

# Uređaj za pročišćavanje tehnoloških otpadnih voda u Osijeku

Zdenko Tadić, Davor Tomičić, Zorislav Despot

## Ključne riječi

tehnološke otpadne vode, uređaj za pročišćavanje, tekstilna proizvodnja, objekti uređaja, konstrukcija objekata, proračun

## Key words

industrial waste water, purification plant, textile production, plant structures, types of structures, calculation

## Mots clés

eaux usées industrielles, station d'épuration, production textile, installations de la station, construction des installations, calcul

## Ключевые слова

технологические сточные воды, очистительная установка, текстильное производство, объекты, конструкция объектов, расчёт

## Schlüsselworte

technologische Abwässer, Reinigungsanlage, Textilproduktion, Bauwerke der Anlage, Konstruktion der Bauwerke, Berechnung

Z. Tadić, D. Tomičić, Z. Despot

Stručni rad

## Uređaj za pročišćavanje tehnoloških otpadnih voda u Osijeku

Opisuje se uređaj za pročišćavanje tehnoloških otpadnih voda koje nastaju iz pogona nove tekstilne proizvodnje u slobodnoj zoni Osijeka, čiji je investitor Beneton Croatia d.o.o. iz Osijeka. Dani su osnovni podaci o procesu proizvodnje i opisani su uređaji za pročišćavanje. Prikazani su svi objekti u sastavu uređaja. Posebno su prikazane konstrukcije objekata koje se montiraju, a dio se izvodi monolitno. Osnovni podaci o proračunskim modelima konstrukcija također su opisani.

Z. Tadić, D. Tomičić, Z. Despot

Professional paper

## Industrial waste water treatment plant in Osijek

The plant for purification of the waste water generated by the new textile factory owned by the Osijek-based Beneton Croatia d.o.o. and situated in the Osijek free zone, is described in the article. Some basic information about the production process is presented and individual purification devices are described. All structures included in the plant are presented. Prefabricated structures are described in greater detail and a summary information is given about the monolithic parts of the plant. Basic data about calculation models for these structures are also provided.

Z. Tadić, D. Tomičić, Z. Despot

Ouvrage professionnel

## Station d'épuration des eaux usées industrielles à Osijek

L'article décrit la station d'épuration des eaux usées industrielles provenant de la nouvelle usine textile dans la zone franche d'Osijek, dont l'investisseur est Beneton Croatia d.o.o. d'Osijek. On donne les indications générales sur le processus de fabrication, avec la description des équipements d'épuration. Toutes les installations faisant partie de la station sont présentées. On décrit en particulier les constructions des installations montées. Une partie de la station est monolithe. On fournit également les généralités sur les modèles de calcul des constructions.

З. Тадич, Д. Томичич, З. Деспот

Отраслевая работа

## Установка для очистки технологических сточных вод в Осиеке

В работе описывается установка для очистки технологических сточных вод, возникающих в цехе нового текстильного производства в свободной зоне Осиека, инвестором которого является Beneton Croatia d.o.o. (A/O) из Осиека. Представлены основные данные о процессе производства и описана очистительная установка. Показаны все объекты в составе установки. Специально показаны конструкции монтирующихся объектов, а часть из них возводится монолитно. Основные данные о расчётных моделях конструкций также описаны.

Z. Tadić, D. Tomičić, Z. Despot

Fachbericht

## Reinigungsanlage für die technologischen Abwässer in Osijek

Beschrieben ist die Reinigungsanlage für technologische Abwässer die im Betrieb der neuen Textilproduktion in der Freizone von Osijek entstehen, dessen Investitionsträger die Beneton Croatia d.d. aus Osijek ist. Es sind die Grundangaben über den Produktionsprozess angeführt und die Reinigungsanlage beschrieben. Dargestellt sind alle Bauwerke im Aufbau der Anlage. Besonders ist die vorgefertigte Konstruktion der Bauwerke dargestellt, während ein Teil monolithisch ausgeführt wird. Auch die grundlegenden Daten über die Berechnungsmodelle sind beschrieben.

Autori: **Zdenko Tadić**, dipl. ing. građ.; **Davor Tomičić**, dipl. ing. građ., Hidroing, d.o.o. Osijek, trg J. Križanića 3; prof. mr. sc. **Zorislav Despot**, dipl. ing. građ., Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet, Zagreb

## 1 Uvod

U skladu s postavljenim gospodarskim ciljevima Republike Hrvatske i koncepcijom razvoja Osječko-baranjske županije investitor *Benetton Croatia d.o.o.* Osijek planira otvorenje nove tekstilne proizvodnje u slobodnoj zoni Osijeka. Realizacija se sastoji od dvije faze. U I. fazi izgrađen je pogon za tkanje oko 1050 t na godinu vunelih i pamučnih proizvoda. U okviru II. faze planira se proizvodni proces koji zahtijeva radnu halu, postrojenje za pripremu tehnološke vode, uređaj za pročišćavanje otpadnih voda i postrojenja energetike i infrastrukture. Na području koje pripada investitoru već se nalazi velika radna prizemna armiranobetonska montažna hala dimenzija 190x88 metara bivše tvornice *MIO Standard*, a potrebno je bilo izgraditi i ostale objekte planiranog pogona. Cijelo područje pogona zahvaća površinu od 62.937 m<sup>2</sup> i dio je izgrađene površine urbanističkog prostora radne zone grada Osijeka. U ovom su radu prikazani objekti i način pročišćavanja tehnoloških otpadnih voda.

## 2 Osnovni podaci o procesu proizvodnje

U punom pogonu planirana je proizvodnja kapaciteta od 9000 kg odjevnih predmeta na dan, koji moraju proći faze pranja, bojenja i kemijskog čišćenja. Odjevni predmeti od vune prolaze pripremnu fazu kemijskog čišćenja s otapalom, da bi se uklonile masnoće iz vunenog vlakna koje bi ometale proces bojenja. Proizvodi u sljedećem tehnološkom koraku prolaze kroz proces kemijskog čišćenja, gdje se očekuje količina otpada od 8 do 12 tona na godinu. Nakon kemijskog čišćenja, oko 1600 kg na dan odjevnih predmeta odlazi na bojenje. Proces bojenja odvija se na temperaturi od 98°C, nakon čega se proizvodi suše u centrifugama. Otpadne vode koje nastaju u procesu bojenja i centrifugiranja odvođe se vodonepro-

Tablica 1. Pretpostavljena kakvoća tehnoloških otpadnih voda i dopuštena koncentracija

Sastav tehnoloških otpadnih voda	Jedinica mjere	Pretpostavljena kakvoća tehnol. otpadnih voda	Maks dopuštena koncentracija
pH vrijednost		7,0 – 8,0	5,0 – 9,5
taložive tvari	ml/1h	5,0 – 15,0	20,0
KPK <sub>Cr</sub>	mgO <sub>2</sub> /l	200-600	700
BPK <sub>5</sub>	mgO <sub>2</sub> /l	~ 180	250
kloridi	mg/l	100-500	1000
sulfati	mg/l	100-400	400
detergenti, anionski	mg/l	1,0-5,0	10,0
detergenti, neionski	mg/l	1,0-10,0	10,0
ukupni fosfor	mgP/l	1,3 – 6,6	10,0
nitriti	mgN/l	0,5 – 3,2	10,0
ulja i masti	mg/l	2,0 – 14	100

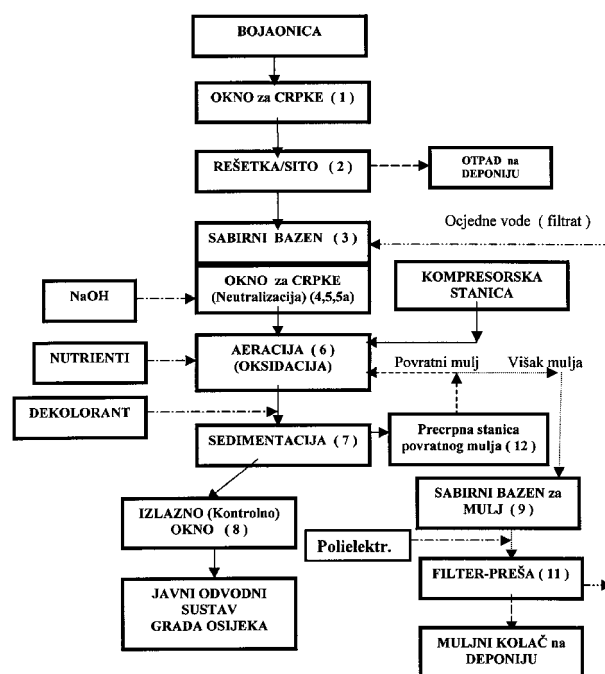
pusnim betonskim kanalima do uređaja za pročišćavanje. Tehnološki proces proizvodnje završava sušenjem odjevnih predmeta na temperaturi od 70°C do 100°C, ovisno o vrsti proizvoda. U tehnološkom procesu nastat će ukupno 60 do 80 m<sup>3</sup>/h otpadnih voda. U tablici 1. prikazani su pretpostavljena kakvoća tehnoloških otpadnih voda i uspoređenje s dopuštenim koncentracijama prema [5, 6].

Projektom, koji je opisan u ovom članku, potrebno je bilo odabrati način pročišćavanja otpadnih voda iz opisanoga proizvodnog procesa u skladu s [1, 2, 3, 4, 7] i projektirati potrebne objekte [9].

## 3 Uređaj za pročišćavanje tehnoloških otpadnih voda

Predviđena je izgradnja mehaničko-biološkog uređaja za čišćenje tehnoloških otpadnih voda s aktivnim muljem. Na osnovi ulaznih podataka o vrsti i količini sirovina, dodatka i boja, kakvoći ulazne i otpadne vode, trebalo je riješiti problem smanjivanja organskog (biološkog) opterećenja te suspendiranih tvari i detergenata. Kako je uklanjanje ovakvog zagađivanja moguće najefikasnije provesti u kombinaciji mehaničko-fizikalnih i bioloških postupaka izabran je takav tip postupaka.

Predviđeni je uređaj kapaciteta 4000 ES ("ekvivalent stanovnika") s mehaničkim i biološkim čišćenjem otpadnih voda. Shema funkcioniranja uređaja s objektima prikazana je na slici 1.



Slika 1. Shema uređaja za pročišćavanje otpadnih voda

Mehanički stupanj čišćenja otpadnih voda obavlja se na osnovi odvajanja krutih i tekućih čestica na posebnim

uređajima, rešetkama i sitima te taloženjem mineralnih i drugih suspendiranih tvari u taložnicima. Ovaj stupanj čišćenja osigurava relativno nesmetan rad uređaja: pripremu otpadne vode za biološko pročišćavanje, sprječava inhibiciju biološkog postupka, zbog ulja i masti, te uklanja mogućnost eventualnih mehaničkih oštećenja od agregata (pijesak) u daljnjoj obradi.

Biološki stupanj čišćenja otpadnih voda odvijat će se u tzv. aerobnom procesu čišćenja metodom aktivnog mulja. U tom će se postupku najvećim dijelom odstraniti organsko onečišćenje. Samo pročišćavanje otpadnih voda obavljaju mikroorganizmi, tj. aerobne bakterije koje su glavni čimbenik biološke obrade i sastavni dio aktivnog mulja. Radi poboljšanja i ubrzanja aktivacije mikrobioloških procesa te bržeg stvaranja optimalnih uvjeta za razvoj aktivnog mulja (mikrobiološke mase) injektirat će se dodatak u obliku vodene otopine dvoamonijskog fosfata i uree, proizvoda s visokom koncentracijom KPK, trgovačkog naziva *Bioaliment* i nepatogene liofilizirane bakterijske flore trgovačkog naziva *Biomix 20/04*. Dodaci se injektiraju odmah na startu probnog pogona u količini: 1.000 litara otopine *Bioaliment* i 150 kg bakterijske flore *Biomix 20/04*. To će biti podloga dovoljna za aktiviranje biološke mase koja će omogućiti pokretanje kompleksnoga prirodnoga biološkog lanca oksidacije i raspada zagađujućih tvari koje će tu doći s otpadnim vodama iz odjela *Bojadisaonice*. Biološka masa koja će se stvoriti od samog početka bit će napajana kisikom sustavom aeracije, smještenim na dnu aeracijskog bazena. Uobičajeno je na istim ili sličnim uređajima za pročišćavanje otpadnih voda da optimalni uvjeti za potpuni razvoj mikrobiološke kulture nastaju nakon 30 do 60 dana a to je tzv. "uhodavanje uređaja". U tom se razdoblju obavlja usklađivanje svih potrebnih čimbenika uređaja. Praćenjem kakvoće pročišćenih tehnoloških voda kao i kakvoće aktivnog mulja koji će nastati za trajanja probnog pogona možda će biti potrebno i dodatno injektiranje *Bioalimentom* i *Biomixom 20/04* u količinama koje će biti utvrđene u tijeku probnoga rada. Kemijski procesi teku usporedno, a zasnovani su na principu oksidacije s pomoću kisika unesenog u aeracijski bazen. Za optimalno odvijanje biološko-kemijskih procesa razgradnje u ovom stupnju pročišćavanja predviđen je niskoopterećeni aeracijski bazen s dugim vremenom zadržavanja otpadnih voda (oko 24 sata). Posljedica procesa jest dobivanje aktivnog mulja koji će se dugim zadržavanjem i dostatnom aeracijom potpuno stabilizirati. Smjesa aktivnog mulja i otpadne vode prelijeva se preko rubnog kanala u sedimentacijski bazen. U njemu teku mehaničko-fizikalni procesi odvajanja tekuće od krute smjese aktivnog mulja i obrađenih otpadnih voda. Bistra voda prelijeva se preko obodnog ruba bazena u izlazno (kontrolno) okno te gravitacijskim kanalom odlazi prema spoju na gradski javni odvodni sustav. Mulj se skuplja u

sabirnom bazenu i odvodi na postupak dehidracije s pomoću filter-preša. Dehidrirani mulj skuplja se u kontejnere i odvozi na uređeno sanitarno odlagalište ili na prethodno izabrane i kontrolirane poljoprivredne površine. Ocedne vode iz procesa filtriranja vraćaju se u sabirni bazen.

#### 4 Opis objekata uređaja

##### 4.1 Ulazna crpna stanica - (1) na slici 1.

Ulazno okno je tipski armiranobetonski objekt koji služi za prihvatanje svih otpadnih voda koje dolaze na uređaj za pročišćavanje. To je bazen pravokutnog oblika dimenzija 3,5x2,5x4,0 m ukopan potpuno u zemlju. U bazen su uronjene podvodne crpke čiji je rad automatiziran i ovisi o razini vode na ulazu u crpnu stanicu.

##### 4.2 Rešetka/sito - (2)

Postupak odvajanja krutih tvari provodi se s pomoću fine automatske rešetke/sita što se nalazi iza crpne stanice, a prije ulaza u sabirni bazen. Sito je izrađeno od nehrđajućeg čelika s okancima od 0,75 mm.

##### 4.3 Sabirni bazen - (3)

Neposredno prije aeracijskog bazena predviđena je izgradnja sabirnog bazena kojega je zadatak izjednačavanje kvantitete i kvalitete ulaznih otpadnih voda na uređaj. Armiranobetonski polumontažni bazen ukupnog je obujma 1700 m<sup>3</sup>, pravokutnih dimenzija 23,0x17,0x4,0 m, djelomično je ukopan u zemlju, s visinom gornjeg kao i povremeno osvježivanje skupljenih otpadnih voda, zbog sprječavanja anaerobnih procesa, u bazenu su smještene turbine za upuhivanje zraka. Na izlaznom dijelu bazena predviđen je poseban dio u koji su uronjene crpke predviđene za stalno i jednoliko posluživanje biološkog stupnja uređaja za pročišćavanje. U slučaju potrebe neutralizacije pretežno kiselih otpadnih voda tu se provodi i naknadno usklađivanje pH-vrijednosti automatskim dodavanjem potrebnih kemikalija.

##### 4.4 Aeracijski bazen - (6)

Biološka obrada otpadnih voda obavlja se u aeracijskom bazenu, i to aerobnim procesom pročišćavanja. Bazena je armiranobetonski polumontažni, obujma 2200 m<sup>3</sup>, pravokutnih dimenzija 23,0x23,0x4,0 m, djelomično ukopan u zemlju kao i sabirni bazen. U njemu se iz otpadnih voda najvećim dijelom uklanjaju organska onečišćenja, tzv. biorazgradive organske tvari, i prevode u prirodne jednostavne i ekološki prihvatljive produkte, CO<sub>2</sub> i vodu, kao i dio nove biološke mase, tzv. višak aktivnog mulja. Predviđena je biološka obrada metodom aktivnog mulja

s upuhivanjem zraka pri dnu bazena. Samo pročišćavanje otpadnih voda obavlja se uz pomoć mikroorganizama, tzv. aerobnih bakterija, koje su glavni sastavni dio aktivnog mulja. Potreban kisik za intenzivan metabolizam bakterija unosi se u bazen putem finih mjehurića zraka posebnim sustavom membranskih difuzora. Komprimirani zrak za aeraciju proizvodi se kompresorima smještenim u posebnoj objektu radi zaštite od atmosfere i sprječavanja širenja buke u okoliš.

#### 4.5 Bazen za sedimentaciju (taložnik) - (7)

Odvajanje krute, tzv. biomase (aktivni mulj), od tekuće faze i pročišćene vode obavlja se u taložniku. To je armiranobetonski polumontažni bazen ukupnog volumena  $540 \text{ m}^3$ , okruglog tlocrta s promjerom od 18,0 m i dubinom 2,0 m. Smjesa vode i aktivnog mulja iz aeracijskog bazena dovodi se u taložnik odakle se pročišćena voda pretežno horizontalnim polaganim strujanjem upućuje prema obodnim prelivnim žljebovima, a aktivni mulj zbog malih brzina strujanja pada na dno taložnika. Istaloženi aktivni mulj skuplja se u posebnoj udubljenju, a skupljanje mulja potpomognuto je posebnim zgrtačem mulja logaritmičkoga poprečnog profila izrađenog od čelika montiranog na središnju os. Skupljeni mulj odvodi se do okna crpne stanice odakle se crpkama vraća u proces pročišćavanja, odnosno višak mulja u muljni sabirnik na daljnju obradu strojnom dehidracijom putem filter-preše. Pročišćena i bistra voda prelijeva se po obodnom rubnom kanalu (žlijebu) u izlazno kontrolno okno, odakle dopijeva u sustav gradske kanalizacije.

#### 4.6 Izlazno kontrolno okno - (8)

Pročišćena se bistra voda iz prelivnih žljebova sedimentacijskoga bazena odvodi u kontrolno okno i dalje gravitacijski do spoja na javni odvodni sustav. U izlaznom je oknu predviđeno mjerenje protoka pročišćenih otpadnih voda induktivnim mjeracem protoka, uzimaju se i uzorci vode za potrebe obavljanja analiza i kontrole vode te određivanja efekta pročišćavanja.

## 5 Konstrukcije objekata

Konstrukcije bazena su armiranobetonske polumontažne. Bez obzira na oblik, pravokutni ili okrugli, svi bazeni imaju monolitne armiranobetonske podne ploče s rubnim prstenom, izvedenim na mjestu građevine i na njih se montiraju predgotovljeni paneli (zidovi bazena) (slika 2.). Prvo se izvodi prsten, nakon toga se montiraju zidni paneli na kojima je u peti ostavljena potrebna armatura i na kraju se betonira podna ploča. Zahtijevana je visoka točnost izvedbe monolitnog prstena, radi postizanja precizne postave zidova bazena, koji moraju zadovolja-

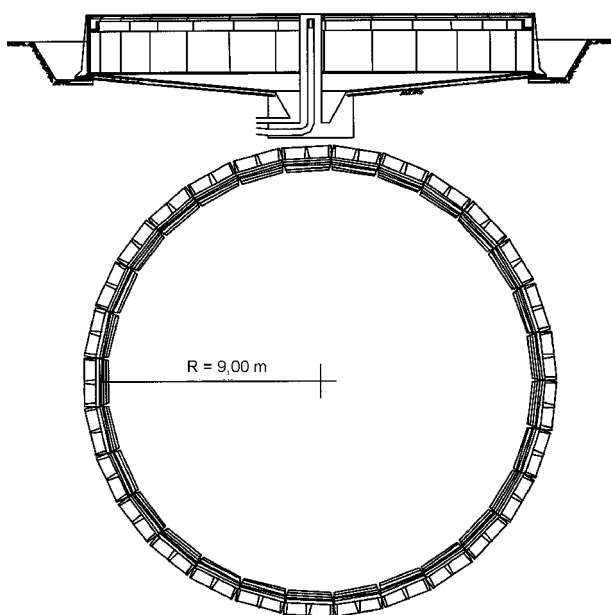


Slika 2. Zidni paneli tijekom montaže

vati uvjet vodonepropusnosti. Zidni paneli, širine 2,0 m i visine prema potrebi, oblikovani su s konstruktivnim rebrom i utorima na međusobnom spoju u koji se za montaže polaže armatura i brtve zbog postizanja vodonepropusnosti. Polumontažnu je konstrukciju proizvela tvrtka *Paver* iz Piacenze u Italiji, koja je projektirala i izvela bazene. Svi su bazeni izgrađeni u kratkom roku, posebno je brzo obavljena montaža zidnih panela (za tjedan dana). Posebnu pozornost je trebalo posvetiti proračunu bazena i posteljici, zbog slaboga i neujednačenoga temeljnog tla, što je zahtijevalo pažljivu izvedbu temeljnih ploča.

#### 5.1 Taložnik

Taložnik je bazen kružnog tlocrta s polumjerom  $R = 9,0 \text{ m}$  (slike 3. i 4.). Dno je monolitna armiranobetonska podna ploča s padom prema sredini. Zid bazena čine armiranobetonski predgotovljeni paneli dimenzija  $H/B/A = 270/200/70 \text{ cm}$  postavljeni po obodu kruga na armiranobetonski prsten debljine 50 cm. Oni tvore zid bazena s ukupno 29 osnosimetričnih segmenata. Spajaju se s podnom pločom armaturom ostavljenom u peti panela. Podna se ploča debljine je 20 cm i od vodonepropusnog je betona. Minimalna armatura ploče zadovoljava kriterij pukotina. Podna ploča se polaže na pripremljenu postelnicu minimalne debljine 40 cm.



Slika 3. Taložnik (presjek i tlocrt)

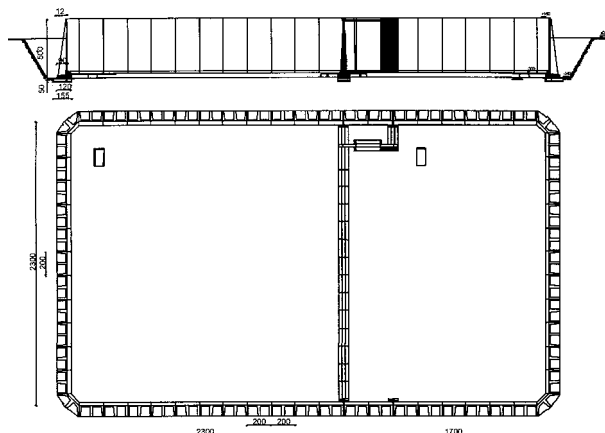


Slika 4. Detalj taložnika tijekom gradnje

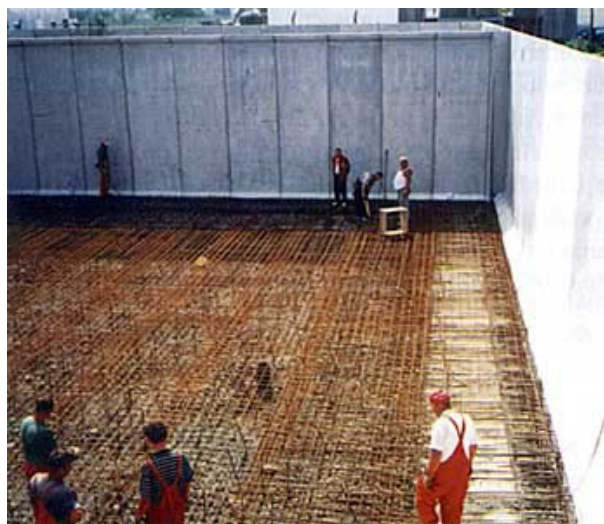
### 5.2 Sabirni i aeracijski bazeni

Sabirni i aeracijski bazeni u jednoj su građevini, pravokutnom bazenu s pregradom, tlocrtnih dimenzija (17,0 + 23,0) x 23,0 m (slike 5. i 6.). I ovdje je isti konstruktivni sustav kao kod taložnika, zidovi su od predgotovljenih panela, što se postavljaju na trakaste temelje debljine 50 cm, koji se povezuju s podnom pločom debljine 40 cm

koja mora biti vodonepropusna. Podna ploča polaže se na pripremljenu posteljicu minimalne debljine 40 cm.



Slika 5. Presjek i tlocrt sabirno-aeracijskog bazena



Slika 6. Izvedba podne ploče u sabirno-aeracijskom bazenu

### 5.3 Plato uz halu

Pogonski je odjel na armiranobetonskoj podnoj ploči tlocrtnih dimenzija 45x10 m (slika 7.). Natkriven je laganom čeličnom konstrukcijom. Podna ploča opterećena je uređajima tehnološkog procesa, debljine je 70 cm. Na ploči je industrijski pod u padu, debljine od 10 do 18 cm. Na dijelu podne ploče prema prije izgrađenoj radnoj armiranobetonskoj montažnoj hali, u udaljenosti 1,0 m od temelja hale, na podlogu će se postaviti traka od stiropora debljine 10 cm te će se na njoj izvesti podna ploča debljina kojih je na tom dijelu 60 cm. Time se nastoji izbjegnuti oslanjanje podne ploče na tlo u blizini postojećih temelja hale, kako bi utjecaj opterećenja na ploči bio čim manji na deformacije postojeće armiranobetonske montažne hale. Podna ploča i kontaktna naprezanja pro-



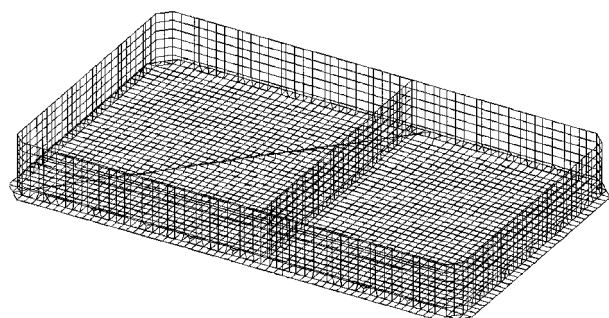


Slika 7. Plato uz halu s nadstrešnicom

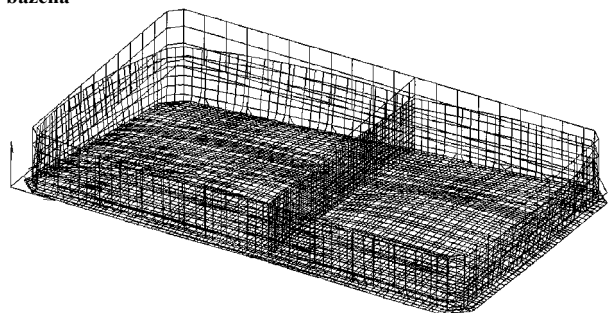
računana su uz pretpostavku oslanjanja na elastičnu podlogu čije kvalitete su nešto bolje nego kod bazena.

#### 5.4 Proračunski modeli

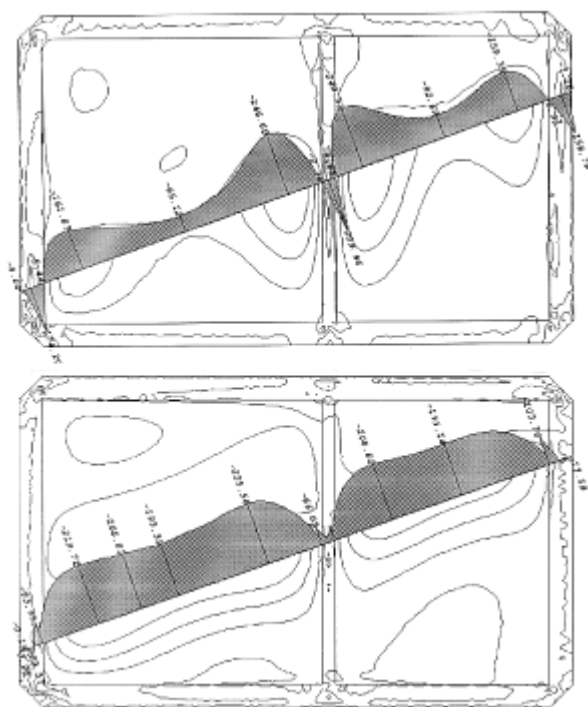
Bazeni su za potrebe proračuna modelirani kao prostorna konstrukcija (slike 8. i 9.). Modelirana je monolitna armiranobetonska ploča s rubnim prstenom i predgotovljenim zidnim panelima. Veza između zida i podne ploče modelirana je zgloбно, zbog teško ostvarive krute veze između montažnih panela i armiranobetonske ploče izgrađene na licu mjesta. Podna ploča i kontaktna naprežanja u tlu proračunani su uz pretpostavku oslanjanja na *Winklerovu* elastičnu podlogu čije su kvalitete predviđene



Slika 8. Mreža konačnih elemenata aeracijskog i sedimentacijskog bazena



Slika 9. Shematski prikaz deformacije konstrukcije sabirno-aeracijskog bazena

Slika 10. Dijagrami i izolnije momenata u ploči aeracijskog bazena ( $M_x$  – gore,  $M_y$  – dolje)

ne vertikalnim koeficijentom krutosti tla  $c_v = 10000 \text{ kN/m}^3$  na dijelu gdje se očekuje sraslo tlo i  $c_v = 1000 \text{ kN/m}^3$  na dijelu podloge bazena koja je nasipana. Linija promjena kvalitete tla ucrtana je na modelu poda bazena. Proračun je obavljen na elektronskom računalu primjenom programa STAAD III. Opterećenje bazena su tlo i voda, a prema podacima iz geotehničkog izvješća. Izlazni rezultati prikazani su na slici 10.

## 6 Probni rad i kontrola

Nakon završetka gradnje objekata i montaže opreme, a prije obavljenoga tehničkog pregleda, započet će se s probnim radom uređaja. Cijeli uređaj valja dovesti do potpune funkcionalnosti, optimizirati proces pročišćavanja otpadnih voda i dokazati zadovoljavajuću kvalitetu pročišćene vode. U probnom i u redovnom pogonu, uređaj će raditi potpuno automatski. Interna stručna služba obavljat će radove kontrole posluživanja uređaja i praćenje kvalitete pročišćene vode.

### 6.1 Probni rad

Biološki procesi pročišćavanja otpadnih voda počinju čim se stvore povoljni uvjeti u mediju, a to su:

- dovoljna količina organskog zagađenja kao hrana za mikroorganizme koji su uvijek prisutni u svakoj vodi

- dovoljan broj potrebnih mikroorganizama za pokretanje procesa pročišćavanja i potrebna količina za postizavanje očekivanih rezultata u efektima pročišćavanja
- optimalni ostali vanjski uvjeti u ambijentu procesa biološke razgradnje, a koji čine pH-vrijednosti, temperatura i količina potrebnog kisika.

Na uređaju za pročišćavanje tvrtke *Benetton-Croatia* u Osijeku u otpadnoj vodi iz pogona bojadisaonice bit će odmah nakon puštanja u probni pogon dovoljna količina organskog zagađenja. Uobičajeno je na sličnim uređajima da optimalni uvjeti za potpuni razvoj mikrobiološke mase nastaju nakon određenog vremena, tzv. "uhodavanja uređaja", što je predmet probnog rada, i u tom se procesu obavljaju usklađivanja svih potrebnih čimbenika. Poznato je da se optimalni uvjeti za ispravno funkcioniranje procesa biološke razgradnje u uređajima za pročišćavanje otpadnih voda stvaraju u normalnom i neprekidnom radu za otprilike 30 dana.

Početak probnog rada bit će poslije završetka izgradnje svih objekata i montaže elektro i strojarske opreme uređaja, nakon provedenih testova nepropusnosti građevinskih objekata i spojnih cjevovoda te nakon punjenja vodom sabirnog, aeracijskog i sedimentacijskog bazena. Radi poboljšanja i ubrzanja mikrobioloških procesa te bržeg stvaranja optimalnih uvjeta za razvoj aktivnog mulja (mikrobiološke mase), predviđa se početno aktiviranje bioloških procesa dodavanjem za to sustavom aeracije smještenim na dnu bazena koja će omogućiti odvijanje kompleksnoga prirodnoga biološkog lanca oksidacije i raspada zagađujućih tvari.

Trajanje probnog rada predviđeno je 60 dana neprekidno, što znači kontinuirani rad bez prekida dužih od 3 dana. Prekidi mogu nastati zbog prestanka rada bojadisaonice, nedostatka otpadnih voda ili drugih materijala i sredstava potrebnih za rad uređaja, zbog kvara na pojedinim dijelovima opreme te više sile. U slučaju prekida dužeg od 3 dana probni se rad uređaja prekida i ponavlja u cijelosti. Završetak će biti nakon isteka 60 dana neprekidnog rada. U tom se vremenu mora dokazati potrebna kvaliteta pročišćene vode te pouzdanost projektirane i izvedene tehnologije čišćenja otpadnih voda. U slučaju da dokazivanje kvalitete pročišćene vode na kraju probnog rada uređaja ne pokaže zadovoljavajuće rezultate, tj. izlazni efluent prije ispusta u javni sustav odvodnje ne zadovoljava zahtjeve iz [5, 6], potrebno je nepravilnosti i pogreške na uređaju popraviti, eventualne propuste u procesu pročišćavanja doraditi i optimirati te nakon toga ponoviti probni pogon. Nakon završetka probnog rada potrebno je dokazati o ispravnom i funkcionalnom uređaju i o kvaliteti vode dokumentirati završnim elaboratom.

## 6.2 Kontrola

Za praćenje rada uređaja nakon izgradnje i puštanja u pogon, korisnik uređaja je dužan organizirati stručnu službu koja će obavljati svakodnevno posluživanje uređaja, što podrazumijeva sljedeće:

- redovni obilazak sustava pročišćavanja
- održavanje svih dijelova uređaja te uklanjanje sitnih kvarova i zastoja opreme
- kontrola funkcionalnoga rada uređaja
- uzimanje uzoraka vode i mulja za interne analize uz obavljanje laboratorijskih analiza,
- kontrola smještajnih kapaciteta obrađenog mulja te organizacija odvoza mulja i krutog otpada,
- nabava potrošnog materijala.

Uređaj za pročišćavanje će zagađenu vodu iz pogona bojadisaonice nakon procesa pročišćavanja dovesti na kvalitetu koja zadovoljava zakonske propise. U okviru uzimanja uzoraka vode i mulja vodit će se računa da se laboratorijskim ispitivanjima utvrde pokazatelji i pripadajuće granične vrijednosti koje dokazuju efikasnost rada i stupanj pročišćavanja.

Za obavljanje kao i stupnja pročišćavanja otpadnih voda, određena su tri mjesta uzimanja uzoraka:

- u ulaznom oknu, tzv. crpnoj stanici za uređaj, nakon izlaska iz pogona bojadisaonice, gdje se određuje kvaliteta nepročišćenih otpadnih voda prije ulaza u uređaj
- u sabirnom bazenu, prije odvoda u biološki stupanj uređaja, gdje se svakoga dana određuje kvaliteta nepročišćenih otpadnih voda
- u izlaznom kontrolnom oknu, uzimanje uzoraka pročišćene otpadne vode nakon biološkog dijela uređaja, a prije ispusta u javni odvodni sustav grada Osijeka.

## 7 Zaključak

Izgradnja uređaja za pročišćavanje tehnoloških otpadnih voda pogona *Benetton Croatia* u Osijeku nije samo zakonska obveza već i dokaz o brizi za zaštitu okoliša investitora i planera radne zone grada Osijeka. Studija utjecaja na okoliš [8] dokazala je da je odabrani postupak pročišćavanja otpadnih voda za pogon *Benetton Croatia* u Osijeku optimalan. Istaknuta je učinkovitost i jednostavnost postupka, mogućnost prihvata varijabilnih opterećenja, mogućnost dograđivanja viših stupnjeva čišćenja i najmanji nepoželjni utjecaj na okoliš. Uz to, ovaj postupak kao tehničko-tehnološki proces provjeren je na sličnim pogonima. Procijenjeno je da tijekom tehnološkog procesa, uz kontrole koje se moraju provoditi, postoji mala vjerojatnost pojave iznenadnih događaja koji bi mogli dovesti do negativnih posljedica na okoliš. Nakon očekivanog

vijeka rada pogona prostor može biti prenamijenjen za neku drugu proizvodnju, kao što je i slučaj s proizvod-

nom linijom *Benetton Croatia* koja je smještena u prostore bivše tvornice *MIO Standard*.

## LITERATURA

- [1] *Zakon o vodama*, Narodne novine br. 107/1995.
- [2] *Zakon o zaštiti okoliša*, Narodne novine br. 82/1994. i 128/1999.
- [3] *Pravilnik o procjeni utjecaja na okoliš*, Narodne novine br.59/2000.
- [4] *Državni plan za zaštitu voda*, Narodne novine br. 8/1999.
- [5] *Pravilnik o graničnim vrijednostima pokazatelja, opasnih i drugih tvari u otpadnim vodama*, Narodne novine br. 40/1999
- [6] *Pravilnik o izmjeni i dopuni odredaba Pravilnika o graničnim vrijednostima pokazatelja, opasnih i drugih tvari u otpadnim vodama*, Narodne novine br. 6/2001.
- [7] *Directive of the European Parliament and of the Council establishing a framework for Community action in the field of water policy*, 2000/60/EC, O.J.NoL.327,2000.
- [8] *Studija o utjecaju na okoliš za izgradnju II. faze pogona Benetton Croatia*, JANAF d.d., Zagreb, veljača 2001.
- [9] *Glavni projekti postrojenja za pripremu tehnološke vode, uređaja za pročišćavanje tehnoloških otpadnih voda i program probnog pogona uređaja za pročišćavanje tehnoloških otpadnih voda*, Hidroing d.o.o., Osijek, srpanj 2001.