



## PRIKAZ GENERALNIH REŠENJA ODVOĐENJA UPOTREBLJENIH I KIŠNIH VODA NASELJA BRUS I BLACE DISPLAY OF GENERAL SOLUTIONS FOR DISPOSAL OF WASTE AND STORM WATERS IN THE VILLAGES BLACE AND BRUS

### REZIME

U ovom radu su prikazana generalna rešenja odvođenja upotrebne i atmosferske vode naselja Brus i Blace koji su pripremani u okviru IPA III komponente PPF4 - Project Preparation Facility 4, IPA 2010. Zakonska regulativa koja se odnosi na odvođenje upotrebne i kišne vode - Direktive EU, uključujući i Direktivu o gradskim otpadnim vodama, usmerava ka odabiranju separacionih sistema za prikupljanje i odvođenje upotrebne i atmosferske vode i prečišćavanje upotrebne vode u postrojenjima za prečišćavanje pre ispuštanja u prijemnike. Ovo je posebno značajno sa aspekta zaštite nizvodnih vodotoka i sprečavanje degradiranja životne sredine. Za potrebe analize postojećih kanizacionih mreža i dimenzionisanje novih, napravljeni su simulacioni modeli, odvojeno za upotrebnu i atmosfersku vodu. Modeli su pravljeni u softverskom paketu 3DNet, hidroinformacionom alatu koji u sebi sjedinjuje visinske podatke o terenu, o nameni površina kao i geometrijske podatke o mreži cevi i kanala.

**Ključne reči:** Modeliranje kanizacionih sistema, uslovi, primeri iz prakse

### SUMMARY

This paper presents a general solutions for disposal of waste and atmospheric waters in the villages Blace and Brus, which were prepared under the IPA III component PPF4 - Project Preparation Facility 4, IPA 2010. Legislation relating to the discharge of water - EU Directives, including the Directive on Urban Waste Water, directs towards the selection of separation systems for the collection and disposal of waste and storm waters and treatment of waste waters in treatment plants before discharge to receiving waters. This is particularly important in terms of protecting downstream water flows and prevention of environmental degradation. Simulation models are built, separately for the used and atmospheric water, for the analysis of the existing sewer system and sizing of new. Models were made in the software package 3DNET, hydro information tool which incorporates terrain elevation data, the land use and the geometric data for the network pipes and channels.

**Keywords:** Modelling of sewerage systems, conditions, practical examples

### 1. UVOD

Opštine Brus i Blace se nalaze u južnom delu središnje Srbije, na obroncima Kopaonika. Opština Brus obuhvata gradsko jezgro Brusa i 57 seoskih naselja i zauzima površinu od 606 km<sup>2</sup>, od čega samo gradsko jezgro Brusa obuhvata oko 500 km<sup>2</sup>. Blace je po površini manja kopaonička opština (306 km<sup>2</sup>), u kojoj se nalazi 40 naselja. Na slici 1-1 je prikazan položaj Brusa i Blaca. Naselja Brus i Blace imaju delimično razvijene kanizacione mreže za upotrebnu i atmosfersku vodu tako da veliki deo kišnog oticaja odlazi u kanalizaciju za upotrebnu vodu, čime dodatno opterećuje kolektore i povećava opasnost od izlivanja fekalnog sadržaja na površinu terena direktno ugrožavajući zdravlje stanovnika. Osim toga, prikupljene upotrebne vode ispuštaju se direktno bez prečišćavanja u prirodne vodotoke. Zagađenje se rekama Rasinom i Blatašnicom odnosi do jezera Čelije koje predstavlja regionalni iz-

vor vodosnabdevanja Kruševca, Aleksandrovcu, Trstenika i drugih mesta. Na slici 1-2 je prikazan položaj jezera Čelije i reka Rasinu i Blatašnice.

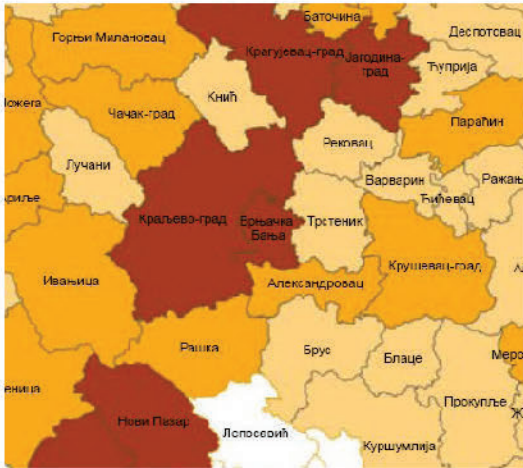
Savremeno projektovanje kanizacionih sistema u gradskim sredinama podrazumeva razdvajanje voda, tako da se upotrebne i atmosferske vode prikupljaju i odvoje u odvojenim kanizacionim mrežama. Zbog toga su za gradska jezgra opština Blace i Brus analize rađene na odvojenim matematičkim modelima kanizacione mreže za upotrebnu i atmosfersku vodu.

Za izradu modela korišćeni su postojeći hidrološki podaci, podaci o reljefu terena i postojeći podaci o kolektorima za upotrebnu vodu i kišnim kolektorima. Digitalni model terena koji je korišćen u simulacionom modelu je pripremljen u okviru 3Dnet-a (Institut za hidrotehniku i vodno-ekološko inženjerstvo, Univerzitet u Beogradu - Građevinski fakultet) na osnovu podataka o reljefu. Simulacije su vršene primenom program-

\* Ljiljana JANKOVIĆ, Miloš STANIĆ, Dušan PRODANOVIĆ, Željko VASILIĆ, Univerzitet u Beogradu - Građevinski fakultet, Beograd

\*\* Momčilo Drakulić, Institut za puteve, Beograd





Slika 1-1: Položaj Brusa i Blaca

skog paketa "3Dnet/SewNet". Na osnovu hidrauličkog proračuna postojećeg stanja delova podsistema, data je njegova ocena i predložene su varijante za poboljšanje.

## 2. PROJEKTNI PARAMETRI

### 2.1. Hidrološki podaci

Za potrebe proračuna opterećenja u kanalizaciji za atmosfersku vodu u Brusu i Blacu korišćeni su podaci o visini kiše u zavisnosti o trajanja kiše i povratnog perioda za kišomernu stanicu Kruševac, dobijeni od Republičkog hidrometeorološkog zavoda Republike Srbije (Tabela 2-1).

Tabela 2-1: Visina kiše  $H(\text{mm})$  za dato trajanje  $T_k(\text{min})$  i verovatnoću pojave  $P(\%)$ , Log Pearson III

$T_k$ (min)	P(%)							
	0.1	1	2	5	10	20	50	80
10	32.0	25.1	22.9	19.9	17.5	14.9	10.8	7.74
20	56.7	39.3	34.6	28.7	24.4	20.1	14.0	9.9
30	69.1	45.9	39.9	32.6	27.4	22.3	15.5	11.1
60	83.5	52.6	45.1	36.1	30.0	24.3	16.8	12.2
120	93.2	58.2	49.9	40.1	33.5	27.4	19.6	14.9
180	95.6	59.9	51.5	41.7	35.0	28.9	21.1	16.4
360	96.0	63.8	55.8	46.2	39.5	33.2	24.8	19.6
720	101.2	67.1	58.8	48.9	42.1	35.8	27.5	22.4
1440	111	79.1	70.5	59.9	52.2	44.6	34.0	26.8

U skladu sa preporukama i relevantnim standardima po kojima se za naseljena mesta i gradske centre, industrijske i privredne oblasti, usvaja verovatnoća pojave od 50% (povratni period od 2 godine) i trajanja



Slika 1-2: Jezero Čelije sa pritokama

20 min, merodavna kiša za potrebe hidrauličkog proračuna kanalizacije za atmosfersku vodu u naseljima Brus i Blace je 14.0 mm.

### 2.2. Opterećenje kanalizacije za upotrebljenu vodu

**Blace:** Opterećenje kanalizacije za upotrebljenu vodu je računato za projektni period od 25 godina za koji je procenjeno da će Blace imati 5.787 stanovnika. Opterećenje od stanovništva je računato na osnovu fakturiranih količina vode i na osnovu procene zaposlenih u JKP Vodovod Blace. Za potrebe hidrauličkog proračuna uzima se potrošnja od 150 l/stan/dan. Procenjeno je da će opterećenje od industrije i komercijalnih potrošača, pri potrošnji od 150 l/stan/dan, iznositi 105 m<sup>3</sup>/dan.

**Brus:** Kanalizacija za upotrebljenu vodu u gradskom jezgru opštine Brus je projektovana za 4.572 stanovnika i planirno je priključenje sela Kobilje, Velika Grabovnica, Mala Grabovnica, Žiljci, Tršanovci i Lepenac, sa ukupno 2.973 stanovnika, na glavni kolektori koji upotrebljenu vodu transportuje do PPOV. Usvojeno je opterećenje od stanovništva od 150 l/stan/dan i opterećene od industrije od 7 l/s, na osnovu fakturiranih

količina vode i procene zaposlenih u JKP Vodovod Rasina.



### 2.3. Kriterijumi za projektovanje

Osnova za projektovanje kanalizacije za upotrebljenu i atmosfersku vodu je analiza postojećih mreža i njihovih kapaciteta i adaptacija postojećih mreža sa proširenjem u skladu sa planskim dokumentima.

Pri projektovanju kanalizacije moraju se ispoštovati kriterijumi koji obezbeđuju uslove za nesmetano funkcionisanje mreže u smislu samočišćenja kanala i maksimalno dozvoljenog punjenja kanala. Usvojeni su minimalni prečnici kolektora za upotrebljenu vodu su  $\varnothing 200$  mm, a za atmosfersku vodu  $\varnothing 300$  mm. Uslovi neophodni za samočišćenje kanala se ostvaruju kroz ispunjenje minimalne brzine strujanja vode koja treba da bude 0,4 m/s, pri dubini punjenja kanala od 2 do 3 cm, ili 0,7 m/s kada je kanal pun do vrha, jer su te brzine dovoljne za održavanje čvrstih čestica u suspenziji. Prema standardu SRPS EN 752-4 definisani su uslovi za samočišćenje kanala za cevi malih prečnika (manji od DN 300) prema kojima je neophodno obezbediti minimalnu brzinu od 0,7 m/s u toku dana, ili usvojiti minimalni prečnik od 1:DN.

Uslov maksimalno dozvoljene ispunjenosti kolektora za upotrebljenu vodu iznosi 70% pri merodavnom protoku, dok kod kolektora za atmosfersku vodu kolektori mogu biti ispunjeni do vrha (100%) pri merodavnom protoku.

## 3. KANALIZACIONI SISTEM NASELJA BLACE

Gradsko jezgro naselja Blace se nalazi pored reke Blatašnice na oko 12 km uzvodno od ušća sa rekam Rasinom. Blace leži na vododelnici slivova reka Rasine i Toplice. Kote terena se kreću od 380 do 460 mm. Na slici 3-1 je dat prikaz digitalnog modela terena.

Samo gradsko jezgro je delimično urbano uređeno naselje u kome se pored stambenih objekata nalaze i zdravstvene, obrazovne i administrativne ustanove, kao i privredni subjekti. Kroz opštinu Blace prolaze dva značajna državna puta II reda – br. 102 (Kragujevac-Kruševac-Razbojna-Beloljin) i br. 222 (Vrnjci-Brus-Razbojna-Blace-Kuršumljija-Negosavlje).

Pri izradi Generalnog projekta korišćen je Prostorni plan opštine Blace, georeferencirane karte razmere 1:25.000 i 1:2.500, hidrološki uslovi dobijeni od Republičkog hidrometeorološkog zavoda Republike Srbije i podaci o snimljenim šahtovima postojeće kanalizacije.

Slika 3-1: Digitalni model terena Opštine Blace

### 3.1. Kanalizacija za upotrebljenu vodu

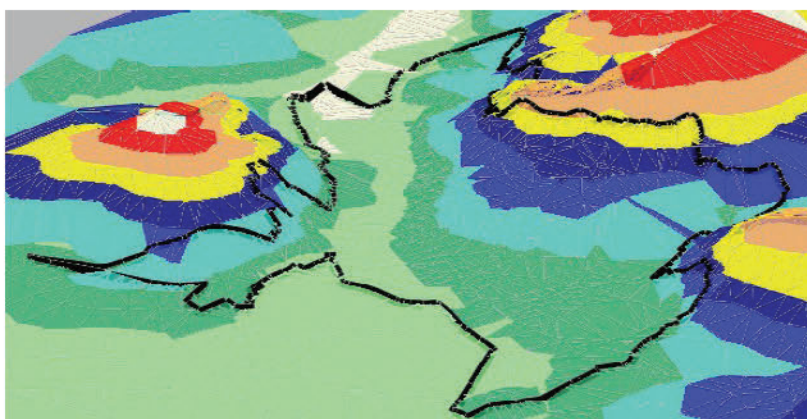
Kapacitet postojeće mreže je proveren u matematičkom modelu. Trasa postojeće kanalizacije uglavnom prolazi po postojećim ulicama, ali na pojedinim mestima kolektori se vode po zelenim površinama i po privatnim posedima gde ne postoje putevi. Konfiguracija mreže je takva da dva glavna kolektora odvođe upotrebljene vode do postojećeg PPOV koje nije u funkciji. Osim toga, u mreži postoje tri izliva prema reci Blatašnici (prikazani plavim tačkama na slici 3-2).

Hidraulička analiza postojećeg stanja je pokazala da je uslov maksimalne ispunjenosti kolektora ispod 70% ispunjen u skoro celoj mreži (na slici je crvenom bojom prikazana samo jedna cev koja to ne ispunjava na najnižvodnijem delu gde su padovi izuzerno mali). Minimalni padovi nisu zadovoljeni na mreži ukupnoj dužini od 4.476 m.

Predloženo rešenja za poboljšanje kanalizacije za upotrebljene vode u gradskom jezgrou opštine Blace predviđa ukidanje postojećih izliva i usmeravanje upotrebljenih voda prema PPOV, rekonstrukciju delova mreže u kojima je ispunjenost za računski protok veća od 70%, rekonstrukciju mreže u kojima su padovi manji od minimalnih padova ili su negativni, rekonstrukciju mreže u većim ulicama tako da je zadovoljen kriterijum za postizanje uslova za samočišćenje kolektora i rekonstrukciju delova mreže u kojima kolektori nisu u dobrom stanju i/ili ne zadovoljavaju projektne principe.

Razmatrane su dve varijante:

- Varijanta 1 – izmeštanje postojećeg kolektora  $\varnothing 400$  mm koji se nalazi na desnoj obali reke Blatašnice i projektovanje nove deonice duž desne obale reke. Planirana je rekonstrukcija postojeće mreže u dužini od 7.428 m, izgradnja nove mreže u dužini od 1.782 m i ukidanje postojeće mreže u dužini od 1.240 m.
- Varijanta 2 – napuštanje dela postojeće deonice  $\varnothing 400$  mm na desnoj obali reke Blatašnice, preusmeravanje protoka preko reke prema postojećoj cevi  $\varnothing 400$  mm na levoj obali reke. Planirana je rekonstrukcija postojeće mreže u dužini od 7.682 m, izgradnja nove mreže u dužini od 1.423 m i ukidanje postojeće mreže u dužini od 1.338 m.





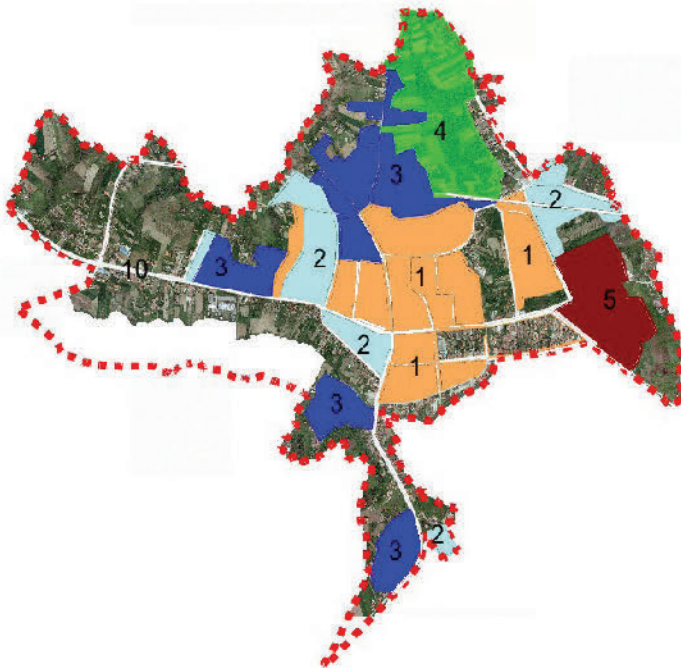


Slika 3-2: Matematički model postojećeg stanja kanalizacije za upotrebljene vode

lektor Ø400 mm na levoj obali Blatašnice i trasa kolektora dva puta prelazi Blatašnicu, dok se u Varijanti 1 predviđa izgradnja nove trase na desnoj obali Blatašnice. S obzirom na moguće poteškoće oko rešavanja imovinskih pitanja vezanih za eksproprijaciju privatnih poseda, i vremena potrebnog za tu aktivnost, Varijanta 2 je prihvatljivija od Varijante 1. U Varijanti 2 predlaže se bolja upotreba postojećeg kolektora Ø400 na levoj obali.

### 3.2. Kanalizacija za atmosfersku vodu

Usled nedovoljno razvijene postojeće mreže za atmosfersku vodu veliki deo kišnog oticaja odlazi u kanalizaciju za upotrebljenu vodu, što predstavlja znatno opterećenje za kolektore i povećava se opasnost od izlivanja fekalnog sadržaja na površinu terena, ugrožavajući zdravlje stanovnika.



Slika 3-3: Namena površina gradskog jezgra naselja Blace  
1 – stanovanje 1 (urbana zona); 2 – stanovanje 2;  
3 – stanovanje 3; 4 – zelene površine; 5 – industrija; 10 - ulice

Kanalizaciona mreža je koncipirana na osnovu digitalnog modela terena (slika 3-1). Planirano je rasterećenje kroz ispuste u reku Blatašnicu na 12 mesta, kako bi dimenzije kolektora bile manje. Na slici 3-3 su date definisane namene površine, korišćene da se svakom podslivu pridružili odgovarajući parametri sa kojima se definišu prosečne karakteristike podsliva. Parametri koji su korišćeni su procenat krovova, procenat propusnih i procenat nepropusnih površina. Svaki tip površine se definiše kao deo površine sliva sa istim ili sličnim karakteristikama u pogledu procenata zastupljenih vodopropusnih i vodonepropusnih površina (Tabela 3-1).

## 4. KANALIZACIONI SISTEM NASELJA BRUS

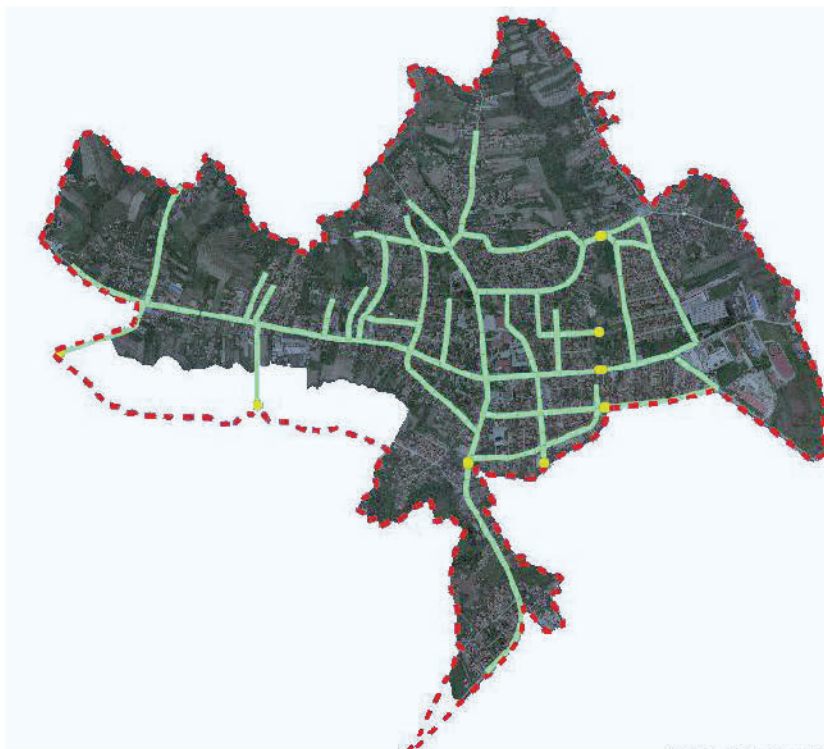
Gradsko jezgro Brusa se prostire na obalama reke Rasine, na mestu gde se reka Graševka uliva u reku Rasinu. Gradsko naselje Brus je

Tabela 3.2-1: Učešće vodopropusnih i vodonepropusnih površina

Tip površine	Krovovi (%)	Nepropusne površine (%)	Propusne površine (%)
Granica sliva	0	10	90
Stanovanje 1/Urbana zona	30	40	30
Stanovanje 2	40	20	40
Stanovanje 3	30	10	60
Industrija	50	30	20
Zelene površine	0	0	100
Ulice	0	100	0

Analiza koštanja je pokazala da postoje neznatne razlike u koštanju varijanti u odnosu na ukupnu cenu. U Varijanti 2 se zadržava postojeći ko-





**Slika 3-4:** Predloženo rešenje kanalizacije za atmosfersku vodu

delimično urbano uređeno naselje u kome se pored stambenih objekata nalaze i zdravstvene, obrazovne i administrativne ustanove, kao i privredni subjekti. Veliki deo površine zauzimaju šume (oko 25.000 ha), kao i poljoprivredne površine. Lokacija Brusa u podnožju Kopaonika sa izuzetnim prirodnim lepotama predstavlja izuzetan potencijal za razvoj letnjeg, a posebno zimskog turizma.

Pri izradi Generalnog projekta korišćen je Prostorni plan opštine Brusa, Plan generalne regulacije opštine Brus, georeferencirane karte razmere 1:25000 i 1:2500, hidrološki uslovi dobijeni od Republičkog hidrometeorološkog zavoda Republike Srbije i podaci o snimljenim šahtovima postojeće kanalizacije.

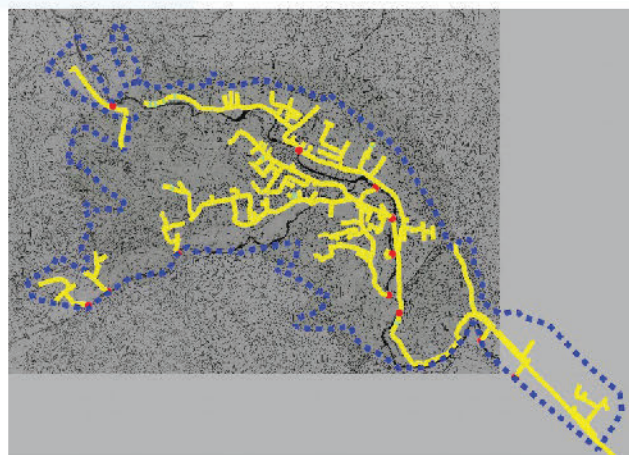
#### 4.1. KANALIZACIJA ZA UPOTREBLJENU VODU

Postojeća kanalizaciona mreža je separatnog tipa sa dva zasebna sistema za upotreblijenu i atmosfersku vodu. Kanalizaciona mreža za upotreblijenu vodu je izgrađena u velikom delu grada Brusa dok kanalizaciji za atmosferske vode postoji samo lokalizovano. Upotreblijene i atmosferske vode se bez prečišćavanja direktno ispuštaju u reke Rasinu i Graševku.

Veoma malo podataka o kanalizaciji za upotreblijenu vodu je bilo dostupno pa je obavljeno geodetsko snimanje postojećih šahtova kako bi mogla da se rekonstruiše postojeća mreža. Ustanovljeno je da su pojedini šahtovi zapušeni, što ukazuje na loše održavanje same mreže i direktno utiče na funkcionisanje

same kanalizacione mreže. Takođe je ustanovljeno da su na pojedinim deonicama korišćeni prečnici manji od 200 mm i da postoje deonice u kojima su cevi većeg prečnika nastavljane cevima manjih prečnika. Na slici 4-1 je prikazan model postojećeg stanja kanalizacije za upotreblijenu vode gradskog jezgra opštine Brus i okoline (kolektor Brus-Lepenac, na jugoistočnoj strani, nije prikazan). Izlivna mesta su označena crvenom bojom.

Glavni kolektor između Brusa i Lepenca, čija je namena da odvede prikupljenu upotreblijenu vodu do PPOV u Lepencu, je u fazi izgradnje i veliki deo je završen. To je kolektor prečnika 300 mm, dug oko 6 km. Pojedine deonice nisu izvedene u skladu sa projektom tako da imaju padove manje od minimalnih, nekoliko deonica imaju cevi prečnika 600 mm i



**Slika 4-1:** Lokacije postojećih izlivnih mesta kanalizacije za upotreblijenu vodu u Brusu



**Slika 4-2:** Predloženo rešenje kanalizacije za upotreblijenu vodu u Brusu, u gradskom jezgru





minimalno rastojanje između šahtova od 160D nije zadovoljeno na svim deonicama.

U postojećoj mreži postoji veliki deo kolektora koji ne zadovoljavaju projektne kriterijume u vidu minimalnog dozvoljenog prečnika (2.788 m), minimalnih padova (2.431 m) i minimalnih brzina (8.680 m). Sva tri navedena projektna uslova nisu zadovoljena u ukupno 10.920 m kolektora.

Generalno rešenje je obuhvatilo gradsko jezgro prema Planu detaljne regulacije i postojeće i planirane saobraćajnice. Usvajeno je rešenje prema kome se: ukidaju postojeći izlivi u reke Graševku i Rasinu i upotrebljene vode se usmeravaju prema PPOV; sela Velika Grabovica, Mala Grabovica, Kobilje, Drtevcu, Žiljci i Tršanovci se priključuju na kanalizacionu mrežu ili glavni kolektor Brus-Lepenac; upotrebljena voda se usmerava prema postrojenju za prečišćavanje u Lepencu koristeći glavni kolektor Brus-Lepenac; rekonstruišu se delovi mreže u kojima je ispunjenost za računski protok veća od 70%, padovi manji od minimalnih padova i delova sa negativnim padovima; i rekonstruišu se delovi mreže u kojima kolektori nisu u dobrom stanju i/ili ne zadovoljavaju projektne principe.

Predloženo rešenje kanalizacione mreže i glavnog kolektora Brus-Lepenac je prikazano na slici 4-2. Deo postojećih kolektora će biti zadržan u predloženom rešenju, a deo će morati biti zamenjen. Ukupno 7.548 kolektora mora da se rekonstruiše, od toga 5.107 m kolektora u kanalizacionoj mreži i 2.441 m glavnog kolektora Brus-Lepenac.

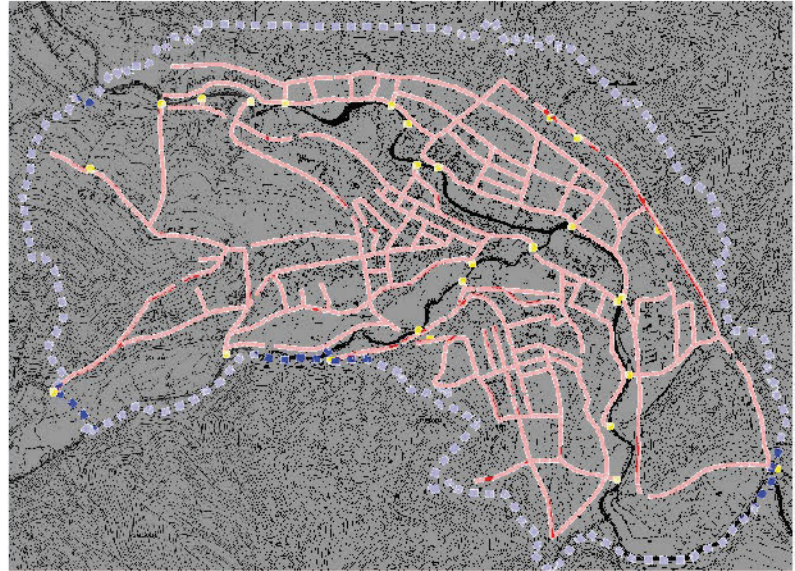
Na slici 4-2, crvenom bojom su označeni postojeći kolektori koji se zadržavaju, plavom bojom postojeći kolektori koji se rekonstruišu kako bi se zadovoljili kriterijumi minimalnog pada, za manje ulice, i minimalnog tangencijalnog napona, u veći ulicama, zelenom bojom su označeni novi kolektori.

#### 4.1. Kanalizacija za atmosfersku vodu

Atmosferska kanalizacija je lokalnog tipa, postoji samo na dve lokacije u naselju, i koristi se za odvodnjavanje dela naselja tako što se atmosferska voda nakon prikupljanja izliva u prirodne recipijente.

Predloženo rešenje kanalisanja atmosferskih voda ima za cilj pouzdanu zaštitu naselja od poplava i pružanje mogućnosti za budući razvoj urbanizacije na ovom području. S obzirom da kanalizacija za atmosfersku vodu postoji samo lokalizovano predviđena je izgradnja kolektora za atmosfersku vodu duž ulica i rekonstrukcija postojećih kolektora koji nemaju dovoljnu propusnu moć.

Konfiguracija terena koja je izrazito brdovita uslovljava odabir rešenja po kome se preko ispusta u prirodne recipijente ispušta prikupljena atmosferska voda i time rasterećuje kanalizaciona mreža. Atmosferska voda se ispušta u reku Rasinu i njenu pritoku, reku Graševku, kao i u lokalne potoke koji se ulivaju u ove dve reke. Ukupno je planirano 28 ispusta.



Slika 4-3: Predloženo rešenje kanalizacije za atmosfersku vodu u Brusu

Na slici 4-3 je prikazano predloženo rešenje kanalizacije za atmosfersku vodu. Ispusti su označeni žutom bojom. Ukupna slivna površina iznosi 500 ha. Minimalni prečnik kolektora je 300 mm a najveći je 900 mm. Ukupna dužina kolektora je 33.080 m

## 5. ZAKLJUČCI

Savremeni životni standard uslovljava postojanje kanalizacionog sistema koji obezbeđuje higijenske uslove u zajednici. U svrhu iznalaženja racionalnog rešenja za kanalizacione sisteme u Brusu i Blacu, planirani su separacioni sistemi u kojima se upotrebljene i atmosferske vode prikupljaju i odvode odvojeno. Prečišćavanje upotrebljene vode će omogućiti zaštitu životne sredine, očuvanje prirodnih resursa i očuvanje postojećih i budućih izvora vodosnabdevanja, što je posebno značajno za očuvanje sliva reka Rasine i Blatašnice, kao i rezervoara Čelije koji je regionalni izvor vodosnabdevanja.

Primena softverskog paketa 3DNet u projektovanju kanalizacije za atmosfersku i upotrebljenu vodu omogućuje kompleksno sagledavanje situacije na terenu uzimajući u obzir topografiju terena, raspored i karakteristike urbanizovanih površina, raspored korisnika, hidrološke podatke o kišama i oticajima i tečenje vode po površini terena i u kanalizacionoj mreži. Osim projektovanja novih kanalizacionih siste-



ma 3DNet omogućuje proveru kapaciteta postojećih kanalizacionih sistema i analizu njihovih performansi što može biti iskorišćeno pri održavanju postojećih sistema ili rehabilitaciji i proširenju istih.

### Zahvalnost

Rezultati istraživanja prezentovani u ovom radu su finansirani u okviru naučnog projekta Ministarstva prosvete i nauke Republike Srbije broj TR 37010: "Sistemi za odvođenje kišnih voda kao deo urbane i saobraćajne infrastrukture".

### REFERENCE

1. Đorđević S.: Matematički model oticanja sa urbanih slivova interaktivnim tečenjem po površini i kroz mrežu podzemnih kolektora, doktorska disertacija, 2002.
2. Janković Lj., M. Stanić, D. Prodanović: Projektovanje kišnog kanalizacionog sistema Sremskih Karlovaca korišćenjem 3Dnet softvera. 11-ta međunarodna konferencija: Vodovodni i kanalizacioni sistemi, Jahorina, Pale, Republika Srpska, strane: 249-257, 2011.
3. Leitao J., D. Prodanović, Č. Maksimović, J. Matos: Poboljšanje digitalnog modela terena za delineaciju površinskog tečenja na urbanim slivovima. Voda i sanitarna tehnika, godina XXXIX, broj: 6, novembar-decembar, strane: 19-28, 2009.
4. Leitao J., N. Simoes, Č. Maksimović, F. Ferreira, D. Prodanović, J. Matos, A. Marques: Real-time forecasting urban drainage models: full or simplified networks?, 8th International Conference on Urban Drainage Modelling UDM'09, edited by Prof. Hiroaki Furumai, University of Tokyo, 2009.
5. Leitao J., S. Djordjević, D. Prodanović, Č. Maksimović: Spatially distributed rainfall for surface runoff calculations in urban catchments. UrbanRain09 - 8th International Workshop on Precipitation in Urban Areas, Rainfall in the Urban Context Forecasting, Risk and Climate Change, edited by P. Molnar, P. Burlando and T. Einfalt, St. Moritz, Switzerland, pages 172-176, 2009.
6. Leitao J., S. Boonya-aroonne, D. Prodanović, Č. Maksimović: The influence of digital elevation model resolution on overland flow networks for modelling urban pluvial flooding. *Water Science and Technology*, Vol. 60, No. 12, Pages: 3137-3149, 2009.
7. Leitao J., N. Simoes, Č. Maksimović, F. Ferreira, D. Prodanović, J. Matos, A. Marques: Real-time forecasting urban drainage models: full or simplified networks? *Water Science and Technology*, Vol. 62, No. 9, Pages: 2106-2114, 2010.
8. Leitao J., D. Prodanović, S. Djordjević, Č. Maksimović: Influence of rainfall spatial variability on flood forecast in urban catchments. Regional Expert Meeting: Regional Rainfall 2010, Beograd. Edited by J. Despotović 2010.
9. Maksimović Č., D. Prodanović: Uvodno predavanje na kongresu: Modelling of Urban Flooding - Breakthrough or Recycling of Outdated Concepts, UDM'01, Orlando, Florida, USA, Maj 2001.
10. Maksimović Č., D. Prodanović, S. Boonya-aroonnet, J. Leitao, S. Djordjević, R. Allitt: Overland flow and pathway analysis for modelling of urban pluvial flooding. *Journal of Hydraulic Research (JHR)*, Vol. 47, No. 4, Pages: 512-523, 2009.
11. Prodanović D.: Unapređenje metoda primene hidroinformatike u analizi oticanja sa urbanih slivova, doktorska disertacija, 1999.
12. Prodanović D., M. Stanić, V. Milivojević, Z. Simić, M. Arsić: DEM-Based GIS Algorithms for Automatic Creation of Hydrological Models Data. *Journal of the Serbian Society for Computational Mechanics*, Special Issue dedicated to: Modelling, Simulation and Optimization Methods in Hydropower Systems Management Design. Edited by M. Kojić Vol. 3, No. 1, Pages: 64-85, 2009.
13. Stanić M.: Optimizacija distributivnih mreža pod pritiskom u sistemima za navodnjavanje, doktorska disertacija, 1999.
14. Todorović A., M. Stanić, D. Prodanović, J. Plavšić: Advanced Hydrological Modelling in Urban Areas Using Hydroinformatic Tools. International conference Innovation as a Function of Engineering Development, Niš, strane: 357-362, 2011.
15. Univerzitet u Beogradu, Građevinski fakultet Generalni projekat kanalizacione mreže za atmosferske vode grada Blace
16. Univerzitet u Beogradu, Građevinski fakultet Generalni projekat kanalizacione mreže za atmosferske vode grada Brusa
17. University of Belgrade, Faculty of Civil Engineering: 3DNet Users Manual

**ACO. The future of drainage.**

ACO građevinski elementi d.o.o.  
Mala pruga 39a  
11283 Beograd 136  
Srbija

Tel.: +381 11 41 41 580  
Tel.: +381 11 37 50 857  
Faks.: +381 11 41 41 590

**ACO**

train design support care

aco.rs





DRIVES: 0.18 kW – 1.2 MW

## Pogonska Perfekcija

Da li primećujete Danfoss na slici?

Nadamo se da ne. U svetu elektromotornih pogona, perfekcija znači nevidljivost. Što nas manje primećujete, to bolje naši frekventni pretvarači rade. Ipak, rad bez privlačenja pažnje se ne svodi samo na vrhunski inženjering.

Pouzdanosti je primarna u našem poslovanju – od jednostavnog sistema poručivanja usklađenog sa kvalitetnom proizvodnjom, do odgovorne i uslužne tehničke podrške i servisa. Sve ovo se svodi na jednu jednostavnu činjenicu: mi proizvodimo frekventne pretvarače, ali pouzdanost i odgovornost su naši proizvodi.



**Danfoss d.o.o.**

Đorđa Stanojevića 14 11070 Novi Beograd Srbija  
Tel. +381 11 2098 571 Mob: +381 60 2098 571 Fax: +381 11 2098 551  
Vesna.Cvetojevic@danfoss.com • www.danfoss.rs/vlt