

Poloprevádzkové hodnotenie vplyvu kvality vody na vybrané materiály prichádzajúce do styku s pitnou vodou

Ing. Karol Munka, PhD., Ing. Monika Karácsonyová, Ing. Ľuboslav Gajdoš
Výskumný ústav vodného hospodárstva Bratislava

Úvod

Pitná voda v distribučnom systéme podlieha mnohým fyzikálno-chemickým zmenám, ktoré v značnej miere môžu negatívne ovplyvniť jej kvalitu. Rozsah a intenzita týchto zmien závisí od spôsobu prevádzkovania rozvodného systému, ale predovšetkým od kvality dopravovanej vody, pričom sa na nich významným spôsobom podieľa aj vzájomná interakcia medzi vodou a materiálom potrubia.

Každý materiál používaný na výrobu, distribúciu a balenie pitnej vody podlieha legislatívnym predpisom. Ich cieľom je obmedzenie rizika negatívneho ovplyvnenia zdravotného stavu obyvateľstva v dôsledku konzumácie pitnej vody. Základnou požiadavkou týchto predpisov je, aby materiál, výrobky a technológie používané na úpravu, akumuláciu a rozvod pitnej vody neznižovali jej kvalitatívne vlastnosti stanovené v príslušných normách a vyhláškach pre pitnú vodu. Materiál určený na kontakt s pitnou vodou nesmie obsahovať patogénne alebo vybrané podmienené patogénne mikroorganizmy a nesmie byť zdrojom mikrobiálneho alebo iného znečistenia pitnej vody. Materiály okrem toho nesmú negatívne ovplyvňovať kvalitu pitnej vody, jej senzorické vlastnosti ako aj biologickú hodnotu.

Hodnotenie materiálov prichádzajúcich do styku s pitnou vodou

Hodnotenie materiálov prichádzajúcich do styku s pitnou vodou vychádza z modelových migračných skúšok, pri ktorých sa na posudzovaný materiál pôsobí vodou, ktorá spĺňa predpísané kritéria, pri určitej teplote a konštantnom pomere objemu vody k povrchu testovaného materiálu. Doba trvania migračných skúšok sa volí podľa predpokladaného kontaktu materiálu s pitnou vodou pri reálnych podmienkach, pri krátkodobom kontakte nie dlhšie ako 24 hodín. Migračné skúšky sa obyčajne robia 3-krát po sebe z tej istej vzorky, aby bolo možné sledovať migráciu kontaminantov v závislosti na čase. Okrem požadovanej kvality vody (deionizovaná alebo demineralizovaná) sa používa aj pitná voda napr. pri testovaní filtračných systémov. V takýchto prípadoch je testovaný systém pripojený na zdroj pitnej vody a na vyšetrenie je odobratá vzorka vody (vodný výluh) pretečená systémom ako za reálnych podmienok. Sleduje sa vplyv materiálov systému na ukazovatele kvality pitnej vody, pričom vodné výluhy z týchto modelových skúšok sú spracované analyticky.

Poloprevádzkové hodnotenie vplyvu kvality vody na vybrané materiály

Pri distribúcii pitnej vody zohráva významnú úlohu životnosť používaných materiálov. Jediná metóda, ktorá sa používa na určenie životnosti oceleového a liatinového potrubia, je založená na stanovení koróznej rýchlosti medzi 30. a 365. dňom expozície (korózna rýchlosť-odhad životnosti potrubia). Na objektívne stanovenie životnosti potrubia, a teda aj na posúdenie vplyvu vody na materiál rozvodného systému, sú potrebné dlhšie expozičné časy. Na základe migračných skúšok nie je

možné vyhodnotiť životnosť materiálov a dlhodobejšie vzájomné pôsobenie vody a materiálu potrubia, najmä, ak nie sú zohľadnené reálne podmienky prevádzky. Vychádzajúc z tejto skutočnosti, bolo uskutočnené poloprevádzkové hodnotenie vplyvu kvality vody na vybrané druhy materiálov, pričom doby expozícií sa pohybovali v rozmedzí 210-426 dní. Na hodnotenie boli vybrané tieto materiály: oceľ, liatina, polyetylén a polypropylén. Na poloprevádzkové hodnotenie sa použili rovnaké zariadenia ako na hodnotenie agresívnych vlastností vody (korózne skúšky).

Na poloprevádzkové hodnotenie vplyvu kvality vody na uvedené materiály boli vybrané skupinovú vodovody Nová Bystrica-Čadca-Žilina a Hriňová-Lučenec-Fiľakovo s vetvou na Detvu. Tieto skupinovú vodovody sa odlišovali jednak kvalitou dopravovanej pitnej vody ako aj spôsobom zdravotného zabezpečenia (chlórdioxid resp. chlóramonizácia). Na SKV Nová Bystrica-Čadca-Žilina boli zariadenia osadené na odtoku z VDJ v ÚV Nová Bystrica a vo VDJ Považský Chlmec. Na SKV Hriňová-Lučenec-Fiľakovo s vetvou na Detvu bol vybraný VDJ v ÚV Hriňová a VDJ Ľuboreč. Poloprevádzkové hodnotenie pre každý materiál prebiehalo pri dvoch rôznych expozičných dobách, ktoré sa pohybovali v rozmedzí 210 až 426 dní.

Na SKV Nová Bystrica-Čadca-Žilina bolo hodnotenie materiálov vykonané nasledovne:

oceľ: doba expozície 216 a 426 dní
liatina: doba expozície 210 a 328 dní
polyetylén: doba expozície 210 a 328 dní
polypropylén: doba expozície 210 a 328 dní.

Na SKV Hriňová-Lučenec-Fiľakovo s vetvou na Detvu bolo hodnotenie materiálov vykonané nasledovne:

oceľ: doba expozície 238 a 363 dní
liatina: doba expozície 238 a 363 dní
polyetylén: doba expozície 238 a 363 dní
polypropylén: doba expozície 238 a 363 dní.

Hodnotenie interakcie medzi vodou a materiálom bolo urobené na základe stanovenia expozičného úbytku podľa vzťahu:

$$m_K = m_0 - m_{BU}$$

m_0 - hmotnosť skúšobného etalónu pred exponovaním

m_{BU} - hmotnosť skúšobného etalónu po exponovaní (bez usadenín)

m_K - hmotnostný expozičný úbytok.

Skúšobné etalóny po expozícii boli spracované podľa postupu uvedeného v prílohe A, STN 75 7151 Kvalita vody. Požiadavky na kvalitu vody dopravovanej potrubím. Expozičný úbytok charakterizuje odolnosť materiálu voči pôsobeniu vody. V príspevku je uvedené vyhodnotenie na základe expozičných úbytkov vzťahovaných na hmotnosť skúšobných etalónov pred expozíciou a vyjadrené v percentách (percentuálne expozičné úbytky) podľa vzťahu:

$$m_K(\%) = [(m_0 - m_{BU})/m_0] \cdot 100 \%$$

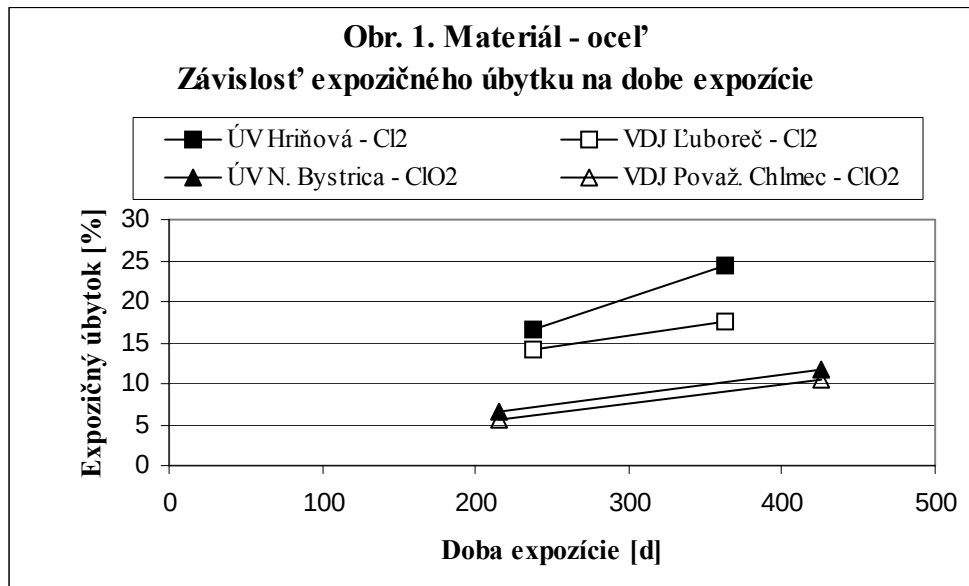
Kvalita vody v sledovaných odberných miestach skupinových vodovodov

SKV Nová Bystrica-Čadca-Žilina

Počas poloprevádzkového hodnotenia vplyvu kvality vody na vybrané materiály sa hodnoty pH v sledovaných odberných miestach tohto skupinového vodovodu pohybovali v rozsahu 7,40-8,00; $\text{KNK}_{4,5}$ 1,45-2,00 mmol/l a koncentrácie vápnika 30-40 mg/l. Teplota vody v závislosti od ročného obdobia dosahovala 3,7-9,2°C. Pre dopravovanú vodu z ÚV Nová Bystrica bol charakteristický nízky obsah organických látok (CHSK_{Mn} 1,1-1,7 mg/l), dusičnanov (2,1-3,6 mg/l), chloridov (1,0-6,4 mg/l) a síranov (18-25 mg/l). V priebehu tohto obdobia sa koncentrácie železa pohybovali pod 0,1 mg/l, mangán (< 0,06 mg/l), amonné ióny (< 0,07 mg/l), zákal (< 1,0 ZF) a dusitany (< 0,01 mg/l). Koncentrácie chlórdioxidu v tomto období sa na vstupe do SKV pohybovali v rozsahu 0,20-0,50 mg/l a vo VDJ Považský Chlmec boli stanovované koncentrácie nižšie ako 0,02 mg/l, pričom len pri jednom odbere bola stanovená koncentrácia 0,05 mg/l.

SKV Hriňová-Lučenec-Fil'akovo s vetvou na Detvu

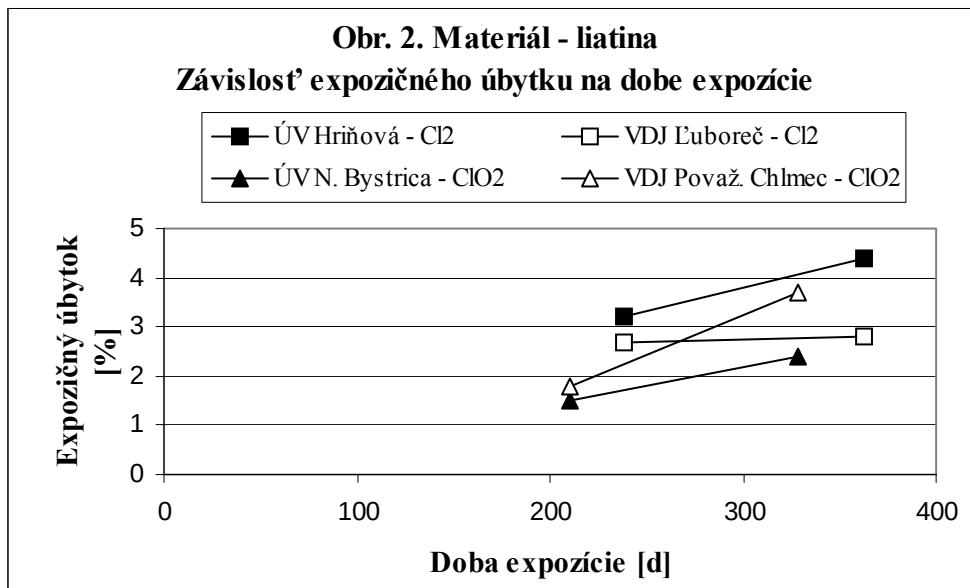
Voda z vodárenskej nádrže Hriňová v porovnaní s vodou z vodárenskej nádrže Nová Bystrica z pohľadu požiadaviek na kvalitu vody pri doprave, odlišovala sa predovšetkým nízkou mineralizáciou, nízkou alkalitou (0,35-0,60 mmol/l) ako aj nízkym obsahom vápnika (13-23 mg/l). Hodnoty pH v sledovaných odberných miestach dosahovali úroveň 6,50-8,80; teplota vody 3,3-16,4°C; CHSK_{Mn} 1,1-2,2 mg/l; železo 0,05-0,50 mg/l; mangán 0,03-0,09 mg/l; amonné ióny 0,05-0,28 mg/l; dusitany 0,01-0,16 mg/l; dusičnany 4,4-7,9 mg/l; chloridy 1,0-4,3 mg/l a sírany 31-38 mg/l. Koncentrácie chlóru na odtoku z ÚV Hriňová sa počas sledovaného obdobia pohybovali v rozsahu 0,11-0,21 mg/l a vo VDJ Ľuboreč 0,02-0,05 mg/l.



Vyhodnotenie vplyvu kvality vody na materiály exponované v SKV Hriňová-Lučenec-Fil'akovo s vetvou na Detvu

Z výsledkov poloprevádzkového hodnotenia vplyvu kvality vody na vybrané materiály jednoznačne vyplynulo, že najväčšie agresívne účinky mala táto voda na oceľ. Pri 238-dňovej expozícii na ÚV Hriňová bol expozičný úbytok pre oceľ 16,5 % a po ročnej expozícii až 24,5 %. Pre liatinu boli stanovované podstatne nižšie hodnoty, a to 3,2 %

resp. 4,4 %. Najmenší vplyv bol pozorovaný na plastické látky polyetylén a polypropylén, pri ktorých sa expozičné úbytky pohybovali na úrovni len 0,04-0,05 %, prakticky bez zmeny expozičného úbytku vzhľadom na dobu expozície (obr.1-4).

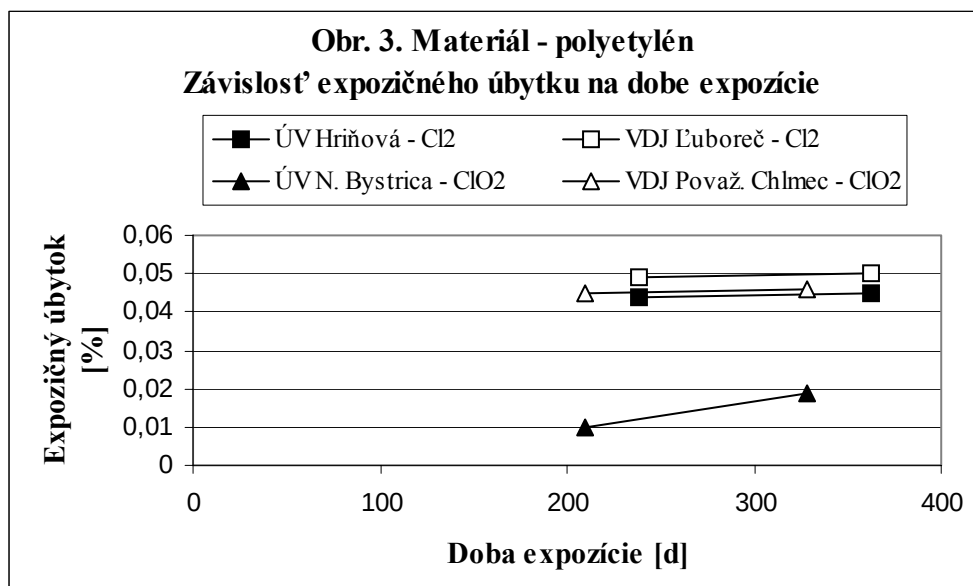


Vo VDJ Ľuboreč boli pre oceľ a liatinu stanovené nižšie expozičné úbytky ako pre etalóny, ktoré boli exponované v ÚV Hriňová. Pre dobu expozície 238 resp. 363 dní dosahoval expozičný úbytok pre oceľ 14,2 % resp. 17,6 % a pre liatinu 2,7 % resp. 2,8 %. Pre polyetylén boli stanovené rovnaké expozičné úbytky ako v ÚV Hriňová t.j. 0,05 %, ale pre polypropylén len 0,002-0,003 %. Rovnako ako v ÚV Hriňová, tak aj vo VDJ Ľuboreč neboli pre plastické látky pozorované žiadne zmeny v expozičných úbytkoch v závislosti od doby expozície (obr.1-4).

Rozdiely v expozičných úbytkoch pre oceľ medzi ÚV Hriňová a VDJ Ľuboreč pre rovnaké doby expozície boli spôsobené predovšetkým rozdielnou koncentráciou chlóru, nakoľko k významnejším zmenám v kvalite vody nedochádzalo. Diferencie v expozičných úbytkoch v dôsledku pôsobenia rozdielnych koncentrácií chlóru na oceľ predstavovali pri dobe expozície 238 dní orientačne cca 3-5 %, pri ročnej expozícii cca 5-7 %. U liatiny sa neprejavila agresivita vody vyššie uvedenej kvality v takej výraznej miere ako pri oceli.

Vyhodnotenie vplyvu kvality vody na materiály exponované v SKV Nová Bystrica-Čadca-Žilina

Rovnako ako pri hodnotení vplyvu kvality vody na materiály v SKV Hriňová-Lučenec-Fiľakovo s vetvou na Detvu, bolo aj v tomto SKV zistené, že najväčšie agresívne účinky mala voda na oceľ. Pri 210-dňovej expozícii v ÚV Nová Bystrica bol expozičný úbytok pre oceľ 6,7 % a pri 328-dňovej expozícii 11,8 %. Pre liatinu boli stanovené podstatne nižšie hodnoty expozičných úbytkov, a to 1,5 % resp. 2,4 %. Jednoznačne najmenší vplyv bol pozorovaný na plastické látky. Pre polyetylén dosahovali expozičné úbytky 0,01-0,02 %, ale pre polypropylén len 0,001 % (obr.1-4).



Vo VDJ Považský Chlmec boli pre ocel' stanovené o 1 % nižšie expozičné úbytky ako v ÚV Nová Bystrica (5,7 % resp. 10,5 %). Vo VDJ Považský Chlmec však boli stanovené vyššie expozičné úbytky pre liatinu (1,8 % resp. 3,7 %) ako v ÚV Nová Bystrica (1,5 % resp. 2,4 %), a to aj napriek tomu, že vo VDJ Považský Chlmec boli zaznamenané podstatne nižšie koncentrácie chlórdioxidu ako v ÚV Nová Bystrica. Pre polyetylén boli stanovené expozičné úbytky 0,05 %, ale pre polypropylén len do 0,02 %. Pre plastické látky bolo vo VDJ Považský Chlmec zaznamenané zvýšenie expozičných úbytkov ako v ÚV Nová Bystrica (obr.1-4).

Porovnanie vplyvu rôznej kvality vody na vybrané materiály exponované v sledovaných SKV

Zo vzájomného porovnania výsledkov získaných pri poloprevádzkovom hodnotení vplyvu kvality vody na vybrané materiály vyplynulo:

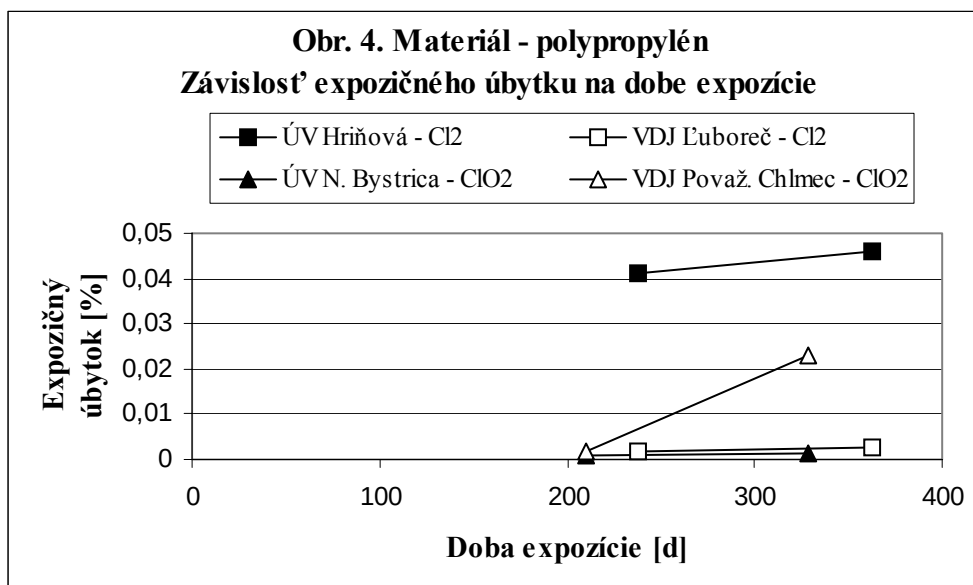
Vplyv kvality vody na ocel'

Pre ocel' boli zaznamenané najväčšie expozičné úbytky v oboch SKV. Pri expozícii 216 resp. 238 dní v ÚV Nová Bystrica bol expozičný úbytok 6,7 % a vo VDJ Považský Chlmec 5,7 %. Mäkká voda dopravovaná z ÚV Hriňová sa vo výraznejšej miere pri rovnakej dobe expozície prejavila na expozičných úbytkoch ocele, keď v ÚV Hriňová dosahovali 16,5 % a vo VDJ Ľuboreč 14,2 %. Pri dobe expozície 426 dní bol expozičný úbytok ocele v ÚV Nová Bystrica 11,8 % a vo VDJ Považský Chlmec 10,5 %. Pri dobe expozície 363 dní bol expozičný úbytok pre ocel' v ÚV Hriňová až 24,5 % a vo VDJ Ľuboreč 17,6 %. Ako možno pozorovať expozičný úbytok pre ocel' v ÚV Nová Bystrica aj pre dobu expozície dlhšiu o 2 mesiace, nedosahoval ani 50 % hodnoty expozičného úbytku v ÚV Hriňová.

Vplyv kvality vody na liatinu

Pre liatinu boli zaznamenané v expozičných úbytkoch menšie rozdiely medzi sledovanými SKV, ale aj v rámci samotných SKV. Pre dobu expozície 210 dní bol expozičný úbytok v ÚV Nová Bystrica 1,5 %, ale vo VDJ Považský Chlmec mierne zvýšená hodnota 1,8 %. Tento trend sa potvrdil aj pri dobe expozície 328 dní; keď expozičný úbytok dosahoval 2,4 % resp. 3,7 %. V ÚV Hriňová pre dobu expozície 210

dní bol expozičný úbytok pre liatinu 3,2 %, ale vo VDJ Ľuboreč 2,7 % a pri dobe expozície 363 dní 4,4 % resp. 2,8 %.



Vplyv kvality vody na polyetylén

Pre polyetylén bolo charakteristické, že expozičné úbytky boli takmer rovnaké a pohybovali sa na úrovni 0,05 %, bez ohľadu na kvalitu vody a na dobu expozície. Len v ÚV Nová Bystrica boli zaznamenané expozičné úbytky 0,01-0,02 %.

Vplyv kvality vody na polypropylén

S polypropylénom sa dosiahli podobné výsledky ako s polyetylénom, pričom rozdiel bol iba v tom, že pri polypropyléne sa dosahovali nižšie expozičné úbytky vo VDJ Ľuboreč, VDJ Považský Chlmec a ÚV Nová Bystrica (menej ako 0,02 %).

Záver

Z poloprevádzkového hodnotenia vplyvu kvality vody na vybrané materiály celkom jednoznačne vyplynulo, že najmenej vhodným materiálom podliehajúcim v najväčšej miere korózii je oceľ. V priebehu ročnej expozície oceľových etalónov exponovaných v ÚV Hriňová skorodovalo takmer 25 % materiálu. Podstatne nižšia agresivita vody sa prejavila na oceli pri kontakte s vodou v SKV Nová Bystrica-Čadca-Žilina, aj keď bola zdravotne zabezpečená chlórdioxidom.

Na základe výsledkov poloprevádzkového hodnotenia vplyvu kvality vody na vybrané materiály ako aj výsledky korózných skúšok možno konštatovať, že pre distribúciu vody z ÚV Hriňová nie je vhodné používať oceľové potrubie. Mäkká voda atakuje aj cementové potrubie (azbestocement a sokoman). Vysoká korózia oceľového potrubia tento typ rúr vylučuje. Pre tento typ vôd sa ukazuje ako najvhodnejší materiál liatina s vnútornou ochranou z plastických materiálov. Pri výmenách alebo rekonštrukciách rozvodných systémov v tomto SKV možno odporučiť ako pasívnu ochranu použitie takto upravených liatinových rúr, pretože tie aj po prípadnej poruche alebo poškodení vnútornej ochrany, majú v takýchto vodách najväčšiu životnosť.