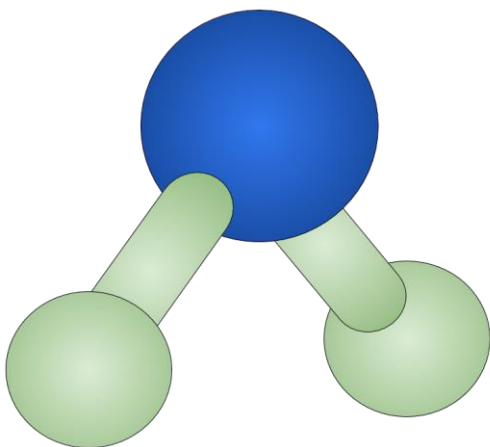


Voda

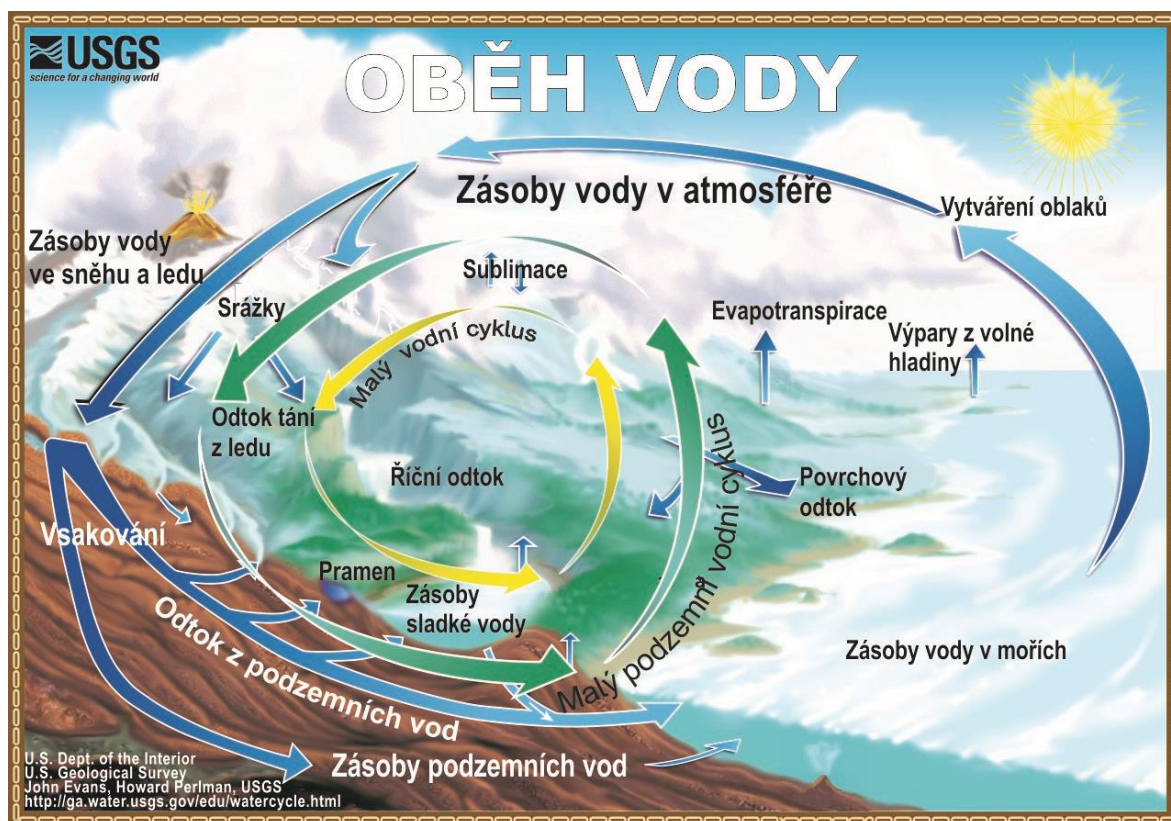
Oxid, dihydrogen oxid, oxid vodný, to vše jsou odborné názvy pro sloučeninu kyslíku a vodíku (H_2O) (obr. 1), u které se běžně užívá triviální označení “voda”. Voda tvoří, společně se vzduchem, základní podmínky pro vznik a existenci života. Za běžné teploty se jedná o bezbarvou, čirou kapalinu bez zápachu a bez chuti. Vyskytuje se ve třech základních skupenstvích, plynném, kapalném a pevném.

Voda pokrývá asi 71 % zemského povrchu, přičemž v tomto množství jednoznačně převládá voda z moří a oceánů, tedy voda slaná. Koloběh vody začíná vodními srážkami. Velká část na zem spadlé vody se opět vypaří, část steče do potoků, řek, moří a oceánů a část vody se vsákne do půdy. Odpařená voda v atmosféře opět zkondenzuje a dopadá na povrch planety ve formě deště, sněhu, případně krup (obr. 2).

Voda je nezbytná pro život rostlin i živočichů. Lidské tělo obsahuje 65 % vody. Dospělý člověk by měl denně vypít 2-3 litry vody, přičemž toto množství adekvátně stoupá se zvyšující se zátěží. Z organismu je voda vylučována močí, pocením, dýcháním a trusem. Voda, kterou člověk přijímá, by měla být kvalitní, tedy splňovat chemické a mikrobiální parametry, které jsou stanoveny legislativně.



Obr. 1: Molekula vody



Obr. 2: Koloběh vody

Zdroj obrázku: <https://www.usgs.gov/media/images/ob-h-vody-water-cycle-diagram-czech>

1.1. Obecné informace o vodních tocích

Vodstvo můžeme celkově rozdělit do několika základních skupin. Povrchovou vodu dělíme na vodní toky, tedy potoky a řeky, a vodní nádrže, tj. jezera, rybníky a přehrady. Podpovrchovou vodu pak rozlišujeme na vodu půdní a podzemní.

Podoba dnešní říční sítě v České republice je ovlivněna jejím geologickým a geomorfologickým vývojem. Naše republika je také známa jako oblast, kde pramení řada evropských řek (hlavní evropské rozvodí), které se dále vlévají do moře. Naše nejdelší řeka Vltava se vlévá do Labe, které patří do úmoří Severního moře. Dyje spolu se svými přítoky patří do úmoří moře Černého a řeka Odra a její přítoky se řadí to úmoří Baltského moře. Všechna tři úmoří se setkávají na vrcholu hory Klepý (1144 m.n.m.) v masivu Králického Sněžníku na hranicích s Polskem.

Jezera máme v republice několik druhů. Mezi ledovcová patří jezera na Šumavě: Černé (největší a nejhlubší jezero ČR), Čertovo, Plešné, Prášílské a Mláka. Mechové jezírko je malé ledovcové jezero v Krkonoších. Dále se zde vyskytují jezera krasová, ze kterých je nejznámější jezero v Hranické propasti a jezera na dně propasti Macocha. Můžeme se setkat i s jezery hrazenými sesuvem (Mladotické jezero), rašelinovými jezery (Chalupské jezero) a drobnými říčními jezery, které vznikají jako říční meandry a slepá ramena větších řek.

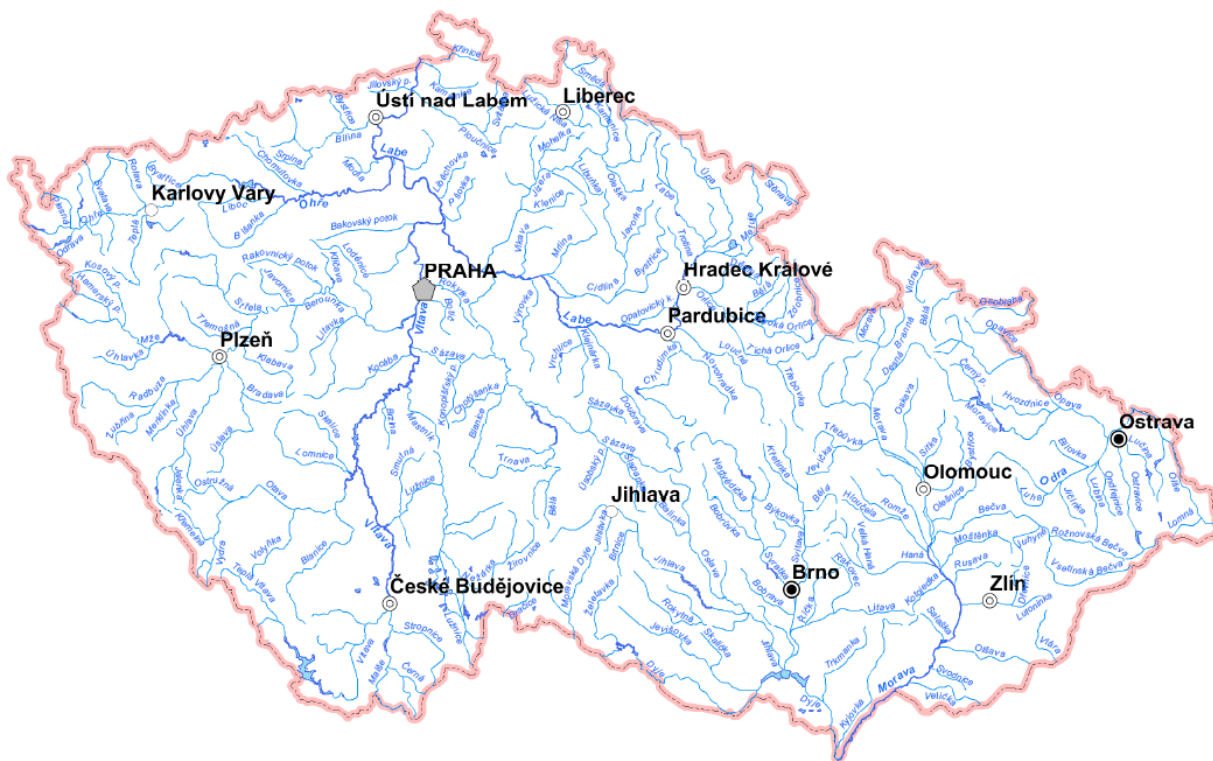
Rybníky u nás byly budovány již ve středověku, kdy došlo k rozmachu rybníkářství, přičemž nejvyšší počet rybníků byl v republice v 16. století. Nejvyšší počet rybníků je dnes v oblasti Třebońska a Českobudějovicka. Největším českým rybníkem je Rožmberk, který je napájen řekou Lužnicí a zaujímá plochu 489 ha. Zajímavostí je i informace, že Máchovo jezero není

přírodního původu. Jedná se o uměle zbudovaný rybník, dříve nazývaný Velký rybník, nebo Velký Dokeský rybník (nedaleko obce Doksy).

Na velkých řekách pak byly budovány přehradní nádrže, které jsou využívány k několika účelům, které se často překrývají (přehrada neplní pouze jeden účel). Jako zdroj pro hydroelektrárny se využívají například Lipno, Orlický, Slapy, Dalešice a další. Přehrada sloužící jako zdroj pitné vody je například Švihov (třetí největší nádrž v ČR) nebo Vír a mezi ochranné hráze řadíme například Jesenici nebo Hostivařskou přehradu. Naší největší nádrží je Lipno, nejvíce vody pak zadržuje Orlický a nejhlubší jsou Dalešice (obr. 3).

Podzemní vody mohou být mineralizované nebo nemineralizované. Mineralizované vody daly vzniknout řadě lázeňských měst (Karlovy Vary, Mariánské Lázně a další), nebo jsou stáčeny a prodávány v obchodní síti (Mattoni, Poděbradka a další). Zdroje mineralizovaných vod podléhají lázeňskému zákonu (164/2001 Sb.) a vyhlášce o zdrojích a lázních (423/2001 Sb.). Ty určují požadavky (vyšetření, zabezpečení zdroje, ...) potřebné k jejich využívání. Slabě mineralizované vody jsou společně s čistou pramenitou vodou vhodné pro denní pitný režim. Minerální vody s vysokým obsahem rozpuštěných látek (více jak 1500 mg/l) jsou zase vhodným doplňkem pitného režimu například při velké fyzické zátěži nebo v období, kdy z těla odchází ve větší míře minerální látky jako součást potu. Složení minerálních vod je ovlivněno hlavně podložím, se kterým voda přijde do kontaktu.

V ČR je téměř vyrovnaný poměr odběru vody z podzemních i povrchových zdrojů. Podzemní voda je kvalitnější a nevyžaduje takové množství úprav. Její spotřeba se poslední roky postupně zvedá, ačkoliv její množství postupně klesá.



Obr. 3: Vodstvo ČR

Zdroj obrázku: <http://www.campanus.cz/cizkova/wp-content/uploads/sites/56/2017/08/Vodstvo-%25C4%258CR.pdf>

1.2. Monitoring vodního prostředí

Průběžný monitoring je důležitý pro hodnocení míry kontaminace vod na našem území. Na základě zjištěných výsledků jsme schopni zavádět a aplikovat opatření, která vedou ke snížení míry kontaminace a ke zlepšení stavu životního prostředí.

Monitoring stavu vodního prostředí v České republice zajišťuje Český hydrometeorologický ústav (ČHMÚ). ČHMÚ je ústřední státní orgán nejen pro obor hydrologie, ale také pro obor kvality ovzduší, klimatologie a meteorologie. Hlavní sídlo má v Praze, ale jedno ze sedmi regionálních pracovišť je také v Brně. Pro svou práci využívá širokou monitorovací síť podzemních i povrchových vod.

Dalším ústavem zabývajícím se monitoringem vodstva je Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka s hlavním sídlem v Praze a jednou z poboček i v Brně. Hlavním účelem ústavu je výzkum stavu, užívání a změn vodních ekosystémů, jejich vazeb v krajině a s tím souvisejících environmentálních rizik. Dále hospodaření s odpady a obaly, odborná podpora ochrany vod a protipovodňové prevence.

Správu a hodnocení povrchových i podzemních vod na našem území provádí také státní podniky povodí. Těch je u nás celkem pět, a to povodí Moravy, Vltavy, Labe, Ohře a Odry, přičemž vnitřní strukturou se každý dělí na několik provozů. Jednotlivé podniky spravují místně příslušné vodní toky, vodní díla (hráze, nádrže), jezy, plavební komory a vodní elektrárny. Jejich činnosti jsou stanoveny zákonem o vodách (254/2001 Sb.), zákonem o povodích (305/2000 Sb.) a zákonem o státním podniku (77/1997Sb.).

Monitoring vodního prostředí můžeme provádět dvěma základními způsoby, a to pomocí chemického monitoringu a pomocí monitoringu biologického. V rámci chemického monitoringu monitorujeme konkrétní látky přítomné v rozličných matricích (voda, sediment, živočichové, řasy, rostliny, ...), zatímco pomocí biologického monitoringu sledujeme odezvu organismů, které byly vystaveny xenobiotikům (biochemické markery, krevní obraz, skladba osádky jednotlivých skupin a druhů živočichů, ...).

1.2.1. Chemický monitoring

Pro chemický rozbor vody v rámci monitoringu rozlišujeme vzorky odebrané aktivním způsobem, pak mluvíme o bodovém nebo jednorázovém odběru, nebo vzorky odebrané pasivním odběrem. Bodový jednorázový odběr se využívá především v případě potřeby zjištění akutního stavu vodního toku, například při řešení otravy vodních živočichů. Při jednorázovém odběru se vzorkovnice nejdříve třikrát vypláchne odebíranou vodou a až poté se naplní (až po okraj = bez vzduchové bubliny). Pro dlouhodobý monitoring tato metoda není vhodná, proto se při potřebě průběžného monitoringu využívá speciálních (pasivních) vzorkovačů, které jsou ve vodním toku umístěny dlouhodobě. Pasivní vzorkovače se využívají například pro monitoring PAH (polycyklických aromatických uhlovodíků), PCB (polychlorovaných bifenylů), léčiv, pesticidů, hormonů nebo kovů. Jejich vzorkovací médium se volí v závislosti na stanovované látce.

Chemický monitoring sedimentu je v porovnání s monitoringem vody schopen poskytnout nám informace za delší časové období. Řada látek má schopnost navázat se na částice v něm obsažené a tvořit komplexy. Vzorky sedimentu se využívají například pro monitoring kovů (měď, rtuť, olovo, ...), pesticidů, nebo PCB a PAH. Pro jeho odběr se využívají

speciální nástroje (odběráky typu vpichového, shrabovacího nebo drapákového) a postupuje se podle jasně stanovených pokynů. Ve větších vodních nádržích pak odběr zajišťují potápěči.

Odebírat můžeme také vzorky tkání, takzvanou biotickou matici. V našich podmínkách se nejčastěji setkáme s odlovem ryb za účelem jejich vyšetření, protože se jedná o konečný článek potravního řetězce ve vodním prostředí, a protože ryby jsou nedílnou součástí jídelníčku lidí. Mezi nejčastěji u nás odlovované druhy ryb patří tolstolobik bílý (*Hypophthalmichthys molitrix*), úhoř říční (*Anguilla anguilla*), kapr obecný (*Cyprinus carpio*), lín obecný (*Tinca tinca*), amur bílý (*Ctenopharyngodon idella*), tolstolobec pestrý (*Hypophthalmichthys nobilis*), jelec tloušť (*Squalius cephalus*), pstruh obecný (*Salmo trutta morpha fario*), cejn velký (*Abramis brama*), okoun říční (*Perca fluviatilis*), štika obecná (*Esox lucius*), bolen dravý (*Aspius aspius*), candát obecný (*Sander lucioperca*) a parma obecná (*Barbus barbus*). Uvedené druhy ryb se liší prostředím výskytu (tekoucí vody, stojaté vody), nároky na prostředí (obsah kyslíku, teplota, aj.), obsahem tuku ve svalovině a způsobem obživy (dravé, býložravé, požírající plankton nebo bentos, aj.). Na základě těchto znalostí a vlastností hledané látky (sedimentace u dna, kumulace v planktonu, aj.) můžeme zvolit nejvhodnější bioindikátorový organismus. Například při sledování lipofilních látek se schopností se kumulovat v tukové tkáni se odlovuje tolstolobik bílý, který má velký obsah tuku ve svalovině. Při monitoringu sedimentujících látek budeme vybírat ryby, které si obstarávají potravu u dna, například parmu obecnou.

1.2.2. Biologický monitoring

Při biologickém monitoringu využíváme možnosti sledovat změny organismů způsobených změnou, resp. kontaminací, jejich životního prostředí. Bez potřeby nákladnějšího laboratorního vybavení můžeme hodnotit množství a složení makrozoobentosu, růst, reprodukci, zranění nebo nemocnost u ryb, stejně jako složení rybí osádky vodní plochy.

Mezi změny hodnocené laboratorně patří změny na molekulární, biochemické, buněčné a tkáňové úrovni organismů. Výhodnou při laboratorním stanovování biomarkerů je komplexní pohled na vliv látek účinkujících na podobném principu na živé organismy. Jsme schopni sledovat jejich synergické i antagonistické účinky na jednotlivé tkáně a fyziologické procesy v těle. Mezi nejčastěji stanovované biomarkery patří markery oxidativního stresu (antioxidační enzymy – glutathionreduktáza, glutathionperoxidáza, superoxiddismutáza a kataláza; antioxidační látky – glutathion, kyselina askorbová, aj.), metalotioneiny (proteiny podílející se na regulaci a detoxikaci kovů – transferrin, feritin, aj.), hematologické, biochemické, imunologické nebo genotoxické parametry. Mezi aktuální téma patří také sledování vlivu látek zařazených mezi tzv. endokrinní disruptory. To jsou látky, které interferují se syntézou, distribucí nebo účinkem přirozených hormonů. Mezi endokrinní disruptory řadíme PCB, PAH, hormonální antikoncepci a řadu dalších látek.

1.3. Legislativní požadavky

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

Účelem tohoto zákona je chránit povrchové a podzemní vody, stanovit podmínky pro hospodárné využívání vodních zdrojů a pro zachování i zlepšení jakosti povrchových a podzemních vod, vytvořit podmínky pro snižování nepříznivých účinků povodní a sucha a zajistit bezpečnost vodních děl v souladu s právem Evropských společenství. Účelem tohoto zákona je též přispívat k zajištění zásobování obyvatelstva pitnou vodou a k ochraně vodních ekosystémů a na nich přímo záviselých suchozemských ekosystémů.

Pojmy, které se v uvedeném a související legislativě vyskytují:

- Povrchové vody – vody přirozeně se vyskytující na zemském povrchu, včetně vod, které procházejí přechodně zakrytými úseky (dutiny) nebo ve vedeních.
- Podzemní vody – vody přirozeně se vyskytující pod zemským povrchem a jsou v přímém styku s horninami, nebo vody které protékají podzemními drenážními systémy a vody ve studních.
- Vodní útvar – vymezené soustředění povrchových nebo podzemních vod v určitém prostředí charakterizované společnou formou jejich výskytu nebo společnými vlastnostmi vod. Člení se na útvary povrchových a podzemních vod.
- Vodní zdroj – povrchové nebo podzemní vody, které jsou využívány nebo které mohou být využívány pro uspokojení potřeb člověka, zejména pro pitné účely.
- Povodí – území, ze kterého veškerý povrchový odtok odtéká sítí vodních toků a případně i jezer do moře v jediném vyústění, ústí nebo deltě vodního toku.
- Hydrogeologický rajon – území s obdobnými hydrogeologickými poměry, typem zavodnění a oběhem podzemní vody.
- Stav povrchových/podzemních vod – obecné vyjádření stavu vodního útvaru povrchové/podzemní vody určené ekologickým nebo chemickým stavem, podle toho, který je horší.
- Ekologický stav – vyjádření kvality struktury a funkce vodních ekosystémů vázaných na povrchové vody.

Práva a povinnosti při nakládání s vodami

- Povrchové a podzemní vody nejsou předmětem vlastnictví a nejsou součástí ani příslušenstvím pozemku, na němž nebo pod nímž se vyskytují. Za povrchové a podzemní vody se nepovažují vody, které byly z těchto vod odebrány.
 - Pozn. Vlastník rybníku vlastní danou stavbu (technická zařízení, například hráze atd.), nikoliv obsaženou vodu. Vlastnictví vody upravuje tento zákon.
- Každý, kdo nakládá s povrchovými nebo podzemními vodami, je povinen dbát o jejich ochranu a zabezpečovat jejich hospodárné a účelné užívání podle podmínek tohoto zákona a dále dbát o to, aby nedocházelo ke znehodnocování jejich energetického potenciálu a k porušování jiných veřejných zájmů chráněných zvláštními právními předpisy.
- Každý, kdo nakládá s povrchovými nebo podzemními vodami k výrobním účelům, je povinen provádět ve výrobě účinné úpravy vedoucí k hospodárnému využívání vodních zdrojů a zohledňující nejlepší dostupné technologie.

- Při provádění staveb nebo jejich změn nebo změn jejich užívání jsou stavebníci povinni, podle charakteru a účelu užívání těchto staveb, je zabezpečit zásobováním vodou a odváděním, akumulací nebo čištěním odpadních vod a zajistit vsakování nebo zadržování a odvádění povrchových vod vzniklých dopadem atmosférických srážek na tyto stavby (dále jen „srážkové vody“).
- Každý může na vlastní nebezpečí bez povolení nebo souhlasu vodoprávního úřadu odebírat povrchové vody nebo s nimi jinak nakládat pro vlastní potřebu, není-li k tomu třeba zvláštního technického zařízení.
- Povolení nebo souhlasu vodoprávního úřadu rovněž není třeba k zachycování povrchových vod jednoduchými zařízeními na jednotlivých pozemcích a stavbách nebo ke změně přirozeného odtoku vod za účelem jejich ochrany před škodlivými účinky těchto vod.
- Při obecném nakládání s povrchovými vodami se nesmí ohrožovat jakost nebo zdravotní nezávadnost vod, narušovat přírodní prostředí, zhoršovat odtokové poměry, poškozovat břehy, vodní díla a zařízení, zařízení pro chov ryb a porušovat práva a právem chráněné zájmy jiných.
- Vodoprávní úřad může obecné nakládání s povrchovými vodami upravit, omezit, popřípadě zakázat, vyžaduje-li to veřejný zájem, zejména dochází-li při něm k porušování povinností nebo z důvodu bezpečnosti osob.
- Vlastníci pozemků jsou povinni, nestanoví-li zvláštní právní předpis jinak, zajistit péči o ně tak, aby nedocházelo ke zhoršování vodních poměrů. Zejména jsou povinni zajistit, aby nedocházelo ke zhoršování odtokových poměrů, odnosu půdy erozní činností vody a dbát o zlepšování retenční schopnosti krajiny.

Odpadní vody a závadné látky

- Odpadní vody jsou vody použité v obytných, průmyslových, zemědělských, zdravotnických a jiných stavbách, zařízeních nebo dopravních prostředcích, pokud mají po použití změněnou jakost (složení nebo teplotu) a jejich směsi se srážkovými vodami, jakož i jiné vody z těchto staveb, zařízení nebo dopravních prostředků odtékající, pokud mohou ohrozit jakost povrchových nebo podzemních vod. Odpadní vody jsou i průsakové vody vznikající při provozování skládek a odkališť nebo během následné péče o ně z odkališť, s výjimkou vod, které jsou zpětně využívány pro vlastní potřebu organizace, a vod, které odtékají do vod důlních.
- Odvádí-li se odpadní voda a srážková voda společně jednotnou kanalizací, stává se srážková voda vtokem do této kanalizace vodou odpadní.
- Zneškodňováním odpadních vod se rozumí jejich vypouštění do vod povrchových nebo podzemních nebo akumulace s jejich následným odvozem/odvodem na čistírnu odpadních vod. Kdo vypouští odpadní vody do vod povrchových nebo podzemních, je povinen zajišťovat jejich zneškodňování.
- Kdo vypouští odpadní vody do vod povrchových nebo podzemních, je povinen v souladu s rozhodnutím vodoprávního úřadu měřit objem vypouštěných vod a míru jejich znečištění a výsledky těchto měření předávat vodoprávnímu úřadu. Odběry a rozборы ke zjištění míry znečištění vypouštěných odpadních vod mohou provádět jen odborně způsobilé osoby oprávněné k podnikání (dále jen „oprávněná laboratoř“).

- Kdo akumuluje odpadní vody v bezodtokové jímce, je povinen zajišťovat jejich zneškodňování tak, aby nebyla ohrožena jakost povrchových nebo podzemních vod, a na vyzvu vodoprávního úřadu nebo České inspekce životního prostředí prokázat jejich zneškodňování v souladu s tímto zákonem.
- Přímé vypouštění odpadních vod do podzemních vod je zakázáno. Vypouštění odpadních vod neobsahujících nebezpečné závadné látky nebo zvláště nebezpečné závadné látky z jedné nebo několika územně souvisejících staveb pro bydlení, staveb pro rodinnou rekreaci nebo z jednotlivých staveb poskytujících ubytovací služby, vznikajících převážně jako produkt lidského metabolismu a činností v domácnostech přes půdní vrstvy do vod podzemních, lze povolit jen výjimečně na základě vyjádření osoby s odbornou způsobilostí k jejich vlivu na jakost podzemních vod, pokud není technicky nebo s ohledem na zájmy chráněné jinými právními předpisy možné jejich vypouštění do vod povrchových nebo do kanalizace pro veřejnou potřebu.
- Při povolování vypouštění odpadních vod do vod povrchových nebo podzemních stanoví vodoprávní úřad nejvýše přípustné hodnoty množství a koncentrace vypouštěného znečištění (emisní limity) a objemu vypouštěných vod.
- Při povolování vypouštění odpadních vod do vod povrchových nebo podzemních vodoprávní úřad přihlíží k potřebě dosažení nebo zachování dobrého stavu povrchových nebo podzemních vod a na vodu vázaných ekosystémů a posuzuje možnosti omezování znečištění u jeho zdroje i omezování emisí do životního prostředí jako celku a možnosti opětovného využívání odpadních vod.
- Vodoprávní úřad může při povolování vypouštění odpadních vod z průmyslových staveb a zařízení uložit zneškodňování odpadních vod z jednotlivých dílčích výrobních nebo chladících vod odděleně od ostatních odpadních vod.
- Vodoprávní úřad může na základě žádosti znečišťovatele povolit ve výjimečných případech na nezbytně nutnou dobu, zejména při uvádění čistírny odpadních vod do provozu, při zkušebním provozu, nezbytných opravách či změnách zařízení ke zneškodňování odpadních vod a při haváriích těchto zařízení a v případech, kdy odpadní vody budou do povrchových vod vypouštěny řízeným způsobem, při současném stanovení dalších podmínek, které omezí možnost zhoršení jakosti povrchových vod, vypouštění odpadních vod s přípustnými hodnotami ukazatelů znečištění odpadních vod vyššími než hodnoty stanovené vládním nařízením.
- V pochybnostech o tom, zda se jedná o odpadní vody, rozhoduje vodoprávní úřad.
- K vypouštění odpadních vod s obsahem zvláště nebezpečné závadné látky nebo prioritní nebezpečné látky do kanalizace je třeba povolení vodoprávního řádu.
- Závadné látky jsou látky, které nejsou odpadními ani důlními vodami a které mohou ohrozit jakost povrchových nebo podzemních vod (dále jen "závadné látky"). Každý, kdo zachází se závadnými látkami, je povinen učinit přiměřená opatření, aby nevnikly do povrchových nebo podzemních vod a neohrožily jejich prostředí.
- V případech, kdy uživatel závadných látek zachází s těmito látkami ve větším rozsahu nebo kdy zacházení s nimi je spojeno se zvýšeným nebezpečím pro povrchové nebo podzemní vody, má uživatel závadných látek povinnost vypracovat plán opatření pro případy havárie (dále jen „havarijní plán“) a předložit jej ke schválení příslušnému vodoprávnímu úřadu.

Může-li havárie ovlivnit vodní tok, projedná jej uživatel závadných látek před předložením ke schválení s příslušným správcem vodního toku.

- Seznam nebezpečných závadných látek a dalších látek nebo skupin látek, které v obdobné míře vyvolávají znepokojení (dále jen „nebezpečné látky“), je uveden v příloze č. 1 k tomuto zákonu. Tento seznam obsahuje i zvlášť nebezpečné závadné látky (dále jen „zvlášť nebezpečné látky“). Zvláštní kategorií nebezpečných látek jsou prioritní látky, které představují významné riziko pro vodní prostředí a související ekosystémy. Seznam prioritních látek stanoví vláda (na základě rozhodnutí Evropského parlamentu a rady č. 2455/2001/ES). Součástí seznamu prioritních látek je také kategorie prioritní nebezpečné látky, což jsou látky, které vytvářejí velmi vysoké riziko ve vodním prostředí nebo zprostředkovaně přes vodní prostředí z důvodu své perzistence a schopnosti bioakumulace.

Zákon 247/2001 Sb. O vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích)

Tento zákon upravuje některé vztahy vznikající při rozvoji, výstavbě a provozu vodovodů a kanalizací sloužících veřejné potřebě (dále jen "vodovody a kanalizace"), přípojek na ně, jakož i působnost orgánů územních samosprávných celků a správních úřadů na tomto úseku. Zákon se nevztahuje na vodovody sloužící k rozvodu jiné než pitné vody a na oddílné kanalizace sloužící k odvádění povrchových vod vzniklých odtokem srážkových vod.

Kanalizace

- Kanalizace je vodním dílem. Jedná se o provozně samostatný soubor staveb a zařízení zahrnující kanalizační stoky k odvádění odpadních vod a srážkových vod společně nebo samostatně, kanalizační objekty, čistírny odpadních vod, jakož i stavby k čištění odpadních vod před jejich vypouštěním do kanalizace. Odvádí-li se odpadní voda a srážková voda společně, jedná se o jednotnou kanalizaci a srážkové vody se vtokem do této kanalizace přímo, nebo přípojkou stávají odpadními vodami. Odvádí-li se odpadní voda samostatně a srážková voda také samostatně, jedná se o oddílnou kanalizaci.
- Musí být navrženy a provedeny tak, aby negativně neovlivnily životní prostředí, aby byla zabezpečena dostatečná kapacita pro odvádění a čištění odpadních vod z odkanalizovávaného území a aby bylo zabezpečeno nepřetržité odvádění odpadních vod od odběratelů této služby. Současně musí být zajištěno, aby bylo omezováno znečišťování recipientů způsobované dešťovými přívaly. Kanalizace musí být provedeny jako vodotěsné konstrukce, musí být chráněny proti zamrznutí a proti poškození vnějšími vlivy.
- Stoky pro odvádění odpadních vod, s výjimkou dešťových stok, jakož i kanalizační přípojky musí být při souběhu a křížení uloženy hlouběji než vodovodní potrubí pro rozvod pitné vody. Výjimku může povolit vodoprávní úřad za předpokladu, že bude provedeno takové technické opatření, které zamezí možnosti kontaminace pitné vody vodou odpadní, a to při běžném provozu i v případě poruchy kanalizace.

Vyhláška 252/2004 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody v aktuálním znění (Vyhláška 70/2018, kterou se mění vyhláška č. 252/2004 Sb.).

Vyhláška zapracovává předpisy Evropské unie a upravuje hygienické limity mikrobiologických, biologických, fyzikálních, chemických a organoleptických ukazatelů pitné vody, včetně pitné vody balené a teplé vody. Dále vyhláška upravuje rozsah a četnost kontroly dodržení jakosti pitné vody a požadavky na metody kontroly jakosti vody.

Následně budou uvedeny a vysvětleny pojmy, které se v této vyhlášce vyskytují:

- Hygienický limit – hodnota stanovená v přílohách č. 1, 2 a 3 nebo hodnota stanovená na základě zákona orgánem ochrany veřejného zdraví (258/2000 Sb.).
- Mezní hodnota (MH) – hodnota ukazatele jakosti pitné vody, jejíž překročení obvykle nepředstavuje akutní zdravotní riziko. Není-li u ukazatele uvedeno jinak, jedná se o horní hranici rozmezí přípustných hodnot.
- Nejvyšší mezní hodnota (NMH) – hodnota zdravotně závažného ukazatele jakosti pitné vody, v důsledku jejíhož překročení je vyloučeno použití vody jako pitné.
- Zásobovaná oblast – určené území více, jednoho nebo části katastrálního území, ve kterém je lokalizována rozvodná síť, ve které pitná voda pochází z jednoho nebo více zdrojů a jejíž jakost je možno považovat za přibližně stejnou. Voda v této rozvodné síti je dodávána jedním provozovatelem, popřípadě vlastníkem vodovodu pro veřejnou potřebu.
- Úplný rozbor – rozbor v rozsahu ukazatelů uvedených v příloze č. 5.
- Krácený rozbor – rozbor v rozsahu ukazatelů uvedených v příloze č. 5.
- Surová voda – voda odebraná z povrchových nebo podzemních vodních zdrojů pro účely úpravy na vodu pitnou.
- Upravovaná voda – surová voda po určitém technologickém stupni úpravy.
- Upravená voda – voda prošlá technologickými procesy k dosažení požadované jakosti pitné vody, včetně vody, která může být dodávána jako pitná bez jakékoli úpravy. Vodou upravenou se rozumí též voda vyrobená.
- Voda dodávaná – voda vstupující do distribuční sítě, určená k použití jako pitná. Voda dodávaná zahrnuje i vodu v distribuční síti i vodu vytékající z kohoutku u spotřebitele.
- Nebezpečí – jakýkoliv biologický, chemický, fyzikální nebo radiologický činitel ve vodě nebo stav vody, který může ohrozit zdraví odběratelů nebo spotřebitelů vody nebo způsobit organoleptické závady vody. Nebezpečím se dále rozumí omezení nebo úplné přerušení dodávky vody odběratelům.

Pitná voda musí mít takové fyzikálně-chemické vlastnosti, které nepředstavují ohrožení veřejného zdraví. Pitná a teplá voda nesmí obsahovat mikroorganismy, parazity a látky jakéhokoliv druhu v počtu nebo koncentraci, které by mohly ohrozit veřejné zdraví. U surových nebo pitných vod, u kterých je při úpravě uměle snižován obsah vápníku nebo hořčíku, nesmí být po úpravě obsah hořčíku nižší než 10 mg/l a obsah vápníku nižší než 30 mg/l.

Kontrola pitné vody zahrnuje:

- Kontroly rizikových aktivit v ochranném pásmu vodního zdroje.
- Kontroly stavu ochranného pásma, stavebně technického stavu jímacích objektů, úpravní vody, vodojemů, čerpacích stanic a další související infrastruktury systému zásobování pitnou vodou, včetně kontroly zabezpečení těchto objektů proti vniknutí nepovolaných osob.
- Kontroly funkčnosti a stavu údržby technických zařízení používaných k jímání, dopravě, úpravě, dezinfekci, kontrole jakosti pitné vody nebo měření tlaku či množství dodávané pitné vody, jakož i ke kontrole zabezpečení provozních objektů.
- Měření zaznamenávaná procesem průběžného sledování, sloužící ke kontrole jakosti surové, upravované, upravené nebo dodávané vody nebo ke kontrole procesů úpravy vody.
- Odběry a rozborů bodových vzorků surové, upravované, upravené i dodávané vody.
- Odběry a rozborů pitné vody za účelem prokázání, že upravená voda na výstupu z úpravní nebo neupravená voda před vstupem do sítě a dodávaná voda je zdravotně nezávadná a odpovídá všem stanoveným požadavkům.
- Povinnost výrobce vody, který vodu zároveň dodává spotřebitelům, provést úplný rozbor, a to v četnosti odpovídající celkové produkci pitné vody, včetně vody prodané jinému provozovateli. V případě, že výrobce vody sám neprovozuje žádnou zásobovanou oblast a z výstupu úpravní vody se voda hned předává jinému provozovateli, provede úplný rozbor jen na výstupu z úpravní.
- Vzorky pitné vody na výstupu z úpravní, v distribuční síti a u spotřebitele se pro kontrolu odebírají tak, aby byly reprezentativní pro jakost pitné vody spotřebovávané během celého roku a pro celou vodovodní síť.

ČSN EN ISO 5667-1 (757051) Jakost vod určuje obecné zásady a poskytuje návod pro sestavování programů vzorkování a pro způsoby odběru vzorků pro všechny aspekty odběru vzorků vod (včetně odpadních vod, kalů a dnových sedimentů). Odběr vzorků pitné vody pro stanovení mikrobiologických ukazatelů se provádí podle tabulky 1 ČSN EN ISO 19458 (757801) Jakost vod.

Hygienické limity ukazatelů jakosti vody musí být dodrženy:

- U pitné vody, která je dodávána z rozvodné sítě, v místě uvnitř budovy nebo na pozemku, kde pitná voda vytéká z kohoutků určených k odběru pro lidskou spotřebu.
- U pitné vody, která je dodávána ze studní, uměle instalovaných nádrží nebo cisteren, v místě jejího výtoku ze studny, nádrže nebo cisterny.
- U balené pitné vody stáčené do lahví nebo kontejnerů určených k prodeji nebo k náhradnímu zásobování v místě stáčení vody, přičemž u balené pitné vody určené k prodeji musí být dále hygienické limity dodrženy po dobu minimální trvanlivosti do otevření originálního obalu s výjimkou ukazatelů počty kolonií při 22 °C a 36 °C, pro které platí mezní hodnoty 500 KTJ/ml pro ukazatel počty kolonií při 22 °C a 100 KTJ/ml pro ukazatel počty kolonií při 36 °C.
- U pitné vody, která se používá v potravinářském zařízení.

- U teplé vody musí být limity dodrženy na všech místech uvnitř stavby nebo na pozemku, kde teplá voda vytéká z kohoutku nebo ze sprchy.
- Je-li výsledek stanovení hodnot mikrobiologických a biologických ukazatelů s nejvyšší mezní hodnotou vyšší než hygienický limit, jsou neprodleně činěna nápravná opatření.

Mikrobiologické a biologické ukazatele

Ukazatel	Jednotka	Limit	Typ limitu
<i>Clostridium perfringens</i>	KTJ/100 ml	0	MH
Intestinální enterokoky	KTJ/100 ml	0	NMH
	KTJ/250 ml	0	NMH
<i>Escherichia coli</i>	KTJ/100 ml	0	NMH
	KTJ/250 ml	0	NMH
Koliformní bakterie	KTJ/100 ml	0	MH
	KTJ/250 ml	0	MH
Mikroskopický obraz - abioseston	%	5	MH
Mikroskopický obraz - počet organismů	jedinci/ml	50	MH
Mikroskopický obraz - živé organismy	jedinci/ml	0	MH
Počty kolonií při 22°C	KTJ/ml	Bez abnormálních změn	MH
	KTJ/ml	200	DH
	KTJ/ml	100	NMH
Počty kolonií při 36°C	KTJ/ml	Bez abnormálních změn	MH
	KTJ/ml	40	DH
	KTJ/ml	20	NMH
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	KTJ/250 ml	0	NMH

KTJ = kolonie tvořící jednotka dle ČSN EN ISO 9308-1; DH = doporučená hodnota; MH = mezní hodnota; NMH = nejvyšší mezní hodnota

Fyzikální, chemické a organoleptické ukazatele

Ukazatel	Zkratka	Jednotka	Limit	Typ limitu
1, 2-dichlorethan		µg/l	3	NMH
Akrylamid		µg/l	0,1	NMH
Amonné ionty	NH ₄ ⁺	mg/l	0,5	MH
Antiom	Sb	µg/l	5	NMH
Arsen	As	µg/l	10	NMH
Barva		mg/l Pt	20	MH
Benzen		µg/l	1	NMH
Benzo(a)pyren	BaP	µg/l	0,01	NMH
Beryllium	Be	µg/l	2	NMH
Bor	B	mg/l	1	NMH
Bromičnany	BrO ₃ ⁻	µg/l	10	NMH

Celkový organický uhlík	TOC	mg/l	5	MH
Dusičnany	NO ₃ ⁻	mg/l	50	NMH
Dusitany	NO ₂ ⁻	mg/l	0,5	NMH
Epichlorhydrin		μg/l	0,1	NMH
Fluoridy	F ⁻	mg/l	1,5	NMH
Hliník	Al	mg/l	0,2	MH
Hořčík	Mg	mg/l	10	MH
			20-30	DH
CHSK	CHSK-Mn	mg/l	3	MH
Chlor volný	Cl ₂	mg/l	0,3	MH
Chlorečnany	ClO ₃ ⁻	μg/l	200	NMH
Chloreten (vinylchlorid)		μg/l	0,5	NMH
Chloridy	Cl ⁻	mg/l	100	MH
Chloritany	ClO ₂ ⁻	μg/l	200	NMH
Chrom	Cr	μg/l	50	NMH
Chuť			Přijatelná pro odběratele	MH
Kadmium	Cd	μg/l	5	NMH
Konduktivita	K	mS/m	125	MH
Kyanidy celkové	CN ⁻	mg/l	0,05	NMH
Mangan	Mn	mg/l	0,05	MH
Měď	Cu	μg/l	1000	NMH
Mikrocystin-LR		μg/l	1	NMH
Nikl	Ni	μg/l	20	NMH
Olovo	Pb	μg/l	10	NMH
Ozon	O ₃	μg/l	50	NMH
Pach			Přijatelný pro odběratele	MH
Pesticidní látky A, B	PL	μg/l	0,1	NMH
Pesticidní látky celkem A, C	PLC	μg/l	0,5	NMH
pH	pH		6,5 - 9,5	MH
Polycyklické aromatické uhlovodíky	PAU/PAH	μg/l	0,1	NMH
Rtuť	Hg	μg/l	1	NMH
Selen	Se	Hg/1	10	NMH
Sířany	SO ₄ ²⁻	mg/l	250	MH
Sodík	Na	mg/l	200	MH
Stříbro	Ag	μg/l	25	NMH
Teplota		°C	8-12	DH
Tetrachloreten	PCE	μg/l	10	NMH
Trihalometany	THM	μg/l	100	NMH
Trichloreten	TCE	μg/l	10	NMH
Trichlormetan (chloroform)		μg/l	30	NMH
Uran	U	μg/l	15	NMH

Vápník	Ca	mg/l	30	MH
			40-80	DH
Vápník a hořčík	Ca + Mg	mmol/l	2 - 3,5	DH
Zákal		ZF (n)	5	MH
Železo	Fe	mg/l	0,2	MH

DH = doporučená hodnota; MH = mezní hodnota; NMH = nejvyšší mezní hodnota

^APesticidními látkami se rozumí organické insekticidy, herbicidy, fungicidy, nematocidy, akaricidy, algicidy, rodenticidy, slimicidy, příbuzné produkty, mimo jiné regulátory růstu, a jejich relevantní metabolity.

^B Limitní hodnota platí pro každou jednotlivou pesticidní látku a její relevantní metabolit s výjimkou aldrinu, dieldrinu, heptachloru a heptachlorepoxydu, kde platí limitní hodnota 0,03 µg/l.

^C Limitní hodnota se vztahuje na součet jednotlivých stanovených a kvantitativně zjištěných pesticidních látek a jejich relevantních metabolitů. Není-li látka zjištěna kvantitativně, k součtu se přičítá nula. Uvádí-li laboratoř v protokolu výsledek ukazatele „pesticidní látky celkem“, musí zároveň uvést i výsledky všech stanovených jednotlivých pesticidních látek a jejich relevantních metabolitů.

Nařízení 262/2012 Sb. O stanovení zranitelných oblastí a akčním programu

Toto nařízení zpracovává příslušné předpisy EU, především Směrnici rady 91/676/EHS ze dne 12. prosince 1991 o ochraně vod před znečištěním dusičnany ze zemědělských zdrojů.

V příloze k tomuto nařízení je uveden seznam zranitelných oblastí vymezených dusičnany podle hranic katastrálních území.

Následně budou uvedeny a vysvětleny pojmy, které se v daném nařízení vyskytují:

- Zemědělský pozemek – souvisle obhospodařovaná plocha zemědělské půdy, nebo díl půdního bloku nebo jeho část s jednou plodinou nebo směsí plodin.
- Dusíkatá hnojivá látka – minerální dusíkatá hnojiva, a to minerální jednosložková dusíkatá hnojiva a minerální vícesložková hnojiva s obsahem dusíku. Dále hnojiva s rychle i pomalu uvolnitelným dusíkem, a to statková hnojiva, jako je kejda a tekutý podíl po její mechanické separaci, hnojůvka, močůvka, silážní šťávy, trus drůbeže a drobných hospodářských zvířat s podestýlkou nebo bez podestýlky, výkaly, popřípadě moč zanechané hospodářskými zvířaty při pastvě nebo při jiném pobytu na zemědělském pozemku a organická nebo organominerální hnojiva, v nichž je poměr uhlíku k dusíku nižší než 10, jako je digestát. Skliditelné rostlinné zbytky, zejména sláma, chrást, plodina na zelené hnojení, tráva a upravené kaly.

Použití dusíkatých hnojiv

Na zemědělských pozemcích přímo sousedících s útvary povrchových vod se zachová ochranný pás nehnojené půdy o šířce nejméně 3 m od břehové čáry. U zemědělských pozemků se sklonitostí převyšující 7 stupňů se zachová ochranný pás o šířce nejméně 25 m od břehové čáry s tím, že v něm nebudou užita hnojiva s rychle uvolnitelným dusíkem, s výjimkou tuhých hnojiv. Toto se nevztahuje na ponechané skliditelné rostlinné zbytky ani na výkaly a moč zanechané hospodářskými zvířaty při pastvě nebo při jejich jiném pobytu na zemědělském pozemku. Je třeba zabránit samovolnému přístupu hospodářských zvířat do útvarů povrchových vod, poškození koryt a údolních niv, zničení břehových porostů nebo znečištění vod.

Množství celkového dusíku užitého v hospodářském roce na zemědělských pozemcích v organických, organominerálních a statkových hnojivech nesmí v průměru celkové výměry zemědělských pozemků obchodního závodu překročit 170 kg N/ha. Výpočet dávky dusíku použité v průměru na 1 ha se provádí na základě údajů o přívodu celkového dusíku v použitých organických, organominerálních a statkových hnojivech včetně produkce dusíku hospodářskými zvířaty na pastvě nebo jiném pobytu na zemědělském pozemku. Tyto údaje se získají z evidence hnojení.

1.4. Znečištění vodních toků a vodních ploch

Zdroje znečištění vody můžeme rozdělit dle několika základních způsobů

- Podle původu
 - Přírozené (autochtonní) – až na výjimky neohrožují procesy probíhající ve vodním prostředí. Vznikají například v důsledku eroze dna a břehů, po dešti nebo splachem kyselé půdy z rašelinišť a exkrementů zvířat.
 - Antropogenní (allochtonní) – bezprostředně souvisí s činností člověka. Patří sem například odtok odpadních vod, kontaminace ze zemědělské činnosti a průmyslu.
- Podle způsobu vstupu do životního prostředí
 - Bodové – lokalizovaný vstup do povrchových vod. Například vyústění průmyslových vod.
 - Rozptýlené – vyústění více vstupů na delším úseku vodního toku.
 - Plošné – například splach dešťové vody s obsahem hnojiv a pesticidy z pole.
- Podle času
 - Havarijní – krátkodobé a neočekávané.
 - Dlouhodobé – opakující se znečištění vodních toků ze stejného zdroje. Například průběžné vypouštění nedokonale vyčištěných odpadních vod.
 - Periodické – pravidelně se opakující znečištění, které je závislé na ročním období. Například odpadní vody cukrovarů.
- Podle původu
 - Městská odpadní voda – dělíme na vodu komunální a průmyslovou. Do kanalizací bývá často svedena i voda dešťová a další.
 - Komunální odpadní voda = splašková voda – odpadní voda z domácností, restaurací, ubytovacích zařízení, ...
 - Průmyslová odpadní voda – původem z papíren, zpracoven celulózy, chemického a potravinářského průmyslu, textilního a koželužného průmyslu, těžebního odvětví a úpraven uhlí a rud, hutního průmyslu, kovoprůmyslu, sklářského a keramického průmyslu a elektráren.
 - Odpadní voda ze zemědělství – úniky močůvky a silážních šťáv nebo splach z polí.
- Podle složení
 - Hnilobné – splaškové vody a odpadní vody z potravinářského průmyslu, které obsahují velké množství organických látek snadno podléhajících bakteriálnímu rozkladu.
 - Toxické – především z chemického a strojírenského průmyslu. Jedná se například o těžké kovy, kyseliny nebo zásady, pesticidy a další.

- S anorganickými kaly – voda z dolů, stavebního průmyslu, úpraven rud a uhlí obsahuje řadu nerozpuštěných anorganických látek.
- S tuky, oleji a ropnými látkami – závody zpracovávající ropu, autodílny, lodní doprava a řada dalších.
- Oteplené – voda která zvyšuje teplotu vodních toků i o více než 10 °C, například z průtočných chladicích elektrárenských okruhů.
- Radioaktivní – zdrojem je nemocniční a laboratorní odpad, těžba a zpracování uranových rud a havarijní případy jaderných elektráren.
- S patogenními mikroby – odpadní vody z nemocnic a kafilérií.
- Kyselé důlní vody – jedná se o vodu o pH 2-4,5 která prosakuje z oblastí s těžební činností.

1.5. Vybrané sledované ukazatele ve vodě

1.5.1. CHSK

Jedná se o jednu ze tří metod (další je biochemická spotřeba kyslíku – BSK a stanovení organického uhlíku – TOC), která se využívá pro sumární stanovení organických látek ve vodě. Výsledkem vyšetření je hodnota udávající množství kyslíku, které je třeba k úplné oxidaci látek obsažených ve vzorku. S její zvyšující se hodnotou se úměrně zvyšuje i znečištění vzorku organickými látkami. Limitní hodnota CHSK, měřená pomocí manganistanu draselného, jsou 3 mg/l pro pitnou vodu a 5,9 mg/l pro povrchovou vodu určenou pro úpravu na vodu pitnou, měřeno pomocí dichromanu. U odpadních vod se povolené hodnoty CHSK liší v závislosti na jednotlivém průmyslovém nebo zemědělském odvětví (100-500 mg/l). Zmíněná hodnota je udávána v takzvaných kyslíkových ekvivalentech, což je množství kyslíku, odpovídající spotřebě oxidačního činidla na 1 litr vody.

Dnes se v laboratoři ke stanovení CHSK využívají dvě metody, které se od sebe vzájemně liší užitým oxidačním činidlem. Jako oxidační činidlo lze použít manganistan draselný (CHSK_{Mn}), nebo dichroman draselný (CHSK_{Cr}). CHSK_{Cr} se využívá pro rozbor všech druhů vody, CHSK_{Mn} pouze pro rozbor vody povrchové a pitné.

Stanovení CHSK_{Mn}

Tuto metodu můžeme v literatuře najít také pod názvem Kubelova metoda. CHSK_{Mn} se nepoužívá při rozboru vody odpadní. Princip metody je založen na oxidaci látek podléhajících oxidaci obsažených ve vzorku, a to manganistanem draselným v kyselém prostředí.

Ke vzorku přidáme kyselinu sírovou (pro docílení kyselého prostředí), manganistan draselný a deset minut při teplotě varu necháme vzorek oxidovat. Po ukončení oxidace ke vzorku přidáme šťavelan sodný. Okamžitě následuje zpětná titrace KMnO_4 do slabě růžového zbarvení. Na základě spotřeby KMnO_4 vypočítáme CHSK_{Mn} . Zpětnou titrací zjistíme množství manganistanu, který byl v první části reakce spotřebován k oxidaci vzorku.

Výhodou této metody je její rychlost, jednoduchost a v porovnání s CHSK_{Cr} nižší nároky na objemy činidel. Naopak nevýhoda spočívá v jejím nízkém stupni oxidace většiny organických látek.

Stanovení CHSK_{Cr}

Klasický postup této metody vypracovali Moor a kolektiv v 50. letech minulého století. Princip metody je založen na oxidaci organických látek ve vzorku vody dichromanem draselným v kyselém prostředí. Časová náročnost je delší (dvě hodiny), oxidace organických látek je, po přidání kyseliny sírové s rozpuštěným Ag_2SO_4 , katalyzována stříbrnými ionty a probíhá v nadbytku dichromanu. Z důvodu přítomnosti chloridů ve vzorku se během analýzy ke vzorku přidává síran rtuťnatý. Ten zabrání oxidaci chloridů na Cl_2 , které by ve finálním vyhodnocení způsobovaly pozitivní chybu. Následuje titrace síranem diamonno-železnatým. Z množství redukovaného dichromanu vypočteme CHSK_{Cr}.

Lze využít i modifikace této metody, například zkumavkovou semimikrometodu. Zde se množství dichromanu spotřebovaného pro oxidaci vzorku zjistí pomocí měření absorbance vzniklého Cr^{3+} . Dále existuje na trhu řada komerčních zkumavkových souprav.

Výhodou této metody je vysoký stupeň oxidace organických látek. Užití dichromanu draselného jako oxidačního činidla zajistí dokonalou oxidaci většiny organických látek. Její nevýhoda je pak větší spotřeba činidel, z nichž například síran rtuťnatý je toxický, a delší časová náročnost.

1.5.2. BSK₅

Biochemická spotřeba kyslíku je definována jako množství rozpuštěného kyslíku spotřebovaného za stanovených podmínek v oxickém prostředí k biochemické oxidaci látek ve vodě. Vyjadřuje se v mg spotřebovaného kyslíku na litr vody.

Ke stanovení se využívá například zředovací metoda. Vzorek se inkubuje v temnu při 20 °C po dobu 5 dní (proto zkratka BSK₅). Po inkubaci se měří úbytek rozpuštěného kyslíku ve vzorku vody, a to buď chemicky (Winklerova metoda), nebo kyslíkovou elektrodou. Během inkubace dochází ke spotřebovávání kyslíku k biochemické oxidaci obsažených látek. Z důvodu možnosti jeho spotřeby na oxidaci amoniakálního dusíku na dusitany a dusičnany (nitrifikace) a chemickou oxidaci některých anorganických látek přidáváme do vody činidla (metylenovou modř, chlorid amonný, allyltiomočovinu), která tomuto procesu zamezí. Pokud by byly ve vzorku přítomny řasy, pak hrozí znehodnocení vyšetření. Na světle řasy produkují v rámci fotosyntetické asimilace kyslík a ve tmě ho naopak spotřebovávají. Ve vodě mohou být také přítomni prvoci, především ve znečištěných odpadních vodách, kteří kyslík spotřebovávají.

Hodnota BSK je vždy nižší než CHSK, jelikož biochemicky nelze oxidovat veškerou ve vodě obsaženou biomasu až na CO_2 a H_2O . Vždy tedy zůstane určité množství látek, které nelze biologicky rozložit. U vod, které jsou biologicky čisté, je poměr BSK : CHSK 0,1 – 0,2. U vzorků vody obsahujících velké množství biologicky rozložitelných látek se poměr těchto dvou veličin pohybuje v rozmezí 0,5 – 0,75.

1.5.3. Nerozpuštěné látky

Do této skupiny řadíme hlinitokřemičitany, hydratované oxidy kovů (Mn, Fe, aj.), fytoplankton, zooplankton, oleje, tuky a řadu dalších látek. Ve vodě se tyto látky mohou usazovat nebo naopak vzplývat. Nerozpuštěné látky se z vody odstraňují filtrací nebo jejím odstředěním. Tyto kroky jsou umístěny v ČOV jako poslední fáze čištění odpadní vody. Obvyklé hodnoty u povrchových vod mají široké rozmezí. Například v Labi jsou tyto hodnoty 8 – 134 mg/l. Velký vliv mají například povodně, které hladiny ve vodě nerozpuštěných látek

násobně zvedají. U podzemních a minerálních vod se tyto hodnoty obvykle nesledují tolik, jako při vypouštění odpadních vod.

1.5.4. Amoniakální dusík

Amoniakální dusík se vyskytuje prakticky ve všech typech vod. Dle původu ho dělíme na organický a anorganický. Amoniakální dusík organického původu je primárním produktem rozkladu organických, tedy živočišných a rostlinných, dusíkatých látek. Do vodních toků se tyto látky dostávají ze splaškových vod a zemědělské výroby (například z hnojiv). Amonné ionty mohou také vznikat sekundárně chemickou redukcí dusičnanů v prostředí bez přístupu kyslíku. Amoniakální dusík anorganického původu je obsažen například v odpadních vodách podniků zpracovávajících uhlí, nebo ve vodách, které byly upraveny pomocí chloraminace. Jedná se o proces, kdy je voda upravována chlorováním vody za přítomnosti amonných solí, přičemž tento proces je využíván například tam, kde se předpokládá delší setrvání pitné vody ve vodovodech.

Hodnota amoniakálního dusíku v čistých vodách většinou nepřesahuje hodnotu 0,1 mg/l. Organicky znečištěné vody vykazují hodnoty v jednotkách mg/l. Vyšší hodnoty mohou být způsobeny například chemickou redukcí dusičnanů v podzemních vodách. Hodnoty vyšší než 100 mg/l pak můžeme zaznamenat v oblastech, kde voda může přijít do styku s ropnými vodami. 200-400 mg/l jsou hodnoty, se kterými se můžeme setkat v odpadech ze silážování, přičemž močůvka vykazuje hodnoty 1000–7500 mg/l. Nejvyšší hodnoty můžeme najít v generátorových odpadních vodách a odpadních vodách z podniků, ve kterých dochází k nízkotepečné karbonizaci uhlí. Zde se hodnoty pohybují v jednotkách gramů na litr.

Je třeba zmínit dvě možné formy výskytu amoniakálního dusíku ve vodním prostředí. Vázaná, disociovaná a netoxická forma je označována NH_4^+ a forma volná, nedisociovaná a tím pádem i toxická pak NH_3 . Poměr těchto dvou forem je závislý na teplotě vody a jejím pH. Se zvyšující se teplotou vody a jejím pH se zvyšuje množství toxické formy NH_3 .

Analýzou vody zjistíme celkovou koncentraci amoniakálního dusíku. Tato hodnota se obvykle uvádí jako N-NH_4^+ a N-NH_3 a následný podíl nedisociované formy je nutno vypočítat.

Závislost obsahu NH_3 v procentech veškerého amoniaku na pH a teplotě vody

pH	Teplota (°C)					
	0	5	10	15	20	25
7,0	0,082	0,12	0,175	0,26	0,37	0,55
7,2	0,13	0,19	0,28	0,41	0,59	0,86
7,4	0,21	0,30	0,44	0,64	0,94	1,36
7,6	0,33	0,48	0,69	1,01	1,47	2,14
7,8	0,52	0,75	1,09	1,60	2,32	3,35
8,0	0,82	1,19	1,73	2,51	3,62	5,21
8,2	1,29	1,87	2,71	3,91	5,62	8,01
8,4	2,02	2,93	4,23	6,06	8,63	12,13
8,6	3,17	4,57	6,54	9,28	13,02	17,95
8,8	4,93	7,05	9,98	13,95	19,17	25,75
9,0	7,60	10,73	14,95	20,45	27,32	35,46
9,2	11,53	16,00	21,79	28,95	37,33	46,55
9,4	17,12	23,19	30,36	39,23	48,56	57,99
9,6	24,66	32,37	41,17	50,58	59,94	68,63
9,8	34,16	43,14	52,59	61,68	70,34	77,62
10,0	45,12	54,59	63,74	71,99	78,98	84,60
10,2	56,58	65,58	73,59	80,29	85,63	89,70
10,4	67,38	75,12	81,54	86,59	90,42	93,24
11,0	89,16	92,32	94,62	96,26	97,41	98,21

1.5.5. NO_3^-

Dusičnany se ve vodě vyskytují v důsledku nitrifikace amoniakálního dusíku. Jedná se o konečný stupeň rozkladu organických dusíkatých látek za přístupu kyslíku. Významným zdrojem dusičnanů ve vodách je také aplikace dusíkatých hnojiv na zemědělské plochy nebo srážková voda obsahující oxidy dusíku (NO a NO_2 vznikají například při spalování paliv) a NH_3 . Flóra a podloží mají také velký vliv na obsah dusíkatých látek ve vodním prostředí. Například v oblastech borových lesů s písčitým podložím pronikají z povrchu bakterie schopné fixovat dusík ve svých tělech a nitrifikační bakterie do podzemních vod. V zimním období pak dochází v podzemí k vyluhování dusičnanů z půdy, v důsledku snížení schopnosti půdy je zadržen. V letním období jsou naopak dusičnany z podzemních vod odčerpávány rostlinami.

NO_3^- je jeden z ukazatelů, jehož množství je zpoplatněno při vypouštění odpadních vod do vod povrchových.

Pro stanovení obsahu dusičnanů ve vodě existuje řada metod. Jejich množství se udává hmotnostní koncentrací jako NO_3^- , nebo jako N-NO_3^- v mg/l. Nejvýznamnější metodou je metoda absorpční spektrofotometrie, přičemž pomocí ní můžeme dusičnany stanovovat přímo nebo nepřímo. Při přímém stanovení detekujeme dusičnany, při nepřímém nejdříve dojde k jejich redukci na dusitany nebo amoniakální dusík. Při vyšetření pitné vody můžeme použít například také potenciometrickou metodu, která využívá dusičnanovou iontově selektivní elektrodu. Aplikace zmíněných metod a jejich modifikací se liší v závislosti na vyšetřovaném vzorku a očekávaném výsledku, ve své časové náročnosti a požadavcích na

spotřebu chemikálií a laboratorního vybavení. Pro rychlé a orientační vyšetření lze použít, jak pro dusičnany, tak i pro dusitany, komerční kity. Jejich vyhodnocení je založeno na barevné změně, která se následně porovnává s přiloženou barevnou řadou, ve které mají jednotlivé barevné odstíny přiřazenu hodnotu (obr. 4).

Samy o sobě nejsou dusičnany nebezpečné. Riziko je v jejich redukci (v důsledku bakteriální činnosti v gastrointestinálním traktu savců, nebo působením mikroflóry ve vodě) na dusitany, které jsou toxické. V pitné vodě je limit pro dusičnany stanoven na 50 mg/l.



Obr. 4: Proužky pro stanovení dusičnanů

Zdroj obrázku: <http://www.filtrypitnevody.cz/product/prouzky-pro-stanoveni-dusicnanu-10-kusu-202/>

1.5.6. NO_2^-

Dusitany se vyskytují ve vodě společně s dusičnany a amoniakálním dusíkem. Jedná se o látku toxickou již v malém množství, která se ale zároveň vyznačuje poměrně nízkou stabilitou. Dusitany jsou za přístupu kyslíku rychle nitrifikací převedeny na dusičnany. V prostředí chudém na kyslík může dojít k biologické denitrifikaci na elementární dusík, resp. N_2O . S vyšším obsahem dusitanů ve vodě se můžeme setkat v odpadních vodách ze strojírenských závodů, z výroby barviv a jsou také součástí chladících kapalin při výrobě kovů. Rychlý vzestup hladin dusitanů může způsobit fekální znečištění vody, kdy dojde k částečné nitrifikaci amoniakálního dusíku.

Vyšetření probíhá podobně jako u dusičnanů, kdy jsou kromě laboratorních metod dostupné i rychlé orientační komerční metody.

V organismu vyšších živočichů a lidí dusitany způsobují transformaci molekul hemoglobinu na methemoglobin, který má minimální schopnost uvolnění kyslíku ze své molekuly. V důsledku toho dochází k dušení organismu. V pitné vodě je limit pro dusitany stanoven 0,5 mg/l.

1.5.7. Fosfor

Fosfor je látka, která má zásadní vliv na eutrofizaci povrchových vod. Do vodního prostředí se přirozeně dostává z uhynulých organismů (fytoplanktonu, zooplanktonu i vyšších živočichů). Z těch se uvolňuje organický fosfor, který organismy přijaly za svého života. Největším zdrojem fosforu zůstávají hnojiva ze zemědělsky obdělávaných půd, velkochovy zvířat a odpadní vody s obsahem pracích a mycích prostředků.

Laboratorně fosfor stanovujeme nejčastěji pomocí spektrofotometrie a jeho hladiny mají široké rozpětí. Minerální vody obsahují průměrně 0,09 mg/l, mořská voda průměrně 70 µg/l a pitná voda průměrně 0,1 mg/l. Ve splaškových vodách nalézáme násobně vyšší

hodnoty, průměrně 5 mg/l. Hladiny fosforu nikoli v jednotkách ale v desítkách až stovkách mg/l můžeme zaznamenat v podnicích, jako jsou průmyslové prádelny a myčky.

1.5.8. pH

pH je definováno jako aktivita vodíkových iontů v roztoku, hodnota pH pak jako v molech na litr vyjádřený záporný dekadický logaritmus aktivity vodíkových iontů. Hodnota pH ovlivňuje chemické a biochemické procesy ve vodách, včetně forem výskytu řady látek. Běžně se hodnoty pH vody pohybují v rozmezí 4,5 – 8,5, přičemž optimální hodnoty pitné vody jsou 6,5 – 9,5. Ideální hodnoty pH pro ryby jsou v rozmezí 6 – 8. Velmi nízké hodnoty můžeme zaznamenat například v okolí rašelinišť. Za pokles pH může přítomnost anorganických a organických kyselin. Například vyšší množství rozpuštěného CO_2 snižuje pH vody, stejně tak chlorace vody, její nitrifikace a aerobní i anaerobní biologický rozklad. K posunu pH do nižších hodnot dochází na jaře při tání sněhu, a to hlavně v oblasti rašelinišť. Posun pH do alkalické oblasti pak bývá způsoben např. fotosyntetickou asimilací řas a sinic. K ovlivnění pH vody dochází i vlivem lidské činnosti. Při úniku betonových směsí do vody se její pH zvyšují. Naopak při úniku silážních šťáv nebo kyselin se pH razantně snižuje až na hodnoty 3,5.

Stanovení pH je jednou z nezbytných součástí chemického rozboru vody. Hodnoty pH totiž významně ovlivňují procesy probíhající ve vodě a toxicitu řady látek. Nejzávažnější je tento jev při sledování výskytu toxické formy amoniaku. Se zvyšující se teplotou vody a hodnotou pH vzrůstá jeho toxicita.

K měření pH můžeme využít řadu způsobů. Mezi nejjednodušší patří indikátorové papírky (obr. 5) nebo barevné indikátory. Přístrojově náročnější je pak měření pomocí elektrometrických metod pomocí pH elektrody (obr. 6). Současně s měřením pH je třeba změřit také teplotu vody, která pH ovlivňuje (změnou koncentrace H_3O^+ - s rostoucí teplotou jejich množství stoupá a tím se snižuje pH).



Obr. 5: Univerzální indikátorové pH papírky

Zdroj obrázku: <http://www.laboratorni-potreby.cz/ph-indikatorove-papirky/univerzalni-indikatorove-ph-papirky/>



Obr. 6: pH elektroda

Zdroj obrázku: <http://www.jspshop.cz/elektrody-ph/greisinger-ge-108-tlaku-odolna-ph-elektroda-nenarocna-na-udrzbu/>

1.5.9. Organoleptické vlastnosti vody

Teplota

Teplota je jedním z faktorů vody, který ovlivňuje rychlost průběhu chemických a biochemických reakcí které v ní probíhají, rozpustnost látek v ní obsažených a samozřejmě také její fyzikální vlastnosti, například hustotu. Při teplotách blížících se nule probíhá většina reakcí velmi pomalu. U povrchových vod teplota kolísá v závislosti na počasí, podzemní vody mají naopak teplotu poměrně stabilní a setkáme se s teplotami od bodu mrazu až téměř po bod varu (horké prameny).

Vysoká teplota vody je z hlediska jejího čištění zásadní veličina. Se zvyšující se teplotou narůstá rychlost jejího samočisticího procesu. V důsledku toho hrozí vyčerpání ve vodě rozpuštěného kyslíku, který je během tohoto procesu spotřebován. Snížené množství kyslíku negativně ovlivňuje vodní živočichy a má také negativní vliv na samotný samočisticí proces. Nízké teploty procesy probíhající ve vodě, včetně jejího čištění v ČOV, zpomalují. Legislativně je ošetřeno vypouštění odpadních vod do povrchových toků maximální teplotou 25°C, přičemž vzrůst teploty v toku na konci mísicí zóny nesmí být vyšší než o 3°C.

Teplotu vody měříme vždy během odběru vzorku, přičemž výsledky se zaokrouhlují na jedno desetinné číslo.

Teplota vody ovlivňuje formu výskytu a toxicitu amoniaku. Zvýšením teploty vody o 10°C při zachování pH vzrůstá až dvojnásobně množství toxické formy amoniaku (NH_3). Toxicita chloru a zinku roste se vzrůstající teplotou. Naopak u pyretroidů a kyanidů vyšší teplota snižuje jejich toxický vliv na organismy. K tomuto jevu dochází kvůli vyšší aktivitě detoxikačních enzymů (rhodanáza u kyanidů, monooxygenázy a konjugací enzymy u pyretroidů). To, jaký vliv má na danou toxickou substanci teplota vody závisí na jednotlivém druhu látky, její koncentraci a mechanismu účinku.

Průhlednost

Průhlednost je vlastností vody, na kterou má zásadní vliv její barva a zákal. Zákal vody je ovlivněn řadou rozpuštěných organických a anorganických látek.

Ke stanovení průhlednosti se užívají kvantitativní metody. Mezi takové patří turbidimetrická metoda, využívaná u silně zakalených vzorků vody, nebo nefelometrická metoda. Výsledky se pak porovnávají s kalibračním standardem.

Barva

Barva vody je ovlivněna obsahem v ní rozpuštěných a nerozpuštěných látek. Například rozpuštěné organické látky vodu barví do hněda. U barvy vody rozlišujeme takzvanou barvu zdánlivou a barvu skutečnou. Zdánlivá barva je barva vody, kterou způsobí přítomnost rozpuštěných a nerozpuštěných látek. Skutečná barva vody je pak barva, kterou získáme po filtraci vzorku a je tedy způsobená pouze látkami rozpuštěnými.

Zbarvení vody můžeme stanovit vizuálně, pomocí slovního hodnocení, nebo pomocí optických přístrojů, měřením absorpance.

Pach a chuť

Čistá voda by měla být bez pachu, chuti a vůně. Přítomnost jednoho ze zmíněných faktorů značí přítomnost látek (rozpuštěných i nerozpuštěných) ve vodě.

Pach vody může být způsoben látkami ve vodě rozpuštěnými, takzvaný primární zdroj pachu, nebo v důsledku průběhu úpravy vody (chlor), takzvaný sekundární zdroj pachu.

Pach stanovujeme přímo na místě (u povrchových vod), chuť pak hodnotíme pouze u vody, která je zdravotně a hygienicky nezávadná.

Literatura

Velíšek, J., Svobodová, Z., Blahová, J., Máchová, J., Stará, A., Dobšíková, R., Šíroká, Z., Modrá, H., Valentová, O., Randák, T., Štěpánová, S., Maršálek, P., Koupová, H.K., Grabic, R., Zusková, E., Bartošková, M., Stancová, V., (2018). Vodní toxikologie pro rybáře, Fakulta rybářství a ochrany vod, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. ISBN 978-80-7514-069-2.

Nařízení vlády ČR č. 262/2012 Sb. o stanovení zranitelnosti oblastí a akčního programu.

Vyhláška č. 252/2004 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody.

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).

Zákon č. 114/1992 Sb. o ochraně přírody a krajiny.

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

Zákon č. 274/2001 Sb. o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích).

<file:///D:/Downloads/Brouura%20SUEZ%202017.pdf> , navštíveno 30.8.2020.

<https://www.edpp.cz/statni-podniky-povodi/> , navštíveno 9.9.2020.

<http://www.mzp.cz/> , navštíveno 1.11.2020.

<http://www.pijtezdravouvodu.cz/> , navštíveno 21.8.2020.

<http://www.portal.chmi.cz/>, navštíveno 3.11.2020.

<http://www.pmo.cz/cz/o-podniku/predmet-cinnosti/> , navštíveno 5.9.2020.

<https://www.vuv.cz/index.php/cz/o-ustavu>, navštíveno 16.10.2020.