



Spolufinancováno
Evropskou unií



MINISTERSTVO
PRŮMYSLU A OBCHODU



ČESKÁ TECHNOLOGICKÁ
PLATFORMA PLASTY

Strategická výzkumná agenda

České technologické platformy PLASTY

Zpracováno v rámci projektu „Technologická platforma **Plasty V**“ projekt CZ.01.01.01/07/23_010/0001245 za podpory programu Ministerstva průmyslu a obchodu ČR a spolufinancování Evropské unie.

Aktualizace listopad 2024

OBSAH

1	Souhrn	3
2	Úvod	4
3	Aktuální stav a předpokládaný vývoj	7
3.1	Výroba a používání plastů	7
3.2	Chemický průmysl	15
3.3	Plastikářský průmysl	24
3.4	Jednorázově používané plasty – nová směrnice v rámci EU (SUPD)	30
3.5	Nařízení o plastových obalech – nové nařízení v rámci EU (PPWR)	31
3.6	Bioplasty	32
3.7	Obnovitelné suroviny a recyklace	40
4	Technologie výroby a využití plastů	44
4.1	Úvod	44
4.2	Spotřební výrobky (kosmetika, nátěrové hmoty, textil, obaly a další)	46
4.3	Nanokompozity	47
4.4	Materiály pro zdravotnictví	49
4.5	Oxo-degradovatelné a Oxo-biodegradovatelné plasty	51
4.6	Plasty se sníženou hořlavostí	52
4.7	Plasty pro stavebnictví	56
4.8	Plasty pro dopravní prostředky	59
4.9	Plasty pro obnovitelné zdroje energie	62
4.10	Polymerní přísady	66
4.11	Plasty pro 3D tisk	67
5	Horizontální otázky	69
6	Závěry	70
7	Seznam použitých zkratk	71

1 Souhrn

Strategická výzkumná agenda (SVA) se opírá o technologický foresight (viz <https://www.tp-plasty.cz/>), který identifikuje a popisuje hlavní globální megatrendy, jež budou dlouhodobě ovlivňovat vývoj společnosti (za horizont roku 2030). Zaměřuje se na popis vybraných vývojových trendů v hlavních aplikačních sektorech pro uplatnění plastů, analýzy vědeckovýzkumné a výrobní základny České republiky a možnosti komercializace výsledků vývoje s cílem posílit konkurenceschopnost českého plastikářského průmyslu.

SVA se orientuje na vývoj polymerních materiálů s vyšším obsahem know-how a novými funkcionalitami a na vývoj nových technologií, které budou dostatečně efektivní pro nové plasty s vlastnostmi šitými na míru a šetrné k životnímu prostředí. Je strukturována aplikačně se záměrem posílit perspektivu komercializace a zahrnuje celý životní cyklus výrobku od vstupů přes vlastní výrobu plastů, jejich zpracování, aplikace v obalovém průmyslu, stavebnictví, automobilovém průmyslu, elektro-průmyslu, zemědělství a spotřebním zboží až po recyklaci výrobku.

Nově je výrazněji zaměřena na využití materiálů po ukončení jejich životního cyklu s ohledem na rostoucí důraz na ochranu životního prostředí, včetně moří, a na naplňování „strategie EU k cirkulární ekonomice plastů“, kterou Evropská komise představila již v roce 2018.

S rostoucími požadavky společnosti na plasty a jejich využití, spolu s faktem, že chemické technologie jsou většinou založeny na zpracování fosilních paliv, je český i světový průmysl závislý na těžbě těchto surovin. Nedostupnost těchto zdrojů by současně způsobila kolaps chemického průmyslu. Využití obnovitelných zdrojů, biotechnologických procesů a chemické recyklace směsných plastových odpadů ve stávajících technologiích představuje jedno z možných řešení závislosti na ropě nebo jiných fosilních zdrojích. Z odpadní biomasy a jiných obnovitelných zdrojů lze termochemickými a enzymatickými postupy připravovat látky, které mohou nahradit suroviny z fosilních zdrojů, někdy i za výhodnějších technologických a energetických podmínek. Termochemickou a enzymatickou konverzí biomateriálů lze po zavedení vhodných separačních metod připravit a izolovat různé produkty s přidanou hodnotou, které mohou konkurovat produktům z ropných zdrojů.

2 Úvod

Česká technologická platforma PLASTY (ČTPP) vypracovala tuto aktualizovanou verzi svého strategického dokumentu jako základní podklad pro aktualizaci Implementačního akčního plánu.

Posláním ČTPP je sloužit jako komunikační platforma pro výměnu názorů a zkušeností v oblasti výroby, zpracování, využití a recyklace plastů. Za tímto účelem ČTPP podporuje základní i aplikovaný výzkum a experimentální vývoj; rovněž podporuje šíření výsledků těchto činností prostřednictvím výuky, publikací nebo transferu technologií. Dále ČTPP podporuje organizace působící ve prospěch rozvoje plastikářského a souvisejícího zpracovatelského průmyslu v České republice, a to včetně vědeckých, výzkumných, technologických a inovačních aktivit. Zvláštní důraz klade na aktivity zaměřené na ochranu životního prostředí a zlepšování veřejného vnímání plastikářského průmyslu.

Posláním ČTPP je také podpora a prosazování zájmů plastikářského průmyslu na národní i evropské legislativní úrovni.

Za účelem splnění svého poslání ČTPP rozvíjí a bude rozvíjet především následující činnosti:

1. Zvyšování konkurenceschopnosti českého hospodářství v oblasti plastikářského a souvisejícího zpracovatelského průmyslu s důrazem především na malé a střední podniky.
2. Vytváření mostu mezi vědou, výzkumem a průmyslem v oblasti výroby, aditivace, zpracování, využití a recyklace plastů prostřednictvím iniciace a provádění vědecko-technických výzkumů a komerčního využití vědeckých řešení.
3. Výzkum a vývoj.
4. Vzdělávací a školicí činnost, realizace konferencí a seminářů.
5. Propagace inovačních aktivit a vědecko-technického rozvoje v sektoru výroby, zpracování, využití a recyklace plastů.
6. Podpora a rozvoj mezinárodní spolupráce včetně zapojení se do realizace hlavních činností spolupracujících evropských struktur, a to převážně způsobem:
 - a. vypracování a průběžná aktualizace dokumentů Strategické výzkumné agendy a Implementačního akčního plánu v sektoru výroby, zpracování, využití a recyklace plastů
 - b. zpracování vize rozvoje sektoru výroby, zpracování, využití a recyklace plastů
 - c. návrh strategie pro zavádění moderních postupů a technologií
 - d. spolupráce s dotčenými subjekty při vytváření politiky a právních předpisů sloužících k povzbuzení inovačních aktivit

Činnost ČTPP je zaměřena po odborné stránce do tří základních oblastí:

- výroba polymerů a biopolymerů, včetně aditiv
- zpracování polymerů a biopolymerů
- využití plastů po skončení jejich životnosti

Průřezovou (horizontální) oblastí je zaměření na:

- udržitelnou surovinovou dostatečnost
- průmysl 4.0, včetně digitalizace
- technologickou vyspělost
- šetrnost k životnímu prostředí, včetně cirkulární ekonomiky

- průmyslový design s ohledem na recyklaci po skončení životnosti
- plasty pro elektromobily a lékařství
- překonávání legislativních bariér

V současné době jsou tyto směry rozšířeny o:

- prevenci zvyšování výskytu odpadních plastů v mořích,
- snižování kontaminace životního prostředí mikroplasty,
- speciální polymery schopné ukládat energii nebo mající samočistící efekty, polymery používané v jaderném průmyslu (polymerní scintilátory), polymery v elektronice, bio-medicinální polymery a další,
- omezování jednorázových plastů v obalovém průmyslu
- plasty pro 3D tisk

Tyto nově zařazované oblasti vycházejí z těchto trendů:

Narůstající problémy s odpady a související legislativou vyplývající ze strategie Evropské komise k cirkulární ekonomice a následné legislativy se týkají i České republiky. Na základě zkušeností z období 2009–2024 se ČTPP bude dále odborně profilovat v uvedených (již dříve definovaných a nyní nově zařazovaných) oblastech. Jednou z nových aktivit bude zaměření na výrobce plastů, jejich přepravu ke zpracování, zpracovatele a uživatele a omezení úniku plastových částí do kanalizací, řek a následně do oceánů (Operation Clean Sweep). Další aktivity budou zahrnovat prevenci vzniku odpadních plastů, eko design, zlepšení sběru, třídění a mechanickou a chemickou recyklaci.

Orientace na obnovitelné zdroje energie přináší požadavky na ukládání energií a energetické úspory, kde se v současnosti uplatňují organometalické a fotovoltaiické polymerní materiály a polymerní gelové materiály, včetně uhlíkových nanotrubiček pro zvýšení výkonu aplikací plastů pro ukládání energie pro auta. Tepelně vodivé plastové komponenty v geotermálních zařízeních umožňují efektivnější využití geotermální energie v klimatizačních systémech.

Neustálá miniaturizace elektronických součástek a zvyšování rychlosti signálu vyvolává potřebu nalezení materiálu s nízkým elektrickým odporem, vyšší elektrickou a tepelnou vodivostí. Právě mnohvrstevné případně kompozitní materiály skládající se z kombinace kovu a polymeru se zdají být řešením daného problému. Elektronické prvky vyráběné právě jako kombinace těchto rozdílných materiálů jsou výhodné pro svou odolnost vůči mechanickému namáhání, vyšším teplotám ale i chemickému poškození.

Mezi hlavní sledované směry makromolekulárních chemiků patří také biomakromolekulární systémy zahrnující polymerní nosiče léčiv, dále polymerní vrstvené systémy pro kontakt s biologickým prostředím, bioanalogické polymery, hydrogely atd. V současnosti je věnována velká pozornost i dynamice a samoorganizaci molekulárních a nadmolekulárních polymerních útvarů, přípravě, charakterizaci a využití nových polymerních systémů s řízenou strukturou a vlastnostmi apod. Výsledkem jsou nové polymery pro buněčné terapie a regenerace tkání (tkáňové inženýrství). Bioanalogické systémy – aplikace molekulárního a genového inženýrství. Mezi další inovační trendy lze heslovitě zařadit:

- snižování hmotnosti plastů, zejména inženýrských vypěňováním,

- plastové součásti zejména z kompozitů s využitím digitalizace
- nové plasty pro 3D tisk včetně zvyšování rychlosti 3D tisku až na 10násobek pomocí speciální polymerace kapalné pryskyřice s využitím dvou světelných zdrojů.

3 Aktuální stav a předpokládaný vývoj

3.1 Výroba a používání plastů

Výroba a používání plastů zásadně přispěly k dosažení současné úrovně kvality života společnosti. Nicméně, plastový průmysl nyní čelí tlaku na změnu stávajících technologických postupů směrem k metodám, které jsou šetrnější k životnímu prostředí, a na zvýšení recyklace plastových výrobků. Přijmeme-li jako fakt, že pouze další rozvoj chemických technologií, technik a vědeckého poznání v oboru chemie a chemického inženýrství může těmto tlakům vyhovět, je třeba postupně dospět k udržitelným technologiím, aniž by byl ohrožen nebo zpomalen společenský pokrok. Cílem je snížit závislost průmyslu na neobnovitelných zdrojích, omezit produkci toxických látek a minimalizovat ekologickou zátěž produktů na konci jejich životního cyklu.

Plasty hrají klíčovou roli v moderním životě. Umožnily vývoj počítačů, mobilních telefonů a mnoha pokroků v moderní medicíně. Plasty díky své lehkosti a izolačním vlastnostem přispívají k úspoře fosilních paliv při vytápění a dopravě. Levné plasty zvýšily životní úroveň a umožnily širší dostupnost různých výrobků. Nahrazením přírodních materiálů plastovými se mnoho produktů stalo levnějšími, lehčími, bezpečnějšími a pevnějšími.

Jelikož plasty hrají významnou roli v našich životech, výzkumníci se snaží učinit je bezpečnějšími a udržitelnějšími. Některé inovační firmy vyvíjejí bioplasty z rostlinných plodin namísto fosilních paliv, aby vytvořili látky, které jsou šetrnější k životnímu prostředí než běžné plasty. Jiné pracují na výrobě plastů, které jsou plně biologicky rozložitelné. Další inovace se zaměřují na zefektivnění recyklace a dokonce i na zdokonalení procesů přeměny plastů zpět na fosilní paliva. Tito inovátoři uznávají, že plasty mají své nedostatky, ale také že jsou důležitou součástí budoucnosti.

Koncem ledna 2019 nabídla Evropská komise k diskusi tři možné cesty, jak do roku 2030 změnit EU, aby byl její rozvoj dlouhodobě udržitelný. Zdůrazňuje potřebu přechodu na cirkulární hospodářství, odstranění nerovnováh v potravinovém systému a potřebu udržitelného zajištění odpovídajících energetických zdrojů, bydlení a dopravní infrastruktury.

Ve dnech 31.10.-12.11.2021 proběhla v Glasgow 26. konference smluvních stran OSN o změně klimatu /COP 26/. Diskutovalo se o plnění závazného dokumentu z Pařížské dohody o klimatu, zejména o mechanismu trhu s uhlíkem a financování projektů, které mají zajistit do roku 2050 uhlíkovou neutralitu a nepřekročení průměrné teploty o více než 2 stupně Celsia.

Na tiskové konferenci dne 1.9.2021 ve Washingtonu při akci časopisu Wall Street Journal: „Getting There: a Global agreement to End Plastic Waste“ požádali prezidenti společností Dow – Jim Fittering a Bob Patel z LyondellBasell vedení OSN, aby při nadcházejícím plenárním zasedání vyzvali zúčastněné státy k vypracování a přijetí globální dohody o odstraňování plastového odpadu z životního prostředí. Měla by mít stejnou závaznost jako Pařížská dohoda o klimatu. Oba mluvili i jménem Americké rady pro chemii (ACC/ a Mezinárodní rady chemických asociací /ICCA/, kterým předsedají.

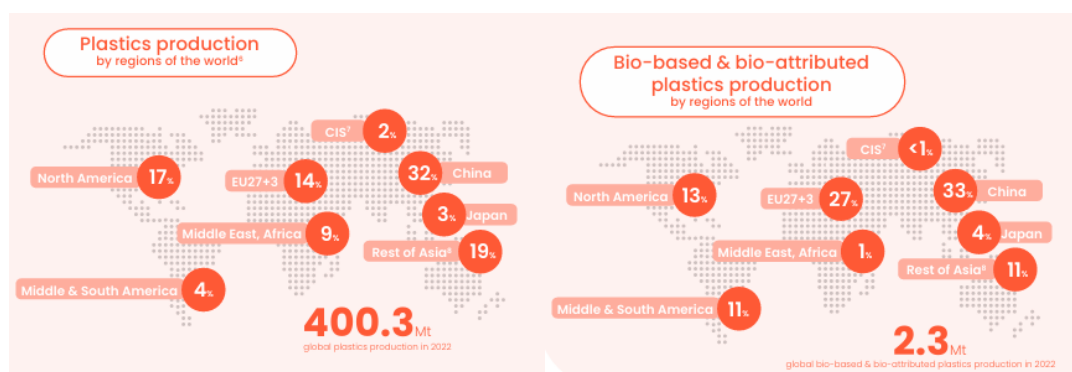
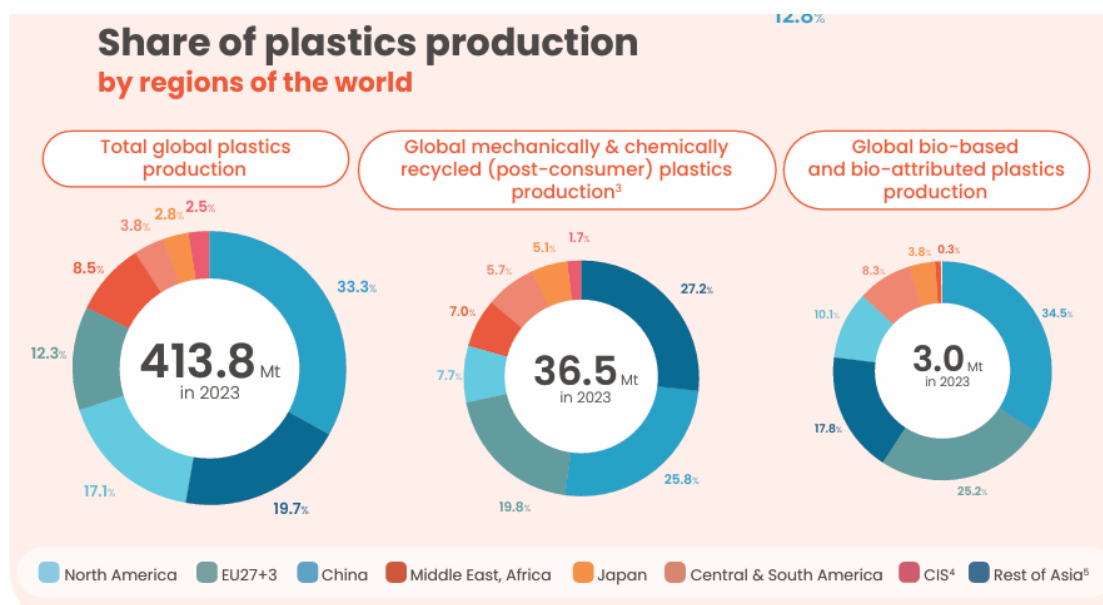
Jejich návrh byl akceptován a ve dnech 28.2. až 2.3.2022 proběhlo za účasti zástupců 175 zemí v keňském Nairobi Shromáždění OSN pro životní prostředí /UNEA - 5.2/ k zahájení procesu, který

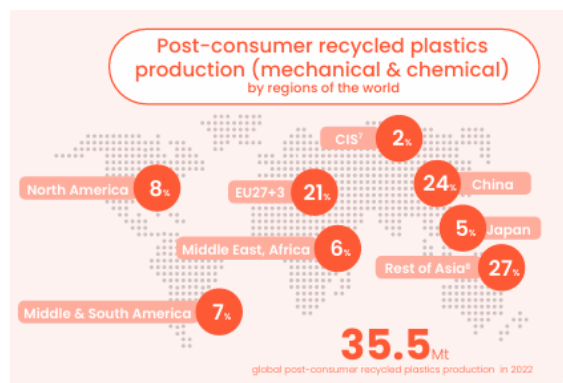
měl navrhnout právně závaznou globální smlouvu o zabránění znečišťování plasty k přijetí v roce 2024. Setkání se zúčastnilo 3400 expertů osobně a 1500 online.

Konference smluvních stran OSN o změně klimatu 2024, známá jako COP29, se pak konala v Baku, Ázerbájdžánu, od 11. do 22. listopadu 2024. Konference byla uzavřena dohodou o finančních plánech na zmírnění dopadů změny klimatu a na pomoc rozvojovým zemím při přechodu na udržitelnější zdroje energie. Rozvinuté země souhlasily s tím, že do roku 2035 pomohou nasměrovat do rozvojových zemí 300 miliard dolarů ročně, aby podpořily jejich úsilí vypořádat se s klimatickými změnami. Jednotný požadavek rozvojových zemí byl při tom 1,3 bilionu USD ročně.

Konference COP29 se tak zaměřila především na stanovení nového cíle pro financování klimatických opatření (New Collective Quantified Goal on Climate Finance, NCQG), který má nahradit dlouhodobě nenaplněvaný závazek rozvinutých zemí poskytovat 100 miliard USD ročně na podporu klimatických opatření v rozvojových státech. Další klíčová témata zahrnovala implementaci dohody z předchozího summitu COP28 o postupném odklonu od fosilních paliv a začlenění těchto závazků do národních klimatických plánů do roku 2035.

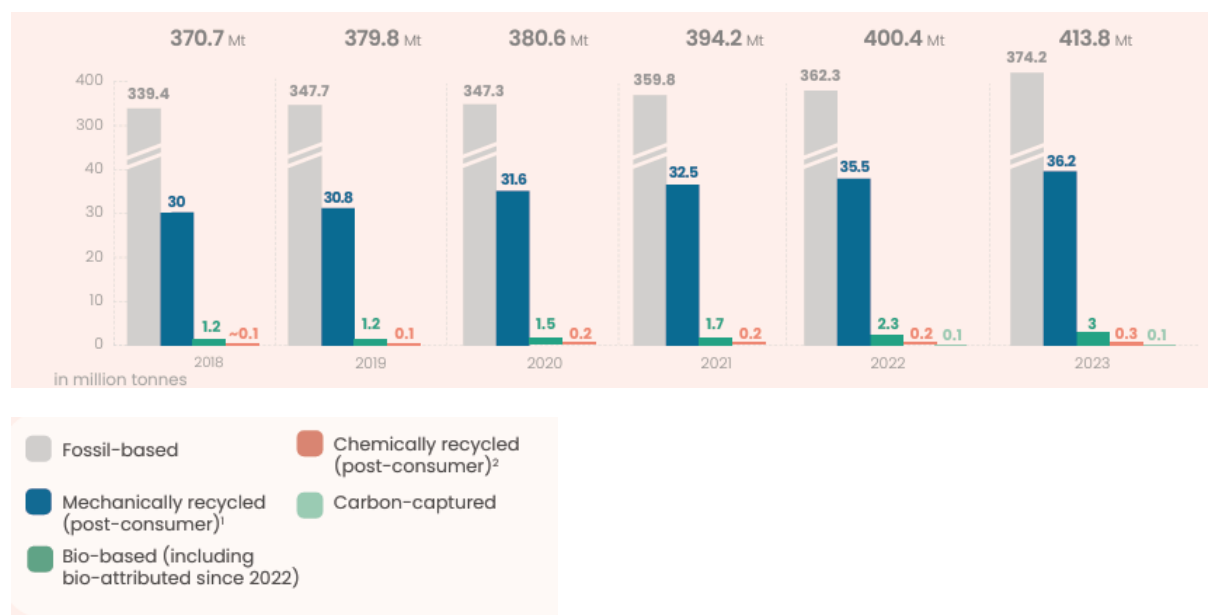
Data z roku 2023 ukazují další nárůst světové produkce plastů na 413,8 Mt, přičemž podíly jednotlivých regionů naznačují pokračující nárůst výroby plastů v Číně a Asii a současně i jistou pokračující stagnaci produkce plastů v Evropských zemích.



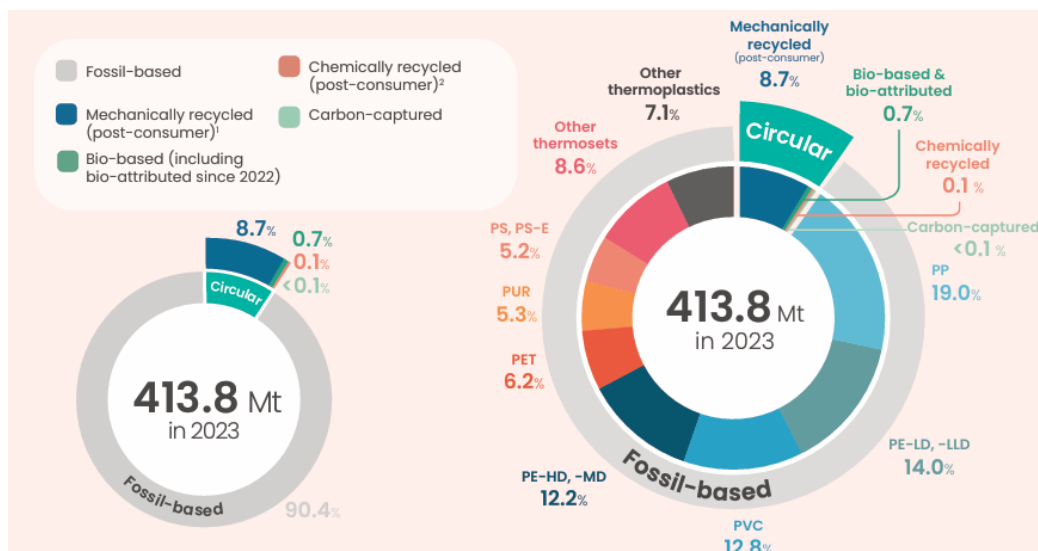


Zdroj: Plastic Europe, The fast fact 2023, 2024

Dominance plastů vyráběných z fosilních zdrojů je nadále rozhodující. Ceny zdrojů a jejich přístupnost bude limitovat stejně jako dnes další růst produkce plastů a investice do nových výroby. V souvislosti s cenami energií jde o jeden z hlavních limitujících faktorů navyšování produkce plastů v Evropě. Mírně se zvyšuje podíl mechanicky recyklovaných plastů a bioplastů.

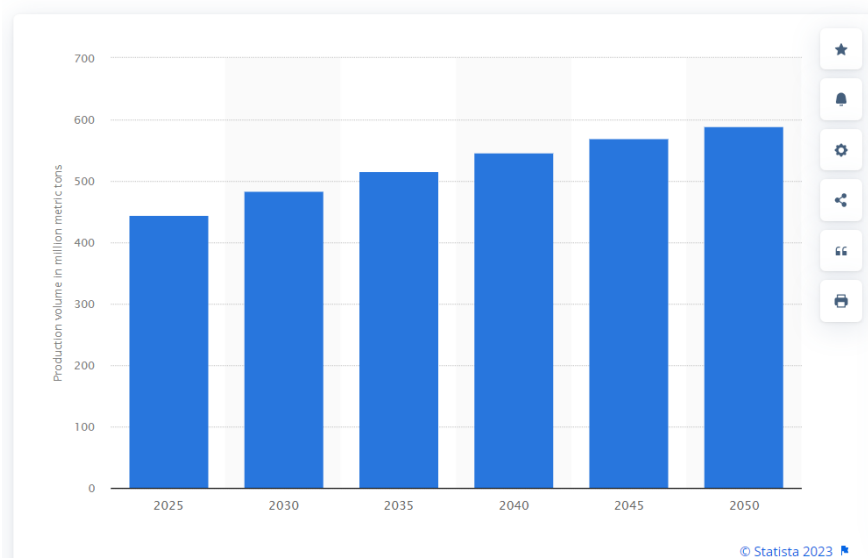


Zdroj: Plastic Europe, The fast fact 2024



Zdroj: Plastic Europe, The fast fact 2024

Trend postupného nárůstu světové produkce plastů by měl nadále stoupat a dosáhnout v roce 2030 úrovně 460-480 Mt. Pro rok 2050 jsou očekávány objemy až 590 Mt (Mc Kinsey, Statista). Poslední modely využívající k predikci strojové učení a data o aktuálních trendech ve spotřebě plastů dokonce odhadují celkový nárůst objemů spotřebovaných plastů až na 749 Mt (Science) pro variantu, kdy nedojde k zásadním změnám v jejich používání.



Zdroj: Statista Research Department, Mar 24, 2023

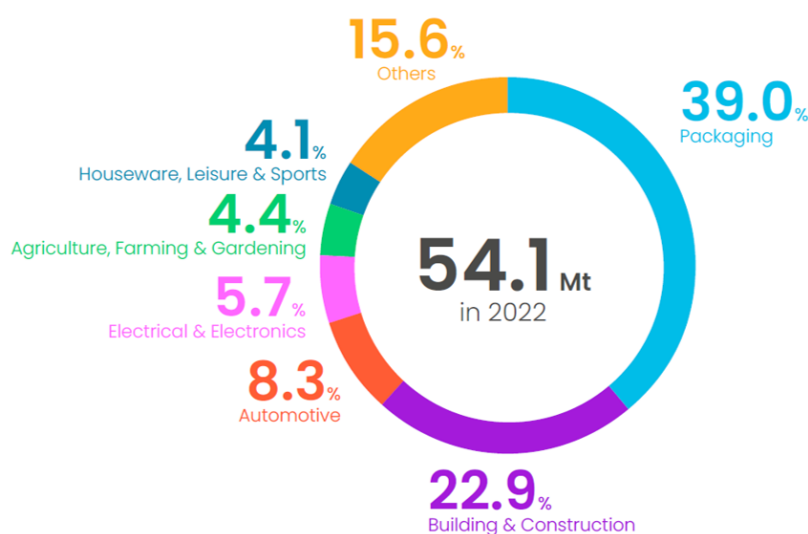


Fig. 1. Total Consumption and Per-Capita Consumption of Plastic.

Global consumption of plastic with projections to 2050 by four world regions: China, European Union (EU) 30, North America (NA), and Majority World (MW). Total plastic consumption (million metric tons) (A) by region for all plastic sectors and polymer types and (B) plastic consumption per-capita (kg/year). Dashed lines represent modeled forecasts of future consumption after 2021.

Zdroj: Science, Listopad 2024, DOI: [10.1126/science.adr3837](https://doi.org/10.1126/science.adr3837)

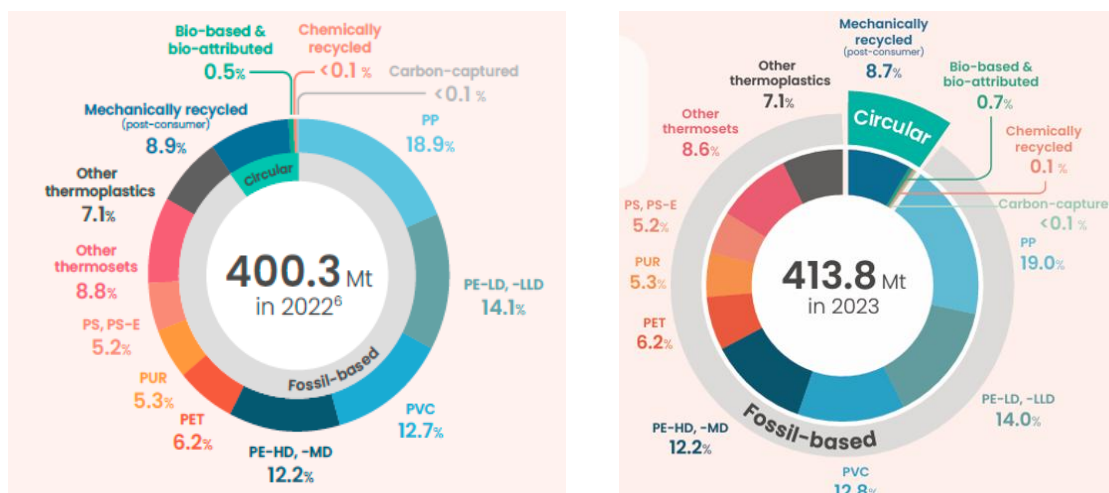
Rozdělení produkce plastů v Evropě podle hlavních aplikačních sektorů v roce 2022



Zdroj: PlasticsEurope (2024): *The Circular Economy for Plastics A European Analysis*.

Z posledních dostupných údajů z asociace Plastics Europe vyplývá, že v roce 2023 bylo v Evropě spotřebováno 54,1 mil. tun plastů, což je o 8,3 % méně než v roce 2022. Na této spotřebě se 39 % podílely obalové aplikace, které tvoří stabilně největší segment aplikací.

Asi nejzajímavější je globální nárůst podílu recyklovaných plastů v roce 2022 a jeho stagnace v roce 2023.



Zdroj: Plastic Europe, The fast fact 2022, 2023, 2024

Produkce bioplastů, u nichž se předpokládá poměrně rychlý nástup produkce v souvislosti s cílem omezit spotřebu plastů na bázi fosilních surovin, dlouhodobě stagnuje na objemu do 2 %, a i přes optimistické předpovědi by neměla do roku 2030 přesáhnout tuto hranici. Opět zde hraje roli především ekonomika výroby včetně dostatku vstupních surovin a také politické tlaky na zvyšování podílu použitých recyklovaných polymerů. Přesto lze očekávat další postupný růst objemu jejich výroby i s ohledem na dokončování nových výrobních jednotek především v Asii (meziroční nárůst výroby je takřka 7 %).

Global production capacities of bioplastics

in 1,000 tonnes



Source: European Bioplastics, nova-Institute (2023)

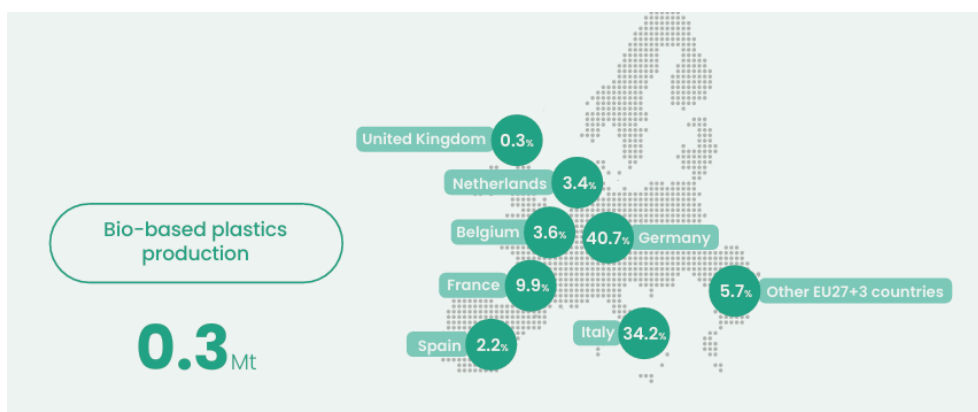
Zdroj: European Bioplastics, 2023

Produkce plastů v rámci Evropy je pak nadále ovlivněna především navýšením cen energií, zhoršením dostupnosti základních surovin a v neposlední řadě i snahou o dodržení cílů stanovených v rámci politických iniciativ Green Deal – klimatické neutrality do roku 2050. Značně

je zde tedy posílen vliv zavádění cirkulární ekonomiky, a to i ve sféře legislativní (povinné množství recyklovaného plastu ve výrobku, uhlíkové clo atd.)

Při zachování podílu Evropské produkce na globálních trendech produkce plastů by se mělo jednat v roce 2030 o cca 67 Mt a v roce 2050 83 Mt plastů. Nepochybně větší pak bude nutně muset být podíl recyklovaných plastů proti plastům na bázi fosilních zdrojů. Napomoci by mělo i zavádění metod chemické recyklace, která rozšíří spektrum recyklovatelného odpadu. Tlak na další zvyšování recyklovaného podílu v struktuře zdrojů surovin bude podporován i legislativními kroky jako mohou být například různá typy daňových zvýhodnění, popř. naopak dodatečné daně při neplnění obsahu recyklovaných vstupů.¹⁾ Právě legislativní opora a stanovení akceptované metody výpočtu obsahu recyklovaného materiálu z chemické recyklace (mass balance) je zásadním prvkem pro rozvoj chemické recyklace. Při dořešení této legislativní podpory je očekáván dvou až čtyřnásobný nárůst kapacity chemické recyklace celosvětově do roku 2025.¹¹⁾ Chemická recyklace je i nezbytným předpokladem pro dosažení cílů na zvyšování podílu recyklovaného k plastu v rámci plánu na využití odpadů v EU, kde pouhá navyšování množství získaného pouze mechanickou recyklací narazí na cca 20% limit množství zpětně získaného odpadu použitelného pro mechanickou recyklaci. Při stávající a nebo i mírně stoupající spotřebě plastů bude jediným řešením její doplnění právě metodami chemické recyklace. Optimistické scénáře rozvoje chemické recyklace v rámci EU mluví až o 3,4 Mt v roce 2030, což by činilo až 5 % veškerých vyráběných plastů v EU.

Ne zcela jasným zůstává rozsah nárůstu segmentu Bioplastů v Evropě, kde především biodegradabilní a kompostovatelné plasty založené na využití odpadů z obnovitelných zdrojů mohou získat na důležitosti při předpokládaném zachování podílu či dokonce růstu spotřeby plastů v segmentu obalů. Situace zde bude ovlivněna i dostupností těchto typů odpadu na trhu, neboť lze očekávat snahu o jejich využití s cílem snižování podílu fosilních paliv v energetice. V tomto segmentu je očekáván i zásadní dopad tlaku na dosažení min 20 % nefosilních zdrojů pro plasty a chemické látky do roku 2030 který by mohl právě biodegradabilní plasty posílit.



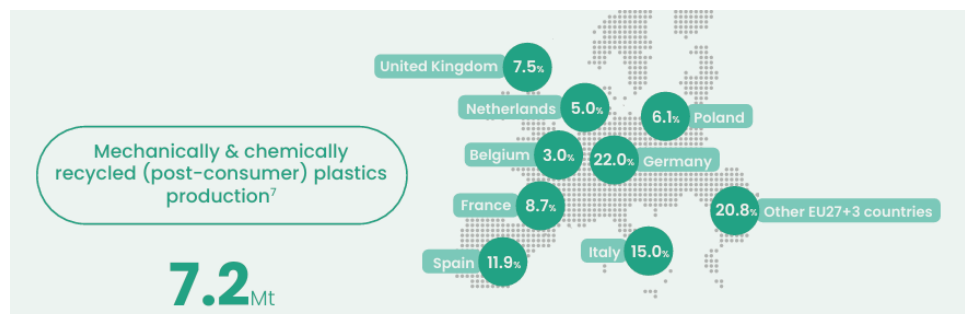
Zdroj: Plastic Europe, The fast fact 2023

Technické polymery typu PVC, které mají velmi specifická využití a u nichž v podstatě neexistuje vhodná technická alternativa např. ve stavebnictví, budou mít i nadále zajištěn nárůst produkce. Lze předpokládat, že se bude jednat o desítky procent. U dalších technických plastů typu POM,

¹ Plastic Europe, Chemical Recycling in Spain: Fostering a Circular Future, 2022

PBT, ASA, ABS (s cílovou aplikací především strojírenský, automobilový a elektro průmysl) půjde řádově o jednotky procent.

U těchto typů polymerů je jejich další používání podmíněno i co nejúčinnějšími metodami jejich mechanické nebo chemické recyklace. Právě nové technologie chemické recyklace mohou zajistit rozvoj jejich dalšího využití.



Zdroj: Plastic Europe, The fast fact 2023

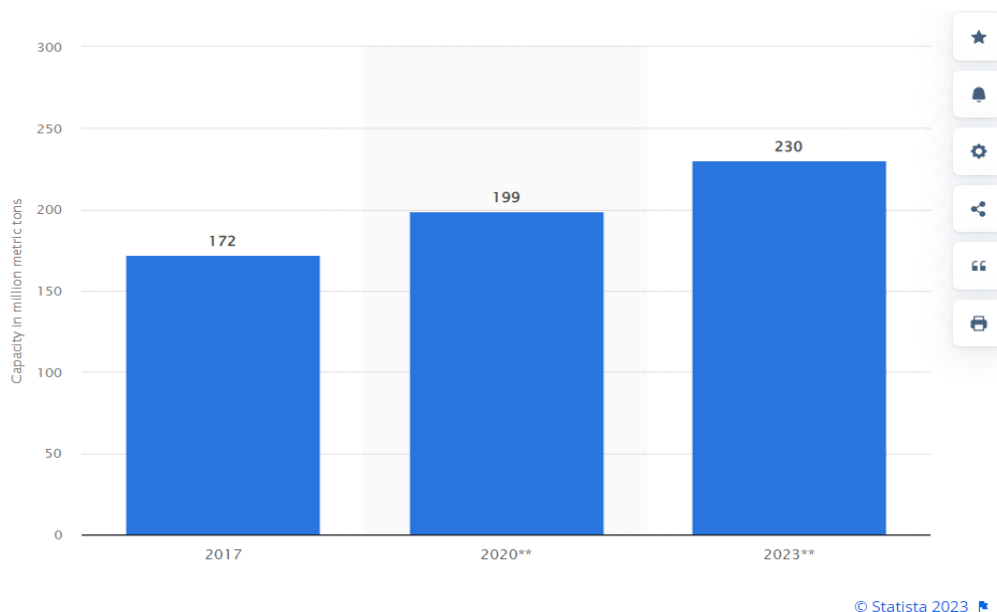
Prozatím nejlépe zvládnutým plastem z hlediska mechanické recyklace je PET. Vlastnosti tohoto materiálu pro použití v obalech jsou prozatím nezastupitelné a je jisté že jeho produkce bude i nadále stoupat, a to i přes zvyšování stupně recyklace. Globálně se odhaduje nárůst produkce do roku 2030 až o 15 %, celkový nárůst produkce rPET a PET tak bude pravděpodobně dosahovat ještě vyšších hodnot.

Segment stavebnictví s vysokými nároky na snižování energetických ztrát také intenzifikuje vývoj dalších recyklačních metod pro plasty typu EPS a XPS. Zde lze očekávat podobně jako u PVC setrvale stoupající objem produkce v souvislosti s rostoucími požadavky na zateplování staveb. Odhadovaný trend růstu meziroční spotřeby např. jen u izolantů staveb je 4,7 %. EPS a XPS plasty jsou v tomto ohledu prozatím nezastupitelnou volbou.

Bohužel některé legislativní kroky mohou produkci plastu ovlivnit i negativně. Týká se to v poslední době značného tlaku na zákaz nebo drastické omezení produkce a použití fluorovaných polymerů a to přesto, že dosud neexistuje vhodná alternativa. Produkce těchto plastů je v současnosti v řádech procent.

V obalovém segmentu se daří pokračovat s uplatněním PS plastů, které se i díky metodám pokročilé mechanické recyklace mohou opět dobře uplatnit a pomoci splnit požadavky cirkulární ekonomiky.

V tomto segmentu je zásadně zastoupena i nepochybně nejsilnější skupina plastů na bázi polyolefinů (PP+PE). Tyto plasty se dlouhodobě drží na čele produkce a jejich očekávaná spotřeba nadále poroste. Ať už půjde o čisté polymerní materiály nebo široké spektrum polymerních kompozitů lze i díky velmi dobré recyklovatelnosti očekávat navýšení jejich podílu v budoucnu na úkor původních technických plastů. V posledních letech se tak jednalo o navýšování kapacit o cca 10 Mt/rok.



Zdroj: Statista Research Department, Mar 24, 2023

3.2 Chemický průmysl

Evropský chemický průmysl je nedílnou součástí evropské průmyslové struktury a je zásadní pro ambice Evropy v oblasti klimatické neutrality a cirkulace; ať už se podíváte na dodavatelské řetězce pro mikročipy, bateriové materiály pro elektrická vozidla nebo léky, všechny z nich silně spoléhají na chemii a chemické produkty. V posledních letech však toto odvětví čelilo značným výzvám. Zvýšená konkurence z regionů jako USA a Čína, nedostatečná poptávka, rostoucí náklady na energii a přísné předpisy, kromě jiných faktorů, přidaly značný tlak, což vedlo k poklesu podílu na evropském trhu i na globální scéně.

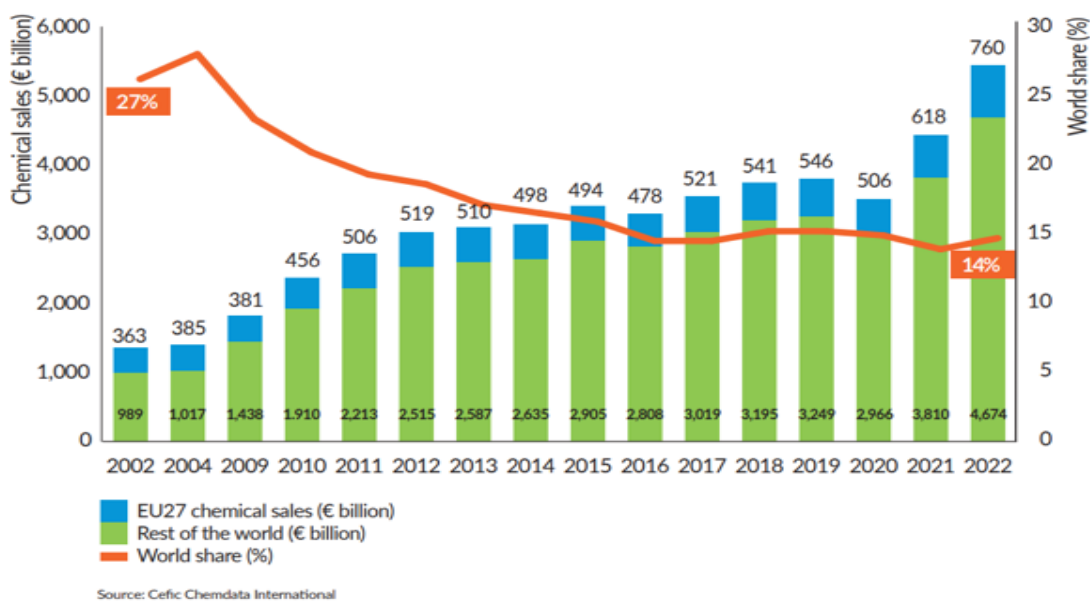
Navzdory výzvám zůstává zatím evropský průmysl klíčovým hráčem v oblasti inovací a udržitelnosti.

Posledně zveřejněná čísla z evropské chemické asociace CEFIC za rok 2022 ukazují převzetí dominance Čínou, druhé místo pro Evropu a třetí pro USA. Petrochemie, vč. výroby plastů se podílejí 46 % na celkových tržbách.

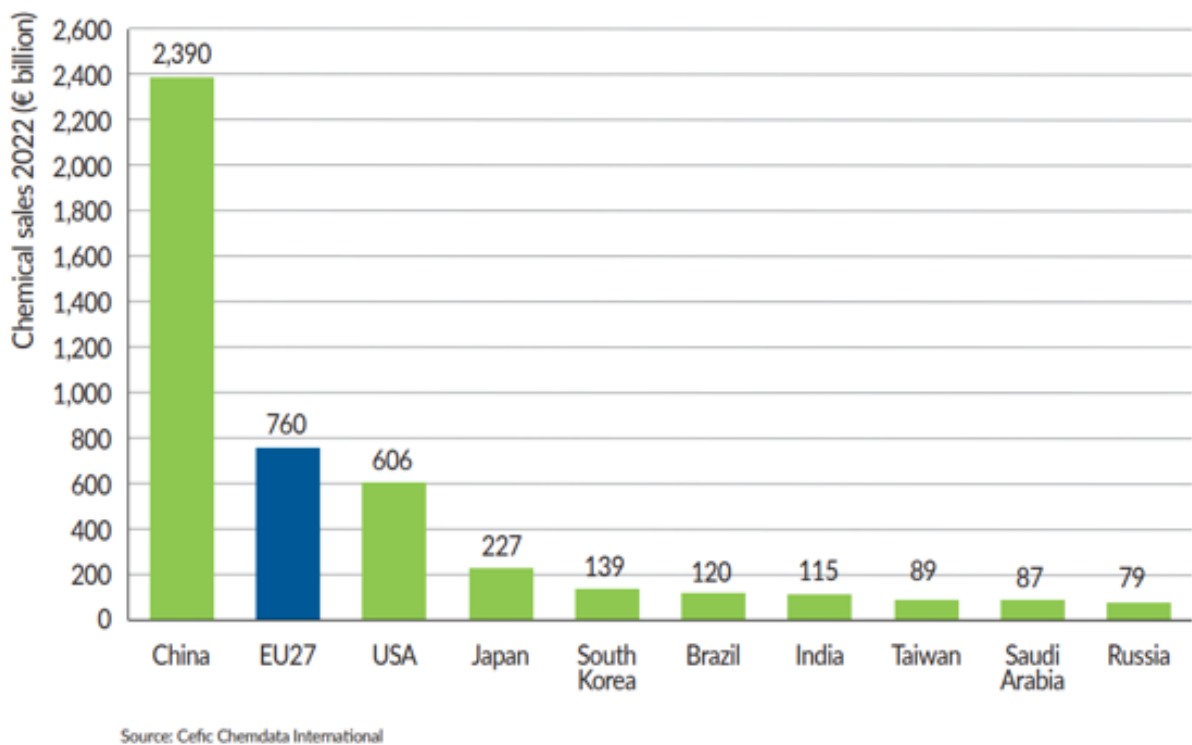
Obrázek 1 Celosvětový prodej chemikálií v r. 2022 (5 434 miliard EUR)



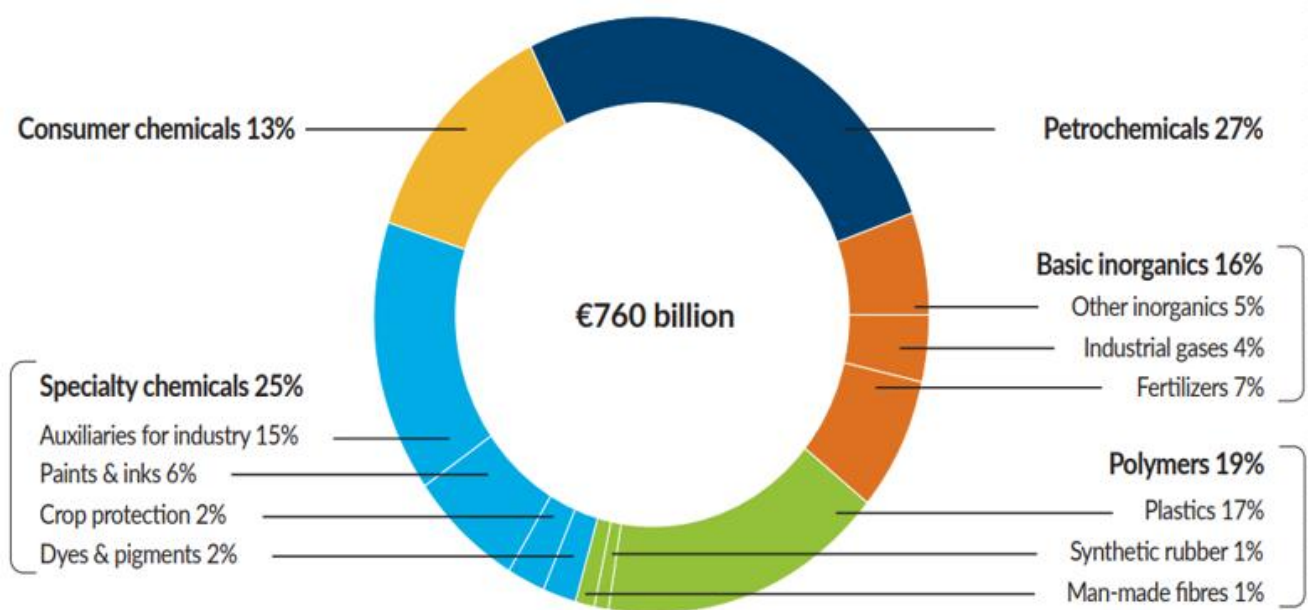
Obrázek 2 Podíl EU27 na celosvětovém chemickém trhu



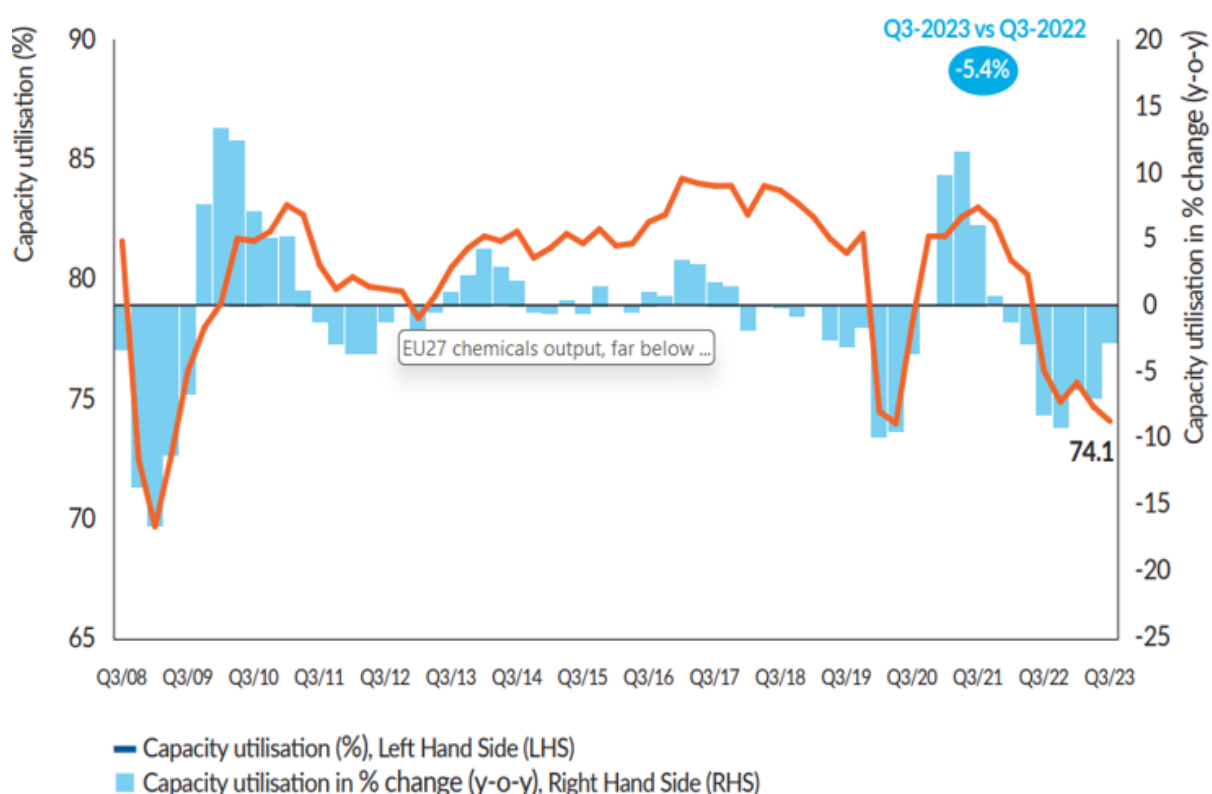
Obrázek 3 Světový prodej chemikálií: 10 předních zemí



Obrázek 4 Prodej chemikálií v EU27, 2022 (760 miliard EUR)



Obrázek 5 Využití výrobních kapacit v EU27 v roce 2023

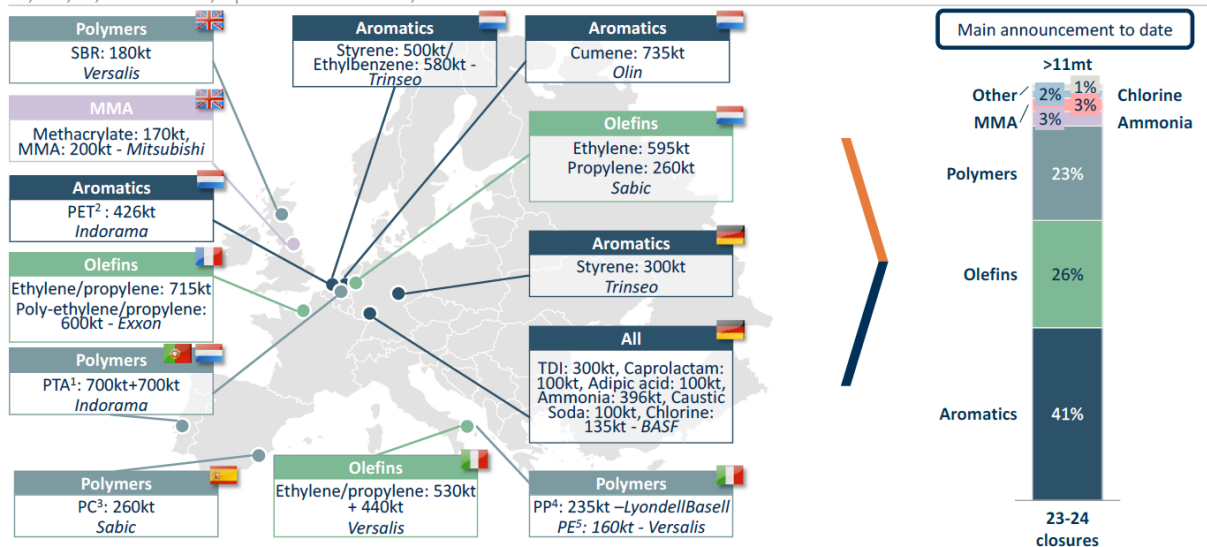


Evropský chemický průmysl, který je již dlouhou dobu základním kamenem prosperity Evropy, je v „bodu zlomu, což ohrožuje jeho budoucnost na kontinentu“. Uzavírání závodů s kapacitou více než 11 milionů tun již probíhá (2023–2025), což se dotkne 21 hlavních evropských výrobních míst. Evropský chemický průmysl zažívá slabou poptávku: průměrné roční objemy výroby v roce 2023 se od roku 2021 snížily o přibližně 14 % (obr. 2) a oživení zůstalo v i roce 2024 slabé.

- Sektor čelí celosvětovému přebytku výrobních kapacit: míra využití je v současnosti (zejména v Evropě, viz obr. 5) pouze kolem 75 %. Navzdory očekávanému celosvětovému nárůstu poptávky v příštích letech je to kompenzováno dodatečnou nabídkou z dalších investic mimo Evropu. To ztěžuje dosažení lepší míry využití, pokud nejsou tyto nadbytečné kapacity uzavřeny.

Obrázek 6 Oznámení o uzavření hlavních evropských kapacit (2023 – 2024)

kt, mt, %, 2023-2024, up to October 2024, non-exhaustive list

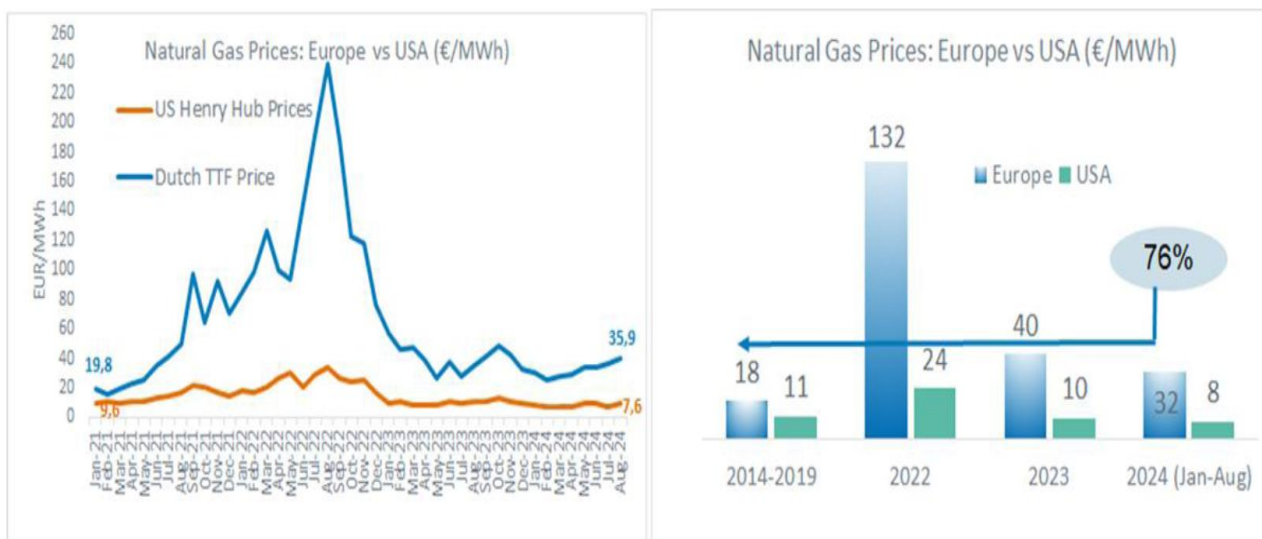


Sources: Companies website, S&P, Chemical Week, Advancy

- Konkurenceschopnost evropského chemického průmyslu je pod tlakem. Evropa je ve značné nevýhodě v cenách energií: Ceny plynu a elektřiny od krize v letech 2021–2023 sice klesly, cena plynu však v současnosti zůstává 4–5krát vyšší ve srovnání s USA a Blízkým východem. Ve střednědobém horizontu se sice očekává pokles, cena však zůstane stále 2–3krát vyšší. Vzhledem k současnému energetickému rámci to znamená konkurenční nevýhodu, při výrobě energeticky náročných základních chemikálií v Evropě na bázi zemního plynu a elektřiny. Pokud jde o energii z nafty ze surové ropy a etanu používaných v organických chemikáliích, mají USA v oblasti ethanu konkurenční výhodu také. Čína a Indie mezitím získaly výhodu tím, že kupují zlevněnou ropu (naftu) z Ruska obcházením sankcí. Evropu také ovlivňují další vyšší náklady na suroviny (bioetanol, cukr, škrob) v důsledku místních dotací a rozdílných celních sazeb.

(Poznámka: Současné ceny plynu v EU (leden – srpen 2024) jsou 76 % nad úroveň před krizí (2014-2019). V porovnání s USA je cena plynu v Evropě (srpen 2024) 4,3krát vyšší a Evropa je tak v konkurenční nevýhodě.)

Obrázek 7 Vývoj cen zemního plynu evropského chemického průmyslu, zejména ve srovnání se Spojenými státy



- K tomuto konkurenčnímu tlaku se ještě přidávají složitější, nákladnější a více se měnící administrativní a environmentální předpisy, které vedou k dodatečným nákladům a vytvářejí nejistotu pro budoucí investice. V této souvislosti je nutná naléhavá změna (průmyslové) politiky EU. Současná politika:

- 1) je zaměřena hlavně na regulaci spíše než na pobídky,
- 2) nevytváří konkurenční prostředí z hlediska provozních nákladů a
- 3) je příliš složitá ve srovnání s jinými velkými regiony.

Existuje regionální složka toho, jak velkému tlaku jsou firmy vystaveny. Závody v Evropě se v letech 2022 a 2023 potýkaly s problémy s inflací a vysokými cenami energií, což snížilo poptávku a vyvíjelo tlak na chemické marže. V Evropské unii dosáhla inflace v říjnu 2022 maxima 11,5 % ve srovnání s vrcholem v USA 10,1 % v červnu 2022. A vzhledem k tomu, že většina chemických závodů v Evropě čelí cenám zemního plynu o 70 % vyšším než před krizí, region je i nadále nákladově znevýhodněn. Mnohé z těchto společností dále čelily ztrátám v důsledku nižší než očekávané poptávky z Číny. Asijské společnosti byly podobně postiženy nižší poptávkou z Číny a kolísavými cenami LNG.

Z hlediska regionální politiky roste počet opatření a iniciativ zaměřených na podporu místního průmyslu v USA, Číně, Indii a dalších regionech (např. cílené dotace, omezení dovozu/vývozu). Evropské chemické společnosti zároveň čelí zvýšené nekalé konkurenci: odhadem 24 % všech aktivních opatření na ochranu obchodu platných v EU se týká chemikálií. Probíhající antidumpingová opatření se zvýšila. Mezitím společnosti v Evropě čelí rostoucím evropským předpisům, které evropským hráčům ukládají nové, nestlačitelné náklady, kterým neevropské konkurenti nečelí nebo se jim mohou vyhnout. Prosazování právních předpisů EU na hranicích EU postrádá soudržnost. Evropská průmyslová politika se často jeví jako složitá a méně předvídatelná ve srovnání s jejími protějšky. Evropská politika je řízena právními předpisy, nikoli pobídkami, zatímco jiné regiony mají přístup vstřícnější k podnikání a vytvářejí prostředí pro konkurenceschopnější provozní náklady. Tyto negativní faktory konkurenceschopnosti se vyskytují souběžně. Společně mají multiplikační efekt, který vytváří pro evropský chemický průmysl bezprecedentní situaci.

Jak ukazuje předcházející text, evropský chemický průmysl je skutečně na křižovatce. Evropský chemický průmysl čelil prudkému zpomalení, silnějšímu než celková ekonomika, taženému sníženou poptávkou a ohroženou konkurenceschopností. Trend strukturálního převisu nabídky způsobený nadměrnými investicemi se odráží v nízké míře využití průmyslu, která za posledních devět čtvrtletí činila pouze 75 %. Hloubka a trvání zpomalení je bezprecedentní. Konkurenceschopnost Evropy je ovlivněna poměrně vysokými náklady na energie a suroviny a ve srovnání s ostatními zeměmi oslabila, pokud jde o rostoucí regulační a environmentální náklady, stejně jako stále složitější investiční prostředí a nejistější očekávání poptávky.

Bez proaktivních opatření k vytvoření podnikatelského prostředí, které podnikům umožní využít jejich silné stránky a umožní Evropě dosáhnout jejích cílů, hrozí evropskému chemickému průmyslu, že ztratí svou konkurenční výhodu ve srovnání s USA, Čínou a dalšími regiony, zejména v dodavatelských a polymerních a meziprodukty. Narušení horní části hodnotového řetězce může mít dominový efekt na navazující část hodnotového řetězce: méně investic, menší spolehlivost

dodávek v důsledku menšího počtu dodavatelů a zvýšené závislosti na dovozu a méně vyškolených pracovníků.

Současná nejistá situace vedla chemické hráče k tomu, aby přezkoumali svou pozici. Již nyní je v Evropě v letech 2023–2024 oznámeno kolem 11 milionů tun odhlášených kapacit, které mají dopad na 21 hlavních lokalit. To odpovídá ztrátě 2–4 % evropského chemického a polymerního průmyslu.

Evropský chemický průmysl čelí dalším rizikům, ale i příležitostem. Obnovení jeho konkurenceschopnosti v krátkodobém horizontu a podpora oživení poptávky jsou zásadní pro udržení jeho pozice a pro podporu další příležitosti růstu, které může využít ve střednědobém horizontu. Bez naléhavých aktivních politických opatření a oživení trhu by mohlo být dále ovlivněno přibližně 8 % přidané hodnoty v chemickém sektoru. Evropský chemický průmysl zároveň hraje klíčovou roli v inovacích a rozvoji udržitelnosti podporujícím dekarbonizaci a přechod na oběhové hospodářství v Evropě. Pokud evropský chemický průmysl znovu získá konkurenceschopnost, bude tyto střednědobé příležitosti nadále využívat.

Evropský chemický průmysl potřebuje „Industrial Deal“, aby obnovil svou konkurenceschopnost a byl v nejlepší pozici pro řešení budoucího růstu. Chemické společnosti aktivně investují a sledují svou stopu, aby řešily budoucí potřeby. Přesto jsou zapotřebí naléhavější a konkrétnější opatření ke zmírnění některých jejich zátěží a dosažení slibného scénáře nové průmyslové dohody. Tato opatření musí zahrnovat dostatečně konkurenceschopnou energii pro energeticky náročné výrobce, jako je chemický průmysl, menší zátěž pro životní prostředí a regulační zátěž, průmyslovou politiku založenou na více pobídkách na podporu investic a inovací.

Stále častěji jsou přijímána opatření na podporu evropské konkurenceschopnosti, která však neodpovídají naléhavosti v chemického odvětví. V únoru 2024 navrhl evropský průmysl 10 kritických bodů na podporu růstu průmyslu v Evropě. Těmito body se také zabývala zpráva Letta a zpráva Draghiho. Z těchto iniciativ bylo identifikováno sedm klíčových akčních pák, které poskytují rámec pro oživení průmyslové konkurenceschopnosti regionu. V nadcházejících měsících vyzývají k těmto akcím: 1) k vytvoření jasné průmyslové politiky na podporu podnikání a výroby v Evropě, 2) snížit administrativní zátěž a současnou nejistotu ohledně politických nákladů s cílem podněcovat budoucí investice, 3) obnovit energetickou konkurenceschopnost a mít konkurenceschopné výchozí suroviny, 4) financovat přechod, inovace a podporovat modernizaci stávajících aktiv, 5) podporovat rovné podmínky ve srovnání s ostatními regiony, 6) podporovat strategickou autonomii, 7) podporovat zákaznická odvětví a poptávku koncových spotřebitelů, zejména po špičkových produktech, s přidanou hodnotou, s nulovou emisí, nízkouhlíkové a cirkulární výrobky.

Reakce velkých chemických evropských firem na současný stav:

Největší světový výrobce chemikálií firma BASF zaznamenala v roce 2023 pokles tržeb o 21 % a zisk propadl o 44 %. V únoru společnost představila program snížení nákladů ve výši 1,1 miliardy dolarů pro své sídlo v Ludwigshafenu v Německu. Tento krok následuje po dvou dřívějších kolech utahování opasků v BASF – jedno v roce 2022 mělo ušetřit více než 500 milionů dolarů a další v roce 2023 mělo vynést 200 milionů dolarů. Tento druhý program vedl k omezení výroby v Ludwigshafenu a k propuštění 700 zaměstnanců. Společnost BASF rovněž provádí dlouhodobé přezkoumání své pozice na trhu.

Firma DOW se optimismem odlišuje od většiny dnešních výrobců chemikálií. Na akci Investor Day v květnu 2023 generální ředitel Jim Fitterling řekl, že si myslí, že nejhorší pokles chemického

průmyslu je za ním a že sektor vykazuje známky oživení, a to i v Evropě. Na akci společnost představila plán růstu příjmů o více než 3 miliardy dolarů ročně. Přibližně 2 miliardy dolarů přijdou z projektů, které dokončila nebo v blízké době dokončí. Tyto skromné investice zahrnují rozšíření kapacity alkoxylatione a speciálních aminů. Další 1 miliarda dolarů bude pocházet pouze z jednoho projektu: ethylenového komplexu v hodnotě 6,5 miliardy dolarů ve Fort Saskatchewan v Albertě. Dow bude používat vodík místo uhlovodíků pro provoz pecí v zařízení. Vodík se bude vyrábět z uhlovodíků a výsledné emise oxidu uhličitého budou zachycovány a skladovány pod zemí. Recyklované plasty budou pro Dow dalším velkým byznysem, který bude zodpovědný za dodatečné příjmy ve výši 500 milionů dolarů, řekl Fitterling. Do roku 2030 společnost plánuje prodávat 3 miliony metrických tun ročně recyklovaných a obnovitelných plastů.

Společnost LyondellBasell Industries vznikla v roce 2007, kdy Basell, významný evropský výrobce petrochemie, koupil Lyondell Chemical se sídlem v Houstonu. Je největším výrobcem polyolefinů v regionu s 18% podílem na trhu. Evropa je v petrochemii ve vážné nevýhodě kvůli vysokým nákladům na energii a suroviny v regionu, takže se tamní velký byznys LyondellBasell stal závazkem. V květnu 2023 společnost zahájila revizi svého majetku, která může vyústit v prodej nebo uzavření některých zařízení. LyondellBasell může také modernizovat některé výroby. Firma vidí budoucnost v Evropě v udržitelných polymerech. Jako místo plánovaného centra pro recyklaci plastů si vybrala německý Knapsack.

Dekarbonizace se pro Linde stala hlavním předmětem podnikání. V květnu podepsal výrobce průmyslového plynu dohodu o výstavbě závodu na separaci vzduchu v hodnotě 150 milionů dolarů, který bude dodávat průmyslové plyny společnosti H2 Green Steel, která staví ocelárnu ve švédském Bodenu. Tato továrna, tvrdí H2 Green Steel, bude mít pouze 5 % emisí oxidu uhličitého než konvenční ocelárny. Technologické oddělení společnosti Linde poskytuje H2 Green Steel adsorpční jednotku s kolísáním tlaku pro zachycování vodíku z pece na výrobu železa s přímou redukcí. Linde také pomáhá chemickému průmyslu dekarbonizovat. Začátkem tohoto roku začala dodávat čistý vodík a zachycený CO₂ společnosti Celanese pro výrobu metanolu v Clear Lake v Texasu. Linde také spolupracuje s OCI na nízkouhlíkové továrně na výrobu amoniaku v Beaumont, Texas. Začátkem tohoto roku dokončily Linde, Sabic a BASF demonstrační závod na elektrickou etylenovou krakovací jednotku v Ludwigshafenu v Německu.

Zatímco ostatní evropští výrobci chemikálií omezují výrobu, Ineos přidává další. Společnost obnovila práce na ethylenové krakovací jednotce v Antverpách v Belgii poté, co jí byla udělena povolení. Ineos bude krakovací zařízení provozovat na etanu vyrobeném v USA, který je mnohem levnější než nafta, primární surovina pro většinu evropských petrochemických výrobců. V prosinci společnost Ineos otevřela továrnu na kumen v německém Marlu. Zařízení je největší svého druhu v Evropě a bude mít o 50 % nižší stopu skleníkových plynů než jiné závody na výrobu kumenu, říká Ineos. V USA společnost Ineos nedávno představila plány na vybudování nízkouhlíkové továrny na výrobu amoniaku se společností Hanwha Corporation. Závod bude mít kapacitu 1 milion metrických tun ročně, z nichž některé plánuje Ineos použít k výrobě akrylonitrilu. Společnost Ineos, věrná svému zvyku nakupovat podniky od svých chemických protějšků, během minulého roku provedla pár malých akvizic. V květnu koupila továrnu na výrobu ethylenoxidu a derivátů v Bayportu v Texasu od LyondellBasell Industries. V prosinci koupila závod Eastman Chemical na výrobu kyseliny octové v Texas City v Texasu.

Společnost Evonik Industries nedávno uzavřela dohodu o prodeji svého podnikání v oblasti superabsorpčních polymerů International Chemical Investors Group. Podnik, který se Evonik snažil prodat od roku 2020, dosáhl v roce 2023 prodeje polymerů používaných v plenkách téměř

1 miliardu dolarů. Stejný kupec soukromého kapitálu koupil v loňském roce pobočky společnosti Evonik v Lülsdorfu a Wesselingu v Německu. Chemický podnik Evonik C4 je stále na prodej poté, co ho společnost vyčlenila k likvidaci v roce 2022. Stejně jako ostatní němečtí výrobci chemikálií se Evonik potýkal s problémy a v roce 2023 vytvořil malou ztrátu. V reakci na to společnost zahájila program na zrušení 2 000 pracovních míst, většinou v Německu, ušetřit asi 435 milionů dolarů ročně. Firma ale nepřestala investovat. Rozšiřuje výrobu siliky v Charlestonu v Jižní Karolíně o 50 %, aby uspokojila vysokou poptávku ze strany průmyslu pneumatik. Začátkem tohoto roku také začala na Slovensku vyrábět rhamnolipidy, třídu biosurfaktantů.

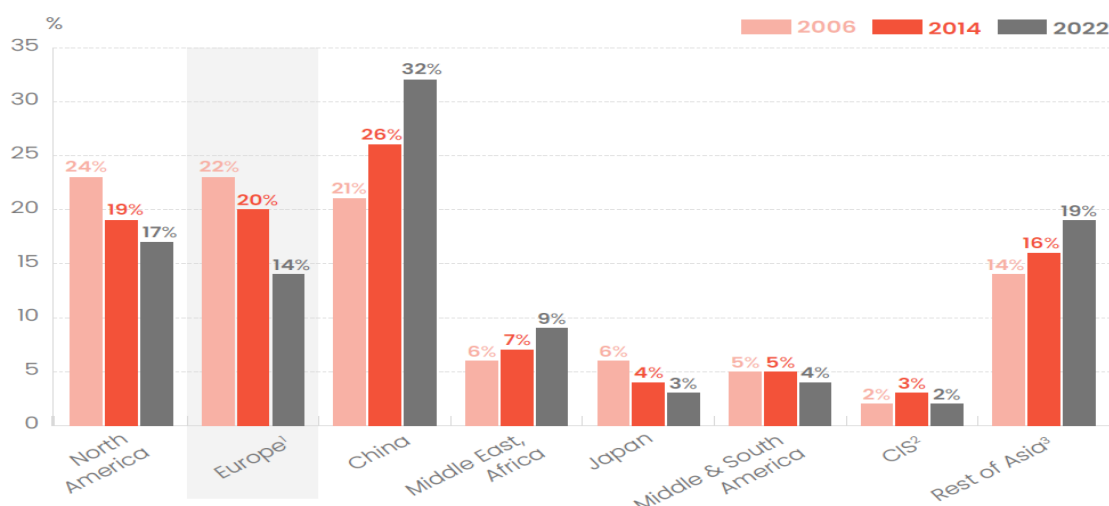
Arkema má také nákupní ambice. V květnu se francouzský výrobce speciálních chemikálií dohodl na koupi firmy Dow v oblasti laminovaných lepidel pro flexibilní obaly. Podnik má roční tržby kolem 250 milionů \$. V dubnu se dohodla na koupi 78% podílu v Proionicu, rakouském dodavateli iontových kapalin pro vznikající průmyslové aplikace. Proionic měl loni tržby 2,7 milionu dolarů. Arkema také roste organicky. Například vynakládá 135 milionů dolarů na rozšíření výroby dimethyldisulfidu, aditiva používaného v obnovitelných leteckých palivech.

3.3 Plastikářský průmysl

Společnost Plastics Europe uvádí ve své zprávě „Plastics – the fast Facts 2023“ aktuální informace o průmyslu plastů a materiálech v Evropě a ve světě. Ve zprávě jsou uvedeny údaje o výrobě, spotřebě a recyklaci plastů a údaje o trzích, zaměstnanosti a obrátu v tomto odvětví za rok 2022. Prognózy pro plastikářský průmysl ukazují, že celosvětová poptávka po plastech stále roste, ale Evropa začíná ve výrobě zaostávat.

Zpráva „Plastics – the fast Facts 2023“ je každoročním monitoringem stavu pro výrobce plastů. Nynější zpráva s nejnovějšími čísly pro Evropu a svět ukazuje přeskupení sil tohoto průmyslu. Velkou pozornost věnuje zpráva iniciativám v oblasti cirkulární ekonomiky a recyklace plastů. V roce 2022 pracovalo v plastikářském průmyslu více než 1,5 milionu lidí v přibližně 53 150 společnostech a dosahovalo obrátu přibližně 400 mld. €. Globální produkce plastů byla v roce 2022 400,3 milionů tun (v roce 2021: 394 milionů tun), z toho 14% (58,7 mil. tun) připadalo na Evropu (27+3), což představuje oproti předchozímu roku 2021 pokles (15%). V mezinárodním srovnání výroby plastů připadá na Evropu (14%), výroba v Číně činí 32%, v severní Americe 17% a ve zbytku Asie 19%. Evropa je tedy v současnosti až čtvrtým největším výrobcem plastů, kam klesla ze druhého místa v roce 2014.

Obrázek 8 Podíl Evropy na celosvětové výrobě plastů v letech 2006, 2014 a 2022



Poznámky: 1. EU25+2 v roce 2006, EU28+2 v roce 2014, EU27+3 v roce 2022.

2. Společenství nezávislých států: Arménie, Ázerbájdžán, Bělorusko, Kazachstán, Kyrgyzstán, Moldavsko, Rusko, Tádžikistán, Turkmenistán a Uzbekistán.

3. Zahnuje asijské země (kromě Číny a Japonska), Oceánie, Turecko a Ukrajinu

Zdroj: Plastics Europe

Při pohledu na poptávku a spotřebu (fosilních typů plastů) v Evropě dominují tři země: Německo, Belgie a Nizozemsko. Největším aplikačním oborem je obalový průmysl s podílem 39 %, dále následují stavebnictví s 23%, automobilový průmysl s 8 %, elektrotechnický a elektronický průmysl s 6 %.

Velkou pozornost věnují evropské instituce cirkulární ekonomice plastů. Plastics Europe publikoval v březnu 2024 zprávu „Circular Economy for Plastics – A European Analysis“ pro rok 2022. Celkově jsou zjištění ze zprávy povzbuzivá. Potvrzuje se, že přechod k cirkulární ekonomice je v Evropě pevně zakotven a nabírá na tempu. Používání recyklovaných plastů se zvýšilo o 70 % (6.8 Mt v 2022) od roku 2018 a cirkulární plasty nyní tvoří 13,5 % všech materiálů přeměněných na nové produkty v Evropě. Zpráva konstatuje, že v roce 2022 bylo dosaženo přibližně poloviny cíle pro znovupoužití plastů v porovnání s plánem, který je recyklovat do roku 2030 25% použitých plastů. Celkem nyní tvoří 26,9 % evropského

plastového odpadu recyklované materiály, což znamená, že poprvé je plastový odpad více recyklován, než je ukládán na skládku, což představuje důležitý mezník v cirkularitě odpadů.

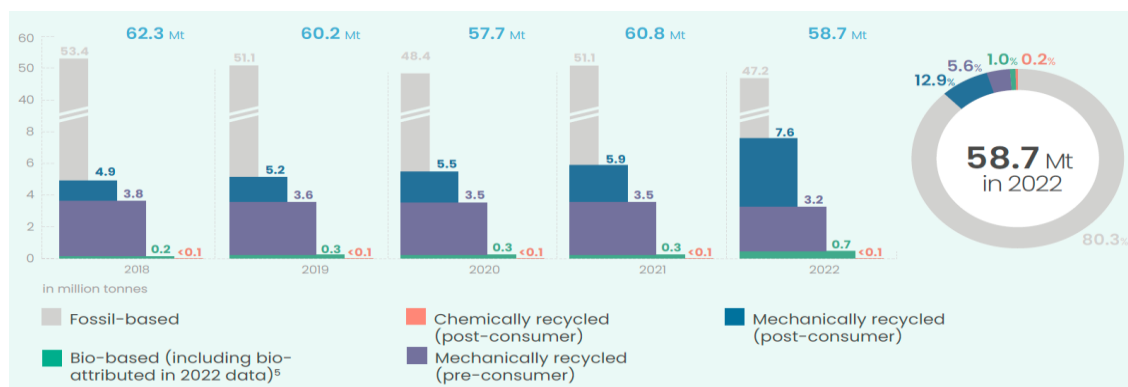
Obrázek 9 Porovnání světové a evropské produkce plastů podle typů v roce 2022 (včetně zdrojů vstupních surovin)



Zdroj: Plastics Europe

Zpráva také odhaluje, že vážné překážky přetrvávají a pokrok není jednotný napříč hodnotovým řetězcem plastů. Vzhledem k tomu, že obalová, stavební, konstrukční odvětví dělají dobrý pokrok v používání recyklovaných plastů, v některých odvětvích, včetně automobilového průmyslu a elektroniky zaostávají. Stále také spalujeme (16 mil. tun) a skládkujeme (25%, 7, 6 mil. tun) velké množství plastového odpadu obecně a míra spalování jde špatným směrem – od roku 2018 vzrostla o 15%.

Obrázek 8. Evropská spotřeba plastů (v tis. tunách) rozdělená podle zdroje vstupních surovin v letech 2018 - 2022



Zdroj: Plastics Europe

Asociace výrobců plastů Plastics Europe se připojila k iniciativě nulových exhalací CO₂ do roku 2050 následující aktivitami:

- do roku 2030 snížit exhalace CO₂ o 66 mil. tun, tj. o 28% oproti současnému stavu,
- do roku 2040 pokračovat ve snižování o dalších 75 mil. tun, tj. o 32%,
- do roku 2050 snížit emise o dalších 93 mil. tun, tj. o 40%.

Konkrétní aktivity spočívají zejména ve:

- Snižování spotřeby nových plastů opakovaným používáním.
- Snižování podílu spalování použitých plastových výrobků.

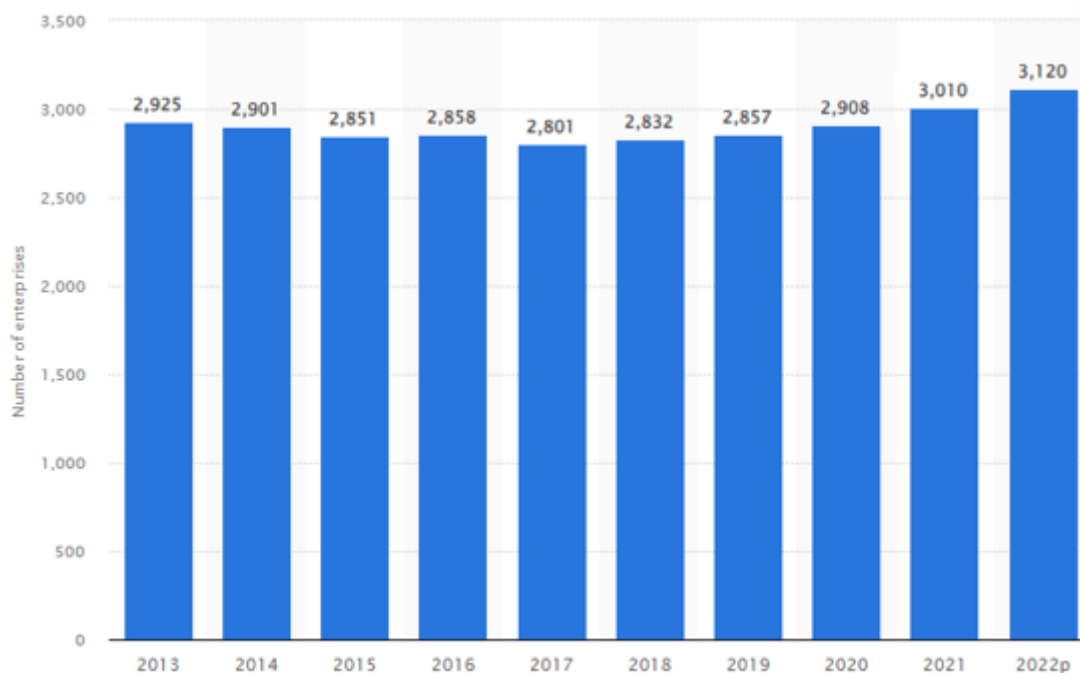
- Vyšším využíváním obnovitelných zdrojů energií ve výrobě primárních plastů při jejich zpracování a mechanických, chemických recyklacích plastových odpadů.
- Zvýšením výroby primárních plastů z bio zdrojů.

Plastikářský a gumářský průmysl v České republice zaznamenával v posledních letech setrvalý růst díky úzké vazbě na automobilový, elektrotechnický a stavební průmysl. Plastikářský a gumářský průmysl patří k nejvýznamnějším zpracovatelským odvětvím vytvářejícím cca 6,5% celkové průmyslové produkce v republice. Problémem je omezený sortiment a výroba hlavně pouze tzv. komoditních druhů plastů: PE, PP, PVC a PS (EPS).

Jedná se o sektor, kterému dominují velké a střední podniky. Velké podniky a střední podniky trvale tvoří téměř dvě třetiny výroby a více než čtvrtinu jejich tržeb. V přidané hodnotě je situace podobná. Ohledně zaměstnanosti velké podniky tvoří polovinu a střední podniky až třetinu počtu lidí zaměstnaných v divizi. V odvětví dominuje výroba plastových výrobků – CZ-NACE 22.2. Dominantní je především z hlediska počtu jednotek a počtu zaměstnanců; v ostatních charakteristikách je její převaha nad výrobou pryžových výrobků mírnější.

V roce 2022 se počet podniků v průmyslu výroby plastových výrobků v České republice od roku 2021 zvýšil o 110 podniků (+3,65%). S počtem 3 120 podniků tak počet podniků dosáhl nejvyšší hodnoty ve sledovaném období, viz obr. 10).

Obrázek 10 Počet podniků ve výrobě plastových výrobků v ČR v letech 2013 až 2022

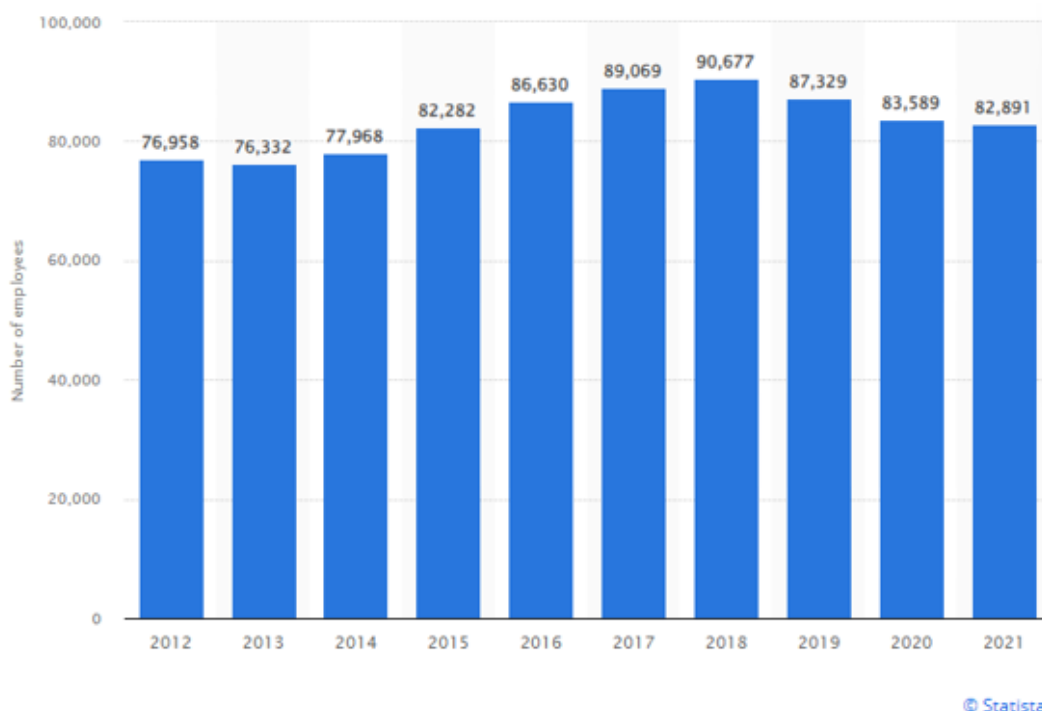


© Statista

Poznámka: V souladu s NAŘÍZENÍM EU (ES) č. 250/2009 jsou zde zahrnuty pouze společnosti, které byly aktivní alespoň po část referenčního období. Zahnuje také místní jednotky (pobočky), které netvoří samostatný právní subjekt a které jsou závislé na zahraničních podnicích.

Počet zaměstnanců v průmyslu výroby pryžových a plastových výrobků v ČR se v roce 2021 oproti předchozímu roku 2020 výrazně nezměnil a zůstal na zhruba 82 891 zaměstnancích. Rok 2021 přesto znamenal třetí pokles počtu zaměstnanců v tomto odvětví v řadě (viz obr. 11).

Obrázek 11 Počet zaměstnanců v průmyslu výroby pryžových a plastových výrobků v ČR od roku 2012 do roku 2021



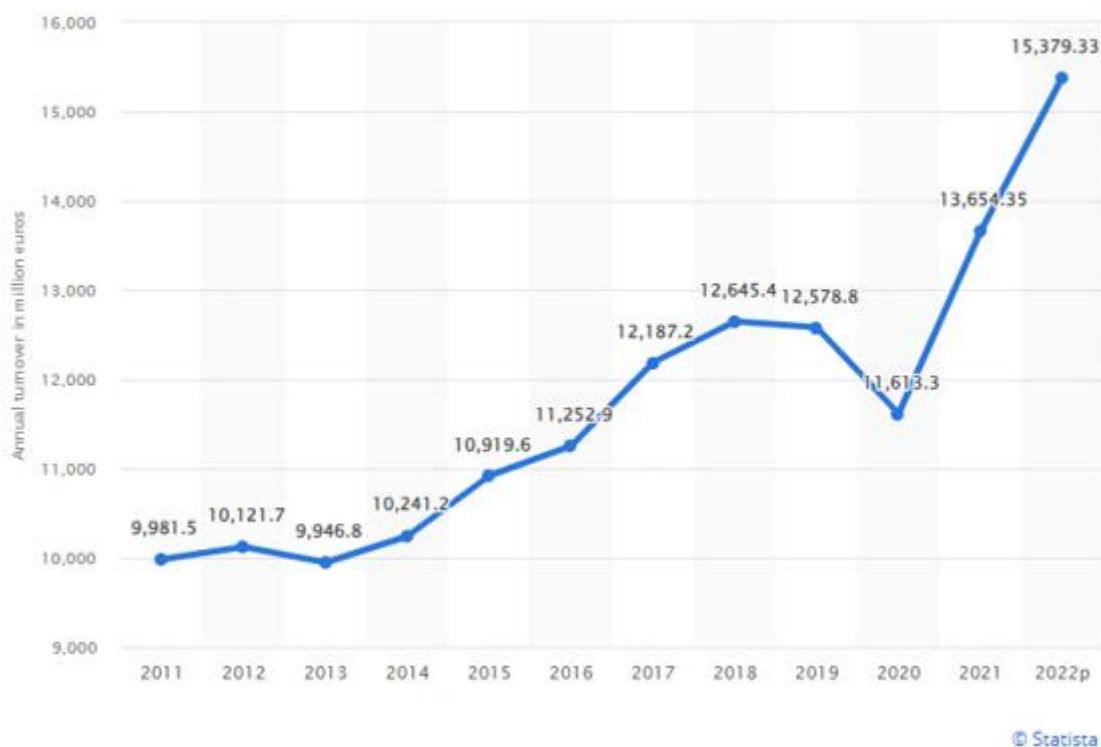
Poznámka: Podle Eurostatu jsou zaměstnanými osobami všechny osoby ve věku 15 let a více, které během referenčního týdne vykonávaly práci, byť jen jednu hodinu týdně, za mzdu, zisk nebo rodinný prospěch nebo nebyly v práci, ale měly zaměstnání nebo podnik, ze kterého pocházely. dočasně nepřítomen například z důvodu nemoci, dovolené, pracovního sporu a vzdělání nebo školení.

Obrat průmyslu výroby pryžových a plastových výrobků v ČR se v roce 2022 zvýšil o 1,7 miliardy eur (+12,63 procenta). S 15,4 miliardami eur tak obrat dosáhl nejvyšší hodnoty ve sledovaném období (obr. 12).

V hodnotě produkce obsazují v současnosti první příčky plasty v primárních formách (polyethylen – 16 mld. Kč, polypropylen – 13 mld. Kč v roce 2022) a syntetický kaučuk (11 mld. Kč). Produkce plastických hmot zaznamenala v posledních třech desetiletích výrazný vzestup. Z agregované hodnoty 421 tis. tun v roce 1993 vystoupala až na 1 524 tis. tun v roce 2022. Hranici milionu tun překročila v roce 2004.

V odvětví výroby pryže a plastů dominují výroba plastových částí pozemních vozidel (40 mld. Kč v roce 2022) a výroba pneumatik (50 mld. Kč), jejichž množství dlouhodobě překračuje 20 milionů kusů ročně.

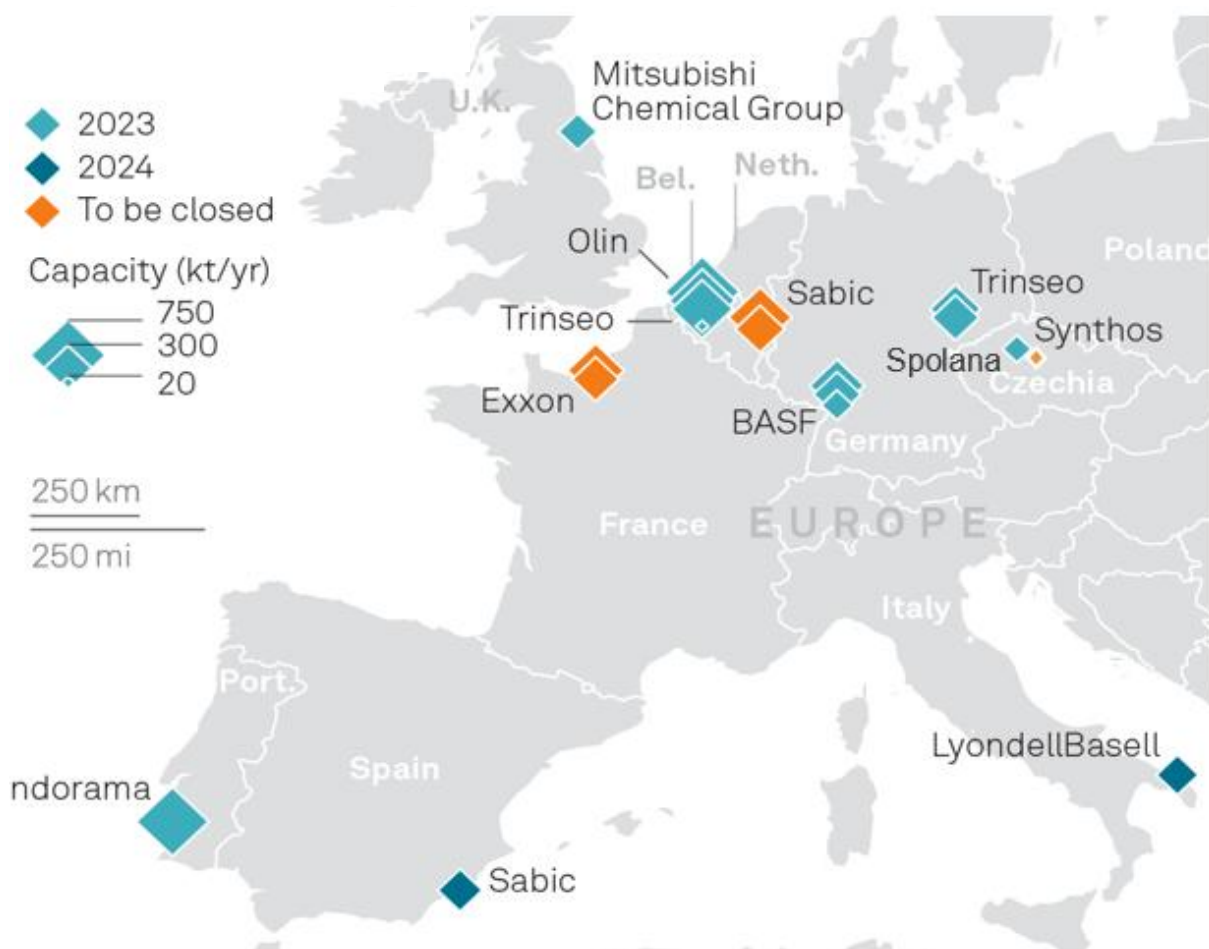
Obrázek 12 Roční obrat výroby pryžových a plastových výrobků v ČR od roku 2011 do roku 2022 (v milionech eur)



Výkonnost chemického průmyslu, jednoho z nejvýznamnějších průmyslových odvětví v ČR v roce 2023, zaznamenala postupnou stabilizaci a oživení po 1,5 roku trvající pandemii COVID-19, která negativně ovlivnila chemický (NACE 20) a plastikařský průmysl a zpracování pryže (NACE 22) zejména v důsledku výrazného poklesu poptávky ze strany navazujících odvětví a výrazného poklesu cen surovin i chemických derivátů. Od konce roku 2021 byl průmysl navíc ovlivněn výrazným nárůstem cen energií (zemního plynu a elektřiny), který způsobil postupný růst cen s poklesem ziskovosti odvětví.

V současné době se zotavení průmyslu z pandemie a vysoké inflace nedostavilo. Firmy stojí před nutností investovat a země může jít i cestou deindustrializace. Naše země v současnosti řeší, jak se alespoň částečně odpoutat od těsného spojení s klopýtajícím německým průmyslem. Obě země v tom nejsou samy. Za svými klíčovými ekonomickými rivaly – USA i Čínou – ztrácí celá Evropa. Shrnuje to nedávno publikovaná zpráva, kterou pro Evropskou komisi zpracoval Mario Draghi. Bývalý prezident Evropské centrální banky a italský premiér v ní popisuje pomalé skomírání EU, zaostávání, ztrátu produktivity. Navrhuje i řešení: ze slabého růstu se masivně proinvestovat. Podle ní by unie měla ročně investovat dodatečných až 800 miliard eur, tedy zhruba 20 bilionů korun, a využít k tomu i společné evropské dluhopisy. V Česku je vidět, jak pozice průmyslu slábne. Jako celek se zcela nezotavil z pandemie, narušených dodavatelských řetězců a vysoké inflace. Jestliže jsou teď investice klíčové, nevypadá to nadějně. Firmy – obzvláště ty malé a střední – si teď další výdaje dvakrát rozmyslí. Česko dlouho konkurovalo levnou pracovní silou, to se ale změnilo. I proto by mezi priority měly patřit investice do automatizace. Firmám pomůže dodávat produkty a služby s vyšší přidanou hodnotou. V prostředí vysokých cen energií (ve srovnání s USA, Čínou či Koreou) to jinak nepůjde.

Obrázek 13 Uzavřené petrochemické výrobní kapacity v letech 2023 – 2024 (včetně dalších plánovaných uzavření)



Současná situace v plastikářském průmyslu je poznamenána snižující se poptávkou, obavami o životní prostředí, změnami předpisů a politik a absencí vhodné infrastruktury. Očekává se, že odvětví plastů bude i nadále čelit výzvám udržitelnosti a životního prostředí, stejně jako měnícím se preferencím spotřebitelů a měnící se poptávce. Existují však příležitosti pro růst a inovace, zejména ve vývoji nových, udržitelnějších plastových materiálů a přechodu na modely oběhového hospodářství, které umožňuje vhodná infrastruktura. Úspěch tohoto odvětví bude záviset na jeho schopnosti vyvážit hospodářský růst se sociální a environmentální odpovědností.

3.4 Jednorázově používané plasty – nová směrnice v rámci EU (SUPD)

Směrnice (EU) 2019/904, známá také jako Směrnice o plastech na jedno použití (SUPD), byla schválena v červnu 2019 a vstoupila v platnost dne 3. července 2021. Jejím cílem je snížit negativní dopad některých plastových výrobků na životní prostředí a podpořit udržitelný přístup k využívání plastů, včetně jejich recyklace.

Hlavní body směrnice:

- **Zákazy některých jednorázových plastových výrobků:** Směrnice zakazuje několik jednorázových plastových předmětů, které se nejčastěji nacházejí na plážích, včetně vatových tyčinek (kromě těch pro lékařské použití), příborů, talířů, brček (s výjimkou brček pro lékařské použití), míchadel na nápoje, balónových tyčí a expandovaných polystyrenových (EPS) nádob na potraviny a nápoje.
- **Snižování spotřeby:** Členské státy EU musí přijmout opatření ke snížení spotřeby plastových kelímků a nádob na potraviny na jedno použití.
- **Podpora recyklace:** Směrnice zavádí opatření na podporu recyklace plastových výrobků a omezení jejich používání. Mezi ty nejdůležitější patří povinné recyklační cíle pro PET lahve, které zahrnují minimálně 25% recyklovaného obsahu do roku 2025 a 30% do roku 2030

Aktuální stav:

- **Implementace v členských státech:** I když směrnice vstoupila v platnost, ne všechny členské státy EU ji plně implementovaly. To vedlo k neharmonizovanému stavu provádění v celé EU, což způsobuje zmatky mezi spotřebiteli, tvůrci politik a v rámci odvětví.
- **Národní legislativní opatření:** Některé členské státy již zavedly omezení produktů, které směrnice pokrývá, ale produkty, které jsou již na trhu, mohou být prodávány nebo distribuovány i po 3. červenci 2021 bez jakéhokoli termínu. To je i jeden z důvodů, proč stále nacházíme plastová brčka v našich nápojích nebo jídlech s sebou v krabicích z EPS, a to i v členských

Méně přísné nařízení je uvedeno v článku 4 o snižování spotřeby. Členské státy přijmou opatření ke snížení spotřeby plastových kelímků a nádob na potraviny na jedno použití. Tato opatření dosáhnou „měřitelného kvantitativního snížení“ do roku 2026 ve srovnání s rokem 2022. Opatření mohou zahrnovat vnitrostátní cíle snížení spotřeby, podporu opakovaně použitelných alternativ nebo marketingová omezení. Členské státy budou muset opatření oznámit EU a podat zprávu o jejich dodržování. Stále chybí slibné – a zejména nadnárodní – příklady k dosažení těchto cílů na úrovni členských států.

Zásadní však je, že SUPD konečně obsahuje zákaz výrobků vyrobených z oxo-degradovatelných plastů. Ty jsou definovány jako „plastové materiály, které obsahují přísady, které prostřednictvím oxidace vedou k fragmentaci plastového materiálu na mikrofragmenty nebo k chemickému rozkladu“. Oxo-rozložitelné plasty se však ve skutečnosti biologicky nerozkládají a členské státy zakáží jejich uvádění na trh.

Prováděcí nařízení Komise týkající se požadavků na označování nebylo přijato s velkým nadšením ze strany značné části průmyslu, když bylo zveřejněno v prosinci 2020. Nařízení vyžaduje uvedení piktogramů zobrazujících umírající želvy na hygienické vložky, tampony a aplikátory, jakož i na vlhčené ubrousky, tabákové výrobky a kelímky na nápoje, pokud obsahují plasty. Přesná definice toho, co Komise považuje za „plast“, však byla zveřejněna až 31. května 2021 v oficiálních pokynech. To vedlo k ještě větším zmatkům ohledně pravidel: pokud produkt obsahuje PHA nebo PLA, je vyžadováno logo; pokud obsahuje lyocell, není žádné logo potřeba. Důvodem je, že viskóza a lyocell jsou považovány za přírodní polymery, které nebyly chemicky modifikovány, zatímco PHA je považován za přírodní polymer, který byl chemicky modifikován, a proto je definován jako plast.

Označování kelímků vyvolalo v obalovém průmyslu reakce. Některé z hlavních připomínek zahrnují to, že kelímky nejsou jedny z nejčastějších předmětů nacházejících se na plážích a že štítek neposkytuje informace o možnostech likvidace nebo recyklace. Evropská asociace pro biodegradabilní a kompostovatelné plasty (EUBP) také poukazuje na to, že etikety nerozlišují mezi konvenčními a biodegradabilními/kompostovatelnými plasty a neposkytují doporučení pro jejich ekologickou recyklaci.

Specifický dopad SUPD na průmysl bioplastů

Směrnice (EU) 2019/904 o omezení dopadu některých plastových výrobků na životní prostředí (SUPD) má významný dopad na průmysl bioplastů. Směrnice nerozlišuje mezi konvenčními plasty, bioplasty nebo biodegradabilními a kompostovatelnými plasty. To znamená, že biologicky rozložitelné/kompostovatelné plasty i plasty na biologické bázi jsou považovány za plasty a spadají do působnosti směrnice SUPD.

Hlavní dopady na průmysl bioplastů:

- **Zákazy některých výrobků:** Talíře vyrobené z kompostovatelných plastů a talíře vyrobené z papíru nebo lepenky s biologicky rozložitelným a kompostovatelným plastovým povlakem jsou zakázány. Opakovaně použitelné talíře nebo talíře vyrobené z papíru/kartonu nebo bagasy bez plastu jsou stále povoleny.
- **Pozitivní výklad některých členských států:** Některé členské státy, jako například Itálie, uznávají výhody biodegradovatelných a kompostovatelných plastů a vypracovaly řadu slibných právních dokumentů. Itálie například transponuje základní omezení SUPD, ale ze zákazů vylučuje kompostovatelné plasty s certifikací EN 13432 s definovaným biologickým obsahem.

3.5 Nařízení o plastových obalech – nové nařízení v rámci EU (PPWR)

Nařízení o obalech a obalových odpadech (PPWR) je nové evropské nařízení, které bylo formálně schváleno Radou EU dne 16. prosince 2024.

Nařízení nabyde platnosti po 20 dnech po zveřejnění v oficiálním Úředním věstníku EU, což se očekává nejpozději v lednu 2025. Účinné bude za 18 měsíců po vstupu v platnost, tedy přibližně od srpna 2026

Hlavní body nařízení:

- **Snížení produkce obalů:** Členské státy jsou povinny splnit cíle pro snížení produkce obalů ve výši 5 % do roku 2030, 10 % do roku 2035 a 15 % do roku 2040 ve srovnání s úrovní z roku 2018
- **Zálohování nápojových obalů:** Nařízení požaduje, aby členské státy EU zavedly zálohový systém pro nápojové plechovky a plastové lahve tak, aby do roku 2029 zajistily vytrídění 90 % těchto obalů, které budou poslány k recyklaci
- **Opakovaně použitelné obaly:** Hospodářské subjekty v členských zemích EU musí zajistit, aby určité procento jejich obalů uváděných na trh bylo opakovaně použitelné. Například cíl pro opakované použití přepravních obalů je 40 % do roku 2030 a 70 % do roku 2040
- **Recyklace obalů:** Všechny obaly musí být do roku 2030, respektive do roku 2035 recyklovatelné. Plastové obaly mají stanovené cíle pro obsah recyklátu, který se pohybuje podle typu plastu od 10 % do 65 %

Nařízení o obalech a obalových odpadech (PPWR) přináší pro průmysl několik významných výzev. Zde jsou hlavní z nich:

Recyklovatelnost a nový rámec pro návrh recyklace (DfR): PPWR stanovuje, že do roku 2030 musí být všechny obaly recyklovatelné podle nových kritérií DfR, která klasifikují obaly do výkonnostních tříd. Obaly s recyklovatelností pod 70 % budou podléhat vyšším poplatkům za rozšířenou odpovědnost výrobce (EPR), což činí nerecyklovatelné obaly finančně neudržitelné.

Obsah recyklátu: PPWR stanovuje závazné cíle pro obsah recyklovaného materiálu v plastových obalech. Tyto cíle se postupně zvyšují mezi lety 2030 a 2040. Například do roku 2030 musí PET obaly obsahovat 30 % recyklovaného materiálu, zatímco do roku 2040 to bude 50 %

Zákazy jednorázových plastových obalů: PPWR zakazuje některé jednorázové plastové obaly do roku 2030, což představuje výzvu pro výrobce, kteří musí najít alternativní materiály a technologie.

Implementace a dodržování předpisů: PPWR přináší nové požadavky na správu odpadů, hlášení a návrh obalů, což zvyšuje administrativní zátěž pro podniky.

3.6 Bioplasty

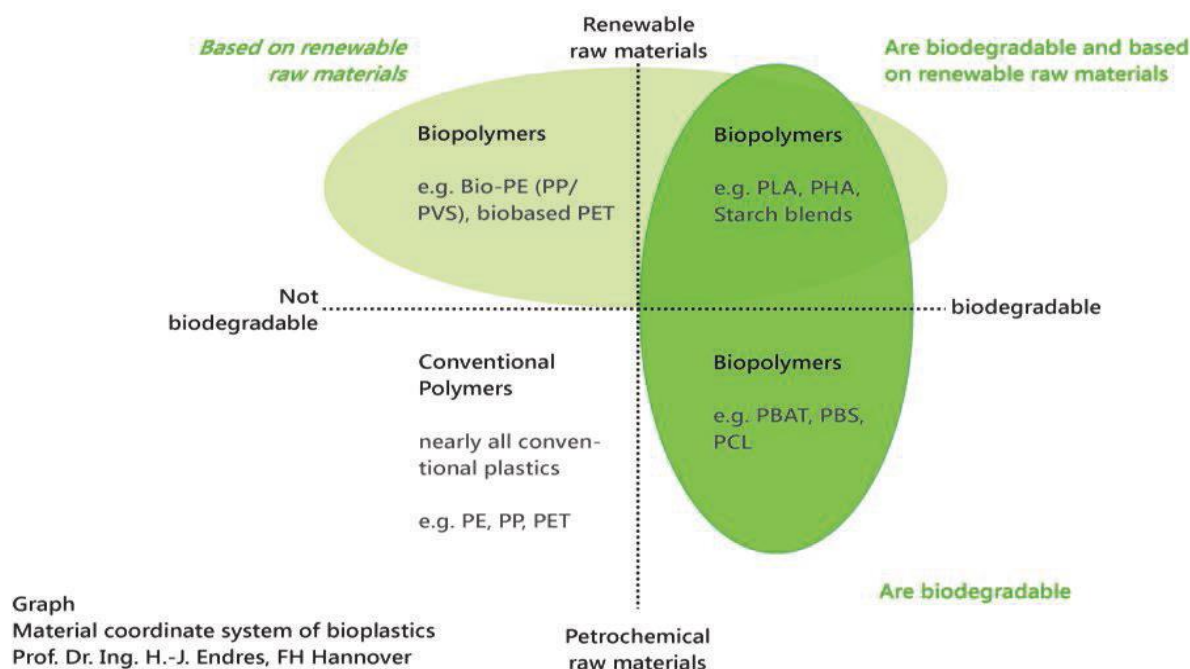
Výraz bioplasty zahrnuje celou rodinu materiálů, které jsou buď založeny na biomateriálech, nebo jsou biodegradovatelné, nebo obojí.

Biobased nebo založené na biomateriálech znamená, že materiál nebo produkt je (částečně) odvozen z biomasy (rostlin). Biomasa používaná pro výrobu bioplastů pochází například z kukuřice, cukrové třtiny nebo celulózy.

Výraz biodegradovatelný popisuje chemický proces, během něhož mikroorganismy, které jsou běžné v životním prostředí přemění materiály na přírodní látky jako je voda, oxid uhličitý a kompost (umělé přísady nejsou potřebné). Proces biodegradace závisí na podmínkách okolního životního prostředí (např. geografická poloha a teplota), na materiálu a aplikaci.

Organizace European Bioplastics Association (en.european-bioplastics.org) vypracovala pro ilustraci jednoduchý dvouosý model, který zahrnuje všechny typy plastů a jejich možné kombinace. Viz Obrázek 2. Plasty jsou zde rozděleny do 4 charakteristických skupin. Horizontální osa znázorňuje biodegradovatelnost plastů, přičemž vertikální osa ukazuje, zda je materiál odvozen z petrochemických surovin, nebo z obnovitelných zdrojů.

Obrázek 2 Klasifikace plastů podle European Bioplastics



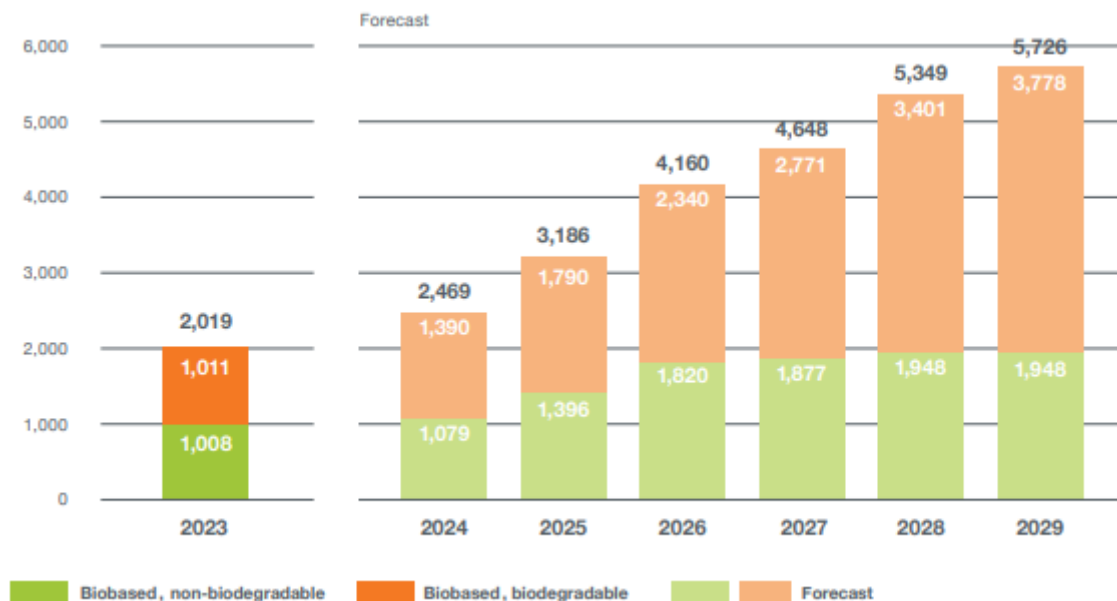
Níže je uvedena charakteristika každé skupiny:

- Plasty, které nejsou biodegradovatelné a jsou vyrobeny z petrochemických surovin – tato kategorie zahrnuje klasické, t.j. tradiční plasty (i když klasické petrochemické plasty představují pouze jednu skupinu plastů, tvoří celkem více než 90 % celosvětové produkce plastů)
- Biodegradovatelné plasty z obnovitelných zdrojů – plasty, které jsou vyrobeny z biomasy a jsou biodegradovatelné.
- Biodegradovatelné plasty z fosilních surovin – plasty, které jsou biodegradovatelné, ale jsou vyrobeny z fosilních zdrojů.
- Nebiodegradovatelné plasty z obnovitelných zdrojů – plasty vyrobené z biomasy, které ale nejsou schopny biodegradovat.

Výroba bioplastů a odhady dalšího vývoje

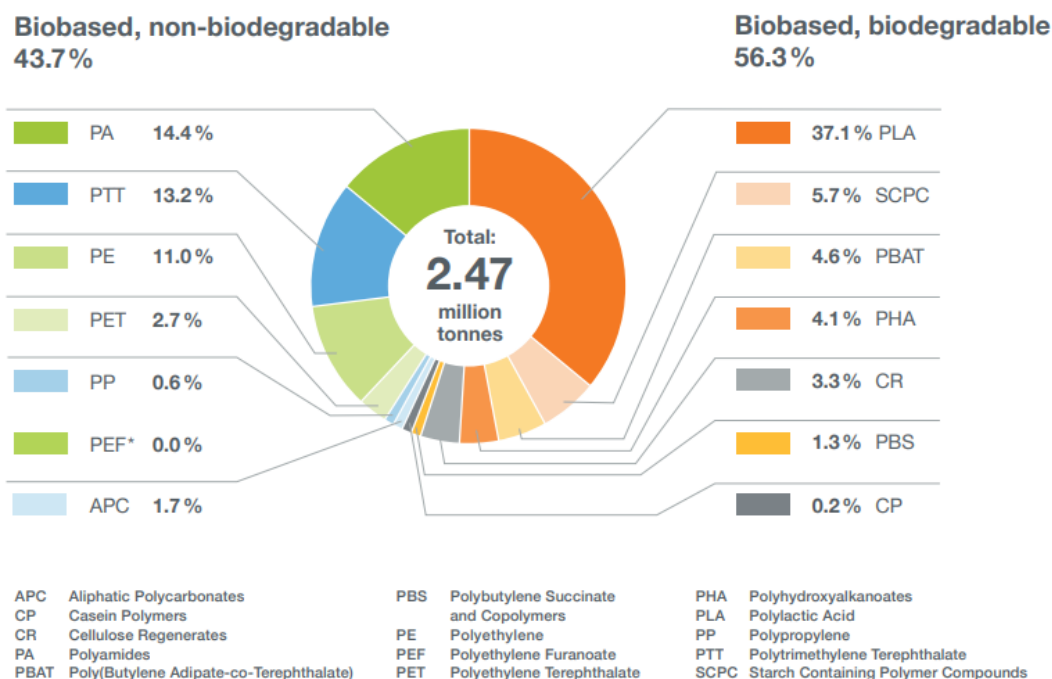
Bioplasty v současnosti představují zhruba půl procenta z téměř 414 milionů tun (World plastics production 2023, Plastics Europe, 2024) ročně vyrobených plastů. Celková celosvětová produkce plastů neustále roste. Tento vývoj je tažen rostoucí poptávkou v kombinaci s vznikem stále sofistikovanějších aplikací a produktů. Globální kapacita výroby bioplastů se má výrazně zvýšit z přibližně 2,47 milionu tun v roce 2024 na přibližně 5,73 milionu tun v roce 2029.

Obrázek 3 Globální výrobní kapacity bioplastů 2024-2029



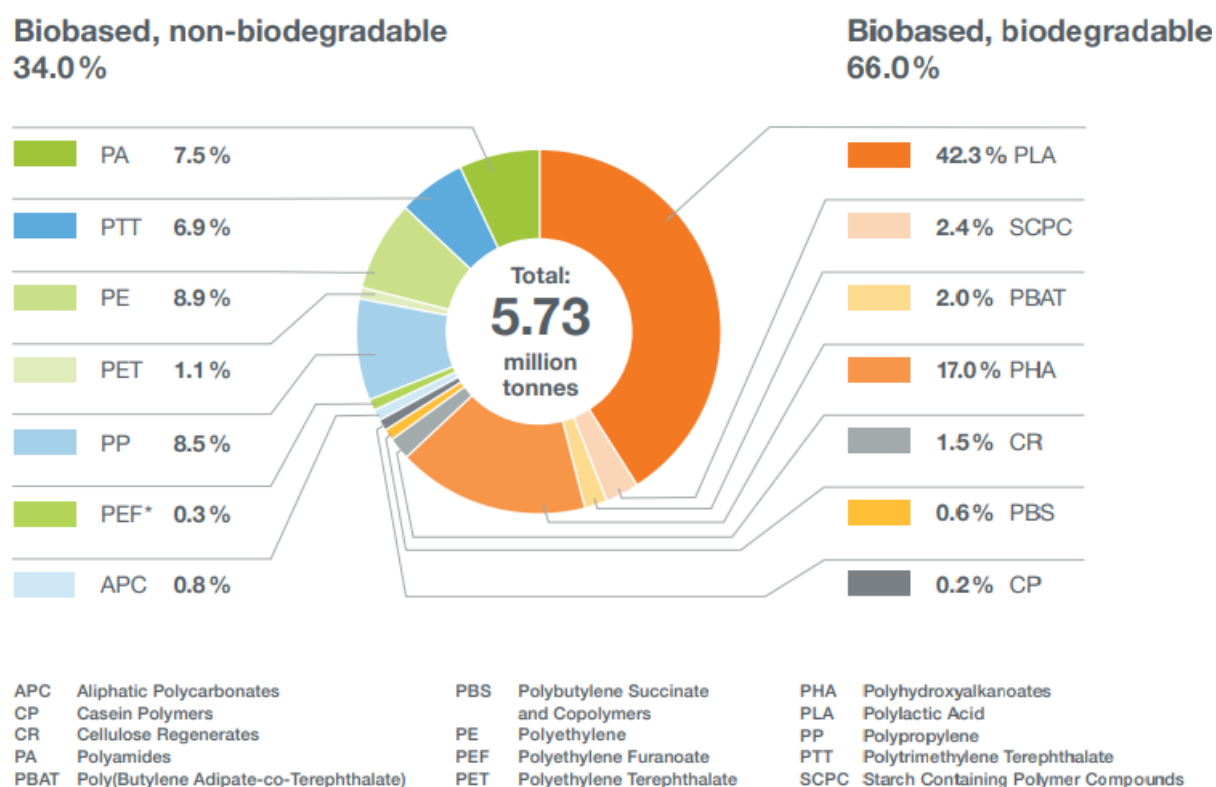
Pro téměř každý konvenční plastový materiál a odpovídající použití existují alternativy bioplastů. Díky silnému vývoji biopolymerů a biodegradabilních polymerů, jako je kyselina polymléčná (PLA) a polyhydroxyalkanoáty (PHA), biopolyethylen (PE), stejně jako neustálý růst biopolypropylenu (PP), budou výrobní kapacity i nadále významně narůstat během následujících 5 let.

Obrázek 4 Globální výrobní kapacity bioplastů 2024 (podle druhu materiálu)



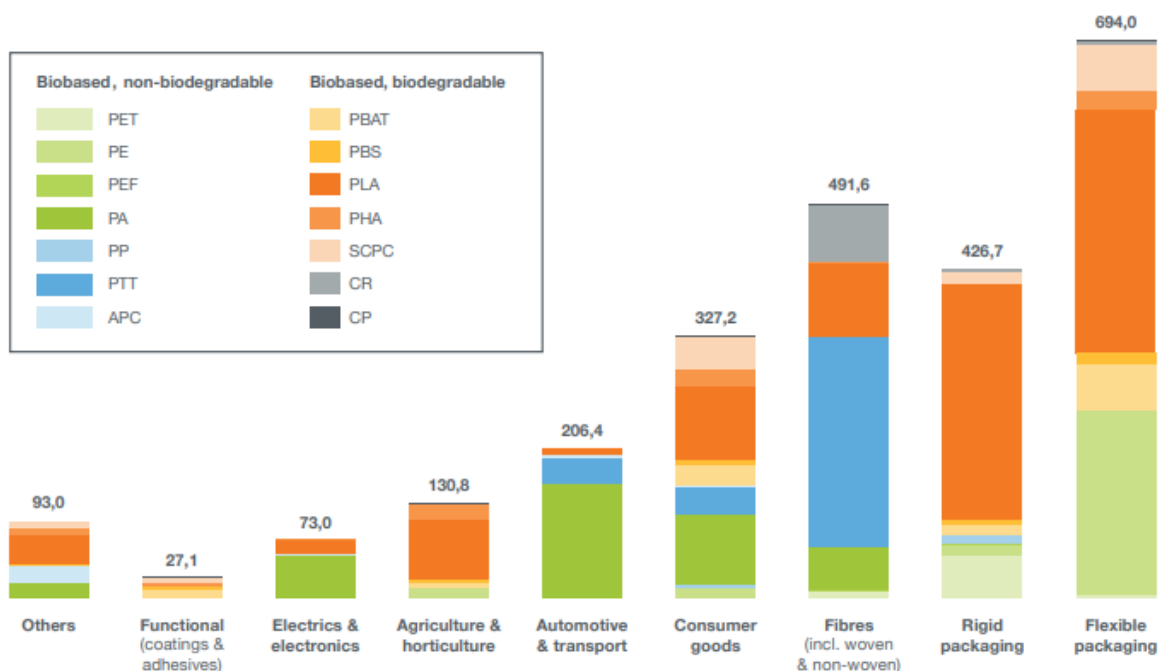
* PEF available at commercial scale as of 2024

Obrázek 5 Globální výrobní kapacity bioplastů 2029 (podle druhu materiálu)



Bioplasty se používají pro stále více různých aplikací, od obalů a vláken až po spotřební zboží, automobilový průmysl a zemědělské produkty. Obaly zůstávají největším segmentem trhu pro bioplasty se 45 % (1,12 milionu tun) celkového trhu s bioplasty v roce 2024.

Obrázek 6 Globální výrobní kapacity bioplastů 2024 (podle segmentů trhu)

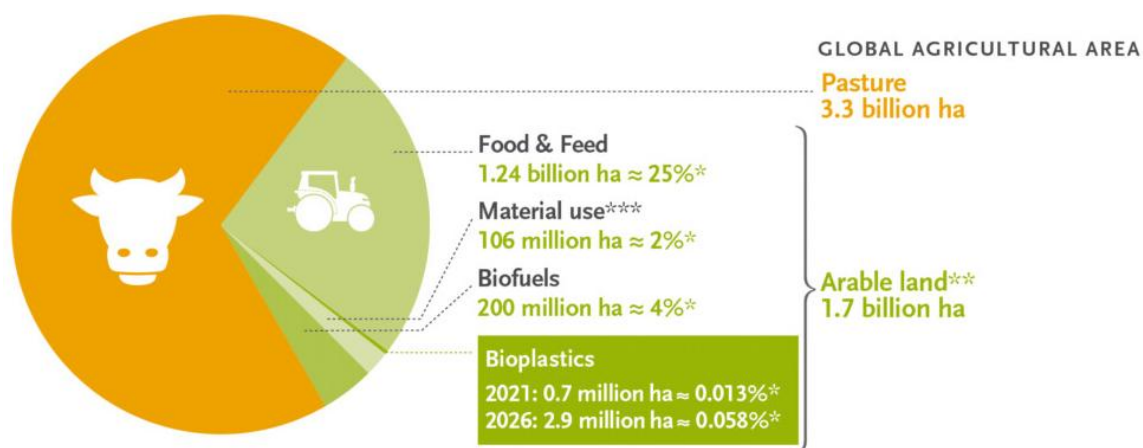


Ze srovnání výrobních kapacit a skutečné produkce v roce 2024 vyplývá, že bioplastový průmysl vyrábí na téměř 60 %. Ačkoli se v některých částech poměrně výrazně liší od jednoho polymeru k druhému, v rozmezí od 35 % do 100 %, průměrná míra využití v roce 2024 je 58 % (1,44 milionu tun produkce vs. 2,47 milionu tun výrobních kapacit).

S ohledem na rozvoj regionálních kapacit Asie dále posiluje svou pozici hlavního výrobního centra s téměř 50 % bioplastů, které se v současnosti vyrábí v tomto regionu. V současné době se téměř čtvrtina výrobní kapacity stále nachází ještě v Evropě. Podíl Evropy a podíl ostatních světových regionů se však během příštích pěti let výrazně sníží. Naproti tomu se předpokládá, že podíl Asie do roku 2026 překročí 70 %.

Podíl využití půdy pro bioplasty se odhaduje na 0,01 % celosvětové zemědělské plochy. Předpokládá se, že půda využívaná k pěstování obnovitelných surovin potřebných k výrobě bioplastů zůstává přibližně 0,70 milionu hektarů v roce 2021. To představuje jen něco málo přes 0,01 % z celosvětové zemědělské plochy s 5,0 miliardami hektarů. Spolu s předpokládaným zvýšením produkce bioplastů v roce 2026 se očekává, že podíl využití půdy bude stále nižší než 0,06 %. V poměru k dostupné zemědělské ploše je tento podíl minimální. Neexistuje tedy žádná konkurence mezi výrobou potravin a krmiv a obnovitelnými surovinami pro výrobu bioplastů. Viz Obrázek 7.

Obrázek 7 Odhad využití půdy pro bioplasty v letech 2021 a 2026



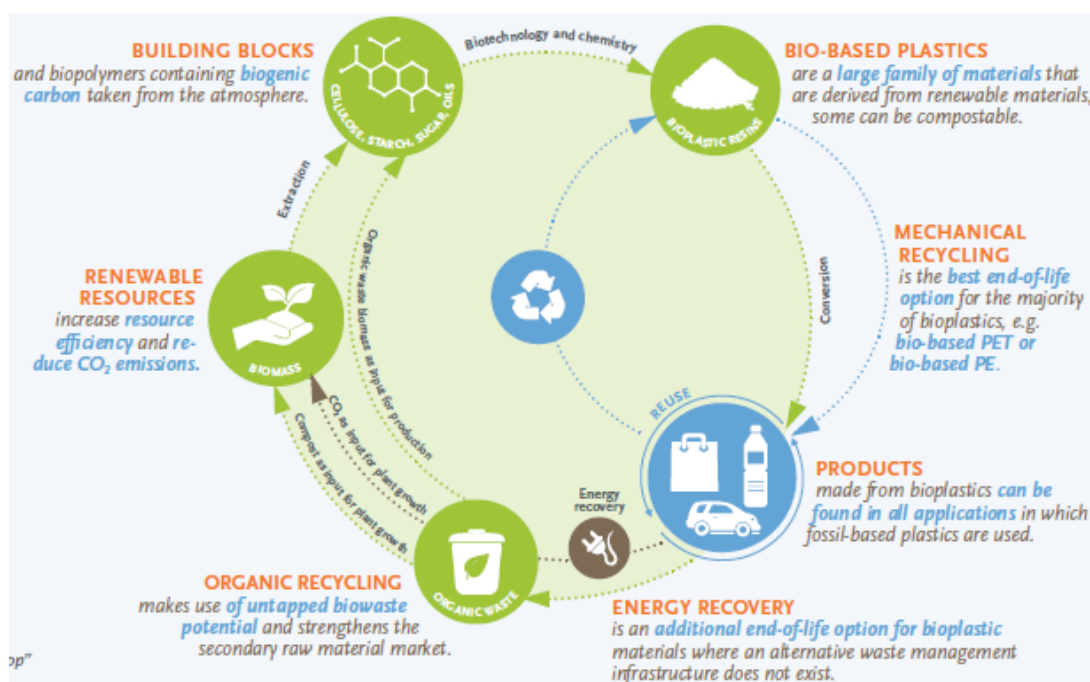
Source: Source: European Bioplastics (2021), FAO Stats (2020), nova-Institute (2021), and Institute for Bioplastics and Biocomposites (2019), University of Virginia (2016). Info: www.european-bioplastics.org

*In relation to global agricultural area. **Including approx. 1% fallow land. ***Land-use for bioplastics is part of the 2% material use

Budou opravdu bioplasty tak přínosné pro budoucnost?

Ideální životní cyklus bioplastového výrobku viz Obrázek 8.

Obrázek 8 Ideální životní cyklus bioplastového výrobku



Příkladem je projekt firmy Coca-Cola s názvem PlantBottle – nový druh recyklovatelné plastové nádoby, z níž je 30 % vyrobeno z cukrové třtiny a jiných rostlin a zbývajících 70 % je vyrobeno z tradičního plastu na bázi oleje. Společnost uvádí, že obaly PlantBottle nyní tvoří téměř třetinu objemu jejich lahví v Severní Americe a sedm procent celosvětově.

Znamená PlantBottle, že obří společnost vyrábějící nealkoholické nápoje prolomila jeden z nejzávažnějších ekologických problémů světa, zahlcení světa plasty na bázi ropy, které se nikdy úplně nerozloží a nezmizí? Stěží. Přestože jsou společnosti jako Coca-Cola a Pepsi pod tlakem veřejnosti, aby problém znečištění plasty vyřešily, dosud nebyly schopny najít materiál nebo metodu, která by byla tak levná a účinná jako plast na jedno použití. „Koncept, že bychom to mohli použít, zahodit, a nezáleží na tom, kam to hodíte, a ono to bezpečně zmizí, neexistuje,“ řekl Ramani Narayan, profesor na School of Packaging v Michiganu.

Místo toho se mnozí odborníci domnívají, že řešení plastového odpadu nespočívá především ve vývoji lepších bioplastů, ale v přepracování světové ekonomiky tak, aby se recyklovalo mnohem větší množství plastů, než se v současnosti znovu používá. Právě zveřejněná dvouletá studie nazvaná *Breaking the Plastic Wave* od Pew Charitable Trusts a SYSTEMIQ zjistila, že navzdory úsilí průmyslu, vlád a nevládních organizací se problém plastů v prostředí zhoršuje.

Nedávná studie v časopise *Science*, jejímž autorem jsou vědci související se zprávou Pew, skutečně odhaduje, že se nyní do oceánů dostane každý rok asi 11 milionů tun plastů – o 3 miliony více, než činily předchozí odhady. Studie uvedla, že pokud bude svět pokračovat ve svém současném kurzu raketově rostoucí spotřeby plastů, množství vyprodukovaného plastového odpadu se do roku 2040 ztrojnásobí. Jediným řešením tohoto narůstajícího problému, uzavírá zpráva Pew, je masivní revize světového plastového systému za 600 miliard dolarů, který znovu používá a recykluje plasty v oběhovém hospodářství, spolu s dalšími změnami menšího rozsahu, včetně bioplastů. Pokud budou přijata jeho doporučení, říká Pew zpráva, mohl by se plastový odpad během příštích dvou desetiletí snížit o 80 %.

Proč tedy bioplasty, propagované jako důležité řešení problému plastů, zdaleka nesplnily svůj slib? Plastové obaly na jedno použití vyrobené z ropy – technicky polyethylentereftalát nebo PET – jsou druhem, ve kterém se prodává většina nápojů a potravin. V mnoha ohledech jde o perfektní obal – pevný, lehký, všestranný, čirý a levný. Mimořádně dobře chrání produkty, udržuje je čerstvé, a dokonce odolává kyselinám a tlaku nealkoholických nápojů, aniž by se během měsíců nebo let rozbil nebo stal propustným.

Bioplast musí tyto funkce replikovat a u některých produktů tomu tak je. Dva nejběžněji používané bioplasty jsou PHA, zkratka pro polyhydroxyalkanoát, obecně vyrobený z cukrů, které se pěstují z řas, a PLA pro kyselinu polymlečnou, která se vyrábí z cukru nacházejícího se v plodinách, jako je kukuřice a cukrová třtina. PLA představuje desetinu ceny PHA, a proto se více používá pro jednorázové příbory a různé obaly. PHA se používá jako povlak na vnitřní straně papírových kelímků a lékařských aplikací.

Ani jeden z těchto bioplastů se však široce nepoužívá, protože se jednoduše nevyrovnají pevnosti a dalším vlastnostem tradičních plastů a jsou podstatně dražší. Globální trh s plasty má hodnotu 1,2 bilionu dolarů a bioplasty mají tržní podíl 9 miliard dolarů.

Zatímco oba bioplasty, které se nyní používají, mohou být mikroorganismy rozloženy a během krátké doby se znovu stanou součástí přírodního světa, stane se to pouze tehdy, pokud je plast sbírán a kompostován v pečlivě kontrolovaných průmyslových kompostovacích zařízeních s vysokou teplotou — a těch není mnoho, zvláště v rozvojových zemích, kde je problém znečištění plasty nejvážnější.

Pokud bioplasty skončí na skládkách, jak to mnozí dělají, bez dostatečného množství kyslíku k jejich rozkladu, mohou vydržet staletí a uvolňovat metan, silný skleníkový plyn. Pokud jsou vyhozeny do životního prostředí, představují hrozbu podobnou PET plasty. Bioplasty jsou zatím tedy ‘falešným řešením’, protože jsou na jedno použití a jsou omezené možnosti, jak je kompostovat. Jediným řešením je snížení množství obalů na jedno použití, které používáme.“

Odborníci tvrdí, že výzvy spojené s masivním zaváděním bioplastů ukazují, jak těžké bude nahradit miliardy plastových lahví znečišťujících planetu. Dosavadní vývoj představuje malé krůčky ve srovnání s růstem poptávky po plastových obalech, zejména v rozvojovém světě, kde se ročně spotřebují například miliardy lahví. Recyklace tradičních plastových lahví je obrovskou výzvou pro země s nízkými a středními příjmy, z nichž mnohé nemají prakticky žádné systémy recyklace. Až 95 %, které jsou dopravovány řekami do světových oceánů, pochází z 10 řek v Asii a Africe.

Plastová krize je jednou z nejvážnějších ekologických výzev, které se světu dosud nepodařilo vyřešit. Zákaz různých typů jednorázových plastů nemusí nutně představovat efektivní řešení pro plastový odpad a může také vést ke zvýšení úrovně dalšího odpadu, jako je potravinový odpad. Bioplasty mají slibný potenciál nahradit konvenční a méně ekologické plasty. Rychlý přechod z konvenčních a biologicky nerozložitelných plastů na bioplasty a biodegradovatelné bioplasty však není jediným univerzálním řešením, jak snížit nekontrolovatelný plastový odpad. Namísto nahrazování jednoho škodlivého plastu jiným by bioplastický průmysl a akademická obec měly spolupracovat na navrhování nejbezpečnějších a nejudržitelnějších bioplastů, které se mohou rozkládat ve všech myslitelných prostředích. Také uspořádání bioplastů by mělo být formulováno

a využíváno pro specifické aplikace. Stejně jako konvenční plasty je nekontrolovaná likvidace bioplastů katastrofou pro životní prostředí. Pokud jsou všechny fosilní plasty nahrazeny bioplasty, ale nebudou provedeny žádné podstatné změny v jejich systému nakládání s odpady; Plastový odpad zůstane kritickým problémem. Nekompostovatelné bioplasty lze snadno zaměnit za kompostovatelné bioplasty. Pouhé označování bioplastů jako kompostovatelné nebo nekompostovatelné proto může spotřebitele uvést v omyl. Aby se zabránilo zmatení spotřebitelů, pokud jde o likvidaci bioplastů, je třeba vyvinout a nařídit informativnější systémy označování na základě kritérií biologické rozložitelnosti a obnovitelnosti. Četné studie zjistily, že bioplasty, jako je PLA, PBS a dokonce i PHA, pokud jsou vyráběny ve specifických tloušťkách, mohou se biologicky rozložit pouze za specifických podmínek průmyslového kompostování. Tento systematický přehled se pokusil zdůraznit, že bioplasty lze vyvíjet tak, aby vyhovovaly potřebám řady průmyslových odvětví, včetně průmyslu balení potravin. Je evidentní, že na trhu potravinářských obalů dochází k rozsáhlému rozšíření a přijetí bioplastů. Navzdory bezprecedentním příležitostem, které bioplasty poskytují potravinářskému průmyslu, však jejich rozsáhlé zavádění není zdaleka plně realizováno, protože existuje mnoho překážek, které zdržují jejich široké přijetí. V současnosti je většina bioplastů dražší než plasty získané z ropy, což je důležitý důvod současných nízkých výrobních kapacit. S rychlým pokrokem v inženýrství mikrobiálních metabolických drah jsme dnes v mnohem lepším stavu než před dvaceti lety, pokud jde o zvýšení škálovatelnosti bioplastů. Rostoucí cena ropy činí bioplasty na trhu konkurenceschopnější. Vzhledem k tomu, že náklady na ropu rostou a technologie bioplastů se zlepšuje, dojde k přechodu, kdy lze bioplasty prodávat za podobné nebo dokonce nižší ceny než polymery na bázi ropy. Aby bylo možné využít potenciál bioplastů v obalech potravin, je zapotřebí více výzkumu, abychom porozuměli hodnocení jejich toxicity při přímém kontaktu s potravinami a jejich dopadu na životní prostředí. Požadované změny ve vstupních materiálech, surovinách a konstrukci výroby si vyžádají čas a naše závislost na plastech bude v krátkodobém až střednědobém horizontu pokračovat. Vzhledem k neuvěřitelně rychlému tempu průmyslového a technologického rozvoje v plastikářském průmyslu budou bioplasty postupem času i nadále přijímány, prospívají životnímu prostředí a přispívají k uhlíkové neutralitě.

Prioritní výzkumná témata:

- vývoj biodegradabilních polymerů a technologií vycházejících z obnovitelných zdrojů.

3.7 Obnovitelné suroviny a recyklace

Podle Petrochemicals Europe je 95 % veškerého vyrobeného zboží jako jsou obaly, elektronika, nábytek, spotřebiče, přístroje pro zdravotnictví, textil a dalších založeno na petrochemii. Evropský chemický průmysl zpracovává každoročně 80 mil tun surovin, z nichž pouze 10 % tvoří obnovitelné zdroje. Cíl EU pro rok 2030 je zvýšit podíl obnovitelných zdrojů na 25 %. EU zpracovala již v roce 2012 strategii a akční plán v koncepci chemického průmyslu směrem k bioekonomii. V roce 2017 byla strategie inovována.

Vzhledem k technologiím vhodných ke zpracování biomasy je zpracování biomasy pro chemické látky další možnou variantou přípravy vhodných monomerů a polymerů, kopolymerů a aditiv. Zatímco primární metabolity jsou užívány vesměs pro energetické využití jak už v podobě cukrů pro následnou fermentaci, či jako estery vyšších mastných kyselin pro výrobu FAME, sekundární metabolity mají také své využití. Nastavený trend je však využívat i primární metabolity jako zdroje chemických látek, důvodem je lehká dostupnost a majoritní podíl ve zpracovávané biomase.

Primární metabolity

Mezi primární metabolity řadíme oleje, cukry, celulosu, hemicelulosu, lignin. Všechny tyto složky jsou v největší míře upravovány na koncový palivový produkt. Tyto metabolity však lze brát v úvahu i jako zdroje chemických látek. Enzymatickým štěpením celulosy a hemicelulosy dostáváme směs cukrů vhodných pro následnou separaci a využití v potravinářském a chemickém průmyslu.

Kromě využití cukrů jako zdrojů pro následnou fermentaci se objevují práce na téma hledání alternativních monomerů vyrobených z biomasy. Jde o vytvoření ekvivalentních polymerů vůči klasickým petrochemickým produktům. Řešení se objevuje např. ve vytvoření monomerů furanového základu, oproti benzenovému.

Dřevní pojivo lignin, které vypadává v procesu hydrolýzy dřeva, se díky své struktuře může brát jako prekursor vysoce aromatických sloučenin, které se získají za použití vhodného termochemického procesu.

Sekundární metabolity

Gumy, pryskyřice, vosky, terpeny, steroidy, glyceridy, kyseliny můžeme řadit označením jako sekundární metabolity obsažené v biomase. Jejich množství se značně odvíjí od druhu rostlin a jejich částí. V současné době se vyvíjí způsob efektivní izolace a vedlejšího využití těchto metabolitů. Využití sekundárních metabolitů v plastikařském průmyslu spočívá především ve využití jako stabilizátory, plastifikátory, antistatika, polymerační emulgátory apod. Při zpracování sekundárních metabolitů se nabízí i alternativní cesta enzymatické transformace a izolace.

Jde o využití biomasy jako zdroje High Value Chemicals, které v konečném měřítku zvýší celkovou cenu výstupních technologických produktů. Mezi návrhy na budoucí postupy při zpracování těchto typů chemikálií se objevují zejména návrhy na rozvoj separačních metod.

Separční metody směřované na zpracování biooleje – produktu pyrolýzy biomasy – se odvíjejí dle typu a vlastností izolovaných látek. Mezi hlavní výhledové separační metody může patřit mj. extraktivní destilace rozvětvených polymerů.

Aplikace environmentálních technologií přesahují i do dalších průmyslových odvětví – papírenský průmysl, textilní průmysl, plasty, kosmetika, mýdla, detergenty.

Základem je změnit pohled na biomasu jako na zdroj paliv bez využití ostatních produktů, které je možné získat jejich úpravou. Nabízí se zde možnost vytvoření několika cílů pro následující výzkumnou agendu právě se zaměřením na vývoj technologií pro získávání chemických látek z biomasy, které se stanou buď částečnou náhradou stávajících, nebo samostatnou novou surovinou.

V současnosti vzniká ve světě každý rok desítky milionů tun polymerních odpadů. Naprostá většina z nich je spalena nebo skládkována. V průměru se globálně údajně zrecykluje pouze necelých 30 % plastových odpadů². Recyklace plastů je v současnosti mimo jiné aspekty bohužel především obchod. Ten ovšem zažívá horší roky, přičemž na vině je hlavně velké množství odpadů na trhu (po změně s obchodováním v Číně) a v neposlední řadě také neefektivní systém třídění odpadů.

Vytříděný plastový odpad se může dále zpracovávat, nebo recyklovat v závislosti na složení, jak běžnými plastikařskými technologiemi (vytlačování, vstřikování, vyfukování atd.), tak i speciálními recyklačními technologiemi. Tyto technologie lze rozdělit například následovně³:

ASTM D7209-06 standardní definice	Ekvivalent ISO 15270 standardní definice	Jiné ekvivalentní termíny
Primární recyklace	Mechanická recyklace	Recyklace v uzavřené smyčce
Sekundární recyklace	Mechanická recyklace	Downgrading*
Terciální recyklace	Chemická recyklace	Recyklace na vstupní suroviny
Kvartérní recyklace	Obnovení energie	Energetické zhodnocení

*zbytkový materiál zůstávající po vytrídění – semele se a používá na výrobu druhořadých nevzhledných plastů

Chemická recyklace plastových odpadů využívá technologické postupy, při nichž probíhají chemické reakce. V průběhu procesu chemické recyklace jsou plastové odpady podrobovány působení zvýšené teploty, a to buď v přítomnosti, či nepřítomnosti kyslíku, případně za přídavku vodíku nebo jiných látek. Makromolekulární látky se štěpí na nízkomolekulární sloučeniny s jednoduššími řetězci často podobné ropným frakcím. Tepelné krakování plastového odpadu se provádí zpravidla pyrolýzou nebo zplyňováním. Získané uhlovodíky jsou podle své kvality (složení) využívány jako zdroj tepla pro různé procesy nebo surovina v petrochemickém průmyslu.

Odpady, které v současnosti lidstvo produkuje představují obrovskou zátěž pro životní prostředí. Polymery, které jsou známy pro svou velmi dlouhou a obtížnou degradovatelnost v prostředí, patří mezi hlavní odpadní materiály, jimž společnost věnuje zvýšenou pozornost. Snaha po recyklaci polymerů sebou ovšem nese celou řadu rizik. Hlavní rizika lze shrnout do následujících kategorií:

- a) Vysoká heterogenita odpadních polymerů přítomných v odpadech (velké problémy s jejich tříděním).

² Odpady 7/2017.

³ European Commission DG ENV, Plastic Waste in Environment, April 2011.

- b) Přítomnost různých chemických přísad v polymerech a jejich negativní vliv na životní prostředí (tyto přísady mohou být v určitých případech toxické, mohou způsobovat korozi zpracovatelských zařízení, podporovat rozklad polymerů na mikroplasty a podobně).
- c) Ekonomické hledisko recyklace polymerů (vysoká energetická náročnost recyklačních procesů, nestabilní hospodářský trh pro tyto komodity, nedostatek finančních pobídek).
- d) Ekologická legislativa (časté změny zákonů, problematická kontrola a její vymáhání).

V případě bodu a) lze říci, že v současné době neexistuje v průmyslovém měřítku úplně spolehlivá technologie ke třídění plastů podle jednotlivých druhů. Vždy je nutno počítat s kontaminací v případě komoditních plastů pocházejících z komunálních odpadů (PE, PP, PS, PVC, PET) jinými druhy polymerů nebo sebou navzájem. Asi největší čistoty po vytrídění v současnosti dosahuje PET z nápojových obalů, který je vzorem pro třídění ostatních plastů. Trochu lepší nicméně také neuspokojivá je situace u třídění odpadů v elektrickém, elektrotechnickém průmyslu a automobilovém průmyslu. Hlavním důvodem je použití řady technických, ale i speciálních plastů, které ještě více třídění znesnadňují.

Přítomnost různých chemických příměsí v polymerech zmíněná v bodě b) představuje velkou výzvu pro všechny recyklační techniky. Přidaná aditiva jsou značně různorodá a mohou být dokonce na polymer navázána chemicky. To velmi znesnadňuje jejich odstranění z polymerů a v mnohých případech recyklaci úplně znemožňuje. Nejhorší je přítomnost dnes již zakázaných látek, kvůli kterým je podle legislativních požadavků některé materiály zakázáno úplně recyklovat (například těžké kovy v případě PVC nebo expandovatelný polystyren s hexabromocyklododekanem). Velmi důležité jsou tedy přísady typu retardérů hoření obsahující halogenové prvky. Tato aditiva se vyskytují ve větším množství především ve stavebních výrobcích, elektrickém, elektrotechnickém zboží a automobilech, kde si je žádá požární legislativa. V obalovém průmyslu není jejich výskyt žádoucí, nicméně se lze setkat v minulosti i s výjimkami, například obalový expandovatelný polystyren pro ochranu průmyslového zboží (televize, bílé zboží) mohl v minulosti také obsahovat retardér hoření hexabromocyklododekan. V posledních cca 10 letech došlo u těchto halogenových polymerních přísad ke snižování jejich použití, a to hlavně z ekologických důvodů. Všude tam, kde to bylo možné byly nahrazovány alternativními retardéry hoření, nejčastěji oxidy nebo hydroxidy kovů.

Výhodou chemické recyklace je možnost vyrábět polymery stejné kvality, včetně materiálů použitelných pro styk s potravinami, jako při použití fosilních surovin. Ekonomické hledisko následného zpracování polymerních odpadů z bodu c) vychází pro řadu průmyslových technik v současnosti bohužel negativně. Jednoznačně lze říci, že recyklované polymery, produkty pyrolýzy, a podobně jsou cenově srovnatelné s panenskými plasty nebo jinými ropnými produkty, nebo je jejich cena dokonce vyšší. Vzhledem k tomu, že tyto výrobky nebývají, jak již bylo naznačeno výše, prvotřídní kvality, nelze se divit, že řada výrobců nebo zpracovatelů tyto suroviny odmítá, protože jim při výrobě způsobují problémy. V současné době se tedy často stává, že není problém plasty zrecyklovat, ale co dělat s recyklovanými výrobky. Bez cílené podpory tohoto typu výrobků je jejich využití velmi problematické.

Velkým problémem současnosti se stává také legislativa zmíněná v bodě d), a to zejména ekologická. Řada zákonů není mezi jednotlivými státy koordinována, zákony jsou často nejednoznačné a jejich vymáhání velmi problematické.

Prioritní výzkumná témata:

- vývoj materiálů z obnovitelných surovin;
- vývoj moderních obalových materiálů s přihlédnutím k recyklacím po skončení životního cyklu;
- implementace ekodesignu pro obaly s ohledem na recyklovatelnost;
- řešení ochrany řek a moří před plastovými, zejména jednorázovými odpady;
- zamezení ztrát plastových granulí v řetězci výroba – transport – zpracování;
- rozvoj recyklačních technologií včetně vývoje chemické recyklace směsných odpadních plastů.

4 Technologie výroby a využití plastů

4.1 Úvod

Chemický průmysl je považován, jako třetí nejdůležitější průmyslový sektor, za nejlepší indikátor vývoje globální ekonomiky. Na světovém obratu ve výši 3,5 bilionu USD se podílí Čína 1,3 biliony USD, následují Evropa a uskupení NAFTA se souhrnným obratem 1,2 bilionu USD. Necelou polovinou se na obratu podílí petrochemie a výroba plastů. Také v produkci plastů dominuje Čína s 29,4 % podílem, následuje Evropa s 18,5 % a uskupení NAFTA s 17,7 %. Do roku 2030 se podíl Číny zvýší na 44 %, podíl Evropy poklesne na 12 %.

V současnosti spotřebovává evropský chemický průmysl každoročně 80 mil. tun surovin, z nichž obnovitelné zdroje tvoří 10 %. Významnější náhrada fosilních zdrojů není v horizontu desítek let reálná. Evropský petrochemický průmysl je v konkurenční nevýhodě vůči USA s levnějšími zdroji na bázi břidlicového plynu a nižších cen energií, vůči Číně v jejich levnější uhelné bázi. Evropa přebírá odpovědnost za bezpečnost chemikálií, životní prostředí, udržitelnost a cirkulární ekonomiku vážněji.

Výroba a zpracování plastických hmot jsou nejrychleji se rozvíjejícím oborem chemického průmyslu ČR. Plastické hmoty jsou ve stále širším měřítku používány jako konstrukční materiály ve stavebnictví, při výrobě různých součástí strojů, ve výrobě dopravních prostředků, spotřebních předmětů všeho druhu, v obalové technice atd. Dnes se vyrábějí plasty se specifickými vlastnostmi podle požadavků nejrůznějších hospodářských oblastí. Nové druhy plastických hmot a technický rozvoj otevírají stále nové možnosti využití plastů ve všech oblastech lidské činnosti. Zajímavým příkladem je detekce ionizujícího záření, kde se s úspěchem uplatňují scintilační polymerní detektory. Ty jsou založeny na vlastnosti některých látek reagovat světelnými záblesky neboli scintilacemi na pohlcení kvant ionizujícího záření; tyto světelné záblesky se pak elektronicky registrují pomocí fotonásobičů.

Podle studie ICIS „Supply and Demand Database“ z roku 2018 bude Evropa v roce 2025 dovážet v roce 2025 značná množství polyolefinů – konkrétně 5,2 mil. tun PE a 4,5 mil. tun PP. Ze současného exportního teritoria pro primární plasty se stane výrazně závislá na importu ze zemí Středního Východu a Severní Ameriky. Příčinou je i nízká konkurenceschopnost Evropy z důvodů vyšších cen monomerů jako jsou etylen a propylen a vysoké ceny energií a zaostávání ve využití levnějšího břidlicového plynu na vysokokapacitních jednotkách. Ke zmírnění deficitu by mohla Evropě přispět cirkulární ekonomika plastů, včetně vyššího využití odpadů chemickou recyklací.

Plastikářský průmysl v České republice se stále rozvíjí a jeho postavení v rámci domácího zpracovatelského průmyslu je stále významný. Význam odvětví ještě vzrostl díky těsné vazbě na dynamicky se rozvíjející automobilový, elektrotechnický průmysl a stavebnictví. Tempo růstu výroby plastů u nás roste ročně ve vazbě na růst výroby ve výše uvedených odvětvích. Jeho perspektiva je dále posilována dobrou surovinovou základnou, širokými dodavatelskými vazbami s navazujícími průmyslovými segmenty, dosavadní nízkou spotřebou plastů na obyvatele v porovnání se zeměmi západní Evropy i rostoucí konkurenceschopností domácích výrobců díky přílivu špičkových technologií.

Podle údajů Plastics Europe dosáhla spotřeba plastů v ČR v roce 2017 1,3 mil. tun, což představuje spotřebu 123 kg plastů na jednoho obyvatele, což je hodnota je nad průměrem EU, a dále se drží přibližně na této úrovni.

Problém ČR je omezený sortiment z výroby plastů pouze na tzv. komoditní typy: PE, PP, PVC a PS (EPS). Některé z těchto plastů mají nízkou šanci na další rozvoj (nízká kapacita, ekologie, zastaralost technologií) a mohou být postupně odstavovány. Vývoj a užití nových plastů s vlastnostmi připravovanými na míru je důležitým stimulem rozvoje v řadě průmyslových odvětví. Je to cesta, jak zapojit do řetězce velkých výrobců komoditních plastů firmy zabývající se kompaundováním. Potřeba budoucích technologií se promítá přímo do rostoucích požadavků na nové plasty a materiály s požadovanými vlastnostmi, metod jejich přípravy, nákladovosti výroby a jejich recyklovatelnosti.

Byla registrována potřeba zlepšené identifikace příležitostí v úzké spolupráci s průmyslovými partnery a zlepšení koordinace veřejného a soukromého výzkumu k překonání omezených přírodních a finančních zdrojů s cílem zamezit fragmentaci a duplicitám úsilí.

Mezi trvalé cíle patří mimo jiné:

- Připravit nové materiály a zajistit nové postupy pro využití obnovitelných a netradičních zdrojů energie.
- Snížit energetickou náročnost provozu budov.
- Vyvinout nové materiály, nové přísady do výrobků jiných odvětví, nové polymery a katalyzátory. Značnou roli hrají v tomto úsilí aditiva pro plasty. Rozvíjet se budou zejména bio-aditiva, ale i retardéry hoření a barviva, včetně nano-TiO₂.
- Vývoj katalytické vnitřní vrstvy obalů potravin pro odstranění zbytkového kyslíku pro skladování potravin.
- Snižovat hmotnost dopravních prostředků a tím i spotřebu pohonných hmot a exhalace.

S růstem globalizace, aplikací a využívání výpočetní techniky ve výrobach a obchodu, realizací procesů Průmysl 4.0 a cirkulární ekonomiky se zvyšuje význam digitalizace. Průmysl 4.0 lze definovat jako transformaci stávajících výrobních systémů v důsledku integrace digitálních technologií a internetu. Digitalizace se stává klíčovým prvkem ve strategiích nejenom výrobců plastů, ale i kompaunderů a zpracovatelů a recyklátorů odpadních plastů. Hlavní zaměření strojírenského veletrhu, konaného v dubnu 2019 za účasti 6 500 společností, je logo „Průmyslová inteligence“. Digitalizace bude kontrolovat síťová výrobní zařízení tak, aby se staly flexibilnějšími a nákladově efektivnějšími. Napomůže tomu nový standard sítě 5G od roku 2020.

Prioritní výzkumná témata:

- vývoj moderních technologií výroby, zpracování a aplikací komoditních, inženýrských a speciálních plastů;
- zavádění digitalizace v řetězci od výroby, přes zpracování, aplikací a využití pro ukončení životnosti plastů;
- vývoj polymer-stabilizovaných bimetalových nanokatalyzátorů;
- výzkum nosičů katalytických komponent při polymeraci styrenu a olefinů;
- výzkum v oblasti plastových scintilátorů (uplatnění nanoplniv a speciálních aditiv);

4.2 Spotřební výrobky (kosmetika, nátěrové hmoty, textil, obaly a další)

Jedním ze základních cílů Vize české chemie je přispět ke zlepšení kvality života při zachování principů trvalé udržitelnosti. Aplikací moderních technologií jako jsou nanotechnologie nebo biotechnologie lze získat nové materiály a výrobky s vyšší přidanou hodnotou často při využití obnovitelných zdrojů surovin.

Implementace moderní kontroly potravin a smart obalů umožní lepší management skladování potravin a současně umožní zákazníkům prokazatelně určit kvalitu výrobků. Smart obaly budou fungovat nejenom jako ochrana proti znečištění a proti oxidaci, ale budou fungovat současně jako senzory kvality, což je efektivnější než udávání doby respirace.

Plast je předním materiálem na trhu kosmetických obalů s odhadovaným podílem 64,5 % v roce 2024. Asie a Tichomoří zaujímá dominantní postavení na trhu s kosmetickými obaly, na které v roce 2024 připadá 44,3 %, a to díky své velké spotřebitelské základně, rostoucí populaci střední třídy a silné poptávce po produktech pro krásu a osobní péči. S rostoucím povědomím o životním prostředí se trh posouvá směrem k udržitelným řešením, jako jsou recyklovatelné, znovu plnitelné a biologicky rozložitelné materiály, které uspokojují rostoucí poptávku po ekologických kosmetických výrobcích. Vzhledem k tomu, že kosmetický průmysl nadále globálně expanduje, poháněný spotřebitelskou poptávkou po vysoce kvalitních a rozmanitých kosmetických produktech, zůstává trh s kosmetickými obaly dynamickým a vyvíjejícím se odvětvím. Obal je obvykle první a poslední věc, kterou vidíme při interakci s tímto výrobkem. Co se stane s tímto obalem, když je produkt spotřebován? Obvykle skončí jako odpad. Čínská kosmetická společnost Yan An Tang (YAT) nabízí svým uživatelům alternativu k vyhazování těchto položek tím, že je znovu získá pro recyklaci po spotřebiteli (PCR). K únoru 2024 má YAT 280 000 registrovaných uživatelů a recyklovala téměř 750 000 kosmetických lahvíček, což je dobrý příklad znovupoužití kosmetických obalů (<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-examples/reducing-plastic-waste-in-cosmetics-through-tech-innovation-yan-an-tang>).

V souvislosti s rostoucí poptávkou po začleňování recyklovaných materiálů do obalů byl společnou pracovní skupinou ELIPSO-FEBEA za účasti odborníků z obou asociací vypracován návod k zajištění začlenění recyklovaných plastů do obalů kosmetiky. ELIPSO (oborové sdružení zastupující výrobce plastových a flexibilních obalů) a FEBEA (oborové sdružení zastupující výrobce kosmetických výrobků) upozorňují, že tento dokument nepředstavuje právní výklad předpisů platných pro obaly určené pro kosmetické výrobky. Nezabývá žádného provozovatele jeho odpovědností za dodržování těchto předpisů (<https://www.elipso.org/publications/guidelines-incorporating-recycled-plastics-into-cosmetic-packaging-in-europe/>).

Dalším aspektem je vývoj nových anorganických UV absorbérů jak pro kosmetiku, tak pro nátěrové hmoty, plasty a vlákna. Ochrana proti zdraví škodlivému UV záření je jedním z opatření pro zdraví lidí.

Spolupracovat při náhradách zakázaných záměrně přidávaných mikroplastů od kosmetických přípravků a zubních past.

Jedním z trendů vývoje plastů jsou kaskádové polymerační technologie pro přípravu multimodálních polymerů (PE, PP) pro výrobu moderních obalových materiálů. Tyto pokročilé

technologie (např. HOSTALEN ACP pro výrobu vysokohustotního PE) sestávají ze tří (či více) polymeračních reaktorů řazených do série. Polymerační podmínky a složení reakční směsi mohou být v každém reaktoru řízeny nezávisle, což umožní výrobu polymerů s multi-modální distribucí molekulových hmotností a s řízeným obsahem komonomeru v jednotlivých frakcích (např. nízkomolekulární homopolymer + výšemolekulární kopolymer + ultravysokomolekulární kopolymer). Vlastnosti polymeru tak lze nastavit „na míru“ konkrétní aplikaci. Tyto polymery vykazují vyváženou kombinaci tuhosti, houževnatosti, zvýšené odolnosti proti korozi za napětí a zlepšené zpracovatelnosti, tedy vlastností, kterých nelze v optimální míře dosáhnout jednostupňovou polymerací. Použití těchto polymerů rovněž znamená úsporu hmotnosti výrobku (tenčí stěna) a zkrácení zpracovatelského cyklu. V případě multimodální technologie pro výrobu izotaktického PP (např. proces BORSTAR 2G) mohou být vyrobeny polymery nejen s optimálně vyváženými zpracovatelskými a mechanickými vlastnostmi, ale i dalšími výjimečnými vlastnostmi – extrémní čistotou (velmi nízký obsah katalytických zbytků), vynikající transparentností, měkkostí a dobrou pevností svarů i po sterilizaci (zdravotnictví – náhrada měkčeného PVC).

Významnou roli hrají plasty při balení potravin, kde přispívají k ochraně kvality a prodloužení životnosti. Bariérové koextrudované vícevrstvé folie z různých typů plastů omezují přenos kyslíku, vlhkosti a bakterií na potraviny. Folie pro vakuové balení potravin pod dusíkem nebo oxidem uhličitým poskytují dostatečnou ochranu. Byly vyvinuty a technologicky optimalizovány až jedenáctivrstvé folie, ve kterých se uplatňují i recykláty. Současný tlak na monomateriálové plasty pro obaly však bude nutit výrobce obalů k ekodesignu s ohledem na recyklovatelnost po skončení životnosti. Evropská unie se připravuje na zrychlené schválení 137 procesů recyklace plastů určených k balení jídla a nápojů. Za nebezpečné je považována skutečnost, že recyklované plasty mohou obsahovat chemikálie, které nevyhovují předpisům pro styk s potravinami. Je to téma pro výzkum.

Prioritní výzkumná témata:

- vývoj povrchových úprav se zlepšenými vlastnostmi a odolností proti různým, zejména povětrnostním vlivům;
- vývoj moderních zdravotně nezávadných anorganických UV absorbérů jak pro nátěrové hmoty, tak pro kosmetiku a plasty;
- vývoj polymerů se speciálními vlastnostmi (magnetické, vodivé atd.);
- vývoj samoorganizovatelných kompozitních materiálů a “chytrých povrchů”;

4.3 Nanokompozity

Jednou z aplikací plastů jsou výrobky s vysokou přidanou hodnotou na bázi nanokompozitů. Nanokompozity jsou materiály složené ze dvou nebo více různých složek, z nich alespoň jedna se v materiálu vyskytuje ve formě částic o velikostech jednotek až desítek nanometrů, přičemž často jde o aktivní nanočástice, tj. částice se zajímavými optickými, magnetickými, elektrickými a jinými vlastnostmi rovnoměrně rozptýlené nejčastěji v polymerní matici. Důvodem použití aktivní látky ve formě nanočástic jsou její kvalitativně odlišné fyzikální vlastnosti oproti běžným plnivům. Vlastnosti nanokompozitů se odvíjejí jednak od složení, ale zároveň od velikosti částic, jejich morfologie a uspořádání. Kompozitní nanomateriály mají velmi široké použití. Například ukládání informací,

magnetické chlazení, ferrofluidy, zobrazovací metody v medicíně, různé senzory, elektromechanické a magnetomechanické měniče, antiseptická vlákna, a mnohé další.

Polymerní nanokompozity s anorganickými nanoplnivy (jíly, oxidy, kovy...) mají dnes již poměrně široké průmyslové využití, např. v automobilovém, leteckém a obranném průmyslu. Jednou ze stěžejních otázek přípravy těchto materiálů ale zůstává dispergace nanoplniva v matrici a jeho adheze k polymeru. Perspektivní jsou plastové konstrukční materiály, které budou mít vyšší pevnost, tvrdost, tvarovou stálost, větší tepelnou stabilitu a menší hořlavost. Polymerní nanokompozity se také uplatňují v případě nátěrových hmot a povrchových úprav. Takto lze použitím nanoplniv očekávat zlepšení odolnosti proti poškrábání, zlepšení tepelné odolnosti, vzrůst tvrdosti, zlepšení ořezuvzdornosti, zlepšení bariérového efektu (nižší plyno- a paropropustnost), zvýšení odolnosti proti UV záření, snížení koeficientu tření na povrchu úpravy, snížení hodnoty expanzního koeficientu, snížení prostupnosti vůči kapalinám, snížení hořlavosti, mikrobiální odolnost, rozměrovou stálost nebo zvýšenou odolnost proti šíření trhlin. Je tak možno ovlivnit nejen životnost, ale tyto změny jsou extrémně důležité i z hlediska konečné aplikace takového materiálu. Vyvíjené nanokompozity naleznou uplatnění zejména při zvyšování kvality plastových, gumárenských a dalších polymerních výrobků.

Stále více se budou používat nanomateriály v ořezuvzdorných a korozivzdorných povlacích, v nových keramických materiálech pro výrobu vodních trysek, injektorů, opláštění zbraňových systémů či povlékání elektrod v energetických zařízeních. V elektronice se budou nahrazovat současné logické obvody optickými spoji. Nanotrubičky budou využívány pro výrobu pružných obrazovek, displejů a velkokapacitních pamětí. V energetice se trubičky využijí pro uskladňování vodíku pro palivové články. Výzkumné práce budou zaměřeny zejména na přípravu nanočástic, dispergační proces a na studium vlivu modifikujících látek na konečné vlastnosti nanokompozitů.

Mezi nanokompozity lze také zařadit tzv. „chytré, inteligentní“ nátěry a povlaky, pokud jsou založeny na využití různých typů nanočástic. Tyto nátěry mají nové vlastnosti a funkce a jsou schopny reagovat na vnější podněty a interagovat s okolím. V současné době jsou tyto nátěry používány hlavně jako clearcoaty v automobilovém průmyslu a nanostrukturované elektro- nebo opticky aktivní inteligentní povrchy.

Nanokompozity nacházejí reálné aplikace v řadě významných oborů techniky. Tyto materiály často s novými vynikajícími vlastnostmi přinášejí žádoucí inovace a nezachycení těchto trendů může negativně ovlivnit budoucí konkurenceschopnost, např. strojírenství, automobilového průmyslu, stavebnictví a atd. ČR má dobré předpoklady pro efektivní rozvoj aplikací moderních nanokompozitů.

Možný směr vývoje nanokompozitů by mohla být i možnost aplikace nanovláken. Tato vlákna na bázi různých polymerů i anorganických sloučenin (TiO_2 , ZrO_2 , TiN) jsou v ČR vyvíjena na Technické Univerzitě v Liberci v úzké spolupráci s firmou Elmarco.

Velkou pozornost v oblasti vývoje potenciálních průmyslových aplikací v posledních letech přitahují polymerní nanokompozity s obsahem nanoplniv na bázi uhlíku, a to uhlíkových nanotubic, jak jednovrstvých (singlewalled carbon nanotubes, SWCNT), tak i vícevrstvých (multiwalled carbon nanotubes, MWCNT), a především na bázi grafenu. Díky své unikátní struktuře propůjčuje grafen nanokompozitu výjimečné vlastnosti mechanické, elektrické, termické, či optické, které nejsou dosažitelné jinými způsoby. Vývoj ekonomicky schůdné a environmentálně akceptovatelné

průmyslové výroby grafenu (případně i uhlíkových nanovláken) a jeho aplikací je oblastí, která zasluhuje zvýšenou pozornost.

V souvislosti se stále širším využíváním nanomateriálů je nezbytné zaměření také na hygienické a environmentální důsledky jejich používání. V současnosti je pozornost odborné i laické veřejnosti také upřena na využívání obnovitelných zdrojů a cirkulární ekonomiku. Potenciálním vývojovým tématem tak mohou být např. nanovlákná na bázi celulózy zabudovaná do matrice na bázi vhodných biodegradabilních polymerů a další.

Prioritní výzkumná témata:

- využití a modifikace dosavadních způsobů přípravy nanočástic ke zlepšení vlastností polymerních materiálů a optimalizaci vlastností nanokompozitu vzhledem k zamýšlené oblasti jeho využití;
- výzkum zaměřený na pochopení efektů nano-plniv s velkým specifickým povrchem na mechanické, degradační a hořlavostní vlastnosti polymerů;
- metody přípravy nových nanostrukturních a nanokompozitních materiálů založených na unikátních vlastnostech nanočástic (slitin) kovů a (směsných) oxidů kovů a jejich interakci s anorganickými nosiči;
- výzkum podmínek přípravy nových typů anorganických a organických nanočástic a nanokompozitních materiálů;
- studium vlivu používání nanočástic na životní prostředí a zdraví.

4.4 Materiály pro zdravotnictví

Farmaceutický průmysl a medicína jsou významnými iniciátory inovací jak v materiálové, tak technologické oblasti. Díky tomu již dnes můžeme registrovat řadu aplikací polymerních materiálů ve Farmaceutický průmysl a medicína jsou významnými iniciátory inovací jak v materiálové, tak technologické oblasti. Díky tomu již dnes můžeme registrovat řadu aplikací polymerních materiálů ve zdravotnictví. Nové materiály se již nyní uplatňují v neinvazivní medicíně. V oboru nanokompozitů se jedná především o kompozity s uhlíkovou či polymerní matricí vyztuženou uhlíkovými vlákny. Jsou považovány za perspektivní např. pro konstrukci kostních a kloubních náhrad a kostních implantátů. Výsledky materiálového výzkumu budou využitelné ve zdravotnictví především v oborech: neurochirurgie (umělé náhrady a přemostění defektů), traumatologie (poranění mozku a míchy), neurologie (Parkinsonova choroba, roztroušená skleróza), imunologie (poruchy imunity), pediatrie (vrozené vady, perinatální poškození), ortopedie (náhrady chrupavek a kostí), oftalmologie (náhrady rohovky), otolaryngologie, stomatologie (zubní náhrady), plastická chirurgie a dermatologie. V řadě případů se může jednat i o prostředky pro veterinární účely.

Nové materiály (zejména nanomateriály) na jedné straně nabízejí nové vlastnosti, na druhé straně představují i dosud ne zcela prozkoumaná rizika vyplývající zejména z jejich bioaktivity.

Vývoj vhodných materiálů pro zdravotnictví vyžaduje velmi úzkou spolupráci s vědeckými pracovišti ve zdravotnictví.

Chemický průmysl je zdrojem ekonomicky dostupných základních materiálů, jako jsou speciální polymery, biomateriály nebo nanomateriály. Tyto materiály musí respektovat základní požadavky

medicíny, a to jak netoxičnost, tak biokompatibilitu. Jedním z příkladů jsou biopolymery, které jsou plně biokompatibilní, zcela netoxické a plně biodegradovatelné a navíc jsou dostupné jako suroviny průmyslově vyráběné v požadované čistotě.

Mezi nejčastěji používané plasty ve zdravotnictví patří polyetylen (např. plastové lahve pro solné nebo irigační roztoky), polypropylen (obaly na chirurgické nástroje, potřeby pro sportovní medicínu, ortopedii, zdravotnické prostředky, dodávky léků, farmaceutickou, kardiovaskulární, neurologickou a diagnostickou medicínu), jejich kopolymery (např. injekční stříkačky) a polyvinylchlorid (např. vaky pro nitrožilní tekutiny, hadičky). Mezi další používané plasty, které mají některé specifické vlastnosti patří:

Ultra-vysokomolekulární polyetylen (UHMW-PE) je plast s vysokou rázovou pevností, dobrou odolností proti opotřebení a oděru, vynikající chemickou odolností a vynikajícími vlastnostmi při nízkých teplotách. Inženýři volí UHMW-PE, protože se vyrábí z prémiových pryskyřic v souladu se specifikací ASTM F648 a mezinárodními normami ISO 5834-1 pro chirurgické implantáty a lékařská zařízení. Oblasti použití zahrnují sportovní medicínu, ortopedii, zdravotnické prostředky, dodávky léků, farmaceutickou, kardiovaskulární, neurologickou a diagnostickou medicínu.

Akryl, obecný název pro *polymethylmethakrylát (PMMA)*, je termoplast lékařské kvality používaný při výrobě lékařských zařízení a lékařských implantátů, jako jsou implantáty nitroočních čoček, kostní cement a lebeční implantáty. Inženýři volí akrylát pro lékařské přístroje vyžadující rázovou houževnatost, chemickou odolnost, biokompatibilitu a čírost. Oblasti použití zahrnují dodávky léků, farmaceutickou, kardiovaskulární, neurologickou a diagnostickou medicínu. V řadě aplikací, kde se vyžaduje vysoké transparentnosti a současně i vyšší teplotní odolnosti se také využívá *polykarbonát (PC)*.

Acetalový kopolymer (polyoxymethylen) je termoplast lékařské kvality s vysokou mechanickou pevností, tuhostí a rozměrovou stálostí. Poskytuje dobré kluzné vlastnosti a vynikající odolnost proti opotřebení a také nízkou absorpci vlhkosti. Inženýři zvolili acetalový kopolymer kvůli jeho dobré rozměrové stabilitě a zvláště dobré únavové pevnosti, stejně jako vynikající schopnosti obrábění, což z něj činí vysoce univerzální konstrukční materiál, a to i pro složité součásti. Oblasti využití zahrnují sportovní medicínu, ortopedii, lékařské přístroje, dodávky léků, farmaceutickou, kardiovaskulární, neurologickou a diagnostickou medicínu.

Polyether Ether Ketone (PEEK) je unikátní technický termoplast, který také nabízí vynikající chemickou kompatibilitu, nízkou náchylnost k praskání pod napětím, klinicky ověřenou biokompatibilitu, vysokou rozměrovou stabilitu a dobrou elektrickou izolaci. PEEK se snadno obrábí a má vynikající mechanickou pevnost a rázové vlastnosti. Obory využití jsou sportovní medicína, lebeční medicína, ortopedie, lékařské přístroje, aplikace léků, farmaceutická, kardiovaskulární, neurologická a diagnostická medicína.

Polyfenylensulfid (PPS) je vysokoteplotní termoplastický polymer, který je velmi chemicky odolný s úžasnou mechanickou pevností i při teplotách nad 200 °C (392 °F), s nízkou náchylností k tečení. PPS se volí pro nízkou absorpci vody, dobrou rozměrovou stabilitu a vynikající elektrické vlastnosti. Mezi lékařské oblasti, které pravidelně využívají PPS, patří lékařské přístroje, dodávky léků, farmaceutická, kardiovaskulární, neurologická a diagnostická medicína.

Ve zdravotnictví se používá velké množství jednorázových plastů, což je opodstatněné vzhledem k nutnosti omezit rozvoj a přenos infekcí a udržet sterilní prostředí. Avšak podobně jako v jiných

sektorech, i ve zdravotnictví se objevují snahy zredukovat jejich množství a tím přispět ke snížení uhlíkové stopy tohoto odvětví. Prověřují se možnosti jejich náhrady za alternativní materiály, materiály na bázi udržitelných materiálů, prověřují se možnosti a efektivnost návratu k opakovaně použitelným nástrojům s nutností sterilizace a uvažují se možnosti recyklace (Reduce – Reuse – Recycle [C. Rizan, F. Mortimer, R. Stancliffe, M. F. Bhutta: *Plastics in healthcare: time for re-evaluation*, Journal of the Royal Society of Medicine: 2020, Vol. 113(2) 49 – 53]).

Prioritní výzkumná témata:

- vývoj vhodných biopolymerů pro farmacii;
- vývoj tzv. bioanalogických polymerů (doprava léků, náhrada kůže nebo kostní dřene);
- vývoj výroby nových membrán pro dialýzu;

4.5 Oxo-degradovatelné a Oxo-biodegradovatelné plasty

Oxo-biodegradovatelné plasty mohou vyhovět požadavku na biodegradovatelnost plastového výrobku, aniž by bylo nezbytné vytvářet novou polymerní strukturu jako náhradu dosavadně používaných polymerů. Vzhledem k tomu, že problematika bioakceptovatelnosti je orientována především do segmentu obalových materiálů, jedná se především o polyolefiny a ještě specifičtěji o LDPE, LLDPE ev. HDPE. Princip fungování oxo-degradovatelného polyolefinu je následující: Standardně stabilizovaný komerční materiál je nadopován sloučeninami (obvykle formou masterbatche) se silným pro-oxidačním účinkem, který se spustí v momentě, kdy dojde ke spotřebování původního stabilizačního systému. Princip je to zdánlivě jednoduchý a logický. Know-how však spočívá ve výběru pro-oxidantu (musí přežít zpracovatelskou fázi) a vybalancování rovnováhy antioxidant/pro-oxidant, která určuje servisní dobu života výrobku. Opticky se sice takto vyrobený obal rozloží, avšak použité těžké kovy a zbytky rozloženého polymeru příliš ekologické nejsou. Navíc tyto typy plastů působí při smíchání s klasickými plasty v rámci mechanických recyklací destruktivně. Řešení by mělo být zaměřeno na vývoj nových typů přísad neškodných životnímu prostředí.

Začátkem listopadu 2017 již Ellen MacArthur Foundation zveřejnila prohlášení 150 organizací požadujících celosvětový zákaz oxo-degradovatelných plastových obalů vzhledem k dopadům fragmentace na životní prostředí vedoucí k většímu znečištění mikroplasty a propagující myšlenku, že materiály a produkty by měly být navrženy v souladu se zásadami oběhového hospodářství.

Podle pracovního dokumentu útvarů, který doprovází sdělení o „Evropské strategii pro plasty v oběhovém hospodářství“, se takzvané oxo-degradabilní plasty biologicky nerozkládají v otevřeném prostředí. Tyto materiály je třeba považovat spíše za fragmenty na malé kousky, což zhoršuje akumulaci mikroplastů v půdě. Neexistuje žádný důkaz o schopnosti oxo-degradovatelných plastů biodegradovat v mořském prostředí. Použité přísady pouze napodobují biodegradaci. Tyto přísady usnadňují a urychlují proces fragmentace, aniž by vedly k biologickému rozkladu. Někteří komentátoři označili potenciální toxické účinky jakýchkoli zbytkových přísad na půdu za problém. Je však zapotřebí dalšího výzkumu na toto téma.

Dne 28. května 2018 předložila Evropská komise návrh směrnice o „snížování dopadu některých plastů na životní prostředí“, která definovala řadu konkrétních opatření pro předcházení vzniku odpadů včetně zákazu uvádění určitých výrobků na trh, ale původní návrh Komise nezmiňoval oxo-

degradovatelné nebo oxo-biodegradovatelné plasty, tudíž žádný zákaz. 27. března 2019 Evropský parlament odhlasoval zákaz určitých plastů na jedno použití, čímž prakticky schválil směrnici Evropského parlamentu a Rady č. 2019/904, do níž byl na poslední chvíli přidán i úplný zákaz uvádění na trh oxo-degradovatelných plastů, což firmy, které je vyvinuly a vyrábějí, vnímají jako politicky motivovaný krok. V jejich postoji je navíc utvrzuje i skutečnost, že Evropská chemická agentura (ECHA) souběžně realizovala Evropskou komisí požadované šetření dopadu oxo-degradovatelných plastů na životní prostředí, k jehož dokončení a předložení výsledků však nedostala příležitost.

Diskuse kolem skutečné biodegradovatelnosti oxo-biodegradovatelných plastů se táhne již řadu let. Existují mezinárodní standardy, např. ASTM D-6954-18 nebo BS8492, podle kterých se biodegradovatelnost těchto plastů hodnotí. Výrobci, např. Wells Plastics, dodává pro svá aditiva certifikáty, které biodegradovatelnost vybraných plastů s aditivou potvrzují. Výrobci upozorňují, že jejich aditiva skutečně zajišťují oxo-biodegradovatelnost, tedy, že rozklad plastu probíhá ve dvou krocích – oxidací v přítomnosti aditiva se rozštěpou polymerní řetězce na krátké úseky, které obsahují oxidované funkční skupiny, a tyto jsou v druhém kroku schopny podlehnout běžným biodegradačním procesům. Přitom se nemají tvořit nebezpečné mikroplasty. Nejedná se tedy o oxo-degradovatelné materiály, které pouze podléhají prvnímu oxodegradačnímu procesu a jejichž použití je směrnicí EU zakázané. Pro účely vysvětlování environmentálních dopadů oxo-biodegradovatelných plastů byla založena nezisková organizace The Oxo-biodegradable Plastics Association (OPA), která sdružuje přes 1600 členů z řad výrobců, obchodníků i konečných zpracovatelů těchto plastů.

Nařízení REACH čl. 69-73 (zákaz oxo-degradovatelných plastů) bylo napadeno Symphony Environmental u Evropského soudu v Lucemburku. O případu bylo rozhodnuto 31. ledna 2024 a přitáhl velkou pozornost k technologii d2w společnosti Symphony. Symphony se již více než deset let snaží vysvětlit institucím EU, že způsob, jak snížit problém znečištění, není zakázat plasty, které jsou skutečně tím nejlepším materiálem pro určité aplikace, ale zlepšit nakládání s odpady a vyrobit plasty oxo-biodegradabilní, takže se rychle biologicky rozloží, pokud se dostane do otevřeného prostředí. Při zvažování směrnice o plastech na jedno použití si Výbor pro životní prostředí Parlamentu nebyl vědom (nebo nepochopil), že oxo-degradace a oxo-Biodegradace jsou dvě velmi odlišné věci. Pokud jde o technické posouzení uvedené technologie, soud potvrdil, že „nemá-li EU přijímat svévolná opatření, která nelze legitimizovat ani zásadou předběžné opatrnosti, musí orgán veřejné moci zajistit, aby veškerá opatření, která přijme, a to i preventivní, byla založena na co nejdůkladnějším vědeckém hodnocení rizik.“ A „vědecké hodnocení by mělo být založeno na nejlepších dostupných vědeckých údajích. EU toto však neprovedla. Nicméně soudu se nepodařilo vyřešit zmatek, který na trhu v této oblasti panuje. Nikdo si nepřál zakázat plasty, které se správně biologicky rozkládají, což snižuje množství znečištění životního prostředí mikroplasty, a které přináší prokázaný přínos pro životní prostředí.

Prioritní výzkumná témata:

- Vývoj materiálů, které se v životním prostředí zcela rozkládají bez tvorby nebezpečných mikroplastů

4.6 Plasty se sníženou hořlavostí

Masovou aplikaci hořlavých polymerních materiálů (PE, PP, PS a další) doprovází snaha zvýšit požární bezpečnost používaných plastů především v místech, kde dochází k shromažďování

většího počtu lidí. Evropská legislativa vyvíjí tlak na výrobce plastů ve smyslu přechodu na typy retardérů hoření, které zaručují vyšší bezpečnost plastů během požárů. Vedle legislativních kroků, vydávání směrnic a nařízení vlád vznikají nové evropské normy, které reflektují tyto důrazné požadavky na vyšší požární bezpečnost používaných materiálů.

Úlohou retardérů hoření je zpomalit proces hoření a nebo jej úplně přerušit. Retardace hoření může probíhat v plynné a v kondenzované fázi, a to buď fyzikální retardací (odvod tepla, ochranná vrstva) a nebo chemickou retardací (zabránění vzniku volných radikálů). Dále rozdělujeme retardéry podle svého chemického složení na

- halogen obsahující
- bezhalogenové (HFFR – halogen-free flame retardants).

První skupinu tvoří především látky obsahující bróm a nebo chlór. Druhou skupinu tvoří hydroxidy $[Mg(OH)_2, Al(OH)_3]$, jejichž rozšíření je největší, dále pak sloučeniny na bázi fosforu, dusíku, zinkboráty. V literatuře je popisovaná rovněž synergie hydroxidu hořečnatého a nanomateriálů.

Tabulka 1: Nejčastěji používané halogenové retardéry hoření do plastů

Označení	Chemický název
DBDPE	Deka-bromdifenyl ethan
	Bromovaný polystyren
BEO	Bromovaný epoxi polymer
Deka-BDE	Deka-bromdifenyl ether
DDO	Deka-bromdifenyloxid
BPADP	Bisfenol A-difenylfosfát
EBP	1,2-bispentabromfenyl
EBTBP	Etylen-bis(tetrabromftalimid)
BrPBPS	Bromovaný polymerní retardér hoření
Deriváty TBBPA	tetrabrombisfenol-bis(2,3-dibrompropyl ether) tetrabrombisfenol A-bis(2-hydroxyethyl ether) tetrabrombisfenol-bis(allylether) tetrabrombisfenol-bis(2,3-dibrom-2-methylpropyl ether)
BTBPE	1,2-bis-(2,4,6-tribromofenoxy)ethan
TDBPP	Tris(2,3-dibromopropyl) fosfát

Tabulka2: V současnosti zakázané retardéry hoření

Označení	Chemický název
TCP	Tris (1,3-dichlor-2-propyl) fosfát
TBB	2-ethylhexyl-2,3,4,5- tetrabrombenzoát
TBPH	Bis-2-ethylhexyl-2,3,4-tetrabrom fosfát
TBBPA	Tetrabrombisfenol A
PBB	Polybromovaný bifenyl
PBC	Polychlorovaný bifenyl
Penta BDE	Penta – bromdifenyl ether

Octa BDE	Okta-bromdifenyl ether
HBCD	Hexabromcyklododekan
TCEP	Tris(2-chlorethyl)fosfát

Typickými představiteli retardérů hoření jsou halogenované parafíny, halogenované alifatické a aromatické sloučeniny a halogenované polymery. V současnosti je známo přibližně 75 různých komerčních bromovaných zpomalovačů hoření (BFR)⁴. BFR jsou rozděleny do tří podskupin v závislosti na způsobu zabudování těchto látek do polymerů: monomery, reaktivní a aditivní přísady.

Bromovaný monomer (bromovaný styren nebo bromovaný butadien) se používá při výrobě bromovaných polymerů, které jsou pak smíchány s nehalogenovanými polymery před polymerací, což vede k polymeru, který obsahuje jak brom, tak monomer.

Reaktivní látky, jako je například tetrabrombisfenol A (TBBPA), jsou chemicky vázány na plasty. Tetrabrombisfenol A (TBBPA) je reaktivní retardant hoření a jeho světová spotřeba dosahuje 210 000 tun, z toho 15 % v Severní Americe a 75 % v Asii. Většina TBBPA se používá jako reaktivní meziprodukt při výrobě epoxidových pryskyřic pro výrobu tištěných spojků. Zbývajících 10 % TBBPA je transformováno do derivátů, které slouží jako retardér hoření pro papír, textilní lepidla a nátěrové hmoty.

I přes jeho nízkou rozpustnost ve vodě se ukazuje, že je akumulován v sedimentech, půdě i biologických matricích po celém světě⁵. Do životního prostředí se dostává z výluhů skládek, kam se ukládají produkty obsahující TBBPA⁶. Zvýšená koncentrace TBBPA byla však zjištěna i v čistírenských kalech⁷. V současné době je již tato sloučenina, zařazená na seznam SVHC (látky vzbuzující mimořádné obavy) v systému REACH a je zakázáno používat ji při výrobě panenských samozhášivých plastů.

Aditivní látky zpomalující hoření (např. polybromovanédifenylethery (PBDE), chlorované fosfáty) jsou prostě smíchány s již vytvořenými polymery.

Většina kongenerů (příbuzných látek) polybromovanýchdifenyletherů je lipofilní, odolná vůči kyselinám, zásadám, teple, světlu, redukčním i oxidačním reakcím a představuje značné riziko pro životní prostředí, kde se akumulují. Tyto organohalogenové aromatické sloučeniny lze dále rozdělit do tří skupin podle počtu vázaných bromových skupin: penta-, okta-, deka-bromovanédifenylethery (BDE). Penta-BDE se vyrábělo v Izraeli, Japonsku, USA a EU. Nejuniverzálnějším bromovaným retardérem je deka-BDE neboli BDE-209. V roce 2001 deka-BDE představoval více než 83 % celosvětové poptávky po PBDE. Polybromovanédifenylethery byly

⁴ Alae M., Arias P., Sjödin A., Bergman A.: An overview of commercially used brominated flame retardants, their applications, their use patterns in different countries/regions and possible modes of release, Environ. Int. 29, 683-689 (2003).

⁵ Shi T., Chen S. J., Luo X. J., Zhang X. L., Tang C. M., Luo Y., Ma Y. J., Wu J. P., Peng X. Z., Mai B. X.: Chemosphere 74, 910 (2009).

Harrad S., Abdallah M. A. E., Rose N. L., Turner S. D., Davidson T. A.: Environ. Sci. Technol. 43, 9077 (2009). Tanabe S., Ramu K., Isobe T., Takahashi S.: J. Environ. Monit. 10, 188 (2008).

⁶ Osako M., Kim Y. J., Sakai S. I.: Chemosphere 57, 1571 (2004).

⁷ Lee H. B., Peart T. E.: Water Qual. Res. J. Can. 37, 681 (2002).

první skupinou bromovaných zpomalovačů hoření, které byly detegovány v životním prostředí⁸. Jejich schopnost akumulace v životním prostředí byla doložena v dalších studiích⁹. Hlavní severoamerický výrobce penta- a okta-BDE ukončil jejich produkci v prosinci 2004 jako důsledek prokázané toxicity těchto látek¹⁰. Prudký růst úrovní PBDE byl uveden ve zprávě o nebezpečných vlastnostech PBDE¹¹, což vedlo k zákazu používání některých PBDE. Evropská unie se rozhodla zakázat používání dvou tříd zpomalovačů hoření, polybromovanýchdifenyletherů (PBDE) a polybromovaných bifenyly (PBB) v elektrických a elektronických zařízeních v roce 2003 vydáním směrnice Evropského parlamentu¹². Na mezinárodní úrovni byly v květnu 2009 na základě Stockholmské úmluvy o perzistentníchorganických látkách (POPs) zařazeny penta-BDE a okta-BDE do kategorie POP látek¹³. Jako náhrady penta-BDE byly ve spolupráci vládních, nevládních organizací a chemického a nábytkářského průmyslu doporučeny látky trifenylfosfát, tribromoneopentyl alkohol a dalších 12 patentovaných chemických látek¹⁴.

Chlorované retardéry s fosforem (např. tris(2-chlorethyl)fosfát) jsou aktivní především v pevné fázi. Nicméně tato sloučenina má také mechanismus působení v plynné fázi, a to přes uvolněný chlor. Původně našel uplatnění v polyuretanových pěnach, v současnosti ho ale nahradily jiné látky. Nyní se používá jako retardant hoření pro plasty, textil a střešní izolace. Na základě dostupných dat byl fosfát identifikován jako látka toxická pro reprodukci s významným nepříznivým potenciálem na plodnost¹⁵. V roce 2009 vydala Evropská unie zprávu o rizicích tris(2-chlorethyl)fosfátu. Byla potvrzena karcinogenita, chronická toxicita a vliv na plodnost¹⁶. Jeho výroba a distribuce zatím omezena není.

Budoucnost retardérů hoření

Zvýšený zájem o životní prostředí vedl v posledních letech k výzkumům týkajících se životního cyklu již používaných chemických látek. Použití látek zpomalujících hoření je na základě výzkumů přehodnocováno. Využití této technologie má však zásadní význam pro požární bezpečnost, a proto se hodnotí jak výhody, tak rizika. Všeobecně používané halogenované retardanty hoření se sice vyznačují vysokou účinností a univerzálností při snižování nebezpečí požáru, ale jejich bioakumulace a potenciální toxicita vedla ke zvýšení regulace a omezení jejich výroby a použití. Spolu s předpisy sílí tlak spotřebitelů proti halogenovaným sloučeninám obecně, včetně těch, u kterých prozatím důkazy o nepříznivých účincích na životní prostředí a na zdraví nebyly prokázány. Postupně jsou halogenované retardanty nahrazovány nehalogenovanými alternativami.

⁸ de Carlo V. J.: Ann. N. Y. Acad. Sci. 320, 678 (1979).

⁹ Law R. J., Allchin C. R., de Boer J., Covaci A., Herzke D., Lepom P.: Chemosphere 64, 187 (2006).
de Wit C. A.: Chemosphere 46, 583 (2002).

¹⁰ Lorber M.: J. Expo. Sci. Environ. Epidemiol. 18, 2 (2008).

¹¹ EHC-152. Polybrominated biphenyls. International Program on Chemical Safety, World Health Organization, Geneva, Switzerland, 1994, <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc152.htm>.

¹² Directive 2002/95/EC of the European Parliament and of the Council of 27 January 2003 on the restriction of the use of certain hazardous substances in electrical and electronic equipment. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2003:037:0019:0023:EN:PDF>.

¹³ Carr H. S., Rosenkranz H. S.: Mutat. Res., Fundam. Mol. Mech. Mutagen. 57, 381 (1978).

¹⁴ Stockholm Convention to list nine new persistent organic pollutants SC-4/18. Reference: C.N.524.2009. <http://chm.pops.int/Convention/ThePOPs/TheNewPOPs/tabid/2511/Default.aspx>.

¹⁵ Beth-Hübner M.: Int. Arch. Occup. Environ. Health 72, M17 (1999).

¹⁶ European Union Risk Assessment Report. Tris(2-chloroethyl)phosphate, TCEP. CAS 115-96-8 (2009) http://ecb.jrc.ec.europa.eu/DOCUMENTS/ExistingChemicals/RISK_ASSESSMENT/REPORT/tcepreport068.pdf.

Anorganické přísady, jako hydroxid hlinitý a hořečnatý byly navrženy jako alternativy šetrné k životnímu prostředí. Nicméně, jejich použití je omezeno, protože k účinnému samozhášení je třeba k materiálu přidat až 70 % anorganického retardantu. Jedním z preferovaných mechanismů je v současnosti kombinace dusíkatých látek zpomalujících hoření a sloučenin fosforu. Dalšími alternativami jsou nanomateriály.

4.7 Plasty pro stavebnictví

Stavebnictví inklinuje k tradičním materiálům, osvědčeným postupům a výrobkům – ale plasty nabízejí příležitosti pro inovace. Budoucnost stavebnictví vždy závisela na ekonomických podmínkách. Změny v tomto odvětví se nyní urychlují prostřednictvím nárůstu poptávky po bydlení ve spojení s novými předpisy, jejichž cílem je učinit průmysl energeticky účinnějším, nakládat s odpady, recyklovat a brát v úvahu LCA (analýza životního cyklu).

Budoucnost bude svědkem růstu inteligentních budov a metod, jako je prefabrikace, které přesunou práci ze stavenišť do továren. Nové materiály a řada polymerních kompozitů a plastů vyztužených sklem budou důležité pro nové konstrukce. Jednou z hlavních výhod plastů je jejich schopnost být navržen pro širší spektrum použití. Jejich odolnost proti korozi, nízká hmotnost a pevnost umožňují potenciál nosných konstrukcí na rozdíl od architektonických prvků.

Polymery jsou široce používány ve stavebnictví z funkčních i estetických důvodů. Jsou lehké, odolné, mají nízkou cenu, fungují jako tepelné a elektrické izolátory, lze je tvarovat do složitých tvarů, dodávají se v atraktivních barvách a texturách, nevyžadují téměř žádné natírání a obecně netrpí korozí kovů nebo mikrobiálním napadením. Díky těmto žádoucím vlastnostem nacházejí plasty mimo jiné uplatnění v obkladech, pěnových izolacích, opláštění domů, střešních systémech, izolaci elektroinstalace, zasklení oken, potrubí, terasách, oplocení a zábradlí. V posledních letech se staly také součástí designu zelených budov. Toto široké použití však vedlo k potřebě recyklovat nebo znovu použít polymery, aby se zabránilo tomu, že plastový odpad způsobí degradaci životního prostředí.

V posledních letech neustále roste popularita inovativní technologie známá jako zakázková výroba plastů. Tuto technologii často používají architekti k vytváření návrhů, které by nikdy nemohly být vytvořeny s konvenčními stavebními materiály. Je těžké si představit, že některé budovy, jako je The Gherkin v Londýně, by nikdy neexistovaly, kdyby nebyl k dispozici plast. Použití pokročilých technik polymerního inženýrství umožňuje nyní vyrábět budovy v jakékoli velikosti nebo tvaru. Plasty poskytují nekonečné možnosti díky svéflexibilitě, což je přesně důvod, proč jsou mezi designéry po celém světě tak oblíbené.

Významné postavení ve stavebnictví mají tepelně-izolační výrobky jak anorganického, tak organického původu /plasty/. Podle studie Markets and Markets se má světový trh spotřeby těchto produktů zvýšit z 26,6 miliard USD v roce 2019 na 37,4 miliardy v roce 2027.

Podle údajů OSN jsou budovy zodpovědné za 39 % emisí CO₂, z toho tři čtvrtiny jsou způsobeny z jejich provozu. Je prokázáno, že energeticky neúsporná budova spotřebuje za svoji životnost 40krát více energie, než bylo vloženo do materiálů a vlastní výstavby.

První Směrnice o energetické náročnosti budov v EU spatřila světlo světa již v roce 2010 jako č. 2010/31/EU, následovala druhá pod číslem 2012/27/EU. Poslední platná, též nazývaná jako EPBD

3, má číslo 2018/844/EU. Uvádí se v ní, že Evropský fond budov je zodpovědný za 36 % emisí CO₂, když spotřebovává téměř 80 % z celkové spotřeby energií na vytápění a chlazení. Podíl renovací stávajících budov na vyšší energetický standard by měl v EU dosáhnout 3 % ročně, oproti současným 0,4 – 1,2 %. Ročně se v EU staví 1 % nových budov s požadovaným energetickým standardem. Do roku 2030 by mělo být rekonstruováno 36 % starších budov, z toho 47 % budov by mělo podstoupit dodatečnou izolaci stěn, 37 % střech a 15 % podlah. Zateplením budov lze snížit náklady na energie až o 45 %.

Investice do renovací budov bude v ČR možno financovat z fondů EU, včetně Fondu obnovy a Modernizačního fondu. Pokračovat budou programy Nová zelená úsporám. Očekává se potřeba investičních prostředků do roku 2030 až ve výši 80 miliard Kč.

Stavebnictví se musí ubírat „zelenou cestou“ v rámci koncepce udržitelné výstavby, která spočívá na pěti principech:

- aplikace nízkouhlíkových, recyklovatelných stavebních materiálů,
- realizace energeticky úsporných projektů výstavby v pasivním provedení,
- minimální zásahy do přírody,
- využívání materiálů od co nejbližší lokalizovaných výrobců.

Evropská unie představila „Renovační vlnu pro budovy“. Před rokem 2001 bylo v EU postaveno 220 milionů budov s málo efektivními technologiemi. Budovy v EU se podílejí 36 % na emisích skleníkových plynů. Každoročně se renovuje na vyšší energetický standard 1 % evropských budov, v ČR pouze 0,6 – 0,8 %. V renovační strategii se očekává zdvojnásobení renovací do roku 2030, konkrétně o 35 milionů budov, což přispěje k dosažení vyšší hodnoty snížení emisí o 55 % proti roku 1990.

Německo, jako největší evropský zpracovatel plastů, publikovalo prostřednictvím asociace GVK výsledky za rok 2021. Celkové tržby vzrostly o 12,6 % proti roku 2020, avšak proti roku 2019 pouze o 6 %. Bylo zpracováno 15 mil. tun plastů / plus 5,6 %/, v tom 2,2 mil. tun regranulátu /plus 10 %/.

Podle studie MarketsandMarkets se v roce 2018 ve světě spotřebovalo 7,9 mil. tun EPS, vyrobeného u více než 100 výrobců. Do roku 2023 prognózuje průměrný roční nárůst 4,7 % na 10,0 mil. tun. Motorem růstu budou EPS izolanty s příznivější hodnotou lambdy /šedé typy/. Obalové aplikace EPS zaznamenají vyšší než průměrný růst v rozvojových zemích. Za velkou přednost EPS považuje agentura snadnou recyklovatelnost. Uvádějí globální množství mechanicky recyklovaného EPS ve výši 45 000 tun.

Obrázek 10 Trh stavebních plastů podle typu produktu v roce 2024



Největší světová chemická společnost BASF vyvinula v rámci úsilí o udržitelnost plastů v roce 2018 nový typ EPS – Styropor Cycled, u kterého je část styrenu z fosilních zdrojů nahrazena styrenem, vyrobeným z postuživatelských plastových odpadů technologií chemické recyklace. K první průmyslové aplikaci takto vyrobeného EPS v izolačních deskách došlo v roce 2020.

V loňském roce vykázali evropští výrobci plastů rekordní počet odstávek výroby z titulu tzv. vyšších mocí – celkem 91, pouze jedna se však týkala výroby EPS. Na webovém semináři k této zprávě dne 3.3.2022 bylo patrné podráždění zpracovatelů se stavem plastikářského průmyslu s důrazem na nutnost investovat více do oběhového hospodářství v EU. Přesto očekává Plastics Europe za loňský rok růst výroby o 8 %. Podle předběžných výsledků se zvýšila i spotřeba EPS. Konkrétní hodnota za ČR bude sdělena později v rámci tiskové zprávy.

Prioritní výzkumná témata:

- vývoj nových materiálů pro aplikace ve stavebnictví;

4.8 Plasty pro dopravní prostředky

V žádném aplikačním segmentu plastů se nesetkávají plasty s tak příznivým uživatelským hodnocením jako v automobilech. Cení se především jejich přínos pro snížení hmotnosti, což u spalovacích automobilů vede k nižší spotřebě pohonných hmot a principiálně stejný efekt platí i pro vozidla elektrická. Opomenout nelze ani přínosy pro zvýšení jízdního komfortu a bezpečnosti, ale také významný příspěvek pro design celého automobilu.

Udržitelná mobilita automobilů se stává světovým megatrendem. V prognózách do roku 2025 se kalkuluje s globálním provozováním 2,5 miliard aut a roční produkcí 110 mil. aut při postupném zvyšování podílu elektroaut. Agentura Bloomberg prognózuje 35% podíl elektrovozů na globálním trhu nových aut v roce 2035, v roce 2050 již dokonce dvě třetiny. Dominantní postavení ve výrobě a inovacích zaujímá Čína, ČR zaujímá přední postavení ve výrobě na obyvatele.

Chris DeArmitt uvádí v publikaci *The Plastics Paradox*, že osobní auto vážilo v roce 1950 průměrně 1901 kg při spotřebě kaučuků ve výši 85 kg a nulové spotřebě termoplastů. V roce 1990 se spotřebovalo 61 kg kaučuků a 101 kg plastů při poklesu hmotnosti aut na 1434 kg.

S rozvojem nových typů plastů se aplikace v automobilech prudce rozvíjely s cílem zlepšit design a snížit hmotnost aut. V šedesátých letech byl aplikován první plastový nárazník namísto ocelového. Dalším impulzem pro inovace byla ropná krize v sedmdesátých letech, začaly se aplikovat nové inženýrské a speciální plasty a jejich modifikace (slitiny, nadouvadla a plniva). V té době se podílely plasty cca 5 % na hmotnosti automobilu. V roce 2000 to bylo 105 kg, v roce 2010 již 170 kg a dnes více než 250 kg. Snížení hmotnosti vozidla o 10 % přispěje ke snížení spotřeby paliva o 6–8 % a snížení emisí CO₂.

Spotřeba plastů v automobilech na evropském trhu v roce 2019 se podílela 9,8 % na celkové spotřebě plastů ve výši 55 mil. tun. ČR vykázala v roce 2018 podle *Plastics Europe* téměř dvojnásobný podíl – 18,9 %. Nejpoužívanějším plastem je podle analýzy agentury ICIS polypropylen s 35 % podílem, následuje polyuretan s 19 %, polyamid s 11 % a ABS s 8 %. Více jak polovina spotřebovaných plastů je aplikována v interiérech, následují exteriéry, pod kapotou a v elektronice. Podle studie *Market and Markets* má spotřeba plastů v automobilech růst do roku 2026 průměrným ročním tempem 7,9 %, když pandemie způsobila v roce 2020 celosvětový pokles prodeje osobních automobilů o 15,9 %, v Evropě téměř o čtvrtinu.

Budoucím megatrendem je elektromobilita. Elektromobily způsobují o 40–50 % méně emisí CO₂ než spalovací auta. Ekologický přínos je závislý na energetickém mixu pro nabíjení baterií (uhlí, plyn, ropa, jádro, obnovitelné zdroje) v příslušném státu. Tyto automobily se skládají z méně součástí než auta se spalovacími motory. Nižší provozní teploty umožňují zvýšit podíl plastů, snížit počet jejich typů, snížit hmotnost dílů a vyšší využití plastů po skončení životnosti recyklováním.

V roce 2019 odsouhlasila EK tzv. *Green Deal* s hlavním cílem snížit emise skleníkových plynů do roku 2030 nejméně o 55 % ve srovnání s rokem 1990. Pro osobní automobily a dodávky je vytýčen cíl snížit přímé emise o 55 % a od roku 2035 je zakázán prodej nových aut se spalovacími motory. Do roku 2030 plánuje EU finančně podpořit realizaci 3 milionu dobíjecích stanic pro elektromobily. Další úkoly v zavádění elektromobilů se týkají:

- Zvýšení dojezdové vzdálenosti.
- Cenové zpřístupnění těchto aut pro širší veřejnost.

- Vybavení servisů pro údržbu, včetně proškolení autoopravářů.
- Zajištění recyklací, zejména autobaterií.
- Posílení důvěry a návyků spotřebitelů.

U prodejů osobních aut by měly dominovat elektro vozidla, u těžké silniční dopravy by měl být klíčem k dekarbonizaci vodík, jehož podíl by ve spotřebě energií by v roce 2050 měl růst na 10-24 %. Americká agentura pro životní prostředí /EPA/ spočítala, že automobil s benzinovým motorem vypouští do ovzduší 202,0g CO₂ na kilometr jízdy. U naftového pohonu se jedná o 180,8g CO₂/km. Elektromobil při přepočtu na nabíjení z průměrného zdroje výroby elektřiny se podílí 69,9 gCO₂/km, v případě nabíjení ze solárního zdroje se hodnota významně sníží na 11,1g CO₂/km. Průměrný benzinový motor vyprodukuje za rok 4 000 kg CO₂.

Česká republika je významným producentem komponent pro automobilový průmysl. V letech mezi 2010 až 2019 se produkce zdvojnásobila na 686 miliard Kč, přičemž více než polovina se exportuje. Přibližně 88 % veškerého německého importu automobilových dílů v hodnotě 7 miliard euro pocházelo v roce 2018 od českých výrobců. Bohužel z vývoje v posledních letech je patrné, že rychlost prodeje elektromobilů a nástupu elektromobility zaostává za vytyčenými plány a výroba automobilů v Evropě se dostává do krize. To negativně ovlivňuje výkonnost průmyslu v ČR obecně, potažmo i výkonnost produkce plastových komponent pro automobilový sektor, neboť ten je na evropský, respektive německý automobilový průmysl úzce navázán.

V červenci 2023 Evropská Komise po přezkumu navrhla nové Nařízení o vozidlech s ukončenou životností (Návrh ELV). V souladu s Evropskou zelenou dohodou a akčním plánem pro oběhové hospodářství tento návrh staví na dvou stávajících směrnici a nahrazuje je: směrnicí 2000/53/ES o vozidlech s ukončenou životností a směrnicí 2005/64/ES o schvalování typu motorových vozidel z hlediska jejich opětovné použitelnosti, recyklovatelnosti a využitelnosti. Podle těch musí kategorie vozidel M1 a N1 být vyrobena tak, aby byla nejméně z 85 % (na hmotnostní bázi) znovu použitelná nebo recyklovatelná a minimálně z dalších 10 % alespoň energeticky využitelná. Návrh ELV pro oblast plastů dále definuje, že minimálně 25 % všech plastů použitých při výrobě vozidel musí být recyklovaných a z nich zase alespoň 25 % musí pocházet z recyklace vozidel s ukončenou životností. Tímto návrhem jsou dána poměrně jasná kritéria, která budou směřovat vývoj v oblasti plastů pro dopravní prostředky v dalších letech. Vedle vývoje průlomových produktů se zvýšenou přidanou hodnotou lze očekávat zaměření na ekodesign plastových dílů, nutný pro zajištění recyklovatelnosti, vývoj nových účinnějších recyklačních technologií a postupů a vývoj nových materiálů z obnovitelných zdrojů.

Za průkopníka oběhového hospodářství v evropském automobilovém průmyslu je dle Nadace Ellen MacArthur považována společnost Renault [<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-examples/groupe-renault>]. Koncem roku 2020 skupina Renault založila a v průběhu let 2021 až 2024 rozvíjela Re-Factory, první evropskou továrnu zaměřenou na oběhové hospodářství pro vozidla a mobilitu. Nachází se nedaleko Paříže a bude novým centrem pro aktivity skupiny Renault v oblasti cirkulární ekonomiky. Re-Factory je průmyslový a komerční ekosystém vytvořený skupinou Renault, otevřený start-upům a partnerstvím. Jeho cílem je podporovat iniciativy, rozvíjet inovace ve službách oběhového hospodářství a přispět k ambici skupiny Renault dosáhnout uhlíkové neutrality ve svých průmyslových areálech v Evropě v roce 2040 [<https://www.renaultgroup.com/en/magazine/sustainable-development/re-factory-the-flins-site-enters-the-circle-of-the-circular-economy>]. Strategie zaměřená na recyklované materiály, cirkulární

ekonomiku a snižování emisí uhlíku se uplatňuje např. ve výrobě zcela nového elektrického Renault Scénic E-Tech, rodinného vozu představeného v roce 2022, který je až z 24 % recyklovaný (hliníkový šrot, plastové lahve, a další) a z 90 % recyklovatelný (hmotnostně včetně baterie) v průmyslových tocích, například k výrobě nových automobilů.

Prioritní výzkumná témata:

- vývoj nových materiálů pro aplikace v dopravních prostředcích;
- nová aditiva, zejména ztužující plniva pro plasty pro automobilový průmysl.
- studium možností náhrady klasických (kovových) materiálů pomocí kompozitů s vlastnostmi upravenými na míru;
- výzkum povlakových technologií se specializací zejména na automobilový průmysl a výrobu dopravních prostředků;
- vývoj recyklačních technologií zaměřených na automobilový průmysl;

4.9 Plasty pro obnovitelné zdroje energie

Chemické společnosti mohou hrát významnou roli v energetickém přechodu, protože dodávají materiály pro řešení čisté energie, jako jsou bateriová úložiště, čistý vodík a průmyslové nátěry včetně maziv pro další technologie. Zákon o snižování inflace, podepsaný v srpnu 2022, přispěl k výstavbě řady nových výrobních závodů. To se odráží ve zvýšení výroby speciálních kovů, která v roce 2024 vzrostla o 1,7 % a očekává se růst o 3,2 % v roce 2025. Zatímco některé stavby se mohly zpomalit částečně kvůli vysokým úrokovým sazbám, očekává se, že zpomalení bude krátkodobé, zvláště pokud se úrokové sazby v dalších letech sníží. Kromě toho se očekává, že v příštích několika letech porostou celosvětové prodeje elektrických vozidel (EV). EV vyžadují o 85 % více chemie (podle hodnoty) než spalovací motory a mohly by hrát roli v dodatečné poptávce po plastech, kompozitech, a dalších chemikáliích.

Na rozdíl od své negativní ekologické pověsti hraje plast překvapivě zásadní roli v rozvoji technologií obnovitelné energie. Často opomíjené plasty nabízejí jedinečnou kombinaci výhod: lehkou konstrukci, výjimečnou životnost, odolnost proti korozi a vynikající tepelně-izolační vlastnosti. Díky těmto vlastnostem jsou ideální pro klíčové komponenty v solárních panelech, větrných turbínách, pro skladování energie, elektrické články citlivé na barvivo, pro vyzařování a snímání světla, perovskitové elektrické články, termoelektrické generátory, polymerní kompozity pro termoelektrické generátory, piezoelektrické, triboelektrické generátory a superkondenzátory.

Polymery ve sluneční energii

Sektor solární energie zaznamenal významný pokrok díky zahrnutí polymerů. Polymerové solární články, běžně známé jako organická fotovoltaika (OPV), představují vedoucí aplikaci. Tyto buňky využívají vodivé polymery k absorpci světla a jeho přeměně na elektrickou energii. Na rozdíl od tradičních solárních článků na bázi křemíku jsou polymerové články lehké, flexibilní a lze je vyrábět s nižšími náklady. Tato flexibilita umožňuje integraci solárních panelů do různých povrchů, včetně fasád budov a nositelných zařízení. Pokroky v chemii polymerů navíc vedly ke zlepšené absorpci světla a účinnosti přeměny energie, díky čemuž jsou OPV stále více konkurenceschopné s konvenčními technologiemi.

Nedávný výzkum se zaměřil na zvýšení stability a životnosti polymerních solárních článků. Polymery byly navrženy tak, aby odolávaly degradaci UV zářením a environmentálním problémům, které tradičně omezovaly jejich životnost. Tandemové polymerní články, které vrství různé polymery pro zachycení širšího spektra světla, navíc dosáhly vyšší účinnosti. Tyto inovace dělají z polymerových solárních článků nejen nákladově efektivní možnost, ale také všestranný nástroj při hledání obnovitelné energie.

Polymery ve větrné energii

Systémy větrné energie významně těží z použití polymerů při konstrukci lopatek turbín. Historicky se lopatky turbín vyráběly převážně z materiálů jako sklolaminát a uhlíková vlákna, které jsou drahé a těžké. Polymery nabízejí lehkou alternativu, čímž snižují celkovou hmotnost lopatek turbíny. Toto snížení hmotnosti zvyšuje účinnost turbín tím, že vyžaduje méně energie pro otáčení lopatek. Kromě toho polymery přispívají ke snížení hluku, což je kritický faktor při zlepšování životaschopnosti systémů větrné energie a její přijímání komunitou.

Použití termoplastických polymerů bylo obzvláště revoluční. Tyto materiály jsou nejen lehké, ale také snadněji recyklovatelné než tradiční termosetové polymery. Recyklovatelnost lopatek pomáhá řešit jeden z významných ekologických problémů spojených s větrnou energií, kterým je likvidace použitých lopatek. S rostoucí poptávkou po udržitelných a ekologických energetických řešeních bude stále důležitější schopnost recyklovat součásti větrných turbín. Polymery tak hrají klíčovou roli při zvyšování udržitelnosti a účinnosti větrné energie.

Polymery v bioenergii

Sektor bioenergie, který zahrnuje výrobu energie z biologických materiálů, také vidí významný potenciální pokrok díky použití polymerů. Polymery mohou zlepšit výrobu a zpracování biopaliv. V oblasti imobilizace enzymů poskytují polymery robustní médium pro připojení enzymů používaných k rozkladu biomasy. Tento proces zvyšuje účinnost přeměny biomasy na biopaliva, protože imobilizované enzymy lze opakovaně použít, čímž se snižují náklady a doba zpracování.

Polymery navíc nacházejí uplatnění při čištění a rafinaci biopaliv. Membrány vyrobené z polymerů mohou účinně oddělovat a čistit biopaliva, čímž je proces efektivnější a vede k vyšší kvalitě paliva. Tento aspekt je zásadní vzhledem k současným globálním standardům obnovitelných paliv, které požadují čistší a účinnější zdroje energie. Polymery proto nejen usnadňují výrobní proces, ale také pomáhají zajistit, aby biopaliva splňovala přísné průmyslové normy.

Pokročilé ukládání energie

Oblast skladování energie prochází rychlým vývojem, přičemž polymery vedou náboj při zvyšování účinnosti a kapacity baterií a superkondenzátorů. V tradičních bateriových systémech se polymery používají jako elektrolyty a separátory. Polymerní elektrolyty, zejména v lithium-iontových bateriích, nabízejí výhody, jako je flexibilita, bezpečnost a potenciálně vyšší iontová vodivost ve srovnání s kapalnými elektrolyty. Toto vylepšení je nezbytné pro vytvoření odolnějších a dlouhodobějších řešení pro ukládání energie.

Polymery navíc umožňují vývoj baterií v pevné fázi, které jsou považovány za hlavní průlom v technologii skladování energie díky své vyšší hustotě energie a vylepšeným bezpečnostním profilům. Polymery v těchto systémech nahrazují konvenční kapalné elektrolyty a působí jako elektrolyt i separátor. Tato inovace nejen zlepšuje účinnost baterie, ale také minimalizuje riziko úniku a požáru, což je důležitý bezpečnostní problém v technologii baterií.

V superkondenzátorech se polymery používají ke zvýšení kapacity a hustoty energie. Vodivé polymery slouží jako aktivní materiály pro elektrody, které zvyšují kapacitu akumulace náboje. Tento pokrok se promítá do rychlejších časů nabíjení a delší životnosti zařízení pro ukládání energie, což je zásadní pro aplikace, jako jsou elektrická vozidla a přenosná elektronika.

Trvanlivost a dopad na životní prostředí

Trvanlivost a environmentální dopad technologií obnovitelných zdrojů energie jsou rozhodující pro jejich dlouhodobý úspěch. Polymery se svými přizpůsobivými vlastnostmi významně pomáhají při řešení těchto problémů. Polymery jsou přirozeně odolné vůči korozi a opotřebení prostředím, což znamená, že komponenty vyrobené z polymerů mají obvykle delší životnost. Tato odolnost je zvláště výhodná pro aplikace vystavené drsným podmínkám prostředí, jako jsou pobřežní větrné turbíny a solární panely instalované v suchých oblastech.

Kromě toho je kladen stále větší důraz na vývoj biologicky odbouratelných polymerů ke zmírnění dopadu polymerního odpadu na životní prostředí. Tyto biologicky odbouratelné polymery jsou navrženy tak, aby se snadněji rozkládaly v přirozeném prostředí, minimalizovaly ekologickou stopu a podporovaly oběhové hospodářství. Tento trend je v souladu s širšími cíli obnovitelné energie nejen přejít na čistší zdroje, ale také zajistit, aby používané metody a materiály byly stejně udržitelné jako energie, kterou produkují.

Budoucí vyhlídky a inovace

Budoucí vyhlídky polymerů v řešeních pro obnovitelné zdroje energie jsou slibné, protože výzkum pokračuje v odhalování nových aplikací a vylepšení. Jednou z oblastí inovací je vývoj chytrých polymerů, které mohou reagovat na podněty prostředí, jako jsou změny teploty, světla a pH. Tyto chytré polymery by mohly vést k vytvoření adaptivních energetických systémů, které optimalizují výkon na základě podmínek v reálném čase.

Další vzrušující cestou je zkoumání biopolymerů získaných z organických materiálů. Takové polymery nejen zlepšují udržitelnost, ale také otevírají možnosti pro snížení závislosti na fosilních palivech, tradičně používaných pro výrobu polymerů. Přijetí biopolymerů by mohlo zahájit novou éru zelených materiálů v technologii obnovitelných zdrojů energie.

Spolupráce mezi chemiky, materiálovými vědci a inženýry nadále vzkvétá a integrace polymerů do systémů obnovitelné energie bude řídit převratný pokrok. Vlády a průmysloví lídři musí podporovat výzkumné a vývojové iniciativy, aby tento potenciál využili. Takové iniciativy by mohly podnítit přijetí čistších, účinnějších a nákladově efektivních energetických řešení v celosvětovém měřítku.

Závěr

Polymery jsou nesporně v popředí revolučních řešení obnovitelné energie. Prostřednictvím svých aplikací v solárních, větrných a bioenergetických sektorech a své klíčové role při zlepšování skladování energie vykazují polymery všestranné výhody, které splňují komplexní požadavky moderních energetických výzev. Potenciál polymerů zlepšit účinnost, udržitelnost a nákladovou efektivitu z nich činí neocenitelné aktivum v globálním úsilí o čistší energii. Jak pokrok pokračuje, oblast obnovitelných zdrojů energie je připravena na transformaci poháněnou zkušeným používáním polymerů. Zainteresované strany ve vědě, politice a průmyslu musí spolupracovat na podpoře tohoto vývoje a zajistit, aby se tyto inovace promítly do hmatatelných přínosů pro společnosti na celém světě a zároveň chránily naši planetu pro budoucí generace. Využitím dynamických schopností polymerů je odvětví obnovitelné energie nastaveno k dosažení nebývalých výšin, což znamená významný skok vpřed ve snaze o udržitelnou a energeticky bezpečnou budoucnost.

Také flexibilní elektronika se stala důležitým trendem v informační éře. V důsledku toho je použití konvenčních kovů a anorganických polovodičů ve flexibilních zařízeních omezeno kvůli jejich špatné roztažnosti a přizpůsobivosti. V současné době je tedy naléhavé najít vhodné kandidáty, kteří by tyto tradiční komponenty alespoň částečně nahradili. V tomto případě jsou polymery a jejich kompozity považovány za klíčové materiály pro výrobu flexibilních elektronických zařízení díky jejich vynikajícím mechanickým a elektrickým vlastnostem v pružných substrátech, mezifázové vazbě a funkčním aktivním komponentám.

<https://www.plasticsengineering.org/2024/12/the-future-is-flexible-advancements-in-plastic-electronics-007511/#!>)

Prioritní výzkumná témata:

- vyvíjet nové aplikace plastů pro udržitelnou energetiku (baterie, solární panely, větrníky).

4.10 Polymerní přísady

Plasty ve formě samotného polymeru se prakticky nepoužívají. Jejich vlastnosti se modifikují přidáváním aditiv. Aditiva pro polymerní systémy představují pestrou škálu modifikací, které jsou povětšinou směřovány ke zlepšení jejich vlastností z hlediska fyzikálního pohledu. Jedná se především o mechanické, uživatelské nebo zpracovatelské vlastnosti. Jedná se často o nízkomolekulární aditiva, která mají tendenci migrovat ve hmotě polymeru, a časem jejich koncentrace klesne pod uživatelsky potřebnou úroveň.

Moderní aditiva jsou vyvíjena za účelem zvýšení stability v daném polymerním prostředí a současně za účelem získání nových tzv. funkčních vlastností. V této souvislosti lze hovořit o těchto oblastech aplikace:

Ochrana před UV zářením

Vlastní polymerní matrice je většinou velmi citlivá na sluneční záření dopadající na zemský povrch v oblasti vlnových délek 290 až 400 nm. Pro stabilizaci polymerní matrice jsou využívány tzv. UV stabilizátory, které jsou schopny eliminovat rozkladné procesy iniciované UV zářením a tím stabilizovat vlastní polymerní matrici. Tento typ ochrany je průmyslově vyřešen a komerčně dodáván. Druhou možností ochrany před UV zářením je UV absorpce. Tento jev je založen na mechanismu, kdy je povrch polymerní matrice opatřen tzv. UV absorbérem, který buď UV záření odráží (často se jedná o submikronové částice oxidu kovu) nebo toto UV záření absorbuje a jeho energii převádí do bezpečné formy. Jsou vyvíjeny organické UV absorbéry, které je možno reaktivně vázat do polymerní matrice. Takto je možno vytvořit nátěr nebo adhesní vrstvu obsahující reaktivně vázaný UV absorbér nebo přímo připravit polymerní aditivum pro ochranné vrstvy. Výhodou je stabilní úprava, která nemigruje v polymerní vrstvě a umožňuje řádově dlouhodobější ochranu před UV zářením.

Fotoaktivní samočisticí úpravy

Již delší dobu je diskutována otázka tzv. fotoaktivní úpravy s využitím oxidů kovů, především TiO_2 , ve formě nanočástic. Tyto látky po ozáření UV světlem generují volné radikály, které napadají organické sloučeniny. Dochází tak k eliminaci organického i mikrobiálního znečištění na ošetřeném povrchu. Primárně byl tento systém vyvinut pro anorganické povrchy. Testy na organických, polymerních materiálech následně prokázaly, že volné radikály mají fatální účinky na polymerní systém. Dochází k jeho rozkladu, a pokud jsou nanočástice TiO_2 přidány do polymerní matrice je tato narušena a nanočástice unikají do volného prostoru.

V případě organických fotoaktivních materiálů je situace zcela odlišná. Tyto materiály jsou citlivé na viditelnou část světelného spektra v rozsahu 400 až 700 nm a po iradiaci generují singletní kyslík, což je kvantově odlišná forma molekulárního kyslíku, která je velmi reaktivní. Podobně jako u volných radikálů dochází k eliminaci organického i mikrobiálního znečištění. Kladem je, že životnost singletní formy kyslíku je v řádech desítek milisekund a polymerní matrice odolává jeho působení. Výhodou uspořádání organické molekuly je to, že umožňuje nastavit její substituce tak, aby byly kompatibilní s nosným systémem. Tak lze připravit organické fotoaktivní materiály rozpustné ve vodě, ve formě nerozpustných pigmentů o průměru částic od 100 do 500 nm, rozpustné v organických rozpouštědlech nebo modifikované reaktivními skupinami tak, aby je bylo možno reaktivně fixovat do polymerní matrice. Takto je úspěšně řešena řada modifikací

polymerní matrice organickými fotoaktivními materiály, které umožňují výrobu nátěrových systémů i termoplastů se zvýšenou ochranou před usazováním organických i mikrobiálních polutantů.

Vodivé polymerní systémy

Polymerní materiály jsou používány jako izolanty, mají velmi omezenou elektrickou i tepelnou vodivost. Z hlediska vývoje nových systémů, ve kterých se využívá flexibility a vysoké variability polymerního substrátu, roste zájem o vodivé úpravy polymerních substrátů. Základními materiály, které jsou pro tyto účely používány, jsou metalické nano/materiály, které je možno tisknout, vakuově nebo elektrolyticky deponovat na povrch polymerního substrátu. Podobně se široce využívají i různé uhlíkové materiály, které je možno nanášet jak na povrch polymerního i 3D substrátu, tak je možno je zapracovat do hmoty polymerní matrice, která pak vykazuje vodivé nebo disipativní vlastnosti.

Další možností je využití tzv. vodivých polymerů. Tyto materiály, z nichž komerčně nejúspěšnější je PEDOT/PSS, byly vyvinuty pro antistatickou ochranu polymerních fólií, ale velké uplatnění našly v oblasti tzv. tištěné organické elektroniky. Vodivé polymery však nejsou samonosné, z hlediska polymerní chemie se spíše jedná o oligomerní jednotky. Novým konceptem je využití vodivých polymerů, kdy jako nosiče jsou přímo využívány polymerní substráty. Takto jsou vyvinuty technologie vodivých textilií na bázi bavlny nebo celulóзовých materiálů určených pro výrobu papíru. V těchto případech byl vyvinut koncept in situ polymerace umožňující pevnou fixaci vodivých polymerů do struktury nosných polymerních substrátů. Byly navrženy postupy hybridních materiálů, kdy PEDOT je použit pro modifikaci uhlíkových nosičů pro zvýšení efektivity využití ve flexibilních elektronických systémech. Využití vodivých polymerů pro oblast in mold systémů, 3D tisku, zapracování do termoplastů či zvýšení tepelné vodivosti termoplastů je předmět dalších výzkumných aktivit.

Povrchová modifikace

Zajištění povrchové úpravy fólií nebo termoplastických desek umožňujících zlepšení hydrofobních nebo oleofobních vlastností nebo i pro zlepšení bariérových vlastností se již v minulosti provádělo pomocí alkoxy-silanových sol-gel systémů. Jsou hledány nové možnosti, jak zvýšit funkční vlastnosti celého systému, a to jak z hlediska aplikačního, tak z hlediska celkové funkce. Z aplikačního hlediska je důležité zlepšení adheze povrchové úpravy tak, aby byla dlouhodobě odolná vnějším vlivům. Funkční vlastnosti lze s ohledem na velmi flexibilní anorganicko-organický hybridní systém zlepšit zabudováním funkčních organických sloučenin tak, aby se staly součástí polymerní sítě a současně vykazovaly svoje další funkční vlastnosti. Jedná se o inovativní přístup k dané problematice, který je v současné době rozvíjen.

4.11 Plasty pro 3D tisk

Většina plastů se zpracovává na finální výrobky zpracovatelskými technologiemi typu vytlačování, vstřikování, vyfukování, vypěňování apod. Od konce osmdesátých let minulého století se začala prosazovat revoluční éra plastových dílů vyrobených 3D tiskem, resp. aditivační technologií. Princip spočívá v nanášení polymerních vrstev pomocí speciální tiskárny dle

počítačem naprogramovaného trojrozměrného výrobku. Dnes je již komerčně dostupná řada typů 3D tiskáren od založených na fotopolymeraci až po laminování.

Předností aditivační technologie je možnost vyrábět prototypy výrobků, včetně náhradních dílů pro zkoušky v náročných průmyslových segmentech, jako je letectví, automobilový průmysl, lékařství /implantáty/. Tím se snižují náklady na formy pro klasické vstřikování, je možné vyrábět v jedné operaci složité geometrické tvary s požadovanou přesností, nevznikají odpady. Z polymerů se uplatňují komoditní, inženýrské i superinženýrské typy, včetně vyztužených, nebo vzájemných blendů, ale i recyklátů. Na aplikované polymery jsou kladeny požadavky z hlediska materiálové, chemické, tepelné stability a v případě lékařství i na biokompatibilitu.

Prioritní výzkumná témata:

- vyvíjet nové typy plastů pro 3D tisk

5 Horizontální otázky

Sekce Horizontálních otázek, které se týkají problémů společných celému plastikářskému průmyslu, je zaměřena na politické, legislativní, sociální a strukturální otázky. Prioritní oblasti zahrnují dvě hlavní témata: řešení společenských zájmů spojených s novými produkty a procesy, a stimulaci inovačních procesů. To zahrnuje hodnocení a zlepšování modelů financování pro inovace, stejně jako rozvoj prostředků pro zlepšení příslušných dovedností, které zvýší lidský potenciál podporující tyto inovace.

Přínos pro členy ČTPP a pro rozvoj českého plastikářského průmyslu bude zhruba ve čtyřech hlavních oblastech:

1. **Oblast informační** – souhrn informací o stavu technologií a legislativy v ČR a porovnání se stavem v EU ve vztahu k udržitelnosti oboru, informace a podklady o komerčně využitelných technologiích, pro výzkumné subjekty náměty na projekty
2. **Oblast finanční (věcná)** – ČTPP vytvoří vhodné prostředí pro realizaci společných projektů mezi jednotlivými členy platformy a vytváření konsorcií, které se mohou v různých programech veřejné podpory ucházet o dotace na výzkum a realizaci svých inovačních záměrů, členové ČTPP tak rozšíří své zkušenosti z řešení společných projektů s veřejnou podporou
3. **Oblast lidských zdrojů** – ČTPP bude mapovat záměry jednotlivých členů v oblasti využití nových technologií, zdrojů surovin a nových materiálů a bude spolupracovat se vzdělávacími institucemi při formulaci nových studijních oborů
4. **Neformální komunikační kanály** – poslední oblastí je vznik neformálních pracovních skupin založených na osobních kontaktech, zahrnující průřezově různé specializace, tyto vazby jsou klíčové při formulaci a řešení komplexní projektů

Pomocí těchto výstupů bude v České republice rozvíjen plastikářský průmysl, který bude navazovat na stávající výrobní aktivity, a to jak v oblasti zpracování fosilních zdrojů (ropa, zemní plyn), tak v oblasti recyklací a využití biosložek jako vstupní suroviny pro výrobu plastů a nových materiálů, včetně biopolymerů.

6 Závěry

Podpora aplikovaného výzkumu je klíčová pro nabízení inovativních produktů a zvýšení konkurenceschopnosti ČR. Je nutné soustředit lidské, materiálové a finanční zdroje kvůli nereálnosti dosažení vedoucího postavení v Evropě v mnoha oborech. Vědecké ústavy, sdružení a soukromé společnosti v ČR vykazují rostoucí úroveň a mezinárodně srovnatelný základní výzkum společně se silným potenciálem českých malých a středních firem.

Existuje stále bohužel ještě nedostatečná propojenost mezi vědou, výzkumem a průmyslovými aplikacemi. V České republice je také omezené finanční zázemí a zkušenosti s tržní realizací větších inovačních projektů. I přes rostoucí zapojení základního výzkumu do mezinárodní spolupráce jsou realizační výstupy do průmyslu v ČR nízké. To se týká i současného stavu bioplastů a bio-aditiv pro plasty. Systém využití odpadních plastů po skončení jejich životnosti, včetně chemické recyklace, není dostatečně zvládnut.

Komericializace nových materiálů vyžaduje důkladné řešení zásadních problémů standardizace metod pro stanovení míry rizik spojených s jejich výrobou a aplikacemi, jakož i ověřování jejich nových vlastností. Je nezbytné realizovat propagační a informační kampaně, zejména v oblasti plastů, nanomateriálů a nanotechnologií. Veřejnost by měla být řádně informována jak o přínosech nových materiálů, tak i o opatřeních vedoucích ke snižování rizik spojených s jejich masovým rozvojem. Negativní postoj veřejnosti vůči novým materiálům a technologiím může představovat značnou překážku pro jejich rychlejší implementaci. Rychlejšímu zavádění nových materiálů a nových postupů do komerční praxe by výrazně napomohla flexibilní úprava legislativy. Zásadní vliv na rychlost zavádění nových materiálů a jejich úspěch na trhu budou hrát i náklady spojené s jejich komercializací popřípadě možné investiční pobídky ze strany státu.

7 Seznam použitých zkratk

APC	Advanced Process Control
AV	Akademie věd
CTT	Centrum pro transfer technologií
ČTP	Česká technologická platforma
ČTPP	Česká technologická platforma PLASTY
IAP	Implementační akční plán
MSP	Malý a střední podnik
NACE	Klasifikace ekonomických činností dle nařízení č. ES 1893/2006
NIP	Národní inovační politika
NMR	Nukleární magnetická resonance
NP VaVal	Národní politika výzkumu, vývoje a inovací
NTP	Národní technologické platformy
OLED	Organic Light Emitting Diode
RVVI	Rada pro výzkum, vývoj a inovace
SVA	Strategická výzkumná agenda
TP	Technologická platforma
VaV	Věda a výzkum
VaVal	Výzkum, vývoj a inovace
VTP	Vědeckotechnický park