

## UTICAJ ARHEOLOŠKIH ISTRAŽIVANJA BEOGRADSKE TVRĐAVE NA PROJEKTOVANJE I IZGRADNJU INTERCEPTORA

Ivan Milojković

*Institut za vodoprivredu „Jaroslav Černi“ , ul. Jaroslava Černog 80, Beograd,  
[Ivan.Milojkovic@jcerni.co.rs](mailto:Ivan.Milojkovic@jcerni.co.rs)*

### REZIME

Predmet analize je Deonica 2, odnosno Potis duž Bulevara vojvode Bojovića (u Beogradu), koja predstavlja vezu potisnog cevovoda sa KCS „Ušće“ (deonice 11 i 1) sa gravitacionim kolektorom – Malim Interceptorom (Deonica 3). Projektovanje pomenutog potisa mora biti u skladu sa odgovarajućim arheološkim istraživanjima. Razmatrana trasa Interceptora nalazi se na obodu Kalemegdanske Tvrđave, delom u okviru granica Plana detaljne regulacije za linijski park na prostoru spomenika kulture Beogradska tvrđava gde je predložena reaktivacija, tačnije otkopavanje i revitalizacija severoistočnog bedema Donjeg grada.

KLJUČNE REČI: otpadne vode, arheološka istraživanja, Interceptor

## THE INFLUENCE OF ARCHAEOLOGICAL RESEARCH OF THE BELGRADE FORTRESS ON THE DESIGN AND CONSTRUCTION OF INTERCEPTORS

### ABSTRACT

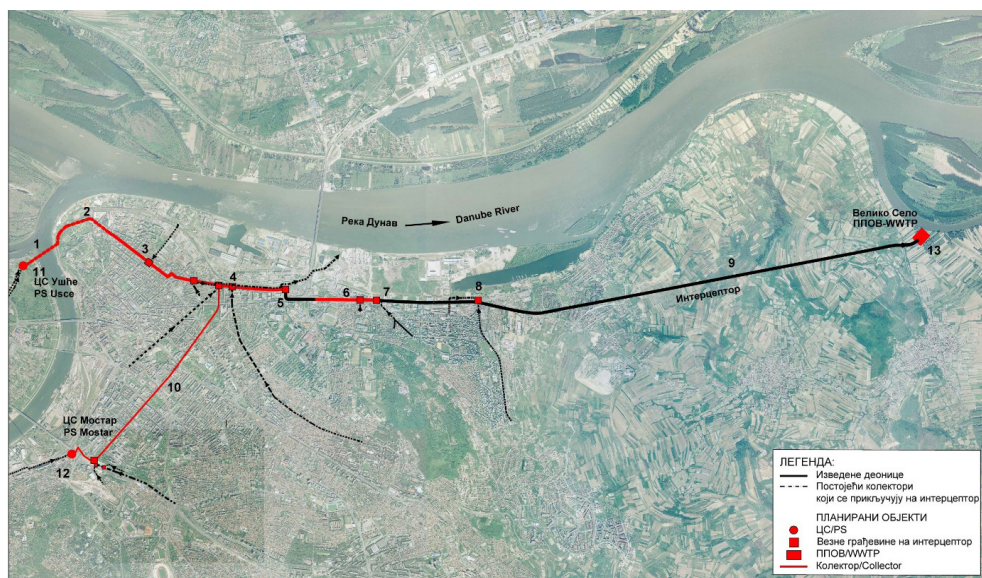
The subject of the analysis is Section 2, that is, Potis along Vojvoda Bojović Boulevard (in Belgrade), which represents the connection of the pressure pipeline with KCS “Ušće” (sections 11 and 1) with the gravity collector - Small Interceptor (Section 3). The design of the thrust must be in accordance with the appropriate archaeological research. The considered route of the Interceptor is located on the perimeter of the Kalemegdan Fortress, partly within the boundaries of the Detailed Regulation Plan for a linear park in the Belgrade Fortress cultural monument, where the reactivation, or rather the excavation and revitalization of the northeastern rampart of the Lower Town, is proposed.

KEY WORDS: wastewater, archaeological research, Interceptor

## UVOD

Predmet razmatranja ovog rada je Deonica 2, odnosno Potis duž Bulevara vojvode Bojovića (u Beogradu), koja predstavlja vezu potisnog cevovoda sa KCS „Ušće“ (deonice 11 i 1) sa gravitacionim kolektorom – Malim Interceptorom (Deonica 3), projektovanje pomenutog potisa u skladu sa odgovarajućim metodama izgradnje u odnosu na predmetna arheološka istraživanja. Razmatrana trasa Interceptora nalazi se na obodu Kalemegdanske Tvrđave, duž Bulevara vojvode Bojovića, od mesta gde se završava cevovod koji prolazi ispod Save - Deonica 1, sve do mesta gde je predviđen prelazak sa potisnog cevovoda na gravitaciono tečenje u produžetku Interceptora – Deonica 3. Ovo mesto se nalazi preko puta ulaza u Vazduhoplovnu akademiju. Granica Plana detaljne regulacije za linijski park na prostoru spomenika kulture Beogradska tvrđava obuhvata krajnji zapadni i južni sektor Beogradske tvrđave (Сл. лист Града Београда, Година LXV Број 77, 2021) gde se nalaze sledeći objekti istorijske, arheološke i spomeničke vrednosti: Kula Nebojša, vodena kapija 2, unutrašnji priobalni bedem, bastion Sv. Jakova, vodena kapija 1 i spoljnji bedem. Predložena je reaktivacija, tačnije otkopavanje i revitalizacija severoistočnog bedema Donjeg grada, za koji je potrebno obezbediti pristup posetilaca pešačkom stazom. U napred pomenutom delu predmetnog plana detaljne regulacije projektuje se značajan deo Deonice 2 i izlazni deo Deonice 1 Interceptora.

Na slici ispod je prikazana dispozicija deonica Centralnog kanalizacionog sistema grada Beograda i položaj Deonice 2.



Slika 1. – Centralni kanalizacioni sistem i Deonica 2  
Figure 1. Central Sewage System and Section 2

## METODE

Korišćene su sledeće metode:

- Analiza (grčki ἀνάλυσις, iz starogrčkog glagola ἀναλύειν, *analyein* – rastvoriti), predstavlja proces „rastvaranja“ koncepta, propozicije, misli, lingvističkog sistema, kao i bilo koje postavke, na „krajnje“ ili jednostavnije sastavne delove,
- Sinteza što predstavlja spajanje više delova u celinu (npr. pojam je sinteza, tj. spoj više raznih oznaka u celinu); sinteza ili sintetička metoda, progresivna metoda, jedna od istražnih ili heurističkih metoda; put ili polazjenje od prostijeg kao poznatog, istinitog, ka složenijim istinama dovođenjem u vezu tih prostijih istina.

Pri projektovanju su razmatrana dva moguća sistema za prikupljanje, prepumpavanje, tretman i odvođenje atmosferskih voda:

- Varijantno rešenje 1: Ovo varijantno rešenje predviđa projektovanje sa havarijskim ispustom iz Deonice 2, nedaleko od završetka Deonice 1 preko kojeg bi se vršilo pražnjenje Deonice 2,
- Varijantno rešenje 2: Ovo rešenje je sa havarijskim ispustom iz početne građevine Deonice 1, u kojoj bi se praznile Deonica 1 i Deonica 2.

Razmatrani su objekti na sličan način u odnosu na različite metode ranije korišćene u izboru optimalnog rešenja problema (Abu-Taleb i Mareschal, 1995; Kessili i Benmamar, 2016; Milojković i sar., 2015, 2018, 2019a, 2019b).

## REZULTATI I DISKUSIJA

Varijantno rešenje 1 predviđa projektovanje sa havarijskim ispustom iz Deonice 2, nedaleko od završetka Deonice 1 preko kojeg bi se vršilo pražnjenje Deonice 2. Od ovog rešenja se odustaje pošto je predviđeno da se havarijski ispust projektuje u okviru bastiona Svetog Jakova koji je nepokretno kulturno dobro od izuzetnog značaja, po rešenju nadležnih institucija Republike Srbije, te se u okviru ovog spomenika kulture zabranjuje projektovanje i izvođenje bilo kakvih instalacija, pa i kanalizacije.

Arheološko nalazište Antički Singidunum obuhvata kastrum, civilno naselje i nekropole. U periodu od I do VII v.n.e. Singidunum je predstavljao važno strateško uporište na granici prema varvarskim zemljama. U njemu je u I veku bila stacionirana IV Flavijeva legija za čije potrebe je izgrađen veliki kastrum na današnjem platou Gornjeg grada Beogradske tvrđave. Poseban geografski položaj i raskršće vojnih i trgovačkih puteva uslovlili su u Singidunumu i razvoj ekonomski jakog civilnog naselja koje je u svom razvoju prošlo sve faze rimskih provincijskih gradova, počev od *canabae*-a (uz bedem kastruma), preko municipija, do kolonije. Nekropole su se formirale oko civilnog naselja.

Sistematskim iskopavanjima, kao i slučajnim nalazima prilikom zemljanih radova, otkriveni su mnogobrojni arheološki predmeti – ostaci profane, kultne i grobne arhitekture, skulpture, brojni epigrafski spomenici, keramika i drugi pokretni materijal. Po ostacima materijalne

kulture u slojevima neposredno pod nivoom Beograda, Singidunum predstavlja riznicu arheološkog materijala od neprocenjive vrednosti za izučavanje istorije, kulture, topografije, ekonomike i strukture grada i života u njemu. Plansko područje je obuhvatilo deo Antičkog Singidunuma u delu kastruma (utvrđenje).

Na slici ispod vide se rezultati arheoloških istraživanja 2022. godine kojima je najvećim delom otkrivena Vodena kapija 1.



Slika 2. – Vodena kapija 1

Figure 2. Water Gate 1



Granica Plana detaljne regulacije za linijski park na prostoru spomenika kulture Beogradska tvrđava obuhvata krajnji zapadni i južni sektor Beogradske tvrđave gde se nalaze sledeći objekti istorijske, arheološke i spomeničke vrednosti: Kula Nebojša, vodena kapija 2, unutrašnji priobalni bedem, bastion Sv. Jakova, vodena kapija 1 i spoljnji bedem. Navedeni prostor nije u potpunosti arheološki istražen, već su istraživanja obavljena na pojedinim deonicama.

Predmet posebnih istraživanja bio je složeni kompleks kule Nebojše sa delom priobalnog bedema i Vodenom kapijom /iskopavanja 1938, 1961, 1982, 2007–2009./, gde su izdvojene i hronološki opredeljene sve građevinske faze. To je posebno značajno kada je u pitanju topovska kula Nebojša, koja je nakon ovih istraživanja datovana u razdoblje oko 1460. godine. Kula Nebojša arheološki je istražena 1961, a prostor sa delom fortifikacija ispred kule iskopavan je 1982. godine, radi dopune podataka potrebnih za izradu projekta odbrane tvrđavskog priobalja od visokih voda. Ostaci priobalnog bedema Donjeg grada, teško pristupačni za istraživanja, proučeni su prvo na manjem delu uz kulu Nebojšu, a potom i u znatno većoj meri, zajedno sa Vodenom kapijom 2007–2009. u okviru programa revitalizacije ovog kompleksa. Prilikom arheoloških iskopavanja 1982. godine, otkriven je spoj ovoga bedema sa fortifikacijama Zapadnog podgrađa. Među utvrđenjima Beogradske tvrđave pojas priobalnih fortifikacija ostao je do sada najslabije istražen. Reč je o bedemskoj trasi dugoj preko 500 m koja je, usled položaja savremene infrastrukture i visokog nivoa podzemnih voda, teško dostupna istraživačima. Nešto obimnijim istraživanjima, koja su vršena 1982. i 2006. godine, bio je obuhvaćen samo jedan njen manji deo, od kule Nebojše do susedne Vodene kapije II (kote oko 70.50).

Novo razdoblje koje u razvoju fortifikacija Beograda započinje sa ovom opsadom i austrijskim privremenim zaposedanjem grada uticalo je i na sudbinu priobalnih utvrđenja. U toku velikih rekonstrukcija Beogradske tvrđave, prvo one krajem 17. veka, a zatim u razdoblju 1717–1739. godine, Priobalni bedem je u celini izmenjen i dobio je svoj sadašnji konstruktivni sklop. U toku istraživanja koja su vršena na ovom prostoru 1982. i 2006. godine uočeno je nekoliko faza građenja. U prvoj etapi radova zatečeni srednjovekovni bedemi, kako Priobalni tako i onaj koji je pregrađivao prostor od kule Nebojše prema kuli II Severoistočnog bedema, detaljno su rekonstruisani, a izgleda najvećim delom i prezidani, dobijajući funkciju spoljnih kurtina bastionih bedemskih trasa.

Priobalna bastiona utvrđenja danas se nalaze u stanju narušenog integriteta i celovitosti. Rušenjem njihovih delova koje je započeto zbog trasiranja i izgradnje železničke pruge, a u većem obimu nastavljeno pri izgradnji donjogradskog bulevara – Bulevar vojvode Bojovića, započela je njihova degradacija. U ovim intervencijama najviše su stradala utvrđenja na uzanom pojasu savskog priobalja gde su porušeni delovi bastiona Mračne kapije i Sava kapije, Vodena kapija 2 i delovi unutrašnjeg priobalnog bedema i bastiona Sv. Jakova. Na mestu gde donjogradski bulevar skreće od najsevernije tačke ka jugoistoku, vezujući se za pravac nekadašnjeg Carigradskog drumu, presečen je i porušen središnji deo Bastiona II uz kompleks Vidin kapije.

Pored bastionih, porušeni su i delovi srednjovekovnih utvrđenja i to najviše priobalnog dela Zapadnog podgrađa gde se nalazilo malo savsko pristanište, kao i deo severoistočnog bedema između pristanišne kapije i potkovičaste kule u neposrednoj blizini kule Nebojše, bedema uz koji je formirano veliko dunavsko pristanište. Od bastionih utvrđenja koja su bila u sklopu odbrane ovog pristaništa porušeni su delovi pristanišnog bastiona i ravelina Dunav kapije.

Pored rušenja, na degradaciju utvrđenja uticali su i veliki zemljani radovi na formiranju pružnog nasipa i nivelisanju postroja donjogradskog bulevara.

Priobalna utvrđenja imaju izuzetni značaj za zaštitu, očuvanje i prezentaciju Beogradske tvrđave u celini, a posebno sa stanovišta njenog izuzetnog geografskog položaja, topografije terena na kojem je zasnovana i šireg okruženja koje definiše ušće dve velike reke, sa Velikim ratnim ostrvom. Istraživanja priobalnih utvrđenja i njihova obnova u meri u kojoj bi im se vratio integritet, predstavljaju prioritet sa stanovišta zaštite, očuvanja i prezentacije Beogradske tvrđave. Posebno značajna je moguća rekonstrukcija velikog dunavskog pristaništa, sa svim pripadajućim elementima odbrane, kao najkarakterističnijeg dela srednjovekovnog Beograda, koje je preuzimano kao rešenje i u kasnijim rekonstrukcijama, a čije se postojanje može pratiti sve do predaje Tvrđave srpskoj vojsci 1867. godine, kada postepeno počinje njegovo zatrpavanje, i formiranje zemljanog nasipa umesto mosta ispred kapije Karla VI.

Donjogradske kapije na Priobalnom bedemu do sada nisu bile poseban predmet istraživanja. O položaju prvobitnih kapija u okviru srednjovekovnog bedema za sada se može suditi isključivo na osnovu prikaza na najstarijim planovima Tvrđave iz poslednje decenije 17. veka. Jedna od tih srednjovekovnih kapija nalazila se u blizini kule Nebojše, približno na položaju sadašnje, delom razrušene Vodene kapije II. Od ovog priobalnog zdanja ostala je relativno dobro očuvana zapadna bočna strana. Na istočnoj strani, koja je delom porušena radi prilagođavanja prolaza kapije potrebama savremenog saobraćaja, preostale su samo dve bočne prostorije. Posmatrani u celini, istraživani delovi fortifikacija Priobalnog bedema sa Vodenom kapijom II veoma su oštećeni, a delom su i porušeni. Toparnice na bedemu, kao i spoljna kurtina nose vidne tragove razaranja još iz vremena Prvog svetskog rata. Usled pomenutih bombardovanja došlo je do sleganja nestabilnog tla, a posledica je znatno naginjanje kurtine bedema i delimično obrušavanje spoljne zidne obloge. Sleganje terena u nekom ranijem razdoblju izazvalo je oštećenja i deformacije svoda manje bočne prostorije uz kapiju. Sama kapija delom je porušena u prvim decenijama 20. veka radi proširivanja prolaza ka obali.

Varijantno rešenje 2 sa havarijskim ispustom iz početne građevine Deonice 1, u kojoj bi se praznile Deonica 1 i Deonica 2 se usvaja kao optimalno. Projektom se predviđa prolazak tunelskom metodom Deonice 1 duboko ispod arheoloških slojeva Vodene kapije 1 i izgradnja izlazne građevine i Deonice 2 u koridoru Bulevara vojvode Bojovića.

U okviru varijantnog rešenja sa havarijskim ispustom iz početne građevine Deonice 1, u kojoj bi se praznile Deonica br. 1 i Deonica br. 2, za potrebe pražnjenja u fazi čišćenja-ispiranja i inspekcije cevovoda Deonice br. 1 i Deonice br. 2 predviđena je instalacija pumpne stanice za pražnjenje cevovodnih instalacija u okviru ulaznog šahta. Varijantna rešenja su procenjena na osnovu različitih kriterijuma koji se često koriste u ovakvim analizama (Jevtic

i sar. , 2011; Savić, 2009).

Posmatrani sistem se sastoji od potisnog cevovoda i građevina (ПРОЕКАТ, ИДЕЈНО РЕШЕЊЕ, ДЕОНИЦА бр.2 , 2021). U poslednjih deset godina je ostvaren značajan tehnološki razvoj u proizvodnji cevi za transport otpadnih voda. Za izvođenje potisnog cevovoda usvojene su duktilne gvozdene cevi DN 1400 i fitinzi. Duktilne gvozdene cevi (duktilni liv) prave se od legure gvožđa i ugljenika uz još neke elemente u malim količinama. Osnovna razlika između duktilnog i crnog liva je u grafitnoj formi. Kod crnog liva grafiti su u obliku listića, a kod duktilnog u obliku kuglica.

Cevi od duktilnog liva imaju veliku mehaničku sigurnost u odnosu na statičko i dinamičko opterećenje i skoro da ne postoji osetljivost na oštećenje, tako da se polazu bez specijalnih radova i betonskih objekata i pogodne su za nepristupačna područja. Opterećenje od saobraćaja, sleganje tla i naknadna iskopavanja mogu da se bez dodatnih betonskih armatura prenesu preko cevi u zemlju. Za polaganje ovih cevi nije potreban (mada može da se koristi) sloj peska na dnu rova već se koristi zemlja iz iskopa. Za polaganje se koriste dizalice ili bageri.

Zaštita od korozije sprovodi se fabrički cinkovanjem spoljnih površina ili drugim načinom obrade, na primer, na bazi bitumena čime se postiže aktivna i pasivna zaštita.

Na svim horizontalnim prelomima trase cevovoda gde su krivine projektovane su bazne građevine – komore, iznad kojih se do površine terena izvode „klasični“ montažni revizionni silazi. Građevine su većih dimenzija, pa je za svaku građevinu predviđeno dva silaza, jedan na početku i drugi na kraju krivine. U okviru građevina moguće je redovno vršiti spoljni pregled kanalizacione mreže. Građevina C10 predstavlja bočni jednostrani preliv i služi za prelazak sa tečenja pod pritiskom na gravitaciono tečenje u nizvodnim deonicama.

## ZAKLJUČAK

Pošto se priobalna bastiona utvrđenja kao istorijsko nasleđe danas nalaze u stanju narušenog integriteta i celovitosti, rušenjem njihovih delova koje je započeto zbog trasiranja i izgradnje železničke pruge, a u većem obimu nastavljeno pri izgradnji donjogradskog bulevara – Bulevara vojvode Bojovića, započela je njihova degradacija, te je neophodno bezuslovno prilagođavanje izgradnje novih objekata sa ciljem očuvanja istorijskog nasleđa od propadanja.

Pored bastionih, porušeni su i delovi srednjovekovnih utvrđenja i to najviše priobalnog dela Zapadnog podgrađa gde se nalazilo malo savsko pristanište, kao i deo severoistočnog bedema između pristanišne kapije i potkovičaste kule u neposrednoj blizini kule Nebojše, bedema uz koji je formirano veliko dunavsko pristanište.

Pored rušenja, na degradaciju utvrđenja uticali su i veliki zemljani radovi na formiranju pružnog nasipa i nivelisanju postroja donjogradskog bulevara.

Varijantno rešenje 2 sa havarijskim ispustom iz početne građevine Deonice 1, u kojoj bi se praznile Deonica 1 i Deonica 2 se usvaja kao optimalno i u maksimalnoj meri osigurava arheološka nalazišta u neposrednoj blizini Interceptora. Projektom se predviđa prolazak

tunelskom metodom Deonice 1 duboko ispod arheoloških slojeva Vodene kapije 1 i izgradnja izlazne građevine i Deonice 2 u koridoru Bulevara Voјvode Boјovića.

#### LITERATURA:

- Abu-Taleb, M.F., Mareschal, B. Water resources planning in the Middle East: Application of the PROMETHEE V multicriteria method. *European Journal of Operational Research*, 81 (1995) 500–511
- Jevtic, M., Milojkovic, I., Stojnic, N. Research of the performance of pulse electrohydrodynamics in blockage removal, *Water Science & Technology*, 64.1 (2011) 102-108
- Kessili, A., Benmamar, S. Prioritizing sewer rehabilitation projects using AHP-PROMETHEE II ranking method. *Water Science & Technology*, 73(2) (2016) 283–291
- Milojković I. Uporedna analiza varijantnih rešenja rekonstrukcije KCS „Železnička stanica“ metodama VIKOR i PROMETHEE, 40. Međunarodna konferencija „Vodovod i kanalizacija ‘19“, Novi Sad, 01.–04.10.2019., Izdavač: Savez inženjera i tehničara Srbije, ISBN 978-86-80067-42-1 (2019a) 322-327
- Milojković I. Uporedna analiza prečišćavanja industrijskih otpadnih voda u HE „Đerdap 1“ metodama VIKOR i PROMETHEE, 48. konferencija o aktuelnim temama korišćenja i zaštite voda „VODA 2019“, 04.-06. jun 2019., Zlatibor, Izdavač: Srpsko društvo za zaštitu voda, Beograd, ISBN 978-86-916753-5-6 (2019b) 329-338
- Milojković, I., Despotović, J., Karanović, I. Model for Maintenance of Sewerage System based on Inspection. IWA 7th Eastern European Young Water Professionals Conference, 17-19 September 2015, Belgrade, Serbia, Publisher: IWA - International Water Association (2015) 538-543
- Milojković I., Romanović I. Analiza varijantnih rešenja rekonstrukcije KCS „Železnička stanica“ metodom PROMETHEE, 39. Međunarodni stručno-naučni skup „Vodovod i kanalizacija ‘18“, Valjevo, 09–12.10.2018., Izdavač: Savez inženjera i tehničara Srbije, ISBN 978-86-80067-39-1 (2018) 121-126
- ПРОЈЕКАТ САКУПЉАЊА И ПРЕЧИШЋАВАЊА ОТПАДНИХ ВОДА ЦЕНТРАЛНОГ КАНАЛИЗАЦИОНОГ СИСТЕМА ГРАДА БЕОГРАДА, ИДЕЈНО РЕШЕЊЕ, ДЕОНИЦА бр. 2 – Потис дуж Булеvara војводе Бојовића (Доњоградски булевар), Свеска 3. Пројекат хидротехничких инсталација, Идејно решење, Институт за водопривреду „Јарослав Черни“, Београд (2021)
- Savić, A.D. The use of data-driven methodologies for prediction of water and wastewater asset failures, Centre for Water Systems, University of Exeter, North Park Road, Exeter, EX4 4QF, United Kingdom, Chapter published in the Springer book: Risk Management of Water Supply and Sanitation Systems (2009) 181-190
- СЛУЖБЕНИ ЛИСТ ГРАДА БЕОГРАДА, ПЛАН ДЕТАЉНЕ РЕГУЛАЦИЈЕ ЗА ЛИНИЈСКИ ПАРК – БЕОГРАД, ГРАДСКЕ ОПШТИНЕ СТАРИ ГРАД И ПАЛИЛУЛА, Година LXV Број 77, 30. август 2021. године (2021)