

SUSTAV ZA PROČIŠĆAVANJE OTPADNIH VODA GRADA SENJA

Osnovni podaci o gradu

Senj je najveća urbana aglomeracija na hrvatskoj obali između Rijeke i Zadra. Administrativno se gradsko područje proteže morskom obalom dugom 76 km koja je smješten je između mora i Velebita, najveće planine u Hrvatskoj. Njegov ga istaknuti položaj na istočnoj obali Jadrana pomorski povezuje s gradovima i zemljama Mediterana, a cestovnim vezama povezan je sa zaleđem preko planinskog prijevoja Vratnik (698 m nad morem), na zapadu s Vinodolskom dolinom, Rijekom i njezinim zaleđem te na jugu sa Zadrom, Splitom i južnom Dalmacijom. Ukupna je površina u sastavu grada površina 658 km² i ima 8500 stanov-

WASTE WATER TREATMENT SYSTEM FOR THE TOWN OF SENJ

The first biological waste water treatment plant on the Adriatic was built in the ancient town of Senj which has been steadily deteriorating for many years now due to traffic isolation. The entire drainage system was built by joint effort of the town of Senj and Hrvatske vode. Individual segments and their use are described in detail, and all participants in construction are enumerated. The system has been in use for one year now and the quality of water that is purified at the undersea outfall has proven to be quite exceptional. The drainage system of the town of Senj is of mixed type, for sewage and rainwater, and it has been designed to accommodate 9500 residents. The total sewer system length is 3300 m, and the pipe diameter ranges from 300 to 600 mm. The system contains sewer mains, water transfer station in Škver, pumping station in Điga, and a biological wastewater treatment plant.

nika, a od toga 6000 živi u mjestu Senju. Na prostoru dugom približno 40 km ima mnoštvo uvala i dječičanski čistih plaža smještenih ispod najveće i najljepše hrvatske planine. Grad Senj staro je naselje utemelje-

no pred više od 3000 godina na brdu Kuk, istočno od današnjega smještaja grada, a vjeruje se da se već u prapovijesno vrijeme ispod utvrđenog naselja, na utoku bujice u dugi zaljev, nalazilo sidrište i trgovište na koje-



Shema kanalizacijskog sustava Senja

mu se obavljala razmjena dobara između stanovnika iz unutrašnjosti, otočana i primoraca.

Senj je u srednjem vijeku bio važno gospodarsko i kulturno središte, a potom je zbog obrane posebno utvrđen i tada je utemeljena slavna Senjska kapetanija. Daljnjim je turskim napredovanjem Senj postao pribežište i sjedište uskoka, a njihova herojska epopeja pripada među najslavnije stanice burne hrvatske povijesti. U to je doba nadomak gradskih zidina izgrađena tvrđava Nehaj, vjerojatno jedna od najpoznatijih europskih utvrda za obranu od Turaka koja nikada nije bila osvojena.

Senj je potom bio važna izvozna luka, biskupsko sjedište i veliko kulturno središte te rodno mjesto hrvatskih književnika kao što su Pavao Ritter-Vitezović, Vjenceslav Novak i Silvije Strahimir Kranjčević. Slijedilo je njegovo gospodarsko zaostajanje koje je bilo izazvano prometnom izoliranošću i nepostojanjem željezničke veze, pa se senjska trgovina u posljednja dva stoljeća stalno smanjivala. Posebno je Senju bilo teško u posljednjih nekoliko desetljeća kada gospodarstvo bilo u velikim teškoćama, a jedina se gospodarska djelatnost svodila na turizam, pretežno lovni i tranzitni.

Ipak čini se da se i u tom pogledu nešto iz temelja mijenja, a znakovito je da je Senj danas prvi grad na Jadranu koji je izgradio i pustio u rad kombinirani sustav odvodnje otpadnih voda koji uz mehanički dio ima i uređaj za biološko pročišćavanje, a u stalnom je pogonu od travnja 2006.

Dio se mehaničkim pročišćavanjem

Kanalizacijski sustav grada Senja ima mješovitu mrežu otpadne i oborinske vode koja završava na biološkom uređaju za pročišćavanje dimenzioniranom za 9500 ekvivalent stanovnika (ES). Ukupna je duljina novoizgrađenoga kolektora 3300 m, a

promjeri su ugrađenih cijevi od 300 do 600 mm. Kanalizacijski sustav sačinjavaju kanalizacijski kolektor, precrpna postaja Škver, crpna postaja Điga i biološki uređaj za pročišćavanje otpadnih voda. Otpadne vode zapadnog dijela grada Senja prikupljaju se u precrpnoj postaji Škver odakle se tlačnim cjevovodom promjera 150 mm i crpkama kapaciteta 14 l/s odvođe do središta grada i spajaju s dovodnim kolektorom promjera 300 mm do glavnoga preljevnog otvora. Crpna se postaja Škver sastoji od miješalice i dviju crpki od kojih je jedna u pogonu dok druga služi kao rezervna. Njihov je rad automatiziran i crpke se uključuju u rad na zadanoj razini vode u bazenu crpne postaje, a u slučaju povećanog dotoka (posebno kad se radi o oborinama) vode se prelijevaju u poseban podzemski ispušt.

crpnu stanicu u kojoj se nalaze centrifugalne crpke suhe izvedbe, jedna kapaciteta 40 l/s i dvije s kapacitetom od 80 l/s. Režim rada crpki ovisi o količini dotoka u crpnu stanicu. Tijekom kišnog dotoka na uređaj se transportira količina od 120 l/s, a u slučaju većega dotoka višak se vode, najvećim dijelom oborinske, sigurnosnim preljevom odvodi u more. Radi kišnoga rasterećenja, predviđena je i crpka kapaciteta 80 l/s koja izbacuje višak oborinskih voda u postojeći podzemski ispušt promjera 200 mm. Voda se iz crpne postaje tlačnim cjevovodom promjera 300 mm odvodi na uređaj za pročišćavanje otpadnih voda, točnije na ulaz pjeskolova.

Mehaničko pročišćavanje se nastavlja u pjeskolovu koji je izveden kao kružna građevina (bazen) promjera 4 metra gdje se taloženjem izdvajaju



Izgrađena crpna postaja Điga

Iz glavnoga se preljevnog okna u središtu grada voda cijevima promjera 500 mm odvođi na crpnu postaju Điga gdje započinje mehaničko pročišćavanje s pomoću rotacijske rešetke hidrauličkog kapaciteta do 200 l/s i razmakom štapova od 6 mm koja je smještena u kanalu širokom 1200 mm. Otpad s rešetke se kompaktira i skuplja u kontejner te odvozi na odlagalište. Nakon obrade na rešetki otpadna se voda prelijeva u

čestice pijeska. Talog odnosno pijesak skuplja se u ljevkastom dnu pjeskolova iz kojeg se golemom crpkom kapaciteta 20 m³/h cjevovodom transportira u klasirer pijeska kapaciteta 16 m³/h. Obradeni materijal skuplja se u kontejner i odvozi na odlagalište. Otpadna se voda iz pjeskolova, skupa s vodom iz okna izbistrene vode i povratnim muljem iz procesa pročišćavanja, odvođi na obradu u aerobni selektor.



Ulaz u crpnu postaju Škver

Dio s biološkim pročišćavanjem

Stručnjacima je uglavnom poznato sve o mehaničkom pročišćavanju, a senjska je novost primjena biološkog pročišćavanja. Selektor se sastoji od dva bazena, ukupnog volumena 180 m³, a opremljen je aeracijom s finim i gustim mjehurićima. Svrha je selektora poboljšavanje taložljivosti mulja, a služi za miješanje dolaznog i povratnog mulja kako bi se omogućilo ravnomjerno opterećenje odnosno dotok u aeracijske bazene. Cjevovod od selektora do aeracijskog bazena izveden je tako da u oba aeracijska bazena dotok može biti paralelan i serijski. Regulacija otopljenog kisika u selektoru izvedena je vremenski. Aeracijski bazeni ukupnog su volumena 1640 m³. Za dobivanje komprimiranog zraka rabe se puhalo, jedno dobavne količine od 305 Nm³/h (odnosno paskala – Pa) i tlaka 850 mbara za selektor, a za svaki aeracijski bazen po jedno puhalo dobavne količine 920 Nm³/h i tlaka od 850 mbara. Treće puhalo istih karakteristika služi kao rezervni agregat.

U oba aeracijska bazena ugrađeni su mjeraci sadržaja otopljenog kisika. Količina se dovedenoga kisika regulira ovisno o sadržaju otopljenoga kisika u aeracijskim bazenima čija

se vrijednost mora održavati u granicama između 0,5 i 2 mg/l. Ako vrijednost padne ispod donje granične vrijednosti, puhalo se postupno uključuju, a također se postupno isključuju i nakon postizanja gornje granične vrijednosti.

Izdvajanje se aktivnog mulja iz pročišćene otpadne vode obavlja u dvije vertikalno prostrujavane sekundarne taložnice, ukupne površine 238 m² i volumena 1640 m³. Istalo-

ženi se mulj s pomoću središnje pogonjenih kružnih podnih zgrtača transportira u lijevak za mulj u sredini bazena. Povratni se mulj izuzima iz lijevka s pomoću potopnih crpki suhe izvedbe, kapaciteta 30 l/s, te potom odvodi u selektore. Plivajući se mulj izdvojen u žlijeb taložnica transportira uz pomoć crpke kapaciteta 10 l/s u cjevovod povratnoga mulja.

Višak se mulja odvodi na postrojenje za obradu mulja crpkom kapaciteta 25 m³/h. Pročišćena se voda izdvaja iz svake od dviju sekundarnih taložnica preko dviju uronjenih odvodnih cijevi. Na izlazu odvodnih cijevi pročišćena se voda prelijeva preko preljevnih zavjesa u odvodni kanal. Iz odvodnog se kanala, cjevovodom presjeka 300 mm, pročišćena voda odvodi na dubinu od 50 m podmorskim ispustom dugačkim 500 m.

Interni je laboratorij smješten u sklopu uređaja i opremljen za potrebe dnevnih analiza izlazne kvalitete vode i pojedinih stupnjeva pročišćavanja. Analiza obuhvaća dnevni protok vode kroz uređaj za pročišćavanje, temperaturu vode, pH izlazne vode,



Tlačni cjevovod do biološkog uređaja za pročišćavanje

kemijsku potrošnju kisika (KPK), petodnevnu biološku potrošnju kisika (BPK₅) i suspendirane tvari.

utvrđuje i volumen mulja, koncentracija mulja te indeks volumena mulja u aeracijskim bazenima radi

količinu viška mulja od 650 kg na dan. Višak se mulja izdvaja iz cjevovoda povratnog mulja s oko 7 kg/m³, a izdvojeni se višak mulja izravno odvodi na postrojenje za njegovu dehidraciju.



Aeracijski bazen s tvrđavom Nehaj u pozadini



Aeracijski bazen u punom pogonu

Za sušnoga razdoblja na uređaj dolazi 550 m³ vode, a tijekom kišnoga razdoblja te se vrijednosti učestvostručuju. KPK se vrijednost u ulaznoj vodi kreće od 300-400 mg/l, a u izlaznoj vodi iznosi 20-30 mg/l. BPK₅ vrijednost ulazne vode kreće se od 150-200 mg/l, a u izlaznoj vodi iznosi 5-7 mg/l. Također se dnevno

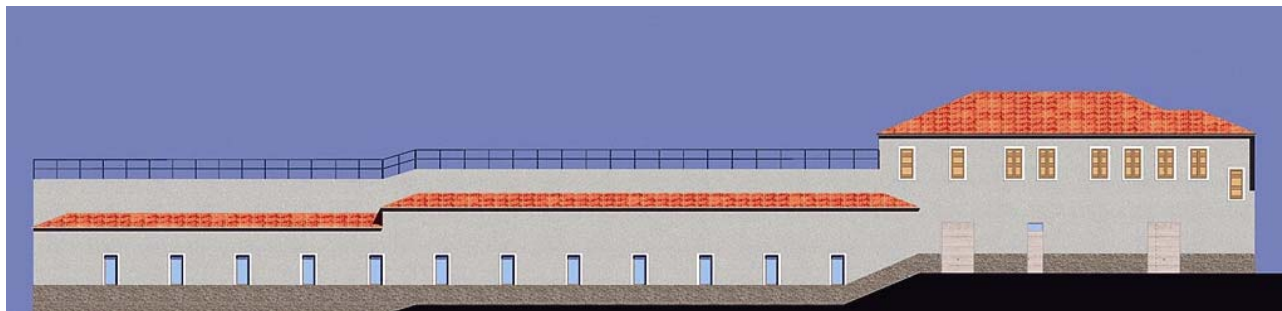
održavanja stalne koncentracije mulja za oživljavanje koja iznosi od 3,5-4 mg/l. Za održavanje ravnoteže u proizvodnji mulja, količine mulja u aeracijskim bazenima i starosti mulja dnevno se proizvedena prekomjerna količina mulja mora izvući iz kružnoga toka povratnog mulja. Uređaj je dimenzioniran za najveću

Biološko pročišćavanje zahtijeva i posebnu obradu mulja. Strojna je dehidracija viška mulja kapaciteta 25 m³/h. Sadržaj suhe tvari na ulazu u prostor za prethodnu dehidraciju iznosi približno 0,8 posto, dok je sadržaj suhe tvari u još nedehidriranom mulju uglavnom veći od 6 posto. Spremnik mulja služi kao pred-spremnik centrifuge s pomoću koje se konačnom dehidracijom postiže sadržaj suhe tvari od 25 posto. Iz spremnika mulj se pužnom crpkom kapaciteta 4 m³/h odvodi u centrifugu mulja. Prije strojne dehidracije viška mulja i konačne obrade na centrifugi, mulj se mora obraditi s pomoću flokulanata. Dehidrirani se mulj iz centrifuge odvodi u kontejner i kako ne sadržava nikakve opasne tvari, radi se naime isključivo o komunalnoj otpadnoj vodi, odvozi na odlagalište.

Dijelovi grada koji još nisu povezani na kanalizacijsku mrežu svoje otpadne vode ispuštaju u septičke jame, a one se prazne u posebnoj stanici za prihvatanje sadržaja septičkih jama na uređaju. U stanici za prihvatanje nalazi se fina automatska rešetka na kojoj se izdvajaju krupnije čestice, a voda se odvodi u okno izbistrene vode iz koje se crpkama kapaciteta 15 l/s prosljeđuje do ulaza u selektor na daljnju obradu.

Prema posljednjim obavljenim analizama uređaj za pročišćavanje otpadnih voda grada Senja postiže sljedeće učinke uklanjanja: za suspendiranu tvar 98 posto, KPK 97 posto i BPK₅ 98 posto.

Cijeli je sustav dobave i obrade otpadne vode potpuno automatiziran, a u slučaju bilo kakvih nepravilnosti osigurana je telefonska dojava na mobilni telefon dežurnoga stručnjaka.



Zgrade uređaja i upravne zgrade iz projektne dokumentacije

Kanalizacijski kolektor i uređaj za pročišćavanje poslužuju četiri djelatnika koji su raspoređeni na radna

VA Tech Vabag GmbH iz Beča, a zajam će zajednički i u jednakim iznosima otplaćivati Grad Senj i Hr-

iz Čakovca (projektant: Darko Žagar, dipl. ing. građ.) i *Princon* d.o.o. iz Čakovca (projektant: Stjepan Ptiček, dipl. ing. stroj.). Zajam je osigurala tvrtka *Va Tech Financ Ltd.* iz Irske, a nadzor je povjeren *RPI* d.o.o. iz Rijeke i *Hrvatskim vodama - VGO Rijeka*.



Gradnja potpornog zida gravitacijskog cjevovoda

mjesta informatičara, voditelja laboratorija, električara i pomoćnog radnika. Dežurni stručnjak obilazi sustav u večernjim satima, vikendima i u neradnim danima.

Sudionici u izvođenju

Investitor toga značajnoga infrastrukturnog zahvata bilo je Gradsko komunalno društvo *Komunalac* d.o.o., čiji direktor Bruno Brozičević, ing. građ., tvrdi kako je posao obavljen dobro i sustav funkcionira na veliko zadovoljstvo stanovnika Senja. Za izvođača radova odabrana je tvrtka

vatske vode. Voditelj projekta bio je Krenn Hermann, a šef gradilišta Jospir Juras, dipl. ing. građ. Opremu je uvezla tvrtka *Aqua promet* d.o.o. iz Zagreba, a domaći su proizvođači dijela opreme bili *Coneco* d.o.o. iz Varaždina i *Graturs* d.o.o. iz Čakovca.

Projektiranje je bilo povjereno tvrtkama *Rijeka projekt vodogradnja* d.o.o. (projektant: Raoul Valčić, dipl. ing. građ.) i *Vodoprivredi Novska* (projektant: Zlatko Jurić, dipl. ing. građ.) te *Esp Elektro Sichich projekti* d.o.o. iz Rijeke (projektant: Marjana Ivković, dipl. ing. el.), *Žagar* d.o.o.

U razgovoru s Borisom Badanjakom, dipl. oec., direktorom uvoznikom opreme *Aqua promet*, doznali smo da je ugovor o izgradnji uređaja za pročišćavanje otpadnih voda grada Senja vrijedan 4,07 milijuna eura potpisan između *Komunalca* d.o.o. iz Senja kao investitora i austrijske tvrtke *VA Tech Vabag* kao izvoditelja. Na temelju sklopljenoga ugovora isporučena je elektrotehnička i strojarska oprema u vrijednosti 2,16 milijuna eura, a preostali se dio od 1,91 milijuna eura odnosio na građevinske radove. Kompletan je uvoz opreme stranog podrijetla (crpke, fina rešetka, ventili, centrifuga, cjevovodi, mjerna i regulacijska oprema) obavila tvrtka *Aqua promet* iz Zagreba. Gradnja uređaja trajala je dvije i pol godine. Uređaj za pročišćavanje otpadnih voda grada Senja u probni je rad pušten u siječnju 2006., a u punom je pogonu, kao što smo rekli, od travnja te godine kada ga je 22. travnja 2006. u rad pustio predsjednik Vlade dr. sc. Ivo Sanader.

Jadranka Samokovlija Dragičević

Snimci: Luka Dragičević
i arhiva izvođača

IZGRADNJA SUSTAVA ODVODNJE OTPADNIH VODA ROGOZNICE

Župan šibensko-kninski Goran Pauk, načelnica općine Rogoznica Sandra Jakelić te direktor tvrtke *Hrvatske vode* *Jadranski projekt* Dinko Polić, obilježili su 31. svibnja 2007. zajedničkim sastankom u *Domu Matice Hrvatske* u Rogoznici početak realizacije ugovora o izgradnji sustava odvodnje otpadnih voda za općinu Rogoznicu. Sustav odvodnje otpadnih voda općine Rogoznica dio je *Projekta Jadran* o kojem se detaljno pisalo u *Građevinaru* 12/2004.

Sustav odvodnje u Rogoznici realizira se dvama ugovorima od ukupno 15 milijuna kuna. Naselje Rogoznica spojit će se na već izgrađeni uređaj i podmorski ispust čime će do kraja biti riješeno jedno od najtežih pitanja lokalne komunalne infrastrukture – prikupljanje, evakuacija, obrada i dispozicija otpadnih voda.

Usvojeno je rješenje sustava odvodnje s uređajem za pročišćavanje otpadnih voda na poluotoku Gradina te ispuštanje voda u akvatorij zapadno od poluotoka Gradina. Za potrebe dovođenja otpadnih voda do lokacije uređaja potrebno je osam crpnih stanica te približno 9.500 metara gravitacijskih i 1.150 metara tlačnih glavnih kolektora. Potreban je uređaj kapaciteta 9.000 ekvivalent stanovnika i odgovarajućeg stupnja pročišćavanja.

Ispust se sastoji od morskog i kopnenog dijela. Podmorski je dio dug 1000 m, a kopneni dio 200 m. Posao je pripao domaćem građevinskom konzorciju vodeći partner kojega je zagrebačka tvrtka *ZM-INŽENJERING*. Davor Stanković, dipl. ing. građ., iz tvrtke *Hidroprojekt-ing* iz

Zagreba, kao autor projekta cijelog sustava, objasnio je detalje projekta, uz napomenu da će izgradnja sustava biti složena i zahtjevna osobito zbog toga što najveći dio sustava prolazi uz obalnu crtu Rogoznice, čime se bitno usporava promet ionako uskim obalnim dijelom. Zbog toga je u općini Rogoznica i odlučeno da izgrad-

zaciju ovog desetogodišnjeg projekta uključena je i Svjetska banka, a ukupno procijenjeni troškovi realizacije projekta su otprilike 280 milijuna eura.

Što se tiče ukupne realizacije *Projekta Jadran*, trenutno se u prvoj fazi projekta 80 posto građevina ugovara, a 90 posto ugovorenih poslova



Pogled na dio obale Rogoznice

nja sustava započne tek nakon završetka turističke sezone. Već u fazi izgradnje glavnog sustava 60 posto građevina na području općine može se odmah i priključivati na kanalizacijski sustav.

Kao izrazito turističko mjesto Rogoznica ne bi mogla dalje razvijati svoje turističke potencijale bez ovakvih ulaganja u infrastrukturu, pa je Sandra Jakelić, načelnica Rogoznice, uvjeren da će ovaj komunalni projekt potaknuti i druge buduće slične investicije. Sustav odvodnje otpadnih voda Rogoznica provodi se u sklopu *Jadranskog projekta* koji su pokrenule Hrvatske vode uz potporu Vlade Republike Hrvatske. U reali-

zaciji. Tako se završava sustav grada Opatije, u Zadru je izgrađen podmorski ispust, Biograd je dovršio kanalizacijsku mrežu, Rijeka također, a realizaciju osim Rogoznice pripremaju i Omiš, Dugi Rat, Opuzen, Novigrad i Makarska. Počela je priprema za drugu fazu *Jadranskog projekta*, kojega će pripremi poslovi biti gotovi u listopadu 2007. U taj dio projekta bit će uključeno još 30 gradova i općina uz more. Dijelom sredstava druge faze financirat će se *monitoring* mora oko već izgrađenih sustava, a planirano je da se cijeli projekt završi do 2015. godine.

Jadranka Samokovlija Dragičević
Snimak: Luka Dragičević