

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ
KATEDRA APLIKOVANÉ EKOLOGIE



Vývoj znečištění povrchových vod v České republice

Surface waters quality development in the Czech Republic

Vedoucí práce: prof. Ing. Jan Vymazal, CSc.

Autor bakalářské práce: Jakub Kadlec

2020

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jakub Kadlec

Krajinářství

Územní technická a správní služba

Název práce

Vývoj znečištění povrchových vod v České republice

Název anglicky

Surface waters quality development in the Czech Republic

Cíle práce

1. Charakterizovat hlavní typy znečištění povrchových vod.
2. Popsat systém hodnocení kvality vody v České republice.
3. Shrnout vývoj kvality povrchových vod v České republice.

Metodika

Práce je založena na vyhodnocení dlouhodobých dat, která pravidelně publikují Výzkumný ústav vodohospodářský, T.G. Masaryka, Hydrometeorologický ústav, Ministerstvo zemědělství a Ministerstvo životního prostředí. Data budou porovnána se stávající legislativou v oblasti kvality povrchových vod.

Doporučený rozsah práce

40 stran včetně příloh

Klíčová slova

Povrchové vody, kvalita vody, živiny, organické látky

Doporučené zdroje informací

ČSN 757221. Jakost vod. Klasifikace jakosti povrchových vod.

NAŘÍZENÍ VLÁDY č. 401/2015 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech

Pitter, P., 2015. Hydrochemie. VŠCHT Praha.

Předběžný termín obhajoby

2019/20 LS – FŽP

Vedoucí práce

prof. Ing. Jan Vymazal, CSc.

Garantující pracoviště

Katedra aplikované ekologie

Elektronicky schváleno dne 6. 2. 2020

prof. Ing. Jan Vymazal, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 11. 2. 2020

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 04. 03. 2020

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma: Vývoj znečištění povrchových vod v České Republice vypracoval samostatně a citoval jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použil/a a které jsem rovněž uvedl/a na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů.

Jsem si vědom, že 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, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.

Jsem si vědom, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby.

Svým podpisem rovněž prohlašuji, že elektronická verze práce je totožná s verzí tištěnou a že s údaji uvedenými v práci bylo nakládáno v souvislosti s GDPR.

Prohlášení student opatří kalendářním datem, místem původu a podepíše (příloha č. 1).

V Praze dne.....

.....

Jakub Kadlec

Poděkování

Děkuji hlavně vedoucímu práce, profesoru Ing. Janu Vymazalovi, CSc, za konzultace a daných věcných připomínek.

Dále děkuji i svému okolí za podporu během psaní bakalářské práce.

Abstrakt

Tato bakalářská práce se zabývá zjišťováním míry znečištění vody okolo nás. Zaměřil jsem se hlavně na znečištění vody v ČR. K měření jejich znečištění jsem vybral základní měřené veličiny jako BSK₅, CHSK, Dusík, Fosfor, rozpuštěné a nerozpustné látky ve vodách. Řídil jsem se legislativou, podle které se postupuje k vyhodnocení jakosti vod a zjištění jejich znečištění. V práci je co nejlépe popsáno, jak docházelo v průběhu let ke změně jakosti povrchových vod, jaké látky nejvíce znečišťují povrchové vody. Znečištění vod má vliv jak na jejich funkci ekonomickou a krajinnou, tak i na rekreační funkce vody (například na koupání). Znečištění povrchových vod se v průběhu času i vlivem zvýšení zájmu o životní prostředí na našem území různě měnilo, docházelo k úpravám na vodních tocích a změnám hospodaření, což se pozitivně projevilo i v postupném zlepšování jakosti vod. V mé práci poukazuji na možné způsoby snižování znečištění vod, zároveň jsem použil jednotlivé odborné články a statistické údaje získané měřeními od profesionálů pro znázornění výsledků mého zkoumání. Cílem práce je vyhodnotit vývoj znečištění povrchových vod v České Republice v průběhu let. Věřím, že má práce může být přínosná v dalších postupech kompetentních orgánů zaměřených na ochranu životního prostředí.

Klíčová slova: Povrchové vody, kvalita vody, živiny, organické látky.

Abstract

This bachelor thesis deals with the determination of water pollution around us. I focused on water pollution in the Czech Republic. To measure their contamination, I chose basic measured quantities such as BOD₅, COD, Nitrogen, Phosphorus, dissolved and insoluble substances in water. I followed the legislation to assess the quality of water and to detect its pollution. The work is as close as possible, as occurred during the course, letting use of surface water, which substances dispose of surface water. Water pollution affects their economic and landscape functions as well as the recreational functions of water (bathing option). Pollution of surface waters over time and environmental impacts in your territory with diverse currencies, changes in watercourses and changes in management, or positively reflected in the gradual improvement of water quality. In my work, I point out possible ways of reducing water pollution, just used by other scientific articles and statistics you can measure from professionals to view the results of my research. Focus on the development of surface water pollution in the Czech Republic over the years. I believe that work can be beneficial in further procedures of the competent environmental authorities.

Keywords: Surface water, water quality, nutrients, organic matter.

Obsah

1) Úvod	1
2) Cíle práce	2
3) Metodika	3
4) Voda	4
5) Znečištění povrchových vod	5
5.1. Organické látky (BSK ₅ , CHSK).....	6
5.2. Rozpuštěné a nerozpustné látky (Organické, Anorganické)	9
5.3. Fosfor (eutrofizace)	11
5.4. Dusík.....	12
5.5. Těžké kovy.....	14
6) Legislativa v oblasti znečištění vod	16
6.1. Zákon č. 254/2001Sb.	16
6.2. ČSN 75 7221 jakost vod	18
6.3. NV 401/2015 Sb.	18
6.4. Vyhláška 48/2014 Sb.(kvalita vody pro úpravu pitné vody) .	19
6.5. NV 71/2003 Sb. (kvalita vody pro ryby)	19
6.6. Vyhláška č. 238/2011 Sb.	20
6.7. ČSN 75 7143 Jakost vody pro závlahu	20
7) Voda a člověk.....	22
8) Výsledek a diskuse	23
8.1 Vývoj kvality povrchových vod v ČR.....	23
8.1.1. Voda ČR	23
8.1.2. Kvalita povrchových vod	24
a) Rok 2014.....	25
b) Rok 2017.....	32
8.1.3. Jakost vod a ryby.....	36
8.1.4. Vývoj a trendy v ochraně vod.....	36
8.1.5. Finance	40
a) Rok 2014.....	40
b) Rok 2017.....	40
8.1.6. Cíl ochrany.....	40
9) Odstraňování znečištění	41
10) Závěr a přínos práce	43
Přehled literatury a použitých zdrojů	44

1. Úvod

Znečištění vody na celém světě je globální problém, se kterým musíme do budoucna bojovat. Znečištění vody má vliv na životní prostředí, zvířecí a tudíž i lidský organismus, zároveň je to ekologická újma, která způsobuje nedostatek pitné vody a může vest až do extrémní situace, kdy lidé a zvířata nebudou mít co pít. Voda je základní podmínkou života na zemi a je nutno ji chránit. Hlavní typy znečištění vody jsou: 1.Toxické látky, 2.Znečištění živinami a organickými látky, 3.Znečištění pevnými látkami, 4.Znečištění mikroby, 5.Radioaktivní znečištění. Nejčastějšími činnostmi, které působí znečištění vod, jsou například: zemědělství, průmysl, produkce odpadních voda těžba, doprava, skladování toxických látek.

Vliv znečištění vody na člověka a míra ovlivnění kvality a způsobu jeho života je rozsáhlé. Průměrná délka života je rozdílná v různých oblastech a historických obdobích především proto, že ji ovlivňovaly a ovlivňují jiné přírodní faktory. V odborné literatuře můžeme nalézt hodně důkazů o tom, jak přírodní podmínky ovlivňují způsob života jedince, jak znečištění a devastace životního prostředí ničí nebo zkracuje život v takto postižených oblastech, a jak naopak v oblastech, které nejsou ekonomickou činností člověka dosud zasaženy, můžeme nalézt jedince dožívající se i 100 let.

V České republice je znečištění vod poměrně rozsáhlé. V jednotlivých oblastech České republiky jsou různě velká znečištění vod a jejich procentuální zastoupení na celkovém znečištění vod se mění v průběhu let (můžeme nalézt jiné zastoupení znečištění vody v řece Labe před třemi lety a nyní, to samé se dá říct o řece Moravě). Proto jsem se ve své práci zabýval i tím, jak se mění znečištění vod v průběhu let.

Na znečištění vod všeobecně mají velký podíl i různé ekonomické společnosti (korporace) podnikající a působící v daných lokalitách. Existují velké společnosti a korporace, které ignorují důsledky své aktivity a znečišťují svou průmyslovou činností vodu ve velké míře. Svůj postoj obhajují nedostatkem finančních prostředků na nákup zařízení eliminujících znečištění a kompenzují ho tím, že platí státu ekologické poplatky za znečištění. A jsou velké firmy, co jim není životní prostředí lhostejné a co se snaží udržovat jak produkci, tak znečištění vod v souladu v takové míře, aby produkce byla co největší za cenu nejmenšího znečištění. Tyto firmy jsou za svou politiku často podporovány státem, např. formou získání dotací nebo daňových úlev. Kromě podnikatelských subjektů ovlivňujících svou ekonomickou aktivitou znečištění životního prostředí působí v České republice i firmy (společnosti), zabývající se odstraněním jednotlivých faktorů způsobujících znečištění a zároveň i bojující se znečištěním (s cílem vrátit zpět zdravé prostředí pro život náš i dalších generací).

2. Cíle práce

1. Charakterizovat hlavní typy znečištění povrchových vod.
2. Popsat systém hodnocení kvality vody v České republice.
3. Shrnout vývoj kvality povrchových vod v České republice.

3. Metodika

Pro vypracování práce jsem čerpal z dostupných údajů od specialistů zabývajících se danou problematikou, specializovaných pracovišť a z odborné literatury. Dostupné statistické údaje pro vypracování práce jsem získával od Českého hydrometeorologického ústavu, Ministerstva zemědělství a Správy povodí Moravy, všeobecná data jsem čerpal z údajů Českého statistického úřadu. Při své práci jsem využíval i internetové zdroje a veřejné publikace. Zaměřil jsem se na celou Českou republiku. Získaná data jsem porovnával s platnou legislativou, především s vyhláškou ČSN 75 7221.

4. Voda

Voda je jedním z nejdůležitějších přírodních zdrojů pro lidský život (Arias et al., 2016), člověk ji využívá hlavně ke spotřebě, ale také pro zemědělskou a průmyslovou činnost. Tyto činnosti mají ale negativní vliv na změnu zdroje, čímž se sníží kvalita a množství vody pro lidskou potřebu (Arias et al., 2016).

Život vznikl ve vodě. Voda je velmi důležitá, bez vody nedokážeme žít. Voda rozvádí důležité látky jako například živiny. V lidském těle je přibližně 70% vody (Národní zemědělské muzeum, 2018). Nejvíce nezamrzlé sladké vody najdeme v Rusku, konkrétně v jezeru Bajkal (Národní zemědělské muzeum, 2018). Vodu využíváme v mnoha odvětvích: průmysl, potravinářství, zemědělství a v neposlední řadě energetika. V minulosti se kvůli vodě vedly i války. Voda je naše a světové bohatství. Je nutné ji chránit (Národní zemědělské muzeum, 2018).

5. Znečištění povrchových vod

Znečištění

Definice: Pojem znečištění a kontaminace pochází z myšlenky, že každý má hodnotu čistoty; lidský organismus může být buď čistý, nebo znečištěný. Procesy, které probíhají v lidském těle, jsou brány jako znečišťující a tady může docházet k jejich čištění. Práce Mary Douglasové, která byla zaměřena na znečištění, pojednává o kódování látek považované za znečištění podle toho, jak je vnímána tato látka jako anomálie (nedostatečná) (M.C.O.M., s.r.o., 2008).

Znečištění povrchových vod

Pitná voda vzniká úpravou surové vody ze studní a vrtů. Člověk je největší znečišťovatel vody (Národní zemědělské muzeum, 2018). Díky lidské činnosti se organický odpad ze splašků a látky, které jsou těžko rozložitelné, dostávají do vody v přírodě. Nejčastěji jsou to léky, živiny ze zemědělské výroby (např. fosfor a dusík) a pesticidy (Národní zemědělské muzeum, 2018).

Znečištění povrchových vod zasahuje celý svět, a tudíž je to problém globálních rozměrů, u nějž je zapotřebí monitorovací plán a využití vhodné legislativy (Geissen, 2015). Celosvětově je vypuštěno z průmyslových a zemědělských výroben 2 milióny tun odpadních vod (Geissen, 2015). Znečišťující látky dělíme na látky původu organického (různého původu) a anorganického (minerální původ). Výluhy ze sedimentů a půd řadíme mezi přírodní organické látky, způsobující znečištění. Komunální charakter (splaškové vody) patří mezi biologicky rozložitelné organické látky lidského původu zapříčiňující znečištění. Organické látky rezistentní nalézáme ve vodách jako pesticidy, ropné znečištění, tenzidy atd. Rozpuštěné minerální látky jako dusičnany a soli způsobují znečištění. Je zaznamenáno okolo 700 znečišťujících látek a jejich úprav ve vodách (Geissen, 2015). Druhy znečištění: „*Toxické látky, nadměrný přísun živin, mikrobiální, plošné, bodové*“ (Národní zemědělské muzeum, 2018).

Znečištění povrchových vod se zvýšilo díky rozvoji průmyslu, plochy a nárůstu počtu obyvatel. Znečištění vod se počalo řešit ve velké míře až po degradaci vody, kdy byla natolik poškozená, že už nebylo možno jí dále využít a byla nebezpečná pro lidské zdraví (Duncan et al., 2010).

V ČR máme dva hlavní způsoby znečištění vody – bodové a plošné. Bodové znečištění povrchových vod znamená znečištění z měst a obcí, zemědělské a živočišné výroby a průmyslu. Velikost chránění vody před znečištěním se určuje podle toho, kolik se vyrobí a vypustí znečišťujících látek. Druhým hlavním způsobem znečištění (po bodovém) je plošné znečištění povrchových vod. Na povrchovém znečištění vod se nejvíce podílí zemědělská výroba, přenos znečišťujících látek z atmosféry na zem (depozice=uložení) a eroze. Na rozdíl od bodového znečištění, plošné znečištění roste. Největší dopady na znečištění vod z plošného znečištění mají dusičnany, fosfor a pesticidy. Proto již od roku 2012 platí Nařízení vlády číslo 262/2012 Sb. o zranitelných oblastech a akčním programu. To má významný dopad na zemědělskou výrobu. Již dříve byly popsány dopady eroze na povrchové vody

(například zemina přináší do vody chemické látky z půdy). V České republice máme nedostatek protierozních krajinných prvků. Nově se od roku 2015 používá rozdělení hodnot erozní ohrožitelnosti půdy. Monitoring eroze půdy se provádí již od roku 2012 (Ministerstvo zemědělství, 2018).

Evropa - problém kontaminace vod

Znečišťující látky z farem a odpadních vod se dostávají do vodovodní sítě. V České republice byla Evropskou agenturou odhalena špatná kvalita vody už v roce 2003, kdy byly ve vodě zjištěny stopy E.coli, dusičnanů z pesticidů a zvířecích exkrementů. Do mnoha oblastí ČR se nedostane čistá voda z čistíren odpadních vod, ale pro srovnání Irsko na tom bylo na přelomu 20. století ještě hůře (The Mirror, 2003). Aktuálně je Česká republika, co se týče vodovodní a kanalizační sítě, jednou z nejlepších zemí světa (OSN, 2019b).

Ve střední Evropě je všeobecně potíž s ekologickými riziky, jež mají za následek snížení konkurenceschopnosti a menší kapitálové investice do průmyslu v jednotlivých zemích Evropy. Maďarsko se snažilo tento problém řešit, ale narazilo na problém s kontaminací vody a půdy v celé zemi. Po provedeném rozboru vody v Maďarsku zjistili, že jejich vody nejsou vhodné k lidské spotřebě díky nadbytku dusičnanů. A to byl a je důvod, proč v Maďarsku a potažmo i v jiných státech Evropy západní společnosti neinvestují tolik finančních prostředků (Pearson, Rondinelli, 1998). Další z příčin kontaminace povrchových vod ve střední Evropě byla dlouhodobá nadvláda komunismu v jednotlivých zemích. V té době komunistické země vyráběly hlavně chemické látky, léčiva, hnojiva a další zemědělské ochranné prostředky bez ohledu na možné poškození životního prostředí. Naštěstí vlivem změn vnímání důležitosti životního prostředí a vlivu jeho poškození na kvalitu života člověka se změnil i postoj vlád jednotlivých zemí i velkých společností k vlastní produkci. Např. nadnárodní koncern BCW v roce 1995 zahájil odstraňování rizikových produktů ze světového trhu, a tím začal zlepšovat svojí výrobu a výrobky (Pearson, Rondinelli, 1998).

5.1 Organické látky (BSK₅, CHSK)

BSK₅

BSK₅= množství spotřebovaného kyslíku organismy na oxidaci organických látek. Biochemická spotřeba kyslíku (ukazatel kvality vody) je měřené množství biologicky rozložitelné organické hmoty ve vodě. Tato hmota je posuzovaná dle spotřebovaného kyslíku organismy, jenž provádějí přirozené purifikační (očišťovací) mechanismy. Hodnota BSK₅ se vyjadřuje v miligramech spotřebovaného kyslíku k rozložení organické hmoty v jednom litru vody za dobu pěti dnů (Futura-sciences.us, 2019).

Vývoj testu BSK₅

Test BSK₅ byl vytvořen v roce 1868 inženýrem, který se zabýval znečištěním vod. Úmyslem tohoto testu bylo změřit znečištění proudu vody pomocí kyslíku, jenž mikroorganismy použijí při rozkladu odpadu. Princip testu byl jednoduchý, a to

odebrat z proudící vody vzorky a naplnit s nimi pár lahví, změřit v jedné láhvi množství kyslíku, který se tam nachází ve chvíli odběru. Druhou láhev uložit a po několika dnech změřit, kolik kyslíku tam zbylo. Rozdíl, který z měření vyjde, udává, kolik kyslíku spotřebovaly organismy požívající odpad ve vodách (Clark, 1992).

Ze začátku byl tento test určen pro zkoumání a vyhodnocování vody (empirický test). Později, při rozvoji techniky, bylo zapotřebí stanovovat účinnost čistíren odpadních vod, a pro tuto analýzu byl test BSK₅ ideální. Předpokládalo se, že pomocí testu bude zjištěna síla organických odpadů na daném místě a čase. Čím silnější odpady (více organických látek) jsou, o to větší je spotřeba kyslíku. Odborníci se domnívali, že test BSK₅ zjistí všechnu organickou hmotu obsaženou ve vodě. Tato myšlenka však nebyla správná, jelikož test BSK₅ měří jen biologicky rozložitelné organické látky. Přesto, že předpoklad úměrnosti spotřeby kyslíku a množství organického materiálu není úplně nesprávný, není tomu tak vždy, protože kyslík je využit také na specifickou strukturu organického materiálu. Tento test měl i další problémy. Občas se může stát, že organické látky ve vodě jsou tak silné, že vyčerpají kyslík a než dojde k vyhodnocení testu, tak organický odpad ve vodě není možno použít pro mikroorganismy, protože ho nedokážou strávit. Proto bylo nutno použít zředění vzorků, a například tam, kde chyběly dané mikroorganismy, musely být doplněny (semenem) (Clark, 1992).

Podle výsledků testu BSK₅ byly dány standardy technického ošetření. I čistírny odpadních vod se stavěly a fungovaly podle těchto výsledků. Následné měření účinnosti odpadních vod na povrchové vody bylo dáno tímto testem také. Test BSK₅ byl hlavním testem, který měřil znečištění vody, a to i přes to, že technici, jenž ho dělali, jej nepovažovali za dostatečný (Clark, 1992). Časopis The Bench Sheet (analytický zpravodaj o vodách) se ptal čtenářů na názor na BSK₅ (láhev nespokojenosti). Z výzkumu vyplynulo, že více jak 50% respondentů si myslí, že test není dostatečný (největší nedostatky byly, že neměří průmyslové a toxické odpady) (Clark, 1992). Přes to se najde mnoha odborníků, jenž test BSK₅ obhajují. Dle jejich názoru je test stále nejlepší na posouzení znečištění vod i přes výše popsané odchylky (Clark, 1992).

Domnívám se, že je nutné považovat test BSK₅ spíše jako obecný než absolutní ukazatel. Výsledky druhého kroku tohoto testu se zjišťují až za pět dnů. Během těchto dnů stoupá množství organismů včetně parazitů ve vzorku odebrané vody (dokud nezačne docházet kyslík), což může výsledky zkreslovat. Provozovatelé čistíren odpadních vod proto používají i spoustu jiných testů na ověření kvality vod, ne jen test BSK₅ (Clark, 1992).

Chemická spotřeba kyslíku (CHSK)

Chemická spotřeba kyslíku (CHSK) vyjadřuje míru znečištění vod, jelikož vyznačuje množství organické hmoty (organické znečištění) ve vodě. Slouží pro určení kvality vody. Čím větší údaj chemické spotřeby kyslíku je, naměřeno, tím je větší znečištění (Khalid, Isam, 2009).

U metody CHSK se testují vzorky vody, aby se zjistila míra jejich znečištění. Velké hodnoty CHSK naznačují, že organickou hmotu nelze rozložit biologickým způsobem (Mustafa et al., 2008).

Měření

Chemická spotřeba kyslíku, jako analýza, slouží k měření všech organických sloučenin ve vodách. Proto je to důležitý prostředek pro stanovování kvality vody. Množství CHSK se vyjadřuje v mg/l, určuje hmotnost kyslíku využitého na litr roztoku. Silné oxidační činidlo v kyselém prostředí úplně oxiduje všechny druhy organických sloučenin na oxid uhličitý (Shah et al., 2015).

Jednou z nejčastěji využívaných metod pro snižování CHSK z vody je chemická koagulace (Shah et al., 2015).

Chemická spotřeba kyslíku (CHSK) metodou otevřeného zpětného toku

Princip spočívá v tom, že organické látky oxidují za pomoci vroucí směsi kyseliny sírové a kyseliny chromové. Vzorek se vaří v kyselém roztoku s určeným nadbytkem dichromanu draselného pod chladičem. Látky, které jsou oxidované a spotřebované, se stanovují jako ekvivalent kyslíku. Při vysokých teplotách se zvyšuje množství biomasy a aktivita mikrobů, to má za následek snižování množství BSK₅ a CHSK. Při období dešťů bývá ale chladněji, a tím pádem je situace opačná (Duncan et al., 2010).

Ve většině případů měření CHSK byl oxidační test využit u čistíren odpadních vod pro posouzení jejich účinnosti. Bylo zjištěno, že například často užívaná ozonace snižuje barvu a i míru CHSK ve vodách. Barva vody patří k hlavním ukazatelům kvality vody. Barvu vody zapříčiňuje především rozpuštěná organická hmota (např huminová kyselina). Barvu vody mohou změnit i nečistoty z minerálů, jako je železo nebo mangan. Intenzita barvy slouží jako ukazatel organického obsahu ve vodě. Pokud je barva vody zapříčiněna organickou hmotou, je zde pokaždé vztah mezi intenzitou barvy a mírou organického obsahu. Organickou hmotu ve vodách je nutno do budoucna nadále snižovat. Na snižování míry CHSK má vliv i průtok vody. Při prováděných testech v Pákistánu v roce 2015 bylo zjištěno, že největší odstraňování CHSK z vody dochází při nižším průtoku - při průtoku 1m/s 66,6% a u 2m/s 62% účinnost. Z provedeného testu vyplývá, že čím je delší kontakt vody s látkou, tím dochází k většímu odstraňování znečištění (Shah et al., 2015).

Snižování množství CHSK

Vody s vysokým obsahem znečištění CHSK jsou toxické pro organický život (Patel, Vashi, 2010). Ke zvyšování CHSK dochází při zvyšující se aktivitě bakterií a rychlosti odstraňování rozpuštěného kyslíku. Anaerobní podmínky nastávají při jevu, kdy dochází k odstraňování kyslíku z vody rychleji, než do ní kyslík vstupuje (činností bakteriálního metabolismu). Se zavedeným environmentálním managementem dochází ke snižování hodnot CHSK co nejbližší k nule. Prakticky však nejde

dosáhnout nulové hodnoty CHSK. Obvykle se ukazatel CHSK ve sladkovodních nádržích udržuje mezi 10-25mg/l (Becker, Cohen, 2012).

Velký přísun chemikálií do vody má za následek chemickou reakci využívající hodně kyslíku, který pak není dostupný pro biologický život. Pro zachování vodního prostředí je nutné CHSK udržovat na nízké úrovni (Memon et al., 2016).

Porovnání

V porovnávání hodnot testů BSK₅, CHSK a TSK nastává problém, že neměří stejné druhy parametrů. Testy CHSK a TSK ukazují chemickou sílu odpadů, ale test BSK₅ ukazuje spíše biologickou aktivitu, než samostatnou chemickou reakci. Je to napodobení přirozených procesů rozkladu organických odpadů za pomoci aerobního mikrobiálního působení. Ukazuje biologickou dostupnost odpadů, jeho míru použití a míru jeho možné degradace. Při použití nebiologické metody se hodnoty odpadu nezjistí. Test BSK₅ sice neurčí chemické systémy, ale při práci s životním prostředím je to nejlepší možné řešení. Biologické působení na měnící se odpad nelze zjistit fyzikálně ani chemicky. Toho lze dosáhnout pouze sledováním vzájemného působení biologického společenstva a odpadu pomocí jediného dostupného testu BSK₅. Z toho všeho vyplývá, že by se test BSK₅ měl spíše využívat jako obecný ukazatel biologického materiálu v odpadu a ne jako konkrétní hodnota (Clark, 1992).

Příklad odstraňování BSK₅ a CHSK z textilních vod

Textilní odpadní voda byla vyhodnocena jako nejvíce znečišťující voda z průmyslu, posuzována podle množství a složení odtoku. Tyto znečištěné vody jsou vypouštěny do povrchových (i podzemních) vod. Mají negativní účinek na ekologické systémy povrchových vod, dochází k jejich poškozování. Odpadní vody z textilního průmyslu obsahují znečištění v podobě pevných látek, měří se zde biologická spotřeba kyslíku, chemická spotřeba kyslíku, rozpustné látky, teplo a barva. Při přímém vypouštění (bez úpravy) těchto vod do vod povrchových dochází u BSK₅ k vypořehování rozpustného kyslíku, u CHSK k toxickým účinkům (na biologický život nevhodné dopady), což má za následek vypořehování rozpustného kyslíku. Proto byly vyvinuty technologie k odstranění organického znečištění z těchto vod. Nejčastěji využívané technologie jsou: Koagulace, oxidační proces, membránová filtrace, biologický proces a dva kombinované procesy. Všechny tyto technologie jsou používány jen u velkých firem a korporací, protože jsou velmi finančně a technicky náročné (Patel, Vashi, 2010).

5.2 Rozpuštěné a nerozpustné látky (Organické, Anorganické)

Znečištění rozpustných látek můžeme dělit na organické a anorganické látky. Koncentrace rozpuštěných látek se zjišťuje pomocí výpočtu. Při nízkých koncentracích rozpustných látek dojde k rychlému vyčerpání kyslíku. Ph vody má vliv na rozpuštěné látky ve vodě. Organické a anorganické látky jsou ve vodě rozpuštěny jako hydrogenuhličitany, sírany, uhličitany, mangany, fosfáty, draslík, chlor, vápník, sodík a ionty ve vodě (Marcuello et al., 2006).

Organické

Koncentrace rozpustných látek ve vodě se na různých místech může lišit. Měřitko vývozu rozpustných látek ze zeminy v okolí toku má důležitou roli na funkce toku a na koncentraci rozpuštěných látek v něm. Při měření organických látek se odebírání jen určité množství vzorků, jelikož výsledek je závislý na frekvenci odebrání a na průtoku vody (Johnstone et al., 2010). Rozpuštěné látky (zvláště minerály) mají velký vliv na optické vlastnosti (odrazivost na dálku) vody (Wang et al., 2018).

Rozpuštěné látky jako organické materiály mají dopad na vodní ekosystémy. Organické látky jsou oxidovány bakteriemi a dochází k odčerpání kyslíku z vody. Molekuly obsahující rozpuštěnou organickou hmotu, mohou způsobovat povlaky na minerálech a jílech v sedimentárních systémech, což má velký význam při migraci kontaminantů a živin ve vodě. Rozložení organické hmoty záleží na jejich chemické povaze, minerálním povrchu a faktorech jako iontová síla a pH (Tessarolli et al., 2018).

Anorganické

Celkový rozpuštěný pevný podíl (TDS) je výraz užívaný k charakteristice anorganických solí a malých množství organických látek, přítomných v určeném množství vody. Některé složky mají toxické a fyziologické účinky. Slanost pro vodní život by se měla udržovat pod 0,1%, tzn. 1000 mg/l. Při vysokých hodnotách rozpustných pevných látek (TDS) ve vodách dochází k problémům se slaností vody (se životem ve vodě) (Mustafa et al., 2008).

Při měření celkových rozpuštěných látek ve vodě mají vliv na měření poloha vodního útvaru, srážky, drenáž, povaha bioty a ukládání organického materiálu. Při nadměrném množství rozpuštěných pevných látek ve vodě dochází k narušení ekologické rovnováhy. Nižší hodnoty celkových rozpuštěných látek ve vodě bývá dosahováno ve vlhkém období a naopak je tomu v období suchém. To se děje v důsledku odpařování vody a tím snížení objemu vody a její menší turbulenci. Rozpuštěné pevné látky udržují ve vodě teplo. Při nízké koncentraci pevných látek ve vodě může dojít k omezení růstu vodního organismu díky nedostatku živin. Pevné látky ve vodě ovlivňují například průnik světla a nepřímo kvalitu vody (Adeosun et al., 2014).

Odstraňování rozpustných látek

Membránová separace využívá polopropustné membrány, jenž vybírají a propouštějí určité rozpustné látky společně s vodou, a tím odstraňují z vody nečistoty. Membránová separace pracuje podobně jako opětovná kondenzace (zahuštění) a odpařování, to znamená, že odstraňuje z vody různé druhy rozpuštěných pevných látek s arsenem. Tato technologie je však drahá a využívá se jen v případech, kdy je těžké odstranit specifické ionty (jako arsen) (Yousaf et al., 2013).

Nerozpustné látky

Nerozpustné látky jsou většinou anorganického charakteru. Anorganické látky jako povrchové minerály (na povrchu Země) bývají většinou nerozpustné ve vodě (což můžeme vidět při působení dešťů na ně). Můžeme uvést, že např. dolomit a vápenec jsou nerozpustné (Pedagogická fakulta Masarykovy university, 2019).

5.3 Fosfor (eutrofizace)

Fosfor je biogenní prvek a je nezbytný pro růst organismů. Je 11. nejvíce se vyskytujícím se prvkem v zemské kůře. Před působením člověka byl fosfor ve vodě obsažen jen velmi málo, jenže díky lidské činnosti se stal jednou z hlavních znečišťujících látek ve vodách. Ve větším množství může fosfor způsobit nadměrný rozvoj sinic a řas, jenž zapříčiňují eutrofizaci. Zvyšující množství fosforu ve vodách je spojen s růstem počtu obyvatel, průmyslu a tím pádem větším tlakem na zemědělskou výrobu. Nadměrné limity fosforu ve vodách naměříme hlavně díky používání fosfátových hnojiv a špatnému čištění odpadních vod. Fosfor se do vody dostává hlavně uvolňováním ze sedimentu (zvětváním a vylouhováním). Fosfor ve vodách má dvě formy - rozpuštěný a nerozpuštěný, ale sleduje se jako celkový fosfor. Uvolňování fosforu ovlivňují procesy chemické a biologické, teplota a pH vody (Olšáková, 2018).

Lidská činnost je hlavní příčinou výskytu fosforu v povrchových vodách. Plošné znečištění vod fosforem nastává nejčastěji při smyvu ze zemědělsky využívaných půd (Olšáková, 2018). Největší znečišťující zdroje jsou odpadní vody z chovu zvířat, čistírny odpadních vod, úniky ze skládek, splachy z půdy. Odpadní vody dle zákona č. 254/2001Sb. jsou vody, které změnila jakost (teplotu nebo složení). V České republice čistírny odpadních vod dosahují účinnosti až 100% u BSK₅ a NL, 94% u CHSK_{Cr} a 85% u odstranění fosforu (Olšáková, 2018). U ČOV se fosfor z bodových zdrojů znečištění odstraňuje 77,7% chemicky, 7,5% biologicky a 4,8% chemicko-biologicky, u 10% se odstraňování nedělá (Olšáková, 2018). Fosfor se při odstraňování snaží ČOV dostat do nerozpustné pevné fáze, která se pak lehce odstraňuje např. spalováním. Nejčastější metoda odstraňování fosforu je chemické srážení, při němž se využívá Al nebo Fe (Olšáková, 2018).

Eutrofizace

Eutrofizaci dělíme na přírodní a umělou. Přírodní eutrofizace nastává hlavně při uvolnění fosforu a dusíku z půdy do vody. Pro eutrofizaci je důležitý dostatek slunečního záření a vyšší teploty. Při eutrofizaci dochází k nadměrnému rozvoji vodních květů (zelené řasy (rozsivky) a sinice) a tím k zbarvení vod. Eutrofizace zapříčiňuje růst fytoplanktonu, což zhoršuje samočisticí účinek vod. Díky růstu řas a sinic neprochází sluneční paprsky do větších hloubek k organismům tam žijícím. Následují změny v ekosystému, přežijí silnější organismy, a to způsobuje zarůstání nádrží. Čím větší je množství fosforečnanů ve vodě, tím těžší je jejich úprava. Fosfor zhoršuje úpravu vody (Olšáková, 2018).

Jak v České Republice, tak v celé Evropě, je problém u vod s eutrofizací. Normální člověk by ji mohl vidět na koupalištích, kde díky nadměrnému obsahu živin (dusík a fosfor) se přemnoží sinice, plankton a řasy (voda je zelená). Po jejich odumření

klesnou ke dnu, tam se rozkládají a bakterie při jejich rozkladu odčerpávají kyslík. Bez kyslíku ve vodě nemohou ani žít vodní organismy. Ministerstvo zemědělství má za úkol zajistit ochranu vody před znečištěním (Národní zemědělské muzeum, 2018). 40% evropských řek a jezer mají problémy s eutrofizací. Největšími zdroji eutrofizace je zemědělská výroba a vypouštění městských odpadních vod. Okolo 50% procent dusíku v tocích se do nich dostává z odpadních vod. Předpisy EU mají za cíl s tímto bojovat. V řekách EU došlo od 90.let 20. století ke zlepšení stavu BSK₅ o 30%, množství fosforu o 40%. Problém s dusíkem zůstává i nadále nevyřešen (European Report, 2004). Podle zprávy, kterou zveřejnila Evropská komise životního prostředí dne 7.června 2007 emise znečišťujících látek z průmyslu stále rostou v EU, ale třeba dusík ve vodě klesl o 14,5%, fosfor o 12% (Europe Environment, 2007).

5.4 Dusík

Dusík je biogenní prvek s velkým významem, protože je součástí všech biologických procesů ve vodách. Patří mezi kritéria hodnocení kvality vody. Dusík ve vodách se vyskytuje ve formě iontové nebo neiontové. Základní podoby dusíku ve vodách jsou

-anorganicky vázaný (amoniak, dusitany, dusičnany, kyanidy, hydroxylamin, oxid dusný)

-elementární a organicky vázaný dusík.

Během přirozených procesů ve vodě dochází ke změnám forem dusíku. Například při nitrifikaci je amoniak oxidován na dusičnany (Musilová, 2015). Amoniakální dusík se do vody dostává lidskou činností nejčastěji z odpadů ze zemědělství, splaškových vod, kalové vody z čistíren kalů, splachem dusíkatých hnojiv ze zemědělských pozemků, průmyslových odpadních vod (zpracování uhlí). Průměrná hodnota amoniakálního dusíku v povrchových vodách v ČR nepřevyšuje 1mg/l. U velmi znečištěných toků hodnota amoniakálního dusíku v povrchových vodách převyšuje více jak 10mg/l (Pitter, 2009).

Dusík se dá ze znečištěných vod odstraňovat provzdušňováním. Má negativní vliv na ryby, působí toxicky a zvyšuje korozi mědi. Amoniakální dusík se měří v mg/l N_{amon}. Pro stanovení dusíku ve vodách se používají spektrofotometrické (pohlcování světla různých vlnových délek) metody (Musilová, 2015).

Dusičnan je normální dusíkatá sloučenina vytvářena přirozenými procesy dusíkového cyklu a antropogenními činnostmi. Nadměrný obsah dusíku a fosforu ve vodě způsobuje eutrofizaci. Eutrofizace způsobující úbytek kyslíku (Ahmad et al., 2015). Kyslík patří mezi nejdůležitější faktory pro vodní organismy. Snížení množství kyslíku ve vodě by znamenalo ohrožení pro různé vodní organismy jako např. ryby. Množství rozpuštěného kyslíku ve vodách je důležité pro zachování rovnováhy kyslíku ve vodním ekosystému (Dey et al., 2017). Tam, kde dojde k vyčerpání kyslíku, nastává tzv. mrtvá zóna, kde se nenachází vodní živočichové. Nejznámější mrtvá zóna je v Mexickém zálivu, do něj má přítok řeka Mississippi, bohatá na dusičnany. Už v roce 1987 vědci zastávali názor, že 40% dusíku ve vodách by mělo být odstraňováno (Fields, 2004).

Zemědělství a dusík

Dusíkatá hnojiva znečišťují povrchové vody již po staletí, a i kdyby dnes přestali zemědělci tyto hnojiva využívat, dusík by v povrchových vodách zůstal po další desítky let (studie časopisu Environmental Research Letters) díky tomu, že se dusík ukládá v půdě. Podle výzkumu v tomto časopise by se dusík vyskytoval ve vodách po další 3 desetiletí po skončení používání dusíku na polích (FARS News Agency, 2016). Zdrojem znečištění povrchových vod jsou hlavně septiky a využití dusíkatých hnojiv pro rostlinnou výrobu a trávníky. Ročně je z těchto zdrojů vypuštěno až 105 tun dusíku v různých formách (Ahmad et al., 2015). Reaktivní dusík se dostává do vody nejčastěji z chovu zvířat, hnojiv, septiků atd. Ve většině zemí, kde se zvyšuje průmysl, roste množství dusíku ve vodách. Např. v řekách Evropy za posledních 100 let došlo ke zvýšení dusíku 10 až 15 krát (Fields, 2004).

Odpadní vody

Dusík je jeden z nejčastěji obsažených přísad znečišťujících látek v odpadních vodách, a má velký vliv na eutrofizaci. Odstraňování dusíku z odpadních vod jde biologicky (Yin et al., 2018).

Zajímavost - u dětí nadměra konzumace dusičnanů způsobuje onemocnění modrých dětí (methemoglobinemie-problém proudění kyslíku v krvi) (Ahmad et al., 2015).

Dusík a fosfor ze zemědělství - odvodňovací systémy, eroze, malé vodní nádrže

Odvodňovací systémy mají vliv na jakost povrchových vod. Na zemědělských pozemcích je nutné dělat podle vědeckých výzkumů a závěrů, podrobných šetření a dané legislativy v EIA (Environmental Impact Assessment –projektové posouzení vlivů na ŽP), posudek účinků odvodňovacích systémů na jakost povrchových vod. Z pohledu jakosti vody, koncentrace dusíku (dusičnanů) ve vodě, musíme využívat nařízení vlády číslo 61/ 2003 sbírky (*o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod*). Dále také musíme použít hodnoty přípustného znečištění podle nařízení vlády číslo 229/2007 sbírky (*o hodnotách a ukazatelích přípustného znečištění odpadních a povrchových vod, náležitosti povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a kanalizací*), Imisní standardy (příloha 3 tohoto předpisu) a přípustné hodnoty znečištění povrchových vod, které jsou využity pro pitnou vodu. Tyto standardy se měří při průtoku Q355. Nesmí být překročena hodnota 90%, což znamená pro dusičnanový dusík (N- NO_3) 7mg/l (Fučík et al., 2010). V České republice je podzemní voda ukrytá několik metrů pod povrchem a s poklesem nadmořské výšky území se snižuje i hloubka, ve které se podzemní voda nachází. Jakost vody v drenážním odtoku a jakost vody povrchových tocích je podobná. Voda, která odtéká ze zemědělských systémů, bývá často znečištěná látkami jako jsou fosfor, nerozpustné látky, herbicidy, pesticidy a dusík. Koncentrace fosforu ve vodě může způsobovat eutrofizaci povrchových vod (Fučík et al., 2010).

Eroze půd má za následek vysokou koncentraci nerozpuštěných látek a fosforu ve vodě. Pásky trvalé vegetace podél vodních toků pomáhají zlepšovat jakost vody. K čištění vod od dusičnanů se používá bioreaktory (umělé prostředí sloužící k rozmnožování organismů). Bioreaktory jsou pravidelně zkoumány v laboratořích. Dále se k čištění vod se používají tak zvané kořenové čistírny. Kořenové čistírny jsou umělé mokřady, u kterých se dají částečně měnit parametry. V České republice se hodnotí jejich účinnost na základě procentuálního odstranění nežádoucích látek (Fučík et al., 2010).

Malé vodní nádrže mají samočisticí schopnost, což zlepšuje jakost povrchových vod. Malé vodní nádrže se používají zejména na zemědělských pozemcích, aby se zamezilo zemědělskému znečištění povrchových vod. Mají za úkol zachycovat transportované biogenní látky a zadržovat splaveniny. Pomáhají snižovat množství cizorodých látek a nitrátů ve vodách. Všechny typy nádrží určené k zvyšování kvality vody musí mít rovnoměrné zatížení celé plochy nádrže (přítoky, smyvy). Ve vodním bezkyslíkatém prostředí jsou známy dva způsoby čištění vody: aerobní nebo anaerobní proces. Anaerobní proces má nevýhodu v silném zápachu (Fučík et al., 2010).

Na průhlednost vody má vliv poměr N ku P. U nádrží máme dvě vrstvy: první vrstva - vrchní - u ní dochází k zachycování živin, je v ní hodně kyslíku a je prosvětlená. V druhé vrstvě jsou odbourávací (rozlišovací) pochody. Druhá vrstva nemá moc kyslíku, což je důležité při pohledu na kvalitu vody. Ve spodní části nádrží je více amoniaku, železa, manganu a redukční změny mají vliv na kvalitu vody. Čím menší průhlednost, tím je méně zadržovaného NO₃ (Dusičnan). Zlepšování kvality vody v nádrži spočívá na sedimentaci částic a změně minerálních živin na organické formy biomasy. Je ale nutné, aby se voda v té nádrži chvíli zdržela a to minimálně 14-21 dnů. Ideální stav je, když voda v nádrži vydrží 35 dnů, jelikož se stihne promísit a zbavit nečistot (Fučík et al., 2010).

5.5 Těžké kovy

Řeky a jejich sítě jsou velmi často kontaminovány těžkými kovy, které jsou uvolněny z průmyslové výroby, těžebních oblastí, domácích a zemědělských odpadů. Kontaminované řeky těžkými kovy mají dopad na ekologickou rovnováhu vodních organismů a vodního prostředí. V těchto vodách žijí ryby, které pak člověk konzumuje, a ty se stávají jedním z ukazatelů znečištění vody stopovacími prvky. Začal se více klást důraz na biomonitoring, jelikož znečištění stopovým kovem se dostávalo i do lidského organismu. Proto byly provedeny studie o shromažďování kovů u různých druhů ryb. Ryby přijímají tyto těžké kovy z vody a potravy. Těžké kovy tvoří základní složku průmyslových vod, jež jsou vypouštěné do vodního prostředí. Následné látky jsou toxické pro organismy. Nejvíce znečišťující látky těžkých kovů jsou kadmium, rtuť, olovo a nikl. Z vybraných těžkých kovů jsou neesenciální (vedlejší) kovy kadmium, rtuť a olovo jenž jsou toxické i v malém množství, nikl je esenciální (hlavní), tudíž v malém množství je neškodný, ale ve velkém množství může také být toxický. Nadměrný obsah těchto kovů v těle má špatný vliv na játra, ledviny, svaly a tkáně. U ryb přítomnost těchto látek má za následek zastavení růstu a vývoje. Dle několika studií bylo zjištěno, že nejvíce

akumulovaným kovem je Pb (olovo) které se do řek dostává z měst, průmyslového prostředí a odpadů okolo řek. Zdrojem jsou nátěry, barvy, jednotky baterií, ropa, aerosoli atd.(Sary,Mohammadi, 2011).

S novými moderními přístroji roste využití i výroba kovů. Jejich množství okolo nás se neustále zvyšuje, ať už ve vodě, potravinách, vzduchu atd. Je to závažný problém, který musí lidstvo řešit. Díky činnosti vypouštění látek s obsahem kovů do vody je neustále více znečišťováno životní prostředí organickými látkami. Vodní prostředí pomáhá mísit složení organických a toxických látek, čímž se úplně mění jejich složení. Voda vlastně slouží jako transportní prostředí pro tyto látky a přenáší je do životního prostředí. Při vypouštění odpadních vod z papírenského průmyslu hrozí, že by mohlo dojít k přeměně rtuti ve sloučeniny, které jsou jedovaté. Při spalování (elektrárny, uhlí, auta, atd.) se kovy dostávají do ovzduší a pak i do půdy. Odkud se kovy do povrchových vod dostávají deštěm při smyvu z půd, čímž dochází k narušení jejich jakosti. Příkladem může být to, že v Japonsku využili ke hnojení polí vodu z kalů čistíren odpadních vod, ale poté bylo zjištěná taková míra kadmia v půdě, že pole muselo být uzavřeno pro zemědělskou výrobu natrvalo. V roce 1995 byla otázka kontaminace povrchových vod České republiky nedostatečně řešená, především vlivem nedostatku pracovních sil. Ale už v tomto roce Ministerstvo životního prostředí vyvíjelo vysoký tlak na spojení organizací a sjednocení řešení tohoto problému (Bencko et al., 1995).

Toxické kovy, které můžeme najít v prostředí povrchových vod, jsou: antimon, arzen, beryllium, cín, hliník, chrom, kadmium, mangan, molybden, nikl, olovo, rtuť, vanad, wolfram, zinek. Arsen používají zemědělci do pesticidů. V moři se vyskytuje 0,006-0,03 μ g As/g (Bencko et al., 1995). V povrchové vodě se většinou najde arzen u dolů a hutí. Bylo zjištěno mnoho případů znečištění povrchových vod arzenem z odpadních vod pocházející z dolů. Obsah chromu v našich řekách a jezerech je 1-10 μ g/l (Bencko et al., 1995). Limitem stanoveným pro chrom v pitné vodě je 0,05mg/l (Bencko et al., 1995). V povrchových vodách se nachází asi 1 mg/l hliníku (Bencko et al., 1995). Měď se nejčastěji do povrchových vod dostává z průmyslových opadů. Obsah molybdenu ve vodách byl vysledován na 4 μ g/l (Bencko et al., 1995). V České republice je největší výskyt molybdenu ve vodách na Karlovarsku. Olovo se nejvíce dostává do povrchových vod při těžbě rudy. Maximální hodnota olova ve vodě by měla být do 10 μ g/l (Bencko et al., 1995). Obsah rtuti v povrchových vodách je až 200 ng/l (Bencko et al., 1995), což je asi čtyřikrát více než v podzemních vodách. Maximální hodnota rtuti ve vodách u nás je stanovena na 1 μ g/l (Bencko et al., 1995). Vanad se dostává do vody smyvem z půdy. Jeho zastoupení ve vodě je ale malé. Obsah wolframu ve vodách je nepatrný. Zinek je stále více užíván, proto jeho množství v přírodě neustále roste. Při jeho výrobě nejčastěji dochází k únikům do přírody. Jeho obsah ve vodách tvoří 10 μ g/l (Bencko et al., 1995). Maximální limity pro zinek v České republice jsou stanoveny na 0,05mg/l-0,1mg, pro pitnou vodu je to 5mg/l (Bencko et al., 1995).

6. Legislativa v oblasti znečištění vod

Zákon č. 254/2001 Sb. o vodách a změně některých zákonů (vodní zákon) – řeší zachování a zlepšení jakosti povrchových a podzemních vod, využívání vodních zdrojů. Nařízení vlády č. 262/2012 Sb. o stanovení zranitelných oblastí a akčním programu – nástroje na snižování znečištění ze zemědělské výroby. Akční program má za cíl nápravy oblastí znečištěnými dusičnany a jejímu předcházení. Podle nařízení vlády č. 262/2012 se vymezí zranitelné oblasti, na nichž se následně uplatní akční program. Nařízením vlády č. 401/2015 Sb. o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod. Dle ČSN 75 7221 se dělí voda do jakostních tříd, podle koncentrace. V Evropské unii existují společenské legislativy o ochraně vod, zlepšování jakosti vod, znečišťování a zlepšování vodního prostředí. Evropská unie využívá Vodní rámcovou směrnici 2000/60/ES, směrnici 91/271/EHS o opatřeních potřebných k čištění městských odpadních vod, průmyslových odpadních vod a splaškových vod (Olšáková, 2018). Zákon 114/1992 Sb. o ochraně přírody a krajiny. Přípustné znečištění vod se stanoví podle nařízení vlády ČR 61/2003 Sb. (Musilová, 2015).

6.1 Zákon č. 254/2001Sb.

Vodní hospodářství v České republice využívá zákonu č.254/2001Sb. o vodách a změně některých zákonů. Tento předpis má záměr chránit podzemní i povrchové vody, snížit nepříznivé účinky přírodních jevů, zlepšit jejich kvalitu (jakost), určit podmínky pro jejich využití, zajistit bezpečnost a zásobování pitnou vodou obyvatelů a ochranu vodních ekosystémů. Definuje právní vztah člověka k vodě a stavbám na vodě. Forma těchto vztahů upravuje i finanční hledisko, aby se navrátily peníze vložené do vodohospodářských služeb i nákladů na ochranu životního prostředí. Vodním zdrojem se rozumí takové zdroje, které jsou využívány pro uspokojení potřeb člověka (nejvíce pitné). Jsou to jak povrchové tak podzemní vody. Ekologický stav je stav kvality funkce a složení ekosystémů na/v povrchové vodě. Stav povrchových vod znamená jejich stav z hlediska chemického nebo ekologického složení, dle toho, jaký stav je nejpříznivější. Chemický stav dobrý znamená, že nejsou překročené normy (environmentální) znečišťujících látek ve vodním prostředí z hlediska lidského zdraví a ochrany životního prostředí. Každý, kdo nakládá s povrchovými vodami, je povinen zajistit jejich ochranu a jejich využití podle právních předpisů. Při jakékoliv stavbě je nutné zajistit bezpečné odvádění vod a jejich čištění před jejich vypuštěním do povrchových vod. Každý může bez povolení zachycovat povrchové vody a bez povolení provozovat plavidla na povrchových vodách. Nesmí ale při tom ohrozit kvalitu, zdravotní nezávadnost vod, nebo ji poškodit. Jeden z hlavních cílů ochrany vod je v České republice zmenšení jejího znečištění, úniku znečištění a odstraňování emisí. Jako zranitelné oblasti označujeme území, kde se povrchová voda používá jako zdroj pitné vody a je zde množství dusičnanů (nad 50mg/l), povrchové vody, kde díky množství dusičnanů dojde k zhoršení její kvality (jakosti). Vláda stanovuje množství přípustného znečištění vod při vypouštění odpadních vod do povrchových svým nařízením. Povrchové vody na koupání musí splňovat předpisy o čistotě vody podle hygienických předpisů a vyhlášky vlády. Závadné látky se nesmí dostat do

povrchových vod, jelikož mohou ohrozit jejich jakost. Jestliže dojde k jejich úniku, je nutné projednat postup jejich odstranění s příslušným vodoprávním orgánem, případně následně zaplatit pokutu za přestupek. Tyto nebezpečné látky najdeme v příloze 1. zákona č.254/2001Sb. o vodách (Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon)).

Orgány chránící vody v České republice: Obecní úřady obcí s rozšířenou působností, Krajské úřady, Ministerstvo zemědělství (ústřední orgán), Ministerstvo životního prostředí, Česká inspekce životního prostředí (Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon)).

Ten, kdo vypouští odpadní vody do povrchových vod, musí mít povolení od příslušného orgánu. V příslušném povolení se nachází maximální hodnoty znečištění, které musí uživatel dodržovat. Před vypuštěním odpadních vod do povrchových toků je nutné zajistit jejich řádné vyčištění. Vodoprávní úřad rozhoduje o tom, co je vodní tok a co ne. Jako vodní tok je u nás považována povrchová voda tekoucí v korytě alespoň většinu roku. Vodní díla slouží k manipulaci s vodou (například zadržování). Povodněmi se rozumí vysoká hladina vodních toků, kde se voda vylévá ven z koryta a dochází k poškození okolí. Máme několik povodňových stavů, podle toho, jaké je riziko ohrožení. Je nutné budovat protipovodňová opatření (Brezaninová, 2014).

Důlní vody jsou vody znečištěné, patří do speciální skupiny. Tyto vody mohou zapříčinit zhoršení jakosti povrchových vod. Proto o jejich vypouštění rozhoduje vodoprávní úřad. Závadné látky jsou látky, které by mohly ohrozit jakost vod a nepatří do skupiny důlních ani odpadních vod (například biologický odpad). Ten, kdo nakládá s závadnými látkami, má povinnost podle zákona o vodách preventivně předcházet úniku těchto látek do vody. Pakliže se tak stane, jedná se o přestupek, nebo delikt a pachatel musí zaplatit pokutu až do výše 1 000 000 Kč (Horáček et al., 2011). Příklady nebezpečných látek: Dieldrin, Fenitrothin, Hexachlorobutadien, Měď, Zinek. Je více skupin nebezpečných látek podle jejich následného účinku ve vodním prostředí. Máme skupiny: Nebezpečná látka, Zvláště nebezpečná látka, Prioritní látka, Prioritní nebezpečná látka. Prevence je spojena s rizikem. Čím horší následek tím větší prevence, to samé platí o následném trestu při úniku. Do této prevence patří například pravidelná kontrola staveb, kde se nebezpečné látky nacházejí. Tuto kontrolu mohou provádět pouze kvalifikované osoby. Území České republiky patří do citlivé oblasti, co se týče problému jakosti povrchových vod s fosfáty. Jelikož se Česká republika nachází uprostřed Evropy, tak nese zodpovědnost za ochranu vod před fosfáty i pro okolní státy. I zde jsou vysoké pokuty za znečištění do výše 1 000 000 Kč (Horáček et al., 2011). Havárie znamená, že došlo k mimořádnému ohrožení jakosti vod (Horáček et al., 2011). Je to vždy v místě úniku nebezpečné látky do vody. Nemusí vždy dojít ke zhoršení jakosti vod, protože se může jednat pouze o ohrožení. Každý, kdo způsobí takovou havárii, musí ji zneškodnit a informovat příslušné vodoprávní orgány. Síť vodních toků v České republice je dlouhá přibližně 120 000 kilometrů (Horáček et al., 2011). Cíle ochrany vod z hlediska povodní jsou zahrnuté v plánech pro zvládání povodňových rizik. Jako území, kam se voda z povodní může zachytit, se využívají poldry (suché nádrže).

Po povodních se konají povodňové prohlídky, které mají za účel zjistit škody po povodních (Horáček et al., 2011).

6.2 ČSN 75 7221 jakost vod

Klasifikace jakosti povrchových vod patří mezi hlavní nástroje hodnocení jakosti tekoucích povrchových vod České republiky. Podle této normy se určují jednotlivé třídy kvality povrchových vod. Slouží pro porovnání jakosti vody v odlišných časech a na odlišných místech. Ukazatelé, které se využívají k hodnocení jakosti vod, jsou následující: $CHSK_{Cr}$ (chemická spotřeba kyslíku stanovená dichromanem draselným (sločenina draslíku, kyslíku a chromu)), $N-NH_4$ (amoniakální dusík), BSK_5 (biochemická spotřeba kyslíku za 5 dní, tzn. biologický ukazatel znečištění), $N-NO_3$ (Dusičnanový dusík), P_{celk} (obsah fosforu celkem). Kvalita vody se zařazuje do pěti tříd podle normy ČSN 75 7221:

1.třída: Tato třída se nazývá neznečištěná voda. Voda, která spadá do této třídy, je specifická, jelikož nebyla moc narušená lidmi a jejich činností. Dané hodnoty této vody odpovídají přírodnímu toku.

2.třída: Uvedená třída se nazývá mírně znečištěná voda. Do této třídy řadíme vody, které byly narušeny lidmi a jejich činností, přesto je zde možné dosáhnout hojného, rovnoměrného a hlavně dlouhodobě udržitelného ekosystému.

3.třída: Se nazývá znečištěná voda. Tato třída je protikladem druhé třídy, kde lidská činnost umožnila dosáhnout hojného, rovnoměrného a hlavně dlouhodobě udržitelného ekosystému. Třetí třída toto neumožňuje.

4.třída: Silně znečištěná voda. Do uvedené třídy patří jen povrchová voda, která po zásahu lidského působení vytváří podmínky pouze pro nevyvážený ekosystém.

5.třída: Velmi silně znečištěná voda. Je to povrchová voda, na kterou měl vliv lidský zásah tím, že vytváří podmínky pouze pro silně nevyvážený ekosystém (ČSN 75 7221).

6.3 NV 401/2015 Sb.

Nařízení vlády o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech. Nařízení vlády je v souladu s právem Evropské unie a obsahuje ukazatele povrchových vod a jejich přípustné znečištění, ukazatelé znečištění povrchových vod ke koupání a pro vodní život, normy pro znečišťující látky, podmínky pro vypouštění odpadních vod do povrchových vod. Specifikace povolení pro vypouštění odpadních vod do povrchových, stanovuje emisní limity, jsou zde i důlní vody, vymezuje všechny útvary povrchových vod ČR jako citlivé oblasti. Je platné od začátku roku 2016 (Nařízení vlády č. 401/2015 Sb.).

6.4 Vyhláška 48/2014 Sb. (kvalita vody pro úpravu pitné vody)

Vyhláška, jež mění vyhlášku č. 428/2001 Sb., prováděcí vyhláška zákona č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích), ve znění pozdějších předpisů. Podle této vyhlášky jsou definované objekty na vodovodní síti, zpracované plány rozvoje vodovodů a kanalizací, evidence vodovodů a kanalizací. Jsou zde zaevidované zdroje povrchové vody, které jsou využity pro úpravu vody na vodu pitnou. Záznam o zdrojích povrchových vod využívaných na vodu pitnou obsahují maximální měsíční odběry vody a celkové množství odebrané vody za rok, povolení k nakládání s povrchovými vodami a jakostní kategorie vody, které jsou odebírány pro úpravu na vodu pitnou podle zákona. Při výrobě pitné vody jsou dělané kontroly jakosti podle plánu, jež je vymezen touto vyhláškou. V příloze číslo 13 této vyhlášky jsou uvedeny ukazatelé jakosti vody odebrané z povrchových vod pro úpravu na vodu pitnou. Pro zařazení do kategorií se vzorky z povrchové vody odebírají v místě před jejich dopravou do úpravně. Podle limitních hodnot se surová voda zařadí do kategorií A1-A3 (Tabulka 1) a dále se podle toho upravují (Vyhláška č. 428/2001 Sb., prováděcí vyhláška zákona č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích))(Vyhláška č. 48/2014 Sb.) .

Tabulka 1: Kategorie surové vody (Ministerstvo zemědělství, 2001).

Pro kategorii	Typy úprav
A1	Jednoduchá fyzikální úprava a dezinfekce, například rychlá filtrace a dezinfekce, popř. prostá písková filtrace, chemické odkyselování nebo mechanické odkyselení či odstranění plynných složek provzdušňováním.
A2	Běžná fyzikální úprava, chemická úprava a desinfekce, koagulační filtrace, infiltrace, pomalá biologická filtrace, flokulace, usazování, filtrace, desinfekce (konečné chlorování), jednostupňové či dvoustupňové odželezňování a odmanganování.
A3	Intenzivní fyzikální a chemická úprava, rozšířená úprava a desinfekce, například chlorování do bodu zlomu, koagulace, flokulace, usazování, filtrace, absorpce (aktivní uhlí), desinfekce (ozón, konečné chlorování). Kombinace fyzikálně chemické a mikrobiologické a biologické úpravy.

6.5 NV 71/2003 Sb. (kvalita vody pro ryby)

Nařízení vlády o stanovení povrchových vod vhodných pro život a reprodukci původních druhů ryb a dalších vodních živočichů a o zjišťování a hodnocení stavu jakosti těchto vod.

Nařízení určí povrchové vody, které mají přiměřené podmínky pro rozmnožování a život původních druhů ryb a ostatních vodních živočichů. Tyto vody rozděluje na vody kaprové a lososové. Účelem je zvýšení ochrany výše uvedených vod před znečištěním a zlepšení jejich kvality tak, aby byly permanentně vhodnými pro podporu výskytu života ryb náležejících k původním druhům ryb v těchto vodách žijících nebo k druhům, jejichž přítomnost je příhodná. Nařízení reguluje způsob

hodnocení a zjišťování stavu kvality uvedených povrchových vod. Nařízení se nevztahuje na povrchové vody v přirozených vodních útvech, používaných pro intenzivní chov ryb a v umělých vodních útvech (Lososové vody – povrchové vody vhodné pro život ryb lososovitých a lipan, Kaprové vody- povrchové vody vhodné pro život ryb kaprovitých nebo jiných druhů, jako je okoun, štika a úhoř). Příloha č.1 tohoto nařízení obsahuje vody vhodné pro život ryb. Podle tohoto nařízení se provádí hodnocení stavu jakosti povrchových vod pro reprodukci vodních živočichů. Obsahuje program pro snížení znečištění povrchových vod, na který dohlíží příslušné orgány (Nařízení vlády č. 71/2003 Sb.).

6.6 Vyhláška č. 238/2011 Sb.

Vyhláška č. 238/2011 Sb. o stanovení hygienických požadavků na koupaliště, sauny a hygienické limity písku v pískovištích venkovních hracích ploch ve znění vyhlášky č. 97/2014 Sb. Ministerstvo zdravotnictví vydalo vyhlášku č. 238/2011 Sb., kde jsou specifikovány požadavky na provoz, vybavení, čištění a posuzování jakosti (Tabulka 2) vody pro přírodní koupaliště (koupaliště se systémem přírodního způsobu čištění vod ke koupání). Biotop je název, který se používá pro jezírka s biologickým čištěním vody, ale v biologii a ekologii může tento název znamenat něco jiného. Průhlednost vody v přírodních koupalištích je dána na minimálně 1m (Vyhláška č. 238/2011 Sb.). V této vyhlášce nalezneme: Pravidla pro monitorování a posuzování jakosti vody v přírodních koupalištích, hodnocení, klasifikaci, termíny, způsob a rozsah informování veřejnosti o jakosti vody v přírodním koupališti, hygienické limity jakosti vod v přírodních koupalištích, hodnoty pro rozmnožování sinic, kontroly znečištění, četnosti a pravidla kontrol, vybavení koupališť nebo saun. Při překročení limitních hodnot vodního květu ve vodě nebo průhlednosti se musí voda sledovat. Tato vyhláška se využívá hlavně pro kontroly vody ke koupání a uplatňuje se u přírodních koupališť. Kontroly se provádějí v celé republice většinou před začátkem koupací sezóny a v jejím průběhu (Vyhláška č. 238/2011 Sb.).

Tabulka 2: Kategorie vody ke koupání (Vyhláška č. 238/2011 Sb.).

Kategorie	Příklad zdůvodnění
Voda vodná ke koupání	
Mírně zhoršené vlastnosti vody	Snížená průhlednost, znečištění odpadky, zápach vody, výskyt pěny
Zhoršená jakost vody	Zvýšený výskyt sinic, zvýšený výskyt indikátorů fekálního znečištění
Voda nevhodná ke koupání	Masový výskyt sinic, možnost vzniku vodních květů, zvýšený výskyt indikátorů fekálního znečištění
Zákaz koupání	Vodní květ sinic, masový výskyt sinic, zvýšené riziko nákazy infekčním onemocněním, výskyt ostrých předmětů

6.7 ČSN 75 7143 Jakost vody pro závlahu

Tato norma definuje v ČR kvalitu vody pro zavlažování, uvádí nejvyšší přípustné hodnoty (NPH). Podle této normy se závlahové vody zařazují do jednotlivých tříd:

1.třída: Nejlepší jakost zde patří vody vhodné k zavlažování na zemědělských a lesních pozemcích bez omezení.

2. třída: Vody, které jsou podmíněčně vhodné k zavlažování. Musí se zde dodržovat zvláštní opatření. Pro každou závlahovou stavbu se stanoví zvlášť, s ohledem na stupeň a charakter znečištění závlahové vody, místní podmínky, druh plodiny, způsob závlahy, fyzikálně-chemické vlastnosti půdy. Tato třída vod musí dodržovat podle mikrobiologických a parazitologických vlastností opatření jako ochranou lhůtu a pásma hygienické ochrany. Ochranná lhůta - mezi závlahou a sklizní, vyškolením sazenic. Tyto lhůty jsou stanoveny podle druhu plodiny nebo kultury. Zelenina, která je určena ke konzumaci se musí omýt. Ovocné stromy a keře určeny ke sklizni mají tuto lhůtu 21 dní. Pro ostatní plodiny, květiny a okrasné dřeviny je to 14 dní. Pásma hygienické ochrany - ochranný pás zavlažování (nesmí se zde zavlažovat) 50m okolo bytové soustavy, 25m od komunikací 1.a 2. třídy, železnice, nevodárenských toků, 10m od komunikace 3.třídy.

3.třída: Vody nevhodné k závlaze. Aby mohly být použité pro závlahu musí se upravit na kvalitu 1. popřípadě 2.třídy dle ČSN 75 7143 nebo podle zásad pro závlahu odpadními vodami a kejdou (ČSN 75 7143).

Světové ustanovení

Dne 22. července 2013 rada EU zavedla Směrnici, kde je aktualizován seznam látek, které jsou zdrojem znečištění pro povrchové vody. Všechny členské země EU měly dva roky na její zavedení do svého práva. Tato směrnice se týká zpřísnění norem pro chemické znečištění vod a jeho dozorem. V roce 2018 byly tedy vlivem této normy jasně stanovené maximální koncentrace látek v povrchových vodách. V roce 2018 museli dané státy EU doložit, jak budou postupovat v otázce snížení škodlivých látek v povrchových vodách a s cílem dosáhnout vyhovujícího chemického stavu těchto vod do roku 2021. Tento seznam zahrnoval také výrobky, které mohou být rizikem pro kvalitu vody (Úřad pro publikace Evropské unie, 2013).

Evropská komise v roce 1998 zpracovala předpis pro státy evropské unie, ve kterém se píše o odpovědnosti za škody na životním prostředí. Jsou v něm zahrnuté i standardy ISO 14000, BS 7750 (britský standard) a směrnice Světové banky. Dané předpisy slouží k tomu, aby se snížilo riziko škodlivého dopadu na životní prostředí (Pearson, Rondinelli, 1998).

Světový předpis pro mangan

V roce 1958 Světová zdravotní organizace (WHO) zapsala mangan (Mn) na seznam hrozeb pro pitnou vodu. Standard obsahu Mn ve vodě byl stanoven na 0,5mg/l, jako maximální přípustné měřítko. Tento standard vydržel až do roku 1984, kde došlo k úpravě a standard byl pozměněn na 0,1mg/l. V roce 1993 byla provedena studie o dopadu manganu na zdraví a bylo vyhodnoceno, že 0,5mg/l stačí k ochraně zdraví. K další změně došlo v roce 2004 – úprava standardu na 0,4mg/l. Nakonec v roce 2011 byla tato hrozba úplně zrušena, jelikož běžné minerálky tuto hodnotu nedosahují, tudíž není třeba ji uvádět. WHO (světová zdravotnická organizace) vydává větší část směrnic pro pitnou vodu (Frisbie et al., 2012).

7. Voda a člověk

Vodní útvary jako jezera, rybníky, řeky atd. jsou znečištěny přírodními a antropogenními vlivy jako jsou srážky, počasí, zemědělství a průmysl. Vliv na množství znečištění ve vodě mají teplota, srážky, odtoky, zachycování vody atd. Lidkou činnostmi se znečištění do vody dostává například nesprávnou úpravou domovních a průmyslových odpadních vod, vypouštěním fekálií do řek a kanalizací (znečišťují řeky patogenními mikroorganismy). Díky těmto činnostem je ve vodě více živin, toxických látek a patogenů, což pak vytváří složitější nároky při řešení využití vody pro domácnost - je nutné zjistit kvalitu vody (Dey et al., 2017). Každý den na světě zemře okolo 5000 dětí na znečištěnou vodu (OSN, 2019a).

Asi 70% vody se užívá na zavlažování. Vodní elektrárny jsou obnovitelný zdroj energie a produkují asi 16% celkové elektrické energie (OSN, 2019a).

Voda je zdrojem energie pro lidské tělo. Produkuje hydroelektrickou energii po celém těle v membránách. Napomáhá rozkladu látek na primární složky, které je pak lidské tělo schopno využít (například škrob na cukr). Drží buněčné membrány při sobě. Voda je nezbytná pro fyzické fungování těla a jeho správný metabolismus. Podle dvacetileté studie bylo zjištěno, že nedostatek vody v těle zapříčiňuje bolesti a dochází k procesům, které vedou k onemocnění astma, alergiím, cukrovkám atd. Díky nedostatku vody (dehydrataci) dochází k poklesu ochrany imunitního systému. Pokud buňky mají málo vody, stávají se primitivní a nedostatečně pracují. Při dehydrataci dochází v tkáních k úbytku kyslíku, což má za následek tvorbu nádorů. Voda je tedy silná prevence vůči rakovině a je součástí neustálého koloběhu. Člověk má v sobě průměrně cca. 50 litrů vody. Nedostatek vody se projevuje na lidském těle podobně jako nedostatek vody na farmě. Sice na farmě něco vyroste i s nedostatkem vody, ale méně a je to horší produkce. Dříve lidé často prodělávali nemoci (např. cholera, průjem atd.) a umírali, protože užívali vodu znečištěnou infekčním materiálem. Nyní jsou díky technice čištění vody hygienicky čisté, ba i dokonce záchodová voda by se dala užít jako pitná. Je to dané směrnicí EPA (úřad pro ochranu životního prostředí), která vymezuje maximální množství znečišťujících látek ve vodě (jako například olovo, hliník, arsen). Až 50 000 zdrojů pitné vody je ohroženo nebezpečnými látkami (zdraví škodlivými) (Meyerowitz, 2005). Ve vodě se nachází mnoho chemických látek, a jejich množství neustále roste s přibývajícím průmyslem, počtem domácností a zemědělstvím (Meyerowitz, 2005). Nejčastěji poškozující látky ve vodě jsou fluor a chlor. Chlor může způsobit otravu, ale zároveň ničí bakterie ve vodě. Do vody se dostávají zapříčiněním chemického průmyslu (výtoky). Lidé svou činností znečišťují vodu benzínem, chlorem, floridem, farmaceutickými léky, olovem, parazity, pesticidy, azbestem, radioaktivním odpadem. Tam, kde se pěstuje kukuřice, se většinou ve vodě nachází dusičnany. Obrovským problémem vod je znečištění radioaktivitou. Radioaktivita se do vody dostává z jaderných elektráren. Doposud však nebylo zjištěné množství přijatelné radioaktivity ve vodě. Radioaktivní voda způsobuje mutaci buněk. Turbidita je zákal vody. Radioaktivní voda způsobuje mutaci buněk. Turbidita je zákal vody. Čistá voda je po kyslíku nejdůležitější pro život (Meyerowitz, 2005).

8. Výsledek a diskuse

8.1 Vývoj kvality povrchových vod v ČR

8.1.1 Voda ČR

Voda se nejlépe udržuje v lesích díky kořenům a hustému porostu. Na kukuřičném poli voda pomáhá ochlazovat kukuřici. Např. za teploty 47°C má kukuřice pouze 32°C. V České republice se produkuje cca 603 750 000m³ pitné vody (Národní zemědělské muzeum, 2018). Skoro všechna voda z řek v České republice odtéká do okolních států a proudí do Černého, Severního a Baltského moře. Nejdelší řeky u nás jsou: Labe 370km, Vltava 400km, Morava 300km, Ohře 280km, Sázava 240km atd. (Národní zemědělské muzeum, 2018). Až 70% vodních toků u nás jsou přirozené vodní toky. O 95% toků se starají státní podniky, o 5% obce společně s právníky a fyzickými osobami (Národní zemědělské muzeum, 2018). V České republice se nachází 1614 malých (348 MW) a 9 velkých (753MW) vodních elektráren, 3 přečerpávací vodní elektrárny (Národní zemědělské muzeum, 2018).

V České republice je velký problém s vodní erozí. Vodní eroze narušuje půdu, která je vlivem eroze přemísťována na jiné místa. Díky tomu přijde Česká republika ročně o 21 000 0030 tun ornice. Z finančního hlediska to představuje značnou ztrátu, zhruba 4 300 000 000 Kč (Národní zemědělské muzeum, 2018). Proto se zemědělci snaží erozi zabránit nebo alespoň zmírnit její následky, například zaváděním nových postupů. I nadále však zůstává ze zemědělské půdy 17,8% extrémně, 4,6% velmi silně, 16,2% silně, 18% středně, 12% slabě a 31% velmi slabě ohrožené (Národní zemědělské muzeum, 2018). Nejzávažnější znečištění povrchových vod vzniká při povodních. Snažíme si jim předcházet, zabránit jim však zcela nelze. V České republice byly největší povodně v letech 1997, 2002, 2006 a 2013 (Národní zemědělské muzeum, 2018).

Každý rok od roku 1991 se píše v České republice zpráva o jakosti vod. Data pro tuto zprávu jsou uváděna v systému PiVo (IS PiVo) ministerstva zdravotnictví České republiky. Pro hodnocení jakosti pitné vody se užívá vyhláška Ministerstva zdravotnictví České republiky číslo 252/2004 Sbírky státního úřadu pro jadernou bezpečnost. V roce 2008 bylo odebráno 35 362 vzorků, které přidaly přes 841 000 hodnot jakosti pitné vody do databáze PiVo (Státní zdravotní ústav, 2009). Významně překročené hodnoty byly zjištěny u 1 756 případů. Hraniční hodnoty byly zjištěny u 12 705 případů (Státní zdravotní ústav, 2009). Doporučená hodnota (DH) je optimální množství látek ve vodě a jejich koncentrace. Mezní hodnota (MH) je hodnota, která nepřekračuje akutní riziko zdraví. Což znamená, že to je maximální přípustná hodnota. Nejvyšší mezní hodnota (NMH) je zdravotně nebezpečná hodnota vody. Směrná hodnota se užívá pro posouzení z hlediska radioaktivity. I po vyčištění a úpravě povrchových vod na pitnou vodu byly zjištěny překročené limity, u: železa (5,4%), trichlormethanu (2,1%) a manganu (1,4%). Dále závažné překročení bylo zjištěno u pesticidů (7,6%), dusičnanů (5,1%), atrazinu (2,5%),

enterokoky (bakterie) (1,9%), escherichia coli (1,2%) (mikrobi) (Státní zdravotní ústav, 2009).

8.1.2 Kvalita povrchových vod

Mapy sloužící k určení jakosti povrchových vod se vytváří na základě normy ČSN 75 7221 - Jakost vod. K vypracování mapy se využívají data, která poskytuje ČHMU (Český Hydrometeorologický ústav) (Ministerstvo zemědělství, 2018).

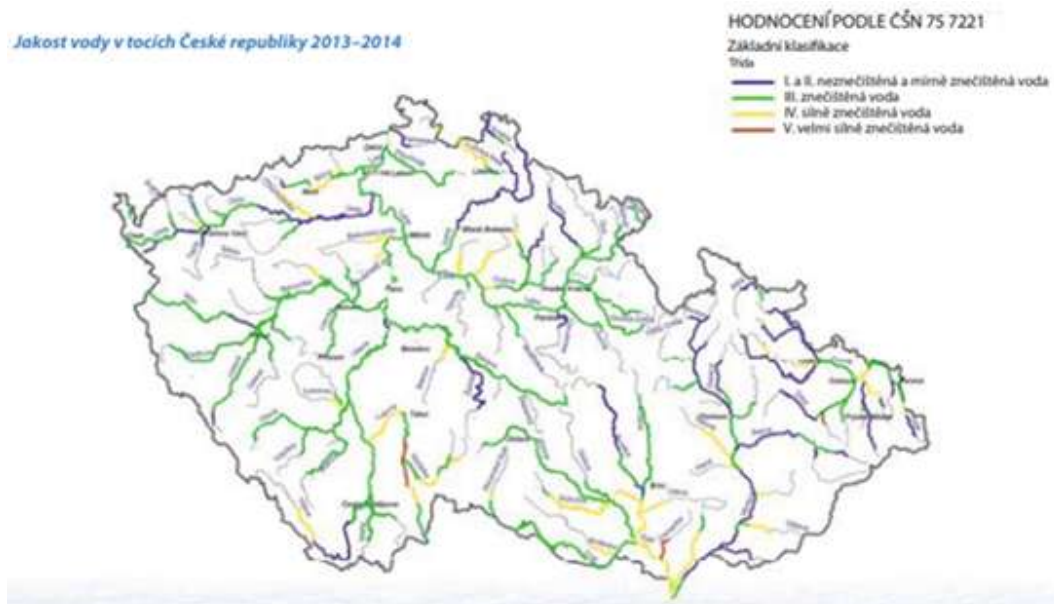
V roce 1992 byla zpracována první mapa ukazující jakosti povrchových vod (Obrázek 1). Od tohoto období došlo k velkému zlepšení jakosti povrchových vod, i když pořád nacházíme místa, kde jsou vody znečištěné a tím patří do 5té třídy jakosti povrchových vod. Co se týče území ČR, máme zde nejvíce vod, které patří do třetí třídy jakosti (Znečištěná voda). Nadále se zvyšují i místa, kde jakosti vody spadají do třídy jedna (neznečištěná voda) a dva (mírně znečištěná voda) (Ministerstvo zemědělství, 2018).

Pro porovnání jakosti vod v České republice využíváme porovnání uplynulého dvouletí s jakostí vody z roku 1991-1992 (je to dáno normou ČSN 75 7221 Jakost vod). Oproti tomuto dvouletí nastalo zřetelné zlepšení kvality vod, ale i přes to se v ČR nachází místa, kde vodní toky spadají do kategorie 5. jakosti povrchové vody (Obrázek 2)(Ministerstvo zemědělství, 2014).

Jakost vody v tocích České republiky 1991–1992



Obrázek 1: Jakost vody v tocích České republiky 1991-1992. Legenda viz. obrázek 2. (Ministerstvo zemědělství, 2014).



Obrázek 2: Jakost vody v tocích České republiky 2013-2014 (Ministerstvo zemědělství, 2014).

a) Rok 2014

Rok 2014 v české republice byl teplotně nadprůměrný, teplota vzduchu byla průměrně 9,4°C (Ministerstvo zemědělství, 2014). Tento rok měl průměrný srážkový úhrn 657 mm (97% normálu podle normy z roku 1960-1990) (Ministerstvo zemědělství, 2014). Odtokové poměry za rok 2014 byly podprůměrné. Většina povodí nedosáhla na svůj průměr. Bylo to zapříčiněno malým úhrnem srážek na počátku roku. V průběhu roku zásobní prostor u nádrží dosahoval nad 55% své kapacity (Ministerstvo zemědělství, 2014). V roce 2014 byly zaznamenány povodňové situace v měsících květen a září, menší povodňové situace byly zaznamenány v měsících červenec, srpen a říjen. V průběhu zimního období nedošlo k žádným větším povodňovým situacím. Přesto byl na odstranění škod po povodních zajištěn státní program. Stát poté rozdělval finance z tohoto zdroje na : „1. Rekonstrukce a opravy čistíren odpadních vod (dále jen ČOV), 2. Dekontaminace půdy, 3. Dekontaminace zdrojů povrchových a podzemních vod, 4. Obnova migrační prostupnosti a ekologické stability krajiny, 5. Obnova přirozené funkce vodních toků, 6. Odstranění škod na majetku státu ve správě resortních organizací MŽP“ (Ministerstvo zemědělství, 2014).

V roce 2014 bylo provedeno hodnocení jakosti povrchových vod na 199 profilech. Na Labi to bylo 37, Vltavy 34, Berounky 15, Ohře 35, Odry 26, Moravy 26, Dyje 24, Dunaj 2 (Český hydrometeorologický ústav, 2015).

Organické látky v roce 2014: 100 ze 122 profilů, na kterých byly monitorovány organické látky, byly zahrnuty do II. třídy, 13 profilů bylo v I. třídě, 9 spadalo do III. třídy (Český hydrometeorologický ústav, 2015).

2014: Testem BSK₅ prošlo 94% (187) profilů (Obrázek 5), amoniakální a dusičnanový dusík 98 % (195) profilů (Obrázek 6), celkový fosfor nesplnilo 33 % (66) profilů (Obrázek 3), kde byl překročen limit NEK a limity pro NL nesplnilo 19% (38) profilů, test CHSK_{Cr} (Obrázek 4) byl použit na všech 199 profilech, ale výsledky nebyly zcela vyhodnoceny (Český hydrometeorologický ústav, 2015).

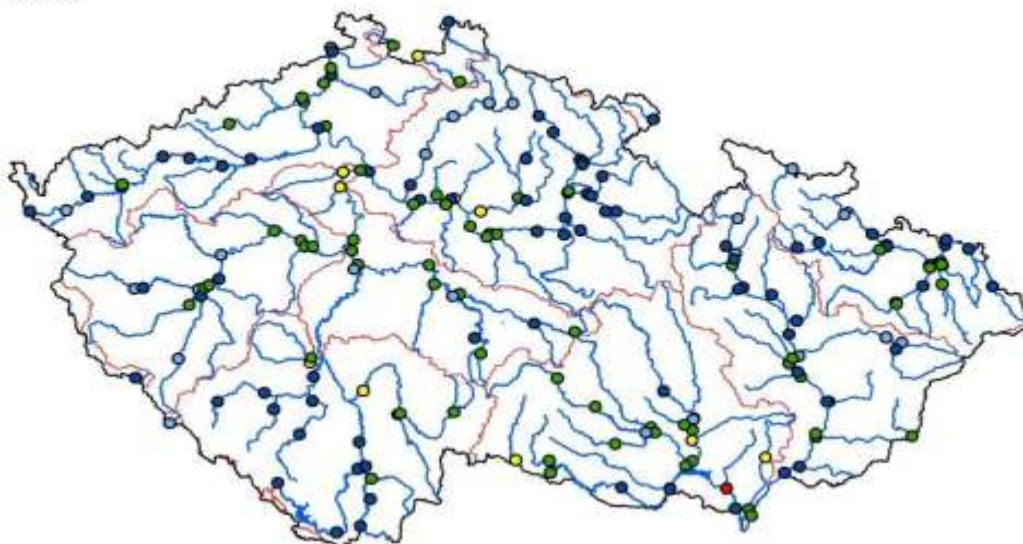


Obrázek 3: Profily dle ČSN 75 7221 pro ukazatel celkový fosfor v roce 2014 (Český hydrometeorologický ústav, 2015).



Obrázek 4: Profily dle ČSN 75 7221 pro ukazatel chemická spotřeba kyslíku dichromanem draselným CHSK_{Cr}. Legenda viz. obrázek 3 (Český hydrometeorologický ústav, 2015).

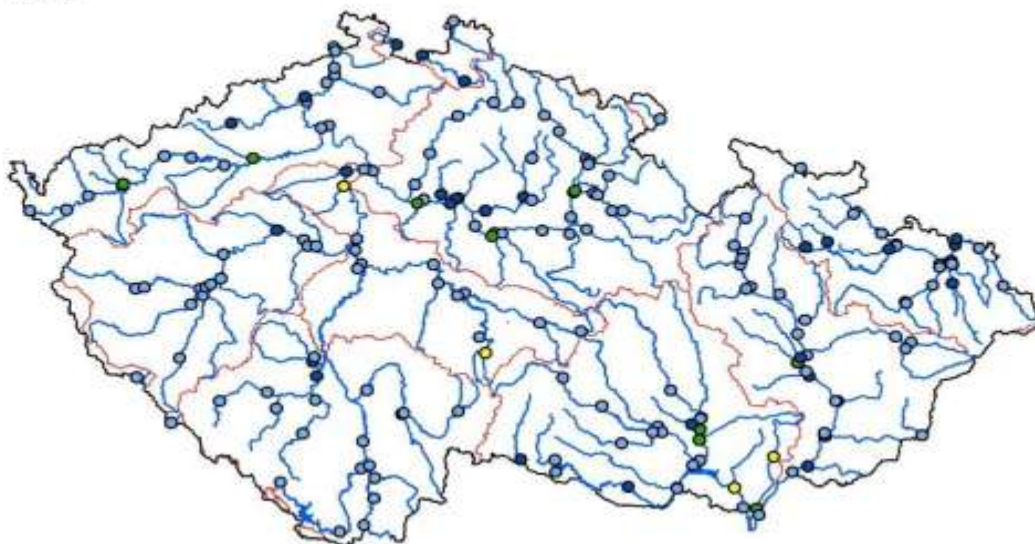
BOD-5



Obrázek 5: Profily dle ČSN 75 7221 pro ukazatel biochemická spotřeba kyslíku BSK₅. Legenda viz. obrázek 3. (Český hydrometeorologický ústav, 2015).

amoniakální dusík

N-NH₄



Obrázek 6: Profily dle ČSN 75 7221 pro pro ukazatel amoniakální dusík N-NH₄ + . Legenda viz. obrázek 3 (Český hydrometeorologický ústav, 2015).

Zmíněné hlavní typy znečištění ovlivňují říční kilometry a tím pádem mění jakostní třídy podle normy ČSN 75 7221, vodních toků dále proudících. Pro srovnání např. správa povodí Moravy provedla měření ovlivněných kilometrů za rok 2013-2014, a zjistila, že celkově bylo znečištěním ovlivněno 2620 km (Tabulka 3) z celkově možných 10 780 km, které mají ve své působnosti (Procházková et al., 2015).

	BSK ₅	CHSK _{Cr}	N-NO ₃	N-NH ₄	P. celkem	Výsledná třída
1. třída	429	259	557	1649	149	74
2. třída	985	155	890	603	660	428
3. třída	1060	1127	976	274	1127	1244
4. třída	123	53	162	93	615	756
5. třída	23	27	35	1	69	118
Říční km celkem	2620	2620	2620	2620	2620	2620

Tabulka 3: Ovlivněné kilometry znečištěním v roce 2013-2014 (Procházková et al., 2015).

Dalším důležitým faktorem hodnocení jakosti povrchových vod jsou informace o pevných složkách vod (sedimenty, biotické složky a plaveniny). Na tyto pevné složky se váže spousta znečišťujících látek. Nejvíce hlídané jsou těžké kovy a organické látky. Měření za rok 2013 bylo provedeno, ale nestihlo se zapsat do ročního hlášení, tudíž muselo být uvedeno ve správě o rok později. Normám environmentální kvality (NEK) nejvíce neodpovídaly v roce 2013 organické látky (Bílina, Morava a Labe), pesticidy (Ohře). Normu environmentální kvality překročily rtuť, olovo, nikl a kadmium. Ve srovnání s předchozím rokem došlo k navýšení obsahu olova, k poklesu u rtuti a kadmia. Limity NEK byly nejvíce překročeny v řekách Labe a Ohře. Problémové je setrvávání velkého stavu výskytu těžkých kovů, pesticidů a arsenu v průmyslových oblastech (Ohře, Bílina, Lužická Nisa, Labe). Bohužel z výsledků vyplývá, že obsah těchto kovů v povrchových vodách neklesá, ale naopak stoupá (Ministerstvo zemědělství, 2014).

Přehled vyprodukovaného a vypuštěného znečištění do vod ČR v roce 2014 uvádí tabulka č. 4.

Produkové a vypouštěné znečištění za rok 2014:

s.p. Povodí	Produkové znečištění v t/rok						Vypouštěné znečištění v t/rok					
	BSK ₅	CHSK _{Cr}	NL	RAS	N _{amon}	P _{celk}	BSK ₅	CHSK _{Cr}	NL	RAS	N _{amon}	P _{celk}
Labe	47 876	112 199	49 423	193 582	6 846	1 249	1 258	9 327	2 293	186 981	2 224	247
Vltava	88 311	188 439	88 194	147 025	9 167	2 098	1 645	10 422	2 381	144 066	3 638	295
Ohře	17 869	53 072	19 384	106 562	20234	729	397	3 787	1 401	106 156	1 241	243
Odry	35 335	68 082	27 965	226 526	3 472	660	688	5 350	1 678	226 526	1 127	154
Moravy	60 940	141 457	68 544	135 916	7 190	1 505	1 322	7 675	1 874	133 035	2 003	218

Tabulka 4: Produkové a vypouštěné znečištění za rok 2014 (Ministerstvo zemědělství, 2014).

Kvalita vody a vodní nádrže v roce 2014

Správu povrchových vod na území České republiky zajišťují: státní podnik Povodí Labe, s.p. Povodí Vltavy, s.p. Povodí Odry, s.p. Povodí Ohře, s.p. Povodí Moravy, s.p. Lesy České Republiky, Ministerstvo obrany, správy národních parků, FO a PO (Ministerstvo zemědělství, 2014).

Ve vodních nádržích nastávala eutrofizace vod (nadměrný obsah živin). Tento rok bylo málo sněhu, a tudíž nebylo třeba vápnit nádrže, jelikož nedošlo ke zhoršení jejich jakosti (díky tání sněhu). Kvalita vody v období růstu vegetace u nádrží v České republice byla ovlivněna suchem a teplem. Díky deštům se do vod dostávalo více organických látek. Tyto deště způsobili zvýšení hodnot fosforu, tím pádem růst živin pro vývoj řas a sinic ve vodách. Aby se zabránilo vysokému zhoršení kvality vody, byl proveden odlov ryb. Vyšší hodnoty chlorofylu (barvivo v rostlinách) >20mg/l v nádržích způsobily zhoršení průhlednosti vody do 170cm, při hodnotách >40mg/l maximálně - 140 cm, při >50 mg/l – jen 100cm (Ministerstvo zemědělství, 2014). I nadále bylo zjištěno znečištění pikosinicemi (malé organismy) na některých nádržích. U většiny nádrží v České republice došlo k nárůstu fytoplanktonu, což zhoršilo jejich kvalitu a využití ke koupání. Například Nádrž Rozkoš měla tento rok značné problémy se sinicemi a nebyla vhodná ke koupání. Nádrž Pastviny byla po koupací sezonu bez závažnějších problémů. Kvalita vody v nádrží Bedřichov, Mšeno v Jablonci byla nadmíru kvalitní a vhodná ke koupání. Nejhorší jakost povrchových vod byla naměřená v nádrži Pařížov a Les Království, což je zapříčiněno tím, že se zde voda mění až moc rychle (Ministerstvo zemědělství, 2014).

Problém kvality vod ke koupání bývá nejčastěji v nadměrném výskytu sinic. To může vést až k uzavření míst a zákazu koupání. Vše, co se týče vod ke koupání, je stanoveno v zákoně 258/2001 Sbírky o ochraně veřejného zdraví. Kvalita vod musí být zveřejněna před začátkem sezóny na internetu na stránkách Ministerstva zdravotnictví (každoročně dostupné na:

https://www.mzcr.cz/Verejne/obsah/vseobecne-informace-ke-koupani-v-priode_1509_5.html).

Důležité z mého pohledu je, že v daném hlášení o stavu vod musí být uvedeny případné zdroje znečištění. V roce 2014 ministerstvo zdravotnictví prohlásilo 10 lokalit za zakázané ke koupání. Jednalo se- jezero Ostrá, rybník Hnačov, Kopaninky, Vodní Nádrž Orlík –Vojníkov, Vránovská přehrada- Bítov, Vodní Nádrž Orlík- Podolsko, rybník Řeka, Vodní Nádrž Sedlice. (Ministerstvo zemědělství, 2014).

Povodí Vltavy: Díky malým přítokům vody byl nízký přísun živin a tím pádem nedocházelo k velkým nárůstům fytoplanktonu. Odebíraná voda zde měla lepší jakost. Na řece Berounce byla zaznamenána lepší jakost povrchových vod díky tomu, že zde byl jen nepatrný rozvoj řas a sinic. Huminové látky (látky vznikající z rozkladu rostlin) zhoršují jakost vod v nádržích. Pesticidní látky, které se dostávají do vody z polí, kde se pěstuje řepka a kukuřice, ohrožují jakost vod nádrže. Jakost stojatých vod se u většiny nezlepšuje ani nezhoršuje, je to zapříčiněné vysokým

obsahem fosforu. Eutrofizace zhoršila vodu v nádržích. Při stavbě ČOV se počítá se zlepšení stavu jakosti vody u vodních nádržích. Eutrofizace zhoršuje využití vody ke koupání u nádrží: Lipno, Hracholusky, Orlík, České Údolí. Z výše uvedeného vyplývá, že za rok 2014 se jakost vod v České republice výrazně nezlepšila ani nezhoršila. Nadále se očekává udržitelnost tohoto stavu, díky fosforu, který bude i nadále přibývat v těchto vodách (Ministerstvo zemědělství, 2014).

Povodí Ohře: Zde nebyly zjištěné žádné velké závady. Na několika nádržích muselo dojít k odkalení. V srpnu musela být upravena kvalita vody na přítoku do vodního díla Újezd z důvodů rozšíření květu sinic, který změnil pH ve vodě na stupeň 9. Což byl problém, jelikož se zde vypouští odpadní vody, které obsahují amoniak a tím by mohlo dojít k vytvoření čpavku, který je smrtelný pro ryby (Ministerstvo zemědělství, 2014).

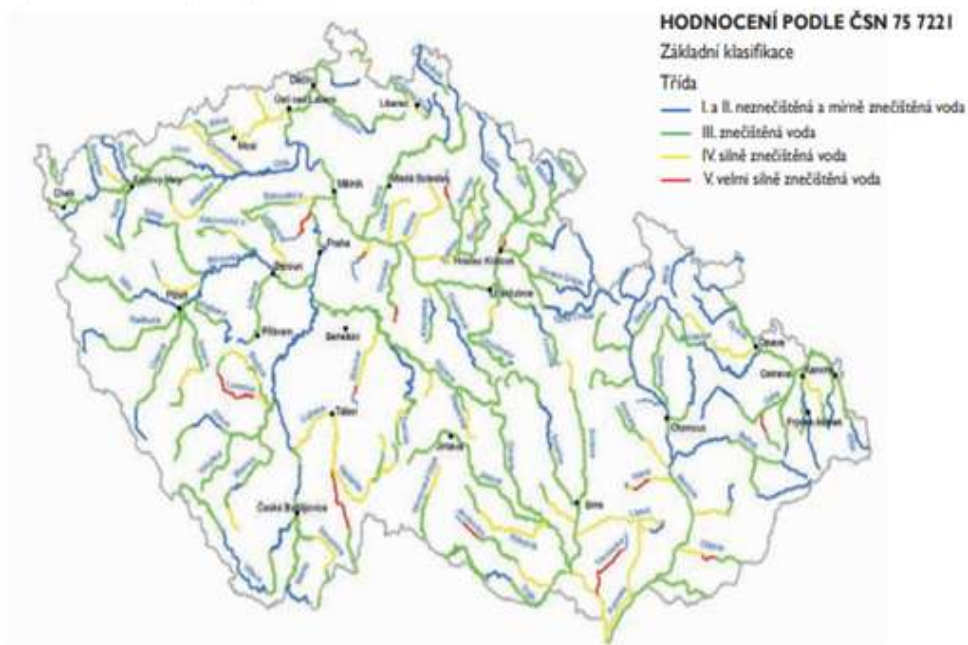
Povodí Moravy: Jelikož tento rok byl nadprůměrně teplý a suchý, tak se zde rozrůstal fytoplankton mnohem dříve, než tomu většinou bývá. Díky tomu v roce 2014 zůstaly v normě s živinami pouze dvě nádrže Koryčany a Slušovice. Jedna z kdysi nejčistějších (na povodí Moravy byla považována jako nejčistší) nádrží Karolinka se tento rok zhoršila na mez mezi oligotrofní (málo živin) a mezotrofní (středně živin). Některé nádrže na tomto toku byly vyhodnocené jako hypertrofie (vysoký obsah živin). Nejhůře hodnocené byly nádrže Vír a Fryšták. Co se týče nádrží ke koupání, tak došlo ke zlepšení situace oproti minulým rokům u nádrží Mohelno, Oleksovice, Horní Bečva, Dalešnice a Letovice. Tyto nádrže se pohybovaly na rozmezí mezi mezotrofií a eutrofií (nadměrný obsah živin) (Ministerstvo zemědělství, 2014).

Povodí Odry: nádrže Šance, Morávka a Kružberk slouží k využití pro pitnou vodu. Při testech byly vyhodnocené jako velmi dobré, tudíž úprava surové vody na pitnou vodu nepotřebovala velké úpravy. Rozvoj fytoplanktonu ve vodních nádržích správy povodí Odry byl nízký. Na jeden mililitr vody byl zaznamenán údaj, který se pohyboval mezi desítky ojediněle až stovky organismů. Na vodní nádrži Žermanice došlo ke zlepšení kvality vody v roce 2014. K žádnému většímu problému s výskytem sinic se na tomto povodí v měřené době nedošlo (Ministerstvo zemědělství, 2014).

b) Rok 2017

V roce 2017 byl podprůměrný odtok vod (Ministerstvo zemědělství, 2018). Měřené průtoky na všech povodí nedosahovaly průměrných hodnot po většinu roku. Jako v roce 2014, tak ani v roce 2017, nebyla zaznamenána žádná velká povodňová aktivita. Dle ČSN 75 7221 se dělají mapy jakosti povrchových vod (Obrázek 7) (již zmíněno dříve) (Ministerstvo zemědělství, 2018).

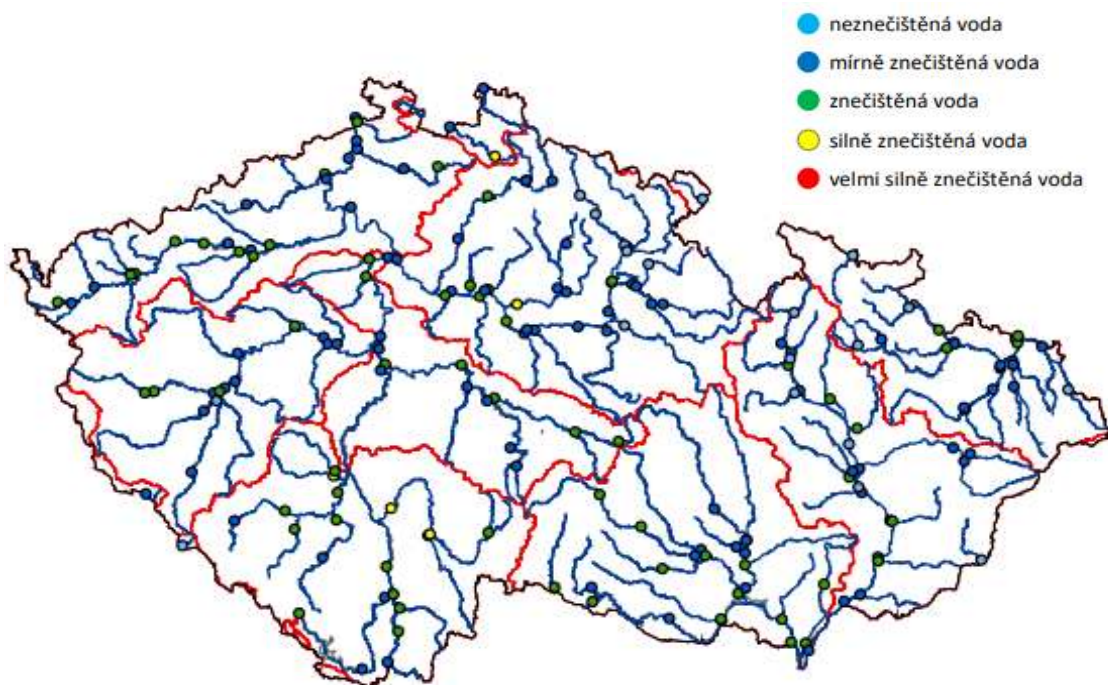
Jakost vody v tocích České republiky 2016–2017



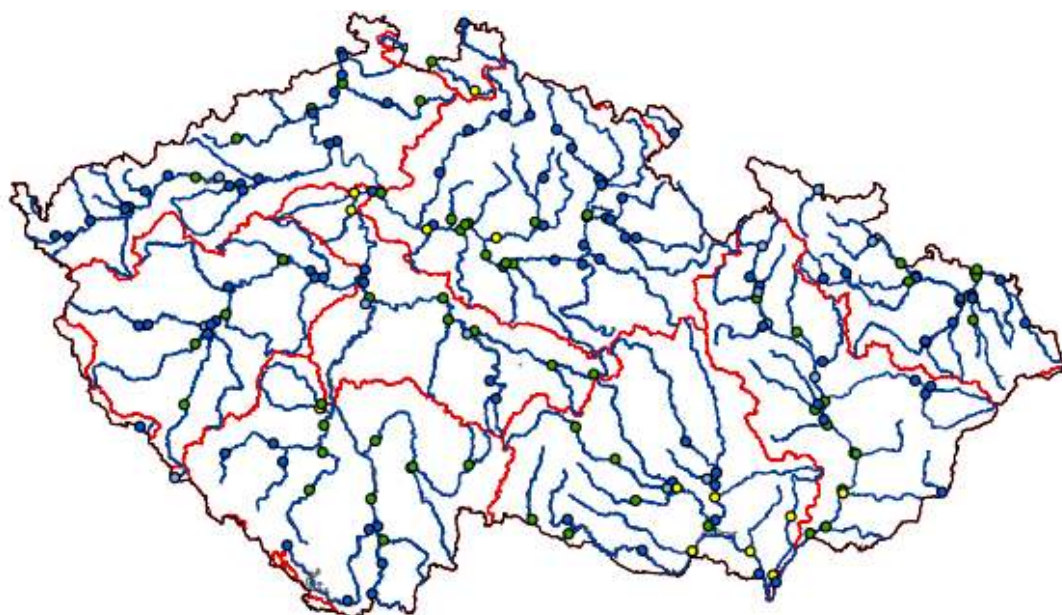
Obrázek 7: Jakost vody v tocích České republiky 2016-2017 (Ministerstvo zemědělství, 2018).

2017: Organické látky: 92 ze 122 profilů, na kterých byly monitorovány organické látky, bylo zahrnuto do II. třídy, 26 profilů bylo v I. třídě, 4 spadalo do III. třídy (Český hydrometeorologický ústav, 2018).

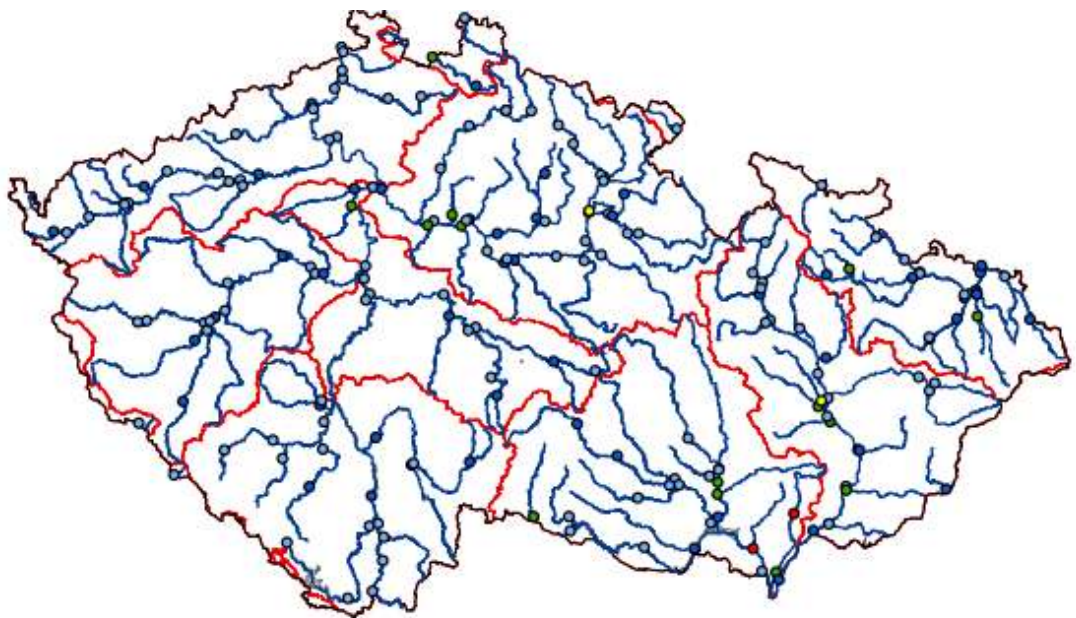
V roce 2017 byla provedena měření kvality tekoucích vod z hlediska hlavních ukazatelů $CHSK_{Cr}$ (Obrázek 8), BSK_5 (Obrázek 9), $N-NH_4^+$ (Obrázek 10) a P_{celkem} (Obrázek 11). Tyto ukazatele výrazně ovlivňují jakost třídy podle normy ČSN 75 7221 tekoucích vodních kilometrů.



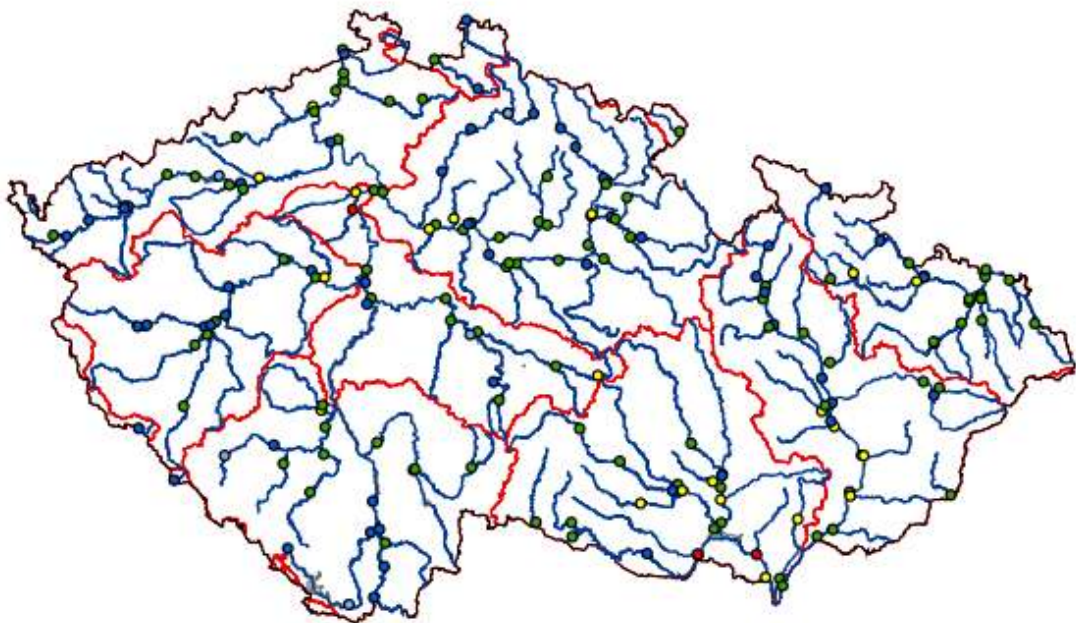
Obrázek 8: Profily dle ČSN 75 7221 pro chemická spotřeba kyslíku dichromanem draselným CHSK_{Cr} (Český hydrometeorologický ústav, 2018).



Obrázek 9: Profily dle ČSN 75 7221 pro ukazatel biochemická spotřeba kyslíku BSK_5 . Legenda viz Obr. 8. (Český hydrometeorologický ústav, 2018).



Obrázek 10: Profily dle ČSN 75 7221 pro ukazatel amoniakální dusík N-NH₄⁺. Legenda viz Obr. 8. (Český hydrometeorologický ústav, 2018).



Obrázek 11: Profily dle ČSN 75 7221 pro ukazatel celkový fosfor TP. Legenda viz Obr. 8. (Český hydrometeorologický ústav, 2018).

Významným sledovaným ukazatelem vod jsou plaveniny (nerozpuštěné látky transportované vodou ve formě suspenze (nerozpuštěné pevné látky v kapalině)). V České republice roku 2017 bylo monitorováno 47 toků. Sledovány byly nebezpečné látky, organické látky a těžké kovy. Z měření bylo zkoumáno 131 látek. Překročení limitů koncentrace bylo vysledováno v povodí Labe, Ohře (těžké kovy), Lužické Nisy (olovo), Morava, Odra a Dyje (Sedimenty s poliaromatickými uhlovodíky). Do plavenin se znečišťující látky dostávají nejčastěji ze spalovacích procesů, kde dochází k nedokonalému hoření (např. spalování fosilních paliv), průmysl a zemědělství (Ministerstvo zemědělství, 2018).

Produkováno a vypouštěné znečištění v roce 2017

Na měření znečištění má podstatný vliv vyprodukované a vypouštěné znečištění. Některé firmy který produkují znečištění mají vlastní čistírny tudíž existuje podstatný rozdíl mezi vyprodukovaným a vypuštěným znečištěním za rok 2017 (Tabulka 5).

s.p Povodí	Produkováno znečištění v t/rok						Vypouštěné znečištění v t/rok					
	BSK ₅	CHSK _{Cr}	NL	RAS	N _{amon}	P _{celk}	BSK ₅	CHSK _{Cr}	NL	RAS	N _{amon}	P _{celk}
Labe	51 689	128 833	54 914	200 129	7 418	1 254	1 409	10 945	2 563	198 149	2 221	217
Vltava	86 916	203 469	90 001	127 448	9 331	2 238	2 940	13 367	2 877	130 099	3 528	239
Ohře	18 088	39 583	18 995	99 499	2 261	738	401	3 666	1 255	98 504	1 256	246
Odry	34 330	66 203	24 325	174 234	3 697	626	651	5 402	1 333	194 176	1 139	116
Moravy	68 063	161 958	74 879	138 527	7 584	1 638	1 193	7 154	1 607	130 513	2 019	191

Tabulka 5: Produkováno a vypouštěné znečištění za rok 2017 (Ministerstvo zemědělství, 2018).

Kvalita vody a vodní nádrže v roce 2017

Rok 2017: Na našem území dochází k Eutrofizaci (větší množství minerálů ve vodě především fosforu a dusíku) vod v nádržích. Nejvíce postižená byla nádrž Vrchlice. Došlo k velkému výskytu pikosiníc. Oproti roku 2014 došlo ke zvýšení množství chlorofylu na některých měřených místech na 60 mg/l (za rok 2014 to bylo mezi hodnotami 40-50mg/l). Nádrže, které slouží k rekreaci, byly také postiženy zvyšujícími se počty fytoplanktonu, tudíž to byl problém, co se týče koupání. Jedna z nejnámějších nádrží ke koupání - Rozkoš - byla zasažená sinicemi, tudíž musela být vydána upozornění o zhoršení kvality vody. Nejlepší kvalita vody byla zjištěná v nádrži Břechovice. Oproti tomu nejhorší podmínky byly zjištěné na nádržích, kde se často mění voda –vodní dílo Pařížov a Les Království (stejně jako roku 2014). Uvedené nádrže se nacházejí na řece Labe (Ministerstvo zemědělství, 2018).

Na řece Vltavě byl malý přítok živin. Tyto nádrže tedy splňují normální standardy kvality. Byly zjištěné jen drobné zhoršení kvality vody, větší problémy nebyly zjištěné. Nadále však platilo nebezpečí znečištění vody eutrofizací (zvláště způsobené zemědělskou výrobou) a znečištění erozí (materiál smytí z pozemků). Ve většině netekoucích vod je možné říci, že se jejich kvalita nemění, jelikož množství fosforu je v přítékajících vodách pořád stejný. Sedimenty, které jsou bohaté na fosfor, se vyskytují ve vrchní vrstvě jezer. Nadále se poškozují voda díky

eutrofizaci v nádržích. Zlepšení stavu by bylo možné dosáhnout postavením nebo upravením ČOV (čistírna odpadních vod). Zlepšením stavu by se dalo zmenšit množství fosforu ve vodách- zlepšit samočisticí schopnosti, zachycování fosforu a snížení jeho emisí. Na řece Ohři bylo provedení měření, které nezjistilo žádné ohrožení kvality vody. Na řece Morava bylo zjištěno zhoršení její kvality. Mohlo to být zapříčiněno tím, že došlo k poklesu hladiny v nádržích. Zvýšil se počet hypertrofních (nejvyšší možný stupeň úživnosti pro řasy a sinice) přehrad. U některých nádrží došlo k namnožení sinic oproti předchozímu roku (Ministerstvo zemědělství, 2018). V roce 2017 kvalita vody na řece Odra byla velmi dobrá, nepotřebovala žádné velké úpravy, aby z ní byla pitná voda. Sinice se objevují ve vodách díky znečištění hlavně fosforem, ten pomáhá zvyšování jejich počtu při vyšších teplotách. Díky tomu bylo v roce 2017 zakázáno koupání na 14 místech z 265 zkoumaných. Tyto místa se kontrolují před letní sezónou a Ministerstvo zdravotnictví pak stanovuje seznam místy, který je uveden na webových stránkách, nebo na krajském úřadě. Ze sledovaných 265 míst bylo 117 ve volné přírodě a zbytek koupaliště. Zákaz byl vydán na 14 z nich a na 22 z nich to bylo nedoporučené se koupat. Tento počet se oproti předchozím rokům moc nezměnil. Pomáhá tomu přírodní čištění biotopy na koupalištích. (Ministerstvo zemědělství, 2018).

8.1.3 Jakost vod a ryby

Jakost povrchových vod vhodných pro život ryb je dána nařízením vlády číslo 71/2003 Sbírky, o stanovení povrchových vod vhodných pro život a rozmnožování druhů ryb a dalších vodních živočichů. Bylo zjištěno, že pouhých 18% z 587 profilů rybných vod nesplňuje přípustné limity podle směrnice 2006/44/ EU o sladkých vodách. Předchozí rok (2012-2013) splnilo tento limit 86% vod (o 4% lepší). Toto nesplnění většinou způsobil obsah amoniaku ve vodách. Jelikož limity České republiky na rybí vody jsou ještě přísnější, tak pouhých 5% všech rybných vod prošlo (v roce 2013-2014). Největším problémem byl obsah amonických iontů ve vodách, který nesplnilo 340 testovaných vod a dalších 210 nesplnilo limity z hlediska biochemického ukazatele za pět dní BSK₅ (Ministerstvo zemědělství, 2014).

8.1.4 Vývoj a trendy v ochraně vod

Povrchové vody jsou znečišťovány nejvíce bodově ve městech, průmyslových oblastech a objekty zemědělského hospodaření. Vyprodukované znečištění za rok 2014 je menší jak v roce 2013. Snížení nastalo u CHSK_{Cr} (chemický spotřeba kyslíku- dichroman) o 3,8% (22 038 t) BSK₅ (biochemická spotřeba kyslíku za 5dní) o 2,2% (5569 t), NL (nerozpuštěné látky) o 3,5% (9 1765t), N_{aorg} (dusíku) o 0,8% (229t) a nejvíce u RAS (rozpuštěné anorganické soli) o 5,1% (43 218t). Největší podíl na tom mělo Povodí Ohře, s.p., které snížilo znečištění o 32 488t. Naopak nárůst nastal u P_{celk} (fosfor celkově) o 0,9% (55t) (Ministerstvo zemědělství, 2014).

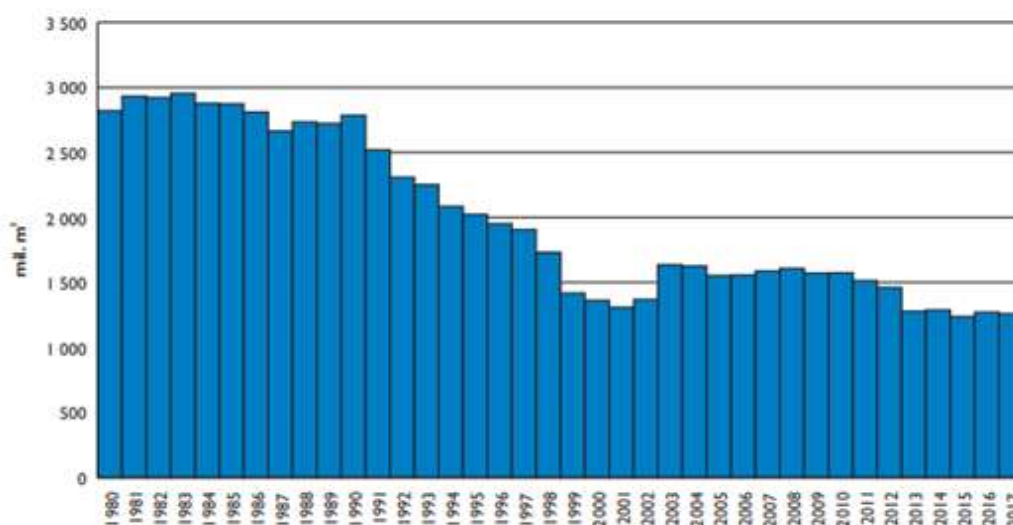
Nejvíce znečištění se dostává do povrchových vod prostřednictvím do nich vypouštěných odpadních vod. U vypouštěného znečištění došlo k velkému poklesu oproti předchozímu roku 2013. Snížení nastalo u: CHSK_{Cr} o 8,8% (3539t), BSK₅ o 12,2% (739t), NL o 15,3% (1742t), P_{celk} o 8% (100t), N_{anorg} o 13,1% (1543t),

RAS(rozpuštěné anorganické soli) o 9,4% (82 838t). Došlo k obrovskému snížení znečištění od roku 1990 do roku 2014 a to u:CHSK_{Cr} 91%, BSK₅ o 96,4% a NL o 94,9%, dusíku, fosforu, nebezpečných a zvláště nebezpečných látek. Je to způsobeno tím, že se modernizovaly čistírny odpadních vod, které využívají biologického zneškodňování dusíku a fosforu (u fosforu i chemický způsob) (Ministerstvo zemědělství, 2014).

Od roku 1990 do roku 2017 nastalo snížení znečištění CHSK_{Cr} o 90%, BSK₅ o 95,6% a NL o 94,9%. Vyprodukované znečištění zjistíme v odpadních vodách. Česká republika má od Evropské unie nařízeno se více zaměřit na tato znečištění. Oproti roku 2016 došlo ke snížení produkce znečištění v odpadních vodách, a to u P_{celk} o 0,9% a NL 5,4%. A k navýšení oproti roku 2016 došlo u CHSK_{Cr} o 0,3%, BSK₅ o 0,3%, N_{anorg} o 0,1% a RAS (rozpuštěné anorganické soli) o 2,3%. U vypouštěného znečištění odpadními vodami do vod povrchových je stav podobný, zde došlo k navýšení oproti roku 2016 u CHSK_{Cr} o 8,2%, BSK₅ o 16,5%, NL o 2,3%, N_{anorg} o 1,1%, RAS o 1,1%. Jen u P_{celk} došlo oproti roku 2016 ke snížení, a to o 4,6% (Ministerstvo zemědělství, 2018). Od roku 1990 do roku 2017 došlo také k poklesu vypouštěných nebezpečných a zvláště nebezpečných látek, dále také dusíku a fosforu, díky novým lepším technologiím čištění odpadních vod v čistírně odpadních vod pomocí biologického likvidování dusíku, chemické a biologické likvidace fosforu (Ministerstvo zemědělství, 2018).

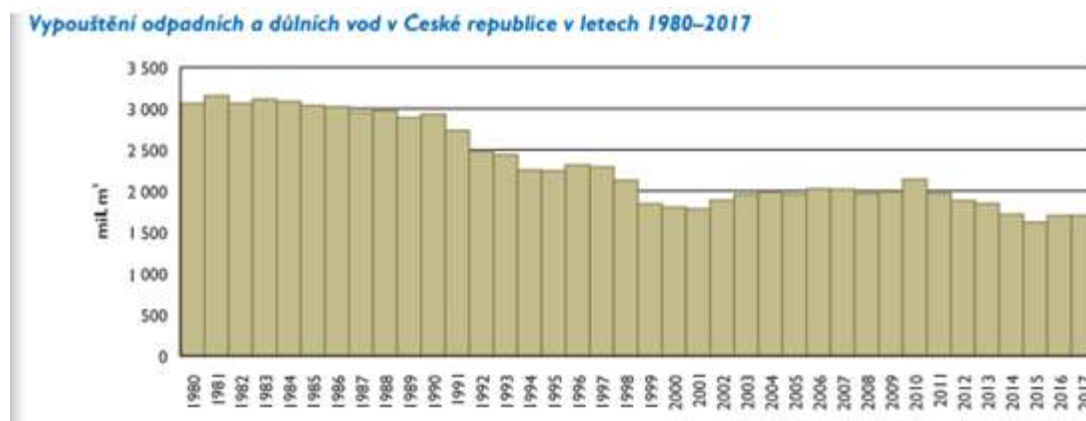
Dobrym trendem je, že se snižuje odběr vody pro průmysl, energetiku i domácnosti. V roce 1980 se odebíralo pro energetiku 1200 mil.m³ v současnosti cca. 680mil. m³, průmysl cca. 990 mil.m³ a nyní cca. 205 mil.m³, domácnosti cca. 570mil.m³ a aktuálně cca.360mil.m³.(Graf 1)(extrapolováno z grafu od správy povodí). Myslím si, že je to tím, že si lidé uvědomují potřebu vodou šetřit. Závažný vliv na snížení spotřeby je i fakt, že se voda zdražuje (Ministerstvo zemědělství, 2018).

Odběry povrchové vody v České republice v letech 1980–2017



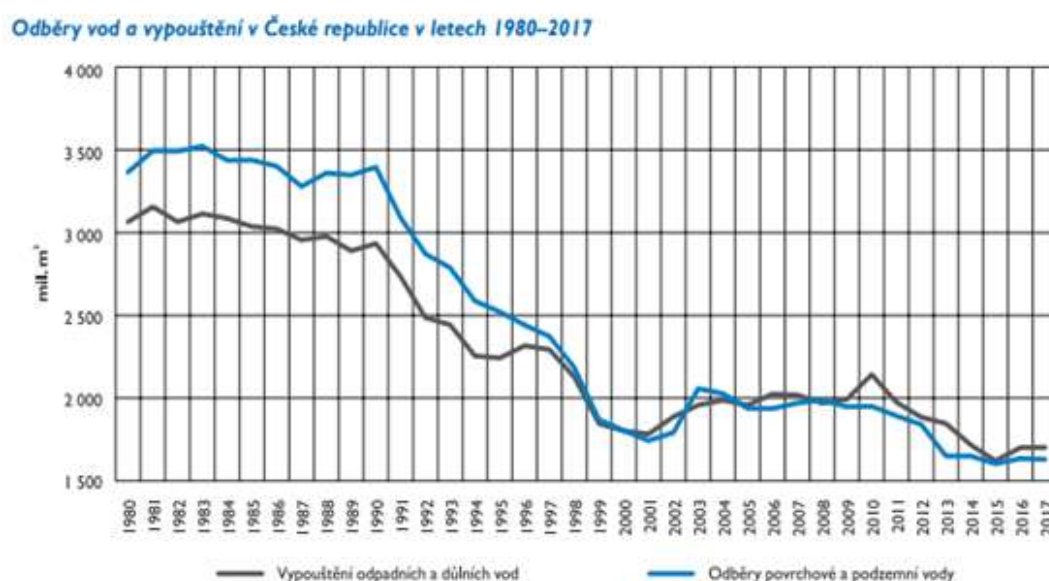
Graf 1: Odběr povrchové vody v České republice v letech 1980-2017 (Ministerstvo zemědělství, 2018).

Důlních a odpadních vod bylo vypuštěno do povrchových vod v roce 2017 o 0,1% (celkem 1 702,1mil. m³) více než v roce 2016, celkově však od počátku měření z roku 1980 došlo skoro k polovičnímu snížení (Graf 2). Dříve se mohly tyto vody vypouštět přímo do povrchových vod, ale nyní je většina napojená na čistírny odpadních vod. To má za následek snižování vypouštění odpadních a důlních vod do povrchových vod (je to více kontrolováno a je to zpoplatněno) (Ministerstvo zemědělství, 2018).



Graf 2: Vypouštění odpadních a důlních vod v České republice v letech 1980-2017 (Ministerstvo zemědělství, 2018).

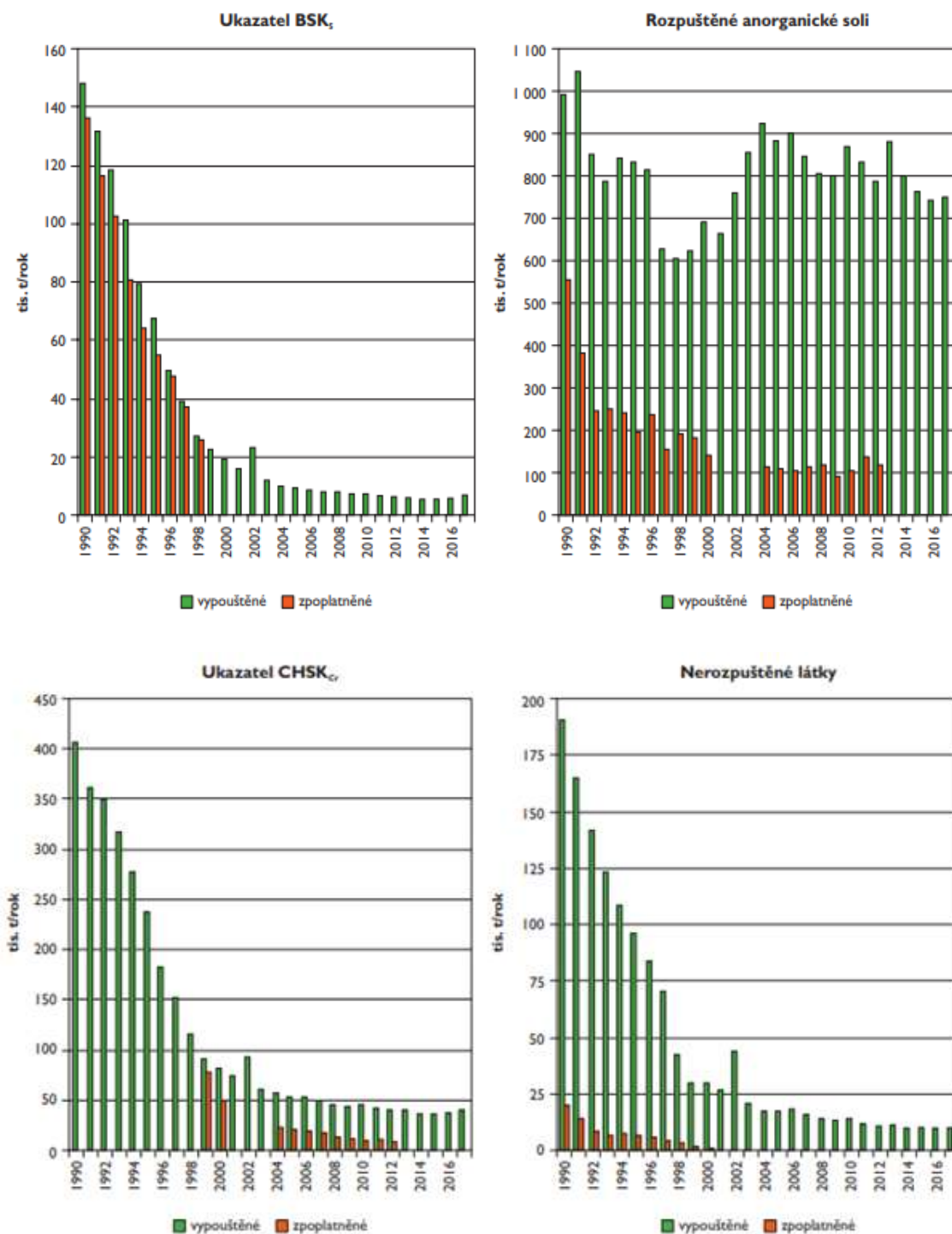
Od roku 1980 díky mnoha ekonomickým, sociálním a ekologickým faktorům došlo k obrovskému snížení množství odebrané a vypouštěné vody, skoro na 1/3 (Graf 3). Příkladem ekonomického faktoru může být zpoplatnění vypouštění znečištěných vod. Díky tomu se firmy snaží každý rok snižovat množství vypouštěných znečištěných vod alespoň do normy, aby za to nemuseli vynakládat související finanční výdaje (Graf 4) (Ministerstvo zemědělství, 2018).



Graf 3: Odběr vod a vypouštění v České republice v letech 1980-2017 (Ministerstvo zemědělství, 2018).

Grafy o vypuštěných a zpoplatněných znečištěných vodách:

Vypouštěné a zpoplatněné znečištění v letech 1990–2017



Graf 4: Vypuštěné a zpoplatněné znečištění v letech 1990-2017 vody (Ministerstvo zemědělství, 2018).

8.1.5 Finance

a) Rok 2014

V roce 2014 bylo poskytnuto ministerstvu životního prostředí přes 7 miliard korun českých na snížení znečištění vod (Ministerstvo zemědělství, 2014). Z této částky bylo využito v tomto roce 2,9 miliardy korun na 49 projektů na snížení znečištění vod. Celkově Česká republika dostala na dotacích ke snížení znečištěných vod od Evropské unie 7 059 605 174 Kč (Ministerstvo zemědělství, 2014). Významnou roli v příjmech Správy vodního hospodářství hrály také příjmy za znečištění vod, které činily 209,8 milionu korun za odpadní vody (Ministerstvo zemědělství, 2014).

b) Rok 2017

Největším zdrojem příjmů státního fondu životního prostředí (SFŽP) z vod byl poplatek za vypouštění odpadních vod do vod povrchových (Ministerstvo zemědělství, 2018). V roce 2017 byly vybudovány 3 nové komunální čistírny odpadních vod a 17 jich bylo zmodernizováno a opraveno (Ministerstvo zemědělství, 2018), a to i díky podpoře od evropské unie, která poskytla velké dotace na tyto stavby. Většina z nich umožňuje denitrifikaci (změna dusičnanů NO_3 na elementární dusík N_2 , který je neškodný v atmosféře), Nitrifikaci (přeměna amoniaku na dusičnany), a chemické odstraňování fosforu. Díky radám od evropské komise se přitvrdily podmínky hospodaření ve zranitelných oblastech (např. snížení hnojení). Česká republika má dohodu s Polskem o napomáhání se snižováním znečištění povrchových vod (spolupráce). V programu KUS 2 byl jeden z hlavních cílů programu Udržitelného rozvoje vodního hospodářství – vytvoření nástrojů pro ochranu vod před znečištěním zemědělskou produkcí, rozčlenění plošných zdrojů znečištění a vliv na eutrofizaci (Ministerstvo zemědělství, 2018).

8.1.6 Cíl ochrany

Cílem ochrany povrchových vod je zajistit nezhoršování jejich stavu a stavu objektů na vodě, dosažení jejich dobrého ekologického a chemického stavu, zamezení jejich znečišťování. Povrchové vody pro chov ryb mají dané maximální hodnoty znečištění, které vyhláší vláda společně s plánem odstraňování tohoto znečištění (Zákon č. 254/2001 Sb. Zákon o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon)).

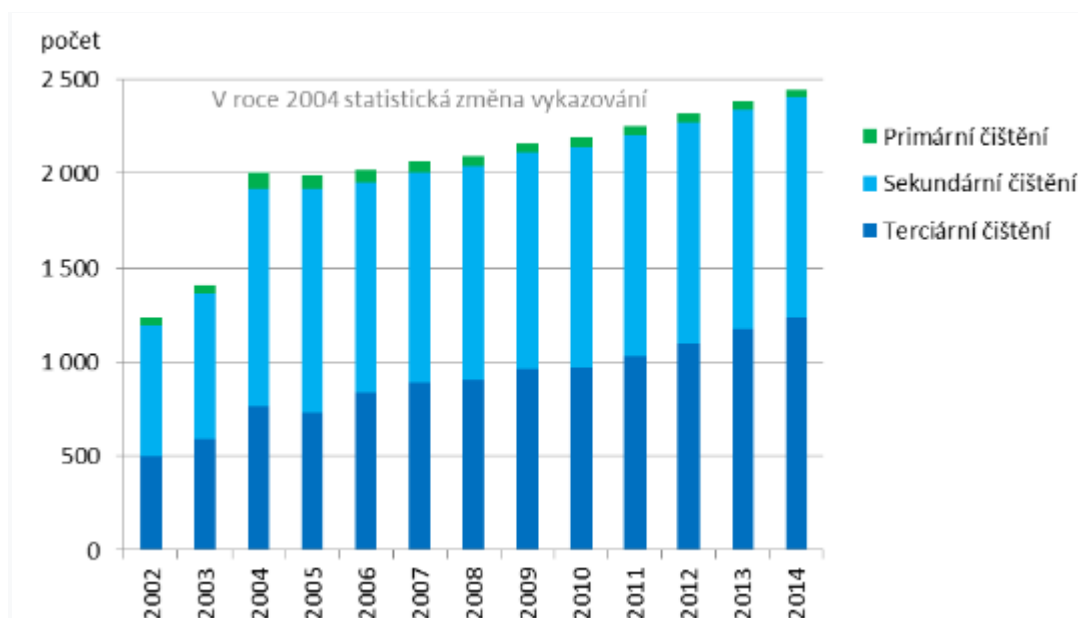
9. Odstraňování znečištění

Ministerstvo životního prostředí USA v New Yorku pověřilo společnost URS Corporation, aby provedla kontroly při výstavbě vodních děl a kontroly odpadních vod. Tato společnost je pověřená kontrolou výroby a provozu mechanických zařízení, materiálů a barev použitých v čistírnách odpadní a povrchových vod. Kontroly se týkají jak USA (60%), také států v Euroasii (včetně české republiky) (40%) (Anonym, 2002). Hodnoty z měření vždy porovnáme s hodnotami znečištění v ČSN (norma). BSK₅- biologická spotřeba kyslíku, CHSK –chemická spotřeba kyslíku, P_c- fosfor celkem, NL- nerozpuštěné látky, N_c- dusík celkem. V České republice jsou normy nastavené správně (Slaviček, Šťastný, 2007).

Abychom zneškodnili většinu vedlejší produkce dezinfekce, ve vodě se nejvíce využívaná metoda koagulace (srážení –přidá se činidlo a vysráží se pevná látka). Bylo testováno, že tato metoda sníží obsah nežádoucích látek o 50-70%. Organické látky se v povrchových vodách rozkládají pomocí bakterií jen částečně. Vodní nádrž Římov obsahuje průměrně 5,01 mg/l organických látek. Obsah uhlíku byl zjištěn na 0,66mg/l, CHSK_{Mn} na 6,29 mg/l, huminových látek na 4,33 mg/l. Aby se zde zlepšil chemický stav, je nutné vykonat opatření na snižování plošných a rozptýlených zdrojů a opatření na zachycování smyvů z polí. Poté je nutné instalovat zařízení na redukci P_{celk} a N-NH₄ (amoniakální dusík) tím se sníží i další nežádoucí látky a zvýší se kyslík (Slaviček, Šťastný, 2007).

Vyhovující způsob odstraňování znečištění z vody je písková filtrace. K této metodě se využívají přerušované pískové filtry. Písková filtrace se projevovale jako velmi účinná metoda odstraňování znečištění. Problém v její využití byl v požadavcích na velkou plochy a nepříjemné aroma. Písková filtrace se nyní využívá jako nitrifikační jednotka (zvláště u lagun), problém se zápachem a plochou byl již vyřešen (Rich, 1996). Pískový filtr je složen z pískového lože (cca.1m) nad vrstvou štěrku (0,3m). Odstranění BSK₅, TSK a Nitrifikace jsou závislé na činnosti biologické rohože, jenž se odehrává na vršku pískové filtrace (Rich, 1996).

Každý rok stavba nových čistíren odpadních vod (Obrázek 12) a rekonstrukce, úprava a modernizace stávajících (Ministerstvo zemědělství, 2014).



Obrázek 12: Počet čistíren podle stupně čištění odpadních vod v ČR. (Český statistický úřad, 2016).

Od roku 1991 využívá Česká republika směrnici číslo 91/676/EHS o ochraně vod před znečištěním dusičnany ze zemědělské činnosti, což má za následek nařízení, podle kterého mohou zemědělci v určitých oblastech používat a skladovat jen některá hnojiva, zároveň se musí provádět protierozní ochrana a střídání plodin. Tyto oblasti se vyhodnocují, zkoumají a tam, kde by mohlo dojít překročení 50mg/l, jsou stanovená již uvedená opatření. Říkáme tomu Akční program, který má za účel snížení absorpce dusíku do povrchových vod (Ministerstvo zemědělství, 2014). Přípravované projekty: V roce 2015 proběhlo rozšíření Informačního portálu VODA, který poskytuje lepší mapy a lepší uživatelské prostředí. V roce 2016-19 bylo v plánu spojení programu ZABAGED (geografická data) (Ministerstvo zemědělství, 2014).

Česká republika spolupracuje s ostatními státy na snížení znečištění povrchových vod. U nás se jedná hlavně o spolupráci na hlavních tocích, které tečou mimo Českou Republiku (Ministerstvo zemědělství, 2014).

10. Závěr a přínos práce

Znečištění povrchových vod je zapříčiněno přirozeným koloběhem a hlavně lidskou činností. Zdroje znečištění lidskou činností se dělí na bodové (čistírna odpadních vod) a plošné (infiltrace znečištěné srážkové vody) zdroje znečištění. Při vypracovávání práce jsem sledoval vývoj tohoto znečištění v průběhu let.

Měření znečištění vod probíhalo hlavně na nejdůležitějších tocích v České Republice ve správě povodí Vltavy, Labe, Moravy, Odry a Ohře. Z uvedených povodí se zdá být nejvíce zatížené znečištěním vody povodí Vltavy, dále Labe, Moravy, Odry a Ohře. Již na obrázcích uvedených v mé práci je jasně vidět, že od roku 1990, kdy probíhalo jedno z prvních měření, došlo ke znatelnému zlepšení jakosti povrchových vod u nás. I nadále však znečištění povrchových vod zůstává velkým problémem. V ČR máme pořád spoustu míst, kde se musí neustále měřit znečištění a eutrofizace vod, ale díky technice čištění vod dochází i zde k zlepšování stavu. Naměřené hodnoty znečištění se ve většině případů pohybují v normách dané zákony. Tam, kde jsou normy překračovány, zjišťujeme příčiny jejich překročení a snažíme se je odstraňovat (např. sankcemi pro podnikatele). V porovnání s předchozí roky dochází ke zlepšování kvality vod, např. střídáním plodin, vybudováním ČOV, vodních děl atd.

Přehled literatury a použitých zdrojů:

- Adeosun F. I., Akin-Obasola B. J., Jegede T., Oyekanmi F. B., Kayode J. O., 2014: Physical and chemical parameters of Lower Ogun river Akomoje, Ogun State, Nigeria. *Fisheries and Aquaculture Journal* 05 (1): 1-6.
- Ahmad R., Farooq M., Rasool T., 2015: Agricultural pollution: is nitrogen taking place of carbon. *Technology Times*. DOI: 10.1007/978-1-4614-8830-9_13.
- Arias A., Ramirez A., Fernandez V., Sanchez N. E., 2016: Lenteja de Agua (Lemna minor) para el tratamiento de las aguas zbytky que provienen del lavado de la fibra de fique (*Furcraea bedinghausii*). *Ingenieria y Competividad* 18: 25-34.
- Becker H., Cohen J., 2012: Control of corrosion, microbiology & deposition in large thermal chilled water storage systems, a system management perspective. *ASHRAE Transactions* 118: 500-507.
- Bencko V., Cikrt M., Lener J., 1995: Toxické kovy v životním a pracovním prostředí člověka. Grada, Praha, 282 s.
- Brezaninová Z., 2014: Aktualizace k zákonům 6/2014 sešit 1. Poradce s.r.o., Český Těšín.
- Clark D. W., 1992: BOD: the modern lachemy. Public Works, Jan 1992.
- Český hydrometeorologický ústav, 2015: Hydrologická bilance množství a jakosti vody České republiky 2014. Český hydrometeorologický ústav, Praha, 171 s.
- Český hydrometeorologický ústav, 2018: Hydrologická bilance množství a jakosti vody České republiky 2017. Český hydrometeorologický ústav, Praha, 214 s.
- ČSN 75 7143: Jakost vod. Jakost vody pro závlahu. Český normalizační institut, Praha, 1992. 24 s.
- ČSN 75 7221: Jakost vod. Klasifikace jakosti vod. Český normalizační institut, Praha, 1998. 12 s.
- Dey S., Uddin M. S., Manchur M.A., 2017: Physicochemical and Bacteriological Assessment of Surface Water Quality of the Karnaphuli River in Bangladesh. *Journal of Pure and Applied Microbiology* 11 (4): 1721-1728.
- Duncan A.E., Awuah E., Dodoo D.K., Sam A., Ameyaw Y., 2010: Assessing the potential of a natural wetland in grey water treatment (a case study in Cape Coast-Central Region of Ghana). *International Journal of Applied Environmental Sciences* 5: 699-705.
- Fields S., 2004: Global nitrogen: cycling out of control. *Environmental Health Perspectives* 112 (10): 556-563.
- Frisbie S. H., Mitchell E. J., Dustin H., Maynard D. M., Sarkar B., 2012: World Health Organization discontinues its drinking-water guideline for manganem. *Environ Health Perspect* 120 (6): 775-778.

- Fučík P., et al., 2010: Posuzování vlivu odvodňovacích systémů a ochranných opatření na jakost vody v zemědělsky obhospodařovaných povodích a drobných vodních toků. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha, 90 s.
- Geissen V., Mol H., Klumpp E., Umlauf G., Nadal M., van der Ploeg M., van de Zee S.E.A.T.M., Ritsema C.J., 2015: Emerging pollutants in the environment: A challenge for water resource management. *International Soil and Water Conservation Research* 3(1): 57-65. DOI: 10.1016/j.iswcr.2015.03.002. ISSN 20956339.
- Horáček Z., Král M., Strnad Z., Vytejšková V., 2011: Vodní zákon 254/2001 Sbírky pro novelu zákona číslo 150/2010 Sb., účinné od 1.8.2010 s komentářem. Soudy, Praha.
- Johnstone J., Vidon P., Tedesco L.P., Soyeux E., 2010: Nitrogen, phosphorus and carbon dynamics in a third - order stream of the US Midwest. *Proceedings of the Indiana Academy of Science* 119 (1): 7-24.
- Khalid G.F., Isam Y.Q., Suleyman A.M., Muhannad M., 2009: Water pollution status assessment of King Talal Dam, Jordan. *Advances in Environmental Biology* 3 (1): 92-100.
- M.C.O.M., s.r.o., 2008: Přírodou z polabí k hraničním horám. Společnost M.C.O.M., s.r.o., Hradec Králové, 264 s.
- Marcuello A., Gomez P., Carrera J., Ayora C., 2006: Modelacion de transporte reactivo multicomponente en la mina de uranio Los Ratones, Caceres (Espana). *Journal of Iberian Geology*: 133-146.
- Memon N. A., Ahmed N., Ismail S., Jalbani N., Asghar U., Ayaz T., Begum, 2016: Removal of COD in Purified Terephthalic Acid (PTA) effluent with coagulation, aqueous oxidation and high porosity membrane. *Pakistan Journal of Scientific and Industrial Research Series A: Physical Sciences* 59: 151-156.
- Meyerowitz S., 2005: Voda největší lék. ISI (Czech), Praha, 94 s.
- Ministerstvo zemědělství, 2014: Zpráva o vodním hospodářství ČR v roce 2014. Ministerstvo zemědělství, Praha, 106 s.
- Ministerstvo zemědělství, 2018: Zpráva o stavu vodního hospodářství ČR v roce 2017. Ministerstvo zemědělství, Praha, 130 s.
- Musilová, B., 2015: Metody stanovení iontů dusíku ve vodě –stabilita výsledných hodnot. Mendelova univerzita v Brně, Agronomická fakulta, Brno. 64 s. (Diplomová práce).
- Mustafa G., Kashmiri M.A., Shahzad A., Mumtaz M.W., Arshad M., 2008: Estimation of pollution load at critical points in stream water using various analytical methods. *International Journal of Applied Environmental Sciences* 3 (1): 97-105.
- Nařízení vlády č. 401/2015 Sb. Nařízení vlády o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod.

- Nařízení vlády č. 71/2003 Sb. Nařízení vlády o stanovení povrchových vod vhodných pro život a reprodukci původních druhů ryb a dalších vodních živočichů a o zjišťování a hodnocení stavu jakosti těchto vod.
- Národní zemědělské muzeum, 2018: Voda. Národní zemědělské muzeum s.p.o., Praha.
- Olšáková, M., 2018: Formy fosforu v říčním sedimentu a povrchové vodě v řece Stonávce a Hradištském potoku. Technická univerzita Ostrava, Hornicko-geologická fakulta, Ostrava. 83 s. (Diplomová práce).
- Patel H., Vashi R.T., 2010: COD and BOD removal from textile wastewater using natural materials. *International Journal of Applied Environmental Sciences* 5: 179-188.
- Pearson Ch. M., Rondinelli D. A., 1998: Crisis management in Central European firms. *Business Horizons* 41 (3): 50-60.
- Pitter P., 2009: Hydrochemie. VŠCHT Praha (4), Praha, 579 s. ISBN 978-80-7080-701-9.
- Procházková L., Kosour D., Lošťáková Z., Geriš R., Jahodová D., Husák V., 2015: Souhrnná zpráva o vývoji jakosti povrchových vod v povodí Moravy ve dvouletí 2013 – 2014. Povodí Moravy, s. p, Brno, 61 s.
- Rich L. G., 1996: Low-tech systems for high levels of BOD5 and ammonia removal. *Public Works*, April 1996.
- Sary A. A., Mohammadi M., 2011: *Barbus grypus* as a bioindicator of heavy metal pollution in downstream Karoon and Dez Rivers in Khouzestan, Iran. *Advances in Environmental Biology* 5 (10): 3056-3064.
- Shah S.F.A., Aftab A., Soomro N., Nawaz M.S., Vafai K., 2015: Waste Water Treatment-Bed of Coal Fly Ash for Dyes and Pigments Industry. *Pakistan Journal of Analytical and Environmental Chemistry* 16 (2): 48-56. ISSN 1996-918X
- Slavíček M., Šťastný B., 2007: Revitalizace vodního systému krajiny a měst zatížené významnými antropogenními změnami. *České vysoké učení technické v Praze*, Praha, 141 s.
- Státní zdravotní ústav, 2009: Zdravotní důsledky a rizika znečištění pitné vody Zpráva o kvalitě pitné vody ČR Odborná zpráva z roku 2008. Státní zdravotní ústav, Praha, 58 s.
- Tessarolli L.P., Bagatini I.L., Bianchini I.Jr., Vieira A.A.H., 2018: Bacterial degradation of dissolved organic matter released by *Planktothrix agardhii* (Cyanobacteria)/Degradacao bacteriana da materia organica dissolvida liberada por *Planktothrix agardhii* (Cyanobacteria). *Brazilian Journal of Biology* 78: 108-116.
- The Mirror, 2003: Tap water is worst in Europe. The Mirror, London, England.

Úřad pro publikace Evropské unie, 2013: water pollution: directive on priority substances formally adopted. Europe Environment, Lucemburk.

Vyhláška č. 48/2014 Sb. Vyhláška, kterou se mění vyhláška č. 428/2001 Sb., kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích), ve znění pozdějších předpisů

Vyhláška č. 238/2011 Sb. o stanovení hygienických požadavků na koupaliště, sauny a hygienické limity písku v pískovištích venkovních hracích ploch ve znění vyhlášky č. 97/2014 Sb.

Wang Y., Ty X., Yu L., Meng L., Xu X., Liu G., 2018: Spectral Variation and Corresponding Changing Mechanism of Suspended Particulate Material Absorption in Poyang Lake during Flood Periods. *Advances in Materials Science and Engineering* 2018: 1-11.

Yin Z., Bi X., Xu Ch., 2018: Ammonia-Oxidizing Archaea (AOA) Play with Ammonia-Oxidizing Bacteria (AOB) in Nitrogen Removal from Wastewater. *Archaea* 2018: 1-9.

Yousaf Saeeda a Zakir, Shahida a Khan, Sardar, 2013: Temperature and pH Effects on Adsorption Materials used for Arsenic Removal from Drinking Water. *Journal of the Chemical Society of Pakistan* 35. 1617-1622.

Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon).

Internetové zdroje:

Anonym, 2002: Worldwide technical inspection contract awarded to inspect water and wastewater components (Engineering Notes) (online) [cit.2019.10.01], dostupné z <https://www.thefreelibrary.com/Worldwide+technical+inspection+contract+awarded+to+inspect+water+and...-a087428075>

Pedagogická fakulta Masarykovy univerzity, 2019: Faktory ovlivňující rozpustnost látek (online) [cit.2019.11.29], dostupné z <http://www.ped.muni.cz/wchem/sm/hc/rozpustnost.pdf>

OSN, 2019a: Fakta o vodě (online) [cit.2019.11.03], dostupné z <https://www.osn.cz/sdg-6-zajistit-vsem-dostupnost-vody-a-sanitacnich-zarizeni-a-udrzitelne-hospodareni-s-nimi/fakta-o-vode/>

OSN, 2019b: Své vodohospodářské zkušenosti může Praha sdílet s ostatními (online) [cit. 2019.11.29] dostupné z <https://www.osn.cz/sve-vodohospodarske-zkusenosti-muze-praha-sdilet-s-ostatnimi/>

Futura-sciences.us, 2019: BOD₅ (online)[cit.2019.11.03], dostupné z <http://www.futura-sciences.us/dico/d/sustainable-development-bod5-50000624/>

FARS News Agency, 2016: Fertilizer Applied to Fields Today Will Pollute Water for Decades (online) [cit.2019.11.19], dostupné z

<<https://www.thefreelibrary.com/Fertilizer+Applied+to+Fields+Today+Will+Pollute+Water+for+Decades.-a0447304387>>

Europe Environment, 2007: Pollutants: review confirms need to keep cutting industrial pollution (online) [cit.2019.11.18], dostupné z

<<https://www.thefreelibrary.com/POLLUTANTS+%3a+REVIEW+CONFIRMS+NEED+TO+KEEP+CUTTING+INDUSTRIAL...-a0174018372>>

European Report, 2004: environment: report flags up shortcoming in implementation of waste-water laws. (online) [cit.2019.11.19], dostupné z

<<https://www.thefreelibrary.com/ENVIRONMENT%3a+REPORT+FLAGS+UP+SHORTCOMINGS+IN+IMPLEMENTATION+OF...-a0116393754>>

Obrázky a tabulky:

Tabulka 1: Kategorie surové vody (Ministerstvo zemědělství, 2001).

Tabulka 2: Kategorie vody ke koupání (Vyhláška č. 238/2011 Sb.).

Tabulka 3: Ovlivněné kilometry znečištěním v roce 2013-2014 (Procházková et al., 2015).

Tabulka 4: Produkované a vypouštěné znečištění za rok 2014 (Ministerstvo zemědělství, 2014).

Tabulka 5: Produkované a vypouštěné znečištění za rok 2017 (Ministerstvo zemědělství, 2018).

Obrázek 1: Jakost vody v tocích České republiky 1991-1992 (Ministerstvo zemědělství, 2014).

Obrázek 2: Jakost vody v tocích České republiky 2013-2014 (Ministerstvo zemědělství, 2014).

Obrázek 3: Profily dle ČSN 75 7221 pro ukazatel celkový fosfor v roce 2014 (Český hydrometeorologický ústav, 2015).

Obrázek 4: Profily dle ČSN 75 7221 pro ukazatel chemická spotřeba kyslíku dichromanem draselným CHSK_{Cr} (Český hydrometeorologický ústav, 2015).

Obrázek 5: Profily dle ČSN 75 7221 pro ukazatel biochemická spotřeba kyslíku BSK_5 . (Český hydrometeorologický ústav, 2015).

Obrázek 6: Profily dle ČSN 75 7221 pro pro ukazatel amoniakální dusík N-NH_4 + (Český hydrometeorologický ústav, 2015).

Obrázek 7: Jakost vody v tocích České republiky 2016-2017 (Ministerstvo zemědělství, 2018).

Obrázek 8: Profily dle ČSN 75 7221 pro chemická spotřeba kyslíku dichromanem draselným CHSK_{Cr} (Český hydrometeorologický ústav, 2018).

Obrázek 9: Profily dle ČSN 75 7221 pro ukazatel biochemická spotřeba kyslíku BSK_5 (Český hydrometeorologický ústav, 2018).

Obrázek 10: Profily dle ČSN 75 7221 pro ukazatel amoniakální dusík N-NH_4^+ (Český hydrometeorologický ústav, 2018).

Obrázek 11: Profily dle ČSN 75 7221 pro ukazatel celkový fosfor TP (Český hydrometeorologický ústav, 2018).

Obrázek 12: Počet čistíren podle stupně čištění odpadních vod v ČR (Český statistický úřad, 2016).

Graf 1: Odběr povrchové vody v České republice v letech 1980-2017 (Ministerstvo zemědělství, 2018).

Graf 2: Vypouštění odpadních a důlních vod v České republice v letech 1980-2017 (Ministerstvo zemědělství, 2018).

Graf 3: Odběr vod a vypouštění v České republice v letech 1980-2017 (Ministerstvo zemědělství, 2018).

Graf 4: Vypuštěné a zpoplatněné znečištění v letech 1990-2017 vody (Ministerstvo zemědělství, 2018).