

MODERNIZÁCIA ÚPRAVNÍ POVRCHOVÝCH VÔD KLENOVEC A MÁLINEC

doc. Ing. Danka Barloková, PhD.¹⁾, doc. Ing. Ján Ilavský, PhD.¹⁾,
Ing. Jana Buchlovičová²⁾, Ing. Pavol Pelikán³⁾

¹⁾Katedra zdravotného a environmentálneho inžinierstva, SvF STU Bratislava, Radlinského 11,
813 68 Bratislava; jan.ilavsky@stuba.sk, danka.barlokova@stuba.sk

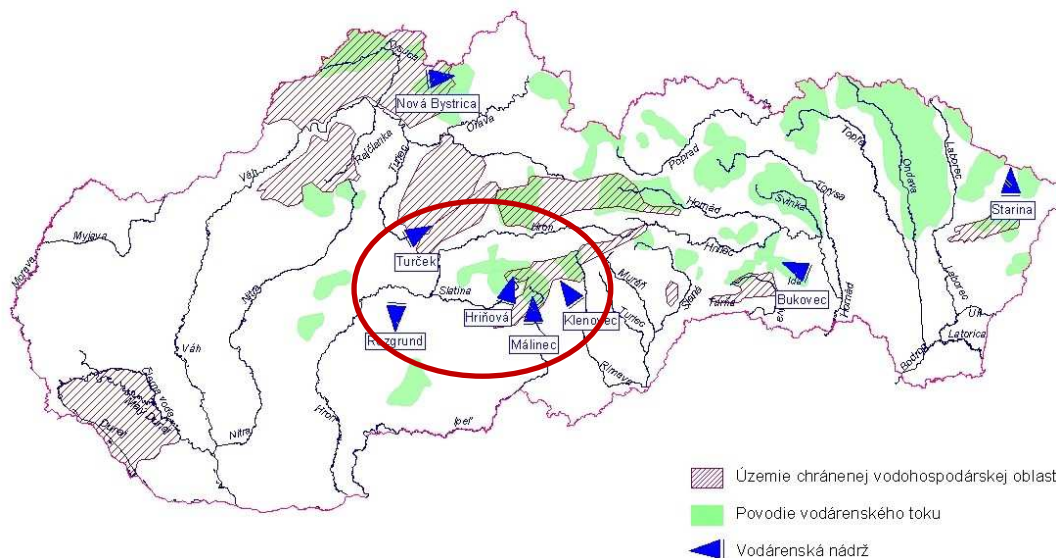
²⁾ Vodatím s.r.o., Zvolenská 27, 821 09 Bratislava; buchlovicova@vodatim.sk

³⁾ Enviroline, s.r.o., Františkánska 5, 040 01 Košice; pelikan@enviroline.sk

Úvod

Úpravňa vody Hriňová bola prvou úpravňou vody, ktorej technológia úpravy bola založená na princípe dvojstupňovej chemickej úpravy. Úpravňa vody bola uvedená do prevádzky v roku 1964. Následne boli v Stredoslovenskom kraji vybudované ďalšie úpravne upravujúce povrchové vody z vodárenských nádrží : Klenovec (1974), Turček (1979) a Málinec (1994).

CHRÁNENÉ VODOHOSPODÁRSKE OBLASTI, POVODIA VODÁRENSKÝCH TOKOV A VODÁRENSKÉ NÁDRŽE



© VÚVH Bratislava

Obr. 1. Mapa Slovenska s vyznačením vodárenských nádrží v stredoslovenskom Kraji

Tridsať až päťdesiatročná prevádzka sa zákonite podpísala na technickom stave jednotlivých zariadení. Tieto už nedokážu svojou opotrebovanosťou plniť neustále prísnejšie požiadavky súčasnosti, či už je to z hľadiska presnosti ale hlavne bezpečnosti výroby pitnej vody. Na nedostatočnej účinnosti technológie úpravy vody sa „podpísala“ i zmena kvality vo vodárenských nádržiach. O návrhu modernizácie niektorých z týchto úpravni rozhodli vyššie spomenuté fakty, ale i možnosť získať finančné prostriedky z Operačného programu MŽP SR „Kvalita životného prostredia“. V súčasnosti dostatočne veľké množstvá strojno-technologických zariadení, z ktorých je možné „vyskladať“ technologickú linku úpravy vody si vyžaduje pri návrhu modernizácie venovať viac ako dostatočnú pozornosť predprípravným prácam, ktorých funkciou je:

- o dokonalé poznanie súčasného stavu,
- o laboratórne overenie možných technologických zostáv úpravy vody,
- o poloprevádzkové overenie optimálnej technológie úpravy vody.

Len takto pripravené podklady pre projektanta sú zárukou návrhu, ktorý je optimálny z pohľadu technického a optimálny z pohľadu ekonomického.

Teoretické životnosti základných vodohospodárskych stavieb potrebné pre vytvorenie plánu financovania obnovy vodovodov alebo kanalizácií sú uvedené vo Vyhláške MŽP SR č. 262/2010 Z. z., ktorou sa ustanovuje obsah plánu obnovy verejného vodovodu, plánu verejnej kanalizácie a postup pri ich vypracúvaní. V tabuľke 1 sú uvedené priemerné životnosti objektov verejných vodovodov.

Tabuľka 1. Priemerná životnosť objektov a zariadení verejných vodovodov

Objekty verejných vodovodov	Priemerná životnosť
Odberné a záchytné objekty, privádzače	80 – 100 rokov
Úpravne vody, čerpace stanice	60 rokov – stavebné objekty 15 – 24 rokov – stroje a zariadenia 6 – 10 rokov – meranie a regulácia
Rozvodná vodovodná sieť	60 – 80 rokov

Pre porovnanie uvádzame teoretické životnosti objektov verejných vodovodov podľa vyhlášky MZ ČR (zemědělství) č. 120/2011:

- o privádzače a vodovodná sieť – 80 rokov,
- o úpravne vody, (prípadne zdroje) - 45 rokov.

V rámci poloprevádzkových skúšok v úpravniach vody Klenovec a Málinec boli odskúšané dve progresívne technológie úpravy vody - flotácia a membránová mikrofiltrácia, čo sú technológie v našich podmienkach získavania pitných vôd pre verejné zásobovanie nové technológie, ktoré však majú vzhľadom na zhoršujúcu sa kvalitu upravovaných povrchových vôd svoje opodstatnenie, či už z hľadiska technického ale aj ekonomického. Obidve úpravne vody upravujú akumulovanú vodu vo vodárenských nádržiach. Jedná sa o vodu mäkkú s výrazným hydrobiologickým oživením v určitom ročnom období.

Úpravňa vody Klenovec

Úpravňa vody Klenovec je v nepretržitej prevádzke už viac ako 40 rokov, zo štvorice úpravni vody, ktoré upravujú vody z podpolianskeho masívu akumulovanej vo vodárenských nádržiach sa odlišuje v dvoch zásadných veciach:

- akumulovaná voda je upravovaná jednostupňovou úpravou vody
- koagulant je síran hlinitý.

V porovnaní s ostatnými úpravňami sú s touto úpravňou vody najväčšie problémy. Na týchto má svoj podiel :

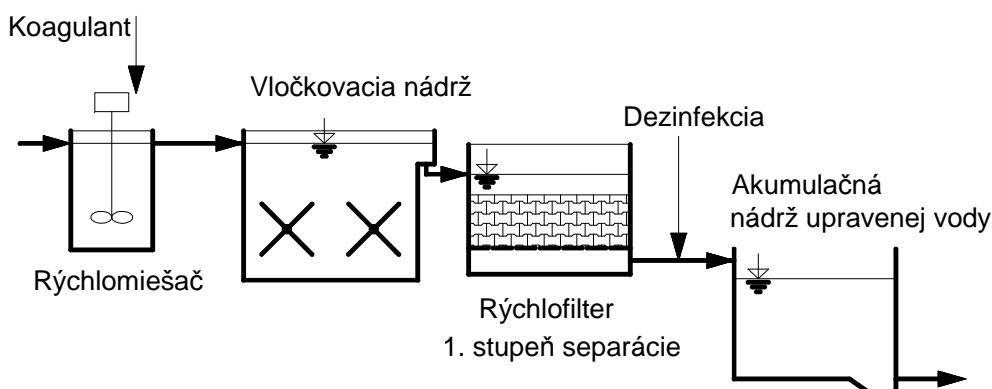
- technologická zostava,
- prakticky žiadna automatizácia,
- vývoj kvality vody v nádrži.

Kvalita vody odobieraná z vodárenskej nádrže sa mení a výrazne kolíše podľa zmeny ročných období, ktoré ovplyvňujú teplotu vody v nádrži a tá následne ovplyvňuje biologickú aktivitu, čím sa menia vstupné podmienky pre úpravu vody. Z hľadiska posúdenia fyzikálno-chemických ukazovateľov sa kvalita vody len mierne zhoršuje.

Výrazné zhoršenie kvality upravovanej vody z hydrobiologického hľadiska bolo zaznamenané v posledných rokoch, čo je dôsledkom i „starnutia“ nádrže. Živé organizmy sa do roku 2007 pohybovali v intervale 7 – 150 jedincov/ml, ojedinele boli namerané hodnoty 1500 jedincov.

V posledných rokoch v jarnom a jesennom období bola zistená prítomnosť až 15000 jedincov/ml, počas poloprevádzkových skúšok dokonca do 20000 jedincov/ml.

Pri uvedených parametroch surovej vody zvlášť v „oživení“, je úprava vody pri súčasnej jednostupňovej úprave vody už problémová. Koagulácia nie je dostatočná, tvorba vločiek je síce rýchlejšia, ale s nedostatočným viazaním živých organizmov, ktoré je problematické zachytiť v separačnej časti technológie úpravy vody. Vysoké oživenie sa prejavuje aj po filtrácii, ktorá spolu s koaguláciou bez usadzovania nie je dostatočná. Na obrázku 2 je schematicky zobrazená jednostupňová úprava vody.



Obr. 2. Jednostupňová schéma úpravy vody

Vo vyhláške MŽP SR 636/2004 Z. z., ktorou sa ustanovujú požiadavky na kvalitu surovej vody a na sledovanie kvality vody vo verejných vodovodoch, sú stanovené požiadavky na kvalitu surovej vody a hraničné hodnoty ukazovateľov kvality vody pre jednotlivé kategórie štandardných metód úpravy surovej vody na pitnú vodu. Na základe mikrobiologických a biologických ukazovateľov, podľa počtu živých organizmov je voda s počtom 3000 jedincov v ml zaradená do kategórie A2 a s počtom jedincov 10 000 do kategórie A3, čo vyžaduje jednoznačne dvojestupňovú úpravu vody.

Poloprevádzkové skúšky

Pre návrh modernizácie úpravne vody Klenovec, poloprevádzkové skúšky boli zamerané na:

a) **potrebu doplnenia I. technologického stupňa separácie** suspenzie. Odkúšaná bola možnosť

- usadzovania v lamelových usadzovacích nádržiach a
- flotácie.

b) **zvýšenie účinnosti II. technologického stupňa separácie** suspenzie bolo zamerané na

- filtráciu - výber vhodného filtračného materiálu
- overenie membránovej mikrofiltrácie

Na základe výsledkov získaných z tejto časti poloprevádzkových skúšok bola pre modernizáciu úpravne vody – **prvého separačného stupňa navrhnutá flotácia**.

V rámci poloprevádzkových skúšok overenia optimálnej filtračnej náplne boli použité nasledovné filtračné materiály:

- Filter F1: piesok zrnitosti 0,5 – 1,0 mm, antracit zrnitosti 0,8 – 2,5 mm
- Filter F2: piesok z prevádzkového filtra z úpravne vody
- Filter F3: Filtralite Mono-Multi zrnitosti 0,8 – 1,6 mm (HC) a 1,5 – 2,5 mm (NC).

Ako je už uvedené okrem možnosti optimalizácie filtračnej náplne bola v ÚV Klenovec poloprevádzkovo overená i membránová mikrofiltrácia. Úprava touto technológiou bola

overená s hlinitým, železitým koagulantom a bez koagulantu. Počas skúšok bola surová voda po fyzikálno-chemickej stránke pomerne čistá, ale po biologickej bolo veľmi vysoké oživenie (až 15 000 jed./ml). Neboli namerané takmer žiadne rozdiely v aplikácii rozdielnych koagulantov a účinnosť technológie bola vynikajúca.

Projekt modernizácie:

Modernizácia úpravne vody Klenovec sa v prevažnej väčšine bude realizovať v priestoroch pôvodnej 1. etapy výstavby. Navrhnutá je dvojstupňová úprava vody. Prvý separačný stupeň bude riešený flotáciou v dvoch flotačných jednotkách so vzostupnou rýchlosťou 8-10 m/hod. Flotácia bude v prevádzke v čase zhoršenej kvality pritekajúcej vody z VN Klenovec. Predpokladaný čas prevádzky flotačných jednotiek je cca 30% z roku, čo približne zodpovedá dobe zhoršenej kvality surovej vody. Flotačné jednotky vzniknú úpravou šiestich filtrov 1. etapy s následným predelením na polovicu a vloženie zariadenia flotácie do týchto priestorov. Ako ďalší separačný stupeň sú navrhnuté dve membránové mikrofiltračné jednotky, ktoré budú v trvalej prevádzke. To znamená, že väčšinu roka bude úpravňa prevádzkovať jeden separačný stupeň- membránovú mikrofiltráciu a v prípadoch zhoršenej kvality surovej vody v nádrži budú v prevádzke obidva separačné stupne – flotácia i membránová mikrofiltrácia. Tieto membránové jednotky budú inštalované v priestoroch terajšej čerpacej stanice.

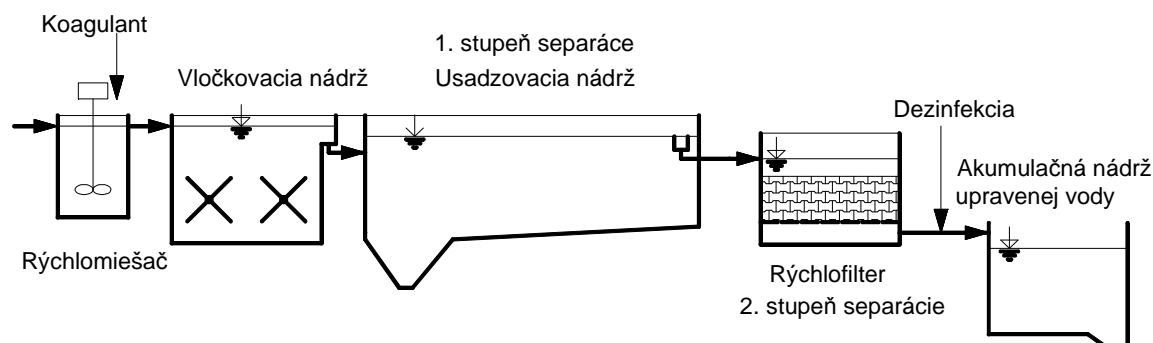
Pre prevádzku dvojstupňovej úpravy vody bolo potrebné navrhnuť medziakumuláciu, ktorá vznikne v trojici filtrov I. etapy. Na zvyšných troch filtroch bude pôvodné medzidno nahradené drenážnym systémom. V týchto filtroch bude možné ako náplň použiť buď granulované aktívne uhlie, alebo náplň polovypáleného dolomitu.

Kompletná modernizácia bude realizovaná aj v rámci chemického, vápenného a kalového hospodárstva. V rámci chemického hospodárstva bude zriadené nové skladovanie a dávkovanie hlavného koagulantu a CO₂, príprava a dávkovanie manganistanu draselného, pomocného koagulantu a aktívneho uhlia. Vápenné hospodárstvo bude pozostávať zo skladovania vápna, prípravy a dávkovania vápenného mlieka a prípravy a dávkovania vápenej vody. Ako hygienické zabezpečenie vody je navrhnuté dávkovanie chlórdioxidu a ÚV žiarenie.

V kalovom hospodárstve budú využívané jestvujúce usadzovacie nádrže použitých pracích vôd a navrhnutá je inštalácia komorového kalolisu. Vymedzením priestoru v suteréne 1. etapy vznikne nová čerpacia stanica na úrovni dna akumulácií (2ks 1. etapa + 2ks 2. etapa). V úpravni sa zriadi nový systém automatizácie, merania a riadenia technologických procesov. Všetky rozvody budú vymenené za nerezové/PP/PE/gumené hadice. Rozvody budú umiestnené tak, aby neboli prekážkou obsluhu a aby nedochádzalo ku križovaniu komunikačného priestoru. Umiestnenie armatúr bolo zvolené tak, aby k nim obsluha mala bezproblémový prístup. Vo všetkých súvisiacich objektoch bude realizovaná modernizácia stavebnej časti ako aj elektroinštalácií a vzduchotechniky. Veľkým prínosom navrhutej technologickej zostavy je modernizovaná technológia úpravy vody umiestnená v pôvodnom objekte I. etapy.

Úpravňa vody Málinec

Úpravňa vody Málinec bola v roku 1994 uvedená do skúšobnej prevádzky a v roku 1997 do trvalej prevádzky. Dôvodom pre tak dlhú skúšobnú prevádzku bola skutočnosť riešenia väčších i veľkých nedostatkov súvisiacich s technologickým procesom úpravy vody. Zdrojom surovej vody bola rieka Ipeľ. Prehradením údolia rieky Ipeľ bola vybudovaná vodárenská nádrž, z ktorej surová voda do úpravne vody priteká gravitačne. Na základe technologických skúšok, ktoré boli vykonané z voľného toku bola navrhnutá dvojstupňová úprava vody. Jednoduchá schéma dvojstupňovej úpravy je na obrázku 3.



Obr. 3. Dvojstupňová schéma úpravy vody

Hlavným koagulantom bol a aj v súčasnosti je síran železitý. Predmetná úpravňa vody je v súčasnosti navrhnutá s technológiou dvojstupňovej úpravy vody pozostávajúcej z filtrácie na pieskových filtroch a usadzovania. Pri poloprevádzkových skúškach bolo potvrdené, že tento spôsob úpravy vody je správny, avšak nie úplne efektívny i napriek tomu, že táto úpravňa v porovnaní s ostatnými úpravňami vybudovanými v tomto kraji je najmladšia.

Poloprevádzkové skúšky

Rovnaké skúšky ako na Klenovci boli vykonané aj na úpravni vody Málinec, okrem membránovej mikrofiltrácie, ktorá v tejto úpravni odskúšaná nebola. I v prípade upravovanej vody v ÚV Málinec oživenie spôsobuje problémy v technologickom procese získať kvalitnú pitnú vodu.

Pre návrh modernizácie úpravne, poloprevádzkové skúšky boli zamerané na zvýšenie účinnosti jednotlivých procesov:

- I. technologického stupňa – príprava a separácia suspenzie – flotácia, lamelové usadzovacie nádrže a
- II. technologického stupňa separácie suspenzie z vody– výber vhodného filtračného materiálu.

Vzhľadom k tomu, že v priebehu prevádzkovania úpravne boli dosahované dobré výsledky so železitým koagulantom, poloprevádzkové skúšky sa vykonali len so železitým koagulantom PIX-113.

Pre výber vhodného filtračného materiálu boli použité tri modelové kolóny naplnené rôznymi materiálmi:

Filter F1: piesok zrnitosti 0,5 – 1,0 mm, antracit zrnitosti 0,8 – 2,5 mm

Filter F2: piesok zrnitosti 0,5 – 1,0 mm, kalcinovaný antracit AKII zrnitosti 0,8 – 2,5 mm, (jedná sa o nový výrobok na trhu dodávaný pod obchodným názvom CARBOZIAR)

Filter F3: filtralite zrnitosti 0,8 – 1,6 mm, filtralite zrnitosti 1,5 – 2,5 mm.

Na základe výsledkov získaných z poloprevádzkových meraní bola navrhnutá pre filtre kombinácia materiálov:

kremitý piesok zrnitosti 1,0 - 1,6 mm, výška vrstvy 10 cm

kremitý piesok zrnitosti 0,5 - 1,0 mm, výška vrstvy 70 cm

antracit zrnitosti 1,0 - 2,0 mm, výška vrstvy 70 cm.

Výsledky poloprevádzkových skúšok boli podkladom k realizácii projektu modernizácie úpravne vody.

Projekt modernizácie - úpravňa vody Málinec

Súčasný pomalý miešanie prebiehajúce za pomoci dierovaných stien bude nahradené novými zariadeniami - pomalochodnými pádlovými miešadlami. Ako prvý stupeň úpravy bude usadzovanie v lamelových usadzovacích nádržiach s dnovým zhrabovaním kalu. Druhým

separačným stupňom úpravy vody bude filtrácia na dvojmateriálových filtroch v zložení filtračný piesok a vodárenský antracit. Súčasné filtračné medzidná budú nahradené drenážnym systémom. V úpravni sú k dispozícii dva rady filtrov, každý rad pozostáva zo štyroch filtrov. V rámci modernizácie každý rad bude mať tri filtre s dvojmateriálovou náplňou a jeden (štvrtý) filter s náplňou granulovaného aktívneho uhlia.

Kompletná modernizácia bude realizovaná aj v rámci chemického a vápenného hospodárstva, ako aj kalového hospodárstva. V rámci chemického hospodárstva bude zriadené nové skladovanie a dávkovanie hlavného koagulantu a CO₂, príprava a dávkovanie manganistanu draselného, pomocného koagulantu a aktívneho uhlia. Vápenné hospodárstvo bude pozostávať zo skladovania vápna, prípravy a dávkovania vápenného mlieka a prípravy a dávkovania vápennej vody. Na hygienické zabezpečenie vody je navrhnuté UV žiarenie a dávkovanie plynného chlóru a síranu amónneho.

Rovnako ako v prípade kalového hospodárstva v úpravni vody Klenovec i tu budú využívané jestvujúce usadzovacie nádrže použitých pracích vôd a navrhnutá je inštalácia komorového kalolisu. Tu je nutné podotknúť, že terajšie priestory chemického a kalového hospodárstva sa odstavajú z činnosti. A po modernizácii budú umiestnené v priestoroch jednej z nepoužívaných usadzovacích nádrží, priestor tejto nádrže bude stavebne oddelený od zvyšku technologických zostáv úpravy vody, takto sa zmenšia vzdialenosti pre dávkovanie jednotlivých chemikálií a klesnú aj náklady na prevádzku priestorov.

Zariadenia čerpacej stanice budú tak isto modernizované. Voda sa bude akumulovať v jestvujúcej akumulácii upravenej vody. V úpravni sa zriadi nový systém automatizácie, merania a riadenia technologických procesov. Všetky rozvody budú vymenené za nerezové/PP/PE/gumené hadice. Pozornosť sme zvlášť kládli na umiestnenie rozvodov, tak aby neboli prekážkou obsluhu a aby nedochádzalo ku križovaniu komunikačného priestoru. Pri armatúrach bolo ich umiestnenie zvolené tak, aby k nim obsluha mala bezproblémový prístup. Vo všetkých súvisiacich objektoch bude realizovaná modernizácia stavebnej časti, elektroinštalácií a vzduchotechniky.

Záver

Modernizácia úpravni vôd Klenovec a Málinec si vyžaduje dokonalú predprojektovú prípravu, audit súčasného stavu a poloprevádzkové overenie navrhovaných zariadení. Všetky tieto kroky už boli urobené, projekt modernizácie je ukončený, sú pripravené podklady pre stavebné konanie a toto je príslušnými úradmi i vydané. Cieľom modernizácie je zaradenie najvhodnejších progresívnych technológií do linky úpravy vody, lepšie podmienky pre prevádzkovanie a riadenie samotných procesov úpravy vody a monitoring niektorých parametrov kvality vody počas úpravy vody. Modernizácia je navrhnutá na ďalších 30-35 rokov prevádzky, zahrňujúc meniacu sa kvalitu vody na vstupe do úpravne vody. Všetci veríme, že sa realizácia navrhovanej modernizácie uskutoční v čo najkratšom čase a potvrdí opodstatnenosť a správnosť navrhnutých technológií z hľadiska kvality pitnej vody.

Pod'akovanie

Článok bol pripravený za finančnej podpory projektu VEGA 01/0400/15.

Literatúra

- Buchlovičová, J.: Laboratórne a poloprevádzkové skúšky - podklad pre modernizáciu úpravni vôd, In: *Nové trendy v oblasti úpravy pitnej vody*, 2014, Štrbské Pleso, ISBN 978-80-971272-2-0, str. 47-56.
- Pelikán P., Buchlovičová, J.: Modernizácia úpravni vôd v Slovenskej republike, In: *Voda Zlín 2016*, 16. – 18. 3. 2016, Zlín, ISBN 978-80-905716-2-4, str. 47-52.
- Barloková, D., Ilavský, J., Buchlovičová, J.: Porovnanie skúšok poloprevádzkových zariadení pri použití flotácie, lamelovej usadzovacej nádrže a mikrofiltrácie na ÚV Klenovec a ÚV Málinec. In: *Nové trendy v oblasti úpravy pitnej vody*, 2014, Štrbské Pleso, ISBN 978-80-971272-2-0, str.57-68.