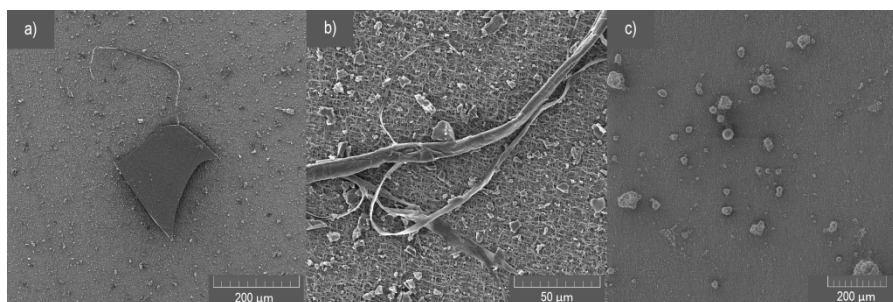


Mikroplasty a jejich odstraňování během úpravy pitné vody

Jedním z témat řešených v rámci výzkumného programu Voda pro život pod záštitou Strategie AV21 Akademie věd ČR jsou mikroplasty, konkrétně jejich výskyt a odstraňování během procesu úpravy pitné vody. Touto problematikou se zabývá skupina Úpravy vody Ústavu pro Hydrodynamiku AV ČR (ÚH) pod vedením doc. RNDr. Martina Pivokonského, Ph.D.

Mikroplasty (MPs), široce definované jako plastové částičky nepřesahující velikost 5 mm, patří mezi antropogenní polutanty vodního prostředí, které v poslední době vzbuzují značnou pozornost u odborné i laické veřejnosti. Většina souvisejících studií se dosud zaměřovala zejména na mikroplasty v mořích a oceánech, méně pak na výskyt mikroplastů ve sladkovodních útvarech, jako jsou řeky nebo jezera. Přítomnosti mikroplastů přímo ve zdrojích pitné vody a následně v pitné vodě se ale dosud věnovalo jen několik málo studií, z nichž některé vznikly (a dále vznikají) právě na ÚH. Vědci se zde navíc zabývají také tím, jak je pro odstraňování mikroplastů účinná konvenční úprava vody, případě zda a jak lze jednotlivé procesy úpravy za tímto účelem optimalizovat.

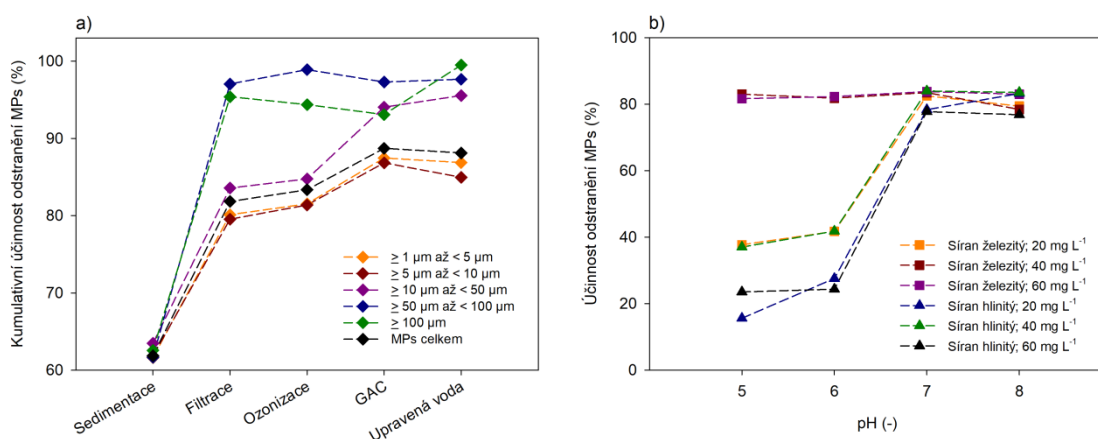
V rámci prováděného výzkumu byly stanovovány mikroplasty ve vzorcích vody z několika úpraven pitné vody v ČR. Analyzována byla jak surová voda před zahájením úpravy, tak voda upravená – tedy pitná voda putující ke spotřebitelům. Na vybraných úpravnách bylo navíc zjišťováno, jak jsou jednotlivé kroky úpravy za běžného provozu pro odstraňování mikroplastů účinné. Výsledky ukázaly, že mikroplasty byly přítomny ve všech studovaných vzorcích, jejich množství se ale výrazně lišilo. V surové vodě se vyskytovalo v průměru 23–3605 MPs·l⁻¹, v závislosti na zdroji vody. Nejméně mikroplastů bylo detekováno ve vodě z nádrže lokalizované v chráněné krajinné oblasti, nejvíce mikroplastů bylo zjištěno ve vodě z dolních toků řek v industrializovaných oblastech. Ve všech případech byla ale naprostá většina mikroplastů o velikosti v řádu několika málo μm, tedy hluboko pod horní velikostní hranici definující mikroplasty. Jednalo se tak o mikroplasty pouhým okem neviditelné, přičemž takto malé částičky ani nejsou postihnuty v řadě studií z důvodu jejich obtížné stanovitelnosti. Jejich analýza bylo možná jen díky využití nejmodernějších postupů, jako je skenovací elektronová mikroskopie spolu s mikro Ramanovou spektroskopií. Množství mikroplastů v upravené (pitné) vodě pak bylo ve všech



Snímky ze skenovacího elektronového mikroskopu zobrazující mikroplasty ve vzorcích surové vody (a–b) a modelové mikroplasty (c).

případech podstatně (někdy i řádově) nižší než ve vodě surové. Upravená voda průměrně obsahovala 14–628 MPs·l⁻¹, přičemž naprostá většina byla opět o velikosti v řádu jednotek μm. Detekovány byly nejrůznější materiály tvořící mikroplasty, např. polyethylentereftalát (PET), polyethylen (PE), polypropylen (PP), polyvinylchlorid (PVC), polystyren, polyakrylamid, polymethylmethakrylát, polybutylakrylát, etylenvinylacetát atd. Nejčastěji se ale vyskytovaly PET, PE a PP, které patří mezi hojně využívané materiály s řadou aplikací. Kromě mikroplastů se ve vzorcích, zejména v případě surové vody, nacházelo také značné množství částiček přírodního původu, např. hlinitokřemičitany, oxidy kovů nebo organické zbytky.

Jak ukazuje srovnání množství mikroplastů v surové a upravené vodě, i stávající technologie úpravy vody zaměřené na odstraňování jiných nečistot (zákalu, přírodních organických látek, pesticidů aj.) dokážou odstranit významný podíl mikroplastů, zpravidla cca 70–90 %. Zásadním krokem úpravy se jeví být koagulace s následnou separací vznikajících agregátů, která může být jednostupňová (objemová filtrace přes písek nebo jiný vhodný materiál) nebo dvoustupňová (filtraci předchází sedimentace nebo flotace). Např. na plzeňské úpravně vody byla účinnost odstranění mikroplastů po sedimentaci 62 % a po následující filtraci dosahovala 82 %. K celkové účinnosti 88 % pak přispěla ještě závěrečná filtrace přes granulované aktivní uhlí (GAC). Celkově byla o něco vyšší účinnost odstranění mikroplastů zaznamenána v případě úpraven, jejichž technologie zahrnuje dvoustupňovou separaci agregátů a také granulované aktivní uhlí. Pro možnost zobecnění a vyvození jasných závěrů je ale nezbytný další výzkum v této oblasti, založený nejen na analýze vzorků z úpraven vody, ale také na laboratorních experimentech.



Účinnost odstranění mikroplastů různých velikostí po jednotlivých technologických krocích v praxi na úpravně pitné vody (a) a účinnost odstranění modelových mikroplastů pomocí koagulace-sedimentace provedené v laboratorních podmínkách – vliv typu a dávky koagulačního činidla a hodnoty pH koagulace (b).

I tento výzkum již byl v laboratořích ÚH zahájen. Studována byla koagulace modelových mikroplastů pomocí konvenčních koagulačních činidel (síranu železitého a síranu hlinitého), která se běžně využívají na úpravách pitné vody. Byl sledován mj. vliv typu a dávky koagulačního činidla a vliv hodnoty pH koagulace, simulovány byly i různé způsoby separace agregátů (sedimentace, filtrace, sedimentace + filtrace). Maximální účinnost odstranění mikroplastů dosažená danými procesy v laboratorních podmínkách byla cca 80 %, blížila se tedy maximálním hodnotám pozorovaným v praxi na úpravách pitné vody. Ukázalo se také, že pomocí filtrace dochází k částečnému odstranění mikroplastů i bez předchozí koagulace. Optimalizovaná koagulace ale významně zvyšovala účinnost odstranění mikroplastů pomocí samotné sedimentace, která byla srovnatelná s účinností po simulované filtraci. Obě použité koagulační činidla byla obdobně efektivní, lišily se ale optimální podmínky koagulace (dávka činidla, pH koagulace), za kterých bylo dosaženo maximální účinnosti odstranění mikroplastů a zároveň co nejnižších zbytkových koncentrací koagulačních činidel, jejichž hodnota je v praxi přísně sledována a nesmí překročit určenou mez. Celkově byly s vyšší účinností odstraněny mikroplasty větších rozměrů a veškeré zbytkové mikroplasty byly tvořeny částicemi < 15 µm, přičemž většina byla < 5 µm.

Výzkum problematiky mikroplastů ve vztahu k pitné vodě probíhající na ÚH tak přináší řadu nových poznatků nejen ohledně výskytu mikroplastů v reálných podmínkách na úpravách pitné vody, ale také týkajících se principů a maximalizace účinnosti jejich odstraňování.