

IDEJNO RJEŠENJE ODVOĐENJA ATMOSFERSKIH VODA U NASELJU GACKO U REPUBLICI SRPSKOJ**CONCEPTUAL SOLUTION FOR DRAINING ATMOSPHERIC WATERS IN THE SETTLEMENT OF GACKO IN REPUBLIC OF SRPSKA***Veljko Bratić, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – GRAĐEVINARSTVO**

Kratak sadržaj – Predmet ovog master rada je izrada idejnog rješenja odvođenja atmosferskih voda primjenom programskog paketa EPA SWMM. Nakon izvršene analize terena, uz poštovanje urbanističkih planova, trasirana je kanalska mreža. Na osnovu klimatskih podataka je izvršen hidraulički proračun dobijenog modela pri padavinama dvogodišnjeg povratnog perioda u trajanju od 20 minuta, za različite koeficijente oticaja propusnih površina, i analiza rezultata. Potom se ista kanalska mrežila opteretila kišom petogodišnjeg povratnog perioda. Hidraulički proračuni su vršeni metodama proračuna dinamičkog talasa i kinematičkog talasa. 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 proračun, Analiza, EPA SWMM,

Abstract –The subject of this Master's Thesis is the development of a conceptual solution for draining atmospheric water using EPA SWMM software package. After terrain analysis, in compliance with the urban plans, the canal network was laid out. Based on climatic data, the hydraulic calculation of the obtained model was performed for rainfall whose recurrence period is two years and duration 20 minutes, for different runoff coefficients of pervious surfaces, and the results were analyzed. Then, the same model was performed for rainfall whose recurrence period is five years. Hydraulic calculations were performed using dynamic wave and kinematic wave calculation methods. At the end, a comparative presentation of the results of the 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

Novoprojektovanu kanalizacionu mrežu je potrebno voditi duž ulica, tako da što više prati prirodan nagib terena. Kako područje naselja Gacko karakteriše brdsko-planinski teren, te je velika razlika u nadmorskim visinama, česta je upotreba kaskada.

Atmosferska voda se upušta u recepijente direktno, bez prijetodnog prečišćavanja i to na više lokacija.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio doc. dr Matija Stipić, redovni profesor.

Proračun atmosferske kanalizacije se izvodi savremenom metodom urbanog modeliranja i to upotrebom programskog paketa EPA SWMM (Storm Water Management Model). 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 bazira se 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].

1.1. Projektovanje sistema

Glavno slivno područje je podjeljeno na kolekciju 53 podsliva prema linijama razdvajanja površinskog toka. Osnovni parametri slivnog područja naselja Gacko su prikazani u tabeli 2.

Tabela 2. Osnovni parametri slivnog područja

Ukupna površina slivnog područja [ha]	151,75
Zastupljenost nepropusnih površina [%]	48
Prosječan nagib sliva [%]	14
Maningov koef. za propusni dio sliva (varijanta I)	0,25
Maningov koef. za propusni dio sliva (varijanta II)	0,1
Maningov koef. za nepropusni dio sliva	0,01

Uslove primjene otvorenih kanala ispunjava novoprojektovani glavni kolektor, uz obodni dio naselja. Trapeznog je popriječnog presjeka, dužine 2116.7m, sa nagibima kosina 1:1.5 i širine dna 2m. Najmanja dubina kanala je na samom početku i iznosi 0.60 m, dok se najveća dubina od 4 m javlja na 731 metru.

Otvorenom tipu kanala pripada i projektovani glavni odvodnik koji sakuplja vodu sa istočnog dijela naselja i odvodi je u rijeku Mušnicu.

Otvoreni kanal je pravilnog popriječnog presjeka, trapeznog oblika, nagiba kosina 1:1.5, širine dna kanala 2m i dužine 683 m.

Mreža zatvorenih kolektora se sastoji od kružnih cijevi čiji se prečnici kreću od 300 mm do 1000 mm. Minimalna dubina polaganja cijevi zavisi od upotrebljenog prečnika i ona se kreće od 1.6 m, dok je maksimalna dubina ograničena na 6 m.

Hidrauličkom analizom je utvrđeno da je potrebno zacijeviti otvoreni dio potoka Slavljan u dužini od 200.50m. Usvojen je pravougaoni betonski popriječni presjek dimenzija 0.5x1.0m.

Pored Potoka Slavljan, bilo je potrebno zacijeviti i potok Dronjo kao i ostale otvorene odvodnike.

Za popriječni presjek ovih odvodnika je usvojen cjevasti popriječni presjek odgovarajućih dimenzija.

2. REZULTATI SIMULACIJE I UPOREDNA ANALIZA

Mjerodavne su padavine dvogodišnjeg povratnog perioda, trajanja 20 minuta, dok se provjera vršila za sistem opterećenjem kišom petogodišnjeg povratnog perioda, istog trajanja.

Takođe, uzimao se u obzir i proces ubrzane urbanizacije, te se mijenjao i Manningov koeficijent oticaja sa propusnih

površina koji u jednoj varijanti iznosi $n=0,25$, dok je u drugoj njegova vrijednost $n=0,1$.

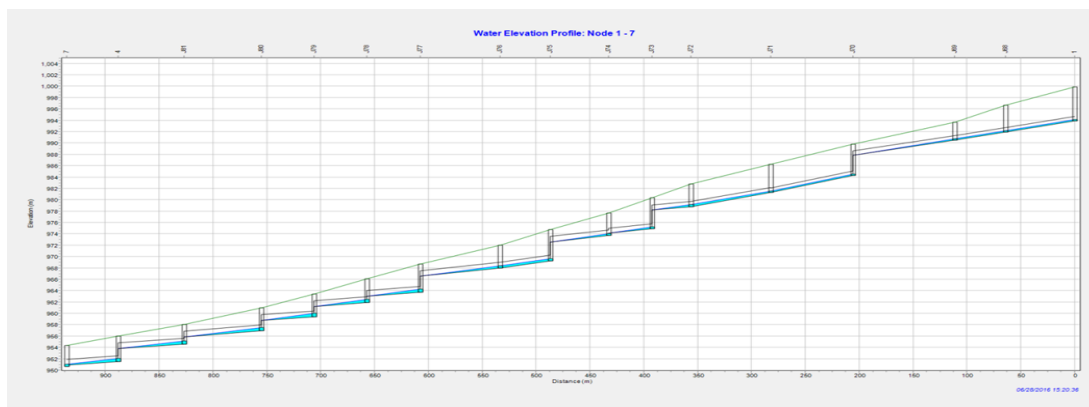
Tabela 1. Visine padavina za kišu dvogodišnjeg petogodišnjeg povratnog perioda i trajanja 20 minuta

Vrijeme [h:min]	Visina padavina za dvogodišnju kišu [mm]	Visina padavina za petogodišnju kišu [mm]
15:00	0	0
15:05	8.55	15
15:10	16.5	25.8
15:15	21.6	33.75
15:20	23.4	38.4

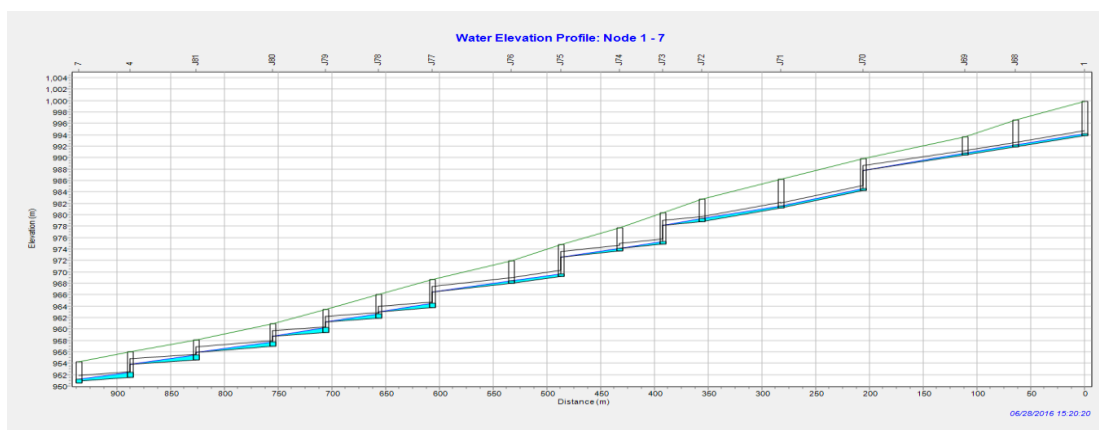
Na slikama od 1. do 4. prikazani su nivoi vode u času najvećeg opterećenja u najdužoj dionici.

Ako pogledamo rezultate za dvogodišnju kišu, $n=0.1$, ispunjenost je veća za oko 5% u odnosu na $n=0,25$, a ipak manja za oko 25% za istu varijantu pri petogodišnjoj kiši.

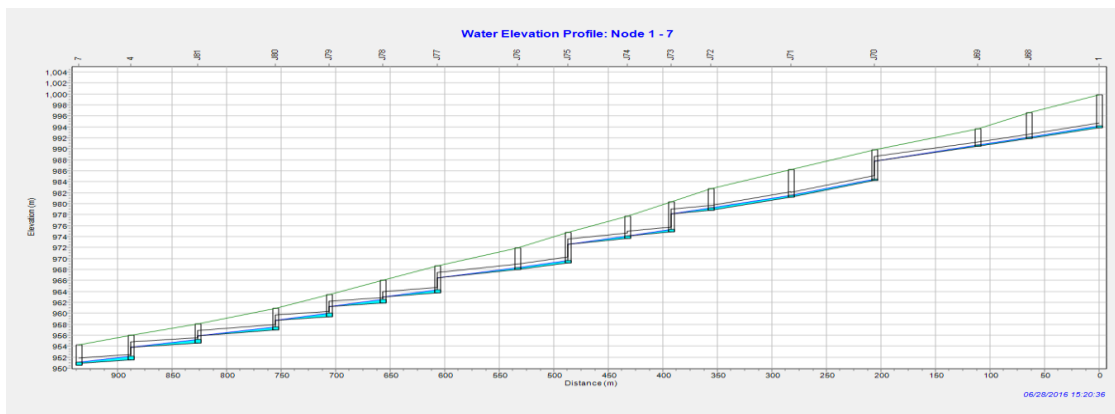
Dolazi do kratkotrajnog tečenja pod pritiskom u pojedinim dionicama pri opterećenju petogodišnjom kišom.



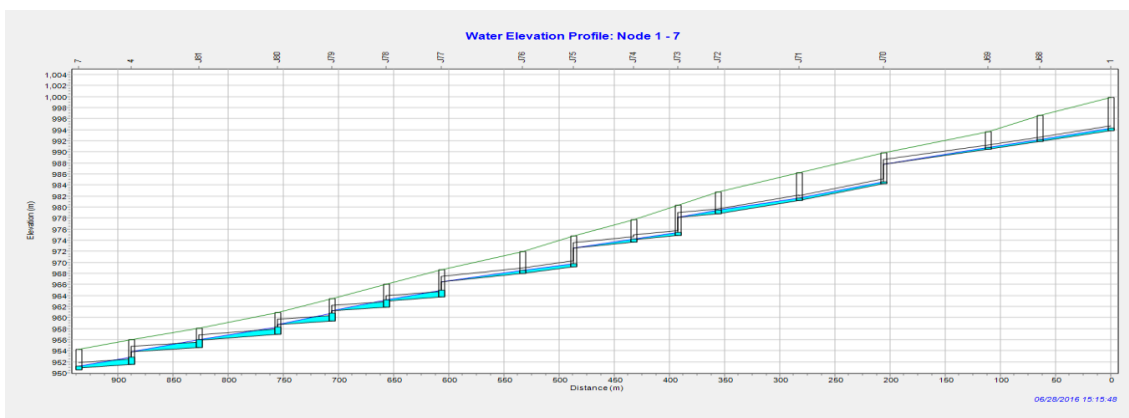
Slika 1. Prikaz nivoa vode u zatvorenom kolektoru sa izlivom u čvoru 7, za dvogodišnju kišu i $n=0,25$



Slika 2. Prikaz nivoa vode u zatvorenom kolektoru sa izlivom u čvoru 7, za petogodišnju kišu i $n=0,25$



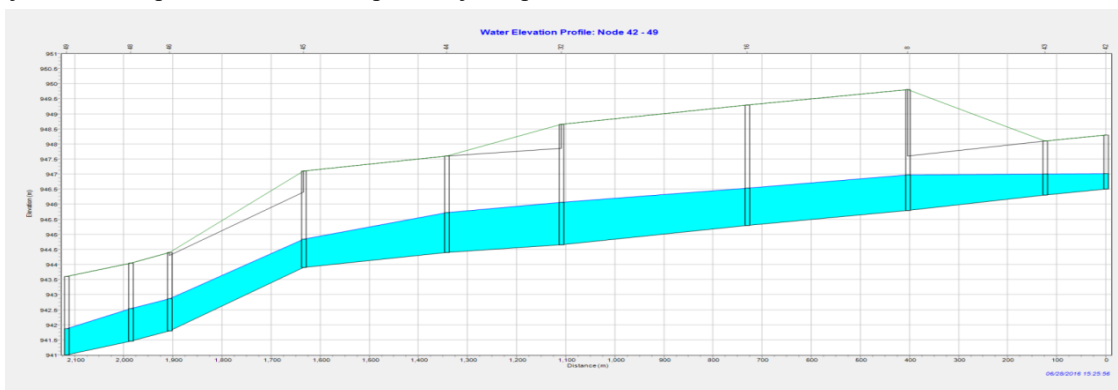
Slika 3. Prikaz nivoa vode u zatvorenom kolektoru sa izlivom u čvoru 7, za dvogodišnju kišu i $n=0,1$



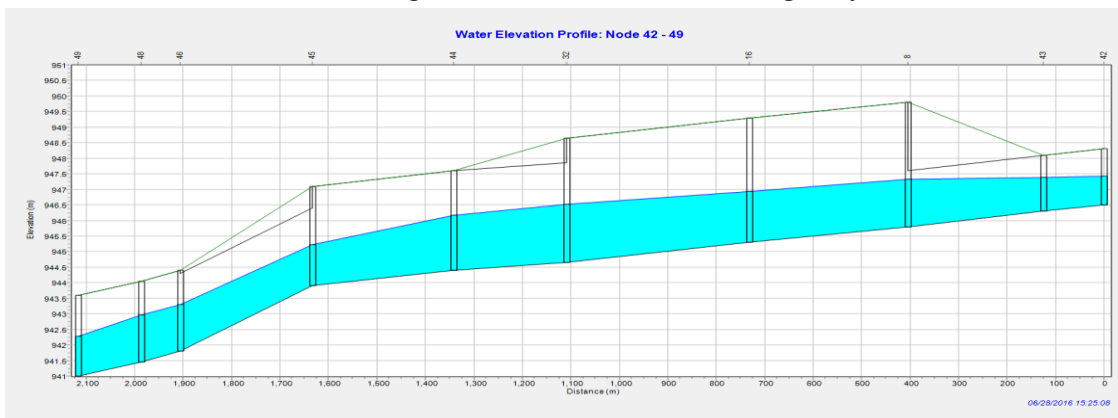
Slika 4. Prikaz nivoa vode u zatvorenom kolektoru sa izlivom u čvoru 7, za petogodišnju kišu i $n=0,1$

Na slikama od 5. do 8. prikazani su nivoi vode u glavnom prijemniku, otvorenom obodnom kanalu. Primjetno je kako se ispunjenost kanala povećava sa većim opterećenjem i pri

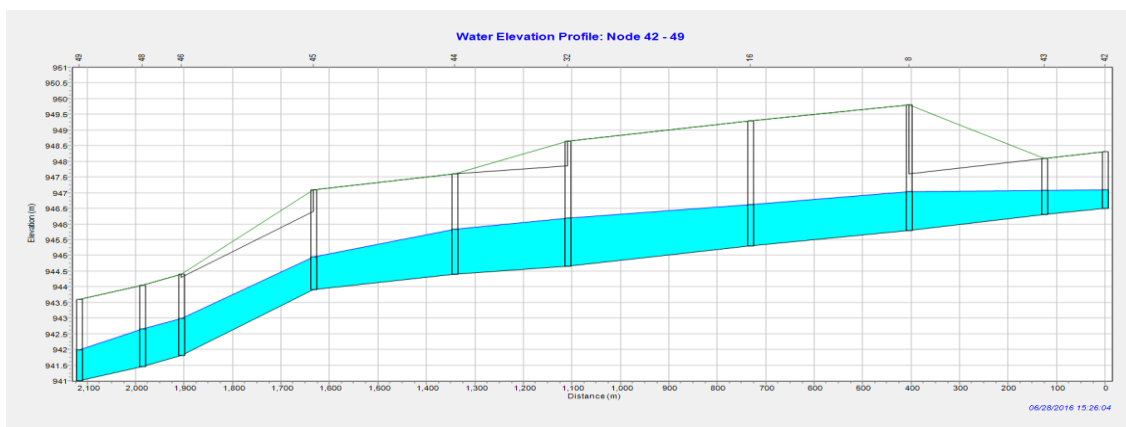
promjeni Maningovog koeficijenta. međutim ni u jednom slučaju ne dolazi do preopterećenja kanala i izlivanja.



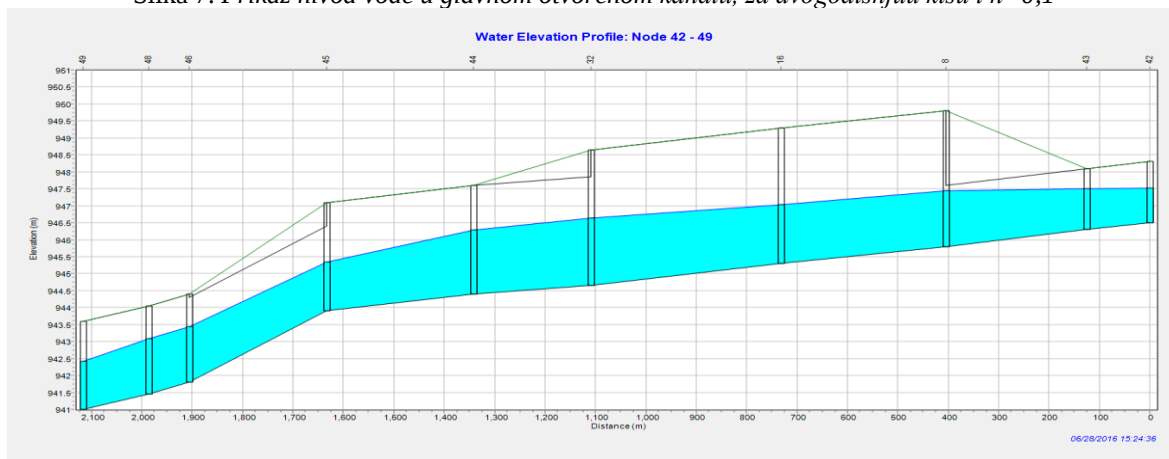
Slika 5. Prikaz nivoa vode u glavnom otvorenom kanalu, za dvogodišnju kišu i $n=0,25$



Slika 6. Prikaz nivoa vode u glavnom otvorenom kanalu, za petogodišnju kišu i $n=0,25$



Slika 7. Prikaz nivoa vode u glavnom otvorenom kanalu, za dvogodišnjuu kišu i $n=0,1$



Slika 8. Prikaz nivoa vode u glavnom otvorenom kanalu, za petogodišnjuu kišu i $n=0,1$

3. ZAKLJUČAK

Isprojektovana je atmosferska kanalizacija sa opterećenjem 20-minutne kiše povratnog perioda 2 godine, za $n=0,25$. Ista mreža je opterećena i petogodišnjom kišom kako bi se sagledala stabilnost sistema i ispunjenost uslova projektovanja atmosferske kanalizacije. Kako bi se prikazao trend intenzivne urbanizacije malih sredina, promjenjen je $n=0,25$ na vrijednost 0,1 i izvršila se analiza dobijenih rezultata. Na kraju je odrađena uporedna analiza sistema za odrađene varijante, uzevši u obzir metode dinamičkog i kinematičkog talasa.

Mreža se pretežno sastoji od zatvorenih kružnih kolektora izrađenih od poliestera SN 10000. Minimalni korišćeni prečnik je 300, dok je maksimalni 1000 mm. Zatvoreni kolektor, kanal Slavljan, je pravougaonog popriječnog presjeka, izrađen od armiranog betona u dužini od 200.46m, a dimenzije ovog kolektora su 0.5mx1m. Ostatak kanala je zadržan u postojećem stanju.

Izvršena je analiza kapaciteta i stabilnosti kosina glavnog otvorenog obodnog kanala. Usvojena je širina dna kanala od 2m, dok se dubine kreću od početnih 0.6m do maksimalnih 4m na stacionaži km 0+731.26. Prosječna dubina kanala je 2.42 m, usvojeni nagibi kosina su 1:1.5. Obala kanala je zaštićena vodopropusnom kamenom oblogom na filtru od istorodnog materijala kao i obloga. Zbog obezbjeđenja stabilnosti kosina otvorenog kanala, usvojena je temeljna greda čija je bazna širina 1.2m, a visina 0.4m.

Na osnovu rezultata proračuna kinematičkim talasom, u odnosu na dinamički talas, možemo zaključiti da se najznačajnije razlike javljaju u otvorenom kanalu gdje je velika razlika u rezultatima doprinos dinamičkog talasa koji je prilagodljiviji ovom tečenju jer se primjećuje uticaj retenzije i povratnog toka. Pri petogodišnjim kišama, u kinematičkom talasu, dolazi do plavljenja pojedinih čvorova, što nije slučaj kod dinamičkog

Na osnovu analize i rezultata, zaključuje se da su ispunjeni osnovni uslovi projektovanja atmosferske kanalizacije za kišu dvogodišnjeg povratnog perioda, trajanja 20 minuta, čak i pri Manningovom koeficijentu protoka preko nadzemnog dijela propusnih površina, 0.1.

4. LITERATURA

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

Kratka biografija:



Veljko Bratić je rođen u Mostaru (BiH), 23.08.1990. godine. Otac dvoje dece. Osnovne studije iz oblasti Građevinarstvo - Hidrotehnika završio 2015 godine na Fakultetu Tehničkih nauka u Novom Sadu. Od 2016 godine radi u privredi. Master rad iz oblasti Građevinarstvo - Hidrotehnika odbranio je 2023. godine na FTN.

kontakt: veljkobratic90@gmail.com