

OPĚTOVNÉ VYUŽITÍ VYČIŠTĚNÉ ODPADNÍ VODY

Mgr. Michaela Šrámková, prof. Ing. Jiří Wanner, DrSc.

VŠCHT Praha, Technická 5, 166 28 Praha 6; e-mail: jiri.wanner@vscht.cz

ÚVOD

Odpadní voda byla odnepaměti považována za nepotřebný odpad, který není vhodný k dalšímu použití. Historicky se tento přístup vyvíjel od odvádění odpadních vod mimo obydlené oblasti až po její soustředění v jednom místě – ČOV, kde se tato odpadní voda bezpečně vyčistí a „zneškodní“ vypuštěním do recipientu. Tento přístup se však v posledních letech mění a to především v zemích a oblastech, kde se projevují problémy se zásobováním vodou. Vzhledem ke zvyšujícím se nárokům na likvidaci tohoto typu odpadu, s ohledem na životní prostředí, se mění i kvalita této vody díky novým účinnějším technologiím. Proto i termín odpadní voda „wastewater“ ztrácí na významu a zavádí se nové termíny, užívané v této nové disciplíně vodního hospodářství, jako „water reuse“, „water reclamation“ nebo „water recycling“ a to jak v rozvojových zemích, tak ve vyspělých bohatých státech. Čistírny v těchto zemích, jako USA, Austrálie, Jižní Afrika nebo Španělsko neodvádějí odtok do recipientu, ale k dalšímu využití a to přímo nebo po předchozí akumulaci.

V ČR nedosahuje situace zatím takového stavu, aby náklady spojené s přechodem na systém využití vyčištěné odpadní vody byly plně zdůvodnitelné, protože není akutní potřeba se zabývat se odpadními vodami jako zdrojem z kvantitativního hlediska. Problémem je nejen technická stránka, ale také názor široké veřejnosti na znovu využívání vyčištěné vody. Nicméně existují důvody i oblasti, pro které je tato problematika nejen zajímavá, ale z hlediska možného zavedení i reálná:

- zvyšující se náklady ve výrobních procesech, díky rostoucí ceně pitné vody, kde však není kvalita pitné vody nutná
- zmenšující se zásoby podzemní vody, kterou by vyčištěná voda mohla dotovat
- vysoká kvalita odtoku dosahovaná díky novým čistírenským technologiím, kde výpusť do recipientu je ztrátou této kvality.

OBLASTI POUŽITÍ

Ve světovém měřítku je využívání vyčištěných odpadních vod v určitých oblastech zavedenou a běžnou praxí. Možné aplikace pro využití v ČR jsou uvedeny v Tabulce 1.

Z hlediska možného využití odpadních vod je vždy nutné dbát na veškerá rizika s tím spojená, pro danou oblast použití existují limity a hodnoty, které je nutné dosáhnout. Směrnice vydala Světová zdravotnická organizace (WHO), především s cílem zabránit hygienickým problémům.

Při využití vody v zemědělství, pro urbanizovaná území a zkvalitnění životního prostředí je hlavní otázkou hygiena takové vody, kde je nutné dbát na možnou kontaminaci při rozvodu vody v zavlažovacích systémech a na ochranu veřejného zdraví. Vždy je nutné vodu patřičným způsobem dezinfikovat, např. UV zářením. V zemědělství je nutno eliminovat přítomnost mikroorganismů, upřednostňuje se převážně zavlažování

podmokem ke kořenům rostlin před postřikem, kdy dochází rovněž k úspoře použité vody.

Tabulka 1. Přehled možného použití vyčištěných odpadních vod v podmínkách ČR (adaptováno podle Asano a Levine [1])

Urbanizovaná území	<ul style="list-style-type: none"> • Zalévání parků, hřišť, mytí ulic a dvorů, zalévání golfových hřišť, hřbitovů a zelených pásů v rezidenčních čtvrtích • Požární ochrana, použití vody pro mimořádné případy • Stavební práce apod.
Zemědělství	<ul style="list-style-type: none"> • Zálahy plodin pro krmení hospodářských zvířat, pastvin, květin, plodin pro průmyslové využití (výroba biopaliv apod.) • Zálahy plodin pro humánní výživu (ve zvláštním režimu)
Rekreační aktivity	<ul style="list-style-type: none"> • Doplnění vody v jezerech a rybnících s rekreačním využitím (převážně tzv. nekontaktní aktivity) • Výroba ledu a sněhu pro rekreační využití
Zkvalitňování životního prostředí	<ul style="list-style-type: none"> • Tvorba umělých mokřadů • Nadlepšování hydraulických poměrů v přirozených mokřadech • Zlepšování průtoků v povrchových tocích, zejména v letním období
Doplnění zdrojů podzemních vod	<ul style="list-style-type: none"> • Hydraulické bariery proti znečištění aquiferu • Doplnění kapacity zdroje podzemní vody, ochrana před poklesem hladiny • Obnovení látkových bilancí minerálních složek ve vyčištěné odpadní vodě
Průmyslové využití	<ul style="list-style-type: none"> • Procesní voda • Voda do chladicích systémů • Úprava kotelních napájecích vod • Sociální zařízení a průmyslové prádely • Oplachové vody • Klimatizace a požární ochrana objektů
Použití v rezidenčních objektech	<ul style="list-style-type: none"> • Čištění objektů • Prádely • Splachování toalet • Klimatizace a požární ochrana objektů
Zásobování pitnou vodou	<ul style="list-style-type: none"> • Směšování se zdroji městské pitné vody

Průmyslové využití vyčištěné odpadní vody má svůj význam především z hlediska úspory vody. Nejčastěji, až ze 70%, se tato voda využívá pro účely chlazení, je však nutno přihlídnout k obsahu některých látek a sloučenin, které by mohly způsobit problémy, jako korozi, tvorbu inkrustací a další.

Využití vyčištěné vody pro doplnění zdrojů podzemních vod je pak zřejmě nejproblematictější z hlediska hygienických nároků, především na dezinfekci jsou speciální požadavky a je nutno kontrolovat obsah specifických organických látek, které tento způsob využití limitují.

PŘÍKLADY OPĚTOVNÉHO VYUŽITÍ ODPADNÍCH VOD [2]

Prvním projektem již v 70. letech 20. století byl Windhoek Goreangab Reclamation Plant v Namibii, kde vzhledem k nedostatečným zdrojům pitné vody je vytvořen systém složený ze zdrojů vody z přehrad, vrtů a produktů čištění odpadních vod. Od roku 2002 je v provozu nové technologicky účinnější zařízení s bariérou proti průniku patogenů.

V kalifornském systému s nerovnoměrně rozloženými zdroji vody, kde jsou limitní zásoby povrchové i podzemní vody, byla vytvořena centrální stoková síť následným čištěním. Vyčištěná odpadní voda se využívá především pro závlahu městské zeleně a k zemědělským účelům.

Obdobným způsobem funguje opětovné používání odpadních vod i v Austrálii, státech Victoria a Southern Australia, kde jsou vybudovány pro vyčištěnou odpadní vodu mělké laguny a voda v nich je tak přirozeně dezinfikována UV zářením, které je v této oblasti dostatečně intenzivní.

V Barceloně dosahují vysoké kvality vyčištěné odpadní vody díky jednotkám terciárního čištění a vodu využívají pro závlahové systémy, nadlepšení průtoku řek a jako bariéru proti průniku slané vody do podzemní po důpravě reverzní osmózou.

Využití vyčištěné odpadní vody pro výrobu pitné vody je známo ze Singapuru jako tzv. Newater, kde mělo její zavedení velký úspěch.

TERCIÁRNÍ TECHNOLOGIE ÚPRAVY VODY [3]

Voda vyčištěná běžnými postupy, tedy biologickými procesy, fyzikálními procesy, chemickými procesy nebo jejich kombinací lze použít jen v omezeném okruhu případů především v průmyslu jako technologickou vodu nebo v zemědělství pro závlahu technických a energetických plodin.

Běžnými způsoby vyčištěná odpadní voda nespĺňuje požadavky na kvalitu pitné vody především z hygienického hlediska (patogenní mikroorganismy) a v obsahu zbytkového znečištění polutantů, které mohou vést například k zanášení technologických zařízení. Proto se zavádí terciární stupeň čištění v případech, kdy se předpokládá další využití.

Z metod terciárního dočištění, které snižují ve vyčištěné odpadní vodě koncentraci polutantů, lze uvést filtraci na pískových filtrech nebo mikrosítech, sorpci, iontovou výměnu a biologické dočišťovací nádrže.

Pro širší využití vyčištěných vod, které je ekonomicky velice výhodné, například v zemědělství pro závlahy, je vyžadována především minimalizace zdravotních rizik a hygienická čistota. Toho lze dosáhnout důkladným mechanicko-biologickým procesem. Vhodným dezinfekčním prostředkem je chlór pro jeho nízkou cenu a dobrou dostupnost. Je nutné dávkovat dostatečné množství a zajistit dostatečnou reakční dobu, což zajistí 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.

Jiným procesem použitelným k dezinfekci a hygienizaci vody je využití UV záření. Záření narušuje strukturu buněčné stěny a tím brání reprodukci. 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.

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 [4].

Oproti tomu koagulace s využitím silně alkalických chemických látek jako vápno, má hlavní výhodu ve finanční nenáročnosti. Nevýhodou je však nutnost neutralizace před vypuštěním.

Jako membránové filtrační technologie označujeme takové metody, které vhodně kombinují odstranění zbytkových polutantů a hygienizaci odtoku. Lze tak dosáhnout vysoké kvality odtoku vyčištěné odpadní vody, ale vhodné jsou například i pro získání užitkové vody z vody mořské. Z hlediska zachytu částic na filtru lze rozlišit membránové technologie:

- Mikrofiltrace (MF), kde průměr pórů je 0,1 - 1 μm , odstraňuje tedy většinu částic velikosti bakterií
- Ultrafiltrace (UF), s velikostí pórů 0,01 – 0,1 μm , zachycuje bakterie, viry a větší molekuly
- Reverzní osmóza (RO), kombinuje filtraci a elektrochemickou interakci mezi polutantem a membránou, odstranit je tak možné i volné ionty a získat tak demineralizovanou vodu
- Nanofiltrace (NF), pracuje obdobně jako reverzní osmóza, ale při nižší tlaku a tudíž i úroveň zachycení je nižší

Technologie terciárního čištění odpadní vody, které je třeba použít v případě dalšího využití této vody, zvyšují náklady takového postupu. Navýšení je závislé na použité metodě, nárocích kladených na čistotu vody pro konkrétní účel a také na konkrétní ČOV. Je tedy třeba zvážit zda dané náklady jsou únosné pro konkrétní využití vyčištěné odpadní vody.

LEGISLATIVA

Z hlediska využití vyčištěné odpadní vody je třeba velmi citlivě řešit legislativní pozadí celé situace a především specificky zhodnotit oblast využití.

Ve světovém měřítku se situací zabývají směrnice Světové zdravotnické organizace WHO [5], které upravují především zdravotní a hygienické otázky nakládání s vyčištěnou odpadní vodou. Je třeba postupovat tak, aby nebylo ohroženo zdraví široké veřejnosti a nedošlo ke kontaminaci území.

Způsob nakládání s vyčištěnou odpadní vodou v ČR se řídí zákonem 254/2001 Sb. o vodách a o změně některých zákonů, nařízením 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.

Legislativa upravující nakládání s vyčištěnou odpadní vodou se nyní v ČR řídí nařízením 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 (ve znění novely č. 229/2007 Sb.). Povolení k vypouštění odpadních vod vydává osoba s odbornou způsobilostí podle § 38 zákona 254/2001 Sb. o vodách a o změně některých zákonů. Nevýhodou této právní úpravy je skutečnost, že při vodoprávním řízení se rozhoduje pouze o jakosti (a množství) vypouštěné vyčištěné odpadní vody, nikoli o jejím možném využití. Přípustná kvalita vypouštěné odpadní vody se smí ve sledovaných ukazatelích pohybovat v rozmezí od emisních standardů po koncentrace odpovídající imisním standardům resp. dosažitelných koncentrací při aplikaci BAT (nejlepších dostupných technologií čištění odpadních vod).

Na druhou stranu, opětovné využití vyčištěné odpadní vody neomezuje v ČR žádný zákon, vyhláška ani předpis. Pro konkrétní oblast využití by se taková voda zkoumala z hlediska ukazatelů kvality pitné vody, tedy podle vyhlášky č. 252/2004 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody. Posouzení, zda je vhodné využít vyčištěnou odpadní vodu, by probíhalo individuálně se zohledněním požadavků na kvalitu vody v dané oblasti využití a dále sociálních faktorů.

ZÁVĚR

Opětovné využívání vyčištěných odpadních vod je dnes již technologicky možné a ekonomicky odůvodnitelné. Zbývá vyjasnit všechny právní aspekty a zajistit přijatelnost takového využívání veřejností.

Poděkování

Problematika tohoto projektu je řešena na Ústavu technologie vody a prostředí, VŠCHT Praha, v rámci na grantu A1_FT0P_2010_021.

Literatura

1. Asano T., Levine A. (1998) Wastewater Reclamation, Recycling and Reuse: Introduction. In: Asano T. (ed.), Wastewater Reclamation and reuse, CRC Press, Boca Ranton, Florida, USA, pp. 1-55.
2. Wanner J. (2009) Možnosti opětovného používání vyčištěných odpadních vod. Sb. konf. Nové trendy v čistírenství a vodárenství. Soběslav, 11. listopadu, ENVI-PUR s.r.o., ISBN 978-80-254-5326-1.

3. Wanner J., Pečenka M. (2009) Vyčištěná odpadní voda – odpad nebo zdroj vody? Sb. konf. CzWA Nové metody a postupy při provozování ČOV XIV. Moravská Třebová, 7.-8. dubna, VHOS a.s., ISBN 80-86020-61-4.
4. Aoki Ch., Memon M.A., Mabuchi H. (2005) Water and wastewater reuse, UNEP Report.
5. WHO - World Health Organization (2006) Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and grey water.