

PRIMENA RETENCIONIH BAZENA ZA SMANJENJE UTICAJA KLIMATSKIH PROMENA NA POSTOJEĆE SISTEME ATMOSFERSKE KANALIZACIJE

APPLICATION OF RETENTION BASINS TO REDUCE THE IMPACT OF CLIMATE CHANGE ON EXISTING STORMWATER DRAINAGE SYSTEMS

GOCE TASESKI¹

NIKOLA KRSTOVSKI²

DOI: 10.5937/VIK24397T

Rezime: Sve češće smo svedoci pojave kratkotrajnih i intenzivnih padavina koje se manifestuju plavljenjem urbanih sredina i nanošenjem velike finansijske štete, a ne retko i gubitkom ljudskih života. Stoga je sve izvesnije da se odmah moramo suočiti sa izazovima klimatskih promena, koji zahtevaju primenu inženjerskih znanja kako bi se smanjio njihov uticaj, posebno u oblasti prihvatanja i bezbednog odvodnjavanja atmosferskih voda. Svrha ovog rada je da se analizira primena retencionih bazena za smanjenje vrhova oticanja atmosferskih voda primenom hidrauličkog modeliranja postojeće atmosferske kanalizacije. Naime, retencioni baseni postaju sve potrebniiji kada je u pitanju savremeno urbanističko planiranje gradova, gde retencioni baseni predstavljaju jezera za prihvatanje poplavnog talasa sa površina koje gravitiraju ka urbanim centrima.

Ključne reči: retencioni bazeni, atmosferska kanalizacija, hidraulički model

Abstract: We are increasingly witnessing the occurrence of short-term and intense rainfall, which manifests in the flooding of urban areas, causing significant financial damage, and in certain cases it can cause loss of human lives. Therefore, it is becoming more evident that we must immediately confront the challenges of climate change, which primarily require the application of engineering knowledge to reduce their impact, especially in terms of accepting and safely draining stormwater. The aim of this paper is to analyze the application of retention basins to reduce peak stormwater runoff by using hydraulic modeling of the existing stormwater drainage system. Specifically, retention basins are becoming increasingly nece-

¹ Goce Taseski, Univerzitet Sv. Kiril i Metodije, Građevinski fakultet, Bulevar partizanskih odreda 24, Skoplje, Severna Makedonija, taseski@gf.ukim.edu.mk, ORCID: 0000-0002-4415-0321

² Nikola Krstovski, Građevinski fakultet, Bulevar partizanskih odreda 24, Skoplje, Severna Makedonija, nikolatudence@gmail.com, ORCID: 0009-0008-7602-171X

ssary in modern urban planning, where they serve as reservoirs for floodwaters from areas that gravitate towards urban centers.

Key Words: retention basins, stormwater drainage system, hydraulic model

1. Uvod

Klimatske promene se sve više manifestuju u svakom delu sveta kroz pojavu intenzivnih padavina koje izazivaju poplave, posebno u urbanim sredinama. Naime, danas je u gradovima širom sveta sve veći izazov pronalaženja ekonomskih inženjerskih rešenja za upravljanje atmosferskim vodama, koja će poboljšati otpornost gradova na uticaj klimatskih promena [1].

Sa inženjerske tačke gledišta, najbolja praksa za upravljanje atmosferskim vodama u cilju zaštite od poplava su retencioni baseni – jezera, koje omogućavaju kontrolisano curenje velikih količina vode [1, 2]. Iako su se ovakva tehnička rešenja u prošlosti smatrala korisnim za pojavu ekstremnih količina atmosferskih voda – 100 godina vode, uz veliku urbanizaciju prostora, primena retencionih bazena je sve prisutnija i za atmosferske vode sa mnogo kraćim periodom povratka.

U ekonomski razvijenim zemljama, gde dolazi do pojave intenzivnih padavina, retencioni rezervoari se sve više koriste u dvorištima stanara (slika 1-levo), a kao gradski parkovi, stadioni, dečja igrališta, deo ispod saobraćajnica itd. retencioni bazeni. (slika 1-desno).



Slika 1. Primeri projektovanih retencionih rezervoara za prijem atmosferskih voda u dvorištima (levo), na urbanim površinama (desno)

Figure 1. Examples of designed ponds for receiving storm water in yards (left), on urban areas (right)

Svrha ovog rada je da se analizira uticaj primene retencionih bazena na količinu atmosferskih voda koje bi se ispuštale iz slivnih područja postojeće kanalizacione mreže za grad Bitola sa korišćenjem softverskog paketa SWWM (Storm Water Management Model).

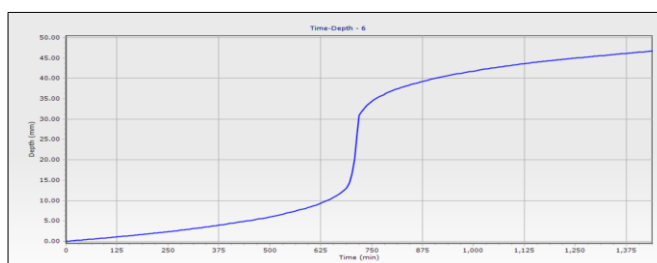
2. Hidrološki hidraulički model

Hidrološko-hidraulični model je urađen sa podacima iz već izgrađene atmosferske kanalizacije za deo grada Bitola, pri čemu su korišćeni sledeći geometrijski parametri: veličina i tip slivnih površina, kote terena, kote dna šahta, dužina, materijal i prečnika na cevima. Na slici 2 je šematski prikazan analizirani sistem atmosferske kanalizacije.



Slika 2. Šematski prikaz modela za analiziranu atmosfersku kanalizaciju
Figure 2. Schematic view of the model for the analyzed storm water system

Pored prethodno pomenutih geometrijskih karakteristika za analizu u SWMM, ključni ulazni parametar je kriva visine padavina tokom vremena za period povratka od 10 godina.

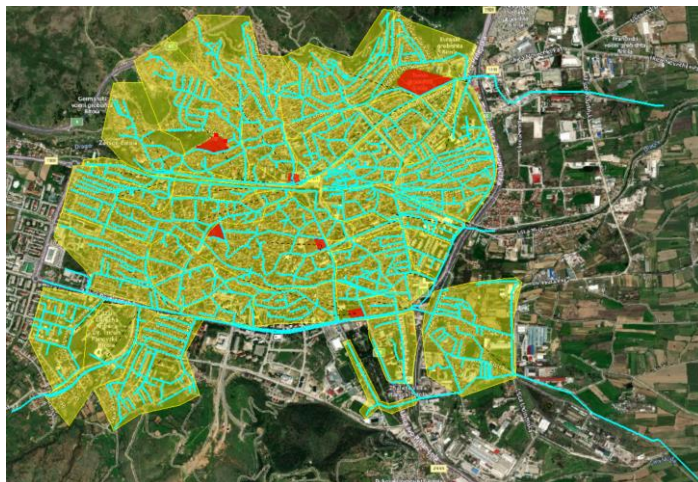


Slika 3. Karakteristične krive količine kiše koja pada u funkciji vremena za povratni period od 10 godina
Figure 3. Characteristic curves of the amount of rain as a function of time and return period of 10 years

2.1. Izbor lokacije i veličine retencionih bazena

Kao što je već pomenuto u uvodnom delu, retencionni bazeni se najčešće postavljaju u gradskim parkovima, stadionima, dečjim igralištima, delu ispod saobra-

ćajnica itd. I u ovom slučaju, prilikom izbora lokacije retencionih bazena, izabran je upravo ovaj tip lokacije - uglavnom postojeći parkovi i gradski parkingi, na slici 4 crvenom bojom je prikazana lokacija budućih retencionih bazena, dok pomeranje retencionih bazena zavisi od njihove površine i lokalnih uslova da bi se obezbedila dovoljna dubina. Dakle, u ovom slučaju nije utvrđeno željeno curenje i tada je utvrđena zapremina retencionog bazena kao što je uobičajeno, ali se u zavisnosti od raspoložive zapremine određuje curenje.



Slika 4. Lokacija budućih analiziranih retencionih bazena
Figure 4. Location of future analyzed ponds

2.2. SCS metoda za konstrukciju hidrograma oticanja

SCS metod su ranih 1950-ih razvili Ministarstvo poljoprivrede Sjedinjenih Država (USDA) i Služba za očuvanje prirodnih resursa (NRCS), tada nazvana Služba za očuvanje zemljišta (SCS), po čemu je i dobio naziv ove metode. Soil Conservation Service – Curve Number (SCS CN) metoda je jedna od najpopularnijih metoda za proračun površinskog oticanja sa malih poljoprivrednih, šumskih ili urbanih slivova [2].

SCS metoda se zasniva na jednačini vodnog bilansa (1) za kišu sa poznatim vremenskim intervalom [2].

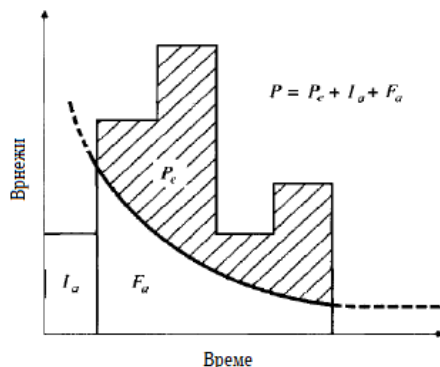
$$P = I_a + F_a + P_e \quad (1)$$

Gde: P – ukupna količina padavina

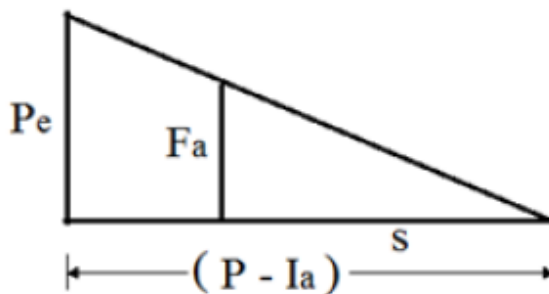
I_a – početni gubici

F_a – kumulativna infiltracija bez početnih gubitaka

P_e – direktno površinsko oticanje



Slika 5. Promenljive u SCS metodi
Figure 5. Variables in the SCS method



Slika 6. Proporcionalni prikaz prvog koncepta
Figure 6. Proportional representation of the first concept

Dva druga koncepta, o kojima se govori u nastavku, koriste se sa jednačinom vodnog bilansa

- Prva konceptualna jednačina (2) glasi: odnos direktnog curenja (P_e) i maksimalnog potencijalnog curenja ($P - I_a$) jednak je odnosu trenutne infiltracije (F_a) prema potencijalnom maksimalnom zadržavanju S slika 5.
- Drugi koncept glasi: iznos početnih gubitaka (I_a) je deo maksimalnog zadržavanja (S) ek. (3).

$$\frac{P_e}{P - I_a} = \frac{F_a}{S} \quad (2)$$

$$I_a = \lambda \cdot S \quad (3)$$

Na osnovu opsežnih merenja malih slivova, SCS (1985) je usvojio $\lambda = 0,2$ kao standardnu vrednost. Ako je ukupna količina padavina $P < I_a$ onda je oticanje $P_e = 0$. Dok je $P > I_a$, tada se oticanje može izračunati.

Sređivanjem navedenih formula dobija se konačan oblik jednačine za proračun površinskog oticanja rav (4)

$$P_e = \frac{(P - 0.2S)^2}{P + 0.8S} \quad (4)$$

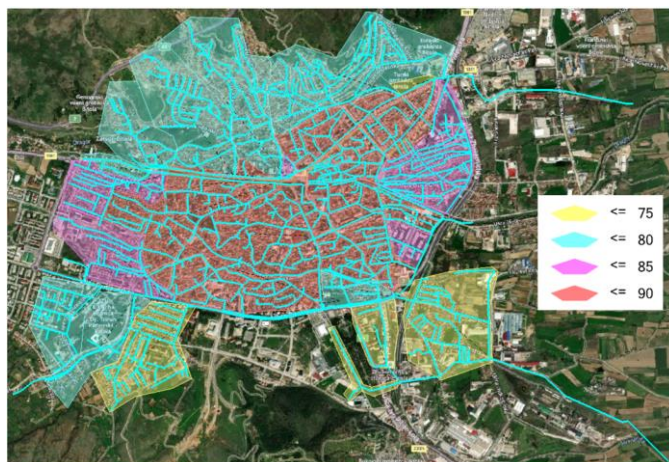
Parametar S predstavlja potencijalno maksimalno zadržavanje i zavisi od tipa zemljišta, vegetacije, korišćenja zemljišta, vlažnosti zemljišta pre početka kiše. Za praktičnu primenu, SCS je izrazio S (mm) u odnosu na bezdimenzionalni parametar CN (Broj krive) ekv. 5.

$$S = \frac{25400}{CN} - 254 = 254 \left(\frac{100}{CN} - 1 \right) \quad (5)$$

Konstanta 254 se koristi za transformaciju maksimalnog zadržavanja potencijala S u mm. Oдавde, ako izrazimo CN, dobija se sledeća jednačina:

$$CN = \frac{25400}{S + 254} \quad (6)$$

Bezdimenzionalni parametar CN kreće se od $0 < CN < 100$. Ako je $CN = 100$ onda imamo nepropusnu podlogu na slivu, dok ako je $CN = 0$ onda je to beskonačno nepropusna podloga. Ovaj koeficijent zavisi od tipa zemljišta, prethodne vlažnosti zemljišta i korišćenja zemljišta. Sledeća slika prikazuje usvojene vrednosti CN parametra.

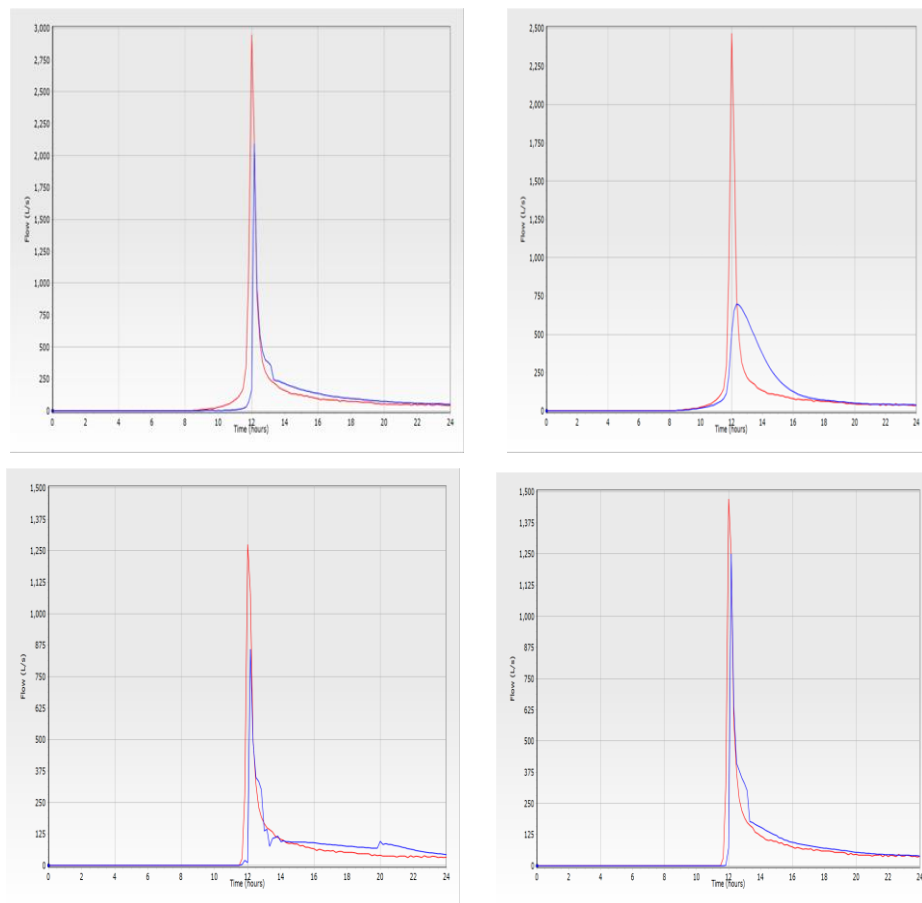


Slika 7. Usvojeni parametri za CN
Figure 7. Adopted parameters for CN

3. Rezultati iz hidrološkog hidrauličkog modela

Kao što je već pomenuto za Studiju slučaja, atmosferska kanalizacija je korišćena za deo grada Bitola, i to za prilično urbanizovano područje u kome nema mnogo prostora za izgradnju retencionih bazena, pa su zelene površine maksimalno isko-

rišćene. Dakle, ovim hidrološkim hidrauličkim modelom, kroz analizu primene retencionih bazena, jasno se pokazuje njihov uticaj na veličinu hidrograma curenja. Urađena je analiza hidrograma curenja pre i posle izgradnje retencionih bazena.



Slika 8. Izlazni rezultati modela
Figure 8. Model output results

Prema prikazanim rezultatima hidrološkog hidrauličkog modela, može se zaključiti da primena retencionih bazena u urbanim sredinama, kada je prostor za njihovu primenu ograničen, nije uvek moguća, što se u stvari vidi sa slike 8 (dole desno) gde je zbog ograničenog prostora zapremina retencionog bazena mala i njen uticaj na hidrogram oticanja je neznatan. Ali ako ponovo pogledate sliku 8 (ostali rezultati) gde ima dovoljno prostora za izgradnju retencionog bazena njegov uticaj na hidrograf oticanja i kako je značajan.

4. Zaključak

Sve više se pokazuje da urbanizacija gradova direktno utiče na klimatske promene, što se manifestuje kratkotrajnim intenzivnim padavinama koje direktno izazivaju česte poplave i nanose ogromnu ekonomsku i bezbednosnu štetu. Primena tehničkih mera za smanjenje uticaja pojačanih intenzivnih padavina sve više postaje neizbežna u našoj zemlji. Stoga se analizom studije slučaja za deo kanalizacionog sistema grada Bitola pokazuje da ukoliko se obezbedi dovoljna površina za izgradnju retencionih bazena, oni takođe smanjuju vrh hidrograma curenja. Ali u delovima gde ne postoje prostorni uslovi, ne treba razmišljati o primeni ove vrste mera za smanjenje vrha hidrograma oticanja.

Takođe je značajno napomenuti da se ukupna zapremina vode u retencionim bazenima ne menja, već se smanjuje samo na vrhuncu količine atmosferskih voda, što je opet uzrok poplava u urbanim sredinama. Takođe, pored smanjenja količine atmosferskih voda u kanalizaciji, ovo zadržavanje vode indirektno utiče na smanjenje potreba za vodom iz vodovoda jer se akumulirana voda može koristiti kao tehnička voda i voda za navodnjavanje okoline. oblastima.

5. Literatura

- [1] Maine Department of Environmental Protection. Stormwater Management for Maine, Maine Department of Environmental Protection, Augusta, Maine. (No.DEPLW0738), 2006.
- [2] City of Austin, TX Environmental Criteria Manual American Legal Publishing Corporation, Cincinnati, OH, 2011.
- [3] California Stormwater Quality Association. California Stormwater BMP Handbook-New Development and Redevelopment (TC-12). Menlo Park, CA, 2003.
- [4] Jaber F. H. and Shukla S. Hydrodynamic modeling approaches for agricultural stormwater impoundments. *J. of Irr. and Drain. Eng.*, 131(4): 307-315, 2005.
- [5] Jaber G. H. and Shulka S. Accuracy of Hydrodynamic modeling of flood detention reservoirs. *J.Hydrol. Eng.*, 12(2): 225-230, 2007.
- [6] Emerson C, Welty C. and Traver R. WatershedScale Evaluation of a System of Storm Water Detention Basins, *Journal of Hydrologic Engineering*, 10(3):237-242, 2005.