

ZAŠTITA KRŠKIH IZVORIŠTA VODE ZA PIĆE U ISTRI IZGRADNjom SUSTAVA ODVODNJE ZA MALA RURALNA NASELJA

PROTECTION OF KARST SPRINGS USED FOR WATER SUPPLY IN ISTRIA BY BUILDING SEWAGE SYSTEMS FOR SMALL RURAL SETTLEMENTS

Gabrijela Kablar*, Martina Fabić*, Barbara Karleuša*, Goran Volf*

Sažetak

Odvodnja otpadnih voda u Republici Hrvatskoj s ukupno 6.762 naselja grupirana je u 736 aglomeracija, od čega 468 aglomeracija ima opterećenje do 2.000 ekvivalent stanovnika (ES). Iako se zahtjevi Direktive o pročišćavanju komunalnih otpadnih voda odnose provenstveno na aglomeracije veće od 2.000 ES, neophodno je adekvatno zbrinjavati otpadne vode i manjih aglomeracija, pogotovo u osjetljivim područjima kao što su zone sanitarne zaštite izvorišta vode za piće. U cilju zaštite izvorišta vode u Istarskoj županiji izrađena je studija „Organizacija, izgradnja i održavanje sustava odvodnje i pročišćavanja otpadnih voda za mala naselja u obuhvatu vodozaštitnih područja u Istarskoj županiji” te je osnovano trgovačko društvo IVS – Istarski vodozaštitni sustav d.o.o., koje je u vlasništvu svih gradova i općina Istarske županije čiji je zadatak realizacija navedene Studije. Studija obuhvaća 173 naselja u zonama sanitarne zaštite izvorišta vode za piće na području Istre, u kojima živi oko 38.000 stanovnika. U ovom radu će se prikazati rješenja dvaju sustava odvodnje otpadnih voda za mala naselja u Istri koja su izrađena u okviru dvaju diplomskih radova: sustav za naselje Lobarika i sustav za naselja Rapavel, Anžići i Smolići. Cilj rada je istaknuti problematiku zaštite izvorišta vode za piće u kršu, mogućnosti zaštite izvorišta izgradnjom odgovarajućih sustava odvodnje i uređaja za pročišćavanje otpadnih voda, probleme koji se javljaju pri projektiranju razdjelnih sustava odvodnje otpadnih voda za aglomeracije manje od 2.000 ES kao i probleme koji se mogu očekivati u budućnosti pri korištenju sustava.

*Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Radmile Matejčić 3, 51000 Rijeka
E-mail: gabrijela.kablar_martina.fabic@student.uniri.hr; barbara.karleusa.goran.volf@uniri.hr

Ključne riječi: *sustav odvodnje, uređaj za pročišćavanje otpadnih voda, Istarski vodozaštitni sustav, zaštita krških izvorišta, aglomeracije manje od 2.000 ES*

Abstract

Wastewater drainage for 6.762 settlements in the Republic of Croatia is grouped in 736 agglomerations, of which 468 agglomerations have loads of up to 2.000 population equivalent (PE). Although the requirements of the Urban Wastewater Treatment Directive apply to agglomerations of more than 2.000 PE, it is necessary to adequately dispose wastewater of these smaller agglomerations, particularly in sensitive areas such as drinking water protection zones. In order to protect drinking water sources in the Istrian County, the study "Organization, construction and maintenance of drainage and wastewater treatment systems for small settlements in drinking water protection areas of the Istrian County" was prepared and the Istrian Water Protection System Ltd., whose task is the realization of the above mentioned Study, was established. The Study included 173 settlements in the areas of drinking water protection zones, where about 38.000 inhabitants live. This paper presents the designs of two wastewater drainage systems for small settlements in Istria, which were developed within two graduation theses: for the settlement Lobarika and for settlements Rapavel, Anžići and Smolići. The aim of this paper is to highlight the problem of drinking water sources protection in karst areas, the possibility of protection by construction of appropriate sewage systems and wastewater treatment plants, problems encountered in the design of separate systems for agglomerations less than 2.000 PE as well as problems that can be expected in the future when these systems will be in use.

Key words: *sewerage system, waste water treatment plant, Istrian Water Protection System, protection of drinking water sources in karst regions, agglomerations with less than 2.000 PE*

1. Uvod

U ovom radu prikazat će se problematika zaštite krških izvorišta vode za piće u Istarskoj županiji izgradnjom sustava odvodnje uključujući uređaje za pročišćavanje otpadnih voda (UPOV) za mala naselja ruralnog karaktera koja se nalaze u zonama sanitarne zaštite.

Zaštita izvorišta vode za piće (odnosno za ljudsku potrošnju) u Hrvatskoj je definirana kroz više zakonskih i podzakonskih akata od kojih su najznačajniji: Zakon o vodama [1], Pravilnik o utvrđivanju zona sanitarne zaštite izvorišta [2], Pravilnik o graničnim vrijednostima emisija otpadnih voda [3], Odluka o određivanju osjetljivih područja [4], a koji su usklađeni s europskom pravnom stečevinom.

U Zakonu o vodama [1] posebno se ističu zaštićena područja među koja se ubrajaju vodna tijela koja su namijenjena ljudskoj potrošnji i osjetljiva područja u kojima je zbog postizanja ciljeva kakvoće voda potrebno provesti

višu razinu ili viši stupanj pročišćavanja komunalnih otpadnih voda od propisanog Pravilnikom o graničnim vrijednostima emisija otpadnih voda [3]. Također se navodi obaveza donošenja odluke o zaštiti izvorišta, odluke o odvodnji otpadnih voda i sl., dok su navedeni aspekti detaljno obrađeni u podzakonskim aktima.

Pravilnik o utvrđivanju zona sanitarne zaštite za izvorišta [2] kod zahvaćanja podzemne vode iz vodonosnika s pukotinskom i pukotinsko-kavernoznom poroznosti u koje se svrstavaju krška izvorišta definira četiri zone zaštite te među mjerama u III. zoni zaštite zabranjuje ispuštanje nepročišćenih otpadnih voda. Stoga je za naselja u toj i u strožim zonama neophodno graditi nepropusne sustave odvodnje te otpadne vode pročišćavati i tek nakon toga ispuštati min. u III. zoni.

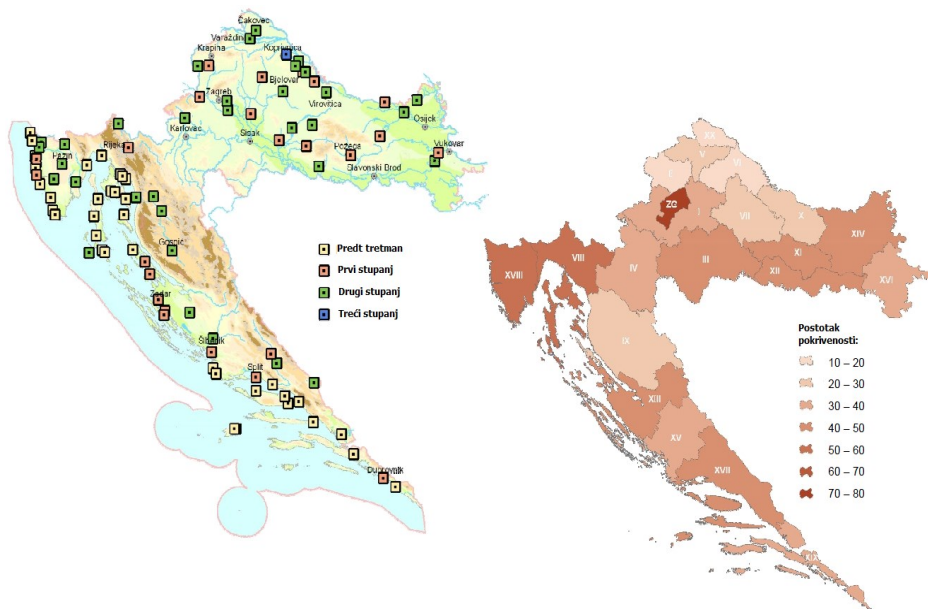
Direktiva o odvodnji i pročišćavanju komunalnih otpadnih voda EU [5] se prvenstveno bavi aglomeracijama većim od 2.000 ES (ekvivalent stanovnika), dok se Pravilnikom o graničnim vrijednostima emisija otpadnih voda [3] određuje stupanj pročišćavanja otpadnih voda za aglomeracije različitih opterećenja. Za aglomeracije manje od 2.000 ES (468 aglomeracija, što čini 63% aglomeracija u RH) navodi se: „Komunalne otpadne vode iz sustava javne odvodnje aglomeracija s opterećenjem manjim od 2.000 ES neovisno o osjetljivosti područja pročišćavaju se odgovarajućim pročišćavanjem prije ispuštanja otpadnih voda u prijemnik.“ Odgovarajuće pročišćavanje ovisi o osjetljivosti područja (vodnog tijela) u koje se otpadna voda ispušta nakon pročišćavanja.

Na području Istarske županije važnost odgovarajućeg zbrinjavanja otpadnih voda malih naselja ruralnog karaktera je velika s obzirom da se 173 naselja nalazi u zonama sanitarne zaštite izvorišta vode za ljudsku potrošnju.

U ovom radu će se, nakon kraćeg pregleda stanja sustava odvodnje i pročišćavanja otpadnih voda u Hrvatskoj i u Istarskoj županiji, prikazati projektna rješenja dvaju sustava odvodnje za naselja koja se nalaze u zonama sanitarne zaštite izvorišta vode za piće: sustav odvodnje otpadnih voda za naselje Lobarika (uključujući naselja Radeki polje i Glavica) [6] i sustav za naselja Rapavel, Anžići i Smolići [7]. Cilj ovog rada je istaknuti problematiku zaštite izvorišta vode za piće u kršu, mogućnosti zaštite izvorišta izgradnjom odgovarajućih sustava odvodnje i UPOV-a, probleme koji se javljaju pri projektiranju razdjelnih sustava odvodnje otpadnih voda za aglomeracije manje od 2.000 ES kao i probleme koji se mogu očekivati u budućnosti vezane za pogon i održavanje tih sustava.

2. Pregled stanja odvodnje i zbrinjavanja otpadnih voda u Hrvatskoj

U Hrvatskoj, od ukupne populacije koju čini 4.437.460 stanovnika, na sustave javne odvodnje je priključeno 1.923.000 stanovnika, odnosno 43%, od kojih je samo 28%, odnosno 1.245.500 stanovnika priključeno na uređaje za pročišćavanje otpadnih voda. Od toga 7% ima samo predtretman, 5% ima prvi stupanj pročišćavanja, 15% ima drugi stupanj pročišćavanja, a samo 0,3% je priključeno na uređaj s trećim stupnjem pročišćavanja (Slika 1) [8].



Slika 1. Pregled populacije spojene na kanalizacijski sustav te izgrađenih UPOV-a u Republici Hrvatskoj [8].

Pregled odvodnje te zbrinjavanja otpadnih voda po veličini aglomeracije prikazan je u Tablici 1 [9]. Od ukupno 6.766 naselja u Republici Hrvatskoj grupiranih u 736 aglomeracije, 468 aglomeracija, odnosno čak 63 % je manje od 2.000 ES, što čini ukupno opterećenje od 421.199 ES. To opterećenje čini ukupan broj naselja od 2.649, odnosno 580.988 stanovnika. Stanovništvo je u 849 naselja priključeno na javni sustav odvodnje, dok 1.800 naselja ima individualna rješenja zbrinjavanja otpadnih voda (uglavnom septičke i sabirne jame ili individualne ispuste u cestovne i melioracijske kanale) [8].

Tablica 1. Pregled odvodnje te zbrinjavanja otpadnih voda u RH prema veličini aglomeracije [9].

Veličina aglomeracije		0-2.000	2.001-10.000	10.001-15.000	15.001-150.000	>150.000	Ukupno
Broj sustava		468	205	31	51	4	759
Ukupno opterećenje [ES]		421.199	887.602	407.072	1.987.445	2.001.521	5.704.839
Broj naselja	Sustav	2.649	2.069	544	1.354	150	6.766
	Javna kanalizacija	849	759	249	637	135	2.629
	Pojedinačna kanalizacija	1.800	1.310	295	717	15	4.137
Populacija	Sustav	580.988	856.514	300.353	1.372.522	1.327.083	4.437.460
	Javna kanalizacija	366.129	682.829	258.497	1.277.586	1.325.215	3.910.256
	Pojedinačna kanalizacija	214.589	137.685	41.586	94.936	1.868	527.204
	Spojeno	30.165	124.475	101.370	707.318	971.694	1.935.022

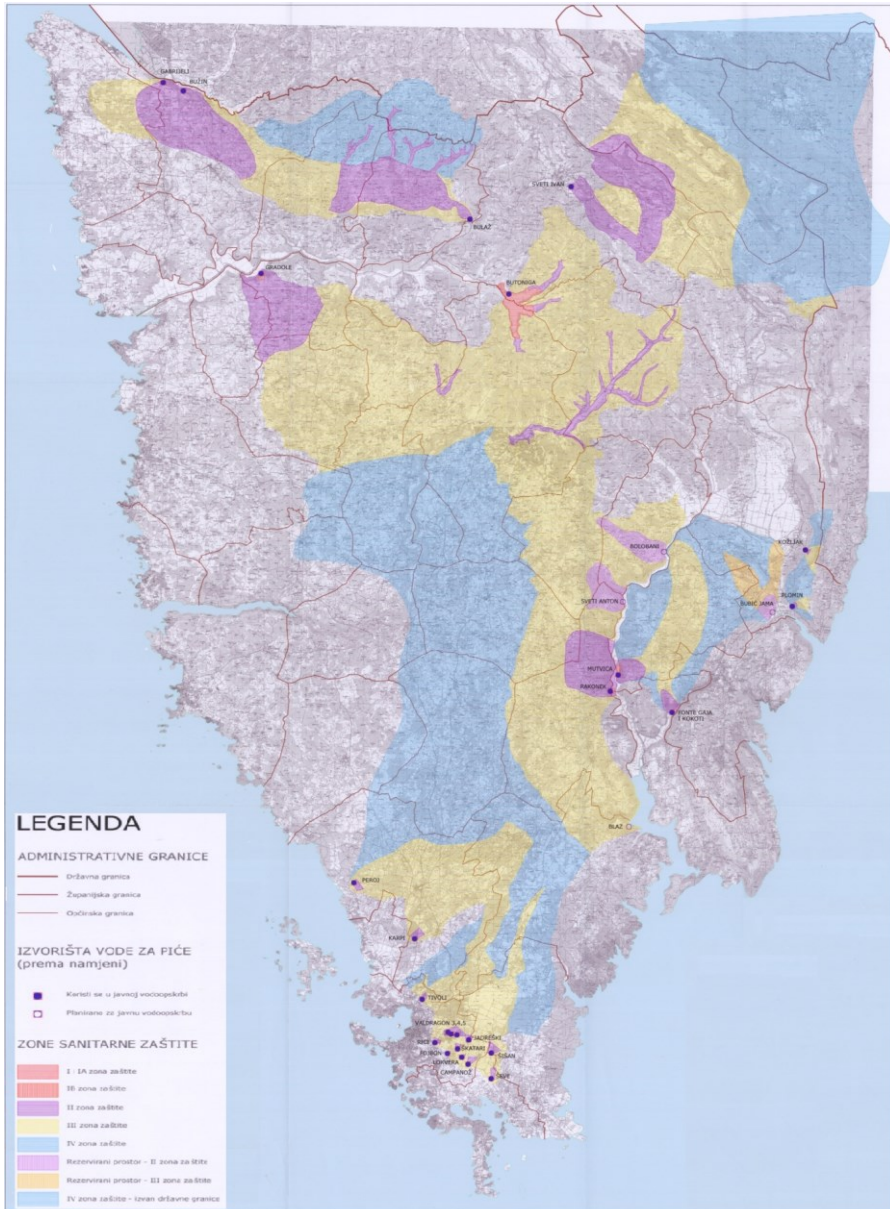
3. Pregled stanja odvodnje i zbrinjavanja otpadnih voda u Istarskoj županiji

Najveći dio Istarske županije čini vodopropusni krš. Zbog velike propusnosti pokrovnog sloja podzemlje je izrazito osjetljivo na onečišćenje s površine te je oko 70% površine Županije pod određenim režimom vodozaštite [10]. Odgovarajuće zbrinjavanje otpadnih voda naselja u Istarskoj županiji stoga predstavlja visoki prioritet. Odlukom o zonama sanitarne zaštite izvorišta vode za piće u Istarskoj županiji 2005. su definirane [11] te 2011. revidirane [12], zone koje su prikazane na Slici 2.

Prema Odluci [11], [12], za zaštitu izvorišta podzemne vode koja se koristi za javnu vodoopskrbu definirano je sljedeće:

- U IV. zoni sanitarne otpadne vode treba rješavati izgradnjom sustava javne odvodnje s drugim stupnjem pročišćavanja, a gdje nema tehničke ni ekonomske opravdanosti, otpadne vode pročišćavati na vlastitom uređaju drugog ili odgovarajućeg stupnja pročišćavanja i ispuštanjem u podzemlje putem upojnog bunara ili drenaže, odnosno ponovno koristiti za tehnološku vodu ili za potrebe navodnjavanja.
- U III. zoni sanitarne otpadne vode potrebno je prikupljati nepropusnim sustavom i odvoditi izvan zone, a gdje za to nema uvjeta, ispuštati u podzemlje nakon drugog ili odgovarajućeg stupnja pročišćavanja ili, ako je moguće, ponovo koristiti za tehnološku vodu ili za potrebe navodnjavanja. Individualni stambeni objekti na područjima gdje nema tehničke ni ekonomske opravdanosti za gradnju sustava javne odvodnje moraju imati septičku jamu ili tipski (biološki ili drugi odgovarajući)

uređaj, s ispuštanjem otpadne vode putem upojnog bunara ili disperzivno u podzemlje.



Slika 2. Zone sanitarne zaštite izvorišta vode za piće u Istarskoj županiji prema Odluci [11], [12].

- U II. zoni je za sanitarne otpadne vode obvezno izgraditi vodonepropusni sustav javne odvodnje s odvodnjom otpadne vode izvan zone te na sustav

priključiti otpadne vode postojećih objekata ili, iznimno za mala naselja do 2.000 ES-a, izgraditi uređaj koji će pročititi otpadne vode te izgraditi ispušt, a sve u skladu s važećim propisom o graničnim vrijednostima emisija otpadnih voda. Objekti za koje nije planirano priključenje na sustav javne odvodnje moraju imati tipski uređaj drugog ili odgovarajućeg stupnja pročišćavanja s ispuštanjem otpadnih voda izvan zone ili izuzetno sakupljati otpadne vode u nepropusnu sabirnu jamu s kontrolom pražnjenja putem ovlaštenih institucija.

- U I. zoni sanitarne otpadne vode moraju se odvesti nepropusnom kanalizacijom izvan zone.

Zone sanitarne zaštite izvorišta pretežno se nalaze u unutrašnjem dijelu poluotoka gdje se, uz nekoliko gradova (npr. Pazin, Buzet), nalazi velik broj malih ruralnih naselja do 2.000 ES.

Otpadne vode u tim naseljima zbrinjavale su se u prošlosti putem crnih ili septičkih jama te u nekim slučajevima čak i direktnim ispuštanjem u okoliš. Takvo rješenje ugrožavalo je vodne resurse koji se koriste za piće te je 2000. godine u cilju zaštite izvorišta izrađena studija „Organizacija, izgradnja i održavanje sustava odvodnje i pročišćavanja otpadnih voda za mala naselja u obuhvatu vodozaštitnih područja u Istarskoj županiji" [13] koja je trebala pronaći odgovarajuća rješenja za to područje. Studija je bila temelj za osnivanje trgovačkog društva IVS – Istarski vodozaštitni sustav d.o.o., koje je u vlasništvu svih gradova i općina Istarske županije [14]. Društvo je osnovano sa zadatkom realizacije navedene Studije. Studija obuhvaća 173 naselja u zonama sanitarne zaštite izvorišta vode za piće na području Istre, u kojima živi oko 38.000 stanovnika. Kapaciteti uređaja za pročišćavanje otpadnih voda iznose od najmanje 100 do najviše 500 ES. Dosadašnje glavne aktivnosti IVS-a bile su pretežno vezane na pripremu projektne dokumentacije za kanalske mreže i UPOV-e i praćenje izgradnje, a uskoro će područje djelovanja biti i pružanje vodnih usluga.

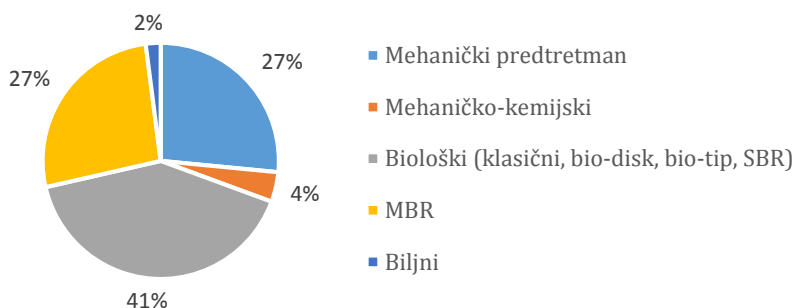
Prema Izvješću o stanju u prostoru Istarske županije 2007-2012., u 2011. godini priključenost stanovništva Istarske županije na sustave javne odvodnje otpadnih voda bila je procijenjena na oko 57%, a ukupan broj UPOV-a je iznosio 33 [15]. U radnoj verziji Izvješća o stanju u prostoru Istarske županije 2013.-2016. (Tablica 2) navodi se da je ukupno izgrađeno 49 UPOV-a, što je povećanje od 48% u odnosu na stanje u 2011. godini [16]. Iz Slike 3 razvidno je da su na UPOV-ima implementirana različita tehnološka rješenja obrade otpadnih voda. Od 49 izrađenih UPOV-a, u Istarskoj županiji 30 (61%) ima kapacitet manji od 2.000 ES. Od 13 UPOV-a izgrađenih u periodu od 2013. do 2016. godine njih 11 (85%) izgrađeno je za aglomeracije manje od 2.000 ES pretežno ruralnog karaktera te uz 2. ili 3. stupanj pročišćavanja otpadnih voda.

Tablica 2. Izgrađeni UPOV-i u Istarskoj županiji s navedenim stupnjem i vrstom pročišćavanja [16].

Naziv (lokacija) UPOV	Izvedeni kapacitet (ES)	Izvedeni stupanj pročišćavanja	Tip UPOV-a
UPOV CUVI	64.900	P	mehanički predtretman
UPOV VALKANE (G. Pula)	35.000	P	mehanički predtretman
UPOV MARLERA	34.500	P	mehanički predtretman
UPOV SAVUDRIJA	33.000	P	mehanički predtretman
UPOV UMAG	33.000	P	mehanički predtretman
UPOV NOVIGRAD	33.000	1	mehaničko-kemijski
UPOV POREČ IUG	26.000	P	mehanički predtretman
UPOV POREČ-SIEVER	24.000	P	mehanički predtretman
UPOV PETALON	18.000	1	mehaničko-kemijski
UPOV LANTERNA	16.400	P	mehanički predtretman
UPOV PEROI	14.000	P	mehanički predtretman
UPOV PREMANTURA	8.400	P	mehanički predtretman
UPOV LABIN	7.500	2	klasični biološki
UPOV BUZET	7.200	2	biološki
UPOV PAZIN	7.000	2	biološki
UPOV BUMBIŠTE	7.000	P	mehanički predtretman
UPOV DUGA UVALA	5.500	P	mehanički predtretman
UPOV BUJE	4.000	2	biološki
UPOV ČERVAR-PORAT	3.600	2	biološki
UPOV KANFANAR	1.900	3	MBR
UPOV OPĆINE BALE	2 x 750	3	MBR
UPOV POTPIČAN	1.150	2	klasični biološki
UPOV BRTONIGLA	1.000	2	bio-disk
UPOV ROČ	2 x 500	3	MBR
UPOV OTOK SV. NIKOLA	700	P	mehanički predtretman
UPOV ŽMINJ	700	2	biljka-uređaj
UPOV GROŽNJAN	500	2	bio-disk
UPOV KOROMAČNO	500	2	klasični biološki
UPOV NOVA VAS	400	2	bio-uređaj
UPOV OPRTALI	400	3	MBR
UPOV VIŽINADA	2 x 200	3	MBR
UPOV PRHATI	2 x 200	3	MBR
UPOV RUDANI	2 x 200	3	MBR
UPOV TOPIT	2 x 200	3	MBR
UPOV BARBAN	350	2	bio-disk
UPOV KAŠČERGA	2 x 150	2	bio-tip
UPOV VRH	2 x 150	2	bio-tip
UPOV PLOMIN LUKA	300	2	bio-disk
UPOV GRAČIŠĆE	265	3	MBR
UPOV PIČAN	250	2	klasični biološki
UPOV VIŠNJAN	200	2	bio-disk
UPOV SV. LOVREČ	200	3	MBR
UPOV IND. ZONA ŽMINJ	200	2	SBR
UPOV ČESARI-BAŠIĆI	150	3	MBR
UPOV VIŠKOVICI	100	3	MBR
UPOV MARČENEGLA	100	3	AA MBR
UPOV GRDOSELO	100	3	SBR
UPOV ŠČULCI-PALADINI	100	2	bio-tip
UPOV DRAGUĆ	100	2	bio-tip
UKUPNO	396.365		

UPOV izgrađeni u razdoblju 2013.-2016.god.

(Izvor podataka: Trgovačka društva za javnu odvodnju, općine i PPIŽ)



Slika 3. Pregled udjela pojedinih tipova (tehnoloških rješenja) UPOV-a u Istarskoj županiji.

Prema Studiji [13] bilo je planirano u prvoj fazi ukupno izgraditi kanalizacijsku mrežu s UPOV-ima za 86 malih naselja.

Iz podataka prikazanih u Tablici 3. jasno se vidi da se kontinuirano ulaže u izgradnju sustava odvodnje te da je u periodu od 2013. do 2016. godine izgrađeno preko 247 km kanalske mreže, odnosno da je duljina mreže ukupno povećana za oko 24%.

Tablica 3. Duljina kanalske mreže u 2013., 2014. i 2015. godini, ukupan porast duljine mreže i postotak izrađene mreže u periodu 2013-2016 [16].

Trgovačka društva i općine nadležne za javnu odvodnju	2013. (km)	2014. (km)	2015. (km)	2016. (km)	Ukupan porast duljine mreže (km)	% porasta duljine mreže
Park odvodnja d.o.o. Buzet	26,95	27,03	29,23	29,26	2,31	9
Usluga odvodnja d.o.o. Pazin	36,45	36,45	37,76	42,46	6,01	16
Pragrande d.o.o. Pula	402,30	414,72	425,59	459,45	57,12	14
6. maj odvodnja d.o.o. Umag	189	192	195	198	9	5
IVS-Istarski vodozaštitni sustav d.o.o. Buzet	12,21	22,14	24,02	36,41	24,2	198
Odvodnja Rovinj d.o.o. Rovinj	56	60	60	63	7	13
Odvodnja Poreč d.o.o. Poreč	166,53	167,33	212,21	263,47	96,94	58
Mandalena d.o.o. Marčana	4,07	4,51	4,96	5,09	1,02	25
*Općina Žminj	*	*	*	5,72	-	-
Limska Draga d.o.o. Kanfanar	6,71	7,92	7,92	7,92	1,21	18
Vodovod Labin d.o.o.	97,86	97,86	97,86	97,86	-	0
Albanež d.o.o.	39	47	59	73	34	87
**Općina Bale	**	**	**	2,82	-	-
Općina Barban	8,87	8,87	8,87	8,87	0	0
Općina Gračišće	2,80	2,80	2,80	2,80	0	0
UKUPNO	1.048,75	1.088,63	1.165,22	1.296,13	247,38	24

* općina Žminj: nema podatka o duljini kanalizacijske mreže u 2013., 2014., i 2015. god.

**općina Bale: u razdoblju 2013.-2016. izgrađeno 0,52 km kanalizacijske mreže

(Izvor podataka: Trgovačka društva za javnu odvodnju (javni isporučitelji vodne usluge javne odvodnje i općine)

Intenzivna je bila izgradnja sustava odvodnje u većim gradovima Poreč (96,94 km) i Pula (57,12 km) te općini Medulin (34 km), kao i izgradnja sustava odvodnje malih naselja za koju je nadležan IVS (24,2 km) i kod koje je došlo gotovo do utrostručenja njene duljine (produljenje za oko 200%).

4. Primjeri rješavanja sustava odvodnje otpadnih voda malih naselja u zonama sanitarne zaštite u Istri

Za prikaz rješenja odvodnje otpadnih voda malih ruralnih naselja u Istarskoj županiji, koja se nalaze u prostoru zona sanitarne zaštite izvorišta vode za piće, odabrana su dva primjera: sustav odvodnje za naselje Loborika i sustav odvodnje za naselja Rapavel, Anžići i Smolići (Slika 4). Projektna rješenja su izrađena u [6] i [7].

Pri izradi rješenja poštovala su se odredbe Prostornog plana Istarske županije, općinskih prostornih planova uređenja (Općine Marčana i Općine Višnjan), Odluka o zonama sanitarne zaštite izvorišta vode za piće Istarske županije [11], [12], studija „Organizacija, izgradnja i održavanje sustava odvodnje i pročišćavanja otpadnih voda za mala naselja u obuhvatu vodozaštitnih područja u Istarskoj županiji" [13] te svi relevantni zakoni i podzakonski akti. Temeljem navedenih dokumenata odvodnja otpadnih voda za navedena naselja treba se rješavati modelom razdjelne kanalizacije, što znači da se sanitarna otpadna voda odvodi odvojenim sustavom od oborinske vode te se treba obraditi na UPOV-ima s odgovarajućim pročišćavanjem.

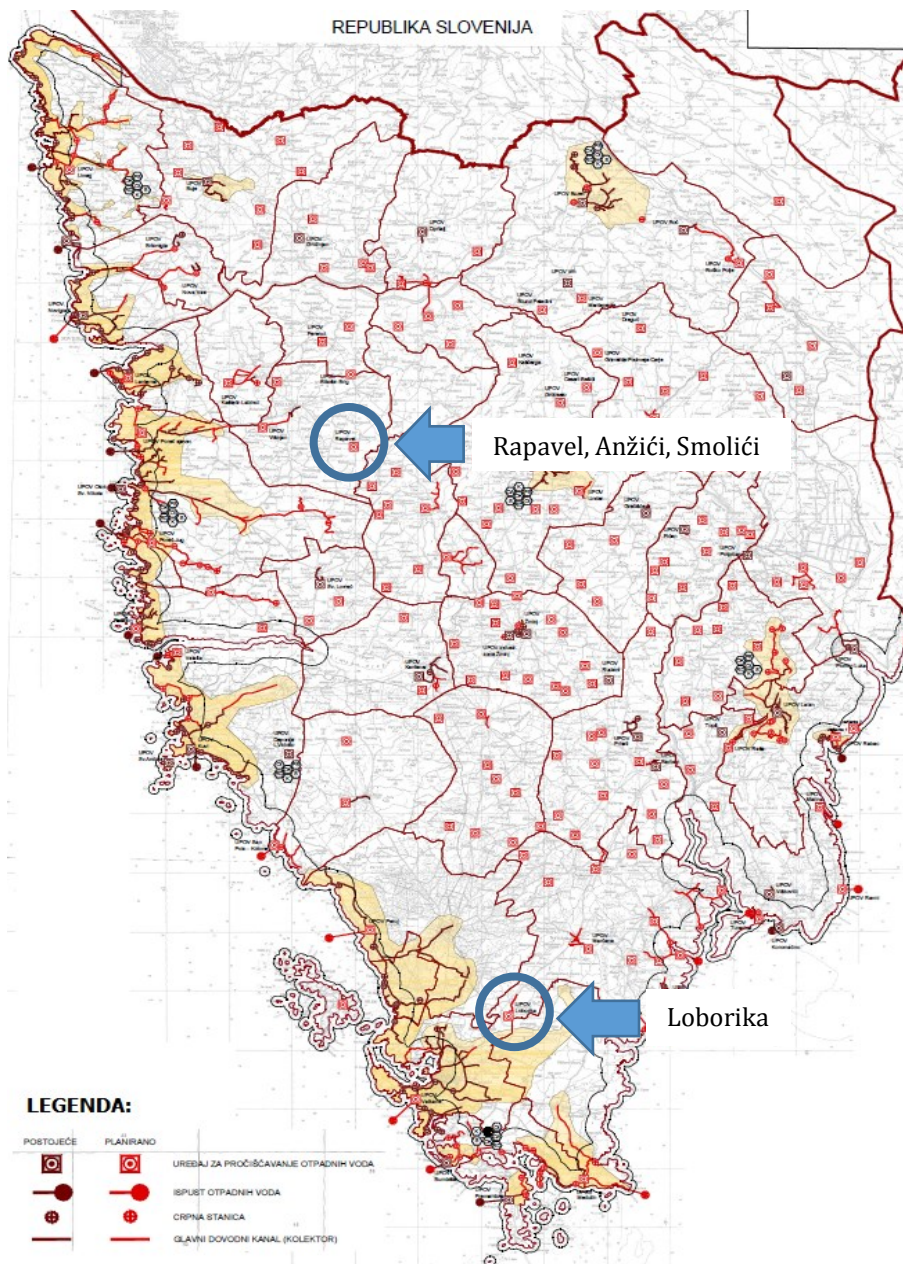
Naselje Loborika nalazi se unutar III. zone sanitarne zaštite bunara: Valdragon i Jadreški, a naselja Rapavel, Anžići i Smolići u III. zoni sanitarne zaštite izvora Gradole.

Prema Pravilniku o graničnim vrijednostima emisija otpadnih voda [3], standard za efikasnost pročišćavanja otpadnih voda za III. zonu sanitarne zaštite za aglomeracije manje od 10.000 ES predviđa:

- suspendirane tvari - min. smanjenje ulaznog opterećenja 90% ili koncentracija na izlazu ≤ 35 mg/l
- biokemijska potrošnja kisika BPK₅ - min. smanjenje ulaznog opterećenja 70% ili koncentracija na izlazu ≤ 25 mgO₂/l
- kemijska potrošnja kisika KPK - min. smanjenje ulaznog opterećenja 75% ili koncentracija na izlazu ≤ 125 mg/l.

Hidraulički proračun oba sustava odvodnje je proveden u računarskom programu Urbano Canalis tvrtke Studio ARS d.o.o., statički proračun cijevi

korištenjem računarskog programa Vargon istoimene tvrtke te crpki korištenjem računarskog programa WebCAPS tvrtke Grundfos.



Slika 4. Infrastrukturni sustavi, odvodnja otpadnih voda i sustav gospodarenja otpadom, [17], uz naznačena naselja Loborika i Rapavel, Anžiči i Smolići.

4.1. Zbrinjavanje otpadnih voda naselja Lobarika

Prema Studiji [13], za naselje Lobarika, koje se nalazi u Općini Marčana, predviđena je gradnja MBR (membranski bioreaktor) uređaja kapaciteta 1.000 ES kojim se postiže izuzetno visoka učinkovitost pročišćavanja.

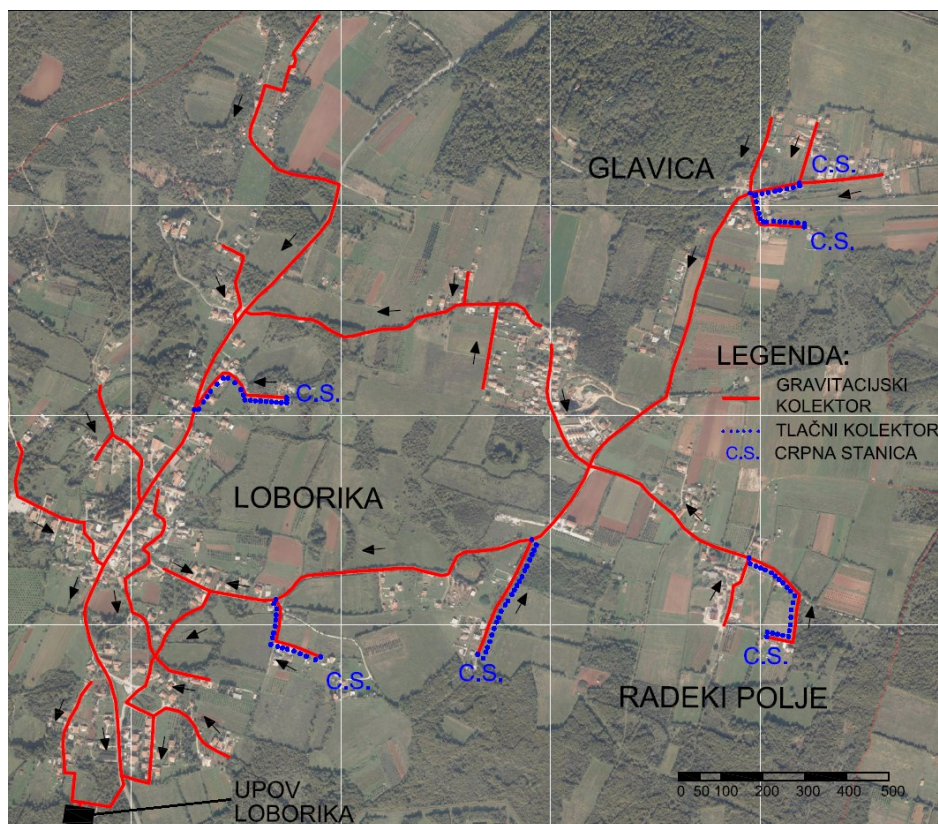
U rješenju koje je izrađeno u [6] rješava se odvodnja naselja Lobarika, ali i obližnjih naselja Radeki polje i Glavica. Opterećenje na UPOV-u na kraju 30 godišnjeg projektnog razdoblja definirano je u većem iznosu od onog navedenog u Studiji [13]. Naime, ukupan broj stanovnika prema popisu stanovništva iz 2011. iznosi 844 stanovnika te, ukoliko se uzme u obzir relativni porast broja stanovnika dobiven u odnosu na broj stanovnika iz popisa 2001., on iznosi 4,68%, što bi na kraju 30-godišnjeg projektnog razdoblja za sva tri naselja bilo 3.328 stanovnika. Predviđa se i boravak 343 turista.

Temeljem postavljanja trase sustava odvodnje naselja Lobarika, položaj UPOV-a bio je unaprijed definiran prema Prostornom planu Istarske županije (Slika 4). Pri izradi rješenja, u radu [6] se maksimalno primjenjivao gravitacijski način odvodnje, ali je na pojedinim mjestima zbog konfiguracije terena bilo nemoguće funkcionalno spojiti pojedine dijelove naselja gravitacijski na glavni kanal te je na tim mjestima predviđena gradnja crpnih stanica s pripadnim tlačnim cjevovodima (Slika 5). Ukupna duljina gravitacijskih kanala projektiranog sustava iznosi 11.800 m, a ukupna duljina tlačnih kolektora iznosi 1.460 m. Na mreži se nalazi preko 300 revizijskih i 21 kaskadno okno.

Odabrane su cijevi i okna od polietilena visoke gustoće koji se karakterizira kao elastični materijal, tzv. PEHD cijevi. Za gravitacijski kolektor odabiru se orebrene cijevi tvrtke Vargon, prepoznatljive po vanjskoj orebrenoj površini crne boje te glatkoj i svijetlo zelenoj unutrašnjosti cijevi. Hidrauličkim proračunom definiran je profil cijevi za gotovo cijeli sustav s DN 250 te iznimno jedna dionica s DN 315, neposredno prije UPOV. Tlačni kolektor izvodi se od cijevi Vargoplen. Odabiru se cijevi PN 10 profila DN 90. Odabiru se revizijska okna koja su također iz iste serije proizvoda kao i odabrane cijevi. Budući da su odabrane cijevi profila DN 250 i DN 315, revizijska okna se postavljaju na udaljenostima manjim od 50 m.

Projektom se predviđa 6 crpnih stanica kojima se savladavaju visinske prepreke. Crpne stanice izvode se kao male tipske. Svaka crpna stanica oprema se dvjema potopljenim crpkama, potrebnim armaturnim i oblikovnim komadima, ima otvor za ventilaciju i otvor za održavanje, nadzor i rukovanje crpkama. Crpni bazen izvodi se od prefabriciranih betonskih elemenata koji oblikuju vodonepropusnu konstrukciju. Odabrane su centrifugalne potopne crpke proizvođača Grundfos koje su prilagođene

potiskivanju otpadnih nepročišćenih voda. Pumpe se u radu izmjenjuju pa u slučaju kvara jedne, rad se automatski prebacuje na drugu pumpu.



Slika 5. Pregledna situacija sustava odvodnje i UPOV-a naselja Loborika [6].

4.2. Naselja Rapavel, Anžići i Smolići

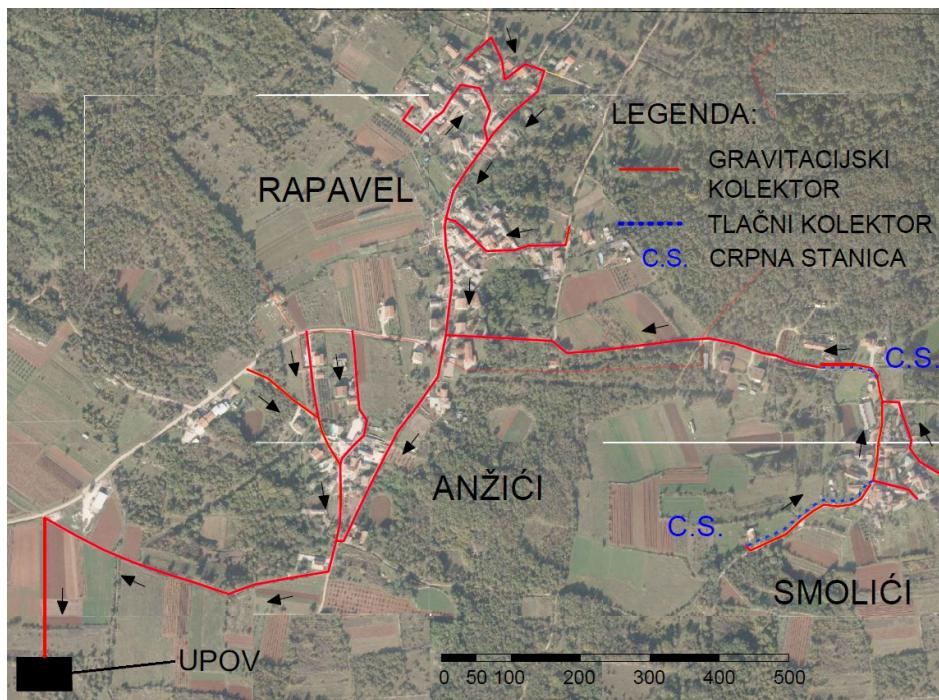
Naselja Rapavel, Anžići i Smolići nalaze se u Općini Višnjan i trenutno nemaju izgrađen sustav odvodnje otpadnih voda, no uskoro se očekuje početak izgradnje. Gradnja sustava financirana je EU fondovima, i to Programom ruralnog razvoja RH 2017–2020.

Prema Studiji [13], predviđena je gradnja BIOTOP uređaja za biološko pročišćavanje kapaciteta 200 ES kojim se postiže 2. stupanj pročišćavanja, a uređaj će biti smješten na području naselja Anžići s ispuštanjem pročišćene vode u teren.

U radu [7] se predviđa da će zbog planirane veličine građevinskog zemljišta i uslijed poticanja razvoja ruralnih područja na kraju projektnog razdoblja od 30 godina broj stanovnika sa 88 porasti na 255 unatoč

sadašnjem trendu opadanja broja stanovnika (prema podacima iz popisa stanovništva RH 2001. i 2011.) te je procijenjeni broj turista 48.

Tijekom izrade projektnog rješenja kanalske mreže sustava odvodnje težilo se vođenju kanala paralelno s padom terena i na minimalnoj dubini polaganja kako bi se osiguralo otjecanje otpadne vode sa slobodnim vodnim licem. Za gravitacijske kolektore odabrane su PEHD cijevi profila DN 250, a za tlačne cijevi DN 110 (Slika 6.). Revizijska okna od istog materijala postavljena su na početku i na kraju svakog kanala, u skretanjima na priključcima te u pravcu maksimalno svakih 50 m zbog minimalnog profila cijevi DN 250. Svi kanali su polagani u koridoru prometnica, neasfaltiranih putova te neobrađenih zemljišta.



Slika 6. Pregledna situacija sustava odvodnje i UPOV-a za naselja Rapavel, Anžići i Smolići [7].

Ukupna duljina gravitacijskih kolektora iznosi 4.075 m, tlačnih 310 m, broj revizijskih okana je 130, a kaskadnih 3. Sustav odvodnje karakteriziraju i kaskadna okna koja se ugrađuju s ciljem postizanja prekida padova usljed kojih će doći do pada energije toka otpadne vode i polaganja kanala s manjim uzdužnim padovima, a time i smanjenja brzine toka vode. Uz kaskadna okna, u sustavu su interpolirane i dvije crpne stanice na području naselja Smolići.

4.3. Problematika projektiranja i korištenja sustava odvodnje otpadnih voda malih naselja

Nakon definiranja obima mreže, prvi korak u projektiranju sustava odvodnje je odrediti mjerodavne protoke otpadne vode za što je neophodno pretpostaviti broj stanovnika koji će biti priključen na mrežu na kraju projektnog razdoblja. Budući da često nema dostupnih podataka o godišnjem prirastu stanovništva čak niti iz prostornih planova, potrebno je broj prognoziranih stanovnika odrediti koristeći različite metodologije. U radovima [6] i [7] korišten je pristup analize pozitivnog prirasta broja stanovnika kroz zadnjih 10 godina (između dva popisa stanovništva) za naselje Lobarika, dok je za naselja Rapavel, Anžići i Smolići taj prirast prema popisima stanovništva negativan te je u tom slučaju porast broja stanovnika procijenjen uzevši u obzir trend razvoja ruralnih prostora na području Istarske županije (uslijed mnogobrojnih financijskih poticaja za ruralni razvoj) i proširenja građevinskog područja.

Kod projektiranja razdjelnog sustava odvodnje otpadnih voda za mala naselja najveći problem predstavlja ograničenje minimalnih profila cijevi koje iznosi DN 250. Izradom oba projektna rješenja za odvodnju sanitarnih otpadnih voda naselja dobiveni su mali protoci te je profil cijevi s DN 250 na većem dijelu mreže predimenzioniran. Zbog malih potoka i ograničenja minimalnih profila cijevi, brzine tečenja su vrlo male.

S druge strane, pri definiranju pada nivelete (visinsko-vertikalno vođenje trase) pokušava se u što većoj mjeri pratiti pad terena kako bi se racionalizirali troškovi iskopa. Međutim, hidrauličkim proračunom dobivaju se neprihvatljivo male brzine pa nije moguće niveletom pratiti liniju terena, nego se niveletu postavlja na način da se zadovolji minimalna brzina u cijevima od 0,5 m/s, poštuju ograničenja dubine ugradnje cijevi i ograničenja uzdužnih padova. Minimalna dubina ugradnje cijevi mjereno od tjemena cijevi iznosi 1 m, a maksimalna dubina ugradnje 6 m. Kako bi se zadovoljila sva nabrojana ograničenja, dubine polaganja cijevi se znatno povećavaju.

Održavanje sustava odvodnje ima vrlo važnu ulogu u njezinom pravilnom funkcioniranju pogotovo u ovakvim projektnim rješenjima gdje su protoci mali i gdje se dobivaju minimalne brzine tečenja te je velika mogućnost pojave taloženja i začepljenja pa je potrebno planirati redovito ispiranje mreže na kritičnim dionicama.

5. Zaključak

U ovom radu prikazana je problematika zaštite krških izvorišta vode za piće u Istarskoj županiji izgradnjom sustava odvodnje i UPOV-a za mala naselja ruralnog karaktera koja se nalaze u zonama sanitarne zaštite.

Konkretna problematika detaljnije je prikazana na projektnim rješenjima sustava odvodnje naselja Loborika i naselja Rapavel, Anžići i Smolići u Istarskoj županiji. Izgradnjom sustava odvodnje i UPOV-a omogućuje se kontrolirana odvodnja, pročišćavanje i ispuštanje pročišćenih otpadnih voda u okoliš, zaštita okoliša i izvorišta vode za piće te se podiže i kvaliteta života stanovništva.

Temeljem analize projektnih rješenja može se zaključiti da je pri projektiranju sustava odvodnje sanitarnih otpadnih voda aglomeracija manjih od 2.000 ES izuzetno teško zadovoljiti ograničenja projektnih parametara kanalizacijske mreže (ograničenja minimalnih profila, ograničenja profila, ograničenja uzdužnih padova, ograničenja dubine ugradnje kanala) te da oni često znatno povećavaju ukupne troškove izgradnje, pogona i održavanja cjelovitih sustava. Zbog povećanih količina iskopa povećavaju se troškovi izgradnje sustava odvodnje, ali se povećavaju i troškovi održavanja jer treba provoditi učestalija ispiranja kanalske mreže. No, s obzirom da se njima provodi zaštita izuzetno važnog resursa, a to je voda za piće, ekonomska opravdanost u ovom slučaju nije prioritet.

Zahvala. *Ovaj je članak rezultat rada u okviru potpore Sveučilišta u Rijeci (naslov: Razvoj novih metodologija u gospodarenju vodama i tlom u krškim, osjetljivim i zaštićenim područjima; broj potpore 13.05.1.3.08).*

Literatura

- [1] Zakon o vodama (NN 153/09, 130/11, 53/13, 14/14)
- [2] Pravilnik o utvrđivanju zona sanitarne zaštite izvorišta (NN 66/11,47/13)
- [3] Pravilnik o graničnim vrijednostima emisija otpadnih voda (NN 80/13, 43/14, 27/15 i 3/16)
- [4] Odluka o određivanju osjetljivih područja (NN 81/10 i 141/15)
- [5] Direktiva o odvodnji i pročišćavanju komunalnih otpadnih voda (91/271/EEC)
- [6] Kablar, G. *Odvodnja sanitarnih otpadnih voda naselja Loborika*, Diplomski rad, Građevinski fakultet u Rijeci, 2017.
- [7] Fabić, M. *Odvodnja i pročišćavanje sanitarnih otpadnih voda naselja Rapavel, Anežići i Smolići*, Diplomski rad, Građevinski fakultet u Rijeci, 2017.

- [8] Requirements of the Urban Waste Water Treatment Directive and the Water Framework Directive Ways towards an Integrated Implementation in an Accession State Example Republic of Croatia. First Report. 2008.
- [9] Popović, I. *Implementation of the Water Framework Directive and Urban Waste Water Treatment Directive in the Republic of Croatia - Costs – Investments, Operation/Maintenance Adaptation*. Hrvatske vode. URL: <http://www.wfd-croatia.eu/templates/radnaEng.asp?sifraStranica=564#urban>, (pristupljeno 14.12.2017.)
- [10] Županijska razvojna strategija Istarske županije 2011.-2013., Službene novine Istarske županije 10/2011.
- [11] Odluka o zonama sanitarne zaštite izvorišta vode za piće u Istarskoj županiji, Službene novine Istarske županije 12/2005.
- [12] Odluka o izmjeni i dopuni Odluke o zonama sanitarne zaštite izvorišta vode za piće u Istarskoj županiji, Službene novine Istarske županije 2/2011.
- [13] „Organizacija, izgradnja i održavanje sustava odvodnje i pročišćavanja otpadnih voda za mala naselja u obuhvatu vodozaštitnih područja u Istarskoj županiji“, Studija, naručitelj: Istarska županija, izradio: TEH-PROJEKT HIDRO d.o.o., Rijeka, 2000.
- [14] <http://www.ivsustav.hr/> (pristupljeno 14.12.2017.)
- [15] Izvješće o stanju u prostoru Istarske županije 2007-2012, Zavod za prostorno planiranje Istarske Županije, Pula, 2013.
- [16] Izvješće o stanju u prostoru Istarske županije 2013-2016, Zavod za prostorno planiranje Istarske Županije, Pula (radna verzija)
- [17] https://www.istra-istria.hr/fileadmin/dokumenti/prostorni_plan/Ostali/PPIZ_2016/PPIZ_2016S/2_3_2_odvodnja_otpadnih_voda_i_sustav_gospodarenja_otpadom_2016S.pdf (pristupljeno 14.12.2017.)