

Vplyv vodojemov na kvalitu vody v skupinovom vodovode Nová Bystrica – Čadca - Žilina

Ing. Olejko Štefan, VÚVH Bratislava

RNDr. Onderíková Vlasta, CSc., Hydrotechnológia Bratislava s.r.o.

RNDr. Tóthová Lívia, PhD., VÚVH Bratislava

Skupinový vodovod Nová Bystrica – Čadca – Žilina bol sledovaný v rokoch 1999 – 2002 ako jedna z etáp rezortnej úlohy Zabezpečenie kvality pitnej vody pri doprave.

Cieľom úlohy bolo zistiť k akým zmenám dochádza pri dlhodobej akumulácii vody vo vodojemoch a navrhnúť opatrenia na ich elimináciu. Zamerali sme sa na štyri hlavné vplyvy :

1. Ovpľyňovanie kvality vody vzduchom
2. Mikrobiologické a biologické oživenie vody a na nárastových skúšobných etalónoch
3. Tvorba a kvalita kalov vo vodojemoch, zmena chemizmu vody v systéme
4. Posúdenie hydraulických faktorov na zmenu kvality - mŕtve kúty

Kvalitu vzduchu sme sledovali pomocou aeroskopu, ktorý presáva vzduch cez štandardné Petriho misky s pripravenými živnými pôdami. Vyšetrovali sa mikrobiologické ukazovatele v rozsahu platnej STN pre pitnú vodu a na štyroch štandardných kultivačných médiách sa kultivovali mikroskopické huby. Prostredie vodojemov sa hodnotilo aj stermi stien, z ktorých sa kultivovali tiež mikroskopické huby. Odbery sme vykonávali vo vodojeme pri hladine, v armatúrnej komore a vonku pred vodojemom v miestach odkiaľ bol presávaný vzduch do vodojemu.

Pomocou aeroskopu sme zhodnotili aj účinnosť dvoch typov filtrov na vzduch na elimináciu bakteriologického oživenia a výtrusov mikroskopických húb.

Nárastové testy sme robili na štyroch materiáloch : na skle, PVC, oceli a betóne. Expozícia trvala 2, 4 a 6 mesiacov, potom sa naložili nové etalóny a expozičia sa opakovala. Nárasty sa uvoľňovali ultrazvukom. Nárasty boli hodnotené po stránke mikrobiologickej kultivačnou metódou, bol hodnotený výskyt mikroskopických húb a mikroskopickou analýzou bol hodnotený výskyt producentov, konzumentov, destruentov a abiosestónu. Hodnotenie sa robilo odhadom v stupnici 1 - 9. V inej etape boli hodnotené nárasty spolu s korozívnymi pokusmi v rozvodnej sieti skupinového vodovodu.

Tvorbu a kvalitu kalov sme hodnotili z dnových sedimentov pri vypustení vodojemu. Hydraulické faktory - tvorba mŕtvych kútov a stagnácie vody, prípadne zvýšenej tvorby usadenín bola zhodnotená vo vodojemoch odborným posúdením hydrotechnickým odborom VÚVH.

Skupinový vodovod NB - Č - Ž patrí k novším vodohospodárskym dielam. Vodojemy boli vybavené vzduchotechnikou s filtráciou vzduchu a vzduchotesnými drevami. Zo štyroch vodojemov - z troch sledovaných a z rozdeľovacieho vodojemu Krásno nad Kysucou má však iba vodojem v Žiline - Pov. Chlmec prieliv zabezpečený vodným uzáverom. Ostatné sú vetrané aj cez prielivové potrubie. Na vodojeme Nová Bystrica bolo urobené dodatočné ventilátorové vetranie bez filtrácie, aby sa zamedzilo orosovaniu stien vstupnej komory. Vybavenie sledovaných vodojemov je nasledujúce.

Vodojem na ÚV Nová Bystrica má prepád vyústený do odpadového potrubia z prania filtrov a sedimentačných nádrží v úpravni vody na kalové polia. Zaústenie je v šachte pred armatúrnou komorou vodojemov. Nie je vybudovaný vodný uzáver. V potrubí je badateľný komínový efekt do vodojemu najmä, ak sú otvorené dvere na vodojeme. Dodatočne urobené vetranie spoločnej vstupnej komory oboch vodojemov toto prúdenie podporuje aj keď, nie je ventilátor vo funkcii.

Vodojem Čadca má zavedené prepady do kanála v spoločnej armatúrnej komore troch vodojemov. Kanál je odkanalizovaný potrubím do potoka Rieka cez šachtu pri ceste nad potokom. Šachta má vybudovanú zavodňovaciu komoru, ktorá by zaručila pre vzduch nepriechodnosť, ale je nefunkčná. Zo šachty je potrubie zaústené do potoka Rieka cez klapku, ktorá však netesní. Šachta má vetrací otvor a je pri ceste.

Vodojem Žilina - Považský Chlmec má prepád zvedený do šachty pod armatúrnou komorou. V šachte je vodný uzáver a prepád z vodojemov je zavedený pod hladinu vody. Vodný uzáver tvorí betónová nádrž s prepadom vody. Do šachty je zaústený aj dnový výpusť a je tam zvedená aj dažďová voda z areálu armatúrnej komory vodojemov. Vodojem Žilina - Považský Chlmec má hydraulický uzáver na prielivovom potrubí, vzduchotesné dvere a má vybudovaný aj filter na vzduch. Tento filter však bol po čase nefunkčný a bol odstránený. Nefunkčnosť nastala preto, že vzduch cez filter bol prisávaný ale aj vytláčaný. Aj mierny prebytok chlóru v ovzduší a vysoká vlhkosť vytláčaného vzduchu pri plnení vodojemu mali za následok jeho znehodnotenie. V zime môže dôjsť pri zamrznutí vlhkého filtra aj k vážnejším poruchám.

Výsledky dosiahnuté pri riešení úlohy

1. Vplyv vzduchu

Z oživenia uvádzame priemerné počty nárastov mikromycét a mikrobiologických vyšetrení.

Tab. č. 1 Priemerné počty narastených kolónií mikroskopických húb vo vzorkách vzduchu (KTJ/10 l)

	armatúrna hladina	pri hladine	vonku
Nová Bystrica	11	7	7
Čadca	53	29	18
Žilina	33	37	22

Tab. č. 2 Priemerné počty narastených kolónií baktérií vo vzorkách vzduchu (KTJ/10 l)

vodojem	koliformné baktérie			psychrofilné baktérie			mezofilné baktérie		
	arm. komora	hladina	vonku	arm. komora	hladina	vonku	arm. komora	hladina	vonku
Nová Bystrica	0	0	0	5	20	6	1	10	1
Čadca	0	0	0	5	2	6	2	1	1
Žilina	0	0	0	22	18	6	1	18	1

Odbery sa robili prenosným aeroskopom na pripravené živné pôdy. Odoberali sme vzorky pri 10 a 100 l vzduchu. Hodnotili sme len vzorky z 10 l vzduchu, lebo odbery pri 100 l vzduchu boli väčšinou tak prerastené, že sa nedali hodnotiť jednotlivé KTJ ani u baktérií ani u mikroskopických húb.

Pretože cieľom úlohy je aj návrh opatrení na zníženie vonkajších vplyvov na kvalitu vody pri doprave, urobili sme testovanie účinnosti vzduchových filtrov používaných

v klimatizácii. Výrobcovia filtrov a filtračných zariadení pre klimatizáciu a priemyselné využitie k dodávaným filtrom uvádzajú odlúčivosť na prach a výtrusy húb podľa tried uvedených v STN EN 779 + AC - 12 5005 (5). Napriek tomu sme zabezpečili dve filtračné textílie a odskúšali sme ich na odlúčivosť baktérií a výtrusov mikromycét, podľa metodiky uvedenej v predošlej stati. Testovanie sme vykonali aeroskopom v pivničných priestoroch hydrotechnickej hale na VÚVH a pri ústí Vydrice do Dunaja. Do Vydrice je odľahčovaná kanalizácia z K. Vsi. Výsledky boli nasledujúce.

Tab. č. 3 Testovanie účinnosti filtrov na vzduch
Mikrobiologické ukazovatele

Označenie vzorky	Koliformné baktérie KTJ/100 ml	Mezofilné baktérie KTJ/100 ml	Psychrofilné baktérie KTJ/100 ml
Suterén v hale 1 - bez filtra	0	12	28
Suterén v hale 1 - filter F5	0	0	11
Suterén v hale 1 - filter F7	0	1	0
Dunaj - ústie Vydrice - bez filtra	0	13	14
Dunaj - ústie Vydrice - filter F5	0	1	0
Dunaj - ústie Vydrice - filter F7	0	1	0

Tab. č. 4 Testovanie účinnosti filtrov na vzduch
Výtrusy mikroskopických húb

Označenie vzorky	Vykultivované mikromycéty KTJ/100 ml
Suterén v hale 1 - bez filtra	8
Suterén v hale 1 - filter F5	3
Suterén v hale 1 - filter F7	1
Dunaj - ústie Vydrice - bez filtra	155
Dunaj - ústie Vydrice - filter F5	26
Dunaj - ústie Vydrice - filter F7	3

Z uvedených výsledkov je zrejmé, že oba filtre účinne zachytávajú ako pôdne baktérie, tak i pôdne druhy mikroskopických húb. Lepšie výsledky boli dosiahnuté s filtrom triedy F7, ktorý je na tento účel vhodnejší. Odlučivosť mikroorganizmov je u filtra triedy F7 postačujúca a tlaková strata je minimálna, takže je vhodný aj na použitie vo vodojemoch, kde sa podtlak vytvára poklesom hladiny vody. Testované boli filtre Libereckých vzduchotechnických závodov a.s.

Z uvedených výsledkov je vidieť, že sledované oživenie je najvyššie pri hladine vo vodojeme, kde na stenách majú optimálne podmienky na rozvoj jednak mikroskopické bunky, ale i pôdne baktérie. Vo vodojemoch sú však vyselektované menšie počty taxónov, ako to vidieť z tab. č.4 zo sterovstien a podlahy.

Tab. č. 5 Počty taxónov mikroskopických húb identifikovaných zo stien a podlahy
X.2000 - IV.2002

	podlaha/schody	steny v arm. kom.	steny pri hladine
Nová Bystrica	5	6	2
Žilina	16	13	5
Čadca	12	12	10

Z tabuľky je tiež vidieť, obuvou sa na podlahu donáša väčšie množstvo taxónov mikroskopických húb.

2. Mikrobiologické a biologické oživenie vody a na nárastových skúšobných etalónoch

1. Oživenie vody bolo hodnotené podľa výskytu mikromycét, mikrobiologického oživenia a biologického oživenia. Hodnotená bola voľná voda a nárasty na štyroch typoch etalónov. Dosiahnuté výsledky sú nasledovné :

Tab. č. 6 Priemerné hodnoty narastených mikroskopických húb (KTJ/100 ml) z vody v sledovaných odberných miestach

Odberová lokalita	prítok	akumulácia	odtok
Nová Bystrica	8	1	3
Čadca	13	8	4
Žilina	9	23	20

Tab. č. 7 Priemerné počty narastených kolónií mikroskopických húb v rokoch 2000 - 2002 na skúšobných etalónoch po prepočte na 1 dm² etalónu

lokalita	sklo	PVC	kov	betón
Nová Bystrica	107	32	74	13
Čadca	889	433	412	1085
Žilina	2002	518	444	1278

Tab. č. 8 Priemerné hodnoty mikrobiologického oživenia vody vodojemov

	Koliformné bak.	Mezofilné bak.	Psychrofilné bak.
	KTJ/100 ml	KTJ/100 ml	KTJ/100 ml
Nová Bystrica	0	1	1
Čadca	2	2	29
Žilina	3	3	16

Tab. č. 9 Priemerné hodnoty mikrobiologického oživenia na skúšobných etalónoch KTJ po prepočte na 1 dm²

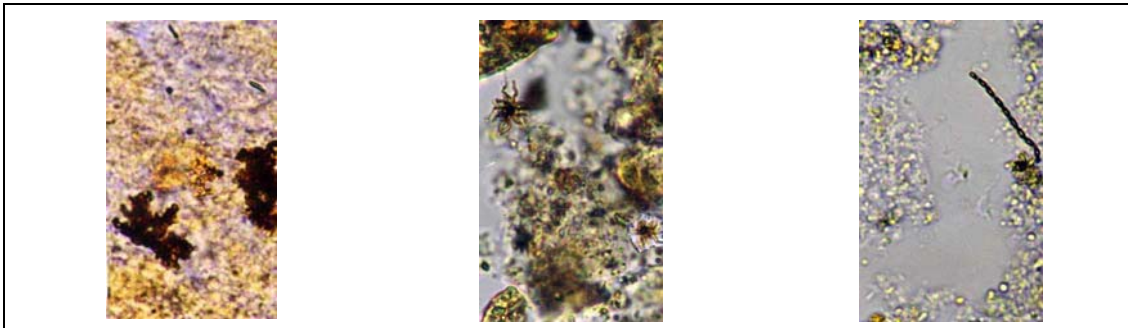
	Koliformné bak.				Mezofilné bak.				Psychrofilné bak.			
	sklo	PVC	kov	betón	sklo	PVC	kov	betón	sklo	PVC	kov	betón
N. Bystrica	35	10	18	6	143	42	65	25	178	42	74	31
Čadca	0	0	0	0	1879	824	148	3335	6006	1902	11618	16992
Žilina	0	18	0	11	3645	1078	111	1712	6864	3570	10656	62727

Vzhľadom na významné rozdiely v objeme vody, z ktorej boli pripravované eluáty, ako aj na rôzne plochy skúšobných etalónov, sme pristúpili k prepočtu narastených KTJ na plochu 1 dm². Prepočty sú pre porovnanie rastu na jednotlivých skúšobných etalónoch po prepočte na 1 dm² zrovnateľné, i keď si uvedomujeme, že tento prepočet je zároveň aj určitým skreslením výsledkov. Hodnotenie biologických nárastov je robené inou metódou a s uvedenými hodnotami je nezrovnateľné.

Vo vodojemoch skupinového vodovodu Nová Bystrica – Čadca – Žilina bolo mikroskopickou analýzou zistené počas viacerých odberov oživenie, pozostávajúce z destruentov, konzumentov a v niektorých obdobiach aj z producentov.

V priebehu celého sledovania boli z destruentov v popredí železité baktérie a mikromycéty. Železité baktérie, ktorým sme venovali zvýšenú pozornosť, sa vyskytovali vo vode

i v nárastoch, a to najmä druh *Siderocapsa treubii*, *Leprothrix echinata* a *Gallionella ferruginea*, s maximom na (3) – stupnica odhadu (1 – 9). Tieto baktérie sú nežiadúce ani v uvedených množstvách v danom prostredí, pretože sa podieľajú na druhotnom zaželezovaní rozvodnej siete, pričom vzniknuté inkrusty slúžia ako ochrana pre organizmy pred dezinfekciou chlórdioxidom. Okrem týchto baktérií sa vo vodojemoch sporadicky nachádzali tiež sírne baktérie – *Beggiatoa alba* a aktinomycéty, zaznamenané v takých množstvách ako železité baktérie.



Siderocapsa treubii

Leprothrix echinata

Gallionella ferruginea

*Železité baktérie z nárastov vo vodojemoch skupinového vodovodu
Nová Bystrica – Čadca – Žilina*

Mikroskopickou analýzou boli vo vode a v biologických nárastoch zistené z detruentov aj mikromycéty, a to v odhade (1 – 9) maximálne na (5). Boli to prevažne spóry a vlákna. Tieto organizmy podrobnejšie analyzovala Tóthová (čl. 2 a 10). V priebehu kultivácie zistila pomerne veľké počty týchto organizmov, a to aj za prítomnosti chlórdioxidu. Toto bohaté zastúpenie mikromycét vyplýva pravdepodobne z dlhšej doby zdržania vody vo vodojemoch a zo vzdušnej kontaminácie počas, ktorej sa dostávajú s rôznymi organickými zbytkami do vodojemov. Ak uvážime, že sa medzi mikromycétami nachádzajú aj také jedince, ktoré ohrozujú zdravie spotrebiteľov pitnej vody, potom sú vo vodojemoch aspoň tak nežiadúce ako železité baktérie.

Z konzumentov, ktorí sa vyskytovali vo vode i v nárastoch sú problematickí najmä zástupcovia meňaviek. Toto hodnotenie vyplýva z poznatku, že tak, ako mikromycéty sú aj tieto organizmy schopné prežívať počas extrémnych podmienok v latentnom štádiu. K ich eliminácii je preto potrebné vyšších dávok chlórdioxidu ako sa požíva pre bežné hygienické zabezpečenie vody (Prokš, Petříková, Šturmanová, 1999). Týmto poznatkom je potrebné sa čím skôr zaoberať aj v prevádzke skupinového vodovodu Nová Bystrica – Čadca – Žilina. Nemožno prehliadnuť najmä to, že medzi meňavkami sa v sledovaných vodách a nárastoch zistili aj patogénne jedince, a to rod *Acanthamoeba*, zastúpená maximálne v stupnici odhadu (1 – 9) na (3).



Spóry mikromycét

Cysty meňaviek

*Problematické organizmy v sledovaných vodách a v nárastoch skupinového vodovodu
Nová Bystrica – Čadca - Žilina zo zdravotno-hygienického hľadiska*

Ďalšie ojedinelo zaznamenané prvky, a to bezfarebné bičíkovce a cysty nálevníkov, nevyžadujú zvýšenú pozornosť od prevádzky, nakoľko sa nepredpokladá, že pri ich zriedkavom a počtom malom zastúpení, by vznikali prevádzkové problémy súvisiace s ich prítomnosťou.

Počas úpravy vody v N. Bystrici neboli sústavne separovaní zástupcovia rias a siníc, čo je prvoradou príčinou ich výskytu vo vode a v nárastoch sledovaných vodojemov. V prevahe medzi týmito organizmami boli riasy, a to rozsievky s rodom *Cyclotella*, pričom však ich počet vo vode neprekročil 12 v 1 ml. Okrem týchto rias sa vo vode a v nárastoch na inštalovaných etalónoch nachádzali krásnoočká s rodom *Trachelomonas*. Do nárastov sa sústreďovali aj iní zástupcovia producentov. V malom zastúpení boli to nielen rozsievky – rod *Fragilaria* a *Synedra*, ale tiež zelené riasy s rodom *Scenedesmus*, *Closterium* a *Cosmarium*. Dva krát za celé sledovanie sa v nárastoch uplatňovali aj sinice, a to na sklenených etalónoch s rodom *Phormidium* a *Oscillatoria*.

Zistené oživenie súvisí nielen s procesom úpravy vody a jej distribúciou, ale aj z technickými nedostatkami v samotných vodojemoch. Ak sa nepristúpi k odstraňovaniu týchto nedostatkov, potom môže dôjsť k ďalšiemu nárastu organizmov v sledovaných vodojemoch, a tak k zhoršovaniu kvality distribuovanej vody, a to najmä z hľadiska druhotného zaželezovania, ale aj zdravotno-hygienického.

3. Tvorba a kvalita kalov vo vodojemoch ,zmena chemizmu vody v systéme

Z chemických ukazovateľov sme sledovali hlavne dusíkový režim, obsah fosforečnanov a v samostatnej etape bola sledovaná biologická stabilita dopravovanej vody hodnotením biologicky degradovateľného organického uhlíka (BDOC). Voda bola z chemického hľadiska stabilná, nárast dusitanov a amónnych iónov sme nezaznamenali. Kvalita vody v sieti kopírovala kvalitu vody odtekajúcej z úpravne vody.

Tab. č.10 Vybraté ukazovatele kvality vody - priemerné hodnoty za obdobie 07/00 - 12/01

Miesto odberu VDJ	NH ₄ ⁺ mg/l	NO ₂ ⁻ mg/l	NO ₃ ⁻ mg/l	PO ₄ ²⁻ mg/l	CHSK _{Mn} mg/l	A ₂₅₄	Fe mg/l	Mn mg/l
UV N. Bystrica	0,043	0,003	2,9	0,003	1,49	0,029	0,05	0,02
Čadca	0,052	0,002	3,0	0,003	1,39	0,03	0,04	0,02
Žilina P. Chl.	0,062	0,002	3,0	0,003	1,4	0,033	0,05	0,02

Kaly odobraté z vodojemov mali minerálny charakter s usadenou organickou hmotou. Oživenie tvorili výlučne psychrofilné baktérie v množstve až 672 000 KTJ/ml. Obsah toxických kovov bol nízky rádovo 10 - 10⁻² mg/kg sušiny.

Hydraulické riešenie vodojemov - nátok a odtok z vodojemu nemalo vplyv na zmenu kvality vody. Nevhodné je riešenie vodojem Nová Bystrica, kde môžu vznikáť mŕtve zóny prúdenia.

Z výsledkov etáp, ktoré hodnotili priebeh kvality vody, jej zmeny, tvorbu a vývoj biologických nárastov na etalónoch, aj vplyvu potrubia na akosť vody, ovplyvňovania kvality vody vzduchom a hydraulikou vodojemov, vyplynuli nasledovné závery :

- Voda vo vodojemoch je ovplyvňovaná hlavne stykom so vzduchom z okolitého prostredia.
- Vzduch do vodojemu prináša mechanické nečistoty - prach, zvyšky organickej a anorganickej hmoty, ktorá sa prejaví na náraste abiosestónu. Ďalej prináša spóry mikromycét, psychrofilné a mezofilné baktérie.

- V podmienkach optimálnej vlhkosti a pri dostatku organickej hmoty sa vo vodojemoch a armatúrnych komorách uvedené baktérie a mikromycéty rozmnožujú.
- Z horeuvedených dôvodov je potrebné v zmysle STN EN 1508 (75 5305) a STN 75 5302 vodojemy vybaviť filtračným zariadením na vzduch. Malo by byť z nekorozívneho materiálu (PP, PE, PVC) a malo by byť konštruované tak, aby vzduch do vodojemu išiel cez filter a vzduch z vodojemu mimo filtra (zaradením veľkoplošných klapiek).
- Preukázala sa účinnosť textilných filtrov na elimináciu výtrusov mikromycét a pôdných baktérií. Vhodný je najmä filter triedy F7, ktorý má takú priepustnosť, že nie je potrebné ventilačné zariadenie a môže pracovať na princípe podtlaku vytvorením poklesu hladiny vody.
- Aby tieto filtračné jednotky mohli pracovať, musí byť vodojem vybavený vzduchotesnými dverami a prielivové potrubie musí mať vodný uzáver (sifón), aby vzduch nebol vetraný cez prieliv (bod 5.11 STN 75 5302).
- Je bezpodmienečne potrebné zaviesť opatrenia na hygienu a bezpečnosť v zmysle STN EN 1508, 75 5305, ktoré predpokladajú vybaviť obsluhu zvláštnym odevom, obuvou a potrebným náradím. Je potrebné pred vstupom dezinfikovať obuv.
- Z priestorov za vzduchotesnými dverami odstrániť všetok prebytočný materiál, nepoužívať drevené predmety (vysoký rast plesní a húb), priestor udržiavať v čistote, vstup len v nevyhnutných prípadoch.
- Pri rekonštrukcii vodojemov zábradlia, rebríky a schody vymeniť za nekorodujúci materiál (najlepšie nerez).
- Tam, kde je to nevyhnutné vybaviť vetranie motorickým - ventilačným zariadením.
- Steny vodojemu (zmáčaná časť) treba v pravidelných intervaloch čistiť a dezinfikovať vhodným dezinfekčným činidlom.
- Steny armatúrnej komory za vzduchotesnými dverami je potrebné tiež dezinfikovať. Mali by byť z umývateľného materiálu.
- Ukázalo sa, že nie je podstatný rozdiel v biologickom oživení nárastov vo vodojemoch a v prúdiacej vode v potrubí.
- Nepreukázala sa závislosť tvorby biologickej blany na nárastoch s časom. Rovnováha sa ustálila do 2 mesiacov a potom už nenarastal ani počet baktérií, ani mikromycét, ani biologické oživenie. Rovnováha sa utvorí tak, že po 2 mesiacoch sa časť blany odlúpne a dostane sa do abiosestónu.
- Z uvedených záverov možno predpokladať, že biologická blana sa utvára hlavne na stenách potrubí. Tiež sa tam vytvorí rovnováha a časť blany sa odplaví ako abiosestón.
- Vytvorená biologická blana sa nerozpúšťa a nezvyšuje organické látky, ale zostáva ako abiosestón a usadzuje sa v kalníkoch po trase.
- Vytvorené biologické oživenie nie je tak mohutné, aby zásadne ovplyvnilo chemizmus vody - nemení sa dusíkový režim medzi úpravňou a koncovým vodojemom. Obsah dusitanov, amónnych iónov a dusičnanov je závislý na obsahu dodávanej vody do rozvodu a v priebehu dopravy sa mikrobiologickými pochodmi nemení.
- Z uvedených záverov vyplýva nutnosť častejšieho odkalšovania kalníkov, minimálne 1x za 2 - 3 mesiace.

Odporúčania pre prevádzkovateľov vodovodov

- Prielivové potrubia z vodojemov treba vybaviť vodnými uzávermi, ktoré budú kontrolované a voda dopĺňaná (STN 75 3302).
- Vodojemy vybaviť vzduchotesnými dverami.
- Priestor za týmito dverami udržiavať vo zvýšenej čistote, odstrániť nepotrebný materiál, úplne odstrániť drevené zariadenia.
- Vetranie vybaviť dvojcestným vetracím zariadením s filtráciou s filtrami triedy F5 - F7.
- Armatúrne a obslužné priestory udržiavať v čistote. Armatúrna komora musí mať zvláštne vetranie, postačuje len husté sito proti hmyzu a živočíchom.
- Kovové zariadenia vo vodojemoch (zábradlia, schody, rebríky) postupne vymieňať, odporúča sa nekorozívny materiál (nerez).

Literatúra :

1. Olejko Š.: Vplyv vodojemov na kvalitu dopravovanej vody. Úloha 27 - 35 záv. správa etapy 03.01. VÚVH
2. Tóthová L.: Výskyt mikromycét vo vodárenských zariadeniach. Úloha 27 - 35 záv. správa etapy 02.03. VÚVH
3. Onderíková V.: Tvorba biofilmov a kalu v rozvodných systémoch. Úloha 27 - 35 záv. správa etapy 02.01. Hydrotechnológia Bratislava s.r.o.
4. Karacsonyová M.: Biologická stabilita dopravovanej vody. Úloha 27 - 35 záv. správa etapy 02.02.
5. STN EN 1508, 75 5305 - Vodárenstvo - Požiadavky na systémy a súčasti pre akumuláciu vody, 200
6. STN 75 5302 - Vodojemy, 1997
7. STN 12 7010 - Navrhovanie vetracích a klimatizačných zariadení, 1986
8. STN EN 1886, 12 7002 - Vetranie budov. Jednotky na úpravu vzduchu. Mechanické vlastnosti.
9. STN EN 779 + AC, 12 5005 - Filtre atmosferického vzduchu na odlučovanie častíc. Požiadavky, skúšanie, označovanie.
10. Tóthová L., Velická Z.: Biologické oživenie na umelých podkladoch vo vybraných akumuláčnych nádržiach. Zborník z konferencie Pitná voda Trenčianske Teplice, 2002
11. Prokš M., Petriková L., Štrumanová K.: Čerpacia stanica Suchohrad - dávkovanie chlórdioxidu. Zborník z konferencie Pitná voda, Tábor, 1999