Nužnost integralnog pristupa planiranju i upravljanju atmosferskim vodama na primeru grada Pirot

DRAGAN B. MILI EVI, Univerzitet u Nišu,

Građevinsko-arhitektonski fakultet, Niš

LJILJANA N. AN ELKOVI, Univerzitet u Prištini,

Fakultet tehničkih nauka, Kosovska Mitrovica

MARJAN P. MITI, Univerzitet u Prištini,

Fakultet tehničkih nauka, Kosovska Mitrovica

Pregledni rad

UDC:628.2(497.11)

DOI:10.5937/tehnika1506065M

U radu se ukazuje na probleme odvodnje atmosferskih voda sa urbanih područja, s osvrtom na grad Pirot. U Pirotu su problemi odvodnje u dosadašnjoj praksi rešavani neadekvatno, klasičnim pristupom, baziranim na prikupljanju svih atmosferskih voda sa gradskog područja opštim sistemom kanaliziranja i njihovom odvojenju u najbliži recipijent, ne vode računa o razvoju grada i urbanizaciji, zbog čega se u poslednjih nekoliko godina javljaju uveličana plavljenja užeg gradskog područja pri jakim kišama. U radu se ukazuje na nužnost i značaj integralnog pristupa planiranju i upravljanju atmosferskim vodama u urbanim sredinama i daje se kratak pregled metoda i procedura za kontrolu oticaja sa urbanih površina.

Ključne reči: urbanizacija, poplave, integralni pristup odvojenju kišnih voda

1. UVOD

Proces urbanizacije transformiše društvenu i ekonomsku geografiju skoro svake zemlje na svetu. Danas više od 50% od sedam milijardi ljudi u svetu živi u gradovima, a do 2050. godine taj broj će porasti na preko 70%, od ukupne globalne populacije, koja će prema predviđanjima iznositi devet milijardi ljudi. Usled apsolutnog rasta ukupne populacije, kao i apsolutnog i relativnog rasta populacije urbanih sredina, gradovi se fizički šire, što znači širenje zona stanovanja, poslovnih, trgovačkih i industrijskih zona, putne i železnice mreže na prirodna i poljoprivredna zemljišta oko gradova.

To obično uključuje uklanjanje ili smanjenje vegetacije i opsežnu izgradnju nepropusnih površina u obliku zgrada, trotoara, parkinga, puteva. Širenje nepropusnih površina na slivu kao posledica urbanizacije je primarni pokretač hidroloških promena i dovodi do povećanja i ubrzanja oticaja atmosferskih voda, kao i pogoršanja njegovog kvaliteta.

Klasičan pristup planiranju i upravljanju atmosfe-

rskim vodama u urbanim sredinama, koji se koristio u svetskoj praksi do kraja osamdesetih godina prošlog veka, baziran je na prikupljanju svih kišnih voda sa gradskog područja kanizacionim sistemom i njihovom odvojenju najbržim putem u najbliži recipijent, bez obzira što su se gradovi povećali i nekoliko puta, a stepen urbanizacije i izgrađenosti prouzrokovao višestruko povećanje oticaja na gradskim područjima.

Ovakav pristup je najčešće imao za posledicu neadekvatna rešenja problema odvodnje atmosferskih voda, koja ne prate ubrzan razvoj gradova i promene koje takav razvoj uslovljava, a što dovodi do sve uveličanijih plavljenja gradskih područja pri jakim kišama.

U poslednje dve decenije u razvijenim zemljama je promenjen pristup planiranju i upravljanju atmosferskim vodama. Savremeni trendovi integralnog planiranja i upravljanju oticajem su da se ova problematika rešava decentralizovano, primenom niza tehničkih i administrativnih mera koje imaju za cilj smanjenje negativnih uticaja izmenjenog hidrološkog režima oticaja i zagađenja koje nose kišene vode u vodoprijemnike.

U ovom radu se ukazuje na probleme vezane za odvodnju atmosferskih voda sa urbanih područja klasičnim opštim sistemom kanaliziranja, s osvrtom na grad Pirot, kao i na nužnost integralnog na-
ina planiranja i

Adresa autora: Dragan Milićević, Univerzitet u Nišu, Građevinsko-arhitektonski fakultet, Niš, Aleksandra Medvedeva 14

Rad primljen: 20.11.2015.

Rad prihvaćen: 25.11.2015.

upravljanja atmosferskim vodama u urbanim sredinama, u zavisnosti od lokalnih uslova (istorijski, hidrološki, geomorfološki uslovi i efekti urbanizacije). U radu se razmatraju uloga, značaj i koristi od primene konceptata integralnog upravljanja atmosferskim vodama i daje se kratak pregled metoda i procedura za kontrolu atmosferskog oticaja sa urbanih površina.

2. UTICAJ URBANIZACIJE NA OTICAJ ATMOSFERSKIH VODA

Urbana sredina poseduje karakteristika biofizika koje obeležavaju u poređenju sa ruralnim područjima. To su, pre svega, izmenjena razmena energije i promena hidrološkog režima, odnosno povećano površinsko oticanje kišnih voda i pogoršanje njihovog kvaliteta. Takve biofizičke promene se delimično rezultiraju promene zastora urbanih područja.

Proces urbanizacije zamenjuje površine pod vegetacijom – koje obezbeđuju senku, evapotranspiraciono hlađenje, zadržavaju kišne vode, imaju funkciju skladištenja i infiltracije – sa nepropusnim izgrađenim površinama. Klimatske promene pojačavaju nepovoljne efekte ovih procesa [1].

Slika 1 - Tok atmosferskih voda na neizgrađenom i izgrađenom zemljištu (gore) [3] i tipičan uticaj urbanizacije na hidrologiju sliva (dole) [4]

Oticaj u urbanim sredinama razlikuje se od oticaja u prirodnim sredinama. U prirodnim sredinama najveći deo voda infiltrira se u podzemlje dok kod urbanih sredina površine različitih namena (objekti, saobraćajnice, parkirališta i druge vodonepropusne površine) menjaju osnovne komponente oticanja, tako što se manji deo voda infiltrira u podzemlje, nivo podzemne vode opada, smanjuje se površinsko i podzemno oticanje,

a zbog nedostatka zelenila smanjuje se i količina palih voda koja isparava u atmosferu.

Zavisno od stepena izgrađenosti nekog područja površinsko oticanje voda se povećava i to nekoliko puta (slika 1). Po pravilu zapremina površinskih voda raste 1.5 – 2.0 puta, a vršni oticaj 2-5 puta [2].

Osim povećanja površinskog oticanja, kod urbanih sredina, površine različitih namena imaju značajan uticaj i na pogoršanje kvaliteta kišnog oticaja.

Kišni oticaj spirala zagađenja koja se akumulira na površinama različitih namena, a raspored i količina zagađenja koje spirala kišni oticaj zavisi od brojnih faktora, od kojih su ključni: karakteristike površina, na kojima njenog korišćenja, kvalitet vazduha, prostorni raspored zagađivača, hidrološki i meteorološki faktori.

Obzirom na veliku razliku u kvalitetu kišnog oticaja po slivovima, ali i unutar jednog sliva po sezonama, još uvek nije usvojen jedinstveni pristup zaštiti vodoprijemnika od zagađenja koje nosi kišni oticaj, a ova oblast je predmet intenzivnog istraživanja [5, 6].

3. INTEGRALNI PRISTUP PLANIRANJU I UPRAVLJANJU ATMOSFERSKIM VODAMA

U poslednje dve decenije rešavanju problema odvodnje atmosferskih voda u razvijenim zemljama se poklanja velika pažnja, primenom tehnika planiranja i projektovanja koje se nazivaju jednim imenom Low Impact Development (LID) u USA i Kanadi, Sustainable urban drainage systems (SUDS) u Velikoj Britaniji ili Water-sensitive urban design (WSUD) u Australiji.

Problematika odvodnje atmosferskih voda se rešava integralno, multidisciplinarnim timskim radom i primenom niza administrativnih i tehničkih mera koje imaju za cilj smanjenje negativnih uticaja izmenjenog hidrološkog režima oticaja i zagađenja koje atmosferske vode nose u vodoprijemnike.

Ovo je inovativni pristup koji se oslanja na ekološka načela da treba planirati i projektovati odvodnju prema prirodnom načinu oticanja, odnosno upravljati atmosferskim vodama na izvoru koristeći i ravnomerno raspoređene decentralizovane mikro sisteme odvodnje i prečišćavanja (slika 2) i/ili najbolje prakse integralnog upravljanja atmosferskim vodama (Integrated Management Practices).

Integralni LID pristup rešavanju problema odvodnje atmosferskih voda podrazumeva precizan raspored prirodnih i inženjerskih tehnologija koje predviđaju: ponovno korišćenje vode, retenzioniranje, infiltraciju u podzemlje, evaporaciju, filtraciju i biljno prečišćavanje, u sveobuhvatni sistem sa ciljem: kontrole vršnih oticaja, smanjenja zapremine oticaja, poboljšanja kvaliteta oticaja i upravljanja vode (tabela 1).

Slika 2 - Klasikni i LID pristup rešavanju odvodnje atmosferskih voda [7]

Tabela 1. Neke LID tehnologije i koristi od njih [8]

LID praksa upravljanja/ tehnologija	Kontrola vršnih oticaja	Smanjenje zapremine oticaja	Poboljšanje kvaliteta oticaja	Ušteda vode
Preusmeravanje oluka	•	•	•	
Cisterne za kišu	•	•		•
Burad za kišu	•	•		•
Pešani filtri	•		•	
Zatavljeni kanali/rigole	•	•	•	
Infiltracioni rovovi	•	•	•	
Bioretenzione jedinice	•	•	•	
Kišne bašte	•	•	•	
Parkinzi bez ivnjaka	•	•	•	
Tree Box filtri	•		•	
Zeleni krovovi	•		•	
Propusno popločavanje	•	•	•	
Projektovanje užih puteva	•	•	•	
Saenje drveća	•	•		

LID pristup podrazumeva širok asortiman potencijalnih alata koji se mogu primenjivati, od jednostavnih tehnika koje ne zahtevaju veća ulaganja (slika 3), preko složenijih tehnika i objekata koji se mogu izvoditi kako na privatnim, tako i na javnim površinama

različitih namena (slika 4), do preventivnih urbanističkih i inženjerskih tehnika, koje treba planirati i primenjivati pri izgradnji novih i rekonstrukciji postojećih urbanističkih celina (zeleni krovovi, propusno popločavanje, projektovanje užih puteva, saenje drveća).

Slika 3 - Preusmeravanje oluka, burad za kišu i parking bez ivnjaka [9]

Slika 4 - Zatravljena rigola, kišna bašta i Tree box filter [9]

Značajan uslov za adekvatno smanjenje oticaja atmosferskih voda je korišćenje vode, ili za interne potrebe, ili se usporava oticaj, a voda se na kraju vraća slivu kroz otpadne vode, ili za navodnjavanje ili se maksimizira lokalna evapotranspiracija. U prigradskim stambenim zonama, prihvatljive zapremine rezervoara ($\sim 2.5 \text{ m}^3/100 \text{ m}^2$ krovne površine) za skupljanje kišnice, koja se kasnije može koristiti za širok spektar unutrašnjih i spoljašnjih potreba, mogu da smanje oticaj atmosferskih voda skoro do uslova na prirodnom slivu [10]. U zonama višeporodičnog stanovanja sa više stanovnika i većim potencijalnim potrebama za vodom po jedinici površine krova, potencijal za smanjenje oticanja je još veći.

Najznačajnija prednost integralnog pristupa planiranju i upravljanju atmosferskim vodama nad tradicionalnim je njegov izrazito pozitivan uticaj na karakteristike na biofizičkom obeležju urbane sredine (onemogućava stvaranja toplinskih ostrva, smanjuje negativno delovanje atmosferskih voda na gradski prostor i recipijent) uz optimalne ekonomske efekte. Osim toga ovakav pristup poboljšava kvalitet stanovanja i života, povećava ambijentalnu vrednost kompleksa, unapređuje ekološke, ekonomske i socijalne karakteristike i poboljšava zaštitu prostora u celini, a kroz poboljšanje mikroklimе i ublažavanje efekata suše, ublažava ili čak eliminiše posledice klimatskih promena.

4. UPRAVLJANJE ATMOSFERSKIM OTICAJEM U GRADU PIROTU

Grad Pirot je centar opštine Pirot i industrijski, privredni, kulturni i administrativni centar gornjeg Ponišavlja. Grad se nalazi na obalama reke Nišave, na rubu pirotske kotline između u pobrću Suve Planine i pobrću Vidlića sa druge strane, na prijatnoj nadmorskoj visini, u delu od koga se pruža dolina sa dobrom zemljom za obradu.

Područje grada Pirota ne spada u područje sa izrazito velikim padavinama, ali se, pri intenzivnijim padavinama i pljuskovima javljaju veliki problemi sa plavljenjem gradskom području, posebno topografski najnižeg dela grada (min. kota terena 364 mnm) na levoj obali reke Nišave između kanala Rogoz i Nišave, koji zahvata površinu od oko 80 ha. Uzrok tome su prirodne

karakteristike područja grada (topografija terena, geološka građina, visok nivo podzemnih voda), nepovoljni aspekti zaštite od atmosferskih voda, hidrogeološki uslovi zaleđa, ubrzano širenje grada i urbanizacija, koje prati neodgovarajuće dugogodišnje planiranje i realizacija odvodnje atmosferskih voda opštim sistemom kanaliziranja. Kanalizacionom mrežom pokriveno je kompletno područje grada Pirota, prigradska naselja i više sela u neposrednoj blizini grada. Kanalizaciona mreža je opšteg sistema – istim cevovodom se evakušu otpadna i atmosferska voda i ispuštaju se, bez ikakvog tretmana, u recipijent – reku Nišavu, pored industrijskog kompleksa Tigar, nizvodno od Pirota. Kanalizaciona mreža ima oko 1000 vorova i oko 1000 deonica, ukupne dužine oko 112 km (slika 5).

Od cevniha materijala najviše su korišćene azbest-cementne cevi (oko 68% ukupne mreže), a kada su u pitanju prečnici najviše su zastupljene cevi manjih prečnika do $\varnothing 400 \text{ mm}$ (oko 77% ukupne mreže). Celokupna kanalizaciona mreža povezana je na glavni kolektor 180/180 cm potkovičastog preseka sa kinetom u dnu, koji se izliva u otvoreni zemljani kanal i dalje u reku Nišavu. Ukupna dužina glavnog kolektora je oko 1800 m, podužni pad je 2‰, a kapacitet 4050 l/s.

Položaj grada smeštenog u dolini Nišave obezbeđuje povoljnu konfiguraciju terena, tako da je kanalizacioni sistem u potpunosti gravitacioni. Za zaštitu od izlivanja atmosferskih voda na kanalizacionoj mreži je izvedeno ukupno 10 preliha i crpna stanice šahtnog tipa u naselju Barje (kapacitet 500 l/s, visina dizanja 3.50 m), kojom se pri intenzivnijim padavinama i pljuskovima prepumpava višak vode u reku Bistricu uzvodno od parka Kale, čime se rasterećuje kanalizaciona mreža u Kozara koja ulici i štiti od izlivanja atmosferskih voda ugroženo područje Gnjilana i Barja na levoj obali Nišave.

Opšti sistem kanaliziranja grada Pirota izgrađen je pre nekoliko desetina godina, a koristi se i danas za prikupljanje i odvođenje otpadnih i atmosferskih voda, bez obzira što se grad povećao nekoliko puta, a stepen urbanizacije i izgrađenosti prouzrokovao višestruko povećanje oticaja na gradskom području, što je multipliciralo probleme odvođenja atmosferskih voda sa gradskog područja, tako da su oni postali značajniji daljeg razvoja.

Slika 5 - Kanalizaciona mreža grada Pirot (levo) i namena površina (desno)

Bez obzira na velike probleme u odvođenja atmosferskih voda sa gradskog područja u aktuелnoj urbanističkoj planskoj dokumentaciji grada Pirot je i dalje prisutan klasičan pristup rešavanju ovih problema. Osnovno strateško opredeljenje u Generalnom planu Pirot, 2005. godine je stvaranje takvog kanalizacionog sistema koji će obezbediti kontinuitet funkcionisanja sistema u dužem periodu.

Prema Planu ceo sistem treba da predstavlja zao kruženu tehničku celinu koja se završava postrojenjem za prečišćavanje otpadnih voda koje je lokacijski predviđeno na kraju grada i nakon toga vršiti izlivanje u recipijent - reku Nišavu, odnosno kao rešenje za prikupljanje i odvođenje svih otpadnih i atmosferskih voda definiše se opšti sistem kanalisanja.

Iako kanalizacioni sistem nema dovoljnu propusnost za prihvatanje atmosferskih voda, nisu planirane intervencije na postojećem sistemu, već se planira dodatno proširenje sistema daljom izgradnjom kanala nižeg reda.

Jedina planirana mera vezana za prikupljanje i odvođenje atmosferskih voda je delimično pretvaranje kanalizacije opšteg u kanalizaciju separacionog sistema, ali samo na mestima gde je recipijent blizu i gde se oceni da voda od prvih kiša neće biti previše zagađena, pa ne mora da ide u postrojenje za prečišćavanje pre upuštanja u recipijent.

Osim toga u urbanističkim planovima novim urbanim zonama i definisanim pravilima gradnje u njima

i dalje se uvećavaju vodonepropusne površine i povećava vrednost koeficijenta oticaja sa oticajnih površina, time se sve nepovoljnije utiče na hidrološki režim oticaja.

Ukupna površina obuhvata plana u GP Pirot, 2005. povećana je za 1143 ha u odnosu na postojeće stanje, i to na račun povećanja površine ostalog građevinskog zemljišta (ukupno stanovanje, industrija, centralni sadržaj, specijalni park, skladišta) je povećana za 365 ha i površine ostalog zemljišta (poljoprivredne površine, šumske površine, vodno i drugo zemljište) za 884 ha, dok je površina javnog građevinskog zemljišta (zelenilo i sportsko rekreativne površine, komunalne površine) smanjena za 106 ha.

Pravila gradnje i gradnje za pojedine urbanističke zone (slika 5) definisana su u skladu sa Pravilnikom o opštim uslovima o parcelaciji i izgradnji i sadržini, uslovima i postupku izdavanja akta o urbanističkim uslovima za objekte za koje odobrenje za izgradnju izdaje Opštinska, odnosno Gradska uprava (Službeni glasnik RS, broj 75/03). Za mešovite urbane površine - rad, usluge, trgovina, stanovanje, komercijalne i centralne funkcije definisan je maksimalni indeks iskorišćenosti 80, bez obaveze uređenja bilo kakve površine pod zelenilom, za porodično, mešovito, višeporodično i prigradsko stanovanje maksimalni indeks iskorišćenosti 60, a minimalna površina uređenog zelenila 30 % parcele, za industriju, proizvodnju i druge radne funkcije, kao i za radne površine za skladišne i servisne funkcije maksimalni indeks iskorišćenosti 60,

a minimalna površina ure enog zelenila 20 %, za sportsko rekreativne površine maksimalni indeks iskorišćenosti 30 - 60, a minimalna površina ure enog zelenila 30 % i kona no za seosko stanovanje i vikend naselja maksimalni indeks iskorišćenosti 4 odnosno 20, a minimalna površina ure enog zelenila 30 %.

U Planu generalne regulacije "Piroć - Centar", 2014. problem se još uslojava tako što se za zone porodićnog i višeporodićnog stanovanja minimalni procenat ure enog zelenila za odmor i relaksaciju na parceli smanjuje na 20 % njene površine. Pravilima građenja za sve urbanisti ke zone se definiše ravan, viševodan, krovni pokrivać pokriven materijalima sa izrazito visokim koeficijentom oticanja (crep, tegola, plastificirani lim, prirodni materijali i dr.), kao i mogućnost odvodnjavanja atmosferskih voda sa parcela ne samo prema sopstvenoj parceli, već i prema javnom zemljištu. Za odvođenje atmosferskih voda predviđeno je odvođenje vode u zelenilo, a kao najjednostavnije preporuku je odvođenje u putne jarkove ili rigole pored saobraćajnica. Izuzetno, ako nema drugih opcija dozvoljava se uključivanje putem oluka njaka atmosferskih voda sa krova u gradski kanalizacioni sistem.

Problemi koji se javljaju u eksploataciji opšteg sistema kanaliziranja u Piroću i sve većem izlivanju atmosferskih voda i plavljenja delova grada poslednjih godina, pokazuju velike slabosti neintegralnog i monodisciplinarnog planiranja i upravljanja odvodnjom, koje je dominiralo u dosadašnjoj praksi rešavanja ovih problema.

Odvodnja atmosferskih voda grada Piroća u budućnosti se mora rešavati integralno, primenom decentralizovanih lokalnih sistema upravljanja kišnim oticajem koji uključuju sisteme za zadržavanje vode na slivu, infiltraciju, ponovno korišćenje kišnice, a samo viškovi kišnice se eventualno ispuštaju u životnu sredinu, pod uslovima koji ne mogu ugroziti vodoprijemnik.

Pri planiranju novih urbanističkih zona pri definisanju pravila građenja objekata, saobraćajnih i drugih površina treba primenjivati preventivne urbanisti ke i inženjerske tehnike (zeleni krovovi, propusno popločavanje svih površina koje nisu pod zelenilom, projektovanje užih saobraćajnica, sadnja drveća) i in-

sistirati na primeni jednostavnih tehnika za zadržavanje vode i smanjenje oticaja na samoj građevinskoj parceli (preusmeravanje oluka, cisterne, kišna burad). Probleme odvodnje otpadnih voda treba rešavati na samoj parceli i na javnim površinama primenom tehnika za smanjenje oticanja atmosferskih voda povećanjem infiltracije u podzemlje na samom mestu nastajanja i za usporavanje oticanja atmosferskih voda u kanalizacioni sistem retencijom (infiltracioni rovovi, zatravljene rigole, retencione elije, kišne bašte, Tree box filteri, ...).

Kod postojećih, već urbanizovanih gradskih celina i naselja, moguće je za primenu sistema za kontrolu oticaja i kvaliteta kišnice su ograničeni, tako da se rešenje mora prilagoditi konkretnim uslovima i realistično postavljanim ciljevima kontrole kišnog oticaja [5, 6]. Svakako treba insistirati na primeni jednostavnih tehnika za zadržavanje vode i smanjenje oticaja na samoj građevinskoj parceli, što ne zahteva značajnije radove i veća ulaganja. Pri urbanoj obnovi delova grada ili pri izgradnji novih ili rekonstrukciji, obnavljanju ili uređenju pojedina njih objekata, saobraćajnica, parkinga i drugih površina treba primeniti raspoložive preventivne urbanisti ke i inženjerske tehnike, kao i tehnike za smanjenje oticanja atmosferskih voda povećanjem infiltracije u podzemlje na samom mestu nastajanja i za usporavanje oticanja atmosferskih voda u kanalizacioni sistem retencijom u svemu kao pri planiranju novih urbanističkih zona, ali u skladu sa konkretnim uslovima i raspoloživim mogućnostima.

U ugroženoj zoni Piroća na levoj obali Nišave (slika 6), ali i u užem i širem centru grada (slika 7), postoje realni uslovi i raspoložive površine i na privatnim i na javnim parcelama, posebno uz saobraćajnice za primenu posebno linijskih i tačkastih decentralizovanih sistema upravljanja kišnim oticajem koji ne zahtevaju veće površine (infiltracioni rovovi, zatravljene rigole, kišne bašte, Tree box filteri, sadnja drveća, ...).

Posebna pogodnost za primenu LID pristupa je blizina velikog broja vodotoka i kanala (Nišava, Gradašnica, Bistrica, kanal Rogoz) u samom gradskom području (slika 8) i značajne raspoložive površine u njihovom priobalju za izgradnju objekata većih zapremina (retencije, vetlandi, infiltracioni bazeni, ...).

Slika 6 - Objekti porodićnog stanovanja u ulici Vojvode Stepe (levo) i 46. divizije (sredina) i ambijentalna celina u ulici Mirila i Metodija (desno)

Slika 7 - Deo ambijentalne celine – Stara aršija ispred golemog mosta (levo), objekti porodi nog stanovanja u ulici Nišavski odred (sredina) i ambijentalna celina Kej uz reku Nišavu (desno)

Slika 8 - Kanal Rogoz (levo), kej uz Gradašni ku reku (sredina), kej uz Nišavu (desno)

Integralni pristup upravljanju atmosferskim vodama u urbanim područjima je novina za inženjersku i planersku praksu u našoj zemlji.

Obzirom na nesumnjive prednosti ovakvog pristupa, uključujući i povoljnija finansijska ulaganja, ovakav pristup bi, što hitnije trebalo prihvatiti kao standardnu i uobičajenu praksu na svim nivoima planiranja.

5. ZAKLJUČAK

Problemi odvodnje atmosferskih voda grada Pirota, koji su rešavani klasičnim pristupom, preko opšteg sistema kanaliziranja, pokazuju velike slabosti neintegralnog i monodisciplinarnog planiranja i upravljanja odvodnjom i ukazuju na to da se odvodnja atmosferskih voda grada Pirota mora rešavati integralno, primenom decentralizovanih lokalnih sistema upravljanja kišnim oticajem koji uključuju ponovno korišćenje kišnice, sisteme za zadržavanje vode na slivu, infiltraciju, a samo viškovi kišnice se eventualno ispuštaju u životnu sredinu, pod uslovima koji ne ugroze vodooprijemnik.

Primena novih znanja i iskustva, koja se koriste u svetlu, na urbanim područjima koja su imala ili imaju iste ili slične probleme kao grad Pirota treba da ponudi urbanistima i inženjerske smernice za smanjenje negativnih delovanja atmosferskih voda na urbanim područjima i da omogući iznalaženje optimalnih rešenja odvodnje i zaštite od kišnih voda, ne samo sa aspekta zaštite urbanih sredina i vodooprijemnika, već i sa ekonomskog aspekta i manjih finansijskih ulaganja, nego kod klasičnih pristupa rešavanju ove problematike.

6. ZAHVALNICA

Istraživanje prikazano u radu je urađeno u okviru naučnog projekta Ministarstva prosvete i nauke Republike Srbije TR 37018 i TR33046.

NAPOMENA

Rad je prezentovan na 36. Međunarodnom stručno-naučnom skupu "Vodovod i kanalizacija '15", održanom u Vršcu od 13-16. oktobra 2015. godine u organizaciji Saveza inženjera i tehničara Srbije.

LITERATURA

- [1] Kaić F., Kada ćemo se po etički baviti razvojem naselja u svetlu klimatskih promena u Srbiji? Al' stvarno!, Budućnost razvoja naselja u svetlu klimatskih promena, Uredništvo: Zlatanović-Tomašević V., Gajić R., Kaić F., Društvo urbanista Beograda, str. 247-264, 2011.
- [2] Uzelac T.: Nužnost integralnog pristupa planiranju i upravljanju oborinskim vodama na primeru grada Pule, http://www.starum.hr/media/medialibrary/2012/10/NUZNOST_INTEGRALNOG_PRISTUPA_PLANIRANJU_I_UPRAVLJANJU_OBORINSKIM_VODAMA.pdf [pročitano 28.08.2015. u 20 h]
- [3] Kovačević A., Agić Dž., Održivo upravljanje kišnicom - Uputstvo za infiltraciju i korišćenje, Centar za ekologiju i energiju, Tuzla, 2012.
- [4] McIntosh B. S., Aryal S., Ashbolt S., Sheldon F., Maheepala S., Gardner T., Chowdhury R., Gardiner R., Hartcher M., Pagendam D., Hodgson G., Hodgson M.

- and Pelzer L, Urbanisation and Stormwater Management in South East Queensland – Synthesis and Recommendations, Urban Water Security Research Alliance Technical Report No. 106., 2013.
- [5] Milićević A, Ljubisavljević D, Upravljanje kvalitetom kišnog oticaja – mogući problemi i ograničenja, Zbornik radova sa konferencije Voda 2011, SDZV, Beograd, str. 327-334, 2011.
- [6] Milićević A, Lekić B, Prodanović D, Rajković Ognjanović V, Savremene metode kontrole kvaliteta kišnog oticaja u urbanim područjima, Zbornik radova sa Meunarodnog stručnog skupa Vodovod i kanalizacija '13, Savez inženjera i tehničara Srbije, str. 319-327, Tara, 15-18. oktobar 2013.
- [7] Sustav odvodnje oborinskih (atmosferskih) voda grada Pule, Tematska sjednica gradskog vijeća grada Pule, Grad Pula - Upravni odjel za komunalni sustav i imovinu, http://www.pula.hr/fileadmin/sadrzaji/dokumenti/Sjednice_GV_2009-2013/19._sjednica_GV/Sustav_odvodnje_oborinskih_voda.pdf [pročitano 28.08.2015. u 20 h]
- [8] Guillet A, Low Impact Development Technologies, <http://www.wbdg.org/resources/lidtech.php> [pročitano 28.08.2015. u 22 h]
- [9] Steed J, 10 Ways to Use Low-Impact Development to Reduce Your SWURP Footprint, <http://great-ecology.com/category/blog/page/14/> [pročitano 28.08.2015. u 24 h]
- [10] Burnsa M. J, Fletcher T. D, Walsh C. J, Ladson A. R, Hatt B. E, Hydrologic shortcomings of conventional urban stormwater management and opportunities for reform, Landscape and Urban Planning 105, 230-240, 2012
- [11] Analiza stanja kanalizacionog sistema grada Pirota, Institut za građevinarstvo i arhitekturu Građevinsko-arhitektonskog fakulteta u Nišu, Niš, februar 2013. godine
- [12] Milićević D, Anđelković Lj, Trajković M, Analiza stanja kanalizacionog sistema grada Pirota, Zbornik radova 12. međunarodne konferencije "Vodovodni i kanalizacioni sistemi", Poslovno udruženje vodovoda republike Srpske, Udruženje za tehnologiju vode i sanitarno inženjerstvo Beograd, Jahorina, Pale 28-30.05.2014., str. 342-352

SUMMARY

THE NECESSITY OF THE INTEGRAL WAY OF STORMWATER PLANNING AND MANAGEMENT WITH A FOCUS TO THE CITY OF PIROT

The paper presents problems of stormwater drainage on urban areas, with a focus on the city of Pirot. In the city of Pirot drainage problems have previously been addressed inadequately, the traditional way, based on collecting all stormwater from the city area by combined sewer system and its drainage to the nearest recipient, not taking into account the city growth and urbanisation. The paper shows the importance of integral way of stormwater planning and management in the urban areas and gives a summary of the methods and procedures for control of stormwater runoff on urban areas.

Key words: urbanisation, flooding, integral way of stormwater planning and management