

IDEJNO RJEŠENJE ODVOĐENJA ATMOSFERSKIH VODA DO MELIORATIVNIH KANALA U NASELJU ŽABALJ**CONCEPTUAL SOLUTION FOR DRAINING ATMOSPHERIC WATERS TO RECLAMATION CANALS IN THE SETTLEMENT OF ŽABALJ**

Julijana Stupić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – Predmet ovog rada jeste izrada idejnog rješenja odvođenja atmosferskih voda primjenom programskog paketa EPA SWMM. Izvršena je analiza terena i na osnovu dobijenih podataka je trasirana kanalska mreža. Na osnovu klimatskih podataka je izvršen hidraulički proračun dobijenog modela pri padavinama dvogodišnjeg povratnog perioda u trajanju od 20 minuta i analiza rezultata. Potom se ista kanalska mrežila opteretila kišom dvadesetogodišnjeg povratnog perioda. Na kraju je dat uporedni prikaz rezultata hidrauličke analize sistema pri padavinama istog trajanja, a različitog povratnog perioda.

Ključne reči: Atmosferske vode, Kanalizaciona mreža, Hidraulički proračuna, Analiza, EPA SWMM,

Abstract – The subject of this paper is developing the conceptual solution for draining atmospheric water using software EPA SWMM. The terrain was analyzed and the sewerage was traced based on the obtained data. Based on climatic data, the hydraulic calculation of the model was performed for rainfall whose recurrence period is two years and duration of 20 minutes and the results were analyzed. Then, the same model was performed for rainfall whose recurrence period is twenty years. At the end is given comparative view of the results of hydraulic analysis of the model for rainfalls of the same duration, but different recurrence period.

Keywords: Atmospheric waters, Drainage system, Hydraulic calculation, Analysis, EPA SWMM.

1. UVOD

Kanalizaciona mreža se vodi duž ulica, tako da što više prati nagib terena. Težilo se korišćenju otvorenih kanala, ali zbog uslova ukopavanja, onda kada je dubina veća od 1,3 m, i minimalnih nagiba, preovladavaju cijevi.

Vode, sakupljene sa područja naselja Žabalj odvođe se do meliorativnih kanala i to sa slobodnim tečenjem, gravitacionim putem.

Primjenjuju se i pumpe na onim mjestima gdje bi dubina ukopavanja dostigla maksimalnu graničnu vrijednost od 4 m, osim u slučajevima izliva gdje se dopušta dubina i do 4,5 m.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio prof. dr Matija Stupić, red. prof.

Atmosferska voda se upušta u recipijente direktno, bez prijedhodnog prečišćavanja i to na više lokacija.

Proračun atmosferske kanalizacije se izvodi savremenom metodom, upotrebom programskog paketa EPA SWMM (Storm Water Management Model). Matematički model se formira zadavanjem vizuelnih elemenata mreže sistema kao i određenih parametara, vremenske serije/šablona i kontrole.

Za modelovanje se koristi model efektivnih padavina i to kumulativna kriva dvogodišnjeg povratnog perioda u trajanju od 20 minuta, a svi podslivovu u sistemu se opterećuju istim padavinama. Prema ovoj postavci se vodi računa da ne dođe do tečenja pod pritiskom niti do izlivanja.

EPA Storm Water Management Model (SWMM) je dinamički simulacioni model padavina - oticaja koji se koristi za pojedinačne događaje ili dugoročnu (kontinuiranu) simulaciju količine i kvaliteta oticaja iz, prije svega, urbanih područja [1].

Komponenta oticaja SWMM -a se bazira na kolekciji podslivova područja koja primaju padavine i stvaraju oticanje i zagađena opterećenja [1]. Dio za usmjeravanje prenosi ovo oticanje kroz sistem cijevi, kanala, uređaja za skladištenje/tretman, pumpa i regulatora [1]. SWMM prati količinu i kvalitet oticanja, generisanog u svakom od podslivova, i protok, dubinu protoka i kvalitet vode u svakoj cijevi i kanalu tokom perioda simulacije koji se sastoji od više vremenskih koraka [1].

SWMM uzima u obzir različite hidrološke procese koji proizvode oticanje iz urbanih područja. Ove uključuju [1]:

- Vremenski promjenljive padavine
- Isparavanje stajaćih površinskih voda
- Akumulacija i otapanje snega
- Presretanje kiše koja se izliva iz depresija
- Infiltracija padavina u nezasićene slojeve tla
- Perkolacija infiltrirane vode u slojeve podzemnih voda
- Međutok između podzemnih voda i sistema za odvodnjavanje
- Nelinearno usmjeravanje rezervoara kopnenim tokom
- Prikupljanje i zadržavanje padavina/oticaja sa različitim vrstama objekata.

1.1. Projektovanje sistema

Glavno slivno područje je podjeljeno na kolekciju 16 podslivova prema linijama razdvajanja površinskog toka.

Tabela 2. Osnovni parametri slivnog područja

| | |
|--|-------|
| Ukupna površina slivnog područja [ha] | 497,6 |
| Ukupno nepropusnih površina [ha] | 100,8 |
| Ukupno nepropusnih površina [%] | 20,26 |
| Prosječan nagib [%] | 0,1 |
| Maningov koef. za propusni dio sliva | 0,24 |
| Maningov koef. za nepropusni dio sliva | 0,015 |

Uslove primjene otvorenih kanala ispunjava sam jug naselja, od ulice Stevana Sremca ka raskrsnici sa Hajduk Veljka, zatim ulica Hajduk Veljkova ka obodnom kanalu gdje je formiran ispust. Začevljenja se nalaze tamo gdje kanali prelaze ulicu. Dubine kanala se kreću od minimalnih 0,6 m do 0,85 m, uz ostvareni minimalni pad 0,3% pa sve do 0,7%, dok je za Maningov koeficijent hrapavosti uzeta vrijednost od 0,03. Popriječni presjek otvorenih kanala je trapezni sa širinom dna od 0,5 m i nagibom kosina 1:1,5.

Kanalska mreža zatvorenih kolektora je kružnog popriječnog presjeka čiji se prečnici kreću od minimalnih 300 mm do 900 mm na pojedinim dionicama, sa odgovarajućim minimalnim nagibima od 0,3% odnosno 0,15%. Minimalna dubina polaganja cijevi zavisi od upotrebljenog prečnika i ona se kreće od 1,3 m do 1,9 m, dok je maksimalna dubina ograničena na 4 m, odnosno na 4,5 m na samim izlivima u meliorativne kanale.

Meliorativni kanali, obodni i kanal Kopovo, zapravo predstavljaju glavne otvorene kolektore atmosferskih voda kojim se voda odvodi dalje u Jegričku na sjeveru naselja Žabalj. Dubine vode u časovima maksimalnih opterećenja i promjene protoka su prikazani na narednim slikama.

2. REZULTATI SIMULACIJE

2.1. Kiša dvogodišnjeg povratnog perioda

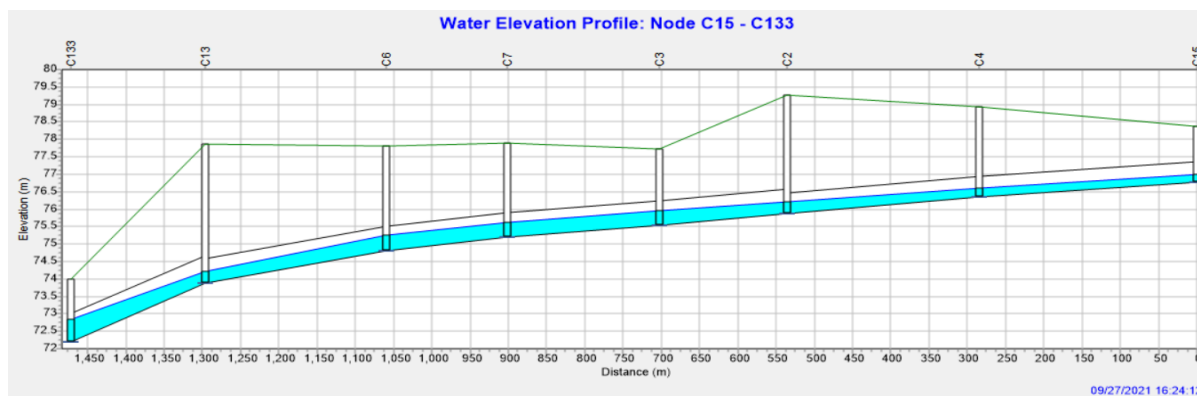
Mjerodavne su padavine dvogodišnjeg povratnog perioda, trajanja 20 minuta.

Tabela 3. Visine padavina za kišu dvogodišnjeg povratnog perioda i trajanja 20 minuta

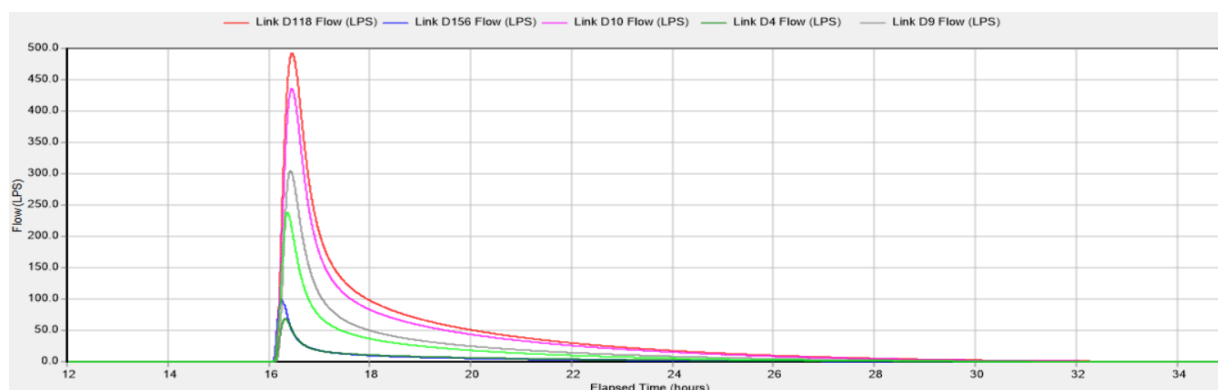
| Vrijeme [h:min] | Visina padavina [mm] |
|-----------------|----------------------|
| 16:00 | 0 |
| 16:05 | 7 |
| 16:10 | 12 |
| 16:15 | 14 |
| 16:20 | 14,1 |

Dubina vode u najdužoj dionici u času najvećeg opterećenja mreže zatvorenih kolektora sa izlivom u kanal Kopovo u čvoru C133 je prikazana na slici 1. Ova mreža prolazi kroz ulice Petra Kočića, Branka Radičevića, Josifa Pančića, Mihajla Pupina i Vidovdansku ulicu, te kroz parcele 2169/3 i 2145/139 izlazi na meliorativni kanal.

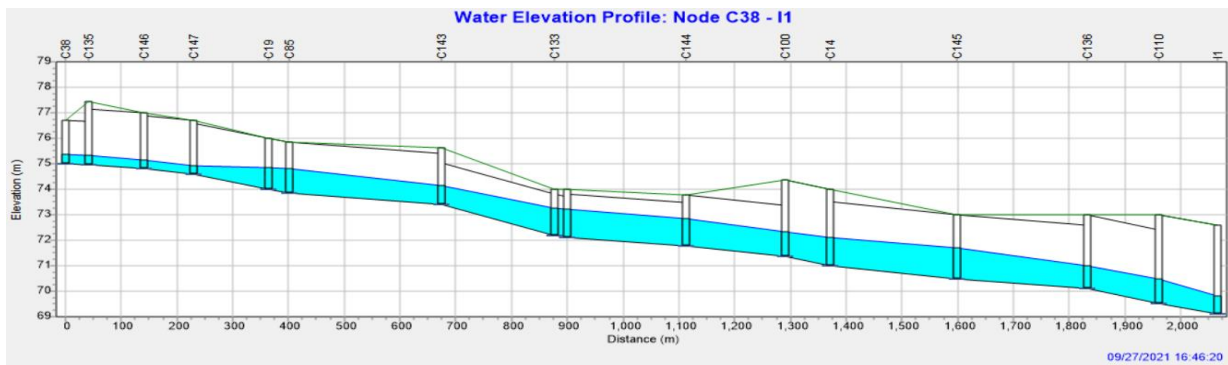
Promjena protoka kroz istu mrežu zatvorenih kolektora je prikazana na slici 2, sa maksimumom od 483 l/s na izlivu u meliorativni kanal.



Slika 1. Prikaz nivoa vode zatvorenog kolektora sa izlivom u čvoru C133



Slika 2. Prikaz promjene protoka zatvorenog kolektora sa izlivom u čvoru C133



Slika 3. Prikaz nivoa vode meliorativnom kanalu Kopovo

Na slici 3. prikazane su dubine vode u meliorativnom kanalu Kopovo. Čvorovi C38, C19, C85, C133, C93, C100, C14 i C110 predstavljaju izlive gradskih kolektora u ovaj kanal, dok čvor I1 predstavlja izliv kanala Kopovo u Jegričku.

Dubine kanala se kreću od najmanjih 1,7 m do maksimalnih 3,9 m, pri čemu vidimo da se kanal ne puni do kraja ni u najplićoj dionici.

2.2. Kiša dvadesetogodišnjeg povratnog perioda

Tabela 4. Visine padavina za kišu dvadesetogodišnjeg povratnog perioda

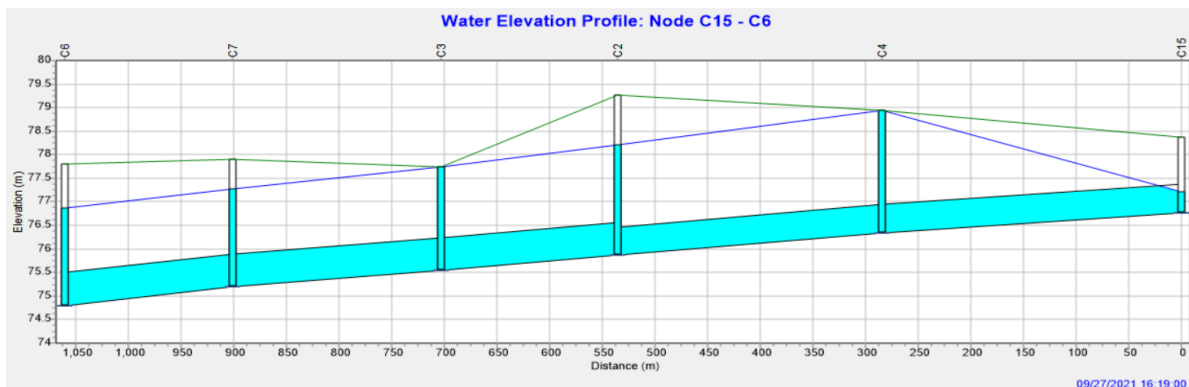
| Vrijeme [h:min] | Visina padavina [mm] |
|-----------------|----------------------|
| 16:00 | 0 |
| 16:05 | 12 |
| 16:10 | 22 |
| 16:15 | 27 |
| 16:20 | 30 |

Kao ulazni podatak mjerodavnih padavina dvadesetogodišnjeg povratnog perioda, modelirana je kiša prema podacima iz tabele 4.

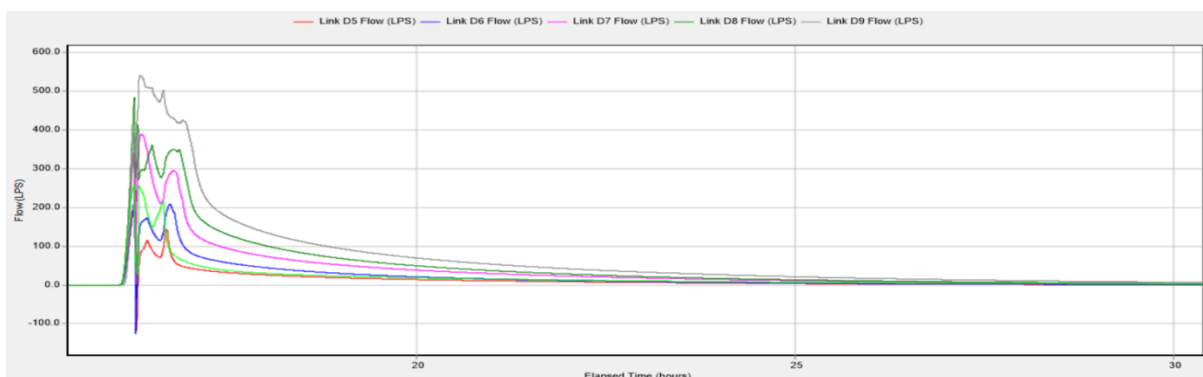
Nivo vode u času maksimalnog opterećenja prikazan je na slici 4. Na dionici zatvorenih kolektora koji prolaze ulicama Petra Kočića, Josifa Pančića i Branka radičevića dolazi do plavljenja gdje maksimalno izlivanje iznosi 556.64 l/s. Dolazi do plavljenja i u kratkotrajnim vremenskim periodima do izlaska vode na teren.

Promjena protoka za istu dionicu prikazana je na slici 5. Dolazi do negativne vrijednosti protoka u jednom trenutku zvog povratnog toka koji se javlja uslijed prekoračenja kapaciteta kolektora.

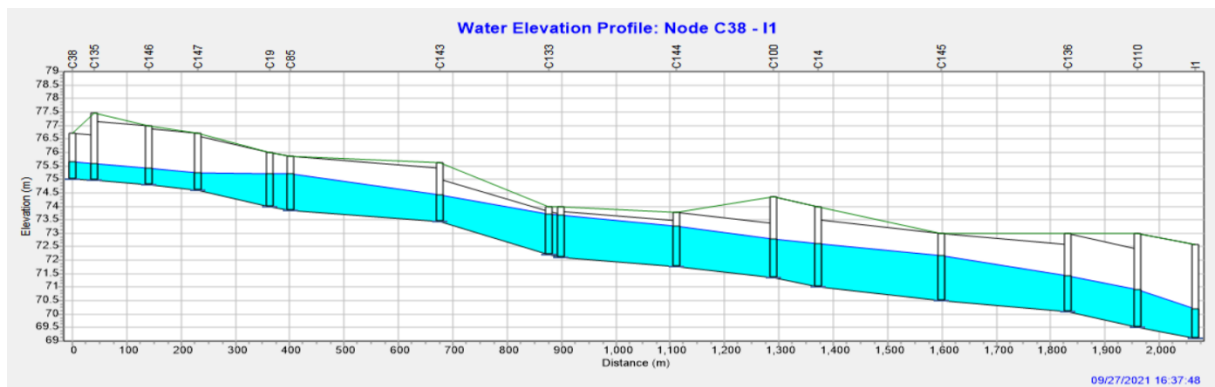
Na slici 6. može se vidjeti da ni pri opterećenju mreže dvadesetogodišnjom kišom neće se premašiti kapacitet meliorativnih kanala.



Slika 4. Prikaz nivoa vode u plavljenom zatvorenom kolektoru od čvora C6 do C15



Slika 5. Prikaz promjene protoka u plavljenom zatvorenom kolektoru od čvora C6 do C15



Slika 6. Prikaz nivoa vode u kanalu Kopovo za dvadesetogodišnju kišu

2.3. Uporedna analiza

Ukoliko se atmosferska kanalizacija projektuje u stambenom području, kao što je ovdje slučaj, za padavine dvogodišnjeg povratnog perioda, onda je dozvoljeno da dođe do plavljenja jednom u 20 godina. Zbog ovog razloga je izvršena provjera sistema na kišu dvadesetogodišnjeg povratnog perioda.

Prilikom padavina dvogodišnjeg povratnog perioda i trajanja 20 minuta, u mreži ne dolazi do tečenja pod pritiskom niti do plavljenja. Najveći problem stvara opterećenje kod padavina dvadesetogodišnjeg povratnog perioda. Situacija postaje takva da u dosta gradskih kolektora dolazi do plavljenja i „negativnih“ protoka. Razlog za negativne protoke jeste iskorišćenje kapaciteta kolektora te dolazi zapravo do povratnog toka.

Takođe, kod dvogodišnje kiše kao jedan od indikatora za poređenje može poslužiti i stepen ispunjenosti koji se kreće od oko 60-80%, dok je za dvadesetogodišnju kišu kapacitet skoro u potpunosti prevaziđen.

Kod meliorativnih kanala je pozitivna strana što pri obje kiše, dvogodišnje i dvadesetogodišnje, mogu da podnesu maksimalno opterećenje bez plavljenja. Vrijednosti protoka na izlivu meliorativnih kanala u Jegričku se za dvadesetogodišnju kišu povećavaju skoro 3 puta u odnosu dvogodišnju, ali kako je već rečeno, to ne predstavlja problem.

3. ZAKLJUČAK

Isprojektovana je atmosferska kanalizacija sa opterećenjem 20-minutne kiše povratnog perioda 2 godine, a zatim izvršena i analiza sistema. Na kraju je odrađena uporedna analiza sistema pri kiši trajanja 20 minuta povratnog perioda 2 godine i povratnog perioda 20 godina.

Izmodelirana je separata kanalizacija za odvođenje atmosferskih voda koja se pretežno sastoji od zatvorenih kružnih kolektora. Sistem je gravitacioni sa slobodnim tečenjem.

Zatvoreni kolektori su kružnog popriječnog presjeka, izrađeni od neomekšanog polivinilhlorida. Najzastupljeniji prečnik je 600 mm, minimalni korišćeni prečnik cijevi je 300 dok je maksimalni 900 mm.

Prečnici cijevi zapravo uslovljavaju i minimalne nagibe koji se kreću do 0,3% za cijevi prečnika 300 mm, odnosno 0,15% za prečnike 900 mm, kao i minimalne dubine ukopavanja od 1,3 m, odnosno 1,9 m.

Maksimalne dubine ukopavanja su 4 m, osim na mjestima izliva u meliorativne kanale gdje se dozvoljava da bude i do 4,5 m. Tamo gdje dubina ukopavanja, u gradskoj zoni, prelazi 4 m postavljene su pumpne stanice, a u ovom slučaju ih ima četiri.

U južnom dijelu naselja, sa manjih slivnih površina, kišnica se odvodi otvorenim kanalima minimalne dubine 0,6, a maksimalne 0,85, uz ostvareni minimalni nagib od 0,3%.

4. LITERATURA

[1] Storm Water Management Model User's Manual Version 5.1

Kratka biografija:



Julijana Stupić rođena je u Priboju 1996. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstvo – Hidrotehnika odbranila je 2021. god.
kontakt: julijana.stupic@gmail.com