

Problematika separace a recyklace plastů a mikroplastů při čištění průmyslových a komunálních odpadních vod

Lubor Laichman, Marek Holba

ASIO TECH, spol. s r.o.

laichman@asio.cz

Souhrn

Znečištění plasty a zejména mikroplasty představuje dlouhodobý ekologický problém, který významně zasahuje i do oblasti čištění odpadních vod. Nejčastějšími tvary mikroplastů v odpadních vodách jsou fragmenty a vlákna pocházející převážně z textilního průmyslu, osobní hygieny a výrobních procesů. Využití vhodných metod k jejich odstranění a jejich následná recyklace je výzvou nejen pro obor čištění odpadních vod, a to i v souvislosti se zpřísnující se legislativou na úrovni EU.

Dílčí projekt Národního centra kompetence Polymerní materiály a technologie pro 21. století reaguje na tuto problematiku a bude hledat efektivní řešení zachytu a odstranění mikroplastů a možnosti jejich následného využití.

Klíčová slova: čištění odpadních vod, mikroplasty, textilní průmysl

Mikroplasty a proč se jimi zabývat

Mikroplasty a jejich rozdělení

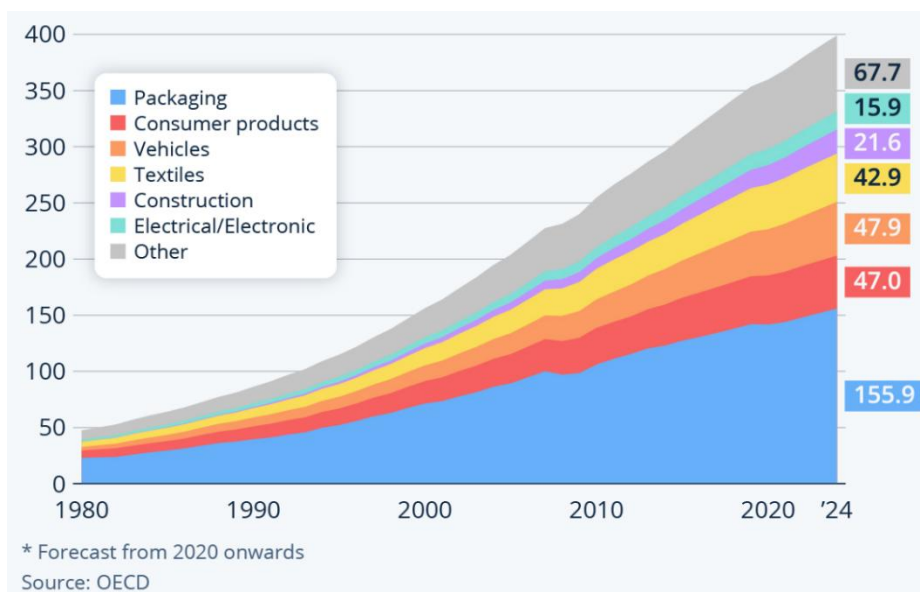
Mikroplasty jsou malé plastové částice, které mají velikost menší než 5 mm. Tyto částice mohou pocházet z různých zdrojů a jsou rozděleny do dvou hlavních kategorií: primární mikroplasty a sekundární mikroplasty.

Primární mikroplasty jsou plastové částice, které byly vyrobeny v malých velikostech a jsou určeny k okamžitému použití. Tyto částice se často používají v kosmetických a osobních hygienických produktech, jako jsou peelings, scruby a zubní pasty, kde slouží jako abrazivní složky. Dalšími zdroji primárních mikroplastů jsou také výrobky, jako jsou mikrovlákna z oblečení nebo plastové granule, které se používají při výrobě plastových výrobků.

Sekundární mikroplasty vznikají rozkladem větších plastových předmětů (makroplastů) vlivem fyzikálních, chemických a biologických procesů. Mezi hlavní mechanismy patří:

- Mechanické zvětrávání: Rozpad větších plastových předmětů na menší kousky působením slunečního záření (UV degradace), vln, větru a abraze.
- Chemická degradace: Rozpad plastů vlivem chemických reakcí, např. oxidace nebo hydrolýza.
- Biologická degradace: Rozpad plastů působením organismů, ačkoliv je tato degradace u většiny plastů pomalá a neúplná.

Obě formy mikroplastů představují významnou hrozbu pro životní prostředí a ekosystémy, a to včetně lidského zdraví. Významným úkolem je snížení produkce primárních mikroplastů a efektivnější recyklace a nakládání s plastovým odpadem, aby se omezil vznik sekundárních mikroplastů.



Obrázek 1: Celková celosvětová produkce plastů (v milionech tun), zdroj: statista.com

Zdroje mikroplastů

Podle studie zveřejněné v časopise Nature v roce 2024 výzkumníci z University of Leeds odhadli, že ročně je do životního prostředí uvolněno přibližně 57 milionů tun plastového znečištění, což zahrnuje i mikroplasty. Přesný podíl mikroplastů, ať už primárních nebo sekundárních, je obtížně zjistitelný. Primární mikroplasty tvoří 15 až 31 % mikroplastů v oceánech, 35 % primárních mikroplastů pochází z praní syntetického oblečení, 28 % ze sjíždění pneumatik a záměrné používání mikroplastů v kosmetice (například mikroperly v krémech nebo abrazivní částice v peelingových přípravcích) tvoří 2 %. Sekundární mikroplasty tvoří většinu mikroplastů v oceánech, jejich podíl se odhaduje mezi 69 až 81 procenty. Podle studie neziskové organizace 5 Gyres Institute z roku 2023 se na hladině oceánů nachází přes 170 bilionů drobných plastových částic, jejichž celková hmotnost činí přibližně dva miliony tun. Mikroplasty lze v současnosti nalézt ve všech prostředích na Zemi, vyskytují se ve vzduchu, půdě, pitné vodě, lidských, zvířecích i rostlinných tělech a jejich množství roste s tím, jak se zvyšuje produkce a použití plastů. Mikroplasty se již vyskytují v extrémně odlehlých prostředích jako jsou Antarktida a Arktida, ale i v nejhlubších částech oceánu, včetně Mariánského příkopu.

Mikroplasty způsobují celou řadu environmentálních dopadů, znečištění vodních a půdních ekosystémů, díky bioakumulaci a biomagnifikaci ovlivňují zdraví všech organismů, včetně lidského, dochází díky nim ke změnám ekosystémových procesů. Celkově mikroplasty představují závažný problém pro životní prostředí a vyžadují naléhavou pozornost a opatření na snížení jejich produkce a uvolňování do ekosystémů.

Mikroplasty v odpadních vodách

Mikroplasty se běžně nacházejí v odpadních vodách, které jsou jedním z hlavních cest jejich vstupu do vodního prostředí. Koncentrace mikroplastů v odpadních vodách se mohou značně lišit v závislosti na zdroji znečištění, geografické poloze a místních podmínkách. Podle různých studií se koncentrace mikroplastů v odpadních vodách pohybuje od několika desítek po několik tisíc mikroplastových částic na litr.

Během čištění odpadních vod dokážou čistírny odpadních vod (ČOV) odstranit až 90 % mikroplastů. Nicméně i přes vysokou účinnost čištění mohou velké objemy vypouštěné vody vést k významnému množství mikroplastů uvolněných do životního prostředí. Navíc se mikroplasty hromadí v čistírenských kalech, které jsou často využívány jako hnojivo v zemědělství, což může vést k jejich dalšímu šíření v ekosystémech. Je důležité poznamenat, že i zdánlivě nízké koncentrace mikroplastů na odtoku z ČOV

mohou vzhledem k ohromnému objemu vypouštěné vody vyústit v nezanedbatelnou kontaminaci přírodního prostředí. Přesné hodnoty koncentrací mikroplastů v odpadních vodách se mohou lišit v závislosti na konkrétních podmínkách a metodikách měření. Proto je důležité pokračovat ve výzkumu a monitorování těchto hodnot pro lepší pochopení a řízení tohoto typu znečištění.

Z pohledu čištění odpadních vod v České republice a problematiky mikroplastů je nyní zásadní proces implementace nové směrnice 2024/3019 o čištění městských odpadních vod, která problematiku mikroplastů několikrát zmiňuje, i když oproti původním návrhům pouze v režimu monitoringu a nikoliv odstranění. K tomuto zpřísnění, ale v budoucnosti zcela jistě dojde.

Regulace

Problematika mikroplastů získává stále větší pozornost na mezinárodní i národní úrovni, což vede k přijetí různých nařízení a opatření zaměřených na omezení jejich používání a snižování jejich dopadu na životní prostředí. Na úrovni EU se jedná například Nařízení (EU) 2023/2055. Evropská unie přijala toto nařízení, které omezuje používání syntetických polymerních mikročástic (mikroplastů) záměrně přidávaných do výrobků. Cílem je snížit emise mikroplastů z každodenních produktů a chránit tak životní prostředí. Toto nařízení vstoupilo v platnost 17. října 2023 a stanovuje přechodná období pro jednotlivé kategorie výrobků, během nichž musí výrobci přizpůsobit své produkty novým požadavkům. Strategie EU pro plasty v oběhovém hospodářství (2018) - Tato strategie uznává rizika spojená s mikroplasty a stanovuje cíle pro snížení jejich uvolňování do životního prostředí. Jedním z hlavních cílů je do roku 2030 snížit množství mikroplastů uvolňovaných do prostředí o 30 %. Rámcová směrnice o strategii pro mořské prostředí (2008/56/ES) - Tato směrnice ukládá členským státům povinnost přijmout strategii a opatření k ochraně mořského prostředí, včetně řešení znečištění mikroplasty.

Zero Pollution Action Plan: Akční plán EU si klade za cíl snížit znečištění mikroplasty do roku 2030 o 30 % a zahrnuje opatření k omezení mikroplastů záměrně přidávaných do výrobků a mikroplastů, které jsou výsledkem opotřebení, jako jsou pneumatiky a textilie.

Směrnice o jednorázových plastech (Single-Use Plastics Directive, SUPD), byla přijata Evropskou unií v červnu 2019 a vstoupila v platnost 3. července 2021. Cílem této směrnice je snížit množství plastového odpadu, zejména v mořském prostředí, a podpořit přechod k oběhovému hospodářství. Organizace jako ASTM International a ISO (Mezinárodní organizace pro normalizaci) pracují na vývoji standardů pro měření a analýzu mikroplastů, což může pomoci v regulaci a kontrole jejich výskytu v produktech a životním prostředí.

Česká republika se v prosinci 2024 se Česká republika aktivně zapojila do diskuzí na úrovni EU ohledně zamezení šíření mikroplastů, zejména z plastových pelet, a podporuje stanovení realistických cílů pro cirkulární ekonomiku materiálů. Legislativa týkající se mikroplastů se neustále vyvíjí v reakci na nové vědecké poznatky a rostoucí povědomí o jejich dopadech na životní prostředí a lidské zdraví.

Celkově lze říci, že regulační tlak na mikroplasty se zvyšuje, ale je stále relativně nízký ve srovnání s jinými typy znečišťujících látek. Hlavní překážky zahrnují technické obtíže při měření a monitorování mikroplastů, nedostatek komplexních vědeckých poznatků o jejich dlouhodobých dopadech, a politické výzvy při prosazování účinných a efektivních regulací. Je očekáváno, že v nadcházejících letech bude regulační tlak v této oblasti významně růst.

Regulace mikroplastů ovlivňují širokou škálu odvětví, od kosmetiky, textilního průmyslu, automobilového sektoru, až po odpadové hospodářství a recyklaci. Níže jsou uvedeny klíčové dopady evropské a globální legislativy na výrobní procesy a tržní podmínky.

Projekt Efektivní odstranění mikroplastů ze životního prostředí a jejich další využití

Společnost ASIO TECH je hlavním řešitelem projektu „Efektivní odstranění mikroplastů ze životního prostředí a jejich další využití“. Jde o dílčí projekt řešený v rámci projektu 2. výzvy Národního centra kompetence Polymerní materiály a technologie pro 21. století podpořený agenturou TAČR.

Cíle projektu

Hlavním cílem projektu je Vyvinout technologie zachytu mikroplastů a kvantifikovat účinnost těchto technologií s přidanou hodnotou např. LCA analýz a přepracování separovaných mikroplastů do dalších produktů. Kromě problematiky mikroplastů v komunálních odpadních vodách, se projekt zaměřuje na odpadní vody z textilního průmyslu, které jsou jedním z hlavních zdrojů mikroplastů v prostředí.

Projekt je realizován od července 2025 do prosince 2028 ve spolupráci s dalšími členy projektového týmu. Stanovení mikroplastů, jejich charakterizaci a receptury pro další možné využití zachycených plastů zabezpečují akademičtí partneři z Univerzity Palackého v Olomouci a Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, LCA analýzy navrhovaných řešení bude zpracovávat VŠCHT Praha. Průmyslový partner INOTEX má excelentní a dlouholeté znalosti v oblasti textilních odpadních vod, které budou předmětem zkoumání, jak v modelovém, tak v reálném měřítku. Průmysloví partneři PLASTR a FORTEMIX mají zase potřebné znalosti a zkušenosti pro zpracování recyklovaných plastů a využití plastů pro výrobu produktů. ASIOTECH kromě vedení projektu má konstrukční a strojírenské znalosti a mnohaleté zkušenosti s výstavbou poloprovozních zařízení v oblasti čištění odpadních vod. Důležité kontakty na další potenciální průmyslové partnery poskytne Svaz chemického průmyslu.

Projekt je rozdělen do několika pracovních balíčků, které na sebe budou navazovat. Přípravná fáze zahrnuje identifikaci komunálních a průmyslových odpadních vod, způsob vzorkování, výběr analytických metod, jejich validaci apod. Zároveň budou zpracovány Sankeyovy diagramy, které stanoví koncentrované proudy a přístup pro separaci mikroplastů přímo na provozech. V laboratorním měřítku bude zkoumána emise mikrofibril z materiálů a budou otestovány technologické procesy zachytu a separace + otestování zpracování mikroplastů.

V navazující fázi budou postaveny poloprovozní jednotky na bázi náplavné filtrace a na bázi kombinovaných procesů (mechanické předčištění, chemické hospodářství, flotace a membrány), které budou následně otestovány na třech lokalitách (1x komunální odpadní voda a 2x průmyslová odpadní voda, především z textilního průmyslu).

Zachycené mikroplasty budou zpracovány na produkty – střešní a podlahové krytiny a podrobeny zkouškám v provozním měřítku a ke komplexnímu řešení bude zpracována LCA analýza. Ke všem technologickým, technickým a výrobním řešením budou zpracovány látkové a materiálové bilance a navrženy příp. opatření ke zvýšení efektivity a účinnosti. K technologiím, produktům a výrobkům budou zpracovány produktové řady a tam, kde to bude potřeba, bude podána ochrana duševního vlastnictví.

Shrnutí

Problematika mikroplastů je v současnosti široce diskutována, a i při zachování kritického přístupu ke všem dostupným informacím je třeba souhlasit s tím, že se jedná o závažný, nejen environmentální problém. Z tohoto důvodu se tématem zabývá celá řada vědeckých projektů a ani oblast čištění odpadních vod nezůstává stranou. Čistírny komunálních i průmyslových vod se této problematice zcela jistě musejí věnovat. Jednou z reakcí na tento fakt je projekt „Efektivní odstranění mikroplastů ze životního prostředí a jejich další využití“ zaměřený na komunální odpadní vody a průmyslové odpadní vody hlavně z textilního průmyslu. V rámci konferenčního příspěvku bude tento projekt představen. V rámci odborné diskuze lze diskutovat návaznosti čištění odpadních vod od mikroplastů na problematiku odpadového hospodářství. Praktická mezioborová spolupráce je totiž nezbytná, pro úspěšné řešení nejen této problematiky.