

TECHNICKÁ ŘEŠENÍ A LEGISLATIVA PRO OPĚTOVNÉ VYUŽITÍ POUŽITÝCH VOD

Michaela Vojtěchovská Šrámková⁵

Abstrakt

Vodní hospodářství z hlediska nakládání s veškerými vodními zdroji je v posledních letech velmi diskutovaným tématem. Hlavními zdroji užitkové vody i vody vhodné pro úpravu na pitnou vodu jsou povrchové a podzemní zdroje. Tyto zdroje však nejsou jedinou možností a vzhledem k měnící se hydrologické situaci ve světě i v České republice, je třeba nahlížet na tuto problematiku s ohledem na udržitelný vývoj. Ochrana životního prostředí je velmi komplexní oblast, kde voda a její koloběh tvoří pouze část celku, nicméně naprosto nepostradatelnou. Voda zabezpečuje pro řadu živočišných i rostlinných druhů životní prostor a pro všechny ostatní je z hlediska funkce nezbytná. Pro budoucí zachování dostatečného množství kvalitních vodních zdrojů nutných pro život na Zemi, je tedy třeba nakládat s nimi vyváženě a především uvažovat o jejich spotřebě.

Úvod

Hospodaření a ekonomika využití vodních zdrojů začíná adekvátním množstvím jejich čerpání, pokračuje relevantním nakládáním s nimi a následována by měla být jejich vhodnou recyklací. Právě recyklace v nakládání s vodními zdroji není v České republice příliš zavedeným procesem. Veškerá spotřebovaná voda se dříve či později vrací svým koloběhem zpět do přírody, tento koloběh je však přirozenou cestou velmi dlouhý. Proto pro maximální využití recyklační kapacity je třeba vodu do cyklu vracet rychleji. V případě vyčištěné odpadní vody je prakticky jediným používaným způsobem v ČR vypouštění do recipientu a takový vodní tok zpravidla není přímým zdrojem pro další využití. Cyklus vody se tak prodlužuje a znehodnocuje. Vzhledem k rostoucím nárokům na kvalitu vyčištěné odpadní vody se však tento odpad mění na surovinu, jež je po vhodné recyklaci možné přímo využívat.

V zahraničí jsou procesy opětovného využití odpadních vod běžně zavedeným procesem. Oblasti opětovného využití jsou velice široké a jsou zcela závislé na intenzitě terciárního stupně čištění. Komunální i průmyslové odpadní vody vyčištěné běžnými metodami, ať už se jedná o biologické procesy, jako konvenční aktivace, biofiltry, anaerobní metody, fyzikální procesy, například sedimentace, filtrace, sorpce, flotace, chemické procesy, jako koagulace, oxidačně-redukční procesy, iontová výměna nebo jejich kombinaci lze jen v omezeném okruhu případů opětovně využít. Příkladem mohou být některá odvětví průmyslu jako vody technologické, případně v zemědělství jako vodu pro závlahu technických nebo energetických plodin. Pro jiné účely je nutné dosahovat vyšší kvality jak z hlediska fyzikálně chemických ukazatelů tak zároveň hygienického zabezpečení.

⁵ Mgr. Michaela Vojtěchovská Šrámková, Ústav technologie vody a prostředí, VŠCHT Praha, Technická 5, 166 28 Praha 6 – Dejvice, tel. +420 220 445 127, Michaela.Vojtechovska.Sramkova@vscht.cz

Životní prostředí

Voda tvoří nedílnou součást životního prostředí, bez které by život na Zemi nebyl možný prakticky pro žádný živý organismus. Tento předpoklad by tedy měl stavět vodu na samý počátek úvah o ochraně životního prostředí. Bohužel je na místě konstatovat, že to tak není. Hlavní zaměření ochrany životního prostředí je na ohrožené živočišné a rostlinné druhy a konzervace oblastí s jejich výskytem. Z hlediska udržitelného rozvoje je řešeno nakládání s fosilními palivy a energetika, nakládání s vodními zdroji je zaměřeno na ochranu jejich kvality. Jejich zachování a případná recyklace je otázkou pouze suchých oblastí s nedostatečným zásobováním vodními zdroji. Rozvinuté a ekonomicky vyspělé státy se s nedostatkem vody ve větší míře zpravidla nepotýkají, proto postupy recyklace vody běžně používají méně rozvinuté země. Obdobně jako je sůl nad zlato, je voda nad všemi ostatními oblastmi životního prostředí.

Technologie

Z hlediska technologií využitelných pro čištění odpadních vod s ohledem na jejich další využití, tedy vedoucí k jejich recyklaci, je nejdůležitějším procesem terciární stupeň čištění. Je možné intenzifikovat i předchozí procesy, ale teprve terciární stupeň určuje výslednou využitelnost suroviny. Proces či technologii je možné volit s ohledem na konkrétní požadovanou kvalitu produktu, cíleně pro jedinou vhodnou oblast, nebo dosáhnout obecných parametrů, které umožní využití ve více oblastech.

Komunální i průmyslové odpadní vody vyčištěné běžnými metodami, kam se řadí biologické, fyzikální a chemické procesy a jejich kombinace, lze jen v omezeném okruhu případů opětovně využít. Širšímu využití takto vyčištěných vod brání znečištění zbytkovými polutanty a především nesplnění hygienických požadavků. Metody terciárního čištění se dělí na postupy vedoucí ke snížení obsahu znečišťujících látek, postupy zabezpečující hygienickou kvalitu odtoku a postupy vhodně kombinující jak odstranění zbytkových polutantů tak dezinfekci. Souhrnně se tyto procesy vedoucí ke kvalitnější surovině z čištění odpadní vody nazývají membránové filtrační technologie. Technologie vedou ke snižování obsahu biologicky nerozložitelných polutantů, látek toxických, karcinogenních a mutagenních.

Často jsou v terciárním čištění aplikovány technologie využívané ve vodárenství. Zde je však nezbytné uvažovat a respektovat odlišné složení přírodního zdroje pro úpravu na pitnou vodu a vyčištěné odpadní vody. Znečištění těchto dvou zdrojů má odlišnou charakteristiku z hlediska fyzikálních, chemických i mikrobiologických ukazatelů a zároveň stejné polutanty mají odlišné koncentrace. Volba metody a především pak způsob jejího provozování je velmi specifickým postupem.

Koagulace a filtrace

Mezi nejčastěji používané metody terciárního dočištění odtoku z ČOV se řadí filtrace vedoucí k odstranění zbytkových nerozpuštěných látek nebo vhodná kombinace koagulace s následnou filtrací vzniklé sraženiny. Konkrétně lze takovým postupem odstranit srážením fosfor a snížit odtokové koncentrace organického znečištění. Jedná se o analogické metody s vodárenskými. Filtrace je prováděna na pískových a směsných filtrech, na mikrosítech a na membránách určených k mikro až ultrafiltraci. Filtrovat lze odtok z běžné čistící linky bez předpravy nebo po dávkování koagulantu, nerozpuštěné látky či vločky z koagulace se zachycují na filtračním médiu nebo přepážce.

Filtrací na pískových dochází k zachycení látek na vrstvě zrnitého materiálu. Jako náplň se používá jemný štěrk a říční písek nebo často jejich kombinace. Spodní vrstvu tvoří štěrk, vrchní mocnější vrstvu písek. Směsné filtry jsou tvořeny zpravidla granulovaným plastem a speciálními druhy písků.

Z hlediska technického provedení se rozlišují tři typy filtrace pomalá filtrace, rychlofiltrace a tlaková filtrace. Pomalá filtrace patří k nejstarším typům filtrace, dochází k odstranění nerozpuštěných látek a ke snížení počtu bakterií ve vodě. Jako náplň těchto filtrů se používá pouze jemný štěrk nebo kombinace štěrku a písku. Technologicky nejúčinnější je horní vrstva filtru o mocnosti 1 – 2 cm, kde se při procesu čištění vytváří tzv. filtrační biologická blána. Regenerace těchto filtrů se provádí sejmutím vrchní vrstvy filtru a nahrazením novým nebo vyčištěným materiálem. Rychlofiltrace je charakteristická cyklickým průběhem. Jako filtrační cyklus je označována doba, během které proběhne filtrační a prací fáze cyklu. Při filtrační fázi se na filtrační vrstvě zachycují znečišťující látky, během pracího cyklu se zachycené nerozpuštěné látky v krátkém čase odstraní protiproudem prací vody. Jako náplň se u pískových filtrů používá kombinace štěrku a písku, u směsných filtrů pak kombinace říčního písku, speciálních druhů písků a granulovaného plastu. Tlakové filtry jsou obdobné otevřeným filtrům, kde nádrž se zrnitým ložem je nahoře uzavřená. To umožňuje provozovat filtraci s vyšším vstupním tlakem než u otevřených filtrů.

Další často využívanou technologií terciární filtrace odtoku je použití bubnových mikrosít. Principem fungování těchto zařízení je filtrace přes plachetku. Obdobně jako u pískových filtrů se čištění filtračního zařízení provádí zpětným proplachem prací vodou.

Mezi filtrační technologie terciárního dočištění odpadní vody se dále řadí mikrofiltrace až ultrafiltrace na membránách. Tyto metody vhodně kombinují odstraňování zbytkových koncentrací polutantů a určitou úroveň dezinfekce odtoku. Membránové filtrace je stále více využíváno jako efektivního opatření k dosažení vysoké kvality odtoku při čištění odpadních vod, stejně tak lze této technologii využít při získávání užitkové vody z vody mořské. Membránové technologie lze klasifikovat podle toho, jak velké částice je schopna filtrační přepážka zachytit. Mikrofiltrací (MF) rozumíme filtrace, kde průměr pórů mikrofiltrační membrány je v rozsahu 0,1 – 1,0 μm . Touto technologií lze odstranit většinu částic o velikosti bakterií. Ultrafiltrace (UF) má velikost pórů na membráně v rozmezí 0,01 – 0,1 μm . Na membráně se zachytí kromě bakterií i viry a větší molekuly. Reversní osmózou (RO) je možné odstranit už i volné ionty a získat tak téměř demineralizovanou vodu. Principem technologie je filtrace v kombinaci elektrochemickou interakcí mezi molekulami polutantů a membránou. Při nanofiltraci (NF) je typ membrány je podobný jako u reversní osmózy, pracuje však při nižším pracovním tlaku a rovněž úroveň zachycení např. rozpuštěných solí je nižší.

Membránové technologie v čištění a úpravě vod, donedávna nákladná novinka, se díky rychlému technickému rozvoji a pokroku stávají cenově dostupnějšími a tedy i více využívanými. Tyto technologie jsou primárně určeny přímo k separaci vyčištěné vody a biomasy (nahrazují dosazovací nádrže). Při takovémto využití dochází často k zanesení membrán a je nutné je z nádrže vyjmout a regenerovat. V závislosti na typu membrány, kvalitě čištěné vody a koncentraci biomasy v nádrži se čištění provádí 1x – 2x do roka. Vysoká kvalita odtoku je pak vykoupena vyššími provozními náklady. Alternativním řešením je pak použití membrán k dočištění odtoku z dosazovacích nádrží. Membrána v tomto případě není umístěna přímo v aktivaci, ale v dosazovací nádrži nebo v nádrži instalované na odtoku z dosazovací nádrže. Prodlužuje se tím interval pro nutnou regeneraci membrán a snižují provozní náklady při zachování vysoké kvality odtoku.

Sorpce

Další metodou terciárního dočištění odpadní vody je sorpce, funguje na principu zachycení rozpuštěné látky, absorbátu, na povrchu tuhé fáze, absorbentu. V technologii vody se nejčastěji jako adsorbent používá aktivní uhlí v práškové nebo granulované formě, dále lze použít jiné sorpční materiály jako elektrarenský popílek, škváru nebo látky na bázi organických polymerů, kopolymery styrenu a divinylbenzenu, estery kyseliny akrylové. Sorpce je možné doplnit filtrační technologií, kde pomocí vrstvy aktivního uhlí na povrchu pískového lože lze intenzifikovat výše popisovaný proces pomalé filtrace. Proces sorpce je ovlivněn množstvím faktorů jako velikost částic adsorbentu, koncentrace absorbátu, teplota, molekulová hmotnost, pH a další specifické vlastnosti sorbované látky. Sorpce je využívána pro odstranění látek karcinogenních a mutagenních, látek obtížně biologicky rozložitelných, případně látek způsobujících pachové problémy. Jedná se především o zbytkové koncentrace organických látek, chlorované aromatické uhlovodíky, pesticidy, a dále těžké kovy, volný chlór atp. Při sorpci dochází k zachycení celých molekul látky, pak se jedná o molekulovou sorpci, nebo přednostně některých iontů, pak se jedná o iontovou sorpci. Při iontové sorpci může probíhat další fyzikálně-chemický děj jako výměnná sorpce nebo hydrolytická sorpce. Na základě sil, které vážou rozpuštěnou látku k povrchu tuhé fáze, rozlišujeme sorpci fyzikální, chemickou sorpci a iontovou sorpci. Problematickým bodem této technologie je regenerace a likvidace vyčerpaných sorbentů.

Biologické rybníky

Biologické rybníky, nazývané jinak stabilizační nebo oxidační, jsou akumulární nádrže, ve kterých probíhají přírodní procesy stabilizace znečištění a dochází k odstranění patogenních mikroorganismů. V méně rozvinutých oblastech se využívají přímo k čištění komunálních a některých průmyslových odpadních vod. V našich zeměpisných šířkách však, vzhledem k platné legislativě a kvalitativním požadavkům na vyčištěnou odpadní vodu, je možné jejich využití jako terciární dočišťovací stupeň po kompletním mechanicko-biologickém čištění odpadní vody na ČOV. Biologické rybníky se obecně dělí do čtyř typů anaerobní, fakultativní, aerobní a provzdušňované.

Aerobní a fakultativní biologické rybníky se využívají přímo pro čištění odpadních vod, kdy do nádrže přitékají vysoké koncentrace organického znečištění bez předchozího čištění na čistírně odpadních vod. Pro potřeby terciárního čištění nejsou z tohoto důvodu vhodné.

Aerobní rybníky jsou obvykle velice mělké o hloubce asi 35cm, aerobní podmínky se předpokládají v celém profilu mimo dnové části nádrže tzv. bentosu. Kyslíková rovnováha v nádrži závisí na aktivitě aerobních organismů, přestupu kyslíku z atmosféry a na teplotě. Navrhovány jsou pro dočištění zbytkových sedimentujících nerozpuštěných látek a zbytkových koncentrací rozložitelných organických rozpuštěných látek. V rybnících dochází k mikrobiálnímu rozkladu a přeměně organického materiálu na nové mikroorganismy a produkty a meziproducty rozkladu, konečnými produkty jsou pak CO_2 , H_2O a další anorganické látky. Sedimentující organické látky se spolu s mikroorganismy usadí na dně nádrže a podléhají anaerobnímu rozkladu. Konečným produktem anaerobního rozkladu organického materiálu je CO_2 a CH_4 . Meziproducty anaerobního rozkladu jsou rozpuštěné nízkomolekulární organické kyseliny, které se uvolňují do vyšších vrstev nádrže a zde jsou společně s přitékajícím zbytkovým rozpuštěným organickým znečištěním využívány aerobními mikroorganismy.

Provzdušňované rybníky zahrnují funkci aktivace a dočišťovacího rybníku. Jsou pro zajištění aerobních podmínek a míchání vybaveny většinou mechanickou, ale dnes už i pneumatickou aerací. Díky míchání se zlepšuje kontakt biomasy s organickým substrátem, udržování vyšší koncentrace rozpuštěného kyslíku umožňuje zkrátit dobu čištění oproti neaerovaným dočišťovacím nádržím. Hloubka nádrží může být díky aeraci větší, 2 – 6m. biochemické procesy probíhající v aerovaných nádržích jsou obdobné jako u aerobních.

Provozování rybníků je relativně jednoduché a nenáročné. Kromě provzdušňovaných lagun není třeba u těchto technologií používat jiná mechanická zařízení. Průtok nádrží je gravitační a k efektivnímu čištění jsou vzhledem k nízkým rychlostem biochemických reakcí požadovány dlouhé doby zdržení. Na rychlost reakcí má významný vliv teplota okolí. Relativně dlouhá doba zdržení zajišťuje vyrovnaní průtoku a kvality odtoku. V nádržích se pomalu akumulují dnové sedimenty, které je třeba po určité době vytěžit. U dočišťovacích rybníků příslušejících k malým a středním čistírnám odpadních vod je tento proces „odkalení“ nutno provádět intervalu řádově 5 – 15 let.

Hygienické zabezpečení

Zcela specifickým druhem terciárního dočištění odtoku je jeho hygienické zabezpečení. V tomto případě se nejedná o další snížení koncentrace polutantů, ale o minimalizaci obsahu patogenních mikroorganismů ve vypouštěné vodě.

Vodoprávní předpisy hygienické zabezpečení odtoku z komunálních čistíren odpadních vod v rámci kontroly mikrobiologických ukazatelů nevyžadují. V případě, kdy jsou na ČOV čištěny odpadní vody z hygienicky závadných provozů – především z medicínských zařízení nebo výzkumu, je možnost hygienické zabezpečení vyžadovat. Dále se hygienické zabezpečení vyžaduje vždy v případě, kdy je odtok z čistírny odpadních vod určitým způsobem zpětně využíván jako například pro závlahy nebo při vypouštění odpadních vod v blízkosti citlivých oblastí či oblastí pro rekreaci. Dezinfekci odtoku lze provádět chemickými nebo fyzikálními metodami.

Pro chemický způsob dezinfekce je vhodným dezinfekčním prostředkem chlór, nejčastěji chlornan sodný, pro jeho nízkou cenu a dobrou dostupnost. Je nutné dávkovat dostatečné množství a zajistit dostatečnou reakční dobu, tím lze dosáhnout požadovanou kvalitu vody. Obsah chloru ovlivňuje pozitivně i další procesy probíhající při následném využití, např. zabraňuje vzniku povlaků v rozvodném potrubí či působí preventivně proti sekundárnímu růstu mikroorganismů. V případě, že zbytkový chlór v dalším využití není žádoucí, přidávají se dechlorační činidla, nejvhodnější je zkombinovat takovou dávku, aby bylo dosaženo požadované ho snížení počtu organismů a zároveň nebylo třeba použít dechlorační činidla.

Fyzikální postupy čištění jsou zpravidla dražší, ale také velmi účinné. Jednou z možností je aplikace UV záření, jde o fyzikální metodu, kde dochází ozářením k inaktivaci bakterií a virů. Působením emitovaných fotonů dochází k fotochemické reakci, která způsobuje strukturní změny v DNA narušením její struktury. Tím dochází ke ztrátě schopnosti reprodukce a jejich inaktivaci. Tyto změny jsou při vhodné dávce záření nevratné a zářením inaktivované mikroorganismy již nepředstavují další nebezpečí. Účinnost je dána intenzitou záření a dobou expozice, vzhledem k nízkému průniku záření vodným prostředím je třeba, aby voda byla vystavena záření v tenkém filmu. Vhodnost aplikované dávky záření je hlavním parametrem UV dezinfekce. Míra redukce mikroorganismů je funkcí absorbované dávky záření. Minimální dávka se pohybuje mezi 200 až 800 J/m² v závislosti na požadované redukci mikroorganismů a stavu dezinfikované vody. Vhodná vlnová délka se pohybuje v rozmezí 250 – 265 nm.

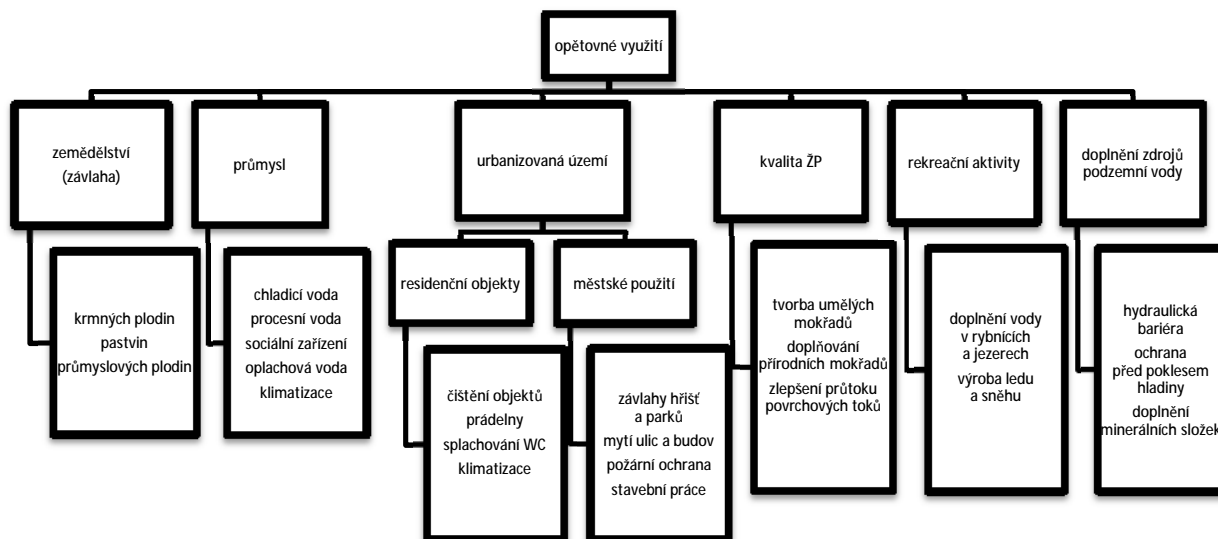
Dalším vhodným dezinfekčním činidlem je ozon, který jakožto silné oxidační činidlo je při destrukci virů a bakterií velmi efektivní. Značnou nevýhodou jak metody UV záření, tak ozonizace je finanční nákladnost obou metod. Ovšem i přes relativně vysoké náklady se metoda dezinfekce UV zářením stává nejrozšířenější metodou při terciárním čištění odpadních vod pro účely jejich opětovného využití.

Legislativa

Podmínky pro využití vyčištěné odpadní vody byly zpracovány Světovou zdravotnickou organizací (WHO) s ohledem na všechna možná rizika vyplývající z takového postupu. Jedná se o obecné směrnice, na které je možné navázat konkrétní legislativní předpis. Hlavním dokumentem pro využití vyčištěné odpadní vody tedy tvoří „*Guidelines for the Safe Use of Wastewater, Excreta and Grey Water*“ (WHO). Státy, které zavádějí do své legislativy tuto oblast, tak činí v návaznosti na tyto směrnice. Spojené státy americké mají pro vymezení limitů využití vyčištěné odpadní vody společný dokument: *Guidelines for water reuse*, kapitola 4 dále vymezuje dílčí nařízení jednotlivých států: *Water Reuse Regulations and Guidelines in the U.S.* V Austrálii se řídí využití vyčištěné odpadní vody dokumentem vypracovaným na základě směrnic WHO, s názvem: *Water Safety Plan Manual*. V Anglii vymezuje limity pro opětovné využití vyčištěné odpadní vody z hlediska mikrobiologického zatížení dokument s názvem: *Guidelines for wastewater reuse in agriculture and aquaculture: recommended revisions based on new research evidence*. Využití vyčištěné odpadní vody v Indii se řídí dokumentem: *Status of Water treatment in India*. Řecká legislativa má zpracovaný návrh s ohledem na legislativu dalších států v článku: *Wastewater criteria in Greece*.

První obsáhlou skupinu tvoří využití vyčištěné odpadní vody pro urbanizovaná území nikoliv však jako vody pitné. Do této skupiny se řadí zavlažování veřejných parků a rekreačních oblastí, travnatých ploch sportovišť, golfových a školních hřišť a dále krajinotvorné prvky v okolí veřejných budov, kanceláří a průmyslové zástavby. Obdobně lze vodu použít při zavlažování soukromých pozemků a jako čistící oplachové vody při úklidu ulic a čištění budov. Další možností je tvorba zásoby vody pro hasicí účely či sanitární využití v komerčních a průmyslových budovách. V tomto případě jsou budovány dvojí vodovodní rozvody pro vyčištěnou vodu a pitnou vodu, paralelní systémy jsou shodné, ale navzájem zcela nezávislé. V oblasti průmyslu je opětovné využití možné v širokém měřítku. Nejrozšířenějším způsobem je využití pro chladicí systémy nebo jako vodu pro oplachování. Jako procesní vodu ji lze použít v textilním, chemickém či papírenském průmyslu. Největší podíl spotřeby pitné vody je v zemědělství, jedná se až o 40% celkové světové spotřeby sladkovodních zdrojů a právě zde je možnost vysoké úspory z hlediska opětovného využití vyčištěné odpadní vody. Jedná se v širokém měřítku o zavlažování zemědělských oblastí, kde i částečné nahrazení zdroje pitné vody vodou vyčištěnou vede k úsporám a šetření přírodních zdrojů. Pro možné využití vyčištěné odpadní vody je nezbytné zaručit dostatečnou kvalitu této vody. Směrnice WHO předepisují sledování salinity, obsahu sodíku a těžkých kovů, zbytkového chlóru a nutrietů. Vyčištěnou odpadní vodu lze použít i pro zkvalitnění životního prostředí a vzhledu krajiny. Zahrnout sem lze obnovu starých či budování nových mokřadů dále vylepšování hydraulických poměrů v přirozených mokřadech a sezónní zlepšení průtoku v povrchových tocích. Řadí se sem dále ještě využití pro rekreační účely jako doplnění vody v jezerech a rybnících v rekreačních oblastech, zpravidla tzv. nekontaktní aktivity. Poslední možností je

doplnění zdrojů podzemních vod, konkrétně tvorba hydraulické bariéry proti průniku slané vody do podzemních zdrojů sladkovodních a bariéra mísení pitné a nepitné vody. Dále doplnění zdrojů podzemní vody tak, aby nedošlo k poklesu její hladiny, případně doplnění látkových bilancí minerálních složek. Schéma možností opětovného využití vyčištěné odpadní vody je znázorněno na obrázku č.1.



Obrázek č. 1: Schéma oblastí opětovného využití vyčištěné odpadní vody

Z hlediska hygieny jsou všechny způsoby využití velmi problematické a citlivé. V případě opětovného využití vyčištěné odpadní vody je nutné řídit se směrnicemi WHO, které stanovují požadavky na takovou surovinu.

Legislativa České republiky týkající se vody a vodního hospodářství je založena na zákonu o vodách č.254/2001 Sb. novelizovaném na zákon č.150/2010 Sb. Nakládání s vyčištěnou odpadní vodou je řešeno v dílu 5 „§38“ a uvažováno pouze pro vypouštění odpadní vody do recipientu, což je specifikováno v nařízení vlády č. 61/2003 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, a nově také nařízením č. 416/2010 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění odpadních vod a náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod podzemních. Hlavním aspektem je zde ochrana recipientu před znečištěním, pokud ovšem pohlédneme na danou problematiku z opačné strany, existuje řada provozů, kde kvalita odtoku z čistírny odpadních vod převyšuje kvalitu recipientu. Přestože vypouštění odpadních vod do recipientu není v legislativě České republiky nazýváno opětovným využitím, patří doplnění zdrojů povrchových a podzemních vod mezi nejběžnější způsoby znovu využití vyčištěné odpadní vody ve světě. Z výše uvedeného vyplývá, že Česká republika nemá legislativní předpis zabývající se recyklací odpadní vody, její opětovné využití tedy není možné a legislativní systém umožňuje pouze nakládání s ní konkrétní formou, tedy vypouštěním do recipientu.

Aplikace

Praktické využití vyčištěné odpadní vody je ve světovém měřítku běžnou praxí a to ať se zabýváme doplněním povrchových či podzemních vodních zdrojů nebo je vyráběna pitná

voda. V závislosti na konkrétní aplikaci i jejím umístění je volena vhodná metoda a její provoz. V Evropě se jedná především o zajištění dostatečné kvality z důvodu rekreačních aktivit, severní Amerika má oblasti se zavedeným dvojitým potrubím pro rozvod pitné a recyklované vody, aby docházelo k šetření kvalitních vodních zdrojů pro účely, kde je vysoká kvalita nezbytná, a v Asii a Africe je vyčištěná odpadní voda recyklována pro výrobu pitné vody.

Hlavním úkolem recyklace vyčištěné odpadní vody je úspora dostupných kvalitních zdrojů, nicméně lze také uvažovat o ekonomickém hledisku, kde producent této suroviny jejím prodejem získává prostředky na její čištění a odběratel surovinu za nižší cenu v porovnání s pitnou vodou. Jedná se tedy o všeobecně užitečný postup. Zaměření těchto aplikací by mělo být především na oblasti, kde se úspory materiální i ekonomické projeví nejvíce. Pokud se uvažuje o vysoké spotřebě vody v zemědělství a průmyslu jsou tyto oblasti prvními články, kde je třeba uvažovat o využití recyklované vody.

Literatura

1. Andreakadis A., Gavalaki E., Mamais D., Tzimas A. (2003) Wastewater criteria in Greece, Faculty of Civil Engineering National Technical University of Athens.
2. Aoki Ch., Memon M. A., Mabuchi H. (2005) Water and wastewater reuse. UNEP Report.
3. Asano T., Levine A. (1998) Wastewater Reclamation, Recycling and Reuse: Introduction. In: Asano T. (ed.), Wastewater Reclamation and reuse, CRC Press, Boca Raton, Florida, USA
4. Blumenthal U.J., Peasey A., Ruiz-Palacios G., D. Mara D.D. (2000) Guidelines for wastewater reuse in agriculture and aquaculture: recommended revisions based on new research evidence, Water and Environmental Health in London, Loughborough, UK
5. Central pollution control board: Status of water treatment plants in India.
6. Česká technická norma (1991) ČSN 757143
7. Česká technická norma (1998) ČSN 757171
8. Česká technická norma (1998) ČSN 757220
9. Drinking Water Inspectorate (2010) Guidance on the Use of Ultraviolet (UV) Irradiation for the Disinfection of Public Water Supplies, London
10. Droste R. L. (1997). Theory and practice of water and wastewater treatment. John Wiley & Sons, Inc., USA
11. Illueca-Muñoz J., Mendoza-Rocaa J.A., Iborra-Clara A., Bes-Piáa A., Fajardo-Montañanab V., Martínez-Franciscoc F.J., Bernácer-Bonora I. (2008) Study of Different Alternatives of Tertiary Treatments for Wastewater Reclamation to Optimize the Water Quality for Irrigation Reuse, Elsevier, Desalination 222, 222–229
12. Jimenez B., Chavez A., Leyava A., Tcobanoglous G. (1999) Sand and Synthetic Medium Filtration of Advanced Primary Treatment Effluent from Mexico City, Pergamon, vol. 34, No. 2, 473-480
13. Nařízení vlády (2003) N. 61/2003 Sb.

14. Nařízení vlády (2004) N. 252/2004 Sb.
15. Nařízení vlády (2010) N. 416/2010 Sb.
16. Sandig R., Al-Zahrani M.A., Sheikh A.K., Husain T., Farooq S. (2004) Performance Evaluation of Slow Sand Filters Using Fuzzy Rule-based Modelling, Elsevier, Environmental Modeling & Software 19 , 507–515
17. U.S. Environmental Protection Agency (2004) Guidelines for Water Reuse, Washington, DC
18. Water and environmental health at London and Loughborough (2000) Guidelines for wastewater reuse in agriculture and aquaculture: recommended revisions based on new research evidence, London.
19. World Health Organisation (2006) Guidelines for the Safe Use of Wastewater, Excreta and Grey Water
20. World Health Organization and International Water Association (2009) Water Safety Plan Manual, Geneva
21. Zákon o vodě (2010) N. 150/2010 Sb.