

Analiza onečišćenja vodenih sustava primjenom Informacijskog sustava stanja okoliša

Jurić Bubić, Jerka

Undergraduate thesis / Završni rad

2020

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Split, Faculty of Chemistry and Technology / Sveučilište u Splitu, Kemijsko-tehnološki fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:167:645360>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-11-20**

Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of chemistry and technology - University of Split](#)



SVEUČILIŠTE U SPLITU
KEMIJSKO-TEHNOLOŠKI FAKULTET

**ANALIZA ONEČIŠĆENJA VODNIH SUSTAVA PRIMJENOM
INFORMACIJSKOG SUSTAVA STANJA OKOLIŠA**

ZAVRŠNI RAD

JERKA JURIĆ BUBIĆ

Matični broj: 16

Split, rujan 2020.

SVEUČILIŠTE U SPLITU
KEMIJSKO-TEHNOLOŠKI FAKULTET
PREDDIPLOMSKI STRUČNI STUDIJ ZAŠTITA I OPORABA
MATERIJALA

ANALIZA ONEČIŠĆENJA VODNIH SUSTAVA PRIMJENOM
INFORMACIJSKOG SUSTAVA STANJA OKOLIŠA

ZAVRŠNI RAD

JERKA JURIĆ BUBIĆ

Matični broj: 16

Split, rujan 2020.

UNIVERSITY OF SPLIT
FACULTY OF CHEMISTRY AND TECHNOLOGY
UNDERGRADUATE PROFESSIONAL STUDY PROTECTION AND
RECOVERY OF MATERIALS

ANALYSIS OF THE WATER POLLUTIONS USING THE
ENVIRONMENTAL INFORMATION SYSTEM

BACHEROL THESIS

JERKA JURIĆ BUBIĆ

Parent number: 16

Split, September 2020

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

ZAVRŠNI RAD

Sveučilište u Splitu
Kemijsko-tehnološki fakultet u Splitu
Preddiplomski stručni studij, Zaštita i uporaba materijala

Znanstveno područje: tehničke znanosti

Znanstveno polje: kemijsko inženjerstvo

Tema rada je prihvaćena na 28. sjednici Fakultetskog vijeća održanoj 25.09.2019. godine.

Mentor: prof. dr. sc. Nediljka Vukojević Medvidović

ANALIZA ONEČIŠĆENJA VODNIH SUSTAVA PRIMJENOM INFORMACIJSKOG SUSTAVA STANJA OKOLIŠA

Jerka Jurić Bubić, 16

Sažetak: Voda je jedna od najzastupljenijih, ali i najnužnijih tvari na Zemlji. U ovom radu analizirano je onečišćenje vodnih sustava u petogodišnjem razdoblju od 2013. do 2017. na području Splitsko-dalmatinske županije primjenom Informacijskog sustava stanja okoliša. Ukupne godišnje količine ispuštanja i prijenosa onečišćujućih tvari u vode i/ili more iz sustava javne odvodnje u razdoblju od 2013. do 2017. osciliraju, dok ukupne godišnje količine ispuštanja i prijenosa onečišćujućih tvari u vode i/ili more s lokacije obveznika pokazuju trend pada te u 2017. godini iznose svega 6,62% od ukupne količine prijavljene iz sustava javne odvodnje. Unos opterećenja/tereta rijeka izražen preko hranjivih i organskih tvari te teških metala (Cu, Zn, Cr, Pb, Ni i Cd) analiziran je na postaji Cetina-HE Zakućac. Rezultati pokazuju da NO₃-N i ukupni dušik osciliraju oko sličnih vrijednosti osim za 2015. godinu, kad je unos tereta rijekama bio smanjen zbog manjeg protoka. Od teških metala, zabilježen je povećan unos cinka u 2014., dok je u 2017. zabilježen povećan unos cinka i bakra. Kakvoća mora za kupanje je u ispitanom razdoblju duž cijele obale mora najviše kvalitete, s izuzetkom nekoliko zatvorenijih akvatorija opterećenih otpadnim vodama urbanog ili industrijskog porijekla, riječnim donosima te lučkim prometom.

Ključne riječi: onečišćenje voda, Informacijski sustav stanja okoliša, otpadne vode iz sustava javne odvodnje, otpadne vode s lokacije obveznika, unos opterećenja/tereta rijeka, kakvoću mora za kupanje

Rad sadrži: 41 stranicu, 17 slika, 9 tablica, 29 literaturnih referenci

Jezik izvornika: hrvatski

Sastav Povjerenstva za obranu:

1. Doc. dr. sc. Ivona Nuić - predsjednik
2. Izv. prof. dr. sc. Ivana Smoljko - član
3. Prof. dr. sc. Nediljka Vukojević Medvidović - član - mentor

Datum obrane: 18.09.2020.

Rad je u tiskanom i elektroničkom (pdf format) obliku pohranjen u Knjižnici Kemijsko-tehnološkog fakulteta u Splitu, Ruđera Boškovića 35.

BASIC DOCUMENTATION CARD

BACHELOR THESIS

University of Split
Faculty of Chemistry and Technology in Split
Undergraduate professional study, Protection and recovery of materials

Scientific area: technical sciences

Scientific field: chemical engineering

Thesis subject was approved by Faculty Council of Faculty of Chemistry and Technology session no. 28 held on 25.09.2019.

Mentor: Ph.D. Nediljka Vukojević Medvidović, full prof.

ANALYSIS OF THE WATER POLLUTIONS USING THE ENVIRONMENTAL INFORMATION SYSTEM

Jerka Jurić Bubić, 16

Abstract: Water is one of the most abundant but essential substances on Earth. In this paper, water pollutions in the Split-Dalmatia County during the five-year period from 2013 to 2017 have been analysed using the Environmental Information System. Total annual quantities of discharges and transfers of pollutants into water and/or sea from the public sewerage system in the period 2013-2017 oscillate, while total annual quantities of discharges and transfers of pollutants into water and/or sea from the location of taxpayers is showing a decreasing trend and in 2017 amounted to only 6.62% of the total amount reported from the public sewerage system. Load input of nutrients, organic substances and heavy metals (Cu, Zn, Cr, Pb, Ni, Cd) were analysed on the location Cetina - HE Zakučac. The result show that NO₃-N and total nitrogen oscillate around similar values except for 2015, when load input by river Cetina was reduced due to lower flow. Among heavy metals, an increased amount of zinc is recorded in 2014, while in 2017 an increased amount of zinc and copper were recorded. The highest quality of sea bathing waters were recorded along the entire coast, with the exception of a few closed water area loaded by wastewater of urban or industrial origin, river yields and port traffic.

Keywords: water pollution, Environmental Information System, wastewater from public sewerage systems, wastewater from the location of the taxpayers, input and load by the river, sea bathing water quality

Thesis contains: 41 pages, 17 figures, 9 tables, 29 references

Original in: Croatian

Defence committee:

1. Ph.D. Ivona Nuić, assisant prof. - chair person
2. Ph.D. Ivana Smoljko, associate. prof. - member
3. Ph.D. Nediljka Vukojević Medvidović, full prof. - supervisor

Defence date: 18.09.2020.

Printed and electronic (pdf format) version of thesis is deposited in Library of Faculty of Chemistry and Technology in Split, Ruđera Boškovića 35.

Završni rad je izrađen u Zavodu za inženjerstvo okoliša Kemijsko-tehnološkog fakulteta u Splitu pod mentorstvom prof. dr. sc. Nediljke Vukojević Medvidović, u razdoblju od siječnja 2020. do rujna 2020. godine.

Zahvaljujem se svojoj mentorici, prof. dr. sc. Nediljki Vukojević Medvidović na ukazanom povjerenju, nesebičnoj pomoći, brojnim savjetima i podršci tijekom izrade ovog završnog rada.

Također zahvaljujem se i mojoj obitelji i prijateljima, posebno mojoj majci koja mi je omogućila školovanje i bila podrška tijekom cijelog mog studiranja.

Jerka Jurić Bubić

ZADATAK ZAVRŠNOG RADA

1. Sistematizirati podatke o stanju onečišćenosti vodnih sustava na području Splitsko-dalmatinske županije primjenom Informacijskog sustava stanja okoliša. Analizirati podatke za petogodišnje razdoblje 2013.-2017., a kao izvor podataka koristiti:

- Izvješća o podacima iz Registra onečišćavanja okoliša javno dostupna na web stranici Hrvatske agencije za okoliš i prirodu, HAOP (www.haop.hr)

- Baze podataka i pokazatelja stanja morskog okoliša, marikulture i ribarstva okoliša javno dostupni na web stranici HAOP <http://www.haop.hr/hr/baza-podataka-i-pokazatelja-stanja-morskog-okolisa-marikulture-i-ribarstva/baza-podataka-i> (<http://baltazar.izor.hr/azopub/bindex> i <http://baltazar.izor.hr/plazepub/kakvoca>).

2. Temeljem dobivenih podataka izvesti zaključke o stanju onečišćenosti vodnih sustava na području Splitsko-dalmatinske županije.

3. Izvesti zaključke o ulozi Informacijskog sustava stanja okoliša u analizi onečišćenosti vodnih sustava.

SAŽETAK

Voda je jedna od najrasprostranijih, ali i najnužnijih tvari na Zemlji. U ovom radu analizirano je onečišćenje vodnih sustava u petogodišnjem razdoblju od 2013. do 2017. na području Splitsko-dalmatinske županije primjenom Informacijskog sustava stanja okoliša. Ukupne godišnje količine ispuštanja i prijenosa onečišćujućih tvari u vode i/ili more iz sustava javne odvodnje u razdoblju 2013.-2017. osciliraju, dok ukupne godišnje količine ispuštanja i prijenosa onečišćujućih tvari u vode i/ili more s lokacije obveznika pokazuju trend pada te u 2017. godini iznose svega 6,62% od ukupne količine prijavljene iz sustava javne odvodnje. Unos opterećenja/tereta rijeka izražen preko hranjivih i organskih tvari te teških metala (Cu, Zn, Cr, Pb, Ni i Cd) analiziran je na postaji Cetina-HE Zakučac. Rezultati pokazuju da NO₃-N i ukupni dušik osciliraju oko sličnih vrijednosti osim za 2015. godinu, kad je unos tereta rijekama bio smanjen zbog manjeg protoka. Od teških metala, zabilježen je povećan unos cinka u 2014., dok je u 2017. zabilježen povećan unos cinka i bakra. Kakvoća mora za kupanje je u ispitanom razdoblju duž cijele obale more najviše kvalitete, s izuzetkom nekoliko zatvorenijih akvatorija opterećenih otpadnim vodama urbanog ili industrijskog porijekla, riječnim donosima te lučkim prometom.

Ključne riječi: onečišćenje voda, Informacijski sustav stanja okoliša, otpadne vode iz sustava javne odvodnje, otpadne vode s lokacije obveznika, unos opterećenja/tereta rijeka, kakvoću mora za kupanje

SUMMARY

Water is one of the most abundant but essential substances on Earth. In this paper, water pollutions in the Split-Dalmatia County during the five-year period from 2013. to 2017. have been analysed using the Environmental Information System. Total annual quantities of discharges and transfers of pollutants into water and/or sea from the public sewerage system in the period 2013.-2017. oscillate, while total annual quantities of discharges and transfers of pollutants into water and/or sea from the location of taxpayers is showing a decreasing trend and in 2017 amounted to only 6.62% of the total amount reported from the public sewerage system. Load input of nutrients, organic substances and heavy metals (Cu, Zn, Cr, Pb, Ni and Cd) were analysed on the location Cetina - HE Zakućac. The result show that NO₃-N and total nitrogen oscillate around similar values except for 2015, when load input by river Cetina was reduced due to lower flow. Among heavy metals, an increased amount of zinc is recorded in 2014, while in 2017 an increased amount of zinc and copper were recorded. The highest quality of sea bathing waters were recorded along the entire coast, with the exception of a few closed water area loaded by wastewater of urban or industrial origin, river yields and port traffic.

Keywords: water pollution, Environmental Information System, wastewater from public sewerage systems, wastewater from the location of the taxpayers, input and load by the river, sea bathing water quality

SADRŽAJ

UVOD.....	1
1. OPĆI DIO	2
1.1. Vodni ekosustav	3
1.2. Onečišćenje vodnog sustava – utjecaj na zdravlje ljudi	7
1.3. Praćenje kakvoće vode u Republici Hrvatskoj.....	9
1.4. Informacijski sustav praćenja kakvoće vode	12
2. EKSPERIMENTALNI DIO	17
2.1. Ispuštanje i prijenos pojedinačnih onečišćujućih tvari u vode i/ili more.....	18
2.2. Unos opterećenja / tereta rijekama	21
2.3. Kakvoća mora za kupanje	22
3. RASPRAVA	27
3.1. Analiza ispuštanja i prijenosa pojedinačnih onečišćujućih tvari u vode i/ili more ...	28
3.2. Analiza unosa opterećenja / tereta rijekama	34
3.3. Analiza kakvoća mora za kupanje	35
4. ZAKLJUČAK	36
5. LITERATURA.....	38

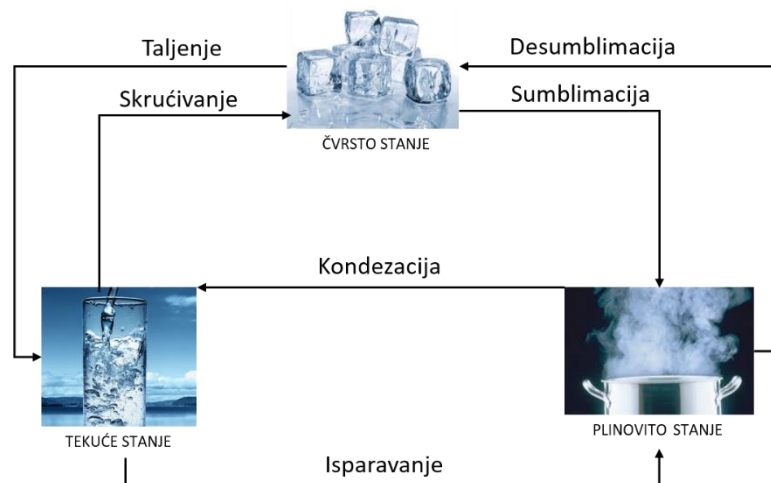
UVOD

Voda je jedinstvena i jedina je tvar koja se u prirodi nalazi u sva tri agregatna stanja: krutom (led, snijeg), tekućem (voda, kiša, rosa) i plinovitom (vodena para). Procjenjuje se da je oko 71% površine Zemlje prekriveno vodom, zato se Zemlja naziva plavim planetom. Voda predstavlja jedan od osnovnih uvjeta za život. Voda nije komercijalni proizvod, nego nasljeđe koje treba čuvati, zaštititi i shodno tome postupati. Zdravlje ljudi ne ovisi samo o kakvoći vode nego i o količini vode. Ljudi prirodne resurse konzumiraju prebrzim, neodrživim tempom. Zanimljivo je da bi bilo potrebno oko tri i pol planeta Zemlje kako bi se održala globalna populacija koja bi živjela trenutačnim načinom života jednog prosječnog Europljanina ili Amerikanca.¹ Razne ljudske djelatnosti utječu na kvalitetu okoliša, a samim time i na kvalitetu vode. Dolazi do povećane potrošnje pitke vode što uzrokuje i porast količina otpadnih voda. Otpadne vode zagađuju rijeke, mora, jezera i podzemne vode odnosno podzemlje te je samim time ugrožen opstanak života na Zemlji. Zagađenje voda postaje globalno pitanje najviše zbog brojnih bolesti, zdravstvenih problema pa čak i smrtnih slučajeva koji dolaze od onečišćenja voda.¹ Zbog toga je iznimno važno kontrolirati kakvoću vode. U Republici Hrvatskoj je uspostavljeno nekoliko baza podataka koje omogućuju praćenje kakvoće okoliša. U ovom radu analizirani su podaci koji ukazuju na stanje onečišćenja voda na području Splitsko-dalmatinske županije prema Informacijskom sustavu zaštite okoliša.

1. OPĆI DIO

1.1. VODNI EKOSUSTAV

Voda je jedna od najjednostavnijih i najrasprostranjenijih tvari u prirodi, čije su fizičke i kemijske osobine dobro poznate kao anomalije vode. Tako je voda prema svojoj pojavnosti (slika 1.1.) jedinstvena i jedina je tvar koja se u prirodi nalazi u sva tri agregatna stanja: krutom (led, snijeg), tekućem (voda, kiša, rosa), plinovitom (vodena para). Po svojoj strukturi, molekula vode se sastoji od dva atoma vodika i jednog atoma kisika. Zbog velike razlike u koeficijentu elektronegativnosti između vodika i kisika, molekula vode je izrazito dipolnog karaktera. Uslijed toga sve okolne molekule vode se elektronski privlače i povezuju tzv. vodikovim vezama. Kao posljedica dipolnog karaktera, molekule vode asociraju u veće ili manje molekulске agregate ili klastere. Agregati su u strukturi leda složeni poput saća i stvaraju heksagonalne kanale, što daje šupljikavu strukturu ledu, pa je stoga obujam iste mase leda veći od obujma vode. Zbog toga led pliva na vodi.²

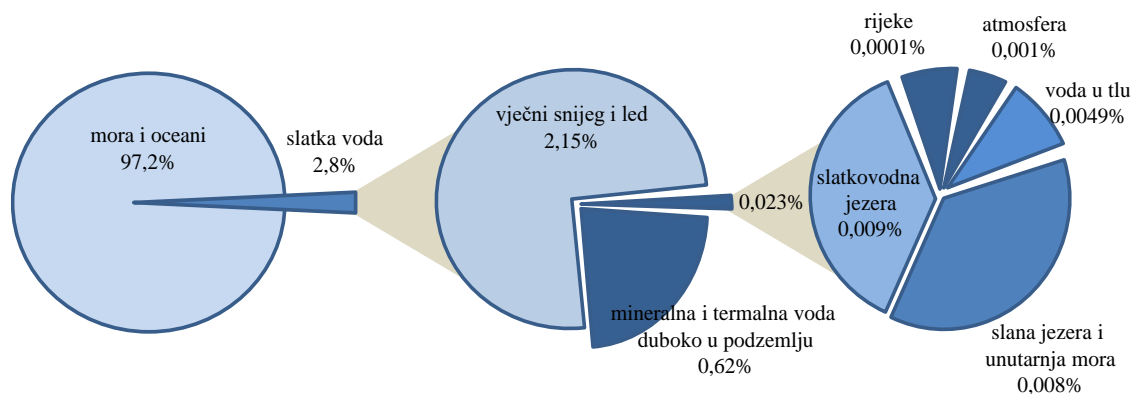


Slika 1.1. Pojavnost vode u prirodi.³

Dok većina tvari ima najveću gustoću u čvrstom stanju, kod vode s porastom temperature gustoća prvo raste do izvjesnog maksimuma (pri + 4 °C) pa tek onda opada, posljedica čega je da pri smrzavanju vode dolazi do širenja, a ne skupljanja vode. Anomalna promjena gustoće vode s temperaturom je od ogromnog značaja za očuvanje akvatičnog života u zatvorenim vodnim bazenima (jezera, rukavci, močvare i sl.). Tako se zimi voda veće gustoće zadržava pri dnu i ne zaleđuje se, a što je od važnosti za održavanje živih bića u vodi. Zahvaljujući visokom specifičnom toplinskom kapacitetu vode, voda se grije i hladi pet puta sporije od kopna. Ova karakteristika je iznimno

značajna za klimatske promjene na Zemlji. Visoki specifični toplinski kapacitet vode pomaže regulirati brzinu kojom se mijenja temperatura zraka, zbog čega je promjena temperature između sezona postupna, osobito u blizini oceana i mora. Voda ima visoku latentnu toplinu isparavanja te je potrebna velika količina energije (topline) da se određena količina vode iz tekućine pretvori u paru što vodu čini izvrsnim rashlađivačem. Zahvaljujući ovom svojstvu, stanice mogu primati ili gubiti toplinu uz minimalne promjene temperature.⁴ Voda je univerzalno otopalo zahvaljujući velikoj dielektričnoj konstanti. Stoga u prirodi nema kemijski čiste vode, već su u njoj uvijek otopljene manje ili veće količine različitih soli, plinova ili organskih tvari. Voda je kod vidljivog zračenja transparentna za duže valne duljine. Stoga je voda bezbojna, a omogućen je i proces fotosinteze ispod vodene površine. pH vrijednost vode određuje topljivost i biološku dostupnost kemijskih sastojaka, kao što su hranjive tvari (fosfor, dušik i ugljik), ali i teški metali (olovo, bakar, kadmij, itd.). Pretjerano visoke i niske pH vrijednosti su štetne za živi svijet i onemogućuju korištenje vode za različite namjene.

Voda na Zemlji tvori oceane, mora, rijeke, jezera, potoke, oblake i polarne kape (slika 1.2.). Nalazimo je i ispod površine zemlje. Vodni sustav pokriva 71% zemljine površine i nužna je za život kakav poznajemo.



Slika 1.2. Raspodjela vode na Zemlji.⁵

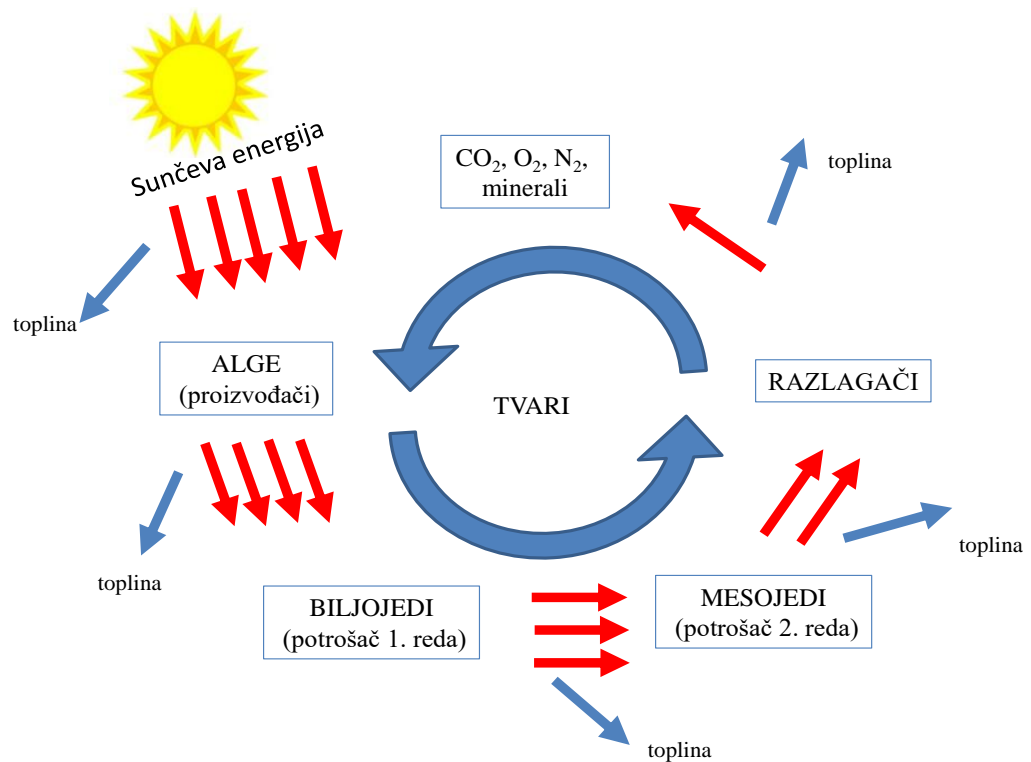
Svaki ekosustav, pa tako i vodni, je cjelina koja uključuje životno stanište (biotop) i životnu zajednicu (biocenozu). Životno stanište ili biotop - dio biosfere koji je naseljen biljnim i životinjskim vrstama, a kojem je svojstvena određena kombinacija fizikalnih, kemijskih i ekoloških činitelja (biotičkih i abiotičkih). Životno stanište je na primjer jedno jezero, potok ili zaljev u priobalnom moru. Životna zajednica ili biocenoza je skup svih

biljnih i životinjskih vrsta na nekom prostoru u određenom vremenu. Pojedine vrste organizama u životnoj zajednici povezane su hranidbenim lancima. Rađanjem novih jedinki pojedinih populacija te nestajanjem starih, životna zajednica je u stalnom razvitku i preobrazbi tijekom vremena. Ekosustav je dinamičan. Između žive i nežive prirode odvijaju se dva procesa:

- protok (kruženje) tvari - protok tvari je kružan i povratan; tvari ne napuštaju ekosustav, već kruže u zatvorenom krugu

- prijenos energije - izvor energije je Sunce; energija se prenosi od jednog do drugog člana u hranidbenom lancu, pri čemu se troši, nakon što se energija u sustavu iskoristi za životne potrebe, napušta ga u obliku toplinske energije, a protok energije je nepovratan.

Slikoviti prikaz kruženja tvari i protjecanja energije u vodnom ekosustavu je dat na slici 1.3.



Slika 1.3. Kruženje tvari i protjecanje energije u vodnom ekosustavu.⁶

Vodni ekosustav obuhvaća:

- ekosustav mora i oceana
- ekosustav kopnenih voda kojima pripadaju stajaćice, tekućice i podzemne vode.

Oko 71% površine naše planete prekriva more i ono je pokretač mnogih bioloških i fizičkih zbivanja na Zemlji. More je izvor života jer je najveći opskrbljivač kisikom (fitoplankton u moru oslobađa dvostruko više kisika od biljka na kopnu). Karakteristika morskog ekosustava je njegova slanost (udjel otopljenih soli u morskoj vodi). Slanost se mijenja na površini za razliku od dubljih slojeva. Kada padne kiša slanost površinskog dijela je manja, ali kada pušu vjetrovi veće je isparavanje s površine mora pa je i salinitet veći. Salinitet se mijenja i s promjenom temperature. Slanost utječe na fizikalna svojstva morske vode:

- snižava temperaturu ledišta, a povisuje temperaturu vrelišta
- promjene saliniteta utječu na osmozu, toplinski kapacitet, viskoznost, toplinsku i električnu provodljivost i površinsku napetost morske vode
- povećana napetost površine, uvjetuje sporije isparavanje morske od slatke vode.

Život se razvija na površini ili u stupcu vode do 200 m dubine – granica prodiranja svijetlosti, iako je prostor mnogo veći do 11000 m.

Kopnene vode u odnosu na morske spadaju u relativno mlade vode s obzirom na vrijeme nastanka, oštro su odvojene jedne od drugih (rijeke pripadaju oštro odvojenim slivovima), zauzimaju manju površinu i relativno su plitke. Za razliku od slanih voda, u kopnenim vodama dominiraju karbonati te sulfati i kloridi, a od kationa kalcij i natrij.

Ekosustav kopnenih voda dijele se u tri osnovne grupe:

- stajaćice: jezera, ribnjaci, bare, lokve, močvare
- tekućice: izvori, potoci, rijeke
- podzemne vode.⁷

Za *stajaćice* je karakteristična pojava stratifikacije ili islojavanje. Tijekom ljeta zagrijava se površinski sloj vode i dolazi do islojavanja na tri sloja: gornji sloj manje gustoće – epilimij, srednji sloj – termoklima te donji sloj veće gustoće – hipolimij. Dolaskom hladnijih dana gornji sloj se hladi, temperatura vode se izjednačava te pod utjecajem vjetrova dolazi do izmješavanja vodnog stupca. Daljnjim hlađenjem (tijekom zime), temperatura vode opada ispod 4 °C, gustoća ohlađene vode je manja te se hladniji, lakši sloj pojavljuje na površini (katkad se i zaledi).

Tekućice su dijelovi vodnih sustava koje imaju izraziti tok vode. Tekućice karakterizira longitudinalni gradijent koji se odražava na živi svijet jer je to važan

parametar za rasprostranjenost biljaka i životinja. Kod tekućica se razlikuje gornji, srednji i donji tok. Gornji tok ima veći nagib tekućice pa je i veća brzina vode (brza, turbulentna voda), temperature gornjeg toka su od 3 do 15°C, veća je erozija, veliko je kamenje na dnu toka, voda je prozračnija pa je vrlo visoka koncentracija kisika. Tipični organizam gornjeg toka je pastrva. Srednji tok karakterizira srednje brza struja vode, temperature ljeti prelaze 15 °C, a na dnu se nalaze šljunak i valutice. U donjem toku struja vode je sporija, temperatura ljeti prelazi 20 °C, sedimentacija je velika pa se na dnu korita nalaze pijesak i mulj. Donji tok je produktivniji pa se troši više kisika te ga je manje nego u gornjem toku. Ovdje se češće mogu naći som, šaran i štika.

Podzemne vode se nalaze ispod Zemljine površine u šupljinama, stijenama i porama, gdje dopijevaju procjeđivanjem s površine. Siromašne su kisikom, a ugljičnog dioksida ima više i zbog toga mogu opstati samo vrste prilagođene specijalnim uvjetima. Podzemna voda je strateški prirodni resurs, koji ima presudnu ulogu za ekonomski i socijalni razvoj gospodarstva. U Hrvatskoj se 90% vode za potrebe vodoopskrbe dobiva iz podzemne vode na crpilištima i kaptiranim izvorištima pa čak i za gradove smještene na rijekama jer je podzemna voda manje zagađena, a samim time i jeftinija od one iz riječnih tokova. Hrvatska je s obzirom na reljef bogata podzemnim vodama, osobito krškim. Uloga krških voda osobito je značajna za vodoopskrbu stanovništva, poglavito u predjelima koji su deficitarni s vodnim resursima. Zbog hidrogeoloških značajki hrvatskog krškog područja zagađenje voda brzo se širi. Naime, zbog složenosti pukotinske cirkulacije i odsutnosti filtracije koja je prisutna u stijenama sa međuzrnskom poroznošću, velika količina pitke vode zagađuje se u kratkom vremenu. Stoga je potreba za zaštitom tih resursa iznimna.⁸

1.2. ONEČIŠĆENJE VODNOG SUSTAVA - UTJECAJ NA ZDRAVLJE LJUDI

Svi vodni sustavi se svakodnevno koriste za određene namjene, zbog čega je kakvoća vode od presudnog značenja. Kakvoća vode označava upotrebljivost vode za pojedinu namjenu i određuje se veličinom pojedinih pokazatelja (fizičkih, kemijskih i bioloških), a koji govore o sastavu, svojstvima i koncentraciji pojedinih tvari u vodi. Različite antropogene djelatnosti poput industrije, urbanizacije i poljoprivrede dovode do

ispuštanja velike količine otpadnih voda u vodne ekosustave uzrokujući njihova onečišćenja ili zagađenja te pogoršanja kakvoće vode. Onečišćenje voda je promjena kakvoće voda, koja nastaje unošenjem, ispuštanjem ili odlaganjem u vode hranjivih i drugih tvari te toplinske energije u količini kojom se mijenjaju svojstva vode u odnosu na njihovu ekološku funkciju i namjensku uporabu. Za razliku od onečišćenja, zagađenje voda je onečišćenje veće od zakonom dopuštenog i nastaje unošenjem, ispuštanjem ili odlaganjem u vode opasnih tvari kada se prekoračuju njihove dopuštene vrijednosti u vodama. Zagađenje je bilo koja fizikalna, biološka ili kemijska promjena u kakvoći vode koja štetno djeluje na žive organizme ili čini vodu neupotrebljivom za željena korištenja, dovodi se u opasnost zdravlje i životi ljudi te mogu nastupiti poremećaji u gospodarstvu i drugim područjima.⁹

Onečišćenje/zagađenje može biti:

- fizikalno
- kemijsko
- radiološko
- mikrobiološko.

Pri *fizikalnom* onečišćenju dolazi do promjene boje, okusa, mirisa i temperature vode. *Kemijsko i radiološko* onečišćenje vode može biti uzrokovano prirodnim podrijetlom (sastojci stijena) ili tvarima antropogenog podrijetla (tvari nastale ljudskom aktivnošću). *Mikrobiološko* onečišćenje nastaje prisustvom mikroorganizama koji su patogeni.

Najčešće štetne tvari u onečišćenim vodama koje uzrokuju negativan utjecaj na zdravlje čovjeka su teški metali (olovo, živa, arsen), ugljikovodici, nitrati i pesticidi.

Olovo – je najviše zabilježeno u podzemnim vodama s pH vrijednošću manjom od 5,5, dok se u površinskim vodama njegova koncentracija niža od 0,05 mg/L. Olovo ima štetan utjecaj na reproduktivni, kardiovaskularni, imunološki i gastrointestinalni sustav. Kod većine ljudi je dokazano da olovo štetno djeluje i na bubrege te hipertenziju.

Živa – se ubraja u skupinu anorganskih onečišćujućih tvari koje u okoliš dospjevaju erupcijom vulkana, erozijom tla i bakterijskom razgradnjom organskih živinih spojeva te industrije. Ključni problem onečišćenja vode živom je taj što se organometalni spojevi nakupljaju i metaboliziraju u biosferi. Tijekom izlaganja živi može doći do trajnog oštećenja mozga, bubrega ili štetnog djelovanje na razvoj fetusa.

Arsen – dospijeva u vodu kao posljedica prirodnih erozijskih procesa, ali i s odlagališta otpada farmaceutske industrije, industrije boja i pesticida. Arsen je kancerogen i štetno utječe na srce, pluća, želudac, jetru i bubrege, kao i na živčani sustav.

Ugljikovodici – ostavljaju tragove štetnoga djelovanja na razne načine npr. prilikom izljevanja nafte u more, razlijevaju se po površini te se sprječava fotosinteza, a samim time disanje i hranjenje.

Nitrati – u vodu dospijavaju od mineralnih gnojiva s ratarskih površina, stajskog gnojiva koje se koristi pri obradi polja ili iz neadekvatno izgrađenih septičkih jama. Mogu izazvati vrlo štetan učinak na zdravlje npr. methemoglobinemija.

Pesticidi – djelovanjem geoloških uvjeta, topografije, klime te navodnjavanja uvelike utječu na ispiranje pesticida i njihov ulazak u površinske i podzemne vode. Toksični su i štetno djeluju na zdravlje čovjeka; poremećaj disanja, neurološki poremećaj i poremećaj u probavi, kao i oštećenja jetre.⁹

1.3. PRAĆENJE KAKVOĆE VODE U REPUBLICI HRVATSKOJ

Zbog velikog utjecaja prirodnih i antropogenih izvora onečišćenja na kakvoću vode u Republici Hrvatskoj se sustavno provodi monitoring kakvoće voda. Stanje voda opisuje se na razini vodnih tijela (najmanje jedinice za upravljanje vodama), što je propisano *Uredbom o standardu kakvoće voda* (NN 73/13) i *Planom upravljanja vodnih područja* (NN 82/13) koje uključuje površinske vode, priobalne i vode teritorijalnog mora te podzemne vode.

Ukupna ocjena stanja određenog vodnog tijela površinske vode određena je njegovim:

- ekološkim stanjem
- kemijskim stanjem, ovisno o tome koja od dviju ocjena je lošija.

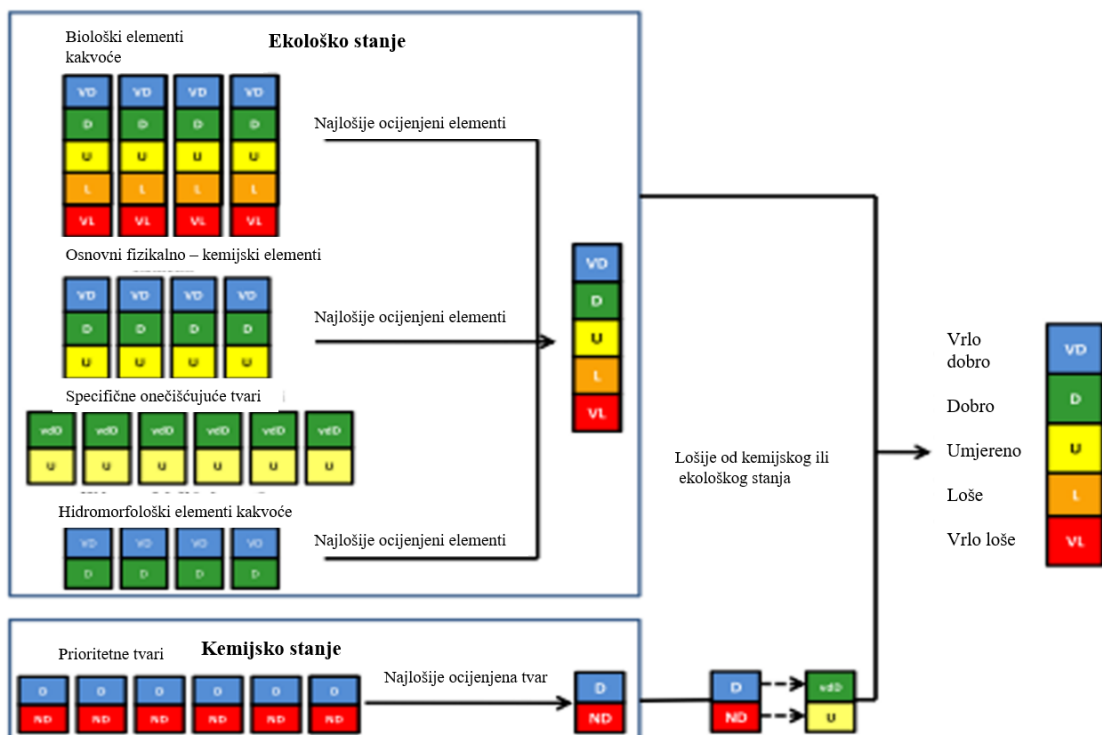
Ekološko stanje vodnog tijela površinske vode izražava kakvoću strukture i funkcioniranja vodnih ekosustava i ocjenjuje se na temelju relevantnih bioloških, fizikalno-kemijskih i hidromorfoloških elemenata kakvoće. Prema ukupnoj ocjeni ekoloških elemenata kakvoće, vodna tijela se klasificiraju u pet klasa ekološkoga stanja: vrlo dobro, dobro, umjereno, loše i vrlo loše.

Kemijsko stanje vodnog tijela površinske vode izražava prisutnost prioriternih tvari i drugih mjerodavnih onečišćujućih tvari u površinskoj vodi, sedimentu i bioti. Prema koncentraciji pojedinih onečišćujućih tvari, površinske vode se klasificiraju u dvije klase:

- dobro stanje
- nije dostignuto dobro stanje.

Dobro kemijsko stanje odgovara uvjetima kada vodno tijelo postigne standarde kakvoće za sve prioritretne i druge mjerodavne onečišćujuće tvari.

Ukupna ocjena stanja površinskih voda se definira zapravo onim koji je lošiji, uzimajući u obzir vrijednosti rezultata ocjene prema biološkim elementima te osnovnim fizikalno kemijskim i kemijskim elementima, koji prate biološke elemente. Shematski prikaz klasifikacije stanja površinskih voda dat je na slici 1.4. Stanje tijela površinske vode na kartama koje sadrže prikaz stanja svakog vodnog tijela površinske vode prikazuje se odgovarajućom bojom i to: vrlo dobro stanje plavom bojom, dobro stanje zelenom bojom, umjereno stanje žutom bojom, loše stanje narančastom i vrlo loše stanje crvenom bojom.⁹



Slika 1.4. Shematski prikaz klasifikacije stanja površinskih voda.¹⁰

Ocjena stanja podzemnih voda prati se temeljem količinskog i kemijskog stanja, a elementi za ocjenu stanja su:

- količinsko stanje: razina podzemne vode i izdašnost
- kemijsko stanje: električna vodljivost, otopljeni kisik, pH vrijednost te onečišćujuća tvar; nitrati, amonijak i specifične onečišćujuće tvari.

Podzemne vode se razvrstavaju temeljem rezultata ocjene elemenata kakvoće u kategorije stanja koje se također prikazuju određenom bojom na karti:

- dobro stanje (zelenom bojom)
- loše stanje (crvenom bojom).⁹

U Republici Hrvatskoj se sustavno motri stanje voda na oko 320 mjernih postaja za površinske i 200 mjernih postaja za podzemne vode u svrhu ocjene stanja vodnih tijela. Za upravljanje vodnim sustavima na državnoj razini, Republika Hrvatska se prema geološkoj građi i hidromorfološkim značajkama može podijeliti i na dva vodna područja :

- područje sjeverne Hrvatska tzv. crnomorski slijev, kojeg karakterizira međuzrnska poroznost
- područje jugozapadne i južne Hrvatska, hrvatski krš, tzv. Jadranski slijev, kojeg karakterizira pukotinska-disolucijska poroznost.

Crnomorski slijev zauzima 75% površine Hrvatske, a njime dominiraju velike rijeke poput Save, Drave i Dunava s više manjih podsljevova. U njima su formirani vodonosnici međuzrnske poroznosti s iznimno velikim količinama podzemne vode te predstavljaju glavni vodoopskrbni resurs sjevernog dijela Hrvatske.

Jadranski slijev zauzima 25% površine Hrvatske, a uključuje istarski poluotok te Jadranski slijev u Lici i Dalmaciji. Rijeke jadranskog slijeva su uglavnom kratke i izolirane, često povezane sustavom podzemnih tokova. U krškim poljima česte su rijeke ponornice, od kojih mnogima od njih tijekom sušnog razdoblja nadzemni dijelovi potpuno presušuju, dok podzemni sustavi vodotoka i rezervoara vode nikada ne presušuju te ribama omogućuju preživljavanje.¹¹

1.4. INFORMACIJSKI SUSTAV PRAĆENJA KAKVOĆE VODA

Informacijski sustav sadrži podatke i informacije o stanju okoliša, opterećenjima i utjecajima na okoliš. U nadležnosti je Hrvatske agencije za okoliš i prirodu (HAOP). Čine ga Informacijski sustav zaštite okoliša (ISZO) i Informacijski sustav zaštite prirode (ISZP).

Sukladno *Uredbi o Informacijskom sustavu zaštite okoliša* (NN 68/08) Informacijski sustav zaštite okoliša strukturiran je u četiri temeljne skupine koje uključuju: sastavnice okoliša, pritiske na okoliš, utjecaj na zdravlje ljudi i sigurnost te odgovore društva. Ove se skupine razvrstavaju na tematska područja i potpodručja za koja se uspostavlja informacijski sustav kao dio cjelovitoga Informacijskog sustava zaštite okoliša Republike Hrvatske.^{12,13}

Sukladno *Zakonu o zaštiti prirode* (NN 80/13, 15/18) Informacijski sustav zaštite prirode je sustav koji objedinjava stručne i znanstvene podatke o bioraznolikosti i zaštiti prirode, a osobito podatke o divljim vrstama, stranim invazivnim vrstama, stanišnim tipovima i ekološkim sustavima, zaštićenim i ekološki značajnim područjima, područjima ekološke mreže, georaznolikosti, speleološkim objektima te druge relevantne stručne i znanstvene podatke (slika 1.5.).

The screenshot displays the web interface for the Information System for Environmental Protection and Nature Conservation. It is organized into two main panels. The top panel, titled 'Informacijski sustavi zaštite okoliša', lists various environmental protection systems (IS) including air, climate, water, and waste management. The bottom panel, titled 'Informacijski sustavi zaštite prirode', lists nature conservation systems (ISZP) such as habitats, geodiversity, and ecological networks. A search bar and a table with columns 'ID' and 'IME' are also visible.

ID	IME
P10/01	ISZO Metabaza - Interni sustav
	Sustav za upravljanje

Slika 1.5. Web prikaz Informacijskog sustava zaštite okoliša i Informacijskog sustava zaštite prirode.¹²

U okviru informacijskog sustava industrije i energetike oformljena je baza podataka Registar onečišćavanja okoliša (ROO). Registar onečišćavanja okoliša je skup podataka o izvorima, vrsti, količini, načinu i mjestu ispuštanja i/ili prijenosa onečišćujućih tvari u zrak vode i/ili more i tlo te proizvedenome, sakupljenome i obrađenome otpadu (slika 1.6.).

The screenshot shows a web application interface for the 'IS industrije i energetike' system. At the top right, there is a search bar labeled 'Pretraži baze'. On the left, a sidebar lists various environmental protection topics, with 'IS industrije i energetike' selected. Below the sidebar, there is a button for 'Informacijski sustav zaštite prirode' and another for 'Važni linkovi'. The main content area displays the title 'IS industrije i energetike' and the number of systems 'Broj sustava: 8'. Below this is a table with the following data:

ID	IME	NADLEŽNA INSTITUCIJA	URL
P18/02	Registar onečišćavanja okoliša (ROO)	HAOP	http://roo.azo.hr

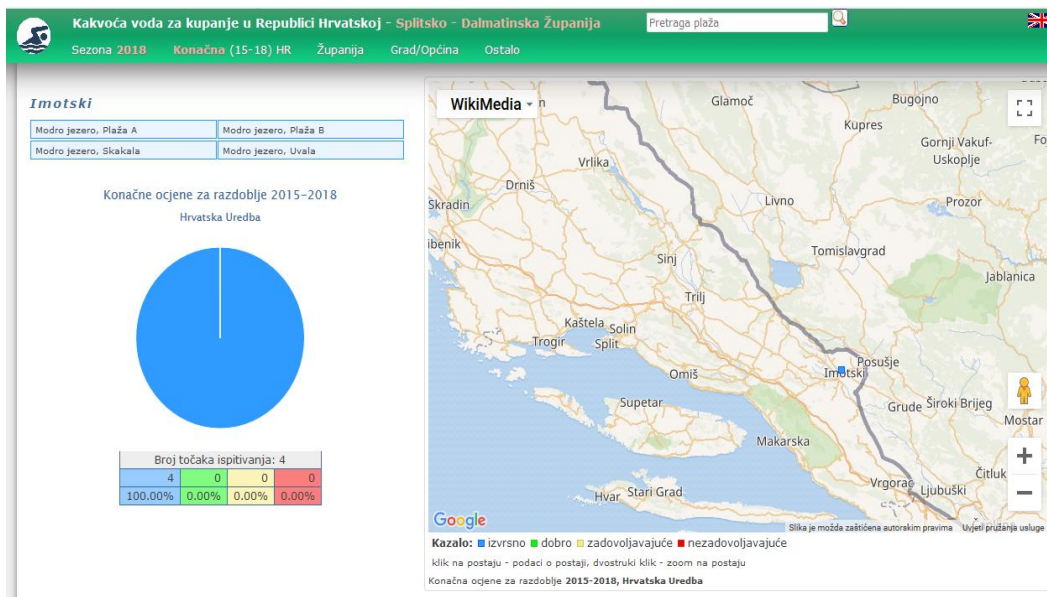
Slika 1.6. Web prikaz stranice Registar onečišćavanja okoliša.¹³

Arhivska baza ROO sadrži podatke o operaterima i organizacijskim jedinicama koje su bile obveznici dostave podataka od 2008. do 2016. kalendarske godine, dok se podaci od 2017. godine nadalje prikupljaju unutar baze ROO izgrađene tijekom 2018. godine.

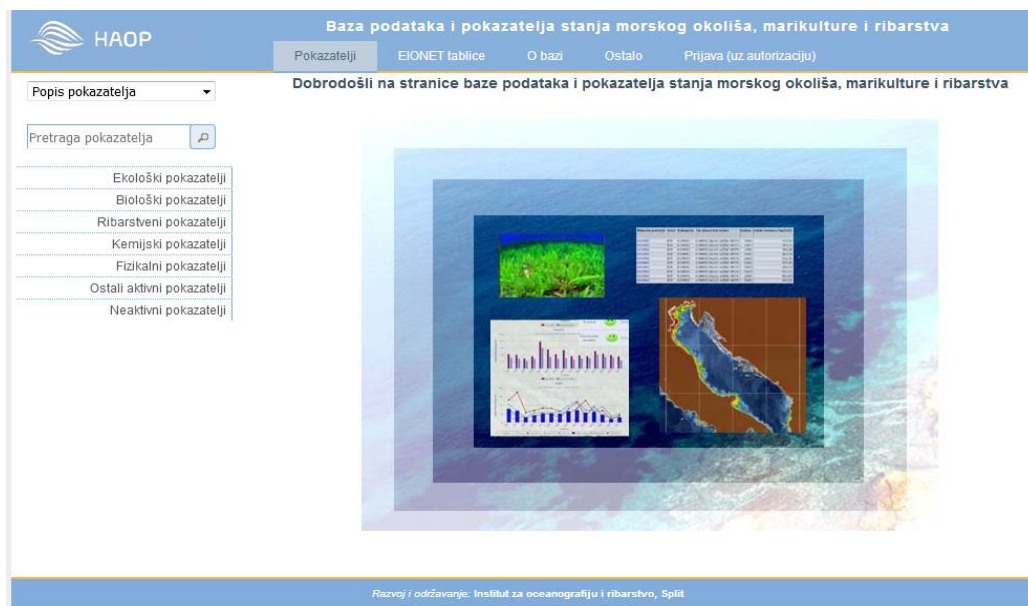
U okviru informacijskog sustavu kopnene vode i mora oformljeno je nekoliko baza za praćenje stanja vodnih sustava:

- kakvoća voda za kupanje na rijekama i jezerima u Republici Hrvatskoj
- podaci i pokazatelji stanja morskog okoliša, marikulture i ribarstva
- kakvoća prijelaznih, priobalnih i morskih voda, ribarstvo i marikultura
- godišnja ocjena kakvoće mora za kupanje u Republici Hrvatskoj
- kakvoća mora za kupanje u Republici Hrvatskoj.^{12,13}

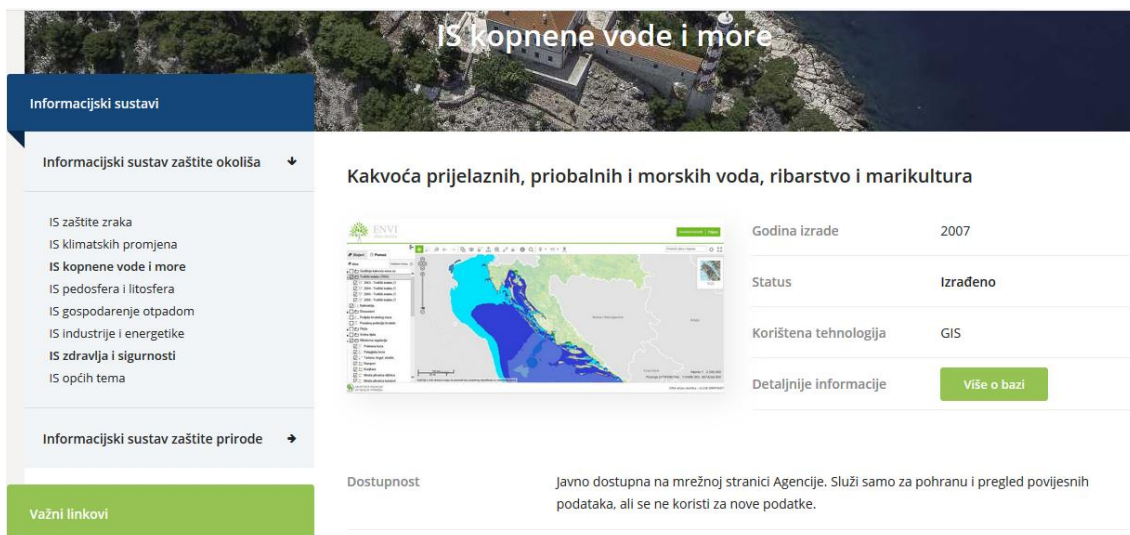
Slikoviti prikaz baza dat je na slikama od 1.7. do 1.11.



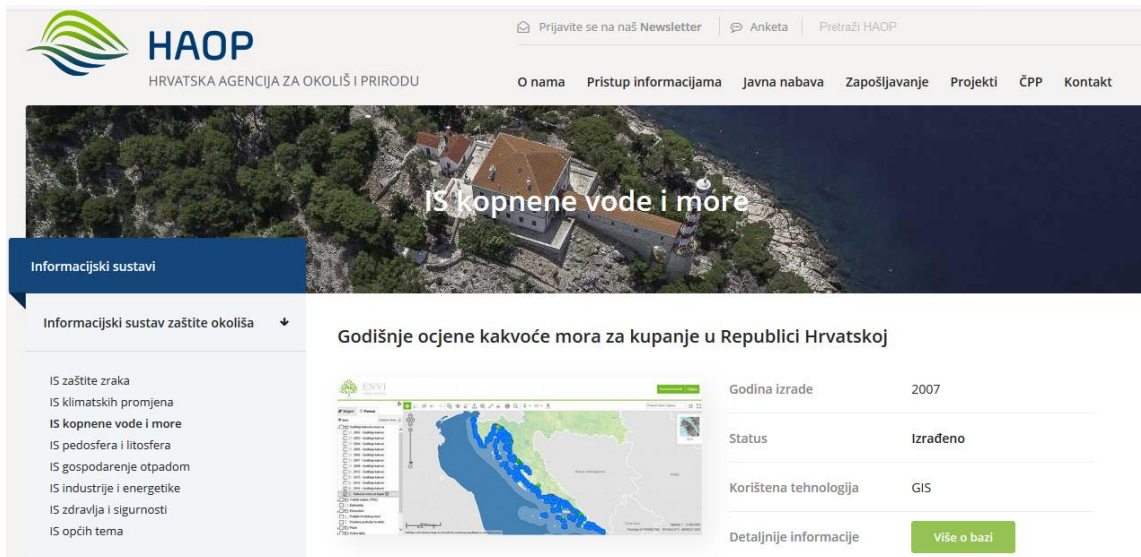
Slika 1.7. Web prikaz kakvoće voda za kupanje na rijekama i jezerima u Republici Hrvatskoj u Splitsko – dalmatinskoj županiji za razdoblje od 2015. do 2018. godine.¹⁴



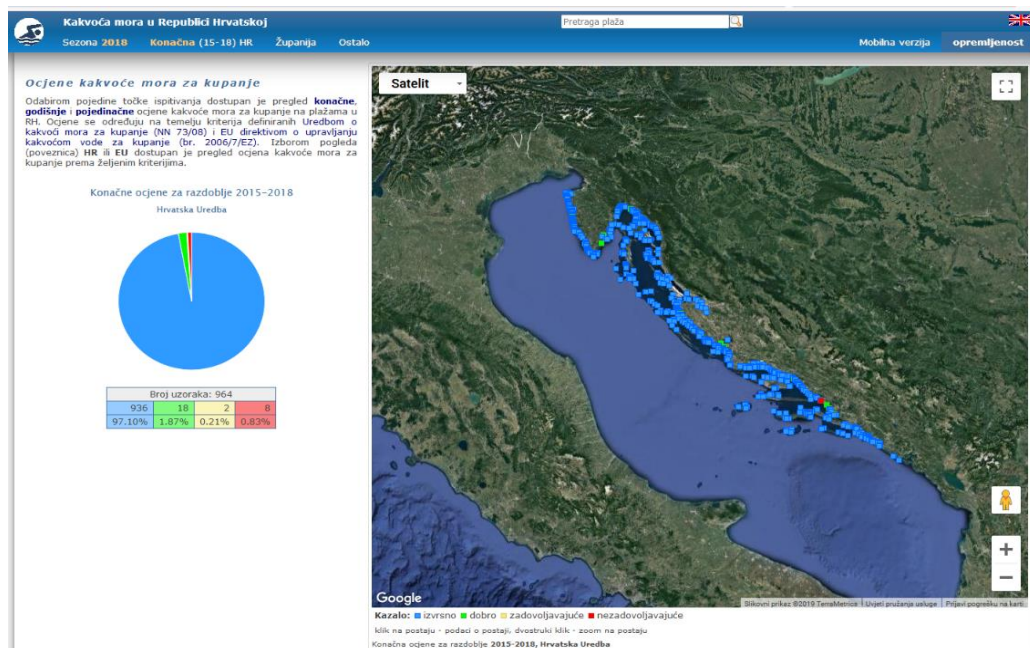
Slika 1.8. Web prikaz pokazatelja baze podataka stanja morskog okoliša, marikulture i ribarstva.¹⁵



Slika 1.9. Web prikaz kakvoće prijaznih, priobalnih i morskih voda, ribarstvo i marikultura.¹⁶



Slika 1.10. Web prikaz stranice za godišnju ocjenu kakvoće mora za kupanje u Republici Hrvatskoj.¹⁷



Slika 1.11. Web prikaz stranice za ocjenu kakvoće mora za kupanje u razdoblju od 2015. do 2018. godine.¹⁸

2. EKSPERIMENTALNI DIO

U ovom radu analizirani su podaci o stanju onečišćenosti vodnih sustava na području Splitsko-dalmatinske županije u petogodišnjem razdoblju od 2013. do 2017. godine, kako bi se dobio uvid o stanju ove sastavnice okoliša. Kao izvor podataka korištena su:

- Izvješća o podacima iz Registra onečišćavanja okoliša javno dostupni na web stranici Hrvatske agencije za okoliš i prirodu, HAOP (www.haop.hr)
- Baze podataka i pokazatelja stanja morskog okoliša, marikulture okoliša javno dostupni na web stranici Hrvatske agencije za okoliš i prirodu, <http://www.haop.hr/hr/baza-podataka-i-pokazatelja-stanja-morskog-okolisa-marikulture-i-ribarstva/baza-podataka-i> (<http://baltazar.izor.hr/azopub/bindex> i <http://baltazar.izor.hr/plazepub/kakvoća>).

2.1. ISPUŠTANJE I PRIJENOS POJEDINAČNIH ONEČIŠĆUJUĆIH TVARI U VODE I/ILI MORE

Podaci o ukupnim količinama ispuštanja i prijenosa pojedinačnih onečišćujućih tvari u vode i/ili more, od općih pokazatelja, anorganskih i organskih tvari do teških metala, prijavljenih u Splitsko-dalmatinskoj županiji za razdoblje od 2013. do 2017. iz sustava javne odvodnje i s lokacije obveznika prikazane su prema vrsti onečišćujuće tvari u ROO-u. (tablica 2.1. i 2.2.)

Tablica 2.1. Podaci o vrstama i količinama ispuštanja i prijenosa onečišćujućih tvari u vode i/ili more iz sustava javne odvodnje prikazane su prema vrsti onečišćujuće tvari – ROO - Obrazac KI-V (Otpadne vode iz sustava javne odvodnje).¹⁹⁻²³

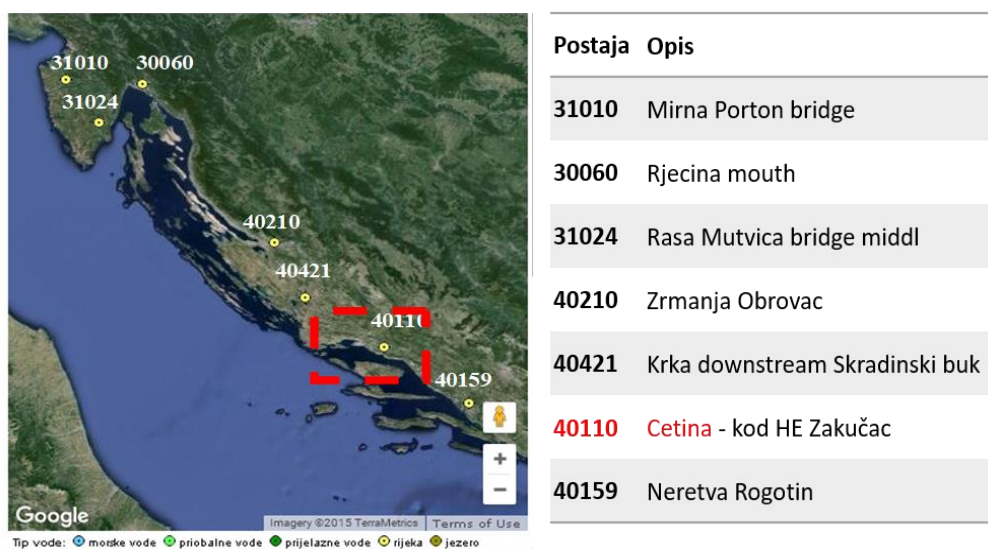
Onečišćujuća tvar	Ispuštanje i prijenos onečišćujućih tvari u vode i/ili more (kg/god)				
	Obrazac KI-V (Otpadne vode iz sustava javne odvodnje)				
	2013.	2014.	2015.	2016.	2017.
101 - Ukupna suspendirana tvar	1.086.167,30	2.466.369,772	3.000.353,55	2.030.312,92	2.035.748,61
102 - Kemijska potrošnja kisika dikromatom (kao O ₂) (KPK)	6.473.499,11	8.031.271,869	9.375.861,39	8.258.379,67	7.699.518,68
103 - Biokemijska potrošnja kisika nakon n dana (BPK _n)	3.933.412,90	5.149.200,611	5.332.392,46	5.357.590,28	3.829.482,00
104 – Ukupni organski ugljik (TOC) (kao C ili COD/3)	-	-	-	-	543,33
214 - Amonij ion (NH ₄ ⁺)	1.051.314,63	1.032.322,192	762.644,14	663.147,48	894.347,02
215 - Nitriti (NO ₂ ⁻)	835,52	1.029,817	684,81	837,63	654,34
216 - Nitriti (NO ₃ ⁻)	6.573,02	4.779,131	3.925,60	6.823,84	4.844,47
217 - Ukupni dušik	1.399.033,25	1.623.976,742	1.378.327,82	1.202.834,46	1.288.370,21
223 – Ortofosfati (PO ₄ ³⁻)	1.130,88	863,390	1.908,50	1.972,80	3.199,00
224 - Ukupni fosfor	141.837,51	168.500,937	141.244,91	136.837,75	109.535,50
355 - Fenoli (kao ukupni C)	1.940,01	33,080	41,45	144,62	533,37
370 - Ukupni halogenirani ugljikovodici	36,95	10,817	8,43	18,26	8,14
374 - Detergenti, anionski	67.502,22	75.177,041	63.966,16	64.908,73	72.997,41
377 - Ukupna ulja i masti	238.312,20	172.838,307	272.768,29	309.293,35	402.852,09
378 - Mineralna ulja	10.960,50	12.298,242	8.766,99	22242,97	27.743,82
403 - Kadmij i spojevi (kao Cd)	4,48	6,355	4,35	2,83	35,42
404 - Krom i spojevi (kao Cr)	20,88	584,194	1.673,10	655,36	602,19
405 - Krom 6+ (Cr ⁶⁺)	106,97	-	-	-	-
409 - Olovo i spojevi (kao Pb)	183,25	147,493	138,40	95,74	41,51
410 - Cink i spojevi (kao Zn)	1.740,87	1.760,625	3.470,22	3.352,74	1.867,56

Tablica 2.2. Podaci o vrstama i količinama ispuštanja i prijenosa onečišćujućih tvari u vode i/ili more s lokacije obveznika prikazani prema vrsti onečišćujuće tvari – ROO - Obrazac PI-V (Otpadne vode s lokacije obveznika).¹⁹⁻²³

Onečišćujuća tvar	Ispuštanje i prijenos onečišćujućih tvari u vode i/ili more (kg/god)				
	Obrazac PI-V (Otpadne vode s lokacije obveznika)				
	2013.	2014.	2015.	2016.	2017.
101 - Ukupna suspendirana tvar	323.261,36	168.250,438	131.955,25	130.572,45	74.108,66
102 - Kemijska potrošnja kisika dikromatom (kao O ₂) (KPKCr)	1.517.234,05	1.296.775,237	958.268,84	953.498,61	570.235,11
103 - Biokemijska potrošnja kisika nakon n dana (BPK _n)	778.440,68	638.542,046	523.429,83	359.697,00	300.942,06
104 – Ukupni organski ugljik (TOC) (kao C ili COD/3)	4.214,89	4.645,999	4.154,40	10.212,12	6.719,81
212 – Cijanidi (kao ukupni CN)	-	-	-	-	0,04
213 – Fluoridi (F ⁻)	63,42	184,307	168,44	139,06	181,79
214 - Amonij ion (NH ₄ ⁺)	469,98	249,003	203,43	216,67	364,90
216 - Nitrati (NO ₃ ⁻)	496,96	1.741,128	1.988,58	2.937,79	-
217 - Ukupni dušik	59.746,98	285.098,556	93.602,42	125.116,17	4.520,50
218 - Sulfidi (S ²⁻)	123,95	106,560	7,65	24,16	58,77
219 - Sulfiti (SO ₃ ²⁻)	50,22	38,393	90,60	65,38	347,25
220 – Sulfati			104.654,09	73.767,33	40.341,74
221 - Kloridi (Cl ⁻)	76.338,68	27.888,472	216.366,68	241.680,37	39.513,79
222 - Djelotvorni klor (Cl ₂)	9,33	5,343	5,02	8,27	109,00
224 - Ukupni fosfor	7.951,23	6.404,373	3.619,72	2.794,00	1.979,49
323 - Halogenirani organski spojevi (kao AOX)	9,12	6,873	1,27	7,94	10,03
355 - Fenoli (kao ukupni C)	46,07	132,477	3.377,47	2,92	2,98
368 - Ukupni aromatski ugljikovodici	-	-	-	0,25	0,008
370 - Ukupni halogenirani ugljikovodici	-	-	-	-	<0,001
373 – Ukupne površinske aktivne tvari	-	-	1.101,99		
374 - Detergenti, anionski	5.972,34	6.143,343	6.745,03	2.990,51	3.724,32
375 - Detergenti, neionski	1.080,52	1.180,749	4.018,89	959,90	2.098,36
376 – Detergenti kationski	-	-	91,37	91,06	
377 - Ukupna ulja i masti	34.368,08	40.037,600	25.324,42	29.607,56	12.169,45
378 - Mineralna ulja	3.481,05	1.118,187	473,53	688,84	1.986,90
401 - Aluminij (Al)	15,69	0,013	12,44	55,28	21,90
402 - Arsen i spojevi (kao As)	3,03	1,896	5,00	2,36	-
403 - Kadmij i spojevi (kao Cd)	0,15	0,189	0,25	0,12	0,01
404 - Krom i spojevi (kao Cr)	41,97	66,573	51,99	80,82	1,31
405 - Krom 6+ (Cr ⁶⁺)	0,30	0,155	0,31	0,79	0,43
406 - Bakar i spojevi (kao Cu)	19,28	23,811	16,38	35,68	3,11
407 - Živa i spojevi (kao Hg)	0,15	0,568	0,13	-	-
408 - Nikal i spojevi (kao Ni)	24,16	35,047	16,38	34,92	0,14
409 - Olovo i spojevi (kao Pb)	0,11	5,851	0,13	0,10	0,28
410 - Cink i spojevi (kao Zn)	63,96	96,160	27,79	53,27	29,27
416 - Kositar (Sn)	46,55	-	-	0,11	0,23
420 - Željezo (Fe)	-	42,684	2,79	17,22	17,84

2.2. UNOS OPTEREĆENJA / TERETA RIJEKAMA

Podaci o količinama hranjivih i opasnih tvari unesenih vodotocima u priobalni dio mora dostupni su široj javnosti u okviru baze podataka i pokazatelja stanja morskog okoliša, marikulture i ribarstva (<http://baltazar.izor.hr/azopub/bindex>), pod ingerencijom Instituta za oceanografiju i ribarstvo. Na slici 2.1. dat je popis i lokacije mjernih postaja za praćenje unosa opterećenja/tereta rijekama u Dalmaciji.



Slika 2.1. Popis i lokacije postaja za praćenje unosa za ocjenu unosa opterećenja/tereta rijekama.²⁴

Od promatranih vodotokova na lokacijama mjernih postaja jadranskog slijeva u kopnene vode pripadaju: Krka – na postaji nizvodno od Skradinskog buka, Cetina – kod HE Zakučac, Mirna – Portonski most, Rječina ušće, Raša – most Mutvica i Neretva Rogotin. Ostali vodotoci na prikazanim mjernim postajama pripadaju prijelaznim vodama. Za ovaj završni rad od interesa su podaci na mjernoj postaji Cetina – kod HE Zakučac. Vrijednosti pokazatelja su se uspoređivale prema Uredbi o standardu kakvoće voda (N.N. 73/13, 151/14, 78/15, 61/16).²⁵ U tablici 2.3. sistematizirani su podaci o unosu tereta hranjivim i organskim tvarima te teškim metalima (Cu, Zn, Cr, Pb, Ni, Cd) za razdoblje od 2013. do 2017. na mjernoj postaji Cetina – kod HE Zakučac.

Tablici 2.3. Podaci o unosu tereta hranjivim i organskim tvarima te teškim metalima (Cu, Zn, Cr, Pb, Ni i Cd) u razdoblju 2013.-2017. godine na mjernoj postaji Cetina – kod HE Zakučac.²⁶

Parametar	2013.	2014.	2015.	2016.	2017.
	t/god.				
NH ₃ -N	1,91	1,11	-	-	-
NO ₃ -N	270,52	320,55	82,99	234,15	249,97
Ukupni N	312,65	393,70	-	-	291,62
Ukupni P	5,60	19,25	-	-	-
Pb	2,95	2,57	0,77	-	0,42
Zn	-	34,86	9,57	-	8,66
Cu	-	-	-	-	6,47
Ni	-	-	-	-	3,38
Cr	-	-	-	-	1,12

2.3. KAKVOĆA MORA ZA KUPANJE

Ocjena kakvoće mora za kupanje određuju se na temelju kriterija definiranih Uredbom o kakvoći mora za kupanje (NN 73/08) i EU direktivom o upravljanju kakvoćom vode za kupanje (br. 2006/7/EZ), a rezultati ocjene kakvoće mora (godišnja i konačna ocjena) se objavljuju u okviru Baza podataka i pokazatelja stanja morskog okoliša, marikulture i ribarstva, čija izrada i održavanje je financirana od strane Ministarstva zaštite okoliša i prirode, a izrada i održavanje mrežne aplikacije je pod nadzorom Instituta za oceanografiju i ribarstvo, Split (<http://baltazar.izor.hr/plazepub/kakvoca>). Godišnja ocjena se određuje po završetku sezone kupanja na temelju skupa podataka o kakvoći mora za kupanje za tu sezonu prema граниčnim vrijednostima iz Uredbom o kakvoći mora za kupanje (NN 73/08) , dok se konačna ocjena određuje po završetku posljednje i tri prethodne sezone kupanja (tablica 2.4.).

Tablica 2.4. Metode ispitivanja u skladu s Uredbom o kakvoći mora za kupanje (NN 73/08).²⁷

Pokazatelj	Metoda ispitivanja
Meteorološki uvjeti: vjetar (smjer/jačina), kiša (prisustvo/odsustvo) i jačina na dan uzorkovanja i dan prije uzorkovanja, vremenske prilike, vidljivo onečišćenje mora (boja, masne mrlje, vidljiv otpad, itd.)	Opažanje, subjektivna ocjena na osnovu kriterija iz Uredbe.
Temperatura zraka i temperatura mora	Hg termometar Standard Methods 2550 B:1998
Salinitet	Konduktometrijski Standard Methods 2520 B:1998
<i>Escherichia coli</i>	HRN EN ISO 9308-1:2000; Ispr 2008
Crijevni enterokoki	HRN EN ISO 7899-2:2000

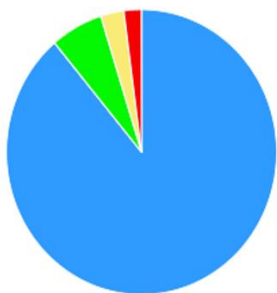
More za kupanje razvrstano prema Uredbi prikazuje se na kartografskom prikazu i na informativnoj ploči morske plaže obojanim kružnim simbolom:

- izvrsno: plavo
- dobro: zeleno
- zadovoljavajuće: žuto
- nezadovoljavajuće: crveno.

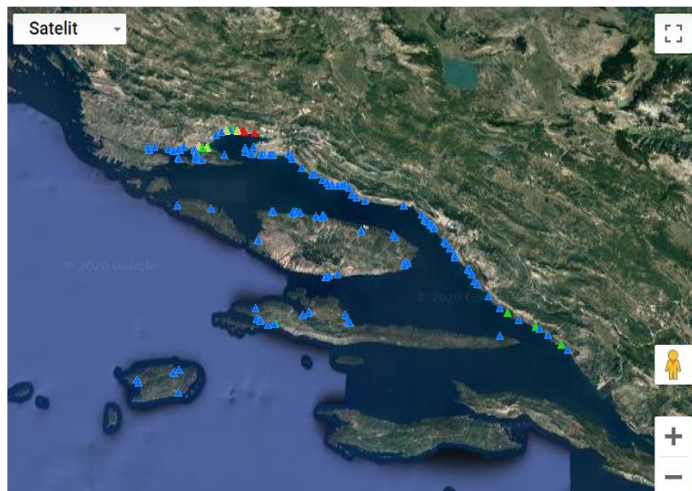
Godišnje ocjene kakvoća mora po postajama u području Splita i županije u razdoblju od 2013. do 2017. prikazane su na slikama 2.2.-2.6., a rezultati su sumirani u tablici 2.5.

Godišnje ocjene za 2013.

Hrvatska Uredba



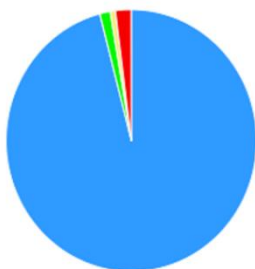
Broj uzoraka: 144			
128	9	4	3
88.89%	6.25%	2.78%	2.08%



Slika 2.2. Kakvoća mora po postajama na području Splita i županije 2013.²⁸

Godišnje ocjene za 2014.

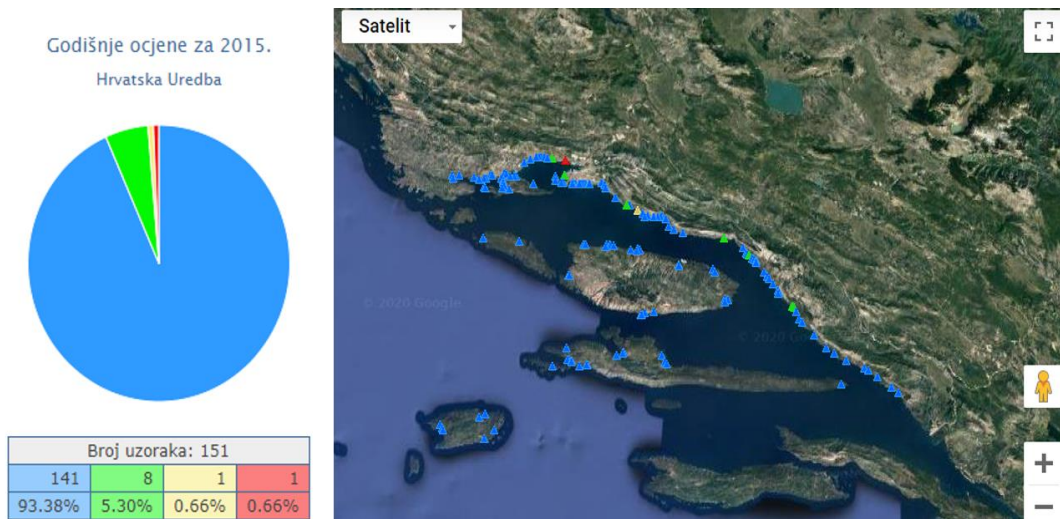
Hrvatska Uredba



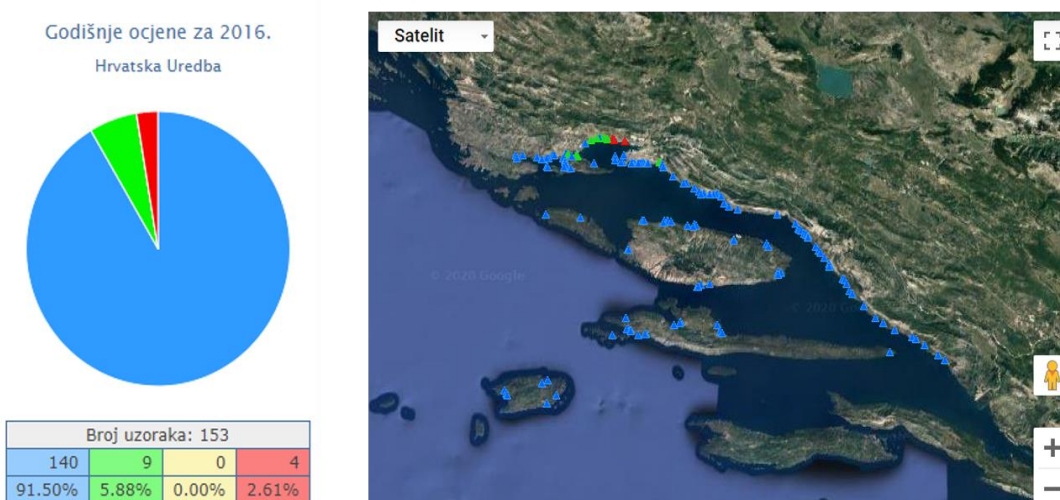
Broj uzoraka: 148			
142	2	1	3
95.95%	1.35%	0.68%	2.03%



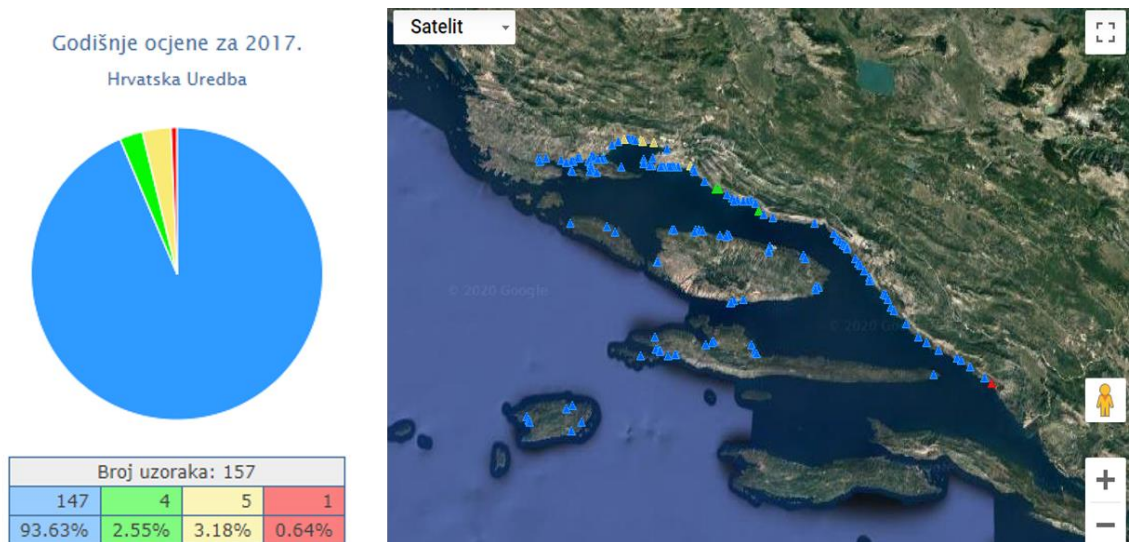
Slika 2.3. Kakvoća mora po postajama na području Splita i županije 2014.²⁸



Slika 2.4. Kakvoća mora po postajama na području Splita i županije 2015.²⁸



Slika 2.5. Kakvoća mora po postajama na području Splita i županije 2016.²⁸



Slika 2.6. Kakvoća mora po postajama na području Splita i županije 2017.²⁸

Tablica 2.5. Pregled godišnjih ocjena kakvoća mora po postajama na području Splita i županije u razdoblju 2013.-2017.²⁸

	2013.		2014.		2015.		2016.		2017.	
	Broj uzoraka	%	Broj uzoraka	%	Broj uzoraka	%	Broj uzoraka	%	Broj uzoraka	%
Izvršno	128	88,89	141	95,27	141	93,38	140	91,50	147	93,63
Dobro	9	6,25	2	1,35	8	5,30	9	5,88	4	2,55
Zadovoljavajuće	4	2,78	1	0,68	1	0,66	0	0,00	5	3,18
Nezadovoljavajuće	3	2,08	4	2,70	1	0,66	4	2,61	1	0,64
Ukupno	144	100	148	100	151	100	153	100	157	100

3. RASPRAVA

Vodnim resursima treba upravljati integralno i ostvarivati koncept održivog razvoja koji omogućuje zadovoljene potrebe sadašnjih generacija bez ugrožavanja potreba budućih generacija da ih ostvare za sebe. U skladu s time, održivo gospodarenje vodnim resursima podrazumijeva uvažavanje kružnog hidrološkog ciklusa, tj. neprekidnog kruženja vode koje se događa na relaciji ocean atmosfera kopno, a kroz koji se voda obnavlja. Voda nije komercijalni proizvod kao neki drugi, nego nasljeđe koje treba čuvati, zaštititi i shodno tome postupati. Zbog goleme potrošnje i sve većih onečišćenja te uz ograničene i konačne vodne resurse, iskorištavanje voda mora biti racionalnije i učinkovitije nego što je to danas. Krški vodotoci i Jadransko more osim što predstavljaju ključni životni i gospodarski resurs Dalmacije (vodoopskrba, korištenje energijskog potencijala, turizam, itd.), važni su i zbog bioraznolikosti.

U nastavku će se analizirati podaci koji ukazuju na stanje onečišćenosti vodnih sustava na području Splitsko-dalmatinske županije, prikupljeni iz različitih izvora i dostupni široj javnosti preko Informacijskog sustava stanja okoliša.

3.1. ANALIZA ISPUŠTANJA I PRIJENOSA POJEDINAČNIH ONEČIŠĆUJUĆIH TVARI U VODE I/ILI MORE

Podaci o ukupnim količinama ispuštanja i prijenosa pojedinačnih onečišćujućih tvari u vode i/ili more, analiziraju se na razini RH u okviru baze Registra onečišćavanja okoliša (ROO) s ciljem ukazivanja na posljedična opterećenja i pritiske. Temeljem prikupljenih podataka o vrstama i količinama ispuštanja i prijenosa onečišćujućih tvari u vode i/ili more u Splitsko-dalmatinskoj županiji za 2013., 2014., 2015., 2016. i 2017. godinu iz sustava javne odvodnje i s lokacija obveznika prikazanih u tablicama 2.1. i 2.2. u poglavlju Rezultati, analizirane su količine onečišćujućih tvari prema općim pokazateljima. Najzastupljenije količine prema pokazateljima izražene u % u odnosu na ukupnu količinu prijavljenih onečišćujućih tvari u vode i/ili more, iz sustava javne odvodnje su sumirane u tablici 3.1., a s lokacije obveznika u tablici 3.2.

Tablica 3.1. Analiza količina ispuštanja i prijenosa onečišćujućih tvari u vode i/ili more iz sustava javne odvodnje (u %).¹⁹⁻²³

Parametar	2013.	2014.	2015.	2016.	2017.
	% u odnosu na ukupnu količinu prijavljenih onečišćujućih tvari u vode i/ili more				
Ukupna suspendirana tvar	7,54	13,16	14,75	16,01	12,43
Kemijska potrošnja kisika (KPK)	44,91	42,85	46,10	65,13	47,03
Biokemijska potrošnja kisika (BPK)	27,29	27,48	26,22	42,25	23,39
Amonijev ion (kao N)	7,29	5,51	3,75	5,23	5,46
Ukupni dušik	9,71	8,67	6,78	9,49	7,87
Ukupni fosfor	0,98	0,90	0,69	1,08	0,67
Detergenti, anionski	0,98	0,90	0,69	1,08	0,67
Ukupna ulja i masti	1,65	0,92	1,34	2,44	2,46
Mineralna ulja	0,08	0,07	-	-	0,17

Temeljem rezultata analize količina ispuštanja i prijenosa onečišćujućih tvari u vode i/ili more iz sustava javne odvodnje prikazanih u tablici 3.1. (%) vidljivo je da su najveće godišnje količine ispuštanja prijavljene za opće pokazatelje i to KPK (42,85 - 65,13%), BPK (23,39 - 42,25%), ukupnu suspendiranu tvar (7,54 - 16,01%), ukupni dušik (6,78 - 9,71%), amonijev ion (3,75 - 7,29%) te ukupna ulja i masti (0,92 - 2,46%). Ukupni fosfor, detergentski i mineralna ulja su zastupljeni < 1,1%. Povećan sadržaj detergenata u otpadnim vodama posljedica je turističkih i drugih aktivnosti. Detergentima se unose u prirodne vode veće količine fosfata, što može ubrzati eutrofikaciju vodnog sustava. Od metala ispuštenih otpadnim vodama iz sustava javne odvodnje najveće količine prijavljene su za cink (tablica 2.1. u poglavlju Rezultati). Također je vidljivo da vrijednosti ispitivanih parametara osciliraju u razdoblju od 2013. do 2017. s tim da su značajno veće vrijednosti za KPK, BPK i ukupnu suspendiranu tvar prijavljene u 2016. godini.

Ovakvo stanje posljedica je loše infrastrukturne opremljenosti i pokrivenosti kolektorskom mrežom na području Splitsko - dalmatinske županije, a prikupljene otpadne vode uglavnom se ispuštaju u recipijent bez pročišćavanja, ili je instaliran samo prethodni stupanj pročišćavanja. Iznimka su uređaji za obradu otpadnih voda u Trilju i Imotskom koji imaju fizikalno-biološku obradu otpadnih voda. Fizikalni postupci obrade se nalaze u Splitu (ispusti Katalinića brig i uređaj Stupe), u Trogiru i Kaštelima (uređaj Divulje), te u Makarskoj, Omišu i Sinju. Pregled prijavljenih naselja, obveznika, lokacija i naziva ispusta, načina i uređaja za pročišćavanje otpadnih voda iz sustava javne odvodnje u Splitsko-dalmatinskoj županiji dati su u tablici 3.2. Budući je kolektorska mreža još uvijek u izgradnji, znatan dio onečišćenja vodnih sustava koji nije evidentiran u bazi ROO dolazi iz domaćinstava koja problem odvodnje rješavaju „crnim jamama“.

Tablica 3.2. Pregled prijavljenih naselja, obveznika, lokacija i naziva ispusta, načina i uređaja za pročišćavanje otpadnih voda iz sustava javne odvodnje u Splitsko-dalmatinskoj županiji.¹⁹⁻²³

Naselje	Lokacija ispusta	Naziv ispusta	Način pročišćavanja	Uređaj za pročišćavanje otpadnih voda
Imotski	Imotski, Glavina Donja	Ispust broj 1	Kombinirani fizikalno-biološki postupci	Rešetka, pjeskolov, odvajač masti i ulja, radijalni taložnik, uređaj za aerobnu obradu, uređaj za obradu mulja
Kaštel Sućurac	Kaštel-Gojača	Ispust Kaštela	Bez pročišćavanja	-
Makarska	Hvarski kanal	Ispust uređaja sv. Petar	Fizikalni postupci	Rešetka
Omiš	Omiš, Ribnjak	Glavni podmorski ispust	Fizikalni postupci	Rešetka
Podstrana	Podstrana	CS Centar	Bez pročišćavanja	-

nastavak tablice 3.2.

Sinj	Brnaze 106c	Ispust Sinj - uređaj za pročišćavanje otpadnih voda Sinj	Fizikalni postupci	Rešetka, sito, pjeskolov, odvajač biljnih i životinjskih ulja i masti
Split	Bačvice	CS Katalinića Brig	Fizikalni postupci	Rešetka, sito
Split	Duilovo	CS Duilovo	Bez pročišćavanja	-
Split	Lora	Ispust Lora	Bez pročišćavanja	-
Stobreč	Stobreč	Ispust Stupe	Fizikalnim postupcima	Rešetka, sito, pjeskolov, odvajač biljnih i životinjskih ulja i masti
Trilj	Trilj	Ispust Trilj - uređaj za pročišćavanje otpadnih voda Trilj	Kombinirano fizikalno – biološki postupci	Rešetka, sito, pjeskolov, odvajač biljnih i životinjskih ulja i masti, uređaj za aerobnu obradu otpadnih voda, uređaj za obradu mulja
Trogir	Trogir	Ispust Trogir	Bez pročišćavanja	Nema instaliranih uređaja
Baška voda	Brač	Brački kanal - more	Bez pročišćavanja	-
Brela	Brač	Brački kanal	Bez pročišćavanja	-
Gradac	Hvar	Hvarski kanal - more	Bez pročišćavanja	-
Imotski	Imotski	Glavina Donja	Drugi (II) stupanj	-
Kaštela - Trogir	Čiovo	Čiovo	Prvi (I) stupanj	-
Makarska	Brač	Brački kanal	Prethodni stupanj pročišćavanja	-

nastavak tablice 3.2.

Podgora	Hvar	Hvarski kanal	Bez pročišćavanja	-
Split-Solin	Šolta	Šolta (Nečujam)	Bez pročišćavanja	-
Split-Solin	Podstrana	Podstrana	Bez pročišćavanja	-
Split-Solin	Stobreč	Split (Stobreč)	Prvi (I) stupanj	-
Split-Solin	Duilo	Split (Duilo)	Prvi (I) stupanj	-
Split-Solin	Split	Split	Bez pročišćavanja	-
Split-Solin	Split	Split	Prvi (I) stupanj	-

Temeljem rezultata analize količina ispuštanja i prijenosa onečišćujućih tvari u vode i/ili more s lokacije obveznika prikazanih u tablici 3.3. (%) vidljivo je da su najveće godišnje količine ispuštanja prijavljene za opće pokazatelje i to KPK (47,44 -60,93%), BPK (18,56 - 31,26%), ukupnu suspendiranu tvar (6,35 - 12,98%), ukupni dušik (0,42 - 11,50%), detergentski kationski (1,12 - 1,62%). Od anorganskih pokazatelja, dominiraju kloridi (1,13 - 12,49%). Ukupni fosfor, ukupna ulja i masti i ukupno površinski aktivne tvari su zastupljeni su < 1%. Od metala ispuštenih otpadnim vodama iz sustava javne odvodnje najveće količine prijavljene su za cink, željezo, nikal, bakar i krom (tablica 2.2.). Također je vidljivo da vrijednosti ispitivanih parametara osciliraju za razdoblje od 2013. do 2017.

Tablica 3.3. Analiza količina ispuštanja i prijenosa onečišćujućih tvari u vode i/ili more s lokacije obveznika (u %).¹⁹⁻²³

Parametar	2013.	2014.	2015.	2016.	2017.
Ukupna suspendirana tvar	12,98	6,79	6,35	6,75	6,84
Kemijska potrošnja kisika (KPK)	60,93	52,31	47,44	49,27	52,59
Biokemijska potrošnja kisika (BPK)	31,26	25,76	25,92	18,56	27,75

nastavak tablice 3.3.

Amonijev ion (kao N)	0,02	0,01	0,01	0,01	0,03
Ukupni organski ugljik (TOC)	0,17	0,19	0,21	0,53	0,62
Ukupni dušik	2,40	11,50	4,64	6,47	0,42
Kloridi (Cl ⁻) (Cl)	3,07	1,13	10,71	12,49	3,65
Ukupni fosfor	0,32	0,26	0,18	0,14	0,18
Ukupno površinski aktivne tvari	0,24	0,25	0,33	0,15	0,34
Detergenti, anionski	0,04	0,05	0,20	0,05	0,19
Detergenti, kationski	1,38	1,62	1,26	1,53	1,12
Ukupna ulja i masti	0,14	0,05	0,03	0,04	0,18
Ukupni dušik	2,40	11,50	4,64	6,47	0,42
Kloridi (Cl ⁻) (Cl)	3,07	1,13	10,71	12,49	3,65
Ukupni fosfor	0,32	0,26	0,18	0,14	0,18
Ukupno površinski aktivne tvari	0,24	0,25	0,33	0,15	0,34
Detergenti, anionski	0,04	0,05	0,20	0,05	0,19
Detergenti, kationski	1,38	1,62	1,26	1,53	1,12
Ukupna ulja i masti	0,14	0,05	0,03	0,04	0,18

U tablici 3.4. uspoređene su ukupne godišnje količine ispuštanja i prijenosa onečišćujućih tvari u vode i/ili more s lokacije obveznika i iz sustava javne odvodnje na razini županije.

Tablica 3.4. Usporedba ukupne godišnje količine ispuštanja i prijenosa onečišćujućih tvari u vode i/ili more s lokacije obveznika i iz sustava javne odvodnje na razini županije.¹⁹⁻²³

Godina	ukupne godišnje količine ispuštanja i prijenosa onečišćujućih tvari u vode i/ili more kg/god		$T_{\text{obveznik}} / T_{\text{odvodnja}}$ (%)
	iz sustava javne odvodnje, T_{odvodnja}	s lokacije obveznika, T_{obveznik}	
2013.	14.414.612,45	2.813.574,26	19,52
2014.	18.741.170,62	2.478.822,03	13,23
2015.	20.339.413,58	2.079.782,51	10,23
2016.	18.037.208,46	1.935.359,03	10,73
2017.	16.372.924,67	1.084.355,50	6,62

Uočava se da su ukupne količine ispuštanja i prijenosa onečišćujućih tvari u vode i/ili more s lokacije obveznika značajno manje od količina prijavljenih onečišćujućih tvari u vode i/ili more iz sustava javne odvodnje. Također se uočava da vrijednosti ukupne godišnje količine ispuštanja i prijenosa onečišćujućih tvari u vode i/ili more iz sustava javne odvodnje za razdoblje od 2013. do 2017. osciliraju, dok podaci s lokacije obveznika pokazuju trend pada te u 2017. godini iznose svega 6,62% od ukupne količine prijavljene iz sustava javne odvodnje.

3.2. ANALIZA UNOSA OPTEREĆENJA /TERETA RIJEKAMA

Količine hranjivih i opasnih tvari unesenih vodotocima u priobalni dio mora imaju snažan utjecaj na kakvoću priobalnog mora te, između ostalog, mogu utjecati na povećanje koncentracije hranjivih tvari u moru, što može dovesti do eutrofikacije i pojave cvjetanja mora. Stoga se na vodotocima jadranskog slijeva provodi sustavni monitoring kakvoće voda ispitivanjima koncentracije fizikalno - kemijskih pokazatelja, režima kisika i hranjivih tvari.

Podaci o količinama hranjivih i opasnih tvari unesenih vodotocima u priobalni dio mora dostupni su široj javnosti u okviru baze podataka i pokazatelja stanja morskog okoliša, marikulture i ribarstva. Nama su od interesa bili podaci na mjernoj postaji Cetina kod HE Zakučac, a u tablici 2.3. su sistematizirani podaci o unosu tereta hranjivim i organskim tvarima te teškim metalima (Cu, Zn, Cr, Pb, Ni i Cd) u razdoblju od 2013. do 2017. na navedenoj mjernoj postaji.

Vidljivo je da podaci za NO₃-N i ukupni dušik osciliraju oko sličnih vrijednosti osim za 2015. godinu, a razlog tome je što je ta godina bila „sušna“ te je i unos tereta rijekama smanjen zbog manjeg protoka vode. Od teških metala, vidljiv je povećan unos cinka u 2014., dok je u 2017. vidljiv povećan unos cinka i bakra.

3.3. ANALIZA KAKVOĆA MORA ZA KUPANJE

Praćenje kakvoće mora provodi se prvenstveno radi zaštite zdravlja kupaca te u cilju čuvanja i zaštite mora od onečišćenja. Temeljem podataka prikazanih u tablici 2.5. vidljivo je da se broj lokacija na kojima su provedena uzorkovanja za analizu kakvoće mora (godišnja ocjena) na području Splita i županije za razdoblje od 2013. do 2017. kontinuirano povećava, s 144 lokacije u 2013. na 157 lokacija u 2017. godini. Od ukupnog broja analiziranih lokacija, njih 88,89 - 95,27% ocjenjeno je kao more izvrsne kakvoće (plava boja na slikama 2.2.-2.6.), zatim 1,35 - 6,25% lokacija kao more dobre kakvoće (zeleno boja na slikama 2.2.-2.6.), 0,0-3,18% lokacija kao more zadovoljavajuće kakvoće (žuta boja na slikama 2.2.-2.6.) te 0,64 - 2,70% lokacija kao more nezadovoljavajuće kakvoće (crvena boja na slikama 2.2.-2.6.). Stoga se može zaključiti da je duž cijele obale more u promatranom vremenu najviše kvalitete, s izuzetkom nekoliko zatvorenijih akvatorija opterećenih otpadnim vodama urbanog ili industrijskog porijekla, riječnim donosima te lučkim prometom. Za poboljšanje kakvoće mora na plažama s lošijom kakvoćom mora važno je izgraditi sustave za odvodnju komunalnih otpadnih voda u naseljima bez kanalizacije te priključenje svih subjekata na sustav javne kanalizacije, provoditi primjerenu obradu otpadnih voda, kao i održavanje samog sustava obrade. U naseljima bez riješene komunalne infrastrukture nužno je održavanje septičkih jama nepropusnima te njihovo redovito pražnjenje.²⁹

4. ZAKLJUČAK

Temeljem analize podataka o stanju onečišćenja vodnih sustava na području Splitsko-dalmatinske županije u petogodišnjem razdoblju (2013.-2017.), mogu se izvesti sljedeći zaključci:

- Analizom ispuštanja i prijenosa onečišćujućih tvari u vode i/ili more za razdoblje od 2013. do 2017. s lokacije obveznika vidljivo je da su najveće godišnje količine ispuštanja za opće pokazatelje i to KPK i BPK. Od anorganskih pokazatelja dominiraju kloridi. Od metala ispuštenih otpadnim vodama iz sustava javne odvodnje najveće količine prijavljene su za cink, željezo, nikal, bakar i krom. Također je vidljivo da vrijednosti ispitivanih parametara osciliraju za navedeno razdoblje
- Ukupne godišnje količine ispuštanja i prijenosa onečišćujućih tvari u vode i/ili more s lokacije obveznika na razini županije su značajno manje od količine prijavljenih onečišćujućih tvari u vode i/ili more iz sustava javne odvodnje.
- Na mjernoj postaji Cetina kod HE Zakučac za razdoblje od 2013. do 2017., $\text{NO}_3\text{-N}$ i ukupni dušik osciliraju oko sličnih vrijednosti osim za 2015. godinu, zbog manjeg protoka vode uslijed sušne godine. Od teških metala, vidljiv je povećan unos cinka u 2014., dok je u 2017. vidljiv povećan unos cinka i bakra.
- Kakvoća mora za kupanje je duž cijele obale mora najviše kvalitete, s izuzetkom nekoliko zatvorenijih akvatorija opterećenih otpadnim vodama urbanog ili industrijskog porijekla, riječnim donosima te lučkim prometom.
- Informacijski sustav stanja okoliša se pokazao kao koristan i praktičan instrument za praćenje onečišćenja vodnih sustava koji pridonosi većoj transparentnosti i informiranosti javnosti.

5. LITERATURA

1. URL: <http://www.ssmb.hr/libraries/0000/6489/VODA.pdf> (22. kolovoza 2020.)
2. *S. Tedeschi*, Zaštita voda, Hrvatsko društvo građevinskih inženjera i Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 1997.
3. URL: https://edutorij.e-skole.hr/share/proxy/alfresco-noauth/edutorij/api/proxy-guest/6eb668d7-7551-4ef9-84c0-1014c5a2a310/html/1155_O_tjelima_i_tvarima.html (13. ožujka 2020.)
4. URL: http://www.skole.hr/dobro-je-znati/osnovnoskolci?news_id=14511 (10. lipnja 2020.)
5. *Z. Šikić*, Sustav gospodarenjem vodom, Sveučilište u Zadru, Odjel za ekologiju, agronomiju i akvakulturu, Zadar, 2016.
(URL: https://izdavastvo.unizd.hr/Portals/41/elektronicka_izdanja/Sustavi%20go_spodarenja%20vodom%20s.pdf?ver=2016-03-09-105334-770) (16. kolovoza 2020.)
6. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=HqaomaFVQ1s> (13. ožujka 2020.)
7. *A. Rastovčan – Mioč*, Uvod u ekologiju, Sveučilište u Zagrebu, Metalurški fakultet, Sisak, rujan 2019.
8. *D. Mayer*, Kvaliteta i zaštita podzemnih voda, HDZVM, Zagreb, 1993.
9. *T. Sofilić*, Zdravlje i okoliš, Sveučilište u Zagrebu, Metalurški fakultet, Sisak, 2015.
10. Plan upravljanja vodnim područjima 2016.-2021.
URL: https://www.voda.hr/sites/default/files/plan_upravljanja_vodnim_podrucjima_2016._-2021_0.pdf (29. lipnja 2020.)
11. URL: <https://www.dinarskogorje.com/rijeke-crnorskog-sliva-slijeva.html> (15. lipnja 2020.)
12. URL: <http://www.haop.hr/hr/informacijski-sustavi> (12. prosinca 2019.)
13. URL: <http://www.haop.hr/hr/informacijski-sustavi/informacijski-sustav-zastite-okolisa/industrije-i-energetike> (30. ožujka 2020.)
14. Kakvoća vode za kupanje na rijekama i jezerima u Republici Hrvatskoj u Splitskoj – dalmatinskoj županiji u razdoblju od 2015. – 2018. godine.
URL: http://baltazar.izor.hr/plazekpub/kakvoca_detalji10 (30. ožujka 2020.)
15. Baza podataka stanja morskog okoliša, marikulture i ribarstva. URL: <http://baltazar.izor.hr/azopub/bindex> (1. travnja 2020.)
16. Kakvoće prijaznih, priobalnih i morskih voda, ribarstvo i marikultura.

- URL: <http://www.haop.hr/hr/baze-i-portali/kakvoca-prijelaznih-priobalnih-i-morskih-voda-ribarstvo-i-marikultura> (1. travnja 2020.)
17. Godišnja ocjena kakvoće mora za kupanje u Republici Hrvatskoj.
URL: <http://www.haop.hr/hr/baze-i-portali/kakvoca-mora-za-kupanje-u-republici-hrvatskoj> (2. travnja 2020.)
 18. Ocjena kakvoće mora za kupanje u razdoblju od 2015. – 2018. godine.
URL: http://baltazar.izor.hr/plazepub/kakvoca_detalji10 (30. ožujka 2020.)
 19. Izvješće o podacima iz Registra onečišćavanja okoliša za 2013. godinu, Agencija za zaštitu okoliša, Zagreb, 2014.
 20. Izvješće o podacima iz Registra onečišćavanja okoliša za 2014. godinu, Agencija za zaštitu okoliša, Zagreb, 2015.
 21. Izvješće o podacima iz Registra onečišćavanja okoliša za 2015. godinu, Agencija za zaštitu okoliša, Zagreb, 2016.
 22. Izvješće o podacima iz Registra onečišćavanja okoliša za 2016. godinu, Agencija za zaštitu okoliša, Zagreb, 2017.
 23. Izvješće o podacima iz Registra onečišćavanja okoliša za 2017. godinu, Agencija za zaštitu okoliša, Zagreb, 2018.
 24. Popis i lokacija postaja za praćenje unosa za ocjenu unosa opterećenja/tereta rijekama. URL: <http://baltazar.izor.hr/azopub/bindex> (30. ožujka 2020.)
 25. Uredba o standardu kakvoće voda (NN 73/13, 151/14, 78/15, 61/16, 80/18)
 26. URL: <http://baltazar.izor.hr/azopub/bindex> (18. travnja 2020.)
 27. Metode ispitivanja u skladu s Uredbom o kakvoći mora za kupanje (NN 73/08).
URL: https://mzoe.gov.hr/UserDocsImages/Uprava_vodnoga_gospodarstva_i_za_st_mora/More_za_kupanje/Nacionalno_izvjesce_o_kakvoci_mora_na_plazama_hrvatskog_Jadrana_u_2017..pdf
 28. Kakvoća mora po postajama na području Splita i županije.
URL: <http://baltazar.izor.hr/plazepub/kakvoca>. (15. travnja 2020.)
 29. Nacionalno izvješće o godišnjoj i konačnoj ocjeni kakvoće mora na plažama hrvatskog Jadrana u 2017. godini.
URL: https://mzoe.gov.hr/UserDocsImages/Uprava_vodnoga_gospodarstva_i_za_st_mora/More_za_kupanje/Nacionalno_izvjesce_o_kakvoci_mora_na_plazama_hrvatskog_Jadrana_u_2017..pdf (29. lipnja 2020.)