

O POSEBNOSTIMA I KVALITETU VODOVODNIH INSTALACIJA U STAMBENIM I KOMERCIJALNIM ZGRADAMA

ABOUT THE PECULIARITIES AND QUALITY OF PLUMBING INSTALLATIONS IN RESIDENTIAL AND COMMERCIAL BUILDINGS

ZORAN PENDIĆ¹

LARA POLAK²

BOJANA JAKOVLJEVIĆ³

ANA MILIJIĆ⁴ RAJKO PENDIĆ⁵

ZORAN DIMITRIJEVIĆ⁶ ŽELJKO MARKOVIĆ⁷

DRAGANA JOVANOVIĆ⁸ MARINA STRIŽAK⁹

Pregledni stručni rad
DOI: 10.5937/VIK24055P

Rezime: Voda za piće je strateški resurs 21. veka, pa, normalno, i Srbije. Bezbedna i kvalitetna voda za piće je vrlo važan činilac za dobro narodno (javno) zdravlje. Voda za piće može biti zagađena na izvoru, u toku prerade, na putu do potrošača ili u vodovodnim instalacijama u stambenim/kommercijalnim zgradama. Vodovodne organizacije imaju ključnu

¹ Zoran Pendić, RC Savez inženjera i tehničara Srbije, Kneza Miloša 7, Beograd, razvojni.centar@sits.rs, ORCID: 0000-0002-8320-9154

² Lara Polak, IE University (Business & Management), Madrid, larapolak400@gmail.com, ORCID: 0009-0005-0139-267X

³ Bojana Jakovljević, Telekom Srbija, Takovska 2, Beograd, bojanaja@telekom.rs, ORCID: 0009-0009-5663-2676

⁴ Ana Milijić, Ministarstvo zdravlja Republike Srbije, Nemanjina 22-26, Beograd, ana.milijic@zdravlje.gov.rs, ORCID: 0009-0005-1188-7879

⁵ Rajko Pendić, V-tim PRO, Rajka od Rasine 3, Beograd, rajko.pendic@eurosolutions.rs, ORCID: 0009-0009-2669-1464

⁶ Zoran Dimitrijević, Javno komunalno preduzeće „Vodovod“ Kraljevo, 27. marta 2, Kraljevo, dimzoran75@gmail.com, ORCID: 0009-0008-4849-6646

⁷ Željko Marković, Ekoenergetika, Sutjeska 8 55b, Beograd, zeljko.m.markovic@gmail.com, ORCID: 0009-0000-2925-159X

⁸ Dragana Jovanović, Institut za javno zdravlje Srbije „Dr Milan Jovanović Batut“, Dr Subotića Starijeg 5, Beograd, dragana_jovanovic@batut.org.rs ORCID: 0000-0001-6799-970X

⁹ Marina Strizak, JKP „Beogradski vodovod i kanalizacija“, Kneza Miloša 27, Beograd, marina.strizak@gmail.com, ORCID: 0009-0000-1414-1494

odgovornost za upravljanje rizicima koji imaju za posledicu pojave opasnosti po bezbednost i kvalitet vode za piće, a da bi obezbedile snabdevanje stanovništva bezbednom i kvalitetnom vodom za piće. Ovde treba istaći da odgovornost vodovodne organizacije važi samo do priključnog mesta na vodovodnu instalaciju stambene/komercijalne zgrade. Posebno treba istaći tešku situaciju u Srbiji sa vodovodnim instalacijama koje se ugrađuju u stambene i komercijalne zgrade, jer za ove instalacije u Srbiji ne postoji odgovarajuća zakonska regulativa. O njima odlučuju samo investitori, koji vrlo često kao izvođače vodoinstalaterskih radova angažuju nekompetentne vodoinstalaterske organizacije. Ugradnja vodovodnih cevi od neadekvatnog materijala je jedan od glavnih izvora potencijalne kontaminacije vode za piće u stambenim i komercijalnim zgradama. U radu će biti navedene osnovne razlike između vodovodnih instalacija u stambenim i komercijalnim zgradama. Takođe će biti predložena metrika, zasnovana na faktorima kvaliteta, za procenu kvaliteta vodovodnih instalacija, prvenstveno cevnog materijala, za stambene i komercijalne zgrade. Biće predloženo uvođenje znaka kvaliteta za cevni materijal, kao i obavezno sertifikovanje vodoinstalaterskih organizacija.

Ključne reči: cevi, kvalitet, metrika, stambena, komercijalna

Abstract: Drinking water is a strategic resource of the 21st century, and, naturally, of Serbia as well. Safe and high-quality drinking water is a very important factor for good national (public) health. Drinking water can be contaminated at the source, during processing, on the way to the consumer, or in water installations in residential/commercial buildings. Water supply organizations have a key responsibility for managing risks that result in the occurrence of threats to the safety and quality of drinking water, in order to ensure the supply of safe and quality drinking water to the population. It should be noted here that the responsibility of the water supply organization applies only to the point of connection to the water supply installation of the residential/commercial building. In particular, the difficult situation in Serbia with water installations that are installed in residential and commercial buildings should be highlighted, because there is no appropriate legal regulation for these installations in Serbia. Only investors decide on them, who very often hire incompetent plumbing organizations as plumbing contractors. Installation of water pipes of inadequate material is one of the main sources of potential contamination of drinking water in residential and commercial buildings. The paper will outline the basic differences between plumbing installations in residential and commercial buildings. A metric, based on quality factors, will also be proposed to assess the quality of plumbing installations, primarily pipe material, for residential and commercial buildings. It will be proposed to introduce a quality mark for pipe material, as well as mandatory certification of plumbing organizations.

Key Words: Pipes, quality, metric, residential, commercial

1. Uvod

Vodovodnu organizaciju sačinjavaju: zaposleni, inženjerski objekti (izvorište, transport sirove vode, postrojenja za prečišćavanje vode i distribicioni sistemi za razvođenje vode za piće do potrošača) i pripadajuća oprema, sa uspostavljenim odgovornostima, ovlašćenjima i odnosima [1-13]. Odgovornost vodovodne orga-

nizacije za kvalitet i bezbednost vode za piće važi samo do priključnog mesta na vodovodnu instalaciju stambene/komercijalne zgrade [14-16]. I tu leži problem, jer za kvalitet ugrađene vodovodne instalacije odgovoran je samo investitor stambene/poslovne zgrade. On je zadužen za projektovanje i izvođenje vodovodne instalacije u stambenoj/komercijalnoj zgradi. On bira vodoinstalatersku organizaciju koja izvodi radove vodovodnih instalacija u stambenoj/komercijalnoj zgradi.

U srcu svake stambene zgrade bilo koje veličine nalazi se sofisticirana vodovodna i kanalizaciona instalacija projektovana i izvedena tako da obezbeđuje nesmetano snabdevanje kvalitetnom i bezbednom vodom za piće, odvođenje otpadnih voda i zaštitu zdravlja stanara.

Ove instalacije obezbeđuju da voda za piće bešumno i neprekidno teče do svakog stana, dok se otpadne vode efikasno odstranjuju, obezbeđujući higijensko životno okruženje. Složenost ovih sistema raste sa veličinom zgrade i brojem stambenih jedinica, što za njihovo projektovanje, instalaciju i održavanje zahteva angažovanje iskusnih i profesionalnih vodoinstalaterskih organizacija i vodoinstalatera.

Trio efikasnosti u stambenim zgradama sačinjavaju: gravitacija, pritisak i ventilacija.

Gravitacija igra važnu ulogu u kretanju vode za piće i sanitarnih otpadnih voda kroz vodovodne i kanalizacione sisteme stambenih zgrada. Vodovodni sistem u zgradi predviđen za snabdevanje vodom za piće oslanja se na pumpe, ali često i na gravitaciju kako bi se obezbedilo da voda za piće stigne do svih delova zgrade, dok kanalizacioni sistem zavisi od gravitacije kako bi se otpadna voda premestila iz pojedinačnih jedinica stambene zgrade do glavnog sabirnog kanalizacionog voda priključenog na javnu kanalizaciju.

Jedan od najznačajnijih izazova u vodovodnim instalacijama u stambenim zgradama je obezbeđivanje uslova da svi stanovi, bez obzira na njihovu lokaciju u zgradi, imaju stalan i odgovarajući pritisak vode. Ovo pitanje je posebno značajno za visoke zgrade, gde razlika u nadmorskoj visini može da dovede do značajnih varijacija u pritisku vode.

Ventilacija je treći stub funkcionalnog vodovodnog i kanalizacionog sistema u stambenoj zgradi. Pravilna ventilacija osigurava da se kanalizacioni gasovi bezbedno ispuštaju van, sprečavajući da kanalizacioni gasovi uđu u stambene prostore.

Ventilacija u kanalizacionom sistemu se ne odnosi na kvalitet vazduha; radi se o tome da se obezbedi da otpadna voda može efikasno da se kreću kroz kanalizacione cevi, korišćenjem ventilacionih cevi koje omogućavaju vazduhu da uđe u kanalizacione cevi.

Komercijalne zgrade obuhvataju različite vrste objekata, kao što su poslovne zgrade, maloprodajni objekti, restorani, maloprodajni objekti, hoteli, skladišta, industrijske zgrade, bolnice i ostale zgrade za zdravstvenu zaštitu, zgrade za kulturno-umetničku delatnost i zabavu, zgrade za obrazovanje, višenamenske komercijalne zgrade... [20, 21].

Treba napomenuti da se danas sve više grade višenamenske zgrade, koje sadrže i stambene i komercijalne objekte.

Započinjanje projekta izgradnje komercijalne zgrade nosi sa sobom niz odluka, od kojih je svaka važna u oblikovanju funkcionalnosti i dugovečnosti zgrade. Jedan od ključnih zadataka je izbor adekvatnih vodovodnih i kanalizacionih instalacija. Ovaj izbor ne samo da diktira efikasnost i izdržljivost vodovodnog i kanalizacionog sistema zgrade, već utiče i na dugoročne troškove održavanja, kao i na kvalitet i bezbednost rada ovih sistema. Ono što je rečeno za vodovodne i kanalizacione instalacije stambeni zgrada važi u velikoj meri i za komercijalne zgrade, s tim što ističemo da su ove instalacije kompleksnije kod komercijalnih zgrada.

Rad će prevashodno da razmatra vodovodne instalacije u stambenim i komercijalnim zgradama. Kanalizacione instalacije će biti tema posebnog rada.

Takođe treba istaći da velika većina današnjih zgrada kod nas, bilo stambenih bilo komercijalnih ili mešovitih, neiskorišćava slobodne i raspoložive vodne resurse - kišnicu i otpadne vode koje se stvaraju unutar kanalizacionog sistema. Kišnica i otpadne vode mogu biti sakupljane i tretirane u manjim standardizovanim postrojenjima i nakon toga korišćene kao voda za piće, kupanje, pranje, ispiranje toaleta i navodnjavanje.

Korišćenje prerađene vode u samoj zgradi, pre slanja u sabirni objekat za prerađu otpadnih, voda ne samo da štedi vodu, već takođe eliminiše potrebu za izgradnjom skupe infrastrukture za otpadne i atmosferske vode. Ovakva postrojenja već imaju neki hoteli u našim turističkim centrima. Ova tema takođe zahteva poseban rad.

Još jedna tema, izuzetno značajna, zahteva poseban pregledni rad: Korišćenje piko i mikro hidroelektrana u vodovodnim sistemima komercijalnih i stambenih zgrada, jer bi to dovelo do značajnih ušteda u električnoj energiji [25-30].

2. Ključne razlike između vodovodnih instalacija komercijalnih i stambenih zgrada

Kompleksnost. Vodovodni sistemi u komercijalnim zgradama su veći i složeniji od onih u stambenim zgradama. U ovim zgradama koriste se i moderne tehnologije Industrije 4,0/5.0. Npr. veštačka inteligencija (AI) može da igra značajnu ulogu u

optimizaciji potrošnje vode u komercijalnim zgradama korišćenjem inteligentnih sistema za praćenje, analizu i kontrolu potrošnje vode [31, 32].

Obim korišćenja. Obim i svakodnevna upotreba vodovodnih sistema u komercijalnim zgradama daleko premašuju onu u stambenom okruženju. Komercijalne nekretnine, kao što su hoteli ili poslovne zgrade, mogu imati veći broj korisnika (zaposleni, posetioči) koji istovremeno koriste vodovodni sistem, što dovodi do upotrebe velikih količina vode.

Ova stalna potreba za vodom zahteva da vodovodni sistemi u komercijalnim zgradama budu efikasni i sposobni da nesmetano razvedu velike količine vode za piće i odstranjuju velike količine otpadnih voda. Nasuprot tome, vodovodni sistemi u stambenim zgradama su dizajnirani za povremeno korišćenje od strane manjeg broja ljudi, što ih čini manje zahtevnim u smislu obima i kapaciteta.

Efikasnost vodovodnog sistema. Efikasnost vodovodnih sistema je kritičan faktor i u stambenim i u komercijalnim zgradama, ali je posebno važna u komercijalnim zgradama, kako bi se smanjila potrošnja vode i energije. Zato se vodovodni sistemi u komercijalnim zgradama visoko automatizovani. Međutim, ne postoje savršeni sistemi, pa tako ni vodovodni sistemi u komercijalnim i stambenim zgradama nisu savršeni i može doći do njihovog otkaza/oštećenja u svakom trenutku. Npr. začepljeno kupatilo u komšijinom stanu, iznad vašeg stana, može dovesti do velikih problema i značajnih troškova za otklanjanje posledica kvara.

U komercijalnim zgradama kvarovi mogu da imaju velike posledice na funkcionisanje poslovnih i drugih aktivnosti u ovim zgradama. Naoko mali kvarovi mogu se proširiti na čitav vodovodni sistem i izazvati velike posledice na funkcionisanje zgrade i velike finansijske gubitke. Zato se u modernim komercijalnim zgradama danas koriste savremene tehnologije za nadzor funkcionisanja vodovodnih sistema u realnom vremenu.

Verovatnoća kvarova/oštećenja. Kompleksni vodovodni sistemi u komercijalnim zgradama podložniji su kvarovima/oštećenjima u poređenju sa manje kompleksnim vodovodnim sistemima u stambenim zgradama. Štete uled kvarova/oštećenja u komercijalnim i stambenim zgradama nisu poredive. Štete u komercijalnim zgradama mogu biti katastrofalne, pogotovo ako poslovni subjekat ima radni prostor na više spratova.

Zahtevi za održavanjem. Zbog većeg obima korišćenja, vodovodni sistemi u komercijalnim zgradama zahtevaju češće održavanje i preglede kako bi se obezbedio njihov nesmetani rad.

Zdravstvena pitanja. Protok ljudi u komercijalnim zgradama je znatno veći nego u stambenim zgradama, posebno u restoranima, tako da postoji potreba da se poštuju strogi zakoni o zdravstvenoj bezbednosti, što podrazumeva da vodovodni sistemi u

komercijalnim zgradama moraju u potpunosti da zadovolje zahteve HACCP sistema u pogledu kvaliteta i bezbednosti vode za piće. Tu dolazimo do važnog zaključka da cevni materijali u vodovodnim sistemima komercijalnih zgrada moraju biti adekvatnog kvaliteta, bezbedni i duhotrajni. Zbog toga se izboru cevnog materijala za vodovodne sisteme u komercijalnim zgradama posvećuje posebna pažnja.

Detekcija curenja vode. Detekcija curenja vode iz vodovodnog sistema je kritičan aspekt i u stambenim i u komercijalnim zgradama, ali pristupi se značajno razlikuje. Vodovodni sistemi u komercijalnim zgradama često koriste napredne tehnologije za otkrivanje curenja, kao što su senzori i automatizovani sistemi za praćenje, čime se ostvaruje brza identifikacija mesta curenja. Ovi sistemi mogu otkriti čak i manja curenja pre nego što izazovu veću štetu. U stambenim zgradama, curenje vode najčešće otkrivaju i prijavljuju stanari vizualnim pregledom prostorija u stanu.

Razumevanje ključnih razlika između vodovodnih sistema u komercijalnim i stambenim zgradama je od suštinskog značaja za vlasnike nekretnina, upravnike objekata i stručnjake za održavanje. Dok obe vrste vodovoda dele osnovne principe, kompleksnost i veličina vodovodnih sistema u komercijalnim zgradama zahtevaju od vodoinstalaterskih organizacija i vodoinstalatera specijalizovana znanja, iskustvo, stručnost i redovnu periodičnu proveru i sticanje novih znanja. Vodoinstalaterske organizacije i vodoinstalateri morali bi, po pravilu, da budu sertifikovani. Pored toga, morali bi da raspolažu adekvatnom opremom i alatima.

3. Kvalitet vodovodnih cevni instalacija u komercijalnim/stambenim zgradama

Pouzdanost funkcionisanje. Kada se gradi komercijalna zgrada, pouzdanost i pouzdanost funkcionisanje cevni materijala i ostalih delova vodovodnog sistema predstavljaju imperativ.

Loše odabrane i instalirane cevi, ventili i drugi delovi vodovodnog sistema mogu izazvati značajne probleme u radu vodovodnog sistema. Da bi se obezbedilo pouzdanost funkcionisanje elemenata vodovodnog sistema, važno je investirati u kvalitetne vodovodne materijale koji nude vrhunske performanse i dugovečnost. Kvalitetni proizvodi minimizuju i troškove održavanja vodovodnog sistema.

Životni vek (dugovečnost). Kvalitetni vodovodni materijali su od suštinskog značaja za svaku novu komercijalnu zgradu jer obezbeđuju pouzdanost i dug životni vek vodovodnog sistema.

Pošto vodovodni sistem ima veliki uticaj na zdravlje i bezbednost zaposlenih i posetilaca komercijalne zgrade, kao i stanara stambene zgrade, korišćenje vodovodnih materijala koji su nekvalitetni, nepouzdati i nisu u skladu sa važećim

zakonskim propisima i standardima jednostavno nije opcija i mora biti sprečeno strogim inspekcijskim nadzorom.

Korišćenjem kvalitetnih i pozdanih vodovodnih materijala tokom izgradnje komercijalne/stambene zgrade obezbeđuje se duži životni vek vodovodnog sistema, njegovo lakše održavanje i minimizacija troškova održavanja. Upotreba vodoinstalatcerskih proizvoda vrhunskog kvaliteta i pouzdanosti, iako su skuplji, čini ih mnogo isplativijim na duge staze.

3.1. Višenivoska metrika za procenu kvaliteta vodovodnih cevni instalacija u komercijalnim/stambenim zgradama

Kao što je istaknuto u uvodu, odgovornost vodovodne organizacije za kvalitet i bezbednost vode za piće važi samo do priključnog mesta na vodovodnu instalaciju stambene/komercijalne zgrade [14-16].

Jasno je da od kvaliteta vodovodnih cevni instalacija, instaliranih u komercijalnim/poslovnim zgradama, u velikoj meri zavisi kvalitet i bezbednost vode za piće u vodovodnim sistemima ovih zgrada. Za kvalitet izvedene vodovodne cevne instalacije odgovoran je samo investitor stambene/poslovne zgrade. I tu leži veliki problem, jer investitori često pri gradnji komercijalnih/stambenih zgrada za poslove projektovanja, odabira i izvođenja vodovodnih cevni instalacija angažuju vodovodne organizacije koje ne raspolažu sa dovoljnim znanjem i iskustvom.

Da bi se prevazišao ovaj problem i pomogli investitorima komercijalnih/stambenih objekata predlažemo metodologiju, baziranu na višenivoskoj metrici, za procenu kvaliteta vodovodnih cevni instalacija koje treba izvesti u komercijalnoj/poslovnoj zgradi.

Metodologija je detaljno opisana u literaturi [12, 13]. U ovom radu ćemo dati samo dopune neophodne za primenu ove metodologije za izbor kvalitetnih vodovodnih cevni instalacija za komercijalne/stambene zgrade.

3.1.1. Najčešći tipovi vodovodnih cevi – prednosti i nedostaci (za i protiv)

U tabeli 1 navedene su prednosti (za) i nedostaci (protiv) najčešće korišćenih cevi u vodovodnim i kanizacionim sistemima u komercijalnim/stambenim zgradama. Tabela sačinjena na osnovu podataka iz literature [33-47, 50].

Spektar opasnosti od vodovodnih cevi. Vodovodne cevi mogu biti napravljene od bakra ili raznih plastičnih materijala, a svaka ima prednosti i nedostatke vezano za ljudsko zdravlje i životnu sredinu.

U proizvodnji plastičnih cevi koristi se više hemikalija nego u proizvodnji metalne cevi, pri čemu neke od ovih hemikalija mogu da dospeju u vodu za piće i da je kontaminiraju [36].

Tabela 1. Prednosti i nedostaci vodovodnih cevi u komercijalnim/stambenim zgradama
Table 1. Advantages and Disadvantages of Commercial/Residential Plumbing

Materijal cevi	Prednosti (Za)	Nedostaci (Protiv)
Bakarne cevi	Dug životni vek (i do 100 godina, najmanje 50 godina) Otporne na koroziju Zdravstveno bezbedne Mogu da se recikliraju Pogodne i za toplu i za hladnu vodu (Temperaturno tolerantne)	Skuplje od drugih opcija Mogu da korodiraju u određenim okruženjima Zahtevaju profesionalne vodoinstalatore Ne smatraju se „zelenim“ proizvodom Izbegavajte korišćenje bakarnih cevi ako vaš vodovod obično ima nizak pH (<6,5). Treba izbegavati korišćenje bakarnih cevi ako voda za piće u vodovodu ima nizak pH (<6,5)
Pocinkovane čelične cevi (Retko se koriste u novim instalacijama)	Otporne na koroziju Sposobnost da izdrži velika opterećenja Laka ugradnja	Relativno kratak životni vek (20 do 50 godina) Česta pojava rđe. Nakupi se tokom vremena i može da se odvoji od unutrašnjih zidova cevi i da kontaminira vodu Mogućnost kontaminacije olovom, usled korozije Mogućnost pojave začepjenja, koja blokiraju protok vode Ranjivost usled oštećenja galvanizacije, što izaziva brzu koroziju cevi
Cevi od polivinil hlorida (PVC)	Dug životni vek Otporne na koroziju i rđu Mogu da izdrže visok pritisak vode Pogodne za instalaciju Cenovno su pristupačne (jeftinije su od bakarnih i drugih metalnih cevi) Idealne za transport hladne vode	Podložne su savijanju pri transportu tople vode Mogući problemi sa dimenzijama cevi. Čak i ako su PVC cevi odgovarajuće dimenzije, fitinzi koji povezuju cevi mogu biti previše veliki za uske prostore.
Cevi od hlorovanog polivinilhlorida (PVC-C)	Dug životni vek (praktično neograničen) Otporne na koroziju i rđu Mogu da izdrže visok pritisak vode Pogodne za instalaciju Cenovno su pristupačne (jeftinije su od bakarnih i drugih metalnih cevi) Temperaturno su tolerantne. PVC-C može da izdrži i temperature do blizu 100°C.	Samo su za unutrašnju instalaciju. Mogu da otkazu ako su izložene sunčevoj svetlosti u dužem vremensko periodu Skuplje su od PVC cevi

Materijal cevi	Prednosti (Za)	Nedostaci (Protiv)
Umrežene polietilenske cevi (PEKS, PEX)	Dug životni vek (praktično neograničen) Potpuno otporne na koroziju i rđu Otporne na kamenac i hlor Fleksibilne su i pogodne za instalaciju Idealne za naknadnu ugradnju i uske prostore Pogodne i za hladnu i za toplu vodu (temperaturno tolerantne) Cenovno su pristupačne (jeftinije su od bakarnih i drugih metalnih cevi)	Ne mogu da se recikliraju Samo su za unutrašnju instalaciju. UV zračenje može oštetiti PEKS cevi, čineći ih neprikladnim za spoljašnju upotrebu Neke vrste PEKS cevi utiču na ukus i miris vode za piće, posebno ako je voda stajala u cevima neko vreme Potrebni posebni fitinzi i alati za ugradnju Skuplje su od PVC cevi
Cevi od nerđajućeg čelika	Dug životni vek Izuzetno otporne na koroziju (poželjan su izbor u zgradama koje su pored mora/velikih reka)	Skuplje su od bakarnih cevi
Duktilne cevi	Dug životni vek Dobra mehanička svojstva Dobra hidraulična svojstva Otporne na koroziju Velika otpornost na spoljno opterećenje Ekološki prihvatljive	Koriste se samo u kanalizacionim sistemima Podložne koroziji nakon duže upotrebe Zahtevaju angažovanje profesionalnih vodoinstalatera Troškovi životnog veka niži nego kod cevi od nerđajućeg čelika

U tabeli 2 rangirane su vodovodne cevi po stepenu zdravstvene opasnosti, od najmanje ka najvišoj.

Tabela 2. Spektar zdravstvenih opasnosti od vodovodnih cevi [36]

Table 2. The spectrum of health hazards from water pipes [36]

Bakarne cevi (spojene bez lemovi)
Polipropilenske cevi (PP)
Cevi od polietilena visoke gustine (HDPE)
Umrežene polietilenske cevi (PEKS, PEX)
Bakarne cevi (spojene lemovima)
Cevi od polivinil hlorida (PVC)
Cevi od hlorovanog polivinilhlorida (PVC-C)

Pređimo sada na višenivosku metriku za procenu kvaliteta vodovodnih cevni instalacija u komercijalnim/stambenim zgradama. Kao što smo rekli, metodologija je detaljno opisana u literaturi [12, 13]. Osnovni objekat koji posmatramo je vodovodna cevna instalacija u konkretnoj komercijalnoj/stambenoj zgradi. Procena kvaliteta ovog osnovnog objekta (OO) se vrši u skladu sa hijerarhijskim modelom koji se sastoji od tri nivoa: (i) najviši nivo čine faktori kvaliteta (FK), (ii) srednji nivo čine kriterijumi kvaliteta koji opisuju tražena svojstva objekta radi ispunjavanja faktora

kvaliteta, i (iii) najniži nivo sadrži metriku kvaliteta (npr. zahtevi, pitanja, kvantitativni odnosi, itd.) [12, 13]. Korišćenjem tabela 1 i 2, kao i reference 12, 13, možemo da definišemo faktore kvaliteta za posmatrani OO (tabela 3).

Tabela 3. Definicije faktora kvaliteta za OO: vodovodna cevna instalacija

Table 3. Definitions of quality factors for BO: water pipe installation

Faktor kvaliteta	Predlog definicije
FK1 Pouzdanost	Sposobnost OO da izvrši svoju osnovnu funkciju: razvođenje vode za piće do svih tojećih mesta u zgradi
FK2 Pogodnost za instalaciju	Mera kojom se utvrđuje pogodnost za jednostavnu i pouzdanu instalaciju vodovodnih cevi
FK3 Pogodnost za podešavanje	Mera za procenu pogodnosti za podešavanje cevi pri ugradnji u u vodovodni sistem zgrade
FK4 Pogodnost za povezivanje	Mera procene pogodnosti za spajanje cevi u vodovodnoj instalaciji zgrade
FK5 Zdravstvena pogodnost	Cevi koje se koriste u vodovodnoj cevnoj instalaciji ne smeju da kontaminiraju vodu i moraju da zadovoljavaju zdravstvene standarde
FK6 Pogodnost za održavanje	Rad potreban da se uoči i ispravi greška u vodovodnoj cevnoj instalaciji zgrade
FK7 Otpornost na fizičke i hemijske uticaje	Mera procene otpornosti cevi koje se koriste u vodovodnoj cevnoj instalaciji zgrade na moguće fizičke i hemijske uticaje sredine u kojoj se nalaze, kao i moguće fizičke i hemijske uticaje vode koja se transportuje (otpornost na koroziju, temperaturna tolerantnost, otpornost na UV zračenje...)
FK8 Pogodnost za testiranje fizičkih i hemijskih karakteristika	Mera procene mogućnosti ispitivanja funkcija cevi koje se koriste u vodovodnoj cevnoj instalaciji zgrade kako bi se utvrdila njihova pogodnost za planiranu primenu
FK 9 Dugotrajnost	Procena životnog veka cevi koje se koriste u vodovodnoj cevnoj instalaciji zgrade
FK 10 Usaglašenost sa standardima	Mera procene zadovoljenja određenih standarda koji važe za cevi koje se koriste u vodovodnoj cevnoj instalaciji zgrade
FK 11 Ekološka prihvatljivost	Mera za procenu ekološke prihvatljivosti cevi koje se koriste u vodovodnoj cevnoj instalaciji zgrade (mogućnost reciklaže, ekološki održiva proizvodnja cevi...)
FK12 Konkurentnost	Mera za za procenu konkurentnosti ponuđača cevi pri nabavci cevi (nabavna cena, procena troškova instalacije i održavanja, životni vek i pouzdanost, usaglašenost sa zdravstvenim standardima, pogodnost za instalaciju i održavanje, posjedovanje validnog znaka kvaliteta)
FK13 Pogodnost za ocenjivanje	Mera za procenu dovoljnog skupa podataka za ocenjivanje bitnih karakteristika cevi koje se koriste u vodovodnoj cevnoj instalaciji zgrade u pogledu kvaliteta i bezbednosti
FK14 Posedovanje validnog znaka kvaliteta	Provera kompetentnosti organizacije koja izdaje znak kvaliteta za ispitivane cevi
FK15 Cenovna pristupačnost	Odnos kvalitet/cena za cevi koje nude ponuđači

Sledeći nivo za određivanje zahteva u odnosu na kvalitet vodovodne cevne instalacije je prelazak sa faktora kvaliteta na kriterijume kvaliteta. Npr. kriterijumi kvaliteta za faktor kvaliteta Pogodnost za održavanje mogu biti: pogodnost za ažuriranje, snabdevenost rezervnim delovima, pogodnost za merenje, dokumentovanost, jednostavnost, samoopisnost, standardnost, konzistentnost, modularnost.

Sledeći, najniži nivo metrike, sadrži metriku kvaliteta (npr. zahtevi, pitanja, kvantitativni odnosi, itd.) i služi za ispitivanje kriterijuma kvaliteta koji opisuju faktore kvaliteta vodovodne cevne instalacije. Npr. pitanje može da bude: Da li voda za piće ima pH <6,5? Ako ima onda treba izbeći upotrebu bakarnih cevi. Metrika daje kvantitativne ocene kriterijuma kvaliteta, kao osnovu za procenu faktora kvaliteta razmatranog osnovnog objekta.

Ovde posebno želimo da ukažemo na značaj FK14 posedovanje validnog znaka kvaliteta. Kod nas je situacija na tržištu proizvoda koji se koriste u VS haotična. Često se nabavljaju proizvodi koji ne zadovoljavaju ni osnovne kriterijume kvaliteta [9]. Zbog toga je od izuzetne važnosti da se u Srbiji donesu obavezujući propisi da vodovodne organizacije mogu da nabavljaju proizvode koji se koriste u vodovodnim sistemima u komercijalnim/stambenim zgradama sa verifikovanim znakom kvaliteta, kao što se to radi u npr. u Austiji, Finskoj, Nemačkoj, Holandiji, Hrvatskoj... [9, 53]. Normalno, cevni proizvodi moraju da zadovoljavaju i odgovarajuće standarde [51, 52].

Posebno je u Srbiji teška situacija sa vodovodnim instalacijama koje se ugrađuju u stambene i poslovne objekte, jer o njima odlučuje samo investitor. Odgovornost vodovodne organizacije važi samo do priključnog mesta na vodovodnu instalaciju stambenog/poslovnog objekta.

Posebno treba istaći tešku situaciju u Srbiji sa vodovodnim instalacijama koje se ugrađuju u stambene i komercijalne zgrade, jer za ove instalacije u Srbiji ne postoji odgovarajuća zakonska regulativa. O njima odlučuju samo investitori, koji vrlo često kao izvođače vodoinstalaterskih radova angažuju nekompetentne vodoinstalaterske organizacije. Ugradnja vodovodnih cevi od neadekvatnog materijala je jedan od glavnih izvora potencijalne kontaminacije vode za piće u stambenim i komercijalnim zgradama.

4. Zaključak

Posebno je u Srbiji teška situacija sa vodovodnim instalacijama u komercijalnim i stambenim zgradama, jer o njima odlučuje samo investitor. Odgovornost vodovodne organizacije važi samo do priključnog mesta na vodovodnu instalaciju komercijalne/stambene zgrade.

Pored toga, vodoinstalaterske organizacije moraju biti sertifikovane, jer od iskustva i znanja njihovih zaposlenih u velikoj meri zavisi kvalitet i bezbednost

instaliranih vodovodnih instalacija u komercijalnim/stambenim zgradama. Vodoinstalateri u ovim organizacijama moraju stalno da inoviraju svoja znanja jer se danas koriste moderne tehnologije pri izvođenju vodovodnih instalacija u komercijalnim/stambenim zgradama.

Zbog toga predlažemo da se u sve vodovodne sisteme moraju ugrađivati samo vodovodni proizvodi koji zadovoljavaju odgovarajuće standarde i poseduju verifikovan znak kvaliteta.

5. Literatura

- [1] Pendić Z i dr. Primena Codex Alimentarius HACCP sistema u vodovodnim organizacijama radi snabdevanja stanovništva bezbednom pijaćom vodom, *Tehnika*, Vol. 66, No. 5, str. 865-870, SITS, 2011.
- [2] Pendić Z, Lačnjevac Č, Tašin B, Polak S, Jovanović Lj, Milivojević Z, Pendić R, Reljić Ćurić V. Predlog metodologije za primenu generalisanog HACCP sistema u vodovodnim organizacijama, *Tehnika*, Vol. 67, br. 4, str. 659-664, SITS, 2012.
- [3] Pendić Z, Lačnjevac Č (Urednici). *Metodologija projektovanja i uspostavljanja generalizovanog HACCP sistema u vodovodnim organizacijama*, PRIRUČNIK, Verzija 0.2, Izdavač: Savez inženjera i tehničara Srbije, 207 str, avgust 2013.
- [4] Pendić Z, Lačnjevac Č, Marković Ž, Jovanović Lj, Makuc Z, Pendić R, Čosović O. Zašto je potrebno uspostaviti generalizovani HACCP sistem u vodovodnim organizacijama?, u Zborniku radova 34. *Međunarodnog stručno-naučnog skupa Vodovod i kanalizacija '13*, Tara, Srbija, str. 124-132, SITS, 15-18. oktobar 2013.
- [5] Pendić Z i dr. Obaveze i zadaci u postupku prijema Srbije u EU koji se odnose na kvalitet i bezbednost vode za piće i upravljanje otpadnim vodama, u Zborniku radova 35. *Međunarodnog stručno-naučnog skupa Vodovod i kanalizacija '14*", Kladovo, Srbija, str. 238-246, SITS, 07-10.10.2014.
- [6] Pendić Z i dr. Obaveze i zadaci lokalne samouprave i OCD u zaštiti životne sredine u postupku prijema Srbije u EU – Primer zaštite izvorišta vode za piće, *Tehnika*, No. 6, str. 1075-1079, SITS, 2014.
- [7] Pendić Z, Lačnjevac Č, Jovanović D, Jovanović Lj, Makuc Z, Mioljević V, Beriša H, Zlatanović Tomašević V. Održivi razvoj i voda – kako sačuvati resurse i povišiti bezbednost i kvalitet vode za piće, u Zborniku radova 36. *Međunarodnog stručno-naučnog skupa Vodovod i kanalizacija '15*, Vršac, Srbija, str. 262-275, SITS, 13-16. oktobar 2015.
- [8] Strižak M, Kolarović D, Pendić Z, Jakovljević B, Makuc Z, Lačnjevac Č, Urošević S, Jovanović Lj, Jovanović D. Terorističke pretnje vodovodnim sistemima i pristupi njihovoj zaštiti, u Zbornik radova 37. *Međunarodnog stručno-naučnog skupa Vodovod i kanalizacija '16*, Vrdnik, Srbija, str. 348-357, SITS, 11-14. oktobar 2016.

- [9] Dimitrijević Z. M. Potreba za neprekidnim praćenjem kvaliteta proizvoda u vodosnabdevanju sa osvrtom na iskustva iz Austrije, *Tehnika*, Vol. 72, No. 4, str. 617-620, SITS, 2017.
- [10] Pendić Z i dr. Šta pojam VODA 4.0 znači za javna komunalna preduzeća koja se bave vodovodom?, u Zborniku radova 42. *Međunarodnog stručno-naučnog skupa Vodovod i kanalizacija '21*, Vrnjačka Banja, Srbija, str. 124-137, SITS, 12-15.10.2021.
- [11] Пендић З и др. Паметна (дигитална) вода за пиће за паметни (дигитални) град, У Зборнику радова XIV *Научно-стручне конференције са међународним учешћем Паметни градови и интеграција технологија Четврте индустријске револуције 4.0*, Београд, стр. 132-144, 27. мај 2022.
- [12] Pendić Z, Polak L i dr. O kvalitetu i bezbednosti vodovodnih sistema sa posebnim osvrtom na kvalitet cevi, u Zborniku radova 44. *Međunarodne konferencije Vodovod i kanalizacija '23*, Zlatibor, Srbija, str. 113-125, SITS, 10-13.10.2023.
- [13] Пендић З, Полак Л и др. Један приступ оцењивању квалитета сложених система/опreme, У Зборнику радова XVI *Научно-стручне конференције са међународним учешћем Еколошко инжењерство – место и улога, стање и будући развој*, Београд, стр. 116-1120, 24. мај 2024.
- [14] Pravilnik o uslovima i normativima za projektovanje stambenih zgrada i stanova, *Sl. glasnik RS*, br. 58/2012, 74/2015 i 82/2015.
- [15] Zakon o planiranju i izgradnji, *Sl. glasnik RS*, br. 72/2009, 81/2009 - ispr., 64/2010 - odluka US, 24/2011, 121/2012, 42/2013 - odluka US, 50/2013 - odluka US, 98/2013 - odluka US, 132/2014, 145/2014, 83/2018, 31/2019, 37/2019 - dr. zakon, 9/2020, 52/2021 i 62/2023
- [16] Odluka o prečišćavanju i distribuciji vode, *Sl. list grada Beograda*, br. 23/2005, 2/2011, 29/2014, 19/2017, 74/2019 i 4/2022.
- [17] Scott Vincent. How Plumbing Works In An Apartment Building, *On Services*, Melbourne, February 28, 2024.
- [18] Gurmu A, Mudiyansele PW. Plumbing defects in residential buildings: analysis of anomalies and their causes, *Facilities*, Vol. 41, No. 13/14, pp. 927-956, 2023.
- [19] The Most Common Commercial Plumbing Problems, *HVAC & plumbing*, July 16, 2019.
- [20] INDEED Editorial Team. Commercial Buildings: Definition, Types and Tips, *INDEED*, Updated August 16, 2024.
- [21] Pravilnik o klasifikaciji objekata, *Sl. glasnik RS*, br. 22/2015.
- [22] Hensley K. Major Differences Between Commercial and Residential Plumbing, 1-Tom-Plumber, July 28, 2023.

- [23] Commercial Plumbing vs Domestic Plumbing – The Differences, *Robinsons Facilities Services*, March 27th, 2024, Last updated: June 25th, 2024.
- [24] Spot the difference: domestic plumbing vs. commercial plumbing, *Watermaster Plumbing*, Melbourne.
- [25] Conić I. Grad koji se napaja strujom povlačenjem vode u toaletu, *Gradnja*, 19.06.2015.
- [26] Generating electricity by flushing water like in a toilet, *Interesting Engineering*
- [27] Can your toilet generate electricity?, *Energy Saving Trust*, Blog Post. 4 July 2019, Updated 3 November 2020.
- [28] Suman R et al. Electricity Generation Through Water Supply Pipes in High Rise Buildings, *Journal of Industrial Integration and Management*, Vol. 06, No. 04, pp. 449-468, 2021.
- [29] Kowalska B et al. The concept of using energy generated by water flowing in pipes to power devices monitoring the water supply network, *Proceedings of the 3 International Conference on Design, Construction, Maintenance, Monitoring and Control of Urban Water Systems*, WIT Transactions on The Built Environment, Vol. 165, WIT Press, 2016.
- [30] Newton E. How Much Energy Can Hydro Turbines In Water Pipes Generate?, *Water Online*, March 7, 2024.
- [31] Prasad A. Role of A. I.- Future of water management of commercial buildings, *LinkedIn*, June 26, 2023.
- [32] 5 efficient ways for commercial water management, *Smart Flow*, <https://www.smartflowmonitoring.com/water-management/>
- [33] The Importance of Quality Plumbing Supplies in Building Construction, *Maverick Supply*, <https://www.mavericksupplyinc.com/the-importance-of-quality-plumbing-supplies-in-building-construction>
- [34] The Different Types of Plumbing Pipes Used In Commercial Buildings, *eSUB*, September 17, 2020, <https://esub.com/blog/the-different-types-of-plumbing-pipes-used-in-commercial-buildings/>
- [35] The Pros and Cons of Different Types of Plumbing Pipes, *Mr. Rooter Plumbing*, <https://www.mrrooter.com/greater-syracuse/about-us/blog/2019/july/the-pros-and-cons-of-different-types-of-plumbing/>
- [36] What to Know When Selecting Water Pipes, *INFORMED*, Oct 27, 2021, [Internet], <https://informed.habitablefuture.org/resources/news/114-what-to-know-when-selecting-water-pipes>
- [37] Šta je razlika između PE cijevi, PVC cijevi, PP cijevi i PB cijevi?, *Shandong Kangyu Pipe Industry*, Jan 20, 2018, <https://ba.cnkangyupipe.com/news/what-is-the-difference-between-pe-pipe-pvc-pi-12220920.html>

- [38] Advantages and Disadvantages of Ductile Iron Pipes Compared with Other Pipes, *Permanent Steel Manufacturing Co.* <https://www.permanentsteel.com/news-show/advantages-and-disadvantages-of-ductile-iron-pipes-compared-with-other-pipes.html>
- [39] Ductile Iron Pipe vs Steel Pipe: A Comprehensive Comparison for Plumbing Professionals, *Metleader*, April 18, 2024, <https://mlpiping.com/ductileironpipe-vssteelpipe/>
- [40] Wei X. *Research on the selection of pipe materials for water supply and drainage*, 3p, E3S Web of Conferences 23 6, 02031, 2021.
- [41] Nesterchuk R. *Determining the most suitable material for water pipes*, Bachelor's Thesis, Mikkeli University of Applied Sciences, 55 p., January 2013.
- [42] Abdulah Shrrat Omar O. Evaluation of Pipe Materials in Water System Networks Using the Theory of Advanced Multi-Criteria Analysis, 21 p., *Sustainability* 2023, 15, 4491, 2023.
- [43] Types of Pipe Material and Their Selection, PipingMart (Indian Steel, Metal & Piping Business), September 19, 2022, <https://blog-the-pipingmart.com/other/types-of-pipe-material-and-their-selection/>
- [44] Reeves R, Wheat Ph. Choosing the Right Pipe Material, WaterWorld, <https://www.waterworld.com/drinking-water/distribution/-article/-16190949/choosing-the-right-pipe-material>
- [45] Team Kataria Pipes, Seven Qualities You Should Look For in a Plumbing Pipe, August 17, 2021, <https://katariaplastics.com/seven-qualities-you-should-look-for-in-a-plumbing-pipe/>
- [46] *Materials coming into contact with drinking water – What to watch out for? – At home*, European Commission, Directorate-General for Environment, 2017, <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/-02a-bab85-148d-11e9-81b4-01aa75ed71a1>
- [47] What are Pipes and Piping materials?, THE PIPING MART, September 19, 2022, <https://blog.thepipingmart.com/other/types-of-pipe-material-and-their-selection/>
- [48] Извештај о здравственој исправности воде за пиће јавних водовода и водних објеката у Републици Србији за 2022. годину, Институт за јавно здравље Србије „Др Милан Јовановић БАТУТ“, 37 страна, Београд, 2023.
- [49] Извештај о стању животне средине у Републици Србији за 2022. годину, Министарство заштите животне средине Републике Србије, Агенција за заштиту животне средине, 206 страна, Београд, 2023.
- [50] Potable Water Piping Product Guidance, Informed, Last updated: April 25, 2023, <https://informed.habitablefuture.org/product-guidance/13-water-pipes>
- [51] 91.140.60 Water supply systems Including water meters in buildings, ISO, <https://www.iso.org/ics/91.140.60/x/>

- [52] NSF/ANSI 61 – 2016 International Standard/American National Standard for Drinking Water Additives: Drinking water system components — Health effects, NSF International
- [53] FI Mark Drinking Water Approval, Kiwa Inspecta Finland, [Internet], Dostupno na: <https://www.kiwa.com/en/service2/certification/fi-mark-drinking-water-approval/>