

Kanalizacijski kolektor u Splitskoj luci

Vedran Marketić

Ključne riječi

splitska luka,
kanalizacijski kolektor,
kanalizacijska mreža,
tehnologija građenja,
organizacija građenja,
gradska sredina

Key words

port of Split,
sewage collection facility,
sewerage network,
construction technology,
construction management,
urban environment

Mots clés

port de Split,
égout collecteur,
réseau d'égouts,
technologie de
construction,
conduite de construction,
milieu urbain

Ключевые слова

Сплитский порт,
канализационный
коллектор,
канализационная сеть,
технология строительства,
организация
строительства,
городская среда

Schlüsselworte

Hafen von Split,
Abwassersammler,
Abwassernetz,
Bautechnologie,
Bauorganisation,
Stadtgebiet

V. Marketić

Stručni rad

Kanalizacijski kolektor u Splitskoj luci

Na primjeru izvedbe radova na kanalizacijskom kolektoru u splitskoj luci prikazana je složena tehnologija i organizacija građenja u prometno opterećenoj gradskoj sredini. Opisani su radovi Konstruktor-inženjeringa na najsloženijem obalnom dijelu, koji obuhvaća područje od gradske tržnice do Katalinića brijega, u okviru kojih je izvedena kanalizacijska mreža istočno od željezničkog kolodvora, crpna stanica, kanal iz grada predtretmana te novi difuzor na ispustu iz kolektora.

V. Marketić

Professional paper

Sewage collection facility in the port of Split

The sewerage construction project carried out in the port of Split is described as a good example of the complexity of work technology and construction management skills needed on works realized in traffic-congested urban areas. The author describes the work carried out by Konstruktor-inženjering on the most complex coastal portion of this facility, spreading from the town's open-air market to Katalinić hill, where the builders realized the sewerage network to the east of the train station, pumping station, preliminary treatment channel, and the new diffuser at the sewer outfall site.

V. Marketić

Ouvrage professionnel

Egout collecteur dans le port de Split

La réalisation de l'égout collecteur dans le port de Split est décrite en tant qu'un bon exemple de la complexité de technologie de travail et de conduite de construction sur projets réalisés dans les milieux urbains à forte circulation. L'auteur décrit les travaux réalisés par Konstruktor-inženjering sur la partie la plus difficile située près de la mer, dans la zone délimitée par le marché à ciel ouvert et la colline de Katalinić, où les installations suivantes ont été réalisées: réseau d'égouts à l'est de la gare, station de pompage, canal de traitement préliminaire, et un nouveau diffuseur à l'exutoire du collecteur.

В. Маркетич

Отраслевая работа

Канализационный коллектор в Сплитском порту

В работе на примере выполнения работ на канализационном коллекторе в Сплитском порту описана сложная технология и организация строительства в движении загруженной городской среде. Описаны работы Конструктор-инженеринга на самой сложной прибрежной части, охватывающей территорию от рынка до Каталинич брeга, в рамках которых возведена канализационная сеть, к востоку от железнодорожного вокзала, насосная станция, канал из города предобработки, а также новый диффузор на выпуске из коллектора.

V. Marketić

Fachbericht

Abwassersammler im Hafen von Split

Am Beispiel der Ausführung der Arbeiten am Abwassersammler im Hafen von Split ist die komplizierte Technologie und Bauorganisation im verkehrsbelasteten Stadtgebiet dargestellt. Dargestellt ist die Tätigkeit des Konstruktor-inženjering am kompliziertesten Teil der Küste, umfassend das Gebiet vom städtischen Marktplatz bis zum Katalinić-Berg, wo das Abwassernetz östlich vom Bahnhof, Pumpstation, Vorbehandlungskanal und der neue Diffusor am Auslauf des Abwassersammlers ausgeführt wurde.

Autor: Vedran Marketić, dipl. ing. grad., glavni inženjer projekta, Konstruktor-inženjering d.d., Svačićeva 4/1, Split

1 Uvod

Urbane sredine koje su jače prometno opterećene susreću se sa specifičnim problemima tehnologije i organizacije građenja. Opisujući izgradnju kanalizacijskog kolektora u splitskoj luci opisat će moguća rješenja ovog složenog problema.

Izgradnja kanalizacijskog kolektora povjerena je poduzeću Konstruktor d.d. u ožujku 1995. i jedno je od najzahtjevnijih gradilišta Konstruktoru u Splitu. Radovi su podijeljeni u dvije podetape:

- I a – područje od gradske tržnice do Katalinića briga
- I b - područje od gradske tržnice do crkve Sv. Frane.

U sklopu radova na podetapi I a izvedeni su: kanalizacijska mreža istočno od željezničkog kolodvora, crna stanica, kanal i zgrada predtretmana, pripadajuće instalacije, te novi difuzor na ispustu iz kolektora. Ovaj rad obuhvaća izvedbu podetape I a, i to obalni dio, te radove na prostoru HŽ-a.

Osnovni problem izvođaču radova predstavljalo je prometno frekventno područje grada na kojem se radovi izvode. Riječ je, naime, o gradskoj luci na najosjetljivijem

dijelu - u neposrednoj blizini obale odnosno trajektnih pristaništa. Veoma težak rubni uvjet izvođenja radova bio je opravdana nemogućnost prekida prometa u gradskoj luci, odnosno obveza održavanja jednosmjernog prometa (dvosmjerni je promet bio potpuno isključen). Kako je, poštujući te uvjete, najveća širina gradilišta na obalnom dijelu bila svega 16 metara, organizacija radova morala je uključiti morską stranu za izvođenje dijela aktivnosti. Sam kolektor, visine 2,60 m i širine 3,30 m, smješten je u sredini osigurane radne širine gradilišta na dubini od prosječno 1,20 metra ispod geodetske nule. Odabrana tehnologija i organizacija građenja morala je osigurati minimum mogućnosti funkcioniranja gradske luke i u cestovnom i u pomorskom prometu.

2 Obalna dionica podetape I a

Nakon početnih problema uz dvije prereregulacije prometa u području južno od gradske tržnice te ugradnje 80-ak metara kolektorske azbestcementne cijevi KC-4, promjera 1 200 mm u betonskoj oblozi, te pripadajućih građevina (kaskadna okna, preljev 1), trebalo je izgraditi prvu težu građevinu na trasi - prodor kolektorske cijevi kroz postojeći oteretni kanal. Rad u suho s crpenjem više nije bio moguć pa su izrađeni montažni elementi u tri koma-



Slika 1. Pogled s juga na gradsku luku, uz čiji je obalni rub smješten kolektor te na gat Sv. Petra gdje su se proizvodili betonski elementi



Slika 2. Pogled sa sjevera na gradsku luku, vidi se dio trase na području Hrvatskih željeznica

da, prosječne težine 50-ak tona. Elementi su izvedeni do visine neposredno iznad srednjeg nivoa mora te u ostatku visine monolitizirani zajedničkim bočnim zidovima i pločom iznad površine mora. Polaganje elemenata obavljeno je plovećom dizalicom *Veli Jože*, nosivosti 330 tona. U okviru navedenih radova izvedena je i montaža ispusta iz preljeva 1 u samom obalnom zidu. Rušenje obalnog zida izvedeno je hidrauličkim čekićima na rovkopaču. Dubina iskopa za montažne radove kretala se oko 2,5- 3 metra ispod razine mora i svi tada uočeni problemi pri iskopu pojavljivali su se i kasnije, a to su prije svega ljuškanje i urušavanje bokova iskopa zbog valovanja površine vode kao posljedica ispiranja veoma lošeg nasipa u kojem je bilo tragova različitoga otpadnog građevinskog materijala, komada betona, betonskih zidnih blokova, ciglenog otpada itd. Iskustva na ovom dijelu bila su presudna pri kasnijim razmatranjima u odabiru odgovarajuće tehnologije, a direktno su utjecala na način izrade građevne jame za preljev 2, koja zbog svoje veličine i dubine nije mogla biti izrađena širokim otkopom jer za to jednostavno nije bilo dovoljno mjesta.

Nakon završetka turističke sezone mogla je početi i izgradnja obalne dionice na kojoj se mijenja poprečni presjek kolektora od azbestcementne cijevi u betonski pravokutni profil na mjestu priključka glavnih količina otpadnih voda (~60-ak %) s postojećeg, tzv. preljeva Pazar. Razmatrajući više varijanta rješenja (montažni kanal u cijelom profilu s temeljenjem na pilotima, monolitno izrađeni kanal nakon izvedbe primarnoga masivnog kanala pod vodom te crpenja i izrade samoga kolektorskog kanala "u suhom"), izvođač je odabrao i razradio kombiniranu tehnologiju montažne i monolitne izvedbe. Naime, montažnim dijelom pokriva se izrada primarnog kanala od montažnih elemenata tzv. "kada" s odgovarajućim sustavom brtvljenja. Kanal se nakon temeljenja injektiranjem pod visokim tlakom i osiguranja sidrima protiv uzgona u dionicama zatvarao te se nakon crpenja vode izvodio

sam kolektorski kanal projektom zadanih dimenzija. Montažni elementi služe sada kao vanjska oplata i u jednom se taktu posebno izrađenom oplatom betoniraju zajedno donja ploča i zidovi kolektorskog kanala. Gornja ploča također se izvodi kombinirano - polumontažnim pločama koje se kasnije u cijeloj debljini monolitiziraju u dužini određenog takta.

Uz već navedene rubne uvjete, koje je diktirala mala širina gradilišta, dodatne probleme uzrokovao je uvjet minimalnog funkcioniranja trajektnog prometa, odnosno poseban režim zauzimanja i isključivanja iz trajektnog prometa. Izvođenjem radova pred brodskim vezovima promet bi (ukrcaj i iskrcaj s trajekta) bio nemoguć. Stoga su lučke vlasti izvođaču postavile uvjet da se zauzme uvijek samo jedan od tri brodska veza na obalnoj dionici. Tek vraćanjem dijela prometnice pred zauzetim vezom u prijašnje stanje mogli su se otvarati radovi na drugom vezu. Prema određenoj tehnologiji izvođenja radova većinu aktivnosti pri izradi montažnih elemenata, iz više razloga, moralo se organizirati na gatu Sv. Petra, otprilike na sredini dionice. Sav gat nije bilo moguće zauzeti zbog opskrbe brodova koji se vežu na slobodnom dijelu, protupožarnih razloga itd. Kako je u određenom trenutku bilo potrebno svu organizaciju gradilišta prebaciti na drugu polovicu gata, svi važniji i manje mobilniji dijelovi organizacije gradilišta (silos za cement te postrojenje za injektiranje, pogon za izradu montažnih elemenata,



Slika 3. Prenošenje ugradbenih elemenata - "kada"

mjesto prevrtanja izrađenih montažnih elemenata itd.) smješteni su u os gata tako da je premještanje čitave ostale opreme (kontejneri za radnike, armirački pogon, različite instalacije itd.) bilo moguće izvesti vrlo brzo te dio gata ponovno vratiti u uporabu.

Širina ograđenog dijela gradilišta na gatu Sv. Petra je 17 metara, dok je sam gat širok 27 metara. Za ugradnju montažnih elemenata (horizontalni i vertikalni transport) izvođač se koristio plovećom dizalicom Drenova (nosivosti 30 tona – dok je masa montažnog elementa ~16 tona). Ovaj način montaže odabran je zbog brzine jer je sva mehanizacija na iskopima mogla ostati na fronti iskopa. Postavljanje "kada" nakon iskopa, uvijek samo za jednu "kadu", kretalo se u dva smjera: od gata prema sjeveru i od gata prema jugu.

Aktivnosti na organizaciji gradilišta počele su kao nastavak radova koji su se obavljali južno od gradske tržnice. Zauzimanjem dijela gata Sv. Petra nakon turističke sezone počele su i aktivnosti na organizaciji gradilišta. Paralelno s pristizanjem oplate za izradu montažnih elemenata na gatu je pripremljen i pogon za njihovu izradu. Izrađeno je šest betonskih povišenih stopa za betoniranje "kada" u okrenutom položaju - kao tunelski profil. Zamisao je bila, betonirati jedan komplet od tri kade na 1., 3. i 5. paru stopa, te premještanjem tih triju kompleta oplate na 2., 4. i 6. par stopa nastaviti s izradom "kada" u dnevnom taktu od tri komada. Uklanjanjem (nakon premještanja i okretanja) montažnih elemenata na prostor za odlaganje, omogućena je izrada novog kompleta. Na prostoru bliže prometnici (zbog specifičnosti i pozicije radova na injektiranju te pristupa cisterni) smješteno je postrojenje za injektiranje s pripadajućim silosom za cement.



Slika 4. Ugradnja betonske "kade" spojene sustavom utor-pero

Odabrana je pozicija bila idealna i za radove na injektiranju jer su se oni mogli izvoditi samo mobilnim dijelom garniture udaljene ne više od 200 metara od stabilnog dijela postrojenja. Upravo je to mjesto dijelilo trasu na dva podjednaka dijela. Sam odabir tehnologije injektira-

nja pod visokim tlakom, poznatije kao "jet-grouting", najsretnije je rješenje upravo zbog toga što je na tako malom (uskom) prostoru jednom garniturom strojeva omogućena izrada vodotijesnih građevnih jama u neposrednoj blizini morske obale te izrada kvalitetnog i svrshodnog temeljenja same građevine. Dobar je primjer izrada vodotijesne građevne jame za izvedbu preljeva 2, dimenzija 11 x 7 metara, visine 6 metara u neposrednoj blizini mora (5 metara) s dnom na dubini od 4,5 metra ispod razine mora.

3 Podetapa I a u području HŽ-a

Ostali dio radova tzv. podetape Ia koji se uglavnom obavljao na području koje pripada Hrvatskim željeznicama (željeznički kolodvor) razlikovao se organizacijski i tehnološki od prije navedenoga obalnoga dijela. No i taj je dio uzrokovao određene teškoće pri organizaciji radova upravo zbog prisutnoga željezničkoga prometa, male



Slika 5. Faze izvedbe kolektorskog kanala, dio je kanala betoniran s postavljenom izolacijom, na drugom dijelu priprema se za betoniranje, a na trećem je još neispravljeni dio kanala odvojen zagatom

širine radnog prostora te za vrijeme kupališne sezone ograničenog pristupa mjestima izvođenja radova. Na čitavoj duljini dionice ovog dijela radova od približno 400 metara pristup je bio moguć samo sa strane ulaska u područje kolodvora, što je u to vrijeme značilo izvođenje radova povlačenjem unazad odnosno nemogućnost otvaranja radova na više mjesta jer su se obavljali ispod pristupne ceste. To je posebno bilo otežano na području gdje se nalazi stari usjek željezničke pruge s mostom Bačvice kao posebno uskim grlom. Iako je izvođač uz velike napore i probleme pronašao način da radovi na manjim dijelovima trase ipak teku paralelno, tek je pri završetku ljetne sezone osiguran još jedan prilazni put gradilištu sa strane kupališta Bačvice, čime su radovi uvelike ubrzani. Radovi na iskopima, koji su na tom dijelu duboki i do 8 metara (crpna stanica), izvedeni su u



Slika 6. Oplata za betoniranje kanalskog presjeka u kampadama

potpunosti hidrauličkim čekićima na rovokopačima jer je blizina kupališta (~15 metara) te zidova usjeka onemogućavala iskop materijala miniranjem.

Radovi su bili tako organizirani da je najprije izveden iskop crpne stanice s povlačenjem unazad i iskopom terena za izgradnju kanala za predtretman i tada se s iskopima stalo jer bi svako napredovanje onemogućavalo prolazak strojeva i vozila ispod mosta Bačvice.



Slika 7. Radovi na dijelu ukopa pruge (prostor HŽ-a), vidi se osiguranje lučnih potpornih zidova

Kolektorski kanal izveden je u suho što je omogućeno crpenjem duž cijele dionice. Pritom je za izradu kanala uporabljena posebna oplata koja se povlačenjem s čela iskopa mogla premještati duž kanala, što je bio donekle i uvjet zbog širine prolaza pokraj iskopanog dijela.

Predgotovljene montažne ploče odabrane su i na ovom dijelu, kako bi se izbjegla izrada oplata ploča na licu mjesta, odnosno, dobilo na brzini izrade kanala. Tijekom radova utvrđeno je da je potrebna sanacija zidova usjeka pruge. Za tu je namjenu izrađena betonska greda u stopi



Slika 8. Radovi na obalnoj dionici pred autobusnim kolodvorom

zida osigurana sidrenjem u sraslo tlo iza zida sidrima duljine 4,5-5,0 metara. Za radova na sanaciji iskorišten je prolaz do dijela gradilišta južno od mosta Bačvice sa strane kupališta Bačvice. Time je, između ostalog, opravdano inzistiranje na drugom pristupnom putu jer bi radovima na sanaciji bili zaustavljeni svi radovi južno od mosta Bačvice. Nakon završetka radova na sanaciji (za vrijeme kojeg je izvedena i uljevna građevina za otpadne vode iz crpne stanice (CS) Bačvice s južne strane) nastavljeni su iskop i izrada kolektorskog kanala, prateći iskop povlačeći se unazad u smjeru kolodvora.

U isto je vrijeme izvedena zgrada natkrivanja predtretmana na južnom dijelu dionice te obavljeni radovi na preus-

mjeravanju otpadnih voda iz CS Bačvice. Montažom opreme u CS Katalinića brig i predtretmanskog kanala završena je glavina radova na ovom dijelu trase.

Na kraju nekoliko podataka o količinama ugrađenog betona, cementa i armature, iskopa i nasipa (tablica) za podetapu Ia.

Tablica 1. Podaci o količinama materijala

Beton	Armatura	Cement ("jet-grouting")	Iskopi	Nasipi
6 000 m ³	450 t	800 t	25 000 m ³	1 6000 m ³

4 Zaključak

Izvedba kanalizacijskog kolektora u splitskoj luci zahtijevala je rješavanje specifičnih problema tehnologija i organizacija građenja jer se radilo o izuzetno prometno opterećenoj gradskoj sredini. U ovom prikazu obrađeno je jedno područje splitske luke – podetapa I a. Veliko područje radova podijeljeno je u nekoliko manjih – rad

u splitskoj luci, rad u području HŽ-a, kako se promet ne bi sasvim prekinuo i time izazvao prometni kolaps.

U obalnoj dionici primijenjena je kombinirana tehnologija montažne i monolitne izvedbe. Naime, montažnim dijelom pokrivena je izrada primarnog kanala od montažnih elemenata tzv. "kada", s odgovarajućim sustavom brtvljenja, što je izvorno rješenje *Konstruktora*. Kanal se nakon temeljenja injektiranjem pod visokim pritiskom i osiguranja sidrima protiv uzgona u dionicama zatvarao, te se nakon crpenja vode izgrađivao sam kolektorski kanal prema dimenzijama zadanim projektom.

Radovi u području HŽ-a bili su tako organizirani da je najprije izveden iskop crpne stanice s povlačenjem unazad i iskopom terena za izgradnju kanala predtretmana i tada se s iskopima stalo jer bi svako napredovanje onemogućavalo prolazak strojeva i vozila ispod mosta Bačvice.

IZVORI

- [1] Arhiva *Konstruktor-inženjeringa* i projektna dokumentacija