

HIDROTEHNIČKI OBJEKTI U SKLOPU SISTEMA ZA ODVOĐENJE OTPADNIH VODA ZA NASELJA HERCEGNOVSKE I BOKOKOTORSKE RIVIJERE

UDK : 628.29(497.16)

Predrag Blagojević¹, Darko Živković², Aleksandar Šutanovac³, Dragan Milićević⁴

Rezime

Glavnim projektom proširenja kanalizacionog i vodovodnog sistema hercegnovske rivijere projektovane su pumpne stanice od Igala do Bokokotorskog zaliva. Glavni cilj projekta je da se zaustavi ispuštanje neprečišćenih otpadnih voda u Bokokotorski zaliv i Jadransko more. U radu je prikazan način proračuna i tehnologija građenja pumpnih stanica ispod nivoa podzemne vode. Korišćene su dve tehnologije u gradnji pumpnih stanica („pile walls“ i bunari). Posebna pažnja je posvećena sistemu „pile walls“. Prikazani su balast blokovi i tehnologija polaganja cevovoda po dnu Jadranskog mora. Opisana su iskustva u modeliranju i proračunu pomenutih hidrotehničkih građevina.

Ključne reči: „pile walls“, pumpne stanice, bunari, balastni blokovi

HYDRAULIC FACILITIES IN THE WASTE WATER DISPOSAL SYSTEMS FOR THE SETTLEMENTS OF HERCEG NOVI AND BOKA KOTORSKA RIVIERA

Summary

The main project of waste water system extension for the Herceg Novi and partially, Boka Kotorska Riviera, contains pumping stations from the city of Igalo to the Boka Kotorska Bay. The main project goal is to stop the discharge of untreated wastewater into the Boka Kotorska Bay and the Adriatic Sea. This paper presents the method of structural design and the technology of pumping stations construction below the sea level. Two technologies were used in the construction of pumping stations (pile walls and wells). Special attention is paid to the system of pile walls. Ballast blocks and technology for laying pipelines along the bottom of the Adriatic Sea are shown. Experiences in the modelling and structural design of these hydraulic structures have been described in the paper.

Key words: pile walls pumping stations, wells, ballast blocks

¹ dr Predrag Blagojević, d.i.g., predrag.blagojevic@gaf.ni.ac.rs, Građevinsko-arhitektonski fakultet Univerziteta u Nišu

² dr Darko Živković, d.i.g., darko.zivkovic@gaf.ni.ac.rs, Građevinsko-arhitektonski fakultet Univerziteta u Nišu

³ Aleksandar Šutanovac, d.i.g., aleksandar.sutanovac@gaf.ni.ac.rs, Građevinsko-arhitektonski fakultet Univerziteta u Nišu

⁴ dr Dragan Milićević, d.i.g., dragan.milicevic@gaf.ni.ac.rs, Građevinsko-arhitektonski fakultet Univerziteta u Nišu

1. UVOD

Predmetni Projekat ima za cilj ekološko, zdravstveno i higijenski sigurno odvođenje otpadnih voda u Bokokotorski zaliv koji je jedan od najrazuđenijih delova Jadranskog mora. Priroda i kultutno istorijska baština Kotora je 1979 uvrštena u UNESCO-ve zaštićene Svetske baštine. Glavni cilj projekta je da se zaustavi ispuštanje neprečišćenih otpadnih voda u Bokokotorski zaliv i Jadransko more, da se obezbedi maksimalna zaštita neposrednog priobalnog područja i da se poveća stopa priključenosti na javnu kanalizacionu mrežu u ovoj oblasti. Projekat pokriva zapadni deo Herceg Novog od Igala do Meljina (slika 1.) i od Meljina do Jošice i Đurića, preko Zelenike, Kumbora, Đenovića, Baošića, Bijele (slika 2.).



Slika 1. Projektno područje i priobalni kolektor Igalo - Meljine



Slika 2. Primarna kanalizaciona mreža Jošice – Meljine i lokacije pumpnih stanica

Autori ovog rada su projektovali na nivou glavnog projekta (PGD) i izvođačkog projekta (PZI) deset revizionih šahti, podmorski ispust i devet pumpnih stanica („Meljine-kružni tok“, „Zelenika“, Bijelobrodogradilište“, Bijela-zapad“, „Kumbor“, „Kumbor-Sever“, „Meljine-staro“, „Đenovići“, „Zmijice“).

Zajedničko za većinu objekat je da su fundirani i građeni ispod nivoa podzemne vode. Ovo je opredelilo i tehnologije građenja što je i predmet ovog rada. Projekti pumpnih stanica su zasnovani na nemačkim standardima ATV-DVWK A 134 i relevantnih crnogorskih tehničkih standarda, zakona i pravilnika

2. PODLOGE ZA PROJEKTOVANJE

Geodetske podloge za lokacije na kojima se nalaze pumpne stanice su pribavljene u okviru konačne faze projektovanja od strane licencirane geodetske firme.

Geotehnička snimanja su izvršena u proleće 2009. godine. Rezultati i profili bušotina su bili dostupni. Materijal donjeg sloja se sastoji od šljunkovite baze do kote 0.92 m.n.m i prašinate gline sa peskom i šljunkom (od 0.92m.n.m. do -8.18m. n.m.).

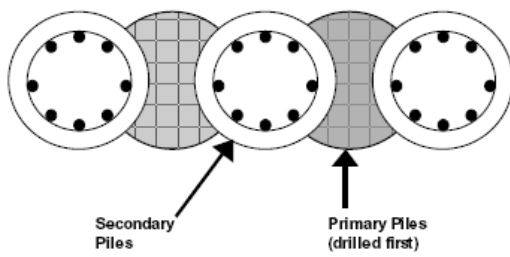
Prodiranje podzemnih voda u građevinske jame je znatnog obima. Nivo podzemne vode je na koti 0.32m.n.m.

3. TEHNOLOGIJE IZVOĐENJE RADOVA

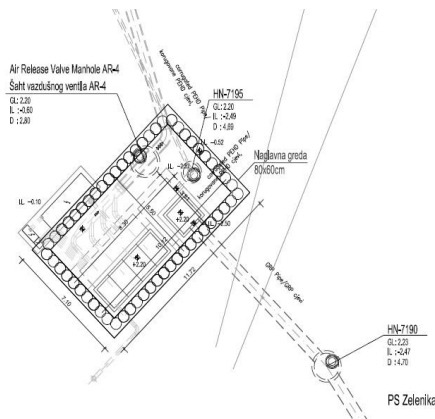
3.1. Izvođenje pumpnih stanica tehnologijom „pile walls“

Objekti koji su se nalazili na potezu Jošice – Meljine na priobalnoj saobraćajnici (PS Bijelobrodogradilište, PS Bijela-zapad, PS Đenovići, PS Kumbor, PS Zmijice i PS Zelenika) projektovani su tehnologijom „pile walls“.

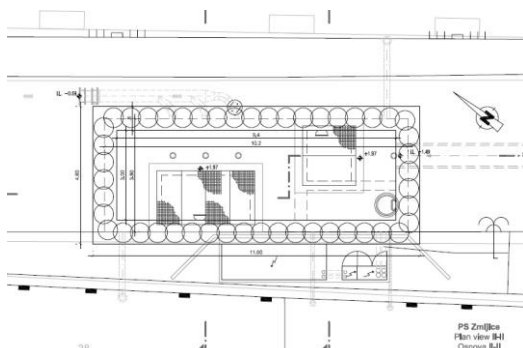
Tehnološki postupak proizvodnje bušenih zasečenih šipova se deli na primarne i sekundarne bušotine. Najpre se izvode primarni šipovi- bez armature, a zatim sekundarni-ojačani armaturnim koševima. Bušotina za sekundarni šip delimično zaseca beton primarnih šipova. Vremenski razmak za zasecanje primarnih šipova odabira se i tačnije određuje na osnovu iskustva, nakon zasecanja prvih primarnih šipova. Pretpostavlja se razmak od 1 do maksimalno 3 dana. Pre početka bušenja moraju biti izvedeni uvodni kanali koji tačno definišu poziciju tačaka bušenja u nivou terena. Primarni šipovi su betonirani do nivoa glave uvodnih kanala tako da prilikom sekundarne bušotine bude obložna cev usađena i vođena po celoj dužini u mestu dodira sa primarnim šipovima. Tako se osiguravaju uslovi za ispravno zasecanje primarnih šipova uz poštovanje propisane geometrije. Svi šipovi su urađeni od betona C30/37, maksimalno zrno agregata 16mm, VDP2.



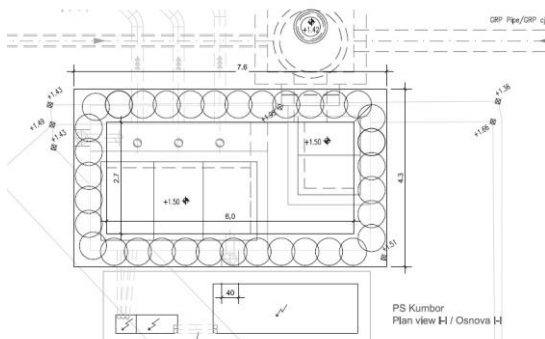
Slika 3. Položaj primarnih i sekundarnih šipova.



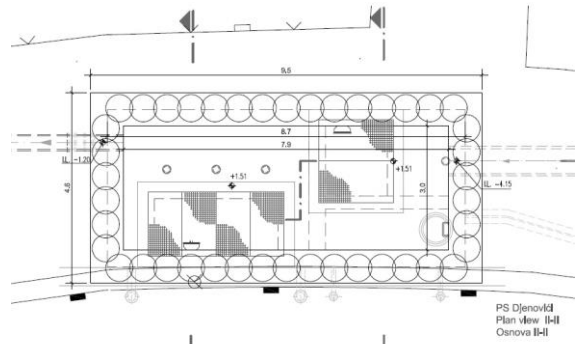
Slika 4. Pumpna stanica Zelenika-položaj šipova.



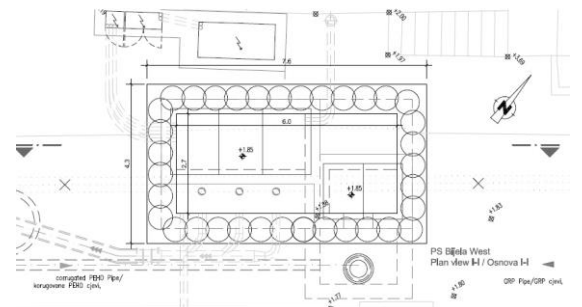
Slika 5. Pumpna stanica Zmijice-položaj šipova.



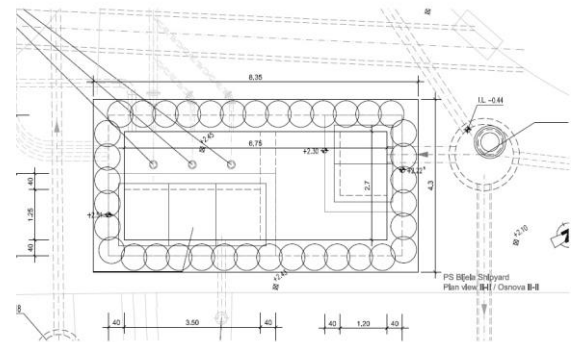
Slika 6. Pumpna stanica Kumbor-položaj šipova.



Slika 7. Pumpna stanica Đenovići-položaj šipova.



Slika 8. Pumpna stanica Bijela-zapad-položaj šipova.



Slika 9. Pumpna stanica Bijela- brodogradilište-položaj šipova.

3.2. Izvođenje pumpnih stanica tehnologijom temeljenja na bunarima

Pumpne stanice na lokacijama gde su geološki uslovi omogućavali ovu tehnologiju izvedene su pomoću bunara. Temeljenje na bunarima je opravdano u relativno kohezivnim materijalima. Izrada bunara zavisi od vrste materijala od kojeg se radi, lokaciji i dubini na koju se bunar spušta, mestu izrade i načinu eventualnog transporta, ili metodi spuštanja. Kada se bunar spusti do projektovane kote započinje ispunjavanje dna bunara da bi se dobio masivni temelj za konstrukciju i vodonepropusni čep. Nakon očvršćavanja podvodnog betona ispumpa se voda iz bunara i radi temeljna ploča.

3.3. Izvođenje pumpnih stanica tehnologijom Larssen talpama

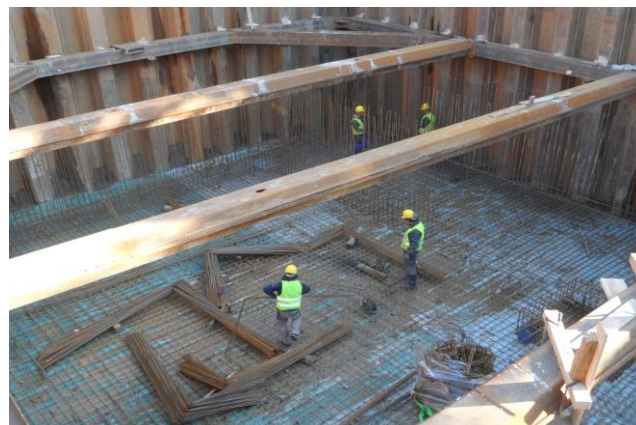
Ova metoda predstavlja savremeno rešenje u ovoj oblasti. Sastoji se od većeg broja talpi koje se međusobno utiskuju i povezuju u zemlji. Pobijanje larsen-profila vrši se vibracionom tehnikom. Uzduž svake pregrade postavljene su sa jedne i druge strane simetrične kuke-žlebovi koje se u toku pobijanja u zemlju uzdužno uklapaju i stvaraju spoj sa potpunim zaptivanjem. Larsen talpe formiraju zaštitu sa potpunim zaptivanjem od prodora tečnih materijala.



Slika 10. Pumpna stanica Meljine – faza iskopa.



Slika 11. Pumpna stanica Meljine, temeljna jama obezbeđena Larsen talpama..



Slika 12. Pumpna stanica Meljine, armiranje temeljne ploče.

4. PRORAČUN KONSTRUKCIJA

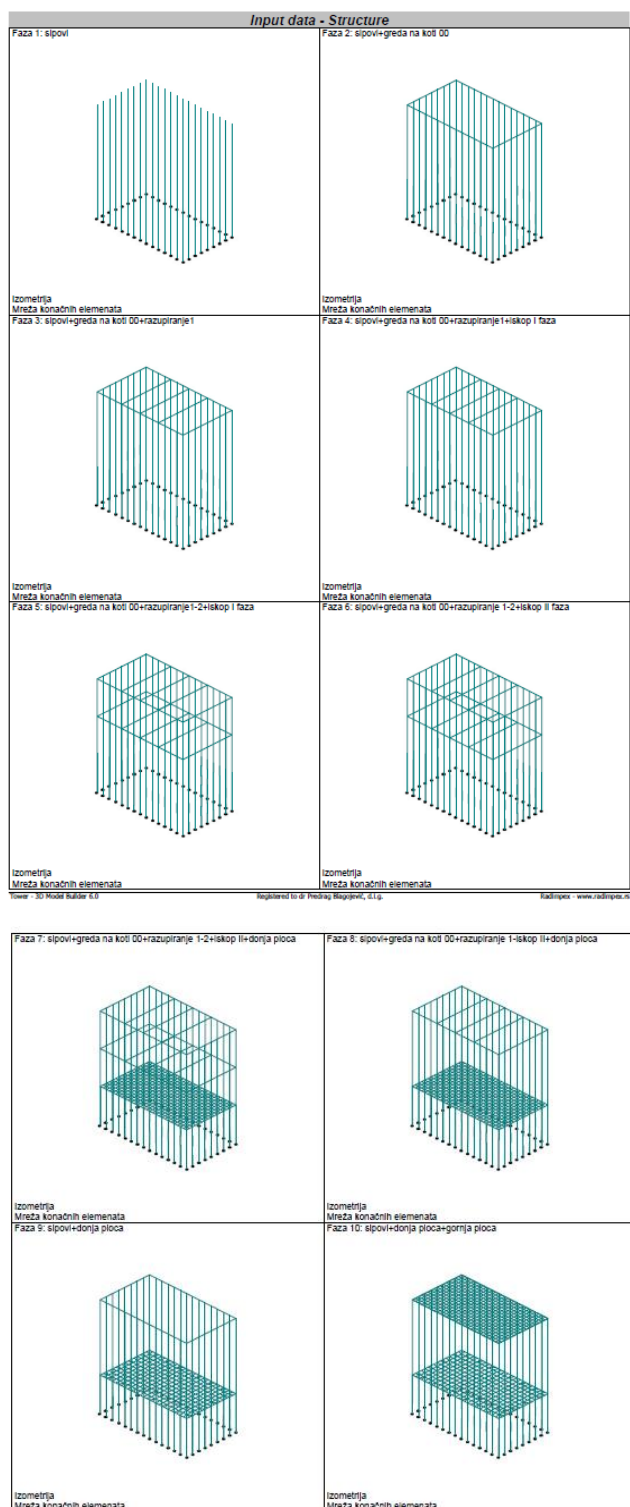
Proračunima su analizirane sva tri tehnološka procesa koji su opisani u radu. Obuhvaćene su sve faze građenja i eksploatacije.

Karakteristične faze za tehnologiju građenja „pile walls“ su sledeće: pobijeni šipovi, urađena obodna greda na koti terena, razupiranje grede na nivou terena, završen iskop do polovine projektovane dubine, razupiranje na polovini dubine, završen iskop do projektovane kote, urađena temeljna ploča, demontaža razupirača, završena gornja ploča. Svi konstrukcijski elementi su analizirani kroz sve faze građenja i eksploatacije za odgovarajuća dejstva (slike 13,14,15). Analizirano je granično stanje nosivosti i granično stanje upotrebljivosti.

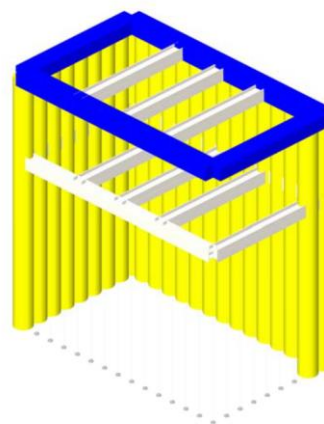
U slučajevima tehnološkog procesa građenja na bunarima proračunom su analizirane sve faze građenja gde je bitno analizirati sve promene konstrukcijskog sistema i uticaja kroz faze građenja i eksploatacije.

Za tehnološki proces građenja uz pomoć Larssen talpama posebno su analizirane talpe i sistem razupiranja a posebno armiranobetonska konstrukcija pumpne stanice (slika 16.)

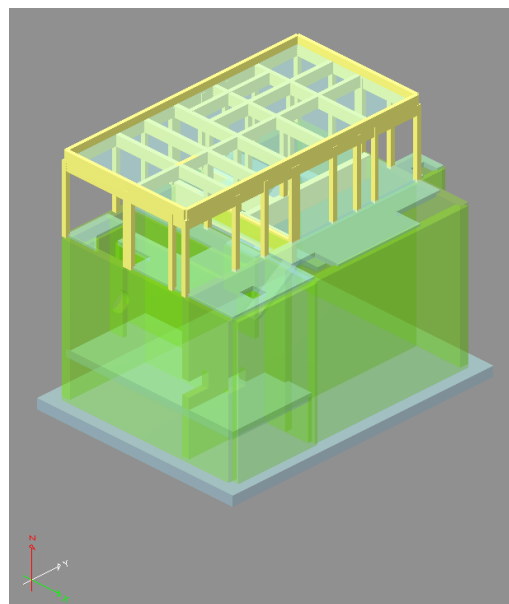
Za sva tri tehnološka procesa je karakteristično da se menjaju konstrukcijski sistemi u toku građenja. Zbog ove činjenice je bitna analiza zaostalih napona u preseccima. Zbog specifične funkcije objekata i prisustva podzemne vode pored osnovnih dejstava analizirana su sva dopunska i naročita dejstva kao što su: seizmička dejstva, skupljanje i tečenje betona, temperaturna razlika i temperaturna promena, sile uzgona i saobraćajno opterećenje u fazi građenja i u fazi eksploatacije.



Slika 13. Faze proračuna.



Slika 14. Prikaz proračunskog modela u jednoj od faza građenja-pogled iznutra.



Slika 15. Proračunski model pumpne stanice Meljine.

5. KOLEKTOR ZA EFLUENT SA ISPUSTOM U MELJINAMA

U okviru kolektora autori ovog rada su dimenzionisali i uradili radioničku dokumentaciju za balastne ogrlice. Funkcija balastnih ogrlica je obezbeđenje potrebne težine za montažu i stabilizaciju cevovoda od sile struja i talasa.

Postoji nekoliko načina stabilizacije u veoma dinamičkim vodama:

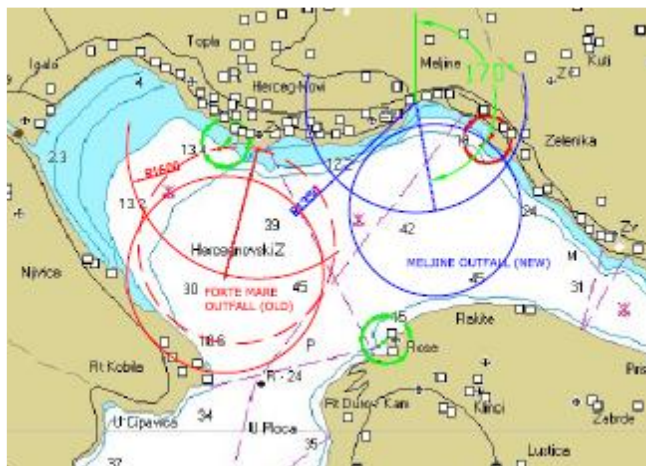
- Montaža cevovoda u rovu sa odgovarajućim pokrovnim slojem i stabilizacijom nasutog materijala.

- Upotrebom teških balastnih blokova kako površ plitkih rovova tako i na otkriveni cevovod. U ovom slučaju, balastni blokovi mogu imati pojedinačnu težinu od nekoliko tona i montiraju se na razdaljini od nekoliko metara. Na ovaj način dobija se veoma težak cevovod, za čiju montažu je potrebna adekvatna oprema i tehnika.
- Upotrebom malih laganih ankera za „opterećenje“ cevovoda na približno 50-60 kg/m, što je dovoljna težina za spuštanje cevovoda na dno bez upotrebe velikih šlepova.

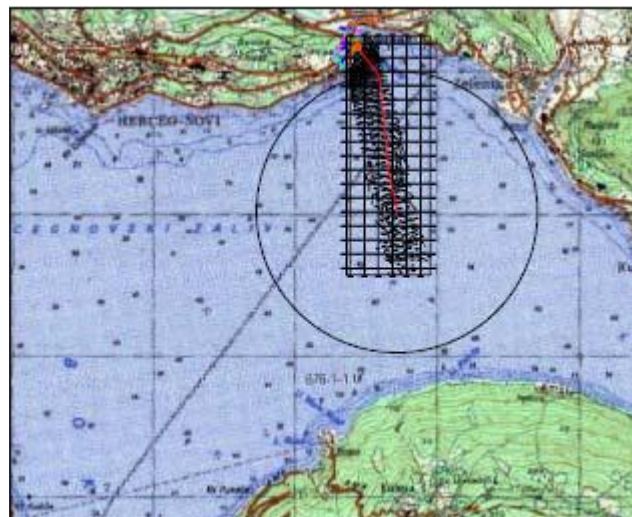
Nakon što se cevovod položi na dno, može se dodatno stabilizovati po potrebi kamenim omotačem, bitumenskim ili betonskim madracima ili gabionima

Balastne ogrlice projektovane za Meljine su od armiranog betona. Na gornjem delu bloka se nalaze matice koje se navijaju na čelične šipke ili šrafove fiksirane u donji deo bloka. Od osnovne važnosti je da sistem pričvršćivanja ogrlice ima određen stepen elastičnosti kako bi podneo pritisak pri savijanju tokom potapanja. U slučaju kada se potapanje izvodi u obliku slova S, elastičnost se obezbeđuje pomoću gumenih umetaka između čeličnih prstenova. Poršina cevovoda je zaštićena slojem mekog PVC-a ili neoprena, sa dodatnom funkcijom sprečavanja klizanja.

U svesci 2-ispust, Glavnog projekta kolektora za efluent sa podmorskim ispustom u Meljinama iz septembra 2010. godine na strani 27 prikazana su područja zahvaćena uticajem postojećih i budućih ispusta (slika 16.). Trasa ispusta Meljine prikazana je na slici 17.



Slika 16. Područja zahvaćena uticajem postojećih ispusta (Forte Mare) i budućeg ispusta (Meljine).



Slika 17. Položaj ispusta Meljine.



Slika 18. Balastna ogrlica.



Slika 19. Montaža ispustne cevi.



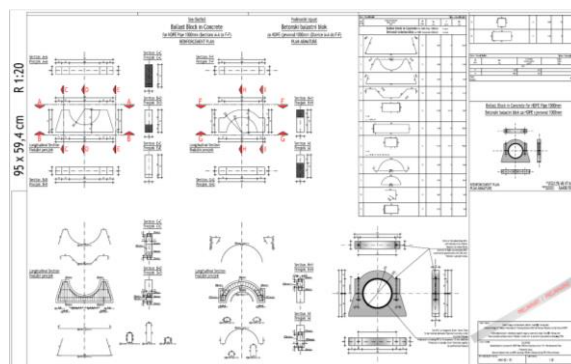
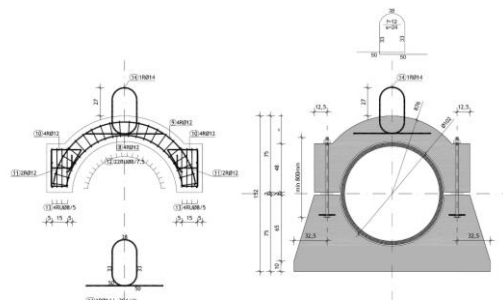
Slika 20. Montaža ispustne cevi.



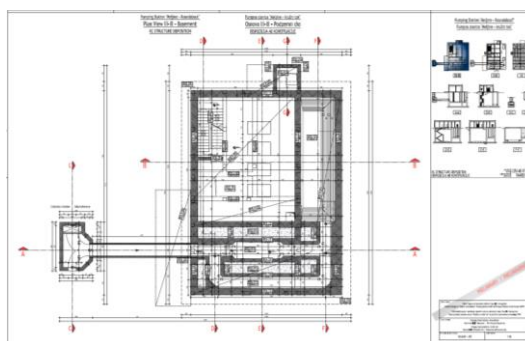
Slika 21. Potapanje ispustne cevi.



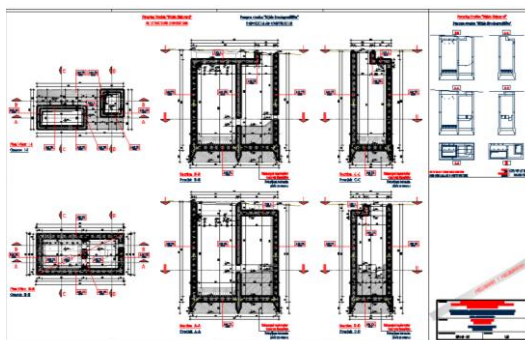
Slika 22. Iskop rova za prvu deonicu.



Slika 23. Planovi oplata i armiranja za balastni blok.



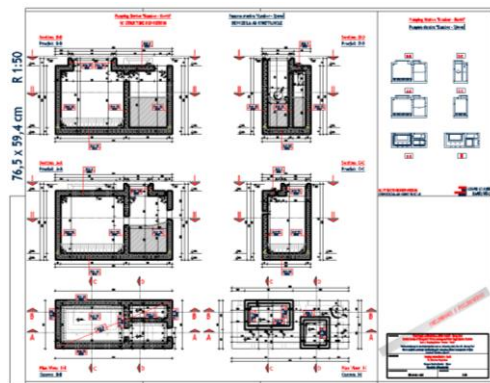
Slika 24. Pumpna stanica Meljine -plan oplata.



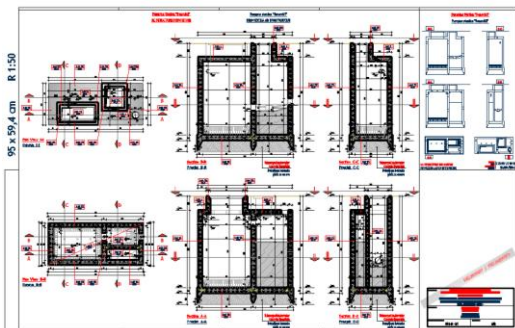
Slika 25. Pumpna stanica Bijela-brodogradište -plan oplata.



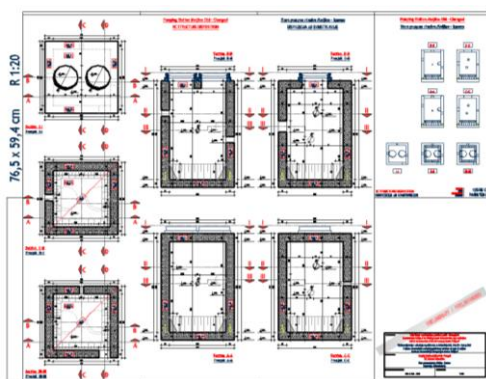
Slika 26. Pumpna stanica Bijela-zapad -plan oplate.



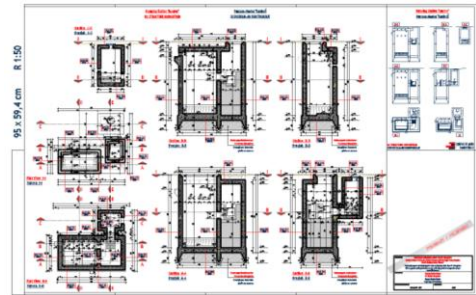
Slika 27. Pumpna stanica Kumbor-sever -plan oplate.



Slika 28. Pumpna stanica Đenovići -plan oplate.



Slika 29. Pumpna stanica Meljine -plan oplate.



Slika 30. Pumpna stanica Kumbor -plan oplate.



Slika 31. Pumpna stanica Zelenika -plan oplate.

6. ZAKLJUČAK

Neophodno je bilo da se za sve objekte urade varijantna rešenja kako bi Izvođač radova mogao da izabere optimalno rešenje za izvođenje u zavisnosti od raspoloživih kapaciteta opreme i mehanizacije.

LITERATURA

- [1] Glavni projekat kolektora za efluent sa podmorskim ispustom u Meljinama, sveska 2: ispust, HN-C-02, septembar 2010. god.
- [2] Glavni projekat pumpne stanice Meljine-kružni tok, sveska 1, HN-D-01, DAHLEM-PECHER, septembar 2010. god.
- [3] Projekat rekonstrukcije postojećeg priobalnog kolektora od Igala do Meljina, sveska 5, HN-E-05, DAHLEM-PECHER, septembar 2010. god.
- [4] Glavni projekat proširenja kanalizacionog i vodovodnog sistema hercegovačke rivijere, sveska 7, HN-B-07, DAHLEM-RECHER, septembar 2010. god.
- [5] Glavni projekat proširenja kanalizacionog i vodovodnog sistema hercegovačke rivijere, sveska 8, HN-B-08, DAHLEM-RECHER, septembar 2010. god.
- [6] Glavni projekat proširenja kanalizacionog i vodovodnog sistema hercegovačke rivijere, sveska 5-PS „Kumbor“, HN-B-05, DAHLEM-RECHER, septembar 2010. god.
- [7] Glavni projekat proširenja kanalizacionog i vodovodnog sistema hercegovačke rivijere, sveska 4-PS „Đenovići“, HN-B-04, DAHLEM-RECHER, septembar 2010. god.
- [8] Glavni projekat proširenja kanalizacionog i vodovodnog sistema hercegovačke rivijere, sveska 7-PS „Zmijice“, HN-B-07, DAHLEM-RECHER, septembar 2010. god.