

Kedy je potrebná úprava vody v domácnostiach?

prof. Ing. Jozef Kriš, Ph.D.; Ing. Matúš Galík

Katedra zdravotného a environmentálneho inžinierstva, Stavebná fakulta STU,
Radlinského 11, 813 68 Bratislava, jozef.kris@stuba.sk, matus.galik@stuba.sk

Úvod

Úprava vody je súbor procesov, ktorými sa snažíme dosiahnuť fyzikálne, chemické a bakteriologické vlastnosti vody vhodnej na pitné účely. Ide hlavne o odstraňovanie choroboplodných zárodkov a iných nebezpečných látok, ktoré môžu ohroziť zdravie človeka. Vlastnosti vody nám charakterizujú príslušné štandardy a normy. Na Slovensku platí Nariadenie vlády č. 496/2010 Z.z., ktorým sa ustanovujú požiadavky na vodu určenú na ľudskú spotrebu a kontrolu kvality vody určenej na ľudskú spotrebu.

Pitnú vodu, ktorú dodávajú vodárenské spoločnosti svojou kvalitou plne spĺňa požiadavky pitnej vody. Vodárenské spoločnosti ručia pravidelnými rozbormi vody a zdravotným zabezpečením za vysokú kvalitu dopravovanej pitnej vody a preto sa spotrebitelia napojení na verejný vodovod nemusia obávať dodávky zdravotne zavadnej vody.

Horšie sú na tom spotrebitelia, ktorí nemajú možnosť napojenia na verejný vodovod a musia využívať vlastné vodné zdroje (studne, pramene). Tu vzniká riziko znečistenia, že v blízkosti studne sa môže nachádzať zdroj znečistenia (žumpy, hnojiská a pod.), a preto môže dôjsť ku kontaminácii, zmene senzorických vlastností vody a hlavne k vzniku bakteriálneho znečistenia. Preto sa odporúča vykonávať z takýchto zdrojov pravidelný rozbor vody. Na základe znečistenia vody zisteného rozbormi sa navrhuje spôsob jej úpravy.

Hlavné kontaminanty, ktoré sa môžu nachádzať vo vode:

Mechanické znečistenie

- Pri tomto znečistení dochádza k zhoršovaniu senzorických vlastností vody (zákal, priehľadnosť a pod).
- Hrozí riziko zanesenia potrubia a tým zníženie prietoku, upchatie zariadení v domácnosti (splachovač, sprchovacia hlavica, umývačka riadu a pod.).
- Pri zanesení filtra môže hlavne dôjsť k zmene kvality vody po bakteriologickej strane.

Vápnik a horčík

- Výskyt vápnika a horčíka v pitnej vode predstavuje viac technický problém ako zdravotný.
- Pri používaní „tvrdej vody“ dochádza k poškodeniu zariadení, ktoré používame na ohrev vody (vytvára sa inkrustácia - vodný kameň).
- Voda na pitie musí mať určitý minimálny (limitné množstvo) obsah stopových prvkov vápnika a horčíka, pretože je potrebný pre ľudský organizmus (pre stavbu kostí a pod.). Pri obsahu väčšieho množstva vápnika a horčíka v pitnej vode nedochádza k ohrozeniu zdravia.

Železo a mangán

- Výskyt väčšieho množstva železa a mangánu zhoršuje senzorické vlastnosti vody (spôsobujú zákal, zhoršujú chuť, spôsobujú pach, pri praní železo spôsobuje škvrny, vytvárajú sa usadeniny na sanitárnych zariadeniach a pod.), vytvára sa vhodné prostredie pre život viacerých druhov železitých a mangánatých baktérií.

- Na ľudské zdravie nepôsobí nebezpečne v množstve stanovenom podľa vyhlášky. Pri prekročení limitných hodnôt dochádza k usadzovaniu mangánu v pečeni, ľadvinách, poškodeniu nervového systému. Pri zvýšenej limitnej hodnote železa dochádza k poškodeniu pečene, slezine a kostnej drene.

Dusičnany a dusitany

- Nedochádza k zmene senzorických vlastností a prítomnosť sa dá zistiť iba vykonaním rozboru vody.
- Malé množstvo dusičnanov je neškodné pre ľudský organizmus dospelého jedinca, horšie sú na tom deti (kojenci do 3 mesiacov). V tráviacom trakte sa dusičnany môžu z dôvodu zásaditejšieho prostredia redukovať na toxické dusitany, následne vzniká metemoglobín, ktorý spôsobuje u detí dýchacie problémy, rakoviny tráviaceho traktu a pod.. Keby nedošlo k redukcii dusičnanov na dusitany, tak sa vylúčia z tela močom.

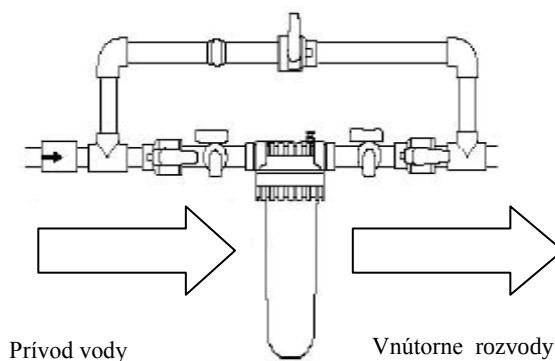
Baktérie a vírusy

- Výskyt patogénnych baktérií a vírusov je indikátorom, že voda obsahuje fekálne znečistenie (koliformné baktérie, fekálne streptokoky, psychofilné a mezofilné baktérie a pod.). Škodlivé baktérie a vírusy sú príčinou rôznych ochorení (týfus, infekčná žltáčka, cholera a pod.).

Spôsoby úpravy vody

Odstraňovanie mechanických nečistôt

Mechanická filtrácia vody má pomerne jednoduchý princíp, ktorý z vody odstraňuje mechanické nečistoty (ílové minerály, sliz, piesok, bahno, nánosy, organické materiály a pod.). Voda preteká cez filtračné zariadenie a mechanické nečistoty sú zachytávané na filtračnej vložke. Filtračné vložky sú vyrobené z polypropylénu (pevného, vinutého, skladaného), keramiky, nerezovej ocele, náplň filtračnej vložky môže tvoriť piesok, aktívne uhlie, KDF médium (granulovaná zmes medi a zinku). Životnosť filtra závisí od množstva znečistenia a od prevádzky. Mechanickou filtráciou nedokážeme odstrániť z vody rozpustené látky (ako sú ťažké kovy, chemické látky, bakteriologické znečistenie a pod.). Presný postup inštalácie a údržby udávajú výrobcovia týchto zariadení. Na Obr. 1 je schéma zapojenia mechanického filtra.



Obr. 1 Schéma zapojenia mechanického filtra

Ak má voda zhoršené senzorické vlastnosti (zapácha napríklad za chlór), tak sa odporúča použiť ako náplň filtra aktívne uhlie. Aktívne uhlie adsorbuje znečistenie (pesticídy, rozpustné organické látky) a vylepšuje chuť vody. Životnosť filtra závisí od množstva znečistenia.

Zmäkčovanie vody

Surová voda, ktorá má zvýšený obsah hlavne vápnika a horčíka, vytvára nerozpustné uhličitanové soli, ktoré môžu na zariadeniach vytvoriť inkrustáciu (vodný kameň). Podľa Nariadenia vlády č. 496/2010 Z.z. odporúčaná hodnota vápnika je viac ako 30 mg.l⁻¹ a horčíka 10 až 30 mg.l⁻¹. Udať sa môže aj ako obsah vápnika a horčíka spolu. V Tab. 1 je uvedená prehľadná stupnica na určovanie tvrdosti vody.

Tab. 1 Stupnica tvrdosti vody

Stupnica	Ca + Mg [mmol.l ⁻¹]	Tvrdosť ako Ca [mg.l ⁻¹]
Veľmi mäkká	0 – 0,71	0 – 20
Mäkká	0,71 – 1,42	20 – 40
Stredne tvrdá	1,42 – 2,14	40 – 60
Tvrdá	2,14 – 3,20	60 – 80
Značne tvrdá	3,20 – 5,40	80 – 120
Veľmi tvrdá	nad 5,40	nad 120

Úprava tvrdej vody sa robí zmäkčovaním, pri ktorom sa odstraňujú z vody vápenaté a horečnaté ióny. Týmto procesom dostaneme z tvrdej vody mäkkú. Zmäkčovanie sa môže robiť:

- destiláciou,
- elektrolyzou,
- výmenou iónov,
- magnetickou úpravou.

Pri úprave vody v domácnosti najviac sa používa iónová výmena. Pri iónovej výmene voda preteká cez filter, ktorý obsahuje ionexovú náplň, pričom dochádza k výmene iónov vápnika a horčíka za ióny sodíka alebo vodíka. Filtračná náplň časom stráca svoje schopnosti a svoju funkciu. Na zachovanie funkčnosti je potrebné vykonávať regeneráciu filtračnej náplne. Regenerácia sa vykonáva za pomoci soľného roztoku. Presný postup inštalácie a údržby zariadenia udávajú výrobcovia.

Pri magnetickej úprave vody pôsobením magnetického poľa tvrdá voda získava na určitú dobu vlastnosti mäkkej vody. Umiestňuje sa na potrubie pred zariadenia, ktoré chceme chrániť pred vodným kameňom.

Treba si uvedomiť, že naopak voda na pitie musí mať určitý minimálny obsah stopových prvkov vápnika a horčíka, ktorý bol vyššie uvedený, pretože je potrebný pre ľudský organizmus.

Odstraňovanie železa a mangánu

Ďalšie často vyskytujúce sa znečisťujúce látky v podzemných vodách sú železo a mangán. Množstvo železa v podzemnej vode závisí hlavne od geologického zloženia horniny. Mangán sa vyskytuje v menších koncentráciách ako železo. Podľa Nariadenia vlády č. 496/2010 Z.z. medzná hodnota železa v pitnej vode je 0,2 mg.l⁻¹ a mangánu 0,05 mg.l⁻¹.

V podzemných vodách sa vyskytujú v rozpustnej forme. Technológia odstraňovania železa a mangánu je založená na oxidácii z rozpustnej formy na nerozpustné častočky. Na oxidáciu železa a mangánu sa používa:

- kyslík,
- chlór,
- ozón,
- manganistan draselný a iné oxidanty.

Po oxidácii sa voda zafarbí na oranžovo alebo hnede, zafarbenie spôsobujú vypadnuté ióny železa a mangánu, ktoré vytvoria vločky. Následne sa z vody nerozpustné častočky (vločky) odstránia filtráciou.

Ďalším spôsobom odstraňovania železa a mangánu z vody sú filtre, ktoré obsahujú mangánový zeolit. Železo a mangán sa vyzráža na povrchu filtra v podobe kalu. Po určitom čase, keď sa filter zanesie, treba vykonať regeneráciu filtra. Regenerácia sa robí spätným prúdom vody. Pre správne fungovanie filtra musíme dodržať minimálne hodnoty pH 7,5 až 8. Presný postup inštalácie zariadenia a údržby udávajú výrobcovia.

Odstraňovanie dusičnanov a dusitanov

Dusičnany sú potrebné pre vývoj rastlín. Často sa aplikujú do pôdy na zvýšenie produktivity. Časť dusičnanov z pôdy zachytávajú rastliny, zvyšok sa dostáva pôsobením dažďa, zavlažovaním, topením snehu, splachovaním a infiltráciou do povrchových alebo podzemných vôd. Zdrojmi sú chemické hnojivá, presakujúce žumpy, septiky a pod. Na zistenie kontaminácie treba vykonať rozbor vody. Podľa Nariadenia vlády č. 496/2010 Z.z. najvyššia medzná hodnota dusičnanov v pitnej vode pre dospelého jedinca je 50 mg.l^{-1} a pre kojencov sa odporúča menšia hodnota ako 15 mg.l^{-1} . Na odstraňovanie dusičnanov sa používa:

- iónová výmena,
- reverzná osmóza
- elektrodialýza.

Najčastejšie sa v domácnostiach používa iónová výmena, ktorá využíva rovnakú technológiu ako pri zmäkčovaní vody. Pri úprave prechádza voda cez filter, ktorý môže obsahovať náplň z anexovej živice v guľčkovej alebo gélovej forme, pričom dochádza k zamene dusičnanov za chloridy. Regenerácia filtračnej náplne sa vykonáva rovnakým spôsobom ako pri zmäkčovaní vody. Prevádzku a údržbu týchto zariadení udávajú výrobcovia.

Zdravotné zabezpečenie pitnej vody

Zdravotné zabezpečenie - dezinfekcia vody je proces úpravy, pri ktorom sa z vody odstraňujú choroboplodné zárodky ohrozujúce ľudské zdravie. Dezinfekcia je neodlučiteľnou súčasťou úpravy pitnej vody. Najrozšírenejšími prostriedkami určenými na dezinfekciu vody sú chemické a fyzikálne prostriedky. Najpoužívanější chemický prostriedok je chlór a jeho zlúčeniny, ozón a iné dezinfekčné prostriedky. Z fyzikálnych prostriedkov je to ultrafialové (UV) žiarenie, ultrazvuk a teplo (ohrev).

Chlór je najčastejšie používaným dezinfekčným prostriedkom, výhodou je jeho ľahké dávkovanie, stanovenie koncentrácie, dostupnosť a cena. Vo vode sa dobre rozpúšťa a dlho pretrváva, tak odpadáva riziko vzniku sekundárneho znečistenia. Účinnosť odstránenia choroboplodných zárodkov baktérií je až 99,9%. Do vody sa pridáva dávkovacím čerpadlom vo forme roztoku. Množstvo dávky chlóru závisí od vlastností

vody, hodnoty pH, teploty, obsahu organických látok a bakteriologického znečistenia vody. Znižovaním hodnoty pH sa dezinfekčný účinok chlóru zvyšuje, ale so stúpajúcou teplotou sa koncentrácia chlóru znižuje. Podľa Nariadenia vlády č. 496/2010 Z.z. medzná hodnota voľného chlóru vo vode je 0,3 mg.l⁻¹ a minimálna hodnota 0,05 mg.l⁻¹. Presne dávkovanie a spôsob určujú výrobcovia prípravkov.

UV žiarenie patrí medzi spoľahlivý ekologický spôsob dezinfekcie pitnej vody, vyvoláva biochemické zmeny v mikroorganizmoch a spôsobuje ich usmrtenie. Biologická aktívna oblasť je od 230 do 395 nm s maximálnym efektom asi 260 nm. Odpadáva dávkovanie chemikálií, voda si zachováva svoju prirodzenú chuť a vzhľad. Nevýhodou je, že pôsobí iba lokálne a hrozí vznik sekundárneho znečistenia. Dezinfekcia UV žiarením je citlivá na zákal vody. Presnú inštaláciu a prevádzku udávajú výrobcovia UV zariadení.

Membránové procesy

Membránové procesy používajú tenké, polopriepustné filmy (membrány), ktoré delíme podľa typu separácie, podľa materiálu a štruktúry. Základne delenie membránových procesov je uvedené v tab. 3.

Tab. 3 Rozdelenie membránových procesov

Proces	Veľkosť odstraňovaných častíc	Zachytené znečistenie
Mikrofiltrácia	0,2 µm	koloidy a baktérie
Ultrafiltrácia	0,1 – 0,05 µm	Organické zlúčeniny, baktérie, vírusy, látky spôsobujúce zafarbenie
Nanofiltrácia	0,01 – 0,001 µm	Rozpustené látky, pesticídy, vápnik a horčík
Reverzná osmóza	0,01 – 0,0001 µm	Zachytáva soli, rozpustené organické látky

Z uvedených membránových procesov sa vo veľkej miere využíva reverzná osmóza. Ide relatívne o efektívny spôsob úpravy pitnej vody, ktorý z vody odstraňuje 95 až 99 % znečisťujúcich látok. Výhoda reverznej osmózy je, že dokáže z vody odstrániť aj rozpustené látky a vedľajšie produkty dezinfekcie. Po úprave dosiahneme čistú vodu bez znečistenia.

Reverzná osmóza, tým že zbaví vodu všetkých nadbytočných látok, spôsobuje demineralizovanie vody. Demineralizovaná voda je zbavená významných biologických minerálnych látok, ktoré sú pre organizmus nenahraditeľné. Podľa hygienikov dlhodobé pitie takto upravenej vody, môže spôsobiť vážne ochorenia (odvápňovanie kostí, kardiovaskulárne choroby, lámavosť nechťov).

Úpravu reverznou osmózou sa odporúča použiť, ak jediným dostupným vodným zdrojom je voda s vyššou mineralizáciou alebo voda obsahuje nebezpečné rozpustené látky. Pri úprave treba zachovať určitú mineralizáciu vody, aby kvalita zodpovedala požiadavkám pre pitnú vodu, preto sa odporúča zabezpečiť remineralizáciu vody (napr.: miešanie upravenej vody s neupravenou, filtráciou cez polovypálený dolomit). Upravená voda pomocou reverznej osmózy je vhodná hlavne pre kotly, zariadenia na ohrev v domácnostiach. Presný postup inštalácie a údržby zariadenia udávajú výrobcovia.

Záver

Pri úprave vody treba veľmi dôkladne zvážiť aké zariadenie použiť. Zariadenie by nemalo zhoršiť senzorické vlastnosti vody a malo by zachovať potrebné množstvo minerálnych látok pre ľudský organizmus. Hlavné uplatnenie týchto zariadení je pri úprave vody z miestnych zdrojov (studní, prameňov) v miestach, kde obyvatelia nemajú inú možnosť zásobovania pitnou vodou. Popríklad u starých verejných vodovodov, kde môže dôjsť k výskytu inkrustov v potrubí, odporúča sa použiť jednoduchý mechanický filter (pieskový filter).

Odporúčame obyvateľom, ktorí majú možnosť sa napojiť na verejný vodovod, aby tak urobili, pretože tým si zabezpečia kvalitnú pitnú vodu. Voda, ktorú dodávajú vodárenské spoločnosti je plne kontrolovaná a splňa požiadavky kvalitnej pitnej vody. Ďalšou úpravou u koncového odberateľa už upravenej pitnej vody sa cena vody zbytočne zvyšuje a mnohokrát môže dôjsť k zhoršeniu kvality vody. Odberateľ takýmto spôsobom vystavuje svoje zdravie a zdravie svojich blízkych možnému nebezpečenstvu nákazy.

Článok vznikol na základe podpory projektu VEGA č. 1/1143/11 riešeného na Katedre zdravotného a environmentálneho inžinierstva Stavebnej fakulty STU Bratislava

Literatúra

- [1] ILAVSKÝ, J., BARLOKOVÁ, D., BISKUPIČ, F., *Chémia vody a hydrobiológia*, Bratislava STU, 2008, 340 s., ISBN 978-80-227-7
- [2] MARTOŇ, J., ČERMÁK, O., HÉTHARŠÍ, J.; *Vodárenstvo II, Úprava pitných a úžitkových vôd*, Bratislava STU, 1997, 265 s., ISBN 80-227-0931-X
- [3] Nariadenie vlády SR 496/2010 Z.z. ktorým sa mení a dopĺňa nariadenie vlády Slovenskej republiky č. 354/2006 Z. z., ktorým sa ustanovujú požiadavky na vodu určenú na ľudskú spotrebu a kontrolu kvality vody určenej na ľudskú spotrebu.
- [4] Vodárenské pohľady, *Filtre na vodu? Nielen zbytočné, ale aj škodlivé!*, 3/2008. ISSN 1336-6467
- [5] Vodárenské pohľady, *Čo vie verejnosť o pitnej vode?, I.časť*, 1/2011. ISSN 1336-6467
- [6] <http://www.marlus.sk>
- [7] <http://www.ezv.sk>
- [8] <http://www.zmakcovace-vody.sk>
- [9] <http://www.upravnnavody.sk>
- [10] <http://www.aquaproduct.cz>
- [11] <http://voda.netcabinet.net>
- [12] <http://www.powel.sk>