

Izgradnja prve etape kanalizacijskog sustava Split-Solin

Zlatko Čatlak

Ključne riječi

kanalizacijski sustav Split-Solin, izgradnja, etapnost izgradnje, prva etapa, glavni objekti, kanalizacijska mreža, otpadne vode

Key words

Split-Solin Sewerage System, construction, staged construction, first stage, main structures, sewerage network, waste water

Mots clés

système de canalisation Split-Solin, construction, construction par étapes, première phase, ouvrages principaux, réseau de canalisation, eaux usées

Ключевые слова

канализационная система Сплит-Солин, строительство, этапность строительства, первый этап, главные объекты, канализационная сеть, сточные воды

Schlüsselworte

Abwassersystem Split-Solin, Etappenweise des Ausbaus, Ausbau, erste Etappe, Hauptbauwerke, Abwassernetz, Abwässe

Z. Čatlak

Stručni rad

Izgradnja prve etape kanalizacijskog sustava Split-Solin

Prikazani su glavni objekti i kanalizacijska mreža prve etape kanalizacijskog sustava Split-Solin što predstavlja potprojekt A integralnog projekta zaštite Kaštelanskog zaljeva. Opisanim se sustavom rješavaju otpadne vode sjevernog sliva Splita, sliva Solina i sliva Stobreča. Prikazani su i objekti dodatne kanalizacijske mreže na području Vranica, Solina, Mravinaca, Stobreča i Strožanca koji se priključuju na osnovni sustav. Dan je i pregled rezultata pojedinih ispitivanja.

Z. Čatlak

Professional paper

First Stage Construction of the Split-Solin Sewerage System

Principal structures and sewerage network included in the first stage of the Split - Solin sewerage system, which form the Subproject A of the Kaštela bay protection project, are presented in the paper. The described system solves the problem of waste water disposal in the northern drainage basin of Split, as well as in the drainage basins of Solin and Stobreč. Additional sewerage network facilities in Vranica, Solin, Mravinci, Stobreč and Strožanec, which will be connected to the main system, are also presented. An overview of results obtained during individual analyses is also given.

Z. Čatlak

Ouvrage professionnel

Construction de la première phase du système de canalisation Split-Solin

L'article présente les principaux ouvrages et le réseau de canalisation de la première phase du système de canalisation Split-Solin, qui représente le sous-projet A du projet intégral de protection de la baie des Kastel. Ce système permettra de résoudre le problème des eaux usées du bassin nord de Split, du bassin de Solin et du bassin de Stobreč. On présente également les ouvrages d'un réseau de canalisation supplémentaire dans la région de Vranjic, de Solin, de Mravinci, de Stobreč et de Strožanac, raccordés au système principal. On fournit enfin un aperçu des résultats des différents essais.

З. Чатлак

Отраслевая работа

Строительство первого этапа канализационной системы Сплит-Солин

В работе показаны главные объекты и канализационная сеть первого этапа канализационной системы Сплит-Солин, что представляет подпроект А интегрального проекта защиты Капителанского залива. Описанной системой решаются проблемы сточных вод северного бассейна, принадлежащего Сплиту, Солину и Стобречу. Показаны и объекты дополнительной канализационной сети на территории Враница, Солина, Мравинаца, Стобреча и Строжанца, которые присоединяются к основной системе. Дан и обзор результатов отдельных исследований.

Z. Čatlak

Fachbericht

Ausbau der ersten Etappe des Abwassersystems Split-Solin

Dargestellt sind die Hauptbauwerke und das Abwassernetz der ersten Etappe des Abwassersystems Split-Solin, das Subprojekt A des integralen Projekts des Schutzes des Golfs von Kaštela. Das beschriebene System löst das Problem der Abwässer des nördlichen Einzugsgebiets von Split und der Einzugsgebiete von Solin und Stobreč. Dargestellt sind auch die Bauwerke des zusätzlichen Abwassernetzes im Gebiet von Vranice, Solin, Mravinci, Stobreč und Strožanac die an das Grundsystem angeschlossen werden. Dargelegt ist auch ein Überblick der Ergebnisse einiger Untersuchungen.

Autor: **Zlatko Čatlak**, dipl. ing. građ., voditelj projekta Kanalizacijskog sustava Split-Solin/I. etapa, EKO-Kaštelanski zaljev, Dražanac 70, Split

1 Uvod

Integralni projekt zaštite Kaštelanskog zaljeva osim rješenja otpadnih voda obuhvaća dogradnju i poboljšanje vodoopskrbnih sustava gradova Splita, Solina, Kaštela i Trogira. Projekt se sastoji od tri potprojekta:

1. Potprojekt A - kanalizacijski sustav Split-Solin
2. Potprojekt B - kanalizacijski sustav Kaštela-Trogir
3. Potprojekt C - poboljšanje i dogradnja vodoopskrbnih sustava gradova Splita, Solina, Kaštela i Trogira.

Kanalizacijskim sustavom Split-Solin [1] rješava se odvod otpadnih voda sjevernog sliva (sjeverni dijelovi grada Splita te područje Solina, Vranjica i Mravinaca) i sliva Stobreča (područje Strožanca, Stobreča, Šina i Sirobuje). Tim je sustavom obuhvaćena izgradnja glavnih objekata sustava (crpne stanice, hidrotehnički tunel, podzemski ispust, uređaj za pročišćavanje otpadnih voda, tlačni cjevovodi, gravitacijski kolektori i dr.) i objekata dodatne kanalizacijske mreže (crpne stanice, tlačni cjevovodi, gravitacijski kolektori i dr.) na području Vranjica, Solina, Mravinaca, Stobreča i Strožanca koji se priključuju na osnovni sustav.

Dugogodišnjim je oceanografskim istraživanjima utvrđeno da Kaštelanski zaljev, kao poluzatvoreni akvatorij, ne može biti recipijent pročišćenih otpadnih voda. Za odvodnju otpadnih voda potrebno je more većega prijamnog kapaciteta, a to je u ovom slučaju Brački i Splitski kanal. Rezultati istraživanja pokazuju da oba kanala mogu primiti znatno veću količinu otpadnih tvari bez opasnosti za svoj ekološki sustav. To je omogućilo faznu izgradnju uređaja za pročišćavanje otpadnih voda. U daljnjim je tehničkim razradama prihvaćeno kao optimalno rješenje sa dva kanalizacijska sustava, dva uređaja za pročišćavanje i dva podzemna ispusta u Splitski i Brački kanal. Time su definirani potprojekt A – kanalizacijski sustav Split-Solin i potprojekt B - kanalizacijski sustav Kaštela -Trogir.

Budući da je stupanj izgrađenosti kanalizacijske mreže različit u jednom i drugom sustavu, prihvaćeno je da se ti sustavi grade etapno, pri čemu prva etapa predstavlja okosnicu sustava sa svim zajedničkim objektima te glavnim kolektorima i crpnim stanicama s prihvatom otpadnih voda već izgrađene sekundarne mreže. Druga će etapa obuhvatiti dogradnju i izgradnju sekundarne mreže. To će povećati kapacitet svakog od sustava i sukladno zakonskim propisima zahtijevati gradnju uređaja višeg stupnja pročišćavanja.

Osnovni su zaključci Studije utjecaja na okolinu koncepta kanalizacijskog sustava Split-Solin [2] da će planirano rješenje kanalizacijskog sustava sanirati sadašnje zagađenje priobalnog mora na području Splita i Solina te

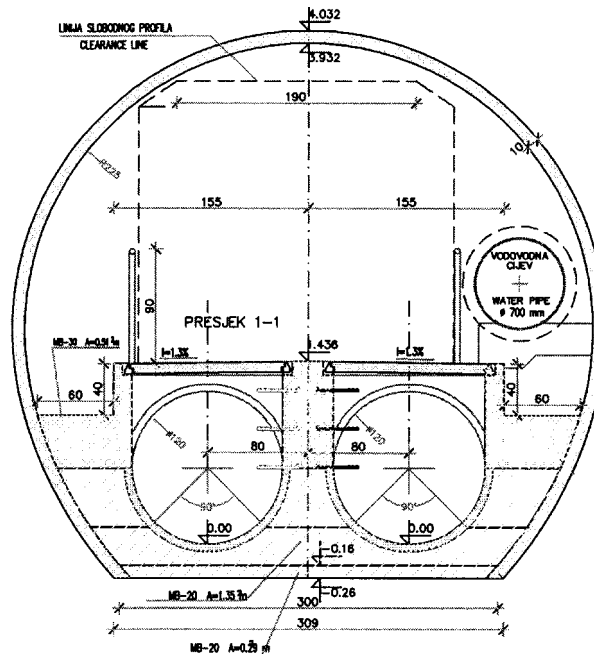
omogućiti njegovo svestrano iskorištavanje. Ujedno će planirano rješenje bitno smanjiti i nekontrolirano ispuštanje otpadnih voda Solina i Splita u more te povećati zdravstvenu zaštitu, standard i kvalitetu življenja. Predviđena etapnost realizacije omogućit će postupno saniranje stanja i zaštitu okoliša na prihvatljivoj tehničko-ekonomskoj razini. Analiza topografskih, prostornih, hidroloških, geoloških i drugih značajki dokazala je podobnost lokacije uređaja za pročišćavanje na predjelu Stupe. Ta je lokacija zbog dugoročnih potreba i najpovoljnija.

Kanalizacijski sustav Split-Solin sve će otpadne vode Splita i Solina objedinjavati na središnjem uređaju za pročišćavanje, smještenom sjeverno od Trgovačko-transportnog terminala Split (u daljnjem tekstu TTTS), na lokaciji Stupe. Pročišćene se vode podzemskim ispustom odvođe u Brački kanal. Kanalizacijski sustav je dugoročno planiran kao razdjelni, a u međuvremenu će biti kombinacija mješovitog i razdjelnog.

2 Objekti kanalizacijskog sustava Split-Solin

Glavni su objekti sustava:

1. Kanalizacija područja Vranjica (područje Vranjica i Solina te područje Dujmovače u Splitu)
2. Hidrotehnički tunel *Stupe* sa sabirnim oknom (područje Solina, područje Mostina u zapadnom dijelu Splita i TTTS-a u istočnom).



Slika 1. Poprečni presjek hidrotehničkog tunela *Stupe*

3. Kanalizacijska mreža slivova Dujmovača-Solin: CS *Dujmovača*, (područje Dujmovače), tlačni cjevovod od CS *Dujmovače* (područje Solina i Splita), CS *Dujmovače* s tlačnim cjevovodom, preljekom, kanalima, kiš-

- nim preljevima (Sjeverna luka i Dujmovača), tlačnog cjevovoda CS *Solin* s gravitacijskim kolektorom (područje Solina i Dujmovače), glavni kolektor sliva Solin-pravac Klis (područje Bilankuša u Solinu) te glavni kolektor sliva Solin-pravac Kaštela (područje Solina i Sv. Kaje).
4. Podmorski ispust s pripadajućom infrastrukturom: CS *Šine* s tlačnim cjevovodom, kolektorskom mrežom dijela sliva Stobreč (područje naselja Šine i Stobreč), podmorski ispust u Stobreču (područje Stobreča i TTTS-a).
 5. Uređaj za pročišćavanje otpadnih voda Stupe za područje TTTS-a.

6. Hidromehanička oprema – crpni agregati (15) i induktivni mjeraci protoka (6) na crpnim stanicama *Vranjic 1, Vranjic 2, Vranjic 3, Duje, Dujmovača, Šine i Solin*.

Dodatna kanalizacijska mreža obuhvaća:

1. gravitacijski kolektor Zagorski put (Smokovik na području Splita)
2. komunalnu infrastrukturu poluotoka Vranjica
3. kanalizacijsku mrežu slivnog područja Zapadne Bilice (područje Splita, Solina i Mravinaca)
4. CS *Stožanac* s tlačnim cjevovodom i infrastrukturom (područje Stožanca, Stobreča i naselja Šine)

Tablica 1. Pregled duljine cijevi i stupnja dovršenosti na glavnim objektima kanalizacijskog sustava Split-Solin

R br	Objekt	Duljina tlač. cjevovoda [m]	Duljina gravitacijskih kolektora [m]	Duljina vodovodnih cijevi [m]	Ukupna duljina [m]	Stupanj završenosti radova
<i>Na glavnim objektima</i>						
1.	CS <i>Dujmovača</i>	787	320	831	1.938	završna faza izvođenja
2.	CS <i>Duje</i>	325	2.172	1.725	4.222	završna faza izvođenja
3.	Tlačno-gravitacijski kolektor CS <i>Solin</i>	790	420	-	1.210	završeni radovi
4.	Gravitacijski kolektor-pravac Klis	-	685	-	685	dobivena uporabna dozvola
5.	Gravitacijski kolektor-pravac Kaštela	-	1.160	-	1.160	dobivena uporabna dozvola
6.	CS <i>Vranjic 1,2 i 3</i>	1.200	1.390	-	2.590	još montaža crpnih agregata i mjeraca protoka
7.	Hidrotehnički tunel Stupe	-	5.624	-	5.624	završeni radovi, izvršen tehnički pregled
8.	Podmorski ispust	-	4.600	-	4.600	završna faza izvođenja
9.	CS <i>Šine</i>	1.645	1.752	-	3.397	završna faza izvođenja
10.	Uređaj za pročišćavanje Stupe	-	1.438,00	1.530	2.968	završna faza izvođenja, još montaža opreme
Ukupna duljina		4.747	19.561	4.086	28.394	
<i>Na objektima dodatne kanalizacijske mreže</i>						
1.	Gravitacijski kolektor Zagorski put	-	1.100	-	1.100	završna faza izvođenja svih radova
2.	Komunalna infrastruktura poluotoka Vranjica	-	743	814	1.557	izvođenje radova u tijeku
3.	CS <i>Stožanac</i>	185	447	-	632	ishođenje građevne dozvole
4.	CS <i>Stobreč</i>	646	960	-	1.606	ishođenje građevne dozvole
5.	Kanalizacija Zapadne Bilice	-	736	-	736	provedba natječaja za izradu glavnog projekta
6.	Kolektor Bilankuša-Rupotine-Klis	139	5.399	-	5.538	početak izvođenja radova
7.	Kanalizacija naselja Sirobuja	-	1.910	-	1.910	objekt u izgradnji
Ukupna duljina:		970	11.295	814	13.079	
SVEUKUPNO		5.717	30.856	4.900	41.473	

5. CS *Stobreč* s tlačnim cjevovodom, gravitacijskim kolektorom i pripadajućom infrastrukturom (područje Stobreča)
6. kanalizacijski sustav grada Solina, kolektor Bilankuša-Rupotine-Klis (područje Solina i Rupotina)
7. kanalizaciju naselja Sirobuja uz III. dionicu obilaznice Splita (područje naselja Sirobuja).

Dodatnom su kanalizacijskom mrežom obuhvaćeni nabava i montaža pet crpnih agregata i triju induktivnih mjerača protoka u crpnim stanicama *Stožanac*, *Stobreč* i *Starine I* (kolektor Bilankuša-Rupotine-Klis).



Slika 2. Izvođenje radova na crpnoj stanici *Duje*

3 Pregled stupnja završenosti radova i duljine kolektora

Stupanj završenosti radova različit je za razne objekte od potpuno gotovih s uporabnom dozvolom do onih kod kojih je u tijeku ishođenje građevne dozvole. Podaci o duljinama cjevovoda (kolektora) svih glavnih objekata i objekata dodatne kanalizacijske mreže te stupnju završenosti radova prikazani su u tablici 1.

Upotrebljavane su cijevi od različitih materijala:

- za kanalizacijski tlačni cjevovod: cijevi od polietilena visoke gustoće (PEHD)
- za kanalizacijski gravitacijski kolektor: azbestcementne cijevi
- za vodovodne cijevi: (DUCTIL) cijevi modularnog lijeva, (PEHD) cijevi od polietilena visoke gustoće
- za podmorski ispust (kopnena dionica): azbestcementne cijevi
- za podmorski ispust (morska dionica): cijevi od polietilena visoke gustoće (PEHD).

U tlačni cjevovod, gravitacijski kolektor, vodovod i podmorski ispust ugrađene su cijevi u rasponu od Φ 100 mm do Φ 1300 mm.

4 Financiranje

Upravno vijeće Agencije *EKO-Kaštelanski zaljev* usvojilo je u srpnju 2001. Revidirani dinamički i financijski plan prema kojem Projekt treba završiti do kraja 2006., a vrijednost ukupnih ulaganja iznosi 152,425 milijuna eura. Od tog su strani izvori 66,91 milijuna eura (zajam EBRD-a 30,68 milijuna, zajam IBRD-a 33,23 milijuna), a domaći 88,515 (79,25) milijuna eura (Republika Hrvatska – 72,565 /63,30/ milijuna; *Hrvatske vode* – 4,45 milijuna, *Vodovod i kanalizacija* d.o.o., Split - 11,50 milijuna).

Ukupni su troškovi prema revidiranom planu za kanalizacijski sustav Split-Solin za glavne i dodatne objekte 43.552,87 milijuna eura. Od toga na temeljne troškove otpada 36.183.104, a na zavisne 7.369.762 eura. Temeljni se troškovi odnose na prethodne radnje, izradu projektne i natječajne dokumentacije, rješavanje imovinsko-pravnih odnosa, gradnju glavnih objekata, gradnju objekata dodatne kanalizacijske mreže, probni rad, puštanje u pogon, ishođenje uporabnih dozvola i preuzimanje sustava od strane *Vodovoda i kanalizacije* d.o.o., Split. Završnim su troškovima obuhvaćene carine, porez na dodanu vrijednost (PDV) i doprinos za stambeno zbrinjavanje branitelja Domovinskog rata.

Do sada je utrošeno oko 93% temeljnih i 89% zavisnih troškova.

5 Prikaz nekih građevina glavnih objekata

5.1 Kanalizacija područja Vranjica

Dijelovi su kanalizacije područja Vranjica:

1. kanalizacijska crpna stanica CS *Vranjic 1*
2. tlačni cjevovod T1 od CS *Vranjic 1* prema CS *Vranjic 2*
3. gravitacijski kolektor K21 do CS *Vranjic 2*
4. kanalizacijska crpna stanica CS *Vranjic 2*
5. tlačni cjevovod od CS *Vranjic 2* prema CS *Vranjic 3*
6. sekundarni gravitacijski kolektor K22 do CS *Vranjic 2*, u zajedničkom kanalu s tlačnim vodom
7. gravitacijski kolektor K31 do CS *Vranjic 3*
8. kanalizacijska crpna stanica CS *Vranjic 3*
9. tlačni cjevovod od CS *Vranjic 3* prema CS *Dujmovača*
10. akvadukt za prijelaz tlačnog cjevovoda preko željezničke pruge uz Solinsku cestu
11. sekundarni gravitacijski kolektor K32 do CS *Vranjic 3*, u zajedničkom kanalu s tlačnim vodom
12. gravitacijski kolektor K53 do CS *Dujmovača*.

Građevinski radovi zajedno s većim dijelom strojarskih i elektrotehničkih radova završeni su u prosincu 2000. U prosincu 2003. počele su pripreme za nastavak radova. U veljači odnosno ožujku 2004. u crpnim će se stanicama montirati hidromehanička oprema (crpni agregati i induktivni mjerači protoka), a obavit će se i preostali elektrotehnički i strojarski radovi.

U kanalima su uz tlačne cjevovode i gravitacijske kanalizacijske kolektore ugrađivane i PEHD cijevi promjera 50 mm za potrebe sustava daljinskog nadzora i upravljanja (SDNU).

5.1.1 Crpna stanica Vranjic 1

Konfiguracija terena na poluotoku Vranjicu uvjetovala je gradnju crpne stanice CS Vranjic 1. Na nju su priključeni dovodni kolektori poluotoka Vranjica koji su u sklopu dodatne kanalizacijske mreže. Smještena je u zelenom pojasu uz obalu, na početku Krešimirove ulice koja je veza poluotoka s kopnom.

Crpna je stanica podzemna od vodotijesnog armiranog betona. Ima sabirno-crpni bazen.

Na tlačnom je cjevovodu, što je slučaj i drugdje, na izlazu iz crpne stanice predviđeno mjerenje protoka u oknu s ugrađenim elektromagnetnim mjeračem protoka.



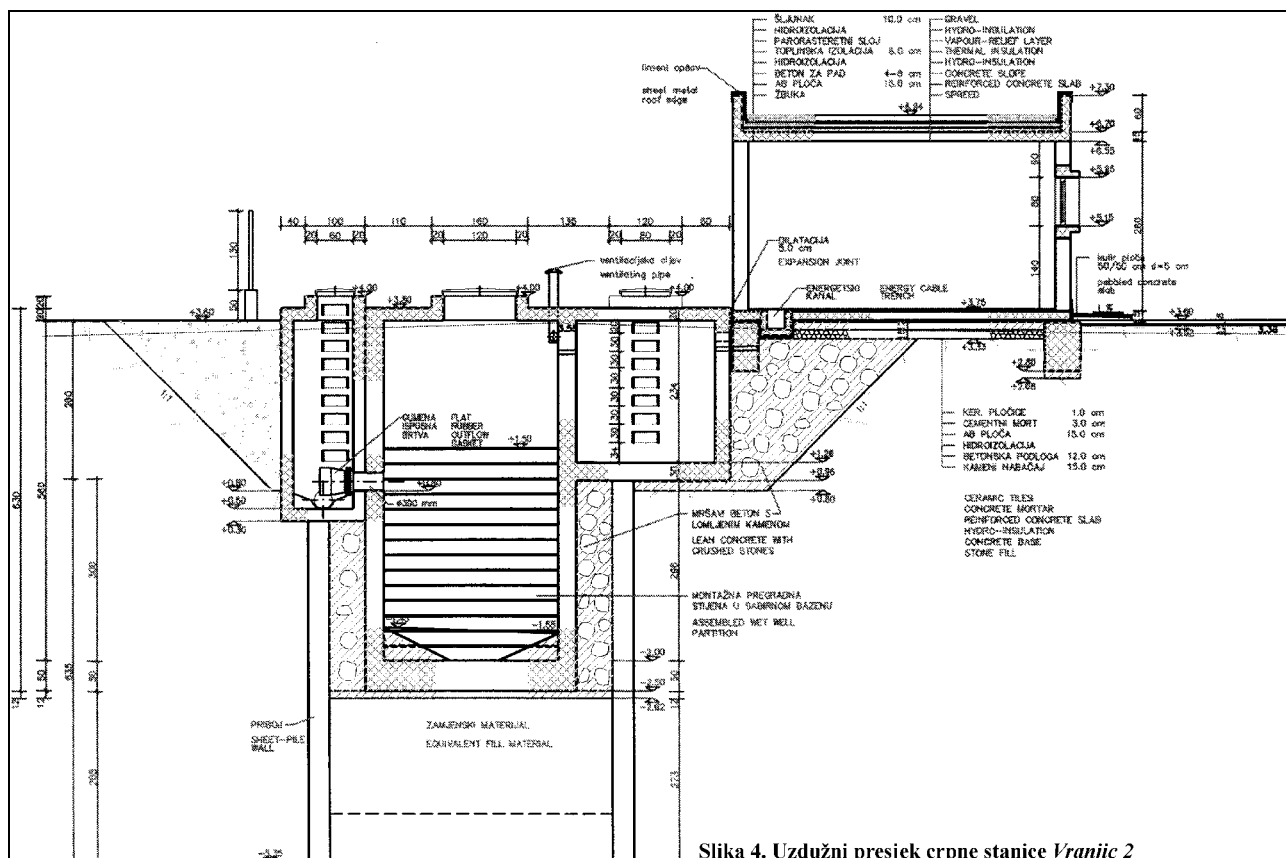
Slika 3. Pogled na izgrađenu crpnu stanicu Vranjic 1

5.1.2 Crpna stanica Vranjic 2

CS Vranjic 2 smještena je sjeverno od tvornice Salonit. Funkcija joj je prikupljanje otpadnih voda sjevernog dijela Vranjica koje se s otpadnim vodama iz CS Vranjic 1 precrpljuju u kolektor za CS Vranjic 3.

Glavni je dio građevine podzemna, od vodotijesnog armiranog betona. Ima sabirno-crpni bazen s tri uronjene kanalizacijske crpke, od kojih je jedna pričuvna.

CS Vranjic 2 ima i nadzemni dio (prizemlje) te ravni krov. Tu je smještena elektrooprema crpki, automatika i opre-



Slika 4. Uzdužni presjek crpne stanice Vranjic 2

ma za prijenos podataka, a postoji posebna zasunska komora.

5.1.3 Crpna stanica *Vranjic 3*

CS *Vranjic 3* transportira otpadne vode s područja *Vranjica* i okolnih industrijsko-servisnih pogona u kanalizacijski sustav Splita. Smještena je južno od *Vranjičkog* puta.

Glavni je dio građevine od vodotijesnog armiranog betona u podzemlju. Ima sabirno-crpni bazen za tri uronjene kanalizacijske crpke.

CS *Vranjic 3* ima i nadzemni dio, južno od podzemnog. To je prizemlje s ravnim krovom koje služi za smještaj opreme i za prijenos podataka, a posebno je izgrađena zasunska komora.

5.2 Uređaj za pročišćavanje otpadnih voda *Stupe*

5.2.1 Osnovni hidraulički podaci

Uređaj se nalazi na lokaciji *Stupe* u istočnom dijelu prigradskog područja Splita.

Hidraulički kapacitet uređaja od puštanja u pogon do 2010.:

- maksimalni satni protok (sušno razdoblje / 2003.): 0,440 m³/h
- maksimalni satni protok (kišno razdoblje / 2003.): 0,825 m³/h

Predviđeni je hidraulički kapacitet uređaja nakon 2010.:

- prosječni dnevni protok (2010.) 29.500 m³/dan
- maksimalni satni protok (sušno razdoblje / 2010.): 0,700 m³/h
- maksimalni satni protok (kišno razdoblje / 2010.): 1,600 m³/h.



Slika 5. Konačno rješenje uređaja za pročišćavanje otpadnih voda *Stupe* (maketa)



Slika 6. Gradilište objekata uređaja za pročišćavanje otpadnih voda *Stupe*

U budućnosti, vjerojatno 2025., hidraulički kapacitet uređaja dostići će maksimalne projektne vrijednosti):

- prosječni dnevni protok (2025.) 37.500 m³/dan
- maksimalni satni protok (sušno razdoblje / 2025.): 0,860 m³/h
- maksimalni satni protok (kišno razdoblje / 2025.): 1,900 m³/h.

Očekivani kapacitet uređaja (izražen u ES) 2010. jest 135.000 ES-a, a u 2025. 208.000 ES-a (bez priključenja južnog sliva).

5.2.2 Izbor sheme pročišćavanja u I. fazi izgradnje

Stanje izgrađenosti kanalizacijske mreže Split/Solin (pretežno mješovite) i nepostojanje uređaja za pročišćavanje utjecali su na odluku o faznoj izgradnji uređaja. Ona je logična i stoga jer bi bilo neracionalno instalirati uređaje koji ne bi bili iskorišteni, a pritom bi bilo upitno i njihovo dimenzioniranje, budući da se ne poznaju stvarne karakteristike objedinjene otpadne vode.

Projektni zadatak za glavni projekt kanalizacijskog sustava Splita i Solina predvidio je I. stupanj pročišćavanja za 2010., s težištem na uklanjanju suspendirane tvari kao parametra koji najviše može utjecati na recipijent u početnim fazama rada.

Stvarne značajke objedinjene otpadne vode bit će poznate kad se izgradi kanalizacijska mreža i ispita otpadna voda na ulazu uređaja. Na kakvoću otpadne vode sigurno će utjecati gradnja novih dijelova (razdjelne) kanalizacijske mreže, višekratno precrpljivanje, dužine transportnog puta, infiltracije, dimenzija kolektora i sl., pa se čini racionalnim podjela gradnje uređaja s prvim stupnjem pročišćavanja u dvije podetape. U prvoj bi se podetapi trebao graditi dio uređaja koji je neutralan na varijacije kakvoće i količine otpadne vode, a istodobno zaštićuje recipijent (Brački kanal).

5.2.3 Očekivani efekti prve podetape

Primjenom grubih (10 mm) i finih (2 mm) rešetaka te aeriranog pjeskolova/mastolova postižu se vrlo visoki učinci uklanjanja krute tvari, ulja i masti (do 99 posto), ali uglavnom nije moguće postići 50 postotno uklanjanje suspendirane tvari. U posljednje se vrijeme za taj učinak rabe vrlo fine rešetke (sita). U tablici 3. su prikazani tipični podaci o učincima uklanjanja suspendirane tvari za različite tipove vrlo finih rešetaka i različite dimenzije svijetlog otvora (Water Environment Federation, Design of Municipal Wastewater Treatment Plants, 1998).

Tablica 3. Tipični podaci postotka uklanjanja suspendirane tvari za različite tipove finih rešetaka (sita)

Pokazatelj	Tip rešetke		
	Nagnute rešetke/sita	Rotirajući bubnjevi	Rotirajući diskovi
Veličina svijetlog otvora sita (mikroni)	250 - 1 500	250 - 1500	25-250
Uklanjanje suspendirane tvari [%]	15-30	15-30	40-50

5.2.4 Osnovni podaci o radovima i opremi

Izgradnja uređaja uključuje: iskop građevne jame i zaštita pokosa, izvedbu pristupne i ostalih prometnica, izvođenje te isporuku kompletnih materijala i opreme, posebno opreme za sustav ventilacije (s biofilterima), prateće infrastrukture, i trafostanice s alternativnim izvorom napajanja (diesel agregat).

Zgrada s rešetkama i aeriranim pjeskolovom i mastolovom podijeljena je u dvije konstruktivne povezane cjeline. Prva je razdijeljena u dva dijela, s halom koja natkriva kanale s rešetkama (45,6 x 12,9 m) i dijelom pogona s bazenom pjeskolova/mastolova (41,9 x 19,15 m). Drugu cjelinu čine dva bočno postavljena aneksa. Na južnoj je strani smještena zgrada s kontejnerima za kruti otpad i prostorija s pihalima (33,95 x 6,7 m), a na sjevernoj zgrada s kontrolnom sobom, laboratorijem, garderobama, radionicom, kotlovnicom i uredima (40 x 7,80 m). U uređaj će se uz opremu za pročišćavanje ugraditi i sva pomoćna oprema.

Ventilacijski sustav središnje građevine (postrojenje za obradu otpadnih voda) na principu je odsisne ventilacije. Zrak se isisava iz prostora preko odsisnih ventilacijskih rešetaka, a potom odvodi ventilacijskim kanalima do uređaja za pročišćavanje zraka (biofilter), odnosno uređaja za odstranjivanje potencijalnih neugodnih mirisa. Ventiliraju se i filtriraju prostori u hali s grubim i finim rešetkama, prostor u hali aeriranog pjeskolova/mastolova, radionice i prostorija s pihalima, prostorije s izdvojenim

krupnim otpadnim tvarima i pijeskom te prostorija kompaktne stanice za pražnjenje sadržaja septičkih jama.

Kapacitet sustava ventilacije omogućuje izmjenu ukupnog volumena zraka za halu s rešetkama i aeriranim pjeskolovom/mastolovom do 6 puta/h, a za prostorije za septičke jame i kontejnere izdvojenih krutih tvari te pijeska 12-18 puta/h.

U uređaj će se ugraditi oprema poznatih proizvođača poput *Hubera*, *Erharda*, *Ertzena*, *Hidrosta*, *Ingersola* i dr. Mnogi su se obvezali predati upute za montažu i održavanje te obučiti buduće korisnike.

5.3 Hidromehanička oprema

Na glavnim objektima kanalizacijskog sustava u hidromehaničkoj opremi ima 15 crpnih agregata i 8 induktivnih mjerača protoka u crpnim stanicama *Vranjic 1*, *Vranjic 2*, *Vranjic 3*, *Duje*, *Dujmovača*, *Šine* i *Solin*. Od 8 mjerača protoka, 6 je stabilnih, a 2 su prijenosna. Na nekim će se crpnim stanicama ugraditi po 3 kompleta crpnih agregata i 1 komplet induktivnih mjerača protoka (CS *Duje* i CS *Dujmovača*), 2 kompleta agregata i komplet mjerača (CS *Šine*, CS *Vranjic 1*, CS *Vranjic 2* i CS *Vranjic 3*) i u CS *Solin* 1 komplet crpnog agregata.

U svim crpnim stanicama bit će crpni agregati proizvođača *Emu* iz Njemačke te mjerači protoka proizvođača *Endress+Hauser*. U veljači 2004. predviđen je početak montaže, a potom i obučavanje osoblja za montažu i održavanje.

6 Dodatna kanalizacijska mreža

6.1 Komunalna infrastruktura poluotoka Vranjica

Vranjic je poluotok u Kaštelanskom zaljevu, zapadno od ušća rijeke Jadro. Urbaniziran je ali nema industrijskih objekata. Postojeći sustav kanala (mješovitog i razdjelnog tipa) prikuplja otpadne vode i izravno ih s obalnog zida ispušta u more. To područje pripada podsustavu *Dujmovača*. Predviđena je gradnja komunalne infrastrukture na poluotoku te rekonstrukcija postojećeg vodovoda.

Za fekalnu kanalizacijsku mrežu gradit će se dva odvojena gravitacijska kolektora u obalnom pojasu na sjeveru i na jugu. Kanali će se spojiti na izgrađenu CS *Vranjic 1*.

Odatle će preko CS *Vranjec 2* i 3 te CS *Dujmovača* spojiti preko sabirnog okna na kanalizacijski sustav Split-Solin.

Gravitacijski kolektori i nove vodovodne cijevi postaviti će se na prometnici koja prolazi oko cijelog poluotoka, a vodovodne će cijevi biti iznad kanalizacijskih. Cijevi će se dijelom polagati ispod morske razine, zbog procjeđivanja predviđena je zaštita cijevi polaganjem u betonske

„kade“. Dodatna je otežavajuća okolnost što izvođač mora osigurati nesmetano odvijanje prometa i pristup mnogim zgradama.

6.2 CS Stobreč s tlačnim cjevovodom, gravitacijskim kolektorom i pripadajućom infrastrukturom

6.2.1 Postojeće stanje kanalizacije

Sliv Stobreča s naseljem dio je cjelovita kanalizacijskog sustava. U naselju Stobreč najveći se dio otpadnih voda odlaže u neispravne i male septičke jame. Dio starog Stobreča povezan je mrežom kanala na gravitacijski kanal bivšeg restorana, a otpadne se vode izravno ispuštaju u more. Novi je dio Stobreča povezan mrežom kanala na crpnu stanicu u središtu naselja iz koje se otpadna voda 300 m dugim podmorskim ispustom ispušta u Brački kanal. Inače kanalizacijska mreža ne zadovoljava ni kapacitetom ni kvalitetom.



Slika 9. Izvođenje radova na morskoj dionici podmorskog ispusta u Stobrečkom zaljevu

Ekološki i sanitarno ispravnu odvodnju omogućit će gradnja objekata za prikupljanje i odvođenje otpadnih voda prema CS *Šine*, glavnoj crpnoj stanici za područje Stobreča i Strožanca.

6.2.2. Gradnja glavnih objekata kanalizacijske mreže sliva Stobreč

Podsliv naselja Stobreč može se podijeliti u dvije posebne zone – na gravitacijsku i na tlačnu. Sastoji se od gravitacijskih kolektora, CS *Stobreč*, tlačnog cjevovoda i preljeva. Cijevi su uglavnom u prometnicama, a tek manji dio u javnim površinama.

6.3 Kanalizacijski sustav grada Solina, kolektor Bilankuša-Rupotine-Klis

U sliv grada Solina uključeno je šire gradsko područje grada s područjem Klisa i Dugopolja. To je dio cjelovita

kanalizacijskog sustava koji na zapadu u naselju Sv. Kajo graniči s kanalizacijskim sustavom Kaštela-Trogir. Granica je državna cesta D-1 (Split-Sinj). Za područje Solina usvojen je razdjelni kanalizacijski sustav, s odvojenim kanalizacijskim sustavima za fekalne i oborinske vode. Duljina tlačnih cjevovoda i gravitacijskih kolektora jest 5.538 m (tablica 1.).

6.3.1 Odvodnja otpadnih voda – kolektor T1

Kanalizacijskim sustavom grada Solina, kolektorom Bilankuša-Rupotine-Klis, riješit će se odvodnja otpadnih voda za područje Gornje i Donje Rupotine, Ninčevića, Kule i Cikatića. Trasa fekalne kanalizacije ključna je za odvodnju otpadnih voda. Gradit će se u trupu postojeće ceste Split-Klis-Sinj (ŽC 6253), na potezu od Bilankuše do Klisa. Kolektori će se izvesti u Ulici Ante Starčevića odnosno Ulici braće Radić. Na pojedinim dijelovima pokraj revizijskih okana izvest će se i kaskadna okna.

Trase kolektora spajaju se s glavnim kolektorom koji se na području Bilankuše spaja na već izgrađeni gravitacijski kolektor sliva Solin-pravac Klis (Bilankuša), za koji je dobivena i uporabna dozvola.

6.3.2 Odvodnja otpadnih voda – kolektor T2

Gradnjom trase fekalne kanalizacije, u okviru kanalizacijskog sustava grada Solina, riješit će se i odvodnja otpadnih voda. Trase kolektora spojiti će se s glavnim kolektorom, a gradnjom CS *Starine* na izgrađeni gravitacijski kolektor sliva Solin-pravac Kaštela (Sv. Kajo), za koji je dobivena i uporabna dozvola.

Trasa glavnog kolektora jednim je dijelom položena u koritu bujice Bubić-Gašpić, dijelom u zemljane ili asfaltno putove, a najčešće ide preko livada i vrtova. Na dijelovima uz korito bujice Bubić-Gašpić, na mjestima mogućeg plavljenja, kolektor će se zaštititi betonskom oblogom. Ostali kolektori izvest će se u trupu ulice Don Frane Bulića. Predviđena su tipska revizijska okna s poklopcima.

S obzirom na to da će veći dio trasa prolaziti uz arheološko nalazište Starine, svi će se iskopi i radovi obavljati uz pomoć stručnjaka Arheološkog muzeja u Splitu.

6.3.3 Crpna stanica *Starine*

CS *Starine* dio je kanalizacijskog sustava sliva Solin. Smještena je u predjelu Kapljuč, na zelenoj površini iznad arheološke zone stare Salone, u blizini bujice Bubić-Gašpić. Gradnja crpne stanice predviđa se zbog prihvatanja fekalnih voda iz stambenih zgrada okolnog područja i transporta tlačnim cjevovodom do najbližega gravitacijskog kolektora. Crpna stanica imat će dvije crpke, tlačni cjevovod i priključno okno.

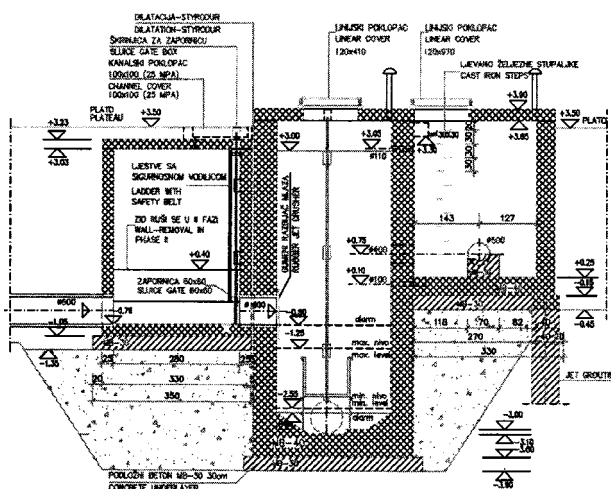
Crpna je stanica podzemna građevina, od vodonepropusnog betona M-30, a s vanjske je strane zaštićena hidroizolacijom. Sastoji se od crpnog bazena i zasunske komore. Montirat će se dvije crpke u mokroj izvedbi, jedna radna i jedna pričuvna. To su posebne crpke tvrtke *Emu* s elektromotorom koji je hlađen dodatnim uljnim prstenom. Elektrooprema i automatika smješteni su u nadzemnom dijelu. Predviđeno je napajanje iz elektroopskrbne mreže, a rezervni je izvor dizelski agregat.

Od crpne stanice do priključnog okna, odakle fekalne vode teku gravitacijski, projektiran je cjevovod od azbestocementnih tlačnih cijevi. Cjevovod je na priključno okno spojen lijevanim željeznim fazonskim komadima.

Priključnim oknom spojiti će se na gravitacijski dio kanalizacijskog sustava.

6.4 Kanalizacija naselja Sirobuja

Fekalna se kanalizacija naselja Sirobuja proteže duž sjeverne strane državne ceste D-8, uz III. dionicu obilaznice Splita (od km 8+800 do km 10+550). Odvoditi će sve otpadne vode sa slivne površine sjeverno od ceste te dio



Slika 10. Poprečni presjek crpne stanice Šine

južnog sliva, za što je priključak omogućen već izvedenim prijelazima preko prometnice. Otpadne će se vode odvoditi preko izgrađenog okna prema CS Šine. Iz crpne će se stanice otpadne vode, iz sadašnje i ostalih kanalizaci-

IZVORI

- [1] Kanalizacijski sustav Split-Solin, I. etapa, Idejni projekt, podmorski ispust, broj projekta ZH-P/221, svezak E-4, Građevinski institut, Fakultet građevinskih znanosti Sveučilišta u Splitu, Zavod za hidrotehniku, prosinac 1990.
- [2] Veći broj studija i istraživačkih elaborata

ja koje su izgrađene ili će se graditi na području Strožanca, Stobreča, Šina i TTTS-a, tlačnim cjevovodom odvoditi do uređaja za pročišćavanje. Izgrađen je manji dio građevina (zbog radova na obilaznici), a preostali će se dio graditi od veljače do svibnja 2004.

Kanalizacija će biti smještena uz samu obilaznicu u naspisu ili u bankini, a dubina je uvjetovana izgrađenim dijelom obilaznice, prijelazima i križanjima s vodovodom odnosno oborinskom kanalizacijom.

Stambene kuće naselja Sirobuja sjeverno od obilaznice bit će priključene na kanalizaciju.

7 Zaključak

Gradnja glavnih objekata kanalizacijskog sustava Split-Solin u završnoj je fazi, što će omogućiti početak probnog rada u travnja 2004. Na dijelu dodatne kanalizacijske mreže (gravitacijski kolektor Zagorski put, komunalna infrastruktura poluotoka Vranjica, kanalizacija naselja Sirobuja uz III. dionicu obilaznice Splita) radovi će se završiti u prvom polugodištu 2004., a na preostalom dijelu (CS *Strožanac* s tlačnim cjevovodom i pripadajućom infrastrukturom, CS *Stobreč* s tlačnim cjevovodom, gravitacijskim kolektorom i pripadajućom infrastrukturom, kanalizacijski sustav grada Solina, kolektor Bilankuša-Rupotine-Klis, kanalizacijska mreža slivnog područja Zapadne Bilice) radovi će biti završeni krajem 2004. odnosno početkom 2005.

Izgradnjom i puštanjem u pogon glavnih objekata kanalizacijskog sustava Split-Solin, kao i gradnjom i spajanjem objekata dodatne kanalizacijske mreže, riješit će se odvodnja i pročišćavanje otpadnih voda sjevernog sliva grada Splita, sliva Solina (područje Solina, Vranjica i Mravinaca) i sliva Stobreča (područje Strožanca, Stobreča, Šina i Sirobuje).

Monitoring na uređaju za pročišćavanje utvrdit će učestalost dotoka te količinu i kvalitetu otpadnih voda. Nakon puštanja u pogon kanalizacijskog sustava Split-Solin, na difuzoru podmorskog ispusta u Stobreču također će se provoditi sva predviđena ispitivanja. Dobiveni rezultati će biti osnova za odluku o daljnjoj izgradnji uređaja i povećanje stupnja pročišćavanja otpadnih voda.

- [3] Idejni projekti sustava te idejni i glavni projekti svih objekata u sustavu
- [4] Administrativno-upravni akti
- [5] Izvješća o praćenju stanja na lokacijama objekata te o fazama gradnje

- [6] Izvješća o provedenim ispitivanjima
- [7] Čatlak, Z.; Ravlić, N.: *Izgradnja glavnih objekata Kanalizacijskog sustava Split-Solin*, Zbornik radova sa Znanstveno-stručnog simpozija s međunarodnim sudjelovanjem "Voda u kršu slivova Cetine, Neretve i Trebišnjice", str. 541.-551., Mostar, 09/2003.
- [8] Ravlić, N.: *Optimization of Split/Solin Sewerage System*, Proceedings of the Third International Conference on Environmental Problems in Coastal Regions – COASTAL ENVIRONMENTAL III., 18-20 September 2000, Las Palmas de Gran Canaria, Spain, WIT Press, Southampton, Boston, 2000, pp 343.-352.
- [9] Ravlić, N.: *Optimization of Split/Solin Submarine Outfall Length*, Proceedings of the International Conference «Marine Waste Water Discharges 2000», Genova, 28 November – 1 December 2000
- [10] Andročec, V.; Ivančić, B.: *Projekt EKO-Kaštelanski zaljev*, Građevinar 55 (2003) 7,377.-381.
- [11] Tedeschi, S.: *Zaštita priobalnog mora Splita, Solina, Kaštela i Trogira*, Građevinar 55 (2003) 8, 443.-448.
- [12] Ivančić, B.: *Iskustva iz rada u Projektu EKO-Kaštelanski zaljev*, Građevinar 55 (2003) 9, 507.-512.

Reagiranje

MODELIRANJE SEIZMIČKI OTPORNIH ARMIRANOBETONSKIH NOSAČA (4)

Dr. sc. **Džemaludin Kalajdžisalihović**, dipl. ing. građ., Zagreb

Na moje reagiranje na pregledni rad prof. dr. Ivana Tomičića *Modeliranje seizmički otpornih armiranobetonskih nosača*, objavljen u časopisu *Građevinar* br. 10/2003., str. 574., autor je odgovorio člankom koji je objavljen u broju 12/2004. istog časopisa na stranici 741.

U njemu je autor preglednog rada jednu pogrešnu tvrdnju (koja je bila povod mojem prvom reagiranju) pokušao objasniti s dvije nove pogrešne tvrdnje. Tako autor pogrešno tvrdi: "Kako se vidi iz rada i reagiranja, dva su, a možda i više, prijedloga za određivanje broja osnovnih mehanizama prema kojima se dobiju različiti rezultati." Različiti rezultati dobivaju se zato što se čine pogreške, a broj osnovnih mehanizama neke štapne konstrukcije uvijek je jednoznačno određen izrazom "r – n", pri čemu je "r" broj presjeka s mogućim plastičnim zglobovima, a "n" je broj statički prekobrojnih veličina.

Ovaj izraz navodi i primjenjuje i sam autor preglednog rada, a pogrešku je učinio kad je za broj presjeka s mogućim plastičnim zglobovima "r" uzeo vrijednost 12,

umjesto 14. Iz slike 1.d zorno se vidi da u čvorovima okvira ima 10 takvih presjeka, iz slike 1.c vidi se da na mjestima ispod vertikalnog opterećenja ima 2 takva presjeka i iz sl. 1.e vidi se da na mjestima upetosti stupova u temelje ima još 2 takva presjeka, što ukupno čini da "r" ima vrijednost 14. Stoga i broj osnovnih mehanizama za okvir na sl. 1. mora biti $14 - 6 = 8$, a ne 6.

Druga je pogrešna tvrdnja autora preglednog rada: "Primjenom ove metode određen je broj osnovnih mehanizama...", pozivajući se na metodu *Zbrajanja mehanizama* i navodeći još i literaturu: Hodge, P. G.: *Plastic Analysis of Structures*, McGraw-Hill Book Company, 1959. Stranice te knjige od broja 36. do 42. negiraju autorovu tvrdnju. Metoda *Zbrajanja mehanizama* je kinematska metoda u teoriji plastičnosti koja se može primijeniti samo za određivanje kritičnog opterećenja koje neku štapnu konstrukciju zadanih geometrijskih i mehaničkih karakteristika prevodi u mehanizam s jednim stupnjem slobode. Osnovni mehanizmi u toj metodi su samo njezino sredstvo, a nikada i nikako njezin cilj.