

# Kontrola negativnih utjecaja preljevnih voda kanalizacije

Jure Margeta

## Ključne riječi

mješovita kanalizacija, preljevna voda, rasteretna građevina, otpadne vode, oborinske vode, nacionalna strategija

## Key words

mixed sewage disposal system, overflowing water, overflow facility, waste water, rain water, national strategy

## Mots clés

égout mixte, eau débordante, dispositif de débordement, eau usée, eau pluviale, stratégie nationale

## Ключевые слова

смешанная канализация, сливная вода, разгрузочное сооружение, сточные воды, атмосферные воды, национальная стратегия

## Schlüsselworte

Mischkanalisation, Überlaufwasser, Entlastungsbauwerk, Abwässer, Niederschlagswässer, nationale Strategie

J. Margeta

Stručni rad

## Kontrola negativnih utjecaja preljevnih voda kanalizacije

U radu se opisuje mješovita kanalizacija čije su značajke rasteretne građevine kojima se za vrijeme kiša nepročišćene otpadne vode zajedno s oborinskim vodama prelijevaju u prijamnike. Cilj građenja rasteretnih građevina je prije svega ekonomski. Preljevne vode onečišćuju okoliš, što treba kontrolirati. Kontrola je složena, skupa i dugotrajna. Preduvjet za uspješno rješavanje problema je donošenje nacionalne strategije i dugoročnih planova za upravljanje rasteretnim građevinama.

J. Margeta

Professional paper

## Controlling negative effects of sewage water overflow

The mixed sewage disposal system, characterized by overflow facilities, through which untreated waste waters and rain water are together evacuated into the final discharge zone, is described. These overflow facilities are built primarily for economic reasons. Overflowing waters pollute environment, and must therefore be controlled. This control is complex, expensive and time-consuming. Development of national strategy, and the long-term overflow facility management plan, are the main preconditions for successful resolution of this problem.

J. Margeta

Ouvrage professionnel

## Contrôle des effets négatifs de débordement des eaux d'égout

Le système d'égout mixte, caractérisé par le dispositif de débordement par lequel les eaux d'égout et les eaux pluviales sont évacuées ensemble dans la zone finale de décharge, est décrit. Ces dispositifs de débordement sont construits surtout pour des raisons économiques. Les eaux débordantes polluent l'environnement, et doivent être bien contrôlées. Ce contrôle est complexe, coûteux et prend trop de temps. Le développement d'une stratégie nationale, et le plan de gestion à longue terme des dispositifs de débordement, sont les conditions préalables pour une résolution efficace de ce problème.

Џ. Маргета

Ouvrage professionnel

## Контроль за негативными влияниями сливных вод канализации

В работе описывается смешанная канализация, для которой характерно наличие разгрузочных сооружений, посредством которых во время дождей производится слив в приемники неочищенных сточных вод вместе с атмосферными водами. Строительство разгрузочных сооружений производится прежде всего с экономической целью. Сливные воды загрязняют окружающую среду, что необходимо контролировать. Контроль является сложным, дорогостоящим и длительным. Предпосылкой для успешного решения проблемы является принятие национальной стратегии и долгосрочных планов управления разгрузочными сооружениями.

J. Margeta

Fachbericht

## Kontrolle der negativen Einflüsse des Überlaufs der Abwässer

Im Artikel beschreibt man eine Mischkanalisation deren Kennzeichen Entlastungsbauwerke sind in denen während des Regens ungereinigte Abwässer zusammen mit Niederschlagswässern in Empfänger überlaufen. Das Ziel des Bauens von Entlastungsbauwerken ist vor allem wirtschaftlich. Überlaufwässer verunreinigen die Umwelt, was man kontrollieren muss. Die Kontrolle ist kompliziert, teuer und langwierig. Die Vorbedingung des erfolgreichen Lösens des Problems ist das Verabschieden einer nationalen Strategie langfristiger Pläne für die Verwaltung der Entlastungsbauwerke.

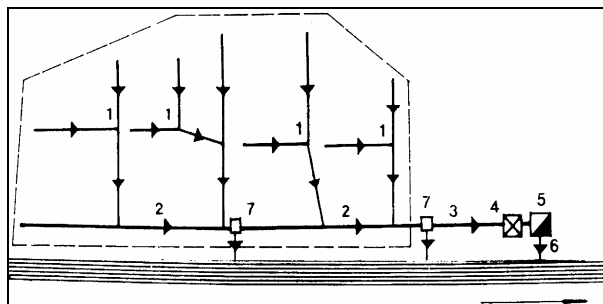
Autori: Prof. dr. sc. **Jure Margeta**, dipl. ing. građ., Sveučilište u Splitu, Građevinsko-arhitektonski fakultet, Split

## 1 Uvod

Mješoviti tip kanalizacije jest sustav u kojem se otpadne i oborinske vode s područja grada odvođe jednim odvodnim sustavom u uređaj za pročišćavanje. To je stariji tip kanalizacije koji je karakterističan za većinu starih kanalizacija u Hrvatskoj, a rabio se kao najjeftinije rješenje skupljanja i odvodnje urbanih otpadnih i oborinskih voda najkraćim putem do prijamnika. Mješovita kanalizacija karakteristična je s rasteretnim građevinama ili kako se to još naziva- preljevima (slika 1.). To su građevine putem kojih se za vrijeme kiša nepročišćene otpadne vode zajedno sa oborinskim vodama prelijevaju iz sustava kanalizacije u prijamnike. Uloga preljeva u mješovitoj kanalizaciji, odnosno cilj građenja rasteretnih građevina u suštini je ekonomski. Preljevanjem velikih količina oborinskih voda izravno u prijamnik smanjuje se protok vode u kanalizaciji nizvodno od rasteretne građevine i time znatno pojeftinjuje građenje i pogon kanalizacije. Što je rasterećenje veće i ekonomske su uštede veće. U vremenu u kojem se nije poklanjala pažnja zaštiti voda i kada posljedice ispuštanja preljevni voda u vode prijamnika nisu bile lako prepoznatljive, takvo je rješenje bilo logično i prihvatljivo.

Međutim, s porastom onečišćenja voda kao posljedice ubrzanog razvoja, a posebno naglim rastom urbanih sredina koje generiraju velike količine otpadnih i onečišćenih oborinskih voda, takav koncept rješavanja odvodnje više nije prihvatljiv. Naime, preljevne vode su izvor nekontroliranog onečišćenja okoliša [2] koje može uzrokovati:

- *estetsko onečišćenje* zbog otpadaka koji se nalaze u otpadnim i oborinskim vodama (krpe, papiri, različito smeće)
- *povećanje zdravstvenog rizika* od oboljenja za sve izravne ili neizravne korisnike prijamnika zbog fekalija koje se putem preljeva ispuštaju u prijamnik (bakteriološko onečišćenje)



1 - sekundarni kanali; 2 - primarni kanali; 3 - glavni kanal; 4 - crpna stanica ; 5 - uređaj za pročišćavanje; 6 - ispust pročišćenih voda; 7 - rasteretna građevina

Slika 1. Mješoviti tip kanalizacije i funkcija rasteretne građevine [1]

- *ekološke štete u prijamniku i okolišu vezanom uz prijamnik* (razne otpadne tvari sadržane u oborinskim i komunalnim otpadnim vodama)
- *smanjenje razine otopljenog kisika* u prijamnicima koje može uzrokovati pomor životinja (biološki razgradive organske tvari).

Takva onečišćenja voda nisu više prihvatljiva za javnost niti zakonski dopuštena te je stoga potrebno kontrolirati prelijevanje, odnosno smanjiti ili u cijelosti eliminirati negativni utjecaj na vodne resurse.

Problem se do sada uglavnom rješavao tako da se kontrolirala koncentracija onečišćenja u preljevnim vodama razrjeđivanjem otpadnih voda oborinskim vodama. Osnovna pretpostavka ovog pristupa bila je da su oborinske vode čiste, što na žalost više nisu već su u pojedinim razdobljima otjecanja (početno otjecanje poslije sušnog razdoblja) onečišćenije od kućanskih otpadnih voda. Znači kiša stvara mješovito protjecanje, pri čemu je razrjeđivanje:

$$Q_{otj} = Q_{otp}(1+n) \quad (1)$$

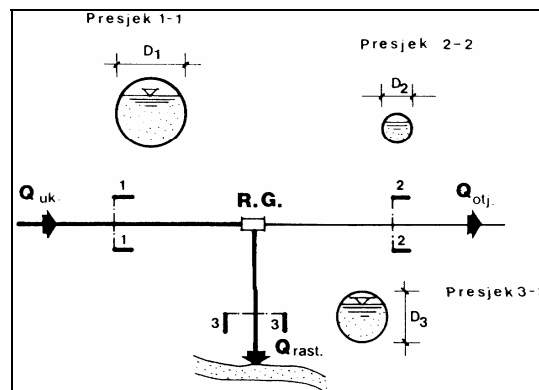
$Q_{otp}$  – protok otpadnih voda

$Q_{otj}$  – protok koji otječe dalje sustavom

$n$  – koeficijent razrjeđenja.

Pri razrjeđivanju dolazi do rasterećenja kanalizacije i prelijevanja.

Takvim se pristupom smanjuje koncentracija pojedinih štetnih tvari u preljevnim vodama u projektiranom omjeru ( $n$ ), podrazumijevajući da ukupni teret onečišćenja koji se u vrijeme kiša ispušta u prijamnik neće ugroziti planirano stanje i namjenu prijamnika. Koncept je u suštini prihvatljiv ako se stanje prijamnika dugoročno neće ugroziti i ako su dobro odabrane pretpostavke na temelju kojih je utvrđen nužan omjer miješanja ( $n$ ). Na žalost, oborine su prirodna pojava stohastičkog karaktera i teško ih je pouzdano pretpostaviti, a time pojavu i veli-



čine protoka u kanalizaciji. Posebno je teško ustanoviti onečišćenje u oborinskim vodama i godišnji teret onečišćenja, pa time i ukupni pritisak na vode [2]. Kako su vodni resursi sve onečišćeniji, a zbog toga propisi zaštite sve stroži, rješavanje preljevnih voda zahtijeva cjelovitiji i sustavniji pristup u odnosu na dosadašnju praksu.

U kontroli izvora onečišćenja vrlo je važno pitanje: pripada li izvor grupi raspršenih ili točkastih izvora onečišćenja. Od tog određenja bitno ovisi primjena zakonskog ali i tehnološkog okvira za rješavanje problema. Točkasti se izvori u cijelosti mogu uspješno kontrolirati pročišćavanjem prije ispusta, dok se raspršeni kontroliraju administrativnim i tehnološkim mjerama, ali na mjestu nastanka.

Kojim izvorima pripadaju rasteretne građevine? S obzirom da se prelijevanje događa putem rasteretnih građevina trebale bi pripadati točkastim izvorima. Međutim, rasteretnih građevina u urbanim sredinama može biti mnogo na malom prostoru, tako da su u takvoj situaciji donekle i raspršeni izvor. S druge strane preljevne su vode kao pojava povremenog i stohastičkog karaktera, a posebno teret onečišćenja koji nose. Znači da su vrlo teško potpuno upravljivi ili kontrolirani. Očito je da se rasteretne građevine ne mogu u cijelosti svrstati niti u točkaste niti u raspršene izvore onečišćenja. U tome je suština problema upravljanja. U razvijenim se zemljama uglavnom tretiraju kao točkasti izvori na koje se primjenjuje kombinirani pristup zaštite voda „efluent-prijamnik“.

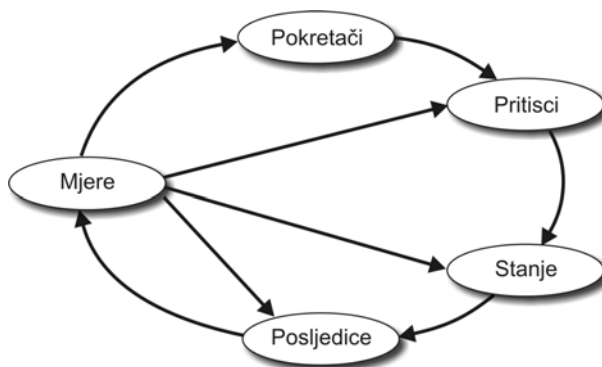
Sadašnji zakonski okvir nije u cijelosti jednoznačan. Relevantni hrvatski propisi [3] te drugi propisi [4] do [9], kao i europski propisi [10], [11] izrijekom nigdje ne spominju mješovite vode niti daju izravne smjernice za njihovu kontrolu. Navedeni pravilnik svrstava ove vode u komunalne otpadne vode. Takvim, inače ispravnim svrstavanjem, proizlazi da se ispusti rasteretnih građevina trebaju tretirati jednako kao i svi drugi ispusti komunalnih otpadnih voda. S druge strane, Pravilnik se ne može doslovno primijeniti na rasteretne građevine jer bi to značilo primjenu vrlo skupih rješenja, odnosno gradnju uređaja visokog stupnja pročišćavanja. Veliki je nedostatak što zakonodavci nisu u Pravilniku ovaj problem jasnije tretirali i tako uvelike pomogli njegovu rješavanju. Sa sadašnjim zakonskim okvirom problem je vrlo teško učinkovito rješavati. Proizlazi da se problem mora rješavati od slučaja do slučaja shodno njegovim značajkama, uvažavajući širi prostorni i širi zakonski okvir koji obuhvaća problematiku zaštite voda.

Za inženjere koji rješavaju ove probleme to je s jedne strane vrlo težak zadatak utvrđivanja učinkovitih mjera kontrole i dokazivanja valjanosti primijenjenih mjera unutar postavljenog zakonskog okvira, a s druge strane

donekle lagan zadatak jer je okvir vrlo fleksibilan i ne-definiran pa se može do kraja neodređenim mjerama i postupcima tvrditi da će se ostvariti željeni ciljevi zaštite voda. Ključno je pitanje jesu li mjere i rješenja ne samo ekološki, nego i ekonomski opravdani i održivi.

## 2 Cjeloviti pristup za rješavanja problema

Složenost problema zaštite voda od preljevnih voda mješovite kanalizacije jest takva da se probleme može uspješno rješavati samo ako se cjelovito i sustavno obuhvate sve značajke i procesi. Takav pristup zahtijeva primjenu metodologije PPSPM (slika 2.).



Slika 2. Metodologija za gospodarenja rasteretnim građevinama (PPSPM) [2]

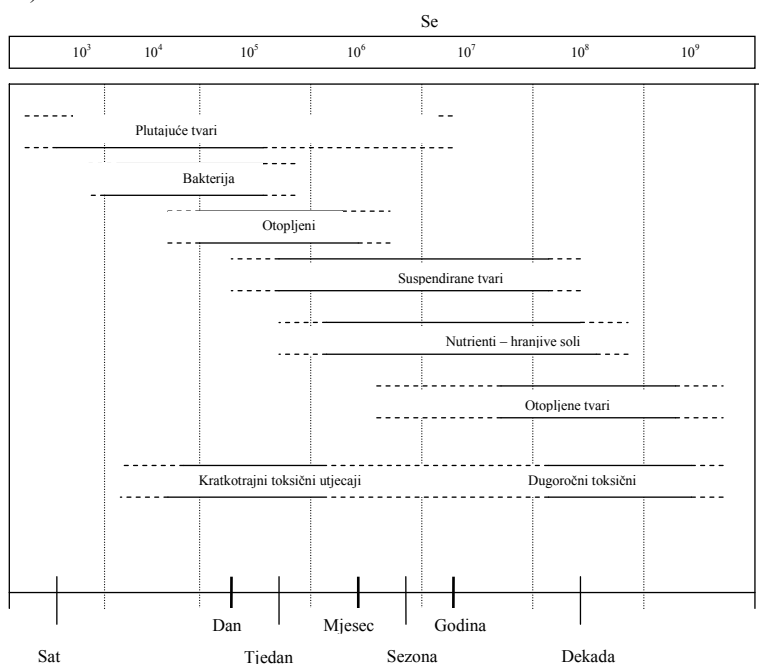
Ova se metodologija sastoji od nekoliko osnovnih koraka analize i sinteze problema:

**Pokretač.** To su osnovni pokretački mehanizmi koji imaju negativne utjecaje na okoliš, a to su rasteretne građevine. Glavni je pokretač stara mješovita kanalizacija koja se inače više ne preporučuje graditi, odnosno njezino slivno područje. Pokretači stvaraju pritisak koji djeluje na stanje prijamnika i time na sve posljedice koje iz tog stanja proizlaze.

**Pritisak.** To su djelovanja pokretačkih mehanizama, odnosno onečišćenje iz mješovite kanalizacije koje se putem rasteretnih građevina ispušta u vodne resurse. Četiri veličine opisuju značajke pritiska: (i) koncentracija; (ii) količina vode; (iii) trajanje; (iv) učestalost. Prognoza i proračun ovih veličina, odnosno količina i kakvoće preljevni voda nezahvalan je zadatak jer se proces odvija djelovanjem prirodnih procesa (režim oborina) i građevina kojima čovjek upravlja. U Hrvatskoj ali i šire je vrlo malo mjerenih podataka. Naime, ova se problematika počela ozbiljnije razmatrati tek sedamdesetih godina prošlog stoljeća, tako da je na temelju sadašnjeg iskustva i prakse teško pouzdano procjenjivati veličinu pritiska.

**Stanje.** To je trenutačno stanje voda kao posljedica pritiska. Jasno je da pritisci iz mješovite kanalizacije na okoliš i njegove dijelove rezultiraju promjenom stanja i

količinskog i kvalitativnog, mijenjajući istovremeno količine i kakvoću voda prijamnika. U slučaju rasteretnih građevina količinske su promjene nagle, a što se tiče kakvoće vode i negativnih utjecaja promjene stanja su i kratkoročne i dugotrajnije. Razdoblje utjecaja pojedinih vrsta otpadnih tvari na vode prijamnika slikovito je prikazano na slici 3. Neke su promjene kratkog trajanja (plutajuće tvari, bakterije i drugo), dok su druge dugotrajnije i time znatno opasnije za okoliš (nutrijenti, teški metali).



Slika 3. Vremensko razdoblje utjecaja otpadnih tvari u prelivnim vodama [12]

Tablica 1. Moguće posljedice prelivnih voda [13]

Zagađivač	Posljedice
Bakterije (EC, E. coli, enterokoke) Virusi Protozoe ( <i>Giardia</i> , <i>Cryptosporidium</i> )	zatvaranje plaža neugodan miris zatvaranje uzgajališta školjki onečišćenje vode za piće različiti štetni utjecaji na javno zdravstvo
Smeće i plutajuće tvari	narušavanje estetike prostora umanjenje vrijednosti imovine miris zatvaranje plaža
Organske komponente Metali Ulja i masnoće Toksički zagađivači	ugrožavanje vodenih organizama štetan utjecaj na javno zdravstvo ograničenja u ribarstvu i školjarstvu
Biokemijska potrošnja kisika (BPK5)	smanjenje razine otopljenog kisika i pomor riba
Taložive tvari	ugrožavanje bentosa zatvaranje uzgajališta školjki
Hranjive soli (N, P)	eutrofikacija i cvjetanje algi narušavanje estetskih vrijednosti
Dinamički utjecaj izljeva vode	erozija prijamnika

Upravo nepovoljno stanje prijamnika, kao i ugrožavanje aktivnosti vezanih za prijamnik glavni je povod za upravljanje prelivnim vodama. Veličina ugroženosti voda i negativne promjene stanja određuju dinamiku primjene mjera nužnih za smanjenje negativnog utjecaja rasteretnih građevina.

*Posljedice.* Promjena stanja ima za rezultat cijeli niz negativnih posljedica za živi svijet i čovjeka te čovjekove aktivnosti (tablica 1.) [13]. Rasteretne građevine vrlo negativno utječu na prijamnike-vode, što se veoma lako može zaključiti jer rasteretne građevine kombiniraju dva negativna izvora onečišćenje i utjecaja: (i) utjecaj koji stvaraju komunalne-urbane otpadne vode i (ii) utjecaj koji stvaraju urbane oborinske vode. Dva se dobro poznata negativna utjecaja na prelivu zbrajaju i zajednički izmiješane otpadne i oborinske vode istovremeno utječu na prijamnik i njegove vode. U blizini velikih gradova posljedice su već takve da su negativni utjecaji vrlo izraženi.

Utjecaj prelivnih voda na prijamnik je kumulativan jer utjecaji teku manje ili više istodobno, ovisno o značajkama i procesu preživljavanja-razgradnje pojedine tvari u prijamniku, i jer se redovito ponavlja od kiše do kiše. Utjecaj se javlja istovremeno sa svim drugim uzvodnim izvorima onečišće-

nja uključujući i sve uzvodne rasteretne građevine, tako da se i potrebna razina pročišćavanja (zaštite) mora planirati zajedno s uzvodnim zagađivačima, odnosno na temelju šireg plana zaštite voda.

Posljedice ovise o omjeru miješanja, odnosu količina koje se ispuštaju i količina prijarnika, te o odnosu koncentracije otpadnih tvari koje se nalaze u preljevnim vodama i prijarniku. Očito je da će posljedice biti negativnije na prijarnike sa slabom izmjenom vode i malim protokom nego, recimo, na otvoreno more s velikom izmjenom vode. Zbog toga su veličina i značajke utjecaja vrlo različite, od slučaja do slučaja, i ne mogu se generalizirati.

Posljedice ovise i o namjeni vode prijarnika, odnosno njegovoj osjetljivosti na pojedine pokazatelje onečišćenja. Vode koje se rabe za kupanje ili uzgoj školjaka i riba ne mogu biti prijarnici preljevnih voda, prvenstveno zbog bakteriološkog onečišćenja koje preljevne vode uzrokuju, te potom teških metala, ulja i masti. Jednako tako dijelovi vodnih resursa s vrlo slabom izmjenom voda, kao što su mala jezera ili mali zatvoreni zaljevi na moru, ne mogu biti prijarnici zbog organskog onečišćenja i hranjivih soli.

Očito je da za svaki preljev treba napraviti odgovarajuću procjenu utjecaja na prijarnik na temelju koje će se odrediti potrebna razina čišćenja preljevnih voda ili naći neko drugo rješenje.

Veličina utjecaja određuje se statičkim modelima (jednostavnom bilancom masa onečišćenja u prijarniku) i dinamičkim modelima ako što su simulacija procesa onečišćenja, Monte Carlo simulacija i log-normalna raspodjela i druge, ali pod uvjetom da postoje mjereni podaci.

*Mjere/odgovori.* Uočene posljedice lošeg stanja okoliša i prirodnih resursa na održivost prirode i čovjeka rezultiraju cijelim nizom aktivnosti i mjera koje se poduzimaju da bi se posljedice eliminirale ili barem ublažile. Mjere koje treba poduzimati da bi se postigla održivost voda i okoliša moraju biti cjelovite i moraju se odnositi na sve elemente i značajke problema - od pokretača do posljedica. To znači da moraju obuhvatiti sve aktivnosti u skladu s cjelovitim konceptom upravljanja. Stoga razlikujemo mjere za umanjene pokretačkih mehanizama i pritisaka, mjere za poboljšanje stanja te mjere za smanjenje negativnih utjecaja i posljedica.

Učinci svih mjera bit će djelotvorni samo ako se problem rješava cjelovito (integralno), dajući podjednaku važnost svim elementima od pokretača do posljedica, kao i njihovim međudnosima. To znači da je osnovni uvjet za dugoročno poboljšanje stanja okoliša u odnosu na utjecaj preljevnih voda primjena cjelovitog (integralnog) koncepta

upravljanja vodnim resursima. U ovom su postupku rasteretne građevine samo jedan od brojnih izvora onečišćenja koji treba integralno tretirati da bi se postiglo održivo iskorištavanje i zaštita voda. To je i osnovni zahtjev Okvirne direktive o vodama EU /11/.

### 3 Mjere za kontrolu negativnih utjecaja rasteretnih građevina

Metodologija PPSPM podrazumijeva da se istovremeno i s istom važnošću djeluje na sve elemente procesa onečišćenja voda, to jest na pokretače, pritiske, stanje i posljedice, a sve kako bi se posljedice na okoliš i čovjeka smanjile, i kratkoročno i dugoročno, te kako bi se rizik smanjio uz najmanje troškove. Takav je cjeloviti pristup nužan da bi se rizik za uspješnu kontrolu rasteretnih građevina smanjio na najmanju moguću mjeru. Rizik je velik jer je kiša i time veličina prelijevanja nepredvidiva prirodna pojava. S druge strane su štete za okoliš rezultat pripremljenosti i provedbe mjera od strane čovjeka vezanih uz umanjene rizika od zagađivanja voda, odnosno ranjivosti okoliša. Naime, rizik = opasnost x ranjivost. Na prirodnu pojavu (pojavu opasnosti) ne može se djelovati, ali zato čovjek svojim cjelovitim mjerama može umanjiti ranjivost i time rizik za okoliš i sebe znatno umanjiti. Mjere koje se primjenjuju su administrativne, tehničke i edukativne.

Na žalost, ovom se problemu kod nas ne poklanja osobita pažnja, a to se najbolje vidi u propisima. Današnji propisi, nacionalni i EU direktive, nemaju odgovarajuće standarde preljevnih voda, tako da se značajke preljevnih voda određuju na temelju dokaza o škodljivosti-neškodljivosti na prijarnik i njegovo iskorištavanje. S obzirom na složenost procjene veličine pritiska problem se rješava pojednostavljeno. U nekim su se zemljama propisivali minimalni omjer miješanja otpadnih i oborinskih voda, shodno namjeni prijarnika (Engleska 6 x DWF) i/ili minimalna razina čišćenja preljevnih voda (EU praksa; uronjena pregrada + rešetka otvora 6 mm), ili kritični intenzitet oborine ovisan o omjeru količina otpadnih voda i vode prijarnika /14/. Međutim, potrebn pristup kojim se rizik znatno smanjuje podrazumijeva izradu plana zaštite voda unutar kojeg će se zajedno sa svim drugim zagađivačima odrediti okvir za upravljanje preljevnim vodama zasnovan na metodologiji PPSPM.

*Pokretač* problema je urbana sredina i njezin kanalizacijski sustav. Urbana sredina može znatno smanjiti onečišćenja ako se grad redovito čisti i pere te ako se vodi briga o odlaganju nečistoća na gradske površine, kao i o ispuštanju štetnih tvari u kanalizaciju. Međutim, potpuno i najznačajnije smanjenje problema je prelazak na razdjelni tip kanalizacije. Kako je to skup i dugotrajan proces, umanjene problema bit će sporo. U slučaju urbanih sredina ili dijelova grada koji nemaju kanalizaci-

ju, najjednostavnije i najjeftinije rješenje je jednostavno - gradnja razdjelne kanalizacije.

*Pritisak* koji preljevne vode vrše na prijamnik je teško precizno definirati jer se radi o stohastičkom i trajno promjenjivom procesu koji je rezultat prirodnih pojava i stalne promjene značajki slijevno područja urbanih sredina.

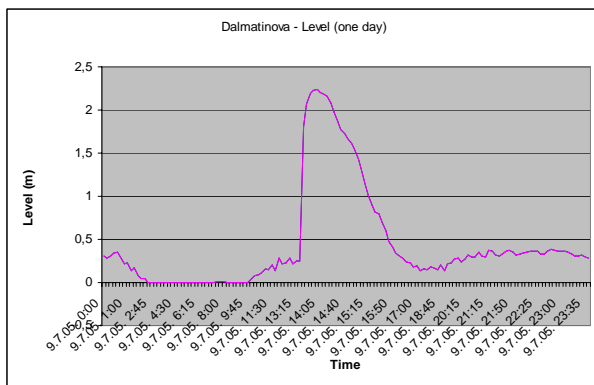
Za preljevne je vode karakteristično naglo i veliko povećanje protoka, a isto tako i naglo i veliko povećanje koncentracije otpadnih tvari te potom nešto sporije, ali dosta brzo, smanjenje protoka i koncentracije koje se nastavlja mirnim razdobljem u kojem je smanjenje protoka relativno sporo, a jednako tako je i vrlo spora promjena koncentracije pokazatelja onečišćenja koja je redovito vrlo mala (slike 4. i 5.). To je takozvani efekt „prvog pljuska“ koji je značajan za svaku kišu. Prvi pljusak sadrži najveći dio tereta onečišćenja koje generira slijevno područje uzvodno od rasteretne građevine, više od 80 %. Veličina prvog pljuska ovisi o intenzitetu kiše i

značajkama slijeva, dok veličina tereta onečišćenja koje prvi pljusak stvara najviše ovisi o količini onečišćenja koje se u sušnom razdoblju akumuliralo na slijevnoj površini, u kanalima, slivnicima i drugim dijelovima mješovitog sustava kanalizacije. Teretu valja pribrojiti i otpadne vode iz kanalizacije u razdoblju prelijevanja.

Ove su značajke generiranja pritiska od prvog pljuska osnova za rješavanje problema zaštite voda od preljevnih voda. Naime, najprihvatljivija mjera za umanjene pritiska na vode jest zadržavanje prvog pljuska i njegovo preusmjeravanje prema uređaju za pročišćavanje otpadnih voda. Kako je zadržavanje prvog pljuska skup zahvat jer se uglavnom radi o izgradnji spremnika u urbanim/izgrađenim sredinama, njihov se volumen nastoji smanjiti na prihvatljivu veličinu pritom ne kompromitirajući osnovni cilj zaštite voda. Primjenjuju se razna rješenja sa spremnicima na kanalima i pokraj kanala, kao i sama kanalizacijska mreža [1].

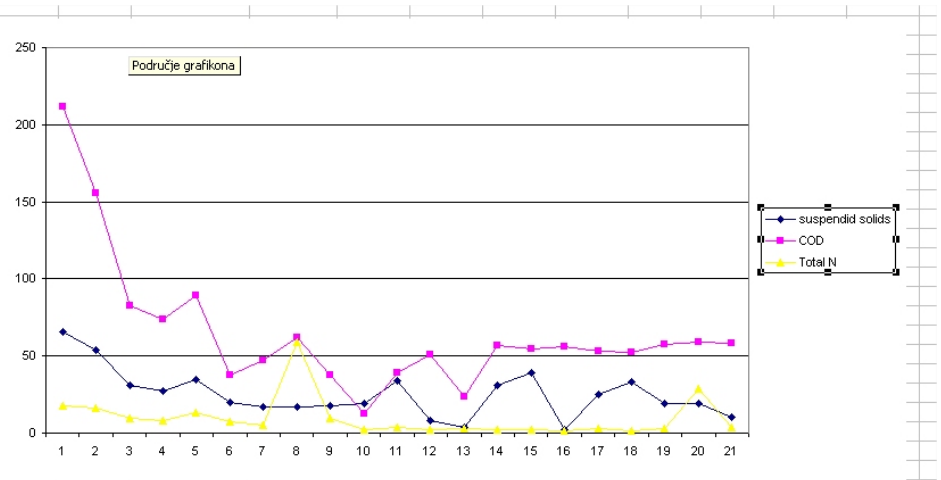
Na temelju navedenog jasno se uočavaju dva problema pri određivanju utjecaja i veličine tereta onečišćenja koji rasteretne građevine stvaraju: (i) problem procjene prvog pljuska i tereta onečišćenja koje stvara te (ii) problem procjene tereta onečišćenja dugotrajnijeg ispuštanja mješavine oborinskih i otpadnih voda. Očito se radi o složenom problemu koji se rijetko sustavno analizira, pa se procjene tereta onečišćenja koje rasteretne građevine generiraju uglavnom proračunavaju na pojednostavljeni način (statički modeli) [2]. Točnije se podaci dobiju primjenom dinamičkih modela pod uvjetom da su zadovoljavajuće baždareni i verificirani s mjerenim podacima (slika 6.).

Osim zadržavanja prvog pljuska, zadržavanje preljevni voda provodi se i u odnosu na druge ciljeve, a tri su osnovna:



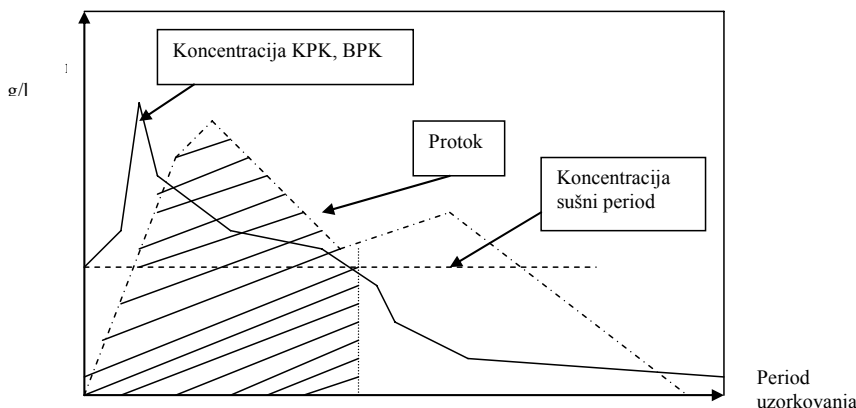
Slika 4. Izmjereni hidrograf otjecanja jednog pljuska u mješovitoj kanalizaciji (Pula)

	suspendid solids	COD	Total N
1	66	211,8	17,88
2	54	155,3	16,3
3	31	82,4	9,76
4	27	73,7	8,1
5	35	89,4	12,98
6	20	37,6	7,44
7	17	47,1	5,08
8	17	62	59,2
9	18	37,6	9,42
10	19	12,5	2,36
11	34	39,2	3,84
12	8	51	2,46
13	4	23,5	2,78
14	31	56,5	2,18
15	39	54,9	2,08
16	2	55,7	1,46
17	25	53,3	2,62
18	33	52,5	1,28
19	19	57,3	2,92
20	19	58,8	28,6
21	10	58	3,64



Slika 5. Dio krivulje koncentracije onečišćenja; KPK, suspendirane tvari i N (Split), (prvi dio onečišćenja nije obuhvaćen uzorkovanjem zbog velikoga vremenskog koraka uzorkovanja)

1. Radi smanjenja kapaciteta centralnog uređaja za pročišćavanje komunalnih voda. Mješovite se vode zadržavaju u vrijeme kiša i nakon njihova prestanka vraćaju se na uređaj. Zadržavanje može biti potpuno ili djelomično. Najčešće je djelomično zbog ekonomskih razloga, a njime se obuhvaća najveća količina onečišćenja. Ostatak se ispušta u vodne resurse. Kriterij za ispuštanje najčešće je koncentracija KPK te zadržavanje svih lako taloživih i plivajućih suspenzija i masnoća.



Slika 6. Koncept određivanja veličine volumena prvog pljuska na osnovi mjerenja

2. Radi smanjenja kapaciteta lokalnog uređaja za pročišćavanje mješovitih voda, odnosno izjednačavanje protoka i koncentracije koja se pročišćava. Zadržavanje može biti potpuno ili djelomično. Najčešće je u slučaju izvedbe lokalnog uređaja potpuno, a rjeđe djelomično. Ostatak relativno čiste vode ispušta se izravno u vodne resurse. Razina pročišćavanja uglavnom nije veća od I. stupnja sa eventualnom dezinfekcijom efluenta.
3. Kombinacija 1. i 2. Dio voda odvodi se na centralni uređaj, dio na lokalni, a dio se ispušta. Ne treba zaboraviti da stohastički dotok vode bezuvjetno zahtijeva sigurnosni preljev za incidentne situacije, odnosno za slučaj prekoračenja predviđenog kapaciteta retencija i uređaja. Najveći je problem u realizaciji retencija nedostatak prostora za njihovu izgradnju. Kao povoljno rješenje izvode se cijevne retencije na samoj kanalizacijskoj mreži s postojećim preljevnim kanalima ili izvedbom novih [1].

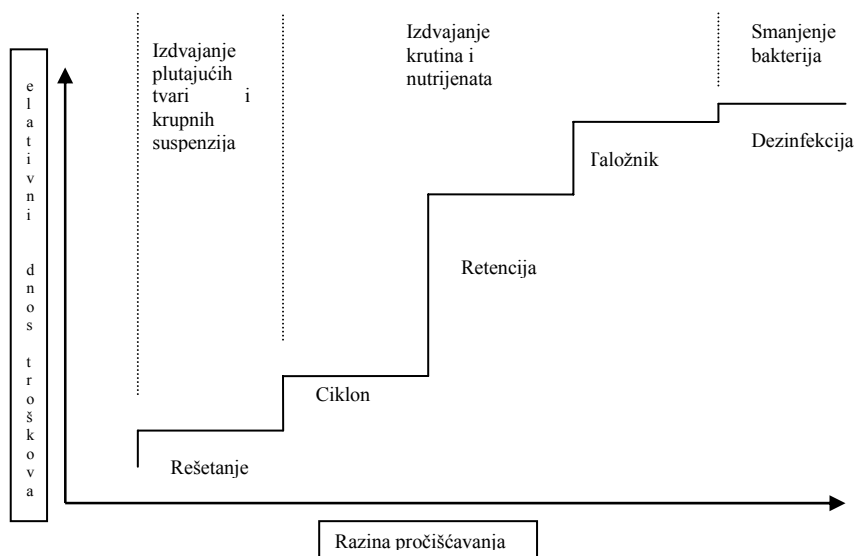
voda ovisi o lokalnim značajkama problema. Razina pročišćavanja može biti različita – od jednostavnog izdvajanja plivajućih tvari do dezinfekcije (slika 7.). Nadležne će službe na temelju propisanih istraživanja ili propisa podrediti potrebnu razinu čišćenja, odnosno pokazatelje, količinu i koncentraciju.

Izgradnja složenijeg uređaja za pročišćavanje preljevnih voda na ispuštima rasteretnih građevina uglavnom se ne provodi jer se radi o povremenom otjecanju promjenjivog intenziteta i sastava kojim je zbog tih značajki vrlo teško upravljati.

Stanje prijamnika preljevnih voda rezultat je širih utjecaja na vode, a ne samo rasteretnih građevina, te se stoga tako mora i razmatrati. Stanje se prijamnika, na žalost, ne može tako jednostavno promijeniti na bolje. Jedna od mjera koja se primjenjuje jest povećanje protoka prijamnika u razdoblju malih voda. To je rješenje primijenjeno na rijeci Miljacki u Sarajevu. Druga je mjera preraspodjela ispusta na različita mjesta prijamnika ili u prijamnike na

Dva su ključna kriterija za dimenzioniranje rješenja – ekonomski i ekološki. Ekološki je cilj pročititi sve vode prije ispuštanja u vodne resurse do propisane razine ili tereta onečišćenja, a ekonomski smanjiti troškove pročišćavanja. Rezultat je kompromis prihvatljiv za zajednicu, odnosno rješenje koje je održivo ekonomski i ekološki.

Uz zadržavanje prvog pljuska, standardna mjera za smanjenje pritiska (estetskog) na rasteretnim građevinama jest ugradnja uronjenih pregrada i rešetki veličine od 6 mm. Primjena drugih tipova pročišćavanja preljevnih



Slika 7. Uobičajeni postupci pročišćavanja preljevnih voda mješovitog sustava kanalizacije

kojima su negativne posljedice manje. U slučaju priobalnih gradova to znači primjenu podmorskih ispusta s raspršivačima. Duljina/udaljenost ispusta od obale kao i razrjeđivanje na mjestu ispusta su mjere koje znatno poboljšavaju stanje obalnog mora u vrijeme i poslije rada raste-retnih građevina.

Mjere za smanjenje negativnih posljedica vezanih uz loše stanje voda, odnosno zaštitu u odnosu na iskorištavanje i zdravlje čovjeka, uglavnom se odnose na administrativne mjere kojima se sprječavaju moguće daljnje štete. Standardne mjere su zabrana određenih upotreba voda (kupa-nje) kao i organizama iz ovih voda (ribarenje, školjkars-tvo). Mjere mogu biti privremene (zabrane) za trajanja prelijevanja i određeno razdoblje poslije njega ili dugo-ročnije promjenom kategorije voda. Ključnu ulogu u pro-vedbi ovih mjera imaju inspekcije i druge nadležne služ-be. Osim regulacijskih mjera potrebno je provoditi i edu-kativne mjere da bi se korisnici voda i plodova voda upo-zorili na štetne posljedice koje mogu imati zbog njihove upotrebe.

#### 4 Provedba mjera

Cjelovit pristup rješavanju problema podrazumijeva i cjelovitu provedbu. Rješavanje problema zaštite prijam-nika od preljevnih voda ponajprije je skup, a zatim i složen i dugotrajan zadatak. Zato su i mjere složene i dugotrajne, a to znači da je provedba također složena i dugotrajna. Osnovni problem i poteškoće proizlaze iz činjenice da se radi o urbanom problemu u kojem za građenje retencija i sličnih građevina nema dovoljno prostora, a građenje je složeno i skupo zbog složenog okoliša i aktivnosti stanovništva. Zbog toga se problem mora rješavati sustavno i nadasve racionalno, primjenom različitih mjera. U slučaju manjih problema i naselja moguć je pojednostavljen pristup, a problem se rješava jednostavnim inženjerskim mjerama. U slučaju velikih gradova potrebno je izraditi dugoročne planove za up-ravljanje rasteretnim građevinama usklađene sa zahtje-vima nadležnih službi.

Posljedice koje uzrokuju rasteretne građevine su važne i moraju se kontrolirati ako se želi ostvariti održivost vodnih resursa i zaštita okoliša. Što je naselje veće, te što je os-jetljivost prijamnika veća, to je kontrola nužnija. Zato upravljanje rasteretnim građevinama mora biti sastavni dio svakog plana zaštite voda. Problematiku upravljanja preljevnim vodama valja dignuti na najvišu razinu tako da se donese nacionalna strategija za rješavanje ovog problema. Donošenje nacionalne strategije, kao što su to napravile Sjedinjene Američke Države /15/, osigurava cjelovit pristup i financijska sredstva te jamči da će se postavljene ciljevi u zaštiti voda dugoročno ostvariti. Strategija polazi od činjenice da je problem složen i skup za rješavanje, lokalno specifičan i da zbog toga

zahtijeva primjenu lokalno prihvatljivih mjera, pritom ne kompromitirajući osnovne ciljeve strategije u zaštiti voda. Strategija uvažava financijske mogućnosti pojedinih sredina te predlaže fleksibilan pristup rješavanju problema. Naglasak je na sveobuhvatnom pristupu planiranju kojim će se ostvariti zdravstveni i ekološki cilje-vi. Zahtijeva se hitna primjena osnovnih tehničkih mjera i razrada dugoročnog plana kontrole utjecaja preljevnih voda na vode prijamnika,shodno njihovoj planiranoj namjeni.

Ciljevi Strategije jesu:

1. Preljevanje se smije događati samo u vrijeme kiša.
2. Preljevanje koje se događa u vrijeme kiša mora biti unutar dopuštenih tehnoloških i propisanih standarda kakvoće voda.
3. Potrebno je minimizirati negativni utjecaj preljevnih voda na kakvoću voda, zdravlje ljudi i vodene eko-sustave.

Da bi se ciljevi ostvarili, osim financijske podrške razra-đeni su: sva potrebna dokumentacija, smjernice i drugi materijali kojima se cjelovito podupire ostvarenje pos-tavljenih ciljeva.

Očekuje se da će sličnu strategiju donijet i EU koja će tako postati obvezujuća i za Hrvatsku. Okvirna direktiva o vodama [11] već sada daje širi okvir za rješavanje ovog problema, ali je očito da je prepušteno pojedinim državama da same razrade svoje nacionalne strategije i mjere.

Hrvatski prioritet u sljedećem razdoblju neće biti proble-matika rasteretnih građevina već izgradnja kanalizacij-skih sustava i uređaja za pročišćavanje otpadnih voda jer je njihova izgrađenost na vrlo niskoj razini [4]. Po-sebno to vrijedi za uređaje za pročišćavanje otpadnih voda. Međutim, bilo bi racionalno paralelno s rješava-njem ovih problema, u mjeri u kojoj je to moguće, rješavati i problematiku rasteretnih građevina bar što se tiče pripremnih radova koji će se ionako provoditi radi do-gradnje i izgradnje kanalizacije i uređaja za pročišćava-nje. Između ostalog to podrazumijeva:

- inventuru postojećih mješovitih sustava i podsustava kanalizacije uključujući lokaciju svih ulaza vode, obilazne kanale, cjevovode, regulacijske građevine i ispuste
- utvrditi učinkovitost sustava
- mjeriti i izračunati sastav onečišćenja, teret onečiš-ćenja i protok voda
- prognozirati protok i teret onečišćenja
- utvrditi alternativna rješenja za umanjivanje štetnog djelovanja te vrednovati njihovu učinkovitost i pri-hvatljivost.



Da bi se to napravilo potrebni su:

- kišomjerna stanica i podaci o kišama
- podaci-katastar kanalizacijskog sustava
- terensko upoznavanje sa sustavom i slijevnim područjem
- motrenje preljeva
- motrenje prijamnika
- numeričko modeliranje.

Ovo je vrlo zahtjevan i dugotrajan zadatak koji se, na žalost, vrlo često provodi sporo ili nikako. Da bi se rasteretnim građevinama moglo upravljati potrebno je prije svega poznavati značajke kanalizacijskog sustava jer je on pokretač negativnih procesa i problema. Prije svega to se odnosi na poznavanje ponašanja sustava za vrijeme kiša i utjecaja sustava na prijamnik. Dobro poznavanje sustava i utjecaja na vode pomoći će cjelovitijoj i djelotvornijoj primjeni mjera za kontrolu utjecaja preljeva te planiranje sustava upravljanja.

Svaki je sustav poseban i zahtijeva specifični program motrenja i upravljanja koji se određuje nakon prethodnih analiza problema. Sve navedeno ujedno su elementi nužni za izgradnju kanalizacije i uređaja za pročišćavanje otpadnih voda, pa nema razloga da se oba problema bar na studijskoj i idejnoj razini paralelno ne rješavaju. U međuvremenu bi bilo potrebno poduzimati mjere koje se mogu odmah primjenjivati bez značajnijih prethodnih radova. To je standardni plan od devet osnovnih mjera [16]:

1. *Dobro upravljanje i održavanje kanalizacijskog sustava i rasteretnih građevina.*
2. *Maksimalno korištenje kanalizacijskim sustava za zadržavanje mješovitih voda.* Ova mjera zahtijeva dobro poznavanje značajki sustava, a posebno hidrauličkih karakteristika. Mora biti unutar dopuštenih granica da zadržavanje vode ne bi uzrokovalo plavljenje u sustavu. Svako zadržavanje vode uzrokuje i taloženje u kanalima, tako da takav sustav ujedno zahtijeva i primjenu prvog pravila – pojačano održavanje.
3. *Analiza i modificiranje postupka prethodnog pročišćavanja kako bi se umanjio štetni utjecaj preljevnih voda.* Posebna pažnja mora se posvetiti eventualnim industrijskim priključcima i njihovim vodama kako bi se pojačala kontrola kakvoće njihovih voda i eventualno pročišćavanje prije spajanja na javni kanalizacijski sustav.
4. *Maksimiziranje protoka prema uređaju za pročišćavanje.* U svakom slučaju poželjno je skretati što više mješovitih voda na već postojeći centralni uređaj. Pri donošenju odluke o skretanju voda mora se uzeti

u obzir i izgradnja alternativnog uređaja te svi troškovi građenja i pogona.

5. *Eliminiranje prelijevanja tijekom sušnog perioda.* Preljevanje tijekom sušnog razdoblja nije rezultat kiša već je posljedica lošeg stanja sustava, kvara na sustavu, odnosno začepljenja ili nedovoljnog kapaciteta kanala.
6. *Kontrola plivajućih i taloživih tvari na preljevu, odnosno sprječavanje plivajućih i taloživih tvari da se prelijevaju u prijamnik.* Postiže se izgradnjom uronjenih pregrada, rešetki i taložnika. Primjena ovih mjera može biti dosta skupo rješenje. Zbog toga rješavanje ovog problema može biti i sastavni dio dugoročnog plana zaštite prijamnika. Neke građevine, npr. uronjene pregrade, jednostavna su i jeftina rješenja i treba ih uvijek primijeniti.
7. *Program smanjenja onečišćenja kanalizacijskih voda.* Učinkovito sprječavanje onečišćenja prijamnika mješovitim vodama postiže se i primjenom cijelog niza mjera kojima se umanjuje dotok onečišćenja u sam kanalizacijski sustav i time na preljeve. Mjere za sprječavanja dotoka onečišćenja uključuju: čišćenje slijevnih površina/prometnica, sprječavanje erozije, kontrolu upotrebe kemikalija, kontrolu otjecanja s industrijskih i poslovnih zona i drugo.
8. *Informiranje javnosti o postojanju preljeva, mjesta gdje se preljevne vode ispuštaju i njihova utjecaja na vode i zdravlje ljudi.* Dobri odnosi s javnošću te dugoročni plan i mjere uvijek su važan element rješavanja problema. Javnost je nužno obavijestiti kada i gdje se događaju prelijevanja kao i što su posljedice.
9. *Motrenje stanja prijamnika i utvrđivanje posljedica te mjerenje učinkovitosti primijenjenih mjera zaštite i kontrole rada rasteretnih građevina.*

Iznesene mjere i aktivnosti veoma su korisne za sustav i lokalnu zajednicu i pravi put za izradu dugoročnog plana. Devet navedenih točaka su početne i poželjne aktivnosti koje bi trebale prethoditi izradi dugoročnog plana.

## 5 Zaključak

Nedvojbeno je da su rasteretne građevine u mješovitoj kanalizaciji veliki i teško kontrolirani izvori onečišćenja voda i to u samim naseljima, znači, tamo gdje to najmanje želimo. Ako se žele kontrolirati, tada je to vrlo skupo, složeno i uglavnom nikad dovoljno učinkovito.

Mješovite vode koje se prelijevaju iz urbanih sredina sigurno će biti sve više onečišćene i sve opasnije za prijamnike i vodne resurse u cjelini. Razlog tome jest sve opasniji i raznolikiji sastav ovih voda. Mješovite preljevne vode su jednako, ako ne i više, opasne za priobalne vode mora i to zbog toga što se opasne tvari

akumuliraju u hranidbenom lancu priobalnoga ekološkog sustava čiji se organizmi (školjke i ribe) na žalost dosta koriste u području samog naselja kao i u njegovoj neposrednoj blizini. Osim toga, obalno je more za Hrvatsku najvažniji resurs za razvoj turizma.

Najbolje rješenje zaštite voda jest izgradnja razdjelnog sustava kanalizacije. Zbog toga bi trebalo prestati projektirati mješovite kanalizacije. Što se tiče postojećih mješovitih kanalizacija, najbolje dugoročno rješenje jest njihovo sustavno saniranje u mogućim ekonomskim okvirima.

Za umanjivanje štetnog utjecaja mješovitih voda na vodne resurse tehnološki je ključan retencijski bazen. Najvažniji učinak retencijskog bazena trebao bi biti zadržavanje prvih najzagađenijih mješovitih voda radi odvođenja na centralni uređaj.

Hrvatska nije bogata da bi brzo i u cijelosti mogla riješiti problem preljevnih voda i rasteretnih građevina. Još uvijek u velikom broju naselja nismo izgradili ni cjelo

vitu kanalizaciju niti uređaje za pročišćavanje otpadnih voda, tako da će proći dosta vremena dok se ovaj problem u cijelosti riješi. U sadašnjem trenutku prioritet su izgradnja kanalizacija otpadnih voda i uređaja. Međutim, kanalizacija i uređaj za pročišćavanje kao i zaštita voda ne mogu se uspješno dugoročno rješavati ako se ne vodi računa o preljevnim vodama. Zbog toga je upravo sada najbolje vrijeme da se pripreme sve nužne mjere za rješavanje ovih problema, tako da se planiranom realizacijom izgradnje kanalizacija i uređaja predvide i sve mjere i građenja vezani uz kontrolu preljevnih voda. Time bi se uštedjela velika sredstva i uvelike olakšalo buduće implementiranje mjera zaštite voda.

Pred hrvatskim stručnjacima, kao i pred odgovornim institucijama odgovoran je zadatak da predlože racionalnu i za Hrvatsku primjerenu strategiju za upravljanje preljevnim vodama. Nije dobro čekati da nam sve riješi EU jer isto rješenje nije uvijek ni primjereno za naše mogućnosti, stanje i uvjete.

## LITERATURA

- [1] Margeta, J.: *Kanalizacija naselja; odvodnja i zbrinjavanje otpadnih i oborinskih voda*, Građevinsko-arhitektonski fakultet u Splitu, Split, 2009.
- [2] Margeta, J.: *Oborinske i otpadne vode; teret onečišćenja i mjere zaštite*, Građevinsko-arhitektonski fakultet u Splitu, Split, 2007.
- [3] *Pravilnik o graničnim vrijednostima pokazatelja opasnih i drugih tvari u otpadnim vodama (NN 94/08)*
- [4] *Strategija upravljanja vodama (NN 91/08)*
- [5] *Zakon o vodama (NN 107/95.)*
- [6] *Zakona o dopunama i izmjenama zakona o vodama (150/05)*
- [7] *Državni plan za zaštitu voda (NN 8/99.)*
- [8] *Uredba o klasifikaciji voda (NN 77/98.)*
- [9] *Uredba o opasnim tvarima u vodama (NN 78/98.)*
- [10] *Urban Wastewater Treatment Directive, (91/271/EEC)*
- [11] *EU- Water Framework Directive, (60/2000/EC)*
- [12] *Environmental Regulations and Technology, Benefit analysis for combined sewer overflow control, (EPA-625/4-79-013)*
- [13] US EPA; *Reports to Congress: Implementation and Enforcement of the CSO Control Policy*, Washington, DC, 2001.
- [14] *ATV A 128; Standard for Dimensioning, Designing of Storm water structures in Combined Sewers*, St. Augustin, Njemačka 1992.
- [15] US EPA: *Combine Sewer Overflow Control Strategy*, 54 FR 37370, 1989.
- [16] *Combined Sewer Overflow – Guidance for Nine Minimum Controls (EPA 832-B-95-003)*