

PUŠTANJE U POGON MEHANIČKOG DIJELA CUPOVZ-a

Iako Zagreb ima organiziranu javnu gradsku kanalizaciju više od jednog stoljeća (počela se graditi 1892.), u čemu je nekada prednjačio u ovom dijelu Europe, otpadna se voda nikad nije sustavno pročišćavala, osim kod nekih većih industrijskih zagađivača. Štoviše glavni odvodni kanal (GOK), koji je do utoka u Savu kod Ivanje Rijeke građen 1928.-1930., u svom je većem dijelu potpuno otvoren pa su na njegovim obalama, kao što je to slučaj u "divljim" naseljima Kozari Bok i Kozari Putevi, građene čak i stambene zgrade. Zbog činjenice što se radi o mješovitom kanalizacijskom sustavu, koji osim otpadnih voda prihvaća i vode brojnih podsljemenskih potoka, otvoreni kolektor ipak nije svojim mirisima izazivao neizdržljivu neugodu stanovnicima na svojim obalama. Za čestih je bujica ili izlivanje Save odvodni kanal svoj sadržaj znao kadšto taložiti i na priobalnom zemljištu. Sve to nije moglo zadovoljiti ni osnovne standarde javnog zdravlja, a nesumnjivo je utjecalo i na podzemne izvore pitke vode. Situacija se nije posebno popravila ni kada je 1956. Zagreb prešao na desnu obalu, gdje je također izgrađena kanalizacija s otpadnim i oborinskim vodama i s izravnim ispuštanjem u rijeku Savu.

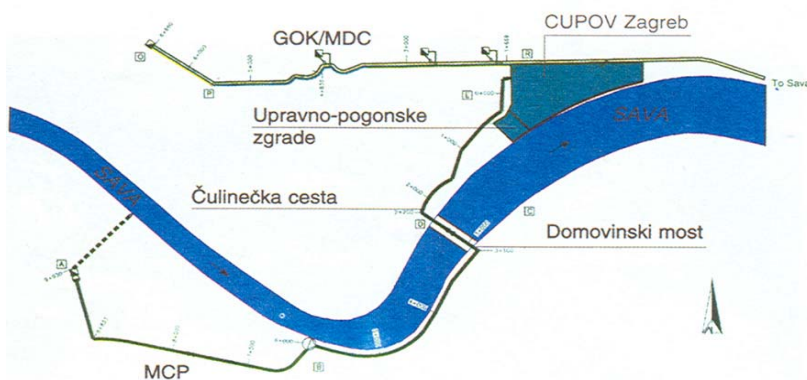
INITIAL OPERATION OF MECHANICAL COMPONENT OF THE CENTRAL WASTEWATER TREATMENT PLANT IN ZAGREB

The work on the mechanical portion of the central wastewater treatment plant in Zagreb (CUPOVZ), currently realized by the Zagreb-based and mostly German-owned concessionary *Zagrebačke otpadne vode (ZOV)*, is now nearing completion. The company took up the obligation to finance, build and operate this plant for the period of 28 years, after which the plant would be ceded to municipal authorities. The plant is situated on the left bank of the Sava river and the waste water from the right side of the river will be transported via a special bridge which is also under construction. The Zagreb sewerage system is of mixed type, i.e. it accommodates waste water and rainwater, while previously everything was discharged via open channels into the Sava river, without any purification. The concessionary will continue work on this project by building the biological portion of the device. Special administrative buildings, with a restaurant and a fish pond, will also be built within the area reserved for the facility. The approach road has also been built. The mechanical portion of the device is currently in initial operation.

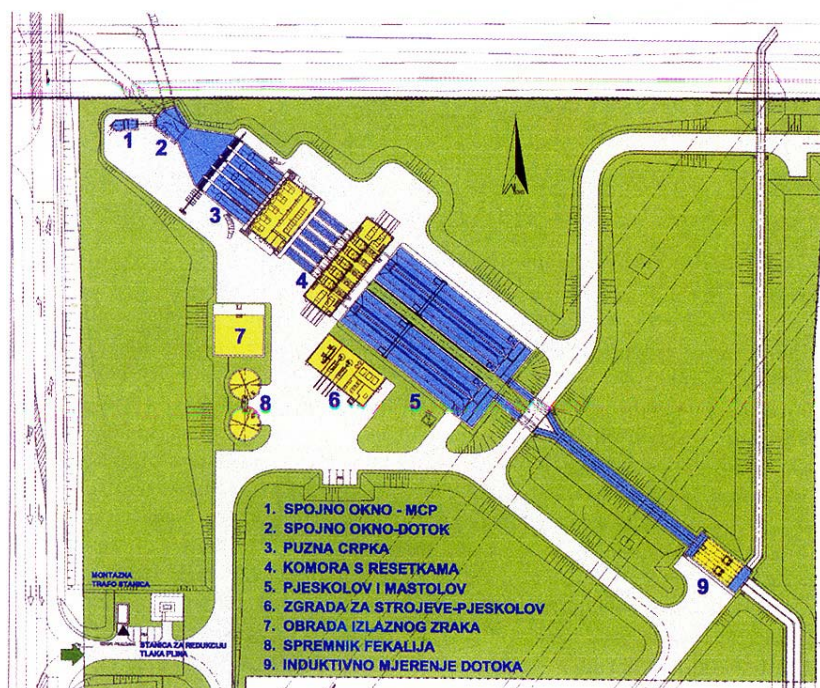
Valja reći da se o pročišćavanju otpadnih voda, po uzoru na neke druge europske gradove, u Zagrebu počelo razgovarati još u tridesetim godinama prošlog stoljeća. Iako je zaštita voda obveza koja proizlazi iz naših ustavnih i zakonskih odredaba, te iako se Europska unija, kojoj stremimo, obvezala da će do 31. prosinca 2000. svi gradovi sa 15.000 ekvivalent stanovnika – ES (uključena je potrošnja stanovništva te industrije i poljoprivrede) imati uređaj za pročišćavanje otpadnih voda koji je uobičajena i neizbježna mjera zaštite, na tom se području ipak nije ništa zna-

čajno događalo. Činjenica jest da su u međuvremenu uređaje za pročišćavanje dobili i mnogi naši gradovi, da se za zaštitu voda odavno izdvajaju naknade i da je Zagreb na konferenciji podunavskih zemalja u Budimpešti 1994. označen kao jedan od većih zagađivača sliva dunavskog sliva.

Ipak stanje se u tim godinama značajno promijenilo. Obavljeni su svi potrebni istražni radovi, određena je lokacija središnjeg uređaja i nakon svestrane analize svih mogućnosti odlučeno da se pripremi dokumentacija te da se modelom koncesije izgrade svi nužni objekti. Raspisan je poziv za natječaj 1998., a o svemu smo detaljno i iscrpno pisali u posebnom broju *Građevinar* (4/2001.). Valja reći da je u prosincu 2000. Grad Zagreb kao najpovoljnijem ponuđaču dodijelio novoutemeljenom društvu *Zagrebačke otpadne vode d.o.o. (ZOV)*, koje su osnovala njemačke tvrtke *WTE Wassertechnik GmbH* iz Essena (nositelj projekta) i *RWE Aqua GmbH* iz Mülheima te *Vodoprivreda Zagreb d.o.o.*, koncesiju za gradnju i upravljanje Central-



Situacijski prikaz CUPOVZ-a



Tlocrtni prikaz objekata CUPOVZ-a

nim uređajem za pročišćavanje otpadnih voda Zagreba (CUPOVZ).

Zagrebački se uređaj gradi po tzv. BOT modelu po kojem je koncesionar dužan projektirati, izgraditi, financirati i upravljati CUPOVZ-om i pripadajućim infrastrukturnim objektima. Koncesionar je dužan projektirati i izgraditi CUPOVZ za 1 milijun ES i za 1,5 milijuna ES u konačnoj fazi, projektirati i izgraditi upravne zgrade i zgrade za stručnu obuku, zatvoriti i dograditi GOK (u duljini od 5,5 km), izgraditi glavni dovodni cjevovod (GDC) na desnoj obali Save u duljini od 10 km, izgraditi četverotračni most preko rijeke Save (Domovinski most) te izgraditi pristupne ceste do uređaja za pročišćavanje. Koncesionar je dužan financirati cijeli projekt te upravljati uređajem za pročišćavanje i crnom stanicom na desnoj obali Save 28 godina nakon potpisivanja ugovora. Ugovor je, kao što smo rekli, potpisan 2000., radovi su započeli početkom 2003. i u 2004. planirano je puštanje u rad prvog stupnja pročišćavanja, a sve treba biti izgrađeno do sredine 2007.,

pa će 2028. koncesionar predati uređaj Gradu na upravljanje. ZOV kao koncesionar financira gradnju vlastitim kapitalom i zajmovima njemačke Kreditne banke za obnovu (KFW) iz Frankfurta te Europske banke za obnovu i razvoj (EBRD) iz Londona.

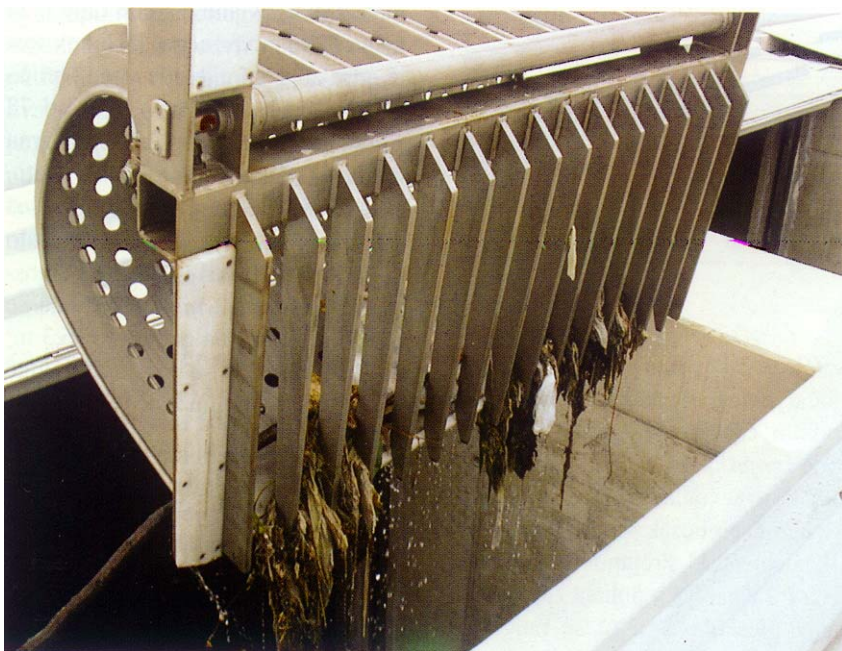
Nije nam namjera iscrpnije pisati o gradnji uređaja koji smo već jednom temeljito predstavili, a također ne

želimo spominjati ni brojne nepotrebne rasprave vezane uz tu najveću pojedinačnu investiciju u Hrvatskoj (prema cijenama iz 2000. - više od 1,2 milijarde kuna). O gradnji zagrebačkog uređaja posredno smo pisali u više navrata, ponajprije o gradnji Domovinskog mosta čiji smo natečaj također predstavili u posebnom broju i dva puta posjetili gradilište. Sadašnji razlog našeg posjeta bio je završetak rada prvog dijela uređaja i njegovo puštanje u probni rad. Naime, upravo je, nakon samo 14 mjeseci gradnje, pušten u pogon prvi dio CUPOVZ-a: mehanički pročištač otpadnih voda. Koncesionar je izgradio mehanički pročištač u ugovorom predviđenom vremenu i planiranim rokovima te je započeo s probnim radom. Za prvi je dio građevinskih radova izabran hrvatski konzorcij koji čine tvrtke Tehnika d.d. i Hidrocommerce d.o.o. iz Zagreba. Strojarske i elektrotehničke dijelove uređaja isporučili su i montirali njemački proizvođači opreme, ali i hrvatske i nizozemske tvrtke.

Mehaničkim pročištačem, a poslije i cjelokupnim Centralnim uređajem za pročišćavanje otpadnih voda, upravljat će posebno osnovano društvo – Zagrebačke otpadne vode – upravljanje i pogon d.o.o.



Pregrađivanje glavnog odvodnog kanala (GOK-a)



Odvajanje krupnog otpada s rešetki

Nedavno smo posjetili sjedište koncesionara i gradilište uređaja. Razgovarali smo s Thomasom Wolfom, dipl. ing. građ., tehničkim direktorom ZOV-a i zamjenikom direktora mr. Antom Pavićem, dipl. ek., koji je ujedno i direktor novoutemeljenog ZOV-a za upravljanje i pogon. ZOV ima i komercijalnog direktora – Markusa Voša, dipl. ek. Ing. Wolf je govorio o svim tehničkim značajkama tek izgrađenog mehaničkog uređaja. Zapravo ljubazno se ponudio da nam zbog lakšeg sporazumijevanja sve o uređaju napiše. Stoga je on ujedno i koautor ovog napisa.

Postrojenje za mehaničko pročišćavanje otpadnih voda sastoji se od: prelivne građevine u GOK-u, spojnog okna dotoka, stanice s pužnim crpkama, zgrade s rešetkama, pjeskolova, strojarnice pjeskolova, indukcijskog mjerenja dotoka, privremena ispusnog kanala te stanice za prihvat fekalija. Građevinski je postrojenje za mehaničko pročišćavanje već izgrađeno za završni stupanj pročišćavanja od 1,5 milijuna ES. Postrojenje je opremljeno strojarском i elektrotehničkom opremom za pročišćavanje od približno 1,2 milijuna ES.

Ukupna je površina lokacije na kojoj se gradi uređaj približno 50.000 m². Sve su zgrade i građevine plitko temeljene, a ovisno o dubini te visinskom položaju šljunčanog sloja tlo slabe nosivosti zamijenjeno je novim nosivim materijalom. Tada su sve građevine građene monolitno od armiranog betona. Utrošeno je 11.600 m³ betona i 1340 tona čelika, iskopano



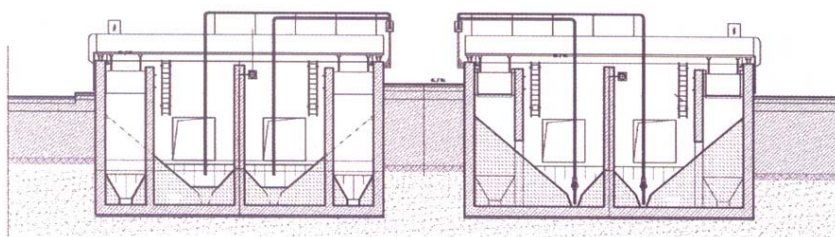
Komora s finim rešetkama

67.000 m³ tla i nasuto 90.000 m³ šljunka.

Projektirani je kapacitet postrojenja za mehaničko pročišćavanje vode 330.083 m³ na dan ili 30.510 m³/h. Predviđena je kemijska potrošnja kisika (KPK) od 156.614 kg/d, a petodnevna biološka potrošnja kisika (BPK kod 20⁰C) 71.188 kg/d. Projektiran je za 113.901 kg ukupne suspendirane tvari na dan te za 12.436 kg dušika i 2220 kg fosfora po danu.

Privremena prelivna građevina nalazi se u GOK-u i sastoji se od pregradne stjenke i spojnog kanala na pužnu crpnu stanicu. S pomoću prelivne građevine osigurava se dotok od dvostruke prosječne količine otpadne vode u sabirni bazen pužne crpke. U slučaju jakih padalina, veće će se količine vode prelijevati preko krunne prelijeva i otjecati u Savu. Ovo će se privremeno rješenje primjenjivati dok se ne završi rekonstrukcija GOK-a, a u postrojenje će se dovoditi i otpadne vode iz Novog Zagreba kada bude izgrađen glavni dovodni cjevovod (GDC) i Domovinski most.

Crpna je stanica zapravo pužna crpka koja diže i usmjerava otpadne vo-



Presjek pjeskolova i mastolova

de prema ostalim dijelovima postrojenja. Radi njezine zaštite, u prednjem je dijelu postavljena gruba rešetka s ugrađenim automatskim uklanjanjem krupnog otpada. Pregrade su na gruboj rešetki međusobno udaljene 100 mm. Strojarski su elementi, poradi zaštite od nepovoljnih vremenskih prilika, smješteni u gornjem, zatvorenom dijelu – u strojarnici pužne crpke. Rekli smo da je najveći dotok miješane vode 30.510 m³/h, iako se za suhog vremena očekuje nešto više od polovice tog dotoka (16.500 m³/h). Ugrađene su 4 pužne crpke od kojih je jedna rezervna. Crpke imaju 26 okretaja u minuti, a vodu podižu na visinu od 7,6 m.

Otpadna voda potom dolazi na finu rešetku gdje se radi zaštite postrojenja otklanjaju vlaknasti i finiji sastojci. Svako pužnoj crpki pripada jedna rešetka. Pritom jedan spiralni transporter prikuplja otpad s dvije, a drugi s tri fine rešetke. Na spiralni su transporter priključene preše za prešanje otpada koji se prebacuje u posebne kontejnere. Promjer je otvora u finoj rešetki 6/10 mm, širina žlijeba 2,8 m, a širina žljebova ispred i iza rešetke 2,2, i 2 m.

Otpadna se voda nakon fine rešetke usmjerava u dva ozračena pjeskolova s dvostrukom komorom, gdje se s upuhivanjem zraka izaziva njezin kružni tok u poprečnom presjeku. U ozračenim se pjeskolovima odvajaju pijesak i drugi mineralni sastojci. Preko flotacijskih komora raspoređenih po rubovima (mastolovi) iz otpadne se vode odvajaju ulja i massti. Pijesak se taloži u žlijebu kanala.

Nataloženi se pijesak uklanja uz pomoć dvojnoga usisnog čistača s podvodnim crpnim agregatom. Smjesa vode i pijeska dovodi se u klasifikatore koji se nalaze u strojarnici, a odvojeni se pijesak potom prebacuje u kontejnere. U strojarnici su postavljena i 2 rotacijska puhala za ozračivanje pjeskolova, a tu se nalaze i društvene i sanitarne prostorije te kontrolna soba.

U 4 komore pjeskolova predviđen je dotok miješane vode od po 7628 m³/h, a za suha vremena 4125 m³/h. Otpadna će se voda u kišno vrijeme u pjeskolovu/mastolovu zadržavati 7,6 min, a u suhim razdobljima 13 min. Širina je svake komore 4 m, duljina 50 m, a dubina između 5,47 i 5,11 m. Upotrebljavaju se rotacijska puhala koja dovode po 2300 i 1150

m³/h zraka, ovisno o tome rade li za kišna ili suha vremena. Učinkovitost je odvajanja za miješanu vodu (veličine zrna 0,12 – 0,2 mm) veća od 78 posto, a za neznatno krupnija zrna (0,16 – 0,2 mm) veća od 85 posto. Za suha je vremena učinkovitost još bolja, odvajanje je veće od 90 posto (za 0,12 – 0,2 mm) i veće od 97 posto (za 0,16 – 0,2 mm). Predviđa se 5950 m³ pijeska na godinu ili 16,3 m³ na dan. Komore su mastolova duge 47 m, a površina im iznosi 43,9 m².

U pjeskolovu ima 5 crpki, od kojih je jedna pričuvna. To su posebni crpni agregati specijalne konstrukcije koji su otporni na abraziju. Kapacitet je svake crpke 72 m³/h, a visina podizanja 5 m. Postoje 2 klasifikatora pijeska s maksimalnim dotokom od 90 m³.

Mehanički pročišćena otpadna voda dolazi dvama kanalima u okno za indukcijsko mjerenje protoka (IDM). U oknu se mjere količine pročišćene otpadne vode (točnost je mjerenja +/- 0,5 posto) koja se kroz privremeni odvodni kanal ispušta u GOK. Nakon mehaničkog pročišćavanja, otpadne će vode prolaziti kroz dio za biološko pročišćavanje koji će se graditi u nekoliko etapa.



Pjeskolov/mastolov u radu

U sklopu mehaničkog pročišćavanja otpadnih voda predviđena je i obrada fekalija u posebnoj stanici za prihvata. Fekalije se dovode iz septičkih jama s gradskog područja Zagreba i potom mehanički pročišćavaju, a onda privremeno skladište u spremnicima za fekalije. Iz tih spremnika se tako pročišćene fekalije ispuštaju u prihvatnu komoru iza pjeskolova.

Za čišćenje izlaznog zraka iz zgrade rešetke, pjeskolova strojarnice, kao i stanice za prijam fekalija predviđena je biološka prerada zraka. Onečišćeni zrak prolazi kroz filtarske module u kojima će posebni mikroorganizmi biološki razgrađivati neugodne mirise.

Rečeno je da se postrojenje za mehaničko pročišćavanje počelo graditi u siječnju 2003. Zahvaljujući posebno primijenjenim mjerama za gradnju tijekom zimskog razdoblja, zemljani su radovi, temeljenje najdublje građevine i bazen pužne crpke dovršeni već u ožujku 2003. U jesen 2003. završeni su svi grubi građevinski radovi, a u studenom je počela isporuka i montaža strojarne i elektrotehničke opreme što je dovršeno u veljači 2004. Nakon građevinskih i montažnih radova, od veljače do kraja ožujka 2004. provedena su, u nazočnosti nadzornih inženjera za elektrostrojarske i građevinske radove, funkcionalna ispitivanja suhog protoka svih dijelova postrojenja. U to je bila uključena kontrola smjera okretaja, ispitivanje signala, mehanička funkcionalna ispitivanja itd. Krajem ožujka 2004. u postrojenje za mehaničko pročišćavanje dovedene su otpadne vode. Probni će se rad provoditi u sljedeća tri mjeseca, a u to se vrijeme pojedini dijelovi još mogu ispitivati i prema potrebi poboljšati.

Osim toga već se sada sve fekalije iz sabirnih jama te slivni mulj iz gradskog područja Zagreba mogu prihvaćati na postrojenju za mehaničko pročišćavanje otpadnih voda i tamo mehanički obrađivati.



Kanal za ispuštanje pročišćene vode u GOK



Biološko pročišćavanje zraka

U ljeto 2004. počeo će gradnja prvog stupnja biološkog pročišćavanja otpadnih voda. Puštanje u pogon prvog stupnja planirano je za kraj 2005. Zahvaljujući uspješnoj suradnji Grada Zagreba, ZOV-a, nadležnih hrvatskih vlasti i građevinskih tvrtki, računa se da će se i daljnji stupnjevi izgraditi i pustiti u pogon u skladu sa zacrtanim rokovima.

Nedavno smo posjetili gradilište gdje su izvodili završni radovi asfaltiranja i uređivanja okoliša i sijaanjem trave. To je ujedno i svojevrsna priprema za najavljeni službeni početak rada CUPOVZ-a koji je zakazan za 20. travnja 2004. Uočili smo da je praktički potpuno završen i produžetak Čulinečke ceste koja je bila nužna zbog dovođenja teških tereta na

gradilište, dovoženja otpadnih voda iz slivnika kanalizacijskih sustava i otpadnih sadržaja iz septičkih jama te izgradnju odnosno rekonstrukciju GOK-a i sl. Cestu je gradila *Hidroelektra-niskogradnja* d.d. iz Zagreba.

Za našeg posjeta, koji smo u nekoliko navrata otkazivali zbog velikih kiša i blata, još su se obavljali radovi na privremenoj preljevnoj građevini u GOK-u koja se radi prije utoka potoka Bliznec u neposrednoj blizini tvornice OKI. Upravo je taj bujični potok i bio jedan od razloga sadašnjeg smještaja zagrebačkog uređaja na golemom i nenaseljenom području na kojem će se možda jednog dana graditi i spalionica otpada. Naime, svakako se htjelo izbjeći da voda toga izdašnog potoka prolazi

dročec s Građevinskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Naši su sugovornici posebno istaknuli izuzetno dobru suradnju sa zagrebačkom *Vodoposkrbom i odvodnjom* d.o.o. i s *Hrvatskim vodama*, posebno na tehničkoj razini. Saznali smo i da se je Grad obvezao kompletno obnoviti i rekonstruirati Radničku cestu, sa suvremenim raskrižjem s glavnom prometnicom prema istočnom izlazu iz grada te s izlaskom na buduću Domovinski most. Nadzor građenja obavlja Zijad Mahmutspahić, dipl. ing. građ. iz tvrtke *SRV* d.o.o. iz Zagreba.

Uređaj i njegov rad razgledali smo s Andrijom Oštrićem, dipl. ing. stroj., voditeljem upravljanja i pogona, koji je baš kao i svi ostali radnici na uređaju prošao poseban tečaj u Nje-

te još gradi upravne zgrade. Uređaj su počeli graditi u veljači 2003., a dovršili su ga 23. ožujka 2004. kada je u uređaj i puštena voda. Rok za dovršetak upravnih zgrada, koje su inače smještene na jugozapadnom dijelu građevne parcele, je lipanj, a za potpuno uređivanje okoliša kolovoz ove godine. U kompleks upravnih zgrada uključeni su veliki restoran pokraj jezera i ribnjaka, posebne radionice i prostorije za radnike te športsko igralište.

Tehnika na gradilištu ima prosječno 150 radnika, a *Hydrocommerce*, koji je uglavnom sa svojom mehanizacijom zadužen za zemljane radove, još približno 50. Kooperant im je bio i *IGM* iz Tounja koji je na gradilište dovezio šljunak iz svog kamenoloma. Mjestimice je naime nasuto i do 4 m šljunka. Na određen su način imali sreće što nisu imali problema s podzemnim vodama koje su inače očekivali, posebno pri temeljenju pužne crpke. Konstrukcija je inače vrlo masivna s izrazito mnogo armature. Vrlo su dobro međusobno koordinirali radove sa svim preostalim izvođačima, posebno s montažerima opreme (*Zagreb-montaža* – voditelj projekta Mario Kušeta, ing. stroj.). S inženjerkom S. Kovačić nakratko smo obišli i gradilište upravnih zgrada. Dakako da se u tvrtki nadaju kako će biti uključeni i u daljnju izgradnju CUPOVZ-a. Saznali smo da su i sami graditelji bili iznenađeni kada su shvatili da je veći dio glavnoga odvodnog kanala otvoren praktički cijelim svojim tokom sve od Radničke ceste. Jednostavno se o tome ne razmišlja, iako je takvo rješenje bilo i ružno i nehigijensko, zaostalo iz vremena kad je Zagreb imao znatno manje stanovnika. Zaista se s CUPOVZ-om konačno uključuje u 21. stoljeće, kako je to svojedobno izjavio jedan od njegovih tvoraca i zagovornika – mr. sc. Ivan Višić, dipl. ing. građ.



Gradilište upravnih zgrada

kroz uređaj koji bi zbog toga morao imati znatno veće kapacitete. Upravo će se do sadašnje privremene građevine i potpuno zatvarati taj glavni odvodni kanal, a u svom će nastavku samo prihvaćati vode tog i drugih potoka (Štefanovec) te pročišćenu vodu s uređaja koju će kao i do sada odvoditi do Save pokraj Ivanje Rijeke. Tijekom razgledavanja saznali smo da je koncesionar osigurao idejno rješenje, kako je to natječaj i predviđao, a da su sve glavne i izvedbene projekte izradili naši projektanti, u suradnji i dogovoru sa stručnjacima iz ZOV-a. Tako su primjerice projekte za Domovinski most radili *HIMK* i *Industrogradnja* iz Zagreba, a projekte za zgrade projektirao je biro *Arh90* (odgovorni projektant: Miljenko Mužević, dipl. ing. arh.), također iz Zagreba. Posebno je izrađen i hidraulički model, a modelsko je ispitivanje obavio prof. dr. sc. Vladimir An-

mačkaj. Pažljivo smo razgledali sve dijelove mehaničkog uređaja i bili pomalo iznenađeni kada smo uočili što se sve skuplja na gruboj rešetki. No to i nije čudno budući da je odvodni kanal svojim većim dijelom otvoren. Saznali smo da će se sav prikupljeni otpad odvoziti na gradsko odlagalište, a to će se raditi i s prikupljenim pijeskom nakon njegova zrenja. Razmišlja se da se prikupljena mast odvozi i spaljuje u nekoj planira nakon završetka biološkog dijela uređaja proizvoditi struju za vlastite potrebe.

Boravak na uređaju iskoristili smo i za razgovor sa Snježanom Kovačić, dipl. ing. građ., direktoricom projekta iz *Tehnike*. Od nje smo saznali da je glavni inženjer na gradilištu Ernest Salihagić, dipl. ing. građ. Inače je *Tehnika* zajedno s *Hydrocommerce* gradila mehanički dio uređaja

Tekst:
Thomas Wolf i Branko Nadilo

Snimci i crteži:
arhiv investitora i B. Nadilo