

Novodobé polutanty ve vodách: současná a budoucí legislativa

Silvie Kopečná

Bakalářská práce
2025



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav inženýrství ochrany životního prostředí
Akademický rok: 2024/2025

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení:	Silvie Kopečná
Osobní číslo:	T22575
Studijní program:	B0711A130009 Materiály a technologie
Specializace:	Ochrana životního prostředí
Forma studia:	Kombinovaná
Téma práce:	Novodobé polutanty ve vodách: současná a budoucí legislativa

Zásady pro vypracování

- Vyhledejte a prostudujte dostupné informace k dané problematice.
- Informace utříďte a přehledně zpracujte.
- Nalezené informace kriticky zhodnotte.

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

1. PITTER, Pavel. *Hydrochemie*. 4., aktualiz. vyd. Praha: Vydavatelství VŠCHT, 2009, 579 s. ISBN 978-80-7080-701-9
2. KUTIL, Zsófia, et al. Tunnel vision in the drinking water research field—Time for non-targeted analysis implementation? *Science of The Total Environment*, 2024, 908: 168367.
3. REGULATION, E. U. 741, 2022. Proposal for a DIRECTIVE OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL concerning urban wastewater treatment (recast). *Off. J. Eur. Union*, 2020, 345: 1-68.
4. RATHI, B. Senthil; KUMAR, P. Senthil; VO, Dai-Viet N. Critical review on hazardous pollutants in water environment: Occurrence, monitoring, fate, removal technologies and risk assessment. *Science of the Total Environment*, 2021, 797: 149134.
5. MORIN-CRINI, Nadia, et al. Worldwide cases of water pollution by emerging contaminants: a review. *Environmental Chemistry Letters*, 2022, 20.4: 2311-2338.

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Markéta Julinová, Ph.D.**
Ústav inženýrství ochrany životního prostředí

Datum zadání bakalářské práce: **2. ledna 2025**
Termín odevzdání bakalářské práce: **16. května 2025**

L.S.

prof. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan

doc. Ing. Jaroslav Filip, Ph.D.
ředitel ústavu

Ve Zlíně dne 17. února 2025

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že

- odevzdáním bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., v platném znění bez ohledu na výsledek obhajoby;
- bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a bude dostupná k nahlédnutí;
- jedno vyhotovení bakalářské práce v listinné podobě bude ponecháno Univerzitě Tomáše Bati ve Zlíně k uložení;
- na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- podle § 60 odst. 1 autorského zákona má Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – bakalářskou práci – nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá; neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji, že

- jsem na bakalářské práci pracoval(a) samostatně a použitou literaturu jsem řádně citoval(a); v případě publikace výsledků budu uveden(a) jako spoluautor;
- odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou obsahově totožné.

Ve Zlíně, dne

.....
podpis autora

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se zabývá aktuálním problémem znečištění vodních ekosystémů novodobými polutanty, jako jsou farmaka, mikroplasty, perzistentní organické látky a endokrinní disruptory. Cílem práce je analyzovat jejich výskyt, dopady a současný i budoucí legislativní rámec na národní i mezinárodní úrovni. První kapitola se věnuje teoretickému zázemí, vysvětlení pojmu novodobé polutanty, jejich chemickým vlastnostem, zdrojům a cestám vstupu do vodního prostředí. Shrnuje současné poznatky o farmaceutických látkách, endokrinních disruptorech, mikroplastech a per-
polyfluoroalkylových látkách (PFAS), včetně jejich ekologických a zdravotních rizik. Druhá kapitola popisuje, analýzu aktuálních právních předpisů a dokumentů Evropské unie a České republiky. Přibližuje způsob sběru informací a přístup k hodnocení účinnosti legislativních nástrojů. Třetí kapitola poskytuje přehled současné i plánované legislativy týkající se regulace vybraných látek. Věnuje se směrnicí EU, jako je směrnice 2020/2184, jejich implementaci do české legislativy a srovnání mezi dřívější a novelizovanou právní úpravou, včetně nově stanovených limitů a sledovaných ukazatelů. Závěr shrnuje hlavní poznatky práce, hodnotí aktuální přístup k problematice novodobých polutantů, identifikuje slabá místa současné regulace a navrhuje doporučení pro další výzkum, zlepšení monitoringu a účinnější informování veřejnosti.

Klíčová slova: novodobé polutanty, farmaka, mikroplasty, PFAS, legislativa, vodní ekosystémy.

ABSTRACT

This bachelor thesis deals with the current issue of pollution of aquatic ecosystems by modern pollutants such as pharmaceuticals, microplastics, persistent organic compounds, and endocrine disruptors. The aim of the thesis is to analyse their occurrence, impacts, and the current as well as future legislative framework at both national and international levels. The first chapter is devoted to the theoretical background, explaining the concept of modern pollutants, their chemical properties, sources, and pathways into the aquatic environment. It summarises current knowledge on pharmaceuticals, endocrine disruptors, microplastics, and per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS), including their ecological and health risks. The second chapter focuses on the analysis of current legislation and official documents of the European Union and the Czech Republic. It outlines the methods of information gathering and the approach to assessing the effectiveness of legislative instruments. The third chapter provides an overview of existing and planned legislation concerning the regulation of selected substances. It addresses EU directives such as Directive 2020/2184, their implementation into Czech legislation, and compares earlier and amended legal frameworks, including newly introduced limits and monitored indicators. The conclusion summarises the main findings of the thesis, evaluates the current approach to modern pollutants, identifies weaknesses in existing regulation, and proposes recommendations for further research, improved monitoring, and more effective public awareness.

Keywords: modern pollutants, pharmaceuticals, microplastics, PFAS, legislation, aquatic ecosystems.

Ráda bych poděkovala své vedoucí bakalářské práce, doc. Ing. Markétě Julinové, Ph.D., za její odborné vedení, věcné připomínky, inspirativní podněty a celkovou podporu během psaní této práce. Zároveň bych ráda poděkovala své rodině za trpělivost, motivaci a neustálou podporu v průběhu celého studia.

Zvláštní poděkování patří mému manželovi za jeho porozumění, oporu a povzbuzení, které mi pomohly překonat náročnější chvíle během zpracování této práce.

OBSAH

ÚVOD.....	13
1 NOVODOBÉ POLUTANTY VE VODNÍCH EKOSYSTÉMECH.....	15
1.1 DEFINICE A CHARAKTERISTIKA NOVODOBÝCH POLUTANTŮ	15
1.2 ZDROJE ZNEČIŠTĚNÍ A VSTUPY DO VODNÍHO PROSTŘEDÍ	18
2 DOPADY NOVODOBÝCH POLUTANTŮ NA VODNÍ EKOSYSTÉMY	22
2.1 VLIV FARMÁK A ENDOKRINNÍCH DISRUPTORŮ NA VODNÍ ORGANISMY A EKOSYSTÉMY.....	22
2.2 VÝSKYT MIKROPLASTŮ VE VODNÍM PROSTŘEDÍ A JEJICH DOPADY NA VODNÍ ORGANISMY.....	23
2.3 PERZISTENTNÍ ORGANICKÉ LÁTKY PFAS A JEJICH VLIV	24
3 LEGISLATIVNÍ ORGANIZACE	26
3.1 MEZINÁRODNÍ RÁMCE A SMLOUVY	26
3.1.1 Iniciativy Evropské unie v oblasti ochrany vod.....	26
Tato instituce se vypořádává s neustále se vyvíjejícími environmentálními problémy včetně ochrany vodních zdrojů a vodního hospodářství a zavádí proto řadu legislativních opatření a nástrojů.	26
3.1.2 Světové organizace.....	27
3.2 NÁRODNÍ LEGISLATIVA	28
3.2.1 Národní organizace	28
3.2.2 České právní předpisy v oblasti vodního znečištění	29
4 SOUČASNÁ A BUDOUCÍ LEGISLATIVA TÝKAJÍCÍ SE NOVODOBÝCH POLUTANTŮ	30
4.1 SOUČASNÁ LEGISLATIVA PRO FARMÁKA	30
4.2 SOUČASNÁ LEGISLATIVA PRO MIKROPLASTY A NANOPLASTY.....	31
4.3 SOUČASNÁ LEGISLATIVA PRO PERZISTENTNÍ ORGANICKÉ LÁTKY PFOA	32
4.4 PLÁNOVANÉ ZMĚNY V BUDOUCÍ LEGISLATIVĚ	33
4.4.1 Přehled plánovaných opatření v oblasti čištění městských odpadních vod.....	33
4.4.2 Přehled plánovaných opatření v oblasti odstraňování dusíku a fosforu.....	34
4.4.3 Přehled plánovaných opatření s dešťovou vodou a klimatická adaptace.....	35
4.4.4 Přehled plánovaných opatření mikropolutantů z farmaceutických a kosmetických výrobků	35
4.4.5 Monitorování zdravotních rizik a menší aglomerace.....	35
4.4.6 Praktické dopady nové směrnice na vodohospodářský sektor v České republice	36
ZÁVĚR	38
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	39
SEZNAM OBRÁZKŮ	45

SEZNAM TABULEK.....	46
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	47
SEZNAM PŘÍLOH.....	49

ÚVOD

Voda je jedním z nejdůležitějších přírodních zdrojů a její kvalita je zásadní nejen pro lidské zdraví, ale i pro ekosystémy, které na ní závisejí. V posledních desetiletích se objevují nové hrozby v podobě látek, které se do vodního prostředí dostávají v důsledku lidské činnosti a jejichž přítomnost může mít závažné ekologické i zdravotní důsledky. Mezi tyto látky patří farmaka, (např. diklofenak, ibuprofen, karbamazepin), hormonálně aktivní látky a endokrinní disruptory (např. bisfenol A, ftaláty, estradiol), mikroplasty a nanoplasty, a perzistentní organické látky ze skupiny per- a polyfluoroalkylové látky (PFAS), jako je například kyselina perfluoroktanová (PFOA), perfluoroktan sulfonát (PFOS) a kyselina perfluornonanová (PFNA). Jednou z hlavních výzev spojených s těmito polutanty je jejich dlouhá perzistence v životním prostředí a schopnost akumulace v organismech. Současné technologie čištění vody často nedokážou tyto látky zcela odstranit, což vede k jejich hromadění v povrchových i podzemních vodách. Opomenout nelze ani organické látky, které mohou ovlivnit nejen chemické složení vody, ale také její senzorické vlastnosti, jako jsou barva, zápach či chuť. Některé z těchto látek navíc přispívají ke snižování obsahu kyslíku ve vodě tím, že vytvářejí na hladině tenký film, který brání přirozené výměně plynů mezi vodním prostředím a atmosférou. Jiné organické sloučeniny mohou naopak uvolňovat toxické kovy z usazenin, čímž dále zhoršují kvalitu vody a mohou mít negativní dopad na živé organismy (Pitter, 2009).

Téma novodobých polutantů je stále aktuálnější, protože i přes existenci moderních technologií úpravy, jako je například ozonizace v kombinaci s granulovaným aktivním uhlím (GAU), které prokazatelně odstraňují farmaka i další kontaminanty (např. na úpravně vody v Tlumačově), nejsou tyto pokročilé metody dosud plošně zavedeny ve všech úpravnách vody (MORAVSKÁ VODÁRENSKÁ, a.s, 2018). Přítomnost novodobých polutantů v povrchových i podzemních vodách představuje riziko nejen pro vodní organismy, ale také pro člověka, který se může těmito látkám vystavit prostřednictvím pitné vody nebo potravního řetězce. Legislativa se snaží na tento problém reagovat zpřísněním regulací, avšak i nadále přetrvávají výzvy spojené s efektivním monitoringem, odstraněním a prevencí vstupu těchto látek do vodního prostředí.

Cílem této práce je analyzovat současnou situaci v oblasti novodobých polutantů ve vodních ekosystémech a přiblížit platnou i plánovanou legislativu, která se jejich regulací

zabývá. Práce se zaměřuje na klíčové skupiny znečišťujících látek, jejich zdroje, dopady na životní prostředí a možnosti jejich odstranění. Závěrem je návrh doporučení pro efektivnější regulaci těchto látek a zvýšení povědomí o jejich vlivu na vodní prostředí i zdraví člověka.

1 NOVODOBÉ POLUTANTY VE VODNÍCH EKOSYSTÉMECH

1.1 Definice a charakteristika novodobých polutantů

Polutant je chemická látka (plynná, kapalná, nebo pevná), která v koncentracích vyšších, než je přirozená úroveň, působí jako škodlivina a má široké nežádoucí účinky na ekosystém (Holoubek, 2016).

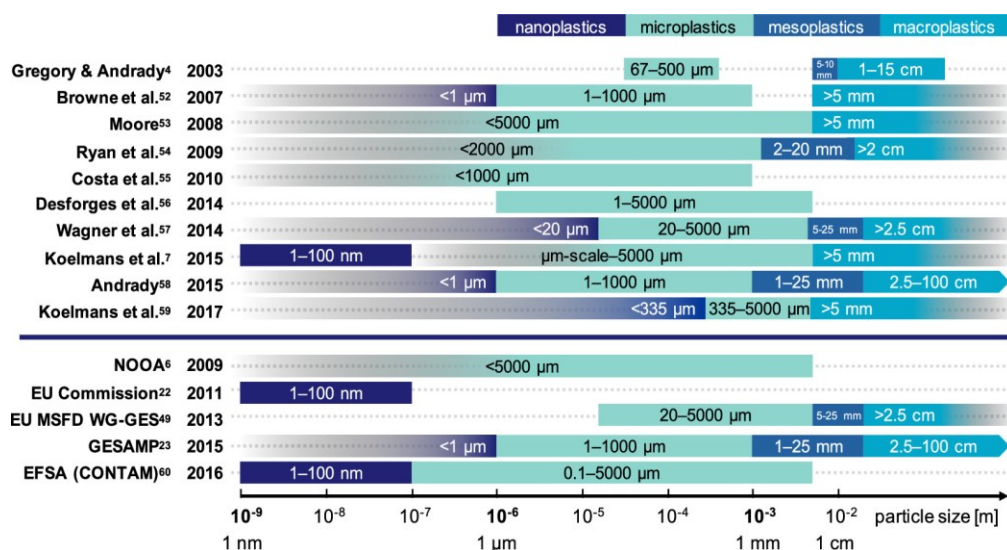
Novodobé polutanty, označované také jako mikropolutanty, zahrnují specifické látky jako ibuprofen, diklofenak, bisfenol A, nonylfenol, kyselinu perfluorooktanovou (PFOA) a metabolity pesticidů. Tyto látky se do vodních ekosystémů dostávají zejména z komunálních a průmyslových zdrojů. Jejich environmentální chování je různé. Například ibuprofen a diklofenak, běžně užívaná nesteroidní antiflogistika (NSAID), jsou ve vodním prostředí relativně perzistentní, ale nevykazují významnou bioakumulaci v organismech. Naopak bisfenol A a nonylfenol mají vyšší tendenci adsorbovat se na sedimenty a bioakumulovat se v tukových tkáních vodních organismů, kde mohou narušovat jejich endokrinní systém, a tím ovlivňovat jejich růst, vývoj a reprodukci. Perfluorované látky, jako je kyselina perfluorooktanová (PFOA), jsou známé svou vysokou chemickou stabilitou, schopností dlouhodobé perzistence v prostředí a potenciální bioakumulací, což může ovlivňovat imunitní a reprodukční systém organismů. Přítomnost těchto látek ve vodních ekosystémech i v nízkých koncentracích představuje riziko pro vodní organismy i lidské zdraví (Siglová et al., 2021).

Hlavní skupiny novodobých polutantů zahrnují:

Farmaka: Léčiva používaná v humánní i veterinární medicíně, která se dostávají do vodních systémů prostřednictvím odpadních vod. Antidepresiva, hormonální přípravky nebo antibiotika – to jsou jen některé z nejčastěji zjištěných léčiv v pitné vodě, což vzbuzuje obavy nejen mezi odborníky, ale i u veřejnosti. Přítomnost farmaceutických látek ve vodě souvisí s jejich nedostatečným odstraněním během čištění v čistírnách odpadních vod (ČOV) a s nevhodným nakládáním s nepoužitými léčivy, která jsou nesprávně likvidována například splachováním do toalety. Tyto látky se následně dostávají do povrchových i podzemních vod. Jejich výskyt v pitné vodě může představovat riziko nejen pro lidské zdraví, ale i pro ostatní živé organismy (Kožíšek, 2022).

Endokrinní disruptory: Tato skupina chemických látek je velmi různorodá a vyznačuje se schopností narušovat hormonální rovnováhu organismů tím, že napodobují, blokují nebo jinak ovlivňují normální funkci jejich endokrinního systému, což může vést k různým zdravotním problémům, včetně vývojových poruch, neplodnosti, poškození imunitního systému a zvýšeného rizika nádorových onemocnění. (Kumar et al., 2020) Tyto látky mohou pocházet jak z přírodních zdrojů, například fytoestrogeny, tak i z širokého spektra produktů používaných v průmyslu, zemědělství a spotřebním zboží. Mezi endokrinní disruptory patří jak přírodní látky (např. fytoestrogeny), tak syntetické chemikálie široce používané v průmyslu, zemědělství a spotřebním zboží. Významné skupiny těchto látek zahrnují polychlorované a polybromované bifenyly (PCB, PBB) polychlorované dibenzo-p-dioxiny (PCDDs), běžně označované jako dioxiny, některé pesticidy (např. DDT, chlorpyrifos), změkčovadla jako ftaláty a také bisfenol A (BPA), který se používá při výrobě polykarbonátových plastů a epoxidových pryskyřic. Bisfenol A je známý svými hormonálně aktivními účinky a jeho výskyt ve vodním prostředí vzbuzuje obavy kvůli možnému negativnímu vlivu na reprodukční zdraví vodních organismů i lidí (Státní zdravotní ústav, 2025a). Dioxiny jsou vysoce toxické látky, které vznikají jako nežádoucí vedlejší produkty při spalovacích procesech, výrobě některých chemikálií a dalších průmyslových činnostech. Jedná se o perzistentní organické polutanty (POPs), které se vyznačují vysokou chemickou stabilitou a schopností bioakumulace v tukových tkáních. V důsledku toho se hromadí v potravním řetězci a mohou způsobovat dlouhodobé zdravotní problémy, včetně poškození imunitního systému, reprodukčních poruch a zvýšení rizika nádorových onemocnění (EPA, 2023; WHO, 2016)

Mikroplasty a nanoplasty: Mikroplasty představují novodobý typ znečištění, definovaný jako plastové částice o velikosti do 5 mm. Podle národního úřadu pro oceán a atmosféru (NOAA) se rozlišují na větší mikroplasty (1 mm až 5 mm) a menší mikroplasty (100 nm až 1 mm) (NOAA, 2024). Vzhledem k různorodosti velikostí částic se stále častěji rozlišují i tzv. nanoplasty – částice o velikosti v rozmezí 1 až 1 000 nm, které se díky svým vlastnostem v kapalinách chovají jako koloidy. Tento koloidní charakter jim umožňuje snadnější pronikání biologickými strukturami a znesnadňuje jejich odstranění z vodního prostředí. Je však třeba dodat, že různé zdroje uvádějí mírně odlišná rozmezí mikroplastu a nanoplastů což svědčí o vývoji terminologie v této oblasti (viz obrázek 1) (Hartmann et al., 2019).



Obrázek 1 Srovnání velikostních kategorií plastových částic (nanoplasty, mikroplasty, mesoplasty, makroplasty) podle různých vědeckých studií a institucí.

Zdroj: (Hartmann et al., 2019)

Z hlediska původu rozlišujeme mikroplasty na:

- **Primární** – cíleně vyrobené ve velmi malých rozměrech, typickým příkladem jsou mikrogranule obsažené v kosmetických výrobcích nebo čisticích prostředcích.
- **Sekundární** – vznikají postupným rozkladem větších plastových předmětů vlivem okolních podmínek, jako je UV záření, mechanické opotřebení, působení větru, vody nebo mikroorganismů.

Mikroplasty se do životního prostředí dostávají různými cestami – primární formy jsou přímou součástí některých výrobků (např. peelingů, zubních past), zatímco sekundární mikroplasty vznikají rozpadem větších plastových částí např. vlivem eroze materiálů na skládkách, v řekách nebo v atmosféře. Vzhledem k rostoucí spotřebě plastů dochází i k nárůstu množství těchto částic v prostředí. Mikroplasty se snadno dostávají do trávicího traktu a tkání mnoha živočichů, čímž mohou negativně ovlivnit jejich zdravotní stav. Jedním z hlavních distribučních bodů mikroplastů jsou čistírny odpadních vod, kam se dostávají spolu se splaškovými a komunálními odpadními vodami. Studie Pivokonského a kol. (2019) provedená na několika čistírnách v České republice potvrdila přítomnost plastových částic ve všech fázích čištění odpadních vod – koncentrace se pohybovaly v řádech tisíců částic na litr a čistírenské technologie dokázaly odstranit 70–83 % těchto částic. Nejvyšší zastoupení

měly částice menší než 10 μm , které tvořily až 95 % všech detekovaných mikroplastů. Ačkoli moderní čistírenské procesy vykazují poměrně vysokou účinnost, mikroplasty jsou nejčastěji zachytávány v kalech. Nedávná studie publikovaná v roce 2024 uvádí, že mikrovlákná tvořila 81–99 % všech mikroplastů nalezených v půdách, kde byl aplikován čistírenský kal. Tato zjištění potvrzují, že mikrovlákná představují dominantní morfologickou formu mikroplastů v těchto prostředích (Ramage et al., 2025). To zároveň vyvolává nové otázky ohledně možného šíření znečištění při dalším využívání kalů, například v zemědělské praxi v rámci hnojení zemské půdy.

Perzistentní organické látky: také jedna z důležitých skupin, do které patří i řada novodobých polutantů, vyznačující se dlouhodobou setrvačností v životním prostředí. Zejména pozornost přitahují per- a polyfluorované alkylové sloučeniny, známé pod zkratkou PFAS, jejichž využití sahá od průmyslových aplikací až po běžné spotřební zboží. Vzhledem k jejich chemickým vlastnostem a obtížné odbouratelnosti byly v posledních letech zařazeny mezi prioritní kontaminanty v oblasti vodního hospodářství. Oproti jiným polutantům jsou specifické svým globálním rozšířením a možným vlivem na lidské zdraví i ekosystémy, přičemž řada z nich není účinně odstraňována během klasických procesů úpravy vody. Tato problematika bude dále rozpracována v kapitole 2.3, která se podrobně věnuje výskytu, chování a rizikům PFAS v rámci vodního prostředí (Siglová et al., 2021).

Jednotlivé typy polutantů, které byly představeny v předchozí kapitole, mají různorodé zdroje. Některé pocházejí z domácností, jiné z průmyslové výroby nebo zemědělství. V následující kapitola je proto zaměřená na zdroje těchto látek a jejich podíl na celkovém znečištění životního prostředí.

1.2 Zdroje znečištění a vstupy do vodního prostředí

Zdroje znečištění vodního prostředí lze rozdělit na bodové, plošné a difúzní. Bodové zdroje jsou jasně definovatelné, protože jejich výstupy představují konkrétní místa, odkud pochází k přímému vypouštění znečišťujících látek do vodních útvarů. Mezi tyto zdroje patří například výpustě čistíren odpadních vod, volné výusti kanalizací a systémy pro přepad dešťových vod. Plošné a difúzní zdroje jsou charakterizovány rozptýleným přísunem znečištění z rozsáhlých oblastí, například zemědělských ploch, lesních porostů či starých

ekologických zátěží. Identifikace a řízení těchto zdrojů je náročnější vzhledem k jejich rozptýlené povaze (Povodí Vltavy, státní podnik, 2021). V návaznosti na výše uvedené rozdělení lze znečištění vodního prostředí dále klasifikovat podle hlavních cest vstupu konkrétních polutantů do vodních útvarů. Jednotlivé kategorie představují různé typy tlaků na kvalitu vod, přičemž jejich původ a chemické složení znečišťujících látek se liší. Viz níže uvedené (odpadní vody, zemědělská činnost a průmyslové odpadní vody).

Odpadní vody představují vody, které byly využity při různých lidských činnostech například v domácnostech, průmyslové výrobě nebo zemědělství a následně obsahují kontaminanty, jež zhoršují jejich kvalitu natolik, že je nelze dále využívat bez předchozího ošetření. Za klíčové zdroje znečištění těchto vod jsou považovány především komunální čistírny, volné výusti kanalizací a přepadové systémy dešťových vod, které vypouštějí do vodních toků směsi organických i anorganických látek různého původu (Holoubek, 2024).

- a) **Komunální čistírny odpadních vod:** Tato zařízení zpracovávají komunální odpadní vody pocházející z domácností, měst a obcí. Přestože moderní čistírenské technologie dokážou účinně odstranit řadu běžných kontaminantů, ve vyčištěné vodě často přetrvávají specifické látky, jako jsou farmaceutika, mikroplasty nebo zbytky čisticích prostředků. Farmaceutické látky zahrnují např. antibiotika, hormonálně aktivní sloučeniny a další chemické látky, které mohou negativně ovlivnit vodní organismy i lidské zdraví. Mikroplasty, pocházející z kosmetiky, textilií nebo čisticích prostředků, jsou vzhledem ke své velikosti a perzistenci v prostředí zvláště problematické – snadno se dostávají do potravních řetězců. Čisticí prostředky pak obsahují různé tenzidy, barviva a další sloučeniny, které mohou být toxické pro vodní biotu a ovlivňovat kvalitu vodních (Holoubek, 2024).
- b) **Volné výusti kanalizací a dešťové přepady:** Tyto systémy umožňují přítok odpadních vod do vodních toků v případě silných dešťů, což může způsobit, že do vodních těles proudí nečištěné nebo jen částečně vyčištěné odpadní vody. Tato kontaminace může zahrnovat vysoké koncentrace dusíku a fosforu, které jsou příčinou eutrofizace, tedy nadměrného růstu řas, což vede k poklesu kyslíku a zhoršení kvality vody.

Zemědělská činnost představuje významný zdroj nebodového (difuzního) znečištění vodního prostředí. Hlavní podíl na tomto typu znečištění má zejména používání agrochemikálií, ztráta půdní stability a kontaminace spojená s chovem hospodářských zvířat (Ministerstvo životního prostředí, 2023).

- a) **Splachy hnojiv a pesticidů:** Intenzivní aplikace dusíkatých a fosforečných hnojiv zvyšuje riziko jejich vyplavování do povrchových vod, čímž přispívá k nadměrnému růstu fytoplanktonu a sinic. Tento jev nazývaný jako eutrofizace následně vede k poklesu koncentrace rozpuštěného kyslíku a zhoršení životních podmínek pro vodní organismy. Pesticidy používané při ochraně rostlin mohou negativně ovlivňovat vodní biotu jak svou toxicitou, tak schopností bioakumulace v potravním řetězci (Holoubek, 2024).
- b) **Eroze půdy a transport sedimentů:** Nevhodné zemědělské praktiky, jako je orba ve svahu nebo nedostatečné zatravnění, přispívají k erozi půdy. Odplavené sedimenty zhoršují průhlednost vody, zanášení koryta vodních toků a narušují přirozené biotopy bentických organismů (Ministerstvo životního prostředí, 2023).
- c) **Fekální znečištění a veterinární léčiva:** Chov hospodářských zvířat je spojen s úniky fekálních a reziduí veterinárních přípravků do okolních vod. Tyto látky mohou obsahovat patogeny, dusík, fosfor a zbytky antibiotik, které negativně ovlivňují mikrobiální rovnováhu ve vodním prostředí a zvyšují riziko rozvoje antimikrobiální rezistence (Holoubek, 2024).

Průmyslové odpadní vody: Průmyslové činnosti představují významný zdroj znečištění vodního prostředí, přičemž jejich charakter a složení se liší v závislosti na konkrétním průmyslovém odvětví. Tyto vody vznikají různých technologických procesech v průmyslových odvětvích, jako je chemický, farmaceutický, papírenský, textilní, potravinářský a hutnický průmysl. Tyto vody často obsahují široké spektrum látek, které mohou negativně ovlivňovat vodní ekosystémy, a proto podléhají přísným legislativním regulacím a musí být před vypouštěním řádně čištěny (Langhammer, 2002).

Mezi hlavní znečišťující složky průmyslových odpadních vod patří těžké kovy, jako jsou olovo, rtuť, kadmium, chrom a arsen. Tyto prvky jsou vysoce toxické, perzistentní a mají tendenci se kumulovat v organismech, což vede k jejich biomagnifikaci v potravních řetězcích (Holoubek, 2024).

Další významnou skupinou jsou organické látky a rozpouštědla, například fenoly, benzen či toluen, které mohou být toxické a zároveň snižují obsah rozpuštěného kyslíku ve vodě, čímž ovlivňují životní podmínky vodních organismů (Langhammer, 2002).

Ropné látky tvoří na vodní hladině film, který omezuje výměnu plynů mezi vodním sloupcem a atmosférou, což dále přispívá k degradaci vodních ekosystémů. Z hlediska aktuálních výzev v oblasti průmyslového znečištění je třeba zmínit i výskyt mikropolutantů,

mezi které patří například rezidua rozpouštědel, stabilizátorů, změkčovadel a dalších sloučenin používaných ve výrobě plastů, kosmetiky či textilu. Tyto látky se obtížně odstraňují tradičními metodami čištění, mohou být toxické i ve velmi nízkých koncentracích a v prostředí přetrvávají po dlouho dobu.

2 DOPADY NOVODOBÝCH POLUTANTŮ NA VODNÍ EKOSYSTÉMY

Znečištění vodního prostředí anorganickými a organickými polutanty představuje vážný globální problém, který negativně ovlivňuje kvalitu vody, zdraví vodních organismů a lidské populace. Rostoucí množství cizorodých znečišťujících látek (mikropolutantů) navíc komplikuje jejich identifikaci a hodnocení souvisejících ekologických i zdravotních rizik.

Mikropolutanty se často dostávají do vody z odpadních čistíren a nejsou účinně odstraňovány konvenčními metodami čištění a mohou tak mít negativní dopady na kvalitu životního prostředí a zdraví organismů. Zároveň existují nedostatky v dostupnosti informací o toxicitě nových chemických látek, což zvyšuje riziko vzniku nebezpečných směsí a dalších neznámých účinků v ekosystémech. Evropská unie se snaží monitorovat a regulovat prioritní látky, avšak výzvy spojené s identifikací a hodnocením těchto polutantů přetrvávají (Holoubek, 2024).

2.1 Vliv farmak a endokrinních disruptorů na vodní organismy a ekosystémy

Nesteroidní protizánětlivé léky (NSAID), jako je diklofenak či ibuprofen, mohou u vodních organismů vyvolávat změny ve funkci jater, ledvin i reprodukční soustavy. U některých druhů ryb byly po expozici těmto látkám prokázány histopatologické změny v žábrech a snížení reprodukční úspěšnosti. Některá antidepresiva, například venlafaxin, mohou narušovat vrozené chování vodních živočichů – zejména snížením jejich ostražitosti vůči predátorům a zhoršením orientace v prostředí. Hormonálně aktivní látky obsažené ve vodě, včetně syntetických estrogenů, pak ovlivňují pohlavní diferenciaci u ryb a obojživelníků, což může vést ke snížené plodnosti a reprodukčním poruchám v populacích. V neposlední řadě přispívá přítomnost antibiotik ve vodním prostředí ke vzniku a šíření antimikrobiální rezistence, což představuje závažné riziko nejen pro ekosystémy, ale i pro veřejné zdraví (Kožíšek, 2022).

Na základě dostupných dat Národního referenčního centra pro pitnou vodu (NRC) jsou v roce 2024 mezi nejvíce sledovanými farmaky a endokrinními disruptory například tyto látky u nichž se předpokládá výskyt v koncentracích vyšších než 100 ng/l:

Léčiva (mimo antibiotika):

- **Diklofenak** (protizánětlivý lék)
- **Ibuprofen** (protizánětlivý lék)
- **Karbamazepin** (antiepileptikum, sledován kvůli možné teratogenitě, limit 0,01 µg/l)
- **Naproxen** (protizánětlivý lék, limit 0,01 µg/l)
- **Metformin** (antidiabetikum)
- **Venlafaxin** (antidepresivum, často se vyskytuje v sedimentech)
- **17-beta-estradiol** (hormon, regulovaný směrnicí EU, limit 0,001 µg/l)

Antibiotika:

- **Amoxicilin** (širokospektré betalaktamové antibiotikum)
- **Clarithromycin** (makrolidové antibiotikum, ve směrnici týkající se čištění komunální odpadních vod limit 0,01 µg/l)
- **Sulfamethoxazol** (sulfonamidové antibiotikum)
- **Clindamycin** (linkosamidové antibiotikum, často detekováno v sedimentech)

Tyto látky byly vybrány ke stanovení doporučených limitů ve veřejných vodovodech na základě dostupných dat o jejich koncentracích ve vodách a možných negativních účincích na životní prostředí i zdraví člověka (Jeligová a Kožíšek, 2024).

2.2 Výskyt mikroplastů ve vodním prostředí a jejich dopady na vodní organismy

Mikroplasty a nanoplasty mohou být konzumovány různými organismy, od drobného zooplanktonu až po vyšší živočichy, čímž dochází k jejich bioakumulaci a možnému negativnímu vlivu na biodiverzitu. Vodní živočichové, jako ryby, korýši, měkkýši či vodní ptáci, mohou tyto částice požít spolu s potravou, což může způsobit mechanické poškození trávicího traktu, snížení vstřebávání živin a energetický deficit (Kožíšek a Kazmarová, 2019).

Nejvíce sledovanými mikroplasty jsou v současné době polyethylen (PE), polystyren (PS), polypropylen (PP), polyvinylchlorid (PVC) a polyethylentereftalát (PET). Analýza a stanovení mikroplastů ve vodách čelí různým výzvám spojeným s nejednotnými

metodikami odběru a zpracování vzorků. Chybí standardizované postupy, což vede k rozdílným výsledkům mezi jednotlivými studiemi. Při analýze je mimo jiné důležité zohlednit možné kontaminace z prostředí, například z ovzduší nebo oděvů pracovníků, a proto je doporučeno provádět odběr slepých vzorků.

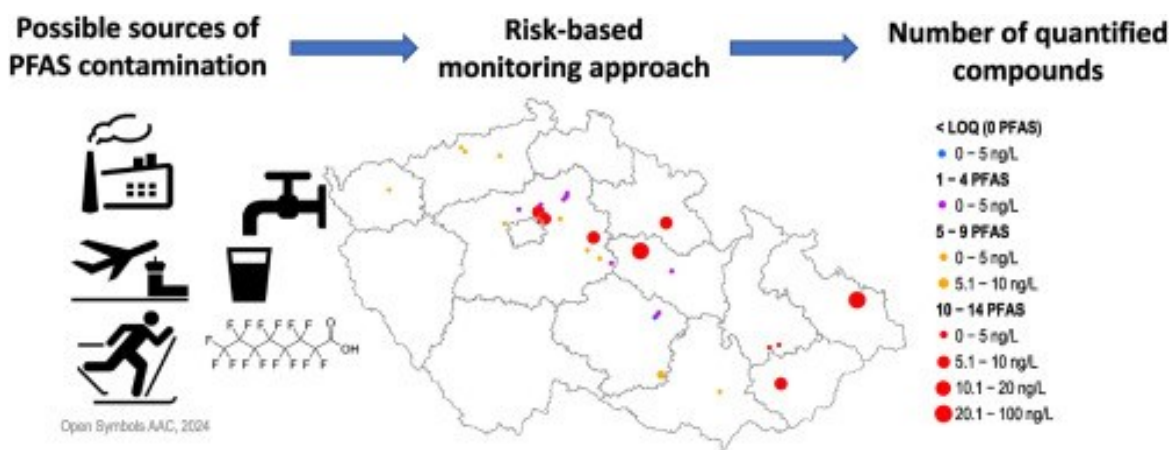
Přestože přítomnost mikroplastů v trávicím traktu vodních organismů byla potvrzena, jejich přímý toxický účinek není dosud jednoznačně prokázán. Screening ekotoxicity prováděný na České zemědělské univerzitě (2022) s perloočkou druhu *Daphnia pulex*, neprokázal zvýšenou mortalitu či změny v chování po vystavení mikroplastům.

Mikroplasty, které jsou formovány z polymerů, mohou na svém povrchu adsorbovat perzistentní organické polutanty. Tímto způsobem se stávají nejen nosiči těchto látek, ale také mohou zprostředkovaně zvyšovat expozici vodních organismů škodlivým látkám, což může vést k negativním biologickým účinkům.

Vzhledem k těmto poznatkům je důležité pokračovat ve výzkumu zaměřeném na standardizaci analytických metod, hodnocení ekologických rizik a vývoj strategií pro snižování vstupu mikroplastů do vodního prostředí (Wimmerová et al., 2021).

2.3 Perzistentní organické látky PFAS a jejich vliv

Per – a polyfluoroalkylované látky (PFAS) představují skupinu perzistentních organických polutantů, které se vyznačují vysokou chemickou stabilitou, bioakumulačním potenciálem a toxicitou. Jejich přítomnost byla potvrzena v různých složkách životního prostředí, včetně povrchových a podzemních vod, a to i v České republice. Například studie provedená v roce 2023 analyzovala 192 vzorků pitné vody z různých oblastí České republiky a zjistila, že koncentrace celkových PFAS (Σ PFAS) se pohybovaly od nedetekovatelných hodnot až po 23,9 ng/l (Dvořáková et al., 2023). Nejčastěji detekovanými sloučeninami byly (obrázek 2) perfluoropentanoová kyselina (PFPeA), perfluorohexanoová kyselina (PFHxA), perfluoroheptanoová kyselina (PFHpA) a perfluorobutansulfonová kyselina (PFBS), které byly nalezeny ve více než 70 % vzorků. Další výzkum zaměřený na řeku Jizeru odhalil, že koncentrace Σ PFAS ve vodě se zvyšovaly po proudu řeky, a to z 1,08 ng/l u pramene až na 26 ng/l v dolním toku. Nejvyšší koncentrace PFOS byla zaznamenána s mediánem 2,56 ng/l. (Kožíšek et al., 2025).



Obrázek 2 Možné zdroje kontaminace PFAS a počet kvalifikovaných sloučenin v pitné vodě na území České republiky.

(zdroj. (Dvořáková et al., 2023))

Na evropské úrovni interaktivní mapa projektu Forever Pollution ukazuje více než 23 000 lokalit kontaminovaných PFAS, z nichž přibližně 2 300 jsou označeny jako "hotspoty" s koncentracemi přesahujícími 100 ng/l. V České republice byly identifikovány desítky takových lokalit, včetně oblastí v okolí průmyslových zón a letišť (Le Monde & Watershed Investigations, 2023). Evropská agentura pro životní prostředí (EEA) ve své zprávě z roku 2024 uvádí, že v období 2018–2022 byly environmentální kvalitativní standardy (EQS) pro PFOS překročeny v 51–60 % sledovaných řek, 11–35 % jezer a 47–100 % přechodných a pobřežních vod (European Environment Agency, 2024). Tyto údaje podtrhují potřebu důkladného monitoringu a regulace PFAS, zejména s ohledem na jejich schopnost bioakumulace a potenciální zdravotní rizika pro lidskou populaci a ekosystémy.

3 LEGISLATIVNÍ ORGANIZACE

Současná legislativa v rámci Evropské unie (EU) i na úrovni jednotlivých států v podobě mezinárodních rámcových smluv, úmluv a směrnic hraje důležitou roli v ochraně vodních zdrojů před znečištěním novodobými polutanty, stejně jako jednotlivé instituce, které jsou gestory těchto závazných strategií a úmluv. Cílem tohoto boje je dosažení kvalitativního i kvantitativního zlepšení stavu vodních ekosystémů a zlepšení kvality zdraví a tím i života naší populace.

3.1 Mezinárodní rámce a smlouvy

Mezi nejzákladnější a nejvýznamnější iniciativy prosazující ochranu a zkvalitnění stavu vodních ekosystémů patří:

- Rámcová směrnice EU o vodě (2000/60/ES)
- Nařízení REACH (EC 1907/2006)
- WHO – Světová zdravotnická organizace
- UNEP – Program OSN pro životní prostředí
- Stockholmská úmluva o perzistentních organických látkách

3.1.1 Iniciativy Evropské unie v oblasti ochrany vod

Tato instituce se vypořádává s neustále se vyvíjejícími environmentálními problémy včetně ochrany vodních zdrojů a vodního hospodářství a zavádí proto řadu legislativních opatření a nástrojů.

Rámcová směrnice EU o vodě

Nejdůležitějším a nejsložitějším právním předpisem, jenž má za cíl ochranu vodních těles v EU je Rámcová směrnice EU o vodě (Water Framework Directive), celým svým názvem **Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/60/ES** z 23. října 2000. Tato směrnice platná od 22. prosince 2000 stanovuje právní rámec pro ochranu vod a obnovu čisté vody pro zajištění dlouhodobého, a především udržitelného užívání vod a zabránění zhoršování stavu vod a má také zmírňovat důsledky záplav a sucha. Tento právní předpis byly členské státy, včetně České republiky, povinny implementovat do svých národních předpisů a jsou touto směrnicí také vázáni povinností vypracovávat plány povodí založené na přírodních zeměpisných povodích řek a vytvářet své specifické programy k dosažení cílů

směrnice. Novodobé polutanty jsou v této směrnici zahrnuty prostřednictvím monitorování znečišťujících látek prioritní důležitosti (Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/60/ES ze dne 23. října 2000, kterou se stanoví rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky, 2000).

Nařízení REACH (EC 1907/2006)

Nařízení o registraci, hodnocení, a povolování a omezování chemických látek je vedle Rámcové směrnice EU o vodě jedním ze základních právních předpisů EU, který vstoupil v platnost v roce 2007 a byl vytvořen prioritně na ochranu životního prostředí a lidského zdraví před riziky spojenými s chemickými látkami. Dalšími cíli nařízení REACH je podpora konkurenceschopnosti a inovací v evropském průmyslu a s tím spojený vývoj v posuzování poznatků o jednotlivých chemických látkách používaných v EU a boj proti testování na zvířatech (ECHA EUROPEAN CHEMICALS AGENCY, 2025).

3.1.2 Světové organizace

WHO (World Health Organization) – Světová zdravotnická organizace

Jedná se agenturu se sídlem v Ženevě patřící pod Organizaci spojených národů (OSN), jenž byla založena roku 1946 a jejímž členem je od roku 1993 také Česká republika. Hlavním agendou této organizace je zdravotní politika, pomoc při vypracování národních zdravotnických strategií a konzultační činnost dle potřeby jednotlivých členských států. Organizace provádí také dohled nad indikátory zdravotního stavu světové populace, programů pro kontrolu, prevenci a odstranění nemocí a provádí také dohled nad testováním nových technologií a technologických postupů v rámci své přidělené agendy. Nejvyšším orgánem WHO je Světové zdravotnické shromáždění všech ministrů zdravotnictví jednotlivých členských států, které se koná každý rok v květnu v Ženevě.

Kancelář WHO v České republice má své sídlo v Praze a jejím hlavním účelem je zastoupení WHO na národní úrovni a zajišťování vzájemné spolupráce a poskytování údajů, informací a materiálů mezi WHO a ministerstvem zdravotnictví a ovlivňuje tak zdravotní politiku v naší zemi (Ministerstvo zdravotnictví České republiky, 2022).

UNEP (United Nations Environment Programme) – Program organizace spojených národů pro životní prostředí

Tento program vznikl v roce 1972 pod záštitou OSN na podporu environmentální mezinárodní spolupráce v oblasti životního prostředí. K jeho hlavním úkolům patří

zjišťování a analyzování možných rizik ohrožení životního prostředí a zajišťování a financování preventivních programů a projektů na ochranu životního prostředí (Ministerstvo životního prostředí, 2025).

Stockholm Convention – Stockholmská úmluva o perzistentních organických znečišťujících látkách

Jedná se o celosvětovou úmluvu na ochranu životního prostředí a lidského zdraví před perzistentními organickými látkami, které se vyskytují v životním prostředí po dlouhou dobu a hromadí se v tukových tkáních živočichů. Součástí této úmluvy je i Česká republika, která prostřednictvím svého Výzkumného centra pro toxické látky v prostředí šíří povědomí a podporu aplikování Stockholmské úmluvy na naší národní úrovni (RECETOX, 2021)

3.2 Národní legislativa

Implementace evropské legislativy ve formě zákonů, smluv a nařízení do vnitrostátního právního řádu České republiky je časově náročný proces. Jednotlivé členské země musí evropskou legislativu od svých vnitrostátních právních předpisů začlenit samy, a to nejpozději do stanovené implementační lhůty.

Některá paragrafová ustanovení jednotlivých právních předpisů jsou pak upřesňována podzákonnými předpisy jako jsou nařízení vlády či vyhlášky. Tato národní legislativa následně upravuje postupy jednotlivých ministerstev. V rámci ochrany vodních zdrojů na území České republiky se jedná především o postupy Ministerstva životního prostředí a Ministerstva zdravotnictví. Tato ministerstva následně zaštiťují fungování dalších organizací zabývajících se ochranou vodních těles na našem území. Jedná se například o Státní zdravotní ústav.

3.2.1 Národní organizace

SZÚ – Státní zdravotní ústav

Jedná se o příspěvkovou zdravotnickou organizací pod záštitou Ministerstva zdravotnictví, která dle § 86 zákona č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů zpracovává podklady pro tvorbu zdravotní politiky našeho státu, k ochraně veřejného zdraví, k monitorování veřejného zdraví a životního prostředí, včetně jejich jednotlivých segmentů, jako je ovzduší, půda či pitná voda (Státní zdravotní ústav, 2025b).

ČIŽP – Česká inspekce životního prostředí

Česká inspekce životního prostředí je specializovaný kontrolní orgán, který vykonává státní dozor nad dodržováním právních předpisů v oblasti ochrany životního prostředí. Je zřízena zákonem č. 282/1991 Sb., o České inspekci životního prostředí, a spadá pod Ministerstvo životního prostředí. Jejím úkolem je kontrolovat činnosti fyzických i právnických osob, které mohou negativně ovlivňovat stav jednotlivých složek životního prostředí, jako jsou ovzduší, odpady, příroda a krajina, ale i lesy a především voda (Česká inspekce životního prostředí, 2025a).

V oblasti ochrany vod inspekce dohlíží na dodržování vodního zákona, zákona o vodovodech a kanalizacích a dalších souvisejících předpisů. Kontroluje zejména vypouštění odpadních vod do povrchových i podzemních vod, nakládání se závadnými látkami, čištění komunálních i průmyslových odpadních vod a provoz čistíren odpadních vod. Cílem je předcházet znečišťování vodních toků a ochraňovat kvalitu vody jako jednoho z klíčových přírodních zdrojů (Česká inspekce životního prostředí, 2025b).

3.2.2 České právní předpisy v oblasti vodního znečištění

Výše uvedená Rámcová smlouva EU o vodě se do české legislativy implementovala zákonem č. 254/2001 Sb., o vodách (vodní zákon) a zákonem č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích.

Vodní zákon je naším základním právním předpise na ochranu povrchových a podzemních vod. Stanovuje podmínky pro hospodářské využívání vodních zdrojů a výše poplatků za znečištění odpadních vod tak, aby byla zachována kvalita našich vodních zdrojů (Zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu, 2001)(Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), 2001).

4 SOUČASNÁ A BUDOUCÍ LEGISLATIVA TÝKAJÍCÍ SE NOVODOBÝCH POLUTANTŮ

4.1 Současná legislativa pro farmaka

V České republice jsou limity pro farmaceutické látky a endokrinní disruptory v pitné vodě stanoveny zejména Vyhláškou č. 252/2004 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a rozsah kontroly pitné vody. Tato vyhláška byla novelizována Vyhláškou č. 371/2023 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody, ve znění pozdějších předpisů, jež nabyla účinnosti 4. ledna 2024 (Česká asociace hydrogeologů člen Unie geologických asociací (UGA), 2024).

Na základě doporučení Národního referenčního centra pro pitnou vodu (NRC) byly stanoveny konkrétní doporučené limitní hodnoty pro vybrané farmaceutické látky a endokrinní disruptory v pitné vodě, jak je uvedeno v tabulce 1.

Tabulka 1 Doporučené limity vybraných farmaceutických látek a endokrinních disruptorů v pitné vodě

Látka	Doporučený limit (µg/l)	Poznámka
Karbamazepin	0,01	Teratogenní účinky
Naproxen	0,01	Teratogenní účinky
Klarithromycin	0,01	Potenciálně rizikový
17-β-estradiol	0,001	Hormonálně aktivní látky

(zdroj: Jeligová a Kožíšek (2024))

Stanovení limitních hodnot pro farmaceutické látky a jejich metabolity v pitné vodě vychází ze zásad předběžné opatrnosti, což je přístup běžně využívaný například také u pesticidů. Tento princip reflektuje skutečnost, že i velmi nízké koncentrace některých látek mohou mít dlouhodobé nebo kumulativní účinky na lidské zdraví i ekosystémy. Obecně je za přijatelnou hladinu léčiv a jejich metabolitů v pitné vodě doporučována hodnota do 0,1 µg/l (100 ng/l). Pro látky, které vykazují genotoxické (mutagenní) nebo hormonálně aktivní účinky, je však doporučena přísnější mezní hodnota 0,01 µg/l (10 ng/l). Kromě toho se doporučuje sledovat souhrnnou koncentraci všech detekovaných léčiv ta by neměla

přesáhnout 0,5 µg/l (500 ng/l). Tato doporučení vycházejí z podkladů Kožíška (2022) a reflektují moderní přístup k ochraně vodních zdrojů před riziky novodobých kontaminantů (Jeligová a Kožíšek, 2024; Kožíšek, 2022).

Následná novelizace vyhlášky č. 371/2023 Sb. tyto požadavky rozšířila a harmonizovala s evropskými standardy, čímž byla posílena ochrana veřejného zdraví a kvality vodních zdrojů v České republice (Česká asociace hydrogeologů člen Unie geologických asociací (UGA), 2024).

4.2 Současná legislativa pro mikroplasty a nanoplasty

Legislativní rámec v České republice je ovlivněn jak evropskými směrnicemi, tak národními předpisy. Evropská unie přijala Směrnici (EU) 2020/2184 o jakosti vody určené k lidské spotřebě, která vstoupila v platnost 12. ledna 2021. Tato směrnice stanovuje minimální požadavky na kvalitu pitné vody s cílem chránit lidské zdraví před negativními účinky jakéhokoli znečištění. Přestože směrnice přímo nestanovuje specifické limity pro mikroplasty, zavádí povinnost členských států monitorovat nové znečišťující látky a pravidelně aktualizovat seznam sledovaných parametrů a regulovat tak znečištění vodního prostředí (Evropská unie, 2020).

V návaznosti na požadavky Směrnice (EU) 2020/2184 byla v České republice provedena úprava legislativy, která se promítla do novelizace Vyhlášky č. 252/2004 Sb. Tato novela, zveřejněná pod č. 371/2023 Sb. a účinná od 4. ledna 2024, reaguje na potřebu sledovat nově identifikované kontaminanty včetně mikropolutantů, jako jsou mikroplasty. Ačkoli pro tyto látky zatím nejsou stanoveny závazné limity, vyhláška klade důraz na princip předběžné opatrnosti a podporuje rozšiřování monitoringu potenciálně rizikových látek v pitné vodě. Tato novela reflektuje požadavky evropské směrnice a zavádí mechanismy pro monitorování a hodnocení nových znečišťujících látek v pitné vodě. Ačkoli specifické limity pro mikroplasty nejsou v současné době stanoveny, vyhláška klade důraz na zásadu předběžné opatrnosti a na potřebu průběžného hodnocení potenciálních rizik spojených s novými kontaminanty (Ministerstvo zdravotnictví, 2023).

Podle studie Světové zdravotnické organizace (WHO) z konce minulého roku mikroplasty ve vodě zatím nepředstavují významné riziko pro lidské zdraví. Autoři však

zdůrazňují potřebu dalšího výzkumu pro lepší pochopení výskytu mikroplastů v životním prostředí, zejména v oblastech, kde dochází k lidskému kontaktu. Doporučují zaměřit se na prevenci vstupu plastů do prostředí prostřednictvím recyklačních programů, omezení znečišťování prostředí odpadky a podpory oběhového hospodářství. Zavádění rutinního monitoringu mikroplastů v pitné a povrchové vodě považují za předčasné, jelikož dosud neexistují důkazy o jejich zdravotních rizicích. Doporučují zaměřit se na prevenci jejich vstupu do prostředí. V souvislosti s vodními zdroji a veřejným zdravím je důležitější eliminace mikrobiálních patogenů, které představují konkrétní a okamžitou hrozbu. Tyto patogeny mohou být přítomny nejen ve vodním prostředí, ale také na povrchu mikroplastů, kde se mohou držet jako nosiče. Vzhledem k tomu, že mikroplasty mohou sloužit jako substrát pro mikrobiální život, je nezbytné zajistit kvalitní technologii úpravy vody jak pitné, tak i odpadní vody, která bude efektivně odstraňovat nejen mikrobiální patogeny, ale také mikročástice včetně plastových fragmentů (Šťastná, 2020).

4.3 Současná legislativa pro perzistentní organické látky PFOA

Perzistentní organické látky (POPs), kam spadají také některé sloučeniny ze skupiny PFAS, představují závažné riziko pro životní prostředí a lidské zdraví vzhledem ke své dlouhodobé stabilitě, schopnosti bioakumulace a toxicitě. Globálním právním rámcem, který tyto látky reguluje, je Stockholmská úmluva přijatá pod záštitou Programu OSN pro životní prostředí (UNEP). V rámci této úmluvy bylo přijato omezení výroby kyseliny perfluoroktansulfonové (PFOS) a zákaz výroby kyseliny perfluoroktanové (PFOA). V budoucnu se počítá s rozšířením regulace i na další sloučeniny, např. perfluorhexansulfonylfluorid (PFHxSF) (UNEP, 2019; Holoubek, 2024).

Na úrovni Evropské unie byly některé PFAS klasifikovány jako prioritní znečišťující látky, což vedlo k jejich začlenění do legislativy, která vyžaduje jejich sledování a postupné omezování. Zpráva Evropské agentury pro životní prostředí (EEA) z roku 2024 uvádí, že environmentální kvalitativní standardy (EQS) pro PFOS byly v období 2018–2022 překročeny u více než 50 % sledovaných vodních toků v Evropě (EEA, 2024). Tato data zdůrazňují potřebu přísnější kontroly výskytu těchto látek i v České republice.

V Česku upravuje kvalitu pitné vody Vyhláška č. 252/2004 Sb., která sice nestanovuje specifické limity pro látky jako jsou PBDEs, HBCDD, SCCPs, PCDDs/PCDFs nebo PCB s dioxinový efektem, ale obecně požaduje, aby pitná voda neobsahovala žádné látky v koncentracích ohrožujících lidské zdraví. Přestože polychlorované bifenyly (PCB nejsou strukturálně totožné s dioxiny, některé jejich kongenery vykazují podobné toxické účinky. Vzhledem k tomu, že mnohé perzistentní látky působí negativně i ve velmi nízkých koncentracích, stává se jejich regulace předmětem legislativního zájmu a budoucího vývoje.

Zvláštní pozornost si zaslouží bisfenol A (BPA), hormonálně aktivní látka s širokým průmyslovým využitím. V rámci Směrnice (EU) 2020/2184 o jakosti vody určené k lidské spotřebě byla stanovena jeho maximální přípustná koncentrace v pitné vodě na 2,5 µg/l. Tato hodnota byla převzata do české legislativy novelizací vyhlášky č. 252/2004 Sb., a představuje jeden z mála konkrétních limitů pro organické mikropolutanty tohoto typu v tuzemsku (Kožíšek, 2021). Seznam 20 specifických PFAS látek, pro které je v této směrnici stanoven souhrnný limit 0,1 µg/l, je uveden v příloze P I.

Zahrnutí bisfenolu A mezi regulované látky dokládá aktuální posun v přístupu k ochraně vodních zdrojů před perzistentními kontaminanty. Vzhledem k tomu, že většina těchto látek dosud není rutinně sledována a limity pro ně nebyly stanoveny, lze předpokládat, že budoucí aktualizace legislativy budou rozšířeny o další členy této chemické skupiny.

Regulace novodobých polutantů v pitné vodě je dynamická oblast, která se vyvíjí v návaznosti na nové vědecké poznatky a zjištění o účincích těchto látek. Klíčovou roli zde hrají národní instituce, jako je Ministerstvo zdravotnictví a Státní zdravotní ústav, které poskytují doporučení a podklady pro legislativní rozhodování. S ohledem na potenciální rizika lze očekávat, že limity a požadavky na sledování perzistentních kontaminantů budou v budoucnu dále zpřesňovány s cílem zajistit vysokou úroveň ochrany veřejného zdraví.

4.4 Plánované změny v budoucí legislativě

4.4.1 Přehled plánovaných opatření v oblasti čištění městských odpadních vod

V souladu s plánovanými legislativními změnami v oblasti ochrany vodních ekosystémů se očekává postupné zpřísňování požadavků na čištění městských odpadních

vod. Do roku 2035 bude ve všech aglomeracích s populačním ekvivalentem 1 000 a více zavedeno sekundární čištění, jehož cílem je odstranění biologicky rozložitelných organických látek (Evropský parlament a rada EU, 2024).

S ohledem na rostoucí výskyt mikropolutantů a jejich negativní dopady na vodní prostředí i lidské zdraví bude od roku 2045 povinné zavedení tzv. kvartérního čištění ve všech čistírnách odpadních vod s populačním ekvivalentem nad 150 000. V případě menších čistíren (s kapacitou nad 10 000 ekvivalentních obyvatel) bude rozhodnutí o implementaci tohoto stupně čištění záviset na individuálním posouzení rizik. Kvartérní čištění bude zaměřeno na eliminaci širokého spektra mikropolutantů, včetně per- a polyfluorovaných alkylových látek, mikroplastů a patogenů rezistentních vůči antimikrobiálním látkám (Deník veřejné správy, 2025).

S cílem zajistit dostatečné financování těchto opatření zavádí příslušná směrnice princip rozšířené odpovědnosti výrobce, který bude aplikován na producenty humánních léčiv a kosmetických přípravků. Předpokládá se, že nejméně 80 % nákladů na kvartérní čištění bude hrazeno výrobcí těchto produktů, přičemž zbývající část pokryjí vnitrostátní zdroje financování. Dalším významným aspektem nové legislativy je podpora opětovného využívání vyčištěných odpadních vod, zejména v regionech s omezenými vodními zdroji. Členské státy budou povinny přijmout opatření směřující k efektivnímu využití této vody v oblastech, kde je to vhodné, čímž se podpoří udržitelné hospodaření s vodními zdroji. Tato opatření vycházejí ze Směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) 2024/3019 ze dne 27. listopadu 2024 o čištění městských odpadních vod (přepracované znění), která byla zveřejněna v Úředním věstníku EU dne 12. prosince 2024 a vstoupila v platnost 1. ledna 2025. Její implementace probíhá v souladu s evropskou Zelenou dohodou. (Evropský parlament a rada EU, 2024).

4.4.2 Přehled plánovaných opatření v oblasti odstraňování dusíku a fosforu

V rámci připravované legislativy zaměřené na zlepšení kvality městských odpadních vod se plánuje rozšíření požadavků na terciární stupeň čištění. Do roku 2039 budou všechny čistírny s kapacitou nad 150 000 ekvivalentních obyvatel povinny odstranit z odpadních vod živiny, zejména dusík a fosfor, které významně přispívají k eutrofizaci vodních toků. Navazující fází bude od roku 2045 rozšíření povinného odstraňování mikropolutantů, čímž

se doplní ekologicky cílená opatření a posílí celková ochrana vodních ekosystémů (Evropská rada, 2025).

4.4.3 Přehled plánovaných opatření s dešťovou vodou a klimatická adaptace

Dalším významným opatřením bude zlepšení nakládání s dešťovou vodou ve větších městech s cílem snížit množství organického znečištění a dalších škodlivých látek ve vodním prostředí. Tento krok reaguje na rostoucí výskyt přívalových dešťů v důsledku změny klimatu a povede k efektivnějšímu řízení srážkových odtoků a jejich čištění (Evropská rada, 2025).

4.4.4 Přehled plánovaných opatření mikropolutantů z farmaceutických a kosmetických výrobků

Nová směrnice rovněž reflektuje skutečnost, že farmaceutické a kosmetické výrobky jsou hlavním zdrojem znečištění – podle odhadů pochází více než 90 % mikropolutantů v městských odpadních vodách právě z těchto produktů. Pro minimalizaci jejich přítomnosti budou zavedeny efektivní metody čištění, jejichž implementaci zajistí princip rozšířené odpovědnosti výrobce („znečišťovatel platí“), přičemž se očekává, že výrobci pokryjí minimálně 80 % nákladů na kvartérní stupeň čištění (Evropská rada, 2025).

4.4.5 Monitorování zdravotních rizik a menší aglomerace

Významnou součástí nových pravidel je také monitoring zdravotních rizik spojených s odpadními vodami. Zkušenosti z pandemie covid-19 ukázaly, že sledování přítomnosti patogenů v městských odpadních vodách může sloužit jako včasný varovný systém pro předcházení šíření infekčních onemocnění. Členské státy proto budou mít povinnost monitorovat výskyt specifických patogenů, jako jsou viry způsobující SARS-CoV-2, chřipku nebo dětskou obrnu, a přijímat adekvátní opatření.

Z hlediska územní působnosti se legislativní změny dotknou také menších aglomerací. Zatímco dosavadní pravidla Evropské unie umožňovala městům s populačním ekvivalentem nižším než 2 000 odvádět a čistit odpadní vody bez přísnější regulace, nová směrnice zavádí do roku 2035 povinnost zavést základní opatření pro čištění odpadních vod ve všech obcích s více než 1 000 obyvateli. Tato opatření budou zahrnovat jak budování stokových soustav, tak zavedení sekundárního stupně čištění zaměřeného na odstranění

biologicky rozložitelných organických látek před jejich vypuštěním do povrchových vod. Menší obce a novější členské státy EU budou moci využít přechodná období a výjimky, které jim umožní přizpůsobit se těmto požadavkům postupně (Evropská rada, 2025).

4.4.6 Praktické dopady nové směrnice na vodohospodářský sektor v České republice

Připravovaná směrnice o čištění městských odpadních vod přináší významné změny, které ovlivní nejen legislativní rámec, ale i praktické fungování vodohospodářských subjektů v České republice. Jak uvádí odborný článek publikovaný ve Vodohospodářském technicko – ekonomickém informačním bulletinu (VTEI). Změny se neomezují pouze na technologickou stránku čištění, ale zahrnují i institucionální a ekonomické aspekty, které si vyžádají komplexní přístup a dlouhodobou přípravu.

Jednou z nejviditelnějších změn bude rozšíření legislativního rámce i na menší aglomerace. Doposud se přísnější pravidla vztahovala pouze na obce s více než 2 000 ekvivalentními obyvateli. Nově se však bude čištění odpadních vod podle stanovených standardů týkat i sídel od 1 000 PE, což si v řadě případů vyžádá nejen výstavbu stokových systémů, ale i budování nových čistíren. Tím se rozšíří počet sídel, která budou muset plnit legislativní požadavky, a současně vzroste tlak na infrastrukturu i dostupnost finančních zdrojů.

Zásadní změnou z pohledu provozu čistíren bude zavedení tzv. čtvrtého stupně čištění, zaměřeného na eliminaci mikropolutantů, které dosud nebyly povinně odstraňovány. S tímto krokem je úzce spjat princip rozšířené odpovědnosti výrobce, podle něhož se výrobci humánních léčiv a kosmetických přípravků budou podílet na financování souvisejících nákladů. Tento model „znečišťovatel platí“ má pokrývat až 80 % investic do nových technologií a zároveň motivovat výrobce k větší inovaci složení svých produktů (Mertová, 2024).

Za účelem přehledného shrnutí jednotlivých úrovní čištění odpadních vod a znečišťujících látek, které jsou v každé fázi odstraňovány, je vhodné zařadit následující tabulkové schéma. Tabulka 2 znázorňuje postupné stupně čištění od primárního po kvartérní a zároveň ukazuje typické polutanty, na které se každá fáze zaměřuje. Schéma rovněž

reflektuje nové legislativní požadavky týkající se odstranění dusíku, fosforu a mikropolutantů a je cenným vizuálním doplňkem při porozumění navrhovaným opatřením.

Tabulka 2 Stupně čištění městských odpadních vod, odstraňované látky a příslušné legislativní požadavky

Stupeň čištění	Popis procesu	Typické odstraňované látky	Legislativní rámec / termín zavedení
Primární	Mechanické odstranění nerozpuštěných látek (např. sedimentace, filtrace)	Písek, tuky, hrubé nečistoty	Stávající požadavek pro všechna sídla
Sekundární	Biologické procesy zaměřené na rozklad organických látek (např. aktivace)	Organické látky (BSK, CHSK), suspendované látky	Do roku 2035 pro PE $\geq 1\,000$
Terciární	Chemické a biologické odstranění živin (zejména dusíku a fosforu)	Dusík (NH_4^+ , NO_3^-), fosfor (PO_4^{3-})	Do roku 2039 pro PE $\geq 150\,000$
Kvartérní	Pokročilé metody na odstranění mikropolutantů (adsorpce, ozonizace, membránové technologie)	Farmaka, mikroplasty, PFAS, hormonálně aktivní látky, patogeny	Do roku 2045 pro PE $\geq 150\,000$ (u menších čistíren dle posouzení rizik)

(vlastní zpracování na základě údajů z Evropské legislativy a odborné literatury, 2024)

Významnou oblastí, na kterou směrnice rovněž klade důraz, je systémový přístup ke zpětnému využívání vyčištěné vody. I když je opětovné použití vody v některých regionech již zavedenou praxí, nově má být tato možnost aktivně podporována v celé EU – zejména v oblastech ohrožených nedostatkem vodních zdrojů. Tím se propojí čistírenské systémy s konceptem oběhového hospodářství a podpoří dlouhodobá udržitelnost.

Dalším prvkem, který může mít přímý dopad na fungování čistíren, je nově zavedený monitoring zdravotních ukazatelů. Na základě zkušeností z pandemie covid-19 bude nutné sledovat přítomnost vybraných patogenů, jako jsou viry způsobující SARS-CoV-2, chřipku či dětskou obrnu. Tento prvek posouvá čištění odpadních vod do nové role – stává se nejen nástrojem ochrany životního prostředí, ale také veřejného zdraví.

Z pohledu technické a ekonomické realizovatelnosti lze očekávat, že naplnění nové legislativy bude vyžadovat modernizaci velké části stávající infrastruktury. Kromě samotných investic do pokročilých technologií to bude znamenat i nutnost rozšíření odborných kapacit, změnu provozních modelů a posílení mezioborové spolupráce například mezi vodohospodáři, hygieniky, farmaceutickým sektorem i orgány veřejné správy (Mertová, 2024).

ZÁVĚR

Tato bakalářská práce se zaměřila na problematiku novodobých polutantů ve vodách a související legislativní rámec, jak na úrovni České republiky, tak Evropské unie. Byly popsány čtyři hlavní skupiny látek farmaka, mikroplasty, perzistentní organické látky a endokrinní disruptory jejich výskyt, chování ve vodním prostředí a potenciální rizika pro ekosystémy i lidské zdraví. Z provedené analýzy vyplývá, že současná legislativa se postupně přizpůsobuje novým vědeckým poznatkům a rostoucímu povědomí o rizicích těchto látek. Přesto však přetrvávají určité mezery, zejména v oblasti stanovení konkrétních limitních hodnot, systematického monitoringu a zavádění účinných metod odstranění těchto kontaminantů z vodního prostředí.

Pozitivním posunem je přijetí plánovaných opatření, včetně novelizace vyhlášky č. 252/2004 Sb., směrnice (EU) 2020/2184 a nové směrnice o čištění městských odpadních vod, která zavádí princip rozšířené odpovědnosti výrobce a povinné zavedení pokročilých stupňů čištění. Do budoucna bude zásadní nejen další výzkum a inovace v oblasti analytických metod a technologií úpravy vody, ale také větší důraz na prevenci, vzdělávání veřejnosti a mezioborovou spolupráci. Regulace novodobých polutantů ve vodách se tak stává klíčovým nástrojem pro ochranu veřejného zdraví i udržitelného vodního hospodářství.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

ČESKÁ ASOCIACE HYDROGEOLOGŮ ČLEN UNIE GEOLOGICKÝCH ASOCIACÍ (UGA), 2024. *Vyšla nová vyhláška č. 371/2023 Sb. stanovující požadavky na kvalitu pitné a teplé vody*. Online. Dostupné z: <https://www.cah-uga.cz/vysla-nova-vyhlaska-c-371-2023-sb-stanovujici-pozadavky-na-kvalitu-pitne-a-teple-vody/>. [cit. 2025-03-27].

ČESKÁ INSPEKCE ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ, 2025b. *Ochrana vod*. Online. Dostupné z: <https://www.cizp.cz/pusobnost/ochrana-vod>. [cit. 2025-04-13].

Česká inspekce životního prostředí, 2025a. Online. Dostupné z: <https://www.cizp.cz/cizp/ceska-inspekce-zivotniho-prostredi>. [cit. 2025-04-13].

DENÍK VEŘEJNÉ SPRÁVY, 2025. *Nároky na čistírny odpadních vod stále rostou*. Online. Dostupné z: <https://www.dvs.cz/clanek.asp?id=7011383>. [cit. 2025-04-12].

DVOŘÁKOVÁ, Darina; JURIKOVA, Martina; SVOBODOVA, Veronika; PAŘÍZEK, Ondrej; KOŽÍŠEK, František et al., 2023. Complex monitoring of perfluoroalkyl substances (PFAS) from tap drinking water in the Czech Republic. Online. *Water Research*. Roč. 247, č. neuvedeno, s. Article 120764. ISSN 0043-1354. Dostupné z: <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.watres.2023.120764>. [cit. 2025-05-10].

ECHA EUROPEAN CHEMICALS AGENCY, 2025. *Porozumět nařízení REACH*. Online. Dostupné z: <https://echa.europa.eu/cs/regulations/reach/understanding-reach>. [cit. 2025-04-13].

EPA, 2023. *Learn about dioxin*. Online. Dostupné z: <https://www.epa.gov/dioxin/learn-about-dioxin>. [cit. 2025-05-08].

EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY, 2024. *PFAS pollution in European waters*. Online. Dostupné z: <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/publications/pfas-pollution-in-european-waters>. [cit. 2025-05-10].

EVROPSKÁ RADA, 2025. *Čištění městských odpadních vod*. Online. Brussels: Evropská rada. Dostupné z: <https://www.consilium.europa.eu/cs/policies/wastewater-treatment/>. [cit. 2025-05-11].

EVROPSKÁ UNIE, 2020. Směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) 2020/2184 ze dne 16. prosince 2020 o kvalitě vody určené pro lidskou spotřebu. Online. In: . Úřední věstník Evropské unie, s. 1–62. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX%3A02020L2184-20201223>. [cit. 2025-03-30].

EVROPSKÝ PARLAMENT A RADA EU, 2024. Směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) 2024/3019 ze dne 27. listopadu 2024 o čištění městských odpadních vod (přepracované znění). Online. In: . Úřední věstník EU. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/ALL/?uri=CELEX%3A32024L3019>. [cit. 2025-04-12].

HARTMANN, Nanna B.; HÜFFER, Thorsten; THOMPSON, Richard C.; HASSELLÖ, Martin; VERSCHOOR, Anja et al., 2019. Are We Speaking the Same Language? Recommendations for a Definition and Categorization Framework for Plastic Debris. Online. *Environmental Science & Technology*. Roč. 53, č. 3, s. 1039–1047. Dostupné z: <https://doi.org/10.1021/acs.est.8b05297>. [cit. 2025-05-08].

HOLOUBEK, Ivan, 2016. *CHEMIE ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ I Environmentální procesy (04) Chemické látky v prostředí – základní definice a pojmy*. Online. Dostupné z: https://de358514-318a-4355-b79f-353797904448.filesusr.com/ugd/2bfff2_547e15bbca7b46948d1c5a08b3d0a6ae.pdf. [cit. 2025-03-24].

HOLOUBEK, Ivan, 2024. *Chemické látky kolem nás a v nás v otázkách a odpovědích*. Online. Dostupné z: https://de358514-318a-4355-b79f-353797904448.filesusr.com/ugd/2bfff2_b0bb0f73615f4e4c92f10c1b38de927d.pdf. [cit. 2025-03-27].

JELIGOVÁ, Hana a KOŽÍŠEK, František, 2024. *Věc: Seznam požadovaných léčiv ke stanovení ve veřejných vodovodech v rámci úkolu hlavního hygienika pro rok 2024 a jejich doporučené limity*. Online. Dostupné z: <https://szu.gov.cz/wp->

content/uploads/2024/04/Doporuceni_NRC_limity_leciv_pitna_voda_brezen_2024.pdf.
[cit. 2025-03-27].

KOŽÍŠEK, František a KAZMAROVÁ, Helena, 2019. Mikroplasty v životním prostředí a zdraví. Online. *Vodní hospodářství*. Roč. 69, č. 9, s. 1-3. Dostupné z: <https://vodnihospodarstvi.cz/mikroplasty-v-zivotnim-prostredi-a%E2%80%AFzdravi/>. [cit. 2025-03-27].

KOŽÍŠEK, František, 2022. *Stanovisko Národního referenčního centra (NRC) pro pitnou vodu k otázce sledování léčiv v pitné vodě a jejich přijatelných koncentrací*. Online. Dostupné z: https://szu.gov.cz/wp-content/uploads/2022/11/Stanovisko_NRC_leciva-v-pitne-vode.pdf. [cit. 2025-03-24].

KOŽÍŠEK, František; DVOŘÁKOVÁ, Darina; KOTAL, Filip; JELIGOVA, Hana; MAYEROVÁ, Lenka et al., 2025. Assessing PFAS in drinking water: Insights from the Czech Republic's risk-based monitoring approach. Online. *Chemosphere*. Roč. 370, č. neuvedeno, s. 143969. ISSN 0045-6535. Dostupné z: <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2024.143969>. [cit. 2025-05-10].

KUMAR, Manoj; KUMAR SARMA, Devojit; SHUBHAM, Swasti; KUMAWAT, Manoj; VERMA, Vinod et al., 2020. *Environmental Endocrine-Disrupting Chemical Exposure: Role in Non-Communicable Diseases*. Online. 8. Front. Public Health. Dostupné z: <https://www.frontiersin.org/journals/public-health/articles/10.3389/fpubh.2020.553850/full>. [cit. 2025-03-27].

LANGHAMMER, Jakub, 2002. *Kvalita povrchových vod a jejich ochrana/Quality of Surface Waters and Their Conservation*. Online, Skripta. Katedra fyzické geografie a geoekologie: Přírodovědecká fakulta Univerzita Karlova. Dostupné z: https://web.natur.cuni.cz/~langhamr/lectures/wq/skripta/skriptaWQ_2009_web.pdf. [cit. 2025-03-27].

LE MONDE & WATERSHED INVESTIGATIONS, 2023. *Forever Pollution Map: Mapping Europe's PFAS crisis*. Online. Foreverpollution.eu. 2. prosince 2024. Dostupné z:

https://www.lemonde.fr/en/les-decodeurs/article/2023/02/23/forever-pollution-explore-the-map-of-europe-s-pfas-contamination_6016. [cit. 2025-05-10].

MERTO VÁ, Daniela, 2024. Přepřacovaná směrnice o čištění městských odpadních vod přináší nové výzvy nejen ve vodohospodářském sektoru. *Vodohospodářské technicko-ekonomické informace*. Roč. 66, č. 4, s. 28–31. ISSN 0322-8916.

MINISTERSTVO ZDRAVOTNICTVÍ ČESKÉ REPUBLIKY, 2022. *Světová zdravotnická organizace*. Online. Dostupné z: <https://mzd.gov.cz/svetova-zdravotnicka-organizace/>. [cit. 2025-04-13].

MINISTERSTVO ZDRAVOTNICTVÍ, 2023. Vyhláška č. 371/2023 Sb., kterou se stanoví požadavky na kvalitu pitné a teplé vody. Online. In: *Sbírka zákonů České republiky*. Částka 170. ISSN 1211-1244. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2023-371>. [cit. 2025-04-12].

MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ, 2023. *Zpráva o stavu životního prostředí České republiky 2022*. Online. Dostupné z: https://mzp.gov.cz/sites/mzp.cz/files/tiskove-zpravy/Zprava_o-zivotnim-prostredi_CR_2022.pdf. [cit. 2025-05-09].

MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ, 2025. *Program OSN pro životní prostředí (UNEP)*. Online. Dostupné z: <https://mzp.gov.cz/cz/zahranicni-vztahy/mezinarodni-organizace/program-osn-pro-zivotni-prostredi-unep>. [cit. 2025-04-13].

MORAVSKÁ VODÁRENSKÁ, A.S, 2018. *Rekonstrukce úpravny vody Tlumačov*. Online. Roč. 27, č. 12. SOVAK. ISSN 1210-3039. [cit. 2025-05-07].

NOAA, 2024. *What are microplastics?* Online. Dostupné z: <https://oceanservice.noaa.gov/facts/microplastics.html>. [cit. 2025-05-09].

PITTER, Pavel, 2009. *Hydrochemie*. 4. 2009. Aktualiz. vyd. Praha: Vydavatelství VŠCH. ISBN 978-80-7080-701-9.

POVODÍ VLTAVY, STÁTNÍ PODNIK, 2021. *Zpráva o hodnocení vypouštění vod do vod povrchových a podzemních v dílčím povodí Dolní Vltavy za rok 2021*. Online. Dostupné z: https://www.pvl.cz/files/download/vodohospodarske-informace/vodohospodarska-bilance/bilance2021/DV_VYP_2021.pdf. [cit. 2025-05-09].

RAMAGE, Stuart J.F.F.; COULL, Malcolm; COOPER, Patricia; , Colin D.; PRABHU, Radhakrishna et al., 2025. Microplastics in agricultural soils following sewage sludge applications: Evidence from a 25-year study. Online. *Chemosphere*. Roč. 376, č. neuvedeno, s. 144277. ISSN 0045-6535. Dostupné z: <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2025.144277..> [cit. 2025-05-09].

RECETOX, 2021. *Stockholmská úmluva o perzistentních organických polutantech slaví dvacet let a ČR s ní*. Online. Dostupné z: <https://www.recetox.muni.cz/onas/novinky/stockholmska-umluva-o-perzistentnich-organickych-polutantech-slavi-dvacet-let-a-cr-s-ni>. [cit. 2025-04-13].

SIGLOVÁ, Martina; BENEŠ, Petr; JEŽDÍK, Richard a MINAŘÍK, Miroslav, 2021. *Aktuální hrozby zatížení prostředí pesticidy a mikropolutanty a cesty vedoucí k jejich odstranění*. Online. Dostupné z: <https://www.odpadoveforum.cz/TVIP2021/prispevky/132.pdf>. [cit. 2025-03-24].

Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/60/ES ze dne 23. října 2000, kterou se stanoví rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky, 2000. Online. In: . Úřední věstník Evropských společenství, s. 1–73. Dostupné z: <http://data.europa.eu/eli/dir/2000/60/oj>. [cit. 2025-04-13].

STÁTNÍ ZDRAVOTNÍ ÚSTAV, 2025a. *Rozvraceče hormonálního systému – vážná hrozba pro současné i budoucí generace*. Online. Dostupné z: <https://szu.gov.cz/temata-zdravi-a-bezpecnosti/zivotni-prostredi/biologicky-monitoring/endokrinni-disruptory/>. [cit. 2025-03-27].

STÁTNÍ ZDRAVOTNÍ ÚSTAV, 2025b. *Poslání ústavu*. Online. Dostupné z: <https://szu.gov.cz/statni-zdravotni-ustav-starame-se-o-zdrave-cesko/zakladni-informace/>. [cit. 2025-04-13].

ŠŤASTNÁ, Jarmila, 2020. *Časopis Odpady: Mikroplasty ve vodě - zatím žádná podezření*. Online. Dostupné z: <https://odpady-online.cz/casopis-odpady-mikroplasty-ve-vode-zatim-zadna-podezreni/>. [cit. 2025-03-30].

WHO, 2016. *Dioxins and their effects on human health*. Online. Dostupné z: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/dioxins-and-their-effects-on-human-health>. [cit. 2025-05-08].

WIMMEROVÁ, Lenka; HENZLOVÁ, Linda a LEXA, Martin, 2021. *Mikroplasty ve vodách – jejich analýza a toxicita pro vodní organismy*. Online. Dostupné z: https://scholar.google.com/scholar?hl=cs&as_sdt=0%2C5&as_rr=1&q=https%3A%2F%2Fvodnihospodarstvi.cz%2Fmikroplasty-ve-vodach-jejich-analyza-a%25E2%2580%25AFtoxicita-pro-vodni-organismy%2F&btnG=#d=gs_cit&t=1743109986695&u=%2Fscholar%3Fq%3Dinfo%3AiMKo8OxYt2UJ%3Ascholar.google.com%2F%26output%3Dcite%26scirp%3D0%26hl%3Dcs. [cit. 2025-03-27].

ČESKO. Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), 2001. In: *Sbírka zákonů České republiky*. Částka 98. ISSN 1211-1244. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-254>.

ČESKO. Zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu, 2001. Online. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 2001. Částka 108. ISSN 1211-1244. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-274>. [cit. 2025-04-13].

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obrázek 1 Srovnání velikostních kategorií plastových částic (nanoplasty, mikroplasty, mesoplasty, makroplasty) podle různých vědeckých studií a institucí.</i>	<i>17</i>
<i>Obrázek 2 Možné zdroje kontaminace PFAS a počet kvalifikovaných sloučenin v pitné vodě na území České republiky.</i>	<i>25</i>

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Doporučené limity vybraných farmaceutických látek a endokrinních disruptorů v pitné vodě30

Tabulka 2 Stupně čištění městských odpadních vod, odstraňované látky a příslušné legislativní požadavky37

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

BPA	Bisfenol A
DDT	Dichlordifenyltrichlorethan (insekticid)
EC	Evropské společenství
EPA	(Environmental Protection Agency) Agentura pro ochranu životního prostředí
EEA	(European Environment Agency) Evropská agentura pro životní prostředí
EQS	(Environmental Quality Standards) Environmentální kvalitativní standardy
EU	Evropská unie
GAU	Granulované aktivní uhlí
HBCDD	Hexabromcyklododekan
NRC	Národní referenční centrum pro pitnou vodu
NSAID	Nesteroidní protizánětlivé léčivo
OSN	Organizace spojených národů
PBDE	Polybromované difenylethery
PCB	Polychlorované bifenyly
PCDD	Polychlorované dibenzodioxiny
PCDF	Polychlorované dibenzofurany
PFAS	Per- a polyfluorované alkylové látky
PFOA	Kyselina perfluoroktanová
PFOS	Perfluoroktan sulfonát
PFBS	Perfluorobutansulfonová kyselina
POP	Perzistentní organický polutant
REACH	Registrace, evaluace, autorizace a omezování chemických látek
RECETOX	Výzkumné centrum pro toxické látky v prostředí
SZÚ	Státní zdravotní ústav

UNEP	United Nations Environment Programme
WHO	(World Health Organization) Světová zdravotnická organizace
ČIŽP	Česká inspekce životního prostředí

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: Název první přílohy

Podle **Směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) 2020/2184** ze dne 16. prosince 2020 o jakosti vody určené k lidské spotřebě je stanoven limit 0,1 µg/l pro součet 20 specifických PFAS látek ve vodě určené k lidské spotřebě. Těchto 20 látek zahrnuje:

1. Perfluoropentanová kyselina (PFPeA)
2. Perfluorhexanová kyselina (PFHxA)
3. Perfluorheptanová kyselina (PFHpA)
4. Perfluoroktanová kyselina (PFOA)
5. Perfluorononanová kyselina (PFNA)
6. Perfluorodekanová kyselina (PFDA)
7. Perfluoroundekanová kyselina (PFUnDA)
8. Perfluorododekanová kyselina (PFDoDA)
9. Perfluorotridekanová kyselina (PFTrDA)
10. Perfluorotetradekanová kyselina (PFTeDA)
11. Perfluorobutansulfonová kyselina (PFBS)
12. Perfluoropentansulfonová kyselina (PFPeS)
13. Perfluorhexansulfonová kyselina (PFHxS)
14. Perfluorheptansulfonová kyselina (PFHpS)
15. Perfluoroktansulfonová kyselina (PFOS)
16. 4,8-dioxa-3H-perfluorononanová kyselina (DONA)
17. Perfluoro-3,7-dimethyloctanová kyselina (P37DMOA)
18. Perfluoro-3-methoxypropanová kyselina (PFMPA)
19. Perfluoro-4-methoxybutanová kyselina (PFMBA)
20. Tetrafluoro-2-(heptafluoropropoxy)propanová kyselina (HFPO-DA)

Tyto látky jsou součástí skupiny per – a polyfluorovaných alkylovaných látek (PFAS), které jsou známé svou perzistencí v životním prostředí a potenciálními negativními dopady na zdraví. Stanovení limitů pro jejich koncentrace v pitné vodě je krokem k ochraně veřejného zdraví.