

UTJECAJ PANDEMIJE 2020. GODINE NA REZULTATE ANALIZE POTREBA ZA VODOM I POSLJEDIČNO DEFINIRANJE KOLIČINA OTPADNIH VODA I KAPACITETA UREĐAJA ZA PROČIŠĆAVANJE OTPADNIH VODA

doc. dr. sc. Domagoj Nakić, mag. ing. aedif.
Sveučilište Sjever, Odjel Graditeljstvo,
104. brigade 1, 42000 Varaždin, Hrvatska
dnakic@unin.hr

Valentina Kramar, bacc. ing. aedif.,
Sveučilište Sjever, Odjel Graditeljstvo,
104. brigade 1, 42000 Varaždin, Hrvatska

**izv. prof. dr. sc. Bojan Đurin
mag. ing. geoteh.,**
Sveučilište Sjever, Odjel Graditeljstvo,
104. brigade 1, 42000 Varaždin, Hrvatska

**izv. prof. dr. sc. Dražen Vouk
mag. ing. aedif.,**
Sveučilište u Zagrebu, Građevinski
fakultet,
Kačićeva ul. 26, Zagreb, Hrvatska

S ciljem suzbijanja globalne pandemije bolesti COVID-19 tijekom 2020. godine uvedene su stroge mjere koje su ograničavale brojne aktivnosti, djelatnosti i kretanje stanovništva na razini cijelog Svijeta pa tako i Hrvatske. U ovom radu analiziran je utjecaj uvedenih ograničenja na kretanje potrošnje vode po pojedinim kategorijama potrošača (kućanstva, privreda) na temelju podataka prikupljenih za 17 isporučitelja vodnih usluga na području Republike Hrvatske. Pritom su podjednako zastupljeni podaci za kontinentalni (neturistički) i primorski (turistički orijentiran) dio teritorija. Provedena je analiza potrošnje vode u 2020. godini u odnosu na prosječne vrijednosti potrošnje u prethodnom petogodišnjem periodu. Detektirane su promjene u odnosu na udio pojedine kategorije u ukupnoj potrošnji te su dani zaključci i preporuke o potrebi kritičkog sagledavanja podataka za 2020. godinu prilikom izrade projekcija u sklopu analize potreba za vodom. Na pokaznom primjeru demonstriran je i utjecaj promjena u potrošnji vode 2020. godine na definiranje opterećenja (hidrauličkog i biološkog) uređaja za pročišćavanje otpadnih voda.

Ključne riječi: analiza potreba za vodom; kućanstva; pandemija COVID-19; privreda; smanjenje potrošnje; opterećenje uređaja za pročišćavanje otpadnih voda;

1. UVOD

Upravljanje i analiza potrošnje vode nužan je čimbenik u osiguravanju uravnoteženosti između potrebe za vodom i njezine ponude. Uobičajena je raspodjela ukupne potrošnje vode na četiri osnovne kategorije: vodu za kućanske potrebe (opskrbu stanovništva), potrošnja vode za potrebe privrede te potrošnja vode za gašenje požara i vlastite potrebe vodovoda (ispiranje cjevovoda i sl.) (Vuković, 1995.). U Republici Hrvatskoj specifična potrošnja vode stanovnika iznosi otprilike 100 – 150 litara po stanovniku na dan, a od toga najveći dio otpada na ispiranje vodikotlića (oko 34 %) te na osobnu higijenu (oko 32 %) (Vinkovački vodovod i kanalizacija d.o.o.,

Vinkovci, 2009.). Potrošnja vode u kućanstvu ovisi i o cijeni vode, o klimi i sušnim razdobljima koja povećavaju potrošnju vode, povremenim vodoopskrbama, tlakovima u vodoopskrbnoj mreži s čijim se porastom povećavaju nekontrolirana curenja (vodni gubici) i sl. U posljednje vrijeme prisutni su trendovi smanjenja specifične potrošnje vode po stanovniku kao posljedica povećanja cijene vode, ali i korištenja sve štedljivijih uređaja i porasta ekološke svijesti općenito. S druge strane, potrošnja vode od privrede najviše ovisi o tehnološkim procesima industrije. Ovisno o vrsti industrije i sukladno tehnološkoj obradi potrebno je osigurati dovoljnu količinu vode. Za svaki industrijski pogon postoje orijentacijske

norme kojima se utvrđuje količina utrošene vode po jedinici proizvoda. Ti rezultati iz orijentacijskih normi često znaju varirati pa se češće provode ankete kod proizvodnih tehnologa na licu mjesta (Vuković, 1995.). Posebne potkategorije potrošnje vode, koje je najčešće potrebno zasebno analizirati, predstavlja potrošnja vode u turizmu, kako unutar osnovne kategorije kućanstava, tako i unutar kategorije privrede. Posebno značajni potrošači pitke vode su privredni turistički objekti, posebice veći hoteli viših kategorizacija.

Izvanredne okolnosti i prirodne nepogode poput poplava, suša i pandemija uzrokuju promjene navika ljudi što se odražava i na potrošnju vode. Protekle 2020. godine svijet se suočio s pandemijom bolesti COVID-19, uzrokovanom novim virusom SARS-CoV-2. Virus je otkriven u Kini krajem 2019. godine, a već 25.02.2020. godine otkriven je prvi slučaj u Republici Hrvatskoj. Virus najčešće uzrokuje blage simptome, slične gripi, poput povišene temperature, suhog kašlja, nedostatka zraka te naglog gubitka mirisa, okusa ili promjene okusa, bolove u tijelu, glavobolju, umor i povraćanje, a u težim slučajevima upalu pluća, sindrom akutnog otežanog disanja, sepse i septički šok. Prenosi se direktnim fizičkim kontaktom, disajnim (respiratornim) kapljicama poput kašlja i kihanja te dodirivanjem površina onečišćenih virusom (Vlada RH, 2021.). Zbog načina prijenosa koji podrazumijeva kontakt između ljudi, mjere su se svodile

na smanjenje druženja i kontakata među ljudima, odnosno na generalno smanjenje broja ljudi koji se okupljaju na istom mjestu (MUP, 2021.). Republika Hrvatska je proglasila epidemiju 11. ožujka 2020., a nakon tjedan dana donesena je „Odluka Stožera civilne zaštite RH za sprečavanje širenja zaraze koronavirusom“. Prve odluke bile su „Odluka o privremenoj zabrani prelaska preko graničnih prijelaza Republike Hrvatske“ i „Odluka o mjerama ograničavanja društvenih okupljanja, rada u trgovini, uslužnih djelatnosti i održavanja sportskih i kulturnih događanja“. Te odluke bile su na snazi cijele 2020. godine, uz dopune i izmjene koje su se donosile ovisno o stanju u drugim zemljama i ovisno o stanju u RH (broj zaraženih, mjesta na kojima su se pojavljivala žarišta i sl.). 23. ožujka 2020. donesena je možda i najstroža od svih odluka – „Odluka o zabrani napuštanja mjesta prebivališta i stalnog boravka u Republici Hrvatskoj“ koja je bila na snazi do 20. travnja 2020. U tom periodu cjelokupna nastava odvijala se na daljinu, većina industrijskih pogona u zemlji bila je zatvorena, kao i većina ugostiteljskih objekata (izuzev nekih hotela koji su primali putnike u tranzitu u dogovoru s civilnom zaštitom RH). U tablici u nastavku dan je popis ključnih odluka Stožera civilne zaštite RH koje su imale najveći utjecaj na život stanovništva i uobičajeno odvijanje privrednih djelatnosti.

Tablica 1: Ključne odluke Stožera civilne zaštite RH za suzbijanje pandemije COVID-19 tijekom 2020. godine (MUP, 2021.)

Odluka o mjerama	Datum početka primjene	Datum završetka primjene
Odluka o privremenoj zabrani prelaska preko graničnih prijelaza Republike Hrvatske	19. ožujka 2020	31. prosinca 2020
Odluka o mjerama ograničavanja društvenih okupljanja, rada u trgovini, uslužnih djelatnosti i održavanja sportskih i kulturnih događanja	19. ožujka 2020	04. svibnja 2020
Odluka o stavljanju izvan uporabe dječjih igrališta i otvorenih sportskih igrališta	20. ožujka 2020	04. svibnja 2020
Odluka o mjerama ograničavanja društvenih okupljanja, rada u trgovini, uslužnih djelatnosti i održavanja sportskih i kulturnih događanja	19. ožujka 2020	31. prosinca 2020
Odluka o privremenoj obustavi javnog prijevoza	21. ožujka 2020	04. svibnja 2020
Odluka o mjeri strogog ograničavanja zadržavanja na ulicama i drugim javnim mjestima	21. ožujka 2020	04. svibnja 2020
Odluka o mjeri obustavi rada tržnica i svih objekata u sastavu tržnica u kojima se obavljaju druge djelatnosti	22. ožujka 2020	04. svibnja 2021
Odluka o zabrani napuštanja mjesta prebivališta i stalnog boravka u Republici Hrvatskoj	23. ožujka 2020	19. i 20. travnja 2020
Odluka o nužnim mjerama ograničavanja društvenih okupljanja, rada u trgovini, uslužnih djelatnosti i održavanja sportskih i kulturnih događanja za vrijeme trajanja proglašene epidemije bolesti COVID-19	24. travnja 2020	31. prosinca 2020
Odluka o nužnoj mjeri ograničavanja radnog vremena ugostiteljskih objekata iz kategorije "Barovi"	13. kolovoz 2020.	22. listopad 2020.
Odluka o ograničavanju društvenih okupljanja	19. ožujak 2020.	31. prosinac 2020.
Odluka o zabrani napuštanja županije prema mjestu prebivališta ili boravišta u Republici Hrvatskoj	18. prosinca 2020	31. prosinca 2021

Posljedica uvedenih ograničenja bilo je, dakle, značajno smanjenje svih društvenih kontakata, aktivnosti u sklopu privrednih djelatnosti te mobilnosti stanovništva općenito. Navedeno se odrazilo na rekordan pad BDP-a, ali i na pad brojnih drugih parametara gospodarske i socijalne aktivnosti na nekom području pa tako i na potrošnju vode. Ipak, taj pad u potrošnji vode nije jednak među različitim uslužnim područjima te je pod značajnim utjecajem dominantnih privrednih djelatnosti nekog područja.

S ciljem kvantificiranja opisanih utjecaja u nastavku je dana analiza na temelju podataka o potrošnji vode (fakturiranim količinama) za više isporučitelja vodnih usluga (IVU) s područja Republike Hrvatske. Pritom se nastojalo podjednako obuhvatiti područja pod dominantnim utjecajem turističkih djelatnosti te ona područja u kojima je taj utjecaj minimalan ili zanemariv.

2. ANALIZA POTREBA ZA VODOM ZA ODABRANE ISPORUČITELJE VODNIH USLUGA S PODRUČJA HRVATSKE

U tablicama u nastavku dana je potrošnja vode na godišnjoj razini po kategorijama potrošača za ukupno 17 odabranih IVU-a s područja Hrvatske, od kojih je 8 u kontinentalnom i 9 u primorskom dijelu. Kao što je i prethodno navedeno, osnovna intencija ovakve raspodjele je podjela na turistički orijentirana područja i ona s manje izraženim ili zanemarivim utjecajem turističkih djelatnosti. Podaci su prikupljeni na temelju redovnih godišnjih izvješća o poslovanju koje svaki IVU ima obvezu javno objavljivati na mrežnim stranicama. Pritom se napominje da u pojedinim izvješćima nije bila dostupna raspodjela ukupnih godišnjih fakturiranih količina pitke vode po kategorijama potrošača pa su za ta društva prikazani samo sumarni rezultati.

Tablica 2: Godišnja potrošnja vode analiziranih IVU-a u kontinentalnoj Hrvatskoj 2015. - 2020. (Baranjski vodovod d.o.o., Beli Manastir, 2016.-2021.; Koprivničke vode d.o.o., Koprivnica, 2016. - 2021.; Međimurske vode d.o.o., Čakovec, 2016. - 2021.; Varkom d.d., Varaždin, 2016. - 2021.; Virkom d.o.o., Virovitica, 2016. - 2021.; Vodovod d.o.o., Slavonski Brod, 2016. - 2021.; Vodovod i kanalizacija d.o.o., Karlovac, 2016. - 2021.; Zagorski vodovod d.o.o., Zabok, 2016. - 2021.)

IVU	Kategorija potrošača	Potrošnja vode [m ³ /god]					
		2015.	2016.	2017.	2018.	2019.	2020.
Koprivničke vode d.o.o. Koprivnica	kućanstva	1.463.753	1.434.955	1.456.782	1.463.968	1.434.685	1.544.600
	privreda	999.750	923.708	936.438	933.184	969.315	948.000
	ostalo	57.777	63.491	71.079	61.645	63.828	65.230
Vodovod i kanalizacija d.o.o. Karlovac	kućanstva	2.620.132	2.783.115	2.612.745	2.527.440	2.484.371	2.573.416
	privreda	1.065.100	1.063.382	1.071.796	1.012.943	972.285	918.281
	ostalo	-	-	-	-	-	-
Baranjski vodovod d.o.o. Beli Manastir	kućanstva	2.687.030	2.670.853	2.730.922	2.750.194	2.682.317	2.866.413
	privreda	2.508.557	2.525.224	2.260.359	2.325.498	2.099.596	2.100.494
	ostalo	-	-	-	-	-	-
Međimurske vode d.o.o. Čakovec	kućanstva	3.470.932	3.473.682	3.433.581	3.345.155	3.381.400	3.460.000
	privreda	978.410	868.420	1.027.933	805.333	841.001	809.200
	ostalo	-	-	-	255.708	253.086	231.400
Zagorski vodovod d.o.o. Zabok	kućanstva	2.252.549	2.277.981	2.258.364	2.303.690	2.388.686	2.441.649
	privreda	1.159.433	1.256.152	865.536	888.273	881.066	847.663
	ostalo	195.992	199.987	662.118	676.304	675.714	750.218
Vodovod d.o.o. Slavonski Brod	kućanstva	3.193.986	3.101.289	3.138.358	3.058.792	3.055.323	3.252.457
	privreda	797.649	779.053	855.754	813.290	788.005	747.037
	ostalo	-	-	-	-	-	-
Varkom d.d. Varaždin	kućanstva	4.807.861	4.758.903	4.788.184	4.804.904	4.627.629	4.863.092
	privreda	1.495.918	1.434.138	1.396.410	1.450.893	1.454.691	1.308.007
	ostalo	9.962	17.139	105.772	82.278	259.956	495.895
Virkom d.o.o. Virovitica	kućanstva						
	privreda	1.589.988	1.589.623	1.596.770	1.524.819	1.540.070	1.549.893
	ostalo						

Tablica 3: Godišnja potrošnja vode analiziranih IVU-a u primorskoj Hrvatskoj 2015. - 2020. (Hvarski vodovod d.o.o., Jelsa, 2016. - 2021.; Komunalno društvo Vodovod i kanalizacija d.o.o., Rijeka, 2016. - 2021.; Ponikve voda d.o.o., Krk, 2016. - 2021.; Vodovod i odvodnja Cres Lošinj, d.o.o., 2016. - 2021.; Vodovod Dubrovnik d.o.o., Dubrovnik, 2016. - 2021.; Vodovod i kanalizacija d.o.o., Split, 2016. - 2021.; Vodovod d.o.o., Zadar, 2016. - 2021.; Vodovod Labin d.o.o., Labin, 2016. - 2021.; Vrelo d.o.o., Rab, 2016. - 2021.)

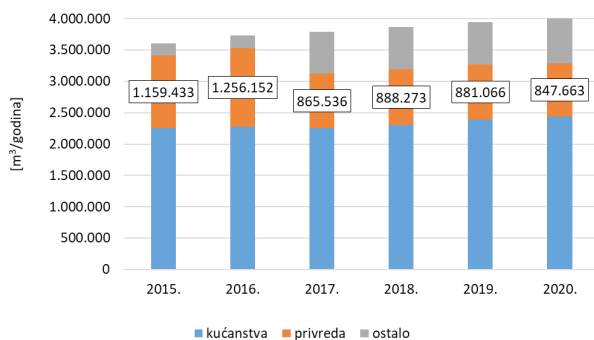
IVU	Kategorija potrošača	Potrošnja vode [m ³ /god]					
		2015.	2016.	2017.	2018.	2019.	2020.
Vodovod Dubrovnik d.o.o. Dubrovnik	kućanstva	3.209.116	3.236.117	3.453.300	3.404.151	3.357.899	3.172.656
	privreda	1.818.340	1.861.312	1.980.242	2.033.148	1.995.271	983.672
	ostalo	405.360	410.895	412.651	442.394	428.896	382.024
Vodovod Labin d.o.o. Labin	kućanstva	1.011.326	1.002.674	1.043.790	1.022.034	1.038.081	1.119.046
	privreda	618.572	644.236	790.401	802.440	762.168	446.598
	ostalo	-	-	-	-	-	-
KD Vodovod i kanalizacija d.o.o. Rijeka	kućanstva	9.073.638	8.878.552	8.766.364	8.710.181	8.520.440	8.681.030
	privreda	1.800.023	1.983.509	1.436.596	1.889.565	2.170.086	1.535.770
	ostalo	1.494.814	1.460.021	1.436.596	1.369.814	1.198.712	753.289
Ponikve voda d.o.o. Krk	kućanstva	1.730.433	1.669.389	1.826.964	1.877.316	1.872.249	1.786.606
	privreda	863.447	904.271	940.372	970.248	971.131	647.520
	ostalo	-	-	-	-	-	-
Vodovod d.o.o. Zadar	kućanstva	6.062.707	6.290.098	7.698.903	6.479.705	7.727.177	6.965.544
	privreda	3.123.213	2.960.046	2.431.232	3.338.029	2.440.161	1.547.995
	ostalo	-	-	-	-	-	-
Hvarski vodovod d.o.o. Jelsa	kućanstva						
	privreda	1.285.368	1.283.613	1.421.723	1.395.427	1.404.893	1.066.110
	ostalo						
Vodoopskrba i odvodnja Cres Lošinj d.o.o. Cres	kućanstva						
	privreda	1.561.350	1.485.028	1.548.718	1.572.126	1.499.552	1.331.796
	ostalo						
Vodovod i kanalizacija d.o.o. Split	kućanstva*	12.780.407 13.874.000 14.128.000 13.962.000 13.939.000 13.640.000	13.874.000	14.128.000	13.962.000	13.939.000	13.640.000
	privreda**	6.409.393	5.077.000	5.199.000	5.128.000	5.203.000	4.632.000
	ostalo	-	-	-	-	-	-
Vrelo d.o.o. Rab	kućanstva	699.094	685.419	734.251	704.040	678.401	655.555
	privreda	362.061	351.616	396.121	410.296	398.411	259.373
	ostalo	9.302	9.325	9.349	15.159	15.197	15.235

*kućanstva i neproizvodna privreda

**proizvodna privreda

Na osnovi prikupljenih podataka prikazanih u [tablici 2](#) generalno se može zaključiti da potrošnja vode na uslužnim područjima IVU-a u kontinentalnoj Hrvatskoj nije bila pod značajnijim utjecajem pandemije COVID-19 i posljedičnih ograničenja uvedenih tijekom perioda od ožujka do prosinca 2020. godine.

Tek nešto izraženiji pad zabilježen je u kategoriji privrede i to za uslužna područja na kojima djeluju sljedeći isporučitelji vodnih usluga: Međimurske vode d.o.o., Čakovec (pad oko 9 % u odnosu na petogodišnji prosjek), Zagorski vodovod d.o.o., ([slika 1](#)) Zabok (pad oko 16 % u odnosu na petogodišnji prosjek), Vodovod d.o.o., Slavonski Brod (pad oko 7 % u odnosu na petogodišnji prosjek) te Varkom d.d., Varaždin (pad oko 10 % u odnosu na petogodišnji prosjek). S obzirom da je u relativnim odnosima najveći pad potrošnje unutar

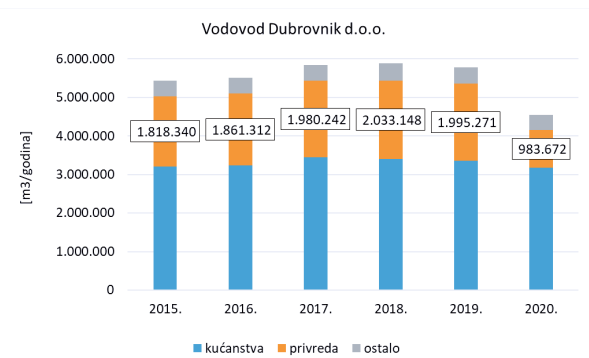


Slika 1: Kretanje potrošnje vode na uslužnom području kojim upravlja Zagorski vodovod d.o.o. za period 2015. - 2020. s istaknutim vrijednostima za kategoriju privrede



analiziranih IVU-a u kontinentalnom dijelu Hrvatske zabilježen na uslužnom području Zagorskog vodovoda (iako isključivo u kategoriji privrede – oko 16 %, dok je ukupno fakturiranim količinama vode čak došlo do porasta od oko 7 % u odnosu na petogodišnji prosjek), u nastavku je detaljnije grafički prikazano kretanje potrošnje vode za period 2015. - 2020. samo za ovo uslužno područje.

S druge strane, podaci za primorski dio Hrvatske prikazani u [tablici 3](#) ukazuju na izraženiji pad potrošnje vode tijekom 2020. godine. Navedeno je posebno izraženo za kategoriju privrede (istaknute vrijednosti u [tablici 3](#)), a posebice za one IVU-e na čijem se uslužnom području gospodarstvo velikim dijelom oslanja na privredne turističke kapacitete (prvenstveno hoteli). Gledajući ukupno fakturirane količine pitke vode (po svim kategorijama) najveći pad 2020. godine zabilježen je za uslužna područja kojima upravljaju Hvarski vodovod d.o.o. (pad oko 22 % u odnosu na petogodišnji prosjek) i Vodovod Dubrovnik d.o.o. (pad oko 20 % u odnosu na petogodišnji prosjek). Najveći pad unutar kategorije privrede, koja se i ovdje pokazala osjetljivijom kategorijom na uvedena ograničenja, zabilježen je 2020. godine za uslužno područje kojim upravlja Vodovod Dubrovnik d.o.o. (pad oko 49 % u odnosu na petogodišnji prosjek). Pritom se napominje da za Hvarski vodovod nije bila dostupna raspodjela po kategorijama potrošača, ali je s obzirom na dominantne gospodarske djelatnosti sličan trend moguće očekivati i na ovom uslužnom području. Navedeno je detaljnije prikazano na [slici 2](#).



Slika 2: Kretanje potrošnje vode za period 2015. - 2020. na uslužnom području kojim upravlja Hvarski vodovod d.o.o. (lijevo) te Vodovod Dubrovnik d.o.o. (desno, s dodatno istaknutim vrijednostima za kategoriju privrede)

Međusobno uspoređujući prikazane rezultate za dvije teritorijalne cjeline Republike Hrvatske, vidljiv je različit utjecaj pandemije COVID-19 i nametnutih ograničenja 2020. godine na kretanje potrošnje vode između primorskog i kontinentalnog dijela. Pritom se može zaključiti da se potrošnja vode u kontinentalnom dijelu Hrvatske nije značajnije mijenjala, dok je u primorskom dijelu, generalno, došlo do pada potrošnje vode i to posebice za kategoriju privrede i područja s dominantnim privrednim turističkim kapacitetima. Stoga je i prilikom izrade analize potreba za vodom za ova područja potrebno kritički pristupiti sagledavanju

i implementiranju podataka o potrošnji vode za 2020. godinu unutar postojećih modela projekcija potrošnje vode (pri ažuriranju Studija izvedivosti koje su trenutno u fazi izrade i sl.), a sve kako se ne bi neopravdano poddimenzioniralo pojedine objekte i dijelove sustava ili pak čitave sustave vodnokomunalne infrastrukture. Razlog tomu leži u činjenici da su uočena smanjenja u potrošnji vode posljedica kratkoročnih i ograničenih utjecaja na kojima nikako nije opravdano bazirati buduće trendove i prognoze. Navedeno će se detaljnije prikazati u nastavku na primjeru definiranja opterećenja jednog uređaja za pročišćavanje otpadnih voda (UPOV).

3. ANALIZA UTJECAJA PROMJENE POTROŠNJE VODE NA DEFINIRANJE OPTEREĆENJA UPOV-A

S obzirom na prikazane rezultate, gdje je uočeno da su se najveće promjene u potrošnji vode dogodile u primorskom, odnosno turistički orijentiranom dijelu Hrvatske i to posebice u područjima s izraženim privrednim turističkim kapacitetima (posebice hoteli) u nastavku će se prikazati upravo utjecaj promjena potrošnje vode u 2020. godini na opterećenje jedne takve aglomeracije, odnosno njezina UPOV-a. Pri izradi projekcija potrošnje vode u budućnosti, kroz projektni period (obično 30 godina), prilikom izrade analize potreba za vodom, ne postoji univerzalno definirana metodologija, već je ona svojevrsna subjektivna procjena projektanta. Ipak, uobičajena je praksa da se biološko opterećenje UPOV-a od stanovnika i turista računa na temelju poznatog i projiciranog broja stanovnika, odnosno turista (ekvivalent stanovnici - ES), dok se opterećenje od privrede (turističke i neturističke djelatnosti) računa na osnovi podataka o

potrošnji vode u posljednjih nekoliko godina, trendova u potrošnji i u konačnici izrađenih projekcija u budućem periodu. Pritom se projekcije najčešće baziraju na periodu posljednjih nekoliko (uobičajeno 3 - 5) godina, a ponekad i samo na podacima za posljednju dostupnu godinu, ovisno o procjeni samog projektanta. Stoga će se i u ovom radu razmotriti dva slučaja određivanja budućih projekcija u potrošnji vode, na temelju prosjeka potrošnje u periodu 2018. - 2020. (posljednje 3 godine), odnosno na temelju podataka o potrošnji vode samo za posljednju (2020.) godinu, sve po uključivanju podataka za 2020. godinu kada su zabilježeni negativni trendovi u promjeni potrošnje vode. Poznato je da projektanti, prilikom izrade projekcija potreba za vodom u budućnosti rijetko kada predviđaju smanjenje u potrošnji vode, a posebice u definiranim opterećenjima UPOV-a, unatoč negativnim demografskim trendovima i rastom efikasnosti kućanskih uređaja i vodovodnih armatura u kućanstvima te trendovima za recikliranjem vode u brojnim privrednim djelatnostima, a što bi za realnu posljednju trebalo



Slika 3: Količine otpadne vode koje dolaze na UPOV Rabac (hidrauličko opterećenje) po kategorijama potrošača za 3 razmatrane varijante u prosječnom mjesecu izvan turističke sezone (u stupcu lijevo) i u mjesecu maksimalne potrošnje (u stupcu desno)

imati smanjenje u ukupnoj potrošnji vode. Navedeno je nerijetko posljedica i izraženih pritisaka lokalnih čelnika i nadležnih IVU-a, kako bi se javnosti prezentirao optimistični plan razvoja pojedine lokalne zajednice.

3.1. Primjer analize utjecaja promjene potrošnje vode na definiranje opterećenja UPOV-a Rabac

Za pokazni primjer odabrana je aglomeracija Rabac, odnosno planirani UPOV Rabac. Naselje Rabac teritorijalno pripada Gradu Labinu, odnosno nalazi se pod nadležnošću IVU-a Vodovod Labin d.o.o. Naselje je prikladno za provođenje ove analize budući da je fizički odvojeno od ostatka vodoopskrbnog sustava kojim

upravlja Vodovod Labin d.o.o. te su dostupni podaci o zasebnoj potrošnji na području naselja. Metodologija izračuna opterećenja, kao i ulazne podloge i podaci vezani uz varijantu definiranja opterećenja aglomeracije (UPOV-a) bez podataka za 2020. godinu, preuzeti su iz radne verzije Studije izvedivosti – Aglomeracije Labin-Raša i Rabac za prijavu izgradnje vodno-komunalne infrastrukture (02/2021.) (WYG savjetovanje d.o.o. i partneri, 2021). Opterećenje industrije (ES) izračunato je s pretpostavkom da 1 ES generira 60 g BPK₅/dan, dok je u industrijskom dotoku dopuštena koncentracija organskog opterećenja od 250 mg BPK₅/l.

Tablica 4: Prikaz opterećenja UPOV-a Rabac za tri razmatrane varijante – za zimski period (prosječni mjesec izvan turističke sezone)

Parametar	Varijanta 1				Varijanta 2				Varijanta 3			
	2019.	2020.	2025.	2051.	2019.	2020.	2025.	2051.	2019.	2020.	2025.	2051.
Količina otpadne vode kućanstva [m ³ /mj]	3.098	3.114	3.979	4.529	3.098	3.063	3.943	4.488	3.098	3.063	3.914	4.455
Količina otpadne vode industrija [m ³ /mj]	5.255	5.951	7.603	8.656	5.255	1.945	5.638	6.419	5.255	1.945	2.485	2.830
Uk. mjesečne kol. otp. vode [m ³ /mj]	8.353	9.064	11.581	13.185	8.353	5.008	9.581	10.907	8.353	5.008	6.399	7.285
Ukupne dnevne kol. otp. vode [m ³ /dan]	269	292	374	425	269	162	309	352	269	162	206	235
Opterećenje UPOV-a kućanstva [ES]	1.126	1.129	1.428	1.544	1.126	1.129	1.428	1.544	1.126	1.129	1.428	1.544
Opterećenje UPOV-a kućanstva [ES]	706	800	1.022	1.163	706	261	758	863	706	261	334	380
Uk. opterećenje UPOV-a [ES]	1.832	1.929	2.450	2.707	1.832	1.391	2.186	2.407	1.832	1.391	1.763	1.924

Tablica 5: Prikaz opterećenja UPOV-a Rabac za tri razmatrane varijante – za mjesec maksimalne potrošnje (kolovoz)

Parametar	Varijanta 1				Varijanta 2				Varijanta 3			
	2019.	2020.	2025.	2051.	2019.	2020.	2025.	2051.	2019.	2020.	2025.	2051.
Količina otpadne vode kućanstva [m ³ /mj]	10.302	10.353	13.228	15.060	10.302	6.265	8.005	9.113	10.302	6.265	8.005	9.113
Količina otpadne vode industrija [m ³ /mj]	56.152	56.432	57.857	65.868	56.152	30.769	32.505	37.006	56.152	30.769	31.546	35.914
Uk. mjesečne kol. otp. vode [m ³ /mj]	66.454	66.786	71.086	80.928	66.454	37.034	40.510	46.119	66.454	37.034	39.550	45.027
Ukupne dnevne kol. otp. vode [m ³ /dan]	2.144	2.154	2.293	2.611	2.144	1.195	1.307	1.488	2.144	1.195	1.276	1.452
Opterećenje UPOV-a kućanstva [ES]	2.661	2.667	3.364	3.583	2.661	2.667	3.364	3.583	2.661	2.667	3.364	3.583
Opterećenje UPOV-a kućanstva [ES]	7.796	7.904	8.198	8.722	7.796	7.366	7.933	8.421	7.796	7.366	7.510	7.939
Uk. opterećenje UPOV-a [ES]	10.457	10.571	11.562	12.305	10.457	10.033	11.298	12.004	10.457	10.033	10.874	11.522



Slika 4: Biološko opterećenje UPOV-a Rabac za tri razmatrane varijante u prosječnom mjesecu izvan turističke sezone (u stupcu lijevo) i u mjesecu maksimalne potrošnje (u stupcu desno)

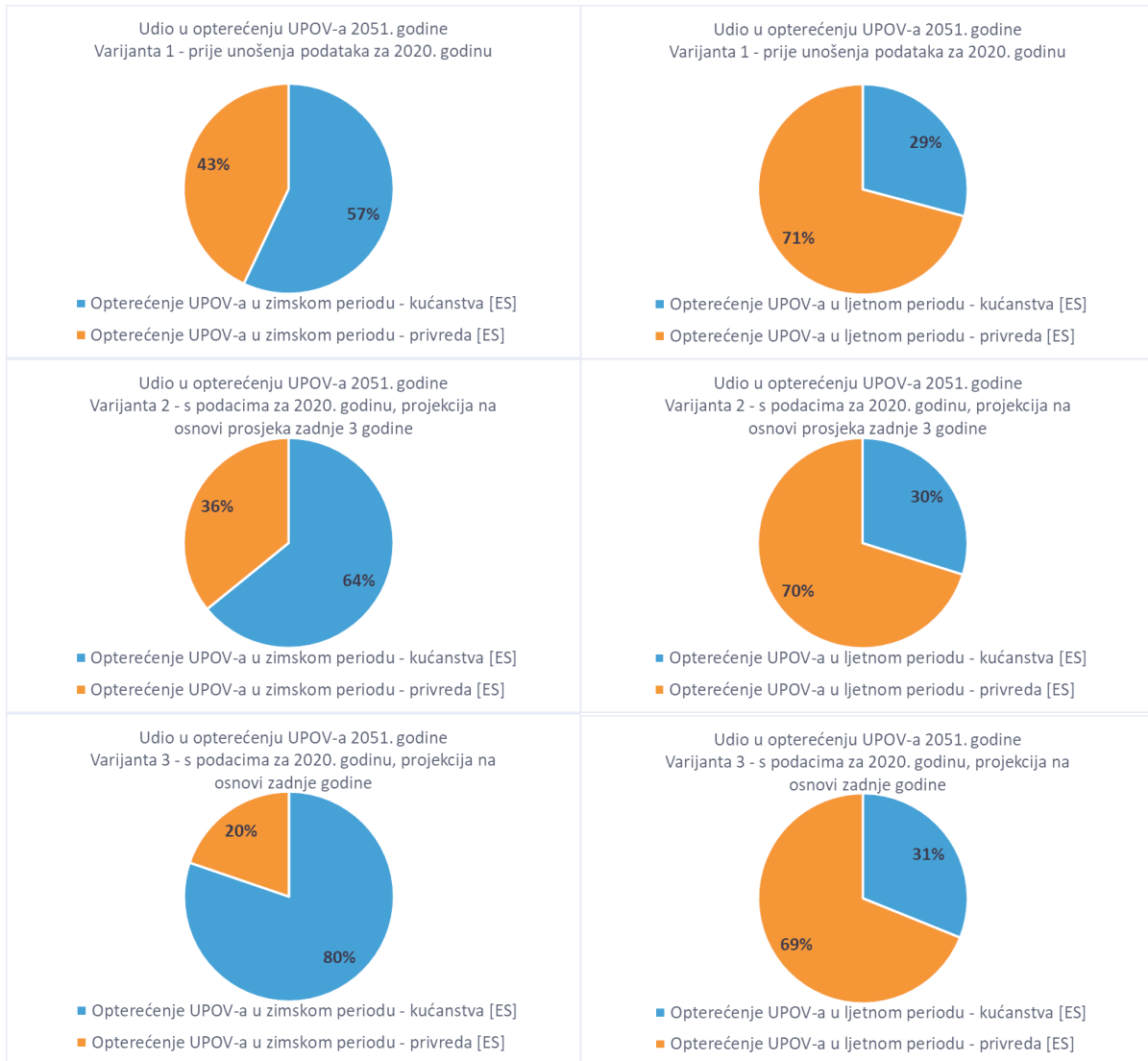
S obzirom na prethodno navedeno u nastavku su definirane 3 varijante koje će se razmatrati i međusobno usporediti:

- Varijanta 1 – definiranje opterećenja UPOV-a Rabac bez uključivanja podataka o potrošnji vode za 2020. godinu (na temelju rješenja definiranog u Studiji (WYG savjetovanje d.o.o. i partneri, 2021)).
- Varijanta 2 – definiranje opterećenja UPOV-a Rabac s uključenim podacima o potrošnji vode za 2020. godinu – projekcija budućih trendova potrošnje na osnovi prosjeka zadnje 3 godine.
- Varijanta 3 – definiranje opterećenja UPOV-a Rabac s uključenim podacima o potrošnji vode za 2020. godinu – projekcija budućih trendova potrošnje na osnovi zadnje (2020.) godine.

U tablicama u nastavku prikazan je sažetak izrađenih projekcija za 3 razmatrane varijante, zasebno za prosječni mjesec izvan turističke sezone i zasebno za mjesec maksimalne potrošnje (kolovoz). Pritom su kao

referentni podaci odabrani oni za 2019. i 2020. godinu (kao posljednje godine prije početka provedbe projekta), 2025. godinu kao planiranu godinu početka rada UPOV-a po izgradnji te 2051. godinu kao posljednju godinu 30-godišnjeg projektog perioda. Pritom su količine otpadne vode definirane s koeficijentom umanjnja u odnosu na potrošnju vode 0,85 za kategoriju kućanstva i privrede povezane s neturističkim djelatnostima, dok je za privredu povezanu s turističkim djelatnostima koeficijent umanjnja nešto manji i definiran s iznosom 0,60. Drugim riječima, od ukupno utrošene količine pitke vode, u sustav odvodnje te u konačnici do UPOV-a dolazi 85 %, odnosno 60 % utrošene količine pitke vode, ovisno o kategoriji potrošača.

Iz prikazanih odnosa hidrauličkog opterećenja UPOV-a Rabac kroz razmatrane varijante može se zaključiti da se uključivanjem podataka o potrošnji vode za 2020. godinu u prethodno koncipirani model projekcija opterećenja UPOV-a ono značajno smanjuje. Očekivano, navedeno je posebno izraženo ukoliko se



Slika 5: Prikaz udjela pojedine kategorije potrošača u ukupnom biološkom opterećenju UPOV-a Rabac za ciljnu (2051.) godinu za 3 razmatrane varijante u prosječnom mjesecu izvan turističke sezone (u stupcu lijevo) i u mjesecu maksimalne potrošnje (u stupcu desno)

koristi model koji projekcije bazira samo na zadnjoj (2020.) godini. Također, navedeno smanjenje hidrauličkog opterećenja UPOV-a snažnije je izraženo za ljetni period i mjesec maksimalne potrošnje, a koji u konačnici i jesu mjerodavni za konačno definiranje opterećenja UPOV-a. Pritom je potrebno istaknuti da su promjene u očekivanom hidrauličkom opterećenju gotovo isključivo rezultat promjena u očekivanim količinama otpadne vode iz kategorije privrede, budući da u kategoriji kućanstava ne dolazi do vidljivijih promjena, a što je i očekivano, s obzirom da je kroz prethodno provedene analize utvrđeno da je upravo kategorija privrede bila pogođenija nametnutim ograničenjima tijekom 2020. godine što se u konačnici odrazilo na potrošnju vode pa tako i na količine generirane otpadne vode.

Konkretno, na razini 2051. godine (u konačnici mjerodavne za dimenzioniranje objekata UPOV-a) u mjesecu maksimalne potrošnje za Varijantu 2 vidljivo je smanjenje ukupnih količina otpadne vode koja dolazi na UPOV od čak 43 %, što je posljedica značajnog smanjenja

industrijskih otpadnih voda (44 %). Za Varijantu 3, to je smanjenje još i izraženije.

S obzirom da je modelom definiran način proračuna biološkog opterećenja UPOV-a od kategorije privrede na temelju količine otpadne vode koja dolazi na UPOV, prethodno prikazano smanjenje projiciranog hidrauličkog opterećenja, dijelom se preslikava na smanjenje projiciranog biološkog opterećenja. Iz prikazanih grafova vidljivo je da navedeno rezultira smanjenjem projektiranog kapaciteta UPOV-a od oko 2,4 % (12.004 ES naspram 12.305 ES) primjenom modela definiranog za Varijantu 2, odnosno 6,4 % primjenom modela definiranog za Varijantu 3 (11.522 ES naspram 12.305 ES). Smanjenje u biološkom opterećenju ne prati smanjenje u projiciranom hidrauličkom opterećenju zbog činjenice da se najveći dio izračuna biološkog opterećenja bazira na projiciranom broju stanovnika i turista, dok se tek dio opterećenja od privrede bazira na projekcijama povezanim s količinama utrošene pitke vode.

Detaljnijom analizom udjela pojedine kategorije potrošača u ukupnom biološkom opterećenju UPOV-a (Slika 5) može se zaključno konstatirati da je uočeno smanjenje u projektiranom hidrauličkom i biološkom kapacitetu UPOV-a uključivanjem podataka za 2020. godinu isključivo posljedica smanjenja projiciranog opterećenja od industrije. Daljnjom razdiobom kategorije industrije na turističke i neturističke djelatnosti moglo bi se zaključiti da je nametnutim ograničenjima ipak nešto više bila pogođena neturistička industrija s obzirom da je u zimskom periodu zamjetna puno veća promjena udjela pojedine kategorije potrošača u ukupnoj potrošnji, što je na neki način i očekivano s obzirom da su tijekom perioda najstrožih ograničenja, upravo te djelatnosti bile najpogođenije, s obzirom da se radilo o periodu znatno prije vrhunca turističke sezone (proljeće 2020. godine).

4. ZAKLJUČAK

Analizom i međusobnom usporedbom prikazanih rezultata za dvije teritorijalne cjeline Republike Hrvatske, uočljiv je različit utjecaj pandemije COVID-19 i nametnutih ograničenja 2020. godine na kretanje potrošnje vode između primorskog i kontinentalnog dijela. Potrošnja vode u kontinentalnom dijelu Hrvatske nije se značajnije mijenjala, dok je u primorskom dijelu, generalno, došlo do pada potrošnje vode i to posebice za kategoriju privrede i područja s dominantnim privrednim turističkim kapacitetima. Stoga je i prilikom izrade analize potreba za vodom za ova područja potrebno kritički pristupiti sagledavanju i implementiranju

podataka o potrošnji vode za 2020. godinu unutar postojećih modela projekcija potrošnje vode s ciljem ispravnog predviđanja budućih potreba, a sve kako se ne bi neopravdano poddimenzioniralo pojedine objekte i dijelove sustava ili pak čitave sustave vodnokomunalne infrastrukture, s obzirom da se radilo o posljedicama kratkoročnih i ograničenih utjecaja na kojima ni u kom slučaju ne bi bilo opravdano predviđanje budućih trendova.

Utjecaj opisanih zapažanja u promjenama potrošnje vode dodatno je prikazan na primjeru definiranja opterećenja UPOV-a aglomeracije Rabac. Uključivanjem podataka o potrošnji vode za 2020. godinu u prethodno koncipirani model projekcija opterećenja UPOV-a ono se značajno smanjuje. Pritom je uočeno značajno smanjenje projektiranog hidrauličkog opterećenja (do 40-ak %), dok je smanjenje u biološkom opterećenju znatno manje izraženo (svega do 6 %). Daljnjim analizama zaključeno je da uočeno smanjenje u projektiranom hidrauličkom i biološkom kapacitetu UPOV-a uključivanjem podataka za 2020. godinu isključivo posljedica smanjenja projiciranog industrijskog opterećenja.

ZAHVALA

Ovaj rad je financiralo Sveučilište Sjever iz Potpora znanstvenim istraživanjima i umjetničkom radu u 2021. godini u sklopu projekta Razvoj programa/aplikacije za optimizaciju proračuna minimalno potrebnog volumena vodospreme (POIROT ID:7564). ■

LITERATURA

Baranjski vodovod d.o.o., Beli Manastir (2016. - 2021.): Godišnje izvješće 2015. - 2020. godina
 Hvarski vodovod d.o.o., Jelsa (2016. - 2021.): Ostvarenje prodaje vode za 2015. - 2020. godinu
 Komunalno društvo Vodovod i kanalizacija d.o.o., Rijeka (2016. - 2021.): Izvještaj o poslovanju za 2015. - 2020. godinu
 Koprivničke vode d.o.o., Koprivnica (2016. - 2021.): Izvješće o poslovanju za 2015. - 2020. godinu
 Međimurske vode d.o.o., Čakovec (2016. - 2021.): Godišnje izvješće Međimurskih voda d.o.o. za 2015. - 2020. godinu
 MUP, Ravnateljstvo civilne zaštite (2021.): Odluke Stožera civilne zaštite RH za sprečavanje širenja zaraze koronavirusom, Dostupno na: <https://civilnazastita.gov.hr/odluke-stozera-civilne-zastite-rh-za-spreccavanje-sirenja-zaraze-koronavirusom/2304>, posjećeno <16.08.2021.>
 Ponikve voda d.o.o., Krk (2016. - 2021.): Godišnji izvještaj za 2015. - 2020. godinu
 Varkom d.d., Varaždin (2016. - 2021.): Financijski izvještaji, izvješće neovisnog revizora i izvješće posloводства za 2015. - 2020. godinu

Vinkovački vodovod i kanalizacija d.o.o., Vinkovci (2009): Vodom do uštede, Izvanredna izdanja, knj. 51.
 Virkom d.o.o., Virovitica (2016. - 2021.): Godišnje izvješće o radu za 2015. - 2020. godinu
 Vlada Republike Hrvatske (2021.): Koronavirus.hr, Dostupno na: <https://www.koronavirus.hr/>, posjećeno <16.08.2021.>
 Vodoopskrba i odvodnja Cres Lošinj d.o.o, Cres (2016. - 2021.): Plan poslovanja za 2016. -2021. godinu
 Vodovod d.o.o., Slavonski Brod (2016. - 2021.): Plan poslovanja za 2016. - 2021. godinu
 Vodovod Dubrovnik d.o.o., Dubrovnik (2016. - 2021.): Godišnje izvješće o poslovanju u 2015. - 2020. godini
 Vodovod i kanalizacija d.o.o., Karlovac (2016. - 2021.): Izvješće o poslovanju tvrtke Vodovod i kanalizacija d.o.o. Karlovac za 2015. - 2020. godinu
 Vodovod i kanalizacija d.o.o., Split (2016. - 2021.): Izvješće posloводства Vodovoda i kanalizacije d.o.o. za 2015. - 2020. g.
 Vodovod d.o.o., Zadar (2016. - 2021.): Izvješće uprave o stanju društva za 2015. - 2020. godinu
 Vodovod Labin d.o.o., Labin (2016. - 2021.): Godišnje izvješće za 2015. - 2020. godinu

Vrelo d.o.o., Rab (2016. – 2021.): Godišnje izvješće uprave o stanju društva za 2015. – 2020. godinu
 Vuković, Ž. (1995): Osnove hidrotehnike, prvi dio, druga knjiga, Zagreb, Akvamarine.
 WYG savjetovanje d.o.o. i partneri (2021): Studija izvodljivosti – aglomeracije Labin – Raša – Rabac – za

prijavu izgradnje vodno-komunalne infrastrukture, finalni izvještaj, veljača 2021.
 Zagorski vodovod d.o.o., Zabok (2016. – 2021.): Izvješće posloводства (godišnje izvješće) za 2015. – 2020. godinu

IMPACT OF THE 2020 PANDEMICS ON THE RESULTS OF WATER DEMAND ANALYSIS, DETERMINATION OF WASTE WATER QUANTITIES AND WWTP CAPACITIES

Abstract. Micropollutants, or emerging contaminants, are found in very small concentrations in natural watercourses. They are mostly a consequence of human activities, e.g. industrial activities, agriculture, or simply lifestyle-related. These substances, when passing through waste water treatment plants, are not isolated, thus entering natural water systems. Although they appear in relatively low concentrations in natural watercourses, they still cause concern among scientists. There is a growing research of these compounds, since they are often harmful both for the environment and humans, particularly if they break down to more toxic compounds. As human activities intensify, micropollutant concentrations in the environment gradually increase, so we have the obligation to research different possibilities of waste water treatment in order to reduce their environmental impact. This paper offers an overview of earlier detected micropollutants in surface waters and groundwater in Europe with the aim of drawing attention to their potential appearance, or of products of their breakdown, in further research.

Key words: water demand analysis; households; COVID-19 pandemics; economy; reduced consumption; WWTP loads

DER EINFLUSS DER PANDEMIE IM JAHR 2020 AUF DIE ERGEBNISSE DER WASSERBEDARFSANALYSE UND DIE NACHFOLGENDE BESTIMMUNG DER ABWASSERMENGEN UND KAPAZITÄTEN VON ABWASSERKLÄRANLAGEN

Zusammenfassung. Im Laufe des Jahres 2020 wurden strenge Maßnahmen getroffen, die zahlreiche Aktivitäten, Tätigkeiten und Bewegungsfreiheit der Bevölkerung in der ganzen Welt und so auch in Kroatien beschränkt haben mit dem Ziel, die COVID-19-Pandemie zu bekämpfen. In diesem Beitrag wird der Einfluss der eingeführten Beschränkungen auf den Wasserverbrauch in einzelnen Verbraucherkategorien (Haushalte, Industrie) analysiert auf Grund der Angaben, die von 17 Wasserversorgern in Kroatien erhoben wurden. Dabei werden die Angaben für das kontinentale Gebiet (nicht-touristisch orientiert) und die Küste (touristisch orientiert) gleichermaßen vertreten. Die Analyse des Wasserverbrauchs im Jahre 2020 wurde in Vergleich zu den durchschnittlichen Werten im vergangenen Fünfjahreszeitraum durchgeführt. Es konnten *Änderungen in Bezug auf den Anteil einzelner Kategorie im Gesamtverbrauch festgestellt* werden. Die Ergebnisse und Empfehlungen für die Notwendigkeit einer kritischen Betrachtung dieser Angaben für 2020 werden angesichts der Erfassung von Projektionen im Rahmen der Wasserbedarfsanalysen gegeben. Auf einem Beispiel wird auch der Einfluss der Änderungen im Wasserverbrauch in 2020 auf die Bestimmung der hydraulischen und biologischen Belastung einer Abwasserkläranlage dargestellt.

Schlüsselwörter: Wasserbedarfsanalyse, Haushalte, COVID-19-Pandemie, Industrie, Verringerung des Verbrauchs, Belastung der Abwasserkläranlage