

# KVALITA VODY VO VODÁRENSKÝCH NÁDRŽIACH A POTREBA MODERNIZÁCIE ÚPRAVNÍ VODY V SR

**Ing. Jozef Šolc, Dpt. Viliam Šimko, RNDr. Vlasta Onderíková, CSc.**

Hydrotechnológia Bratislava s.r.o., Čajakova 14, Bratislava,  
[hydrotechnologia@hydrotechnologia.sk](mailto:hydrotechnologia@hydrotechnologia.sk)

## Úvod

Na Slovensku je celkove vybudovaných 7 vodárenských nádrží. V zásade je možno konštatovať, že starnutie týchto vodárenských nádrží sa výrazne podieľa na vývoji kvality ich vôd. Napriek tejto skutočnosti sa na našich vodárenských nádržiach systematicky nevykonávajú opatrenia na udržanie, respektíve zlepšenie kvality ich vôd.

Úpravne vôd na Slovensku, ktoré upravujú vodu z vodárenských nádrží sú projektované na výkon 300 až 1 000 l.s<sup>-1</sup>. V súčasnosti sú tieto úpravne využívané len na 50 – 60 % projektovaného výkonu. Potreba ich modernizácií vyplýva z viacerých dôvodov, pričom v prvom rade je to skutočnosť, že tieto úpravne vôd sú v prevádzke 30 (úpravňa vody Turček) až 44 rokov (úpravňa vody Hriňová).

## Kvalita vody vo vodárenských nádržiach

Spoločným menovateľom starnutia našich vodárenských nádrží je zhoršenie kvality vody z hľadiska fyzikálno-chemického ale i biologického. Pri úprave vody z týchto nádrží nie je vždy možné upraviť vodu v zmysle Nariadenia vlády SR č.354/206 Z.z., pretože pôvodná technológia úpravy vody nebola prispôbená na súčasnú zhoršenú kvalitu vody. Ďalším dôvodom je vysoká poruchovosť jednotlivých technologických zariadení, čo má za následok nízku efektívnosť technológie úpravy vody ako celku. Ako príklad uvádzame kvalitu vody vo vodárenskej nádrži Klenovec.

Na základe poskytnutých podkladov z prevádzky Úpravne vody Klenovec a z rozborov Hydrotechnológie Bratislava s.r.o. k zhoršeniu kvality vody odoberanej z nádrže dochádza prevažne v mesiacoch august až október [7]. V surovej vode sú v tomto období namerané vyššie hodnoty farby, a to 10 – 25 mg.l<sup>-1</sup>, ojedinele až do 410 mg.l<sup>-1</sup>. Zákal sa pohybuje v surovej vode do 11 ZF. Upravovaná voda má len v horných odberných horizontoch výraznejší pach. pH je sporadicky vo vyšších hodnotách, okolo 9,5. Nasýtenie kyslíkom sa väčšinou pohybuje v upravovanej vode nad 50 %. V lete a v jeseni sú v tejto vode namerané vyššie hodnoty organických látok, s CHSK<sub>Mn</sub> až 4,1 mg.l<sup>-1</sup>. Z ďalších ukazovateľov vyžadujúcich zvýšenú pozornosť pri úprave surovej vody je obsah železa Fe, ktorý dosahuje maxima v hodnote 0,32 mg.l<sup>-1</sup> i mangánu Mn, s maximom 0,5 mg.l<sup>-1</sup>. Dusičnany NO<sub>3</sub><sup>-</sup> majú iba výnimočne vyššiu hodnotu ako je 12,0 mg.l<sup>-1</sup>. Fosforečnany PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> neprekračujú hodnotu 0,03 mg.l<sup>-1</sup>. Ostatné fyzikálno-chemické ukazovatele sú v surovej vode v nižších koncentráciách, a tak nevyžadujú pozornosť počas úpravy vody. Z organizmov sú v upravovanej vode v prevahe zástupcovia mikrovegetácie – riasy a sinice, ktoré sa vyskytujú v rôznom kvalitatívnom a kvantitatívnom zastúpení. V posledných rokoch ich počet na hladine nádrže bol len výnimočne výrazný. Voda v odberných horizontoch bola ale menej oživená a počet

organizmov neprekročil 4 464 jedincov v 1 ml upravovanej vody. Z týchto organizmov sú v prevahe riasy, a to rozsievky – Bacillariophyceae s druhmi *Fragilaria crotonensis*, *Melosira varians* a *Cyclotella* sp.. Z rozsievok robí problémy počas úpravy vody aj *Nitzschia palea* i *Nitzschia acicularis* a *Navicula cryptocephala* hoci sú všetky v menšom zastúpení. Zelené riasy – Chlorophyta sú v sledovanom období v menších množstvách ako rozsievky. K najpočetnejším druhom v upravovanej vode sa zaraďuje *Scherfferia dubia*, *Monoraphidium contortum* a *Volvox aureus*. Tak, ako rozsievky aj niektoré zelené riasy sa horšie separujú i keď sú v menšom počte. Sú to *Chlamydomonas ehrenbergii*, *Scenedesmus acuminatus* a *Scenedesmus obliquus*. Z rias zaradených do iných skupín sú v surovej vode v bohatšom zastúpení zlaté riasy – Chrysophyceae s druhom *Chrysococcus rufescens* a *Dinobryon divergens*. Problematické sú tiež niektoré červenoočká – Euglenophyceae, a to najmä druh *Trachelomonas planctonica* a *Trachelomonas volvocina*. Ťažšie sú separovateľné aj kryptomonády – Cryptophyceae zastúpené druhom *Cryptomonas erosa*. Sinice – Cyanophyta (cyanobaktérie) sú v posledných ročných obdobiach na ústupe, a to nielen v odberných horizontoch, ale aj na hladine. V upravovanej vode sa vyskytuje len v menšom množstve *Oscillatoria limosa*, *Gomphosphaeria naegeliana* i *Aphanizomenon flos-aquae*.



**Obr. 1a,b. Riasy vzdorujúce vyvločkovaníu**  
**a - *Trachelomonas planctonica*, b - *Nitzschia palea***

Z literárnych poznatkov a našich skúseností možno konštatovať, že dôležitým faktorom pre elimináciu mikrovegetácie sú konzumenty zastúpené nielen prvokmi, ale aj viacerými mnohobunkovcami [3]. Z týchto organizmov sú v upravovanej vode prítomné najmä bezfarebné bičíkovce – Flagellata apochromatica, z ktorých je vo väčšom zastúpení *Anthophysa vegetans*. Obávaný parazit *Giardia lamblia* nebol zistený počas jeho sledovania vo vode nádrže [5]. Ostatní zástupcovia konzumentov sa vyskytujú vo vode z odberných horizontov len sporadicky a do upravenej vody neprechádzajú. Počas úpravy sú z nich separované nielen organizmy s väčšími rozmermi, a to perloočky – Cladocera s druhom *Bosmina longirostris* a *Daphnia longispina*, ale aj drobné meňavky – Amoebina s druhom *Dactylosphaerium vitraceum*. Pri rekonštrukcii úpravne je nutné brať do úvahy i baktérie s druhmi *Siderocapsa treubii*, *Siderocapsa coronata*

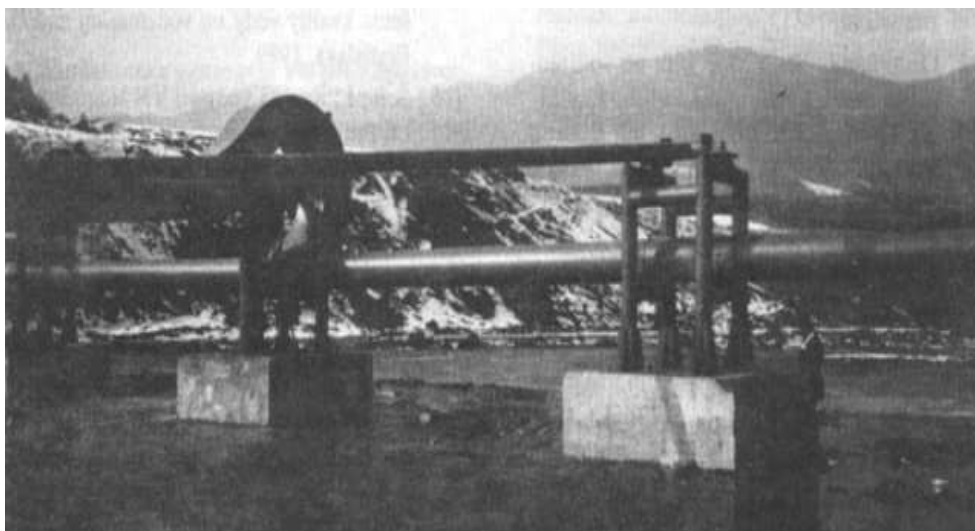
a *Siderobacter latum*. Výskyt týchto baktérií úzko súvisí s pribúdaním železa a mangánu v upravovanej vode. Na rozdiel od iných sledovaných baktérií, ktoré až na výnimočné stavy neprenikajú počas úpravy do upravenej vody, železité a mangánové baktérie nielenže sa vyskytujú v upravenej vode, ale aj vytvárajú okolo seba korozívne útvary a rôzne zhluky počas oxidácie železa. V týchto zhlukoch umožňujú prežívať niektorým organizmom, ktoré sa môžu postupne uvoľňovať, čo bolo zistené u spór mikromycét – *Alternaria* sp. Z preniknutých baktérií do upravenej vody počas výnimočných stavov upútali pozornosť tiež kokálne zelené sírne baktérie, ktoré spôsobili nazelenalé sfarbenie.

### **Opatrenia na vylepšenie kvality vody v VN Klenovec**

Pri riešení úpravy vody z vodárenskej nádrže je potrebné riešiť tiež zachovanie kvality vody vo vodárenskej nádrži. V niektorých prípadoch si totiž prevádzkou vodárenskej nádrže kvalitu vody zhoršujeme. Najhorším prípadom je energetické využívanie kvalitnej vody z odberného horizontu bez jej vodárenského využitia. Z hľadiska nadlepšovania kvality vody je nutné energeticky využívať vodu z dnového výustu v hypolimniu, kde má voda najmenší obsah kyslíka a najhoršiu kvalitu. Pri jalovom využívaní najkvalitnejšej vody z odberného horizontu sa totiž vo vodárenskej nádrži voda najhoršej kvality hromadí, čo má širokosiahle následky od zhoršenej kvality vody po zvýšenie eutrofizácie a hlavne urýchlenie nevratného starnutia vodárenskej nádrže.

Na Slovensku je v tomto prípade správne nadlepšovaná kvalita energetickým využitím z dnového výustu, napr. vo vodárenskej nádrži Málincec a vodárenskej nádrži Turček. Najhoršie je na tom momentálne vodárenská nádrž Klenovec, kde sa prevažne energeticky využíva najkvalitnejšia voda z odberného horizontu, pričom malá časť vody ide na vodárenské využitie a väčšia časť vody tečie jalovo do toku pod nádržou.

V prípadoch, kde prevádzkou vodárenskej nádrže nie je možné nadlepšovať kvalitu vody je niekedy vhodné nádrž prevzdušňovať, čo je jednak energeticky náročné a jednak je problém distribuovať prevzdušnenú vodu preč od miesta prevzdušnenia, najlepšie do celej vodárenskej nádrže. Zaujímavý spôsob, ktorý uvedené problémy rieši, sme navrhli a realizovali vo vodárenskej nádrži Málincec. Na prenos kyslíka do hypolimnia a potom jeho distribuovanie do celej vodárenskej nádrže slúži „voda inej teploty“, a to relatívne teplá, prirodzene prevzdušnená voda z hladiny z epilimnia, ktorá sa čerpá do hypolimnia, zmieša sa so studenou vodou, dotuje ju kyslíkom a výsledná zmiešaná voda má snahu sa zaradiť do svojej príslušnej teploty medzi hypolimniom a mezolimniom. Na nasledujúcom obr.2 je dnový rozvodný systém na dne vodárenskej nádrže Málincec.



**Obr. 2. Zariadenie na prevzdušňovanie hypolimnia – dnová časť**

### **Technológia úpravy vody – súčasná prevádzka**

Úpravňa vody Klenovec bola budovaná na dve etapy. Projektovaný výkon I.etapy je  $250 \text{ l.s}^{-1}$ . Výkon II. Etapy je  $215 \text{ l.s}^{-1}$ . V zásade ide o zrkadlový obraz. Na základe prevádzkových poznatkov boli v I. etape vybudované dve nádrže pomalého miešania. Súčasný výkon úpravne vody je cca  $110 \text{ l.s}^{-1}$ .

Z chemického hospodárstva je využívané len dávkovanie hlavného koagulantu – síranu hlinitého, hydrátu vápenatého a dezinfekčného chlóru. Hlavný koagulant je dávkovaný dávkovacím čerpadlom, hydrát vápenatý je dávkovaný suchým dávkovačom vápna. Pri dávkovaní vápna je využívaný neobvyklý spôsob zaústenia hydrátu vápenatého do vody. Roztok hydrátu je zaústený do jedného filtra I. etapy. Takto vzniká silná alkalická voda, ktorá sa cez filtračnú náplň dostáva do akumuláčnej nádrže upravenej vody. Ide o viac ako neobvyklý spôsob tlmenia agresivity. Podľa vyjadrenia prevádzkovateľa je to za súčasného stavu jediný možný spôsob tlmiť agresívne účinky upravenej vody.

### **Technológia úpravy vody – návrh modernizácie**

Žiaľ, na Slovensku sa úpravne vôd zatiaľ nemodernizovali a ani v najbližšej bezprostrednej budúcnosti sa neplánujú modernizovať. Pozornosť sa venuje zatiaľ len kvantite – zvyšovaniu percenta zásobovaných obyvateľov pitnou vodou, nie kvalite, t.j. bezpečnosti zásobovania a vlastnej kvalite pitnej vody.

Najbližšie k modernizácii je úpravňa vody Klenovec, hlavne čo sa týka potreby. Projektové práce sa však ešte nezačali a koncepcia technologickej zostavy ešte nie je uzavretá.

Zatiaľ sa uvažuje s alternatívami od optimalizácie klasickej technológie, ozonizácie a filtrácie na granulovanom aktívnom uhlí až po ultrafiltráciu. Jednoznačne je potrebné na úpravni vody Klenovec realizovať optimalizáciu prípravy suspenzie, a to homogenizácie, rýchleho miešania a pomalého miešania, ktoré sú dnes prakticky nefunkčné, napr. homogenizácia (obr.3) nie je žiadna.



**Obr. 3. Homogenizácia bez homogenizácie DN 700 mm**

Pred vlastnou investičnou akciou rekonštrukcie a modernizácie úpravne vody je nutné vykonať práce 0-tej etapy – optimalizáciu prípravy suspenzie, opravu najhorších filtrov, výmenu nefunkčných armatúr, aby úpravňa pitnej vody vôbec mohla byť prevádzkovaná.

### **Záver**

Úpravniam pitnej vody, ale i kvalite vody vo vodárenských nádržiach na Slovensku je potrebné na všetkých úrovniach venovať podstatne väčšiu pozornosť. Niekoľko desaťročí sú prevádzkované bez zásadnejších investícií, čo ohrozuje bezpečnosť zásobovania obyvateľov pitnou vodou.

### **Literatúra**

1. Viliam Šimko a kol.: Zabezpečenie ochrany kvality vody vo vodárenských nádržiach (Hriňová, Klenovec, Bukovec) z hľadiska rozvoja „VODNÉHO KVVETU“. Záverečná správa, VÚVH Bratislava, 1977.
2. Holobradá, M., Slugeň, P.: VN Klenovec – zníženie eutrofizácie a prehodnotenie vodohospodárskeho riešenia nádrže. Záverečná správa, VÚVH Bratislava, 1994.
3. Doc. RNDr. Igor Hudec, CSc.<sup>1)</sup>, Ing. Pavel Hucko, CSc.<sup>2)</sup>, Dana Miklisová<sup>1)</sup>, Emília Elexová<sup>2)</sup>, <sup>1)</sup> Ústav zoológie SAV Košice, <sup>2)</sup> VÚVH Bratislava : Vývoj zooplanktónu VN Klenovec v rokoch 1997 – 98. Zborník konferencie Pitná voda 1999, v Táboře, 1999.
4. Ing. Jozef Šolc, RNDr. Vlasta Onderíková, CSc. , Hydrotechnológia Bratislava s.r.o., Bratislava : Nový zdroj pitnej vody – VN Málinec. Sborník 3. konferencie Pitná voda z údolných nádrží 1995 (optimalizace kvality surové vody a úpravy pitné vody),v Táboře, 1995.
5. RNDr. Vlasta Onderíková, CSc. a kol., Hydrotechnologia Bratislava s.r.o., Bratislava : Giardia lamblia v zdrojoch pitných vôd. Správa, Bratislava, 1999.

6. Dpt. Viliam Šimko, RNDr. Vlasta Onderíková, CSc., Hydrotechnológia Bratislava s.r.o., Bratislava : Ochrana vodárenských nádrží Slovenska pred vonkajším znečistením. Sborník konferencie Pitná voda 2001, 6. pokračování konferencií Pitná voda z údolních nádrží, v Táboře, 2001.
7. Dpt. Viliam Šimko, Ing. Jozef Šolc, Hydrotechnológia Bratislava s.r.o., Bratislava : Klenovec – rekonštrukcia ÚV – Štúdia, Bratislava, 2005.