

EU and regional legislation in management of freshwaters



Zlatko Mihaljević

Sadržaj

1.0 ZAKONODAVSTVO EU DO 2000. GODINE.....	1
1.1 Direktiva o pitkoj vodi	2
1.2 Direktiva o otpadnim vodama.....	2
1.3 Nitrarna direktiva	5
2.0 OKVIRNA DIREKTIVA O VODAMA	8
2.1 Podzemne vode	10
2.1.1 Kemijsko stanje podzemnih voda.....	10
2.1.2 Izvori onečišćenja podzemnih voda	11
2.1.3 Količinsko stanje podzemnih voda	12
2.1.4 Glavni pritisci na količinsko stanje podzemnih voda.....	12
2.2 Površinske vode.....	13
2.2.1 Kemijsko stanje površinskih voda.....	13
2.2.2 Kemijske tvari koje onemogućuju postizanje dobrog kemijskog stanja.....	15
2.3 Ekološko stanje površinskih voda.....	18
2.3.1 Biološki elementi kvalitete	20
2.3.2 Hidromorfološki elementi kvalitete	21
2.3.3 Tipovi površinskih voda	21
2.3.4 Postupci interkalibracije metoda ocjene ekološkog stanja u zemljama članicama EU	22
2.3.5 Pregled opterećenja koji su uzrokom nepostizanja dobrog ekološkog stanja.....	23
2.3.6 Pregled CIS (Common Implementation Strategy) vodiča za provedbu Okvirne direktive o vodama.....	25
2.4 Ekološki potencijal površinskih voda.....	26
2.4.1 Pregled fizičkih promjena koje su uvjetovale proglašavanje vodnih tijela značajno promijenjenim u zemljama članicama Europske unije.....	30
2.5 Monitoring površinskih i podzemnih voda.....	33
3.0 PLANOVI UPRAVLJANJA VODAMA I VODNIM PODRUČJIMA	34
3.1 Regionalno zakonodavstvo.....	36
Prilog 1. Primjer razvoja sustava ocjene za nizinske male tekućice i prigrorske srednje velike tekućice u Panonskoj ekoregiji Republike Hrvatske na temelji makrozoobentosa	37
Prilog 2. Primjer razvoja sustava ocjene za jezera Dinaridske ekoregije Republike Hrvatske na temelju makrozoobentosa.....	51

1.0 ZAKONODAVSTVO EU DO 2000. GODINE

Potreba djelovanja u području zaštite okoliša na području Europe veže se uz sastanak Europskog vijeća koji je održan 1972. g. u Parizu, kada su čelnici država Zajednice zatražili pokretanje programa djelovanja, koji bi pratio gospodarski razvoj. Ugovorom iz Maastrichta (1993) okoliš službeno postaje područje politike Europske unije (EU), a ugovorom iz Amsterdama (1999) uvedena je obveza prema kojoj zaštita okoliša postaje sastavnim dijelom svih sektorskih politika EU radi promicanja održivog razvoja. Zaštita voda od onečišćenja jedno je od područja prava okoliša Europske unije (ili tada Europskih zajednica) koje se je počelo najranije razvijati.

Europska politika u zaštiti okoliša temelji se na načelima preventivnog djelovanja i uklanjanja onečišćenja na samom izvoru te na postavci „onečišćivač plaća“. Sektor zaštite voda jedan je od najopsežnijih dijelova pravne stečevine EU iz područja zaštite okoliša. Politika zaštite i upravljanja vodama EU obuhvaća vrlo opsežno zakonodavstvo, s nizom usvojenih direktiva koje reguliraju područje zaštite i upravljanje vodama. Direktive su zakonodavne smjernice s kojima se moraju uskladiti zakoni zemalja članica EU. Najvažniji direktive za područje kopnenih voda su:

- Direktiva o podzemnim vodama – Direktiva 80/68/EEC o zaštiti podzemnih voda od onečišćenja određenim opasnim tvarima; Direktiva 2006/118/EC o zaštiti podzemnih voda od onečišćenja i pogoršanja kakvoće;
- Direktiva o pitkoj vodi - Direktiva 98/83/EC o kakvoći vode namijenjene ljudskoj uporabi;
- Direktiva o vodama za kupanje – Direktiva 76/160/EEC o kakvoći vode za kupanje; Direktiva 2006/7/EC o upravljanju kakvoćom vode za kupanje;
- Direktiva o ribama – Direktiva 78/659/EEC; Direktiva 2006/44/EC o kakvoći slatkih voda koje zahtijevaju zaštitu ili poboljšanje kako bi omogućile život riba
- Direktiva o otpadnim vodama - Direktiva 91/271/EEC o odvodnji i pročišćavanju komunalnih otpadnih voda;
- Nitratna direktiva – Direktiva 91/676/EEC o zaštiti voda od zagađenja uzrokovanog nitratima iz poljoprivrednih izvora;
- Okvirna direktiva o vodama – Direktiva 2000/60/EC o uspostavljanju okvira za djelovanje Zajednice u području vodne politike;
- Direktiva o opasnim tvarima – Direktiva 2006/11/EC o onečišćenju uzrokovanom ispuštanjima opasnih tvari;
- Direktiva o poplavama - Direktiva 2007/60/EC o procjeni i upravljanju poplavnim rizicima

Kao što je vidljivo iz vremenskog slijeda donošenja pojedinih direktiva, usvajanje propisa vezanih za zaštitu slatkih voda odvijalo se u dvije faze: prije i nakon 2000. godine, kada je donesena tzv. Okvirna direktiva o vodama.

U prvoj fazi radilo se o direktivama kojima je cilj bio uspostaviti standarde kakvoće vezane za slatke vode koje se koriste za piće i ljudsku potrošnju, za kupanje, slatku vodu u kojoj žive ribe te zaštititi vodu od onečišćenja opasnim tvarima. U navedenoj fazi usvojena je i Direktiva o pročišćavanju komunalnih otpadnih voda te Direktiva o zaštiti voda od onečišćenja uzrokovanog nitratima iz poljoprivrednih izvora (tzv. Nitratna direktiva). Područje upravljanja vodama jedno je od najkompleksnijih u Europskoj uniji i zahtijeva značajna ulaganja država

članica za usklađivanje s Direktivom o pročišćavanju komunalnih otpadnih voda, Direktivom o vodi za piće te Okvirnom direktivom o vodama.

1.1 Direktiva o pitkoj vodi

Cilj ove Direktive je zaštita ljudskog zdravlja od negativnih učinaka bilo kakvog zagađenja vode namijenjene za ljudsku potrošnju, osiguravanjem njezina zdravlja i čistoće. Direktiva o pitkoj vodi utvrđuje standarde kvalitete vode za krajnje potrošače (voda iz slavine) i utvrđuje obvezu da pitka voda mora biti zdravstveno ispravna i čista. Također, Direktiva utvrđuje obvezu kontrole za najučestalije uzroke zagađenja pitke vode te je potrebno provoditi redoviti monitoring za ukupno 48 mikrobioloških i kemijskih parametara. Izražava se veća potreba za kontrolom vode iz većih vodocrpilišta (iz kojih se u pravilu napaja veći broj potrošača) u odnosu na manja vodocrpilišta. Države članice mogu od obaveze kontrole izuzeti manje vodoopskrbne sustave (one koji vodom opskrbljuju manje od 50 ljudi ili daju u prosjeku manje od 10 metara kubnih dnevno), kao i vodu koja se koristi u postrojenjima za proizvodnju hrane, pod uvjetom da kvaliteta vode ne može utjecati na zdravstvenu ispravnost konačnog prehrambenog proizvoda. Direktiva ostavlja mogućnost da članice na određeno vrijeme izuzmu određene vodoopskrbne sustave od obveze ispunjavanja postavljenih standarda. Izuzeće se, međutim, može dopustiti samo u slučaju da nema opasnosti po ljudsko zdravlje i da propisane standarde kvalitete iz opravdanih razloga nije moguće postići primjenom drugih mjera.

1.2 Direktiva o otpadnim vodama

Direktiva 91/271/EEC, zajedno s nadopunama iz 1998. godine (98/15/EEC) tiče se prikupljanja, tretmana i ispuštanja otpadnih voda, a osnovni cilj Direktive je zaštita od negativnog utjecaja otpadnih voda iz gradova i određenih industrijskih sektora (poljoprivreda i prehrana). Direktivom su propisana četiri glavna principa: planiranje, regulacija, nadgledanje te informiranje i izvješćivanje. Direktiva o pročišćavanju komunalnih otpadnih voda jedan je od ključnih instrumenata politike u okviru pravne stečevine EU-a u području voda za zaštitu okoliša i ljudskog zdravlja.

Dostizanje ciljeva iz ove Direktive preduvjet je, također, za dostizanje ciljeva iz Okvirne direktive vodama. Direktiva je utvrdila obvezu prikupljanja i obrade otpadnih voda u svim naseljima i područjima ekonomske aktivnosti (aglomeracijama) većim od 2000 ekvivalent stanovnika (ES; mjera proizvedenih otpadnih voda onečišćenih biorazgradivim organskim tvarima) te industrijskim i poljoprivrednim kompleksima čija je proizvodnja otpadnih voda veća od 4000 ES. Također, Direktiva obvezuje pročišćavanje voda do drugog stupnja, primjenom bioloških metoda pročišćavanja sa sekundarnim taloženjem. Propisuje se potreba ishođenja dozvole za postrojenja za pročišćavanje i ispuste te nadzor provedbe pročišćavanja kod pročišćivača i vodotokova u koje se obrađena voda ispušta. Člankom 5. Direktive o pročišćavanju komunalnih otpadnih voda od država članica zahtijeva se da utvrde osjetljiva područja i da se otpadne vode koje se ispuštaju u ta područja podvrgnu pročišćavanju koje je strože od sekundarnog pročišćavanja.

U Direktivi o pročišćavanju komunalnih otpadnih voda govori se o onečišćenju organskim i hranjivim tvarima. U dodatku I Direktive navode se zahtjevi za komunalne otpadne

vode. Ispuštanja iz uređaja za pročišćavanje komunalnih otpadnih voda podvrgnuta pročišćavanju moraju ispunjavati zahtjeve prikazane u Tablici 1.

Tablica 1: Zahtjevi za ispuštanje iz uređaja za pročišćavanje otpadnih voda prema članku 4 i 5 Direktive. Primjenjuju se vrijednosti za koncentracije ili za postotke smanjenja onečišćenja prema pojedinim pokazateljima.

Pokazatelji	Koncentracije	Minimalni postotak smanjenja (1)	Referentna metoda mjerenja
Biološka potrošnja kisika (BPK ₅ na 20°C) bez nitritifikacije (2)	25 mg/l O ₂	70-90 40 prema članku 4 (2)	Homogenizirani, nefiltrirani, nedekantiran uzorak. Određivanje otopljenog kisika prije i poslije petodnevnice inkubacije na 20°C ± 1°C, u potpunom mraku. Uz dodatak sredstva za sprečavanje nitritifikacije.
Kemijska potrošnja kisika (KPK)	125 mg/l O ₂	75	Homogenizirani, nefiltrirani, nedekantiran uzorak. Određivanje kalijevim dikromatom
Ukupne suspendirane tvari	135 mg/l O ₂ (3) 35 prema članku 4 (2) (više od 10 000 ES) 60 prema članku 4 (2) (2 000 - 10 000 ES)	90 (3) 90 prema članku 4 (2) (više od 10 000 ES) 70 prema članku 4 (2) (2 000 - 10 000 ES)	- Filtriranje reprezentativnog uzorka kroz membranski filter promjera pora 0,45 µm. Sušenje na 105°C i vaganje. - Centrifugiranje reprezentativnog uzorka (najmanje pet minuta, uz prosječno ubrzanje od 2 800 do 3200 g), sušenje na 105°C i vaganje.

(1) Smanjenje u odnosu na opterećenje dotoka (influenta).

(2) Pokazatelj može biti zamijenjen drugim pokazateljem: ukupnim organskim ugljikom (TOC) ili ukupnom potrošnjom kisika (TOD), ako se može odrediti odnos između BPK₅ i zamjenskog pokazatelja.

(3) ovaj zahtjev je opcija.

Ispuštanja iz uređaja za pročišćavanje komunalnih otpadnih voda u osjetljiva područja koja podliježu eutrofikaciji moraju ispunjavati i zahtjeve prikazane u Tablici 2.

Tablica 2: Zahtjevi za ispuštanje iz uređaja za pročišćavanje komunalnih otpadnih voda u osjetljiva područja. Ovisno o lokalnoj situaciji, mogu se primijeniti jedan ili oba pokazatelja. Primjenjuju se vrijednosti za koncentracije ili postotak smanjenja onečišćenja.

Pokazatelji	Koncentracije	Minimalni postotak smanjenja (1)	Referentna metoda mjerenja
Ukupni fosfor	2 mg/l (10 000 - 100 000 ES) 1 mg/l (više od 100 000 ES)	80	Molekularna apsorcijska spektometrija
Ukupni dušik (2)	15 mg/l (10 000-100 000 ES) (3)	70-80	Molekularna apsorcijska spektometrija
	10 mg/l (više od 100 000 ES) (3)		

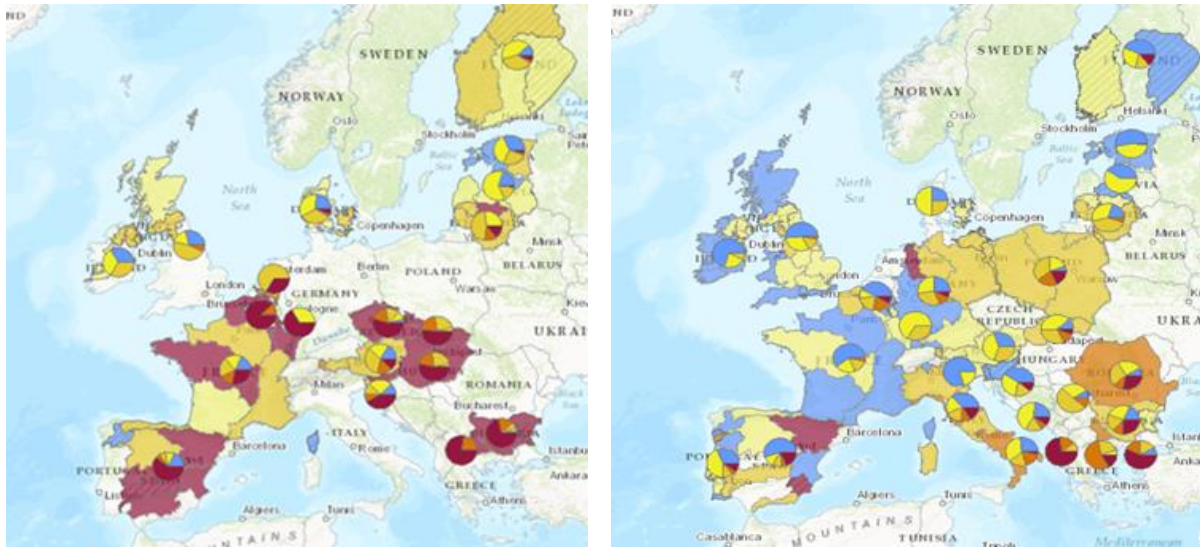
(1) Smanjenje u odnosu na opterećenje dotoka (influenta).

(2) Ukupni dušik predstavlja sumu ukupnog Kjedadhal dušika (organski i amonijski dušik), nitratnog i nitritnog dušika.

(3) Ove vrijednosti za koncentraciju su godišnje srednje vrijednosti. Međutim, zahtjevi za dušik mogu se provjeriti koristeći dnevne prosjeke kada je dokazano, u skladno Dodatku I, stavku D.1, da bi se postigao isti stupanj zaštite. U tom slučaju dnevni prosjek ne smije prelaziti 20 mg/l ukupnog dušika za sve uzorke kada temperatura otpadne vode u biološkom reaktoru postane veća ili jednaka 12°C. Uvjeti u vezi s temperaturom mogu se zamijeniti ograničenjem vremena rada u ovisnosti o regionalnim klimatskim uvjetima.

Poboljšanje kvalitete mnogih rijeka u EU-u do kojeg je došlo zahvaljujući provedbi Direktive o pročišćavanju komunalnih otpadnih voda može se prikazati temeljem vrijednosti parametara kao što su BPK₅ (Sliku 1), amonijak ili ortofosfat. Temeljem analize podataka o broju ribljih vrsta u pojedinim rijekama može se jasno vidjeti da se njihov broj povećao usporedno sa smanjenjem ispuštanja nepročišćenih otpadnih voda. Uzrok je tomu to što veliko onečišćenje otpadnim vodama dovodi do nedostatka kisika i sprečava razvoj osjetljivih bioloških vrsta (Europska komisija, 2017).

Direktivu o pročišćavanju komunalnih otpadnih voda trebalo bi promatrati i u kontekstu provedbe 6. cilja održivog razvoja – „osiguravanja općeg pristupa vodi i odvodnji “. Trebalo bi uzeti u obzir da 2,4 milijarde ljudi u svijetu živi bez pristupa poboljšanoj sanitarnoj infrastrukturi, a na razini EU-a još uvijek približno 10 milijuna ljudi. Šesti cilj održivog razvoja nudi novu nadu u pogledu poboljšanja zdravlja i okoliša za sve. Nudi i priliku za ulaganja i operacije u sektoru voda.

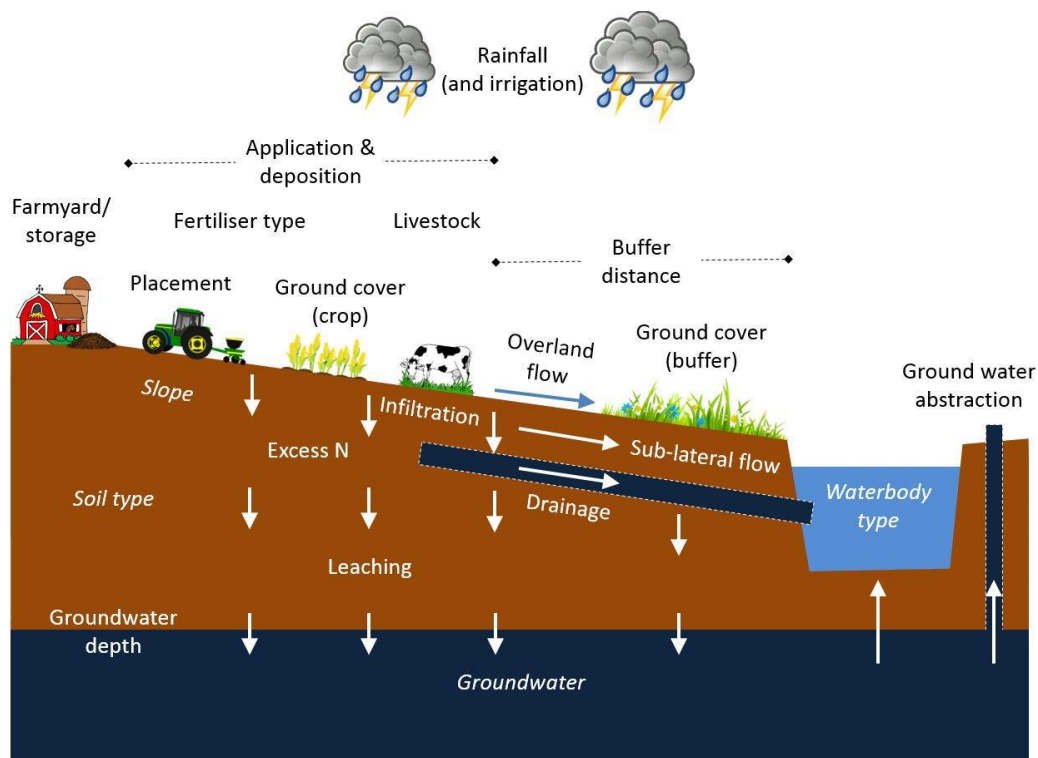


Slika 1: Kretanje srednje godišnje vrijednosti biološke potrošnje kisika (BPK_5) u europskim rijekama od 1993. (slika lijevo) do 2012. godine (slika desno). Smanjenje vrijednosti BPK_5 pokazatelj je poboljšanja kvalitete voda EU-a (izvor: Europska agencija za okoliš (EEA)). <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/explore-interactive-maps/wise-soe-bod-in-rivers> Plava boja označava srednje godišnje koncentracije manje od 1.4 mg O_2/L , dok crvena boja označava koncentracije veće od 4 mg O_2/L . Ostale boje označavaju koncentracije od 1.4 - 4 mg O_2/L .

1.3 Nitratna direktiva

Pitanje onečišćenja hranjivim tvarima iz poljoprivrede stalni je izazov desetljećima. Mnogi su procesi dobro razumljivi, ali njihovo upravljanje u kontekstu komercijalne proizvodnje često je pokušaj uspostavljanja ravnoteže između konkurentskih ciljeva, posebno ekonomske proizvodnje i zaštite okoliša.

Upravljanje hranjivim tvarima u poljoprivrednoj proizvodnji presudan je proces koji može mijenjati utjecaj poljoprivredne proizvodnje na okoliš, u smislu emisija u vodu i zrak te posljedičnih učinaka na ekosustave i zdravlje ljudi te na njihovu ekonomsku održivost (Slika 1). Korištenje dušičnih (N) gnojiva može rezultirati gubicima nitrata (NO_3^-) u površinskim i podzemnim vodama (što doprinosi lošoj kvaliteti vode i eutrofikaciji), te emisijama amonijaka (NH_3), dušikovih oksida (NO_x) i dušikovih oksid (N_2O) u atmosferu (pridonosi lošoj kvaliteti zraka i klimatskim promjenama).



Slika 2: Ljudske aktivnosti i procesi koji dovode do onečišćenja nitratima površinske i podzemne vode.

U Europskoj uniji (EU) razvijene su i provode se politike kojima je cilj rješavanje onečišćenja hranjivim tvarima iz poljoprivrede. Direktiva Vijeća 91/676 / EEZ, poznatija kao Nitratna direktiva (ND), usvojena je 1991. godine (EZ, 1991.) s ciljem zaštite voda i smanjenja onečišćenja vode uzrokovane nitratima koji se koriste u poljoprivredi i čini ključni dio Direktive 2000. / 60 / EC, poznatija kao Okvirna direktiva o vodama (WFD) (EC, 2000). Direktiva traži od zemalja članica Europske unije da:

- nadziru podzemne i površinske vode s obzirom na koncentraciju nitrata i trofički status,
- definiraju područja koja su osjetljiva na onečišćenje voda nitratima iz poljoprivrede, ograniče primjenu dušičnih gnojiva te da osmisle i primijene operativne programe sprječavanja takvih onečišćenja.

U poljoprivredi valja povećati primjenu kodeksa dobre poljoprivredne prakse s ciljem smanjenja ispuštanja nitrata u površinske i podzemne vode. Pravilno gospodarenje gnojivima također je iznimno važno za kvalitetu voda, jer ispiranje nitrata iz stajskog i mineralnog gnojiva može onečistiti površinske i podzemne vode. Parametri koji su vezani uz kodekse dobre poljoprivredne prakse definirani su u dodatku II Direktive te uključuju vrijeme, način i uvjete primjene gnojiva, izradu i kapacitet spremnika za stajsko gnojivo, postupke primjene umjetnih i stajskih gnojiva, uključujući postotak i ravnomjernost nanošenja, kojima se gubitak hranjivih tvari u površinske i podzemne vode održava na prihvatljivoj razini.

U dodatku III Direktive definirane su mjere koje se uključuju u akcijske programe koje uključuju:

- razdoblja za vrijeme kojih je zabranjena uporaba pojedinih vrsta gnojiva,
- kapacitete, uvjete i način skladištenja stajskog gnojiva,

- ograničenje uporabe gnojiva, u skladu s dobrom poljoprivrednom praksom i uzimajući u obzir obilježja dotičnog ranjivog područja.

Mjere za svako pojedinačno poljoprivredno gospodarstvo ili stočnu jedinicu, osiguravaju da količina stajskog gnojiva, upotrijebljena u godini dana, uključujući gnojivo rasprostranjeno od samih životinja, ne premaši određenu količinu po hektaru.

Države članice izrađuju i provode odgovarajuće programe monitoringa u površinskim i podzemnim vodama na odabranim mjernim točkama, na kojima se može utvrditi razina eutrofikacije i onečišćenja voda nitratima poljoprivrednog podrijetla.

Literatura

Agriculture and Environment Research Unit School of Life and Medical Sciences, 2020: Identification of approaches and measures in action programmes under Directive 91/676/EEC. Final report, University of Hertfordshire, UK.

European Commission, 1991: Council Directive 91/271/EEC of 21 May 1991 concerning urban waste-water treatment, Official Journal of the European Communities L 135, 30.3.1991, Luxembourg.

European Commission, 1991: Council Directive 91/676/EEC of 12 December 1991 concerning the protection of waters against pollution caused by nitrates from agricultural sources. European Commission (EC). Official Journal L 375, 31/12/1991, Luxembourg.

European Commission, 1998: Council Directive 98/83/EC of 3 November 1998 on the Quality of Water Intended for Human Consumption.

European Commission, 2017: Deveto izvješće o stanju provedbe i programima za provedbu (kako se zahtijeva člankom 17.) Direktive Vijeća 91/271/EEZ o pročišćavanju komunalnih otpadnih voda.

Herceg, N., Stanić-Koštroman S., Šiljeg M. 2018: Čovjek i okoliš. Mostar, Koprivnica, Zagreb, Sarajevo, Sveučilište Sjever.

2.0 OKVIRNA DIREKTIVA O VODAMA

Fizikalno-kemijska, kemijska te hidrološka i morfološka obilježja slatkih voda imaju krucijalan utjecaj na biološka zajednice, te se krajem prošlog stoljeća u znanstvenim krugovima zagovara integralan pristup u ocjenjivanju kvalitete voda. Iz tog razloga, početkom ovog stoljeća, prestaje praćenje isključivo organskog onečišćenja, eutrofikacije i toksičnih učinaka nekih spojeva na živi svijet, te započinje proces promatranja funkcioniranja cjelokupnog vodenog ekosustava pod utjecajem niza antropogenih pritisaka. Do ovakve promjene dolazi zbog novijih spoznaja o snažnoj povezanosti između abiotičkih uvjeta, antropogenih pritisaka i biotičkih odgovora zajednice, te se intenzivno radi na razvoju ekoloških metoda vrednovanja i ocjenjivanja kvalitete slatkovodnih ekosistema. Ovakav pristup prvotno je prisutan u SAD u vidu ocjenjivanja ekološkog integriteta, a zatim i u Europi uvođenjem i primjenom Okvirne direktive o vodama Europske unije (ODV), 2000. godine. Do tada, monitoring programi bazirali su se uglavnom na odabranim fizikalno-kemijskim parametrima uzoraka vode. Biološke zajednice su dobri pokazatelji kakvoće vode jer integriraju uvjete okoliša tijekom duljeg razdoblja i ne zahtijevaju učestalo uzorkovanje, dok kemijske analize uglavnom prikazuju samo trenutačno stanje kakvoće, te su potrebna učestala uzorkovanja.

ODV je ključni dokument u upravljanju vodama u Europskoj uniji, a donesena je kako bi se spriječilo i smanjilo onečišćenje površinskih kopnenih voda (rijeka i jezera), prijelaznih voda (estuarija), priobalnih i podzemnih voda, zaštitio vodeni okoliš, poboljšalo stanje vodenih ekosustava, ublažili učinci poplava i suša te promicalo održivo korištenje voda. Budući da svaka država članica ima svoje specifičnosti i različite uvjete i potrebe koje zahtijevaju specifična rješenja, treba ih uzeti u obzir prilikom planiranja i realizacije mjera za zaštitu i održivu uporabu vode u okviru riječnog sliva. Dakle, ODV daje okvir djelovanja koji primjenjuje svaka država članica uz prilagodbe regionalnim i lokalnim uvjetima.

ODV pruža opsežan pregled aktivnosti i obveza zemalja članica s krajnjim ciljem postizanja „dobrog stanja“ svih vodnih tijela do 2015. godine, no, nažalost do danas ciljevi još uvijek nisu postignuti. „Stanje površinske vode“ je općeniti izraz koji označava stanje neke cjeline površinske vode, određeno njenim ekološkim ili kemijskim stanjem, ovisno o tome koje je lošije. Za podzemne vode zahtijeva se dobro kemijsko i količinsko stanje. Osim površinskih i podzemnih voda, zemlje članice imaju obvezu zaštite i svih umjetnih i znatno promijenjenih vodnih tijela s ciljem postizanja dobrog ekološkog potencijala. U slučajevima kad su neke vode toliko izložene ljudskom utjecaju, ili je njihovo prirodno stanje takvo da je postizanje dobrog stanja neprovedivo ili neracionalno skupo, mogu se odrediti blaži ekološki ciljevi utemeljeni na odgovarajućim logičkim i transparentnim kriterijima, ali treba poduzeti sve praktične korake da bi se spriječilo daljnje pogoršanje stanja takvih voda. Moguća su izuzeća od zahtjeva za sprečavanjem daljnjeg pogoršanja ili postizanjem dobrog stanja voda, i to pod specifičnim uvjetima, ako je neuspjeh posljedica nepredviđenih ili izuzetnih okolnosti, posebno poplava i suša ili, iz razloga prevladavajućeg društvenog interesa, novih modifikacija fizičkih svojstava površinskih voda ili promjena razine podzemnih voda, pod uvjetom da se poduzmu svi praktično mogući koraci za ublažavanje nepoželjnih posljedica po stanje voda.

Mehanizmi i specifične mjere potrebne za postizanje „dobrog stanja voda“ ostavljeni su na odluku svakoj državi članici Europske unije i odgovornost su nadležnih tijela vlasti na državnoj razini. Dobro ekološko stanje voda trebalo bi se postići putem planova upravljanja slivom odnosno vodnim područjima. Tamo gdje je stanje voda dobro, treba ga održavati.

ODV sagledava vodu kao socijalno i ekonomsko dobro te nalaže implementaciju mjera naplate, odnosno povrata troškova za vodne usluge. Kroz ODV se po prvi put u EU

zakonodavstvu o okolišu u pravnom dokumentu predlažu ekonomski principi i mjere za postizanje specifičnih okolišnih ciljeva. Okolišni troškovi određuju se kroz ekonomske analize po principu »onečišćivač plaća«. Zemlje članice dužne su osigurati da cijene naplaćene potrošačima, poput cijena crpljenja i distribucije vode, sakupljanja i obrade otpadnih voda, odražavaju istinske troškove. Navedenim mehanizmom naplate potiče se održivo korištenje voda.

Zemlje članice imaju obvezu određivanja pojedinačnih slivova na svom državnom teritoriju te njihova grupiranja u vodna područja, radi lakšeg upravljanja. Svaka zemlja članica mora osigurati da se za svako vodno područje ili za dio međunarodnog vodnog područja na njenom teritoriju izradi:

- analiza njegovih značajki,
- pregled utjecaja ljudskih djelatnosti na stanje površinskih i podzemnih voda, i
- ekonomska analiza korištenja voda.

U riječnom slivu gdje korištenje voda može imati prekogranične posljedice, zahtjeve za postizanjem ekoloških ciljeva utvrđenih ODV treba koordinirati na razini cijelog slivnog područja. Kod riječnih slivova koji se protežu preko granica Zajednice, zemlje članice moraju nastojati osigurati odgovarajuću koordinaciju s dotičnim zemljama nečlanicama. ODV je doprinos provedbi obveza Zajednice po međunarodnim konvencijama o zaštiti voda i upravljanju vodama, odnosno Konvenciji UN o zaštiti i uporabi prekograničnih vodotoka i međunarodnih jezera, odobreno odlukom Vijeća 95/308/EC1 i svim daljnjim sporazumima o njenoj provedbi.

ODV se treba striktno provoditi u zemljama članicama, uz predviđanje odgovarajućih sankcija u zakonodavstvu zemalja članica. Sankcije moraju biti učinkovite, razmjerne i destimulativne. Sve države članice obvezuju se štititi i obnavljati sve površinske vode, sa ciljem postizanja dobrog stanja površinskih voda.

Iako ODV pokriva i priobalne vode (more) i prijelazne vode (estuariji i ušća tekućica u more), u ovom udžbeniku naglasak je na podzemne vode i površinske slatkovodne ekosustave. ODV je u velikoj mjeri teško razumljiv pravni propis s odredbama koje su u velikoj mjeri složene i stručne, te je cilj ovog udžbenika da različitim strukama približi stručnu problematiku Direktive.

ODV donosi smjernice o upravljanju i zaštiti podzemnih voda, koje su mnogo šireg opsega od postojeće Direktive o podzemnim vodama (80/68/EEZ). Stoga se javila potreba donošenja nove Direktive 2006/118/EC o zaštiti podzemnih voda od onečišćenja i pogoršanja kakvoće. Novom direktivom o podzemnim vodama države članice se obavezuju u praćenju količinskog i kemijskog stanja podzemnih voda, u praćenju zaštićenih područja te u poduzimanju mjera prevencije / ograničavanja unosa onečišćujućih tvari.

GLAVNI CILJEVI OKVIRNE DIREKTIVE O VODAMA EUROPSKE UNIJE

- Sprečavanje daljnjeg pogoršanja stanja vodnih resursa, te osiguravanje njihove zaštite i poboljšanja stanja
- Uspostavljanje održivog korištenja voda koje se temelji na dugoročnoj zaštiti vodnih resursa
- Poboljšanje zaštite i poboljšanja stanja vodenog okoliša kroz mjere sustavnog smanjenja ispuštanja i gubitaka štetnih tvari u vodeni okoliš
- Osiguranje količinskog stanja te sustavnog smanjenja onečišćenja podzemnih voda

2.1 Podzemne vode

Podzemne vode su od posebne važnosti jer su najveća slatkovodna cjelina u Europskoj uniji i glavni izvor pitke vode u mnogim regijama. Stoga je cilj ODV je zaštititi podzemne vode kako se njihova kvaliteta ne bi pogoršala čime bi se smanjila potreba za pročišćavanjem vode za piće. Time se čuva okoliš i zdravlje ljudi. ODV daje smjernice o upravljanju i zaštiti podzemnih voda, koje su mnogo šireg opsega od postojeće Direktive o podzemnim vodama (80/68/EEZ). Stoga se javila potreba donošenja nove Direktive 2006/118/EC o zaštiti podzemnih voda od onečišćenja i pogoršanja kakvoće. Novom direktivom o podzemnim vodama države članice se obavezuju u praćenju količinskog i kemijskog stanja podzemnih voda, u praćenju zaštićenih područja te u poduzimanju mjera prevencije/ograničavanja unosa onečišćujućih tvari.

Obveza je zemalja članica zaštita i obnavljanje podzemnih voda te osiguranje ravnoteže između crpljenja i prihranjivanja podzemnih voda u cilju postizanja dobrog stanja podzemnih voda. Uz zahtjev za dobrim stanjem, svaki značajni trend porasta koncentracije onečišćenja treba utvrditi i zaustaviti. Glede količine vode, treba odrediti opća načela za kontrolu zahvaćanja i akumuliranja, kako bi se osigurala ekološka održivost vodenih sustava.

2.1.1 Kemijsko stanje podzemnih voda

Prema Dodatku II ODV svaka država članica EU mora odrediti početne značajke podzemnih voda: položaj i granice podzemnih voda, pritiske kojima su izloženi, opće značajke gornjih slojeva u slivu iz kojih se prihranjuju i kopnene ekosustave ovisne o podzemnim vodama. Za one podzemne vode za koje se utvrdi da su izložene riziku trebaju se odrediti dodatne značajke kako bi se bolje procijenili rizici i odredile mjere zaštite. Prilikom određivanja početnih značajki potrebno je skupiti informacije o geološkim i hidrogeološkim značajkama podzemnih voda,

značajkama površinskih naslaga iz kojih se prihranjuju, kopnenim ekosustavima s kojima su povezane i stratifikaciji vode u vodonosniku.

Prema ODV, osim osnovnih značajki podzemnih voda, svaka zemlja članica mora odrediti i popis onečišćujućih tvari i odrediti njihove dopuštene koncentracije. Prilikom određivanja graničnih vrijednosti koncentracija onečišćivača potrebno je uzeti u obzir prirodne koncentracije određenih tvari u okolišu, da koncentracije ne predstavljaju rizik okolišu te utjecaj na površinske ekosustave povezane s podzemnim vodama i toksikologiju.

Kemijsko stanje podzemnih voda se opisuje kao dobro ili se ne dostiže dobro stanje. Dobro kemijsko stanje se postiže ako ne dolazi do zaslanjivanja vodonosnika, koncentracije onečišćujućih tvari ne prelaze granične vrijednosti i koncentracije onečišćivača ne utječu na povezane kopnene ekosustave.

2.1.2 Izvori onečišćenja podzemnih voda

Najveća i najčešća prijetnja kemijskom stanju podzemnih voda je intenzivna poljoprivreda, putem koje se ispuštaju velike količine nitrata u okoliš koji zatim difundiraju u podzemne vode. Osim poljoprivredom, nitrati dospijevaju u okoliš i u područjima gdje nema adekvatne kanalizacijske infrastrukture. Osim nitrata, stari rudnici i industrija također dovode do organskog onečišćenja ili onečišćenja teškim metalima, poput arsena, olova ili bakra.

Jednom kad je podzemna voda zagađena nekom onečišćujućom tvari, može proći nekoliko godina do nekoliko desetljeća dok se sustav pročisti zbog spore degradacije tvari. Vrijeme oporavka ovisi o hidro-geološkim uvjetima, retencijskom vremenu i karakteristikama onečišćivača.

Prema podacima iz 2018. godine, sveukupno je u EU prijavljeno 160 različitih tvari koje uzrokuju ne postizanje dobrog kemijskog stanja. Neke od prijavljenih tvari (željezo, kalcij, mangan, itd.) u određenim državama ne predstavljaju antropogeni utjecaj jer su prirodno prisutne u podzemnim vodama, zbog karakteristika vodonosnika. Najčešći onečišćivači su nitrati, koji u 24 države članice uzrokuju loše kemijsko stanje, što je 18% podzemnih voda u EU. Slijede pesticidi koji uzrokuju loše kemijsko stanje u 6.5% podzemnih voda (Slika 3). Vidljivo je da većina tvari koja dovodi do lošeg kemijskog stanja potječe iz poljoprivrede. Drugi izvori mogu biti područja s rudnicima i industrijom gdje se mogu pronaći industrijska otapala, poput tetrakloretilena i metala, poput arsena, nikla i olova. Analizom izvješća o stanjima vodnih tijela tijekom drugog plana upravljanja vodnim područjima, u 2018. godini utvrđeno je da 74% podzemnih voda u EU ima dobro kemijsko stanje, 25% ima loše kemijsko stanje a za 1% stanje je neutvrđeno.

Osim onečišćujućih tvari, loše kemijsko stanje posljedica je i zaslanjivanja, odnosno prodiranja morske vode u vodonosnik, uslijed pretjeranog crpljenja vode.



Slika 3: Intenzivna poljoprivreda je najčešći onečišćivač podzemnih voda nitratima i pesticidima.

2.1.3 Količinsko stanje podzemnih voda

Količina podzemne vode ovisi o vodonosniku koji pak ovisi o geološkim karakteristikama tla. U Europskoj uniji najviše vodonosnika je poroznog tipa, zatim pukotinskog i najmanji broj je krškog tipa. Vodonosnici dobivaju 11% sveukupnih padalina, a predstavljaju 42% crpljene vode, većinom korištene za piće i poljoprivredu. Podzemna voda čini 50% crpljene vode za piće i mnogi veliki gradovi (npr. Pariz ili Brusel) su ovisni o njoj.

Prema ODV, količinsko stanje podzemnih voda se opisuje kao dobro ako se razina vode ne smanjuje dugoročnom godišnjom stopom crpljenja, a promijene toka su povremene ili stalne na ograničenom području, te ne smije dolaziti do prodiranja slane vode ili drugih voda. Također je bitno da razina podzemne vode nije izložena antropogenim utjecajima koji mogu dovesti do neuspjeha u postizanju ekoloških ciljeva za pridružene površinske vode ili značajne štete za kopnene ekosustave ovisne o podzemnoj vodi.

Prema podacima iz 2018. godine, u drugom planu upravljanja vodnim područjima, 89% podzemnih voda u EU ima dobro količinsko stanje, 9% loše i 1% nepoznato.

2.1.4 Glavni pritisci na količinsko stanje podzemnih voda

Najvažniji pritisci na količinsko stanje podzemnih voda su crpljenje i pad razine podzemne vode. Razlozi crpljenja koji uzrokuju ne postizanje dobrog količinskog stanja su crpljenje za javnu upotrebu, poljoprivredu i industriju. Prekomjerno crpljenje utječe na 17% ukupne površine podzemnih voda u EU.

Prema procjeni stanja europskih voda iz 2018. godine, glavni uzroci ne postizanja dobrog količinskog stanja su spušteno vodno lice (75%), pogoršanje stanja povezanih površinskih voda (24%), pogoršanje stanja povezanih kopnenih sustava (20%) i prodiranje slane vode u vodonosnik (9%). Moguće je da više uzroka uzrokuje ne postizanje dobrog količinskog stanja na istom vodnom tijelu (stoga su zbrojeni postotci veći od 100%).

2.2 Površinske vode

Prema Dodatku II ODV definirane su slijedeće kategorije površinskih voda:

- rijeke, jezera, prijelazne vode ili priobalne vode
- umjetne i znatno promijenjene površinske vode

Stanje površinskih voda određuje se na temelju ekološkog stanja (u slučaju umjetnih i izmijenjenih vodnih tijela ekološkog potencijala) i kemijskog stanja tijela ili skupine tijela površinskih voda, a ukupno stanje vodnog tijela određuje ono stanje koje je lošije. Za obavljanje monitoringa stanja uspostavlja se mreža mjernih postaja koja osigurava cjelovit pregled. U ovom udžbeniku fokus je upravo na slatkovodne površinske vode. Do donošenja ODV procjena kvalitete voda se prije svega bazirala na fizikalno-kemijskim i mikrobiološkim (sanitarna kvaliteta vode) parametrima, a od bioloških pokazatelja uzimane su u obzir fauna dna (makrozoobentos) i planktonska zajednica. ODV pak veliku pozornost pridaje biomonitoringu, a procjena ekološkog stanja bazira se na biološkim elementima kakvoće (fitobentos i makrofita, fitoplankton, makrozoobentos i ribe), odnosno na biotičkim indeksima.

2.2.1 Kemijsko stanje površinskih voda

Različiti pritisci mogu utjecati na kvalitetu i količinu površinskih voda, a na taj način i negativno utjecati na vodene ekosustave i ljudsko zdravlje. Kemijsko zagađenje je važan i sve češći takav pritisak. Neke kemikalije mogu biti vrlo štetne zbog izravne toksičnosti, kroz letalne i subletalne učinke, koji negativno utječu na organizame, ili mogu postati problematične radi kontinuiranog nakupljanja kroz hranidbenu mrežu - bioakumulacijom. Također veliki problem kod štetnih kemikalija je njihovo teško odstranjivanje iz okoliša te transport istih na veće udaljenosti od mjesta korištenja i unosa u okoliš.

Kemijsko stanje površinskih voda ocjenjuje se na temelju liste prioritarnih tvari (kompleksni organski spojevi) i drugih onečišćujućih tvari (Tablica 3). „Prioritetne opasne tvari“ su opasne tvari ili skupine opasnih tvari koje predstavljaju značajnu opasnost za vodeni okoliš te su posebno utvrđene kao prioritarni. Europska Komisija utvrđuje i tijekom vremena revidira popis prioritarnih (i prioritarnih opasnih tvari) koje predstavljaju značajnu opasnost za vodni okoliš. Kako je i navedeno u ODV, pri sastavljanju listi Komisija uzima u obzir preporuke Zdravstvenog odbora za toksičnost, ekotoksičnost i okoliš, država članica, Europskog parlamenta, Europske agencije za okoliš, istraživačkih programa Zajednice, međunarodnih organizacija u kojima je Zajednica član, europskih poslovnih organizacija, europskih organizacija za okoliš, kao i ostale relevantne informacije. Europska Komisija također daje prijedloge standarda kvalitete voda (SKV), odnosno koncentraciju određenog onečišćivača ili skupine onečišćivača u površinskoj vodi, koja se ne smije premašiti radi zaštite ljudskog zdravlja i okoliša. SKV se izražava kao prosječna godišnja koncentracija (PGK), odnosno maksimalna dozvoljena koncentracija (MDK).

Tablica 3: Popis elemenata kemijskog stanja površinskih voda - prioriternih i prioriternih opasnih tvari.

Broj	Naziv prioritetne tvari	Utvrdena kao opasna tvar
(1)	Alaklor	
(2)	Antracen	+
(3)	Atrazin	
(4)	Benzen	
(5)	Bromirani difenileter	+
(6)	Kadmij i njegovi spojevi	+
(7)	Kloroalkani, C10 - 13	+
(8)	Klorfenvinfos	
(9)	Klorpirifos (klorpirifos-etil)	
(10)	1,2-dikloretan	
(11)	Diklormetan	
(12)	Di(2-etilheksil)ftalat (DEHP)	+
(13)	Diuron	
(14)	Endosulfan	+
(15)	Fluoranten	
(16)	Heksaklorbenzen	+
(17)	Heksaklorbutadien	+
(18)	Heksaklorcikloheksan	+
(19)	Izoproturon	
(20)	Olovo i njegovi spojevi	
(21)	Živa i njezini spojevi	+
(22)	Naftalen	
(23)	Nikal i njegovi spojevi	
(24)	Nonilfenoli	+

Broj	Naziv prioritetne tvari	Utvrdena kao opasna tvar
(25)	Oktilfenoli	
(26)	Pentaklorbenzen	+
(27)	Pentaklorfenol	
(28)	Poliaromatski ugljikovodici (PAH)	
(29)	Simazin	+
(30)	Tributilkositreni spojevi	+
(31)	Triklorbenzeni	
(32)	Triklormetan (kloroform)	
(33)	Trifluralin	+
(34)	Dikofol	+
(35)	Peruoroktansulfonska kiselina i njezini derivati(PFOS)	+
(36)	Kinoksifen	+
(37)	Dioksini i spojevi poput dioksina	+
(38)	Aklonifen	
(39)	Bifenoks	
(40)	Cibutrin	
(41)	Cipermetrin	
(42)	Diklorvos	
(43)	Heksabromociklododekan (HBCDD)	+
(44)	Heptaklor i heptaklorepoksid	+
(45)	Terbutrin	

Kemijsko stanje (status) tijela površinske vode na temelju rezultata monitoringa podijeljeno je u dvije kategorije:

1. dobro kemijsko stanje ili
2. nije postignuto dobro kemijsko stanje.

Ako je prosječna godišnja koncentracija najmanje jedne tvari veća od standarda kvalitete vodnog okoliša (SKVO) za prosječnu godišnju koncentraciju (PGKi > SKVO za PGK), a maksimalna izmjerena koncentracija najmanje jedne tvari veća od standarda kakvoće vodnog okoliša za maksimalnu godišnju koncentraciju (MGKi > SKVO za MGK), tada za vodno tijelo „nije postignuto dobro kemijsko stanje“.

Na kartama koje sadrže informaciju o kemijskom stanju tijela površinske vode, određena kategorija kemijskog stanja prikazuje se bojom kako je navedeno u tablici 4.

Tablica 4: Kategorije kemijskog stanja i boje kojima se prikazuju prilikom ocjene kemijskog stanja vodnih tijela.

Kategorija kemijskog stanja	Boja (prikaz na karti)
Dobro kemijsko stanje	Plavo
Nije postignuto dobro kemijsko stanje	Crveno

2.2.2 Kemijske tvari koje onemogućuju postizanje dobrog kemijskog stanja

Određivanje kemijskog stanja prema ODV daje pregled pojavnosti kemijskog onečišćenja i uspješnosti provođenja mjera ograničenja korištenja i ispuštanja štetnih kemikalija. Ako prioritetna tvar uzrokuje neuspjeh u postizanju dobrog kemijskog stanja mogući razlog tome je da mjere prevencije onečišćenja ne djeluju na poželjan način ili onečišćenje proizlazi iz povijesnih izvora.

U slučaju nekih tvari, kemijsko onečišćenje može biti lokalnog tipa te se njegova sanacija i kontrola može provesti unutar vodnog područja. Međutim, kada nekoliko država članica izvijesti da ista tvar prelazi granice standarda za dobro kemijsko stanje i značajan broj vodnih tijela ne ispunjava standard, taj problem može biti od šireg interesa, posebno tamo gdje se radi o tvarima iz skupine uPBT (sveprisutne, postojane, bioakumulativne i / ili otrovne tvari).

Tablica 5 prikazuje 8 glavnih, najčešćih prioritarnih tvari pronađenih u površinskim vodnim tijelima država članica koje premašuju propisane standarde kvalitete vodnog okoliša. Živa i polibromirani difenileter, glavne su tvari odgovorne za neuspjeh u postizanju dobrog kemijskog stanja (Tablica 5), a važno je naglasiti da navedene tvari pripadaju skupini uPBT tvari.

Najnoviji podaci iz drugog izvještaja o planu upravljanja vodnim područjima (riječnim slivom) pokazuju da gotovo 46.000 tijela površinskih voda u EU (od ukupno približno 111.000) premašuje standard kvalitete za živu.

Prirodni izvori žive ispuštene u atmosferu uključuju vulkane, šumske požare, hlapljenje iz oceana i eroziju stijena, ali znatno značajniji su antropogeni izvori. Oni uključuju industrijsku upotrebu, rudarstvo, sagorijevanje otpada koji sadrži anorgansku živu i izgaranje fosilnih goriva, posebno ugljena. Glavni problem onečišćenja živom jest globalna priroda onečišćenja,

odnosno velika postojanost i transport žive na velike udaljenosti putem atmosfere te mogućnost ponovnog unosa u tlo i vodu. Živa u rijekama, jezerima i oceanima predstavlja najveći rizik, jer se pretvara u posebno otrovni oblik nazvan metil živa, koji životinje lako apsorbiraju te procesom bioakumulacije štetno utječe i na više trofičke razine, a u konačnici i na čovjeka.

Povijesno gledano, upotreba i emisije žive u Europi bile su visoke. Međutim, tijekom posljednjih desetljeća poduzete su mjere za njihovo smanjenje, ograničavanjem ili zabranom upotrebe žive i nametanjem ograničenja emisija. Ipak, u svjetskim razmjerima emisije se povećavaju uz aktivnosti poput spaljivanja ugljena i vađenja zlata. Te emisije utječu na europsko okruženje zbog navedene globalne prirode onečišćenja živom: oko 50% antropogene žive koja se godišnje taloži u Europi potječe izvan Europe, a 30% potječe samo iz Azije.

Polibromirani difenil eteri (PBDE) koriste se kao usporivači gorenja (engl. *flame retardants*) u različitim komercijalnim proizvodima poput namještaja, vozila, plastičnih proizvoda, električnih uređaja i slično. Zbog njihove široke i svakodnevne uporabe te lipofilnih svojstava, ovi spojevi su postali sveprisutni u okolišu, a njihovu postojanost u okolišu omogućava velika rezistentnost na procese biorazgradnje. Pošto su PBDE proizvedeni od strane čovjeka te ne postoje prirodni izvori ovih tvari u okolišu, svi izvori su antropogeni. Najveće zabilježene emisije PBDE su one u atmosferu, a najveće koncentracije nalaze se u prašini zatvorenih prostorija dok su emisije u tlo i vodu znatno manje. Zbog njihove toksičnosti i postojanosti, industrijska proizvodnja nekih PBDE ograničena je Stockholmskom konvencijom; ugovorom o kontroli i postupnom ukidanju glavnih postojanih organskih zagađivala (eng. *persistent organic pollutants, POP*).

Tablica 5: Popis najčešćih prioritetnih tvari (pokazatelja kemijskog stanja) zbog kojih se ne postiže dobro kemijsko stanje vodnih tijela. Dodatne informacije su opis tvari i broj vodnih tijela i država članica EU s ne postignutim dobrim kemijskim stanjem (PAH – poliaromatski ugljikovodici, (*) - tvar pripada u skupinu uPBT (sveprisutne, postojeane, bioakumulativne i toksične tvari)).

Tvar	Tip tvari	Broj vodenih tijela koja ne postižu dobro kemijsko stanje	Broj država članica s vodenim tijelima koja ne postižu dobro kemijsko stanje
Živa (*)	Mental	45973	25
Poliromirani difenileter (*)	Usporivač gorenja	23331	8
Benzo(g,h,i)perilen i Indeno(1,2,3-cd)piren (*)	PAH	3091	15
Benzo(a)piren (*)	PAH	1630	12
Fluoranten	PAH	1390	14
Kadmij	Metal	1014	20
Tributilkositar (TBT)(*)	Biocid	663	15

2.3 Ekološko stanje površinskih voda

Ocjnjivanje ekološkog stanja voda predstavlja mjerenje promjene stanja i funkcije ekosustava u odnosu na prirodno, odnosno referentno stanje. U odnosu na veličinu promjene razvrstava se u jednu od 5 kategorija ekološkog stanja i prikazuje se na kartama koje sadrže prikaz ekološkog stanja svakog vodnog tijela površinske vode odgovarajućom bojom (Tablica 6).

Tablica 6: Kategorije ekološkog stanja.

Kategorije ekološkog stanja	Boja
Vrlo dobro	Plava
Dobro	Zelena
Umjereno	Žuta
Loše	Narančasta
Vrlo loše	Crvena

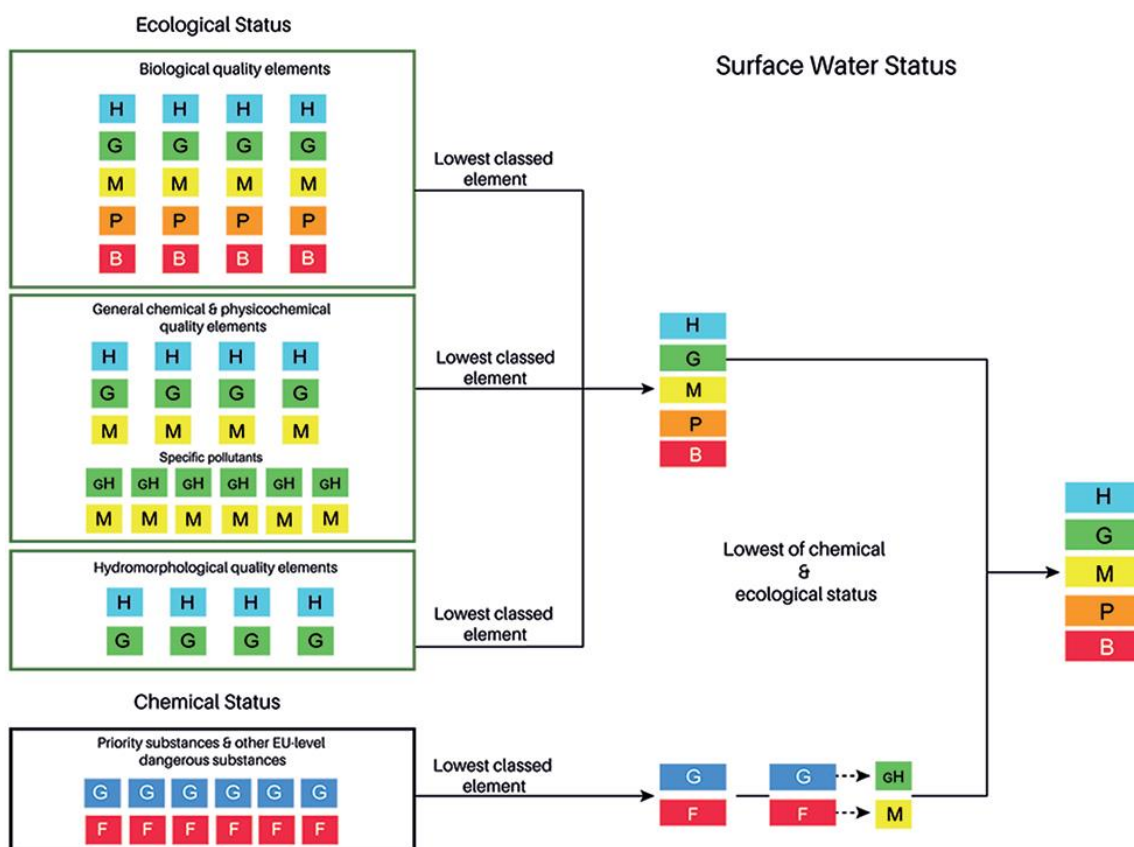
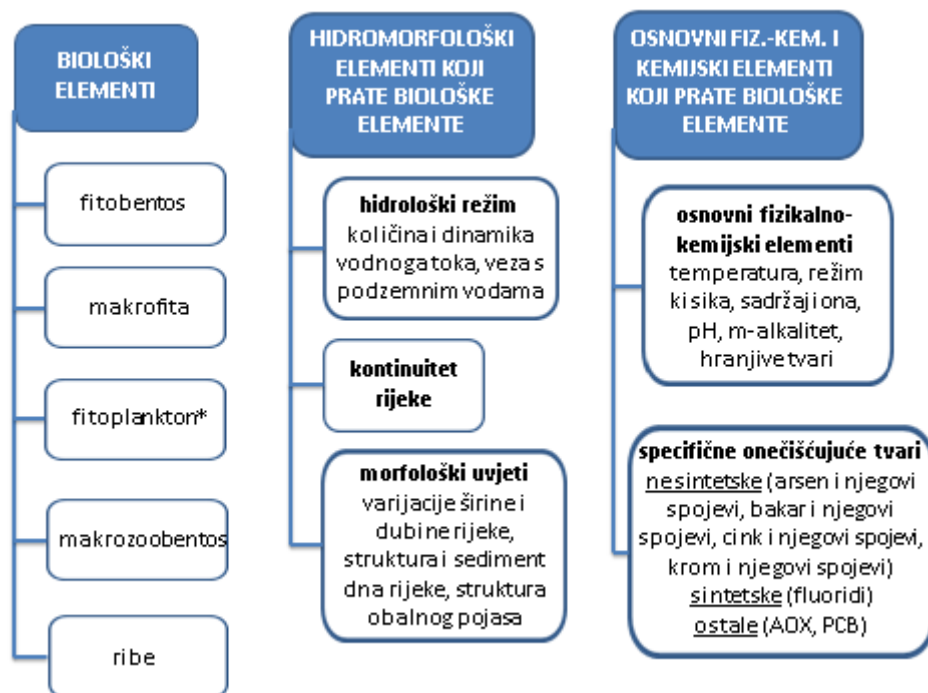
Ekološko stanje površinskih voda ocjenjuje se u odnosu na biološke elemente kvalitete voda (fitoplankton, perifiton, makrofitska vegetacija, bentički makroskopski beskralješnjaci i ribe), hidromorfološke i osnovne fizikalno-kemijske i kemijske elemente koji prate biološke elemente kakvoće voda, a koji uključuju: pH vrijednost, alkalitet, režim kisika (BPK₅ i KPK), amonij, nitrate, ukupni dušik, ortofosfate i ukupni fosfor (Tablica 7). Specifične onečišćujuće tvari određuje svaka članica prema njihovim specifičnostima. U tablici 7 prikazan je popis onečišćujućih tvari koje su definirane u jednoj o članica EU (Republika Hrvatska).

Opće je poznato da fizikalno-kemijska obilježja površinskih kopnenih voda u velikoj mjeri utječu na opstojnost akvatičkih zajednica, te se razlikuju u prirodnim uvjetima različitih tipova slatkih voda. Primjerice, temperatura vode je najznačajniji ekološki čimbenik o kojem ovisi struktura i funkcionalna organizacija biote u tekućicama umjerenog pojasa sjeverne hemisfere. Termički gradijent od izvorišnog područja do ušća je osnovna ekološka odrednica raspodjele vodene faune i flore u tekućicama na longitudinalnom profilu.

Vrijednosti reprezentativnih fizikalno-kemijskih čimbenika mogu ukazivati na prisutnost stresa, odnosno različitih antropogenih utjecaja u ekološkom sistemu, ali prikazuju samo njegovo trenutno stanje.

Ukupno ekološko stanje određuje onaj element koji ukazuje na najlošije stanje (Slika 4). Primjerice, ako je stanje vodnog tijela dobro, niti jedan element ocjene ekološkog stanja (biološki elementi kvalitete, osnovni fizikalno-kemijski elementi i hidromorfološki elementi) ne smije ukazivati na stanje koje je lošije od dobrog stanja.

Tablica 7: Parametri ekološkog stanja.



Slika 4: Princip određivanja ekološkog stanja i ukupnog stanja vodnog tijela. Ukupnu ocjenu određuje onaj element koji ukazuje na najlošije stanje.

2.3.1 Biološki elementi kvalitete

Prema ODV biološki elementi relevantni za tekućice su fitobentos i makrofiti, makrozoobentos i ribe. Fitoplankton je relevantan biološki element samo za vrlo velike rijeke, gdje voda vrlo sporo teče te ima uvjeta za razvoj fitoplanktonske zajednice. U jezerima su uz fitoplankton relevantni i svi drugi nabrojani biološki elementi kvalitete. Svaka zemlja članica ima obvezu razviti sustave ocjene ekološkog stanja temeljem bioloških elemenata kvalitete, poštujući određena pravila, ali se uvažavaju i lokalne specifičnosti.

Za ocjenu stanja tijela površinske vode na temelju bioloških elemenata kakvoće primjenjuju se omjeri ekološke kakvoće (OEK) svakog biološkog elementa, prilikom čega se trenutno stanje određeno temeljem monitoringa stavlja u odnos s referentnim, tj. mjeri se odklon od referentnih uvjeta za određeni tip površinske vode. Da bi se osigurala usporedivost sustava ocjene ekološkog stanja voda, razvijenih u pojedinoj zemlji članici, OEK se izražava brojčanim vrijednostima od nula do jedan, pri čemu se vrlo dobro ekološko stanje prikazuje brojkom bliskom broju jedan, a loše stanje brojkom blizu nuli.

Biološki sustavi ocjene baziraju se na odazivu akvatičkih zajednica u odnosu na antropogene pritiske/stresore. Najčešće je sustav ocjene ekološkog stanja temeljen na nekoliko metrika koje reagiraju na različite oblike pritiska. Metrike predstavljaju određene karakteristike (segmente) zajednice koji se značajno mijenjaju (imaju najjači odgovor) duž gradijenta pritiska. Kod razvoja multimetričkih indeksa, valja obratiti pozornost da odabrane metrike pripadaju u slijedeće kategorije/grupe metrika:

- a) abundancija (brojnost ili biomasa)
- b) bogatstvo i raznolikost zajednice
- c) osjetljivost / tolerantnost pojedinih svojti
- d) funkcionalne / autekološke značajke (trofičke kategorije, preferencije prema pojedinim tipovima supstrata, brzini strujanja, longitudinalnim dijelovima tekućice i sl.)

Sustavi ocjene ekološkog stanja baziraju se na referentnim, odnosno prirodnim ekološkim uvjetima i pripadajućim zajednicama za svaki prethodno definirani tip voda. Biološki referentni uvjeti mogu biti prostorno utemeljeni ili utemeljeni na modeliranju, ili izvedeni kombiniranjem obiju metoda. Načini određivanja bioloških referentnih uvjeta u tekućicama i stajaćicama te opis metoda ocjene ekološkog stanja, prezentirani su u Prilozima 1 i 2 temeljem biološkog elementa makrozoobentos. Radi se o metodama koje se primjenjuju u Republici Hrvatskoj, prošle su međunarodnu evaluaciju i odobrene su od Europske komisije. Isti principi razvoja klasifikacijskih sustava ocjene ekološkog stanja primjenjivi su i za ostale biološke elemente.

Prilikom razvoja sustava ocjene (posebice u nizinskim predjelima), najveći problem predstavlja nedostatak referentnih postaja, zbog dugotrajnih ljudskih aktivnosti i utjecaja na vodene ekosustave. Stoga se kod većine razvijenih bioloških sustava za ocjenu ekološkog stanja tekućica (ali i ostalih vodenih ekosustava), referentne uvjete procjenjuje temeljem gotovo prirodnih referentnih postaja (engl. *near-natural reference sites*), najboljih raspoloživih postaja (engl. *best available sites*), modeliranjem iz postaja dobrog ekološkog stanja (engl. *benchmarking*) ili stručnom procjenom. Razvijeni multimetrički sustavi ocjene ekološkog stanja generalno odgovaraju na slijedeće pritiske: eutrofikacija, organsko onečišćenje, hidromorfološka degradacija, acidifikacija i ostalo.

2.3.2 Hidromorfološki elementi kvalitete

Hidromorfološke značajke su često glavni preduvjet razvoja biotičkih zajednica u potocima i rijekama, ali igraju i važnu ulogu u litoralu jezera te u određivanju znatno promijenjenih vodnih tijela. Stoga ODV zahtjeva provođenje hidromorfološkog monitoringa koji uključuje ocjenu hidroloških i morfoloških parametara te uzdužnu povezanost (kontinuitet) tekućice i ocjenjuje promjene u odnosu na referentne (prirodne) uvjete.

Hidromorfološke promjene su izazvane antropogenim utjecajem na hidrološki režim, odnosno morfologiju rijeka. Uključuju izgradnju brana, ustave, kanaliziranje rijeka i vodotoka, obaloutvrde, hidrotehničke stepenice, regulaciju obala i prekidanje veza s poplavnim nizinama i rukavcima, plovidba i s njom povezane mjere te izuzimanje vode za potrebe vodoopskrbe, poljoprivrede i dr.

2.3.3 Tipovi površinskih voda

ODV donosi novi pristup u ocjenjivanju stanja voda koji se temelji na činjenici da različiti tipovi voda imaju različite ekološke karakteristike. Stoga je uvedena tipizacija površinskih voda te za svaki definirani tip površinskih voda valja odrediti referentne uvjete, koji predstavljaju vrijednosti bioloških elemenata kakvoće te hidromorfološke i fizikalno-kemijske uvjete.

Prema ODV valja tipizirati sve tekućice sa slivnom površinom većom od 10 km², prema sustavu A koji podrazumijeva obavezne deskriptore (tablica 8), a moguće je odabrati i dodatne tipološke pokazatelje prema sustavu B (npr. granulometrijski sastav supstrata, stalnost toka, nagib korita i dr.).

Tablica 8: Obavezni parametri za tipizaciju tekućica obuhvaćeni sustavom A.

1. Ekoregija (Illies, 1978)
2. Veličina sliva <ul style="list-style-type: none">• 10 - 100 km² - potoci i male tekućice,• 100 – 1000 km² - srednje velike tekućice,• 1000 – 10000 km² - velike tekućice,• > 10000 km² - vrlo velike tekućice.
3. Geološka i litološka podloga <ul style="list-style-type: none">• silikatna,• vapnenačka,• organogena,• miješana.
4. Nadmorska visina <ul style="list-style-type: none">• nizinske tekućice (< 200 m),• prigorske tekućice (200 - 500 m),• gorske (planinske) tekućice ili gorski potoci (> 500 m).

Tipizacija jezera također se bazira na činjenici da obavezni deskriptori proizlaze iz implementacije sustava A (Tablica 9), a odabir izbornih deskriptora sustava B zasniva se na

nacionalnim ekološkim specifičnostima (npr. stupanj trofije, porijeklo jezera, stratifikacija sadržaja otopljenog kisika u ljetnoj stagnaciji, jezerska termika). ODV zahtijeva tipizaciju jezera koja su površine veće od 0,5 km².

Tablica 9:. Obavezni parametri za tipizaciju jezera obuhvaćeni sustavom A.

1. Ekoregija (Illies, 1978)
2. Površina jezera <ul style="list-style-type: none"> • 0,5 km² do 1 km² - mala jezera, • od 1 km² do 10 km² - srednje velika jezera, • od 10 km² do 100 km² - velika jezera
3. Geološka i litološka podloga <ul style="list-style-type: none"> • karbonatna • silikatna • organogena • miješana
4. Nadmorska visina <ul style="list-style-type: none"> • gorska (planinska) jezera (> 500 m n.v.) • nizinska jezera (< 200 m n.v.);
5. Srednja dubina <ul style="list-style-type: none"> • plitka jezera (< 3m), • srednje duboka jezera (3 – 15 m) i • duboka jezera (> 15 m).

2.3.4 Postupci interkalibracije metoda ocjene ekološkog stanja u zemljama članicama EU

ODV je prvi međunarodni akt koji propisuje od zemalja članica uspostavu međusobne harmonizacije sustava ocjene ekološkog stanja za slatkovodne ekosustave i priobalno more. Neke zemlje članice Europske unije nisu interkalibrirale nacionalne klasifikacijske sustave zbog nedovoljne razvijenosti metoda u vrijeme interkalibracijskih postupaka, koji su se održavali za sve članice s razvijenim sustavima ocjene ekološkog stanja za prvi plan upravljanja vodama (2010.-2016). Pojedine članice u međuvremenu su unaprijedile klasifikacijske sustave, te žele revidirati prethodno interkalibrirane metode ocjene. U oba slučaja potrebno je dokazati da su metode u skladu s normativnim definicijama ODV i da su granice klasa u skladu s rezultatima završenog interkalibracijskog procesa.

U svrhu interkalibracije, odnosno ujednačavanja sustava ocjenjivanja ekološkog stanja na razini cijele EU, formirane su geografske interkalibracijske grupe zemalja, tzv. GIG-ovi (engl. Geographical Intercalibration Groups) (Tablica 10). GIG-ovi uključuju države (područja) sličnih geoloških i geografskih podneblja s usporedivim tipovima vodnih tijela. Sustav evaluacije i tipizacije GIG-ova temelji se na ODV. Interkalibracija pruža mehanizam usklađivanja i provjere granice ekološkog stanja između zemalja članica GIG-a. Svaki pojedinačni interkalibracijski postupak vođen je u okviru geografskih interkalibracijskih grupa (Geographic Intercalibration Group - GIG) i slijedio je proceduru opisanu u CIS vodiču br. 14 o interkalibracijskom procesu.

Cilj interkalibracijskog procesa je postizanje dosljednosti i usporedivosti rezultata ocjene sustava monitoringa i ocjene ekološkog stanja u zemljama članicama Europske unije za biološke elemente kakvoće. Kako bi se to postiglo, svaka zemlja članica mora utvrditi omjere ekološke kakvoće (OEK) za granice između vrlo dobrog (VD) i dobrog (D) stanja te dobrog (D) i umjerenog (U) stanja, koje su u skladu s normativnim definicijama ODV.

Tablica 10: Geografske interkalibracijske grupe (GIG) i zemlje članice.

GIG za kategoriju: tekućice	Zemlje članice
Alpski	Austrija, Francuska, Njemačka, Italija, Slovenija, Španjolska
Istočno-kontinentalni	Hrvatska, Slovenija, Austrija, Bugarska, Mađarska, Rumunjska, Slovačka, Češka
Centralno-baltički	Austrija, Belgija, Češka, Danska, Estonija, Francuska, Njemačka, Irska, Italija, Latvija, Litva, Nizozemska, Poljska, Slovačka, Ujedinjeno Kraljevstvo, Španjolska, Švedska, Luksemburg
Mediteranski	Hrvatska, Cipar, Slovenija, Francuska, Grčka, Italija, Portugal, Rumunjska, Španjolska
Sjeverni	Finska, Irska, Norveška, Švedska, Ujedinjeno Kraljevstvo

2.3.5 Pregled opterećenja koji su uzrokom nepostizanja dobrog ekološkog stanja

Ekološko stanje vodnih tijela moguće je narušiti nizom različitih tipova onečišćenja i alternacija. S obzirom na tip onečišćenja, razlikujemo i cijeli niz odgovora zajednica i promjena kemijskog sastava vode koji su uzrok nepostizanja dobrog stanja. Lokalno onečišćenje (engl. Point source pollution) može uzrokovati promjene u abundanciji pojedinih svojti, koncentraciji kisika, fosfata i/ili nitrata (dušika). Difuzni tip onečišćenja (Diffuse source pollution) uglavnom je posljedica poljoprivrednih aktivnosti u slivnom području vodnog tijela, koje utječu na povećanje koncentracija fosfata i/ili nitrata (dušika) u ekosistemu.

Narušavanje zone riparijske (obalne) vegetacije podrazumijeva iskorištavanje i alternacije riječne obale koje uz lokalne posljedice (smanjenje lokalne heterogenosti mikrostaništa), može uzrokovati i hidrološke promijene kao što su smanjenje lateralne i longitudinalne povezanosti vodenog toka.

Hidromorfološke promjene su izazvane antropogenim utjecajem na hidrološki režim, odnosno morfologiju rijeka. Uključuju izgradnju brana, ustave, kanaliziranje rijeka i vodotoka, obaloutvrde, hidrotehničke stepenice, regulaciju obala i prekidanje veza s poplavnim nizinama i rukavcima, plovidbu i s njom povezane mjere te izuzimanje vode za potrebe vodoopskrbe, poljoprivrede i dr.

Hidromorfološko opterećenja vodnog tijela uzrokuje slijedeće promjene u riječnim i povezanim ekosustavima:

a. Prekid riječnog i stanišnog kontinuiteta (longitudinalne povezanosti)

Regulacijske pregrade su ključni elementi koji uzrokuju prekid kontinuiteta rijeka i staništa. Najčešće korištene regulacijske pregrade su brane i pragovi, a izgrađuju se prije svega

radi potreba za hidroenergijom, opskrbe vodom i zaštite od poplava. Kao dugački linearni ekosustavi, rijeke i potoci su izrazito osjetljivi na presijecanje. Uzdužna povezanost je ključna za optimalno funkcioniranje riječnih ekosustava. Prisutnost poprečnih prepreka i građevina u riječnim koritima ima ozbiljne ekološke posljedice jer je spriječen prirodan tok vode, nanosa, vodenih organizama i drvenih ostataka. Kako mnoge vrste u velikoj mjeri ovise o različitim stanišnim karakteristikama, naročito za reprodukciju, neophodan je prolaz uzvodno i nizvodno.

b. Razdvajanje susjednih močvarnih/poplavnih područja

Lateralna povezanost rijeke i poplavnog područja vrlo je važno obilježje relevantno za procjenu morfoloških promjena. Glavni uzroci smanjivanja močvarnih područja su prošireno korištenje u poljoprivredne svrhe i regulacije rijeka, uglavnom radi kontrole poplava. Mjere za poprečne građevine, nasipi, kanaliziranje, ojačanje i učvršćivanje obale te produbljivanje mijenjaju dužinu i poprečni profil rijeke i često ometaju povezanost s podzemnim vodama. Kao rezultat toga, nestaju specifična riječna staništa. Prekid veza s podzemnim vodama djeluje na hidrološki režim rijeke i ekosustava ovisnih o podzemnim vodama. Izgradnja nasipa i drugih hidrotehničkih građevina najvažniji su strukturalni elementi koji ograničavaju poplavljanje poplavnih područja tijekom redovnih poplava.

c. Hidrološke promjene

Hidrološke promjene odnose se na pritiske koji su posljedica formiranja akumulacija, zahvaćanja vode i oscilacija vodnog lica (engl. *hydropeaking*), odnosno izmijenjenog režima protoka. Formiranje akumulacije dovodi do značajnih promjena /smanjenja brzine strujanja vode i akumuliranja finog sedimenta. Zahvaćanje vode u komunalne, industrijske, poljoprivredne i druge svrhe, dovodi do promjene kvalitete i protoka tekućice. Oscilacije vodnog lica dovode do promjene protoka duž rijeke, a ključni pokretač su hidroelektrane.

d. Morfološke promjene

Ključne pokretačke silnice morfoloških promjena riječnih staništa uključuju zaštitu od poplava, plovidbu, hidroenergetske zahvate i urbanizaciju. Glavni uzroci morfoloških promjena uključuju promjene riječne geometrije, supstrata, poprečnog i uzdužnog presjeka kanala, strukture obale i lateralne povezanosti rijeke i poplavnog područja. Vodotocima s visokim stupnjem prirodnosti će upravljati dinamički procesi, što dovodi do vremenskih i prostornih varijacija u širini i dubini, ali i u nizu fizičkih obilježja staništa, tipovima podloga, toku, svojstvima taloženja i erozije itd. Ove prirodne varijacije u tlocrtnom obliku često nestaju kao rezultat modifikacije i normalizacije kanala.

Značajno opterećenje u mnogim vodnim tijelima u središnjoj i sjevernoj Europi je zakiseljavanje i snižavanje pH vode u rijekama i jezerima. Na Balkanskom poluotoku, ovaj pritisak nije izražen radi dominantne karbonatne podloge koja djeluje poput pufera (onemogućava smanjivanje pH slatke vode uslijed kiselih kiša) i onemogućava blago alkalne pH vrijednosti.

Pod pojmom bioloških opterećenja podrazumijevao prisustvo invazivnih vrsta, biomanipulaciju te intenzivnu akvakulturu i/ili uzgoj i izlov riba. Mogući pritisak na vodeno tijelo također je intenzivno korištenje istog u rekreacijske svrhe.

2.3.6 Pregled CIS (Common Implementation Strategy) vodiča za provedbu Okvirne direktive o vodama

U provedbi ODV države članice, Komisija, zemlje kandidatkinje i zemlje Europskoga gospodarskog prostora te dionici nailaze na brojne zajedničke poteškoće. Osim toga, mnogi su europski riječni slivovi međunarodni, prelaze upravne i državne granice pa su zajedničko razumijevanje i pristup ključni za uspješnu i djelotvornu provedbu ODV. Kako bi se na poteškoće odgovorilo koordiniranom suradnjom, države članice, Norveška i Europska komisija dogovorile su se oko Zajedničke provedbene strategije (engl. *Common Implementation Strategy*, CIS). Aktivnosti provedene od 2001. u okviru CIS-a bile su usmjerene na dosljednu i usklađenu provedbu ODV. Fokus je bio na metodološkim pitanjima povezanim sa zajedničkim razumijevanjem tehničkih i znanstvenih implikacija. U tom je kontekstu od 2001. organiziran niz radnih skupina i zajedničkih aktivnosti. Dakle, ODV daje okvire za zaštitu i upravljanje vodama, a detaljnija pojašnjenja, metodologija prikupljanja, analize i formatiranja podataka definirani su kroz rad CIS stručnih skupina te u objavljenim vodičima. Do sada je objavljeno 37 CIS vodiča

(https://ec.europa.eu/environment/water/water-framework/facts_figures/guidance_docs_en.htm):

CIS vodič br. 1- Zajednička strategija implementacije Okvirne direktive o vodama (2000/60/EC)

CIS vodič br. 2 - Identifikacija vodnih tijela

CIS vodič br. 3 - Analiza pritisaka i utjecaja

CIS vodič br. 4 - Identifikacija i određivanje znatno promijenjenih i umjetnih vodnih tijela

CIS vodič br. 5 - Prijelazne i priobalne vode - Tipologija, referentni uvjeti i klasifikacijski sustavi

CIS vodič br. 6 - Uspostavljanje interkalibracijske mreže i procesa interkalibracijske vježbe

CIS vodič br. 7 - Monitoring u skladu sa Okvirnom direktivom o vodama

CIS vodič br. 8 - Sudjelovanje javnosti u odnosu na Okvirnu direktivu o vodama

CIS vodič br. 9 - Implementacija elemenata Geografskog Informacijskog Sustava (GIS) Okvirne direktive o vodama

CIS vodič br. 10 - Rijeke i jezera -Tipologija, referentni uvjeti i klasifikacijski sustavi

CIS vodič br. 11 - Procesi planiranja

CIS vodič br. 12 - Horizontalni vodič o ulozi močvara u Okvirnoj direktivi o vodama

CIS vodič br. 13 - Sveobuhvatan pristup klasifikaciji ekološkog stanja i ekološkog potencijala

CIS vodič br. 14 - Upute o postupku interkalibracije 2004.-2006.

CIS vodič br. 15 - Vodič o monitoringu podzemnih voda

CIS vodič br. 16 - Vodič o podzemnim vodama u zaštićenim područjima namijenjene zahvaćanju vode za piće

CIS vodič br. 17 - Vodič o sprečavanju ili ograničavanju izravnih i neizravnih unosa u kontekstu Direktive o podzemnim vodama 2006/118/EC

CIS vodič br. 18 - Vodič o stanju podzemnih voda i ocjeni trenda

CIS vodič br. 19 - Vodič o kemijskom praćenju podzemnih voda prema Okvirnoj direktivi o vodama

CIS vodič br. 20 - Vodič o izuzecima od ciljeva zaštite okoliša

CIS vodič br. 21 - Vodič o izvješćivanju prema Okvirnoj direktivi o vodama

CIS vodič br. 22 - Ažurirani vodič o primjeni elemenata Geografskog sustava informacija (GIS) EU vodne politike

CIS vodič br. 23 - Vodič o ocjeni eutrofikacije u kontekstu europskih vodnih politika

CIS vodič br. 24 - Upravljanje riječnim slivovima u klimatskim promjenama

CIS vodič br. 25 - Vodič o kemijskom praćenju sedimenta i biote prema Okvirnoj direktivi o vodama

CIS vodič br. 26 - Vodič o ocjeni rizika i korištenju konceptualnih modela za podzemne vode

CIS vodič br. 27 - Tehnički vodič o izvođenju standarda kakvoće okoliša

CIS vodič br. 28 - Priprema popisa emisija i ispuštanja prioriternih i opasnih tvari

CIS vodič br. 29 - Izvješćivanje prema Direktivi o poplavama (2007/60/EC)

CIS vodič br. 30 - Postupak za prilagođavanje novih ili ažuriranih klasifikacijskih metoda rezultatima završene interkalibracijske vježbe

CIS vodič br. 31 - Ekološki protoci u implementaciji Okvirne direktive o vodama

CIS vodič br. 32 - Monitoring biote

CIS vodič br. 33 – Analitičke metode za monitoring biote

CIS vodič br. 34 - Primjena vodnih bilanci u potpori provedbe ODV

CIS vodič br. 35 – Vodič za izvještavanje prema WFD, 2016

CIS vodič br. 36 - Izuzeća od postizanja okolišnih ciljeva u skladu s člankom 4. stavkom 7. Nove promjene fizičkih svojstava površinskih voda, promjene razine podzemnih voda ili nove ljudske aktivnosti u području održivog razvoja

CIS vodič br. 37 - Koraci za definiranje i procjenu ekološkog potencijala za poboljšanje usporedivosti znatno promijenjenih vodnih tijela.

2.4 Ekološki potencijal površinskih voda

Prema ODV ocjenu stanja potrebno je dati i za umjetna, kao i za znatno promijenjena vodna tijela čije su hidromorfološke značajke uslijed namjene znatno promijenjene, u odnosu na prirodno stanje. Umjetno vodno tijelo (UVT) je tijelo površinskih voda stvoreno ljudskom djelatnošću, dok se znatno promijenjeno vodno tijelo (ZPVT) odlikuje bitno promijenjenim karakteristikama zbog fizičkih promjena uzrokovanih ljudskim aktivnostima (npr. akumulacije na rijekama).

Namjene tijela površinske vode mogu biti određene kao:

- plovidba, uključujući i luke, ili rekreacija
- aktivnosti vezane za akumuliranje vode (kao što su opskrba pitkom vodom, energetika ili navodnjavanje),

- uređenje voda, zaštita od štetnog djelovanja voda ili melioracijska odvodnja i navodnjavanje
- druge jednako važne održive ljudske razvojne aktivnosti

Znatno promijenjenom vodnom tijelu po samoj je definiciji bitno promijenjen karakter kao rezultat fizičke promjene koja je posljedica održive ljudske aktivnosti. Zbog toga ne može dosegnuti dobro ekološko stanje te ga nije moguće obnoviti bez značajnih negativnih posljedica na upotrebu vodnog tijela ili širi okoliš. Zbog specifičnosti gospodarstva i korištenja, za UVT i TPVT, umjesto dobrog ekološkog stanja ODV određuje postizanje dobrog ekološkog potencijala (engl. *good ecological potential*, GEP). Slično dobrom ekološkom stanju, dobar ekološki potencijal je relativna mjera gdje maksimalni ekološki potencijal vodnog tijela (engl. *maximum ecological potential*, MEP) predstavlja referentno stanje.

No, ne može svaka ljudska razvojna aktivnost automatski upotrijebiti kao razlog za određivanje znatno promijenjenog vodnog tijela. Ljudske razvojne aktivnosti u kontekstu određivanja znatno promijenjenog vodnog tijela trebale bi biti važne i održive aktivnosti koje su još u tijeku, u skladu s člankom 4. stavkom 3. točkom (a) ODV. One stoga trebaju donijeti znatne društvene koristi i omogućiti smanjenje negativnih utjecaja na okoliš. U slučajevima privremenih i kratkoročnih bitnih hidroloških promjena i promjena koje se lako mogu vratiti u prvobitno stanje, prirodu vodnog tijela ne treba smatrati bitno promijenjenom. Vodno tijelo stoga bi trebalo smatrati prirodnim, a okolišni cilj trebalo bi biti dobro stanje.

Znatno promijenjena vodna tijela mogu biti proglašena ako je nepostizanje dobrog ekološkog stanja posljedica fizičkih promjena hidromorfoloških značajki vodnog tijela. Ono ne smije biti posljedica drugih utjecaja, kao što su fizičko-kemijski utjecaji, osim ako su ti utjecaji izravno povezani s fizičkim promjenama. Promjena karaktera mora biti dovoljno opsežna da sprečava postizanje dobrog ekološkog stanja. Za to su potrebne metode procjene osjetljive na hidromorfološke promjene. Za otkrivanje tih promjena potrebna je procjena hidromorfološkom metodom, koja obuhvaća cijelu ljestvicu (Smjernice CIS-a br. 4, 6. korak) i pravilno razmatranje vremenske dimenzije procesa. Akumulacije nastale izgradnjom brana na rijeci, obično su jasni slučajevi vodnih tijela s bitno promijenjenim karakterom i u smislu morfologije i hidrologije, što dovodi čak i do promjene najbliže usporedive kategorije vode (vodna tijela koja se iz rijeke promijene u jezero). Takva su vodna tijela obično određena kao znatno promijenjena vodna tijela.

Potreba da se svakih šest godina preispita određivanje znatno promijenjenih vodnih tijela i određivanje dobrog ekološkog potencijala za određena vodna tijela navedena je u ODV te u Smjernicama CIS-a br. 4. Utvrđivanje i određivanje znatno promijenjenih vodnih tijela nije „jednokratno” postupak i ODV predviđa fleksibilnost u smislu prilagodbe određivanja kako bi se u obzir uzele okolišne, socijalne i gospodarske promjene do kojih dolazi s vremenom. Znatno promijenjeno vodno tijelo i dobar ekološki potencijal mogu se promijeniti i zato njihov okolišni cilj treba prilagoditi novim spoznajama i rezultatima mjera primijenjenih tijekom ciklusa planiranja.

Prilikom ocjene ekološkog potencijala tekućica i stajaćica primjenjuju se isti BEK, ali je prisutna značajna razlika u pristupu pri određivanju referentnih uvjeta, odnosno maksimalnog ekološkog potencijala, koji čine osnovu svakog biološkog sustava ocjene slatkih voda. Prema točki 1.1.5. Priloga V. ODV na UVT i ZPVT primjenjuju se elementi za određivanje stanja onih prirodnih vodnih tijela koja su im najbližija.

Trenutno na području EU ne postoji jedinstvena metodologija monitoringa znatno promijenjenih i umjetnih vodnih tijela. Također, ne postoji jedinstvena klasifikacija ili način

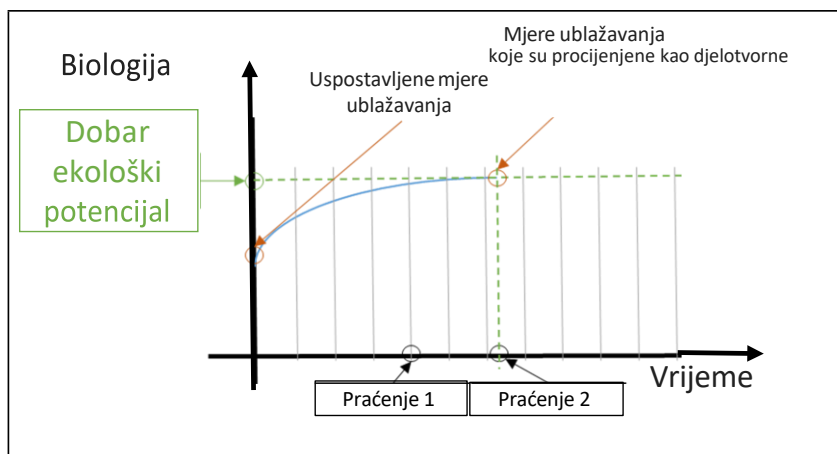
određivanja maksimalnog ekološkog potencijala i dobrog ekološkog potencijala. Definicija ekološkog potencijala predmet je opsežnih rasprava između država članica i Europske komisije u kontekstu CIS-a. Definiranje ekološkog potencijala izazovna je i složena tema u provedbi ODV pa je svrha najnovijih Smjernica br. 37 dati dopunske upute i dodatno pojašnjenje uzimajući u obzir iskustvo država članica u određivanju znatno promijenjenih vodnih tijela i definiranju dobrog ekološkog potencijala tijekom prvog i drugog ciklusa planiranja upravljanja riječnim slivovima. Dobar ekološki potencijal povremeno bi trebalo ponovno provjeriti, s obzirom na mogućnost proširenja znanja i stručnosti te radi eventualnih promjena gospodarskih aspekata. „Referentni pristup CIS-a“ i „pristup s mjerama ublažavanja“ (tzv. „praška metoda“) relevantne su opcije za definiranje ekološkog potencijala jer se u oba slučaja dobar ekološki potencijal utvrđuje usporedbom s ekološkom ciljevima i funkcijama. U pristupu s mjerama ublažavanja dobar ekološki potencijal izvodi se iz mjera ublažavanja, a u referentnom pristupu iz vrijednosti BEK pri maksimalnom ekološkom potencijalu.

Referentni pristup definiran je na temelju Smjernica CIS-a br. 4. U CIS vodiču br. 4 sažeti su ključni aspekti koje treba uzeti u obzir pri određivanju znatno promijenjenih vodnih tijela, kako bi se dao jasan kontekst za definiranje maksimalnog i dobrog ekološkog potencijala (MEP i GEP). Referentni pristup podrazumijeva određivanje referentnih uvjeta za relevantne elemente kakvoće prema odgovarajućoj kategoriji i tipu prirodnog vodnog tijela. Prvo je potrebno uspostaviti najbolje moguće hidromorfološko stanje, tj. uspostaviti onakve hidromorfološke uvjete koji bi postojali u slučaju da su provedene sve mjere ublažavanja u cilju postizanja ekološkog kontinuuma. Navedene mjere ne smiju imati negativan utjecaj na namjenu vodnog tijela ili na širi okoliš. Također, mjere moraju osigurati najbolju aproksimaciju ekološkog kontinuuma, posebno s obzirom na migraciju faune i odgovarajuća mrjestilišta, adekvatnu kvalitetu i kvantitetu staništa koja osiguravaju funkcioniranje ekosustava i longitudinalnu i lateralnu povezanost vodnih tijela. U skladu s takvim hidromorfološkim uvjetima se potom uspostavljaju fizikalno-kemijski i biološki elementi kakvoće na temelju pokazatelja usporedivog prirodnog vodnog tijela. Maksimalni ekološki potencijal za znatno promijenjena vodna tijela odnosi se na vrijednosti BEK čije se ostvarenje očekuje nakon provedbe svih mjera ublažavanja koje su relevantne za određene hidromorfološke promjene te su ekološki djelotvorne u fizičkom kontekstu vodnog tijela i nemaju značajne negativne posljedice na upotrebu ili širi okoliš. Dobar ekološki potencijal definira se kao manja promjena u odnosu na biološke vrijednosti maksimalnog ekološkog potencijala.

Pristup s mjerama ublažavanja (alternativni ili praški pristup): ovaj je pristup dogovoren na radionici CIS-a o hidromorfologiji održanoj 2005. i predstavlja alternativnu metodu za definiranje dobrog ekološkog potencijala. Ovaj pristup temelji se na definiciji GEP-a pomoću identifikacije mjera ublažavanja.

Oba pristupa trebala bi dovesti do usporedivih rezultata u ekološkom pogledu. Referentni pristup izravnije slijedi zahtjeve ODV, ali pristup mjera ublažavanja može se poduzeti u skladu sa zahtjevima ODV ako se provede definiranje hidromorfoloških i bioloških uvjeta i usporedba MEP-a i GEP-a.

CIS vodič br. 37 posebnu pažnju poklanja mjerama ublažavanja. Kako bi se procijenili učinci bilo kakvih mjera ublažavanja koje su već uspostavljene i potreba za daljnjim mjerama ublažavanja, trebalo bi pratiti ekološki potencijal znatno promijenjenog vodnog tijela (Slika 5).



Slika 5: Praćenje radi klasifikacije ekološkog potencijala znatno promijenjenog vodnog tijela i procjene učinaka mjera ublažavanja.

Budući da je dobar ekološki potencijal prognoza, praćenjem je potrebno mjeriti odgovor bioloških zajednica na provedene mjere. Praćenje je potrebno provoditi u vrijeme kad se očekuje da su mjere djelotvorne (Praćenje 2 na slici 1.1.-1.). Te vrijednosti, izvedene iz praćenja, odgovaraju točnim vrijednostima za dobar ekološki potencijal (zelena linija koja prikazuje biološku vrijednost za dobar ekološki potencijal, slika 1.1.-1.) nakon što mjere postanu djelotvorne. Međutim, može biti važno i ranije praćenje kako bi se otkrio napredak (Praćenje 1, slika 1.1.-1.). Ako je biološka reakcija drukčija od predviđene, mora biti dovoljno prostora za prilagodljivo upravljanje koje će dovesti do promjene mjera ublažavanja ili cilja ili i jednog i drugog.

Ako rezultati praćenja (BEK ili, kao zamjena, popratnih elemenata kakvoće) pokazuju da je ekološki potencijal umjereno dobar ili niži, moraju se uvesti mjere ublažavanja kako bi se ostvario dobar ekološki potencijal. Pri osmišljavanju mjera treba utvrditi hidromorfološke procese te isplanirati mjere za ublažavanje hidromorfoloških utjecaja i obnovu ekoloških procesa.

WFD CIS 37 (2019) potvrđuje da interkalibracija ekološkog potencijala nije moguća kao u slučaju prirodnih vodnih tijela, no navodi da je moguće ostvariti usporedivost rezultata klasifikacije među državama članicama, ako se slijede smjernice koje su detaljno opisane u dokumentu i koristi javno dostupna online knjižnica mjera ublažavanja. Nastala na temelju dobre prakse država članica, knjižnica opisuje tipične implikacije različitih vrsta fizičkih promjena i predlaže ključne mjere ublažavanja za različite namjene i kategorije vodnih tijela (rijeke, jezera / akumulacije, prijelazne / obalne vode). Kako bi se osigurala usporedivost rezultata klasifikacije ekološkog potencijala, države članice moraju razviti nacionalnu, regionalnu ili specifičnu metodu za definiranje GEP-a, vodeći računa o lokalnim uvjetima i specifičnostima.

Nastavno na CIS vodič br. 37, tijekom 2020. Radna skupina ECOSTAT od zemalja članica zahtijeva da ispune upitnike uključujući i opise metoda koje pojedine zemlje članice koriste prilikom određivanja MEP i GEP. Svrha navedenog postupka bila je opis i usporedba nacionalnih metoda za utvrđivanje MEP i GEP na temelju zahtjeva iz ODV. U slijedećem koraku procijeniti će se usporedivost pristupa država članica. To će omogućiti utvrđivanje dobre prakse, potporu dobroj provedbi zahtjeva iz ODV u pogledu dobrog ekološkog potencijala, ispitivanje usporedivih pristupa i utvrđivanje razlika u tumačenju/provedbi koje onemogućuju

usporedivost (npr. različita tumačenja „stanja najbližeg ekološkom kontinuumu“ ili različita tumačenja potrebnih minimalnih zahtjeva).

2.4.1 Pregled fizičkih promjena koje su uvjetovale proglašavanje vodnih tijela značajno promijenjenim u zemljama članicama Europske unije

U prvom ciklusu planova upravljanja riječnim slivovima države članice jasno su utvrdile nekoliko ljudskih razvojnih aktivnosti (upotrebe vode) povezanih s određivanjem znatno promijenjenih vodnih tijela, kao što su zadržavanje vode, obrana od poplava i plovidba, koje su u skladu s člankom 4. stavkom 3. točkom (a) ODV. Međutim, nekoliko drugih ljudskih razvojnih aktivnosti povezanih s određivanjem znatno promijenjenih vodnih tijela nije tako jasno utvrđeno ili izričito navedeno u članku 4. stavku 3. Na primjer, nije bilo jasno odnosi li se poljoprivreda na odvodnju ili druge aktivnosti. Osim toga, u prvom ciklusu planova upravljanja riječnim slivovima nije bilo obvezno detaljno izvješćivanje u sustavu WISE (Water Framework Directive database) o specifičnim ljudskim aktivnostima (upotrebama vode) i fizičkim promjenama povezanim s određivanjem svakog znatno promijenjenog vodnog tijela.

U nastavku se objašnjava opseg šireg okoliša i fizičkih promjena povezanih s održivim ljudskim razvojnim aktivnostima (upotrebe) na temelju članka 4. stavka 3. točke (a) ODV, što je jedan od kriterija za određivanje vodnih tijela kao znatno promijenjenih u kontekstu aktivnosti CIS-a u vezi s hidromorfologijom;

- Širi okoliš odnosi se na prirodni i ljudski okoliš, uključujući arheologiju, baštinu, krajolik i geomorfologiju (CIS vodič br. 4). Specifični aspekti koje bi trebalo uzeti u obzir mogu uključivati objekte kulturne baštine i kulturno nasljeđe (npr. splavnica koja se više ne upotrebljava za upravljanje vodama, ali je zaštićena zakonodavstvom o baštini), područja i zaštićene vrste mreže Natura 2000, druga mjesta od nacionalne ili lokalne važnosti i širu bioraznolikost. U svrhu određivanja znatno promijenjenih vodnih tijela relevantni aspekti šireg okoliša trebali bi biti povezani s bitnim promjenama hidromorfološkog karaktera vodnog tijela. Drugi aspekti koji nisu povezani s bitnim promjenama hidromorfološke prirode, kao što je neformalna rekreacija za koju nije potrebna infrastruktura (npr. kanui, udičarenje) ipak mogu postati relevantni u kasnijoj fazi postupka, kada se određuje hoće li mjere ublažavanja za definiranje dobrog ekološkog potencijala znatno utjecati na širi okoliš.
- Fizičke promjene povezane s plovidbom odnose se na strukture koje su izgradili ljudi, kao što su lučka infrastruktura, brodske prevodnice i fizičke promjene vodnih tijela, kao što je jaružanje, u svrhu komercijalne, rekreacijske (npr. jedrenje) i vojne plovidbe. Infrastruktura za plovidbu prvenstveno omogućuje prijevoz robe ili putnika.
- Fizičke promjene povezane sa zadržavanjem vode odnose se na veće strukture (akumulacije nastale izgradnjom brana) za akumuliranje vode za korisnu upotrebu, kao što je opskrba vodom (u industrijske svrhe ili za piće), obrana od poplava, proizvodnja energije ili navodnjavanje. Međutim, zadržavanje vode može donijeti i niz drugih koristi i/ili služiti za druge upotrebe, uključujući opskrbu industrijskom vodom, akvakulturu, rekreacijske upotrebe i plovidbu. Takve konstrukcije mogu uključivati dovodne kanale zahvaćanja i brane u rijekama ili jezerima/akumulacijama za trajno dugoročnije zadržavanje površinske vode.
- Fizičke promjene povezane sa zaštitom od poplava odnose se na sve strukture usmjerene na sprečavanje ili smanjenje štetnih posljedica poplava, uključujući mjere

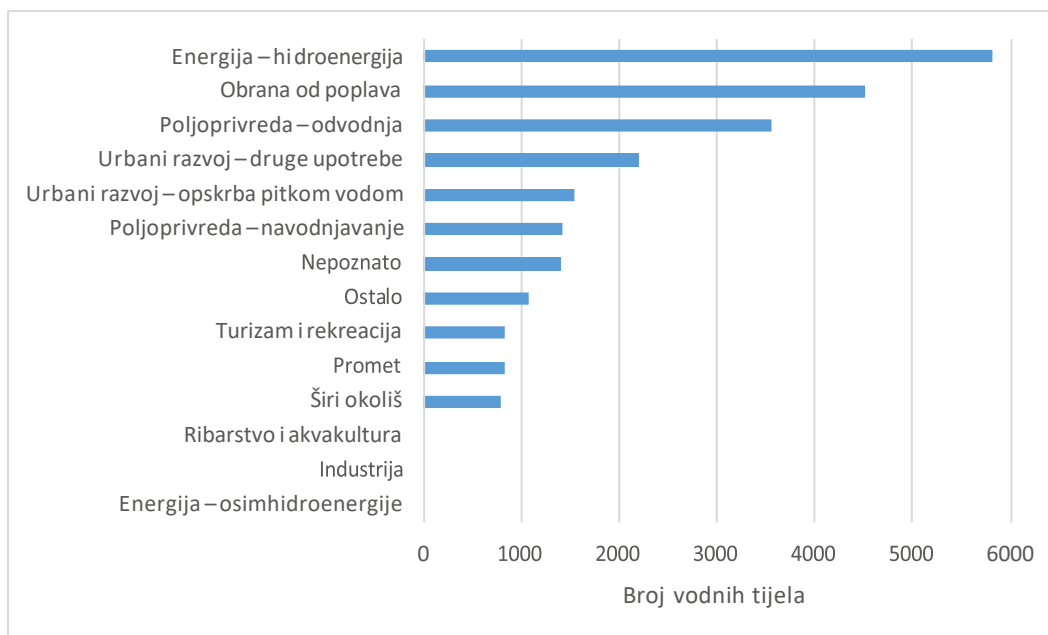
usmjerene na vegetaciju i sedimente. Poplave se definiraju kao „privremena pokrivenost vodom zemljišta koje obično nije prekriveno vodom“. To uključuje poplave koje uzrokuju rijeke, gorski potoci, bujični vodotoci te poplave koje uzrokuje more u priobalnim područjima, a može isključivati poplave iz kanalizacijskih sustava. Zaštita od poplava predstavlja hidromorfološke pritiske koji su posljedica upotrebe obrane od poplava. Obranom od poplava mogu se zaštititi gradska i poljoprivredna područja ili važna infrastruktura, a to može dovesti do gradnje kanala, poravnanja oblika rijeke, učvršćivanja obale i dna itd. Kako je prethodno navedeno, ne može se svaka ljudska aktivnost obrane od poplava automatski upotrijebiti kao razlog za određivanje vodnog tijela kao znatno promijenjenog. Mora se dokazati da je aktivnost zaštite od poplava održiva i da se korisni ciljevi ne mogu postići drugim sredstvima koja su znatno bolja ekološka opcija. Na primjer, zaštita od poplava za obranu pašnjaka možda neće automatski biti valjan razlog za određenje vodnog tijela kao znatno promijenjenog.

- Fizičke promjene povezane s odvodnjom odnose se na strukture koje su izgradili ljudi ili fizičke promjene (gradnja kanala, ustava) vodnih tijela kako bi se poboljšalo određeno zemljišno područje za određenu svrhu, kao što je poljoprivreda, šumarstvo, urbanizacija ili turizam. Odvodnja se odnosi na promjenu funkcije odvodnje, obično uklanjanjem viška vode iz tla kako bi se snizila razina podzemne vode.
- Fizičke promjene povezane s regulacijom vode u smislu članka 4. stavka 3. točke (a) ODV odnose se na sve ostale prethodno opisane upotrebe, tj. plovidbu, obranu od poplava, zadržavanje vode i odvodnju.

U članku 4. stavku 3. točki (a) ODV upućuje se i na druge jednako važne održive ljudske razvojne aktivnosti koje mogu uključivati bilo koju drugu upotrebu vode/održivu ljudsku razvojnu aktivnost koja dovodi do trajne fizičke promjene, bitne promjene karaktera te ima utjecaj na ekologiju koji sprečava postizanje dobrog ekološkog stanja. Primjeri upotreba/aktivnosti koje se mogu uzeti u obzir kao „druge jednako važne održive ljudske razvojne aktivnosti“ uključuju urbanizaciju, komercijalni ribolov, posebnu industriju, rudarenje ili infrastrukturu kao što su autoceste i željeznice.

Zbog ograničenog područja za naseljavanje u uskim dolinama alpskog područja željezničke pruge i autoceste često se grade izravno duž rijeka. Mjere za obranu od poplava (npr. učvršćivanje obala, poravnavanje) provedene su radi njihove zaštite od poplava. Te bi mjere obično dovele do nepostizanja dobrog stanja. Ne postoji opcija (dovoljno prostora) da se poboljša raznolikost staništa i obnove tipični hidromorfološki uvjeti radi postizanja dobrog ekološkog stanja pomicanjem autoceste/željeznice dalje od rijeke.

Na slici 6 prikazan je broj vodnih tijela koja su određena kao znatno promijenjena u drugom ciklusu planova upravljanja vodnim područjima (riječnim slivovima) (2016.-2021.) zbog posebnih ljudskih razvojnih aktivnosti ili šireg okoliša. Najčešća upotreba za određivanje znatno promijenjenih umjetnih tijela u drugom ciklusu planova upravljanja riječnim slivovima bila je hidroenergija (približno 5800 vodnih tijela), nakon čega slijede obrana od poplava (približno 4500 vodnih tijela), odvodnja u poljoprivredne svrhe (približno 3500), gradska/druga upotreba (upotreba koja nije opskrba pitkom vodom; približno 2200), opskrba pitkom vodom (približno 1500) i navodnjavanje u poljoprivredne svrhe (približno 1400). Velik broj vodnih tijela određen je kao znatno promijenjen zbog nepoznatih aktivnosti (1400 vodnih tijela) ili drugih aktivnosti (1100; tj. aktivnosti koje ne odgovaraju nijednoj kategoriji upotrebe vode iz izvješćivanja u sustavu WISE).



Slika 6. Broj vodnih tijela u zemljama članicama, koja su određena kao znatno promijenjena u drugom ciklusu planova upravljanja riječnim slivovima, zbog posebnih ljudskih razvojnih aktivnosti.

Treba napomenuti da niz različitih ljudskih aktivnosti (višestruke upotrebe) može ovisiti o istoj fizičkoj promjeni (npr. brana koja na kombinirani način služi za proizvodnju energije, obranu od poplava i navodnjavanje). Zbog toga su mnoga vodna tijela u EU-u određena kao znatno promijenjena zbog više ljudskih aktivnosti.

Hidromorfološke promjene radi akumuliranja vode su među najrasprostranjenijim pritiscima na vodena tijela u Europi. Najčešće namjene vodnih tijela za akumuliranje vode su plovodba, opskrba pitkom vodom, energetske potrebe (hidroelektrane), rekreacija te regulacija i zaštita od poplava. Zbog važnosti korištenja vode koja se skladišti, mnoga pogođena vodna tijela proglašena su jako izmijenjenim. Radi akumuliranja vode, na rijekama se izgrađuju velike strukture poput pregrada ili brana koje se formiraju na neodređeno dulje vrijeme. Najočitija promjena riječnih ekosustava uslijed izgradnje brana je smanjen ili prekinut kontinuitet rijeke. Također, dinamika i prijenos prirodnog sedimenta je promijenjena ili spriječena. Izgradnja pregrada i brana najčešće sprečava uzvodna i nizvodna kretanja vodenih organizama, posebice migratornih vrsta poput riba. Kako se voda zadržava unutar brana kroz dulji vremenski period, brojne rijeke mijenjaju kategoriju i prelaze u jezerske sustave. U akumulacijama dolazi do promjena općih fizikalno-kemijskih karakteristika, npr. temperature ili zasićenosti kisikom. Ovakve promjene nisu hidromorfološke, ali opisuju sekundarne učinke potaknute hidromorfološkim zahvatima te su od velike ekološke važnosti. Posebne aktivnosti hidroelektrana također vode ka naglim promjenama protoka i fluktuacijama razine vode (uključujući nagle promjene vodnog lica, engl. *hydropeaking*), nizvodno od ispusta strojnica u rijeku, što učestalo smanjuje kakvoću litoralnih staništa.

2.5 Monitoring površinskih i podzemnih voda

Nadzor nad stanjem površinskih i podzemnih voda provodi se i sustavnim praćenjem stanja voda, odnosno monitoringom. Na temelju rezultata monitoringa te temeljem razvijenih klasifikacijskih sustava za svako vodno tijelo pojedinačno se donosi ocjena njegova stanja i razvrstava se u odgovarajuću kategoriju. Monitoring stanja površinskih voda provodi se kao nadzorni i operativni monitoring, a prema potrebi i kao istraživački monitoring.

Nadzorni monitoring obavlja se na dovoljnom broju tijela površinskih voda da bi se omogućila cjelovita ocjena stanja površinskih voda. Nadzorni monitoring se provodi i radi:

- ocjenjivanja dugoročnih promjena prirodnih uvjeta
- ocjenjivanja dugoročnih promjena uzrokovanih intenzivnim ljudskim djelatnostima
- učinkovitog planiranja budućih programa monitoringa

Operativni monitoring provodi se radi:

- utvrđivanje stanja površinskih i podzemnih vodnih tijela za koja je utvrđen rizik od nepostizanja ciljeva zaštite voda,
- utvrđivanje stanja površinskih voda u koje se ispuštaju prioritete tvari i stanja podzemnih voda radi utvrđivanja znatno i trajno rastućih trendova koncentracije onečišćujućih tvari uslijed utjecaja ljudskih aktivnosti,
- utvrđivanje bilo kakvih promjena u stanju takvih vodnih tijela koja su rezultat provedbe Programa mjera.

Istraživački monitoring se provodi:

- kad razlozi prekoračenja graničnih vrijednosti pokazatelja za ocjenu stanja voda nisu poznati,
- kad nadzorni monitoring ukazuje na malu vjerojatnost da određeno tijelo površinske vode postigne ciljeve zaštite voda, a operativni monitoring još nije uspostavljen kako bi se utvrdili razlozi nepostizanja ciljeva zaštite voda,
- radi utvrđivanja veličine i utjecaja iznenadnog onečišćenja, te
- radi osiguranja informacija za uspostavljanje programa mjera za postizanje ciljeva zaštite voda i određivanja programa posebnih mjera za otklanjanje posljedica iznenadnih onečišćenja.

ODV propisuje da se nadzorni monitoring mora provoditi tijekom svakog planskog ciklusa, a operativni monitoring tijekom razdoblja koja nisu pokrivena nadzornim monitoringom. Za nadzorni program nije definirano minimalno trajanje ili učestalost. Operativni se monitoring mora provoditi najmanje jednom godišnje u razdobljima između nadzornog monitoringa. Države članice trebaju provesti dovoljno nadzornog monitoringa tijekom svakog planskog razdoblja kako bi se omogućilo odgovarajuće vrednovanje procjena rizika predviđenih člankom 5. i kako bi se dobile informacije koje bi se koristile u procjeni trendova, te dovoljno operativnog monitoringa kako bi se utvrdilo stanje vodnih cjelina pod rizikom i prisutnost značajnih i ustrajnih uzlaznih trendova u koncentraciji onečišćujućih tvari.

3.0 PLANOVI UPRAVLJANJA VODAMA I VODNIM PODRUČJIMA

U planiranju upravljanja vodnim resursima ODV uzima u obzir prirodne hidrološke cjeline umjesto administrativne (državne) granice. Stoga se aktivnosti vezane uz upravljanje provode unutar određenih vodnih (slivnih) područja.

Direktiva se provodi kroz planske dokumente pa svaka zemlja članica mora donijeti integrirani plan upravljanja za svaki sliv (vodno područje). Svrha planova upravljanja je dati pregled značajki vodotoka (kako njegovih prirodnih karakteristika, tako i socijalnih i ekonomskih aspekata njegova korištenja), utvrditi ciljeve zaštite vodnog okoliša i donijeti program mjera za njihovo ostvarenje (plan se donosi na razdoblje od 6 godina). ODV veliku važnost pridaje sudjelovanju javnosti u upravljanju vodnim resursima i predviđa više mehanizama kojima bi se ono trebalo osigurati.

Potpuni sadržaj plana upravljanja vodni područjem definiran je u Aneksu VII ODV i obuhvaća deset glavnih odrednica:

1. Utvrđivanje i opis vodnih područja. Prvi korak u planskome procesu je utvrđivanje prirodnih značajki voda i izdvajanje vodnih tijela. Vodna tijela su najmanje jedinice za upravljanje vodama.

2. Procjena trenutnog stanja površinskih i podzemnih voda, izrada baze zaštićenih područja (zaštita vrsta i staništa, zaštita izvorišta pitke vode), identifikacija pritisaka i procjena njihovog utjecaja te ekonomska analiza korištenja vode.

3. Postavljanje ciljeva zaštite i sprečavanje daljnjeg pogoršanja stanja

4. Uspostava programa monitoringa

5. Utvrđivanje nedostataka i praznina (engl. *gaps*)

6. Uspostava programa mjera za postizanje postavljenih ciljeva. Program mjera sadrži mjere kojima se planiraju postići osnovni ciljevi ODV, u prvom redu dostizanje dobrog stanja voda i zaštita onih voda koje su u dobrom stanju. Mjere iz Plana upravljanja vodnim područjima dijele se na osnovne, dodatne i dopunske mjere. Osnovne mjere obuhvaćaju sljedeće mjere:

- povrat troškova vodnih usluga i poticanje učinkovitog korištenja voda
- zaštita voda namijenjenih za ljudsku potrošnju
- kontrole zahvaćanja voda
- kontrole prihranjivanja podzemnih voda
- kontrole točkastih izvora onečišćenja
- kontrole raspršenih izvora onečišćenja
- kontrole i smanjenja hidromorfološkog opterećenja voda
- kontrole drugih značajnih utjecaja na stanje voda osobito na hidromorfološko stanje
- zabrane direktnog ispuštanja onečišćenja u podzemne vode
- eliminacije i smanjenja onečišćenja prioritetnim tvarima
- prevencije akcidentnih/incidentnih onečišćenja

Dodatne mjere su mjere koje se propisuju kako bi se ispunili ciljevi zaštite voda zaštićenih područja odnosno područja posebne zaštite voda. Ukoliko uz provedbu osnovnih i dodatnih mjera ako nisu postignuti ciljevi zaštite voda, poduzimaju se dopunske mjere. Cilj dopunskih mjera je učvrstiti prijašnje odredbe ili stvoriti nove odredbe poput dodatnih ekonomskih i poreznih instrumenata, kodeksa dobre prakse i slično. ODV uključuje i odredbe koje dozvoljavaju odstupanje od ciljeva zaštite voda zbog opravdanih ekonomskih ili tehničkih razloga. Time se zemljama članicama pomaže stvoriti ravnotežu između socijalnih i ekonomskih

ciljeva, te ciljeva zaštite voda. Argumentirano objašnjenje za odstupanje, odnosno izuzeće mora biti uključeno u plan upravljanja vodnim područjima.

7. Izrada i razvoj planova upravljanja slivnim područjima. Planovi upravljanja slivom predstavljaju jedan od mehanizama kroz koji se postižu ciljevi zaštite voda postavljeni u ODV, ali uz to predstavljaju glavno sredstvo informiranja javnosti i dionika, te izvještavanja prema EU. Iako se upravljanje i izvještavanje odvija na razini vodnog područja, adekvatno upravljanje zahtjeva i donošenje odluka na nižim razinama (npr. razini podslivova, vodnih cjelina ili određenog tipa vodotoka). Zemlje članice imaju zadatak samostalne uspostave koordinacije planiranja upravljanja slivom na svim razinama, kako bi osigurale da su planovi dosljedni i usklađeni. Proces planiranja nastavlja se i nakon izrade plana upravljanja, primjenom mjera propisanih planom. Planovi upravljanja nadopunjuju se u slijedećim ciklusima.

8. Provedba programa mjera. Provedba programa mjera mora biti povezana sa sustavnim procesom izvještavanja prema Europskoj komisiji, o poduzetim aktivnostima i napretku u programu mjera.

9. Evaluacija. Evaluacija se provodi kako bi se dobila povratna informacija o uspješnosti provedenih mjera. Evaluacija nakon provedenog programa mjera je ključni je dokument za pripremu slijedećeg ciklusa upravljanja vodnim područjima. Države imaju obvezu izvještavati Europsku komisiju o izvršenju Plana upravljanja vodnim područjima te o napretku ostvarenom prema planu predviđenih mjera.

10. Informiranje i uključivanje javnosti. Sudjelovanje javnosti vrlo je važan element u provedbi ODV. Sudjelovanje javnosti u procesu donošenja odluka vezanih uz razvoj planova upravljanja vodnim područjima treba biti na visokoj razini koja će jamčiti pristup informacijama te mogućnost uključivanja javnosti i u početne faze odlučivanja prilikom pripreme plana upravljanja. Zemlje članice dužne su identificirati zainteresiranu javnost, no daljnje aktivnosti vezane uz sudjelovanje javnosti pod nadležnošću su svake pojedine zemlje. Usvojeni plan upravljanja mora biti javno dostupan te uključivati podatke o mišljenju javnosti.

Planovi upravljanja slivom predstavljaju sredstvo putem kojeg se, kroz niz predloženih mjera i aktivnosti, nastoje postići ciljevi ODV. Nakon planiranja upravljanja slivom (tj. izrade i donošenja plana upravljanja) slijedi primjena donesenog plana upravljanja, odnosno provedba mjera propisanih planom. Plan upravljanja vodnim područjima je integralni dokument koji u svom programu mjera objedinjuje obveze iz brojnih direktiva Europske unije vezanih uz zaštitu okoliša. Time se u velikoj mjeri olakšava komunikacija s dionicima i javnošću tijekom javne rasprave, jer se problematika upravljanja vodama razmatra cjelovito, što omogućuje usporedbe prednosti i nedostataka pojedinih mjera i aktivnosti u integralnom kontekstu konfrontirajućih interesa, koristi i troškova. Prilikom izrade programa mjera, iznimno su bitni rezultati monitoringa površinskih i podzemnih voda. Stoga je iznimno bitno da razvijeni klasifikacijski sustavi određivanja stanja voda budu pouzdani i reagiraju na specifične pritiske.

Plan upravljanja vodnim područjima integralan je dokument kojim se stvara okvir za održivo upravljanje vodama i koji svojim planom mjera objedinjuje obveze upravljanja prema brojnim okolišnim direktivama Europske unije; donosi se za razdoblje od šest godina, nakon čega se mijenja i dopunjuje za sljedeće šestogodišnje razdoblje. Rok za provedbu prvog plana upravljanja za sve države članice bio je kraj 2015. godine, a drugi se donosi do 2021. godine. Na nivou Europske unije do sada su realizirana dva planska razdoblja: od 2010. – 2016. i od 2016. – 2021.

OSNOVNE ZNAČAJKE PLANA UPRAVLJANJA SLIVOM (VODNIM PODRUČJIMA)

- Daje pregled trenutnog stanja voda u slivnom području temeljem razvijene metodologije koja je potvrđena od Europske komisije
- Daje pregled utjecaja ljudskih aktivnosti na stanje voda u slivnom području
- Donosi ciljeve zaštite površinskih i podzemnih voda
- Donosi plan aktivnosti koje je potrebno izvršiti kako bi se postavljeni ciljevi zaštite postigli u predviđenom roku
- Procjenjuje ocjenu učinkovitosti postojećih mjera

3.1 Regionalno zakonodavstvo

Sve zemlje u regiji (npr. Hrvatska, Bosna i Hercegovina, Srbija, Crna Gora) u svojem zakonodavstvu imaju i Zakon o vodama i Strategiju upravljanja vodama koja predstavlja dugoročni planski dokument kojim se utvrđuju vizija, misija, ciljevi i zadaće državne politike u upravljanju vodama. Ona daje strateška opredjeljenja i smjernice razvoja vodnoga gospodarstva polazeći od zatečenog stanja vodnog sektora, razvojnih potreba, gospodarskih mogućnosti, međunarodnih obveza, potreba za očuvanjem i unapređenjem stanja voda te vodnih i o vodi ovisnih ekosustava. Zakon o vodama za zemlje članice te one koja namjeravaju postati članicom EU, treba biti usklađen s ODV i drugim relevantnim direktivama Europske unije.

U procesu pripreme Hrvatske za ulazak u članstvo Europske unije, detaljno je analiziran sustav vodoopskrbe i odvodnje, analizirana je usklađenost zakonske regulative s europskim sustavom i postojećim direktivama, a posebno mogućnosti i vrijeme potpune prilagodbe europskom zakonodavstvu. Tako je primjerice pravilnik o kakvoći pitke vode u Republici Hrvatskoj 2007. godine u potpunosti bio usklađen sa EU Direktivom o kvaliteti pitke vode, ali nije bio izgrađen sustavni monitoring kvalitete i količina pitke vode. Republika Hrvatska je Zakonom o vodama donesenim 2009. godine (Narodne novine, br.153/09) provela usklađivanje s Direktivom 2000/60/EZ o uspostavi okvira za djelovanje Zajednice u području vodne politike (ODV) te s drugim direktivama Europske unije iz područja vodne politike. Do danas je Zakon o vodama u nekoliko navrata dodatno usklađivan sa zakonodavstvom Europske unije.

Prilog 1. Primjer razvoja sustava ocjene za nizinske male tekućice i prigrorske srednje velike tekućice u Panonskoj ekoregiji Republike Hrvatske na temelji makrozoobentosa

U Hrvatskoj se ekološko stanje na bazi bentičkih makroskopskih beskralješnjaka (makrozoobentos) određuje temeljem 2 modula: saprobnost i opća degradacija. Modul saprobnost ukazuje na opterećenje organskim tvarima, dok modul opća degradacija uzima u obzir utjecaj hidromorfoloških značajki vodotoka, udio pojedinih kategorija zemljišnog pokrova u slivu i ostala opterećenja. Konačna ocjena ekološkog stanja bazira se na modulu koji pokazuje nižu vrijednost.

U ovom prilogu prezentirani su sustavi ocjene za zajedničke interkalibracijske tipove R-EX5 (nizinske male tekućice) i R-EX6 (prigrorske srednje velike tekućice) EC-GIG-a. Oba zajednička interkalibracijska tipa tretirani se zajedno zbog relativno malog seta podataka u tipu R-EX6 (n = 24), nedostatka referentnih postaja u R-EX5, te nedostatka degradiranih postaja u tipu R-EX6. Radi sličnosti između dva tipa degradirane postaje u tipu R-EX6 mogu se smatrati komplementarnima degradiranim postajama u tipu R-EX5. Razvijen multimetrijski indeks koristi iste metrike za oba tipa rijeka, ali s različitim referentnim vrijednostima za svaki tip. Metoda je u skladu s normativnim definicijama ODV i njene su klase u skladu s rezultatima završene interkalibracijske vježbe.

Opis nacionalne metode

Modul saprobnost predstavlja normalizirane vrijednosti Hrvatskog saprobnog indeksa (SI_{HR}), koji se temelji na Pantle-Buck-ovom indeksu, ali s prilagođenim indikatorskim vrijednostima. Modul opća degradacija $_{MI}$ normalizirani je multimetrijski indeks te se sastoji od 4 metrike: Ritron indeks, EPT [%] (klase abundancije), Margalefov indeks raznolikosti i Indeks riječne faune (RFI) koji se temelji na odgovorima indikatora (pojedinih taksona iz zajednice makrozoobentosa) na hidromorfološku degradaciju.

Modul saprobnost temelji se isključivo na OEK Hrvatskog saprobnog indeksa (SI_{HR}). Modul opća degradacija jednak je OEK četiriju metrika: $0,2 * \text{Ritron indeks} + 0,2 * \text{EPT [\%]} (klase abundancije) + 0,2 * \text{Margalefov indeks raznolikosti} + 0,4 * \text{Indeks riječne faune (RFI)}$. Konačna ocjena ekološkog stanja na temelju biološkog elementa kvalitete makrozoobentos jednaka je nižoj OEK vrijednosti dvaju modula.

Hrvatski nacionalni sustav ocjene ekološkog stanja prati odrednice ODV budući da uzima u obzir sve indikativne parametre koji su navedeni u dokumentu CIS vodiču br. 14 (2011), a to su: taksonomski sastav, abundancija, udio osjetljivih i tolerantnih svojti te raznolikost (Tablica 11).

Tablica 11: Pregled parametara uključenih u hrvatsku nacionalnu metodu za ocjenu ekološkog stanja na temelju makrozoobentosa u zajedničkim interkalibracijskim tipovima R-E5 i R-E6.

Zemlja članica	Taksonomski sastav	Abundancija	Osjetljive/tolerantne svojte	Raznolikost
HR	x	x	x	x

Analiza podataka

Ritron indeks, EPT [%] (klasa abundancije) i Margalefov indeks raznolikosti su izračunati pomoću ASTERICS 4.04 softvera, dok su Hrvatski saprobni indeks i Indeks riječne faune izračunati zasebno. Hrvatski saprobni indeks (SI_{HR}) je prilagođeni indeks saprobnosti prema Pantle-Buck-u (1955):

$$SI_{HR} = \frac{\sum SIu_i}{\sum u_i}$$

gdje je:

SI_{HR} = Hrvatski saprobni indeks

SI = indikatorska vrijednost pojedinih vrsta/taksona

u_i = broj jedinki izračunat na 1 m²

Indikatorske vrijednosti svojti (SI) specifične su za Hrvatsku.

Indeks riječne faune izračunat je prema sljedećoj jednadžbi:

$$RFI = \frac{\sum_{i=1}^n ac_i \times Rf_i \times HW_i}{\sum_{i=1}^n ac_i \times HW_i}$$

gdje je:

ac_i – razred brojnosti svojte i

Rf_i – indikatorska vrijednost pojedine svojte i

HW_i – hidromorfološka indikatorska težina svojte i

Parametri Indeksa riječne faune (indikatorske vrijednosti i težine; Rf_i i HW_i) tip su specifične za interkalibracijske tipove R-EX5 i R-EX6 i izračunavaju se kanoničkom analizom korespondencije svojti s obzirom na hidromorfološki gradijent (Urbanič, 2014).

Referentni uvjeti

Granice referentnih vrijednosti prate one koji su definirani u EC-GIG-a za interkalibracijske tipove R-E2 i R-E3 (Opartilova, 2011):

Hidromorfološke promjene

Nisu prisutne ili su neznatne (vrijednosti svih ocjena ≤ 2)

Korištenje zemljišta u slivnom području

<0,8% urbane površine u slivu

< 50 Indeks korištenja zemljišta (LUI; engl. *Land Use Index*)

Granice fizikalno-kemijskih pokazatelja

BPK₅ < 2,4 mg/l

P-PO₄ < 0,04 mg/l

N-NO₃ < 6 mg/l

N-NH₄ < 0,1 mg/l

Također je važno da na referentnoj postaji nema nikakvih izvora onečišćenja kao što su direktni utjecaj otpadnih voda, izraženo lokalno zagađenje i sl.

Određivanje granica klasa

Vrijednosti granica klasa za modul opća degradacija kao i granice modula saprobnost za tip R-EX6 su transformirane, što znači da OEK čine "klasične" granice u rasponu od 0-1 (0,8; 0,6; itd.), a konačna OEK vrijednost predstavlja nižu vrijednost transformiranih OEK vrijednosti dvaju modula.

Modul saprobnost

Nizinske male tekućice (zajednički interkalibracijski tip R-EX5)

Većina hrvatskih rijeka koje pripadaju zajedničkom interkalibracijskom tipu R-EX5 su pod antropogenim utjecajem (neke čak i pod znatnim), zbog relativno visokog udjela urbanih područja i poljoprivrednih površina prisutnih u njihovom slivu. Korito većina tekućica je morfološki izmijenjeno te je često ograničeno bočno kretanje tekućica radi izgrađenih nasipa koji štite urbana područja i naselja. U tekućicama koje pripadaju R-EX5 tipu nisu bile prisutne referentne postaje, te su prilikom izračunavanja referentnih vrijednosti indeksa u oba modula, poduzeti alternativni pristupi. Referentne vrijednosti metrika određena su projekcijom iz alternativnih referentnih postaja tzv. „benchmark“ postaja i to na način da je medijanu vrijednosti alternativnih referentnih postaja (granica dobro/vrlo dobro) dodano 20% vrijednosti raspona metrika (Tablica 12).

Donja granica SI_{HR} predstavlja najnižu teoretsku vrijednost metrike i iznosi 3,6 za sve interkalibracije tipove.

Tablica 12: Alternativne referentne postaje u interkalibracijskom tipu R-EX5.

Šifra	Postaja	LUI	P-PO ₄ (mgP/l)	N-NO ₃ (mgN/l)	BPK ₅ (mgO ₂ /l)	N-NH ₄ (mgN/l)	ASPT	Provod (μS/cm)	SI _{HR}
1538 3	Kamešnica, Gregorevac	100,6	0,069	0,752	1,1	0,12	5,75	549	2,33
1610 1	Golinja, Slatina Pokupska	83,2	0,018	0,147	2,202	0,163	6,34	421	2,00
1610 7	Veliki Potok, Bukovci	34,7	0,019	0,262	2,269	0,196	6,24	438	1,95
1623 4	Svinica, Svinica	76,8	0,025	0,269	1,661	0,226	5,67	435	2,15
1623 9	Brijebovina, prije utoka u Sunju, Umetić	49,2	0,021	0,235	2,091	0,218	6,32	486	2,79
1674 6	Utinja, Vratečko (prije utoka u Kupu)	91,0	0,026	0,300	1,826	0,225	6,10	466	2,20
1760 6	Presečno, Drašković	104,5	0,029	0,62	3,1	0,200	5,24	607	2,33
2120 5	Iskrica, Šaptinovci	89,6	0,084	0,771	3,36	0,113	5,36	475	1,95

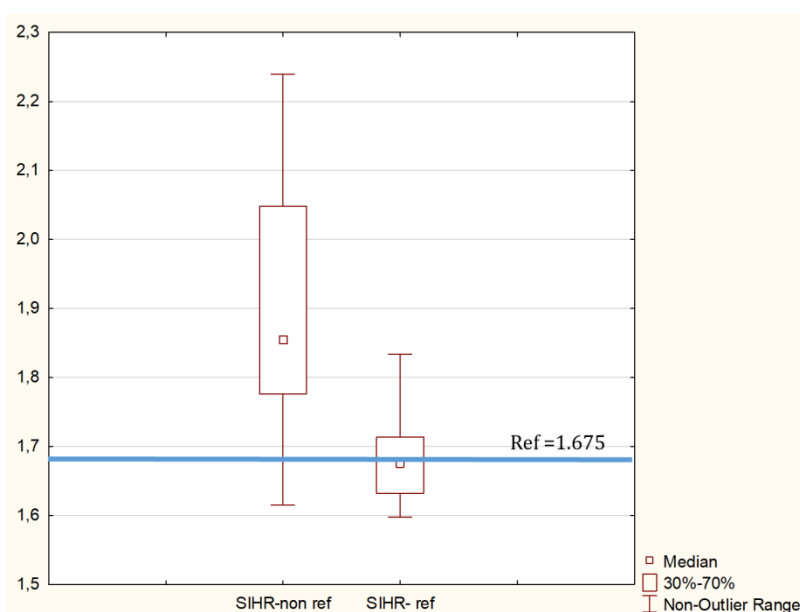
Vrijednost SI_{HR}-a u tipu R-EX5 kretala se od 1,80 do 3,54. 20% ukupnog raspona (maksimalna vrijednost SI_{HR} je 3,6) oduzeto je od granice vrlo dobro/dobro kako bi se dobila referentna vrijednost. Referentna vrijednost za R-EX5 tip iznosi 1,90 (SI_{HR-ref} = 1,90). Granica vrlo dobro/dobro iznosi 2,26, a ostale su granice podijeljene ekvidistalno.

Prigorske srednje velike tekućice (zajednički interkalibracijski tip R-EX6)

Referentna vrijednost saprobnog indeksa za HR tekućice koje pripadaju interkalibracijskom tipu R-EX6 određena je kao medijan vrijednosti indeksa sa sedam referentnih postaja te iznosi 1,68 (Tablica 13, Slika 7).

Tablica 13: Referentne postaje u zajedničkom interkalibracijskom tipu R-EX6.

Ime postaje	LUI	P-PO ₄ (mgP/l)	N-NO ₃ (mgN/l)	BPK ₅ (mgO ₂ /l)	N-NH ₄ (mgN/l)	ASPT	Provod.	HYM O	SI _{HR}
Sivornica, izvorište Psunj	0	0,02	0,54	1,4	0,02	7	80	1	1,6
Stipnica kod mjesta G. Stupnica (H.Kostajnica)	13,8	0,01	0,15	0,7	0,03	7	413	1,1	1,7
Izvor Duboke rijeke	0,5	0,021	0,22	1,2	0,004	6,56	108	1	1,7
Izvor potoka Dubočanka	0	0,029	0,31	0,7	0,017	6,1	311	1,1	1,7
Sutla, Lupinjak	1	0,012	0,44	0,9	0,039	7	281	1,2	1,9
Kamešnica, Kamešnica	0,02	0,022	0,558	1,75	0,036	6,92	458	1	1,8
Bistra, Krainje, Kraljev vrh	9,5	0,019	1,007	1,196	0,04	6,85	224	1,4	1,6



Slika7: Usporedba vrijednosti SI_{HR} indeksa između referentnih i postaja pod antropogenim utjecajem u interkalibracijskom tipu R-EX6.

Granica dobro/vrlo dobro izračunata je kao medijan alternativnih referentnih postaja u tipu R-EX6 (Tablica 14) i iznosi 1,85. Ostale granice raspoređene su ekvidistalno do najlošije vrijednosti SI_{HR} (3,6).

Tablica 14: Alternativne referentne postaje u interkalibracijskom tipu R-EX6 prema Opartilova (2011).

Šifra	Ime	LUI	P-PO ₄ (mgP/l)	N-NO ₃ (mgN/l)	BPK ₅ (mgO ₂ /l)	N-NH ₄ (mgN/l)	ASPT	El. vodljivost (μS/cm)
17553	Sutla, Prišlin	79,73	0,05	1,07	2,8	0,18	6,13	657
21120	Žarovnica (Sutinska), Žarovnica	70,1	0,03	1,29	1,63	0,1	6,4	566
21128	Kašina, Kašina	29,25	0,12	0,39	3,32	0,18	6,4	559

Transformacija vrijednosti OEK za SI_{HR} načinjena je prema slijedećim jednadžbama:

R-EX6 Ref = 1,68 Najniža vrijednost = 3,6

OEK_{SIHR} R-

EX6 **OEK_{transform}**

≥ 0,91 0,8 + 0,2*(OEK_{SIHR R-EX6} - 0,91)/0,09

0,68 - 0,91 0,6 + 0,2*(OEK_{SIHR R-EX6} - 0,68)/0,24

0,45 - 0,68 0,4 + 0,2*(OEK_{SIHR R-EX6} - 0,45)/0,23

0,23 - 0,45 0,2 + 0,2*(OEK_{SIHR R-EX6} - 0,23)/0,23

≤ 0,23 0,2 + 0,2*(OEK_{SIHR R-EX6})/0,23

Modul opća degradacija

R-EX5

U tipu R-EX5 nisu bile prisutne referentne postaje. Modul opća degradacija jednak je OEK četiriju metrika: 0,2 * Ritron indeks + 0,2 * EPT [%] (klase abundancije) + 0,2 * Margalefov indeks raznolikosti + 0,4 * Indeks riječne faune (RFI). Za svaku od četiri metrike, referentna vrijednost izračunata je dodavanjem 20% raspona metrike na granicu vrlo dobro/dobro (Tablica 15). Granica vrlo dobro/dobro izračunata je kao medijan vrijednosti svih alternativnih referentnih postaja. Donje granice metrika za R-EX5 i R-EX6 su jednake i predstavljaju najlošiju vrijednost metrika u bazi koja obuhvaća oba zajednička interkalibracijska tipa.

Tablica 15: Granice klasa i rasponi vrijednosti metrika korištenih za izračun modula opća degradacija za interkalibracijski tip R-E5.

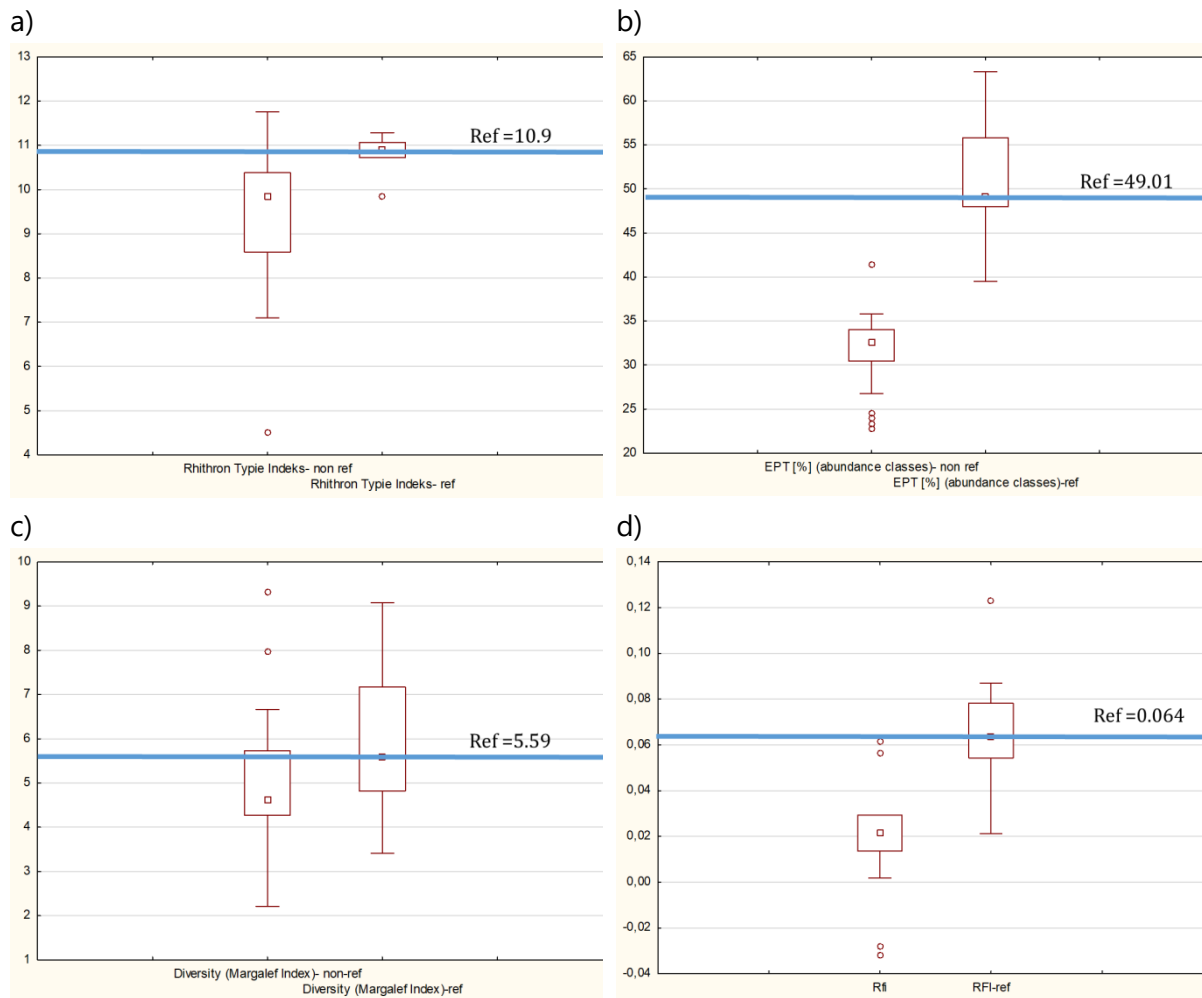
Grupa metrika	Funkcionalna	Taksonomski sastav/abundancija	Raznolikost	Osjetljivost/tolerantnost
Granice metrika za R-E5	Ritron indeks	EPT [%] (klasa abundancije)	Margalefov indeks raznolikosti	RFI
Referentna vrijednost	7,99	32,75	9,55	0,178
Najlošija vrijednost	1,22	0	0,99	-0,511
Granica dobro/vrlo dobro	5,97	23,61	7,51	0,105
Raspon				
Maksimum	11,32	45,69	11,23	0,368
Minimum	1,22	0	0,99	-0,511

R-EX6

U interkalibracijskom tipu R-EX6 referentne vrijednosti za modul opća degradacija određene su kao medijan vrijednosti pojedinih metrika na referentnim postajama (Tablica 16; Slika 8).

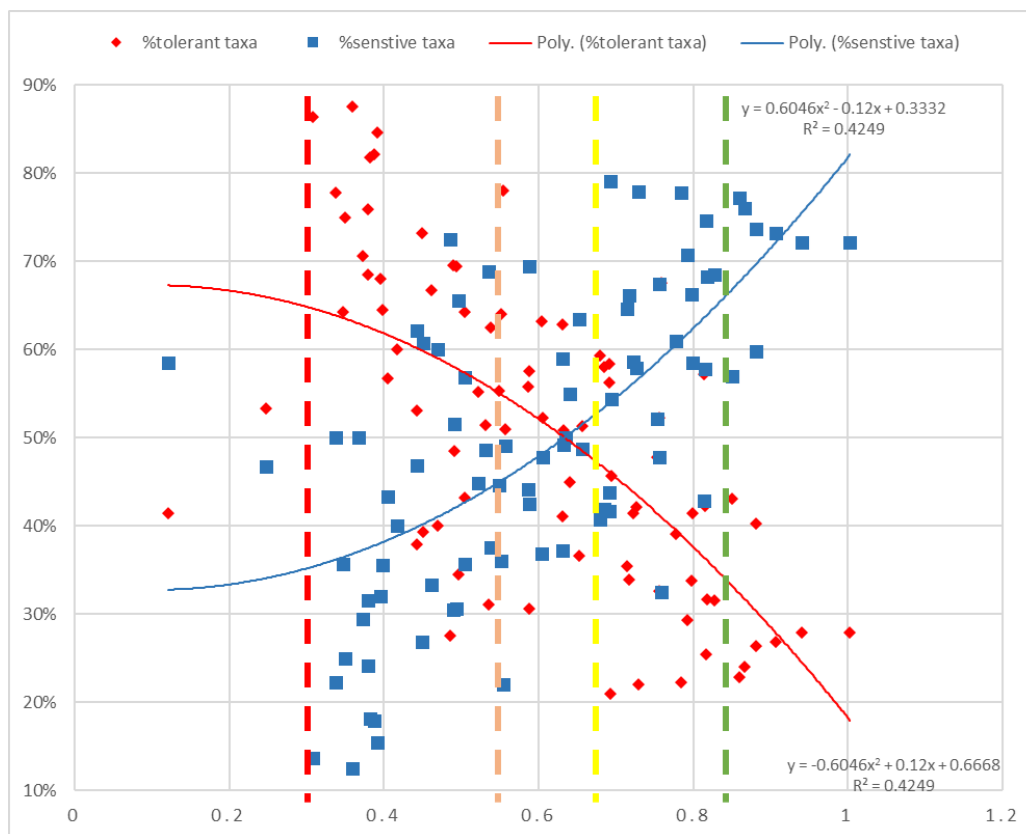
Tablica 16: Granice klasa i rasponi vrijednosti metrika korištenih za izračun modula opća degradacija za interkalibracijski tip R-EX6.

Grupa metrika	Funkcionalna	Taksonomski sastav/abundancija	Raznolikost	Osjetljivost/tolerantnost
Granice metrika za R-EX6	Ritron indeks	EPT [%] (klasa abundancije)	Margalefov indeks raznolikosti	RFI
Referentna vrijednost	10,9	49,01	5,59	0,054
Najlošija vrijednost	1,22	0	0,99	-0,511
Raspon				
Maksimum	13,2	55,81	9,32	0,177
Minimum	4,5	17,09	2,21	-0,147



Slika 8: Usporedba vrijednosti četiri metrike: a) Ritron indeks; b) EPT % (klasa abundancije); c) Maraglefov indeksraznolikosti i d) Indeks riječne faune (RFI) referentnih i ne-referentnih postaja tipa R-EX6. Okomite crte predstavljaju referentnu vrijednost za svaku metriku.

Grafične vrijednosti pet kategorija ekološkog stanja definirane su na temelju promjena u udjelu osjetljivih i tolerantnih svojti (Slika 9). Osjetljive i tolerantne svojte utvrđene su pri izračunu indeksa riječne faune s obzirom na hidromorfološke promjene. Odnos tolerantnih svojti počinje rasti pri $OEK = 0,82$ (granica vrlo dobro/dobro), dok kod $OEK = 0,68$ udio tolerantnih svojti doseže udio osjetljivih svojti (granica dobro/umjereno). Sjecište regresijskih krivulja koje predstavljaju udio tolerantnih i osjetljivih svojti nalazi se približno pri $OEK = 0,62$, a pri $OEK = 0,55$ udio tolerantnih svojti premašuje udio osjetljivih svojti (granica umjereno/loše). Udio tolerantnih svojti počinje dominirati na $OEK = 0,30$ (granica loše/vrlo loše).



Slika 9: Određivanje granica između kategorija ekološkog stanja na temelju raspodjele osjetljivih i tolerantnih svojti.

Kako bi konačni OEK predstavljale „klasične“ granice (0,8; 0,6; itd.), vrijednosti modula opća degradacija_{MI} za R-EX5 i R-EX6 tipove transformirane su pomoću sljedećih jednadžbi:

R-EX5 and R-EX 6

OEK_{GEN DEG R-EX5 and R-EX6}

OEK_{transform}

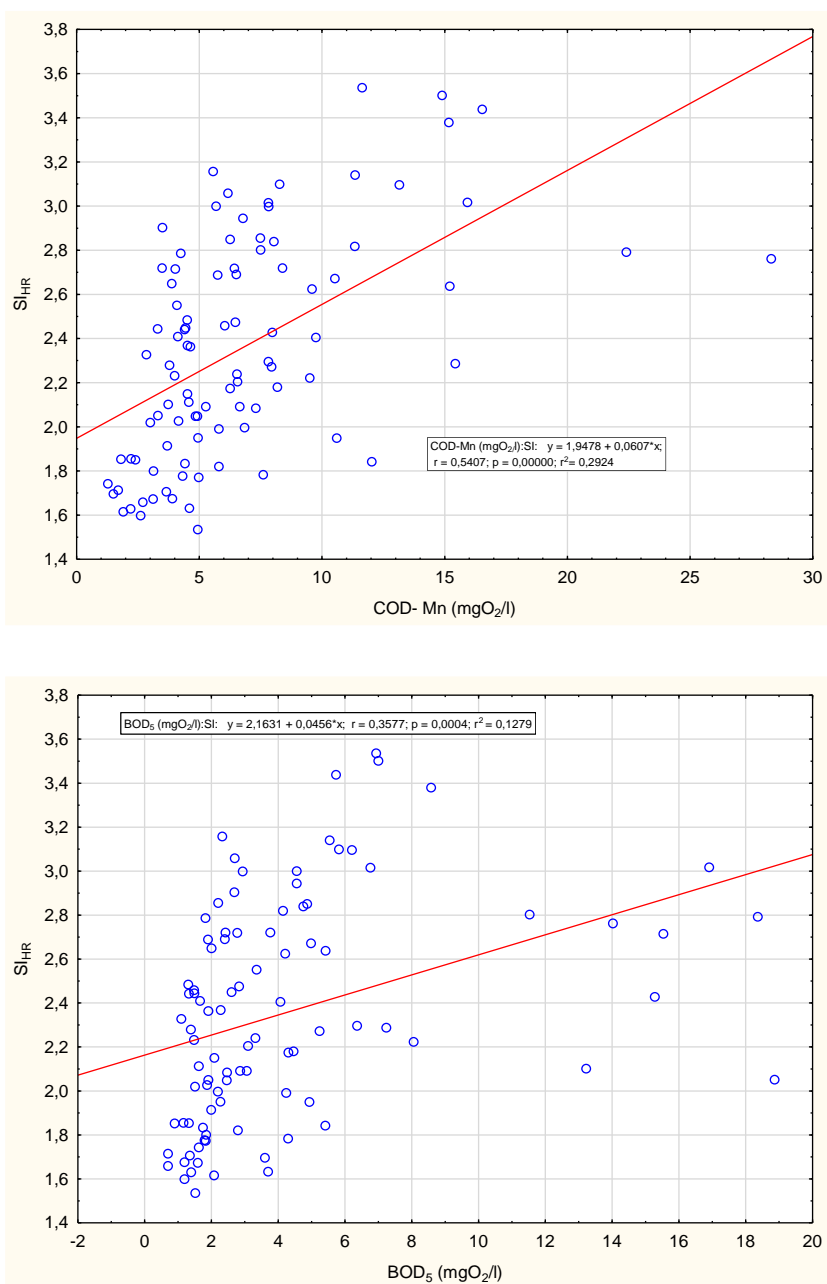
≥0.82	$0.8 + 0.2 * (\text{OEK}_{\text{GEN DEG R-EX5 and R-EX6}} - 0.82) / 0.18$
0.68 – 0.82	$0.6 + 0.2 * (\text{OEK}_{\text{GEN DEG R-EX5 and R-EX6}} - 0.68) / 0.14$
0.55- 0.68	$0.4 + 0.2 * (\text{OEK}_{\text{GEN DEG R-EX5 and R-EX6}} - 0.55) / 0.13$
0.30 – 0.55	$0.2 + 0.2 * (\text{OEK}_{\text{GEN DEG R-EX5 and R-EX6}} - 0.30) / 0.25$
≤0.30	$0.2 * (\text{OEK}_{\text{GEN DEG R-EX5 and R-EX6}}) / 0.30$

Detektirani pritisci

U završnoj interkalibracijskoj vježbi EC GIG, metode zemalja članica ukazuju na opću degradaciju, hidromorfološku degradaciju i onečišćenje organskim tvarima.

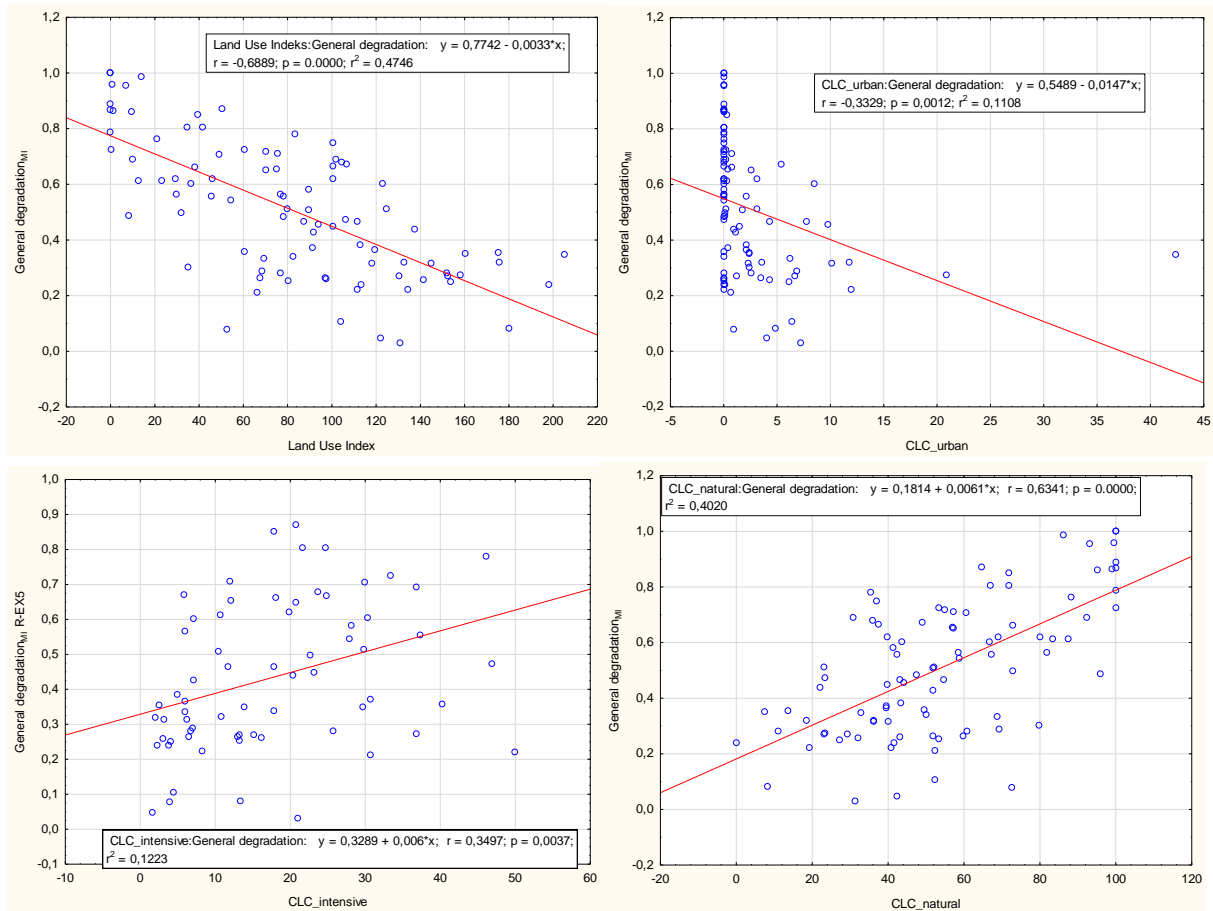
Hrvatska nacionalna metoda je usporediva s metodama koje su već uspješno interkalibrirane te pokazuje odziv na korištenje zemljišta u slivnom području, onečišćenje organskim tvarima, eutrofikaciju i degradaciju staništa. Modul saprobnost ukazuje na organsko onečišćenje (Slika 10), dok su drugi stresori integrirani u modulu opća degradacija_{MI} (Slike 11, 12 i 13). Udio intenzivne poljoprivrede u odnosu na vrijednosti modula opća degradacija prikazan je samo za tip R-EX5, jer je u tipu R-EX6 bilo malo postaja s intenzivnom poljoprivredom u slivu (Slika 11).

Modul saprobnost



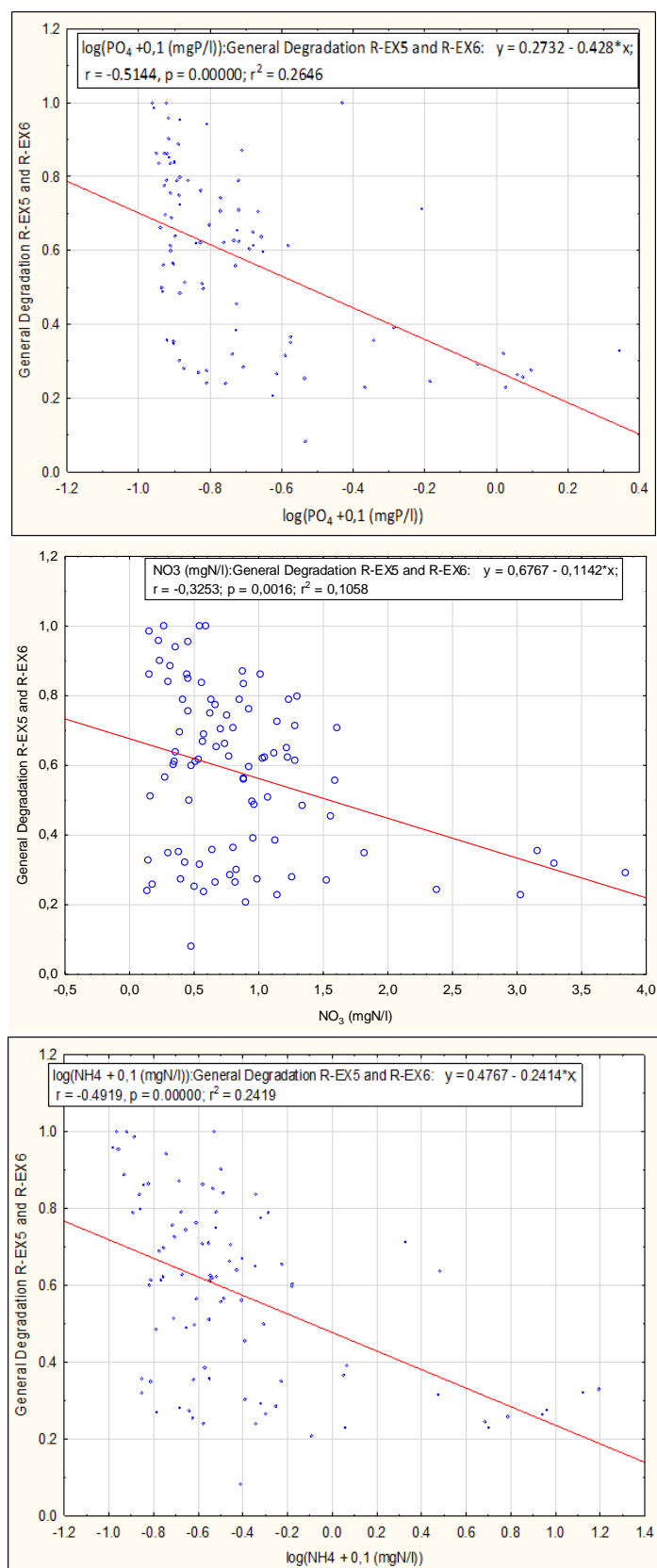
Slika 10: Odnos između kemijske potrošnje kisika (COD) i biološke potrošnje kisika (BOD₅) te vrijednosti Sl_{HR} riječnih tipova unutar zajedničkih interkalibracijskih tipova R-EX5 i R-EX6.

Modul opća degradacija
 A. Korištenje zemljišnog pokrova



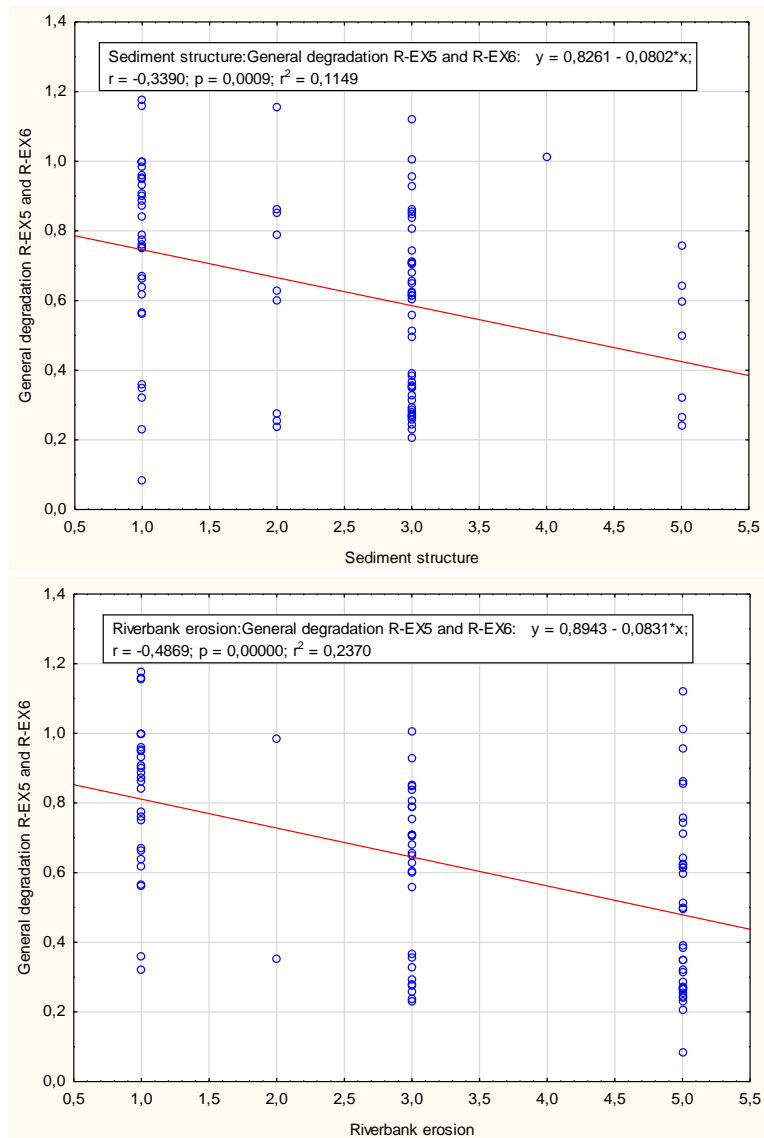
Slika 11: Odnos između indeksa korištenja zemljišta(Land Use Index) i udjela urbanih područja, intenzivne poljoprivrede i prirodnih područja u slivu naspram modula opća degradacija_{ML} za postaje koje pripadaju zajedničkim interkalibracijskim tipovima R-EX5 i R-EX6.

B. Kemijski parametri u vodi



Slika 12: Odnos kemijskih svojstava vode u odnosu na modul opća degradacijaMI za tipove tekućica koje pripadaju zajedničkim interkalibracijskim tipovima R-EX5 i R-EX6.

C. Hidromorfologija



Slika 13: Odnos između pojedinih hidromorfoloških parametara i modula opća degradacija za tipove tekućica koje pripadaju zajedničkim interkalibracijskim tipovima R-EX5 i R-EX6.

S obzirom da SI_{HR} i modul opća degradacija MI pokazuju jasan odnos prema pritiscima (organsko onečišćenje, korištenje zemljišnog pokrova u slivu, kemijski pokazatelji u vodi, hidromorfološka degradacija) mogu se koristiti za ocjenu ekološkog stanja.

Prilog 2. Primjer razvoja sustava ocjene za jezera Dinaridske ekoregije Republike Hrvatske na temelju makrozoobentosa

Metoda ocjene ekološkog stanja jezera Dinaridske ekoregije u RH je tip specifična, odnosno specifična je za svako jezero (Tablica 17). U svakom od definiranih tipova nalazi se jedno prirodno jezero, a izuzetak je tip HR-L_3 unutar kojeg ne nalaze dva jezera.

Tablica 17: Tipovi jezera u Republici Hrvatskoj, površine veće od 0,5 km².

Naziv tipa	Oznak a tipa	Jezero
1.a. Oligotrofna	HR-J_1A	Kozjak
1.b. Oligotrofno-mezotrofna	HR-J_1B	Prošće
2. Nizinska, duboka, srednje velika jezera; Kriptodepresije na karbontanoj podlozi	HR-J_2	Vransko jezero na Cresu
3. Nizinska, srednje duboka, mala jezera; Kriptodepresije na karbonatnoj podlozi	HR-J_3	Crniševo, Oćuša
4. Nizinska, plitka, velika jezera; Kriptodepresije na karbonatnoj podlozi	HR-J_4	Vransko jezero kod Biograda
5. Nizinska, srednje duboka i srednje velika jezera na karbonatnoj podlozi	HR-J_5	Visovac

Sastav zajednice makrozoobentosa odraz je ekoloških prilika koje vladaju na staništu, uključujući i različite stresore: organsko i anorgansko onečišćenje, toksične tvari, zakiseljavanje, poribljavanje te hidromorfološke promjene. Razvijen sustav ocjene ekološkog stanja na temelju makrozoobentosa bazira se na referentnim uvjetima koji su modelirani višestrukom linearnom regresijom (engl. *stepwise multimetric linear model*) temeljem abiotičkih i morfometrijskih podataka jezera te pritiska, koji su u referentnim uvjetima minimalizirani ili su u potpunosti isključeni.

Baza podataka i odabrane metrike

Budući da su prirodna jezera u vrlo dobrom stanju s niskim koncentracijama hranjivih tvari, da bi se dobio potreban gradijent stresora, u bazu podataka su uključeni i podaci iz akumulacija, koje se nalaze u istom geografskom području. Dakle. Za izradu sustava ocjene korištena je baza podataka koja uključuje prirodna jezera i akumulacije koje se nalaze u Dinaridskoj ekoregiji Republike Hrvatske.

Odabrane metrike koje imaju dobre i statistički značajne korelacije s tipološkim pokazateljima te stresorima su: % Chironomini, Margalef indeks raznolikosti, Broj porodica te

EPT [%]. Konačna ocjena ekološkog stanja rezultat je srednje vrijednosti omjera ekološke kakvoće ovih četiriju metrika. Jedina iznimka je jezerski tip HR-L_2, tj. Vransko jezero na Cresu, koje zbog svog ultraoligotrofnog karaktera (ali i izoliranosti), prirodno ima vrlo malu raznolikost. Stoga u izračunu ekološkog stanja za jezerski tip HR-L_2 ne koristimo metriku Margalef indeks raznolikosti.

Okolišni parametri i pritisci

Tipološke karakteristike koje značajno utječu na sastav i strukturu zajednice makrozoobentosa su srednja dubina, nadmorska visina, veličina i volumen jezera te vrijeme zadržavanja vode (engl. *retention time*) i otplavlivanje (drift) (ukoliko se radi o protočnim, baražnim jezerima).

Kao glavni okolišni parametri za koje je procijenjeno da značajno utječu na sastav i strukturu makrozoobentosa istraživanih prirodnih jezera su: nadmorska visina, volumen vodnog tijela, vrijeme zadržavanja vode i salinitet (Tablica 18).

Tablica 18: Odabrani abiotički parametri u istraživanim jezerima.

Jezero	Volumen (milijuni m ³)	n.m.v. (m)	v.z.v.* (dani)	Salinitet (‰)
Vransko jezero (Cres)	220	9,25	11680	0,14
Kozjak	11,4	534,40	46	0,11
Oćuša	7	0,75	100	0,17
Prošće	9,1	636,49	46	0,14
Visovac	103	45	27	0,18
Crniševo	7,3	0,75	100	1,03
Vransko jezero (Biograd)	141	-0,17	365	1,27

*vrijeme zadržavanja vode

Hidromorfološki pritisak ima iznimno značajan utjecaj na makrozoobentos litorala, prije svega u akumulacijama koje se odlikuju velikim godišnjim kolebanjima vodostaja. Navedeni pritisak nije imao značajni gradijent u prirodnim jezerima, te posljedično niti značajne korelacije s relevantnim metrikama. Temeljem prijašnjih istraživanja makrozoobentos se pokazao dobrim pokazateljem hidromorfološkog pritiska (Borics i sur., 2018, de Hoyos i sur., 2014, Poikane i sur., 2011). Stoga, bez obzira na mali gradijent, hidromorfološke ocjene su uključene u model za izračun referentnog stana prirodnih jezera. Ključni pritisci koji značajno utječu na makrozoobentos litorala istraživanih jezera su eutrofikacija i poribljavanje. Kao pokazatelji navedenih pritisaka odabrane su slijedeće varijable: NZP (postotak neprirodnog zemljišnog pokrova u slivnom području vodnog tijela), Chl *a* (koncentracija klorofila *a* u µg/L) te ihtiomasa (masa ribe po hektaru površine jezera).

Spearmanovim koeficijentom korelacije utvrđen je međuodnos stresora i pojedinih metrika, od kojih svi stresori (osim hidromorfološke ocjene) imaju značajne korelacije s odabranim metrikama (Tablica 19).

Tablica 19: Spearmanov koeficijent korelacije između pojedinih pritisaka i odabranih metrika. Statistički značajne korelacije ($P < 0,05$) označene su crveno ($N=43$).

	%Chironomini	Margalef indeks raznolikosti	Broj porodica	EPT [%]
Chl α	-0,32	0,35	0,47	0,15
HYMO ocjena	-0,08	0,14	0,12	0,00
Ihtiomasa	0,66	-0,48	-0,54	-0,60
NZP	0,53	-0,51	-0,55	-0,37

Prema odabranim varijablama konstruiran je model abiotičkih parametara (koji predstavljaju skup abiotičkih uvjeta) i stresora koji značajno utječu na zajednicu makrozoobentosa, kako bi se rekonstruirali referentni uvjeti u svim jezerskim tipovima:

Metrika ~ Nadmorska visina. + Volumen + Salinitet + Vr. zad. vode + Ihtiomasa + NZP + Chla + HYMO ocjena

Prema izrađenom linearnom modelu temeljenom na podacima iz prirodnih jezera i odabranih stajaćica Dinaridske ekoregije, izračunate su referentne vrijednosti metrika za ocjenu ekološkog stanja jezera temeljem makrozoobentosa (Tablica 20).

Tablica 20: Model višestruke linearne regresije odabranih metrika, okolišnih parametara i stresora, korišten kod određivanja vrijednost metrika u referentnim uvjetima.

Metrika	Ekološki uvjeti					Stresori			
	Odsječak na y-osi	Volumen	n.m.v.	Vrijeme zad. vode	Salinitet	Ihtiomasa	NZP	HYMO	chl α
%Chironomini	0,0019	-0,001	0	0	-0,081	0,001	0,001	0,012	-0,012
Diversity Margalef	7,6927	0,012	-0,002	-0,211	-1,54	-0,015	-	0,163	-0,074
EPT (%)	12,2042	-0,005	0,007	0,001	-2,019	0,015	-0,042	-0,783	0,934
N porodica	37,1813	0,051	-0,001	-0,002	-7,871	-0,044	-0,158	0,243	1,057

Tip specifične referentne vrijednosti izračunate su za svaku metriku, a gornje dopuštene granične vrijednosti za pritiske preuzete su iz literature. Referentne vrijednosti za ihtiomasa (kg/ha) određene su prema odgovarajućim vrijednostima ukupnog fosfora (Gassner et al.,

2003). Referentne vrijednosti Chl *a* za istraživane jezerske tipove su poznate i objavljene (Poikane i sur., 2011). Gornja prihvatljiva granica udjela neprirodnog zemljišnog pokrova u slivnom području iznosi 8% (Ntislidou i sur., 2016), dok je gornja granica za hidromorfološku alternaciju postavljena na 1,5 (Poikane, 2009). Tip specifične referentne vrijednosti za sve pokazatelje pojedinih pritisaka prikazani su u Tablici 21).

Tablica 21: Referentne vrijednosti za pokazatelje pojedinih pritisaka u prirodnim jezerima.

	Chl <i>a</i> (µg/L)	NZP (%)	Ihtiomasa (kg/ha)	HYMO
HR-L_1A	1,8	8	47,37	1,5
HR-L_1B	1,8	8	47,37	1,5
HR-L_2	1,8	8	47,37	1,5
HR-L_3	1,8	8	47,37	1,5
HR-L_4	1,8	8	47,37	1,5
HR-L_5	2,5	8	101,11	1,5

Iz ranije spomenutog modela i granica referentnih vrijednosti za pojedine pritiske, ekstrapolirane su tip specifične referentne vrijednosti za svaku metriku (Tablica 22), dok minimalne vrijednosti (donja granica) predstavljaju najlošije vrijednosti za pojedinu metriku unutar cijelog seta podataka.

Tablica 22: Tip specifične referentne vrijednosti za pojedine metrike.

Tip jezera	Metrika	Referentna vrijednost
HR-J_1A	% Chironomini	0,036
	Margalef indeks	5,88
	EPT (%)	16,80
	Broj porodica	35,47
HR-J_1B	% Chironomini	0,036
	Margalef indeks	5,60
	EPT (%)	17,51
	Broj porodica	35,07
HR-J_2	% Chironomini	0
	Margalef indeks	ne primjenjuje se
	EPT (%)	26,96
	Broj porodica	20,59
HR-J_3	% Chironomini	0,035
	Margalef indeks	6,78
	EPT (%)	12,82
	Broj porodica	34,92
HR-J_4	% Chironomini	0
	Margalef indeks	5,77
	EPT (%)	11,72
	Broj porodica	30,95
HR-J_5	% Chironomini	0
	Margalef indeks	7,90
	EPT (%)	12,57
	Broj porodica	39,90

Najlošije vrijednosti metrika iste su za sve jezerske tipove i iznose:

- 1) % Chironomini – 0,4;
- 2) Margalef indeks raznolikosti – 2,28;
- 3) EPT (%) - 1,02;
- 4) broj porodica - 9.

Na temelju monitoring podataka o zabilježenim vrijednostima metrika te podataka o referentnim vrijednostima te najlošijim mogućim vrijednostima metrika, izračunavaju se omjeri ekološke kakvoće.

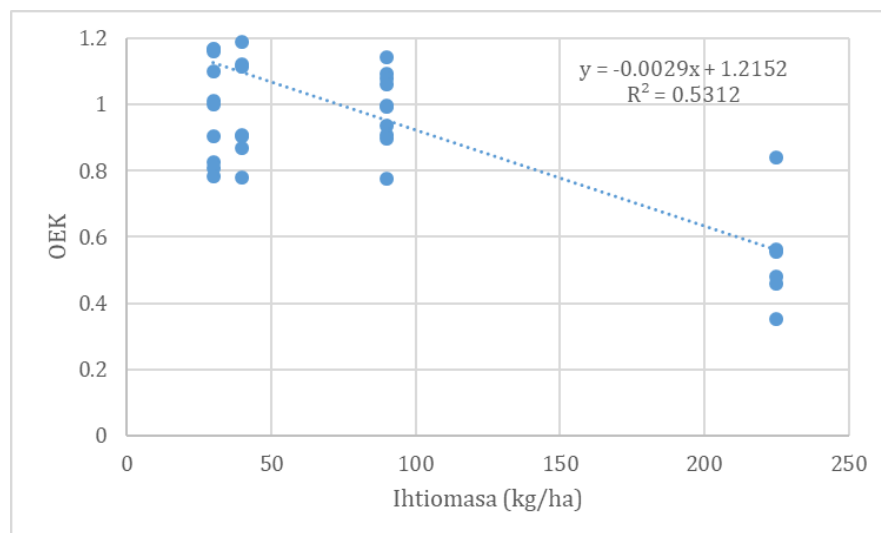
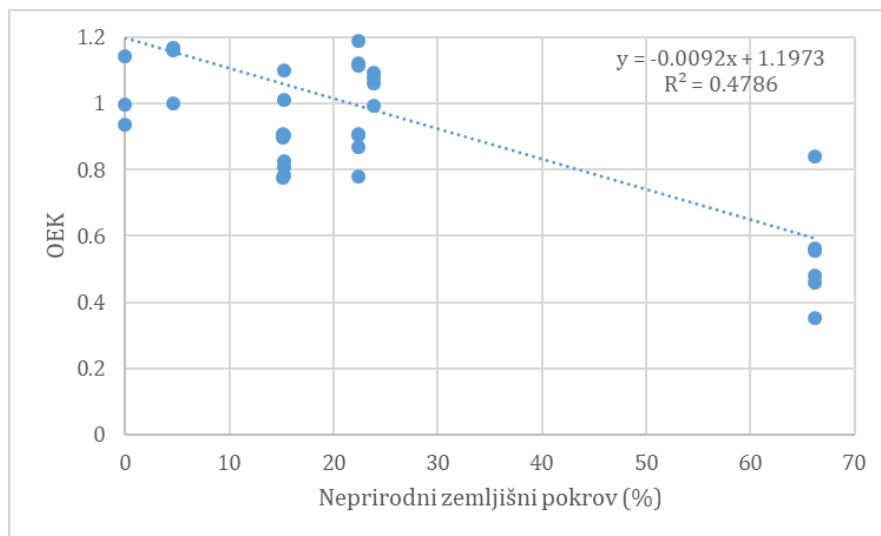
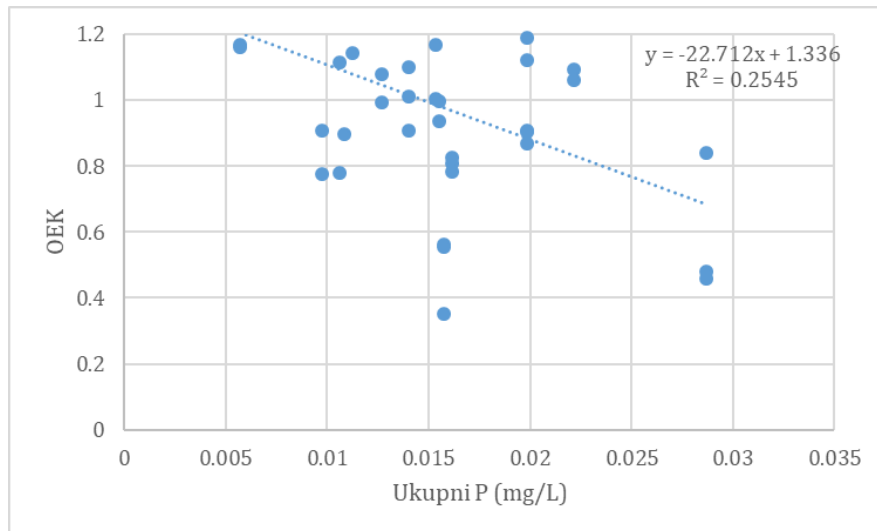
Grafične vrijednosti omjera ekološke kakvoće (OEK) svrstane su u pet kategorija ekološkog stanja i prikazane su u Tablici 23.

Tablica 23: Granične vrijednosti omjera ekološke kakvoće i pripadajuće ekološko stanje.

OEK	Ekološko stanje
> 0,8	Vrlo dobro
0,6-0,8	Dobro
0,4-0,6	Umjereno
0,2-0,4	Loše
< 0,2	Vrlo loše

Predloženi multimetrički indeks reagira na način da se u uvjetima povećanih pritisaka (eutrofikacija i poribljavanje) smanjuje vrijednost metrika; broj (N) porodica, Margalefov indeks raznolikosti te udio ETP svojti, a u uvjetima povećanog stupnja eutrofikacije povećava se udio tolerantnog plemena Chironomini (Diptera-Chironomidae).

Konačni test sustava ocjene ekološkog stanja jezera napravljen je usporedbom vrijednosti OEK i vrijednosti stresora: Ihtiomasa, Neprirodni zemljišni pokrov (NZP) i Ukupni fosfor. Svi jednostavni modeli linearne regresije statistički su značajni (Slika 14).



Slika 14. Odnos omjera ekološke kakvoće (OEK) prirodnih jezera i stresora: 1) Ukupni fosfor, 2) Udio neprirodnog zemljišnog pokrova i 3) Ihtiomasa.

Literatura

Earnshaw, M.R., Jones, K.C., Sweetman, A., 2013: Estimating European historical production, consumption and atmospheric emissions of decabromodiphenylether. *Science of the Total Environment*, 447: 133–142.

European Commission, 2000: Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy. *Official Journal L 327*, 22/12/2000.

European Environment Agency, 2018: European waters — Assessment of status and pressures 2018.

European Environment Agency, 2018: Mercury in Europe's environment – A priority for European and global action.

Grizzetti, B., Pistocchi, A., Liqueste, C., Udias, A., Bouraoui, F., Van De Bund, W., 2017: Human pressures and ecological status of European rivers. *Scientific reports*, 7(1), 1-11.

Halleraker, J. H., van de Bund, W., Bussetini, M., Gosling, R., Döbbelt-Grüne, S., Hensman, J., Kling, J., Koller-Kreimel, V., Pollard P., 2016: Working Group ECOSTAT report on common understanding of using mitigation measures for reaching Good Ecological Potential for heavily modified water bodies - Part 1: Impacted by water storage.

Hering, D., Feld, C.K., Moog, O., Ofenbock T., 2006: Cook book for the development of a Multimetric Index for biological condition of aquatic ecosystems: experiences from the European AQEM and STAR projects and related initiatives. *Hydrobiologia*, 566: 311–324.

Hrvatske vode, 2016: Metodologija uzorkovanja, laboratorijskih analiza i određivanja omjera ekološke kakvoće bioloških elemenata kakvoće.

Hutzinger, O., Thoma, H., 1987: Polybrominated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans: The flame retardant issue. *Chemosphere* 16, 1877–1880.

Kampa, E., Kranz, N., 2005: Workshop "WFD & Hydromorphology" (Radionica „Okvirna direktiva o vodama i hidromorfologija“), 17. – 19. listopada 2005., Prag. Sažeto izvješće CIS-a.

Mihaljević, Z., Miliša, M., Pozojević I., 2020: Report on fitting a macroinvertebrate classification method with the results of the completed intercalibration of the EC GIG (R-EX5 and R-EX6). Hrvatske vode, Zagreb.

Mihaljević, Z., Pozojević, I., 2020: Report on Croatian lake benthic macroinvertebrates classification method in the case where the Intercalibration exercise is not possible (Gap 3). Hrvatske vode, Zagreb.

Opatrilova L. (ed), 2011: WFD Intercalibration Phase 2: Milestone 5 report – River/EC GIG/Benthic Invertebrates. European Commission Directorate General. JRC. Institute of Environment and Sustainability.

Plan upravljanja vodnim područjima 2016. - 2021., 2016: Narodne novine, broj 66.

Posthuma, L., Zijp, M.C., De Zwart, D., Van de Meent, D., Globevnik, L., Koprivsek, M., Focks, A., Van Gils, J., Birk, S., 2020: Chemical pollution imposes limitations to the ecological status of European surface waters. Scientific reports, 10(1), 1-12.

Strategija upravljanja vodama, 2008: Narodne novine, broj 91.

Uredba o standardu kakvoće voda, 2019: Narodne novine broj 66.

WFD CIS Guidance Document No 4, 2003. Identification and Designation of Heavily Modified and Artificial Water Bodies, Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.

WFD CIS Guidance Document No 13, 2003. Overall approach to the classification of ecological status and ecological potential, Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.

WFD CIS Guidance Document No 37, 2019. Steps for defining and assessing ecological potential for improving comparability of Heavily Modified Water Bodies.

Zakon o vodama, 2009. Narodne novine, br. 153.

The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents, which reflect the views only of the authors, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.