

HIDRAULIČKA ANALIZA RADA RASTERETNIH PRELIVA U OPŠTEM SISTEMU KANALISANJA

Dušan KOSTIĆ, Prof. dr Marko IVETIĆ
Građevinski fakultet u Beogradu

REZIME

U radu je prikazan i opisan deo rezultata dobijenih simuliranjem neustaljenog tečenja u Interceptoru (sl.1), glavnom kolektoru otpadnih voda grada Beograda. Na primeru ovog, planiranog objekta beogradskog kanizacionog sistema čija je osnovna namena transport otpadne vode do postrojenja za prečišćavanje, pokazano je kako kvalitet i kvantitet prelivene mase vode zavise od trajanja, povratnog perioda i oblika kiše. Razmotrene su i mogućnosti transformisanja ulaznih hidrograma u hidrograme na izlazu i na taj način su proverene retenzione sposobnosti sistema.

Ključne reči: kišni prelivi, opšti sistem kanisanja

1. UVOD

Kišni prelivi u opštem sisemu kanisanja predstavljaju objekte kojima se ostvaruje jedna od najbitnijih interakcija između kanizacionog sistema i okoline. Velike količine kišnice pomešane sa upotrebljenim vodama koje za vreme trajanja, ali i posle prestanka kiše, preko rasteretnih preliva neprečišćene dospevaju u vodotoke, predstavljaju ozbiljnu pretnju životnoj sredini. Ova pojava ocenjuje se kao jedan od najvećih nedostataka opšteg sistema kanisanja, zajedno sa uobičajenom pojavom da za vreme kiše, sistem ili neki njegovi delovi usled povećanih proticaja, mogu doći pod pritisak. U savremenoj praksi sanitarnog kanisanja, loše projektovani rasteretni prelivi smatraju se jednim od najopasnijih izvora zagađenja vodotoka. Projektant ili donosioc odluke i ovog puta dobija prilično nezahvalnu ulogu. Visok stepen zaštite kvaliteta vode u recipijentu, koji podrazumeva prelivanja male učestalosti, intenziteta i trajanja, a koja zahtevaju

relativno visoke kote kruna rasteretnih preliva i relativno velike instalisane kapacitete postrojenja za prečišćavanje, u suprotnosti su sa stepenom efektivne iskorišćenosti tog kapaciteta u suvom periodu. Dimenzije kolektora i preliva određene na osnovu takvog kriterijuma takođe mogu biti neopravdano velike. Danas se u Beogradu prikupljene upotrebljene i kišne vode ispuštaju u recipijente bez ikakvog prečišćavanja. Izgradnjom Interceptoru i postrojenja za tretman otpadnih voda u Velikom Selu ova situacija bi trebala da se promeni.

Svrha ovog rada je da se pomoću konkretnih rezultata inverzne hidrauličke analize ukaže na probleme koji će postojati i nakon kompletne izgradnje planiranih objekata kanizacionog sistema u Beogradu.

2. HIDRAULIČKA ANALIZA

Tečenje je simulirano u programskom okruženju EPA SWMM Version 5.0 po modelu kompletnog dinamičkog talasa. Na topološki grubom hidrauličkom modelu (sl.2) analiziran je tok u Interceptoru (dužina 12.6 km i kružni poprečni presek prečnika 4 m) i kolektoru Hitna pomoć - Đure Đakovića (dužina 3.8 km i kružni poprečni presek prečnika 2.8 m), dok tečenje u kolektorima nižeg reda nije obuhvaćeno analizom. Osnovne karakteristike kišnih preliva nalaze se u tabeli.

Tabela 1. Karakteristike kišnih preliva

preliv	tip preliva	širina [m]	kqp [mm]	h/D
rp1	bočni	6	73.90	3/4
rp2	bočni	15	76.80	0.8/2
rp3	bočni	5	76.10	2.4/4
rp4	bočni	20	78.74	1.5/2.8



Slika 1. Trasa Interceptora Ušće – Veliko Selo i položaj budućeg postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda u Velikom Selu (Generalni plan kanalisanja Beograda)

Korišćeni podaci o padavinama odnose se na sintetičke računске kiše ustanovljene na osnovu višegodišnjih merenja na kišomernoj stanici Vračar. Intenzitet kiše u zavisnosti od trajanja i povratnog perioda može se iskazati kao:

$$i = \frac{A}{(t_k + C)^B}$$

gde se trajanje kiše t_k unosi u minutima, a intenzitet kiše i se dobija u mm/min . Koeficijenti A, B i C usvajaju se za različite povratne periode (celokupni podaci i detaljan opis nalaze se u [6]).

Analizirane su kiše povratnih perioda 5 i 20 godina, trajanja 30, 120 i 360 minuta, oblika 10 %, 50 % i 90 %. U radu su prikazani rezultati dobijeni na osnovu simulacije sa kišama zakasnelog oblika.

Pored transportnog bloka, na modelu je prisutan i blok oticaja (sl.2) na kom je prostorna neravnomernost postignuta podelom bloka na podslivove. Ukupna slivna površina koja je kanalisana po opštem sistemu od 4500 ha podeljena je na Mokroluški i Bulbulderski podsliv. Simuliran je izolovani kišni događaj, a raspodela padavina je uniformna po ova dva sliva. Maksimalni oticaji sa podslivova javljaju se gotovo istovremeno sa maksimalnom produkcijom upotrebljenih voda. U modelu, crpni bazen predstavljen je rezervoarom

površine 500 m^2 , a usvojena je pumpa sa regulacijom broja obrtaja. Maksimalni kapacitet postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda u Velikom Selu ograničen je na 8 m^3/s , i usvojena je bruto produkcija upotrebljenih voda od 350 $l/(stdan)$.

3. REZULTATI SIMULIRANJA TEČENJA U KIŠNOM PERIODU

Zbog velikih dimenzija i prilično blagog pada (0.05 %) Interceptora (sl.2) realan je bio zahtev za proverom retenzione sposobnosti sistema. Dijagrami na slici (sl.3) pokazuju kolika je minimalna zapremina na koju se može računati za prihvatanje kišnih voda. U zavisnosti od trajanja kiše vidi se da te zapremine uzimaju vrednosti između 35 000 m^3 i 45 000 m^3 .

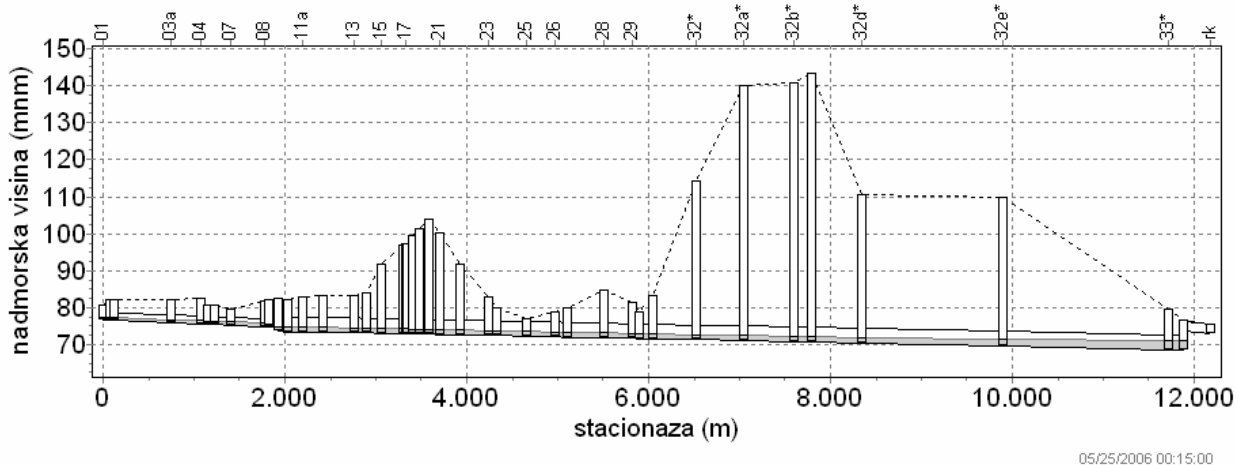
Analizom dijagrama proticaja duž Interceptora i na samom postrojenju (sl.4) zapaža se bitna razlika u vrednostima proticaja u najnižvodnijem (int 31), središnjem (int 23) i uzvodnom (int 4) preseku. Najvećim delom ovo je posledica retenziranja, ali treba primetiti da postoji i prelivanje na tunelskom odvodu Višnjica (rp1).

Jasno je da su efekti retenziranja najznačajniji za kratke kiše velikih intenziteta. To su najčešće jaki letnji pljuskovi koji posle dužih sušnih perioda stvaraju oticaj

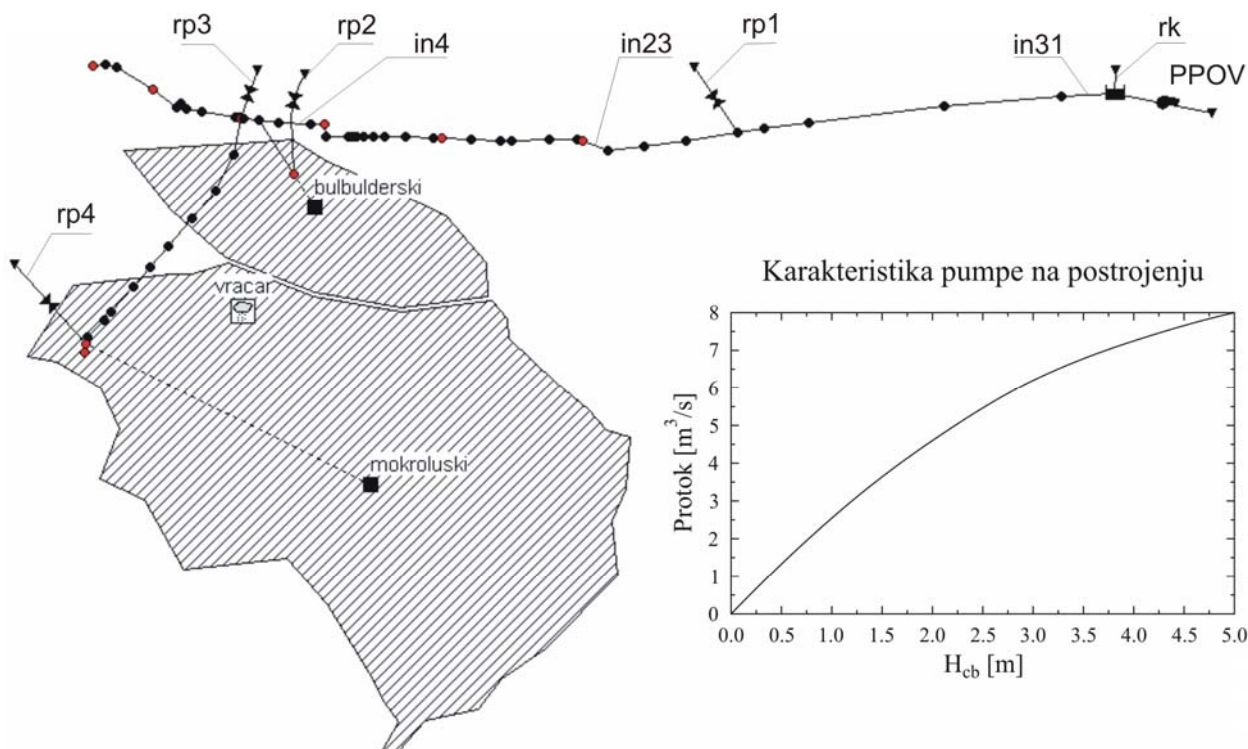
veoma lošeg kvaliteta, a on se zahvaljujući velikoj zapremini sistema može gotovo u potpunosti prihvatiti i sprovesti do postrojenja. Proticaji u najnižvodnijem

preseku i na postrojenju u zavisnosti od kiše uzimaju vrednosti iz veoma uskog intervala (sl.5).

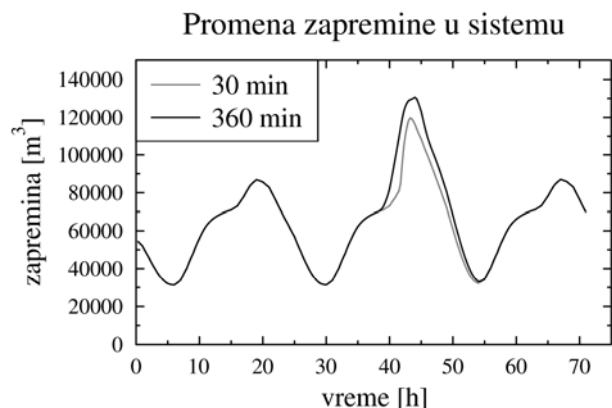
Uzduzni profil Interceptor Usce - Veliko Selo



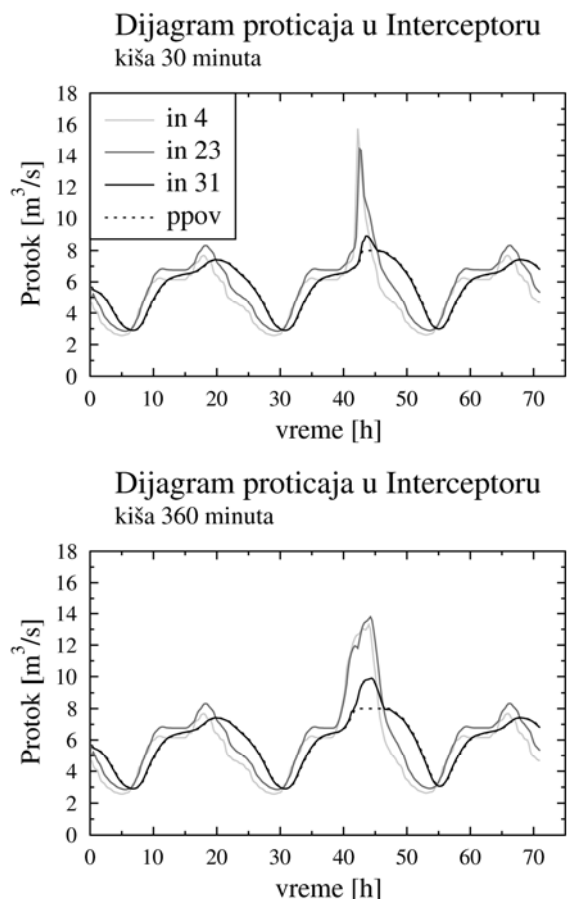
Slika 2. Uzdužni profil Interceptor Ušće – Veliko Selo



Slika 3. Topološki deo matematičkog modela. Na slici su obeleženi prelivi i deonice na koje se odnose prikazani rezultati.



Slika 4. Dijagrami promene zapremine u sistemu u zavisnosti od trajanja kiše



Slika 5. Dijagrami proticaja duž različitih deonica Interceptoru i na Postrojenju

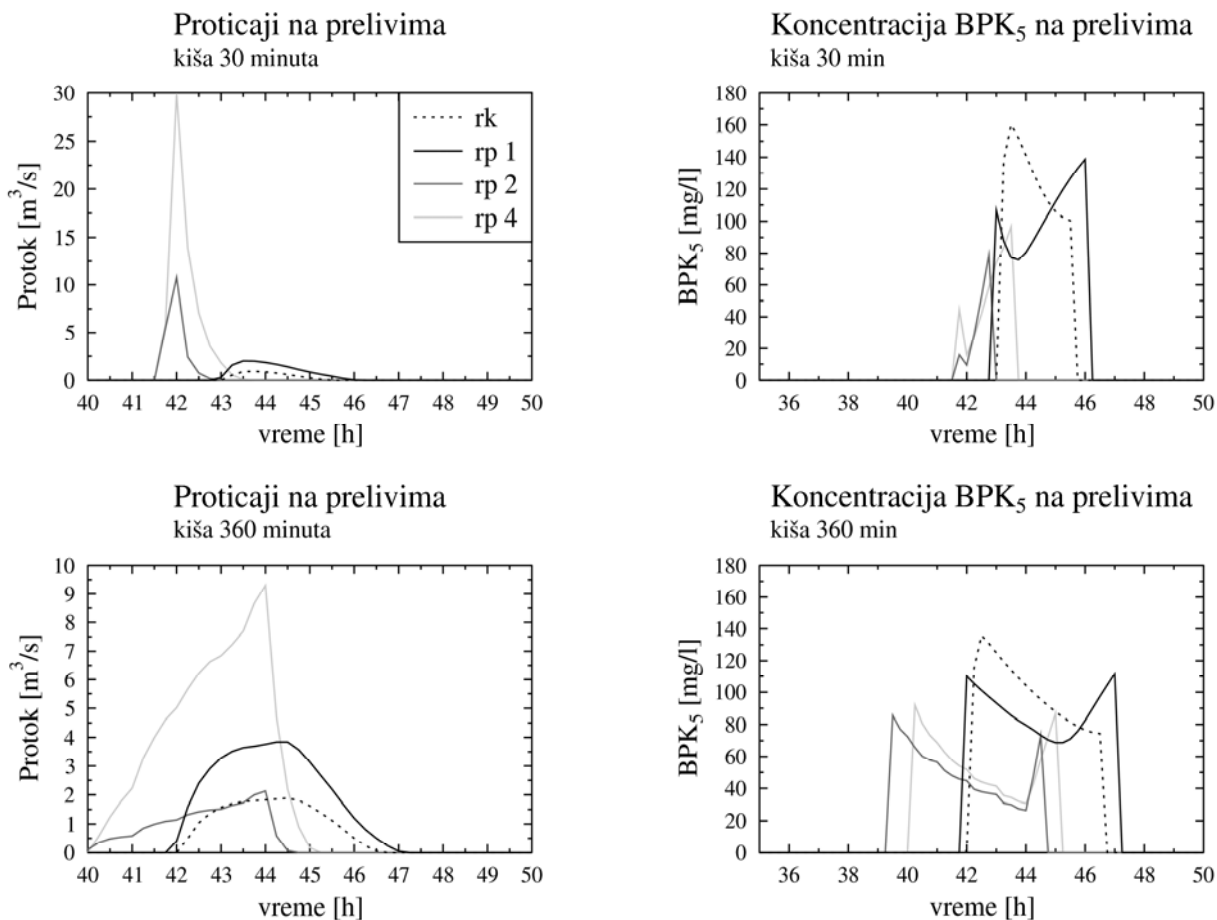
Velike količine vode rasterete se na prelivima rp2 i rp4, tako da su oscilacije proticaja na svakoj pojedinačnoj deonici sistema umerene u odnosu na osobine posmatrane kiše. U tabeli (Tabela1) date su geometrijske karakteristike svih preliva na modelu. Ova dva preliva imaju veoma velike dimenzije i njih kao takve treba shvatiti uslovno. Njihove dimenzije nametnule su se iz potrebe regulacije protoka na samom modelu.

Razblaženje, odnosno udeo upotrebljenih voda u ukupnoj masi vode koja preliva, registrovano je poredno, praćenjem koncentracije BPK_5 u upotrebljenoj vodi. Usvojena je početna koncentracija od 180 mg/l . Koncentracije BPK_5 u prelivnoj vodi (sl.6.) veličine su koje prilično variraju. U zavisnosti od kiše ili rasteretnog preliva veličine izlaznih koncentracija uzimaju vrednosti od $15\text{-}160 \text{ mg/l}$. Njihove najveće maksimalne i srednje vrednosti javljaju se na prelivima rp1 i rk.

4. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

Rezultati analize potvrdili su već poznate nedostatke opšteg sistema kanalisanja koje su i u radu navedene. Nesumnjivo je da budući objekti mogu imati i određene prednosti i to pre svega što pored osnovne, transportne namene obezbeđuju i priličan retenzioni prostor. Da bi se postojeće okolnosti u BVK što šire sagledale, a merodavne situacije za projektovanje što bolje odredile, ove prilično grube modele trebalo bi dopuniti podacima o karakteristikama slivnog područja, uzvodnim kolektorima i proširiti podatke o padavinama na slivu. Kontinualna simulacija na takvom modelu i statistička obrada rezultata dala bi podatke o učestalosti, intenzitetu i trajanju prelivanja za pretpostavljenu geometriju preliva i kapacitet postrojenja, dok bi modeli za praćenje parametara kvaliteta vode u recipijentu dali odgovore na efekte tih prelivanja.

I pored toga što je u poslednje vreme aktuelno, ipak nije potpuno izvesno kada će Interceptor biti izgrađen, a i od toga je manje izvesno kada će na teritoriji grada kanalizacioni kolektori kišnih i upotrebljenih voda biti odvojeni. Do tada potrebno je što bolje upoznati postojeći sistem, odrediti mu prednosti i mane, a zatim sprovesti čitav niz mera na slivu kojim bi se smanjio kvantitet, a poboljšao kvalitet kišnog oticaja, jer je nesumnjivo da će i po izgradnji planiranih objekata velike količine kišnice pomešane sa upotrebljenim vodama ipak dospевati u Savu i Dunav.

Slika 6. Dijagrami proticaja na kišnim prelivima i koncentracije BPK₅ u masi vode koja preliva

LITERATURA

- [1] Ivetić M., Plavšić J.: O rasteretnim prelivima i razblaženju u kanalisanju, Voda i sanitarna tehnika, 2006.
- [2] Ivetić M., Trajković B.: Dinamički model upravljanja Interceptorom, Međunarodna konferencija - Savremena elektromašinska oprema i upravljanje sistemima vodovoda i kanalizacije, Vrnjačka Banja, 2004.
- [3] Inoviranje glavnog projekta Interceptor Ušće-Veliko Selo, Sveska 1. Hidrauličke podloge, Institut za vodoprivredu „Jaroslav Černi”, 2005.
- [4] Kostić D.: Hidraulička analiza neustaljenog tečenja vode u Interceptoru, Diplomski rad, 2006.
- [5] US EPA, Combined Sewer Overflows-Guidance for Monitoring And Modelling, 1999.
- [6] Plavšić J., Pavlović D.: Preporuke za izbor merodavnih kiša u beogradskoj kanalizaciji, Građevinski fakultet Beograd, 2005.

HYDRAYLIC ANALYSIS OF COMBINED SEWER OVERFLOWS

by

Dušan KOSTIĆ, Prof. dr Marko IVETIĆ
Faculty of Civil Engineering, Belgrade

Summary

The paper presents results of numerical simulation of unsteady flow in the Interceptor, the major trunk sewer of Belgrade sewerage system. The main role of this object is to deliver wastewater to the treatment facility. Results show dependence of storm water features on the

frequency, intensity and duration of overflows and water quality of CSO. System storage capability has been examined as well.

Key words: Combined sewer overflows, storm water sewer

Redigovano 19.12.2006.