

PROJEKTIRANJE I GRADNJA UREĐAJA ZA PROČIŠĆAVANJE OTPADNIH VODA U OGULINU

# Najviši standardi i visoka kvaliteta

PRIPREMILA:  
Ania Vacek

**U blizini ne postoji prikladan vodotok za ispuštanje pročišćene vode, a za ispuštanje u krševito podzemlje postavljaju se mnogo stroži zahtjevi pa je zato i odabrana membranska tehnologija pročišćavanja**

## Osnovni podaci

Ogulin je gradsko područje s gotovo 14.000 stanovnika na površini od približno 542 km<sup>2</sup> koje se nalazi u središtu Hrvatske, na pola puta od Zagreba do Rijeke. Ogulinski je kraj tipično prijelazno područje koje se ne može potpuno svrstati ni u jednu od regija jer ne pripada ni Gorske kotaru, ni Lici, ni Kordunu, ni Gornjem Pokuplju. Uostalom, i nalazi se na tromeđi triju županija – Karlovačke (u čijemu je sastavu kao prostorno najveća jedinica lokalne samouprave), Primorsko-goranske i Ličko-senjske. U sastavu su grada čak 24 posebna naselja, a gradsko središte s više od 8000 stanovnika uključuje mnoga negdašnja naselja koja su sada njegovi dijelovi ili gradske četvrti (Bošt, Brezik, Bukovica, Drenovac, Gavanj, Kalci, Kostelić selo, Kučinić selo, Lomost, Podvrh, Prapuče, Proce, Sv. Jakov, Vučić selo, Zagrad i Žegar).

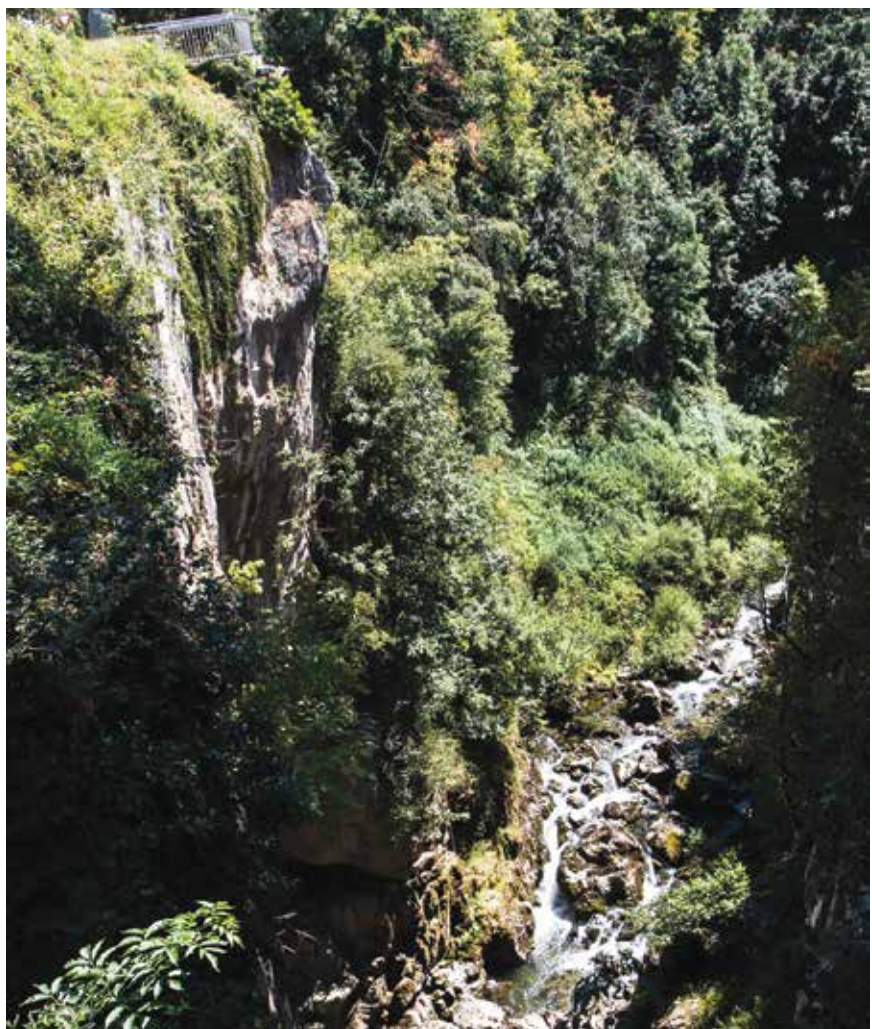
Grad je nastao oko utvrde koju je izgradila plemićka obitelj Frankopan krajem 15. stoljeća nakon što su Turci opustošili Modruš, a tijekom 16. i 17. stoljeća bio je važna utvrda u borbi s Turcima.

S razvojem grada počeo se postupno rješavati i problem vodoopskrbe koja je uspostavljena već u četrdesetim godinama 19. stoljeća. Međutim, suvremena povijest ogulinskog vodovoda započinje 1955. kada se počeo graditi HE *Gojak* s dolinskom pregradom pokraj sela Sabljaka. Gradnja toga složenoga hidrotehničkog zahvata ujedno je potaknula uspostavu sustava javne vodoopskrbe u naseljima Oštarijama, Tounju, Kamenici i Ogulinu.

Gradnja je javnog sustava odvodnje započela tek u devedesetim godinama prošlog stoljeća, i to od sadašnje lokacije uređaja za pročišćavanje otpadnih voda na jugoistočnome gradskom području

zvanom Galge prema središtu, a podijeljena je prema topografskim uvjetima u četiri zone. Dosad su izgrađene prve tri zone s 37 km kanalizacijske mreže i 24 crpne stanice, a obuhvaćeni su središte grada i okolna naselja. U planu je i četvrta zona za naselja južno od Ogulina, sa 17,5 km kanalizacijske mreže i 12 crpnih stanica.

Gradnja uređaja za pročišćavanje otpadne vode (UPOV) u Ogulinu započela je zapravo 2007. kada je predstavljen



Đulin ponor u središtu Ogulina



Lokacija UPOV-a u Ogulinu

zajednički projekt *Unutarnje vode (Inland Waters Project)* Međunarodne banke za obnovu i razvoj (IBRD) i Republike Hrvatske za poboljšanje vodoopskrbe, odvodnje i pročišćavanja otpadnih voda te zaštite od poplava u slivovima Save, Drave i Dunava. Ukupna je vrijednost projekta bila 105 milijuna eura, a bilo je predviđeno da se 45 posto novca osigura iz državnog proračuna, a ostatak su trebale osigurati *Hrvatske vode* i isporučitelji vodnih usluga odnosno jedinice lokalne samouprave. Projekt je završen u cijelosti, a trajao je od 2009. do 2013. godine.

Izgradnja UPOV-a u Ogulinu završena je sredinom 2012. i time je uspostavljeno odgovarajuće pročišćavanje otpadnih voda, što je znatan doprinos zaštiti okoliša na tome području.

Valja istaknuti da to nije bila jednostavna zadaća jer u blizini ne postoji prikladan vodotok u koji bi se mogao ispustiti pročišćeni kanalizacijski efluent. Naime, pročišćenu otpadnu vodu trebalo je ispuštati u krševito podzemlje, a za takve se solucije postavljaju mnogo stroži zahtjevi pročišćavanja. Zato je i odabrana membranska tehnologija pročišćavanja otpadnih voda s pomoću koje se može postići velika redukcija svih parametara onečišćenja pa je time omogućeno ispuštanje pročišćene vode u obližnju vrtaču i u kraško podzemlje.

### Općenito o primjeni membranske tehnologije pročišćavanja

Membranska tehnologija pročišćavanja otpadnih voda može se svrstati u tehnologije pročišćavanja aktivnim muljem, s time da se odvajanje mulja i pročišćene vode obavlja filtracijom kroz membranske cijevi. Primjenom te tehnologije dobivaju se vrlo dobri rezultati i pročišćena je voda dobre kakvoće s niskim vrijednostima parametara onečišćenja. Na temelju praćenja rada postojećih membranskih uređaja mogu se očekivati znatno veći učinak pročišćavanja otpadnih voda u usporedbi s drugim tehnologijama. Međutim, takvi uređaji troše više energije, a nužna je i povremena zamjena membranskih cijevi (vijek se trajanja procjenjuje na najviše 10 godina). Stoga se ta tehnologija pročišćavanja primjenjuje samo u slučajevima gdje se zahtijeva visok učinak uklanjanja onečišćenja.

Donose se sve stroži kriteriji pa se membranska tehnologija i češće primjenjuje, posebno nakon uvođenja metodologije kombiniranog pristupa za ispuštanja pročišćenih otpadnih voda

S obzirom na to da se danas donose sve stroži kriteriji zaštite okoliša, ta se teh-

nologija primjenjuje sve češće. Naime, uvođenjem metodologije tzv. kombiniranog pristupa za rješavanje problema ispuštanja pročišćenih otpadnih voda iz UPOV-a, često nije dovoljno postići uobičajene parametre onečišćenja jer se osim kakvoće ispuštene vode (kriterij efluenta) razmatra i stanje u vodotoku (kriterij recipijenta). Budući da se želi zadržati dobro stanje recipijenta, koncentracije onečišćenja u vodotoku moraju biti znatno niže od parametara vode pročišćene primjenom uobičajene tehnologije pročišćavanja.

Ako je protok recipijenta u sušnome razdoblju dovoljno velik da se može postići zadovoljavajuće razrjeđenje onečišćenja u pročišćenim otpadnim vodama, tada ne treba zahtijevati dodatne učinke pročišćavanja. Međutim, vrlo često UPOV-i nisu u blizini većih vodotoka sa znatnijim protocima u sušnome razdoblju pa se povećanje učinka pročišćavanja postiže uvođenjem membranske tehnologije. Ta je tehnologija danas uobičajena kada se pročišćene otpadne vode ispuštaju u suha korita, podzemlje ili osjetljivo more. S obzirom na to da u blizini UPOV-a u Ogulinu ne postoji prikladan prijamnik i da su se zahtijevali strogi izlazni parametri onečišćene vode, odlučeno je da će se projektirati i izgraditi uređaj s membranskom tehnologijom pročišćavanja te tako znatno smanjiti utjecaj kanalizacijskog sustava na podzemlje.



## Ugovor i značajke UPOV-a u Ogulinu

Ugovor o projektiranju i izgradnji uređaja za pročišćavanje otpadnih voda u Ogulinu, u iznosu od 30,8 milijuna kuna (bez PDV-a), potpisan je u travnju 2010. u Karlovcu između *Hrvatskih voda* kao koncesionara, *Vodovoda i kanalizacije* d.o.o. iz Ogulina kao investitora te izvođača poslovne udruge *Hidroelektra-Niskogradnja* d.d. iz Zagreba kao vodećim partnerom i *HST Hydro-System-technike* GmbH iz Mescheda u Njemačkoj kao partnerom. Potom je između izvođačke poslovne udruge i *Dippold & Gerold - Hidroprojekta 91* d.o.o. iz Brezovice zaključen ugovor o projektiranju UPOV-a grada Ogulina.

Projektom je obuhvaćena gradnja SBR (*Sequence Batch Reactor*) sustava s naknadnom membranskom filtracijom za 7500 ekvivalent stanovnika (ES) u prvoj fazi i 15.000 ES u drugoj fazi.

S obzirom na to da je ogulinski kanalizacijski sustav izveden kao mješoviti, u ulaznu crpnu stanicu dotječu otpadne i oborinske vode. Zbog toga je, prema projektu, crpna stanica u prvoj fazi opremljena dvjema crpkama (radnom i rezervnom), a pritom se u sušnome razdoblju crpi do 30 l/s, a u kišnome 60 l/s vode prema građevini s mehaničkim pročišćavanjem. Kada je količina dotoka veća od 60 l/s u prvoj fazi (120 l/s u drugoj fazi), vodno se lice u crpnoj stanici podiže i višak se vode preko preljevne praga odvodi do retencijskog spremnika za oborinske vode zapremine 300 m<sup>3</sup>. Nakon što oborine prestanu, zadržana se voda iz spremnika gravitacijski povratno ispušta u



Tehničko rješenje UPOV-a Ogulin

crpnu stanicu pa se zajedno s ostalim dotokom tlačnim cjevovodom odvodi na mehaničko pročišćavanje.

Mehaničko pročišćavanje izvodi kompaktni uređaj koji odvaja krupne čestice uz pomoć rešetki, izvodi separaciju pijeska te odvaja

masnoće. Pridodana mu je i fekalna stanica za prihvata sadržaja septičkih jama s automatskom rešetkom za izdvajanje krutina, induktivnim mjeračem protoka i automatskim uzorkivačem efluenta. Svi su ti tehnički uređaji priključeni na središnji ven-



Mehaničko pročišćavanje otpadnih voda



Pročišćavanje otpadnih voda u SBR reaktoru

tilacijski sustav. Tako se onečišćeni zrak kontinuirano odsisava i odvodi u biofiltrar na obradu.

Nakon mehaničkog pročišćavanja otpadna voda gravitacijski otječe u egalizacijske međuspremnik (po jedan od 535 m<sup>3</sup> za svaku fazu) koji su opremljeni mješačima otpadne vode s propelerima koji onemogućavaju taloženje suspendiranih tvari, ali i prethodnom aeracijom radi sprječavanja daljnjeg truljenja otpadne vode. Voda se iz ulaznog egalizacijskog međuspremnika odvodi s pomoću dviju uronjenih crpki prema SBR reaktoru u kojem se provodi biološko pročišćavanje.

Naime, za prvu su fazu gradnje ogulinskog UPOV-a bila predviđena dva SBR reaktora, a za drugu još dva dodatna, svi volumena od 1795 m<sup>3</sup> i dubine 5,5 m. SBR tehnologija jest diskontinuirani postupak biološke obrade, gdje se u jednome reaktoru naizmjence zbivaju različiti procesi kao što su punjenje, biološko pročišćavanje s aeracijom te taloženje i dekantiranje izbistrene vode koja potom otječe prema izlaznome egalizirajućem međuspremniku.

Višak se otpadnog mulja iz reaktora treba automatski ukloniti s pomoću posebnih crpki u tzv. ciklone za mulj (za prvu su fazu predviđena dva silosa od 100 m<sup>3</sup>). Prethodno zgusnuti mokri mulj iz ciklona u nastavku se odvaja uz pomoć ekscentrične pužne crpke do centrifuge za odvodnju mulja. Nakon toga dehidrirani mulj s udjelom suhe tvari od približno 22 posto iz centrifuge izravno pada na pužni transporter kojim se prenosi do obližnjeg prostora za odlaganje predviđenog za po-

lugodišnje skladištenje i izvedenog kao betonska platforma.

Izlaznim je egalizacijskim međuspremnikom osiguran prihvat izbistrene vode iz dvaju ili u drugoj fazi četiriju reaktora. Potom se s pomoću uronjenih crpki otpadna voda odvodi do građevine za membransku obradu, a taj je sustav pročišćavanja kombinacija ultrafiltracije i nanofiltracije, što sve jamči visoku kakvoću pročišćene vode. U membranskom se pročišćavanju smanjuju biološki nerazgradiva onečišćiva koja dolaze iz SBR reaktora, a za to je upravo najbolja kombinacija ultrafiltracije i nanofiltracije koje se ponašaju kao dvostruka barijera i tako postižu i dezinfekciju efluenta. Tek ako dođe do kvara ili prekida rada membranskog sustava, tretiranoj se vodi dodaje klor, a to se zbiva u posebnome dezinfekcijskom spremniku. Kada se ne provodi kloriranje, tada spremnik služi za uzorkovanje vode prije konačnog ispuštanja. Konačno ispuštanje obavlja se u obližnjoj vrtači koja je smještena na zapadnome rubu građevinske čestice UPOV-a, gdje pročišćena voda slobodno ponire u podzemlje.

### Gradnja i dosadašnji rad

Ranije je navedeno da je UPOV u Ogulinu gradila poslovna udruga na čelu s *Hidroelektricom Niskogradnjom*, a projektant je tehnologije pročišćavanja bio *HST Hydrosystemtechnik* iz Njemačke (Günter Müller-Czygan, dipl. ing.). Ta je tvrtka bila izvođač svih strojarskih radova i montaže opreme. Membransko je pročišćavanje

projektirala njemačka tvrtka *GWT – Georgi Wassertechnik*. No, njemački su projektanti dali podloge, a sve je projekte, od idejnog rješenja preko idejnog i glavnog projekta pa do izvedbenih projekata i projekta izvedenog stanja izradila tvrtka *Dippold & Gerold - Hidroprojekt 91* (glavni projektant Dalibor Vacek, dipl. ing. građ.). Hrvatski su projektanti bili odgovorni za usklađivanje njemačkih projektantskih podloga s hrvatskim propisima, a *Hidroelektra Niskogradnja*, osim što je izvodila sve građevinske radove, koordinirala je rad svih sudionika u projektu. Nadzor izgradnje obavljala je tvrtka *Fluming d.o.o.* iz Rijeke. Radovi su započeli u ožujku 2011., a u cijelosti su završeni u lipnju 2012. godine.

Njemački su projektanti dali podloge, a sve su projekte, od idejnog rješenja preko idejnog i glavnog pa do izvedbenih i projekta izvedenog stanja izradili hrvatski projektanti

Valja reći to da je tvrtka *Vodovod i kanalizacija* iz Ogulina kao investitor snosila PDV za cijeli projekt. Inače se zajam, kao i drugdje u sklopu projekta *Unutarnje vode*, vraća tako da se iz državnog proračuna otplaćuje između 45 i 70 posto (prosječno 50 posto), *Hrvatske vode* iz izravnih prihoda odvajaju 25 posto, a jedinice lokalne samouprave, ovisno o mogućnostima, između 5 i 30 posto.

Građevna se parcela UPOV-a površine 8280 m<sup>2</sup> nalazi pokraj ulice Dražice, a nepravilnog je i izduženog oblika te je s istočne i južne strane omeđena šljunčanim putem. Nadmorska je visina terena približno 320 m, a radilo se o neobrađenoj površini, dijelom pokrivenoj šumom. Upravni je postupak, dakle ishođenje građevinske dozvole, proveden za obje faze gradnje uređaja, a druga će se faza početi izvoditi kada se ostvare planirani priključci na kanalizacijski sustav.

Među građevinama ističe se upravna zgrada, smještena na sjevernome dijelu lokacije, a u njoj se nalaze oprema za nadzor, upravljanje i održavanje UPOV-a, laboratorij i soba za sastanke. Radi se o



Položaj UPOV-a Ogulin i razmještaj građevina





Upravna zgrada



Zgrada mehaničkog pročišćavanja

manjoj prizemnici tlocrtnih dimenzija 13 x 10 m s dvostrešnim krovom.

Nešto je veća građevina namijenjena postrojenju za mehaničko pročišćavanje i postrojenju za obradu mulja uz koju je predviđen i odvojeni prostor za puhalu. Radi se prizemnoj armiranobetonskoj hali približnih dimenzija 23 x 13 m koja je visinski podijeljena na dva dijela i ima lagano dvostrešno krovište.

Treća se zgrada, namijenjena membranskoj pročišćavanju, nalazi na jugozapadnome dijelu prostora uređaja za pročišćavanje, gdje je smještena oprema za ultrafiltraciju i nanofiltraciju te odvojeni prostori za smještaj potrebnih kemikalija, a ostavljen je i prostor za naknadno povećanje kapaciteta u drugoj fazi. Radi se o jednodnostornoj hali dimenzija 18 x

13 m jednostavnog oblika s monolitnim armiranobetonskim zidovima i laganim krovom.

Ulazna je crpna stanica izvedena kao podzemna građevina s bazenom za oborinske vode, a nalazi se na zapadnoj strani UPOV-a, između hale za mehaničko pročišćavanje i vrtače u koju se ispušta pročišćena voda. Ulazni je egalizacijski spremnik smješten iza zgrade za mehaničko pročišćavanje i pokraj prostora za odlaganje mulja i služi za osiguranje ravnomjerne dobave vode na SBR reaktore u nastavku. Izlazni je egalizacijski spremnik smješten neposredno uz SBR reaktore. Iz njega se s pomoću dviju uronjenih crpki voda diže prema građevini za membransko pročišćavanje. Uz još neke manje sadržaje poput spremnika za dezinfekciju i izlaznog mjernog okna valja

spomenuti i radove na rekonstrukciji prilaznog puta, gradnju dovodno-spojnog kolektora, energetski priključak, parkiralište, jednosmjernu kružnu prometnicu unutar UPOV-a, pješačke staze, popločenja i slično. Na temelju redovitog praćenja dosadašnjeg pogona može se reći to da uređaj za pročišćavanje otpadnih voda u Ogulinu radi vrlo kvalitetno i da se postižu propisani učinci pročišćavanja.

To se dokazuje kontrolnim ispitivanjima parametara onečišćenja u pročišćenoj vodi. Uređaj je projektiran tako da se omogućiti jednostavna i brza provedba druge faze. Pritom svakako treba poštovati dinamiku proširenja kanalizacijskog sustava i prateću izvedbu novih priključaka, što se u idućem razdoblju planira ostvariti uz pomoć fondova Europske unije.



Membranska tehnologija pročišćavanja otpadnih voda UPOV-a Ogulin



Ispuštanje pročišćenih otpadnih voda u podzemlje