# Efektivní a ekologická výroba pokročilých vodivých a netoxických (bio)materiálů a kompozitů založených na polypyrrolu

## Fáze vývoje technologie

**Fáze 2**

**Výzkum proveditelnosti.**
Dochází k reálnému návrhu technologie a k prvotním testům v laboratoři vedoucím k upřesnění požadavků na technologii a jejích schopností.

## Status IP ochrany

Patent ČR č. 310455 https://isdv.upv.gov.cz/doc/FullFiles/Patents/FullDocuments/310/310455.pdf PCT https://cz.espacenet.com/publicationDetails/originalDocument?CC=WO&NR=2025002490A1&KC=A1&FT=D&ND=3&date=20250102&DB=EPODOC&locale=cz_CZ#

## Strategie pro hledání partnera

*Investice, Co-development, Licencování, Spin-off, Spolupráce*

## Instituce

## Motivace

Vodivý polymer polypyrrol (PPy) vykazuje dobrou elektrickou vodivost, stabilitu a biokompatibilitu, která ho předurčuje pro využití nejen v elektronice (baterie, superkondenzátory), ale hlavně v biomedicíně. Standardní metody syntézy PPy jsou však často spojeny s využitím silných oxidačních činidel a toxických látek. PPy je navíc relativně křehký a obtížně opracovatelný. Proto je většinou využíván ve formě kompozitů, kdy se ovšem často pouze vmíchává do matrice. Protože není v matrici nijak ukotven, dochází při namáhání kompozitu k jeho degradaci, uvolnění PPy a snížení jeho užitných vlastností, což brání jejich průmyslovému využití. Motivací pro vynález bylo vyvinout novou, jednodušší a "zelenější" technologii přípravy vodivých materiálů a kompozitů s PPy, která by překonala současná řešení a dovolila PPy pevně navázat na matrici, což by zvýšilo jejich stabilitu, bezpečnost a životnost, a zlevnilo výrobu, a eliminovalo či snížilo potřebu oxidantů či složitých modifikací.

## Popis

Technologie se týká způsobu přípravy vodivých kopolymerů a kompozitů na bázi polypyrrolu (PPy) s nízkou toxicitou a vylepšenou stabilitou, vhodných zejména pro biomedicínské a environmentální aplikace. Metodu lze využít pro přípravu vodivých kompozitních (nano)částic, (nano)vláken, membrán, či hydrogelů a 3D porézních struktur. Metoda staví na využití polysacharidů z obnovitelných zdrojů (celulóza, alginát, k. hyaluronová, dextran…). Polysacharidy jsou v prvím kroku selektivně oxidovány na dialdehyd polysacharidu (DAP), přičemž použité oxidační činidlo lze regenerovat i v průmyslovém měřítku. Klíčovým krokem metody je využití spontánní reakce mezi aldehydickými skupinami DAP a pyrrolem, vedoucí k tvorbě stabilních kovalentních vazeb. Tato reakce probíhá ve vodném prostředí za mírných podmínek a je vysoce efektivní. Následně se navázané

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Tomas Bata University in Zlín
**Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně**

pyrrolové cykly začnou samovolně propojovat do (ko)polymerů (DAP-PPy). Tento proces je značně urychlem mírným zvýšením teploty. Odpadá tak nutnost využívat jiné polymerační metody. DAP při této reakci tak funguje jako templát pro tvorbu (ko)polymerů s PPy. Lze tak připravit různé materiály, od nano/mikročástic, přes (nano)vlákna, vodivou přízi a textilie, až po vodivé hydrogely urychlující hojení ran. Vzniklé (ko)polymery totiž vykazují silné protizánětlivé vlastnosti a velmi nízkou toxicitu v porovnání s jinými materiály založenými na PPy, což je předurčuje pro biomedicínské aplikace. Kromě polysacharidů je možné jako templáty pro (ko)polymeraci využít také různé další hydrofilní polymery (např. polyamid), které lze roztokem DAP impregnovat. Připravené (ko)polymerní templáty lze následně využít jako matrice pro přípravu vodivých kompozitů v kombinaci s tradičními metodami přípravy PPy. Při polymeraci pyrrolu v přítomnosti matrice totiž dochází k růstu řetězců PPy preferenčně na povrchu matrice, začlenění (ko)polymerů do rostoucích řetězců PPy, a tím k pevnému spojení matrice a vodivého polymeru. To zvýší odolnost a stabilitu PPy kompozitů a snižuje potřebné množství reaktantů.

## Komerční využití

Technologie nabízí efektivnější a ekologičtější cestu k výrobě pokročilých vodivých a netoxických (bio)materiálů a kompozitů s vodivým polymerem PPy, a značným potenciálem v odvětvích jako je biomedicína, nositelná elektronika, senzory a skladování energie. Technologie je značně univerzální, a lze tak využít řadu různých substrátů, zejména z obnovitelných zdrojů, a připravit širokou škálu různých materiálů (částice, vlákna, hydrogely…). Díky spontánní tvorbě kovalentních vazeb s DAP je PPy v materiálech pevně ukotven, což zabraňuje jeho uvolňování z matrice. Kompozity připravené touto metodou tak vykazují vyšší odolnost a delší životnost. Zjednodušení výrobního procesu, využití obnovitelných zdrojů a eliminace toxických látek může vést ke snížení nákladů a zlepšení bezpečnosti výroby. Biologické testy těchto materiálů naznačují velmi nízkou toxicitu, schopnost potlačovat záněty a urychlovat hojení. Vodivost kompozitů je přitom srovnatelná s těmi připravenými pomocí tradičních metod. V současné době probíhá příprava pro klinické testování prostředků pro hojení chronických ran na bázi hydrogelů, vývoj membránových (bio)senzorů, vodivých tkanin a vysoce porézních 3D houbiček pro elektrokatalýzu.