

Vyčúrat a rozsvítit. Výzkum, který může pomoci miliardě lidí

23.2.2026 - Eva Doležalová, Adam Pluhař | Technická univerzita v Liberci

Co kdyby toaleta dokázala rozsvítit světlo nebo nabít mobilní telefon - a to díky tomu, co už tělo nepotřebuje? Není to žádná utopie, ale jde o seriózní evropský výzkum Pee Power®, který proměňuje moč v elektřinu. A na jeho zdokonalení pracuje i vědkyně Fatma Yalçinkaya z Ústavu pro nanomateriály, pokročilé technologie a inovace (CXI) na Technické univerzitě v Liberci.

Pro většinu z nás je moč jen něčím, co je třeba spláchnout. Výzkumnice Fatma Yalçinkaya to však vidí jinak. Moč obsahuje spoustu sloučenin uhlíku, což je přesně ten druh látek, které mikroorganismy rády rozkládají. A vědci se toho snaží využít. Fatma se proto připojila k týmu výzkumníků z celé Evropy a optimalizovala jednoduchý mikrobiální palivový článek Pee Power®, kde se bakterie živí uhlíkem v moči a jako vedlejší produkt uvolňují elektrony. A tyto elektrony? To je elektřina. Dost elektřiny například k nabití telefonu, rozsvícení světla nebo napájení senzorů.

„Tyto bioelektrochemické systémy využívají energii z uhlíku v organických látkách jako je moč, odpadní voda nebo dokonce výluh ze skládek a obecně jakýkoli organický odpad, který je příliš vlhký na to, aby se dal spálit. Namísto paliva nebo ohně využívají MFC bakterie k rozkladu odpadu a výrobě elektřiny. Neprodukují kouř, hluk a není potřeba ani žádná elektrická síť. Řeší se tak získávání energie, snižování zátěže kanalizačních systémů, hnojení a udržitelnost najednou,“ vysvětluje Fatma Yalçinkaya, vědkyně, kterou před více než dekádou přilákal na Technickou univerzitu v Liberci z Turecka výzkum nanotechnologií. Jméno této vědkyně rezonuje u nás i v zahraničí – šest let po sobě patří Fatma Yalçinkaya mezi 2% nejcitovanějších vědců a vědkyň na světě ze všech oborů.

Liberec vyvíjí nové membrány

V projektu Pee Power® spolupracují vědci z University of Southampton, University of Cyprus, Wroclaw University of Science and Technology a dalších evropských institucí. CXI TUL hraje prostřednictvím výzkumu Fatmy klíčovou roli ve vývoji nových membránových materiálů, které zvyšují účinnost článků a jejich životnost. *„Naším cílem je vytvořit membránu, která zlepší tok iontů a zvýší výkon celého systému. Díky tomu by se Pee Power® mohla stát běžnou součástí infrastruktury – třeba v oblastech, kde elektřina chybí,“* vysvětluje Fatma Yalçinkaya.

Snaží se zlepšit jak elektrodovou, tak separační část mikrobiálních palivových článků. Zlepšení anody v mikrobiálním palivovém článku je důležité, protože přímo ovlivňuje účinnost přenosu elektronů mikroorganismy během výroby energie. *„Lepší anoda poskytuje větší a biokompatibilnější povrch pro připojení mikroorganismů, zvyšuje vodivost elektronů a snižuje vnitřní odpor, což vede k vyššímu výkonu. Zvyšuje i stabilitu, odolnost a podporuje širší škálu mikroorganismů a substrátů, čímž se systém stává efektivnějším a spolehlivějším pro dlouhodobou výrobu energie. Tuto část vylepšují pomocí různých vodivých materiálů a nanočástic,“* popisuje Fatma Yalçinkaya.

V mikrobiálních palivových člancích se také snaží nahradit separační membránu na bázi nafionu. Nafion je totiž drahý a obsahuje pro přírodu škodlivé, biologicky nerozložitelné PFAS (per- a polyfluoralkylové látky). Nalezení levnější alternativy bez PFAS s podobnou protonovou vodivostí a selektivitou může výrazně snížit náklady systému a zlepšit udržitelnost. *„Takové náhrady by mikrobiální palivové články učinily ekonomicky životaschopnějšími pro velkoplošné aplikace a*

zároveň bezpečnějšími pro životní prostředí.“

V rámci své výzkumné snahy syntetizuje liberecká vědkyně alternativní keramickou membránu, modifikované keramické membrány či kompozitní keramické membrány z nanomateriálů.

Energie pro místa bez sítě

Mikrobiální palivové články jsou samy o sobě úsporné, a právě to z nich dělá ideální řešení pro odlehle oblasti bez přístupu k elektrické síti. Zejména v rozvojových zemích, kde více než miliarda lidí stále žije bez základního přístupu k elektřině, představuje technologie Pee Power® zásadní průlom. Nedostatek světla v noci totiž není jen otázkou komfortu, ale i bezpečnosti. Toalety vybavené MFC napájejí LED osvětlení a poskytují ochranu zejména ženám a dětem. Současně umožňují nabíjení mobilních telefonů a provoz dalších nízkonapěťových zařízení a to bez potřeby jakékoli externí infrastruktury.

Moč je zároveň bohatým zdrojem dusíku, klíčového prvku pro růst rostlin a proces fotosyntézy. Technologie Pee Power® tak nejen vyrábí energii, ale zároveň čistí odpadní vodu a vytváří hodnotné hnojivo jako vedlejší produkt.

„Přestože celý proces začíná na toaletě, jeho dopady sahají mnohem dál. Ukazuje, že čistá energie může vznikat lokálně, být obnovitelná i ekonomicky dostupná. A že to, co dnes považujeme za odpad, se může stát zdrojem s reálným dopadem na energetiku, zemědělství i životní prostředí,“ říká Fatma Yalçinkaya.

Pee Power® se již používá a testuje ve škole Brainhouse School v keňském Nairobi nebo na festivalu Glastonbury ve Velké Británii.

Vědci nyní v rámci projektu Komercializace mikrobiální elektrochemické technologie (MET-C) pracují na prvním vypracování obchodního plánu pro Pee Power® jako produktu pro výrobu bioelektriny. „Jednáme s různými firmami a doufáme, že během několika let uvidíme Pee Power® na scéně častěji,“ věří Fatma Yalçinkaya.

Pee Power® v akci

Jak celý systém funguje, mohli poznat návštěvníci letošní Noci vědců na TUL, kde moc osvětlovala led pásy malého demonstrátoru. A malý model byl k vidění také na zářijovém festivalu Maker Faire v Mladé Boleslavi, který přinesl do města přehlídku tvořivosti, inovací a moderních technologií. Expozice CXI TUL tam vzbudila obrovský zájem – návštěvníci na vlastní oči viděli, jak bakterie přeměňují moč v elektřinu a rozsvěcují světla.

Zařízení na místo dopravila Natasha Tait z University of Southampton, která dlouhodobě rozvíjí tuto technologii, a tým z CXI – Fatma Yalçinkaya, Magda Nechanická a Eva Doležalová – návštěvníkům vysvětloval, jak systém funguje a proč může hrát roli v energetice budoucnosti. *„Maker Faire v Mladé Boleslavi ukázal, že inovace a nové technologie s důrazem na udržitelnost dokáží přitáhnout velkou pozornost. A my děkujeme organizátorům, že jsme mohli přispět právě s technologií Pee Power, protože energie pro svět zítřka se může skrývat i tam, kde ji nikdo nečeká,“* zhodnotila za liberecký tým Eva Doležalová.

Eva Doležalová
Adam Pluhař

<https://tuni.tul.cz/a/vycurat-a-rozsvitit-vyzkum-ktery-muze-pomoci-miliarde-lidi-166617.html>