



HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA

Dani Hrvatske komore inženjera građevinarstva 2020.

Projektiranje i izvođenje uređaja za pročišćavanje otpadnih voda

Jozo Jurić

Jozo Jurić, dipl. ing. građ., Tehnika d.d., Zagreb

SADRŽAJ

1. UVOD

2. ZAJEDNIČKE KARAKTERISTIKE

2.1. LOKACIJA UREĐAJA

2.2. PRIKLJUČAK UREĐAJA NA KOLEKTOR

2.3. STABILNOST GRAĐEVINA

2.4. OSIGURANJE UPORABLJIVOSTI I TEHNOLOGIJA

IZVOĐENJA

2.5. GREŠKE U IZVOĐENJU

3. ZAKLJUČAK



1. UVOD



Kroz kratki prikaz projektiranja i izvedbe tri uređaja za pročišćavanje otpadnih voda prikazat će se neke od zajedničkih karakteristika za ovaj tip građevina.

Tri uređaja su:

UPOV Slavonski brod

UPOV Sisak

SLADORANA Županja (Dogradnja tvornice šećera)

Već u fazi nuđenja izrađuje se idejno rješenje na osnovi kojeg se formira cjelokupna investicija i kasnije izrađuje projektna dokumentacija. Daljnje projektiranje i izvođenje mora se uklopiti u početne zadane okvire.



Osnovne informacije o uređajima



UPOV Slavonski brod

NARUČITELJ:	HRVATSKE VODE doo, Zagreb
INVESTITOR:	VODOVOD doo, Slavonski brod
NADZOR:	EPTISA Servicios de Ingenieria, SL, INVESTINŽENJERING doo
IZVOĐAČ:	TEHNIKA dd, Zagreb GINZLER, ELMAP
PROJEKTANT:	TEHNIKA PROJEKTIRANJE doo, Zagreb, 2012.
GLAVNI PROJEKTANT:	Margareta Luša, dia
PROJEKTANT KONSTRUKCIJE:	Jozo Jurić, dig
PROJEKTANT GEOMEHANIKE:	Damir Čorko, dig
REVIDENT PROJEKTA KONSTRUKCIJE:	Branislav Škoro, dig



UPOV Sisak

NARUČITELJ:	HRVATSKE VODE doo, Zagreb
INVESTITOR:	SISAČKI VODOVOD doo, Sisak
NADZOR:	EPTISA Adria doo, EPTISA Servicios de Ingenieria, SL, INVESTINŽENJERING doo
IZVOĐAČ:	TEHNIKA dd, Zagreb GINZLER
PROJEKTANT:	TEHNIKA PROJEKTIRANJE doo, Zagreb, 2014.
GLAVNI PROJEKTANT:	Margareta Luša, dia
PROJEKTANT KONSTRUKCIJE:	Jozo Jurić, dig
PROJEKTANT GEOMEHANIKE:	Marko Kaić, mag.ing.aedif.
REVIDENT PROJEKTA KONSTRUKCIJE:	Branislav Škoro, dig



SLADORANA Županja

INVESTITOR:	SLADORANA dd, Županja
IZVOĐAČ:	TEHNIKA dd, Zagreb
PROJEKTANT:	TEHNIKA PROJEKTIRANJE doo, Zagreb, 2015.
GLAVNI PROJEKTANT:	Marin Mendeš, dia
PROJEKTANT KONSTRUKCIJE:	Jozo Jurić, dig
REVIDENT PROJEKTA KONSTRUKCIJE:	Branislav Škoro, dig



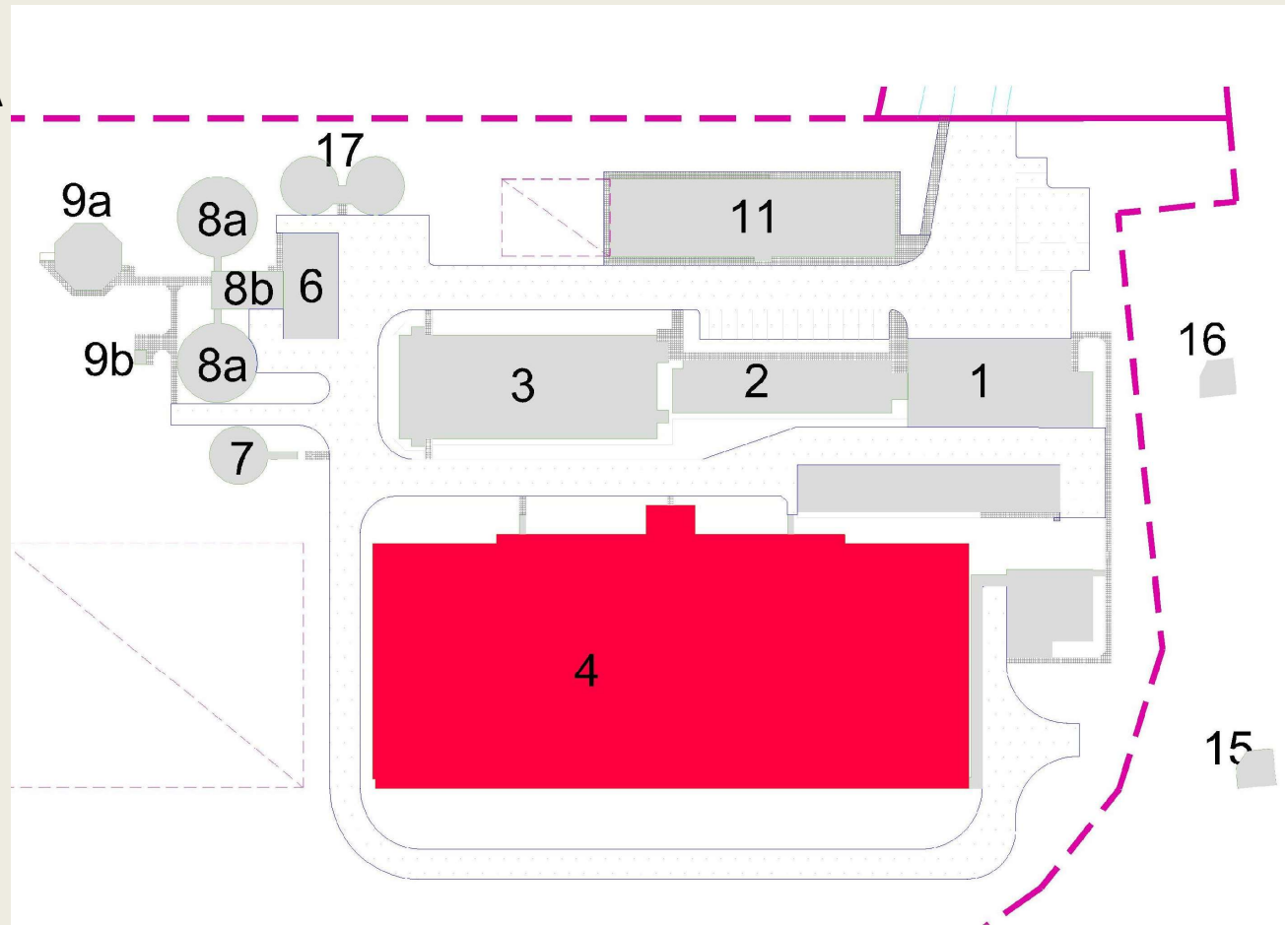
Kada govorimo o uređajima mislimo na određeni broj većih ili manjih građevina koje su tehnološki povezane u jednu cjelinu.

U nastavku je prikazana tlocrtna dispozicija svakog uređaja.



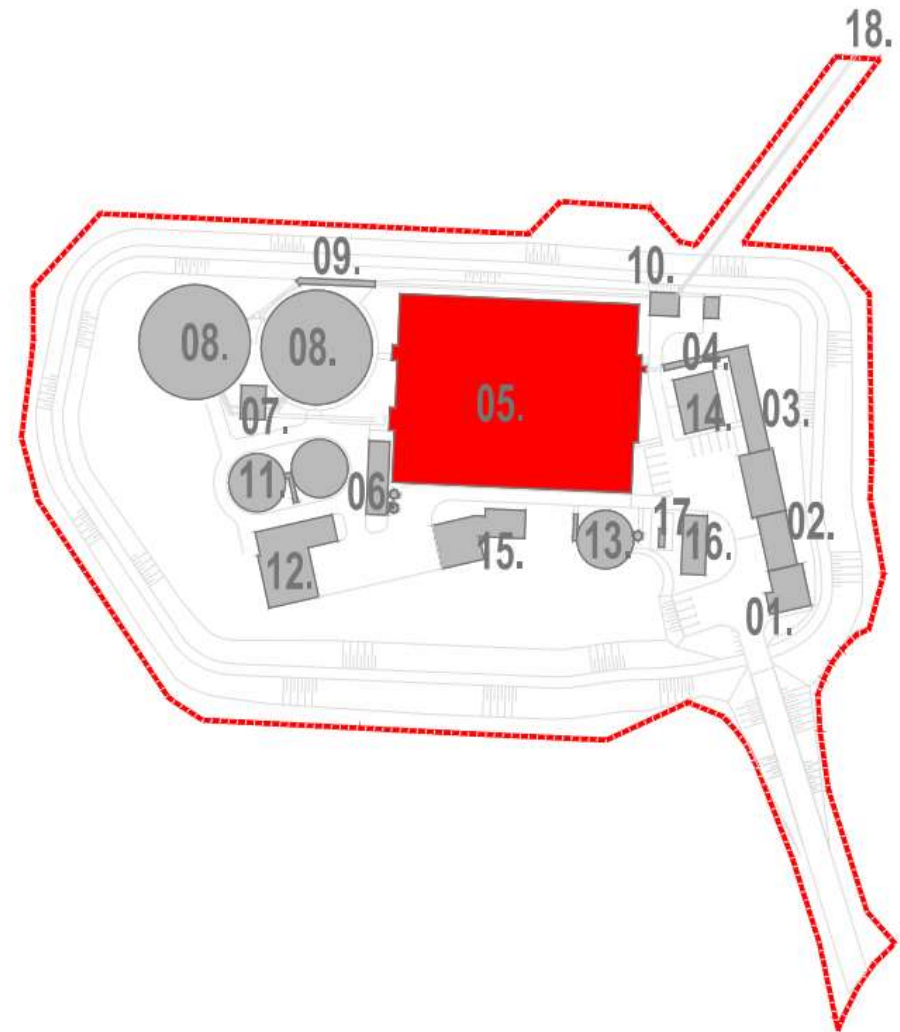
UPOV Slavonski brod

1. GRAĐEVINA ULAZNE CRPNE STANICE, REŠETKI I JEDINICE ZA PRIHVAT SEPTIKA
2. AERIRANI PJSKOLOV – MASTOLOV
3. PRIMARNI TALOŽNIK
4. SBR (C-TECH) BAZENI
5. GRAĐEVINA PUHALA I GL. ELENERGETSKOG RAZVODA
6. GRAĐEVINA DEHIDRACIJE I ZGUŠNJIVAČA VIŠKA MULJA
7. ZGUŠNJIVAČ PRIMARNOG MULJA
8. ANAEROBNI DIGESTORI I GRAĐEVINA OBRADJE MULJA S KOTLOVNICOM
9. SPREMNIK PLINA I PLINSKA BAKLJA
10. CRPNA STANICA ZA VISOKE VODE I KANAL ZA MJERENJE EFLUENTA
11. UPRAVNA ZGRADA
15. IZLJEVNO OKNO
16. ULJEVNO OKNO
17. SPREMNIK MULJA



UPOV Sisak

01. GRAĐEVINA AUTOMATSKIH GRUBIH REŠETKI I JEDINICE ZA PRIHVAT SEPTIČKOG MULJA
02. GRAĐEVINA ULAZNE CRPNE STANICE S FINIM REŠETKAMA
03. AERIRANI PJESKOLOV – MASTOLOV
04. ULAZNI MJERNI KANAL
05. BIOLOŠKA JEDINICA
06. GRAĐEVINA PUHALA, PRIPREME TEHNOLOŠKE VODE I SKLADIŠTENJA OTOPINE ŽELJEZA
07. CRPNA STANICA POVRATNOG AKTIVNOG MULJA I VIŠKA MULJA S DISTRIBUCIJSKIM OKNOM
08. NAKNADNI TALOŽNICI
09. IZLAZNI MJERNI KANAL
10. CRPNA STANICA ZA VISOKE VODE S ELEKTRO SOBOM
11. SPREMNICI MULJA
12. GRAĐEVINA ZA ISUŠIVANJE I ZGUŠNJAVANJE VIŠKA MULJA
13. SPREMNİK POVRŠ. PLIV. TVARI SA CRPNOM STANICOM
14. UPRAVNA ZGRADA
15. GARAŽA I TRAFOSTANICA
16. BIOFILTAR
17. NADZEMNI SPREMNİK UKAPLJENOG PLINA
18. ISPUST U RIJEKU SAVU



SLADORANA županija

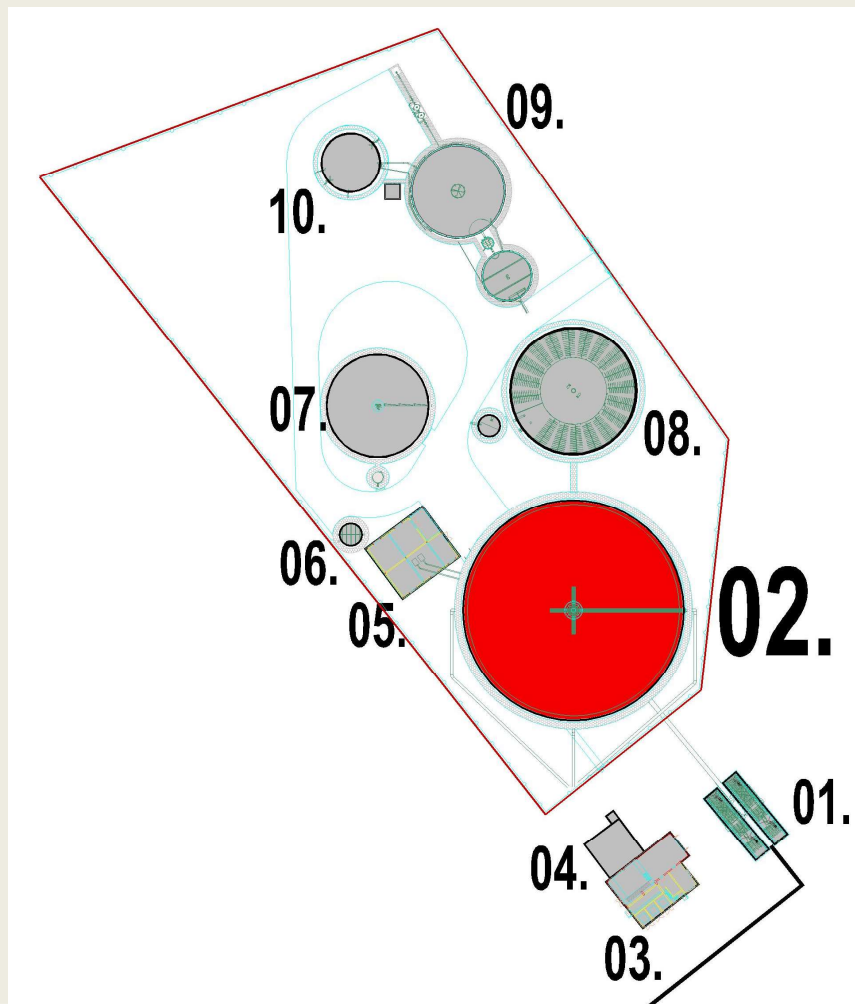
01. PJESKOLOV

02. RADIJALNI TALOŽNIK

.....

04. SABIRNI SPREMNIK

.....



2. ZAJEDNIČKE KARAKTERISTIKE



2.1. Lokacija uređaja

Za sva tri uređaja je karakteristično da se nalaze u blizini rijeke. U ovom slučaju je to rijeka Sava.
(umjesto rijeke uređaj se može nalaziti u blizini mora)



UPOV Slavonski brod



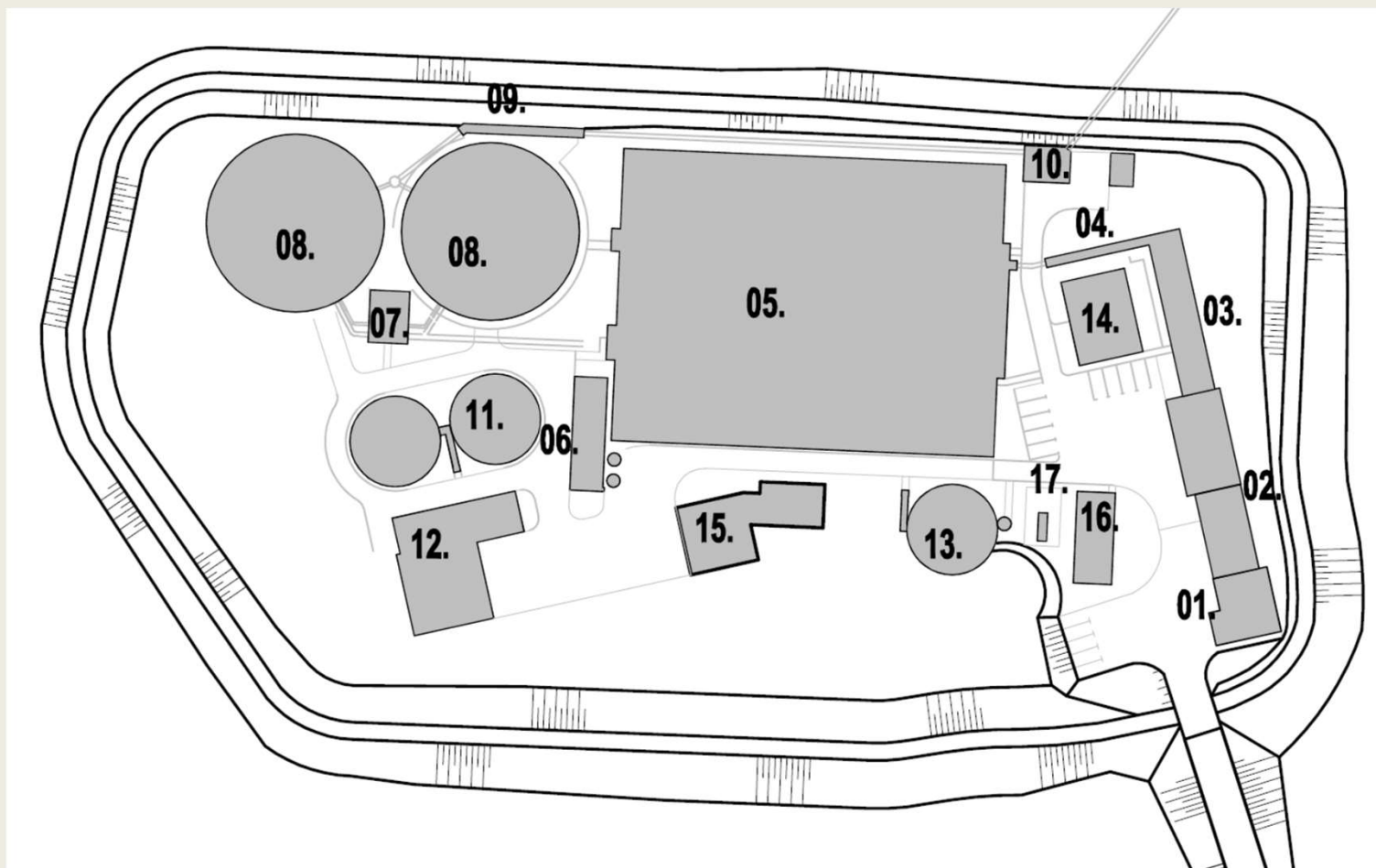
UPOV Sisak



SLADORANA županija



Kod UPOV-a Sisak pored već postojećih nasipa uz rijeku Savu izveden je dodatni obrambeni nasip oko samog uređaja.



Fotografije poplave gradilišta prije izvedbe obrambenog nasipa oko uređaja





2.2. Povezivanje uređaja na kolektor

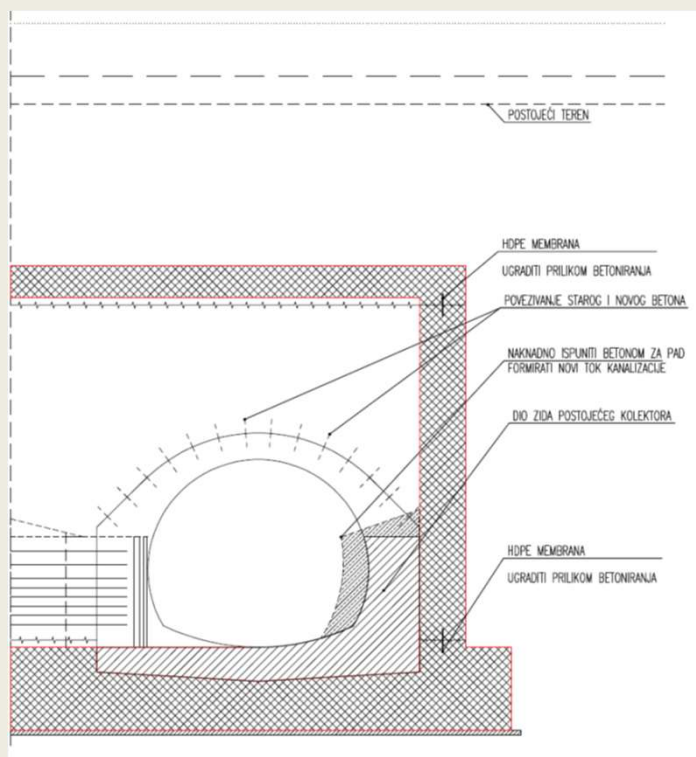
- povezivanje na postojeći kolektor
- povezivanje na novi kolektor



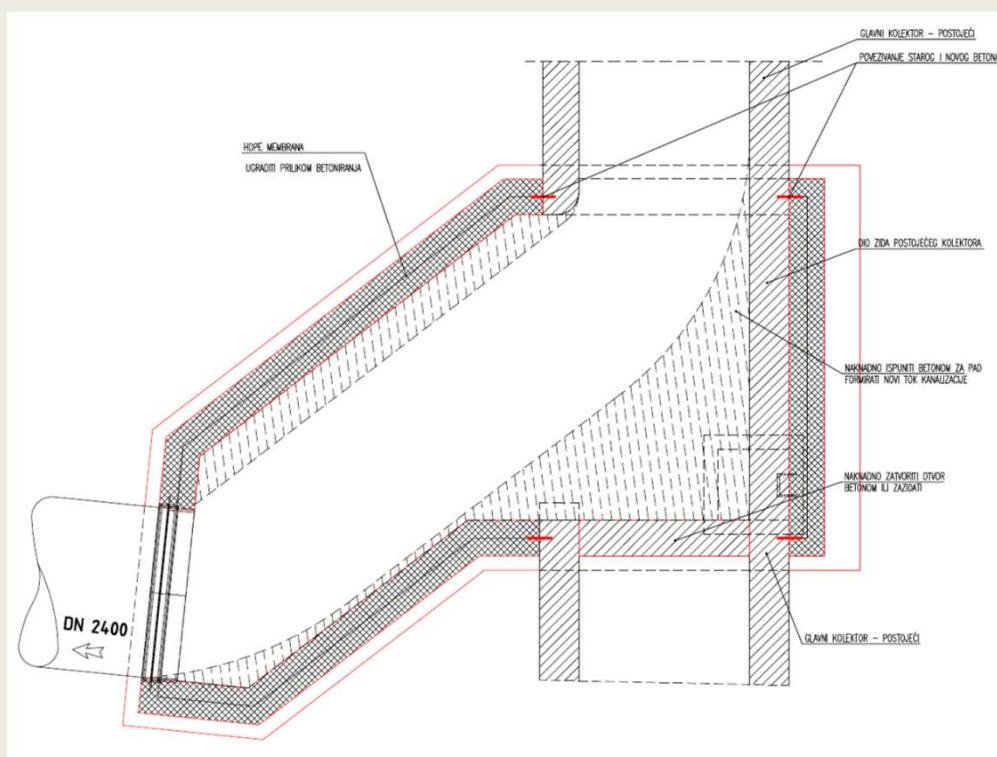
UPOV SLAVONSKI BROD

- Prikazan je priključak uređaja na postojeći kolektor kod dovoda vode (kolektor iz 1949.g.). Sličan postupak priključka je i kod odvoda vode.
- Spajanje na kolektor izvedeno je na način da je oko postojećeg kolektora izvedena nova ab konstrukcija.
- Na nekim drugim uređajima to su dosta složeniji zahvati nego što je to bio ovaj slučaj.

Presjek:

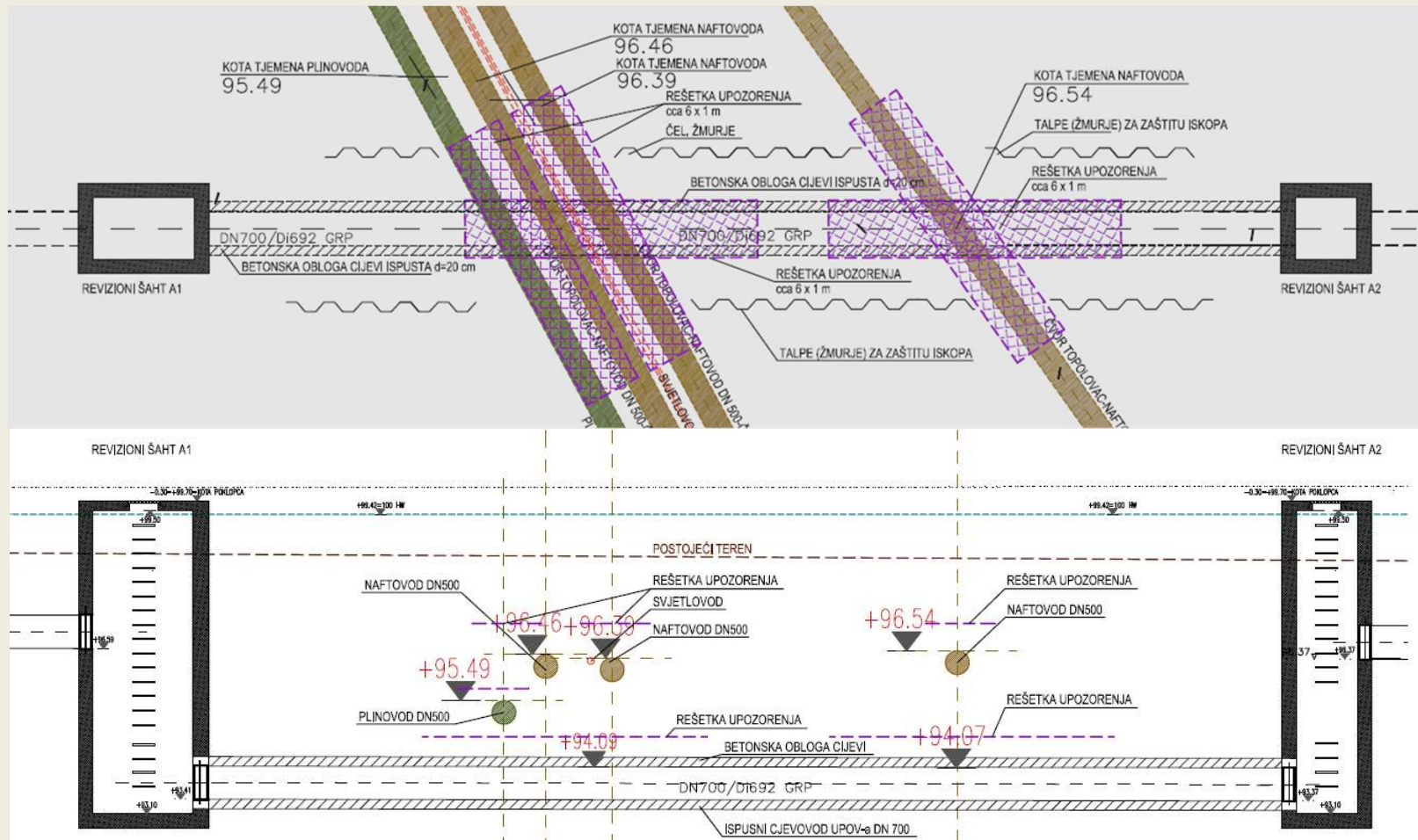


Tlocrt:



UPOV SISAK

Prikazan je ispust vode u rijeku Savu. Ovdje smo imali situaciju da se trasa projektiranog ispusta križala s postojećim magistralnim plinovodom i postojećim naftovodom. Problem je riješen na način da je izrađen "sifon ispod postojećih trasa". Kod ispusta u rijeku bilo je potrebno izraditi obaloutvrdu.



Slika iskopa kod gradnje ispusta (sifona)



2.3. Stabilnost građevina

BILO JE POTREBNO:

- osigurati građevine od njihovog izdizanja zbog djelovanja uzgona;
- osigurati slijeganje građevina u zadanim okvirima (tehnološki i građevinski kriteriji);
- Kao što je već rečeno radi se o građevinama koje se nalaze u blizini rijeke.
- Sastav tla na lokaciji uređaja je takav da je prvi površinski sloj glinoviti materijal debljine nekoliko metara.
- Drugi sloj tla koji se nalazi ispod gline, debljine nekoliko metara je zaglinjeni pijesak koji je “vodopropusan”.
- Pojedini objekti u sklopu jednog uređaja imaju različite:
 - dimenzije temelja (temeljni ploča)
 - kote temeljenja (temeljenje na nasipu različite debljine do nekoliko metara, ukopani objekti)
 - različito opterećenje na temeljno tlo



UZGON

Pojava uzgona zbog:

- djelovanja uzgona na temelje preko tankog sloja glinovitog materijala zbog procjeđivanja vode kroz temeljno tlo (kroz pješkoviti materijal);
- djelovanje uzgona direktno na temeljnu ploču zbog poplavnih zaobalnih voda koje mogu u manjoj mjeri poplaviti lokaciju samog uređaja;

Razmatrane su razne varijante osiguranja od uzgona:

- izvedba uređaja na višoj koti (izrada platoa);
- izvedba istaka ("krilaca") na temeljnoj ploči;
- izvedba klasičnih ab pilota;
- izvedba mlazno injektiranih stupnjaka;
- Izvedba dovoljno masivnih objekata; ...

Izvođač je odlučio da osiguranje građevina od djelovanja uzgona kod visokih voda izvede pomoću vlačnih mlazno injektiranih stupnjaka (pilota).

Preporuka korisniku kod svih uređaja je da pražnjenje pojedinih objekata zbog tehnološkog održavanja obavlja u vrijeme najnižih vodostaja (sušni period)

Preporuka izvođaču je da iskop tla za temeljenje građevina izvodi u sušnom periodu kada je nivo podzemne vode ispod kote temeljenja. Ako to nije moguće onda je potrebno izvesti potapanje građevinske jame kako bi se izbjegao slom tla.

Snižavanje nivoa podzemne vode u građevnim jamama izvedeno je pomoću sustava drenaže i pumpi.



SLIJEGANJE

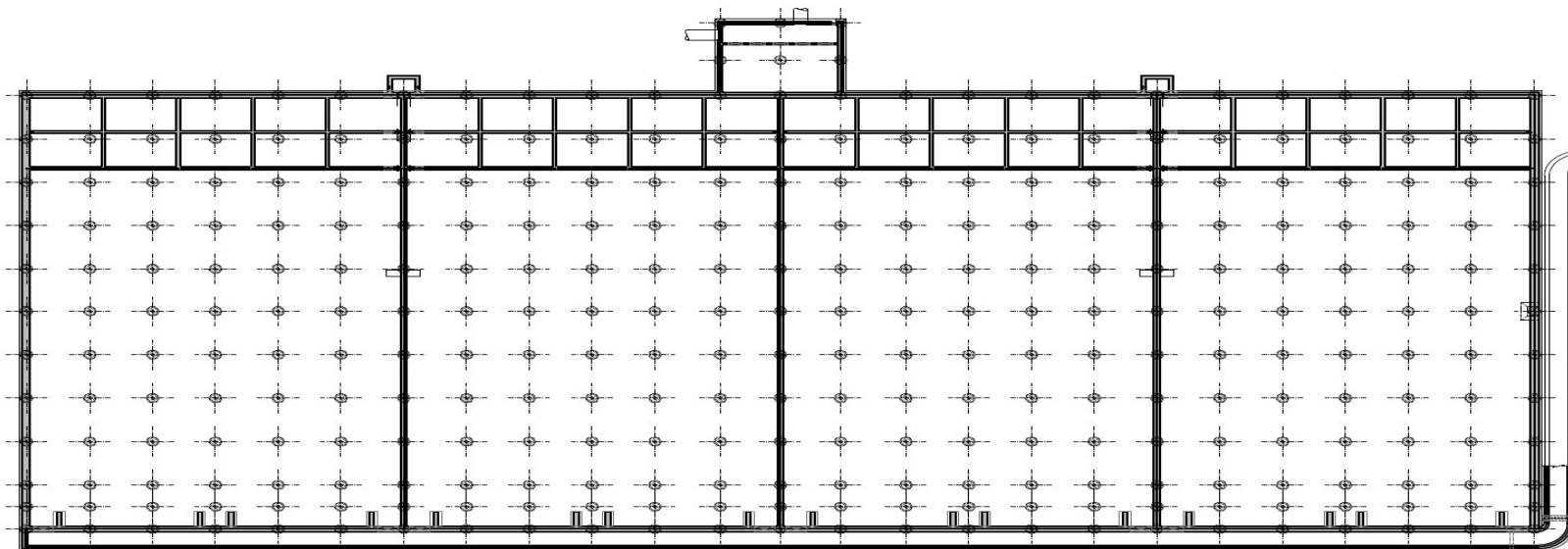
- Prema geotehničkim izvještajima procjena slijeganja iznosila je preko 10 cm (do 15 cm, različita slijeganja za pojedine objekte).
- Izvedeno je ojačanje temeljnog tla i smanjenje ukupnih i diferencijalnih slijeganja pomoću mlazno injektiranih stupnjaka.



Grafički prikaz karakterističnih građevina

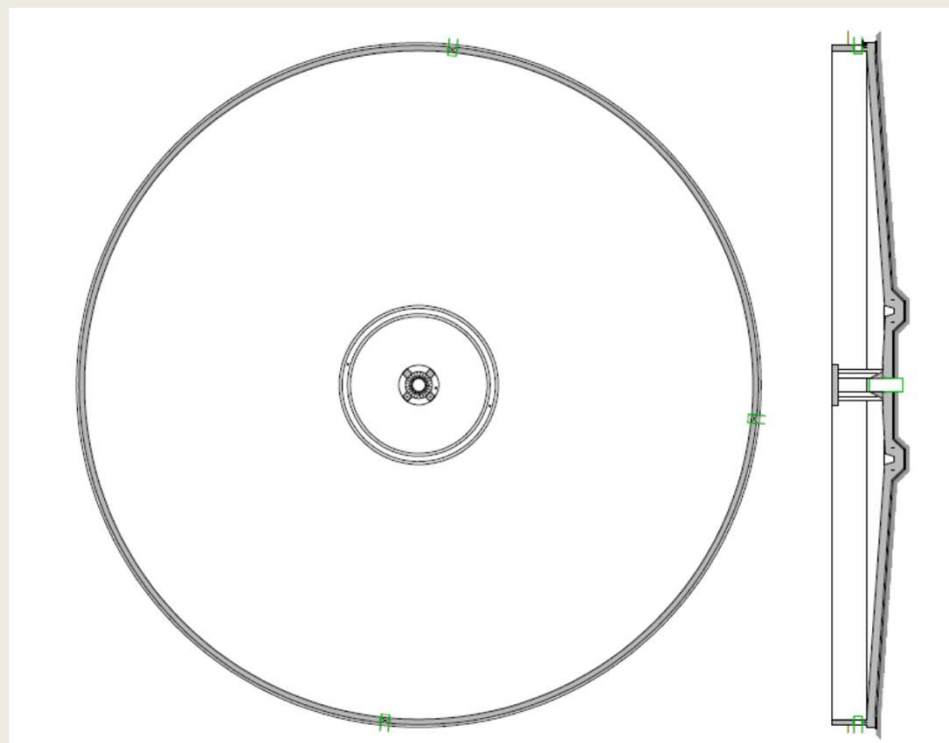
TLOCRT: SBR BAZENI, građevina br. 4, UPOV SL. Brod

- većim dijelom ukopana ab konstrukcija;
- tlocrtne dimenzije cca 98,0 x 40,3 m, visina bazena 6,3 m
- temeljna ploča debljine 50 cm jedinstvena cjelina ispod cijelog tlocrta
- debljina vanjskih zidova iznosi 50 cm, a unutrašnjih 40 cm
- izvedeni su vlačno-tlačni mlazno injektirani stupnjaci (uzgon, slijeganje)



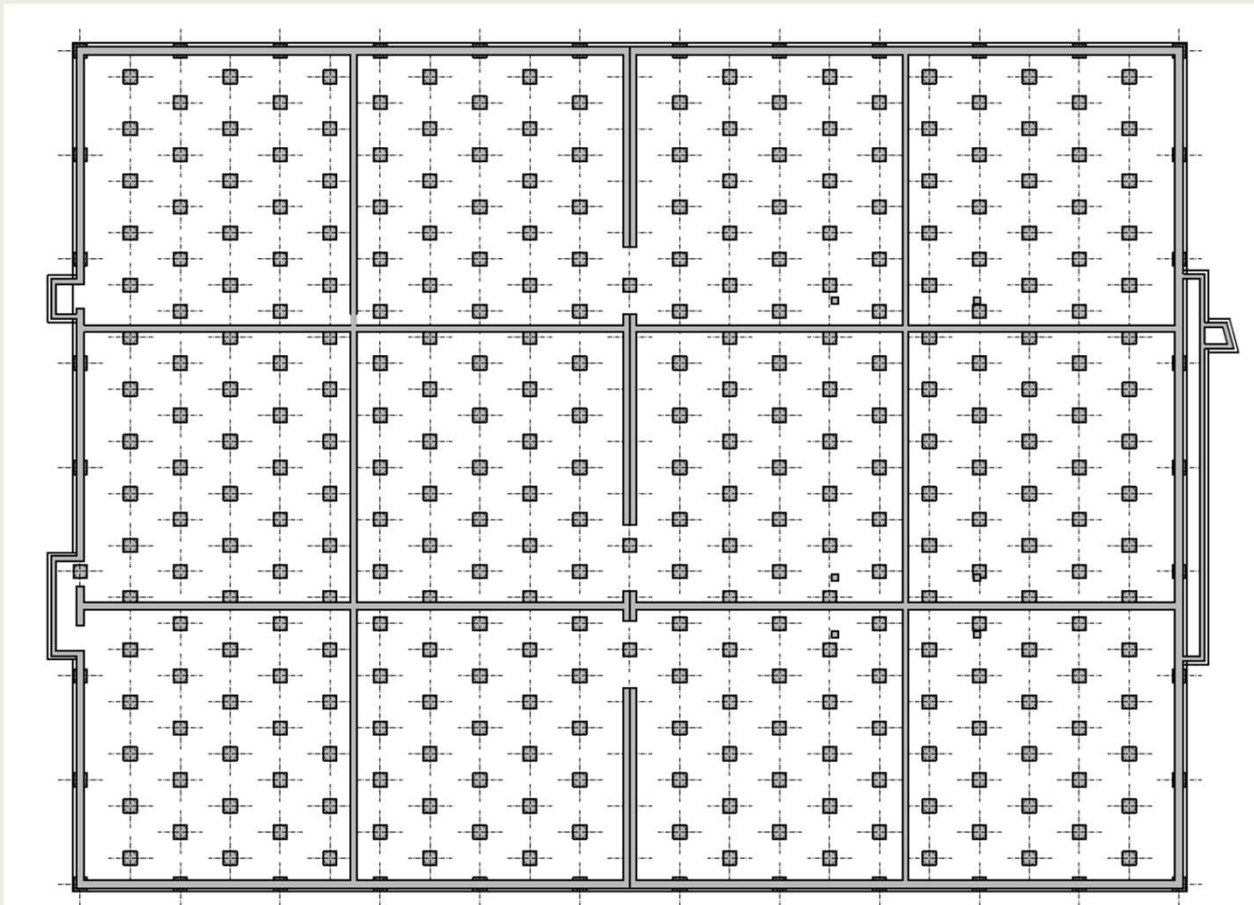
TLOCRT: RADIJALNI TALOŽNIK, građevina br. 2, SLADORANA Županja

- većim dijelom ukopana ab konstrukcija;
- promjer bazena iznosi cca 50,5 m, visina bazena u središnjem dijelu cca 4,5 m
- temeljna ploča debljine 60 cm jedinstvena cjelina ispod cijelog tlocrta
- debljina vanjskih zidova iznosi 40 cm
- Projektom je predviđeno da građevina radijalni taložnik bude napunjena vodom tijekom cijele godine iako je to tehnološki potrebno samo nekoliko mjeseci (uzgon)
- Zbog relativno malog opterećenja nije bilo potrebno izvoditi ojačanje temeljnog tla (slijeganje) .

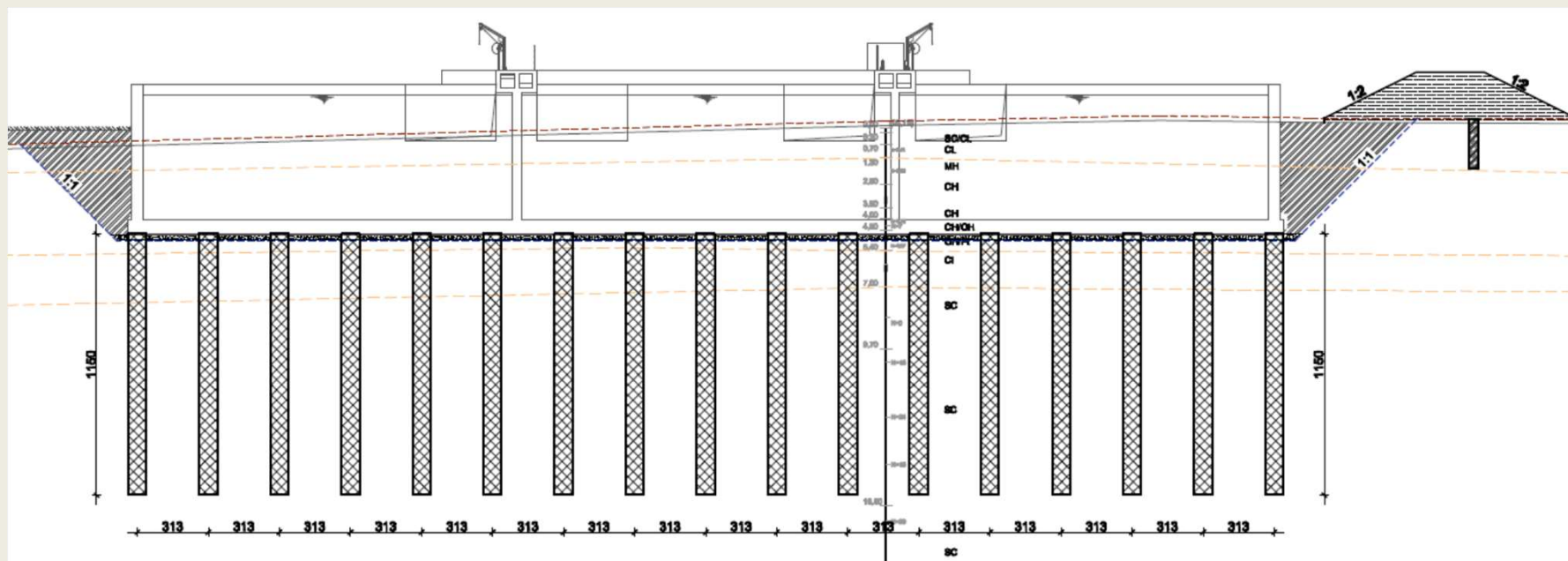


TLOCRT: BIOLOŠKA JEDINICA, građevina br. 5, UPOV Sisak

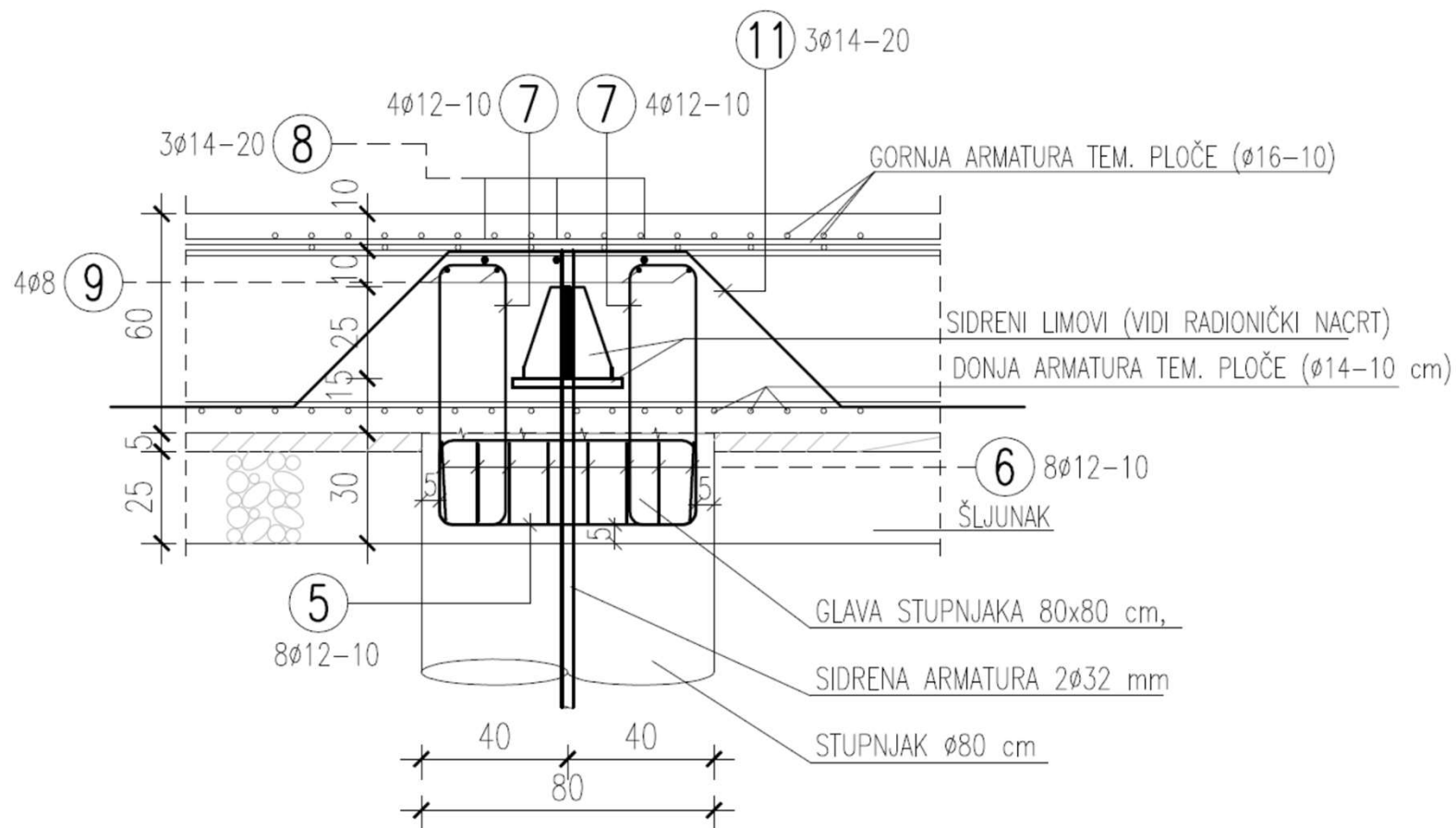
- većim dijelom ukopana ab konstrukcija;
- tlocrtne dimenzije cca 66,3 x 50,5 m, visina bazena cca 6,0 m
- temeljna ploča debljine 60 cm jedinstvena cjelina ispod cijelog tlocrta
- debljina vanjskih zidova iznosi 50 cm, a unutrašnjih 40 cm
- izvedeni su vlačno-tlačni mlazno injektirani stupnjaci (uzgon, slijeganje)



PRESJEK: BIOLOŠKA JEDINICA, građevina br. 5, UPOV Sisak



PRESJEK: DETALJ NALIJEGANJA TEMELJNE PLOČE NA STUPNJAK



Potapanje građevinske jame uslijed djelovanja uzgona na rasterećeno temeljno tlo



Izgled građevinske jame nakon spuštavanja razine podzemne vode



Izvođenje podložnog betona



Betoniranje temeljne ploče jedne građevine



Betoniranje temeljne ploče jedne građevine



2.4. Osiguranje uporabljivosti i tehnologija izvođenja

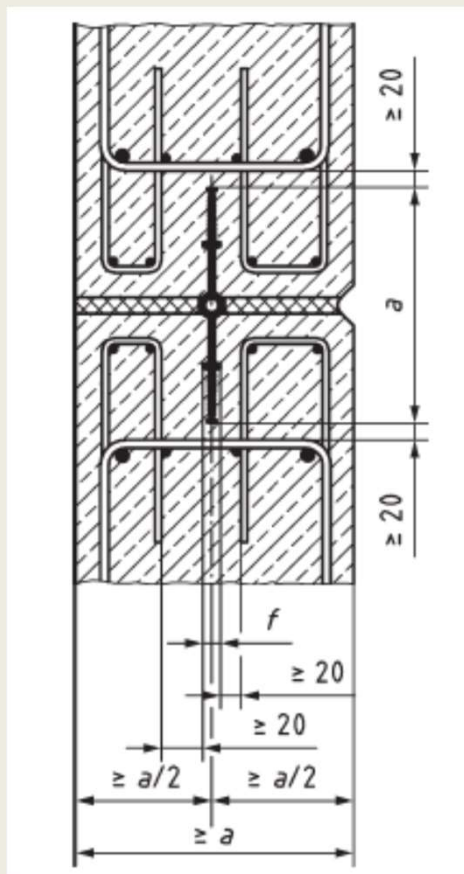
Bila je potrebna jasna komunikacija između tehnologa i građevinara kako bi se izbjegle sve nejasnoće uključujući i opterećenja od tehnologije

Tehnološki (procesni) dio uređaja izvodila su inozemna poduzeća pa su i sam koncept uređaja prilagođavali svojoj tehnologiji

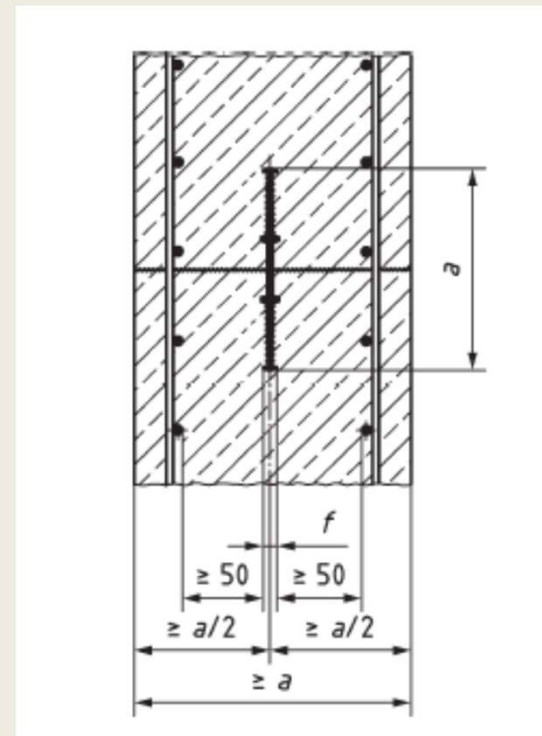
- Proračun pojedinih građevina proveden je u skladu s nizom normi
HRN EN 1991, 1992, 1993, 1996, 1997, 1998
- Građevine su projektirane kao vodonepropusne („bijela kada”).
- Karakteristična širina pukotina ograničena je na 0,2 mm (građevina sa plinom na 0,1 mm)
- Armatura B500B
- Beton C30/37, XA1, VDP 2
- Zaštitni sloj betona $c=5\text{cm}$
- Cementi za spravljanje betona niske hidratacijske topline
- Gotovi ugradbeni elementi kod prodora instalacija kroz zidove
- Ugradnja brtvenih traka na mjestu dilatacija (između pojedinih građevina) i radnih reški.
- Betoniranje u taktovima (taktovi dužine do cca 14 m)
- Pravilna ugradnja i njega betona
- Provedeno je ispitivanje vodonepropusnosti izvedenih objekata



Princip ugradnje brtvene trake na dilataciji



Princip ugradnje brtvene trake na radnoj reški



Taktovi betoniranja

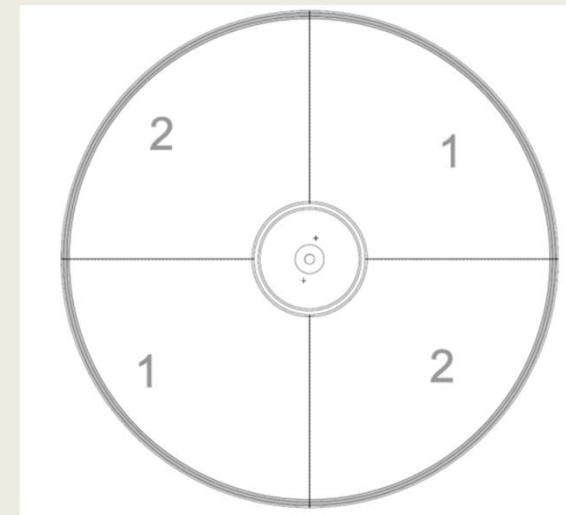
Vremenski period između betoniranja susjednih taktova (npr. 1 i 2) iznosi min 7 dana.

Pravokutna temeljna ploča

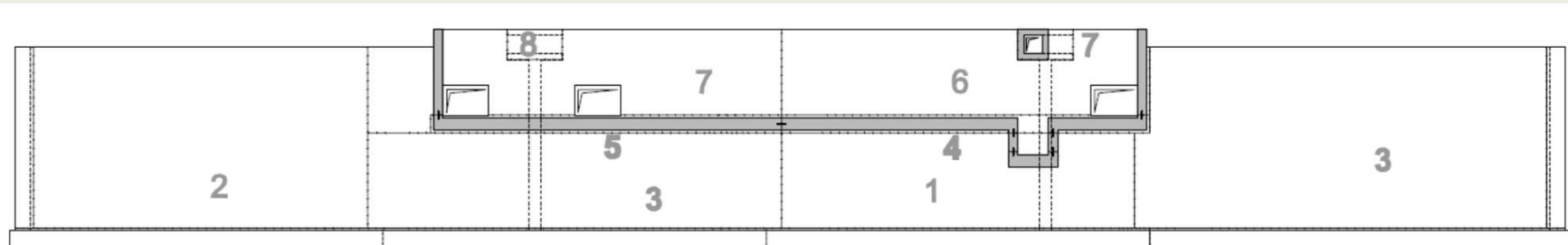
taktovi 3 i 4 izvode se nakon 28 dana u odnosu na 1 i 2

1	2	1	3	1	2	1
2	1	2	4	2	1	2
1	2	1	3	1	2	1

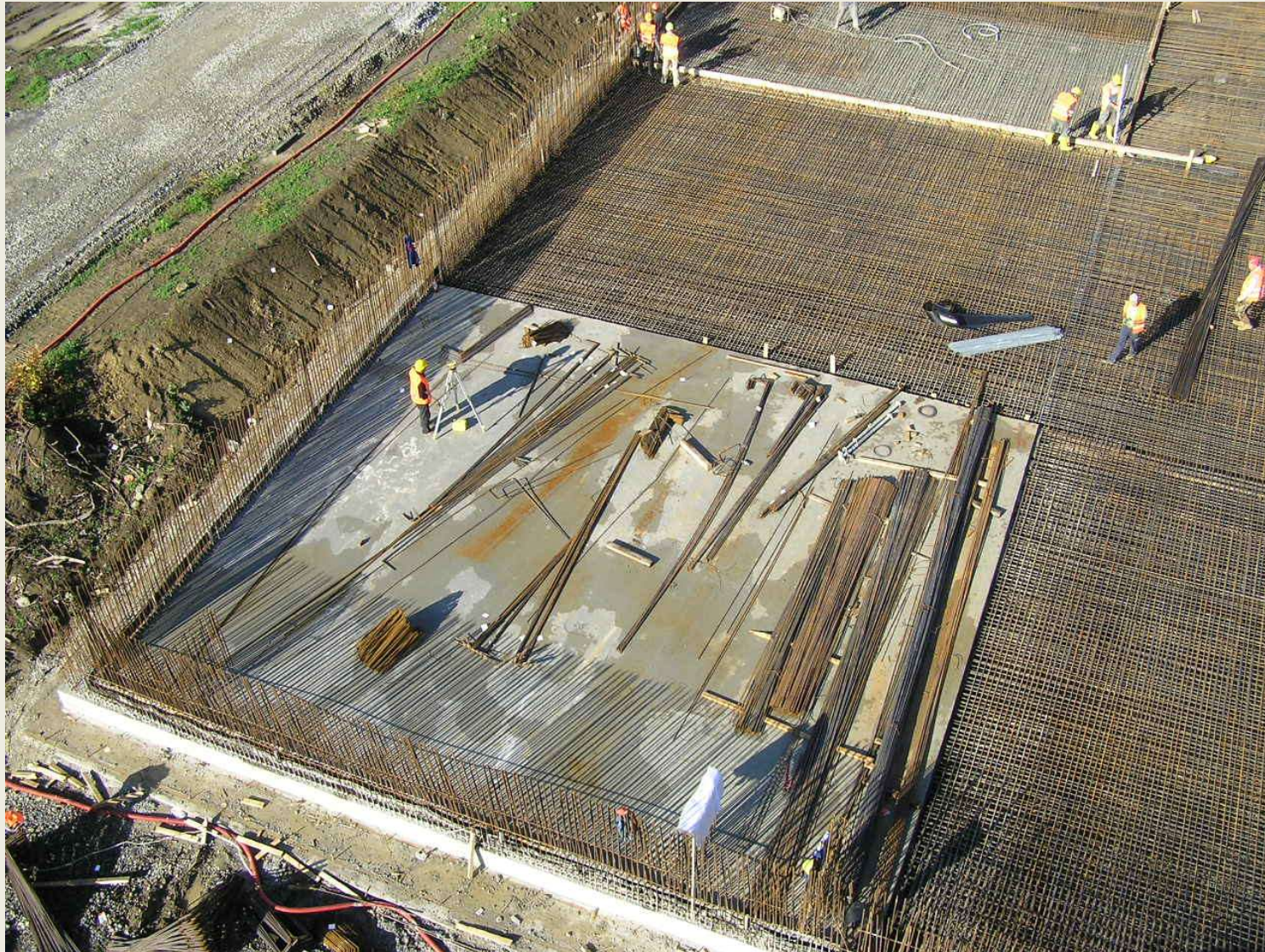
Kružna temeljna ploča



Zid bazena



Fotografija betoniranja u taktovima



Pogled na gradilište u fazi izvedbe



Pogled na gradilište u fazi izvedbe



Pogled na gradilište u fazi izvedbe



2.5. Greške u izvedbi

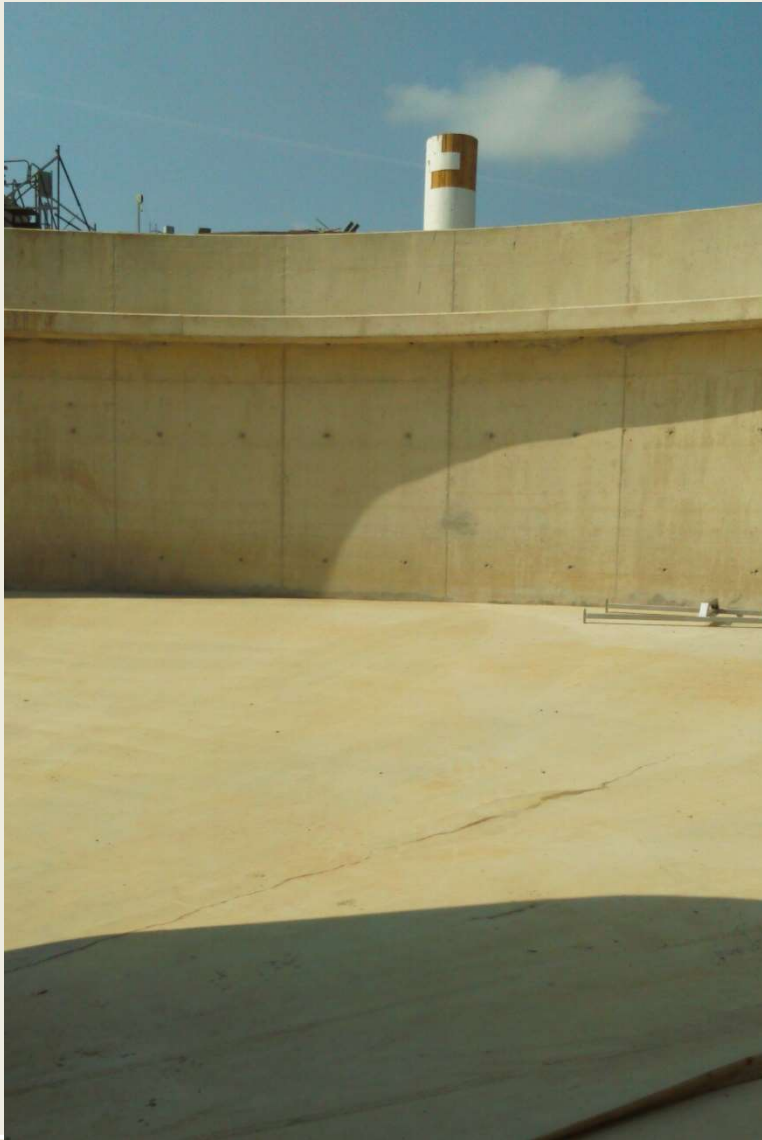
- Urušavanje kosina iskopa građevinske jame
- Visinsko „propadanje” dijela sidara u tijelo mlazno injektiranog stupnjaka neposredno nakon ugradnje
- Pojava pukotina na nekim dijelovima zbog neadekvatne njege betona
- Nepravilno ugrađena brtvena traka na dilataciji između dva objekta



Urušavanje kosina iskopa



Pojava pukotina zbog neadekvatne njege betona



Nepravilno ugrađena brtvena traka na dilataciji između dva susjedna objekta



Greške sa drugih projekata

Premalo armature za ograničavanje širine pukotina ??

Greške u izvođenju ??



3. Zaključak

- U ovoj prezentaciji prikazan je dio karakterističnih „SITUACIJA” koji se pojavljuju kod građevina ovakvog tipa.
- Na obrađenim građevinama sve navedene „situacije” riješene su na zadovoljavajući način.
- Uređaji su izvedeni u zadanom roku i unutar planiranih financijskih okvira.
- Na sljedećih nekoliko fotografija prikazan je izvedeni uređaj u Slavonskom Brodu za vrijeme visokog vodostaja rijeke Save.









HVALA NA POZORNOSTI !!

