

Sborník příspěvků z workshopu

Polymerní materiály a technologie pro 21. století

31. 10. 2024, Zlín



ZODPOVĚDNÁ OSOBA

Vladimír Sedlařík (UTB ve Zlíně, CPS)

VĚDECKÝ VÝBOR:

Vladimír Sedlařík (UTB ve Zlíně, CPS)

David Hausner (Plastikářský klastr z.s.)

ORGANIZAČNÍ VÝBOR:

Jana Josefíková (UTB ve Zlíně, CPS)

Alena Vymazalová (UTB ve Zlíně, CPS)

Jitka Dostálková (UTB ve Zlíně, CPS)

Klára Sedláčková (UTB ve Zlíně, CPS)

MÍSTO KONÁNÍ:

Hotel Zlín, náměstí Práce 2512, 760 01 Zlín, Česká republika

EDITOR

Jitka Dostálková (UTB ve Zlíně, CPS)

Upozornění: Všechna práva vyhrazena. Rozmnožování a šíření této publikace je jakýmkoli způsobem bez výslovného písemného svolení vydavatele trestné. Příspěvky neprošly redakční ani jazykovou úpravou. Za jazykovou úpravu odpovídají autoři textů jednotlivých příspěvků.

© Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2024

ISBN 978-80-7678-298-3

PŘEDMLUVA

Vážené dámy, vážení pánové,

workshop Polymerní materiály a technologie pro 21. století se zaměřuje do oblasti prezentace nových poznatků v oblasti výzkumu, vývoje a inovací, ale i praktických aplikací polymerních materiálů a s nimi souvisejících technologií v kontextu implementace principů cirkulární ekonomiky. Workshop je zaměřen na sdílení dosavadních poznatků a příkladů dobré praxe mezi zástupci výzkumné sféry a praxe. Jedním z hlavních cílů je iniciace diskuze pro navazování další spolupráce, která bude mít konkrétní dopady zejména do praxe.

Tento workshop vznikl za podpory Technologické agentury České republiky, prostřednictvím projektu Národního centra kompetence (č. TN02000051). Významné poděkování patří také Plastikářského klastru z.s. spolupráci na přípravě workshopu.

Přeji vám, aby čas strávený ve Zlíně na workshopu byl nejen příjemný, ale i užitečný pro vaši další práci.

Vladimír Sedlařík

T A
Č R

Tento projekt je spolufinancován se státní podporou Technologické agentury ČR v rámci Programu Centra kompetence.

www.tacr.cz

Výzkum užitečný pro společnost.

SEZNAM PŘÍSPĚVKŮ:

1	ELEKTROSPINNING – PŘÍPRAVA, HODNOCENÍ, APLIKACE POLYMERNÍCH NANOVLÁKEN..	1
2	ANALÝZA VSTUPNÍ SUROVINY PRO CHEMICKOU RECYKLACI ODPADNÍCH PLASTŮ	2
3	TECHNOLOGIE ZPRACOVÁNÍ ODPADNÍCH KALŮ Z RECYKLACE PLASTŮ.....	3
4	ZKOUMÁNÍ MOŽNOSTÍ FERMETACE BIOPOLYMERNÍCH SUROVINOVÝCH ZDROJŮ 2. GENERACE	5
5	RECYKLACE ODPADNÍCH POLYMERŮ Z AUTOBATERIÍ POMOCÍ MECHANICKÉ A CHEMICKÉ RECYKLACE.....	6
6	INOVATIVNÍ PREPARÁTY PRO ZLEPŠENÍ ODBOURÁVÁNÍ BIODEGRADOVATELNÝCH PLASTŮ PLA A PHB	7
7	HETEROATOMY V PRODUKTECH PYROLÝZY ELEKTROODPADU	8
8	STANOVENÍ VOLNÉHO STYREN V BMC KOMPOZITNÍCH DÍLECH	9
9	FUNKČNÍ POLYMERNÍ SYSTÉMY	10
10	BIODEGRADOVATELNÉ HYDROGELY V ZEMĚDELSTVÍ	11
11	EVALUACE RECYKLOVANÝCH SMĚSÍ	12
12	MIKROBIOLOGICKÉ TESTY NANOVLÁKENNÝCH MATERIÁLŮ	13
13	POLYMERNÍ RECYKLÁTY	14
14	VYUŽITÍ BIOPOLYMERNÍCH SUROVINOVÝCH ZDROJŮ 2. GENERACE.....	15
15	PŘÍPRAVA PORÉZNÍCH BIOPOLYMERNÍCH MATERIÁLŮ POMOCÍ TEPELNĚ INDUKOVANÉ FÁZOVÉ SEPARACE: HLEDÁNÍ VHODNÝCH ROZPOUŠTĚDEL	16
16	ZHODNOTENIE POLYMÉRNÝCH MATERIÁLOV FRAKČIONAČNOU METÓDOU	17
17	MAPOVÁNÍ STRUKTURY A MORFOLOGIE HETEROFÁZOVÝCH POLYMERŮ NA RŮZNÝCH STUPNÍCH JEJICH ŽIVOTNÍHO CYKLU	18
18	FÁZOVÉ ROVNOVÁHY V POLYOLEFINECH DŮLEŽITÉ PRO KATALYTICKOU POLYMERACI A RECYKLACI.....	19
19	INOVOVANÉ 3D INERTNÍ ELEKTRODY PRO ÚČINNĚJŠÍ PRŮTOČNÉ BATERIE	20
20	IMPACT MITIGATION POTENTIAL OF INDUSTRIAL WASTE MANAGEMENT IN THE CZECH REPUBLIC	21
21	ROLE POUŽITÝCH MATERIÁLŮ V TRIBOELEKTRICKÉ SEPARACI PLASTŮ.....	22
22	IMPLEMENTATION OF INTERACTIVE ONLINE PLATFORM FOR DECISION-MAKING IN INDUSTRIAL SYMBIOSIS: DEVELOPMENT EXPERIENCE AND OBSTACLES.....	23
23	ODSTRAŇOVÁNÍ POLYMERNÍCH PŘÍRAD PRO UDRŽITELNOU RECYKLACI PLASTŮ	24
24	TERMOCHEMICKÝ ROZKLAD A MECHANICKÉ ZPRACOVÁNÍ ODPADNÍCH PLASTŮ JAKO INOVATIVNÍ A PERSPEKTIVNÍ TECHNOLOGIE VÝROBY RECYKLÁTŮ	25
25	RESAZURINOVÁ METODA JAKOŽTO NÁSTROJ VHODNÝ PRO STANOVENÍ ANTIMIKROBIÁLNÍ AKTIVITY	26
26	METODY TVORBY TENKÝCH VRSTEV OVRSTVOVÁNÍM A MATERIÁLOVÝM TISKEM FUNKČNÍCH KAPALIN.....	27
27	VÝZKUM MOŽNOSTÍ MATERIÁLOVÉ RECYKLACE TABÁKOVÝCH NÁPLNÍ	28
28	RECYKLACE PRŮMYSLOVÝCH ODPADNÍCH VOD.....	29
29	TERMICKÉ ZPRACOVÁNÍ MATERIÁLŮ METODOU KATALYTICKÉ MINERALIZACE	30
30	CHEMICKÁ RECYKLACE – SCHÉMA R&D A MOŽNOSTÍ SPOLUPRÁCE	31

31	SVÍČKOVÝ SKLÁDANÝ FILTR S NANOVLÁKENNOU MEMBRÁNOU: EFEKTIVNÍ ŘEŠENÍ PRO ÚPRAVU VODY	32
32	PODZEMNÍ VODY A POLYMERNÍ MATERIÁLY	33
	FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ UJEP V ÚSTÍ NAD LABEM	34
	JAK PROBÍHÁ RECYKLACE?	35
	CHEMICKÁ RECYKLACE	36
	MORAVSKOLSEZSKÝ AUTOMOBILOVÝ KLASTR, Z.S.	37
	VELKÁ VÝZKUMNÁ INFRASTRUKTURA ENREGAT	38
	ASIO TECH, spol. s r.o.	40

1 ELEKTROSPINNING – PŘÍPRAVA, HODNOCENÍ, APLIKACE POLYMERNÍCH NANOVLÁKEN

**Miroslava Kovářová, Lenka Lovecká, Dominika Hanušová, Muhammad Yasir, Dušan
Kimmer**

*Centrum polymerních systémů, Univerzita Tomáše Bati v Zlíně, třída T. Bati 5678, 760 01 Zlín,
Česká republika*

Korespondenční e-mail: kovarova@utb.cz

Polymerní nanovláknité materiály připravené technologií zvlákňování v elektrostatickém poli (elektrospinning) jsou všestranně uplatnitelné. Oblast filtrací představuje významnou aplikační oblast, ať již jde o mikrofiltraci vody či jiných kapalin nebo o účinnou filtraci vzduchu (od roušek po čisté prostory). Nanovláknité materiály poskytují vysokou účinnost filtrace při nízkých tlakových ztrátách. Jejich předností je rovněž možnost modifikace (aditivace) pro dosažení specifických funkčních vlastností.

Výzkum a vývoj filtračních materiálů začíná u materiálové skladby nanovláknité textilie a snahy o nalezení ideálního složení zvláknitelných polymerních roztoků nejen z hlediska užitných vlastností konečných struktur, ale i z pohledu environmentální a toxikologické bezpečnosti. Součástí roztoků mohou být rovněž modifikující aditiva, díky nimž lze navrhnout nanovláknité struktury se specifickými vlastnostmi, jako je antibakteriální aktivita nebo selektivní sorpce některých látek. Optimalizace samotného zvlákňovacího procesu a postprocesních úprav je zaměřena na dosažení struktury se specifickými morfologickými, strukturálními a fyzikálně-mechanickými vlastnostmi, které přispívají k dosažení požadovaných užitných vlastností. Materiály pro filtraci vzduchu jsou hodnoceny z hlediska schopnosti záchytu ultrajemných částic. Mikrofiltrační membrány pro filtraci kapalin jsou testovány v dead end nebo cross flow módu, přičemž může následovat posouzení účinnosti záchytu specifických látek. Možné je rovněž hodnocení záchytu a eliminace bakterií případně bakteriofágů.

Klíčová slova: polymer, nanovláknito, elektrospinning, filtrace, hodnocení filtračních materiálů

2 ANALÝZA VSTUPNÍ SUROVINY PRO CHEMICKOU RECYKLACI ODPADNÍCH PLASTŮ

Pavel Leštinský, Kateřina Klemencová, Rozálie Wdóvková, Jana Strakošová

Institut environmentálních technologií, CEET, Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, Studentská 2171/3, 708 00 Ostrava 8

Korespondenční e-mail: pavel.lestinsky@vsb.cz

Chemická recyklace odpadních plastů je hned po materiálové recyklaci jednou ze slibných technologií, jak řešit dlouhodobou problematiku odpadních plastů a omezit spotřebu fosilních paliv při výrobě nových polymerů. Avšak technologie chemické recyklace, bez ohledu na typ procesu – termický rozklad pomocí pyrolýzy nebo depolymerizace pomocí solvolýzy – vždy vyžaduje vysokou čistotu a často i jedno druhovost odpadních polymerů ve vstupní surovině. Jakékoliv příměsi v podobě heteroatomů (N, O, halogeny a kovy) výrazně zhoršují kvalitu produktů chemické recyklace, které je pak obtížné využít v petrochemickém průmyslu pro výrobu nových plastů. Existují i možnosti purifikace a rafinace těchto produktů, ale tyto procesy jsou spojeny s vysokými provozními a investičními náklady. Proto je identifikace těchto heteroatomů nutná při kontrole kvality vstupní suroviny v podobě odpadních plastů, aby se tyto nečistoty do procesu chemické recyklace vůbec nedostaly.

Analýzu vstupní suroviny lze rozdělit do dvou stupňů. První stupeň představuje základní chemický rozbor, který zahrnuje stanovení vlhkosti, stanovení obsahu biogenních prvků (residua z potravin a drogistického zboží) pomocí výluhu, elementární analýzu CHNS včetně obsahu halogenů (Cl, Br, F). Důležité je také stanovení termogravimetrických křivek (TGA) v kombinaci s diferenční skenovací kalorimetrií (DSC). V tomto stupni získáme základní představu o složení směsi odpadních polymerů a o tom, zda může být vhodná pro účely chemické recyklace. Ve druhém stupni analýz se již analyzují pouze vzorky odpadních plastů, které prošly prvním stupněm a byly hodnoceny jako „potenciálně vhodné“ pro chemickou recyklaci. Důležitým procesem ve druhém stupni je samotná pyrolýza vzorku, z níž získáme nejen informace o hmotnostní bilanci, tedy výtěžek oleje, množství plynu a tuhého zbytku, ale získáme hlavně vzorky pro další chemickou analýzu. Analýzou těchto produktů pyrolýzy lze důkladně identifikovat původce nečistot, což poskytuje zpětnou vazbu pro dodavatele suroviny (např. třídící linku). Po druhém stupni analýz jsme schopni rozhodnout, zda je daná surovina odpadních plastů je „vhodná“ pro chemickou recyklaci.

Klíčová slova: chemická recyklace, odpadní plasty, pyrolýza, depolymerizace, heteroatomy

3 TECHNOLOGIE ZPRACOVÁNÍ ODPADNÍCH KALŮ Z RECYKLACE PLASTŮ

Lubor Laichman, Jaroslav Lev^{1*}, Eva Dominová Bergerová², Kamila Sirotná³, Radek Příklad⁴, Tibor Borbély⁵, Štěpán Smékal⁶

¹ASIO TECH, spol. s r.o., Kšišova 552/45, 619 00 Brno, Česká republika

²CPS - Centrum polymerních systémů, třída Tomáše Bati 5678, 760 01 Zlín, Česká republika

³Ústav udržitelnosti a produktové ekologie, Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, Jankovcova 23, Praha 7, 170 00, Česká republika

⁴Ústav chemie materiálů, Fakulta chemická Vysoké učení technické v Brně, Purkyňova 464/118, 612 00 Brno, Česká republika

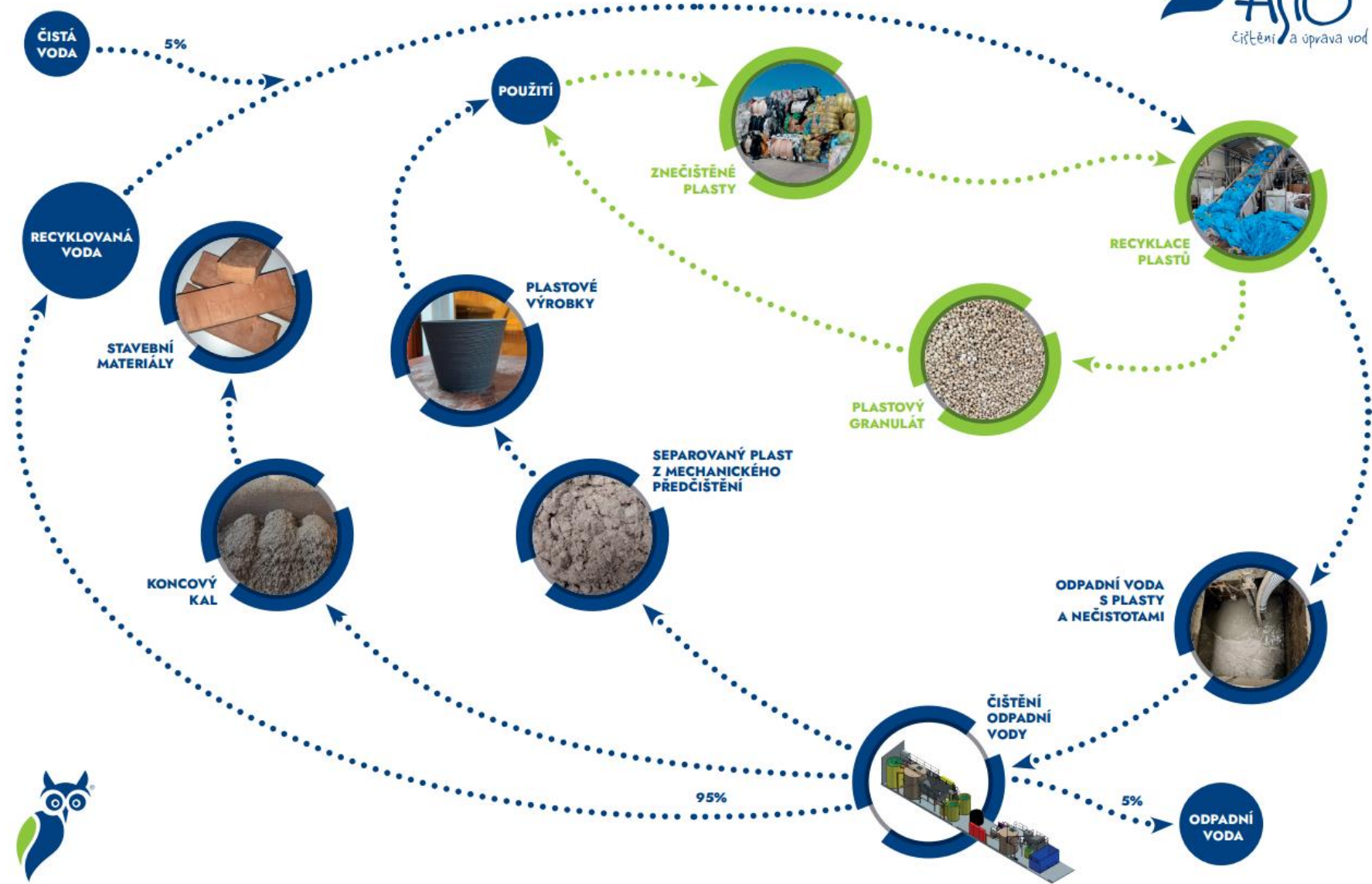
⁵ZODPA s.r.o., Rybná 716/24, 110 00 Praha 1, Česká republika

⁶Fortemix s.r.o., Kirilovova 812, Paskov 739 21, Česká republika

Korespondenční e-mail: laichman@asio.cz

Recyklace plastů zajišťuje, aby byl plastový odpad dále využit. Některé „nové“ odpady při ní ale vznikají. Odpadní prací vody z linky recyklace plastů s obsahem zbytkových plastů, papírových vláken, hlíny a písku tvoří obtížně zpracovatelnou směs, s omezeným následným materiálovým využitím. V rámci projektu byl navržen optimální proces čištění odpadních vod na průmyslové ČOV s vhodnou předřazenou separací plastových částic. Výsledkem procesu jsou tři produkty – přečištěná voda, separovaný zbytkový plast, koncový kal s převažujícím obsahem papírových vláken, hlíny a písku. Voda se vrací zpět do procesu recyklace a pevné produkty – odpady jsou na základě analýz a navržených receptur zpracovány do koncových výrobků. Separovaný zbytkový plast do plastových výrobků s obsahem recyklátu a koncový kal jako vylehčovací složka pálených cihel. Vhodnost navrhovaných řešení byla zhodnocena pomocí LCA. Nevyužitelné části odpadů byly energeticky využity v katalytické mineralizační jednotce. Výsledkem projektu je kompletní technologický řetězec s výzkumnou podporou zajišťující praktické a udržitelné materiálové využití odpadů v podobě výrobků či stavebních materiálů s obsahem recyklátů nebo jejich energetické využití s cílem odstranit vznik nevyužitelných odpadů a přináší ekonomicko-environmentální benefit provozu recyklačních linek plastů v kontextu cirkulární ekonomiky.

Klíčová slova: odpadní vody, čištění odpadních vod, recyklace plastů, recykláty, využití odpadů, cirkulární ekonomika, LCA



4 ZKOUMÁNÍ MOŽNOSTÍ FERMETACE BIOPOLYMERNÍCH SUROVINOVÝCH ZDROJŮ 2. GENERACE

**Tomáš Šopík^{1*}, Jakub Klaban¹, Richard Zetek², Kateřina Kunášková², Kateřina
Zetková³, Marie Nováková³**

¹ *Centrum polymerních systémů, Univerzita Tomáše Bati v Zlíně, třída T. Bati 5678, 760 01 Zlín, Česká republika*

² *Ethanol Energy a.s., Školská 118, 285 71 Vrды, Česká republika*

³ *SYNPO a.s., S. K. Neumanna 1316, 530 02 Pardubice, Česká republika*

Korespondenční e-mail: sopik@utb.cz

Projekt Využití biopolymerních surovinových zdrojů 2. generace pro produkty s přidanou hodnotou (2GALUE) je řešen v rámci programu Národní centra kompetence Technologické agentury České republiky (č. projektu DP TN02000051/015). Dílčí projekt 2GVALUE naplňuje principy zelené transformace v kontextu podpory vývoje technologií pro efektivní využití surovinových zdrojů druhé generace (2G) za účelem environmentálně šetrných výrob produktů s přidanou hodnotou. Předmětem zkoumání bylo najít vhodný 2G substrát, přeměnit jej na monosacharidy, které by sloužili jako zdroj uhlíku pro kvasinky produkující etanol anebo bakterie produkující kyselinu mléčnou. Vstupními surovinami byly rajčatové stonky, pečivo a zbytky ze zpracování kukuřice nevhodné pro další zpracování. Monosacharidy byly uvolněny z lignocelulózového materiálu pomocí kyselá a enzymatické hydrolýzy; souhrnná výstupní koncentrace monosacharidů xylózy, fruktózy, glukózy až 15 g/l. Tento substrát byl úspěšně fermentován kvasinkovým kmenem LW 317-28 na etanol o koncentraci 0,5 obj.%. Enzymatická hydrolýza uvolnila ze škrobových materiálů koncentraci glukózy až 253 g/l, která posloužila jako zdroj uhlíku při fermentaci na kyselinu mléčnou, resp. laktát sodný v koncentraci až 90 g/l. Předmětem navazujícího zkoumání je separace laktátu.

Klíčová slova: 2G suroviny, sacharidy, fermentace, ethanol, kyselina mléčná, polylaktid

5 RECYKLACE ODPADNÍCH POLYMERŮ Z AUTOBATERIÍ POMOCÍ MECHANICKÉ A CHEMICKÉ RECYKLACE

Ivana Barchánková¹, Lucie Oravová¹, Veronika Melčová², Radek Přikryl², Pavel Kuráň¹

¹ *Fakulta životního prostředí, Univerzita Jana Evangelisty Purkyně v Ústí nad Labem, Pasteurova 3544/1, Ústí nad Labem, 400 96*

² *Fakulta chemická, Vysoké učení technické v Brně, Purkyňova 464/118, Královo Pole, Brno, 612 00*

Korespondenční e-mail: ivana.barchankova@ujep.cz

Práce se zabývá optimalizací solvolytických postupů pro purifikaci plastových komponent z recyklovaných autobaterií. Solvolýzou se podařilo odstranit zbytkové kovy, fosfor a také plasty obsahující heteroatomy. Výsledkem kombinace uvedených operací je poměrně čistý PE, jehož pyrolýzou získáme pyrolýzní olej obsahující majoritně alkeny a příslušné alkany. Takový olej představuje hodnotnou surovinu pro další technologické operace především v petrochemickém průmyslu.

Klíčová slova: recyklace, autobaterie, solvolýza, pyrolýza

6 INOVATIVNÍ PREPARÁTY PRO ZLEPŠENÍ ODBOURÁVÁNÍ BIODEGRADOVATELNÝCH PLASTŮ PLA A PHB

**Josef Trögl, Jiří Palarčík, Jiří Mikeš, Hana Burdová, Lenka Žižková, Diana Nebeská,
Karim Al Souki, Gabriela Kuncová**

*Fakulta životního prostředí Univerzity Jana Evangelisty Purkyně v Ústí nad Labem, Pasteurova
3632/15, 400 96 Ústí nad Labem*

Korespondenční e-mail: Josef.Trogl@ujep.cz

Budou prezentovány dosavadní výsledky vývoje preparátu na urychlení kompostování biodegradabilních plastů polylaktátu (PLA) a poly- β -hydroxybutyrátu (PHB). Tyto biodegradabilní plasty patří mezi nejpoužívanější, jejich rozklad v kompostu ale i tak probíhá poměrně pomalu. Pro urychlení biodegradace jsme testovali řadu možných komponent budoucího preparátu (enzymy, mikroorganismy), kombinovali je a testovali v laboratorních i reálných podmínkách. Finálním produktem by měl být tekutý nebo lépe sypký materiál prodáváný jako specializovaný urychlovač kompostu.

Klíčová slova: biodegradace, biodegradabilní plasty, polylaktát (PLA), poly- β -hydroxybutyrát (PHB), kompostování, mikroorganismy, preparát

7 HETEROATOMY V PRODUKTECH PYROLÝZY ELEKTROODPADU

Lucie Oravová¹, Jan Snow², Ivana Barchánková¹, Pavel Kuráš¹, Robert Suchopa³

¹Fakulta životního prostředí, Univerzita Jana Evangelisty Purkyně v Ústí nad Labem, Pasteurova 3544/1, Ústí nad Labem, 400 96

²ORLEN UniCRE a.s., Revoluční 1521/84, Ústí nad Labem, 400 01

³ORLEN Unipetrol RPA s.r.o., Záluží 1, Litvínov, 436 70

Korespondenční e-mail: lucie.oravova@ujep.cz

Heteroatomy, které se nacházejí v odpadních plastech lze rozdělit do skupin na biogenní prvky (O, N, S, P), halogeny (Cl, Br, F) a kovy. Ve většině případů se jedná o prvky komplikující nejen samotný proces pyrolýzy, ale především znemožňují efektivní využití produktů pyrolýzy (např. pyrolýzního oleje) v navazujících petrochemických procesech, které jsou pro dokončení recyklace touto cestou klíčové. Heteroatomy mohou v těchto procesech způsobovat korozi, inaktivaci katalyzátorů, zanášení procesu a snižování výtěžku. Správné a přesné stanovení obsahu heteroatomů je zcela zásadní jak u vstupních vzorků podrobujících se pyrolýze, tak především v kapalných produktech, které dále pokračují jako surovina pro výrobu nových polymerů. Spolehlivé stanovení jednotlivých prvků a sloučenin, ve kterých se vyskytují, je tedy klíčové pro vyhodnocení efektivity různých přístupů k jejich odstranění, pochopení souvisejících mechanismů, ale také zajištění limitů a bezpečného provozu.

V této práci jsme se zaměřili na identifikaci heteroatomů ve vstupním vzorku elektroodpadu a jeho pyrolýzních produktech připravených konvenční a krokovou pyrolýzou. Kromě laboratorní pyrolýzy byla pro porovnání produktů také provedena rychlá identifikace pomocí mikropyrolýzní jednotky s přímým propojením na GCMS. Pyrolýzy potvrdily výskyt heteroatomů. V kombinaci s dalšími technikami byly u vstupního plastu z elektroodpadu odhaleny vysoké obsahy Ti (pigment), Br, Cl, P, Sb (zhášedla), N (zhášedla, ABS) a dalších kovů. V případě pyrolýzního oleje z elektroodpadu do něj přešly všechny biogenní prvky, byly identifikovány halogeny (Cl a Br), z kovů se objevil pouze antimon. U krokové pyrolýzy dochází k významnému úbytku většiny heteroatomů vyjma dusíku v porovnání s konvenční pyrolýzou.

Příspěvek byl vytvořen díky dílčímu projektu TN02000051/006 v rámci Projektu TN02000051 Národní centrum kompetence polymerních materiálů a technologií pro 21. století, který je spolufinancován se státní podporou Technologické agentury ČR v rámci Programu Národní centra kompetence.

Klíčová slova: elektroodpad, pyrolýza, pyrolýzní olej, identifikace heteroatomů

8 STANOVENÍ VOLNÉHO STYREN V BMC KOMPOZITNÍCH DÍLECH

Vojtěch Kupka¹, Jana Křížek Oborná¹, Pavel Tuček², Gražyna Simha Martynková³, Aleš Slíva³, Libor Dobeš⁴

¹Univerzita Palackého v Olomouci – CATRIN

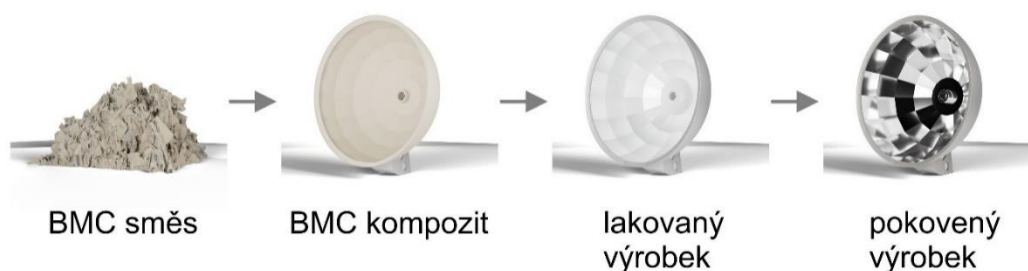
²Hella Autotechnik Nova, s.r.o.

³Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní

⁴Moravskoslezský automobilový klastr, z.s.

Korespondenční e-mail: vojtech.kupka@upol.cz

Pouzdro pro světlomety v automobilech se standardně vyrábí z BMC směsí (bulk molding compound). Díly se vyrábějí pomocí injekčního vstřikování a každý technolog má za cíl najít optimální podmínky mezi teplotou formy a dobou celého vstřikovacího cyklu. Po výrobě dílu se produkt lakuje, a to jednak za účelem dosažení dokonalého povrchu pro následné pokovení, ale také z důvodu zamezení úniku nezreagovaného styrenu při procesu následného pokovení. Cílem projektu je vyvinout analytickou metodu pro stanovení volného styrenu ve výrobku a dále navrhnout podmínky (teplota a čas vytvrzování), za kterých lze docílit kompletní zreagování styrenu v produktu. Tímto bude možné eliminovat krok lakování. Výsledný proces tak bude představovat menší energetickou i ekologickou zátěž a naplňuje tímto principy udržitelného rozvoje.



Schématické znázornění procesu výroby pouzdra pro světlomety.

Klíčová slova: BMC kompozity, styren, injekční vstřikování, udržitelný rozvoj

9 FUNKČNÍ POLYMERNÍ SYSTÉMY

**Eva Domincová Bergerová, Martin Novák, Jaroslav Císař, Monika Strašáková,
Vladimír Sedlařík**

*Centrum polymerních systémů, Univerzita Tomáše Bati v Zlíně, třída T. Bati 5678, 760 01 Zlín,
Česká republika*

Korespondenční e-mail: domincova_bergerova@utb.cz

Nově vyvíjené pokročilé polymerní materiály, které se vyznačují nehořlavými, vodivými, popř. antistatickými nebo disipativními vlastnostmi mohou představovat významný přínos pro odvětví, jako je letecký a kosmický průmysl, textilní a energetický sektor či automobilový průmysl. Proto se naše práce soustřeďuje na výzkum, vývoj a testování funkčních polymerů ve formě nanovláken připravených pomocí elektrospinningu, dále pak ve formě zátěrů, nebo povrchových úprav polymerních matric, či komplexních polymerních systémů, např. vhodných pro 3D tisk. Zabýváme se studiem přísad různých aditivních složek, zahrnující nehořlavé substance a vodivé přísady, např. uhlíkové nanotrubičky v matricích na bázi PU, PE, PP, PVC aj. Cílem je dosažení vhodných funkčních vlastností těchto materiálu.

Vyvinuté polymerní systémy jsou následně testovány a charakterizovány v souladu s platnými ISO normami, s využitím moderních přístrojů pro stanovení žádaných parametrů. Mohou naleznout využití v oblasti životního prostředí, při vývoji filtrů pro čištění vody a vzduchu, nebo při výrobě obalových materiálů či podlahových krytin, dokonce i ve zdravotnictví například při vývoji elektrod, senzorů a jiných specifických zařízení. Uvedené polymerní systémy by mohly přispět k eliminaci citlivých materiálů na bázi neekologických halogenovaných retardérů hoření nebo metalických kompozitů v matricích, které jsou při recyklaci obtížně separovatelné, jejich odstranění zatěžuje životní prostředí a komplikuje opětovné využití surovin.

Klíčová slova: polymerní materiály, nehořlavé a vodivé vlastnosti, průmysl, aditiva

10 BIOGRADOVATELNÉ HYDROGELY V ZEMĚDĚLSTVÍ

Jitka Dostálková, Silvie Duřpeková, Miroslava Dušánková, Vladimír Sedlařík

Centrum polymerních systémů, Univerzita Tomáše Bati v Zlíně, třída T. Bati 5678, 760 01 Zlín, Česká republika

Korespondenční e-mail: jitka.dostalkova@utb.cz

Klimatické změny významně zvyšují frekvenci výskytu sucha a snižují dostupnost vody v půdě, což má negativní dopad na zemědělství, zalesňování a udržitelnost ekosystémů. Tyto změny vedou ke snížení produkční kapacity půdy a zhoršení podmínek pro růst rostlin, a tím vytvářejí potřebu efektivních řešení pro zadržování vody v půdě. Náš výzkum se zaměřuje na vývoj ekologicky šetrných polymerních hydrogelů pro zlepšení schopnosti zadržování vody, s cílem podpořit úspěšnost zalesňovacích procesů, tvorbu agrolesnických systémů a výsadbu užitkových dřevin.

Hydrogely jsou vyvíjeny na bázi obnovitelných surovin, jako je celulóza a škrob, a jsou zesíťovány netoxickými organickými kyselinami (vinná, jablečná, jantarová, maleinová a fumarová). Tento přístup kombinuje ekologickou udržitelnost s vysokou funkčností, přičemž klade důraz na minimalizaci environmentálních dopadů a zvýšení biodegradability hydrogelů. Při testování stability hydrogelů připravených z karboxymethylcelulózy (KMC) se ukázalo, že hydrogely zesíťované kyselinami v koncentracích 10–15 % w/w (vztaženo na hmotnost KMC) byly stabilní i po 10 cyklech opakovaného bobtnání a desorpce, s hmotnostním úbytkem mezi 23–29 %. Bobtnací poměr těchto hydrogelů se pohyboval v rozmezí 320–2500 %, přičemž podíl gelové frakce činil 63–78 %. Tento výzkum poskytuje základ pro vývoj vysoce účinných, biologicky rozložitelných hydrogelů pro aplikace v zemědělství a zalesňování.

Klíčová slova: polymerní hydrogely, zadržování vody, zemědělství, zalesňování, organické kyseliny, biodegradabilní materiály

11 EVALUACE RECYKLOVANÝCH SMĚSÍ

Martin Novák, Jaroslav Císař, Eva Dominová Bergerová, Andrea Poláchová, Vladimír Sedlařík

Centrum polymerních systémů, Univerzita Tomáše Bati v Zlíně, třída T. Bati 5678, 760 01 Zlín, Česká republika

Korespondenční e-mail: m8_novak@utb.cz

Na Centru polymerních systémů (CPS) lze provádět výzkum v oblasti valorizace recyklovaných směsí i pokud se jedná o značně znečištěné směsi recyklátu. Jedná se o materiály, které by v jiném případě byly určeny pouze ke skládce či energetickému využití. Přesněji řečeno mluvíme o směsi nízkohustotního (LDPE) a lineárního nízkohustotního polyethylenu (LLDPE) značně znečištěné organickými zbytky a hlinou. CPS je schopno řadu z těchto bezcenných či přímo nebezpečných polymerů zpracovat díky přístupu ke značně diverzní sadě přístrojů pro míchání a analýzu (HS-SPME-GC-QTOF, FT-IR, AAS, EDX-XRF, TOC/TN). Zároveň je možné otestovat vliv velké řady různých aditiv na různé vlastnosti polymerů a jejich účinnosti pro stabilizaci případných kontaminantů, jako jsou těkavé a polotěkavé látky či kovy a jiné, v polymerní matici.

Žádaným výsledkem je nalezení způsobu uplatnění daných materiálů v praxi a to způsobem, který není pro firmy ekonomicky nevýhodný. Již nyní se jeví jako předběžně schůdné uplatnění výroba ozdobných koryt, žlebů, silnostěnných květináčů a podobně. Zde materiál nejen nabývá druhého života, ale lze jej využít i jako metody vázání odpadů kde například popílek z tepláren, písek, štěrk či uhlík v jeho různých formách lze využít jako plnivo. Tímto se nejen sníží spotřeba polymeru a odpad tak nekončí na skládkách, ale mohou se zlepšit i vlastnosti výsledné směsi či polymer může fungovat jako úložiště uhlíku, který by se jinak dostal do atmosféry. V ideálním případě dané recykláty poslouží nejen v málo náročných aplikacích, ale naopak díky například kombinaci rozpouštění a srážení pomocí ekologicky šetrných, přírodních rozpouštědel (α -pinen a D-limonen) bude možné vyrábět produkty s vysokou přidanou hodnotou (např. filtry či nanovláknenné tkaniny) což je plánovaný směr výzkumu do budoucna.

Klíčová slova: polymery, recyklace, aditiva, zpracování, valorizace

12 MIKROBIOLOGICKÉ TESTY NANOVLÁKENNÝCH MATERIÁLŮ

Hana Pištěková, Miroslava Dušánková, Miroslava Kovářová, Lenka Lovecká, Vladimír Sedlařík

Centrum polymerních systémů, Univerzita Tomáše Bati v Zlíně, třída T. Bati 5678, 760 01 Zlín, Česká republika

Korespondenční e-mail: pistekova@utb.cz

Infekční onemocnění představují v současnosti závažný problémem pro veřejné zdraví, přičemž mikrobiální infekce každoročně způsobují úmrtí milionů lidí po celém světě. Z tohoto důvodu se náš výzkum intenzivně zaměřuje na vývoj antimikrobních materiálů. V Centru polymerních systémů jsou pomocí DC technologie elektrického zvláknování připravovány nanovláknité materiály na bázi polyuretanů s kvarterními amoniovými solemi jako aktivní antimikrobní složkou. Tyto materiály se uplatňují jako součást filtračních systémů pro čištění vzduchu i vody, kde účinně potlačují tvorbu biofilmu.

Dle modifikované normy ISO 20743 (Stanovení antibakteriální aktivity textilních produktů) byla zjištěna vysoká antimikrobní účinnost těchto nanovláknitých filtrů proti testovaným kmenům *S. aureus* CCDM 4516 a *E. coli* CCDM 4517. Dosažené výsledky byly potvrzeny testováním samotného zvláknovacího roztoku ve formě tenkého filmu nanoseného na skle dle ISO 22196 (Měření antibakteriální aktivity na plastech a jiných neporézních površích). Vysoká antimikrobní účinnost filtrů připravených z takových materiálů prodlužuje jejich životnost a snižuje potřebu časté regenerace či výměny.

Klíčová slova: antimikrobní testy, ISO 22196, ISO 20743, bakteriální filtrační účinnost

13 POLYMERNÍ RECYKLÁTY

Martina Pummerová, Petra Dróhsler, Dominika Hanušová, Vladimír Sedlařík

Centrum polymerních systémů, Univerzita Tomáše Bati v Zlíně, třída T. Bati 5678, 760 01 Zlín, Česká republika.

Korespondenční e-mail: pummerova@utb.cz, pvalkova@utb.cz

Jedním z výzkumných směrů, kterým se na Centru polymerních systémů zabýváme, je problematika recyklace polymerů. Toto téma zahrnuje práci s post-industriálním i post-konzumním odpadním materiálem, ať už ve formě ořezů z výroby, regranulátů, vláken nebo například cupanin textilu. U takových materiálů se běžně provádí počáteční charakterizace s doplněním informací důležitých pro následující technologické zpracování. Na tuto práci navazuje optimalizace vlastností materiálů a podmínek zpracování. Především se jedná o mechanické zkoušky, tepelné a reologické vlastnosti, elementární analýzu nebo např. analýzu pachu recyklátů či finálních produktů (tzv. off-gassing). Doplnujícím výstupem může být také LCA analýza.

Výzkum a optimalizace zpracovatelských vlastností polymerních recyklátů pro jejich znovupoužití v textilních aplikacích se zaměřuje na testování recyklačních cyklů (mechanickou i chemickou cestou) daných materiálů. Změny jsou studovány do limitního počtu recyklačních cyklů, kdy je pro obnovení funkčních vlastností na opětovné požadované použití studován vliv přídavku prodlužovače řetězců (Joncryl ADR 4468) a antioxidantu (Irganox 1098).

Výsledky mechanické recyklace PA textilního vlákna (FT Nylon 66, 78/68/2 dtex LHS, SINTEX, a.s.) na laboratorním dvoušnekovém zařízení při 275 °C a 120 ot/min s kontinuální výpustí ukázaly, že při jednom cyklu přepracování se tepelné vlastnosti PA materiálu nemění, avšak při dalším recyklačním cyklu hodnoty skelného přechodu a počátku degradace materiálu vzrůstají o 7 % a 4,5 %. Přídavek prodlužovače řetězců způsobuje posun k vyšším hodnotám. Krystalická fáze výsledných materiálů po recyklačních cyklech je ovlivňována pouze přídavkem antioxidantu (pokles až o 25 %). Limitní viskozitní číslo není přídavkem aditiv ovlivněno, avšak byl zjištěn vliv počtu recyklačních cyklů (nárůst hodnot o cca 5-10 %).

Klíčová slova: polymerní recyklát, recyklační cyklus, materiálová degradace, textil

Poděkování: Projekt Výzkum a optimalizace zpracovatelských vlastností polymerních recyklátů pro jejich znovupoužití v textilních aplikacích je spolufinancován se státní podporou Technologické agentury České republiky, SIGMA TQ03000235.

14 VYUŽITÍ BIOPOLYMERNÍCH SUROVINOVÝCH ZDROJŮ 2. GENERACE PRO PRODUKTY S PŘIDANOU HODNOTOU (2GVALUE)

Tomáš Šopík^{1*}, Jakub Klaban¹, Richard Zetek², Kateřina Kunášková², Kateřina Zetková³, Marie Nováková³

¹ *Centrum polymerních systémů, Univerzita Tomáše Bati v Zlíně, třída T. Bati 5678, 760 01 Zlín, Česká republika*

² *Ethanol Energy a.s., Školská 118, 285 71 Vrdy, Česká republika*

³ *SYNPO a.s., S. K. Neumanna 1316, 530 02 Pardubice, Česká republika*

Korespondenční e-mail: sopik@utb.cz

Projekt Využití biopolymerních surovinových zdrojů 2. generace pro produkty s přidanou hodnotou (2GVALUE) je řešen v rámci programu Národní centra kompetence Technologické agentury České republiky (č. projektu DP TN02000051/015). Dílčí projekt 2GVALUE naplňuje principy zelené transformace v kontextu podpory vývoje technologií pro efektivní využití surovinových zdrojů druhé generace (2G) za účelem environmentálně šetrných výrob produktů s přidanou hodnotou. Mezi vstupní 2G suroviny patří lignocelulózová biomasa, zemědělské zbytky nebo odpady a také specializované nepotravinové energetické plodiny pěstované na okrajových půdách nevhodných pro produkci potravin. 2GVALUE se zaměřuje na vývoj technologií pro efektivní a ekologicky šetrnou transformaci 2G surovin na sacharidické substráty, které mohou být následně využity pro návazné technologie. Ty jsou v rámci projektu 2GVALUE reprezentovány vývojem poloprovozních technologií biotechnologických výrob např. kyseliny mléčné, případně etanolu či vyšších alkoholů. Navazující aktivitou bude vývoj čtvrt/poloprovozní jednotky na syntézu biorozložitelného polymeru kyseliny mléčné – polylaktidu, který může nacházet uplatnění primárně v aplikacích ekologického zemědělství či environmentálních a půdochranných technologiích.

Klíčová slova: 2G suroviny, sacharidy, ethanol, kyselina mléčná, polylaktid

15 PŘÍPRAVA PORÉZNÍCH BIOPOLYMERNÍCH MATERIÁLŮ POMOCÍ TEPELNĚ INDUKOVANÉ FÁZOVÉ SEPARACE: HLEDÁNÍ VHODNÝCH ROZPOUŠTĚDEL

Patrik Boura^{1,2}, Lenka Krajakova¹, Alexandr Zubov¹, *Juraj Kosek¹

¹*Ústav chemického inženýrství, VŠCHT Praha, Technická 5, 166 28 Prague 6, Czech Republic*

²*Department of Chemical Engineering, KU Leuven, Celestijnenlaan 200F, B-3001 Leuven, Belgium*

Korespondenční e-mail: juraj.kosek@vscht.cz

Alternativou k některým klasickým komoditním syntetickým plastům je používání obnovitelných materiálů, například environmentálně přívětivých biopolymerů. Tepelně indukovaná fázová separace (TIPS) umožňuje přípravu materiálů s kvalitativně rozdílnými porézními strukturami pro různé aplikace. Ekonomická životaschopnost této metody však do značné míry závisí na rozpouštědlech pro biopolymery s vysokým bodem tání, která jsou často karcinogenní nebo jinak toxická. Využili jsme nástroj založený na Hansenově teorii rozpustnosti, abychom našli nová nízko-toxická rozpouštědla pro poly(mléčnou kyselinu) (PLA) a poly(ϵ -kaprolakton) (PCL), vhodná pro TIPS. Z testovaných kombinací byl dále zkoumán PCL rozpuštěný v methyl-p-toluátu. Byl zkonstruován fázový diagram, následován přípravou PCL pěn, jejich charakterizací a testováním aplikačních vlastností.

Klíčová slova: biopolymery, rozpouštědla, fázová separace, porézní materiály

16 ZHODNOTENIE POLYMÉRNÝCH MATERIÁLOV FRAKČIONAČNOU METÓDOU

Denisa Dendisová, Jakub Klimošek, Klára Jindrová, Juraj Kosek

Vysoká škola chemicko-technologická v Prahe, Technická 5, 166 28 Praha, Česká Republika

Korespondenční e-mail: juraj.kosek@vscht.cz

V našej práci sa zameriavame na tému zhodnocovania polymérov metódou delenia na jednotlivé frakcie, ktoré sa líšia ich molekulovou hmotnosťou a/alebo zložením kopolyméru. Pri prvotných meraniach sme ako vstupný materiál využívali polyolefíny (PE, PP), poprípade ich kombináciu. Slúžili k overeniu postavenej aparatury. Praktickým cieľom je okrem iného aj separácia polymérnych reťazcov poškodených opakovanou recykláciou od nepoškodených reťazcov, pričom od nepoškodeného polyméru chceme dosiahnuť čo najlepšie možné vlastnosti podobné pôvodným vlastnostiam. Momentálne sa venujeme oddeľovaniu kompozitných materiálov, ako sú napríklad textílie a obaly potravín. Tieto materiály sú viaczložkové, a teda sa ťažko recyklujú. Predstavuje to obrovský potenciál pre metódu delenia na frakcie, a zároveň výzvu pri aplikácii tejto metódy do procesu.

Kľúčová slova: frakcionácia polyolefínov, viskozita a turbidita, termodynamické vlastnosti, viaczložkové balenia a obaly, cirkulárna ekonomika a odpadové hospodárstvo

17 MAPOVÁNÍ STRUKTURY A MORFOLOGIE HETEROFÁZOVÝCH POLYMERŮ NA RŮZNÝCH STUPNÍCH JEJICH ŽIVOTNÍHO CYKLU

Klára Jindrová¹, Miloš Svoboda², Jan Beneš², Juraj Kosek¹

¹ *Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, Technická 6, 166 28 – Praha 6, Česká republika*

² *Nové technologie – výzkumné centrum Západočeské univerzity v Plzni, Teslova 9, 301 00 Plzeň, Česká republika*

Korespondenční e-mail: juraj.kosek@vscht.cz

Poster ilustruje vztah mezi morfologií a vlastnostmi heterofázových polymerů, zejména LLDPE a houževnatého polypropylénu (hiPP). Morfologie je charakterizována kombinací rentgenové mikrotomografie (RTG mikro-CT) a mikroskopie atomárních sil (AFM), což poskytuje její vizualizaci na širokém měřítku s dostatečným kontrastem mezi jednotlivými fázemi. Ramanova konfokální mikroskopie doplňuje informace o mapování chemického složení na mikroměřítku. Naměřenou morfologii popisujeme pokročilými morfologickými deskriptory pro složité perkolující struktury. Kombinaci těchto a dalších metod lze mimo jiné úspěšně využít při hledání klíčové příčiny různých defektů ve finálních výrobcích, zde demonstrováno na lakovaných površích automobilových dílů či při částečné degradaci polymerních materiálů při jejich recyklování.

Klíčová slova: morfologie, AFM, mikro-CT, Ramanova konfokální mikroskopie

18 FÁZOVÉ ROVNOVÁHY V POLYOLEFINECH DŮLEŽITÉ PRO KATALYTICKOU POLYMERACI A RECYKLACI

Jakub Klimošek, Klára Jindrová, Alexandr Zubov, Juraj Kosek

Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, Technická 5, 166 28 Praha, Česká republika

Korespondenční e-mail: juraj.kosek@vscht.cz

Při jakémkoli typu katalytické polymerace (v roztoku, suspenzi či plynné disperzi) je zásadní proporcionální vztah mezi rychlostí (ko)polymerace a koncentrací monomeru v aktivním místě katalyzátoru. Rovnovážná sorpce monomerů a dynamika difúzního transportu ovlivňuje též utvářenou molekulární architekturu, morfologii polymeru a také následné odplynění produktu. Experimentální charakterizaci odplynění je možno uplatit také při mechanické recyklaci polymerů, kdy je třeba odplyňovat polymerní taveninu. Pro termodynamickou charakterizaci polymerů používáme specializované námi vyvinuté či zdokonalené unikátní aparatury pro měření rovnovážné sorpce a dynamiky změn sorpce, dále měknutí a bobtnání polymerů či zkoumání změn vnitřní struktury, např. krystalinity v průběhu různých procesů.

Klíčová slova: difúze, sorpce, recyklace plastů, optimalizace procesů

19 INOVOVANÉ 3D INERTNÍ ELEKTRODY PRO ÚČINNĚJŠÍ PRŮTOČNÉ BATERIE

Přemysl Richtř, Petr Mazůr, Juraj Kosek

Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, Technická 5, 166 28 Praha 6

Korespondenční e-mail: petr.mazur@vscht.cz

V současnosti jsou dostupné tři životaschopné způsoby ukládání elektrické energie: přečerpávací elektrárny, klasické baterie a průtočné baterie. Jako 3D elektrody průtočných baterií se nejčastěji používají netkané karbonizované polymerní textilie (plsti) z polyakrylonitrilu (PAN), které jsou v bateriovém článku z obou stran přitlačeny k planárnímu proudovému sběrači, tzv. bipolární desce, vyrobené z uhlíko-polymerního kompozitu. Účinnost baterie může být zvýšena zvětšením plochy rozhraní elektroda-elektrolyt či navýšením obsahu katalyticky aktivních funkčních skupin na povrchu vláken. Poster prezentuje zlepšení tepelného spojení uhlíkové plsti a bipolárních desek vedoucí ke snížení ohmického odporu a zjednodušení konstrukce a automatizované výroby bateriových svazků. Dále prezentujeme prvotní výsledky spolupráce se SPUR a.s. na vývoji vícevrstevných 3D elektrod s katalyticky aktivní vrstvou na bázi karbonizovaných PAN nanovláken připravených elektrovlákňováním a následnou karbonizací při 1000°C. Tyto 3D elektrody snižují aktivační bariéry elektrodových reakcí a tím zvyšují energetickou účinnost průtočné baterie.

Klíčová slova: průtočné baterie, ukládání elektrické energie, nanovláknenné elektrody, polymerní materiály pro baterie

20 IMPACT MITIGATION POTENTIAL OF INDUSTRIAL WASTE MANAGEMENT IN THE CZECH REPUBLIC

Aleš Paulu¹, Valentina Bisinella², Vladimír Kočí¹

¹ *University of Chemistry and Technology, Prague, Department of Sustainability and Product Ecology, Czech Republic*

² *Technical University of Denmark, Copenhagen, Department of Environmental and Resource Engineering, Denmark*

Korespondenční e-mail: paulua@vscht.cz

In contrast to municipal waste, the much larger quantities of industrial waste are less frequently addressed, both in legislation and in Life cycle assessment (LCA). However, LCA studies can identify opportunities to reduce national environmental impacts by improving the management of industrial waste, and they can inform legislation that brings us closer to a net-zero, circular economy. This study analyzes the impact mitigation potential of ten industrial waste categories on a case study of the Czech Republic. By adopting consequential, fraction-specific LCA modelling of current waste management practices, we clarified their hierarchy and quantified maximum transport distances from the environmental perspective. We further linked the environmental impacts with material flow analysis of these waste categories in the Czech Republic and compared the current situation with a potential scenario based on legislation targets and the maximum demand for recycled materials. The results indicate a potential to mitigate approximately 2.5 % of the current environmental impacts for the Czech Republic and reduce primary energy resource consumption by about 1.5 %. The highest potential was attributed to ferrous metal waste, where increased recycling rate could substitute up to 1.4 million tons of primary steel, resulting in substantial environmental savings. The second highest potential was reported for coal combustion fly ash utilized in concrete production. The findings indicate that these materials, which are currently underemphasized in public policies, deserve greater attention.

Klíčová slova: Waste; Life cycle assessment; Industrial symbiosis; Material flow analysis; Modelling

21 ROLE POUŽITÝCH MATERIÁLŮ V TRIBOELEKTRICKÉ SEPARACI PLASTŮ

Jana Sklenářová, Mikuláš Vaszi, Marek Drápela, Jiří Perner, Juraj Kosek

Ústav chemického inženýrství, VŠCHT Praha, Technická 5, 166 28 Praha 6, Česká republika

Korespondenční e-mail: juraj.kosek@vscht.cz

Odlišné plasty získávají třením s vhodným proti-materiálem jiný elektrostatický náboj. Nabité částice plastů lze vytřídit volným pádem mezi elektrodami v elektrostatickém separátoru, jelikož jiné hodnoty náboje vedou k různému vychýlení jejich trajektorie. Volba proti-materiálu pro nabíjení je klíčová při konstrukci triboelektrického separátoru, protože umožňuje řízení náboje jednotlivých komponent ve směsi plastového odpadu. Zaměřujeme se na výběr vhodných proti-materiálů pro účinnou separaci vícesložkových plastových směsí oddělením části komponent v jednom cyklu a následným opakováním nabíjení zbývající směsi, tentokrát však s použitím jiných proti-materiálů. Zkoumáme také vliv aditiv: hledáme případy, kde by obsah aditiv mohl vést ke zhoršení účinnosti separace; nebo naopak, kde je vhodné vytřídit ze směsi jednodruhového odpadu částice s konkrétním, např. již zakázaným, aditivem.

Klíčová slova: triboelektrická separace, recyklace plastů, aditiva

22 IMPLEMENTATION OF INTERACTIVE ONLINE PLATFORM FOR DECISION-MAKING IN INDUSTRIAL SYMBIOSIS: DEVELOPMENT EXPERIENCE AND OBSTACLES

Aleš Paulu, Vladimír Kočí

University of Chemistry and Technology, Prague, Department of Sustainability and Product Ecology, Czech Republic

Korespondenční e-mail: paulua@vscht.cz

The production and subsequent management of industrial waste is proven to significantly impact the environment. The concept of industrial symbiosis aims to decrease these impacts by connecting various industrial entities through the exchange of material and energy. The aim is to reduce the consumption of primary raw materials and simultaneously reduce the amount of waste produced, with both environmental and economic benefits. Due to these reasons, the industrial operators themselves are increasingly interested in facilitating symbiotic exchanges of their waste and by-products. Though environmental benefits are one the main drivers, the magnitude of such benefits is usually not easily nor quickly evaluated. Interactive platforms allowing for easy modelling of the environmental performance of alternative management and transportation scenarios, while being easily accessible online, could help fill this information gap. However, the process of development of such a platform for the Czech Republic showed us that there are several obstacles that need to be overcome and resolved. One of the main obstacles is the data collection required for full operation. As an example, in the Czech Republic, although reporting of generated waste and secondary raw materials is mandatory for virtually all industrial operators, the disclosure of these data to the public is still protected by legislation and limited to small district summaries. Another challenge is quite a variety of indicators to choose from to interpret the overall environmental performance by tools such as LCA. Currently, there is a considerable variation between them, and the choice is often a trade-off between ease of interpretation and accuracy of description of the actual impact in the environment. Overcoming these obstacles, among others, will be crucial in creating tools that would help to implement the principles of industrial symbiosis into practice and support the transition to a circular economy.

Klíčová slova: Industrial symbiosis, platform, LCA, waste, circularity

23 ODSTRAŇOVÁNÍ POLYMERNÍCH PŘÍRAD PRO UDRŽITELNOU RECYKLACI PLASTŮ

Ludmila Řiháková, Jakub Klimošek, Klára Jindrová, Juraj Kosek

Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, Technická 1905/5, 16000 PRAHA 6, Česká republika

Korespondenční e-mail: juraj.kosek@vscht.cz

Plastové materiály jsou nepostradatelné a nenahraditelné a jejich produkce se každým rokem navyšuje, přičemž pro většinu plastů a textilních materiálů neznáme efektivní způsob recyklace pro uzavření cirkulační smyčky. Tato práce se zaměřuje na nalezení nového přístupu pro uzavření oběhového hospodářství plastového odpadu. Předmětem našeho zájmu jsou aditiva především v polyolefinech a textilních materiálech. Odstraňování aditiv je založeno na rozpouštění plastů vhodnými rozpouštědly s cílem extrahovat polymerní aditiva a následně regenerovat extrakčního činidla pro udržitelný proces recyklace. Technické vybavení pro vývoj a testování metody je navrhováno a konstruováno přímo v naší laboratoři, což umožňuje rychlou optimalizaci recyklačních procesů. Blížíme se k cíli vytvoření jednoduché, levné a sofistikované metody odstraňování aditiv, která bude začleněna do řetězce stávajících využívaných recyklačních metod.

Klíčová slova: recyklace, plasty, odstraňování aditiv, životní prostředí, udržitelnost

24 TERMOCHEMICKÝ ROZKLAD A MECHANICKÉ ZPRACOVÁNÍ ODPADNÍCH PLASTŮ JAKO INOVATIVNÍ A PERSPEKTIVNÍ TECHNOLOGIE VÝROBY RECYKLÁTŮ

Tatiana Trecáková, Vladimír Kočí

*Ústav udržitelnosti a produktové ekologie, Vysoká škola chemicko-technologická v Praze,
Technická 5, 160 00 Praha 6 – Dejvice*

Korespondenční e-mail: Tatiana.Trecakova@vscht.cz

Možnost nahrazení důležitých primárních surovin druhotnými surovinami z odpadů může částečně přispět k řešení problému s dostupností druhotných surovin, za předpokladu informovaného a odpovědného posouzení dopadů na životní prostředí spojených s výrobou těchto druhotných surovin nebo recyklátů. K porovnání environmentálních přínosů těchto technologií byla použita metoda hodnocení životního cyklu (LCA). Studie ukazuje, že technologie termochemického rozkladu a mechanické zpracování odpadních plastů mohou být nástrojem ke snižování dopadů klimatických změn v odpadovém hospodářství a podpory materiálového využití odpadů, což jsou také cíle politiky Evropské unie v oblasti odpadového hospodářství. Tyto technologie mají také potenciál umožnit další rozvoj oběhového hospodářství a pomoci řešit situaci soběstačnosti a surovinové bezpečnosti.

Klíčová slova: recyklace, plasty, LCA, termochemický rozklad, odpadové hospodářství, hodnocení životního cyklu

25 RESAZURINOVÁ METODA JAKOŽTO NÁSTROJ VHODNÝ PRO STANOVENÍ ANTIMIKROBIÁLNÍ AKTIVITY

Marcela Králová, Petr Dzik, Mária Veselá, Michal Veselý

Fakulta chemická, Vysoké učení technické v Brně, Purkyňova 118, 612 00 Brno, Česká republika

Korespondenční e-mail: kralova@fch.vut.cz

Pro kvantifikaci antibakteriálního účinku fotokatalytických povrchů se běžně používají standardizované postupy, například ISO 27447:2019 a ISO 22196:2011. Metody jsou zdlouhavé a pracné a neumožňují testovat již instalovaný povrch. Resazurinová metoda všechny výše zmíněné nevýhody odstraňuje zavedením čtyř základních opatření: (1) použití hydrogelových bloků jako nosičů mikrobiální populace použité pro testování; (2) použití redukce resazurinu ke stanovení přeživší mikrobiální populace; (3) bylo vyvinuto osvětlovací/ozářovací zařízení, které je možné použít jak v laboratorních, tak venkovních podmínkách přímo v místě instalace; (4) všechny experimenty se provádí s aktivními povrchy a referencemi, a to jak ve tmě, tak i při osvětlení.

Klíčová slova: antibakteriální aktivita, resazurin, fotoaktivní povrchy

26 METODY TVORBY TENKÝCH VRSTEV OVRSTVOVÁNÍM A MATERIÁLOVÝM TISKEM FUNKČNÍCH KAPALIN

Michal Veselý, Petr Dzik, Marcela Králová, Mária Veselá

Fakulta chemická, Vysoké učení technické v Brně, Purkyňova 118, 612 00 Brno, Česká republika

Korespondenční e-mail: michal.vesely@fch.vut.cz

Poster bude prezentovat jednotlivé ovrstvovací techniky a tiskové techniky materiálového tisku, tedy technik nanášení tenkých vrstev funkčních kapalin, dostupné a využívané na Fakultě chemické VUT v Brně. Důležitými parametry pro výběr vhodné techniky pro tvorbu tenkých vrstev z kapalin jsou: (1) procesní podmínky – materiál v roli nebo arších (deskách), techniky roll-to-roll a sheet-to-sheet, (2) tloušťka nanesené vrstvy a (3) viskozita kapaliny. Nízké viskozitě kapalin vyhovují techniky inkjetu, hlubotisku, flexotisku a tamponového tisku, vyšší viskozitě vyhovuje sítotisk. Univerzální technikou ovrstvování je z hlediska viskozity válcové nanášení.

Klíčová slova: materiálový tisk, tenké vrstvy

27 VÝZKUM MOŽNOSTÍ MATERIÁLOVÉ RECYKLACE TABÁKOVÝCH NÁPLNÍ

Silvestr Figalla, Radek Přikryl, Přemysl Menčík

Laboratoř bioplastů Centra materiálového výzkumu, Fakulta chemická, Vysoké učení technické v Brně, Purkyňova 464/118, 612 00 Brno, Česká republika

Korespondenční e-mail: Silvestr.Figalla@vut.cz

Využití kaskádové recyklace použitých tabákových náplní umožňuje z materiálové směsi těchto náplní postupně odebírat jednotlivé složky a nacházet jim nové využití. Kombinací separačních a purifikačních technologií s využitím chemických i mechanických metod lze získat i poměrně čisté materiály. V roce 2023 vysbíral výrobce Phillip Moris od uživatelů těchto produktů do sběrných boxů celkově 26,5 tun materiálu, z toho 15,4 tun v Česku a 11,1 tun na Slovensku. A lze předpokládat další strmý nárůst. Cílem výzkumných prací je v prvním kroku odseparovat tabák a zaměřit se na případné využití zbytkového nikotinu. Testuje se i biotechnologické využití těchto odpadních materiálů ve spolupráci se společností Myco, kdy je naopak zbytkový nikotin bezpečně odbouráván přírodními organismy. Dalším cílem je dobře zvládnout separaci a dokonalé vyčištění acetátu celulózy od cigaretového oděru a jeho využití jako výztuže do kompozitního materiálu pro 3D tisk. Odpadní papír po izolaci tabáku, kovu a acetátu celulózy lze kromě přídavku do asfaltu, kde plní roli modifikátoru tekutosti, využít jako aditivum do hlíny při výrobě cihel, kde vypálením ve hmotě cihly vzniká vhodná porozita.

Klíčová slova: kaskádová recyklace, acetát celulózy, tabáková náplň

28 RECYKLACE PRŮMYSLOVÝCH ODPADNÍCH VOD

Michaela Procházková, Václav Miklas, Marek Vondra, Michal Touš

Laboratoř energeticky náročných procesů, Ústav procesního inženýrství, Fakulta strojního inženýrství, Vysoké učení technické v Brně, Technická 2896, 616 69 Brno, Česká republika

Korespondenční e-mail: xcprochazkovami@vutbr.cz

Laboratoř energeticky náročných procesů na FSI VUT v Brně je jedním z předních českých pracovišť v oblasti vývoje a optimalizace technologií pro zpracování průmyslových odpadních vod, včetně zpracování odpadní vody z recyklace plastů. Pomocí pokročilých technologií jsme schopni výrazně snižovat objem vypouštěné vody a umožňovat její znovuvyužití v průmyslových procesech, což přináší finanční úspory a snižuje negativní dopady na životní prostředí.

Naše řešení sestávají z kombinace experimentálního ověření na jednotkách blízkých průmyslovému měřítku, výpočetních simulací a optimalizace procesů za využití umělé inteligence. To nám umožňuje návrh technologií šitých na míru konkrétním průmyslovým požadavkům.

Klíčová slova: odpadní vody; recyklace; cirkulární ekonomika; MLD

29 TERMICKÉ ZPRACOVÁNÍ MATERIÁLŮ METODOU KATALYTICKÉ MINERALIZACE

Štěpán Smékal

ZODPA s.r.o., Rybná 716/24, 110 00 Praha 1 Česká republika

Korespondenční e-mail: s.smekal@zodpa.cz

Hlavním předmětem výzkumné činnosti společnosti Zodpa s.r.o. je termické zpracování materiálů metodou katalytické mineralizace, při níž dochází k tzv. suché destilaci vstupního materiálu. Proces je mimo jiné vhodný zejména pro zpracování různých druhů odpadů, které nemají další využití v rámci cirkulární ekonomiky, dále různé typy biomas či vedlejší produkty průmyslové výroby. Výsledkem metody je zplynění organické složky materiálu, což má za následek významnou redukci pevné složky. Dalším benefitem je přeměna na využitelnou energii, ať už ve formě zbytkového tepla, nebo jeho transformace na elektrickou energii. Významný přínos je pak spatřován ve využití reziduálního minerálního prášku do formy typu biochar pro aplikace jako jsou sorbent, filtr, stabilizátor, či vylehčovač. Dalším uvažovaným směrem výzkumu může být také využití jednotlivých složek procesního plynu vznikajícího zpracováním vstupního materiálu.

Zodpa s.r.o. nabízí pro širokou škálu výzkumných účelů, jakož i pro experimentální projekty, či aplikace v průmyslu své zkušenosti v procesu katalytické mineralizace materiálů. Provádíme zakázkové zpracování různých typů materiálů s přesně definovanými parametry pro konkrétní aplikaci.

Klíčová slova: termické zpracování, katalytická mineralizace, zplynění, biochar

30 CHEMICKÁ RECYKLACE – SCHÉMA R&D A MOŽNOSTÍ SPOLUPRÁCE

Jan Snow, Daniel Jakub Hrtus, Lenka Skuhrovcová

ORLEN UniCRE a.s., Revoluční 1521/84, Ústí nad Labem, 400 01

Korespondenční e-mail: Jan.Snow@orlenunicre.cz

Chemická recyklace je jednou z klíčových cest k naplnění současných cílů udržitelnosti a cirkulární ekonomiky v oblasti plastových odpadů. Kromě řady výhod v porovnání s mechanickou recyklací, jako je například možnost tvorby a regenerace polymerů nejvyšší kvality, přináší metody jako jsou pyrolýza, solvolýza nebo rozpouštění-srážení celou řadu výzev a výzkumných otázek. ORLEN UniCRE se již řadu let věnuje výzkumu pyrolýzy a rozpouštědlových metod ve snaze napomoci implementaci chemické recyklace v praxi. Díky detailnímu vhledu do jednotlivých procesů nabízíme našim partnerům široké spektrum spolupráce od společného řešení výzkumných a provozních otázek až po analytický servis.

Klíčová slova: recyklace plastů, pyrolýza, solvolýza, rozpouštění-srážení

31 SVÍČKOVÝ SKLÁDANÝ FILTR S NANOVLÁKENNOU MEMBRÁNOU: EFEKTIVNÍ ŘEŠENÍ PRO ÚPRAVU VODY

Lucie Ligasová^{1,2}, Luboš Komárek^{1,2}, Tomáš Janoušek^{1,2}, Karel Havlíček^{1,2}, Jan Vanžura²

¹ *Nanotech dynamics, s.r.o., Liščí 234, 463 12 Jeřmanice, Česká republika*

² *NANOPROGRESS, z.s., Nová 306, 530 09 Pardubice, Česká republika*

Korespondenční e-mail: ligasova@nanoprogress.eu

Udržování kvality vody v zahradních bazénech a vířivkách představuje klíčový aspekt pro zajištění zdraví uživatelů a zároveň dlouhodobé životnosti používaných technologií. Znečištění vody způsobené organickými látkami, chemikáliemi a minerálními usazeninami může vést k nekontrolovatelnému růstu mikroorganismů, a s tím souvisejícím vznikajícím zápachem a zdravotním rizikům. Tradiční metody úpravy vod, jako jsou například písková filtrace a chlorace, mají omezenou efektivitu (životnost) a zpravidla vyžadují častou údržbu a vysoké dávky chemikálií. Především u vířivek je zároveň nezbytné efektivní čištění trysek, které jsou velmi náročné na pravidelnou údržbu a existuje zde značné riziko výskytu a množení nebezpečných bakterií a usazování nečistot. Nanotech dynamics se svým řešením zaměřuje na pokročilé technologie filtrace vody využívající nanovláknenné membrány, které nabízí vyšší účinnost při zachytávání jemných částic a mikroorganismů, a to až do velikosti 0,5 μm . Cílem je zlepšit kvalitu vody s použitím výrazně menších koncentrací chemikálií, a zároveň zvýšit efektivitu údržby zařízení. Vyvinuté řešení zároveň reflektuje pozitivní environmentální dopady a ekonomické aspekty těchto inovativních vysoce účinných filtračních řešení.

Klíčová slova: kvalita vody, nanovláknenné membrány, filtrace vody, mikroorganismy, udržitelnost

32 PODZEMNÍ VODY A POLYMERNÍ MATERIÁLY

Jiří Mikeš

TERAMED, s.r.o., Nad Kamínkou 1345, 156 00 Praha

Korespondenční e-mail: mikes@teramed.cz

TERAMED, s.r.o. nabízí prezentaci aktivit spojených s terénním pracovištěm HYDROGEO PARK v Pátku u Poděbrad (www.hydrogeopark.cz). Na čtyřech příkladových studiích dokládá možnosti využití v oblastech výzkumu, vývoji, testování, inovací a vzdělávání. První oblastí je výzkum mikroplastů v podzemních vodách, jenž se kombinuje s polygonem využívajícím reálnou vodu z lokality. Druhou oblastí je spolupráce s výrobcem filtračních systémů a materiálů a ověřování jejich funkčnosti v reálných podmínkách. Třetí oblastí je vývoj a inovace konstrukčních prvků hydrogeologických objektů jako výstroj, kalníky, těsnící prvky apod., kde figurují polymerní materiály. Čtvrtým příkladem je workshop zaměřený na téma hospodaření se srážkovými vodami přírodě blízkým způsobem, protože srážkové vody hrají důležitou roli v obnově zdrojů podzemních vod.

Klíčová slova: mikroplasty, filtrační systémy, výzkum, podzemní vody, vzdělávání

FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ UJEP V ÚSTÍ NAD LABEM

*Fakulta životního prostředí, Univerzita Jana Evangelisty Purkyně v Ústí nad Labem,
Pasteurova 3544/1, Ústí nad Labem, 400 96*

Fakulta životního prostředí je zaměřena na výzkum a vzdělávání v široké oblasti ekologie a životního prostředí. Klade důraz na studium příčin narušení základních složek životního prostředí, na možnosti a způsoby jejich ozdravení a zejména na trvale udržitelný rozvoj – preventivní opatření v oblasti tvorby a ochrany životního prostředí.

Laboratoře fakulty jsou vybaveny moderní přístrojovou technikou od přípravy vzorků po analýzu anorganických i organických látek či složitých směsí a lze využít i mobilních přístrojů pro analýzu přímo v terénu, popř. v místě dosahu.

Hlavní směry výzkumu zahrnují aplikovanou ekologii, studium polutantů v životním prostředí (jejich stanovení ve složkách ŽP, distribuce, šíření, identifikaci zdrojů, toxicitu, způsoby eliminace apod.), vývoj nových materiálů a technologií pro ochranu životního prostředí a geografické informační systémy. Výzkum je prováděn na všech úrovních – základní, experimentální i aplikovaný (převážně ve spolupráci s průmyslovými podniky). Fakulta se významně podílí i na provozování univerzitního centra pro transfer technologií, jehož úkolem je komercializace výsledků výzkumu. Řešení problémů menšího rozsahu je také možné zadat jako téma pro bakalářskou nebo diplomovou práci.

Více na www.fzp.ujep.cz



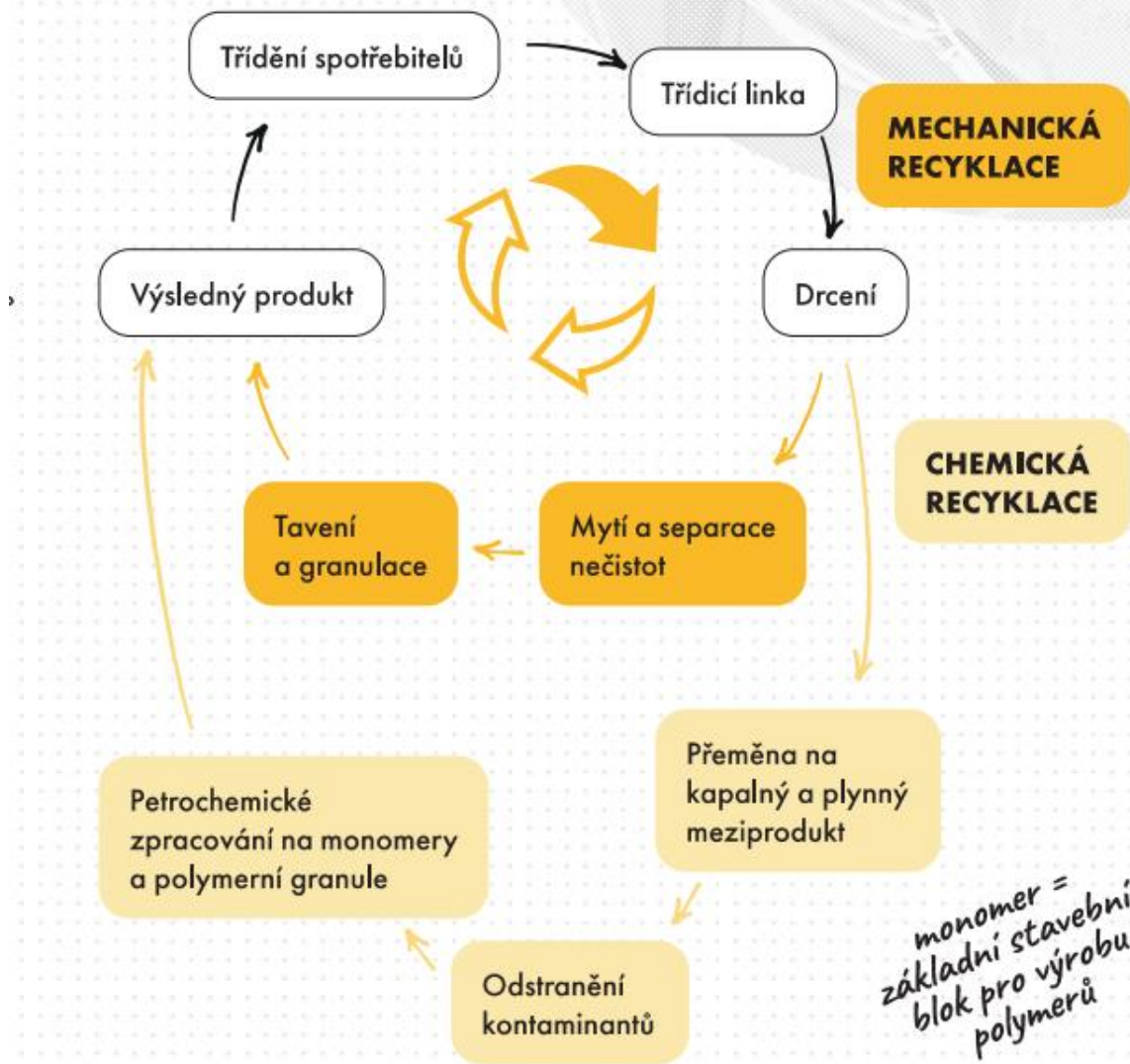
UNIVERZITA J. E. PURKYNĚ V ÚSTÍ NAD LABEM

Fakulta životního prostředí



JAK PROBÍHÁ RECYKLACE?

JAK *probíhá* RECYKLACE?



CHEMICKÁ RECYKLACE

CHEMICKÁ RECYKLACE



Odpadní plasty umíme přeměnit na kapalné a plynné meziprodukty, které dále budou sloužit jako surovina pro petrochemii. Na výstupu z našeho petrochemického komplexu pak skončí jako polymery stejné kvality, jako ty z výhradně ropní suroviny.

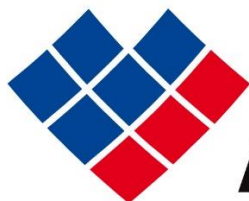
Chemická recyklace může pomoci snížit podíl ropní suroviny na produkci plastů.



Myslíte, že už
o plastech víte dost?

**VYZKOUŠEJTE
NÁŠ KVÍZ**



MORAVSKOLEZSKÝ AUTOMOBILOVÝ KLASTR, Z.S.**AUTOKLASTR**

Moravskoslezský automobilový klastr, z.s., Technologická 372/2, Ostrava-Pustkovec, 708 00

Korespondenční e-mail: L.jurickova@autoklastr.cz

Společný výzkum a vývoj zefektivňuje a urychluje inovace. Společnou prací mohou zúčastněné strany využít své silné stránky, sdílet rizika a dosáhnout průlomových objevů.

- ✚ Podporujeme inovace, cirkulární ekonomiku, udržitelný rozvoj, zelenou transformaci a digitalizaci
- ✚ Testujeme výrobky a procesy ve vybraných oblastech
- ✚ Pomáháme při rozvoji kapacit
- ✚ Iniciujeme a řídíme společné projekty výzkumu a vývoje
- ✚ Šíříme a sdílíme výsledky výzkumu a vývoje a informací mezi relevantní cílové skupiny a širší veřejnost



www.autoklastr.cz

Klíčová slova: klastr, společný výzkum, vývoj, diseminace

VELKÁ VÝZKUMNÁ INFRASTRUKTURA ENREGAT

Barbora Grycová, Pavel Leštinský

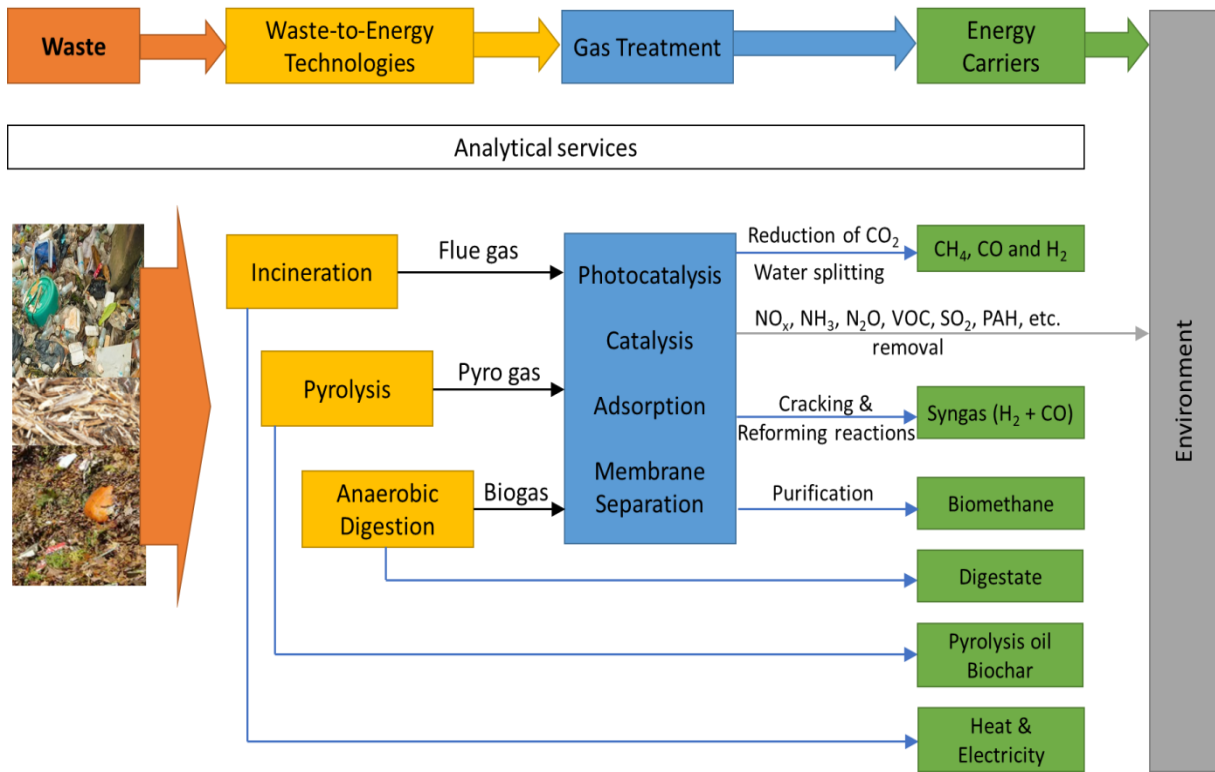
Institut environmentálních technologií, CEET, Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava

Velká výzkumná infrastruktura ENREGAT, unikátní platforma pro komplexní výzkum v oblasti materiálového a energetického využití odpadů pomocí spalovacích, pyrolyzních, anaerobních a katalytických procesů, umožňuje díky finanční podpoře Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy (projekt č. LM2023056) otevřený přístup zdarma pro širokou vědeckou komunitu již 6. rokem. Jedinečnost infrastruktury spočívá v její schopnosti provádět jak základní, tak aplikovaný výzkum, od laboratorního po poloprovozní měřítko, a tím zajišťuje efektivní posouzení vhodnosti jednotlivých technologií pro specifické typy odpadů.

V rámci otevřeného přístupu bylo dosud schváleno více než 500 žádostí z řady českých a zahraničních univerzit napříč různými kontinenty. ENREGAT je rovněž vyhledávaným partnerem pro pracovníky Akademie věd České republiky, Slovenské republiky nebo např. Ukrajiny. Spolupráce s aplikační sférou prostřednictvím kolaborativního a smluvního výzkumu podporuje přenos výzkumných výsledků do udržitelných řešení s ekonomickým a společenským přínosem. Velká výzkumná infrastruktura již přispěla ke vzniku 100+ publikací v impaktovaných časopisech, pěti patentů a dalších zajímavých výsledků v oblasti aplikovaného výzkumu.

Pro bližší informace týkající se výzvy a technických údajů prosím kontaktujte:

Ing. Barbora Grycová, Ph.D. (barbora.grycova@vsb.cz), nebo navštivte web: <https://ceet.vsb.cz/iet/cs/enregat/>



ASIO TECH, spol. s r.o.



ASIO je česká inženýrsko-dodavatelská společnost s mezinárodní působností založená v roce 1993. Společnost pracuje v oboru vývoje, výroby a dodávek technologií pro čištění odpadních vod, úpravu vod a čištění vzduchu.

Široké spektrum dodávaných vodohospodářských produktů nachází uplatnění při čištění odpadních vod z rodinných domů, obcí, měst, nemocnic a v různých průmyslových odvětvích – např. recyklace plastů, výroba potravin, automotive, strojírenství, zpracování papíru a další.

Výzkumné a vývojové oddělení pracuje na výzkumných projektech založených na požadavcích praxe a sledování budoucích trendů. Projekty řešíme ve spolupráci s akademickou i podnikatelskou sférou.

ASIO nabízí služby v oblasti vodohospodářství – vodní audit průmyslových areálů s návrhy řešení nakládání s vodami, pilotní testování, vodní a energetické audity ČOV. Služba ASIO CARE je zaměřena na zákazníky spravující větší vodohospodářské technologické celky.

ASIO patří mezi propagátory komplexního přístupu k životnímu prostředí, a tak jsou nejnovější výrobky a technologie orientovány na **udržitelnost, modro-zelenou infrastrukturu** a adaptaci na změnu klimatu nebo **cirkulární ekonomiku**.

www.asio.cz

Polymerní materiály a technologie pro 21. století

Sborník příspěvků z workshopu

Editor: Jitka Dostálková

Vydavatel: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Rok vydání: 2024

Pořadí vydání: první

Vydáno elektronicky

ISBN 978-80-7678-298-3