

OCHRANA VODNÝCH ZDROJOV A DISTRIBUČNÝCH CIEST VODY ZNOVUVYUŽITÍM ODPADOVÝCH VÔD

Ing. Štefan Stanko, Ph.D.; prof. Ing. Jozef Kriš, Ph.D.;
RNDr. Ivona Škultétyová, Ph.D.; doc. Ing. Dušan Rusnák, Ph.D.

Katedra zdravotného a environmentálneho inžinierstva, Bratislava
Stavebná fakulta STU, Radlinského 11, 813 68 Bratislava
e-mail: stefan.stanko@stuba.sk, jozef.kris@stuba.sk, ivona.skultetyova@stuba.sk, dusan.rusnak@stuba.sk

Abstrakt

Rapidne zvyšovanie koncentrácie obyvateľstva a zároveň prudké zvyšovanie životnej úrovne má za následok nadmernú potrebu pitnej vody a nadmernú produkciu odpadových vôd. I keď súčasný trend na Slovensku má tendenciu nižšej špecifickej potreby vody na obyvateľa, predpoklad je, že zo zvyšovaním životnej úrovne sa tento trend zmení a voda bude cennejšou surovinou ako v súčasnosti. Tento predpoklad je oveľa viac markantný v krajinách, kde už teraz je voda strategickou surovinou a jej výroba si žiada ďalšie energetické zdroje.

Znovuvyužitie odpadovej vody je pri správnom hospodárení s pitnou vodou efektívne a dá sa prirovnať k separovanému zberu, ktorý už v súčasnosti hrá významnú úlohu pri zneškodňovaní odpadov. Príspevok sa zaoberá delením odpadových vôd, ich definíciou vzhľadom na znovuvyužitie a ukazuje možné spôsoby ako ochrániť strategické zdroje pitnej vody redukciou vypúšťaného znečistenia a jeho negatívneho vplyvu na životné prostredie.

Východiská

Zákon č. 184/2002 Z. z. doplnený z. č. 364/2004 Z. z. „o vodách“ obsahuje klauzulu, že každý kto vypúšťa odpadovú vodu do vôd povrchových alebo podzemných je povinný dbať, aby kvalita povrchových alebo podzemných vôd nebola ohrozená, alebo zhoršená. V záujme nielen ochrany, ale aj šetrenia vodou, resp. vodnými zdrojmi a zároveň aj energie vynaloženej pri jej výrobe, je vhodné sa zaoberať myšlienkou o znovuvyužití odpadových vôd a jej prípadnom využití na pitné účely. V pomeroch, v akých sa Slovensko nachádza, je táto myšlienka možno diskutabilná, keďže tvrdenie, že načo vynakladať energiu na „úpravu“ odpadovej vody na pitné účely, keď jej máme relatívne dostatok a môžeme využívať priame zdroje vody a nie vodu recyklovanú, môže byť opodstatnené. Ale i napriek tejto úvahe existuje skupina ľudí, ktorá sa touto myšlienkou zaoberá a na svetovej úrovni ju dokonca realizuje v dôsledku efektívnosti recyklovateľnosti vody z pohľadu nedostatku zdrojov vody určených na pitné účely.

Pri tejto úvahe netreba zabúdať, že to, čoho je dnes dostatok, nemusí byť dostatkom do budúcnosti. Ako príklad tejto myšlienky uvedieme všeobecnú nadprodukciu potravín v zmysle zdrojov, ako sú obilniny, krmoviny a pod., ktorých historická využiteľnosť je ohrozená z pohľadu využitia obnoviteľných zdrojov energie, kedy môže nastať prípad, že druhotná využiteľnosť potravinových zdrojov bude mať za následok obmedzenia dostatku potravín vo svetom meradle a vzostup ich cien prispeje v konečnom dôsledku k určitému stupňu krízy nielen v krajinách vyspelých, ale hlavne rozvojových.

Prečo znovuvyužívať odpadovú vodu?

Dôvodov, prečo nielen uvažovať, ale aj skutočne recyklovať odpadovú vodu je viac, napr. sucho, suché obdobia aj v miestach z doteraz relatívnym dostatkom zdrojov vody,

veľký populačný rast vo viacerých urbanizovaných územiach a pod. V dôsledku zmeny klimatických podmienok, tzv. globálneho otepľovania, je možné, že zakorenená myšlienka nevyčerpatelnosti vodných zdrojov nebude už pravdou. K úbytkom zdrojov vody dochádza lokálne aj globálne. Napr. vplyvom antropogénnej činnosti - odlesňovanie krajiny. Toto tvrdenie je zvlášť alarmujúce v miestach so zvýšenou ťažbou dreva. Vplyv odlesňovania je preukázaný už historicky, pred niekoľko tisíc rokmi, kedy viaceré kultúry doplatili na ekologické katastrofy aj v južnej časti Európy.

Podľa WWF (Svetový fond na ochranu prírody) - dôsledky klimatických zmien spolu s odlesňovaním, môžu do roku 2030 zničiť alebo vážne poškodiť takmer 60 percent Amazonského pralesa, a spolu s tým aj zdroje vody v tejto oblasti. Dopad tejto situácie by bol významný nielen na územie samotného Amazónskeho pralesa, ale v súvislosti s uvoľnením väčšieho množstva oxidu uhličitého by mal celosvetový vplyv. Dôvodom, prečo sa zaoberať znovuvyužitím odpadových vôd (OV) je hľadanie nových zdrojov v dôsledku zvýšenej potreby vody a hľadanie kompromisu medzi plytvaním zdrojmi a ekonomickými faktormi.

Čo znamená znovuvyužitie vody?

Pojem znovuvyužitia vody je často zameniteľný s pojmom recyklácia vody alebo regenerácia vody v dôsledku všeobecného nechápania rozdielu v kvalite upravenej a neupravenej odpadovej vody. EPA vo svojom manuáli, týkajúceho sa znovuvyužitia OV, definuje tento pojem nasledovne: použitie odpadovej alebo regenerovanej vody z jedného použitia pre iné. Uvážené využitie regenerovanej alebo OV musí byť v súlade s dodržaním pravidiel vhodných pre konečné využitie vody - zavlažovanie, obnovu podzemných zdrojov vody, priemyselné využitie, protipožiarnu ochranu a pod. Všeobecne je možné recyklovanú vodu považovať za regenerovanú odpadovú vodu.

Spôsoby znovuvyužitia OV

Môžeme definovať nasledovné spôsoby znovuvyužitia OV:

- **Znovuvyužitie urbanizovaných OV** - zavlažovanie parkov, školských ihrísk, zelených pásov diaľničných úsekov, resp. ciest, rezidenčných území, ako protipožiarne vodu, vodu na splachovanie -tzv. šedá voda.
- **Znovuvyužitie poľnohospodárskych OV** - zavlažovanie plôch, na ktorých sa nepestujú plodiny potravinového charakteru, ale aj plôch určených pre pestovanie krmovín, drevín, pastvín a pod, pretože kvalitne vyčistenú OV je možné použiť na zavlažovanie potravinovo využiteľných plodín.
- **Rekreačné využitie** - jazerá a rybníky.
- **Environmentálne využitie** - vytváranie umelých vodných plôch,, zlepšenie prírodných vodných plôch, nadlepšovanie prietoku recipientu a pod.

Agentúra EPA - Environmental Protection Agency spracovala tzv. Príručku - „Manuál pre znovuvyužívanie odpadových vôd“, v ktorej sú definované niektoré všeobecné pravidlá znovuvyužívanie odpadových vôd na iné účely. Sú uvedené v tabuľke 1.

Znovuvyužívanie OV je závislé od legislatívy, pričom nie sú stanovené všeobecné pravidlá. Záleží na legislatívnych a vodohospodárskych orgánoch určujúcich pravidlá pre znovuvyužitie OV, či je tento spôsob možný alebo nie. V samotných USA je rozdiel v rôznych štátoch, keďže nie všetky členské štáty federácie sú ústretové tejto myšlienke. Záleží na tom, aký je deficit vodných zdrojov danej krajiny a ekonomické možnosti dopravy, resp. získavania zdrojov vody pre pitné a iné účely.

V tabuľke uvedené spôsoby úpravy sú vysvetlené nasledovne:

- Druhý stupeň čistenia zahŕňa aktiváciu, biofiltráciu a usadzovanie. Voda na výtok by nemala presahovať v parametri BSK₅ - 30 mg/l.

Tab. 1 Všeobecné pravidlá znovuvyužívania odpadových vôd na iné účely.

Druh využitia	Typ úpravy	Kvalita vody po úprave	Monitoring upravenej vody	Vzdialenosť od zdroja v vody
Znovuvyužitie OV v urbanizovaných územiach Záhradné zavlažovanie, umývanie áut, voda na splachovanie, protipožiarna voda, klimatizačné zariadenia, typy využitia s podobným zámerom.	<ul style="list-style-type: none"> - druhý stupeň úpravy - filtrácia - dezinfekcia 	<ul style="list-style-type: none"> - pH = 6-9 - BSK₅ ≤10 mg/l - Turbidita ≤ 2 (NTU) - Žiadne fekálie/100ml - 1 mg/l zvyškového CL₂ 	<ul style="list-style-type: none"> - pH - týždenne - BSK₅ - týždenne - Turbidita - kontinuálne - Coliform - denne - CL₂ zvyšok - kontinuálne 	15 m
Znovuvyužitie v poľnohospodárstve pre plodiny nepotravinového charakteru Pastviny pre zvieratá produkujúce mlieko; plochy pre krmoviny, drevo a plodiny na semeno	<ul style="list-style-type: none"> - druhý stupeň úpravy - dezinfekcia 	<ul style="list-style-type: none"> - pH = 6-9 - BSK₅ ≤30 mg/l - Celkovo rozpustiteľné látky- TSS ≤30 - Fekálie/100ml ≤200 - 1 mg/l zvyškového CL₂ (min.) 	<ul style="list-style-type: none"> - pH - týždenne - BSK₅ - týždenne - TSS - denne - Coliform - denne - CL₂ zvyšok - kontinuálne 	90m
Nepriame využitia pre pitné účely Obnova podzemnej vody zvyšovaním výdatnosti do zvodnených vrstiev pitnej vody	<ul style="list-style-type: none"> - špecifická pre miesto - druhý stupeň úpravy - min. - vhodná je filtrácia alebo terciálne čistenie 	<ul style="list-style-type: none"> - špecifická pre miesto - primerane štandardom pitnej vody po priesaku do podzemnej vody 	<ul style="list-style-type: none"> - pH - denne - Turbidita - kontinuálne - Coliform - denne - Štandard pitnej vody - kvartálne - Ostatné v závislosti od podmienok 	30 m

- Filtráciou sa rozumie prietok cez prírodnú neporušenú pôdu alebo filtračné médium ako je piesok alebo antracit.
- Dezinfekcia znamená zničenie, deaktiváciu alebo odstránenie patogénnych mikroorganizmov. Môže byť vykonaná chlórovaním, alebo inými dezinfekčnými činidlami, UV žiarením a pod.

Vybrané z EPA Guidelines for Water Reuse. (EPA)/625/R-92/004).

Podmienky SR

V podmienkach SR je potrebné si uvedomiť aké typy vôd okrem už spomínaných sa považujú za vodu odpadovú a aká je ich možnosť druhotného využitia s ohľadom na ochranu vodných zdrojov a ochranu dopravy vody v zmysle ochrany riek.

OV môžeme rozdeliť na **dažďové** - teda produkovanú občasne, v dôsledku zrážok, ktoré sú prietokom cez umelo upravené plochy – urbanizované (cesty, letiská a pod.), znečistené vzhľadom na druh povrchu, ktorým pretekajú, a na vody **splaškové, priemyselné, zdravotnícke, OV z poľnohospodárstva a ostatné OV**. V súvislosti s týmto delením je potrebné uvažovať s pojmom hospodárenie s dažďovými a odpadovými vodami. Pojem hospodárenie s dažďovými vodami je v súčasnosti aktuálny, keďže mestá a obce sú v dôsledku ochrany recipientov, v dôsledku vyššej ceny vody (napr. na zavlažovanie miest a obcí) a ostatných faktorov vytvárajúcich tlak na hospodárenie s týmito vodami nútené priamo aj nepriamo o znovuvyužívaní nielen dažďových ale aj iných druhov OV uvažovať.

Čo sú vlastne splaškové vody? OV z domácností môžeme rozdeliť vzhľadom na znovuvyužitie do dvoch základných skupín. Na šedú a čiernu vodu. **Šedá voda** je voda, ktorá sa využíva na kúpanie, sprchovanie, umývanie, pranie odevov a umývanie podláh. **Čierna voda** je OV z toaliet a kuchynských výleviek, ktorá je oproti šedej vode biologicky omnoho viac znehodnotená.

Faktory vplývajúce na rozhodnutie znovuvyužitia OV

Keď vezmeme do úvahy, že každá OV je zmes-suspénzia alebo roztok vody a znečistenia, vyplýva z toho, že ak oddelíme znečistenie od vody, je táto voda znovuvyužiteľná. Faktormi, ktoré rozhodujú o tom, či vodu znovuvyužiť alebo nie, je cena vynaložená na jej úpravu porovnaná s cenou vody získanej z prírodných zdrojov, environmentálne hľadisko a vôbec dostupnosť akéhokoľvek zdroja vody. Ako krajnú predstavu na úpravu OV môžeme uviesť extrémne podmienky, napr. vesmírne lety, kedy sme absolútne obmedzený zdrojom vody, ale nie sme obmedzený napr. energeticky a možno aj ekonomicky.

V súvislosti s „Operačným programom životného prostredia SR na roky 2007-2013“ a v súvislosti s prioritnými osami 1.1 a 1.2, týkajúcich sa výstavby verejných vodovodov (VV) a verejných kanalizácií (VK) v SR vznikne v dotknutých aglomeráciách, ktoré doteraz neboli zásobované vodou z VV a neboli odkanalizované VK, priestor na využívanie žump, doteraz využívaných pre svoj pôvodný účel, ako nádrží na vodu napr. dažďovú, príp. šedú, ktorých znovuvyužiteľnosť je pri malých investičných nárokoch vhodná na zavlažovanie v suchom období. Tento fakt podporuje aj skutočnosť že trvalo zvyšujúca sa cena vody je v súčasnosti pri zvážení rozvoja a udržateľnosti VV a VK neudržateľná. Zároveň dôjde k zníženiu potreby vody, keď uvažujeme, že voda doteraz využívaná na polievanie záhrad sa stane ekonomicky veľmi náročnou a nevhodnou.

V oblastiach, kde nie je ekonomicky efektívne budovanie VV a VK nastáva prípad, kedy voda získavaná zo studní je blízko zdroja znečistená a je uskladňovaná v žumpách, ktorých tesnosť nie je zaručená. Potom je pravdepodobný negatívny dopad na zdravie obyvateľov, používajúcich vodu z vlastných zdrojov na pitné účely, kontaminovanú

vodou zo žump. Pre tento prípad je vhodné lokality vybaviť minimálne domovou čistiarnou OV alebo malou čistiarnou OV, a uskladňovať už vyčistenú OV, ktorá je druhotne využiteľná podľa miestnych podmienok.

V prípade dažďových vôd je možné tieto vody pri veľkom množstve „uskladňovať“ dočasne vo vsakovacích nádržiach dotujúcich podzemné zdroje vody, pri riziku kontaminácie vôd využiť retenčné, alebo detenčné nádrže na uskladnenie a následné znovu-využitie dažďových OV.

Je potrebné si uvedomiť, že každá kvapka vody, ktorá pritečie a odtečie bez využitia, nie je len vodou ale je to aj nevyužitá energia, ktorá je bez využitia odvádzaná do recipientu, navyše s rizikom jeho ohrozenia.

Pozitíva a negatíva znovuvyužitia odpadovej vody

Výhody:

- Technológia znižuje potrebu využívania zdrojov pitnej vody resp. sladkej vody.
- Znižuje sa potreba veľkých ČOV, v prípade signifikantného podielu znovuvyužitia OV.
- Technológia môže redukovať množstvo odvádzaných OV, a zníži negatívny vplyv na recipienty.
- Investičné náklady sú nízke pre väčšinu systémov a s relatívne rýchlou návratnosťou okrem systémov pre priame znovuvyužitie splaškovej OV.
- Prevádzka a údržba sú relatívne jednoduché vyjmúc priame využitie OV, kde je potrebný kvalitný monitoring.
- Množstvo nutrientov v OV môže zvýšiť poľnohospodársku produkciu v oblastiach chudobných na vodu.
- Znečistenie riek a podzemných vôd je vplyvom znovuvyužitia značne znížené.
- Zavlažovanie trávnikov, golfových ihrísk sú v mestských zástavbách jednoduchšie. Vo väčšine prípadov, kvalita OV, ako vody určenej pre závlahy, je lepšia než voda napr. zo studní.

Nevýhody:

- Ak sa metóda implementuje vo veľkom, tržby za vodu a odpadovú vodu sú nižšie, zariadenia na prevádzku sú nedostatočne využívané v dôsledku zníženého dopytu po pitnej a úžitkovej vode a je znížený prietok OV.
- Systém môže byť sezónny, závislý na prírode, čoho dôsledkom môže byť nerovnomerné zaťaženie ČOV za daždivého obdobia a za sucha.
- Nebezpečenstvo zdravotného ohrozenia pre ľudí prichádzajúcich do kontaktu s takouto vodou napr. pri zavlažovaní.
- Tvorba škodlivín, môže mať za následok chronické ochorenia ľudí.
- V niektorých prípadoch, znovuvyužitie OV nie je ekonomické vzhľadom na budovanie dodatočného distribučného systému.
- Nebezpečenstvo kontaminácie zdrojov podzemných vôd.

Záver

Príspevok nemá za cieľ presvedčiť, že znovuvyužitie OV je jediným východiskom. Cieľom bolo priblížiť tento spôsob ako alternatívu opätovného získavania vody v prípadoch, kedy je to možné. Znovuvyužitie OV ako zdroja vody je možné a uskutočniteľné, ekonomické a užitočné. Je však treba brať zreteľ na lokálne podmienky a uvážlivo voliť spôsob a následne prevádzku navrhnutého systému znovuvyužitia OV. Návrh musí byť zvážený nielen z ekonomickej stránky, ale hlavne je potrebné zabezpečiť odstránenie zdravotného rizika.

Tento príspevok bol vypracovaný s podporou grantovej agentúry v rámci grantového výskumu VEGA 1/0854/08 a KEGA 3/5125/07 na Katedre zdravotného a environmentálneho inžinierstva, Stavebná fakulta, Slovenská technická univerzita Bratislava.

Literatúra

- [1] Barloková, D., Ilavský, J.: Odstraňovanie železa a mangánu z vody prírodnými zeolitmi. In: Pitná voda 2007, Zborník prednášok z X. konferencie s medzinárodnou účasťou: Trenčianske Teplice 2007. - Bratislava : Ministerstvo životného prostredia SR, 2007. - S. 143-146
- [2] Barloková, D., Sokáč, M.: Čerpadlá v prevádzke vodovodov a kanalizácií. Celoživotné vzdelávanie v stavebníctve a geodézii na SVF STU v Bratislave: ESF SvF kurz č.16: Riadenie prevádzky vodovodov a kanalizácií. - Bratislava: STU v Bratislave, 2007.
- [3] Božík, M., Božíková, J.: Potrubné rozvody vo vzťahu ku kvalite dopravovaného média. In: Zborník 4. vodohospodárskych konferencií 2004, Brno, 12/2004, s. 46-50
- [4] Božíková, J.: Przepisy prawne z dziedziny lecznictwa uzdrowiskowego w Republice Słowackiej. Transgraniczne świadczenie usług zdrowotnych w zakresie lecznictwa uzdrowiskowego – potrzeby, możliwości, perspektywy, Krynica Zdroj, Poľsko, 18-20.05.2007
- [5] Čermák, O.: Princíp ecopoliského rozvoja a jeho vplyv na odpadové hospodárstvo. Medzinárodná konferencia „Urbanistické, architektonické a technické aspekty obnovy vidieka VI“,STU Bratislava, 2007
- [6] Čermaková, M., Čermák, O.: Spotreba pitnej vody v malých obciach na Slovensku. In: VIII. Vedecká konferencia Stavebnej fakulty TU Košice. Košice 2007. – ISBN 978-80-8073-791-7,S.35-40
- [7] Dubová, V., Tóthová, K. : Pressure management and monitoring of leakages and consumption by remote meter reading. In: Water Management and Hydraulic Engineering: Proceedings of 10th International symposium. Croatia, Šibenik,4.-9.9.2007
- [8] Horanová, E.: Sledovanie skladby komunálneho odpadu III. In: VIII. vedecká konferencia Stavebnej fakulty TU v Košiciach: Zborník prednášok.Sekcia 3:Environmentálne inžinierstvo.Košice,28.-30.5.2007. - Košice: Technická univerzita v Košiciach, 2007. - ISBN 978-80-8073-791-7. - S. 87-94
- [9] Mahříková, I.: Disposal of Waste Waters from Small Urban Areas. ARW Dangerous Pollutants (Xenobiotics) in Urban Water Cycle ČR, Lednice, 2.-6.5.2007
- [10] Tóthová, K., Božíková, J.: Zásobovanie obyvateľstva pitnou vodou v krízových situáciách. Sanghya 2005, SSTP, Piešťany 10/2005, ISBN 80-89216-02-1, s. 41-46
- [11] Tóthová, K.: Informácia o stave vodovodných sietí vo vodárenských systémoch SR. In: Stratégia pre obnovu vodovodných sietí a znižovanie strát vody: Zborník. SR, Bratislava, 6.6.2007 - Bratislava, 2007. - s. 3-9
- [12] www.armeniatree.org/thethreat/resources/deforestation_chorbajian.pdf
- [13] www.epa.gov/nrmrl/pubs/625r04108/625r04108.pdf
- [14] www.nesc.wvu.edu/nsfc_manufacturers.htm
- [15] www.oas.org/dsd/publications/Unit/oea59e/ch26.htm
- [16] www.sme.sk/c/3623454/WWF-Globalne-oteplovanie-znici-do-roku-2030-vyse-polovicu-Amazonskeho-pralesa.html