

HRVATSKE VODE

SEKTOR RAZVITKA

2022.



PLAN UPRAVLJANJA VODNIM PODRUČJIMA 2022. – 2027.

Prateća dokumentacija

**DOPUNA STANDARDA FIZIKALNO-KEMIJSKIH ELEMENATA ZA
RIJEKE I JEZERA I TIPIZACIJA JEZERA KUTI**



Hrvatske vode
Sektor razvitka, Glavni vodnogospodarski laboratorij
Ulica grada Vukovara 220
10000 Zagreb
Hrvatska

Dokument izradio:
dr. sc. Igor Stanković

Suradnici:
prof. dr. sc. Zlatko Mihaljević
izv. prof. dr. sc. Marija Gligora Udovič

Voditelj Sektora razvitka
dr. sc. Danko Biondić

Naslovna fotografija:
Jezero Kuti

Sadržaj

1. Uvod.....	1
1.1. Kratak pregled implementacije Okvirne direktive o vodama, razvoj tipologije površinskih kopnenih voda i standarda kakvoće za ocjenu ekološkog stanja i potencijala.....	1
1.2. Salinitet.....	2
1.3. Prirodna jezera u Hrvatskoj.....	3
1.4. Ciljevi.....	3
2. Materijal i metode.....	4
2.1. Područje istraživanja.....	4
2.2. Tipizacija jezera Kuti.....	10
2.3. Postupak izrade standarda kakvoće za fizikalno-kemijske pokazatelje u prirodnim, umjetnim i znatno promijenjenim jezerima.....	11
2.3.1. Prirodna jezera.....	11
2.3.2. Umjetna i znatno promijenjena jezera.....	11
2.4. Analiza trofičkog stanja umjetnih i znatno promijenjenih jezera.....	12
2.5. Izrada standarda kakvoće za salinitet u prirodnim, umjetnim i znatno promijenjenim rijekama.....	12
2.6. Određivanje koeficijenta za preračunavanje vrijednosti električne vodljivosti u salinitet....	13
2.7. Obrada podataka.....	13
3. Rezultati.....	14
3.1. Tipizacija jezera Kuti.....	14
3.2. Dopuna standarda kakvoće za fizikalno-kemijske pokazatelje u prirodnim, umjetnim i znatno promijenjenim jezerima.....	14
3.2.1. Prirodna jezera.....	14
3.2.2. Umjetna i znatno promijenjena jezera.....	21
3.3. Salinitet u prirodnim, umjetnim i znatno promijenjenim rijekama.....	37
3.3.1. Granice klasa za ocjenu ekološkog stanja i potencijala u rijekama.....	37
3.3.2. Način pretvorbe vrijednosti električne vodljivosti u salinitet.....	37
3.4. Način i periodi ocjene ekološkog stanja i potencijala prema predloženim pokazateljima....	41
4. Zaključci.....	42
5. Literatura.....	44

Popis slika

- Slika 1. Karta Hrvatske s naznačenim prirodnim (brojevi od 1 do 8), umjetnim i znatno promijenjenim jezerima (brojevi od 9 do 44) te granicama ekoregija i subekoregija..... 6
- Slika 2 Box-Whiskers prikaz vrijednosti fizikalno-kemijskih pokazatelja u prirodnim jezerima >0,5 km² u Republici Hrvatskoj. Na x-osi su kratice pojedinih jezera: K- Kozjak, P – Prošćansko, VC – Vransko, otok Cres, VB – Vransko, kod Biograda na Moru, VI – Visovačko, CR – Crniševo, Baćinska jezera, O – Oćuša, Baćinska jezera, KU – Kutli. Pojedinačne točke označavaju outlier-e. Crta u sredini stupića je vrijednost medijana..... 16
- Slika 3 Box-Whiskers prikaz vrijednosti Secchi prozirnosti u umjetnim i znatno promijenjenim jezerima s površinom većom od 0,5 km² u Republici Hrvatskoj u Panonskoj (gore) i Dinaridskoj (dolje) ekoregiji. Na x-osi su kratice pojedinih jezera: PO – Popovac, JO – Jošava, ČL – Čingi Lingi, GR – Grabovo jezero, PA – Pakra, RA – Rakitje, LA – Lapovac II, SA – Sakadaš, KO – Koritnjak, BO – Borovik, JV – Jarunsko jezero, Veliko, ŠO – Šoderica, ČI – Novo Čiče, OR – Ormoško jezero, ČK – HE Čakovec, DU – HE Dubrava, TR – Tribalj, PN – Ponikve, PR – Prološko blato, NJ – Jezero kraj Njivica, VL – Vlačine, BU – Butoniga, KR – Sklope, Kruščica, LP – Lepenica, LO – Lokvarka, PE – HE Peruča, RI – Ričica, BA – Bajer, OP – Opsenica, ŠT – Štikada, GO – HE Golubić, BR – Brlog, PČ – Prančevići, ĐA – HE Đale, BLJ – Brljan, RZ – Razovac, SB – Sabljaci, LE – Lešće. Pojedinačne točke označavaju outlier-e. Crta u sredini stupića je vrijednost medijana, a raspon stupića je od 25-og do 75-og percentila. 22
- Slika 4 Box-Whiskers prikaz vrijednosti BPK₅ u umjetnim i znatno promijenjenim jezerima s površinom većom od 0,5 km² u Republici Hrvatskoj u Panonskoj (gore) i Dinaridskoj (dolje) ekoregiji. Na x-osi su kratice pojedinih jezera: PO – Popovac, JO – Jošava, ČL – Čingi Lingi, GR – Grabovo jezero, PA – Pakra, RA – Rakitje, LA – Lapovac II, SA – Sakadaš, KO – Koritnjak, BO – Borovik, JV – Jarunsko jezero, Veliko, ŠO – Šoderica, ČI – Novo Čiče, OR – Ormoško jezero, ČK – HE Čakovec, DU – HE Dubrava, TR – Tribalj, PN – Ponikve, PR – Prološko blato, NJ – Jezero kraj Njivica, VL – Vlačine, BU – Butoniga, KR – Sklope, Kruščica, LP – Lepenica, LO – Lokvarka, PE – HE Peruča, RI – Ričica, BA – Bajer, OP – Opsenica, ŠT – Štikada, GO – HE Golubić, BR – Brlog, PČ – Prančevići, ĐA – HE Đale, BLJ – Brljan, RZ – Razovac, SB – Sabljaci, LE – Lešće. Pojedinačne točke označavaju outlier-e. Crta u sredini stupića je vrijednost medijana, a raspon stupića je od 10-og do 90-og percentila. 23
- Slika 5 Box-Whiskers prikaz vrijednosti KPK-Mn u umjetnim i znatno promijenjenim jezerima s površinom većom od 0,5 km² u Republici Hrvatskoj u Panonskoj (gore) i Dinaridskoj (dolje) ekoregiji. Na x-osi su kratice pojedinih jezera: PO – Popovac, JO – Jošava, ČL – Čingi Lingi, GR – Grabovo jezero, PA – Pakra, RA – Rakitje, LA – Lapovac II, SA – Sakadaš, KO – Koritnjak, BO – Borovik, JV – Jarunsko jezero, Veliko, ŠO – Šoderica, ČI – Novo Čiče, OR – Ormoško jezero, ČK –

HE Čakovec, DU – HE Dubrava, TR – Tribalj, PN – Ponikve, PR – Prološko blato, NJ – Jezero kraj Njivica, VL – Vlačine, BU – Butoniga, KR – Sklope, Kruščica, LP – Lepenica, LO – Lokvarka, PE – HE Peruča, RI – Ričica, BA – Bajer, OP – Opsenica, ŠT – Štikada, GO – HE Golubić, BR – Brlog, PČ – Prančevići, ĐA – HE Đale, BLJ – Brljan, RZ – Razovac, SB – Sabljaci, LE – Lešće. Pojedinačne točke označavaju outlier-e. Crta u sredini stupića je vrijednost medijana, a raspon stupića je od 10-og do 90-og percentila.24

Slika 6 Box-Whiskers prikaz vrijednosti koncentracije nitrata u umjetnim i znatno promijenjenim jezerima s površinom većom od 0,5 km² u Republici Hrvatskoj u Panonskoj (gore) i Dinaridskoj (dolje) ekoregiji. Na x-osi su kratice pojedinih jezera: PO – Popovac, JO – Jošava, ČL – Čingi Lingi, GR – Grabovo jezero, PA – Pakra, RA – Rakitje, LA – Lapovac II, SA – Sakadaš, KO – Koritnjak, BO – Borovik, JV – Jarunsko jezero, Veliko, ŠO – Šoderica, ČI – Novo Čiče, OR – Ormoško jezero, ČK – HE Čakovec, DU – HE Dubrava, TR – Tribalj, PN – Ponikve, PR – Prološko blato, NJ – Jezero kraj Njivica, VL – Vlačine, BU – Butoniga, KR – Sklope, Kruščica, LP – Lepenica, LO – Lokvarka, PE – HE Peruča, RI – Ričica, BA – Bajer, OP – Opsenica, ŠT – Štikada, GO – HE Golubić, BR – Brlog, PČ – Prančevići, ĐA – HE Đale, BLJ – Brljan, RZ – Razovac, SB – Sabljaci, LE – Lešće. Pojedinačne točke označavaju outlier-e. Crta u sredini stupića je vrijednost medijana, a raspon stupića je od 10-og do 90-og percentila.25

Slika 7 Box-Whiskers prikaz vrijednosti koncentracije ukupnog dušika u umjetnim i znatno promijenjenim jezerima s površinom većom od 0,5 km² u Republici Hrvatskoj u Panonskoj (gore) i Dinaridskoj (dolje) ekoregiji. Na x-osi su kratice pojedinih jezera: PO – Popovac, JO – Jošava, ČL – Čingi Lingi, GR – Grabovo jezero, PA – Pakra, RA – Rakitje, LA – Lapovac II, SA – Sakadaš, KO – Koritnjak, BO – Borovik, JV – Jarunsko jezero, Veliko, ŠO – Šoderica, ČI – Novo Čiče, OR – Ormoško jezero, ČK – HE Čakovec, DU – HE Dubrava, TR – Tribalj, PN – Ponikve, PR – Prološko blato, NJ – Jezero kraj Njivica, VL – Vlačine, BU – Butoniga, KR – Sklope, Kruščica, LP – Lepenica, LO – Lokvarka, PE – HE Peruča, RI – Ričica, BA – Bajer, OP – Opsenica, ŠT – Štikada, GO – HE Golubić, BR – Brlog, PČ – Prančevići, ĐA – HE Đale, BLJ – Brljan, RZ – Razovac, SB – Sabljaci, LE – Lešće. Pojedinačne točke označavaju outlier-e. Crta u sredini stupića je vrijednost medijana, a raspon stupića je od 10-og do 90-og percentila.26

Slika 8 Box-Whiskers prikaz vrijednosti koncentracije ukupnog fosfora u umjetnim i znatno promijenjenim jezerima s površinom većom od 0,5 km² u Republici Hrvatskoj u Panonskoj (gore) i Dinaridskoj (dolje) ekoregiji. Na x-osi su kratice pojedinih jezera: PO – Popovac, JO – Jošava, ČL – Čingi Lingi, GR – Grabovo jezero, PA – Pakra, RA – Rakitje, LA – Lapovac II, SA – Sakadaš, KO – Koritnjak, BO – Borovik, JV – Jarunsko jezero, Veliko, ŠO – Šoderica, ČI – Novo Čiče, OR – Ormoško jezero, ČK – HE Čakovec, DU – HE Dubrava, TR – Tribalj, PN – Ponikve, PR – Prološko blato, NJ – Jezero kraj Njivica, VL – Vlačine, BU – Butoniga, KR – Sklope, Kruščica, LP – Lepenica, LO – Lokvarka, PE – HE Peruča, RI – Ričica, BA – Bajer, OP – Opsenica, ŠT – Štikada, GO – HE Golubić, BR – Brlog, PČ – Prančevići, ĐA – HE Đale, BLJ – Brljan, RZ – Razovac, SB – Sabljaci,

LE – Lešće. Pojedinačne točke označavaju outlier-e. Crta u sredini stupića je vrijednost medijana, a raspon stupića je od 10-og do 90-og percentila.	28
Slika 9 Box-Whiskers prikaz vrijednosti koncentracije klorofila a u umjetnim i znatno promijenjenim jezerima s površinom većom od 0,5 km ² u Republici Hrvatskoj u Panonskoj (gore) i Dinaridskoj (dolje) ekoregiji. Na x-osi su kratice pojedinih jezera: PO – Popovac, JO – Jošava, ČL – Čingi Lingi, GR – Grabovo jezero, PA – Pakra, RA – Rakitje, LA – Lapovac II, SA – Sakadaš, KO – Koritnjak, BO – Borovik, JV – Jarunsko jezero, Veliko, ŠO – Šoderica, ČI – Novo Čiče, OR – Ormoško jezero, ČK – HE Čakovec, DU – HE Dubrava, TR – Tribalj, PN – Ponikve, PR – Prološko blato, NJ – Jezero kraj Njivica, VL – Vlačine, BU – Butoniga, KR – Sklope, Kruščica, LP – Lepenica, LO – Lokvarka, PE – HE Peruča, RI – Ričica, BA – Bajer, OP – Opsenica, ŠT – Štikada, GO – HE Golubić, BR – Brlog, PČ – Prančevići, ĐA – HE Đale, BLJ – Brljan, RZ – Razovac, SB – Sabljaci, LE – Lešće. Pojedinačne točke označavaju outlier-e. Crta u sredini stupića je vrijednost medijana, a raspon stupića je od 10-og do 90-og percentila.	29
Slika 10 Dijagram raspršenosti odnosa električne vodljivosti i saliniteta s linearnom regresijom za opis veze ta dva pokazatelja za interkalibracijske tipove R-E2, R-E3 i R-EX5. Na dijagramima su prikazane jednadžbe pravca i koeficijenti korelacije.	38
Slika 11 Dijagram raspršenosti odnosa električne vodljivosti i saliniteta s linearnom regresijom za opis veze ta dva pokazatelja za interkalibracijske tipove R-EX6, R-EX7 i R-EX8. Na dijagramima su prikazane jednadžbe pravca i koeficijenti korelacije.	39
Slika 12 Dijagram raspršenosti odnosa električne vodljivosti i saliniteta s linearnom regresijom za opis veze ta dva pokazatelja za interkalibracijske tipove M1, M2 i M3. Na dijagramima su prikazane jednadžbe pravca i koeficijenti korelacije.....	40
Slika 13 Dijagram raspršenosti odnosa električne vodljivosti i saliniteta s linearnom regresijom za opis veze ta dva pokazatelja za interkalibracijski tip L2 te za grupu tipova koji nisu prošli interkalibraciju (Ostalo). Na dijagramima su prikazane jednadžbe pravca i koeficijenti korelacije. ...	41

Popis tablica

Tablica 1. Popis prirodnih jezera u republici Hrvatskoj s pripadajućim tipovima prema Uredbi o standardu kakvoće voda (Narodne novine, 96/19).....	6
Tablica 2. Popis umjetnih i znatno promijenjenih jezera u republici Hrvatskoj s pripadajućim tipovima prema Uredbi o standardu kakvoće voda (Narodne novine, 96/19).	7
Tablica 3 Abiotički čimbenici za tipizaciju prirodnih jezera površine veće od 0,5 km ²	10
Tablica 5 Granične vrijednosti za trofička stanja umjetnih i znatno promijenjenih jezera za pokazatelje koncentracija klorofila a, Secchi prozirnost i koncentraciju ukupnog fosfora prema OECD (1982) iz Bellinger i Sigeo (2015).....	12
Tablica 6. Granične vrijednosti kategorija ekološkog stanja za osnovne fizikalno-kemijske pokazatelje jezera kao prijedlog za dopunu Uredbe o standardu kakvoće voda (Narodne novine, 96/19).....	18
Tablica 7. Tablični prikaz kriterija za određivanje granice klasa za dobar i bolji potencijal za umjetna i znatno promijenjena jezera.	32
Tablica 8 Granične vrijednosti kategorija ekološkog potencijala za osnovne fizikalno-kemijske pokazatelje znatno promijenjenih i umjetnih jezera kao prijedlog za dopunu Uredbe o standardu kakvoće voda (Narodne novine, 96/19).....	33
Tablica 9 Granice klasa za salinitet za ocjenu ekološkog stanja u rijekama.....	37
Tablica 10 Granice klasa za salinitet za ocjenu ekološkog potencijala u umjetnim i znatno promijenjenim rijekama.	37

1. Uvod

1.1. Kratak pregled implementacije Okvirne direktive o vodama, razvoj tipologije površinskih kopnenih voda i standarda kakvoće za ocjenu ekološkog stanja i potencijala

Implementacija Okvirne direktive o vodama (WFD, 2000) (ODV) u Republici Hrvatskoj je započela nedugo nakon objave same direktive, a 2007. godine je pokrenut EU Twinning projekt za implementaciju europske politike upravljanja vodama u Hrvatskoj. Kako ODV zahtjeva da upravljanje vodama u svim aspektima bude tip specifično, tijekom tog projekta je napravljena osnovna tipizacija rijeka i jezera. Prva tipologija je uključivala samo prirodne tipove jer u to vrijeme nije bilo podloge za proglašavanje kandidata za umjetna i znatno promijenjena vodna tijela. Temelj tipizacije su bili abiotički pokazatelji pri čemu su dobivena 62 abiotička tipa rijeka te pet tipova jezera, od čega jedan tip ima dva podtipa, A i B. Kod izrade prvog klasifikacijskog sustava ocjene ekološkog stanja za biološke elemente kakvoće, pokazala se potreba za grupiranjem abiotičkih tipova u biotičke tipove rijeka te je time dobivena klasifikacija od ukupno 28 biotičkih tipova rijeka, a sve je objavljeno u Uredbi o standardu kakvoće voda (Narodne novine, 73/13). U istoj Uredbi o standardu kakvoće voda su objavljeni i tip specifični standardi za prateće fizikalno-kemijske pokazatelje za rijeke (pH, BPK₅, KPK-Mn, amonij, nitrati, ukupni dušik, ortofosfati i ukupni fosfor) i jezera (Secchi prozirnost KPK-Mn, nitrati i ukupni fosfor).

Dalje je uslijedilo unaprjeđenje monitoringa i ocjene stanja voda prema ODV pa su osmišljena i pokrenuta četiri projekta za razvoj ocjene ekološkog potencijala u Republici Hrvatskoj, pri čemu je razrađena i tipologija umjetnih i znatno promijenjenih rijeka i jezera (Mihaljević i sur., 2018a, b, Matonićkin Kepčija i sur., 2021, Mihaljević i sur., 2021). Rezultati projekata za razvoj ekološkog potencijala u jezerima su objavljeni u novoj Uredbi o standardu kakvoće voda (Narodne novine, 96/19) koja je i sada na snazi. Rezultati projekata za razvoj ekološkog potencijala u rijekama se ne nalaze u navedenoj Uredbi o standardu kakvoće voda jer su završeni kasnije. U važećoj Uredbi o standardu kakvoće voda se tako nalaze tip specifični omjeri ekološke kakvoće za ocjenu ekološkog potencijala za biološke elemente kakvoće i granice klasa ekološkog potencijala fizikalno-kemijske elemente kakvoće za umjetna i znatno promijenjena jezera te njihova tipologija. Od fizikalno-kemijskih pokazatelja navedeni su samo ukupni dušik i ukupni fosfor koji su razvijeni na teoretskoj osnovi iz jednadžbe za pretvaranje koncentracije klorofila *a* u koncentraciju ukupnog dušika i ukupnog fosfora te granice koncentracije klorofila *a* za dobar i bolji ekološki potencijal (Mihaljević i sur., 2018a, b). U trenutku provedbe tog projekta nije bilo druge mogućnosti jer nije postojao dovoljno veliki set podataka o pojedinačnim mjerenjima fizikalno-kemijskih pokazatelja u tim

vodnim tijelima. Što se tiče popisa fizikalno-kemijskih pokazatelja za ocjenu ekološkog stanja rijeka i jezera, nije došlo do promjene u odnosu na prethodnu Uredbu o standardu kakvoće voda (Narodne novine, 73/13). Standardi kakvoće za fizikalno-kemijske pokazatelje u umjetnim i znatno promijenjenim rijekama su predloženi u Mihaljević i sur. (2021) i Matoničkin Kepčija i sur. (2021), a u prirodnim rijekama u Mihaljević i sur. (2020) i Miliša i sur. (2020).

Kako ODV propisuje da je za ocjenu ekološkog stanja i potencijala potrebno koristiti sljedeće fizikalno-kemijske elemente koji prate biološke elemente kakvoće, u rijekama toplinske uvjete, uvjete režima kisika, salinitet, acidifikaciju i hranjive tvari, a u jezerima prozirnost, toplinske uvjete, režim kisika, salinitet, acidifikaciju i hranjive tvari, razvidno je da je za Plan upravljanja vodnim područjem 2022.-2027. (PUVP 2022.-2027.) bilo potrebno ažurirati standarde kakvoće fizikalno-kemijskih elemenata i dodati one koji nedostaju. Ažuriranje fizikalno-kemijskih pokazatelja kakvoće je, osim dodavanja elemenata koji nedostaju, uključivalo i usklađivanje vrijednosti s interkalibriranim biološkim elementima kakvoće prema grupama interkalibracijskih tipova (Miholić i sur., 2021). Interkalibracijski tipovi ne služe samo za grupiranje bioloških elemenata kakvoće, već su bili i temelj za izmjene u tipologiji rijeka te za određivanje standarda za fizikalno-kemijske pokazatelje za ocjenu ekološkog stanja rijeka.

1.2. Salinitet

Salinitet je jedan od pokazatelja koji nije imao granice klasa za ocjenu ekološkog stanja u površinskim kopnenim vodama. To je mjera za ukupnu koncentraciju otopljenih tvari u površinskim kopnenim vodama i morima. Najčešće se izražava kao ukupna koncentracija iona u miligramima po litri ili promilima (‰) (Wetzel, 2001). Otopljeni ioni u vodi uvelike utječu na kakvoću vode, posebice vode za piće i navodnjavanje. Njihova količina u površinskim kopnenim vodama varira ovisno je li se radi o dotoku podzemne vode, procjedne vode s poljoprivrednih površina, otpadne vode ili kišnice. Stoga se salinitet može koristiti kao pokazatelj kakvoće vode i antropogenog pritiska (State Water Resources Control Board, 2022). Ionski sastav vode također utječe i na sastav zajednice organizama jer različiti organizmi različito podnose koncentraciju određenih iona u vodi (Lampert i Sommer, 2007). Stoga je ovaj pokazatelj prepoznat kao jedan od pratećih fizikalno-kemijskih pokazatelja za ocjenu ekološkog stanja (WFD, 2000). Kako Republika Hrvatska nije imala razvijen standard kakvoće vode za ovaj pokazatelj u površinskim kopnenim vodama (Narodne novine, 96/19), bilo je potrebno razviti ga i implementirati u PUVP 2022.-2027. Najtočnija metoda mjerenja saliniteta u vodi je direktna metoda mjerenja koncentracije svih iona, ali je ona dugotrajna i tehnički zahtjevnija te se u rutinskom monitoringu koristi neka od indirektnih metoda. Najčešće je to metoda mjerenja električne provodljivosti s vrlo visokom preciznošću određivanja saliniteta (APHA, 2012). Razni proizvođači

instrumenata za mjerenje električne vodljivosti koriste princip pretvaranja vrijednosti električne vodljivosti u salinitet pomoću polinomialnih formula temeljenih na standardnim principima (Bier, 2018). U situacijama kada su poznate samo vrijednosti električne vodljivosti, moguće je izračunati salinitet pomoću koeficijenta jer su ta dva pokazatelja u linearnom odnosu (Wetzel, 2001).

1.3. Prirodna jezera u Hrvatskoj

Hrvatska je zemlja bogata vodom, ali u odnosu na neke druge zemlje, nema velik broj jezera, posebice ne onih prirodnih s površinom većom od 0,5 km² za koje je propisan obavezan monitoring kakvoće vode prema ODV. Tijekom implementacije ODV i razvoja sustava ocjene ekološkog stanja, šest jezera je zadovoljilo kriterije, a ona su: Kozjak i Prošćansko jezero u NP Plitvička jezera, Vransko jezero na otoku Cresu, Vransko jezero kod Biograda na Moru, Visovačko jezero u NP Krka te jezera Crniševo i Oćuša u kompleksu Baćinskih jezera. Stalnim analizama i ažuriranjem podloga za PUVP, pomaknuta je granica prijelaznog vodnog tijela P1_2-NEP koje je korišteno u PUVP 2016.-2021. (Hrvaske vode, 2015) te se područje jezera Kutu više ne smatra dijelom tog vodnog tijela i prijelaznom vodom. Kako je jezero Kutu svojom površinom veće od 0,5 km², pokazala se potreba za razvojem tipologije i standarda kakvoće za „novo“ slatkovodno jezero.

1.4. Ciljevi

- Odrediti tip površinske kopnene vode za jezero Kutu.
- Ažurirati postojeće i definirati nove standarde kakvoće za osnovne fizikalno-kemijske pokazatelje za ocjenu ekološkog stanja za prirodna jezera u Republici Hrvatskoj: temperatura vode, salinitet, prozirnost, BPK₅, KPK-Mn, koncentracija nitrata, koncentracija ukupnog dušika i koncentracija ukupnog fosfora.
- Definirati nove standarde kakvoće za osnovne fizikalno-kemijske pokazatelje za ocjenu ekološkog potencijala za umjetna i znatno promijenjena jezera u Republici Hrvatskoj: salinitet, prozirnost, BPK₅, KPK-Mn i koncentracija nitrata te ažurirati postojeće koncentracija ukupnog dušika i koncentracija ukupnog fosfora u vodi.
- Definirati nove standarde kakvoće za salinitet u svim tipovima rijeka u Republici Hrvatskoj i izraditi faktor pretvorbe vrijednosti električne vodljivosti u salinitet koji je primjenjiv na povijesne podatke monitoringa kakvoće voda u rijekama.

2. Materijal i metode

2.1. Područje istraživanja

Republika Hrvatska je geografski smještena na području dviju ekoregija, Panonske i Dinaridske. S obzirom na položaj uz Jadransko more, Dinaridska ekoregija je dodatno podijeljena na Kontinentalnu i Mediteransku subekoregiju (Slika 1).

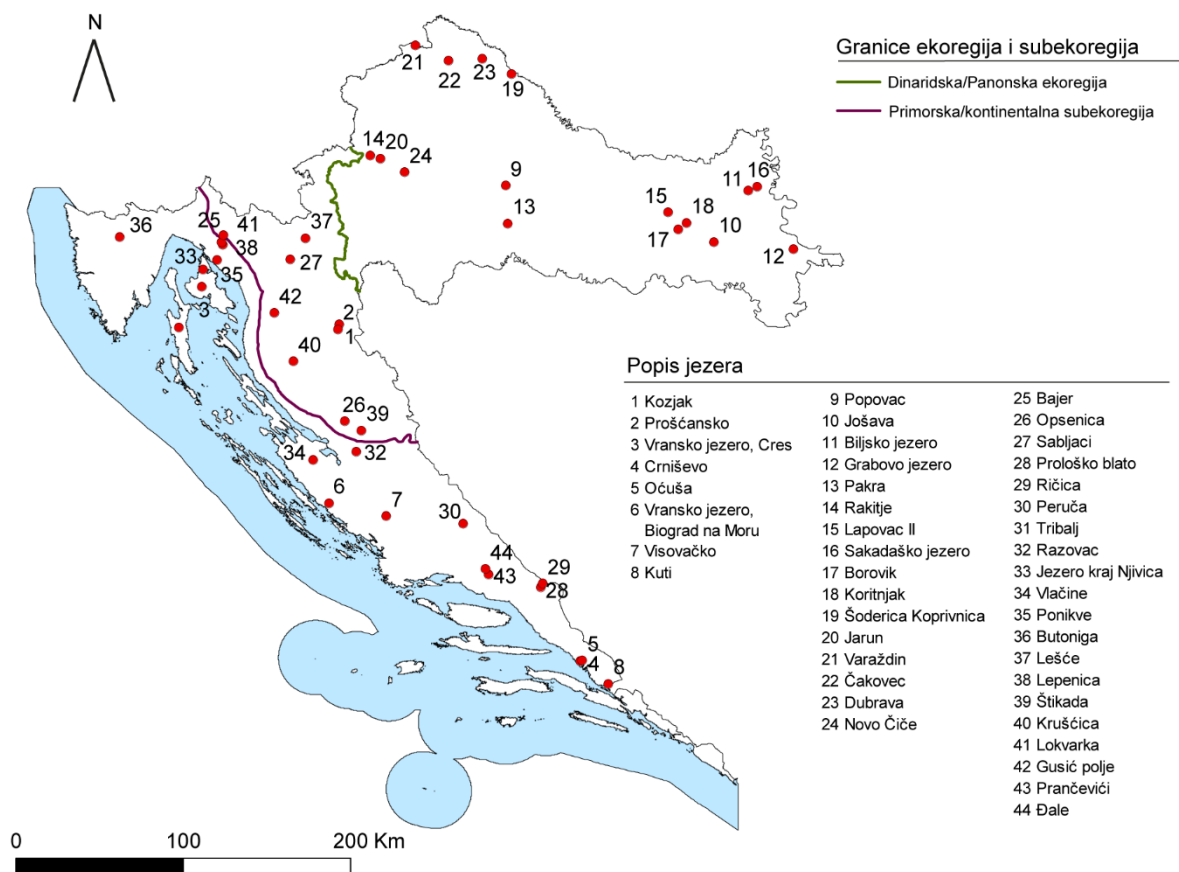
Standardi kakvoće vode za osnovne fizikalno-kemijske pokazatelje su dopunjeni za sva tipizirana prirodna jezera te umjetna i znatno promijenjena jezera navedena u Uredbi o standardu kakvoće voda (Narodne novine, 96/19). Uz popis jezera s imenima i nazivom tipa, navedene su i tipološke karakteristike, posebice važne za umjetna i znatno promijenjena jezera kao što su vrijeme zadržavanja vode i srednja dubina (Tablica 1 i Tablica 2). Položaj svih jezera prikazan je na karti (Slika 1).

U Panonskoj ekoregiji nema prirodnih jezera s površinom većom od 0,5 km² i sva se nalaze u Dinaridskoj ekoregiji, od čega dva u kontinentalnoj subekoregiji i četiri u primorskoj subekoregiji. Jezero Kozjak i Prošćansko jezero, koja pripadaju krškom fenomenu kaskadnih Plitvičkih jezera, su smješteni u Dinaridskoj kontinentalnoj subekoregiji. Oba jezera su duboka i dimiktička te pripadaju tipu HR-J_1, s time da jezero Kozjak pripada podtipu A, a Prošćansko jezero podtipu B. Ostala jezera se nalaze u Dinaridskoj primorskoj ekoregiji. Sva jezera, izuzev plitkog polimiktičkog Vranskog jezera kod Biograda na Moru u tipu HR-J_4, su duboka i monomiktička jezera. Vransko jezero na otoku Cresu je jedino otočno slatkovodno jezero i pripada tipu HR-J_2, a Visovačko jezero koje pripada tipu HR-J_5 je dio protočnog sustava rijeke Krke. Baćinska jezera koja pripadaju tipu HR-J_3 su kompleks od pet spojenih jezera (Plitko, Podgora, Sladinac, Crniševo i Oćuša) te jednog odvojenog (Vrbnik). Jezero Crniševo je povezano s četiri preostala jezera samo jednim uskim kanalom kroz koji nema izmjene vode. Ono je dio Baćinskih jezera s najvišim salinitetom jer slana voda može direktno prodirati u jezero, a i okruženo je s tri aktivna zaslanjena izvora. Oćuša je po površini najveće jezero i s preostala tri jezera spojeno u jednu cjelinu (Bonacci, 1984). Detaljan pregled svih navedenih jezera se nalazi u elaboratu o razvoju ocjene ekološkog stanja za biološke elemente kakvoće u prirodnim jezerima u Republici Hrvatskoj (Gligora Udovič i sur., 2020).

Umjetna i znatno promijenjena jezera se nalaze u obje ekoregije. U Panonskoj ekoregiji ih je šest vrlo plitkih i šest plitkih te jedno duboko i tri jezera s kratkim vremenom zadržavanja vode koja su svrstana u 11 tipova. U Dinaridskoj ekoregiji je u 20 tipova svrstano dva vrlo plitka, četiri plitka, pet dubokih i 11 jezera s kratkim vremenom zadržavanja vode. Detaljan opis umjetnih i znatno promijenjenih jezera se nalazi u elaboratima razvoja ocjene ekološkog potencijala u umjetnim i znatno promijenjenim jezerima u Republici Hrvatskoj (Mihaljević i sur., 2018a, b).

Prema literaturnim podacima, jezero Kutu je slatkovodno jezero nastalo kao kriptodepresija. Vodom se prihranjuje iz podzemnih izvora te preko rijeke Misline i mreže kanala s kojima je ujedno spojeno i s rijekom Neretvom (Kuti, 2022). U postojećoj literaturi je trofičko stanje karakterizirano od oligotrofnog (Jasprica i Hafner, 2005) do eutrofnog (Bukvić-Ternjaj i sur., 2001) te se kao takvo ne može potvrditi. Jezero nema stratifikaciju, već je polimiktičko, a prema salinitetu je slatkovodno, s povremenom mogućnosti prelaska u bočato stanje zbog povremenih prodora slane vode (Bukvić-Ternjaj i sur., 2001). Mjerenjem veličine poligona, površina mu je od 0,5 do 1,0 km², ovisno uzimaju li se svi tršćaci u obzir, ili samo otvorena vodena površina. Od 2020. godine je proglašeno ornitološkim rezervatom (Narodne novine, 94/20).

Prema PUV 2016.-2021. (Hrvatske vode, 2015) prirodne rijeke su tipizirane u 28 biotičkih tipova (Narodne novine, 96/19), no biotički tipovi su razdvojeni na temelju abiotičkih karakteristika za potrebe interkalibracije bioloških elemenata kakvoće što je rezultiralo s konačnom brojkom od 35 biotičkih tipova prirodnih rijeka. Umjetne i znatno promijenjene rijeke su svrstane u 22 tipa, od čega ih je polovica u Panonskoj, a polovica u Dinaridskoj ekoregiji. Kako je u okviru ovog elaborata rađen samo standard kakvoće vode za fizikalno-kemijski pokazatelj salinitet u rijekama bez tip specifičnih uvjeta, pojedinačni tipovi nisu navođeni u elaboratu, već se mogu naći u elaboratima za interkalibraciju bioloških elemenata kakvoće i za izradu sustava ocjene ekološkog potencijala za umjetna i znatno promijenjena vodna tijela (Mihaljević i sur., 2018a, b, Mihaljević i sur., 2020, Miliša i sur., 2020, Matonićkin Kepčija i sur., 2021, Mihaljević i sur., 2021), a bit će objavljeni i u dopunama i izmjenama Uredbe o standardu kakvoće voda (Narodne novine, 96/19).



Slika 1. Karta Hrvatske s naznačenim prirodnim (brojevi od 1 do 8), umjetnim i znatno promijenjenim jezerima (brojevi od 9 do 44) te granicama ekoregija i subekoregija.

Tablica 1. Popis prirodnih jezera u republici Hrvatskoj s pripadajućim tipovima prema Uredbi o standardu kakvoće voda (Narodne novine, 96/19).

Naziv jezera	Oznaka tipa	Naziv tipa
DINARIDSKA EKOREGIJA (5. DINARSKI ZAPADNI BALKAN)		
DINARIDSKA EKOREGIJA – KONTINENTALNA SUBREGIJA		
		Planinska, duboka, mala jezera na karbonatnoj podlozi
Kozjak	HR-J_1A	Oligotrofna
Proščansko	HR-J_1B	Oligotrofno-mezotrofna
DINARIDSKA EKOREGIJA – PRIMORSKA SUBREGIJA		
Vransko jezero, Cres	HR-J_2	Nizinska, duboka, srednje velika jezera; Kriptodepresije na karbontanoj podlozi
Baćinska jezera, Crniševo i Oćuša	HR-J_3	Nizinska, srednje duboka, mala jezera; Kriptodepresije na karbonatnoj podlozi
Vransko jezero, Biograd na Moru	HR-J_4	Nizinska, plitka, velika jezera; Kriptodepresije na karbonatnoj podlozi
Visovačko	HR-J_5	Nizinska, srednje duboka i srednje velika jezera na karbonatnoj podlozi

Tablica 2. Popis umjetnih i znatno promijenjenih jezera u republici Hrvatskoj s pripadajućim tipovima prema Uredbi o standardu kakvoće voda (Narodne novine, 96/19).

Stajaćica	Oznaka tipa	Naziv abiotičkog tipa	Naziv biotičkog tipa	Naziv biotičkog tipa
			Fitoplankton i Fitobentos	Makrozoobentos i Makrofita
PANONSKA EKOREGIJA (11. MAĐARSKA NIZINA)				
Popovac	HR-AP_1A	Nizinske male i vrlo plitke akumulacije u silikatnoj podlozi	Vrlo plitke akumulacije i umjetne stajaćice	Vrlo plitke akumulacije i umjetne stajaćice
Jošava	HR-AR_1B	Nizinske male i vrlo plitke akumulacije u miješanoj silikatno karbonatnoj podlozi	Vrlo plitke akumulacije i umjetne stajaćice	Vrlo plitke akumulacije i umjetne stajaćice
Biljsko jezero	HR-AP_2A	Nizinske srednje velike i vrlo plitke umjetne stajaćice u miješanoj silikatno organogenoj podlozi	Vrlo plitke akumulacije i umjetne stajaćice	Vrlo plitke akumulacije i umjetne stajaćice
Grabovo, Pakra	HR-AP_2B	Nizinske srednje velike i vrlo plitke akumulacije u silikatnoj podlozi	Vrlo plitke akumulacije i umjetne stajaćice	Vrlo plitke akumulacije i umjetne stajaćice
Rakitje	HR-AP_2C	Nizinske srednje velike i vrlo plitke umjetne stajaćice u miješanoj silikatno karbonatnoj podlozi	Vrlo plitke akumulacije i umjetne stajaćice	Vrlo plitke akumulacije i umjetne stajaćice
Lapovac II	HR-AP_3A	Nizinske male i plitke akumulacije u miješanoj silikatno karbonatnoj podlozi	Plitke akumulacije i umjetne stajaćice	Plitke akumulacije i umjetne stajaćice
Sakadaško jezero	HR-AP_3B	Nizinske male i plitke umjetne stajaćice u miješanoj silikatno organogenoj podlozi	Plitke akumulacije i umjetne stajaćice	Plitke akumulacije i umjetne stajaćice
Borovik, Jarun	HR-AP_4A	Nizinske srednje velike i plitke umjetne stajaćice u miješanoj silikatno karbonatnoj podlozi	Plitke akumulacije i umjetne stajaćice	Plitke akumulacije i umjetne stajaćice
Šoderica Koprivnica	HR-AP_4B	Nizinske srednje velike i plitke umjetne stajaćice u silikatnoj podlozi	Plitke akumulacije i umjetne stajaćice	Plitke akumulacije i umjetne stajaćice
Čakovec, Dubrava, Varaždin	HR-AP_5A	Nizinske srednje velike i plitke akumulacije u silikatnoj podlozi s kratkim vremenom zadržavanja vode	Akumulacije na velikim rijekama s kratkim vremenom zadržavanja vode	Plitke akumulacije i stajaćice
Novo Čiče	HR-AP_6	Nizinske male i duboke umjetne stajaćice u miješanoj silikatno karbonatnoj podlozi	Duboke umjetne stajaćice	Duboke akumulacije i umjetne stajaćice
DINARIDSKA EKOREGIJA (5. DINARSKI ZAPADNI BALKAN)				
Bajer, Opsenica	HR-AD_1	Gorske male i vrlo plitke akumulacije u miješanoj silikatno karbonatnoj i karbonatno silikatnoj podlozi s kratkim vremenom zadržavanja vode	Akumulacije s kratkim vremenom zadržavanja vode	Vrlo plitke akumulacije i umjetne stajaćice
Lepenica	HR-AD_2	Gorske male i duboke akumulacije u miješanoj silikatno karbonatnoj podlozi	Duboke akumulacije i umjetne stajaćice	Duboke akumulacije i umjetne stajaćice
Štikada	HR-AD_3	Gorske srednje velike i plitke akumulacije u	Akumulacije s kratkim	Plitke akumulacije i umjetne stajaćice

Stajaćica	Oznaka tipa	Naziv abiotičkog tipa	Naziv biotičkog tipa	Naziv biotičkog tipa
			Fitoplankton i Fitobentos	Makrozoobentos i Makrofita
		miješanoj karbonatno silikatnoj podlozi s kratkim vremenom zadržavanja vode	vremenom zadržavanja vode	
Krušćica	HR-AD_4	Gorske srednje velike i duboke akumulacije u karbonatnoj podlozi s velikim oscilacijama vodostaja	Duboke akumulacije	Duboke akumulacije s velikim oscilacijama vodostaja
Lokvarka	HR-AD_5	Gorske srednje velike i duboke akumulacije u miješanoj i silikatno karbonatnoj podlozi s velikim oscilacijama vodostaja	Duboke akumulacije	Duboke akumulacije s velikim oscilacijama vodostaja
Golubić	HR-AD_6	Prigorske male i vrlo plitke akumulacije u karbonatnoj podlozi s kratkim vremenom zadržavanja vode	Akumulacije s kratkim vremenom zadržavanja vode	Vrlo plitke akumulacije i umjetne stajaćice
Gusić polje	HR-AD_7	Prigorske male i plitke akumulacije u karbonatnoj podlozi s kratkim vremenom zadržavanja vode	Akumulacije s kratkim vremenom zadržavanja vode	Plitke akumulacije i umjetne stajaćice
Prančevići	HR-AD_8	Prigorske male i plitke akumulacije u karbonatnoj podlozi s kratkim vremenom zadržavanja vode i velikim oscilacijama vodostaja	Akumulacije s kratkim vremenom zadržavanja vode	Plitke akumulacije i umjetne stajaćice
Đale	HR-AD_9	Prigorske male i duboke akumulacije u karbonatnoj podlozi s kratkim vremenom zadržavanja vode i velikim oscilacijama vodostaja	Akumulacije s kratkim vremenom zadržavanja vode	Duboke akumulacije s velikim oscilacijama vodostaja
Sabljaci	HR-AD_10	Prigorske srednje velike i vrlo plitke akumulacije u karbonatnoj podlozi	Vrlo plitke akumulacije i umjetne stajaćice	Vrlo plitke akumulacije i umjetne stajaćice
Prološko blato	HR-AD_11	Prigorske srednje velike i plitke umjetne stajaćice u karbonatnoj podlozi	Plitke akumulacije i umjetne stajaćice	Plitke akumulacije i umjetne stajaćice
Ričica	HR-AD_12	Prigorske srednje velike i duboke akumulacije u miješanoj silikatno karbonatnoj podlozi s velikim oscilacijama vodostaja	Duboke akumulacije	Duboke akumulacije s velikim oscilacijama vodostaja
Peruća	HR-AD_13	Prigorske velike i duboke akumulacije u karbonatnoj podlozi s velikim oscilacijama vodostaja	Duboke akumulacije	Duboke akumulacije s velikim oscilacijama vodostaja
Tribalj	HR-AD_14	Nizinske male i vrlo plitke akumulacije u karbonatnoj podlozi	Vrlo plitke akumulacije i umjetne stajaćice	Vrlo plitke akumulacije i umjetne stajaćice
Brljan	HR-AD_15A	Nizinske male i plitke akumulacije u karbonatnoj podlozi s kratkim vremenom zadržavanja vode	Akumulacije s kratkim vremenom zadržavanja vode	Plitke akumulacije i umjetne stajaćice

Stajaćica	Oznaka tipa	Naziv abiotičkog tipa	Naziv biotičkog tipa	
			Fitoplankton i Fitobentos	Makrozoobentos i Makrofita
Razovac	HR-AD_15B	Nizinske male i plitke akumulacije u karbonatnoj podlozi s kratkim vremenom zadržavanja vode	Akumulacije s kratkim vremenom zadržavanja vode	Plitke akumulacije i umjetne stajaćice
Njivice, Vlačine	HR-AD_16	Nizinske male i plitke akumulacije u karbonatnoj podlozi	Plitke akumulacije i umjetne stajaćice	Plitke akumulacije i umjetne stajaćice
Ponikve	HR-AD_17	Nizinske srednje velike i vrlo plitke akumulacije u karbonatnoj podlozi	Vrlo plitke akumulacije i umjetne stajaćice	Vrlo plitke akumulacije i umjetne stajaćice
Butoniga	HR-AD_18	Nizinske srednje velike i plitke akumulacije u karbonatnoj podlozi	Plitke umjetne stajaćice	Plitke akumulacije i umjetne stajaćice
Lešće	HR-AD_19	Nizinske srednje velike i duboke akumulacije u karbonatnoj podlozi s kratkim vremenom zadržavanja vode i velikim oscilacijama vodostaja	Akumulacije s kratkim vremenom zadržavanja vode	Duboke akumulacije s velikim oscilacijama vodostaja

2.2. Tipizacija jezera Kutl

Za tipizaciju jezera Kutl je primijenjena ista metodologija kao i za tipizaciju ostalih prirodnih jezera u Republici Hrvatskoj, pri čemu su prema sustavu A uključeni obavezni, a prema sustavu B izborni čimbenici (Tablica 3).

Tablica 3 Abiotički čimbenici za tipizaciju prirodnih jezera površine veće od 0,5 km².

Abiotički čimbenici za tipizaciju prirodnih jezera	
Obavezni	1. Ekoregija: <ul style="list-style-type: none"> • Dinaridska ekoregija o Dinaridska kontinentalna subekoregija, o Dinaridska primorska subekoregija i
	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;
	4. Nadmorska visina: <ul style="list-style-type: none"> • gorska (planinska) jezera (> 500 m n.v.) i • 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).
Izborni	1. Stupanj trofijske jezera: <ul style="list-style-type: none"> • oligotrofno, • oligotrofno-mezotrofno i • mezotrofno; 2. Jezerska termika: <ul style="list-style-type: none"> • monomiktička, • dimiktička i • polimiktička; 3. Stratifikacija sadržaja otopljenog kisika u ljetnoj stagnaciji: <ul style="list-style-type: none"> • klinogradna i • ortogradna do klinogradna; 4. Podrijetlo jezera: <ul style="list-style-type: none"> • krško, baražno i • kriptodepresija.

2.3. Postupak izrade standarda kakvoće za fizikalno-kemijske pokazatelje u prirodnim, umjetnim i znatno promijenjenim jezerima

2.3.1. Prirodna jezera

U okviru ovog elaborata su u prirodnim jezerima napravljeni standardi kakvoće za sljedeće fizikalno-kemijske pokazatelje vode: **temperatura, salinitet, prozirnost, režim kisika: biološka potrošnja kisika u pet dana (BPK₅) i kemijska potrošnja kisika (KPK-Mn), koncentracija nitrata, koncentracija ukupnog dušika i koncentracija ukupnog fosfora**. Za sve navedene pokazatelje su granice klasa napravljene iz dostupnog seta podataka vrijednosti iz kompozitnog uzorka od 2013. do 2019. godine za razdoblje od travnja do rujna, izuzev jezera Kuti gdje je korištena i 2020. godina. Za sve pokazatelje, izuzev saliniteta, granica za vrlo dobro/dobro stanje uzeta je kao medijan svih vrijednosti, a granica za dobro/umjereno stanje kao 90-ti percentil svih podataka. Granice za umjereno/loše te loše/vrlo loše stanje su izračunate tako što je granica za dobro/umjereno uvećana ekvidistalno, izuzev za Secchi prozirnost kada je umanjena.

Za salinitet u prirodnim jezerima su na prethodno navedeni način napravljene granice klasa za prirodno bočata Baćinska jezera i Vransko jezero kod Biograda na Moru te povremeno bočato jezero Kuti. Za preostala prirodno slatkovodna jezera standard kakvoće za salinitet je napravljen na teoretskoj osnovi pri čemu je uzeto da kada salinitet prelazi granicu slatkovodno/bočato prema WFD (2000) od 0,5 ‰, to ukazuje na vrlo loše ekološko stanje te čini granicu između lošeg i vrlo lošeg stanja.

Granice klasa za sve pokazatelje su napravljene tip specifično prema postojećoj tipologiji za prirodna jezera iz Uredbe o standardu kakvoće voda (Narodne novine, 96/19) te za prijedlog tipa za jezero Kuti.

2.3.2. Umjetna i znatno promijenjena jezera

U okviru ovog elaborata su u umjetnim i znatno promijenjenim jezerima napravljeni standardi kakvoće za sljedeće fizikalno-kemijske pokazatelje vode: **salinitet, prozirnost, režim kisika: biološka potrošnja kisika u pet dana (BPK₅) i kemijska potrošnja kisika (KPK-Mn), koncentracija nitrata, koncentracija ukupnog dušika i koncentracija ukupnog fosfora**. Za sve navedene pokazatelje iz dostupnog seta podataka vrijednosti iz kompozitnog uzorka od 2016. do 2020. godine za razdoblje od travnja do rujna. Izuzev saliniteta, granica za dobar i bolji/umjeren potencijal uzimana je kao 25-ti percentil, 50-ti percentil ili 90-ti percentil svih podataka, a pojedinačni slučajevi su objašnjeni u rezultatima. Granice za umjeren/loš te loš/vrlo loš potencijal su izračunate tako što je granica za dobar i bolji/umjeren potencijal uvećana ekvidistalno za sve pokazatelje, izuzev za Secchi prozirnost kada je umanjena.

Standard kakvoće za salinitet u umjetnim i znatno promijenjenim jezerima je napravljen na teoretskoj osnovi pri čemu se smatra da su sva takva jezera prirodno slatkodvodna te je uzeto da kada salinitet prelazi granicu slatkodvodno/bočato prema WFD (2000) od 0,5 ‰, to ukazuje na vrlo loše ekološko stanje te čini granicu između lošeg i vrlo lošeg stanja, a sve ostale granice su opisane u rezultatima.

2.4. Analiza trofičkog stanja umjetnih i znatno promijenjenih jezera

Trofičko stanje za umjetna i znatno primijenjena jezera ne postoji kao tip specifično za Republiku Hrvatsku pa su kriteriji preuzeti iz Bellinger i Sige (2015) koji navode kriterije od OECD (1982). Za umjetna i znatno promijenjena jezera su za određivanje trofičkog stanja primijenjeni kriteriji za sljedeće pokazatelje: koncentracija klorofila *a*, Secchi prozirnost i koncentracija ukupnog fosfora.

*Tablica 4 Granične vrijednosti za trofička stanja umjetnih i znatno promijenjenih jezera za pokazatelje koncentracija klorofila *a*, Secchi prozirnost i koncentraciju ukupnog fosfora prema OECD (1982) iz Bellinger i Sige (2015).*

Trofička kategorija	Secchi prozirnost (m)	Koncentracija ukupnog fosfora (mgPL ⁻¹)	Koncentracija klorofila <i>a</i> (µgL ⁻¹)
Oligotrofno	≥ 6	≤ 0,02	≤ 2,5
Mezotrofno	6-3	0,02-0,04	2,5-8
Eutrofno	3-1,5	0,04-0,1	8-25
Hipereutrofno	< 1,5	> 0,1	> 25

2.5. Izrada standarda kakvoće za salinitet u prirodnim, umjetnim i znatno promijenjenim rijekama

Standard kakvoće za salinitet u rijekama je napravljen na teoretskoj osnovi te usporedbom sa stvarnim podacima. Kao teoretska osnova je uzet kriterij da su sve prirodne, umjetne i znatno promijenjene rijeke u Hrvatskoj prirodno slatkodvodne, odnosno da kada salinitet prelazi granicu slatkodvodno/bočato prema WFD (2000) od 0,5 ‰ ukazuje na vrlo loše ekološko stanje ili vrlo loš ekološki potencijal.

2.6. Određivanje koeficijenta za preračunavanje vrijednosti električne vodljivosti u salinitet

Kako bi se testirala linearnost vrijednosti električne vodljivosti i saliniteta, sistematizirani su postojeći podaci o istovremeno izmjerenom salinitetu i električnoj vodljivosti koji su mjereni *in situ* tijekom uzorkovanja fitobentosa na postajama monitoringa u rijekama u periodu od 2017. do 2020. godine. Postaje su grupirane u interkalibracijske tipove te je unutar pojedinog interkalibracijskog tipa testirana linearnost ova dva pokazatelja kako bi se utvrdio faktor za pretvorbu električne vodljivosti u salinitet.

2.7. Obrada podataka

Svi podaci su sistematizirani u MS Excelu, gdje su i izračunate sve vrijednosti pojedinih pokazatelja. Box Whiskers prikazi raspona vrijednosti korištenih pokazatelja s medijanima i vrijednostima percentila su napravljeni u računalnom programu Golden Software Grapher (Grapher™, 2019). Karta područja istraživanja je napravljena u računalnom programu Arc Map.

3. Rezultati

3.1. Tipizacija jezera Kutu

Karakteristike jezera Kutu potrebne za tipizaciju su sljedeće:

1. Ekoregija: Dinaridska primorska subekoregija
2. Veličina jezera: 0,5 do 1,0 km², malo.
3. Geološka i litološka podloga: Karbonatna.
4. Nadmorska visina: 1 m n. v., nizinsko.
5. Srednja dubina jezera: 3 m, plitko.

Navedene karakteristike jezera Kutu su karakteristike prema obaveznom sustavu A, a kako je to jedino takvo jezero s jedinstvenim karakteristikama unutar predloženog tipa, nije potrebno koristiti dodatne parametre iz sustava B koji su prethodno korišteni za stvaranje podtipova u primjeru Plitvičkih jezera.

Stoga je jezero Kutu tipizirano kao: **Nizinsko, plitko, malo jezero, kriptodepresija na karbonatnoj podlozi u Dinaridskoj primorskoj subekoregiji, tip HR-J_6.**

3.2. Dopuna standarda kakvoće za fizikalno-kemijske pokazatelje u prirodnim, umjetnim i znatno promijenjenim jezerima

3.2.1. Prirodna jezera

Raspon vrijednosti fizikalno-kemijskih pokazatelja u prirodnim jezerima u istraživanom razdoblju

Prikaz vrijednosti fizikalno-kemijskih pokazatelja u prirodnim jezerima > 0,5 km² u Republici Hrvatskoj korišten za izradu standarda kakvoće vode, prikazan je u obliku Box-Whiskers grafova na kojima su vrijednosti medijana naznačene kao središnja linija na stupiću (Slika 2).

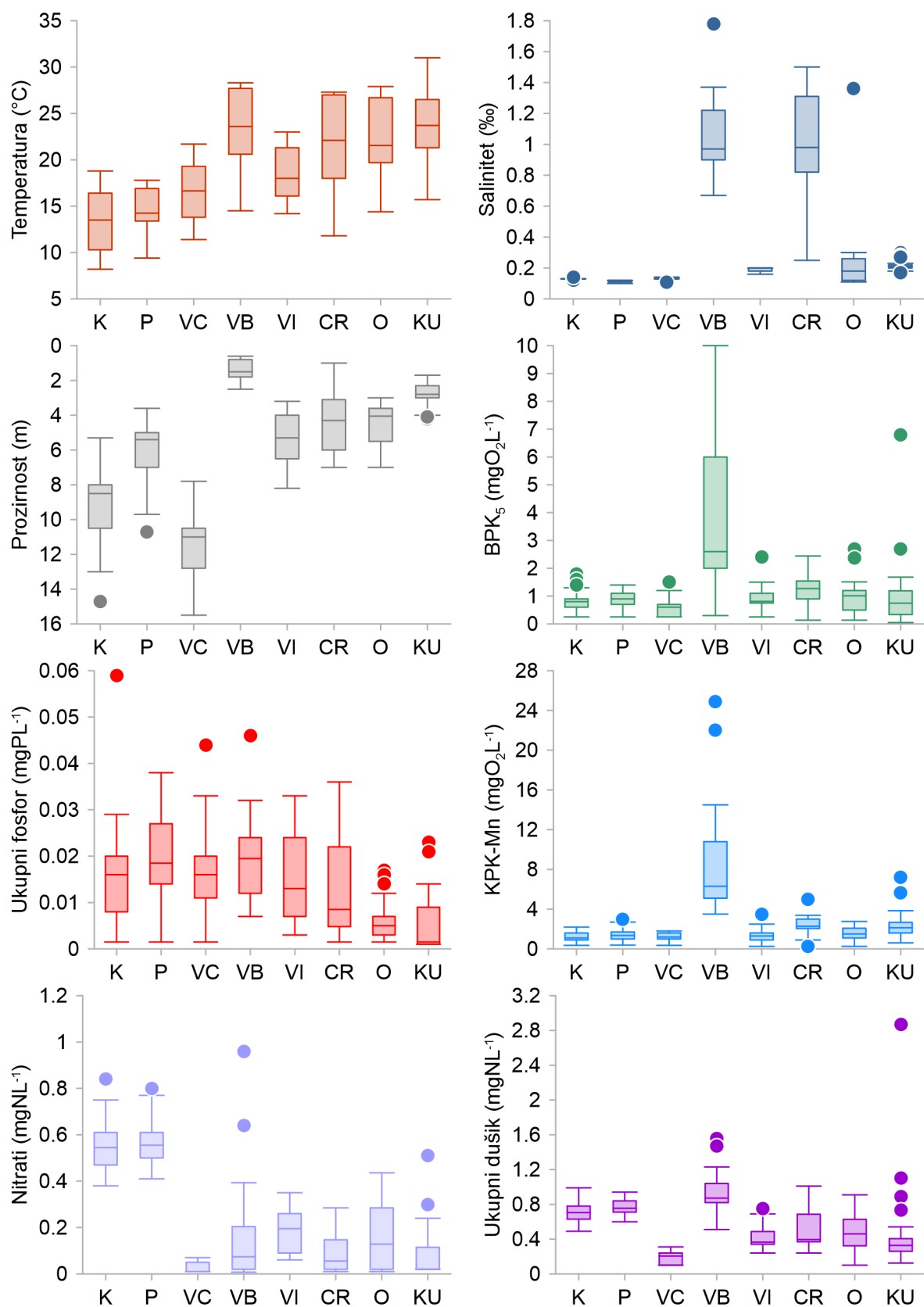
Najniža temperatura vode je zabilježena u jezeru Kozjak i iznosila je 8,2 °C, a najviša u jezeru Kutu s 31,0 °C. Uočen je trend nižih temperatura u dubokim jezerima, a viših temperatura u plitkim jezerima. Vrijednosti saliniteta su bile najniže u jezerima Kozjak (0,12 – 0,14 ‰), Prošćanskom jezeru (0,10 – 0,12 ‰), Vranskom jezeru na otoku Cresu (0,11 – 0,14 ‰) te Visovačkom jezeru (0,16 – 0,20 ‰). U jezeru Kutu i jezeru Oćuša su utvrđene nešto više vrijednosti saliniteta od jezera s vrlo

niskim salinitetom, ali one su samo u jednom uzorku prelazile 0,5 ‰, tj. granicu slatkovodno/bočato. Najviše vrijednosti saliniteta su zabilježene u Vranskom jezeru kod Biograda na Moru gdje su se kretale od 0,67 do 1,78 ‰ te u jezeru Crniševo s rasponom od 0,25 do 1,50 ‰.

Najviša prozirnost vode je utvrđena u Vranskom jezeru na otoku Cresu gdje je iznosila 15,5 m, a potom u jezerima Kozjak i Prošćanskom jezeru s 14,7 i 10,7 m. Visovačko jezero, Crniševo i Oćuša su imali slične vrijednosti prozirnosti do 8,2 m dubine, dok su najniže vrijednosti prozirnosti vode utvrđene u vrlo plitkim jezerima, Vranskom jezeru kod Biograda na Moru i jezeru Kuti (0,6 – 2,5 m i 1,7 – 4,2 m).

Vrijednosti BPK₅ i KPK-Mn kao pokazatelji režima kisika i količini organske tvari u vodi su pokazivale isti trend. Količina organske tvari je bila najniža u Vranskom jezeru na otoku Cresu, jezeru Kozjak i Prošćanskom jezeru (BPK₅ od 0,25 do 1,80 mgO₂L⁻¹; KPK-Mn od 0,35 do 2,20 mgO₂L⁻¹), a blago povišena u odnosu na njih u ostalim jezerima u Dinaridskoj primorskoj subekoregiji, izuzev Vranskog jezera kod Biograda na moru, gdje je bila višestruko veća (BPK₅ od 0,30 do 10,00 mgO₂L⁻¹; KPK-Mn od 2,50 do 14,90 mgO₂L⁻¹).

Od fizikalno-kemijskih pokazatelja odabranih kao reprezentativnih pokazatelja hranjivih tvari, koncentracija ukupnog fosfora se kretala u sličnom rasponu za Plitvička jezera te oba Vranska jezera, na otoku Cresu i kod Biograda na Moru s vrijednostima od 0,002 do 0,059 mgPL⁻¹. Koncentracija ukupnog fosfora je bila nešto niža u Visovačkom jezeru i jezeru Crniševo (od 0,002 do 0,036 mgPL⁻¹), dok su najniže vrijednosti utvrđene u jezerima Oćuša i Kuti (od 0,001 do 0,023 mgPL⁻¹). Koncentracija nitrata u vodi je bila najniža u Vranskom jezeru do najviših 0,070 mgNL⁻¹ na otoku Cresu te gotovo dvostruko viša u jezeru Kozjak i Prošćanskom jezeru od ostalih jezera s vrijednostima do 0,840 mgNL⁻¹. Sličan trend je uočen i kod koncentracije ukupnog dušika u vodi pri čemu su najniže vrijednosti bile zabilježene u Vranskom jezeru na otoku Cresu (do 0,310 mgNL⁻¹). Najviše vrijednosti su utvrđene u Vranskom jezeru kod Biograda na Moru (do 1,560 mgNL⁻¹) te u jezeru Kuti (do 2,870 mgNL⁻¹).



Slika 2 Box-Whiskers prikaz vrijednosti fizikalno-kemijskih pokazatelja u prirodnim jezerima >0,5 km² u Republici Hrvatskoj. Na x-osi su kratice pojedinih jezera: K- Kozjak, P – Proščansko, VC – Vransko, otok Cres, VB – Vransko, kod Biograda na Moru, VI – Visovačko, CR – Crniševo, Bačinska jezera, O – Očuša, Bačinska jezera, KU – Kuti. Pojedinačne točke označavaju outlier-e. Crta u sredini stupića je vrijednost medijana.

Granice klasa ekološkog stanja za standarde kakvoće vode u prirodnim jezerima

Tablica 6 sadrži standard kakvoće vode za:

- salinitet u prirodnim slatkovodnim jezerima bez utjecaja mora određene teoretski,
- salinitet u prirodnim jezerima s utjecajem mora kao vrijednosti medijana granice za vrlo dobro/dobro ekološko stanje, vrijednosti 90-tog percentila granice dobrog/umjerenog ekološkog stanja te ekvidistalne vrijednosti za preostale kategorije ekološkog stanja i
- ostale fizikalno-kemijske pokazatelje ekološkog stanja prirodnih jezera kao vrijednosti medijana granice za vrlo dobro/dobro ekološko stanje, vrijednosti 90-tog percentila granice dobrog/umjerenog ekološkog stanja te ekvidistalne vrijednosti za preostale kategorije ekološkog stanja.

Teoretske granice klasa za standard kakvoće vode za salinitet su postavljene za svih pet kategorija ekološkog stanja za prirodna slatkovodna jezera bez direktnog utjecaja mora (jezera Kozjak, Prošćansko, Vransko, otok Cres, Visovačko). Vrijednost granice za vrlo dobro/dobro stanje je određen salinitet od 0,20 ‰, a za loše/vrlo loše stanje 0,50 ‰ (granica za bočatu vodu). Granice klasa za ekološka stanja između su određena pomicanjem vrijednosti za 0,10 ‰.

S obzirom na provedene interkalibracijske procese bioloških elemenata kakvoće u prirodnim jezerima, u ovoj fazi nije bilo moguće mijenjati tipove ili podtipove prirodnih jezera, već su podaci obrađeni prema postojećim tipovima uz poneka grupiranja prema pokazateljima, ali isključivo unutar tipa. Tako su za oba jezera u kompleksu Baćinskih jezera koja pripadaju tipu HR-J_3, jezera Crniševo i Oćuša, sve pojedinačne vrijednosti obrađene zajedno. Na taj način su dobivene jedinstvene granice klasa za oba jezera, unatoč razlikama u vrijednostima pojedinih pokazatelja. U jezerima kompleksa Plitvičkih jezera, u jezeru Kozjak i Prošćanskom jezeru koja pripadaju istom glavnom tipu HR-J_1, ali u dva podtipa A i B su pokazatelji temperature vode i Secchi prozirnosti analizirani zasebno. Time su dobivene granice klasa drugačijih vrijednosti za navedene pokazatelje. Naime, ta dva jezera su na različitim nadmorskim visinama i temperatura vode se prirodno razlikuje, a Secchi prozirnost je drugačija između ta dva jezera zbog toga što je Prošćansko jezero produktivnije od jezera Kozjak.

Za pokazatelje režima kisika (BPK₅ i KPK-Mn) i hranjivih tvari (koncentracija nitrata, ukupnog dušika i ukupnog fosfora) vrijednosti su analizirane zajedno te su dobivene i vrijednosti granica klasa jednake za jezero Kozjak i Prošćansko jezero. Ostala prirodna jezera su analizirana pojedinačno te su granice klasa standarda kakvoće vode za ekološko stanje drugačije i jedinstvene za svaki pojedini tip, odnosno za svako pojedino jezero (Visovačko jezero, Vransko jezero, Biograd na Moru, Vransko jezero, otok Cres, jezero Kutli).

Tablica 5. Granične vrijednosti kategorija ekološkog stanja za osnovne fizikalno-kemijske pokazatelje jezera kao prijedlog za dopunu Uredbe o standardu kakvoće voda (Narodne novine, 96/19).

OZNAKA TIPA	KATEGORIJA EKOLOŠKOG STANJA	Temperatura	Salinitet	Prozirnost	Režim kisika		Hranjive tvari		
		°C	‰	Secchi prozirnost (m)	BPK ₅	KPK-Mn ¹	Nitrati	Ukupni dušik	Ukupni fosfor
					mgO ₂ L ⁻¹	mgO ₂ L ⁻¹			
Plitvička jezera, jezero Kozjak HR-J_1A	vrlo dobro	≤13,5	≤0,20	≥9,0	≤0,8	≤1,2	≤0,55	≤0,74	≤0,016
	dobro	13,6-17,0	0,21-0,30	7,9-8,9	0,9-1,3	1,3-2,0	0,56-0,69	0,75-0,91	0,017-0,028
	umjereno	17,1-18,0	0,31-0,40	4,0-7,8	1,4-2,6	2,1-4,0	0,70-1,38	0,92-1,82	0,029-0,056
	loše	18,1-19,0	0,41-0,50	2,7-3,9	2,7-3,9	4,1-6,0	1,39-2,07	1,83-2,73	0,057-0,084
	vrlo loše	≥19,1	≥0,51	≤2,6	≥4,0	≥6,1	≥2,07	≥2,74	≥0,085
Plitvička jezera, Prošćansko jezero HR-J_1B	vrlo dobro	≤14,3	≤0,20	≥5,5	≤0,8	≤1,2	≤0,55	≤0,74	≤0,016
	dobro	14,4-17,2	0,21-0,30	4,9-5,4	0,9-1,3	1,3-2,0	0,56-0,69	0,75-0,91	0,017-0,028
	umjereno	17,3-18,2	0,31-0,40	2,50-4,8	1,4-2,6	2,1-4,0	0,70-1,38	0,92-1,82	0,029-0,056
	loše	18,3-19,2	0,41-0,50	1,7-2,4	2,7-3,9	4,1-6,0	1,39-2,07	1,83-2,73	0,057-0,084
	vrlo loše	≥19,3	≥0,51	≤1,6	≥4,0	≥6,1	≥2,07	≥2,74	≥0,085
Vransko jezero, Cres HR-J_2	vrlo dobro	≤16,7	≤0,20	≥11,0	≤0,6	≤1,2	≤0,01	≤0,21	≤0,016
	dobro	16,8-20,5	0,21-0,30	10,5-10,9	0,7-1,0	1,3-2,0	0,02-0,05	0,22-0,30	0,017-0,027
	umjereno	20,6-21,5	0,31-0,40	5,3-10,4	1,1-2,0	2,1-4,0	0,06-0,10	0,31-0,60	0,028-0,054
	loše	21,6-22,5	0,41-0,50	3,5-5,2	2,1-3,0	4,1-6,0	0,11-0,15	0,61-0,90	0,055-0,081
	vrlo loše	≥22,6	≥0,51	≤3,4	≥3,1	≥6,1	≥0,16	≥0,91	≥0,082

OZNAKA TIP	KATEGORIJA EKOLOŠKOG STANJA	Temperatura	Salinitet	Prozirnost	Režim kisika		Hranjive tvari		
		°C	‰	Secchi prozirnost (m)	BPK ₅ mgO ₂ L ⁻¹	KPK-Mn ¹ mgO ₂ L ⁻¹	Nitrati mgNL ⁻¹	Ukupni dušik mgNL ⁻¹	Ukupni fosfor mgPL ⁻¹
Baćinska jezera, jezero Crniševo i jezero Oćuša HR-J_3	vrlo dobro	≤22,0	≤0,30	≥4,4	≤1,1	≤2,0	≤0,09	≤0,42	≤0,005
	dobro	22,1-27,2	0,31-1,40	3,6-4,3	1,2-2,2	2,1-3,1	0,10-0,29	0,42-0,81	0,006-0,019
	umjereno	27,3-28,2	1,41-2,80	1,8-3,5	2,3-4,4	3,2-6,2	0,30-0,58	0,52-1,62	0,020-0,038
	loše	28,3-29,2	2,81-4,20	1,2-1,7	4,5-6,6	6,3-9,3	0,59-0,87	1,63-2,43	0,039-0,057
	vrlo loše	≥29,3	≥4,21	≤1,1	≥6,7	≥9,4	≥0,88	≥2,44	≥0,058
Vransko jezero, Biograd na Moru HR-J_4	vrlo dobro	≤23,3	≤0,97	≥1,5	≤2,6	≤6,3	≤0,07	≤0,87	≤0,020
	dobro	23,4-27,6	0,98-1,34	1,0-1,4	2,7-7,6	6,4-13,9	0,08-0,37	0,88-1,20	0,021-0,031
	umjereno	27,7-28,6	1,35-2,68	0,5-0,9	7,7-15,2	14,0-27,8	0,38-0,74	1,21-2,40	0,032-0,062
	loše	28,7-29,6	2,69-4,02	0,3-0,4	15,3-22,8	27,9-41,7	0,75-1,11	2,41-3,60	0,063-0,093
	vrlo loše	≥29,7	≥4,03	≤0,2	≥22,9	>41,8	≥1,12	≥3,61	≥0,094
Visovačko jezero HR-J_5	vrlo dobro	≤18,0	≤0,20	≥5,3	≤0,8	≤1,3	≤0,20	≤0,37	≤0,013
	dobro	18,1-21,6	0,21-0,30	3,9-5,2	0,9-1,5	1,4-1,9	0,21-0,30	0,38-0,63	0,014-0,025
	umjereno	21,7-22,6	0,31-0,40	2,0-3,8	1,6-3,0	2,0-3,8	0,31-0,60	0,64-1,26	0,026-0,050
	loše	22,7-23,6	0,41-0,50	1,3-1,9	3,1-4,5	3,9-5,7	0,61-0,90	1,27-1,89	0,051-0,075
	vrlo loše	≥23,7	≥0,51	≤1,2	≥4,6	≥5,8	≥0,91	≥1,90	≥0,076
jezero Kuti predloženi tip	vrlo dobro	≤24,5	≤0,21	≥2,8	≤0,7	≤2,1	≤0,05	≤0,33	≤0,007
	dobro	24,6-27,9	0,22-0,27	2,3-2,7	0,8-1,6	2,2-3,6	0,06-0,13	0,34-0,75	0,008-0,016

OZNAKA TIPa	KATEGORIJA EKOLOŠKOG STANJA	Temperatura	Salinitet	Prozirnost	Režim kisika		Hranjive tvari		
		°C	‰	Secchi prozirnost (m)	BPK ₅	KPK-Mn ¹	Nitrati	Ukupni dušik	Ukupni fosfor
					mgO ₂ L ⁻¹	mgO ₂ L ⁻¹	mgNL ⁻¹	mgNL ⁻¹	mgPL ⁻¹
HR-J_6									
	umjereno	28,0-28,9	0,28-0,54	1,2-2,2	1,7-3,2	3,7-7,2	0,14-0,26	0,76-1,50	0,017-0,032
	loše	29,0-29,9	0,55-0,81	0,8-1,1	3,3-4,8	7,3-10,8	0,27-0,39	1,51-2,25	0,033-0,048
	vrlo loše	≥30,0	≥0,82	≤0,7	≥4,9	≥10,9	≥0,40	≥2,26	≥0,049

3.2.2. Umjetna i znatno promijenjena jezera

Rezultati za umjetna i znatno promijenjena jezera su grupirani prema grupama tipova koji su korišteni za standarde kakvoće vode za fizikalno-kemijske pokazatelje u važećoj Uredbi o standardu kakvoće voda (Narodne novine, 96/19). Grupe su zasnovane na ekoregiji (Panonska i Dinaridska) i dubini (vrlo plitka, plitka, duboka i s kratkim vremenom zadržavanja vode).

Raspon vrijednosti fizikalno-kemijskih pokazatelja u umjetnim i znatno promijenjenim jezerima u istraživanom razdoblju

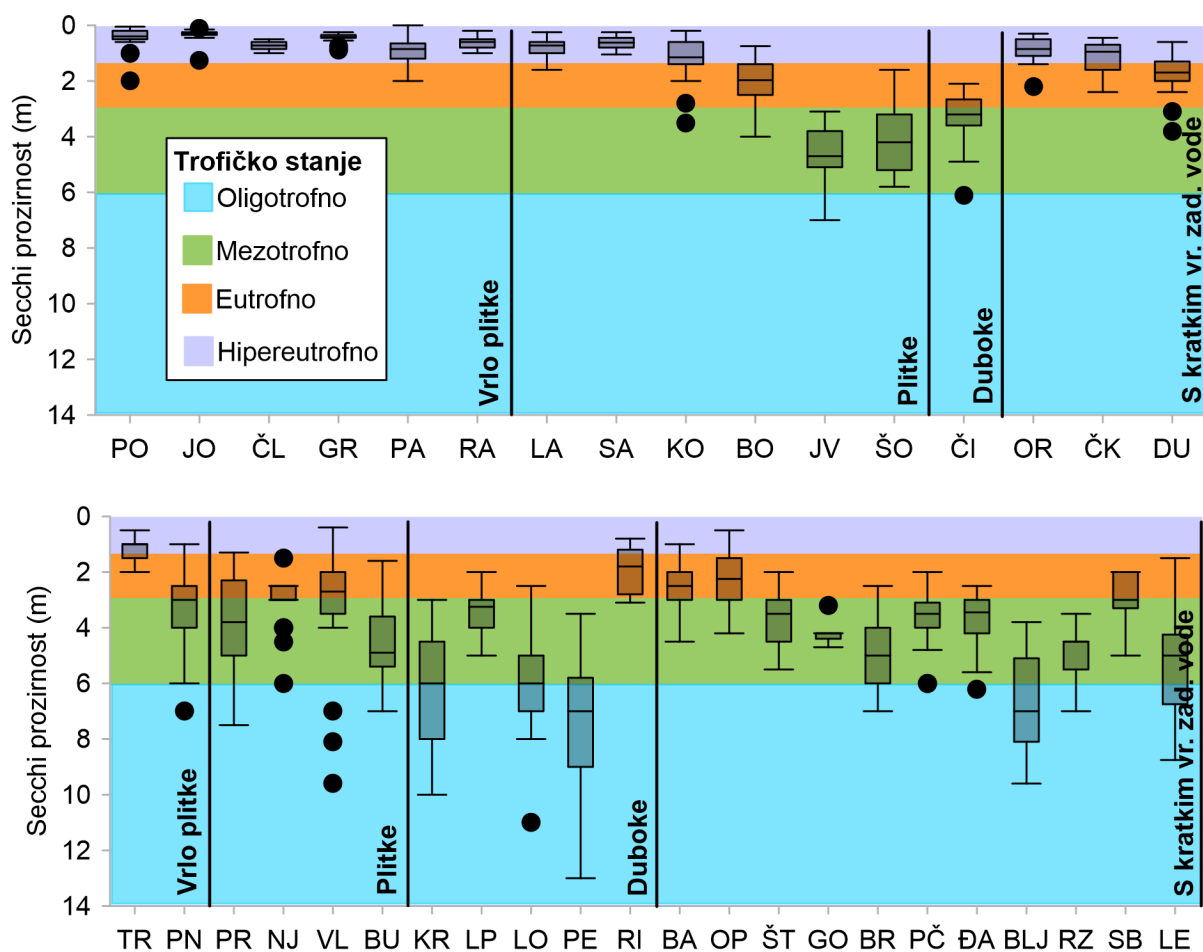
Secchi prozirnost je bila drugačija ovisno o jezeru, ali i ekoregiji (Slika 3). Općenito niske vrijednosti prozirnosti vode su utvrđene u Panonskoj ekoregiji, dok su u Dinariskoj ekoregiji bile višestruko veće. Grupa vrlo plitkih akumulacija u Panonskoj ekoregiji je imala najniže vrijednosti koje su se kretale samo od 0,05 do 2,0 m. Najveći raspon prozirnosti vode je utvrđen u plitkim jezerima (0,20 – 7,0 m), dok se u jedinom dubokom jezeru Novo Čiče kretao od 2,1 do 6,1 m, a u jezerima s kratkim vremenom zadržavanja vode od 0,3 do 3,8 m. u Dinaridskoj ekoregiji su vrijednosti prozirnosti vode bivale sve veće s porastom dubine jezera. Tako su se u vrlo plitkim jezerima kretale od 0,5 do 7,0 m, u plitkim jezerima od 0,4 do 9,6 m te u dubokim jezerima od 0,8 do 11 m. U jezerima s kratkim vremenom zadržavanja vode najniža vrijednost je utvrđena u akumulaciji Oспенica i iznosila je 0,5 m, a najviša u akumulaciji Brljan gdje je iznosila 9,6 m. Vrijednosti medijana Secchi prozirnosti su se za većinu jezera u Panonskoj ekoregiji kretali ispod 1 m, dok su se isticali medijani u šljunčarama Jarun i Šoderica s vrijednostima od 4,7 m i 4,2 m.

Prema Secchi prozirnosti većina umjetnih i znatno promijenjenih jezera u Panonskoj ekoregiji je hipereutrofna prema trofičkom stanju, izuzev akumulacije Borovik i HE Dubrava koje su eutrofne, a šljunčare Jarun, Šoderica i Novo Čiče mezotrofne (Slika 3). U Dinaridskoj ekoregiji većina umjetnih i znatno promijenjenih jezera je mezotrofnog karaktera, s nekoliko oligotrofnih i eutrofnih, dok hipereutrofnih gotovo niti nema.

Iako su u ovom elaboratu prikazane vrijednosti mjerenja Secchi prozirnosti u umjetnim i znatno promijenjenim jezerima s kratkim vremenom zadržavanja vode, ovo nije relevantan pokazatelj za ocjenu ekološkog potencijala u navedenoj grupi jezera.

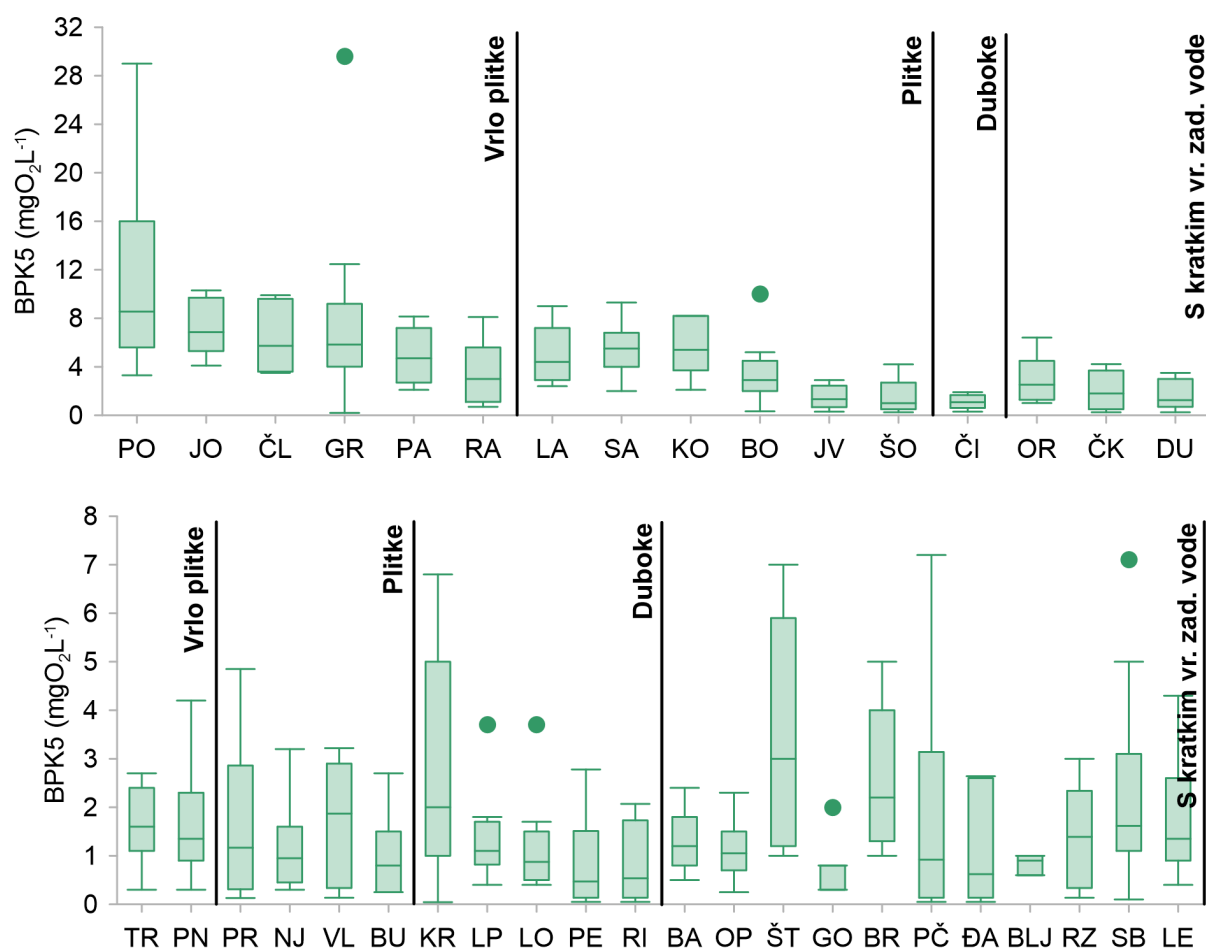
Secchi prozirnost je pokazatelj primarne produkcije koji u direktnoj korelaciji s koncentracijom klorofila *a* i biomasom fitoplanktona ukazuje na trofičko stanje jezera (Bellinger i Sigeo, 2015). U jezerima s kratkim vremenom zadržavanja vode ne postoje uvjeti za razvoj prirodne zajednice fitoplanktona. Kako u takvim jezerima niti fitoplankton nije relevantan biološki element kakvoće za ocjenu ekološkog potencijala, sukladno tome se ne koristi niti Secchi prozirnost. Akumulacija Lešće

na rijeci Dobri (HR_AD-19) je izuzetak po tome što se u njoj uzorkuje fitoplankton i prema tom BEK se ocjenjuje ekološki potencijal. Ovo jezero je specifično utoliko što se u njemu tijekom ljetnih mjeseci stvara temperaturna stratifikacija te je vodeni stupac raslojen. Pri tome se značajno usporava vrijeme zadržavanja vode u epilimniju i termoklini, dok voda nesmetano teče u hipolimniju. Stratifikacija je ovdje omogućena zbog toga što je na mjestu uzorkovanja pred branom akumulacija duboka preko 40 m, a temeljni ispušt je pri dnu brane. Rijeka Dobra u akumulaciju dotječe s relativno niskom temperaturom vode koja zbog fizikalnih svojstava, tj. gustoće teče po dnu akumulacije te se i izljuje s dna akumulacije, što omogućuje raslojavanje gornjih slojeva jezera u ljetnim mjesecima i razvoj reprezentativne zajednice fitoplanktona do kasno jesenske izotermije.



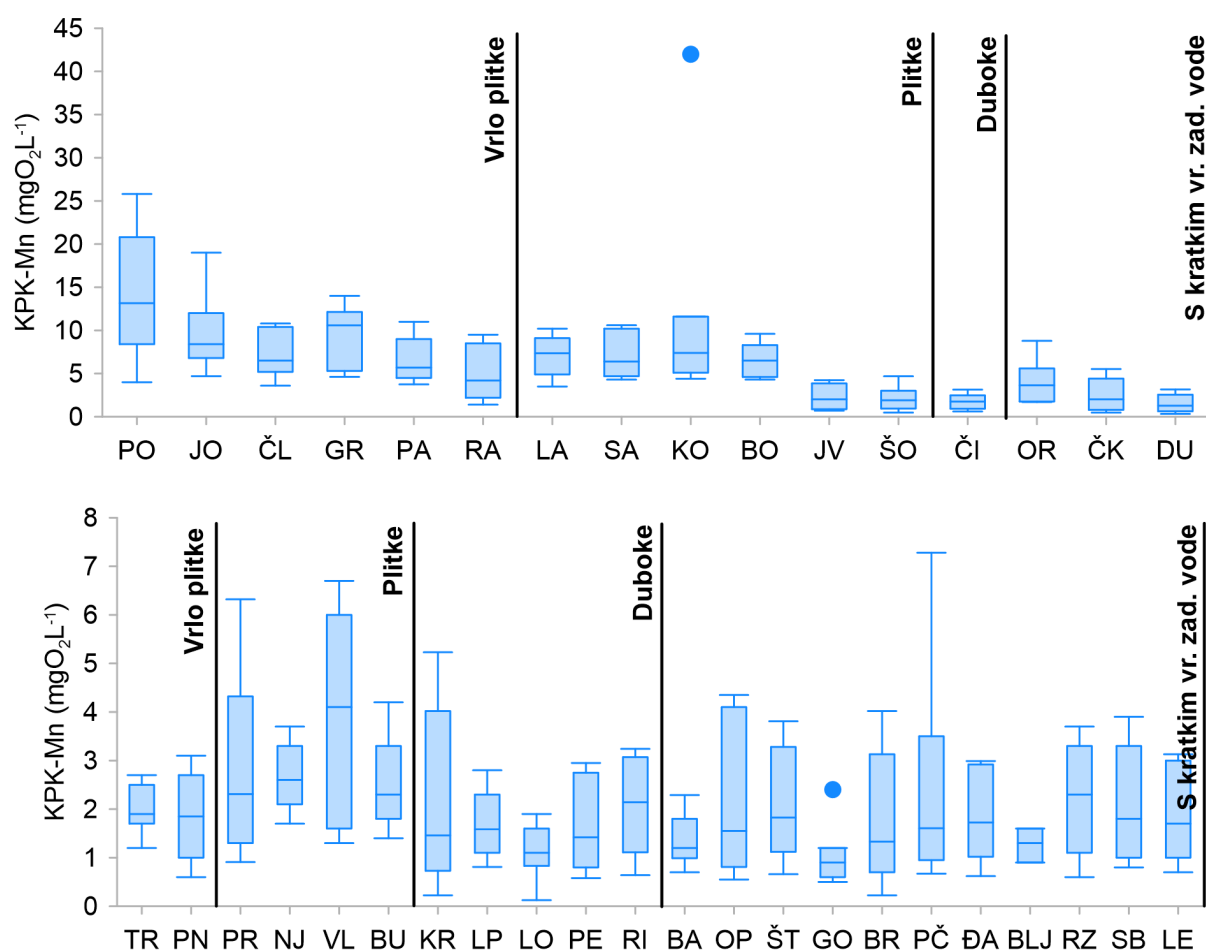
Slika 3 Box-Whiskers prikaz vrijednosti Secchi prozirnosti u umjetnim i znatno promijenjenim jezerima s površinom većom od 0,5 km² u Republici Hrvatskoj u Panonskoj (gore) i Dinaridskoj (dolje) ekoregiji. Na x-osi su kratice pojedinih jezera: PO – Popovac, JO – Jošava, ČL – Čingi Lingi, GR – Grabovo jezero, PA – Pakra, RA – Rakitje, LA – Lapovac II, SA – Sakadaš, KO – Koritnjak, BO – Borovik, JV – Jarunsko jezero, Veliko, ŠO – Šoderica, ČI – Novo Čiče, OR – Ormoško jezero, ČK – HE Čakovec, DU – HE Dubrava, TR – Tribalj, PN – Ponikve, PR – Prološko blato, NJ – Jezero kraj Njivica, VL – Vlačine, BU – Butoniga, KR – Sklope, Krušćica, LP – Lepenica, LO – Lokvarka, PE – HE Peruča, RI – Ričica, BA – Bajer, OP – Opsenica, ŠT – Štikada, GO – HE Golubić, BR – Brlog, PČ – Prančevići, ĐA – HE Đale, BLJ – Brljan, RZ – Razovac, SB – Sabljaci, LE – Lešće. Pojedinačne točke označavaju outlier-e. Crta u sredini stupića je vrijednost medijana, a raspon stupića je od 25-og do 75-og percentila.

Vrijednosti BPK₅ su bile višestruko veće u Panonskoj ekoregiji nego u Dinaridskoj (Slika 4). Najviše vrijednosti su utvrđene u vrlo plitkim umjetnim i znatno promijenjenim jezerima u Panonskoj ekoregiji, a kretale su se od 0,2 do 29,6 mgO₂L⁻¹. U plitkim jezerima se raspon BPK₅ kretao od 0,3 do 10,0 mgO₂L⁻¹, dok je raspon BPK₅ u jezerima s kratkim vremenom zadržavanja vode bio između 0,25 i 6,4 mgO₂L⁻¹. U jedinom dubokom umjetnom jezeru u Panonskoj ekoregiji, u jezeru Novo Čiče je utvrđen najmanji raspon BPK₅, a on je iznosio niskih 0,3 do 1,9 mgO₂L⁻¹. U Dinaridskoj ekoregiji su najviše vrijednosti BPK₅ izmjerene u jezerima s kratkim vremenom zadržavanja vode, a raspon se kretao od 0,1 do 7,2 mgO₂L⁻¹. U većini ostalih jezera su najviše vrijednosti bile upola manje od najviše utvrđene vrijednosti BPK₅.



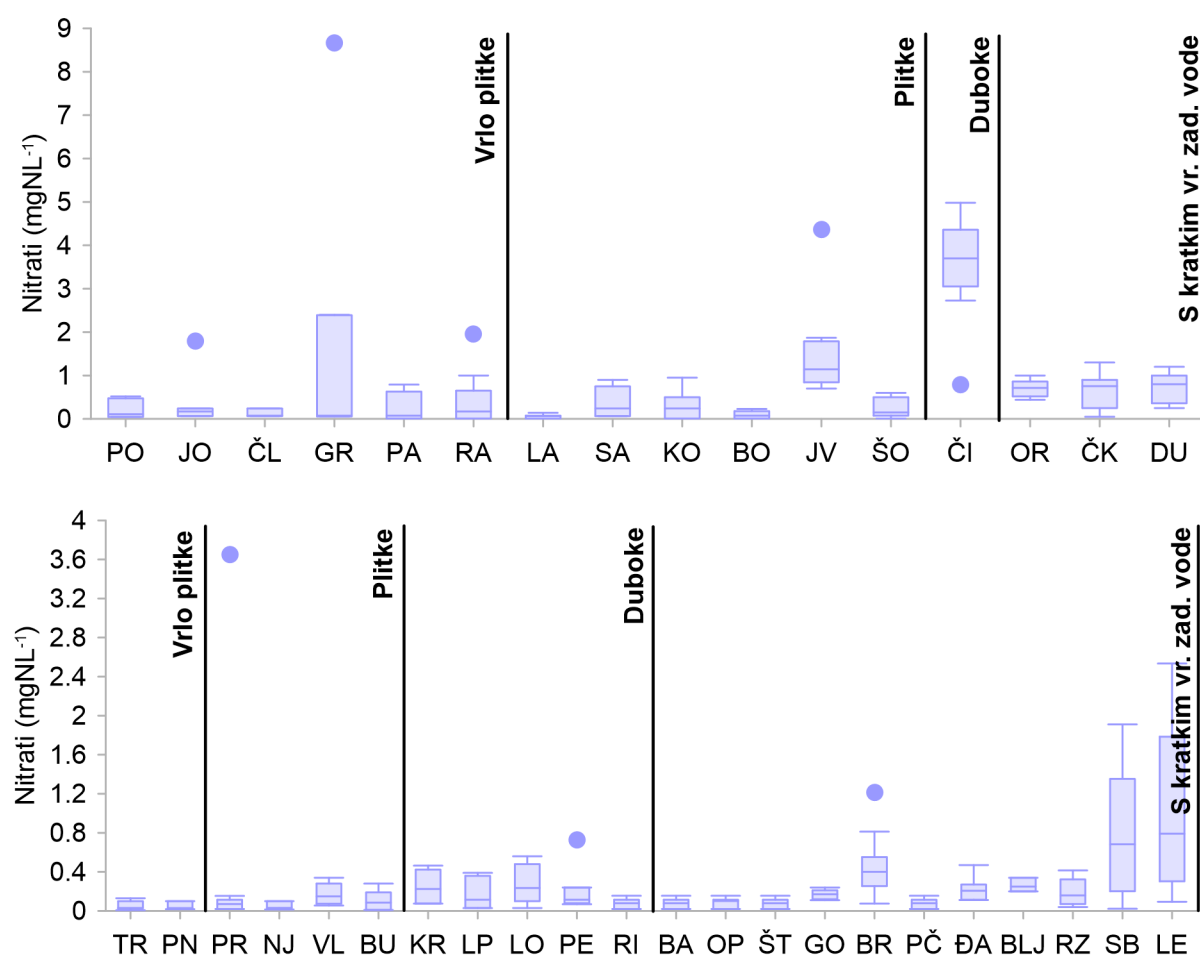
Slika 4 Box-Whiskers prikaz vrijednosti BPK₅ u umjetnim i znatno promijenjenim jezerima s površinom većom od 0,5 km² u Republici Hrvatskoj u Panonskoj (gore) i Dinaridskoj (dolje) ekoregiji. Na x-osi su kratice pojedinih jezera: PO – Popovac, JO – Jošava, ČL – Čingi Lingi, GR – Grabovo jezero, PA – Pakra, RA – Rakitje, LA – Lapovac II, SA – Sakadaš, KO – Koritnjak, BO – Borovik, JV – Jarunsko jezero, Veliko, ŠO – Šoderica, ČI – Novo Čiče, OR – Ormoško jezero, ČK – HE Čakovec, DU – HE Dubrava, TR – Tribalj, PN – Ponikve, PR – Prološko blato, NJ – Jezero kraj Njivica, VL – Vlačine, BU – Butoniga, KR – Sklope, Krušćica, LP – Lepenica, LO – Lokvarka, PE – HE Peruča, RI – Ričica, BA – Bajer, OP – Opsenica, ŠT – Štikada, GO – HE Golubić, BR – Brlog, PČ – Prančevići, ĐA – HE Dale, BLJ – Brljan, RZ – Razovac, SB – Sabljaci, LE – Lešće. Pojedinačne točke označavaju outlier-e. Crta u sredini stupića je vrijednost medijana, a raspon stupića je od 10-og do 90-og percentila.

Vrijednosti KPK-Mn su pokazale sličan trend kao i vrijednosti BPK₅ pri čemu su u Panonskoj ekoregiji bile višestruko veće od onih u Dinaridskoj (Slika 5). Najviša pojedinačna vrijednost je utvrđena u plitkom jezeru Koritnjak od 42,0 mgO₂L⁻¹, do su vrlo plitka jezera imala općenito najviše koncentracije KPK-Mn u vodi, od 1,4 do 25,8 mgO₂L⁻¹. Najmanji raspon vrijednosti KPK-Mn u Panonskoj ekoregiji je utvrđen u jedinom dubokom jezeru Novo Čiče koji se kretao od 0,6 do 3,1 mgO₂L⁻¹. Vrijednosti KPK-Mn u Dinaridskoj ekoregiji nisu prelazile 7,3 mgO₂L⁻¹ što je izmjereno u akumulaciji Prančevići. Nešto više vrijednosti KPK-Mn u Dinaridskoj ekoregiji su izmjerene u plitkim jezerima (0,9 do 6,7 mgO₂L⁻¹), dok se većina vrijednosti kretala ispod 4 ili 5 mgO₂L⁻¹.



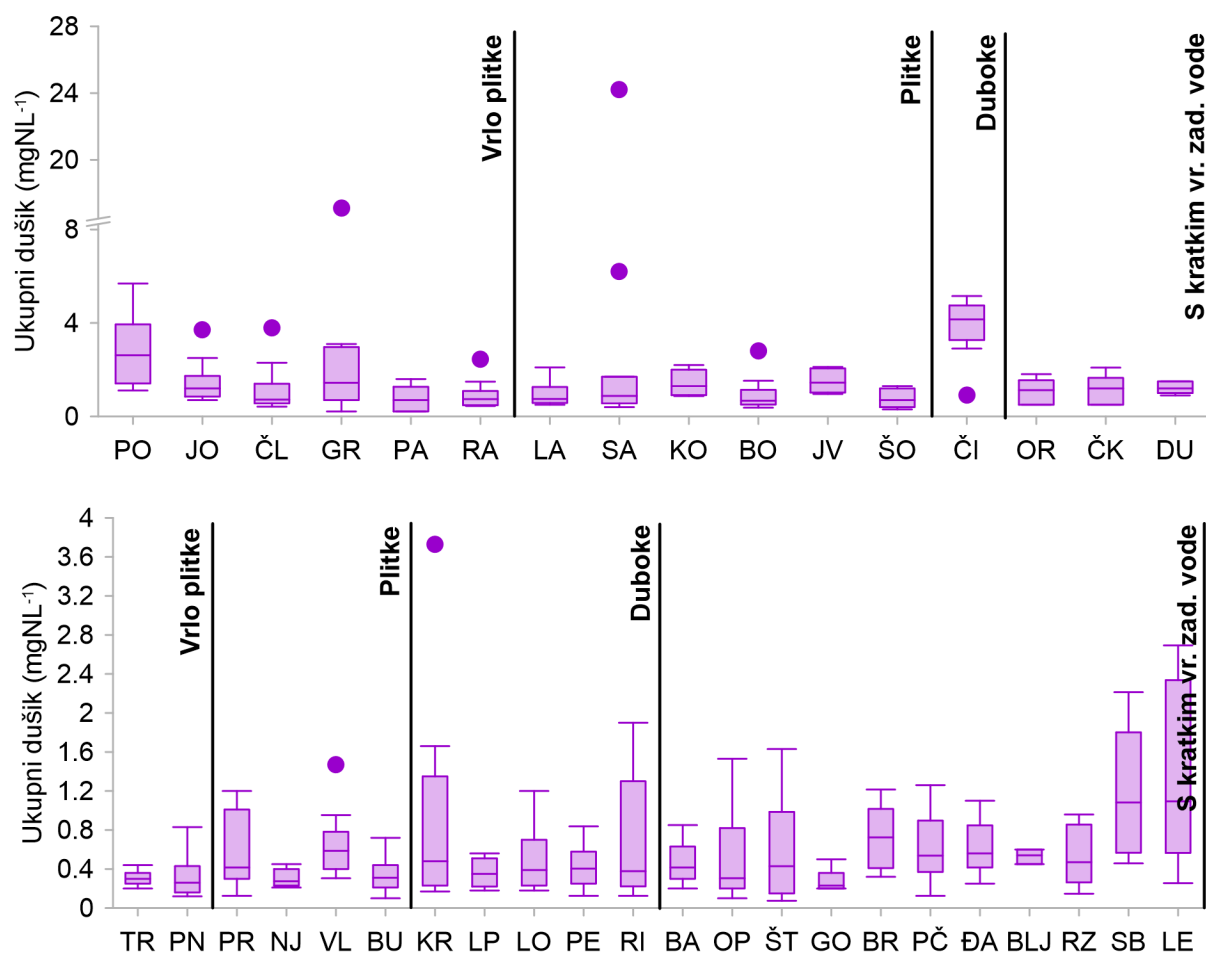
Slika 5 Box-Whiskers prikaz vrijednosti KPK-Mn u umjetnim i znatno promijenjenim jezerima s površinom većom od 0,5 km² u Republici Hrvatskoj u Panonskoj (gore) i Dinaridskoj (dolje) ekoregiji. Na x-osi su kratice pojedinih jezera: PO – Popovac, JO – Jošava, ČL – Čingi Lingi, GR – Grabovo jezero, PA – Pakra, RA – Rakitje, LA – Lapovac II, SA – Sakadaš, KO – Koritnjak, BO – Borovik, JV – Jarunsko jezero, Veliko, ŠO – Šoderica, ČI – Novo Čiče, OR – Ormoško jezero, ČK – HE Čakovec, DU – HE Dubrava, TR – Tribalj, PN – Ponikve, PR – Prološko blato, NJ – Jezero kraj Njivica, VL – Vlačine, BU – Butoniga, KR – Sklope, Kruščica, LP – Lepenica, LO – Lokvarka, PE – HE Peruča, RI – Ričica, BA – Bajer, OP – Opsenica, ŠT – Štikada, GO – HE Golubić, BR – Brlog, PČ – Prančevići, ĐA – HE Đale, BLJ – Brljan, RZ – Razovac, SB – Sabljaci, LE – Lešće. Pojedinačne točke označavaju outlier-e. Crta u sredini stupića je vrijednost medijana, a raspon stupića je od 10-og do 90-og percentila.

Koncentracija nitrata se u umjetnim i znatno promijenjenim jezerima u Panonskoj ekoregiji kretala od 0,045 mgNL⁻¹ do 8,67 mgNL⁻¹, a u Dinaridskoj ekoregiji od 0,008 do 3,65 mgNL⁻¹ (Slika 6). U Panonskoj ekoregiji se značajno ne ističu razlike u vrijednostima koncentracije nitrata u jezerima prema dubini, izuzev vrlo dubokog umjetnog jezera Novo Čiče u kojem je utvrđena najviša vrijednost medijana te raspon od 0,791 do 4,98 mgNL⁻¹. Izuzev nekoliko pojedinačnih visokih izmjerenih vrijednosti koncentracije nitrata, većina se kretala ispod 2 mgNL⁻¹. U Dinaridskoj ekoregiji većina vrijednosti bila je ispod 0,8 mgNL⁻¹. Najniže vrijednosti su utvrđene u vrlo plitkim i plitkim jezerima s izuzetkom najviše vrijednosti koncentracije nitrata u jezeru Prološko blato od 3,65 mgNL⁻¹. Širi rasponi vrijednosti i više vrijednosti medijana koncentracije nitrata u odnosu na sva umjetna i znatno promijenjena jezera u Dinaridskoj ekoregiji su utvrđeni u jezerima Brlog, Sabljaci i Lešće.



Slika 6 Box-Whiskers prikaz vrijednosti koncentracije nitrata u umjetnim i znatno promijenjenim jezerima s površinom većom od 0,5 km² u Republici Hrvatskoj u Panonskoj (gore) i Dinaridskoj (dolje) ekoregiji. Na x-osi su kratice pojedinih jezera: PO – Popovac, JO – Jošava, ČL – Čingi Lingi, GR – Grabovo jezero, PA – Pakra, RA – Rakitje, LA – Lapovac II, SA – Sakadaš, KO – Koritnjak, BO – Borovik, JV – Jarunsko jezero, Veliko, ŠO – Šoderica, ČI – Novo Čiče, OR – Ormoško jezero, ČK – HE Čakovec, DU – HE Dubrava, TR – Tribalj, PN – Ponikve, PR – Prološko blato, NJ – Jezero kraj Njivica, VL – Vlačine, BU – Butoniga, KR – Sklope, Kruščica, LP – Lepenica, LO – Lokvarka, PE – HE Peruča, RI – Ričica, BA – Bajer, OP – Opsenica, ŠT – Štikada, GO – HE Golubić, BR – Brlog, PČ – Prančevići, ĐA – HE Đale, BLJ – Brljan, RZ – Razovac, SB – Sabljaci, LE – Lešće. Pojedinačne točke označavaju outlier-e. Crta u sredini stupića je vrijednost medijana, a raspon stupića je od 10-og do 90-og percentila.

Koncentracija ukupnog dušika u vodi se kretala od 0,215 do 24,2 mgNL⁻¹ u Panonskoj ekoregiji i od 0,100 do 3,76 mgNL⁻¹ u Dinaridskoj ekoregiji (Slika 7). Kao i u slučaju koncentracije nitrata, najviši medijan i većina visokih vrijednosti su izmjereni u dubokom jezeru u Panonskoj ekoregiji, u jezeru Novo Čiče. Većina vrijednosti koncentracije ukupnog dušika u Panonskoj ekoregiji je bila ispod 4 mgNL⁻¹, a u Dinaridskoj ekoregiji ispod 1,5 mgNL⁻¹. Najviši medijan i većina vrijednosti koncentracije ukupnog dušika u Dinaridskoj ekoregiji su izmjereni u akumulacijama Sabljaci i Lešće (0,255 do 2,69 mgNL⁻¹).

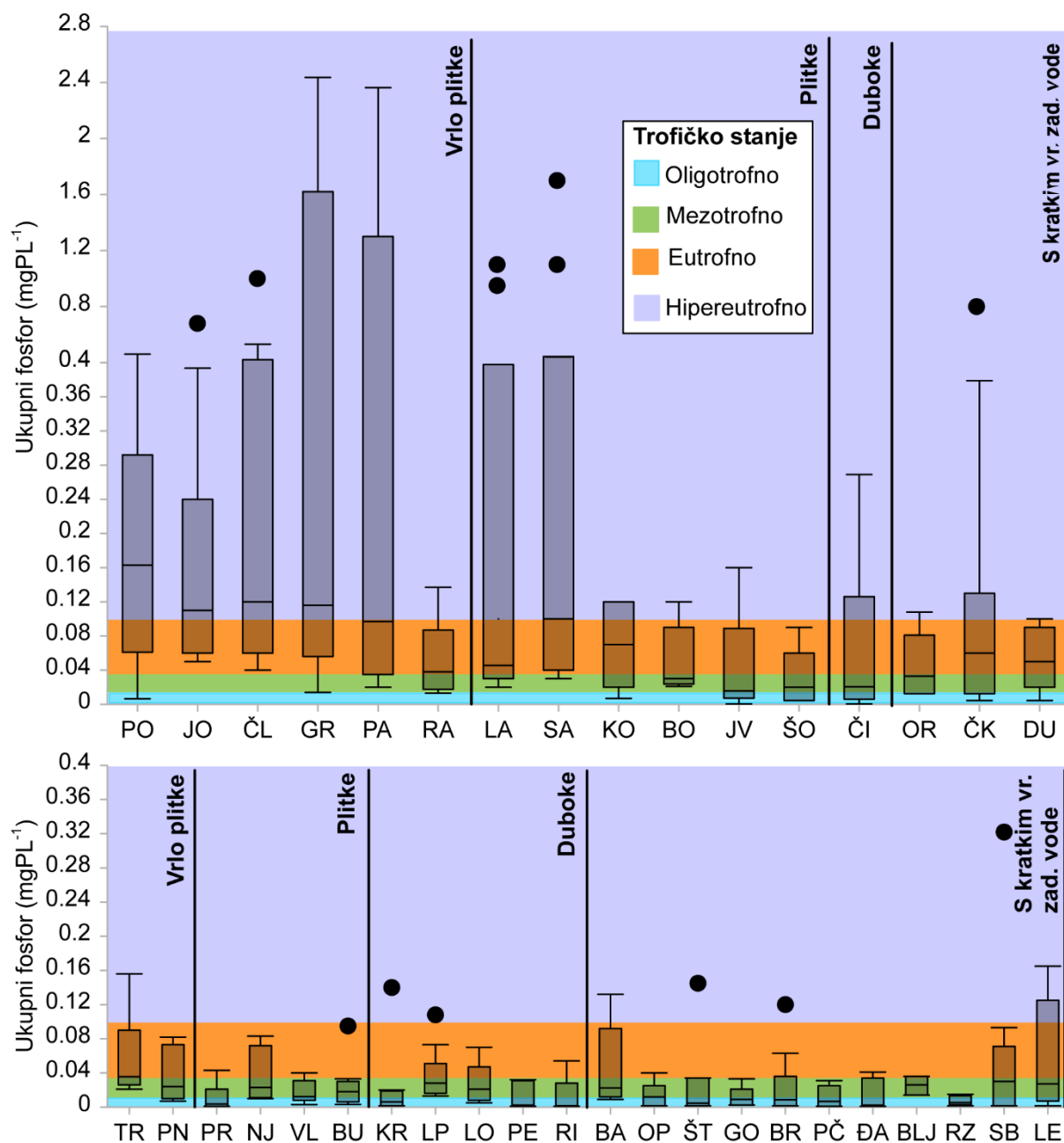


Slika 7 Box-Whiskers prikaz vrijednosti koncentracije ukupnog dušika u umjetnim i znatno promijenjenim jezerima s površinom većom od 0,5 km² u Republici Hrvatskoj u Panonskoj (gore) i Dinaridskoj (dolje) ekoregiji. Na x-osi su kratice pojedinih jezera: PO – Popovac, JO – Jošava, ČL – Čingi Lingi, GR – Grabovo jezero, PA – Pakra, RA – Rakitje, LA – Lapovac II, SA – Sakadaš, KO – Koritnjak, BO – Borovik, JV – Jarunsko jezero, Veliko, ŠO – Šoderica, ČI – Novo Čiče, OR – Ormoško jezero, ČK – HE Čakovec, DU – HE Dubrava, TR – Tribalj, PN – Ponikve, PR – Prološko blato, NJ – Jezero kraj Njivica, VL – Vlačine, BU – Butoniga, KR – Sklope, Kruščica, LP – Lepenica, LO – Lokvarka, PE – HE Peruča, RI – Ričica, BA – Bajer, OP – Opsenica, ŠT – Štikada, GO – HE Golubić, BR – Brlog, PČ – Prančevići, ĐA – HE Đale, BLJ – Brljan, RZ – Razovac, SB – Sabljaci, LE – Lešće. Pojedinačne točke označavaju outlier-e. Crta u sredini stupića je vrijednost medijana, a raspon stupića je od 10-og do 90-og percentila.

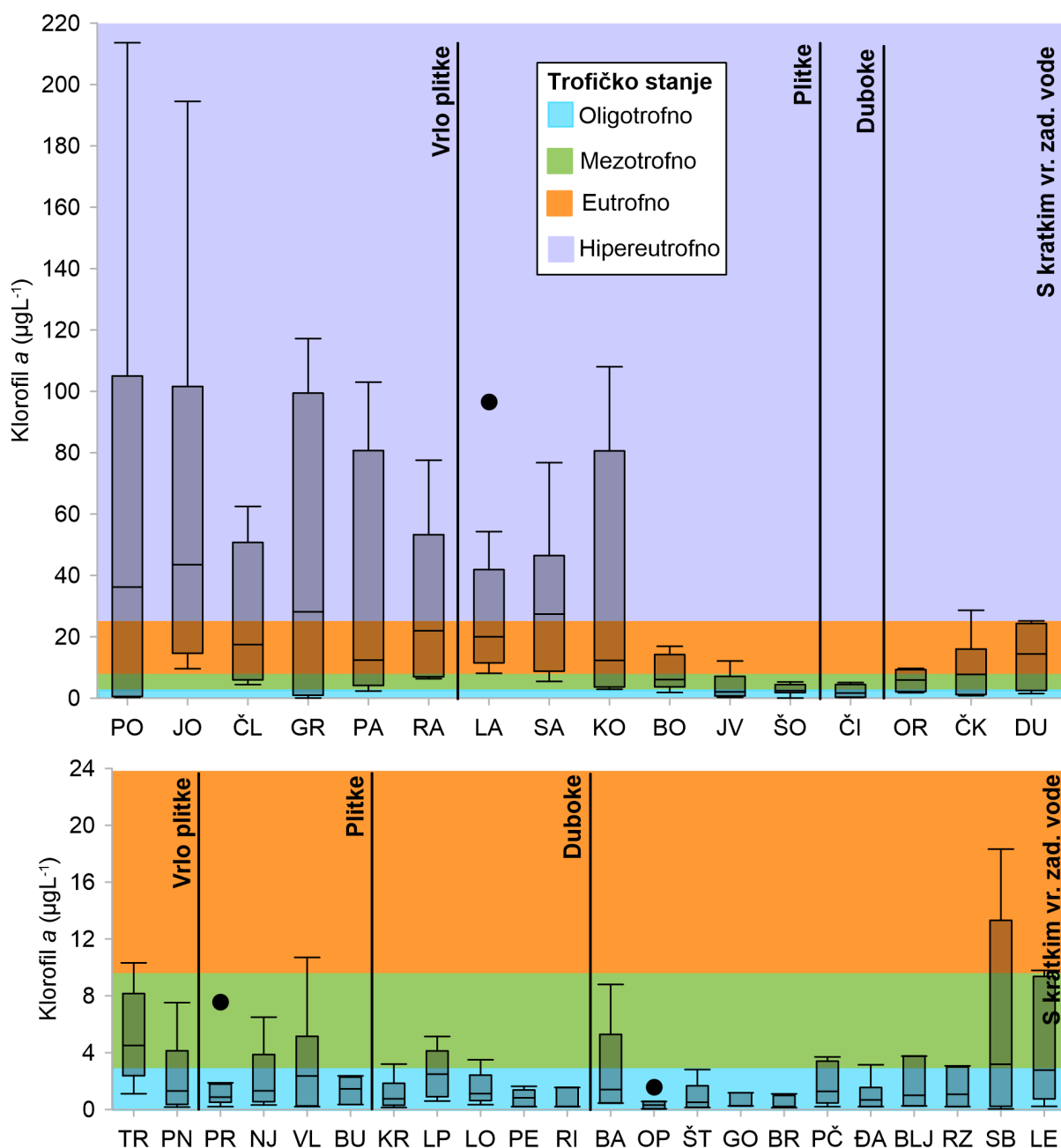
Koncentracija ukupnog fosfora je bila višestruko veća u Panonskoj nego u Dinaridskoj ekoregiji (Slika 8). Raspon vrijednosti se u Panonskoj ekoregiji kretao od 0,001 do 2,44 mgPL⁻¹, a u

Dinaridskoj od 0,001 do 0,322 mgPL⁻¹. Najviše pojedinačne vrijednosti u Panonskoj ekoregiji su utvrđene u vrlo plitkim jezerima, dok su u Dinaridskoj ekoregiji najviše vrijednosti utvrđene u jezerima s kratkim vremenom zadržavanja vode. Prema koncentraciji ukupnog fosfora jezera u Panonskoj ekoregiji su pokazale znatno viši stupanj trofije, nego ona u Dinaridskoj ekoregiji. Većina vrlo plitkih jezera je pokazala hipereutrofan karakter, izuzev jezera Rakitje koje je mezo-eutrofnog karaktera, kao i gotovo sva ostala plitvka, duboka i jezera s kratkim vremenom zadržavanja vode. U Dinaridskoj ekoregiji su samo pojedinačne vrijednosti prelazile u hipereutrofno stanje. Većina jezera je pokazala mezotrofan karakter, dok ih je nekoliko oligotrofnih i oligo-mezotrofnih (npr. Razovac, Krušćica) ili mezo-eutrofnih (npr. Njivice, Bajer).

Prema koncentraciji klorofila *a* većina umjetnih i znatno promijenjenih jezera u Panonskoj ekoregiji je hipereutrofna prema trofičkom stanju, izuzev akumulacije Borovik i HE Dubrava koje su eutrofne, a šljunčare Jarun, Šoderica i Novo Čiče mezotrofne (Slika 9). U Dinaridskoj ekoregiji većina umjetnih i znatno promijenjenih jezera je mezotrofnog karaktera, s nekoliko oligotrofnih i eutrofnih, dok hipereutrofnih gotovo niti nema.



Slika 8 Box-Whiskers prikaz vrijednosti koncentracije ukupnog fosfora u umjetnim i znatno promijenjenim jezerima s površinom većom od 0,5 km² u Republici Hrvatskoj u Panonskoj (gore) i Dinaridskoj (dolje) ekoregiji. Na x-osi su kratice pojedinih jezera: PO – Popovac, JO – Jošava, ČL – Čingi Lingi, GR – Grabovo jezero, PA – Pakra, RA – Rakitje, LA – Lapovac II, SA – Sakadaš, KO – Koritnjak, BO – Borovik, JV – Jarunsko jezero, Veliko, ŠO – Šoderica, ČI – Novo Čiče, OR – Ormoško jezero, ČK – HE Čakovec, DU – HE Dubrava, TR – Tribalj, PN – Ponikve, PR – Prološko blato, NJ – Jezero kraj Njivica, VL – Vlačine, BU – Butoniga, KR – Sklope, Kruščica, LP – Lepenica, LO – Lokvarka, PE – HE Peruča, RI – Ričica, BA – Bajer, OP – Opsenica, ŠT – Štikada, GO – HE Golubić, BR – Brlog, PČ – Prančevići, ĐA – HE Đale, BLJ – Brljan, RZ – Razovac, SB – Sabljaci, LE – Lešće. Pojedinačne točke označavaju outlier-e. Crta u sredini stupića je vrijednost medijana, a raspon stupića je od 10-og do 90-og percentila.



Slika 9 Box-Whiskers prikaz vrijednosti koncentracije klorofila a u umjetnim i znatno promijenjenim jezerima s površinom većom od 0,5 km² u Republici Hrvatskoj u Panonskoj (gore) i Dinaridskoj (dolje) ekoregiji. Na x-osi su kratice pojedinih jezera: PO – Popovac, JO – Jošava, ČL – Čingi Lingi, GR – Grabovo jezero, PA – Pakra, RA – Rakitje, LA – Lapovac II, SA – Sakadaš, KO – Koritnjak, BO – Borovik, JV – Jarunsko jezero, Veliko, ŠO – Šoderica, ČI – Novo Čiče, OR – Ormoško jezero, ČK – HE Čakovec, DU – HE Dubrava, TR – Tribalj, PN – Ponikve, PR – Prološko blato, NJ – Jezero kraj Njivica, VL – Vlačine, BU – Butoniga, KR – Sklope, Krušćica, LP – Lepenica, LO – Lokvarka, PE – HE Peruča, RI – Ričica, BA – Bajer, OP – Opsenica, ŠT – Štikada, GO – HE Golubić, BR – Brlog, PČ – Prančevići, ĐA – HE Đale, BLJ – Brljan, RZ – Razovac, SB – Sabljaci, LE – Lešće. Pojedinačne točke označavaju outlier-e. Crta u sredini stupića je vrijednost medijana, a raspon stupića je od 10-og do 90-og percentila.

Granice klasa ekološkog potencijala za standarde kakvoće vode u umjetnim i znatno promijenjenim jezerima

Granice klasa ekološkog potencijala za standarde kakvoće vode za fizikalno-kemijske pokazatelje **Secchi prozirnost, BPK₅, KPK-Mn, koncentracija nitrata, ukupnog dušika i ukupnog fosfora** u umjetnim i znatno promijenjenim jezerima su određene na nekoliko načina, uglavnom statističkim proračunima (Tablica 7), iz čega su proizašle konačne granice za elemente kakvoće obrađene u ovom elaboratu (Tablica 8). Za odabir seta podataka koji se koristio za određivanje granica klasa unutar grupe umjetnih i znatno promijenjenih jezera, primjerice za vrlo plitka jezera u Panonskoj ekoregiji, kao podloga je korišteno trofičko stanje pojedinog jezera ili grupe jezera. Nakon utvrđivanja trofičkog stanja svih jezera unutar grupe, stručnom procjenom je odabran set podataka jednog jezera ili grupe jezera koji su se koristili za statističke proračune. Odabir seta podataka je napravljen stručnom procjenom zbog ograničenog broja podataka ocjene bioloških elemenata kakvoće s kojima bi se napravila statistička usporedba, no to je planirano u sljedećem ciklusu Plana upravljanja vodnim područjima kada će podaci biti potpuniji.

U grupi **vrlo plitkih jezera u Panonskoj ekoregiji** stručnom procjenom je odabrano jezero Rakitje kao ono po kojemu se određuje granica za dobar i bolji/umjeren ekološki potencijal. Za relevantnu vrijednost granice za Secchi prozirnost je odabran 25-ti percentil, dok je za ostale fizikalno-kemijske pokazatelje odabran 90-ti percentil.

U grupi **plitkih jezera u Panonskoj ekoregiji** napravljeno je dodatno grupiranje gdje su u jednu podgrupu odvojena četiri jezera s muljevitom podlogom (Lapovac II, Sakadaš, Borovik i Koritnjak), a u drugu podgrupu dva jezera sa šljunkovitom podlogom (Jarun, Veliko jezero i Šoderica). U prvoj podgrupi je za granicu dobrog i boljeg/umjerenog ekološkog potencijala za Secchi prozirnost vode korišten 25-ti percentil od podataka iz jezera Borovik, a u drugoj podgrupi iz jezera Šoderica. Za pokazatelj koncentracija nitrata je za obje podgrupe korišten 90-ti percentil od jezera Šoderica, dok je za sve ostale pokazatelje za prvu podgrupu korišten set podataka od jezera Borovik, a drugu podgrupu od jezera Šoderica.

Zbog malog broja podataka i samo jednog jezera u grupi **vrlo dubokih jezera u Panonskoj ekoregiji**, za jezero Novo Čiče je korišten 25-ti percentil podataka istoimenog jezera za granicu dobrog i boljeg ekološkog potencijala za Secchi prozirnost, za pokazatelje BPK₅ i KPK-Mn je granica određena stručnom procjenom, a za preostale pokazatelje je preuzeta vrijednost 90-tog percentila od jezera Šoderica. Jezero Novo Čiče pod velikim je pritiskom hranjivih tvari iz okolnih poljoprivrednih površina gdje se uzgaja povrće i iz njega se još uvijek aktivno iskapa šljunak te je zbog toga napravljena stručna procjena i preuzete su granice od drugog jezera (Šoderice), ali opet okruženog poljoprivrednim površinama i šljunkovitom podlogom. Granice klasa ekološkog potencijala za ovo jezero, kao i za mnoga druga, bit će potrebno revidirati u budućnosti.

U grupi jezera s **kratkim vremenom zadržavanja vode u Panonskoj ekoregiji** Secchi prozirnost nije relevantan element pa za njega niti nije izračunata granica za dobar i bolji/umjeren

ekološki potencijal. Za druge pokazatelje je uzet 90-ti percentil od zajedničkog skupa podataka sva tri jezera.

U grupi **vrlo plitkih jezera u Dinaridskoj ekoregiji** je granica za dobar i bolji/umjeren ekološki potencijal za pokazatelj Secchi prozirnost uzeta kao 25-ti percentil od podataka svakog pojedinog jezera Tribalj i Ponikve. Za preostale pokazatelje za oba jezera za granicu dobrog i bolje/umjerenog ekološkog potencijala je uzet 90-ti percentil iz podataka za jezero Ponikve.

Jezero kraj Njivica je u grupi **plitkih jezera u Dinaridskoj ekoregiji** izdvojeno kao zasebno u slučaju granice za dobar i bolji ekološki potencijal za pokazatelj Secchi prozirnost, pri čemu je za tu granicu uzet 25-ti percentil iz podataka od Jezera kraj Njivica, dok je za preostala tri jezera uzet 25-ti percentil iz podataka od jezera Butoniga. Za granicu dobrog i boljeg/umjerenog potencijala za ostale fizikalno kemijske pokazatelje unutar ove grupe umjetnih i znatno promijenjenih jezera je uzet 90-ti percentil iz podataka od jezera Butoniga.

U grupi **dubokih jezera u Dinaridskoj ekoregiji** je za granicu dobrog i boljeg/umjerenog ekološkog potencijala za parametar Secchi prozirnost za jezero Lepenica uzet 25-ti percentil prema podacima od jezera Lepenica, za jezero Ričica 25-ti percentil od jezera Ričica te za jezera Kruščica, Lokvarka i Peruča prema 25-tom percentilu od podataka sva tri jezera zajedno. S obzirom na nedostupnost pouzdanih podataka za vrijednosti BPK₅ i KPK-Mn u Kruščici, granica dobrog i boljeg ekološkog potencijala za ta dva pokazatelja je za sva jezera unutar grupe dubokih jezera u Dinaridskoj ekoregiji prikazana kao 90-ti percentil izračunat iz grupe podataka od jezera Lokvarka i Peruča. Za preostale pokazatelje unutar grupe jezera je ta granica prikazana kao 90-ti percentil od podataka tri jezera: Kruščica, Lokvarka i Peruča.

U grupi jezera s kratkim vremenom zadržavanja vode u Dinaridskoj ekoregiji je pokazatelj Secchi prozirnost nerelevantan pokazatelj te za njega nije izračunata granica za dobar i bolji/umjeren ekološki potencijal. Za pokazatelje BPK₅ i KPK-Mn granica je izračunata kao 90-ti percentil svih podataka od jezera koja su imala pouzdane vrijednosti za navedene pokazatelje (izuzev jezera Opsenica, Štikada i Brlog), dok je za preostale pokazatelje izračunata kao 90-ti percentil od dostupnog seta podataka svih jezera unutar grupe.

Granice klasa ekološkog potencijala za umjeren/loš i loš/vrlo loš ekološki potencijal za fizikalno-kemijske pokazatelje **Secchi prozirnost, BPK₅, KPK-Mn, koncentracija nitrata, ukupnog dušika i ukupnog fosfora** za umjetna i znatno promijenjena jezera je određen ekvidistalno u odnosu na granicu za dobar i bolji/umjeren ekološki potencijal.

Za pokazatelj **salinitet** su granice klasa ekološkog stanja izračunate teoretski kako je opisano u poglavlju Materijali i metode, a iznosile su 0,30 za granicu dobar i bolji/umjeren, 0,40 za granicu umjeren/loš te 0,50 za granicu loš/vrlo loš ekološki potencijal za sva umjetna i znatno promijenjena jezera

(Tablica 8).

Tablica 6. Tablični prikaz kriterija za određivanje granice klasa za dobar i bolji potencijal za umjetna i znatno promijenjena jezera.

Ekoregija	Grupa prema dubini	Naziv	Secchi prozirnost	BPK ₅	KPK-Mn	Nitrati	Ukupni dušik	Ukupni fosfor	
Panonska	Vrlo plitka	Akumulacija Popovac	25-ti percentil po Rakitju	90-ti percentil po Rakitju					
		Akumulacija Jošava							
		Stara Drava, Čingi Lingi - lijeva strana ustave							
		Grabovo jezero							
		Akumulacija Pakra, Banova Jaruga							
	Rakitje, Finzula								
	Plitka	Akumulacija Lapovac II	25-ti percentil po Boroviku	90-ti percentil po Boroviku	90-ti percentil po Šoderici	90-ti percentil po Boroviku			
		Jezero Sakadaš							
		Akumulacija Koritnjak							
		Akumulacija Borovik							
	Jarunsko jezero, Veliko jezero	25-ti percentil po Šoderici	90-ti percentil po Šoderici						
	Šoderica Koprivnica	25-ti percentil	Stručna procjena	Stručna procjena	90-ti percentil po Šoderici				
Duboka jezero Novo Čiće									
S kratkim vrem. zadr. vode	Ormoško jezero	Nije relevantno.	90-ti percentil po sve tri akumulacije						
	Akumulacija HE Čakovec								
	Akumulacija HE Dubrava								
Dinaridska	Vrlo plitka	jezero Tribalj	25-ti percentil	90-ti percentil po Ponikvama					
		Akumulacija Ponikve, Krk	25-ti percentil						
	Plitka	Jezero kraj Njivica, Krk	25-ti percentil	Stručna procjena	90-ti percentil po Butonigi				
		Prološko blato	25-ti percentil po Butonigi						
		Akumulacija Vlačine							
		Akumulacija Butoniga							
	Duboka	Jezero Lepenica	25-ti percentil	90-ti percentil po Lokvarka i Peruča	90-ti percentil po Kruščica, Lokvarka i Peruča				
		Akumulacija Sklope, Kruščica	25-ti percentil						
		jezero Lokvarka	Kruščica, Lokvarka i Peruča						
		Cetina, HE Peruča	Lokvarka i Peruča						
		Akumulacija Ričica	50-ti percentil						
	S kratkim vrem. zadr. Vode	Jezero Bajer	Nije relevantno.	90-ti percentil po svima osim Opsenica, Štikada i Brlog		90-ti percentil po svima			
		Opsenica, Jurjević							
		Akumulacija Štikada							
		akumulacija HE Golubić, Butižnica							
Akumulacija Brlog, Gusić polje									
Cetina, Prančevići									
Cetina, Dale									
akumulacija Brljan, Krka									
Akumulacija Donji Bazen, Razovac									
jezero Sabljaci, Ogulin									
Akumulacija Lešće, kod brane									

Tablica 7 Granične vrijednosti kategorija ekološkog potencijala za osnovne fizikalno-kemijske pokazatelje znatno promijenjenih i umjetnih jezera kao prijedlog za dopunu Uredbe o standardu kakvoće voda (Narodne novine, 96/19).

OZNAKA TIPa	KATEGORIJA EKOLOŠKOG POTENCIJALA	Granična vrijednost ekološkog stanja za osnovne fizikalno-kemijske pokazatelje						
		srednja godišnja vrijednost						
		Salinitet	Prozirnost ¹	Režim kisika		Hranjive tvari		
				BPK ₅	KPK-Mn ²	Nitrati	Ukupni dušik	Ukupni fosfor
%	Secchi prozirnost (m)	mgO ₂ L ⁻¹	mgO ₂ L ⁻¹	mgNL ⁻¹	mgNL ⁻¹	mgPL ⁻¹		
HR-AP_1A, HR- AP_1B, HR- AP_2A, HR- AP_2B, HR- AP_2C	dobar i bolji	≤0,30	≥0,5	≤5,4	≤8,4	≤0,63	≤1,08	≤0,080
	umjeren	0,31-0,40	0,3-0,4	5,5-10,8	8,5-16,8	0,64-1,26	1,09-2,16	0,081-0,160
	loš	0,41-0,50	0,2-0,1	10,9-16,2	16,9-25,2	1,27-1,89	2,17-3,24	0,161-0,240
	vrlo loš	≥0,51	≤0,0	≥16,3	≥25,3	≥1,90	≥3,25	≥0,241
HR-AP_3A, HR- AP_3B, HR- AP_4A	dobar i bolji	≤0,30	≥1,4	≤4,3	≤8,1	≤0,50	≤1,07	≤0,080
	umjeren	0,31-0,40	0,7-1,3	4,4-8,6	8,2-16,2	0,51-1,00	1,08-2,14	0,081-0,160
	loš	0,41-0,50	0,5-0,6	8,7-12,9	16,3-24,3	1,01-1,50	2,15-3,21	0,161-0,240
	vrlo loš	≥0,51	≤0,4	≥13,0	≥24,4	≥1,51	≥3,22	≥0,241
HR-AP_4B, HR- AP_4C	dobar i bolji	≤0,30	≥3,2	≤2,5	≤2,9	≤0,50	≤1,12	≤0,040
	umjeren	0,31-0,40	1,6-3,1	2,6-5,0	3,0-5,8	0,51-1,00	1,13-2,24	0,041-0,080
	loš	0,41-0,50	1,1-1,5	5,1-7,5	5,9-8,7	1,01-1,50	2,25-3,36	0,081-0,120
	vrlo loš	≥0,51	≤1,0	≥7,6	≥8,8	≥1,51	≥3,37	≥0,121
HR-AP_5A	dobar i bolji	≤0,30	-	≤3,5	≤4,4	≤0,90	≤1,50	≤0,090
	umjeren	0,31-0,40	-	3,6-7,0	4,5-8,8	0,91-1,80	1,51-3,00	0,091-0,180
	loš	0,41-0,50	-	7,1-10,5	8,9-13,2	1,81-2,70	3,01-4,50	0,181-0,270
	vrlo loš	≥0,51	-	≥10,6	≥13,3	≥2,71	≥4,51	≥0,271

OZNAKA TIPA	KATEGORIJA EKOLOŠKOG POTENCIJALA	Granična vrijednost ekološkog stanja za osnovne fizikalno-kemijske pokazatelje						
		srednja godišnja vrijednost						
		Salinitet	Prozirnost ¹	Režim kisika		Hranjive tvari		
		%	Secchi prozirnost (m)	BPK ₅ mgO ₂ L ⁻¹	KPK-Mn ² mgO ₂ L ⁻¹	Nitrati mgNL ⁻¹	Ukupni dušik mgNL ⁻¹	Ukupni fosfor mgPL ⁻¹
HR-AP_6	dobar i bolji	≤0,30	≥2,7	≤2,6	≤2,8	≤0,50	≤1,12	≤0,040
	umjeren	0,31-0,40	1,4-2,6	2,7-5,2	2,9-5,6	0,51-1,00	1,13-2,24	0,041-0,080
	loš	0,41-0,50	0,9-1,3	5,3-7,8	5,7-8,4	1,01-1,50	2,25-3,36	0,081-0,120
	vrlo loš	≥0,51	≤0,8	≥7,9	≥8,5	≥1,51	≥3,37	≥0,121
HR-AD_1, HR-AD_3, HR-AD_6, HR-AD_7, HR-AD_8, HR-AD_9, HR-AD_10, HR-AD_15A, HR-AD_15B, HR-AD_19	dobar i bolji	≤0,30	-	≤2,3	≤2,8	≤0,50	≤1,00	≤0,034
	umjeren	0,31-0,40	-	2,4-4,6	2,9-5,6	0,51-1,00	1,01-2,00	0,035-0,068
	loš	0,41-0,50	-	4,7-6,9	5,7-8,4	1,01-1,50	2,01-3,00	0,069-0,102
	vrlo loš	≥0,51	-	≥7,0	≥8,5	≥1,51	≥3,01	≥0,103
HR-AD_2	dobar i bolji	≤0,30	≥3,0	≤1,5	≤1,9	≤0,42	≤0,84	≤0,031
	umjeren	0,31-0,40	1,5-2,9	1,6-3,0	2,0-3,8	0,43-0,84	0,85-1,68	0,032-0,062
	loš	0,41-0,50	1,0-1,4	3,1-4,5	3,9-5,7	0,85-1,26	1,69-2,52	0,063-0,093
	vrlo loš	≥0,51	≤0,9	≥4,6	≥5,8	≥1,27	≥2,53	≥0,094
HR-AD_4, HR-AD_5, HR-AD_13	dobar i bolji	≤0,30	≥5,0	≤1,5	≤1,9	≤0,42	≤0,84	≤0,031
	umjeren	0,31-0,40	2,5-4,9	1,6-3,0	2,0-3,8	0,43-0,84	0,85-1,68	0,032-0,062
	loš	0,41-0,50	1,7-2,4	3,1-4,5	3,9-5,7	0,85-1,26	1,69-2,52	0,063-0,093
	vrlo loš	≥0,51	≤1,6	≥4,6	≥5,8	≥1,27	≥2,53	≥0,094

OZNAKA TIPa	KATEGORIJA EKOLOŠKOG POTENCIJALA	Granična vrijednost ekološkog stanja za osnovne fizikalno-kemijske pokazatelje						
		srednja godišnja vrijednost						
		Salinitet	Prozirnost ¹	Režim kisika		Hranjive tvari		
		%	Secchi prozirnost (m)	BPK ₅ mgO ₂ L ⁻¹	KPK-Mn ² mgO ₂ L ⁻¹	Nitrati mgNL ⁻¹	Ukupni dušik mgNL ⁻¹	Ukupni fosfor mgPL ⁻¹
HR-AD_11, HR-AD_16B, HR-AD_18	dobar i bolji	≤0,30	≥3,6	≤3,2	≤3,3	≤0,18	≤0,43	≤0,029
	umjeren	0,31-0,40	1,8-3,5	3,3-6,4	3,4-6,6	0,19-0,36	0,44-0,86	0,030-0,058
	loš	0,41-0,50	1,2-1,7	6,5-9,6	6,7-9,9	0,37-0,54	0,87-1,29	0,059-0,087
	vrlo loš	≥0,51	≤1,1	≥9,7	≥10,0	≥0,55	≥1,30	≥0,088
HR-AD_12	dobar i bolji	≤0,30	≥1,8	≤1,5	≤1,9	≤0,42	≤0,84	≤0,031
	umjeren	0,31-0,40	0,9-1,7	1,6-3,0	2,0-3,8	0,43-0,84	0,85-1,68	0,032-0,062
	loš	0,41-0,50	0,5-0,8	3,1-4,5	3,9-5,7	0,85-1,26	1,69-2,52	0,063-0,093
	vrlo loš	≥0,51	≤0,5	≥4,6	≥5,8	≥1,27	≥2,53	≥0,094
HR-AD_14	dobar i bolji	≤0,30	≥1,0	≤2,3	≤2,6	≤0,10	≤0,40	≤0,056
	umjeren	0,31-0,40	0,5-0,9	2,4-4,6	2,7-5,2	0,11-0,20	0,41-0,80	0,057-0,112
	loš	0,41-0,50	0,3-0,4	4,7-6,9	5,3-7,8	0,21-0,30	0,81-1,20	0,113-0,168
	vrlo loš	≥0,51	≤0,2	≥7,0	≥7,9	≥0,31	≥1,21	≥0,169
HR-AD_16A	dobar i bolji	≤0,30	≥2,5	≤3,2	≤3,3	≤0,18	≤0,43	≤0,029
	umjeren	0,31-0,40	1,3-2,4	3,3-6,4	3,4-6,6	0,19-0,36	0,44-0,86	0,030-0,058
	loš	0,41-0,50	0,9-1,2	6,5-9,6	6,7-9,9	0,37-0,54	0,87-1,29	0,059-0,087
	vrlo loš	≥0,51	≤0,8	≥9,7	≥10,0	≥0,55	≥1,30	≥0,088
HR-AD_17	dobar i bolji	≤0,30	≥2,6	≤2,3	≤2,6	≤0,10	≤0,40	≤0,056

OZNAKA TIPA	KATEGORIJA EKOLOŠKOG POTENCIJALA	Granična vrijednost ekološkog stanja za osnovne fizikalno-kemijske pokazatelje						
		srednja godišnja vrijednost						
		Salinitet	Prozirnost ¹	Režim kisika		Hranjive tvari		
		%	Secchi prozirnost (m)	BPK ₅ mgO ₂ L ⁻¹	KPK-Mn ² mgO ₂ L ⁻¹	Nitrati mgNL ⁻¹	Ukupni dušik mgNL ⁻¹	Ukupni fosfor mgPL ⁻¹
	umjeren	0,31-0,40	1,3-2,5	2,4-4,6	2,7-5,2	0,11-0,20	0,41-0,80	0,057-0,112
	loš	0,41-0,50	0,9-1,2	4,7-6,9	5,3-7,8	0,21-0,30	0,81-1,20	0,113-0,168
	vrlo loš	≥0,51	≤0,8	≥7,0	≥7,9	≥0,31	≥1,21	≥0,169

Prilikom izrade standarda kakvoće za fizikalno-kemijske pokazatelje ekološkog potencijala u umjetnim i znatno promijenjenim jezerima, podaci su ukazali na potrebu promjene tipova pojedinih jezera. Prijedlog je da se jezero Jarun izdvoji iz tipa HR-AP_4B u novi tip HR-AP_4C kojem se dodaje atribut „šljunčare“ jer je po vrsti podloge potpuno drugačije od jezera Borovik s kojim do sada dijeli tip. Također je prijedlog da se tip HR-AD_16 razdvoji na HR-AD_16A s Jezerom kod Njivica i HR-AD_16B s jezerom Vlačine. Jezero kod Njivica ima manju prozirnost vode od drugih jezera u grupi plitkih jezera u dinaridskoj ekoregiji, a razlog nije povećana primarna produkcija, već puno anorganskih suspendiranih čestica drugog porijekla. Secchi prozirnost je indirektna mjera eutrofikacije i količine primarne produkcije, a ovdje nije smanjena zbog toga te je

napravljen prijedlog razdvajanja jezera u dva tipa.

3.3. Salinitet u prirodnim, umjetnim i znatno promijenjenim rijekama

3.3.1. Granice klasa za ocjenu ekološkog stanja i potencijala u rijekama

Teoretske granice klasa su postavljene za svih pet kategorija ekološkog stanja (Tablica 9) i za sve četiri kategorije ekološkog potencijala (Tablica 10). Teoretske granice su postavljene na način da je granica za loše/vrlo loše ekološko stanje ili loš/vrlo loš ekološki potencijal stavljena kao vrijednost od 0,50 ‰, dok su granice za viša stanja raspisana na način da su pomaknuta za 0,10. Tako je granica za umjereno/ loše ekološko stanje i umjeren/loš ekološki potencijal 0,40 ‰, granica za dobro/umjereno ekološko stanje i dobar i bolji/umjeren ekološki potencijal 0,30 ‰, a granica za vrlo dobro/dobro ekološko stanje 0,20 ‰.

Tablica 8 Granice klasa za salinitet za ocjenu ekološkog stanja u rijekama.

Kategorija ekološkog stanja	Salinitet (‰)
Vrlo dobro	$\leq 0,20$
Dobro	0,21-0,30
Umjereno	0,31-0,40
Loše	0,41-0,50
Vrlo loše	$\geq 0,51$

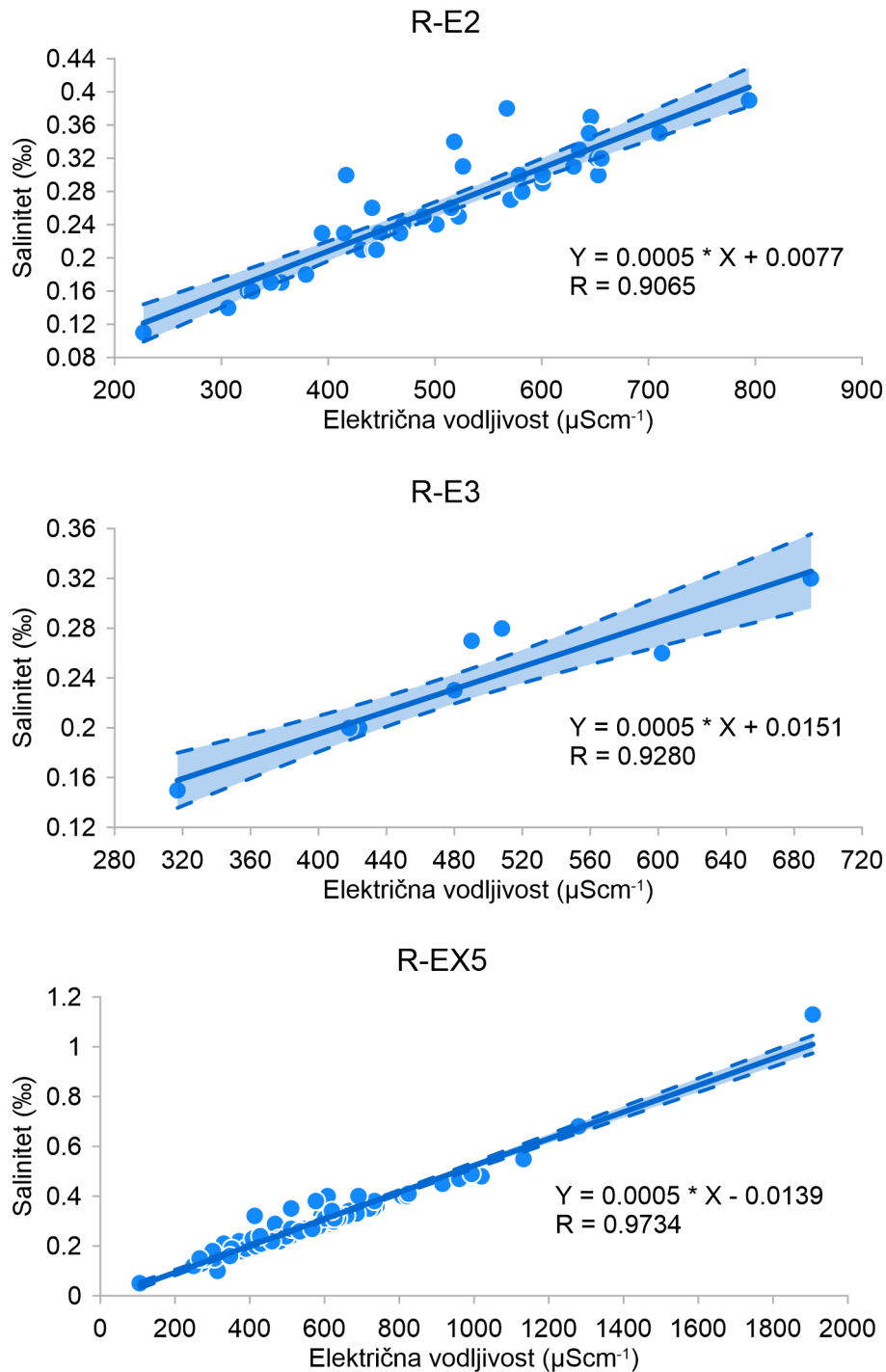
Tablica 9 Granice klasa za salinitet za ocjenu ekološkog potencijala u umjetnim i znatno promijenjenim rijekama.

Kategorija ekološkog potencijala	Salinitet (‰)
dobar i bolji	$\leq 0,30$
umjeren	0,31-0,40
loš	0,41-0,50
vrlo loš	$\geq 0,51$

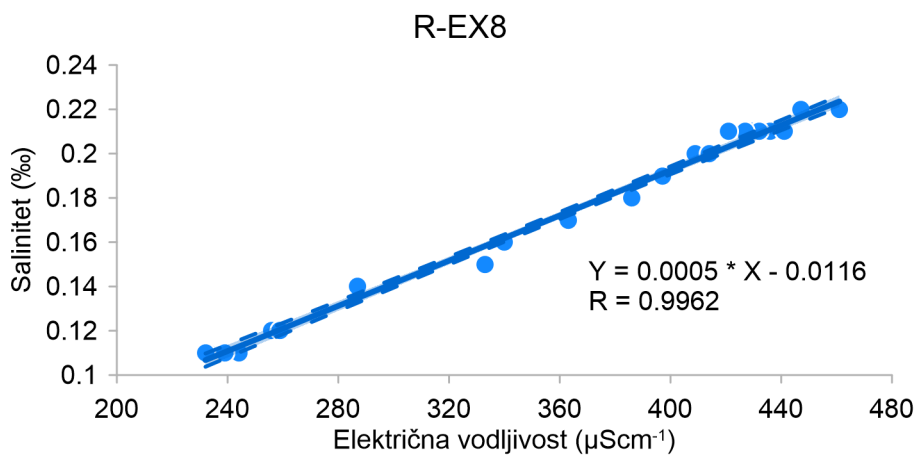
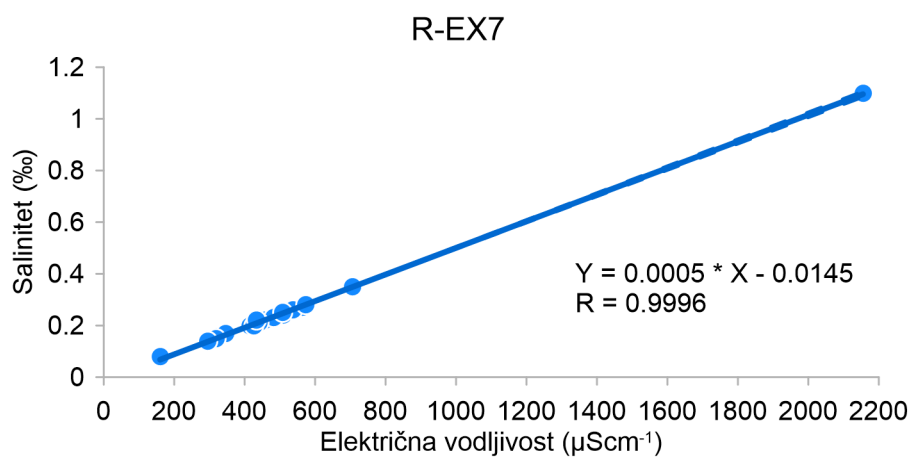
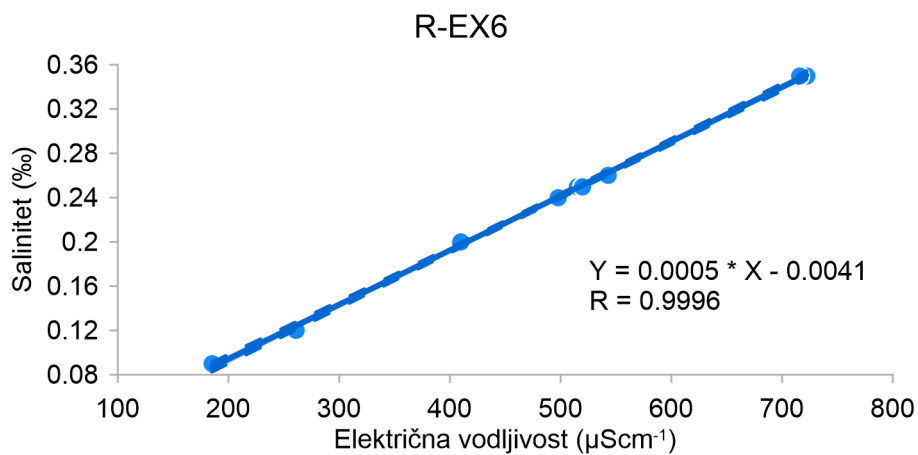
3.3.2. Način pretvorbe vrijednosti električne vodljivosti u salinitet

Podaci o istovremenom mjerenju električne vodljivosti i saliniteta dostupni su iz terenskih protokola za uzorkovanje fitobentosa koji su prikupljeni u tablice i sortirani prema tipologiji u grupe interkalibracijskih tipova. Njihov linearan odnos je prikazan na grafovima gdje su prikazane i regresijske jednadžbe (Slika 10 do Slika 13). Regresijske jednadžbe su za sve grupe podataka vrlo slične, iz čega je donesen zaključak da je koeficijent pretvorbe električne vodljivosti u salinitet

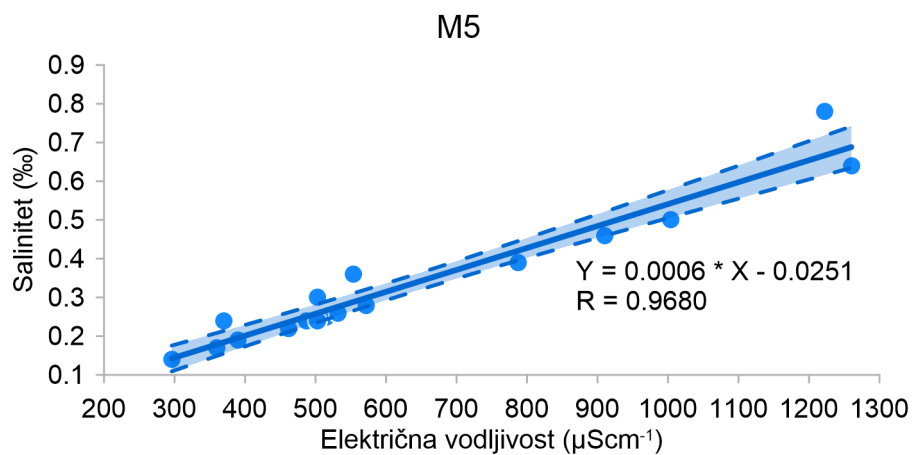
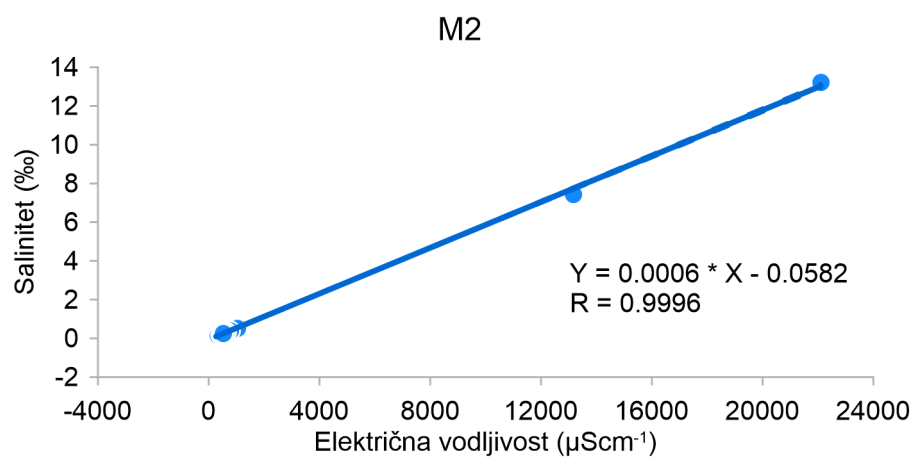
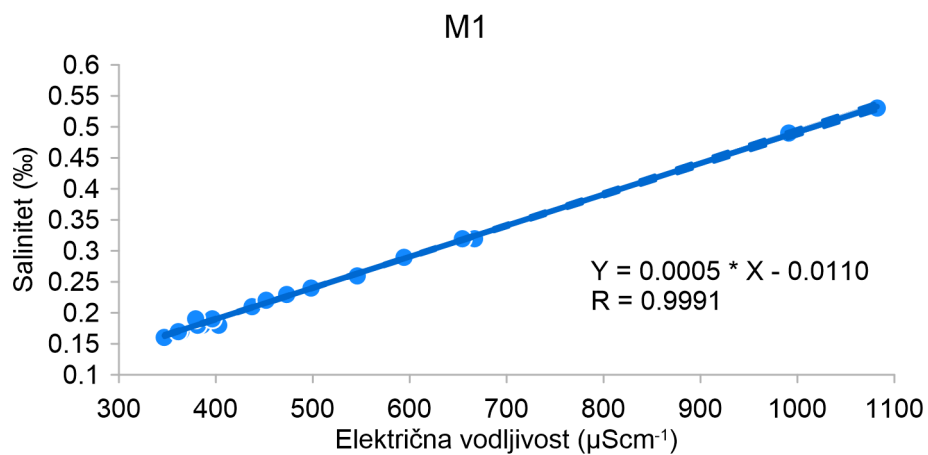
0,0005, tj. vrijednosti električne vodljivosti je potrebno pomnožiti s 0,0005, a dobivenu vrijednost zaokružiti na dva decimalna mjesta kako bi se dobila vrijednost saliniteta u promilima (‰).



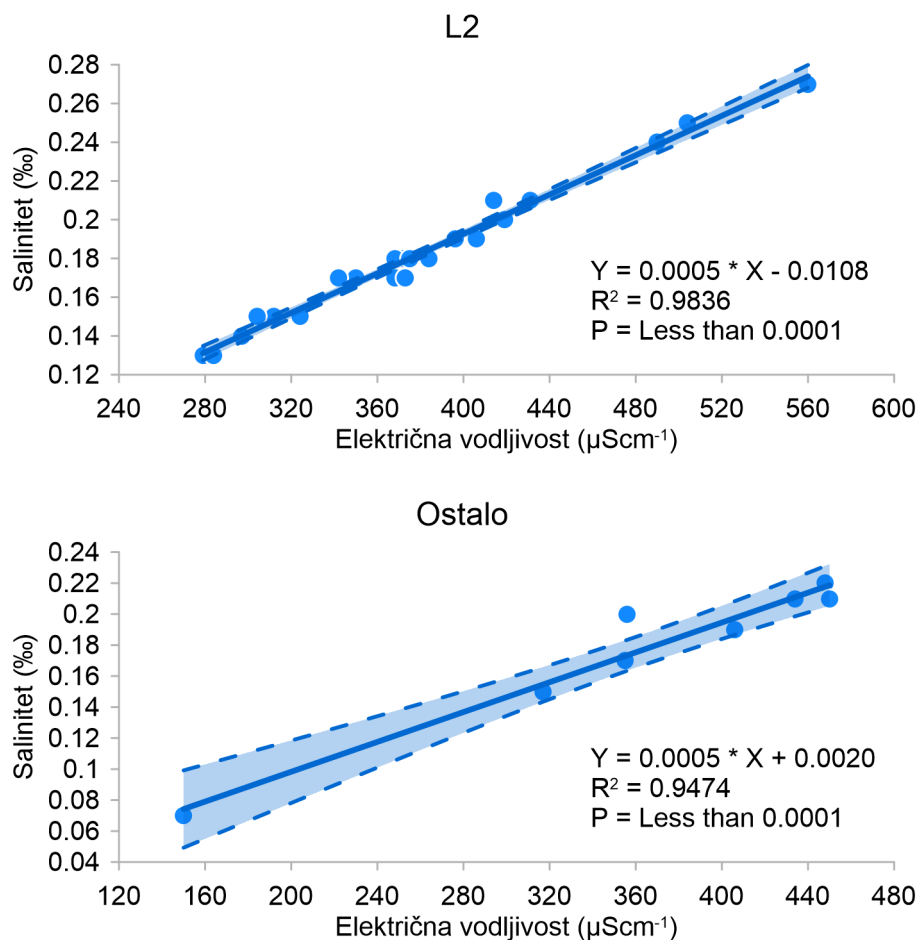
Slika 10 Dijagram raspršenosti odnosa električne vodljivosti i saliniteta s linearnom regresijom za opis veze ta dva pokazatelja za interkalibracijske tipove R-E2, R-E3 i R-EX5. Na dijagramima su prikazane jednadžbe pravca i koeficijenti korelacije.



Slika 11 Dijagram raspršenosti odnosa električne vodljivosti i saliniteta s linearnom regresijom za opis veze ta dva pokazatelja za interkalibracijske tipove R-EX6, R-EX7 i R-EX8. Na dijagramima su prikazane jednačbe pravca i koeficijenti korelacije.



Slika 12 Dijagram raspršenosti odnosa električne vodljivosti i saliniteta s linearnom regresijom za opis veze ta dva pokazatelja za interkalibracijske tipove M1, M2 i M3. Na dijagramima su prikazane jednadžbe pravca i koeficijenti korelacije.



Slika 13 Dijagram raspršenosti odnosa električne vodljivosti i saliniteta s linearnom regresijom za opis veze ta dva pokazatelja za interkalibracijski tip L2 te za grupu tipova koji nisu prošli interkalibraciju (Ostalo). Na dijagramima su prikazane jednadžbe pravca i koeficijenti korelacije.

3.4. Način i periodi ocjene ekološkog stanja i potencijala prema predloženim pokazateljima

Prema Uredbi o standardu kakvoće voda (Narodne novine, 96/19), studijama za razvoj ekološkog potencijala (Bukvić-Ternjej i sur., 2001, Mihaljević i sur., 2018a, b, Matoničkin Kepčija i sur., 2021, Mihaljević i sur., 2021), studijama za interkalibraciju bioloških elemenata kakvoće (Mihaljević i sur., 2020, Miliša i sur., 2020) i studiji za ocjenu bioloških elemenata kakvoće u prirodnim jezerima (Gligora Udovič i sur., 2020), već je poznat način ocjene stanja voda te vremenski period korištenja podataka. Sumirano za vrste površinskih kopnenih voda i pokazatelje koji su obrađeni u ovom elaboratu se ekološko stanje voda na temelju pratećih fizikalno-kemijskih pokazatelja radi tako da se rijeke ocjenjuju na temelju srednje vrijednosti podataka svih 12 mjeseci u godini, a jezera na temelju srednje vrijednosti podataka u vegetacijskom periodu od travnja do rujna.

4. Zaključci

Završetkom obrade podataka i izrade ove studije su postignuti svi zadani ciljevi:

- ✓ Određen je tip površinske vode za jezero Kutu prema kriterijima koji su korišteni za tipologiju drugih prirodnih jezera u Hrvatskoj.
 - ✓ Ažurirani su postojeći i definirani novi standardi kakvoće za osnovne fizikalno-kemijske pokazatelje za ocjenu ekološkog stanja u prirodnim jezerima u Hrvatskoj: temperatura vode, salinitet, prozirnost, BPK₅, KPK-Mn, koncentracija nitrata, koncentracija ukupnog dušika i koncentracija ukupnog fosfora.
 - ✓ definirani su novi standardi kakvoće za osnovne fizikalno-kemijske pokazatelje za ocjenu ekološkog potencijala za umjetna i znatno promijenjena jezera u Republici Hrvatskoj: salinitet, prozirnost, BPK₅, KPK-Mn i koncentracija nitrata te ažurirati postojeće koncentracija ukupnog dušika i koncentracija ukupnog fosfora u vodi.
 - ✓ definirani su novi standardi kakvoće za salinitet u svim tipovima rijeka u Republici Hrvatskoj i napravljen je faktor pretvorbe vrijednosti električne vodljivosti u salinitet koji je primjenjiv na povijesne podatke monitoringa kakvoće voda u rijekama.
-
- Unatoč velikom broju tipova prirodnih, umjetnih i znatno promijenjenih rijeka, granice klasa nisu određene tip specifično, već općenito s pretpostavkom da su sve površinske kopnene vode isključivo slatkovodne. Detaljnim uvidom u podatke je utvrđeno kako postoje mjerne postaje na kojima je izmjeren povišen salinitet. Na nekima je to posljedica onečišćenja, a na nekima utjecaj mora ili slane vode iz podzemnih izvora. Prijedlog je u budućnosti revidirati tipologiju te one rijeke s postajama s prirodno povišenim salinitetom izdvojiti u posebne podtipove. U okviru ove studije to nije napravljeno jer je potrebno prikupiti dodatnih podataka o opterećenjima te to svakako treba biti jedan od ciljeva kod izrade sljedećeg PUVP.
 - Utvrđeno je da je temperatura vode u jezeru Kozjak niža od temperature vode u Prošćanskom jezeru, a za očekivati je bilo obrnuto jer je Prošćansko jezero na većoj nadmorskoj visini i nižoj temperaturi zraka. No ova razlika je posljedica kraćeg stupca uzorkovanja u Prošćanskom jezeru zbog povišenog trofičkog stanja, manje prozirnosti vode pa sukladno tome i kraće dubine uzorkovanja kompozitnog uzorka. Pri tome se uzorkuje voda bliža površini što za posljedicu ima višu temperaturu kompozitnog uzorka od one u jezeru Kozjak.
 - Jezera Oćuša i Crniševo u sustavu Baćinskih jezera su u originalnoj tipologiji spojeni u jedan tip i za takve su interkalibrirani ili prijavljeni i odobreni sustavi ocjene ekološkog stanja za

biološke elemente kakvoće. Unatoč tome što su jezera spojena uskim kanalom ne dolazi do miješanja vode pa postoje određene razlike u rasponima vrijednosti fizikalno-kemijskih pokazatelja za koje nije bilo nemoguće u potpunosti utvrditi jesu li prirodne ili zbog antropogenog utjecaja. Stoga se preporuča u budućnosti detaljnije pristupiti ovoj problematici i eventualno razdvojiti dva jezera u podtipove te im dodijeliti drugačije granice klasa za neke, ili sve prateće fizikalno-kemijske pokazatelje za ocjenu ekološkog stanja.

- Za neka umjetna i znatno promijenjena jezera je predložena promjena tipa/podtipa. Primjerice šljunčare imaju drugačije vrijeme zadržavanja vode i drugačiji dotok podzemne vode od jezera u zemljanoj podlozi. Stoga iako naizgled ista jezera po kriterijima za postojeću tipologiju, za neke od njih je potrebno uzeti i dodatne kriterije.
- Jednako kao i kod prirodnih jezera, u ovoj studiji nije bilo moguće statistički usporediti ocjenu ekološkog potencijala po predloženim fizikalno-kemijskim pokazateljima s ocjenom ekološkog stanja po biološkim elementima kakvoće zbog nedostatnosti broja podataka bioloških elemenata kakvoće za značajnu statističku analizu. Stoga se preporuča to napraviti u budućnosti dok se kroz još jedan ciklus monitoringa prikupi više podataka.
- U budućnosti je potrebno provjeriti, a prema potrebi i ažurirati granice klasa za postojeće pokazatelje zato što ih u ovoj studiji nije bilo moguće usporediti s biološkim elementima kakvoće. Taj postupak je potreban kako bi se statistički doveli u vezu s ocjenom ekološkog stanja prema relevantnim elementima kakvoće.
- U ovoj studiji je za temperaturu vode u prirodnim jezerima korištene srednja vrijednosti iz kompozitnog uzorka, a ne površinska temperature vode. Dubina kompozitnog uzorka u dubokim jezerima ovisi o prozirnosti jezera i temperaturnoj stratifikaciji istovremeno, jer se u toplijem dijelu godine dok imamo pojavu temperaturne stratifikacije uzorkuje epilimniji ili eufotička zona, ovisno što je dublje. Stoga više čimbenika može utjecati na dubinu uzorkovanja kompozitnog uzorka, a to direktno utječe i na vrijednosti temperature vode – što je veća dubina uzorkovanja, srednja temperatura vode kompozitnog uzorka je manja i obrnuto.

5. Literatura

APHA (2012) Standard methods for the examination of water & wastewater. American Public Health Association, Washington, DC, USA, 1496.

Bellinger, EG, Sigeo, DC (2015) Freshwater Algae: Identification and Use as Bioindicators. Wiley-Blackwell, Oxford, 275.

Bier, A (2018) Electrochemistry - Theory and Practice. Hach Company/Hach Lange GmbH, Loveland, USA, 54.

Bonacci, O (1984) Promjene vodnog režima Bačinskih jezera - The Bačina Lakes water regime changes. Građevinar. 36:53-58.

Bukvić-Ternjejić, I, Kerovec, M, Mihaljević, Z, Tavčar, V, Mrakovčić, M, Mustafić, P (2001) Copepod communities in karstic mediterranean lakes along the eastern Adriatic coast. Hydrobiologia. 453:325-333.

Glignora Udovič, M i sur., (2020) Analiza bioloških metoda ocjene ekološkog stanja za fitoplankton, fitobentos i makrozoobentos u jezerima; analiza utjecaja okolišnih čimbenika i antropogenih opterećenja. Zagreb, Hrvatska: Biološki odsjek, Prirodoslovno - matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu. Report no.

Grapher™. (2019). 809 14th Street, Golden, Colorado 80401: Golden Software, Inc.

Hrvatske vode. (2015) Plan upravljanja vodnim područjima 2016. - 2021. (River Basin Management Plan 2016 - 2021). Zagreb, Hrvatska: Hrvatske vode. Report no.

Jasprica, N, Hafner, D (2005) Taxonomic composition and seasonality of diatoms in three Dinaric karstic lakes in Croatia. Limnologica. 35:304-319.

Kuti. (2022) Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje. Leksikografski zavod Miroslav Krleža. (13. 12. 2022. <http://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=34804>)

Lampert, W, Sommer, U (2007) Limnoecology: The Ecology of Lakes and Streams. Oxford University Press, USA, 324.

Matoničkin Kepčija, R, Alegro, A, Glignora Udovič, M, i sur. (2021) Klasifikacijski sustav ekološkog potencijala za umjetna i znatno promijenjena tijela površinskih voda – IV. Dio: Tekućice Dinaridske

ekoregije. Zagreb, Hrvatska: Biološki odsjek, Prirodoslovno - matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu. Report no.

Mihaljević, Z i sur.,. (2020) Analiza bioloških metoda ocjene ekološkog stanja za fitobentos, makrofita i makrozoobentos u europskim interkalibracijskim tipovima rijeka Panonske ekoregije - Analiza utjecaja okolišnih čimbenika i antropogenih opterećenja na biološke elemente kakvoće. Zagreb, Hrvatska: Biološki odsjek, Prirodoslovno - matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu. Report no.

Mihaljević, Z i sur.,. (2018a) Klasifikacijski sustav ekološkog potencijala za umjetna i znatno promijenjena tijela površinskih voda - I. dio: Stajačice Panonske ekoregije. Zagreb, Hrvatska: Biološki odsjek, Prirodoslovno - matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu. Report no.

Mihaljević, Z i sur.,. (2018b) Klasifikacijski sustav ekološkog potencijala za umjetna i znatno promijenjena tijela površinskih voda – II. dio: Stajačice Dinaridske ekoregije. Zagreb, Hrvatska: Biološki odsjek, Prirodoslovno - matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu. Report no.

Mihaljević, Z i sur.,. (2021) Klasifikacijski sustav ekološkog potencijala za umjetna i znatno promijenjena tijela površinskih voda – III. Dio: Tekućice Panonske ekoregije. Zagreb, Hrvatska: Biološki odsjek, Prirodoslovno - matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu. Report no.

Miholić, T, Musić, V, Stanković, I, Šikoronja, M. (2021) Razvoj klasifikacijskih sustava za biološke elemente kakvoće i provedba post-interkalibracijskih postupaka. Plan upravljanja vodnim područjima 2022. - 2027. Prateća dokumentacija. Zagreb, Hrvatska: Sektor razvitka, Hrvatske vode. Report no.

Miliša, M, Mihaljević, Z, Alegro, A, Gligora Udovič, M, i sur. (2020) Analiza bioloških metoda ocjene ekološkog stanja za fitobentos, makrofita i makrozoobentos u europskim interkalibracijskim tipovima rijeka Dinaridske primorske ekoregije; Analiza utjecaja okolišnih čimbenika i antropogenih opterećenja na biološke elemente kakvoće. Zagreb, Hrvatska: Biološki odsjek, Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu. Report no.

Narodne novine (73/13) Uredba o standardu kakvoće voda. Narodne novine.

Narodne novine (94/20) Uredba o proglašavanju posebnih rezervata "Modro oko i jezero Desne", Ušće Neretve i "Kuti". Narodne novine.

Narodne novine (96/19) Uredba o standardu kakvoće voda. Narodne novine.

OECD. (1982) Eutrophication of waters. Monitoring, assessment and control. Paris, France: Organisation for Economic Co-Operation and Development. Report no. 1522-2632.

State Water Resources Control Board (2022) Fact Sheet 3.1.3.0 Electrical Conductivity/Salinity Fact Sheet. The Clean Water Team Guidance Compendium for Watershed Monitoring and Assessment. State Water Resources Control Board, California, USA, p. 5.

Wetzel, RG (2001) Limnology: Lake and River Ecosystems. Academic Press, San Diego, 1006.

WFD (2000) Directive 2000/60/ec of the European Parliament and of the Council 22.12.2000. Official Journal of the European Communities. L327:1-72.