



TRANSPORTNÝ SYSTÉM - VPLYV VYBRANÝCH GEOMETRICKÝCH, PREVÁDZKOVÝCH A INKRUSTAČNÝCH FAKTOROV NA KVALITU VODY

Daniela CVELIHÁROVÁ ¹, Alena PAULIKOVÁ ²

TRANSPORT SYSTEM- INFLUENCE OF SELECTED GEOMETRIC, OPERATING, INCRUSTATION FACTORS ON WATER QUALITY



¹ Technická univerzita v Košiciach, SvF, Vysokoškolská 4, 042 00 Košice, Slovenská republika Email: daniela.cveliharova@tuke.sk

² Slovenská technická univerzita, Materiálovotechnologická fakulta, Trnava, Jána Bottu 25, 917 24, Trnava Slovenská republika

Email: alena.paulikova@stuba.sk ORCID iD: 0000-0002-2959-5656

Competing interests : The author declare no competing interests.

Publisher's Note: Slovak Society for Environment stays neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations. Copyright: © 2021 by the authors.



This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

This license allows reusers to distribute, remix, adapt, and build upon the material in any medium or format, so long as attribution is given to the creator. The license allows for commercial use.

Review text in the conference proceeding: Contributions published in proceedings were reviewed by members of scientific committee of the conference. For text editing and linguistic contribution corresponding authors.

ABSTRAKT

Strategickým cieľom rozvoja verejných vodovodov je zabezpečenie bezproblémového zásobovania obyvateľov Slovenskej republiky kvalitnou pitnou vodou bez negatívnych dopadov na životné prostredie. Zmena kvality pitnej vody v transportných systémoch závisí od použitých chemikálií pri úprave, prevádzkových podmienok v sieti (rýchlosť prúdenia, tvorba zón so stagnáciou vody v potrubí, akumulácia vody), samotných vlastností dopravovanej vody. Usadzovaním častíc na vnútornej strane vodovodného potrubia a jej koróziou vzniká náhodný (aperiodický) profil.

KLÚČOVÉ SLOVÁ: zdroj vody, potrubie, tvrdosť vody, úprava vody

ABSTRACT

The strategic goal of the development of public water supply systems is to ensure a problem-free supply of the population of the Slovak Republic with quality drinking water without negative impacts on the environment. The change in the quality of drinking water in transport systems depends on the chemicals used in the treatment, operating conditions in the network (flow rate, creation of zones with stagnation of water in the pipeline, water accumulation), the properties of the transported water. The settling of particles on the inside of the water pipe and its corrosion creates a random (aperiodic) profile.

KEY WORDS: water source, pipes, water hardness, water treatment



ÚVOD

Podobne ako v ľudskom tele je možné zmenšiť krvné cievy vo vnútornom priemere v dôsledku nahromadenia cholesterolu, môžu sa vodovodné potrubia postupne zanášať, čo vedie k menšiemu pohybu vody v potrubí a zníženiu tlaku vody.

V súčasnosti tvorí podiel potreby vody v domácnosti, z celkovej dodávky pitnej vody, približne 65 %. Špecifická potreba vody je stanovená v I.os-1.deň -1, ktorá je definovaná Vyhláškou MŽP SR č. 684/2006 Z. z., ktorou sa ustanovujú podrobnosti o technických požiadavkách na návrh, projektovú dokumentáciu a výstavbu verejných vodovodov a verejných kanalizácií [2, 10].

Výrobky prichádzajúce do styku s pitnou vodou musia byť v súlade so Zákonom č. 355/2007 Z. z. o ochrane, podpore a rozvoji verejného zdravotníctva [2] a Vyhláškou MZ SR č. 550/2007 o podrobnostiach a požiadavkách na výrobky určené na styk s pitnou vodou. [1]

Systémy zásobovania vodu sú vodárenské systémy pozostávajú zo zariadení potrebných na odber vody, jej úpravu a rozvod vody [10]. Zásobovanie vodou podľa Zákona SNR č. 369/1990 Zb. o obecnom zriadení v znení neskorších predpisov sú povinné zabezpečiť mestá a obce[2].

GEOMETRICKÉ CHARAKTERISTIKY

Medzi geometrické charakteristiky ovplyvňujúce v transportnom systéme kvalitu pitnej vody so zreteľom na tvorbu inkrustov v potrubí - transportnom systéme môžeme zaradiť predovšetkým uhol sklonu potrubia, drsnosť potrubia - všetky typy inkrustácií vytvárajú pre dopravované médium (vodu) vytvárajú drsnú dotykovú plochu, ďalej tvrdosť materiálu potrubia, priemer potrubia, jeho dĺžku od vodného zdroja do vodojemu, z vodojemu do rozvodnej siete, z rozvodnej siete do odberného miesta, hĺbku uloženia potrubia.

Najstarším zdrojom pre Košice sú Čermeľské pramene, ktoré sú v prevádzke už od roku 1911. Je to sústava viacerých malých zdrojov, gravitačným potrubím je zásobovaná časť mesta Košice, vrátane Komenského ulice a okolia, až po sochu Maratónca Mieru. Voda z Čermeľa sa zároveň dostáva výtlačným potrubím aj na kopec Bankov[7]. Zo zdroja do vodojemu si potrubie vyžaduje neustály servis, privádza vodu napr. zo Stariny až 130 km [16] (obr. 1).



Obrázok 1 - Vodárenská nádrž Starina [40]



Gravitačné systémy zásobovania vodou dopravujú vodu do spotrebiska samospádom, gravitačnou silou. Prvky systému vytvárajúce tlak sú nad spotrebiskom a voda môže prúdiť v dvoch režimoch:

- v tlakovom gravitačnom režime,
- beztlakovom gravitačnom režime, prúdenie s voľnou hladinou.

Tlakový systém znamená, že voda zaplní celý prierez potrubia a vytvára tlak v potrubí. Tlakové prúdenie sa navrhuje v každom spotrebisku, pretože len takéto prúdenie zabezpečí potrebný tlak na prípojkách k spotrebiteľovi.

Výtlačné systémy zásobovania vodou sa používajú v prípadoch, keď výšková poloha spotrebiska neumožňuje jeho gravitačné zásobovanie. Voda je najčastejšie čerpaná zo zdroja do vodojemu, alebo tiež z vodojemu automatickou tlakovou stanicou do spotrebiska, prípadne je potrebné čerpať vodu priamo v spotrebisku, teda zvýšiť tlak pre časť spotrebiska a pod. [10]. Umiestnenie vrcholu potrubia sa navrhuje pod minimálnou prevádzkovou hladinou [11]. Čerpacie stanice je možné použiť na rozdelenie tlakových pásiem spolu s vodojemi v prípadoch výtlačných vodovodných sietí, kde sa voda čerpá do rôzne výškovo položených vodojemov [10]. Čerpacie stanice slúžia na úpravu tlakových pomerov na území, kde sa nedá zabezpečiť distribúciu vody pomocou gravitačného systému. [14, s.40] Uloženie vodovodného potrubia sa nemá vykonávať bez sklonu (obr. 2).

Najmenší dovolený sklon je 3 ‰ a výnimočne 1 ‰. [1] Vodovodné potrubie do DN 200 sa navrhuje klesať v sklone minimálne 3 ‰, u potrubia DN 200 až DN 500 v sklone minimálne 1 ‰ a u potrubia DN 600 a viac v sklone minimálne 0,5 ‰ [13,10]. Aby voda prúdila, musí byť najvyšší bod trasy potrubia pod jeho tlakovou čiarou [15].



Obrázok 2 - Vodovod [39]

Pri rovinatom teréne je potrebné viesť potrubie v minimálnom sklone a aby nedosiahlo veľkú hĺbku výkopu, smer sklonu potrubia sa v určitom bode musí zmeniť. Takýto výškový lomový bod sa stane lokálne najvyšším alebo najnižším bodom potrubia, kde vzniká potreba odkalovať potrubie [10]. Pre rady privádzacie a hlavné sa prednostne navrhuje tvárna liatina, v lokalitách so zemným prostredím vyvolávajúcim koróziu potrubia, so špeciálnou vonkajšou ochrannou [1].



Drsnosť potrubia, ktorá jednoznačne zvýhodňuje materiály plast a meď oproti oceľovým potrubiam. Proces starnutia potrubia vedie k vzniku sekundárneho profilu drsnosti, ktorý vykazuje horšie kvalitatívne charakteristiky ako primárny (vytvorený pri výrobe potrubia) [37]. Funkcia vzdušníka má zaručovať automatické odvedenie vzduchu pri plnení potrubia, trvalé odvodušňovanie pri prevádzkovaní radu a prívod vzduchu pri eliminácii vzniku podtlaku pri vyprázdnení radu [1].

Pri prepojení distribučného potrubia na spotrebné potrubie na výstupe z vodojemu musí byť niveleta distribučného potrubia navrhnutá tak, aby hydrodynamická čiara pri započítaní všetkých strát, vrátane strát v meradlách prietoku, bola najmenej 0,5 metra nad horným lícom potrubia. Súčasne musí platiť, že distribučné potrubie bude klesať väčším sklonom, než je sklon čiary hydrodynamického tlaku.

Účel hydrantu musí byť v projektovej dokumentácii presne stanovený. Hydranty sa navrhujú najmä z prevádzkových dôvodov (odvodušňovanie, odkalenie radu, odber vzoriek, preplachy, meranie tlaku na sieti), alebo z dôvodu zásobovania požiarou vodou [6]. Z dôvodu ochrany pred poškodením sa prednostne navrhujú hydranty podzemnej konštrukcie. Umiestnenie hydrantov je dané ich funkciou (najvyššie či najnižšie miesto potrubia alebo koniec nezaokruhovanej vetvy). Vzájomná vzdialenosť jednotlivých hydrantov alebo vzdialenosť hydrantov od objektov je daná platnými normami [8].

Pri návrhu kalníkov je potrebné dbať na dostatočnú dimenziu tak, aby odkalenie bolo účinné [1]. Kalníky sú objekty na vodovodnej sieti, ktoré sa osadzujú v najnižších miestach vodovodného radu a slúžia k odvedeniu prípadných nečistôt, kalov a iných usadenín, ktoré sa usadzujú prevažne na stenách potrubia, prípadne na jeho dne [14, s.77-78]. Na výtláčnom potrubí musí byť osadený kalník na vypustenie potrubia [1].

Vzdušníky sa osadzujú v najvyšších miestach vodovodu a slúžia k odvedeniu vzduchu z potrubia [14, s.78]. Na výtláčnom potrubí musí byť osadená zavzdušňovacia a odvodušňovacia armatúra [3].

PREVÁDZKOVÉ A INKRUSTAČNÉ FAKTORY

Pre Košice zabezpečuje vodu niekoľko zdrojov. Najväčším z nich je vodárenská nádrž Starina. Jedná sa o povrchový zdroj, ktorý sa podieľa 41-percentami z celkového objemu dodávanej vody a zásobuje hlavne sídlisko Ťahanovce, čiastočne obec Ťahanovce a sídlisko Furču. Ďalším veľkým povrchovým zdrojom je vodárenská nádrž Bukovec, ktorá tvorí asi 20 percent podielu z celkového objemu dodávanej vody a zásobuje predovšetkým sídlisko KVP. Tretím veľkým zdrojom, podzemným, je vodárenský zdroj Drienovec. Ten zásobuje Moldavu nad Bodvou a obce po trase do Košíc. Priteká do vodojemu Červený rak a mieša sa so starinskou a bukoveckou vodou. Odtiaľto sú zásobované sídliská Terasa, Staré mesto, Juh, Železníky, Jazero, Krásna, Barca a niektoré obce v okolí Košíc [7].

Okrem vodárenských nádrží sa odbery povrchovej vody na pitné účely uskutočňujú aj priamymi odbermi z toku. Na území Slovenskej republiky je takýchto povrchových odberov vody cca 70 a celkovo sa z nich odoberá cca 1 500 l.s⁻¹ [17]. Rýchlosť prúdenia vody v potrubí ovplyvňuje usadzovanie mechanických častíc [18]. Zdroje vody sú hlavnou časťou celého systému, pretože sú zdrojom surovej vody, ktorá je potom upravovaná a dopravovaná až ku konečnému spotrebiteľovi [14,s.39]. Formy oxidu železa, ktoré vznikajú koróziou vnútorných stien oceľového či liatinového potrubia alebo často krát v domových rozvodoch pozinkovane potrubia, takéto častice sa prirodzene usadzujú na stenách potrubia, tvoria inkrusty a za bežných okolností sa do pitnej vody neuvolňujú. K ich uvoľneniu môže dôjsť v dôsledku tlakových rázov napríklad pri odstraňovaní porúch na vodovodnom potrubí pri údržbe potrubí a rozvodov, ale aj pri nerovnomernom odbere vody [20]. Mesto Košice je zásobované z viacerých podzemných aj povrchových zdrojov, preto aj chemické zloženie pitnej vody nie je vo všetkých častiach mesta rovnaké. A teda aj tvrdosť vody je rôzna. Závisí od toho, z akých zdrojov je zásobovaná a v akom pomere sa namieša. Zmiešavací pomer nie je fixný, závisí od prevádzkových požiadaviek, a preto sa môže stať, že tvrdosť vody sa v odbernom mieste v priebehu roka zmení. Tvrdosť vody zahŕňa predovšetkým obsah vápnika a horčíka vo vode, zaraďuje sa do niekoľkých stupňov [21].



Košice zásobované z viacerých vodných zdrojov: Čermeľské pramene, studne pozdĺž Hornádu, zdroje v oblasti Turňa – Drienovec – Hatiny, zdroje v oblasti Družstevná pri Hornáde, vodná nádrž Bukovec, povrchový zdroj v oblasti Medzeva, vodárenská nádrž Stariny [21]. Povrchová a najmä podzemná voda obsahuje vápnik a horčík, ktoré sú prítomné najmä vo forme kationov Ca^{2+} a Mg^{2+} [22]. Oxid uhličitý vo vode má značný technický význam, od jeho obsahu závisia agresívne a inkruštné účinky vody. Preto je jeho obsah limitovaný vo vode dopravovanej potrubím [23,s.75].

Potrebná úprava podzemnej vody na to, aby spĺňala predpísané hodnoty pitnej vody, je jej zdravotné zabezpečenie dezinfekciou, vykonávaná je chlórovaním. [27] Dezinfekcia tvorí posledný stupeň úpravy vody a v žiadnom prípade nemôže nahrádzať technologické stupne úpravni vôd [25,s.139]. Úpravne vody sú objekty, kde prebieha samotné čistenie surovej vody, t.j. mechanické a chemické a jej úprava na pitnú vodu [14s.40]. Medzi uvedenými materiálmi sú aj také, ktoré sa už nevyrábajú a na výstavbu vodovodov sa nepoužívajú. Sú to potrubia z azbestocementu, železobetónu alebo neuvedené vodovodné prípojky z olova. Všetky vymenované materiály boli v minulosti používané a ešte stále sú niektoré funkčné. Všetky spomenuté potrubia azbestocementové, železobetónové a olovené sa postupne vymieňajú za vhodnejšie modernejšie materiály [10]. Ideálnym by teda bolo používanie normálnej - bežne dostupnej vody (s istým obsahom minerálov), ktorá by však nevytvárala vodný kameň. K tomu aby sa bežná prevažne tvrdá voda tak správala vo vodných systémoch je nutné upraviť jej fyzikálne vlastnosti [28]. Zvláštna úprava vody - odkysľovanie vody - hlavnou zásadou je dosiahnuť uhličitánovú rovnováhu. Voda s vysokým obsahom CO_2 pôsobí korozívne na stavebné materiály a môže byť príčinou rozpúšťania niektorých látok z materiálu vodovodného potrubia (Pb,Cu, Zn) [25, s.159].

Pri výbere zdrojov pre hromadné zásobovanie obyvateľstva pitnou vodou - sa zamerať na také vodné zdroje, ktoré sa už v prirodzenom stave svojím fyzikálnym, chemickým, mikrobiologickým a biologickým zložením a vlastnosťami čo najviac približujú požiadavkám na pitnú vodu a nepotrebujú zložitú technológiu úpravy [31]. Procesy prebiehajúce pri doprave pitnej vody sa na zmene jej kvality môžu prejavovať do takej miery, že znehodnotia predchádzajúce náklady na úpravu [30].

Zmena kvality pitnej vody v distribučných systémoch závisí od hydraulikkej charakteristiky systému - prietoku, tlaková výška, doba zdržania [9]. Zmena kvality pitnej vody v distribučných systémoch závisí od rýchlosti prúdenia vody [26]. Na vstupe do distribučného potrubia je účinné aplikovať opatrenia na zabránenie tvorby sedimentov čo najskôr [24].

Rozvodné potrubia by nemali byť predimenzované a mali by byť vždy stanovené výpočtom, pričom by nemali obsahovať úseky so stagnujúcou vodou [32]. Vo vodovodnom potrubí je optimálna rýchlosť prúdenia vody približne 0,8 až 1,0 m/s maximálne 1,5 m/s [10]. Pri ustálenom prúdení nemá kvapalina v celom priereze potrubia rovnakú rýchlosť. Na stenách sa kvapalina prakticky nepohybuje, naopak v strede prierezu dosahuje najväčšiu rýchlosť [4]. Vo vodách s tendenciou vyzrážania uhličitánu vápenatého (CaCO_3) alebo s obsahom inhibítorov vyššia rýchlosť prúdenia vody môže priaznivo ovplyvniť tvorbu ochrannej vrstvy tým, že rýchlejšie dopravuje ochranné látky k povrchu potrubia. Pri veľmi malých rýchlostiach prúdenia vody alebo v podmienkach jej stagnácie sa vytvárajú podmienky pre biologický rasta zvyšuje sa pravdepodobnosť bodovej korózie [29].

Zmena kvality pitnej vody v distribučných systémoch závisí od stavu zásobovacieho a rozvodného systému[9]. Inkrušty sa tvoria na vnútornej stene potrubí a ak by aj bol vonkajší priemer nekonečne veľký, nie je relevantný. Inkrušty sa vyskytujú vo vodovodnom potrubí ako mazľavý nános, alebo ako pevné alebo veľmi tvrdé usadeniny šupinovitej povahy [38] (obr. 3).

Vnútorňý priemer potrubia s inkrušáciou je absolútne významnejší ako vonkajší priemer potrubia. Znamená to, že čím je vnútorňý priemer potrubia s inkrušáciou menší je tam viac nánosov vodného kameňa. Po 10 rokoch sa priemer potrubia zmenší min. o 20 až 60 %. Čím je vyššia tvrdosť, tým je



vrstva nánosu vodného kameňa vyššia [5]. S rastúcou dobou prevádzky potrubnej siete dochádza k degradácii vnútornej steny potrubia. V závislosti od chemických vlastností vody sa na stene potrubia vytvára sekundárny profil drsnosti tvorený vrstvou usadených solí (inkrustov), alebo zoxidovaného kovu (koróziou) [4].

Oceľové a pozinkované potrubie sa časom a pôsobením vody poškodí a zničí sa ochranná vrstva. V oceľových rozvodoch sa hrdza začne vytvárať po stenách a s kombináciou vodného kameňa sa postupne obaluje smerom zvnútra von. Pórovité a členité prostredie v potrubí je veľa krát zdrojom rôznych baktérií a najmä rias, ktoré v potrubí vznikajú pri nižšom prietoku [35].



Obrázok 3 - Rozdiel medzi starým a novým potrubím na vodu [41]

Liatinové potrubie je drsné z vnútornej strany a to je jeho najväčšia nevýhoda [16].

Tlak vody v systéme vplýva na tvorbu vodného kameňa. [34] Veľkosť tlakovej straty úzko súvisí s kvalitou povrchu vnútornej steny potrubia, ktorá sa s dobou prevádzky potrubia neustále zhoršuje vplyvom korozívnych účinkov prepravovanej vody a usádzaním inkrustov [4]. Minimálny tlak v rozvodnej sieti vzniká v čase maximálnych odberov [12]. Tlak môže mať neblahý vplyv na funkčnosť vodovodnej siete, najmä v prípade jej netesnosti, kedy dôsledkom narastajúceho tlaku rastú aj straty vody v sieti [14, s.65]. Na reguláciu tlaku sa používa regulačný ventil s cieľom dosiahnuť redukciu tlaku v distribučných sieťach [33].

Na prípojke v mieste pripojenia na verejný vodovod musia tlaky v potrubí spĺňať tieto podmienky:

- maximálny tlak 0,6 MPa (v odôvodnených prípadoch 0,7 MPa),
- minimálny tlak 0,25 MPa (prípadne 0,15 lebo 0,1 MPa).

Podmienka maximálneho tlaku 0,6 MPa t. j. 60 m v rozvodnej sieti. [10] Všetky materiály použité na potrubné súčasti vodovodov vrátane výsteliak, vonkajších izolácií a tesnení, musia byť vhodné na použitie na pitné účely. Nesmú spôsobiť žiadne neprípustné zhoršenie kvality vody, s ktorou prichádzajú do styku. [10]

Výpadky dodávky pitnej vody má na svedomí vo väčšine prípadov fyzický stav potrubného vedenia. Projektovaná životnosť použitých materiálov sa pohybuje v rozmedzí 40 až 60 rokov [14, s.50]. Pri potrubí, ktoré je dlhší čas v prevádzke dochádza k jeho starnutiu. Starnutie potrubia je spôsobené rozrušovaním povrchu stien unášanými časticami, usadzovaním suspendovaných a rozpustených látok a inkrustáciou potrubia vylučovaním najmä vápenných solí. Starnutie potrubia je spojené s nárastom drsnosti povrchu [4].



Vnútna korózia (reakcia medzi materiálom potrubia a dopravovanou vodou výrazne ovplyvňuje životnosť potrubia, hydraulické pomery v distribučnej sieti a kvalitu dopravovanej vody [30].

Maximálny tlak v rozvodnom potrubí vodovodnej siete vzniká v čase najmenších odberov (v nočných hodinách), kedy sa tlaková hydrodynamická čiara blíži čiare hydrostatického tlaku [12].

V prípade rozsiahlych vodovodov so zastúpením rôznorodých materiálov a s rôznym vekom potrubia je vhodné túto sieť rozdeliť a riešiť ju po jednotlivých úsekoch [14,s.62]. Hrúbka vrstvy vodného kameňa úmerne rastie s časom a množstvom vápnika a horčíka vo vode [36].

Pitná voda môže v rozvodných a zásobovacích systémoch podliehať fyzikálno-chemickým a mikrobiologickým zmenám, ktoré negatívne ovplyvňujú nielen jej kvalitu ale aj ekonomiku prevádzky vodovodného systému [9].

Voda sa upravuje iba v úpravniach vody, do ktorých priteká surová voda z nádrží, respektíve priamym odberom z toku. Po úprave sa voda prírodnými potrubiami dopravuje do vodojemov. Odtiaľ zásobovacími potrubiami po dezinfekcii chlóróm sa dostáva až do rozvodnej siete a potom priamo k spotrebiteľovi[30]. Podľa povodí je najväčší počet vodných zdrojov povrchových vôd určených na pitné účely v tých povodiach, kde je nedostatok kvantitatívne a kvalitatívne vhodných podzemných vodných zdrojov [7]. Voda z povrchových zdrojov je upravovaná, taketo úprave sú v Stakčine aj na Bukovci (obr. 4).

Na podzemné zdroje vody vplýva hlavne prostredie, v ktorom sa nachádzajú. Napríklad taký Drienovec obsahuje viac vápnika, než je bežné u iných podzemných zdrojov. Pitná voda zo Stariny je zas mäksia než voda z Čermeľských prameňov alebo voda miešaná z vodárenskej nádrže Bukovec a prameňa Drienovec.



Obrázok 3 - Úpravná vody Bukovec [42]

Tvrdosť vody zo Stariny sa pohybuje od 1,1 až 1,2 milimolov na liter, v čermeľských prameňoch je to 1,5 až 2 milimoly na liter. Celková odporúčaná hodnota tvrdosti je podľa legislatívy 1,1 – 5 milimolov na liter. Zjednodušene povedané, za tvrdosť vody považujeme obsah minerálov vápnika a horčíka – čím je ich obsah vyšší, tým sa hovorí o tvrdšej vode [7].

Hlavnou a prvou príčinou tvorby vodného kameňa z tzv. spätnou rozpustnosťou je uhličitan vápenatý, CaCO_3 [24].



ZÁVER A DISKUSIA

Hlavným cieľom článku bolo informovať o vplyve geometrických charakteristík transportného systému ako aj o prevádzkových a inkrustačných ukazovateľov v transportných (distribučných) systémoch na kvalitu pitnej vody. Strategickým cieľom rozvoja verejných vodovodov v SR je zvýšiť počet zásobovaných obyvateľov z verejných vodovodov a najmä zaistiť dodávku zdravotne bezpečnej pitnej vody v súlade so smernicou 98/83/ES o vode určenej na ľudskú spotrebu [2,19].

Pod'akovanie [zaradenie príspevku] - Acknowledgments

Tento článok vznikol s podporou projektu P4+ Vplyv vybraných (relevantných) charakteristík transportných potrubných systémov na zabezpečenie stanovenej kvality vody s VVSa.s. Košice a s podporou projektu VEGA 1/0230/21 Environmentálna kvalita a životný cyklus stavebných materiálov.

ZOZNAM BIBLIOGRAFICKÝCH ODKAZOV

- [1] http://www.stvs.sk/admin/files/file_39_1480930123.pdf
- [2] Cvelihárová, D., Pauliková, A. Legislatívna podpora pre zabezpečenie požadovanej kvality vody v distribučných systémoch. In: Globálne existenciálne riziká 2019: Recenzovaný zborník príspevkov z 9 medzinárodnej vedeckej konferencie. Žilina (Slovensko): Strix s. 114-124. ISBN 978-80-89753-35-2
- [3] http://www.stvs.sk/admin/files/file_39_1471495773.pdf
- [4] <https://core.ac.uk/download/pdf/30293368.pdf>
- [5] http://www.superbarter.sk/media/docs/request/12670/12670_c0867d250f42dd552013.pdf
- [6] http://www.stvs.sk/admin/files/file_39_1551689155.pdf
- [7] <https://www.kosiceonline.sk/pitna-voda-musi-splnat-prisne-kvalitativne-normy>
- [8] https://www.raven.sk/Files/Pozink_potrubia.pdf
- [9] <https://www.smv.cz/res/archive/015/001798.pdf?seek=1429083261>
- [10] https://www.svf.stuba.sk/buxus/docs/dokumenty/skripta/Vodohospodarske_stavby_Bozikova.pdf
- [11] <https://www.smv.cz/res/archive/015/001798.pdf?seek=1429083261>
- [12] http://www.urso.gov.sk/sites/default/files/ORV_AnalyzaTlakovychPomerov.pdf
- [13] <http://www.pipeco.sk/index.php/sk/vodovody-sk/technicky-manual-sk/67-instalacia-hdpe-potrubi>
- [14] Teichmann, M, Kuda, F. Hodnocení a obnova vodárenských sítí, Professional Publishing, 2019. ISBN: 9788088260264
- [15] http://www.urso.gov.sk/sites/default/files/ORV_AnalyzaTlakovychPomerov.pdf
- [16] <https://vycistime-vychod.sk/rekonstrukcia-a-montaz-kanalizacii/>
- [17] file:///C:/Users/Administrator/AppData/Local/Microsoft/Windows/INetCache/IE/QCLDT6FL/02_Kollar_Cavojova_PV_2000_2.pdf
- [18] https://www.raven.sk/Files/Pozink_potrubia.pdf
- [19] Plán rozvoja VV pre územie SR.pdf
- [20] <https://avssr.sk/wp-content/uploads/2019/07/vp-02-2019-web.pdf>
- [21] <https://kosicednes.sk/styl-ine/odkial-aku-vodu-mame-kosiciach/>
- [22] <http://www.kmti.szm.com/ch-p8.pdf>
- [23] Poláček, Š., Bulla, J., Frančáková, H. Voda, úprava a použitie vo výžive ľudí. Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre. 2010. ISBN: 978-80-552-0272-3
- [24] Pauliková, A. Cvelihárová, D. Niektoré aspekty fyzikálneho pôsobenia na kvalitatívne vlastnosti vody. In: Nástroje environmentálnej politiky: Recenzovaný zborník z VIII. medzinárodnej vedeckej konferencie, 9.3.2018, Bratislava. Žilina (Slovensko): Strix s. 44-48. ISBN 978-80-89753-28-4
- [25] Martoň, J. Čermák, O. Héetharši, J. Vodárenstvo II. Úprava pitných a úžitkových vôd, STU v



- Bratislave, Stavebná fakulta. 1997. ISBN: 80-227-0931-X
- [26] <https://www.asb.sk/stavebnictvo/technicke-zariadenia-budov/ako-udrzat-dobru-kvalitu-pitnej-vody-v-budove>
 - [27] <http://www.ovs.sk/index.php/kvalita-vody/kvalita-vody>
 - [28] <https://www.ezv.sk/eshop/product/ezv-15-d>
 - [29] http://www.vodarne.eu/data/uploads/periodika/vodarenske-pohlady/vp_c1-web.pdf
 - [30] <https://www.smv.cz/res/archive/015/001798.pdf?seek=1429083261>
 - [31] <http://www.vodarne.eu/index.php?id=aktuality-tlaove-spravy&post=tlaova-sprava-8-aprila-2019-1>
 - [32] https://www.raven.sk/Files/Pozink_potrubia.pdf
 - [33] http://www.bvsas.sk/files/zakaznicka-zona/tlaciva-na-stiahnutie/formulare-stiahnutie-ostatne/svs_web.pdf
 - [34] <https://www.asb.sk/biznis/sprava-budov/prevencia-tvorby-vodneho-kamena>
 - [35] <https://www.watertechnology.sk/sluzby/zvysenie-prietoku-cistenie-hrdze-vodneho-kamena.html>
 - [36] http://www.superbarter.sk/media/docs/request/12670/12670_c0867d250f42dd552013.pdf
 - [37] <https://voda.tzb-info.cz/teorie-voda-kanalizace/2130-vplyv-zameny-materialu-potrubi-na-hydrauliku>
 - [38] Cvelihárová, D., Pauliková, A. Charakteristika anorganických látok a vodného kameňa. In: Motivation - Education - Trust - Environment - Safety 2020: Recenzovaný zborník z V. medzinárodnej vedeckej konferencie, Ružomberok 21.2.2020. Bratislava (Slovensko): Slovenská spoločnosť pre životné prostredie s. 141-151. ISBN 978-80-973460-7-2
 - [39] Na Kryme vybudovali dva vodovody, aby odstránili problémy kvôli vodnej blokade Ukrajiny - Zem&Vek (zemavek.sk)
 - [40] Deň otvorených dverí na Vodných stavbách SVP k Svetovému dňu vody (bystricoviny.sk)
 - [41] BYTSERVIS - Bing images
 - [42] úpravňa pitnej vody Bukovec – Vyhľadávanie Google
 - [34] Železo a mangán vo vode - novavoda.sk Železo a mangán vo vode