi laboratorním experimentem a funkční průmyslovou technologií je ještě dlouhá cesta. Bude potřeba vyřešit několik překážek: stabilitu a regeneraci absorbérů nebo katalyzátorů, energetickou bilanci procesu, kontinuální provoz, separaci produktů a také práci se skutečným odpadem, který je vždy složitější než modelový materiál. Rozhodující bude také pečlivá ekonomická a environmentální analýza, která ukáže, zda celý proces dává smysl nejen chemicky, ale také provozně.

Mikrovlonné technologie mají velký potenciál, ale jejich škálování není jednoduché. Právě proto je potřeba dělat systematický výzkum od základů, jako jsou mechanismy rozkladu, až po návrh průmyslového reaktoru.

Bude překonávání těchto technologických překážek tématem vašeho navazujícího výzkumu? Na co konkrétně se plánujete v nejbližší době zaměřit?

Chceme se zaměřit hlavně na přípravu a optimalizaci katalytických materiálů, které by nám umožnily ještě lépe řídit průběh rozkladu. Naším ambiciózním cílem je maximalizace produkce vodíku, rádi bychom dosáhli stavu, kdy z 1 gramu plastu získáme alespoň 85 % teoreticky dostupného vodíku. Taková hodnota by představovala pomyslný „zlatý standard“ efektivity přeměny vodíku chemicky vázaného v plastových materiálech.

Velkým tématem je pro nás zmíněná stabilita materiálů. Nestačí, aby katalyzátor fungoval výborně v jednom pokusu. Musíme zjistit, jak opakované použití ovlivňuje jeho účinnost a jak snadno ho lze regenerovat. Zatím se snažíme nedělat předčasné velkolepé závěry, ale výsledky jasně naznačují, že mikrovlonné zpracování ve spojení se správnými katalyzátory je velmi nadějnou cestou.

Než se podaří tyto cíle naplnit, máte před sebou ještě řadu experimentů a měsíců intenzivní práce. Co vám pomáhá po náročném dni v laboratoři dobít energii a udržet si dlouhodobou motivaci?

Ve vědě je naprosto zásadní najít rovnováhu mezi profesním a osobním životem. Výzkum totiž málokdy skončí ve chvíli, kdy zavřete dveře od laboratoře, nad výsledky přemýšlíte dál. Proto je důležité, aby práce nebyla jen povinností, ale z velké části

i koníčkem. Bez vnitřního nadšení to dlouhodobě nejde.

Zároveň musíte mít zdravě nastavené hranice. Odstup od problému vám často pomůže vidět věci jasněji. Mně osobně dobíjí baterky čas s rodinou, sport a občasná změna prostředí.

Nesporný podíl na udržení motivace má ale také zázemí. Velmi si vážím podpory svého vedení a celého týmu. Publikovaná studie není úspěchem jednotlivce, je to výsledek práce spousty lidí, od analytiků až po technické zajištění. S dobrým nápadem sice začínáte, ale bez funkčního zázemí a skvělých kolegů z něj kvalitní výsledek neuděláte.

Skvělý tým je jistě k nezaplacení. CEEToviny však čte i celá řada studentů a začínajících vědců. Co byste jim na základě svých zkušeností poradil, pokud chtějí ve vědě uspět?

Poradil bych jim, ať se nebojí ptát a nezaletnou se toho, že věci napoprvé nevyjdou. Ve vědě je neúspěšný experiment často stejně cenný jako ten úspěšný, pokud se z něj dokážete poučit.

Důležité je být trpělivý, pečlivý a otevřený spolupráci. Dnes už málokterý dobrý výzkum vzniká izolovaně. Potřebujete tým, diskuzi, kritickou zpětnou vazbu a někdy i odvalu pustit se do směru, který na první pohled nevypadá jistě.

A možná ta nejdůležitější rada: nenechte se odradit počátečními komplikacemi. Věda je často pomalá a někdy frustrující, ale právě v tom postupném skládání střípků je její kouzlo. Rád říkám: „Někdo musí najít cestu, která nikam nevede.“ I slepé cesty mají obrovský smysl. Ukazují ostatním, kudy už se vydávat nemusí, a tím celý obor posouvají o velký krok kupředu.



PŘÍBĚH JEDNOHO HOVORU

V Ý Z K U M A I N O V A C E

JAK TRYSKOVÝ MLÝN SPOJIL KLOKNERŮV ÚSTAV A CENTRUM NANOTECHNOLOGIÍ

Jediný telefonát odstartoval spolupráci, která dnes přináší nové patenty, funkční vzorky a otevírá cestu k ekologičtější antikorozi ochraně kovových konstrukcí. Vědci z Centra nano-

technologií (CNT), Centra energetických a environmentálních technologií (CEET), VŠB-TUO, a Kloknerova ústavu, Českého vysokého učení technického v Praze, už téměř deset let společně

ukazují, že i dobře známé materiály mohou díky novým technologiím získat zcela nové vlastnosti a otevřít cestu k bezpečnějším a udržitelnějším materiálům.



Karla Čech Barabaszová

Karla Čech Barabaszová je docentkou na Centru nanotechnologií CEET, kde od roku 2005 pracuje v oblasti materiálových věd. Její výzkum se zaměřuje na nanokompozitní materiály se strukturně definovanými nanoplnivými. Specializuje se v oblasti sonochemie a mechanochemie nanostrukturovaných materiálů, na strukturní a povrchovou charakterizaci. Její odbornost zahrnuje také dynamickou analýzu mechanických vlastností nanomateriálů. Hraje klíčovou roli v přenosu vědeckých poznatků do vzdělávacího procesu a při překlenutí propasti mezi akademickou sférou a průmyslovým sektorem. Od roku 2008 je zakladatelkou a spoluorganizátorkou mezinárodní konference NanoOstrava. Je aktivním pedagogem zaměřujícím se na oblast materiálové chemie a přípravy nanostrukturovaných materiálů. Úspěšně vedla závěrečné práce bakalářských a magisterských studentů a poskytuje konzultantskou činnost ve svém profesním oboru. V současné době se její výzkum zaměřuje na vývoj nových nanostrukturovaných materiálů pro energetické aplikace a jejich recyklovatelnost. Je autorkou a také spoluautorkou mnoha odborných publikací v zahraničních odborných časopisech, několika funkčních vzorů, užitných vzorů a patentů.



Tryskový mlýn jako okénko do submikronového světa

Na začátku všeho stál tehdejší doktorand Kloknerova ústavu Adam Zabloudil. Pro svůj výzkum potřeboval připravit fosforečnan

zinečnatý o co nejmenší velikosti částic. Tento materiál se už od poloviny minulého století používá jako součást antikorozní ochrany ocelových konstrukcí, nicméně jeho potenciál nebyl zdaleka vyčerpán.

Při hledání vhodného zařízení narazil na webové stránky Centra nanotechnologií, kde objevil unikátní tryskový mlýn umožňující suchou mikronizaci materiálů bez rizika kontaminace. Následoval téměř hodinový telefonát s Karlou Čech

Barabaszovou z CNT, který položil základy dnes již dlouholeté spolupráce.

Tryskový mlýn je specifický tím, že umožňuje připravovat materiály s přesně definovanou velikostí částic suchou cestou. Eliminuje se tak kontaminace jinými činidly i mlecími tělesy a jedním cyklem lze připravit submikronové až nanometrické frakce materiálu.

Od ochrany autobusů po lékařské fixátory

Společný výzkum je zaměřený na zdokonalení procesu tříkationtového fosfátování, které ve finální fázi chrání ocelové díly před korozí. Dosud používané technologie často obsahují ekologicky problematické látky, například karcinogenní nikl nebo kobalt. Úkolem proto bylo najít bezpečnější alternativu bez kompromisů v kvalitě ochrany.

Výzkumníci z Centra nanotechnologií připravili pomocí tryskového

*NEMUSÍME
OPOUŠTĚT TO,
CO FUNGUJE.
I TY NEJZNÁMĚJŠÍ
MATERIÁLY V SOBĚ
SKRÝVAJÍ NETUŠENOU
BUDOUCNOST,
KDYŽ JIM DÁME
NOVÝ ROZMĚR.*

mlýna submikronové částice fosforečnanu zinečnatého a následně podrobně analyzovali jejich strukturu, velikost, specifický povrch a zeta potenciál, který je určujícím faktorem definujícím povrchové vlastnosti částicového materiálu. Takto upravený materiál putoval zpět do Kloknerova ústavu, kde jej odborníci začlenili do ochranných povlaků pro ocelové konstrukce.

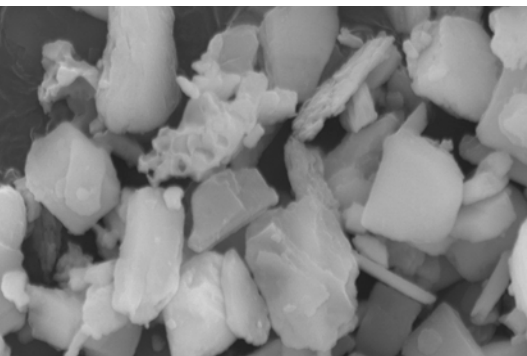
Výsledky překonaly očekávání. Mechanicky aktivovaný fosforečnan zinečnatý vytvářel na povrchu kovů mimořádně homogenní

a stabilní ochrannou vrstvu, která účinně brání pronikání vlhkosti. Díky většímu aktivnímu povrchu částic navíc stačilo použít výrazně menší množství materiálu.

Zároveň se ukázalo, že mechanicky aktivovaný fosforečnan zinečnatý vykazuje také zajímavé antimikrobiální a antibakteriální vlastnosti, což rozšířilo možnosti jeho využití i mimo oblast klasické protikorozní ochrany. Nové povlaky tak našly uplatnění nejen při ochraně dopravních prostředků a průmyslových konstrukcí, ale otevřely cestu také k materiálům přicházejícím do kontaktu s lidským tělem.

Patenty jako přirozené vyústění spolupráce

Právě schopnost podívat se na dobře známý materiál z nové perspektivy patří k největším přínosům celé spolupráce. Fosforečnan zinečnatý se v průmyslu používá desítky let. Teprve jeho úprava na submikronovou velikost však



odhalila vlastnosti, které dosud zůstávaly skryté.

Společné úsilí obou pracovišť brzy přineslo konkrétní výsledky. Tým úspěšně dokončil projekt podpořený Technologickou agenturou ČR (TA ČR) a může se pochlubit řadou výstupů. Výzkumníci publikovali odborné články, vytvořili funkční vzorky ve spolupráci s průmyslovým partnerem a získali dva užité vzory.

Nejvýznamnějším dosavadním výsledkem jsou dva české patenty. Jeden chrání způsob mechanické aktivace fosforečnanu zinečnatého, druhý nové povrchové a strukturní vlastnosti materiálu vzniklé

tímto procesem. Výzkumníci zároveň čekají na rozhodnutí o udělení evropského patentu.

Ekologický i ekonomický přínos

Výsledky výzkumu ukazují, že inovace mohou přinášet významné změny i bez nutnosti vývoje zcela nových materiálů, které bývají finančně i technologicky náročné. V případě fosforečnanu zinečnatého se vědcům podařilo díky úpravě jeho povrchových vlastností rozšířit možnosti jeho využití. Zároveň se ukázalo, že při výrobě lze spotřebovat přibližně o dvě třetiny méně materiálu, přičemž výsledná ochranná vrstva dosahuje ještě lepších vlastností.

Nové řešení navíc přináší významný ekologický přínos. Umožňuje nahradit při antikorozi ochraně látky obsahující karcinogenní nikl a kobalt, a přispívá tak k bezpečnějším technologiím i šetrnějšímu nakládání se surovinami v duchu principů cirkulární ekonomiky.

Když si sednou lidé i technologie

Za úspěchem však nestojí jen prvotřídní přístrojové vybavení, ale především lidé. Zatímco odborníci z Kloknerova ústavu přinesli dlouholeté zkušenosti s povrchovou ochranou kovových konstrukcí, tým Centra nanotechnologií nabídl know-how v oblasti přípravy a charakterizace materiálů v mikro- a nanoměřítku. Právě spojení těchto dvou odborností přineslo řešení, které by pravděpodobně na jednom pracovišti nikdy nevzniklo.

Přestože obě instituce dělí stovky kilometrů, podařilo se jim vytvořit výborně sehraný tým. Rozhodující pro tento úspěch tak byla především oboustranná ochota poznávat nové věci a hledat společná řešení. Spolupráce obou institucí proto zdaleka nekončí. Oba týmy již v současnosti připravují další společné projekty a usilují o získání nových národních i evropských grantů.





Sportovní den CEET

Na konci dubna jsme společně vyrazili za čerstvým horským vzduchem do Beskyd. Cílem letošního sportovního dne CEET byl vrchol Radhoště. Cestou jsme obdivovali jedinečnou secesní architekturu Dušana Jurkoviče, především Libušín a Maměnku, a nechyběla ani zastávka u sochy pohanského boha Radegasta. Smyslem celého dne bylo podpořit týmového ducha, zdravý životní styl a dopřát všem zasloužený odpočinek v přírodě.

Oslavy Dne Země

Také jsme se letos zapojili do oslav Dne Země a přiblížili veřejnosti témata ochrany životního prostředí. V Ostravě, Vysokém Mýtě a Jablonci nad Nisou jsme nabídli interaktivní programy zaměřené na třídění odpadu, bioodpad, ochranu vody a ovzduší i ekologické vytápění v domácnostech.





Den otevřených dveří pro zaměstnance CEET

V květnu jsme otevřeli dveře laboratoří napříč CEET. Kolegové měli možnost podívat se na pracoviště ostatních týmů, seznámit se s jejich vybavením i aktuálními výzkumnými tématy. Den se nesl v neformální atmosféře, nabídl prostor pro setkávání a přinesl řadu nových kontaktů i nápadů na budoucí spolupráci.

Kopřivnické dny techniky

Na konci května jsme se zúčastnili Kopřivnických dnů techniky v areálu zkušebního polygonu Tatra Trucks. U našeho stánku si návštěvníci mohli pomoci digitálního mikroskopu prohlédnout mikrosvět hmyzu a rostlin a vyzkoušet si vědomostní pexeso propojující přírodu s moderními technologiemi.





Nové trendy v recyklaci průmyslových materiálů

CEET ve spolupráci s Recyklačním klastrem uspořádalo seminář o recyklaci průmyslových materiálů, cirkulární ekonomice a udržitelném využívání zdrojů. Program propojil vědce se zástupci průmyslu a zaměřil se mimo jiné na moderní zpracování odpadu, recyklaci vysloužilých baterií a cirkularitu kritických surovin.

Pracovní setkání zaměstnanců CEET

V červnu proběhlo druhé neformální setkání zaměstnanců CEET. Ředitel CEET Stanislav Mišák zhodnotil uplynulé období a představil další směřování našeho výzkumného ústavu. Důležitou součástí programu bylo také vyhodnocení jarního průzkumu spokojenosti, které přineslo užitečnou zpětnou vazbu od kolegů. Na závěr následovala otevřená debata s prostorem pro dotazy, názory i nápady na zlepšení.





Chemie a další přírodní vědy na Slezskoostravském hradě

Jubilejní 20. ročník popularizační akce přilákal na Slezskoostravský hrad stovky žáků i širokou veřejnost. Na organizaci se vedle řady partnerů opět aktivně podíleli i naši kolegové. Naši výzkumníci na svém stanovišti představili praktické pokusy zaměřené na ochranu životního prostředí, nové materiály a energetiku. Studenti mohli navštívit přes třicet interaktivních stanovišť, tematické laboratoře nebo si vyzkoušet první pomoc a techniky dobrovolných hasičů.

Červenec 2026

9. číslo newsletteru
Centra energetických
a environmentálních
technologií

Šéfredaktor
Matěj Šponiar

Redakce
Marie Jančíková, Štěpán Klos

Design a grafická úprava
Vladimír Ochman

Fotografie
CEET
archiv CEET
pexels.com
pixabay.com

Korektura
Vlasta Tobolíková, Martin Šnicer

Vydavatel
Centrum energetických
a environmentálních
technologií (CEET)

Vysoká škola báňská
– Technická univerzita Ostrava
17. listopadu 2172/15
708 00, Ostrava – Poruba
IČO: 61989100

Periodicita: čtvrtletní
Místo vydání: Ostrava

VŠB TECHNICKÁ
UNIVERZITA
OSTRAVA

CENTRUM ENERGETICKÝCH
A ENVIRONMENTÁLNÍCH
TECHNOLOGIÍ

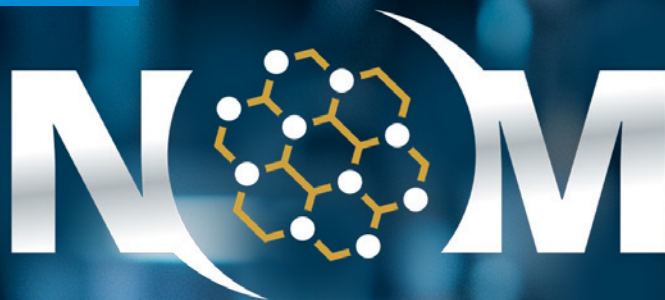


ceet.vsb.cz



SRDEČNĚ VÁS ZVEME
NA KONFERENCI

NanoOstrava Meeting 2027



**18.–20. 5.
2027**

FUTUREUM

**Vítkovice 3044,
Ostrava-Vítkovice 703 00**

KONFERENCE NABÍDNE PROSTOR
PRO SETKÁNÍ ODBORNÍKŮ Z OBLASTI
NANOTECHNOLOGIÍ, ENERGETIKY,
MATERIÁLOVÉHO VÝZKUMU,
PRŮMYSLVÝCH APLIKACÍ A ENVI-
RONMENTÁLNÍCH TECHNOLOGIÍ.

Program se zaměří na současné výzvy, které propojují výzkum s praxí, od **řízení a skladování energie** přes **udržitelné zdroje a surovinové materiály** až po **environmentální dopady průmyslu** a možnosti dvojího využití **moderních technologií**.

ENERGETIKA V OBLASTI ŘÍZENÍ,
AKUMULACE A SKLADOVÁNÍ ENERGIE

UDRŽITELNÉ ZDROJE
A RAW MATERIALS

ENVIRONMENTÁLNÍ VÝZVY
V PRŮMYSLVÉ PRAXI

DUAL-USE POTENCIÁL
SOUČASNÝCH TECHNOLOGIÍ

APLIKACE NANOMATERIÁLŮ V ENERGETICE,
ŽIVOTNÍM PROSTŘEDÍ A POKROČILÝCH
PRŮMYSLVÝCH ŘEŠENÍCH

nanoostrava.vsb.cz/en

