

# Razmak okana na kanalizacijskoj mreži

Davor Malus, Dejan Kovačević, Dražen Vouk

## Ključne riječi

odvodnja,  
kanalizacijska mreža,  
kontrolna okna,  
razmak okana,  
odvodnja prometnica,  
održavanje kanalizacije

## Key words

drainage,  
sewerage network,  
manholes,  
manhole spacing,  
roadway drainage,  
sewerage maintenance

## Mots clés

drainage,  
réseau d'égouts,  
regards de visite,  
espacement des regards  
de visite,  
évacuation des eaux  
de routes,  
entretien des égouts

## Ключевые слова

отведение вод,  
канализационная сеть,  
контрольные шахты,  
расстояние между  
контрольными шахтами,  
отведение вод с дорог,  
поддержание  
канализации

## Schlüsselworte

Entwässerung,  
Abwassernetz,  
Inspektionsschächte,  
Schachtabstand,  
Strassenentwässerung,  
Wartung der Kanalisation

D. Malus, D. Kovačević, D. Vouk

Pregledni rad

## Razmak okana na kanalizacijskoj mreži

Predložene su izmjene postojeće prakse u određivanju najvećeg razmaka kontrolnih okana na ravnim potezima kanala istog poprečnog presjeka, koja je nasljeđe tehnološkog stanja razvoja postupaka održavanja kanalske mreže iz prve polovice prošlog stoljeća. Prikazane su i obrazložene mogućnosti novih tehnologija održavanja koje omogućavaju bitno veće minimalne razmake. Uštede su moguće na svim sustavima javne odvodnje, a naročito u području odvodnje oborinskih voda s prometnica.

D. Malus, D. Kovačević, D. Vouk

Subject review

## Manhole spacing along sewerage network

The authors propose a change in current practice relating to maximum spacing among manholes on straight sections of ducts of similar cross section. This spacing is a remnant of sewerage system maintenance practices that have been in use since the first half of the past century. Advantages of novel maintenance technologies, enabling adoption of much greater minimum distances among manholes, are presented and explained. Considerable savings can thus be made on all public drainage systems, and especially in the sphere of rainwater drainage from roadways.

D. Malus, D. Kovačević, D. Vouk

Ouvrage de synthèse

## Espacement des regards de visite le long du réseau d'égouts

Les auteurs proposent un changement dans la pratique courante relative à l'espacement maximum entre regards de visite sur tronçons droits des conduits de profil en travers uniforme. Cet espacement constitue un vestige des pratiques d'entretien traditionnelles qui ont été utilisées depuis la première moitié du siècle précédent. Les avantages des nouvelles techniques d'entretien, permettant des espacements beaucoup plus grands entre les regards de visite individuels, sont présentés et expliqués. De cette manière, des économies considérables peuvent être faites sur tous les systèmes de drainage public, et notamment dans le domaine d'évacuation des eaux des voies routières.

Д. Малус, Д. Ковачевич, Д. Вук

Обзорная работа

## Расстояние между шахтами на канализационной сети

В работе предложены изменения существующей практики в определении наибольшего расстояния между контрольными шахтами на прямых участках канала одинакового поперечного сечения, являющегося наследием технологического состояния развития способов поддержания канализационной сети из первой половины прошлого столетия. Показаны и обоснованы возможности новых технологий поддержания, обеспечивающие значительно большие минимальные расстояния. Экономия возможна на всех системах явного отведения вод, а особенно в области отведения вод атмосферных осадков с дорог.

D. Malus, D. Kovačević, D. Vouk

Übersichtsarbeit

## Abstand der Inspektionsschächte im Abwassernetz

Vorgeschlagen sind Änderungen der bestehenden Praxis bei der Bestimmung des grössten Abstands der Inspektionsschächte an geraden Strecken des Kanals mit konstantem Querschnitt, die ein Erbtum des technologischen Standes der Entwicklung des Wartungsverfahrens für Abwassernetze aus der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts ist. Dargestellt und begründet sind die Möglichkeiten neuer Wartungstechnologien die wesentlich grössere Minimalabstände ermöglichen. Bei allen Systemen der öffentlichen Entwässerung sind Ersparungen möglich, besonders im Bereich der Niederschlagsentwässerung von Verkehrswegen.

Autori: Prof. dr. sc. **Davor Malus**, Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu; **Dejan Kovačević**, dipl. ing. građ., IGH Zagreb, Janka Rakuše 1; **Dražen Vouk**, dipl. ing. građ. Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Kačićeva 26, Zagreb

## 1 Uvod

Kontrolno, revizijsko ili silazno okno najčešća je građevina na kanalskoj mreži. Zadatak je okna omogućiti pristup kanalu, njegovo održavanje i ventilaciju. Prema namjeni određene su i minimalne dimenzije okana da bi se osobama i opremi omogućio rad na održavanju. Rad na održavanju može biti vrlo jednostavan, kad se npr. samo vizualno kontrolira stanje kanala, ili složen, ako je kanal djelomično ili potpuno začepljen ili oštećen.

Predmet i interes ovog rada su okna koja se ugrađuju na ravnim potezima cjevovoda istog poprečnog presjeka i uzdužnog pada. Razmak tih okana u funkciji je promjera kanala, uz razumnu pretpostavku da je lakša intervencija na kanalima većeg poprečnog presjeka, osobito onda ako su oni prohodni.

U Hrvatskoj i ostalim europskim državama taj je razmak od 40 – 150 m, dok je u SAD-u i Australiji od 100 – 180 m. Postavlja se pitanje zbog čega tako velika razlika, naročito u području najmanjih profila?

## 2 Objektivni problemi s oknima

Okno kao građevina predstavlja u građenju izdatak koji je bitno veći od cijene slivne duljine kanala. Slabo izvedene kinete remete režim tečenja, zaustavljaju tok vode, a mrtvi kutovi skupljaju otpadnu tvar koja se na zraku raspada i zaudara. Iskustvo je pokazalo da su okna rizične građevine na kanalskoj mreži, jer je veća vjerojatnost propuštanja na spoju kanala na ulasku i izlasku iz okna (pogotovu ako su monolitne izvedbe), a na prometnoj površini poklopci okana mogu ometati promet, oštetiti vozila ili čak ugroziti živote vozača. U bilanci tuđih voda, propuštanja površinskih i podzemnih voda kroz građevine na kanalskoj mreži, a ponajviše kroz okna, imaju visok udio (30 – 50 %) [1]. Okno nad kojim je 2,5 cm vode propušta i do 4,5 l/s kroz otvore na poklopcu [2]. Razlozi su to zbog kojih bi broj okana na kanalskoj mreži bilo dobro svesti na razumnu mjeru.

U visokourbaniziranim gradskim sredinama prstenasti raspored prometnica s relativno kratkim ravnim potezima i s mnoštvom bočnih priključaka ne ostavlja mnogo prostora za eventualnu racionalizaciju broja okana jer su potezi kanala istog poprečnog presjeka i uzdužnog pada dosta kratki. Na prometnicama u suburbanim i ruralnim područjima, naprotiv, udio takvih dionica je dosta velik. Autoceste i ceste rezervirane za promet motornih vozila, nove dionice državnih cesta, velikim dijelom imaju izgrađene vlastite sustave odvodnje s dugim ravnim potezima kanala istog poprečnog presjeka. Veći dijelovi trase cjevovoda izvedeni su u razdjelnom pojasu ili bankinama, a jedan je dio izveden i u zaustavnim trakovima i kolniku. Osobito su rizični poklopci na oknima u kolniku tunela, gdje ih teška vozila mogu izvući iz sjedišta i tako stvoriti potencijalnu opasnost nesagledivih posljedica.

## 3 Održavanje kanalske mreže

Klasična kanalska mreža podložna je kvarovima i mora se održavati. Poznato je da su kvarovima podložne one mreže koje su jako stare i koje imaju:

- uzdužne padove manje od minimalno dozvoljenih
- male minimalne profile cijevi
- loše izvedene spojeve, uzdužne padove i okna
- veći broj napuknuća, deformacija i lomova zbog loše ugradnje,
- nedisciplinirane korisnike koji u kanalizaciju nedopušteno ispuštaju tvari i stvari koje ne bi smjeli ispuštati.

U samim počecima moderne kanalizacije uklanjanje kvarova na kanalskoj mreži nije bio ugodan posao. Raspoloživ alat bio je skromnih mogućnosti, uz nužnost velikog angažiranja žive radne snage. Sve je to i bilo razlogom da se razmak okana prilagodi tehničkim mogućnostima službe za održavanje. Klasična je konstrukcija s relativno prostranom radnom komorom tada imala puni smisao jer se iz radne komore upravljalo ručnim alatima i spravama na uklanjanju kvarova koji su često bili udaljeni i teško dohvatljivi. U nekim su projektima učinjene grube pogreške i previdi.

Ovdje navodimo primjer kanalizacije američkog grada Memphisa. Nakon pogubnih epidemija kolere 1873. i žute groznice 1878. godine, kada je bilo više od 10000 žrtava, izgrađen je razdjelni sustav kanalizacije prema projektu i nadzoru Georga E. Waringa [4]. Lateralni su skupljači bili promjera 150 mm, a kućni priključci 100 mm. Na kraju svakog lateralnog kanala koji je primao otpadne vode iz najviše 300 stanova bio je izgrađen spremnik za ispiranje, obujma 500 l, koji se praznio jednom na dan. Sustav se ventilirao kroz vertikalne kućne kanalizacije. Na mreži nije bilo klasičnih okana, već samo tzv. otvori za osvjetljavanje (engl. *lamp-holes*). Ubrzo se uvidjelo da su ti otvori promašaj jer se kroz njih nisu mogla uspješno uklanjati česta začepljenja. Nakon toga, su pri proširenju kanalske mreže upotrijebljena klasična revizijska okna na svim promjenama horizontalne ili vertikalne trase i minimalni profil skupljača od 200 mm, a rekonstruiran je i adaptiran prvotni Waringov projekt. To je primjer na kojem je pokazano kako štednja u investiciji često dođe na naplatu u fazi iskorištavanja.

U održavanju kanalizacije revolucionarni se pomak dogodio uvođenjem opreme za održavanje i sanaciju kanalske mreže kojom se upravlja izvana. To su moderna tehnička sredstva za utvrđivanje pogonskog stanja kanalizacije i alati za uklanjanje kvarova. Operativne su se mogućnosti služba za održavanje bitno popravile, a smanjen je udio neugodnoga i prljavoga ljudskog rada. Okna sad služe prije svega za uvođenje opreme za pregled stanja kanala i različitih alata kojima se kanali odčepljuju i

ispiru, čiste od korijenja biljaka i saniraju kontinuirano ili lokalno na mjestima propuštanja i/ili ugrožene stabilnosti. Učinkovitost službe održavanja ovisi danas prije svega o mogućnostima opreme kojom raspolažu. Moderna specijalna vozila za održavanje kanalske mreže mogu svojim uređajima i alatima djelovati na udaljenost od 100 – 150 m, a obnova cjevovoda nekom od bezrovovskih tehnologija moguća je u jednoj dionici na još duljim odsječcima.

### 3.1 Oprema za održavanje komunalnih poduzeća u Republici Hrvatskoj

U ovom se radu ne daje pregled opremljenosti naših javnih komunalnih poduzeća opremom za održavanje kanalske mreže, ali je evidentno da najveći gradovi u Hrvatskoj već dulji niz godina raspolažu modernom opremom. Mogućnosti opreme prilagođene su postojećoj praksi u građenju sustava odvodnje, od razmaka okana, najmanjih profila kanala, do vrste cijevnog materijala. Isto je tako evidentno da velik broj malih javnih komunalnih poduzeća ne može pribaviti modernu opremu pa se snalazi u okvirima svojih mogućnosti, često uz pripomoć jačih komunalnih poduzeća u regiji.

Kratkim pregledom ponude na svjetskom tržištu vrlo je lako pronaći brojnu standardnu opremu koje je domet djelovanja do 150 m. Daljinski vođenim TV kamerama ispituje se stanje kanala, a potom vodi i nadgleda sanacija. Glavni alati kao što su snažne mlaznice, štapni rotacijski alati za čišćenje profila kanala, vučeni vjedričarski alati, alati za propuhivanje bočnih priključaka te niz bezrovovskih tehnologija sanacije i obnove cjevovoda pokrivaju svojim djelovanjem velike razmake okana.

Kad se radi o održavanju sustava odvodnje na autocestama, cestama rezerviranim za promet motornih vozila i državnim cestama, onda nabava moderne opreme za održavanje ne bi smjela biti u pitanju jer su to građevine koje ostvaruju prihode, a svaka je modernizacija radi smanjenja troškova održavanja opravdana.

## 4 Razmak okana u Americi i Australiji

U navedenim je zemljama razmak okana na ravnim potezima kanalske mreže, određen prije svega mogućnostima opreme za nadzor i čišćenje i visokim standardima u izvođenju i odabiru materijala cjevovoda. Za ilustraciju navodimo nekoliko primjera iz postojeće prakse.

Postojeća administrativna pravila države Utah [5] u smjernicama za projektiranje kanalske mreže između ostalog propisuju:

*Okna se grade na kraju svakog cjevovoda koji je dulji od 46 m, na svim promjenama pada, poprečnog presjeka i smjera, na svim križanjima i na razmacima ne većim od*

*120 m za cijevi do promjera od 38 cm i 150 m na kanalima promjera od 46 do 76 cm.*

*Odobravaju se i razmaci do 180 m u slučajevima gdje postoji odgovarajuća oprema za čišćenje.*

U smjernicama za graditelje i projektante sjevernoga teritorija u Australiji [6] preporučuje se: *da se betonska monolitna ili montažna okna postavljaju na mjestima promjene pada, promjene smjera (zakrivljeni kanali nisu dopušteni, osim na kratkim potezima uz okno i kod promjera cijevi većih od 750 mm), kod promjene promjera cijevi, na mjestima spoja s drugim cjevovodima, na spoju priključka na tlačne cjevovode i na najvećem razmaku od 100 m za profile od 150-300 mm, 120 m za profile od 375-450 mm i 150 m za promjere veće od 450 mm.*

Vodič za projektiranje Muolton Niguel Water Districta u Kaliforniji [7] propisuje osim ostalog, i sljedeće: *okna se postavljaju na razmaku od 120 m za promjere cijevi od 200 do 375 mm, a za cijevi promjera 450 do 750 mm na razmaku do 150 m. Ako je cjevovod zakrivljen, potreban je manji razmak okana. Veći razmak može se dopustiti na cjevovodima većeg promjera. Dopušteno je samo jedno zakrivljenje trase između dva okna (vertikalno ili horizontalno).*

U priručniku za projektiranje odvodnje prometnica Odjela za promet države Kalifornije [8] stoji: *Općenito, veći poprečni presjeci cijevi dopuštaju veći razmak okana. Za promjer iznad 1200 mm ili cijev iste površine poprečnog presjeka, dopušteni razmak okana je 250-300 m, a za promjere manje od 1200 mm razmak je između 100 – 200 m. U slučajevima kanala maloga poprečnog presjeka gdje nisu postignute brzine samoočišćenja, treba se koristiti razmakom od 100 m. Kod kanala koji zadovoljavaju kriterij samoočišćenja i malih zakrivljenosti, razmak između okana treba biti u granicama spomenutih ograničenja.*

Zanimljive su smjernice za građenje kanalizacije grada Lubbocka iz Teksasa [9]. Osim odredbe da najveći razmak okana ne smije biti veći od 150 m, navodi se i sljedeće: *Na mjestima T i Y čvorova, ili krivina, pristup kanalizacijskim cijevima treba omogućiti s uzvodne i nizvodne strane i to tako da ne bude udaljen od navedenih mjesta više od 45 m.*

Povrh svega navedenog, valja spomenuti da u SAD-u postoji strukovno udruženje The Tool Base Portal koje se bavi inovativnim tehnologijama u građenju. U dokumentima tog društva spominje se kako troškovi infrastrukture po jednoj obiteljskoj kući iznose oko 60.000 \$ i da treba učiniti sve da bi se oni smanjili što je moguće više uvođenjem inovacija u način građenja [10]. U području kanalizacije stambenih naselja predlaže se primjena zakrivljene trase kanala bez okana, a minimalni polu-

mjeri zakrivljenosti određeni su prema promjeru cjevovoda. Isti polumjeri moraju omogućiti pristup TV kameri i uređajima za čišćenje kanalizacije. Računa se da se svakim izostankom okna dubine 2,4 do 3 m uštedi 1000 – 1500 \$.

Navodi se da suvremena pravila i standardi ograničavaju najveći razmak okana sanitarne kanalizacije promjera do 375 mm, na 120 m ili manje. To pravilo posljedica je prije svega metoda građenja i uporabljenih materijala. Razmak od 120 m dopušta uporabu rotirajuće opreme za uklanjanje korijenja i naslaga masti i taloga. Ovi kratki razmaci za čišćenje bili su logični za cjevovode s nizom nepravilnosti u trasi, kao što su razdvojeni spojevi, depresije pogodne za taloženje, lomovi i napukline od nepravilnog zatrpavanja. Postojeće metode građenja i materijali dopuštaju prosječan i razuman razmak od 180-240 m. Najbolje sredstvo za sprječavanje začepljenja jest dobra izgradnja. Toj praksi pripadaju: polaganje cijevi uz pomoć lasera, ispitivanje vodonepropusnosti i ispravnosti izvedenih spojeva uz pomoć zraka ili vode, primjena dobrih spojeva i kvalitetna ugradnja koji štite od infiltracije vode i prodora korijenja. Kamera za nadzor mogu se otkriti mjesta propuštanja i oštećenja, te sanirati injektiranjem silikonske mase do duljine od 225 m, što omogućuje maksimalni razmak okana od čak 450 m. Problem ventilacije može se riješiti ventilacijskim oknima ili oknima za čišćenje (engl. *cleanout*).

Bitna je opaska, koja stoji u nizu pravilnika, da maksimalni razmaci okana ovise o mogućnostima službe za održavanje, odnosno tehničkoj opremi kojom raspolažu.

## 5 Razmak okana u Europi i Republici Hrvatskoj

Projektiranje i izvođenje kanalizacije u Republici Hrvatskoj temelji se na tradiciji austrougarskih i njemačkih inženjera XIX. i XX. stoljeća. Ta tradicija glede predmeta ovog rada nije se promijenila ni smjernicama za projektiranje javnih komunalnih poduzeća, ni u literaturi koja se rabi u obrazovnim institucijama [11] [12] [4]. Kao karakteristični primjer navode se najveći razmaci prema sveučilišnom udžbeniku Kanalizacija naselja, autora J. Margete [11] u kojem stoji da je za cjevovode promjera 250-600 mm najveći razmak okana 50 m, za DN 700-1400 mm, 75 m, a za promjere veće od 1400 mm uzima se razmak 150 m.

Prema dokumentu ATV- A 241/1994 njemačkog društva za vodoopskrbu i odvodnju, razmak između okana na kanalima bilo kojeg promjera uglavnom ne bi smio biti veći od 100 m. Ovaj se podatak temelji na tehničkom radu i sigurnosnim aspektima, neovisno o tome radi li se o cjevovodima mješovite ili razdjelne kanalizacije. Kod većeg razmaka okana potrebno je posebno ispitati prozračivanje.

Poljski autor Szpindor [13] u knjizi Vodoopskrba i odvodnja naselja navodi podatke o najvećem razmaku kanalizacijskih okana. Za profile do promjera 250 mm propisani razmak L je od 50-55 m, za DN 300-350 mm, L = 55-60 m, za DN 400-600 mm, L = 60-70 m, za DN 600-900 mm, L = 70-75 m, a za veće od DN 1000 mm, L = 100-120 m.

U knjizi Odvodnja cesta R. Edela [14] stoji: *Najveće su udaljenosti između okana neprohodnih kanala oko 50 , ili manje ako cjevovod prije promijeni smjer ili nagib. U praksi one ne bi smjele prijeći vrijednost od 80 m. Odabir ovisi o mogućnostima tehničkih uređaja za osvjetljivanje kanala i o alatu koji se rabi za čišćenje i ispiranje. Za prohodne kanale (visina veća od 1 m) dopušten je razmak okana od 100 m, a za kanale visine veće od 1,60 m, do 120 m.*

Engleska norma BS EN 752, 3. dio iz 1997. godine, propisuje najveći razmak između okana sanitarne kanalizacije od 95 m, odnosno konstatira da: *niti jedan dio kanala ili skupljača ne bi smio biti udaljen od okna više od 50 m, što znači da razmak između okana ne smije biti veći od 100 m.*

## 6 Kritički osvrti na praksu u Republici Hrvatskoj

Kako je već prije spomenuto, najveće uštede u gradnji odvodnje smanjenjem broja okana moguće je postići kod prometnica. U praksi je razmak okana uvjetovan rasterom slivnika. Slivnici se na glavni skupljač priključuju preko kontrolnih okana, a kako je razmak slivnika do 40 m, isti je i razmak okana bez obzira na promjer cijevi. Za takvo postupanje nema dubljeg opravdanja osim ako se unaprijed pretpostavi da se slivnici neće redovito čistiti i da će spojevi na glavni skupljač biti izvezeni aljkavo, kao što se to često doista i događa.

Danas se međutim rabe cijevni materijali odličnih hidrauličkih svojstava, uz koje postoji izbor oblikovnih spojnih komada, kojima se bez razaranja cijevi glavnog skupljača mogu priključiti bočni ogranci na hidraulički najpovoljniji način.

Često i komunalna poduzeća propisuju neshvatljivo male razmake okana na kanalima velikih poprečnih presjeka, sve u namjeri da sebi osiguraju komotniji pristup pri održavanju. Takvo ponašanje i nije čudno ako se pozna je pozicija komunalnih poduzeća u području investicija i u postupku izdavanja potrebnih uvjeta građenja i izdavanja suglasnosti na projekte odvodnje.

Projektanti se također ponašaju racionalno, ne želeći ulaziti u konflikte s onima koji propisuju uvjete, pa po sili inercije projektiraju rješenja koja se ne mogu ocijeniti najpovoljnijima. U svemu tome višak troškova nepotrebno plaćaju investitori koji su najvećim dijelom iz društvenopolitičkog okruženja.

Ako se analiziraju svi izloženi kriteriji o najvećim dopuštenim ili preporučenim razmacima, onda je svakako najbitnija razlika između europske i američke prakse u području manjih poprečnih presjeka, odnosno najmanjem razmaku. On je najmanje dvostruko veći u SAD-u i Australiji.

Iz analize dionice autoceste duljine 10.000 m s razmakom okana od 40 m, može se izračunati da se usvajanjem razmaka od 80 m broj okana upola smanji, a ako je razmak 120 m, potrebna ih je samo trećina. U tablici 1. prikazan je proračun ušteda za navedeni primjer prema cijenama koje vrijede na hrvatskom tržištu [15].

Činjenica jest da u našoj praksi ne egzistiraju građevine kao što su otvori za čišćenje ili okna za ventilaciju. Te građevine koje su mnogo jeftinije od klasičnih okana mogu se kombinirati s klasičnim kontrolnim oknima, čime se postiže veća sigurnost i učinkovitost u pogonu i održavanju.

Uz analizu razmaka okana može se postaviti još jedno pitanje koje nema toliku razinu važnosti, ali je također u funkciji smanjenja troškova izgradnje. Okna se tradicionalno opremaju stupaljama za silazak radnika u radnu komoru. Ugradnja stupaljki predstavlja dodatni trošak i tehničke probleme kod monolitne izgradnje okana. Problematične su posebno stupaljke od običnoga građevinskog čelika, koji se u vlažnoj, a nekad i agresivnoj sredini kanalizacije vrlo brzo troši korozijom.

Poznato je da danas svaka ekipa za održavanje raspolaže terenskim vozilom, koje se bez problema može opremiti lakim metalnim, rasklopivim ljestvama, uz pomoć kojih se može sigurno sići u gotovo svako okno. Na dionicama kanalske mreže, gdje je statistički gledano, mogućnost pojave kvara vrlo mala, izostavljanje ugradnje stupaljki je posebno opravdano.

## 7 Sinteza

Kontrolna okna sigurno ne utječu na smanjenje mogućnosti začepjenja ili oštećenja cjevovoda. Naprotiv, loše izvedena okna mogu tome pridonijeti. Često su sama okna predmet pojačanih mjera održavanja, a ne kanali za čije održavanje ona služe.

U prosječnoj kanalizacijskoj mreži postoji uvijek dio kanala koji imaju povećanu vjerojatnost začepjenja zbog poznatih nastojanja da se "po svaku cijenu" zadrži gravitacijski režim otjecanja na cijelom slijevu. Te se dionice mogu razabrati dijelom već u fazi projektiranja, a dodatne nastaju lošom izgradnjom, što se ustanovljuje tehničkim pregledom i u uporabi. Zadatak je projektanta da već u projektu smanji potencijalni broj kritičnih dionica uporabom propisanih padova, odabirom kvalitetnoga cijevnog materijala, razumnih minimalnih poprečnih presjeka i mogućih uređaja za ispiranje kanala.

Bez obzira na opremu kojom se raspolaže, ako do kvara dođe, uvijek je lakše i komotnije djelovati ako je kvar bliže oknu odnosno, ako se kvaru može lako pristupiti iz uzvodnog ili nizvodnog okna. Takav način razmišljanja najviše odgovara onima koji kanalizaciju održavaju. U tom je duhu prihvaćena i praksa da se okna ugrađuju na kraćim razmacima na dijelovima kanalske mreže koji već u fazi projektiranja pokazuju veću sklonost začepljenju.

Ako se problem promatra sa stajališta tehničkih mogućnosti opreme za održavanje i smanjivanja troškova građenja, onda kao jedino uporište ostaje praktični doseg opreme za održavanje. Je li postojeća praksa opravdana, ili je inercijom zadržano tehničko naslijeđe koje danas više nema realnih uporišta, ili je to problem koji nije vrijedan diskusije?

Možda uštede koje su prikazane analizom u tablici 1. i nisu impresivne kad se usporede s troškovima izgradnje kolničke konstrukcije, ali su sigurno velike u apsolutnim iznosima. Pritom je svakako najvažnije da se uštede u građenju ne devalviraju povećanim troškovima održavanja.

Odabir većih razmaka okana u nekim zemljama izdržao je provjeru u praksi, pa stoga ne postoje razlozi da se isto ne primijeni u našoj sredini, naravno uz sve logične i prije određene iznimke i uz osiguranje odgovarajuće opreme za održavanje.

## 8 Zaključak

Cilj je ovog rada predložiti izmjenu postojeće prakse, koja je naslijeđe tehnološkog stanja razvoja postupaka

Tablica 1. Uštede na izgradnji oborinske kanalizacije na odsječku autoceste duljine 10 km za različite konstrukcije okana i dubinu ugradnje, uz povećanje razmaka okana s 40 m na 80 m odnosno 120 m

Materijal okna	Dubina okna (m)	Cijena okna (kn)	Ušteda na razmaku okana 80 m (kn)	Ušteda na razmaku okana 120 m (kn)
poliester	2,0	8.200 – 8.500	1.025.000 – 1.062.500	1.367.000 – 1.417.000
poliester	2,5	13.500	1.687.500	2.250.000
polipropilen	2,0	8.000	1.000.000	1.333.000
polipropilen	2,5	9.600	1.200.000	1.600.000
monolitni beton	2-3,8	3.000 – 7.900	375.000 – 987.500	500.000 – 1.317.000

održavanja kanalske mreže iz prve polovice prošlog stoljeća, mogućnostima novih tehnologija koje omogućavaju bitno veće minimalne razmake okana.

Mogućnost izmjene prakse zanimljiva je osobito u sadašnjem trenutku kada su na pragu realizacije pretežito novi razdjelni sustavi komunalne odvodnje. Najveće promjene trebalo bi uvesti u području sustava odvodnje oborinskih voda s prometnica. Kako troškovi izgradnje tih sustava bitno opterećuju ukupnu cijenu građenja,

#### LITERATURA

- [1] Perez, D.: *Advantages of Structurally Enhanced Cementitious Materials for Manhole Rehabilitation*, Water Environmental Association Specialty Conference, 1996.
- [2] American Society of Civil Engineers,; Water Pollution Control Federation: *Gravity Sanitary Sewer Design and Construction*, ASCE No.60, WPCF No. FD-5.1982.
- [3] Schladweiler, J. C.: *Tracking Down the Roots of Our Sanitary Sewers*, Arizona Water & Pollution Control Association, 2002.
- [4] Vuković, Ž.: *Osnove hidrotehnike*, I. dio, Prva knjiga, Akvamarine, Zagreb 1996, str.277.
- [5] Utah Administrative code Rule R317-3: *Design Requirements for wastewater Collection, Treatment and Disposal Systems*, 2005.
- [6] PowerWater, Australia: *Guidelines for developers and Consulting Engineers for the Provision of Water and Sewerage Infrastructure in Subdivisions*, 1993.
- [7] Moulton Niguel Water District, (MNWD): *Procedural Guide and Design Requirements*, California, 2001.
- [8] California DOT, CALTRANS: *Highway Design Manual*, Chp. 830. *Roadway Drainage*, 2001.
- [9] Storm Water management Department, Texas: *City Drainage Criteria Manual*, City of Lubbock, 1997.
- [10] U.S. Department of Housing and Urban Development: *Innovative Site Utility Installations*, Office of Policy Development and Research Building Technology Division, Dewberry & Davis H-5558, 1983.
- [11] Margeta J.: *Kanalizacija naselja*, Sveučilište u Splitu – Građevinski fakultet, Split 1998.
- [12] Jahić, M.: *Urbani kanalizacioni sistemi*, Geoinženjering Sarajevo, 1985.
- [13] Szpindor, A.: *Zaopatrzenie w wodę i kanalizacja wsi*, Wydawnictwo Arkady Sp. z o. o., Warszawa, 1998.
- [14] Edel, R.: *Odwodnienie dróg*, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności – Warszawa, 2000.
- [15] Hrvatske vode: *Standardna kalkulacija radova u vodnom gospodarstvu II. 2007*. Hrvatske vode 2007.

svaka je ušteda koja ne ide na teret smanjenja funkcionalnosti dobrodošla.

Zaključak rada ne ide u smjeru usvajanja najtolerantnijih smjernica iz prije citiranih slučajeva, već usvajanju smjernica primjerenih lokalnim prilikama koje obuhvaćaju materijalne i tehničko-tehnološke mogućnosti. Usvajanjem prijedloga bitno bi se smanjili troškovi građenja kanalske mreže, povećala sigurnost prometa, uz zadovoljenje uvjeta za pogon i održavanje kanalske mreže.