

Investitor:



**HRVATSKE VODE**  
Ulica grada Vukovara 220  
10 000 Zagreb

Konzorcijski partneri



**Elektroprojekt d.d.**  
Alexandera von Humboldta 4  
10 000 Zagreb



**Sveučilište u Zagrebu,**  
**Prirodoslovno-matematički fakultet**  
**Geografski odsjek, Trg Marka Marulića 19/II**  
**10 000 Zagreb**

# HIDROMORFOLOŠKI MONITORING

Studija - Projekt više struka

**RAZVOJ METODOLOGIJE ZA OCJENU HIDROMORFOLOŠKOG  
STANJA U STAJAĆICAMA I PROVEDBA HIDROMORFOLOŠKOG  
MONITORINGA**

**Y1-O03.00.02-G01.1**

**i**

**Y1-O03.00.02-G01.2**

**2019.**



## elektroprojekt

projektiranje, konzalting i inženjering d.d.  
HR/10000 Zagreb,  
Alexandera von Humboldta 4  
OIB 48197173493

Investitor:	HRVATSKE VODE 10000 Zagreb, Ulica grada Vukovara 220		
Građevina:	POVRŠINSKE VODE RH		
Dio građevine:			
Lokacija građevine:	REPULIKA HRVATSKA		
Vrsta dokumentacije-projekta:	Studija - Projekt više struka		
Projekt/Posao:	HIDROMORFOLOŠKI MONITORING STAJAĆICA		
Knjiga/mapa:	RAZVOJ METODOLOGIJE ZA OCJENU HIDROMORFOLOŠKOG STANJA U STAJAĆICAMA I PROVEDBA HIDROMORFOLOŠKOG MONITORINGA		
Oznaka projekta-knjige:	Y1-O03.00.02-G01.1	Mapa: 1 od 2	ZOP: <b>O03</b>
Voditelj posla:	dr.sc. Ivan Vučković, dipl.ing.biol. doc.dr.sc. Ivan Čanjevac		

### Nositelji stručnog područja:

dr.sc. Ivan Vučković,  
dipl.ing.biol.

doc.dr.sc. Ivan  
Čanjevac

izv.prof.dr.sc. Neven  
Bočić

izv.prof.dr.sc. Neven  
Buzjak

izv.prof.dr.sc. Danijel  
Orešić

Mladen Plantak,  
mag.geogr.

Za stručno vijeće:  
Željko Pavlin,  
dipl.ing.građ.

**elektroprojekt**  
projektiranje, konzalting i inženjering d.d.  
ZAGREB, Alexandera von Humboldta 4

Direktor:  
Davor Paradžik, dipl.ing.

Mjesto i datum:

Zagreb, 20.12.2019.

Broj: 002266

Sukladno sustavu upravljanja i članka 40. stavka 1. Zakona o zaštiti okoliša (NN 80/13, 78/15 i 12/18 i 118/18) Elektroprojekt projektiranje, konzalting, inženjering, d.d. donosi

## RJEŠENJE

**dr.sc. Ivan Vučković, dipl.ing.biol.**

imenuje se

**VODITELJEM POSLA**

POVRŠINSKE VODE RH  
Studija

Ugovor broj: 135-GA-0717 od dana 03.11.2017.

Imenovani udovoljava uvjetima navedenim u rješenju nadležnog Ministarstva koji izdaje suglasnosti temeljem Zakona o zaštiti okoliša.

Imenovani je odgovoran za kvalitetnu, vjerodostojnu i točnu izradu studija, elaborata, izvješća, programa, rješenja, izradu i provedbu verifikacija, proračuna, i dr. koji se izrađuju temeljem suglasnosti nadležnog Ministarstva.

Direktor:

  
Davor Paradžik, dipl.ing.građ.

**elektroprojekt**  
projektiranje, konzalting i inženjering d.d.  
ZAGREB, Aleksandra von Humboldta 4  
1

Zagreb, 15.05.2018.

Voditelj QA: 

Oznaka projekta-knjige-priloga Revizija: 00  
Y1-O03.00.02-G01.1-001 List: 5/11

Broj: 009971

Na osnovi članka 40. stavka 1. Zakona o zaštiti okoliša (NN 80/13, 78/15, 12/18 i 118/18) i sukladno Sustavu upravljanja, Elektroprojekt projektiranje, konzalting, inženjering d.d. donosi

## RJEŠENJE

**dr.sc. Ivan Vučković, dipl.ing.biol.**

imenuje se za

### NOSITELJA STRUČNOG PODRUČJA

HIDROMORFOLOŠKI MONITORING STAJAĆICA  
Studija  
Projekt više struka

Građevina: POVRŠINSKE VODE RH  
Projekt: HIDROMORFOLOŠKI MONITORING STAJAĆICA  
Oznaka projekta-knjige: Y1-O03.00.02-G01.1

Investitor: HRVATSKE VODE  
10000 Zagreb, Ulica grada Vukovara 220

Ugovor broj: 135-GA-0717 od dana 03.11.2017.

Imenovani je odgovoran za kvalitetnu, vjerodostojnu i točnu izradu studija, elaborata, izvješća, programa, rješenja, izradu i provedbu verifikacija, proračuna, i dr. koji se izrađuju temeljem suglasnosti nadležnog Ministarstva.

Direktor:

  
Davor Paradžik, dipl.ing.građ.

**elektroprojekt**

projektiranje, konzalting i inženjering d.d.  
ZAGREB, Alexandera von Humboldta 4

1

Zagreb, 15.05.2018.

Voditelj QA: 

Oznaka projekta-knjige-priloga Revizija: 00  
Y1-O03.00.02-G01.1-001 List: 6/11



Broj: 009972

Na osnovi članka 40. stavka 1. Zakona o zaštiti okoliša (NN 80/13, 78/15, 12/18 i 118/18) i sukladno Sustavu upravljanja, Elektroprojekt projektiranje, konzalting, inženjering d.d. donosi

## RJEŠENJE

**Iva Vidaković, prof.biol.**

imenuje se za

### NOSITELJA STRUČNOG PODRUČJA

HIDROMORFOLOŠKI MONITORING STAJAĆICA  
Studija  
Projekt više struka

Građevina: POVRŠINSKE VODE RH  
Projekt: HIDROMORFOLOŠKI MONITORING STAJAĆICA  
Oznaka projekta-knjige: Y1-O03.00.02-G01.1

Investitor: HRVATSKE VODE  
10000 Zagreb, Ulica grada Vukovara 220

Ugovor broj: 135-GA-0717 od dana 03.11.2017.

Imenovani je odgovoran za kvalitetnu, vjerodostojnu i točnu izradu studija, elaborata, izvješća, programa, rješenja, izradu i provedbu verifikacija, proračuna, i dr. koji se izrađuju temeljem suglasnosti nadležnog Ministarstva.

Direktor:



Davor Paradžik, dipl.ing.građ.

**elektroprojekt**

projektiranje, konzalting i inženjering d.d.  
ZAGREB, Alexandra von Humboldta 4

1

Zagreb, 15.05.2018.

Voditelj QA:

Oznaka projekta-knjige-priloga Revizija: 00  
Y1-O03.00.02-G01.1-001 List: 7/11



Broj: 009973

Sukladno sustavu upravljanja Elektroprojekt projektiranje, konzalting, inženjering d.d. donosi

## RJEŠENJE

**Mladen Plantak, mag.geogr.**

imenuje se za

### NOSITELJA STRUČNOG PODRUČJA

HIDROMORFOLOŠKI MONITORING STAJAĆICA

Studija

Projekt više struka

Građevina: POVRŠINSKE VODE RH  
Projekt: HIDROMORFOLOŠKI MONITORING STAJAĆICA  
Oznaka projekta-knjige: Y1-O03.00.02-G01.1

Investitor: HRVATSKE VODE  
10000 Zagreb, Ulica grada Vukovara 220

Ugovor broj: 135-GA-0717 od dana 03.11.2017.

Imenovani je odgovoran da projekt koji je izradio ispunjava propisane uvjete, a osobito da je usklađen s pozitivnim pravnim propisima.

Direktor:

  
Davor Paradžik, dipl.ing.građ.

**elektroprojekt**  
projektiranje, konzalting i inženjering d.d.  
ZAGREB, Alexandera von Humboldta 4

1

Zagreb, 15.05.2018.

Voditelj QA: 



Broj: 009975

Na osnovi članka 40. stavka 1. Zakona o zaštiti okoliša (NN 80/13, 78/15, 12/18 i 118/18) i sukladno Sustavu upravljanja, Elektroprojekt projektiranje, konzalting, inženjering d.d. donosi

## RJEŠENJE

**Alan Kereković, dipl.ing.geol.**

imenuje se za

### NOSITELJA STRUČNOG PODRUČJA

HIDROMORFOLOŠKI MONITORING STAJAĆICA  
Studija  
Projekt više struka

Građevina: POVRŠINSKE VODE RH  
Projekt: HIDROMORFOLOŠKI MONITORING STAJAĆICA  
Oznaka projekta-knjige: Y1-O03.00.02-G01.1

Investitor: HRVATSKE VODE  
10000 Zagreb, Ulica grada Vukovara 220

Ugovor broj: 135-GA-0717 od dana 03.11.2017.

Imenovani je odgovoran za kvalitetnu, vjerodostojnu i točnu izradu studija, elaborata, izvješća, programa, rješenja, izradu i provedbu verifikacija, proračuna, i dr. koji se izrađuju temeljem suglasnosti nadležnog Ministarstva.

Direktor:

  
Davor Paradžik, dipl.ing.građ.

**elektroprojekt**  
projektiranje, konzalting i inženjering d.d.  
ZAGREB, Alexandera von Humboldta 4

1

Zagreb, 15.05.2018.

Voditelj QA: 

Oznaka projekta-knjige-priloga Revizija: 00  
Y1-O03.00.02-G01.1-001 List: 9/11

Broj: 011049

Na osnovi članka 40. stavka 1. Zakona o zaštiti okoliša (NN 80/13, 78/15, 12/18 i 118/18) i sukladno Sustavu upravljanja, Elektroprojekt projektiranje, konzalting, inženjering d.d. donosi

## RJEŠENJE

**Marta Srebočan, mag.oecol./prot.nat.**

imenuje se za

**NOSITELJA STRUČNOG PODRUČJA**

HIDROMORFOLOŠKI MONITORING STAJAĆICA

Studija

Projekt više struka

Građevina: POVRŠINSKE VODE RH  
Projekt: HIDROMORFOLOŠKI MONITORING STAJAĆICA  
Oznaka projekta-knjige: Y1-O03.00.02-G01.1

Investitor: HRVATSKE VODE  
10000 Zagreb, Ulica grada Vukovara 220

Ugovor broj: 135-GA-0717 od dana 03.11.2017.

Imenovani je odgovoran za kvalitetnu, vjerodostojnu i točnu izradu studija, elaborata, izvješća, programa, rješenja, izradu i provedbu verifikacija, proračuna, i dr. koji se izrađuju temeljem suglasnosti nadležnog Ministarstva.

Direktor:

  
Davor Paradžik, dipl.ing.građ.

**elektroprojekt**  
projektiranje, konzalting i inženjering d.d.  
ZAGREB, Alexandera von Humboldta 4

1

Zagreb, 15.05.2018.

Voditelj QA: 

Oznaka projekta-knjige-priloga Revizija: 00  
Y1-O03.00.02-G01.1-001 List: 10/11





Investitor : HRVATSKE VODE  
10000 Zagreb, Ulica grada Vukovara 220

Građevina : POVRŠINSKE VODE RH

Dio građevine :

Lokacija građevine : REPULIKA HRVATSKA

Vrsta dokumentacije : Studija

Vrsta projekta : Projekt više struka

Projekt/Posao : HIDROMORFOLOŠKI MONITORING STAJAČICA

Knjiga/Mapa : RAZVOJ METODOLOGIJE ZA OCJENU  
HIDROMORFOL. STANJA U STAJAČICAMA I  
PROV. HIDROMORF. MO

**NA IZRADI OVE PROJEKTNE KNJIGE/MAPE RADILI SU:**

Stručno područje:

Nositelji stručnog područja:

dr.sc. Ivan Vučković, dipl.ing.biol.

doc.dr.sc. Ivan Čanjevac

izv.prof.dr.sc. Neven Bočić

izv.prof.dr.sc. Nenad Buzjak

izv.prof.dr.sc. Danijel Orešić

Mladen Plantak, mag.geogr.

Suradnici:

Marta Srebočan, mag.oecol. et prot.nat.

Iva Vidaković, prof.biol.

Dragutin Međan, struč.spec.ing.org.

dr. sc. Luka Valozić

Ivan Martinić, mag.geogr.

Alan Kereković, dipl.ing.geol.

Kontrolirao:

dr.sc. Stjepan Mišetić, prof.biol.

Direktor biroa:

Krešimir Kuštrak, mag.ing.aedif.

© Elektroprojekt d.d. – pridržava sva neprenesena prava

ELEKTROPROJEKT d.d. nositelj je neprenesenih autorskih prava sadržaja ove dokumentacije prema članku 5. Zakona o autorskom pravu i srodnim pravima RH (NN167/03). Slijedom toga je zabranjeno svako neovlašteno korištenje ovog autorskog djela, a napose umnožavanje, objavljivanje, davanje dobivenih podataka na uporabu trećim osobama kao i uporaba istih osim za svrhu i sukladno ugovoru između Naručitelja i Elektroprojekta.

Zagreb, 20.12.2019.

KTB 050719 14745



Investitor : HRVATSKE VODE  
Zagreb, Ulica grada Vukovara 220

Građevina : POVRŠINSKE VODE RH

Dio građevine :

Lokacija građevine : REPULIKA HRVATSKA

Vrsta dokumentacije : Studija

Vrsta projekta : Projekt više struka

Projekt/Posao : HIDROMORFOLOŠKI MONITORING STAJAĆICA

Knjiga/mapa :

**Prilog 2 : RAZVOJ METODOLOGIJE ZA  
OCJENU HIDROMORFOLOŠKOG  
STANJA U STAJAĆICAMA I  
PROVEDBA HIDROMORFOLOŠKOG  
MONITORINGA**

**SADRŽAJ**

<b>A. PRIJEDLOG METODOLOGIJE MONITORINGA I OCJENJIVANJE HIDROMORFOLOŠKOG STANJA STAJAĆICA</b>	
<b>1</b>	<b>OPĆENITO O HIDROMORFOLOŠKIM ZNAČAJKAMA I MONITORINGU ..... 8</b>
1.1	Hidromorfološki elementi i značaj hidromorfološkog monitoringa u okviru primjene Okvirne direktive o vodama ..... 8
1.2	Pregled i osvrt na postojeće nacionalne metode praćenja hidromorfoloških značajki stajaćica i ocjene hidromorfoloških promjena u zemljama članicama EU te projekte Europske komisije .....12
1.3	Prikaz izabrane metodologije .....20
1.4	Detaljniji opis izabranih metoda .....20
1.4.1	Opis europske norme za Određivanje hidromorfološkog stanja stajaćica EN 16870: 2016. ....20
1.4.2	Opis metode Indeks modifikacije jezerske obale - Lakeshore Modification Index - LMI (Peterlin i Urbanič, 2012). ....28
<b>2</b>	<b>TIP-SPECIFIČNI REFERENTNI UVJETI/MAKSIMALANI HIDROMORFOLOŠKI POTENCIJAL I ODSUPANJE OD NJIH .....35</b>
2.1	Definiranje hidromorfoloških referentnih uvjeta za prirodne stajaćice i maksimalnog hidromorfološkog potencijala za umjetna vodna tijela stajaćica .....35
2.2	Klasifikacijska shema hidromorfoloških elementa u smislu odstupanja od referentnih uvjeta/maksimalnog hidromorfološkog potencijala .....50
<b>3</b>	<b>MONITORING HIDROMORFOLOŠKIH PROMJENA VODNIH TIJELA STAJAĆICA .....51</b>
<b>4</b>	<b>METODOLOŠKI PRISTUP PREDVIĐANJU BUDUĆIH TRENDOVA HIDROMORFOLOŠKIH ZNAČAJKI SUSTAVA .....52</b>
<b>5</b>	<b>PRIKAZ I PREZENTACIJA REZULTATA .....54</b>
5.1	Način prikaza dobivenih rezultata .....54
5.2	Izveštavanje .....54
<b>B. REZULTATI PROVEDBE HIDROMORFOLOŠKOG MONITORINGA I OCJENA HIDROMORFOLOŠKOG STANJA STAJAĆICA PREMA PREDLOŽENOJ METODOLOGIJI OCJENJIVANJA HIDROMORFOLOŠKOG STANJA STAJAĆICA.55</b>	
<b>6</b>	<b>PODRUČJE I VRIJEME MONITORINGA .....55</b>
6.1	Pregled vodnih tijela na kojima je proveden monitoring (s detaljnim opisom načina i razloga određivanja dijelova vodnog tijela, fotodokumentacijom te prostornim prikazom odsječaka u HTRS 96/TM) .....55
6.2	Vrijeme provedbe monitoringa i organizacija aktivnosti.....61
<b>7</b>	<b>OPREMA KORIŠTENA ZA PROVEDBU MONITORINGA .....61</b>
<b>8</b>	<b>REZULTATI MONITORINGA .....61</b>
<b>DODATAK 1: TERENSKI PROTOKOL</b>	
<b>DODATAK 2: BAZA PODATAKA I DOKUMENTACIJA PRIKUPLJENA PRIJE I ZA VRIJEME TERENSKOG ISTRAŽIVANJA</b>	



## Kratice

U tekstu se koriste sljedeće kratice:

CLC	Corine Land Cover, struktura zemljišnog pokrova
DOF	Digitalni ortofoto snimak
EQS	Standardi kakvoće okoliša ( <i>eng.</i> Environmental Quality Standards)
EU	Europska unija
GE	Google Earth
GIS	Geografski informacijski sustavi
HE	Hidroelektrana
HR	Republika Hrvatska
m.n.m.	Metara nad morem (oznaka za nadmorsku visinu)
ODV	Okvirna direktiva o vodama Europske unije
OGK	Osnovna geološka karta 1:100.000
PUVP	Plan upravljanja vodnim područjima
PVS	Površinsko vodno tijelo stajaćica
SUV	Strategija upravljanja vodama
TK 25	Topografska karta mjerila 1:25.000
UVT, AWB	Umjetno vodno tijelo ( <i>eng.</i> Artificial Water Body)
VT	Vodno tijelo
ZPVT, HMWB	Znatno promijenjeno vodno tijelo ( <i>eng.</i> Heavily Modified Water Body – HMWB)
ZOV	Zakon o vodama
WFD	Water Framework Directive
WMS	Web Map Service



## Pojmovnik korištenih pojmova u studiji

<b>Abiotički elementi staništa</b>	Ukupnost fizičkih, kemijskih i drugih neživih čimbenika okoliša; obilježja geološke građe, reljefa, klime, vode, tla.
<b>Antropogeni čimbenici</b>	Čimbenici koji su uzrokovani djelatnošću čovjeka.
<b>Bentički makrobekralješnjaci</b>	Životinje veće od 0,5 mm koje nastanjuju sediment ili druge raspoložive supstrate u slatkovodnim ekosustavima.
<b>Bentos</b>	Organizmi koji čine životne zajednice dna. Danas se sve češće upotrebljava i naziv pedon za životne zajednice dna kopnenih voda.
<b>Bilanca voda</b>	Odnos (razlika) dotjecanja i istjecanja vode u/iz jezera.
<b>Organski detritus</b>	Nerazgrađeni ostaci uginulih biljaka i životinja koji se nalaze u vodi
<b>Dionica</b>	Vidi <i>Odsječak</i> .
<b>Drveni ostaci</b>	Drveni materijal koji dopijeva u tekućice. Veličina se kreće od komadića lišća (sitni drvenasti ostaci) do grana, debla ili čitavih stabala (krupni drvenasti ostaci).
<b>Ekosustav</b>	Cjelovitost životne zajednice (biocenoze) i životne sredine (biotopa).
<b>Gabion</b>	Žičana mreža ispunjena kamenim materijalom, koristi se za zaštitu korita ili obale rijeke od erozije.
<b>Geomorfologija</b>	Znanstvena disciplina koja proučava obilježja, postanak, razvoj i dinamiku reljefa Zemlje.
<b>Geotekstil</b>	Propusna tkanina koja se koristi za stabilizaciju obale.
<b>Hidrologija</b>	Znanstvena disciplina koja proučava vode iznad, na i ispod Zemljine površine; pojavljivanje, otjecanje i raspodjelu vode u vremenu i prostoru; biološka, kemijska i fizička svojstva vode i djelovanje vode u okolišu, uključujući interakciju sa živim bićima.
<b>Hidromorfologija</b>	U smislu ODV-a interdisciplinarno područje koje povezuje hidrologiju i (fluvijalnu) geomorfologiju. Naglasak je na hidrološkim i morfološkim obilježjima i procesima tekućica kao polazištu kvalitetnog upravljanja i revitalizacije tekućica.
<b>Hidromorfološko stanje stajaćica</b>	Uključuje morfološke i hidrološke karakteristike stajaćica i temeljne fizikalne procese iz kojih te karakteristike nastaju.
<b>Litoralna zona</b>	Litoralna zona je vodom veći dio vremena prekriveno područje uz obale jezera u kojem svjetlo dopire do dna održavajući mogući razvoj makrofitske vegetacije.
<b>Migracije riba</b>	Vremenski koordinirano, usmjereno, uglavnom periodično masovno kretanje svih ili velikog broja jedinki jedne vrste ili jedne populacije (migratorne vrste).
<b>Meki materijali u zaštiti obale</b>	Zaštita obale korištenjem biološki razgradljivih materijala kao što su šiblje, trska ili živa vrba.
<b>Obalna zona (od <math>H_{min.}</math> do <math>H_{max.}</math>)</b>	Područje koje se nalazi između linije minimalne razine i linije maksimalne razine vode.
<b>Obala jezera</b>	Pojas koji se proteže od vodnog lica do obalne crte (pokos) tj. djelovanja velikih voda ili valova
<b>Odsječak</b>	Istraživani dio stajaćice širok 25 m na postaji biološkog monitoringa. U Studiji istoznačnica riječi <i>Dionica</i> .
<b>Profundal</b>	Dublji dijelovi jezera do kojih ne dopire Sunčeva svjetlost te se ne odvija fotosinteza.
<b>Regulacijski hidrotehnički radovi</b>	Građevinski radovi kojima se mijenja korito tekućice i područje uz korito koji je pod njegovim neposrednim utjecajem, a što uključuje proširenje i produbljivanje tekućice i mijenjanje tlocrta korita i profila obale radi prihvata povećanog protoka.
<b>Riparijska zona</b>	Područje uz vodno tijelo iznad razine visoke linije vode koje izravno utječe na vodeni ekosustav ( npr. zasjenjenje, unos lišća i grana,



	korijenski sustav). U prirodnim uvjetima to je područje prekriveno priobalnom (riparijskom) vegetacijom (šumama).
<b>Slijev (Sliv)</b>	Prostor s kojeg se voda i sediment slijevaju prema jezeru.
<b>Stanište</b>	Jedinstvena funkcionalna jedinica ekosustava, određena geografskim, biotičkim i abiotičkim svojstvima; sva staništa iste vrste čine jedan stanišni tip.
<b>Stajaćica</b>	Reljefna udubina koja je ispunjena vodom koja ne otječe ili sporo otječe. Voda koja <i>stoji</i> , prirodna ili umjetna bez obzira na veličinu.
<b>Stratifikacija jezera</b>	Varijacije u strukturi vodenog stupca s obzirom na temperaturu i gustoću.
<b>Tvrđi materijali u zaštiti obale</b>	Zaštita obale korištenjem umjetnih materijala kao što su beton, žmurje, opeka, kameni nabačaj/obloga s ili bez vezivnog sredstva.
<b>Vegetacijska struktura obalnog pojasa</b>	Fizička obilježja vegetacije koja formira stanište na obalama i zemljištu neposredno uz stajaćicu; npr. „složena“ – mješavina grmlja, zeljaste vegetacije itd. ili „jednostavna“ – samo zeljasta vegetacija
<b>Vodeni makrofiti</b>	Zajednica vodenih biljaka koje su, u pravilu, vidljive golim okom do razine vrste i čiji su fotosintetski dijelovi trajno ili barem nekoliko mjeseci uronjeni u vodu ili plutaju na površini vode.
<b>Vrijeme zadržavanja vode u stajaćici</b>	Vrijeme zadržavanja vodnih količina je prosječno vrijeme potrebno da se izmijeni cjelokupan volumen vode u jezeru.
<b>Vodno tijelo</b>	Sukladno dokumentima ODV-a, predstavlja jasno odvojenu/određenu karakterističnu cjelinu površinske vode.
<b>Vršno ispuštanje</b>	Brze i učestale fluktuacije u nivou razinre vode u jezeru kao rezultat proizvodnje hidroenergije.
<b>Zaobalna zona ili zaobalje</b>	Područje u zaleđu vodnog tijela koje nije u izravnom kontaktu s vodom (stajaćice).



## UVOD

Usvajanjem Okvirne direktive EU o vodama (ODV/WFD 2000/60/EC) europske su se države, uključujući i Hrvatsku, obvezale upravljati vodnim resursima na način koji će osigurati postizanje dobrog ekološkog stanja za prirodna vodna tijela i dobrog ekološkog potencijala voda za znatno promijenjena i umjetna vodna tijela. Ocjena ekološkog stanja temelji se na analizi bioloških elemenata kakvoće, fizikalno-kemijskih te hidromorfoloških pokazatelja, što je definirano ODV-om, Zakonom o vodama (NN 66/19) te Uredbom o standardu kakvoće voda (96/19).

Hidromorfologija je interdisciplinarna znanstvena disciplina koja se bavi strukturom, hidrološkom i morfološkom dinamikom hidroloških sustava u razmatranom vremenskom razdoblju odnosno predstavlja hidrološke i morfološke elemente i procese vodnih tijela. Hidrološki sustavi se tijekom vremena mijenjaju zahvaljujući nizu utjecaja koji mogu biti prirodnog i antropogenog karaktera (npr. promjena korištenja zemljišta, izgradnja hidrotehničkih objekata, klimatske promjene i sl.), a nastale promjene mogu značajno utjecati na stanje voda. Shodno tome, u okviru primjene Okvirne direktive EU o vodama, hidromorfologija je nezaobilazan element kakvoće u:

- opisu tip-specifičnih referentnih uvjeta vodnih tijela (Aneks II, 1.3 ODV),
- definiranju ciljeva kakvoće za ocjenu ekološkog stanja,
- karakterizaciji tipova vodnih tijela (prirodna, znatno promijenjena, umjetna) (Aneks II, 1.1. ODV) te
- identifikaciji tipova i veličine antropogenih opterećenja na vodna tijela kao u procjeni osjetljivosti stanja vodnih tijela na ta opterećenja (Aneks II, 1.4 i 1.5 ODV).

Hidromorfološki elementi definirani su ODV-om gdje je Aneksom V propisano koje je hidromorfološke elemente kakvoće potrebno pratiti u stajaćicama kao i Zakonom o vodama i Uredbom o standardu kakvoće voda:

- 1. Hidrološki režim**  
Količina i dinamika vodnog toka  
Vrijeme zadržavanja  
Veza s podzemnim vodama
- 2. Morfološki uvjeti**  
Varijacije dubine jezera  
Količina i struktura sedimenta dna jezera  
Struktura obale jezera

Monitoringom hidromorfoloških elemenata zadanih ODV-om te njihovom usporedbom s neporemećenim stanjem, procjenjuju se hidromorfološke promjene i njihov utjecaj na stanje vodnih tijela. Međutim, za razliku od opisa elemenata kakvoće, Okvirna direktiva je u pogledu definiranja metodologije monitoringa tih elemenata vrlo ograničena. Zbog izrazite heterogenosti različitih europskih regija, teško je definirati jedinstveni metodološki pristup koji bi precizno reflektirao specifičnosti područja na kojima se primjenjuje te je





odgovornost za definiranje metodologije provođenja hidromorfološkog monitoringa prepuštena pojedinim zemljama članicama.

Općeniti metodološki pristup hidromorfološkom monitoringu stajaćica definiran je europskim standardom EN 16039:2011 (*Water quality - Guidance standard for assessing the hydromorphological features of lakes*) koji služi kao vodič u definiranju metodologije hidromorfološkog monitoringa stajaćica u zemljama EU pa kao takav i na području Hrvatske.

Način monitoringa, bodovanje te ocjena ekološkog stanja hidromorfoloških elemenata kakvoće definiran je europskim standardom EN16870:2016 (*Water quality - Guidance standard on determining the hydromorphological conditions of lakes*).

Vežano za hidromorfološko stanje, ODV, Zakon o vodama i Uredba o standardu kakvoće voda određuje ocjenjivanje postojećeg ekološkog stanja voda te definiranje referentnih uvjeta kao i mjera potrebnih za postizanje dobrog ekološkog stanja. Ocjena podataka iz I. ciklusa planova upravljanja vodnim područjima zemalja članica EU pokazuje da je 40% europskih vodnih tijela pod utjecajem hidromorfoloških opterećenja, uzrokovanih promjenama nastalim različitim korištenjem kao što je proizvodnja električne energije iz hidro-potencijala, navigacija, navodnjavanje, zaštita od poplava i urbani razvoj, što rezultira promjenom stanišnih uvjeta i krajobraznih značajki prostora. Utvrđeno je da nema zajedničkog stava u zemljama članicama koji hidromorfološki uvjeti odgovaraju dobrom ekološkom stanju, ali i koje hidromorfološke promjene vode do lošeg stanja. Definiranje referentnih hidromorfoloških uvjeta je također složeno, jer je najčešće vrlo teško vratiti hidromorfološko promijenjeno stanje u referentno stanje. Morfološki procesi dovode do sporih promjena staništa, a degradaciju je teško otkriti bez poznavanja hidroloških i geomorfoloških procesa i pojava. Ove spore promjene se zato lakše određuju praćenjem hidromorfoloških nego bioloških elemenata. S tim u skladu treba razviti odgovarajuću metodologiju provođenja hidromorfološkog monitoringa i ocjene koja će omogućiti uspostavu kvalitetnog praćenja hidromorfoloških elemenata, njihovu karakterizaciju i ocjenu, a time i ocjenu ekološkog stanja voda što će pridonijeti definiranju mjera potrebnih za postizanje dobrog ekološkog stanja voda.

#### **Cilj projekta je:**

1. Objedinjavanje i prikaz postojećih metoda i alata praćenja hidromorfoloških obilježja stajaćica i ocjene hidromorfoloških promjena u zemljama članicama Europske Unije, sukladno Okvirnoj direktivi EU o vodama;
2. Uspostava i provedba hidromorfološkog monitoringa na stajaćicama u Republici Hrvatskoj te ocjena hidromorfološkog stanja stajaćica;
3. Razvijanje metodologije praćenja i ocjene hidromorfoloških elemenata kakvoće u stajaćicama, koja bi odgovorila na potrebe detektiranja promjena hidromorfoloških uvjeta i procesa te određivanja razine odstupanja od referentnih uvjeta.

#### **Glavne ugovorne obveze u ovom projektu su:**

1. Dati prijedlog metodologije i ocjenjivanja hidromorfološkog stanja stajaćica na temelju iskustva u zemljama Europske unije;
2. Provesti hidromorfološki monitoring i dati ocjenu stanja stajaćica koje su definirane u





projektnom zadatku prema predloženoj metodologiji ocjenjivanja hidromorfološkog stanja stajaćica.

## A. PRIJEDLOG METODOLOGIJE MONITORINGA I OCJENJIVANJE HIDROMORFOLOŠKOG STANJA STAJAĆICA

### 1 TEMELJNA NAČELA O HIDROMORFOLOŠKIM ZNAČAJKAMA I MONITORINGU

#### 1.1 Hidromorfološki elementi i značaj hidromorfološkog monitoringa u okviru primjene Okvirne direktive o vodama

Jedan od ciljeva ODV-a je da sve europske stajaćice postignu dobro ekološko stanje odnosno dobar ekološki potencijal u slučaju znatno izmijenjenih i umjetnih vodnih tijela, s obzirom na posebno opravdane ljudske potrebe.

S obzirom na odredbe ODV-a (Dodatak II, točka 1.3.), ovaj cilj postavlja zahtjeve za definiranje vrlo dobrog stanja ili maksimalnog potencijala za hidromorfologiju stajaćica, te da se hidromorfološki učinci mogu procijeniti u smislu njihovog utjecaja na ekološko stanje odnosno potencijal. Na razini EU, dijelom i zbog raznolikosti stajaćica, nedostaju standardne metode za procjenu hidromorfoloških elemenata kakvoće stajaćica.

Da bi počeli rješavati navedeni nedostatak, posebni ciljevi u Hrvatskoj postavljeni su kroz sljedeće dijelove:

- **tražiti opće prihvatljivu metodu za procjenu hidromorfoloških obilježja stajaćica;**
- **komparirati i vrednovati postojeće metode, osobito u pogledu njihove relevantnosti i izvedivosti za uporabu u provedbi ODV-a;**
- **napraviti preporuke za odgovarajuću metodologiju za uporabu u Hrvatskoj i razmotriti kako je povezana s metodama ekološke procjene koje zahtijeva ODV;**
- **predložiti sustav bodovanja.**

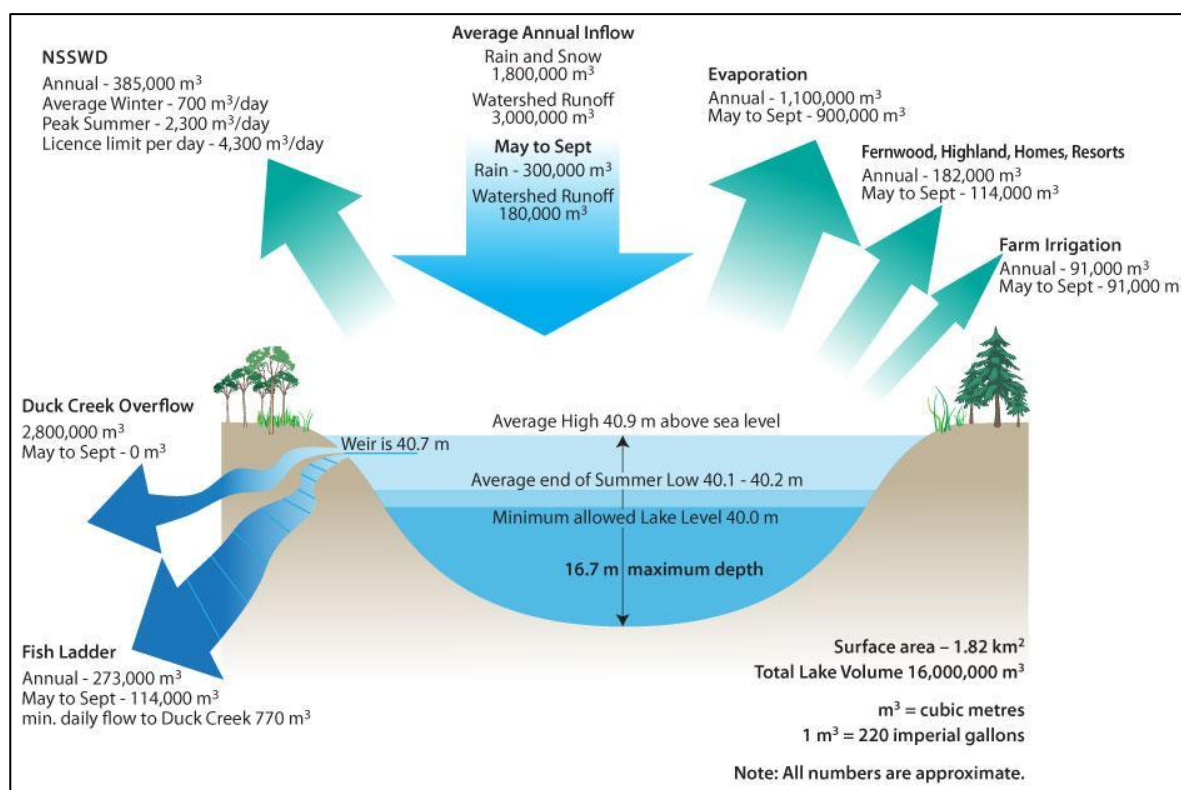
Pri procjeni hidromorfološkog stanja za stajaćice koriste se obvezni elementi kakvoće kao i za rijeke, uzimajući u obzir specifične razlike, ponajprije hidrološke elemente karakteristične za stajaćice kao što su volumen i vrijeme zadržavanja vode u stajaćici (Tablica 1.1).

Što se tiče veze između vodnih tijela površinskih voda stajaćica (jezera, akumulacija) s tijelima podzemnih voda i dalje je važno naglasiti da je taj hidromorfološki element relevantan samo pod određenim uvjetima, kada podzemne vode igraju važnu ulogu u ravnoteži vode. Štoviše, značaj podzemnih voda u ravnoteži jezerske vode je nešto što treba odrediti u širim razmatranjima, jer je to jedan od elemenata kojima se ocjenjuje "količina i dinamika protoka vode".

S aspekta upravljanja i ekološkog stanja odnosno potencijala stajaćica važan hidrološki element je tzv. **vrijeme zadržavanja vode** (VZV; eng. retention ili residence time). Vrijeme zadržavanja vode u jezeru ovisi o nizu prirodnogeografskih obilježja slijeva jezera, a u ovisnosti je s količinom i dinamikom dotoka i protoka vode te morfološkim obilježjima korita

(geometrijom) jezera. Presudnu ulogu u kontroliranju VZV-a kod akumulacija ima režim rada i upravljanje sustavom zbog kojega je akumulacija i izgrađena.

Stoga su ovo ključni elementi na koje treba obratiti posebnu pozornost (Tablica 1.1). Kako bi se procijenila dinamika i slijev jezera, potrebno je poznavati njegovu vodnu bilancu (Slika 1.1). Ona se može utvrditi na temelju analize hidrografske mreže unutar slijevnog područja jezera te poznavanjem klimatskih, geoloških, geomorfoloških i ostalih prirodnogeografskih obilježja prostora oko jezera. Informacije (podaci mjerenja) koje proizlaze iz praćenja protoka trebaju biti potkrijepljene podacima o količini oborine, dobivene iz mreže meteoroloških postaja koje, preko kišomjera prate količinu oborine. Pri hidrološkim izračunima koristi se raspon od jednostavnih okvirnih izračuna sve do kompleksnih hidroloških modela. Dobro poznavanje vodne bilance jezera važno je i za procjenu dinamike sedimenta u stajaćici (jezeru, akumulaciji).



Slika 1.1: Primjer izračuna bilance vode u jezeru (prosječna godina) s elementima koji utječu na bilancu voda (preuzeto iz *The North Salt Spring Waterworks*)



Tablica 1.1: Prikaz hidromorfoloških elemenata kakvoće kao ekoloških čimbenika u stajaćicama sukladno Okvirnoj direktivi EU o vodama

<b>Hidrološki elementi kakvoće stajaćica</b>	<b>Važnost za hidromorfološko i ekološko stanje stajaćica</b>
Količina i dinamika protoka vode	Količina i dinamika protoka vode (ulaznih i izlaznih protoka) – temeljno je svojstvo jezerskog okoliša, jer kontrolira između ostalog, razinu jezerske vode i vrijeme zadržavanja vode u samom jezeru.
Razina vode	Razina vode ima izravno ekološko značenje, jer utječe na izloženo obalno područje i dubinu vode. Promjene ulaznih i izlaznih protoka utječu na razinu vode, stoga je važno praćenje vodostaja na jezeru. Stajaćice bi trebalo i batimetrijski istražiti (utvrditi odnos vodostaja i volumena), jer je volumen stajaćica u direktnoj vezi s vodostajem stajaćica, što znači da promjene vodostaja direktno utječu na promjene volumena ali i vremena zadržavanja vode, pri čemu su važni i dotok vode ali i morfologija korita. Varijacije razine stajaćica su abiotički ekološki čimbenici koji izravno utječu na priobalni ekosustav. Raspon, trajanje različitih razina (koje se mogu prikazati krivuljom trajanja razine), brzina promjena i periodičnost promjena razina vodostaja, sve utječe na biološke elemente kakvoće voda. Praćenje razine vode u stajaćicama provodi se istim metodama i tehnikama kao što je praćenje hidrološkog stanja u tekućicama. Učestalost praćenja ovisi o tome koliko se često događaju promjene razine. Uobičajeno, u prirodnim (nereguliranim jezerima), dovoljno je mjesečno mjerenje, jer su promjene vodostaja sporije. Za umjetna jezera odnosno akumulacije (koja spadaju u jako izmijenjena vodna tijela) bilo bi dobro kada bi se mjerenja obavljala dnevno ili čak satno.
Vrijeme zadržavanja	Vrijeme zadržavanja vodnih količina (VZV) je prosječno vrijeme potrebno da se izmijeni cjelokupna voda u jezeru. Važno je za jezerski ekosustav jer utječe na kakvoću vode i s njom povezanu biološku produkciju i dinamiku. Ovisi između ostalog o morfologiji korita i stratificiranosti stajaćica. Postoji teorijsko VZV (na temelju općih formula) i stvarno (karakteristično za pojedino jezero s obzirom na lokalne čimbenike).
Veza s podzemnim vodama	Ovisno o geološkoj podlozi i geomorfološkim obilježjima terena određen je stupanj povezanosti između voda stajaćica i podzemnih voda tako pa je stajaćica više ili manje osjetljiva i na utjecaj onečišćenja i crpljenja podzemnih voda koja ne moraju biti vidljiva na površini slijeva.
<b>Morfološki elementi kakvoće stajaćica</b>	<b>Važnost za hidromorfološko i ekološko stanje stajaćica</b>
Varijacije dubine stajaćica	Varijacije u dubini stajaćica kontroliraju stanište, posebice u odnosu na dostupnost svjetla (ovisi o morfologiji stajaćica te o gustoći i gibanju čestica u vodi) jer su apsorpcija i raspršivanje svjetlosti u stupcu vode čimbenici koji posljedično kontroliraju temperaturu vode, mogućnost fotosinteze, dostupnost kisika i hranjivih tvari.
Količina i struktura sedimenta dna stajaćica	Sastav (mineraloški i litološki sastav, veličina i oblik čestica, organski sastav) jezerskog dna kontrolira sastav vodenih zajednica količinom i vrstom dostupnih hranjivih tvari. Distribucija sedimenta kroz stajaćicu ovisi o veličini i obliku stajaćica. Unos sedimenta u jezero uglavnom ovisi o dotoku rijekama te u manjoj mjeri od čestica koje se prenose vjetrom i erozijom obala. Također je prisutno i taloženje skeletnih ostataka organizama koji žive u jezeru.



Struktura obale stajaćica	Struktura obale stajaćica je definirana prostornim rasporedom i međusobnim vezama prostornih jedinica koje se najčešće determiniraju temeljem oblika korištenja zemljišta (naselja, infrastruktura, šume, obradive površine). Važna je za identifikaciju mogućih utjecaja na ekologiju stajaćica budući da su obale stajaćica često izmijenjene u obalnoj zoni (stanovanje, poljoprivreda, industrija, turizam, povremene aktivnosti).
---------------------------	--

Hidromorfološke promjene u izravnoj su vezi s biološkim elementima kakvoće voda koji se ispituju u stajaćicama i to na način kako je prikazano u tablici 1.2.

Tablica 1.2: Interakcija hidromorfoloških procesa i bioloških zajednica

Biološki element kakvoće	Opis interakcije
Fitoplankton	Volumen ulaska i izlaska vode iz stajaćica, promjene u potrošnji i miješanju hranjivih tvari, interakcija sa supstratom i dostupnost svjetlosti utječu na bogatstvo fitoplanktona, strukturu zajednice i raznolikost vrsta.
Fitobentos	Zajednice fitobentosa su jako ovisne o protoku vode, strukturi supstrata i dostupnosti svjetla.
Makrofiti	Svjetlost, temperatura, hranjive tvari i supstrat utječu na proizvodnju i raznolikost makroalga. Dubina stajaćica se smatra najvažnijim geomorfološkim pokazateljom koji utječe na makrofitske zajednice, budući da kontrolira dostupnost svjetla i veličinu obalnog staništa raspoloživog za kolonizaciju te utječe na temperaturu, kruženje hranjivih tvari i utjecaj valova.
Bentički makrobekralješnjaci	Većina vrsta bentičkih makrobekralješnjaka ovisi o podlozi, kao i o zajednici makrofita, gdje pojedine vrste nalaze sklonište, stoga svi pritisci koji utječu na makrofitske zajednice utječu i na zajednice bentičkih makrobekralješnjaka. Vrste bentičkih makrobekralješnjaka koje žive u sedimentu su pod utjecajem pritisaka koji utječu na procese sedimentacije. Zakiseljenost, hranjive tvari i dubina vode također utječu na zajednice bentičkih makrobekralješnjaka.
Ribe	Dubina stajaćica, povezanost s vodotocima i drugim jezerima te sedimentacija utječu na brojnost, raznolikost i sastav ribljih zajednica kao i na njihovo preživljavanje. Količine hranjivih tvari, koncentracija otopljenog kisika i zakiseljenost su pokazatelji koji ovise o hidromorfologiji i utječu na zajednice riba; promjene u sastavu sedimenta direktno su povezane sa zajednicom riba.



## 1.2 Pregled i osvrt na postojeće nacionalne metode praćenja hidromorfoloških značajki stajaćica i ocjene hidromorfoloških promjena u zemljama članicama EU te projekte Europske komisije

### Europska norma za Određivanje hidromorfoloških stanja stajaćica EN 16870: 2016.

Hidromorfološki monitoring stajaćica nije toliko raširen i prakticiran kao hidromorfološki monitoring tekućica. Broj radova koji se bavi tematikom hidromorfološkog monitoringa nije velik. Pojam hidromorfološkog monitoringa podrazumijeva praćenje (i) hidroloških elemenata kakvoće vodnog tijela s jedne i (ii) morfoloških elemenata s druge strane. Nadalje, ODV naglašava kako hidrološki i morfološki uvjeti moraju biti potpora ekološkom stanju vodnog tijela. U sklopu ODV donešeni su brojni dokumenti koji su potpora i putokaz istraživačima za lakše i koherentnije obavljanje monitoringa i ocjenjivanja vodnih tijela. U te dokumente ubrajaju se (i) europski standardi ili norme (CEN - Comité Européen de Normalisation) te (ii) brojni implementacijski vodiči (CIS - Common Implementation Strategy).

Standardizirana norma za provedbu hidromorfološkog monitoringa stajaćica (CEN 2016) za cilj ima (i) nadopunu nacionalnih metodologija i (ii) stvaranje usporedivih nacionalnih metodologija na europskoj razini. Dokument daje popis stručne terminologije i objašnjenja. Nadalje, daje popis potrebnih kategorija i elemenata hidromorfološkog ocjenjivanja (tablica 1.3) te prijedloge (i) kvantitativnog (petostupanjskog) i (ii) kvalitativnog (trostupanjskog) načina ocjenjivanja.

Tablica 1.3: Popis kategorija i elemenata danih normom EN 16870: 2016

Kategorija elementa	Element
<b>Hidraulika</b>	Varijabilnost razine vode Volumen stajaćica
<b>Morfometrija</b>	Nagib obalne zone Površina Distribucija dubina
<b>Obilježja podloge i reljefni oblici</b>	Karakteristike podloge i reljefni oblici Sastav obale i promjene na obali Podloga u litoralnoj zoni Reljefni oblici na dnu stajaćica Rasprostranjenost umjetnog/naveženog /prirodnog materijala
<b>Kontinuitet i povezanost</b>	Prirodna cirkulacija s podzemnim vodama Povezanost stajaćica s riparijskom zonom Prirodni obrasci erozije/sedimentacije Prirodna cirkulacija pridonene i površinske vode Mogućnost migracije biote i sedimenta
<b>Vodena vegetacija</b>	Održavanje vodene vegetacije (u obalnoj zoni i u zoni otvorene vode)
<b>Zemljišni pokrov i sljevno područje</b>	Riparijska zona

Sukladno razvoju Direktive i provedbi znanstvenih istraživanja razvijena je zajednička implementacijska strategija (Common Implementation Strategy - CIS). Vodič broj dva (Guidance document n.° 2) daje upute o preciznom i konzistentnom razdvajanju vodnih





tijela na tekućicama i stajaćicama te o mogućnostima interpolacije (pr)ocjene na svako vodno tijelo. Vodič broj deset (Guidance document n.°10) u prvom dijelu definira, opisuje i nudi načine utvrđivanja kategorija ekološkog stanja i referentne uvjete. Drugi dio dokumenta predstavlja primjere "alata" kako (i) ustanoviti referentne uvjete, (ii) interpretirati normativne definicije bioloških elemenata kakvoće voda i (iii) postaviti granične vrijednosti klasa.

Na temelju zahtjeva Direktive koji se odnose na hidromorfološke elemente razvijeno je nekoliko metodologija hidromorfološkog monitoringa stajaćica. Zajednička linija koja se provlači kroz sve metodologije je zoniranje prostora i definiranje antropogenih pritisaka i promjena u prostoru koje mogu dovesti do poremećaja (mjerenih) pokazatelja ekološkog stanja u stajaćicama. U velikoj su mjeri europske metodologije za ocjenu hidromorfološkog stanja stajaćica bazirane na metodologiji i vodiču Agencije za zaštitu okoliša Sjedinjenih Američkih Država - USEPA (United States Environmental Protection Agency). U vodiču *Environmental Monitoring And Assessment Program (EMAP) - Surface waters field operations manual for lakes* (EPA 1997) detaljno su opisani terenski protokoli, načini provjeravanja dosljednosti i kvalitete podataka, hodogrami i procedure za ekološki monitoring i prikupljanje potrebnih bioloških i fizikalno-kemijskih podataka o kvaliteti vode. Tri su važna elementa: (i) fizikalno-kemijsko karakteriziranje vodnog tijela u jednoj, reprezentativnoj točki - u pravilu najdublja točka u jezeru (profili temperature i otopljenog kisika), (ii) definiranje prostora monitoringa na deset jednako razmaknutih lokacija u jezeru (Hab-plotova) na kojima se prikupljaju podaci o riparijskoj (priobalnoj) zoni, litoralu i obalnoj zoni i (iii) opisivanje litoralnih i riparijskih staništa u cijelom jezeru (temeljem zapisivanja bilješki). Monitoring se može vršiti iz čamca ili s kopna.

### **Njemačka**

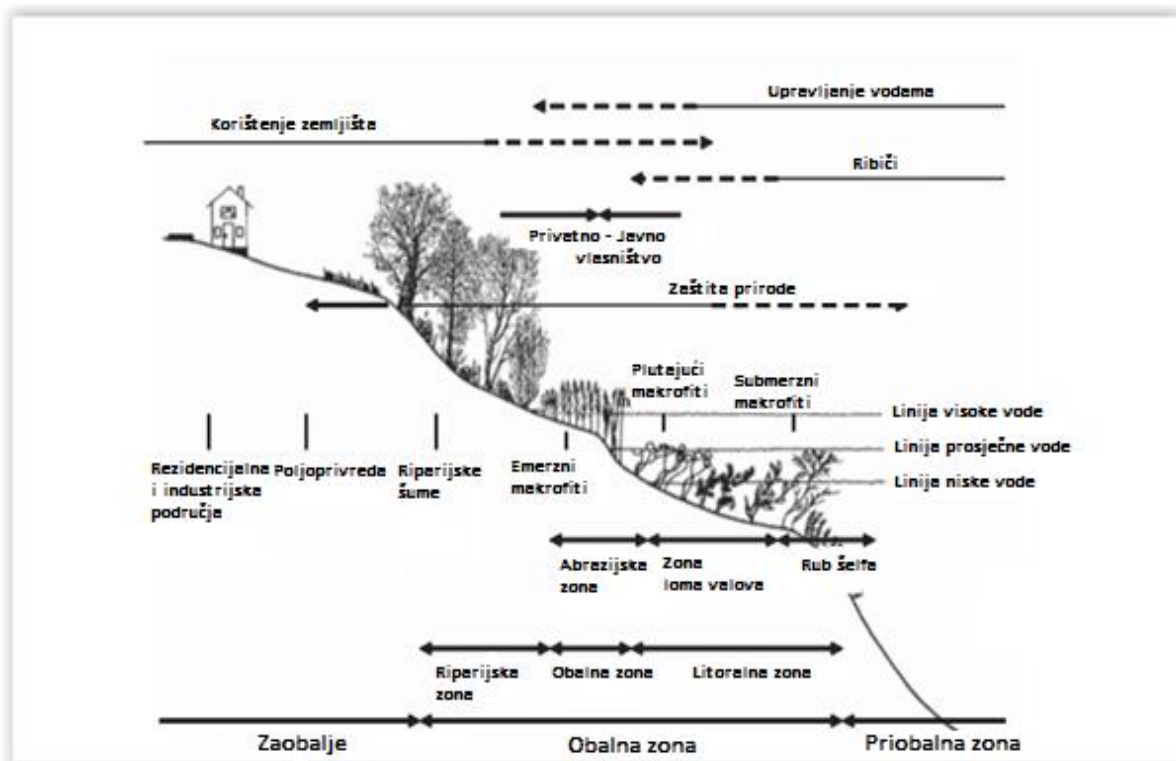
U Njemačkoj se hidromorfološkim monitoringa stajaćica sukladno zahtjevima ODV-a počeo baviti Ostendorp (2004). U svojim radovima Ostendorp prikazuje pristupe u prikupljanju podataka o stanju obale stajaćica s fokusom na veća jezera Srednje Europe. Autor navodi da se princip određivanja trenutnog ekološkog stanja temelji na američkom principu danom u dokumentu USEPA (United States Environmental Protection Agency) *Lake and Reservoir Bioassessment and Biocriteria concept*. Navedeni dokument daje točna uputstva o metodama i protokolima prikupljanja podataka.

Ostendorp navodi i potrebu detaljnije razrade kvalitativnih elemenata danih u dodatku 5 Okvirne direktive o vodama (ODV, Dodatak 5, točka 1.1.2). On predlaže uvođenje 10 glavnih kategorija promatranja elemenata:

- (i) korištenje zemljišta, promet i naselja u jezerskoj regiji,
- (ii) udio strogo zaštićenih područja u jezerskoj regiji,
- (iii) intenzitet i vrste ljudskih aktivnosti u obalnoj zoni,
- (iv) topografska cjelovitost uzduž analiziranog presjeka,
- (v) analiza međuovisnosti sadržaja, procesa i veza u prostoru,
- (vi) hidrokemijski uvjeti,
- (vii) vrste, biocenoze i veze unutar ekosustava,
- (viii) sociokulturna komponenta i
- (ix) kriterij jednake distribucije i reprezentativnosti za cijelo jezero.

Svaki od tih elemenata Ostendorp dijeli na podelemente. Cilj ovakve analize prostora je obuhvatiti više elemenata ocjenjivanja i što više korisnika prostora, povećati fleksibilnost elemenata i kombinirati pritiske s empirijskim pokazateljima. Autor navodi potrebu mjerenja pritisaka i izražavanje kroz ocjenjivanje pritiska. Idealan broj i raspored istraživanih odsječaka nije naveden. Isti autor u svojim daljnjim istraživanjima (Ostendorp i dr., 2004) zonira obalni prostor stajaćica i navodi ljudske pritiske (i) direktno na obali stajaćica i (ii) u sljevnom području stajaćica. Autori dijele prostor na obalnu regiju, obalnu zonu i zonu udaljenu od obale prema sredini stajaćica (slika 1.2), ali ne navode metrijske mjere i dimenzije za zoniranje prostora. Autori tvrde da se glavni pritisci na obalnu zonu manifestiraju u promjenama hidrološkog režima i morfološkim promjenama kao posljedicama ljudskog korištenja i djelovanja i da ti pritisci moraju biti kvalitetnije dovedeni u vezu s promjenama staništa i biote u jezeru. Pritisci u sljevnom području mogu se svesti na (i) poljoprivrednu proizvodnju, (ii), stupanj urbaniziranosti prostora, (iii), iskorištavanje vodnih resursa, (iv) razvijenost prometnih veza i intenzitet prometa te (v) razvijenost industrije. Pritisci u obalnom prostoru mogu se svesti na (i) iskapanje sedimenta, (ii) crpljenje vode iz stajaćica, (iii) utjecaj na razinu vode, (iv) iskorištavanje u rekreativne svrhe (razne vrste).

U Njemačkoj je razvijena i metoda *Hydromorphology Lake Protocol* (LHM) (Ostendorp i Ostendorp, 2015). Metoda je bazirana na uporabi GIS alata za identifikaciju i klasifikaciju strukturnih pritisaka. Analizom su obuhvaćeni zračni snimci i drugih geokodirani podatci. Analizirani prostor podijeljen je u tri zone: (i) sublitoral (od obale prema sredini stajaćica), (ii) eulitoral (zona varijacije visine vode) i (iii) epilitoral (riparijska zona). Metoda se bazira na podacima prikupljenim analizom na računaru i podacima dopunjenim terenskim istraživanjima.



Slika 1.2: Zoniranje prostora oko stajaćica s definiranjem utjecaja glavnih aktera u prostoru  
Izvor: Ostendorp i dr., 2004.

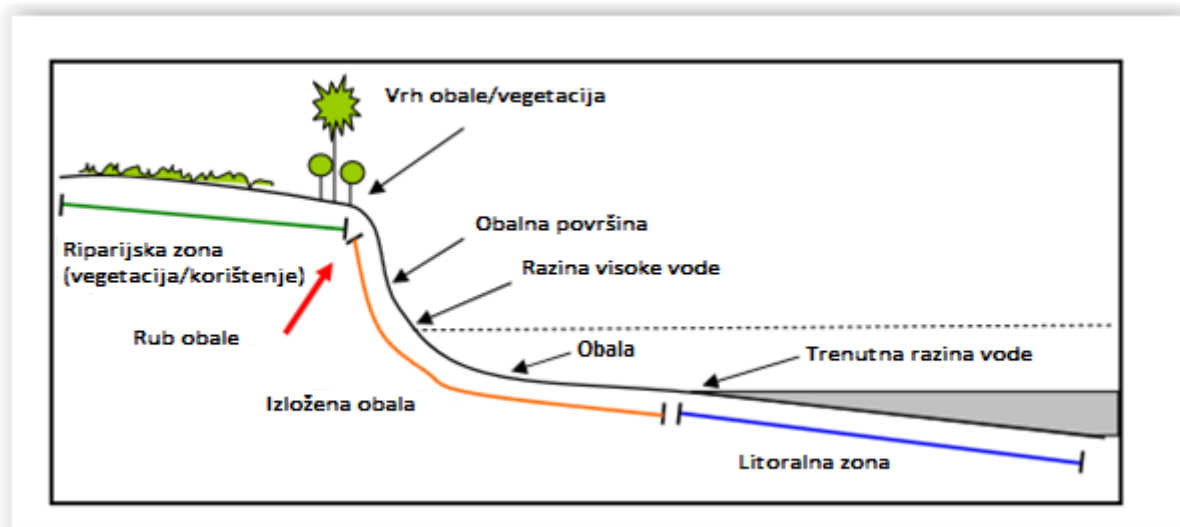
## Ujedinjeno Kraljevstvo

U Ujedinjenom Kraljevstvu razvijen je dokument *Lake Habitat Survey* (LHS) (Rowan i dr., 2006; Rowan, 2008). Taj dokument nudi protokole i naputke za terenski rad. LHS navodi da je potreban određen broj tzv. stanišnih ploha (engl. Habitat plot ili Hab-plot) odnosno ploha na kojima se analiziraju elementi. Definira i dva načina promatranja i opažanja: (i) iz čamca i (ii) pješice. Idući od jednog do drugog Hab plota potrebno je vršiti opservacije međuprostora. Razvijen je Lake-MImAS (Morphological Impact assessment tool) koji određuje izgubljeni kapacitet (tj. koliko je *prirodnosti* jezero izgubilo) s obzirom na neko referentno stanje. Prikupljanje podataka se bazira na LHS-u. Dostupan je modul u MS Excel-u (Rowan i dr., 2012). Način bodovanja može biti: vrijednosna aproksimacija, binarni pokazatelj, kategorički pokazatelj ili grupiranje vrijednosti u klase prema rasprostranjenosti ili intenzitetu (od 0 do 4). Autori preporučuju grupiranje vrijednosti u klase ili razrede.

Na lokacijama Hab-plotova prostor je podijeljen na:

- (i) litoral (nagib i dubina, promjene u supstratu, rasprostranjenost makrofita),
- (ii) obalu i *bankface* zonu (nagib, širina i visina, modifikacije, promjene u podlozi) te
- (iii) riparijsku zonu (pokrov zemljišta, održavanje i vrsta vegetacije) (slika 1.3).

Ljudski pritisci analizirani su na prostoru cijelog Hab-plota i u radijusu od 50 metara oko njega. Popis svih promatranih obilježja i pritisaka te prostorna distribucija analiziranih obilježja i pritisaka dana je u tablici 1.4.



Slika 1.3: Zone hidromorfološkog monitoringa i ocjenjivanja prema LHS  
Izvor: Rowan J. i dr. (2008)

Na temelju dobivenih podataka razvijem je bodovni sustav LHMS (Lake Habitat Modification Score). Navedeni bodovni sustav razvijen je na temelju UK TAG-a (UK Technical Advisory Group). Sustav je temeljen na procjenama stručnjaka po pitanju graničnih vrijednosti za definiranje klase. Rezultati nacionalnog monitoringa mogu se vidjeti na internetskom portalu UK Lakes Portal (URL2).





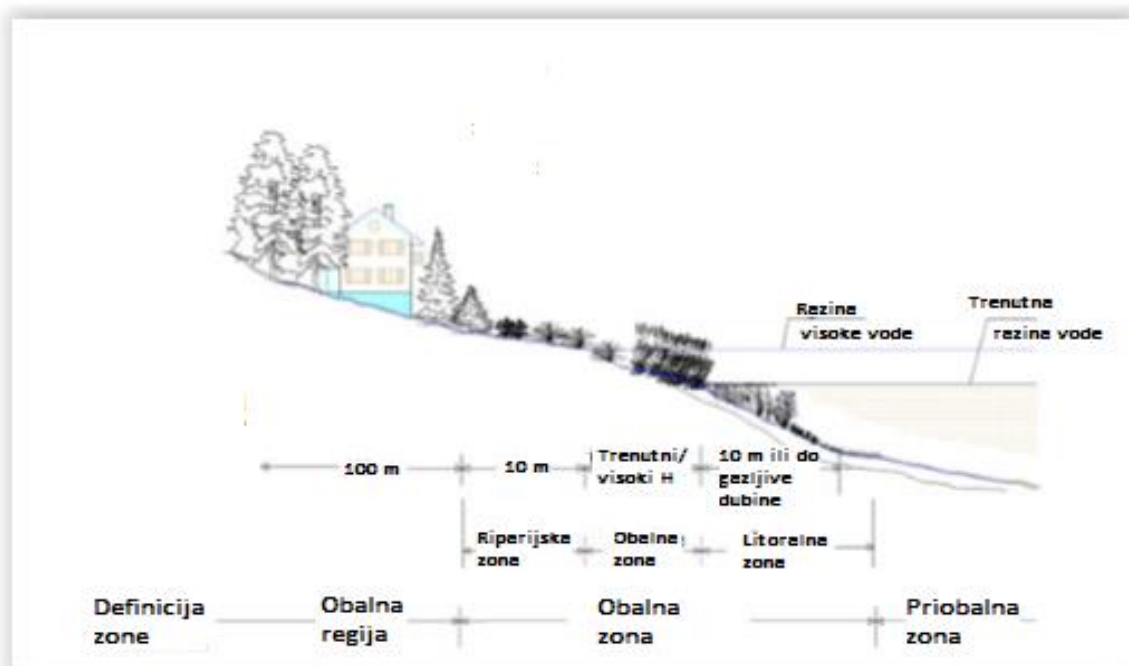
Tablica 1.4: Popis i prostor proučavanja promatranih elemenata prema LHS

Elementi promatrani na <b>Hab-plotovima</b> (na 4-10 mjesta)		Elementi promatrani po opsegu stajaćica		Elementi promatrani po cijeloj površini stajaćica	
<b>Riparijska zona</b>	Dominantan zemljišni pokrov, struktura vegetacije, strane vrste, potoci/jaruge, obilježja vrha obale	<b>Izgradnja obale</b>	Utvrđenja, veliki građevinski radovi, mekana obaloutvrđenja, marine, dokovi, luke	<b>Pritisci unutar stajaćica</b>	Mostovi, prilazi, riblji kavezi, jaruženje, odlaganje otpada, motorni čamci, održavanje makrofitske vegetacije, uzgoj ribe. prisutnost stranih vrsta, prisutnost površinskog filma
<b>Obalna površina</b>	Visina i nagib, materijali podloge, modifikacije, erozija, struktura vegetacijskog pokrova i pokrovnost vegetacije	<b>Pritisci i način korištenja zemljišta (unutar 15m i 50 m)</b>	Komercijalne aktivnosti, rezidencijalna područja, prometnice, parkovi, rekreacijske plaže, kamenolomi, odlagališta otpada, pašnjaci, prostori izloženi eroziji	<b>Reljefni oblici</b>	Otoci i naslage na ušću (s vegetacijom ili bez vegetacije), veličina toka koji istječe iz stajaćica
<b>Obala</b>	Širina i nagib, materijali podloge, modifikacije, struktura vegetacijskog pokrova, erozija i sedimentacija, visina „linije otpada“			<b>Hidrologija</b>	Temeljna upotreba vodnog tijela, intenzitet promjene varijacije dubine vode, broj pritoka, utvrđenja na pritocima, utjecaj mijena, dnevne i godišnje fluktuacije razine vode, hidrološke građevine
<b>Litoralna zona</b>	Nagib i dubina, podloga, osobine staništa, granica šljunka i mulja, struktura makrofita, volumen vode nastanjen vodenim makrofitima, fitobentos	<b>Prirodna staništa</b>	Močvare, tresetišta, tršćaci, travnjaci, poplavne šume, plutajuća vegetacija, stijene i kamenjar	<b>Index Site (najdublja lokacija u jezeru)</b>	Maksimalna dubina i prozirnost vode u jezeru, profil temperature i zasićenosti kisikom, miris vode i vizualno površinsko zagađenje
<b>Antropogeni pritisci (promatrano u Hab-plotu i u radijusu od 50m)</b>	Komercijalne aktivnosti, rezidencijalni razvoj, prometne karakteristike, prisutnosti, tragovi i vrste antropogenih aktivnosti i njihov prostorni udio				

Izvor: Rowan i dr., 2006.

## Slovenija

U Sloveniji je razvijen indeks modifikacije jezerske obale - *Lakeshore Modification Index* - LMI (Peterlin i Urbanič, 2012). Njegova opravdanost provjerena je korelacijom s nalazištima bentičkih makrobeskralježnjaka. Princip rada sličan je američkom EMAP-u i LHS-u (Hab-Plots) Ujedinjenog Kraljevstva s određenim razlikama u definiranju zona i broju plotova. Monitoring je napravljen na dva prirodna jezera: Bled i Bohinj. Hab-plotovima je pokrivena cijela obala stajaćica. Širina jednog Hab-plota iznosi 20 metara i podijeljen je na 4 zone (slika 1.4): litoralna zona - 10 metara od obale prema vodi, obalna zona - prostor između razine niske vode i razine visoke vode, riparijska zona - 10 metara od obalne zone te obalna regija - 100 metara od riparijske zone. U svakom Hab-plotu analizirani su pritisci i intenzitet korištenja (tablica 1.5). Pritisci su kategorizirani u pet kategorija prema ozbiljnosti pritiska. Svaka kategorija ima drugačiju težinu prilikom davanja ocjene za zonu. Bodovi su dodijeljeni na temelju prostornog udjela elementa kombiniranog s kategorijom u kojoj se pritisak nalazi. Ocjena za svaku zonu je aritmetička sredina zbroja bodova za sve elemente ocjenjivanja. Potom je izračunat LMI (*Lakeshore Modification Index*) na temelju ocjena za svaki Hab-plot i za cijelo jezero. Taj indeks statistički je uspoređen s nalazima bentičkih makrobeskralježnjaka, koji su važni biološki elementi kakvoće voda u analizi i ocjeni ekološkog stanja voda. Ustanovljena je statistički značajna povezanost i korelacija koeficijentom od -0,863.



Slika 1.4: Definiranje zona s pripadajućim metrijskim mjerama. Izvor: Peterlin i Urbanič, 2012.



Tablica 1.5: Glavni proučavani morfološki elementi prema zonama ( Peterlin i Urbanič, 2012.)

Promatrana zona	Promatrani element				
	Promjena razine vode	Drveni ostatci	Promjene podloge	Građevine i infrastruktura	Intenzitet korištenja zone
<b>Litoralna zona</b>	Dubina vode blizu obale	Prisutnost debla i/ili granja, ostaci drvenih struktura	sezonske promjene, zapunjavanje podloge prirodnim ili neprirodnim materijalima, uklanjanje prirodnog materijala	Privremene (sezonske) kamene strukture, razne vrste obaloutvrđenja, izgrađeni pristupi vodi	Bez dodatne, povremene, intenzivne sezonske i/ili umjerene cjelogodišnje ili intenzivne cjelogodišnje aktivnosti
	Promjene u podlozi, građevine				Intenzitet korištenja zone
<b>Obalna i riparijska zona</b>	Prevladavajuće promjene u podlozi (od šuma do poljoprivrednih područja), prisutnost građevina				Kao u litoralnoj zoni
<b>Obalna regija (zaobalje)</b>	Prevladavajući način korištenja zemljišta (od šuma do urbaniziranih prostora)				Urbana područja, turizam, industrija i transport, odlagališta otpada, poljoprivreda, prirodna područja

## Belgija

Kako bi odredili ciljeve koji se žele postići i intenzitet mjera koje je potrebno provesti sukladno Direktivi u Belgiji je analizirano šest jezera (Denys i dr., 2014). Imajući u vidu potrebe za zaštitom i željene rezultate, jezera su podijeljena u tri skupine: (i) jezera unutar zaštićenih područja NATURA 2000, (ii) jezera od velike biološke važnosti koja nisu dijelovi mreže NATURA 2000 i (iii) ostala jezera. S ciljem određivanja ekološke ocjene istraživani su pritisci na jezerske sustave. Pritisci su određeni s aspekata (i) hidrologije, (ii) morfologije i (iii) rekreacijskog iskorištavanja jezera. Površine jezera izračunate su pomoću GIS alata i zračnih snimaka, a ostali morfološki elementi iz terenskih mjerenja i detaljnih batimetrijskih karata. Izračunato je vrijeme zadržavanja vode koristeći volumen jezera, pretpostavljene oborine, evaporaciju, unos vode pritocima, gubitak vode istjecanjem iz jezera i podataka o podzemnoj cirkulaciji. Podaci o biološkim i kemijskim pokazateljima prikupljeni su na 16 lokacija po svakom jezeru. Analizirani hidromorfološki pritisci su (i) donos vode rijekama, (ii) promjene u varijacijama dubine vode, (iv) nepropusne obalutvrde, (v) molovi i vezovi za čamce, (vi) ribička infrastruktura, (vii) promjene podloge u sljevnom području, (viii) iskorištavanje šljunka, (ix) održavanje vegetacije i (x) rekreacijske aktivnosti (skijanje na vodi, pecanje...). Učestalost prikupljanja podataka o pritiscima i zoniranje prostora nije navedeno.



## Rumunjska

Rumunjska metodologija hidromorfološkog monitoringa dio je *Ažuriranog nacionalnog plana za državni dio Podunavlja* Ministarstva za okoliš, vode i šume (Planul national, 2016). Prema prijedlogu plana za upravljanje Podunavljem analizirat će se hidrološki i morfološki elementi. Od hidroloških elemenata analizira se: (i) odstupanje varijacije dubine vode od prirodnih uvjeta, (ii) odstupanje volumena stajaćica u promatranom razdoblju od projiciranog, (iii) retencijsko vrijeme stajaćica, (iv) povezanost stajaćica s podzemnim vodama. Od morfoloških karakteristika analizira se (i) promjena morfologije obale, (ii) promjena tlocrtnog oblika stajaćica, (iii) način korištenja zemljišta. Tablica 1.6 prikazuje koji se elementi boduju za koji tip stajaćica.

Tablica 1.6: Raspored bodovanja hidromorfoloških elemenata prema vrsti stajaćica

		Hidromorfološki indikatori za jezero		
Kategorija elementa	Naziv elementa	Tip stajaćice		
		Prirodno jezero	Znatno izmijenjeno prirodno jezero	Umjetno jezero
Hidrološki režim	1.1. Varijacija razine vode	x	x	x
	1.2. Varijacija volumena			x
	1.3. Vrijeme retencije			x
Morfološki uvjeti	2.1. Morfologija obale	x	x	
	2.2. Tlocrtni oblik stajaćica	x	x	
	2.3. Riparijska zona	x	x	

Izvor: Planul national, 2016



### 1.3 Prikaz izabrane metodologije za istraživanja u Hrvatskoj

Budući da je projektnim zadatkom bilo potrebno davati dvije vrste ocjena (za cijela vodna tijela i za mikrolokacije na stajaćicama) te da se radi o prvim sustavnim istraživanjima i početku izrade hidromorfološke baze podataka za stajaćice, korištene su dvije metode. Kao polazište za praćenje hidromorfološkog stanja na pojedinim mikrolokacijama stajaćica uzeta je metodologija koju su razvili u Sloveniji Peterlin i Urbanič (2012.). Metodologija je prilagođena uvjetima koji su prisutni u Hrvatskoj. Dodatan razlog za odabir navedene metodologije je njena provjerena izravna veza s biološkim elementima kakvoće voda odnosno bentičkim beskralješnjacima koji su sastavni dio ocjene ekološkog stanja stajaćica.

Kao podloga za procjenu cjelokupnog hidromorfološkog stanja stajaćica korištena je europska norma za Određivanje hidromorfoloških stanja stajaćica EN 16870: 2016, koja je prilagođena za potrebe monitoringa specifičnim uvjetima koji su prisutni na području Hrvatske.

U sklopu ovog projekta obavljeno je prvo sustavno prikupljanje podatka koji su potrebni za ocjenu hidromorfološkog stanja stajaćica. Ovim istraživanjem po prvi puta prikupljaju se hidrološki i morfološki podaci/pokazatelji stajaćica koji su bitni u ocjeni njihovog hidromorfološkog stanja.

Osim toga, u tijeku je i provođenje projekta pod nazivom “**Klasifikacijski sustav ekološkog potencijala za umjetna i znatno promijenjena tijela površinskih voda**“, kojeg provodi **Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek, Sveučilišta u Zagrebu, a kojega financiraju Hrvatske vode i Hrvatska elektroprivreda**. U sklopu navedenih istraživanja utvrdit će se klasifikacijski sustav ekološkog potencijala stajaćica, pa je potrebno na istim mikrolokacijama provesti i biološka i hidromorfološka terenska istraživanja. **Navedenim projektom će se utvrditi kako hidromorfološki i fizikalno-kemijski pokazatelji definiraju sastav i strukturu pojedinih bioloških elemenata kakvoće voda u različitim tipovima stajaćica.**

### 1.4 Detaljniji opis metoda korištenih pri izradi nacionalne metodologije za ocjenu hidromorfološkog stanja u stajaćicama

Metode koje su korištene za praćenje hidromorfološkog stanja stajaćica u Hrvatskoj:

- Europska norma za Određivanje hidromorfoloških stanja stajaćica EN 16870: 2016 i
- Slovenska metoda pod nazivom Indeks modifikacije jezerske obale - *Lakeshore Modification Index* - LMI (prema Peterlin i Urbanič, 2012).

#### 1.4.1 Opis europske norme za Određivanje hidromorfoloških stanja stajaćica EN 16870: 2016.

U tablici 1.7 dan je detaljan prikaz opisa pojedinih hidromorfoloških pokazatelja koji se prate u stajaćicama kao i opis ocjena sukladno europskoj normi za Određivanje hidromorfoloških stanja stajaćica EN 16870: 2016, navedena metodologija se koristila kao podloga za prijedlog metodologije za hidromorfološku ocjenu koja je detaljno opisan u poglavlju 1.



Tablica 1.7: Način ocjenjivanja (nakon interpretacija) sukladno europskoj normi za Određivanje hidromorfoloških stanja stajaćica EN 16870: 2016.

Kategorija		Stavka koja se ocjenjuje	Kvantitativna skala - A	Kvalitativna skala - B	Opis ocjene	Metode
HIDROLOŠKI REŽIM	Obalna zona	1.1. Promjene u razini vode (odstupanja od prirodne varijacije)	1 = < 1m	1 = Bez ili s minimalnim izmjenama u godišnjoj promjeni razine vode (odstupanja su < 1 m kod stajaćica kojima razina varira do 1 m godišnje (znači do 2 m)) 3 = Malo do umjereno odstupanje (odstupanje je < 5m kada je prirodna varijacija < 2,5 m – 50-150% promjene prirodnog raspona, kada je prosječna varijacija > 2,5 m) 5 = Značajna promjena (> 5 m kod stajaćica kojima razina varira < 2,5 metra, odnosno više od 150% kod stajaćica kojima razina varira > 2,5 m)	Stupanj promjene u odnosu na prirodnu razliku u razini vode tijekom godine. Npr. stajaćica prirodno mijenja razinu vode 2 metra u godini. Zbog izgradnje neke brane ono sada varira 4 metra. Znači promjena je 2 metra u odnosu na prirodno stanje (100% devijacija).	Zapisi o razini vode, povijesni podatci, batimetrija, geomorfološki i ekološki indikatori povijesne ili suvremene promjene.
			2 = 1-3m			
			3 = 3-5m	4 = 5-10m	5 = > 10m	
	Otvorena vodna zona	1.2. Vrijeme zadržavanja vode	/	1 = Prirodan ili gotovo prirodan volumen 3 = Volumen stajaćica je umjereno izmijenjen 5 = Volumen stajaćica je znatno izmijenjen	Ako postoji smanjenje ili povećanje količine vode unutar stajaćica i slijevnog područja ocjena 1 je isključena.	Podatci o razini vode, povijesne karte, rezultati mjerenja fizikalno kemijskih svojstava u najdubljim dijelovima stajaćica.
		1.3. Stratifikacija i miješanje vode	/	1 = Prirodno ili gotovo prirodno 3 = Volumen stajaćica je umjereno izmijenjen 5 = Volumen stajaćica je znatno izmijenjen	Ako stratifikacija i miješanje vode znatno odstupa od prirodnog stanja ocjena 5 mora biti upisana. Ili ako se ne uspostavlja a trebala bi biti uspostavljena Ako postoji smanjenje ili povećanje količine vode unutar stajaćica i slijevnog područja ocjena 1 je isključena.	Podaci o razini vode, historijske karte, rezultati mjerenja fizikalno kemijskih svojstava u najdubljim dijelovima stajaćica.





					Kod jako promijenjenih i umjetnih stajaćica stratifikacija nije mjerljiva jer ovisi o namjeni zahvata, odnosno mjerljiva je samo kod jako dubokih jezera. Stratifikacija ovisi o ulazu i izlazu vode, a kod većine ulaz i izlaz vode ovisi o namjeni.	
		1.4. Povezanost podzemnih i površinskih voda  <b>Ne primjenjuje se kod umjetnih stajaćica (svrha im je zadržavanje vode).</b>		1 = Gotovo prirodna izmjena površinske i podzemne vode 3 = Umjereno izmijenjena izmjena površinske i podzemne vode 5 = Visoka razina promjene i utjecaja na izmjenu površinskih i podzemnih voda	Visina podzemne vode, površina dna koja je prekrivena građevinama, promjene u poroznosti sedimenta, prisutnost barijera itd.	Terenski rad, inventar HV-a, HEP-a.
MORFOLOŠKI UVJETI	Otvorena zona jezera	2.1. Raspodjela dubine po stajaćici	/	1 = Raspored dubina odražava gotovo prirodno stanje 3 = Raspored odražava umjereno odstupanje od prirodnog stanja (promijenjeno 30-40% prirodnog stanja) 5 = Raspored dubina je umjetan	Potrebni podatci o raspodjeli dubina u stajaćici u odnosu na površinu stajaćice (npr. na 30% stajaćice je dubina od 20 metara).	Potrebna je batimetrija da bi se postavili referentni uvjeti.
		2.2. Reljefni oblici dna stajaćice	/	1 = Gotovo prirodno dno 3 = Promjene u dnu na dijelu stajaćice (30-40% promijenjen reljefa dna) 5 = Promjene u dnu na većini stajaćice	Uključuje prirodne značajke (dine, rupe, otvore) i njihova obilježja (tekstura i struktura). Jaruzanje, eutrofikacija i pojačana sedimentacija utječu na reljefnu prirodnost dna.	Razgovor i baze podataka nadležnih institucija, terenski rad, geoindikatori, potrebna detaljna batimetrija dna.
		2.3. Struktura dna u zoni otvorene vode (Količina i rasprostranjenost umjetnih materijala i/ili donesenog	1 = <1% umjetnog materijala ili donesenog prirodnog 2 = 1-5% umjetnog materijala ili donesenog prirodnog materijala 3 = 5-15% umjetnog materijala ili donesenog prirodnog materijala 4 = 15-30% umjetnog materijala ili donesenog prirodnog materijala	1 = Gotovo prirodno stanje ili minimalna prisutnost umjetnih materijala 3 = Mala do umjerena prisutnost umjetnih materijala 5 = Velika prisutnost umjetnih materijala	Umjetni materijal podrazumijeva – cigle, beton, tehnički kamen, geotekstil. Postotak utjecaja se uzima od POVRŠINE stajaćice. Naneseni "prirodni" materijali su pijesak, šljunak koji se prirodno ne bi pojavljivali u tom dijelu.	Razgovor i baze podataka nadležnih institucija, terenski rad.



		prirodnog supstrata)	5 = > 30% umjetnog materijala ili donesenog prirodnog materijala			
	Obalna zona	3.1. Profil padina obale stajačice	<p>1 = &lt;5% stajačice s neprirodnim profilom obale</p> <p>2 = 5-15% stajačice s neprirodnim profilom obale</p> <p>3 = 15-35% stajačice s neprirodnim profilom obale</p> <p>4 = 35-75% stajačice s neprirodnim profilom obale</p> <p>5 = &gt;75% stajačice s neprirodnim profilom obale</p>	<p>1 = Gotovo prirodan profil padina obale stajačice</p> <p>3 = Gotovo prirodan profil padina obale dijela stajačice</p> <p>5 = Profil padina je neprirodan (izmijenjen) na većini stajačice</p>	<p>Vrlo se teško ocjenjuje i zahtjeva ponavljanja monitoringa. Kod umjetno prokopanih stajačica prirodno je ono stanje koje nalazimo u stajačica iste veličine, a kod kojih su geomorfološki procesi već oblikovali obalu. Alternativno, promjene u profilu mogu biti indirektna posljedica:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. nejednakosti u eroziji obale i taloženju,</li> <li>2. povijesnih promjena razine vode i tlocrta,</li> <li>3. prisutnosti teških materijala u obalama – utvrđivanje.</li> </ol>	<p>Utvrđivanje antropogenih elemenata i intervencija u profilu obale; karte prirodnosti obalnih zona. Referentna je geomorfološka klasifikacija padina temeljena na dominantnim morfološkim procesima koji se aktiviraju ovisno o nagibe, kao i odgovarajućim reljefnim oblicima prihvaćena od IGU (International Geographical Union)</p> <p>0-2° ravnica, kretanje masa se ne opaža; 2-5° blago nagnuti teren, blago ispiranje; 5-12° nagnuti teren, pojačano ispiranje i kretanje masa; 12-32° jako nagnuti teren, snažna erozija ispiranje i izrazito kretanje masa; 32 - 55° vrlo strm teren, dominira destrukcija.</p>





	<p>3.2. Tlocrtni oblik obale</p> <p><b>Ne primjenjuje se kod umjetnih stajaćica.</b></p>	<p>1 = &lt;5% stajaćice ima prirodni tlocrt 2 = 5-15% stajaćice s prirodnim tlocrtom 3 = 15-35% stajaćice s prirodnim tlocrtom 4 = 35-75% stajaćice s prirodnim tlocrtom 5 = &gt; 75% stajaćice s prirodnim tlocrtom</p>	<p>1 = Gotovo prirodan tlocrtni oblik 3 = Tlocrtni oblik je prirodan kroz 60 - 70% obalnog dijela stajaćice 5 = Neprirodan tlocrtni oblik &gt;50% obalnog dijela stajaćice</p>	<p>Usporedba podataka morala bi se bazirati na dosljednim vrijednostima kao što su npr. maksimalna razina vode tijekom nekog povijesnog perioda ili prosječna minimalna razina vode u kombinaciji s batimetrijskim podacima.</p>	<p>Povijesne karte, referentna je topografska karta Austrougarske monarhije 1:75.000 (Spezialkarte, 1869.-1887.)</p>
	<p>3.3. Prirodnost erozijsko-sedimentacijskih procesa</p> <p><b>Ne primjenjuje se kod umjetnih stajaćica, opisano je preko ocjene 3.1. i 3.4.</b></p>	<p>1= &lt;5% obale je pod učinkom tvrdih ili &lt;10% mekih umjetnih materijala (inženjerskih) koji narušavaju prirodnost erozijsko-sedimentacijskih procesa 2= 5-15% obale je pod učinkom tvrdih ili 10 do 30% mekih umjetnih materijala (inženjerskih) koji narušavaju prirodnost erozijsko-sedimentacijskih procesa 3= 15-25% obale je pod učinkom tvrdih ili više od 30% mekih umjetnih materijala (inženjerskih koji narušavaju prirodnost erozijsko-sedimentacijskih procesa 4= 25-50% obale je pod učinkom tvrdih materijala (inženjerskih koji narušavaju prirodnost erozijsko-sedimentacijskih procesa 5= &gt;50% obale je pod učinkom tvrdih umjetnih materijala (inženjerskih) koji narušavaju prirodnost erozijsko-sedimentacijskih procesa</p>	<p>1 = obilježja erozije/taloženja odražavaju gotovo prirodno stanje 3 = Obilježja erozije/taloženja odražavaju umjereno odstupanje od prirodnog stanja 5 = Obilježja erozije/taloženja odražavaju znatno odstupanje od prirodnog stanja</p>	<p>Obilježja uključuju erozijske i akumulacijske oblike uz obalu stajaćice, ali i "jastuke" vodene vegetacije, drvene ostatke i sl. Određuje se prema postotku prirodnih padina priobalne zone i obala. Ako su obale utvrđene "prirodnim materijalom" (npr. vrbine grane) onda je maksimalna ocjena 3. Kada je prisutan miješani materijal uzima se onaj koji je dominantan. U slučaju prirodnog kamena kakav odgovara prirodnoj obali stajaćica ocjena je 3 (kvalitativna) ili postotak odgovara tvrdim materijalima (ne umjetnim)*.</p>	<p>Terenski rad; promatra se utvrđenost obala i prirodnost profila. Referentni uvjeti su povezani s padinama koje su dane u točki 2.4. Metodologije.</p>
	<p>3.4. Struktura obale (Utvrđenost i promjena strukture obale)</p> <p><b>Ne primjenjuje se kod prirodnih stajaćica,</b></p>	<p>1 = &lt; 5% obale je pod učinkom tvrdih ili &lt; 10% mekih umjetnih materijala (inženjerskih) 2 = 5-15% obale je pod učinkom tvrdih ili 10 do 30% mekih umjetnih materijala (inženjerskih)</p>	<p>1 = Gotovo prirodno stanje, bez ili uz minimalnu prisutnost umjetnih materijala 3 = Mala do umjerena prisutnost umjetnih materijala 5 = Velika prisutnost umjetnih materijala</p>	<p>Ako su obale utvrđene "prirodnim materijalom" (npr. vrbine grane) onda je maksimalna ocjena 3. Kada je prisutan miješani materijal uzima se onaj koji je dominantan.</p>	<p>Terenski rad</p>



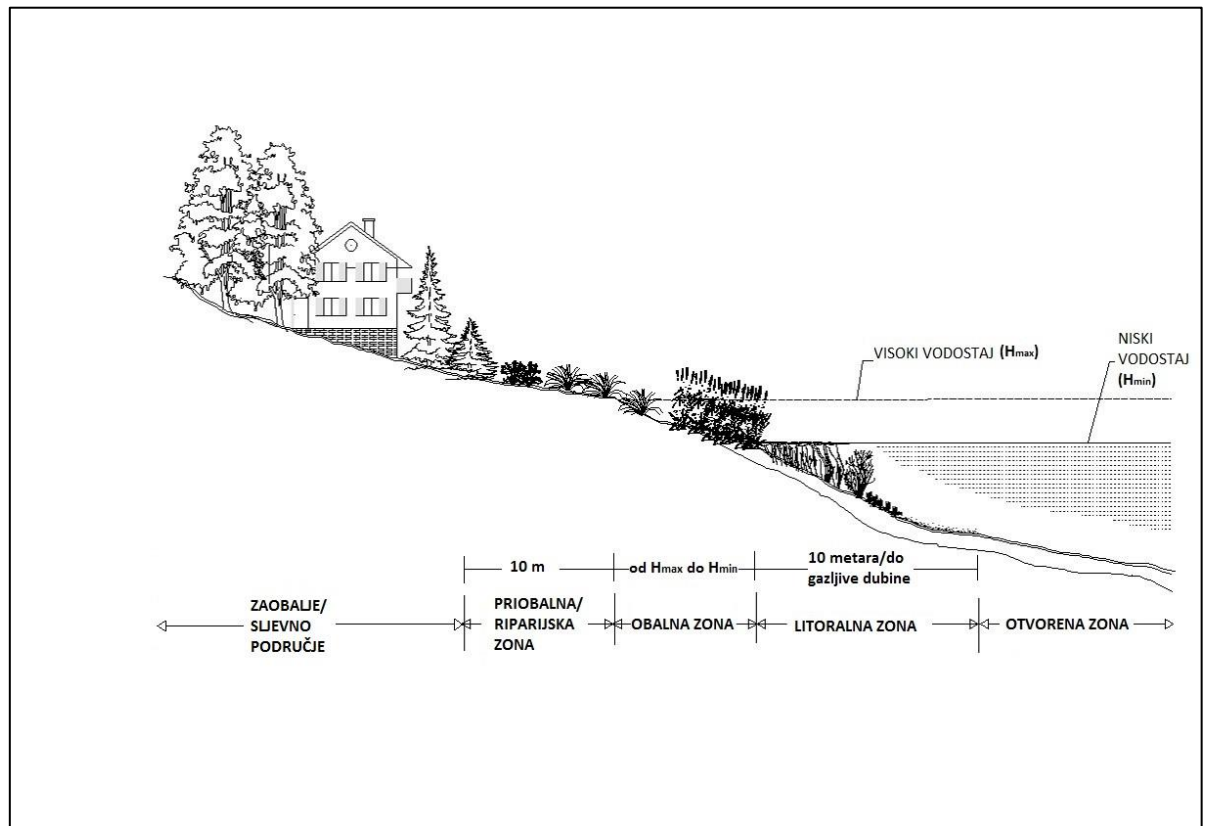
	<b>opisuje se ocjenom 3.3.</b>	3 = 15-25% obale je pod učinkom tvrdih ili > 30% mekih umjetnih materijala (inženjerskih) 4 = 25-50% obale je pod učinkom tvrdih materijala (inženjerskih) 5 = > 50% obale je pod učinkom tvrdih umjetnih materijala (inženjerskih)		U slučaju prirodnog kamena kakav odgovara prirodnoj obali stajaćica ocjena je 3 (kvalitativna) ili postotak odgovara tvrdim materijalima (ne umjetnim)*.	
	3.5. Struktura dna u litoralnoj zoni	1 = <1% umjetnog materijala ili donesenog prirodnog materijala 2 = 1-5% umjetnog materijala ili donesenog prirodnog materijala 3 = 5-15% umjetnog materijala ili donesenog prirodnog materijala 4 = 15-30% umjetnog materijala ili donesenog prirodnog materijala 5 = > 30% umjetnog materijala ili donesenog prirodnog materijala	1 = Prirodno stanje ili minimalna prisutnost umjetnih materijala 3 = Mala do umjerena prisutnost umjetnih materijala 5 = Velika prisutnost umjetnih materijala	Umjetni materijal podrazumijeva: cigle, beton, tehnički kamen, geotekstil... Postotak utjecaja se uzima od crte obale, a ne od površine stajaćice. Naneseni "prirodni" materijali su pijesak, šljunak koji se prirodno ne bi pojavljivali u tom dijelu	Analizira se koliko je promjenjena struktura dna odnosno koliko je umjetnog materijala do gazljive dubine (ili 10 m maksimalno od obalne linije).
Priobalna/ Riparijska zona	4.1. Profil padina priobalne/riparijske zone	1 = <5% stajaćice s neprirodnim profilom padina obalne zone 2 = 5-15% stajaćice s neprirodnim profilom padina 3 = 15-35% stajaćice s neprirodnim profilom padina 4 = 35-75% stajaćice s neprirodnim profilom padina 5 = > 75% stajaćice s neprirodnim profilom padina	1 = Gotovo prirodan profil padina priobalne zone stajaćice 3 = Gotovo prirodan profil padina priobalne zone kroz dio stajaćice 5 = Profil padina je neprirodan na većini stajaćice	Teško se ocjenjuje i zahtjeva ponavljana monitoringa. Kod umjetno prokopanih stajaćica prirodno je ono stanje koje nalazimo u stajaćica iste veličine, a kod kojih su geomorfološki procesi već oblikovali priobalnu zonu. Alternativno, promjene u profilu mogu biti indirektna posljedica: 1. umjetnih promjena u eroziji i taloženju, 2. povijesnih promjena razine vode i tlocrta, 3. prisutnosti teških materijala (utvrđivanje), 4. korištenja zemljišta (poljoprivreda i sl.).	Utvrđivanje antropogenih elemenata i intervencija u profilu priobalne zone; karte prirodnosti obalnih zona. Referentni uvjeti za klasifikaciju nagiba padina priobalne zone na prostoru u kojem je stajaćica smještena: 0-2° veoma povoljne padine za priobalnu zonu; 2-5° povoljne padine za priobalnu zonu; 5-12° padine umjereno povoljne za priobalnu zonu; 12-32° nepovoljne padine za priobalnu zonu;



					>32° vrlo nepovoljne padine za priobalnu zonu;
	4.2. Zemljišni pokrov u riparijskoj/priobalnoj zoni	1 =< 5% neprirodnog pokrova u riparijskoj/priobalnoj zoni 2 = 5-15% neprirodnog pokrova u riparijskoj/priobalnoj zoni 3 = 15-35% neprirodnog pokrova u riparijskoj/priobalnoj zoni 4 = 35-75% neprirodnog pokrova u riparijskoj/priobalnoj zoni 5 = >75% neprirodnog pokrova u riparijskoj/priobalnoj zoni	1 = Minimalna područja riparijske/priobalne zone imaju neprirodan pokrov 3 = Umjereno velika područja riparijske/priobalne zone imaju neprirodan pokrov 5 = Riparijskom/priobalnom zonom dominira neprirodan pokrov	Širina zone varira ovisno o značajkama stajaćica, treba biti definirana posebno za svako jezero. U prosjeku se može koristiti zona od 10 m. od vrha obale.	Terenski rad, Ortofoto i satelitske snimke, CORINE Land Cover
Zaobalje/ slijevno područje	5.1. Korištenje zemljišta (%) u slijevnom području	1 = < 2% površine je pod intenzivnom uporabom (čovjekovim utjecajem) 2 = 2-10% površine je pod intenzivnom uporabom (čovjekovim utjecajem) 3 = 10-20% površine je pod intenzivnom uporabom (čovjekovim utjecajem) 4 = 20-40% površine je pod intenzivnom uporabom (čovjekovim utjecajem) 5 = >40% površine je pod intenzivnom uporabom (čovjekovim utjecajem)	1 = Bez ili s minimalnom prisutnosti intenzivne uporabe zemljišta na površini slijeva 3 = Umjerena prisutnost intenzivne uporabe zemljišta na površini slijeva 5 = Značajna prisutnost intenzivne uporabe zemljišta na površini slijeva	Intenzivno korištenje obuhvaća – urbana, obrađivana zemljišta ( <i>arable</i> ), intenzivne pašnjake, plantažne šume.	CORINE Land cover...



		<p>5.2. Udio promijenjenog slijevnog područja stajaćice</p> <p><b>Ne primjenjuje se kod umjetnih stajaćica zbog njihove namjene.</b></p>	<p>1 = &lt; 2% površine slijeva zahvaćaju akumulacije 2 = 2-10% površine slijeva zahvaćaju akumulacije 3 = 10-20% površine slijeva zahvaćaju akumulacije 4 = 20-40% površine slijeva zahvaćaju akumulacije 5 = &gt;40% površine slijeva zahvaćaju akumulacije</p>	<p>1= Minimalna prisutnost akumulacija 3= Umjerena prisutnost akumulacija na slijevnom području 5= Slijevno područje je pod dominantnim utjecajem akumulacija</p>	<p>Postoci se odnose na slijevnu površinu akumulacija u odnosu na ukupnu slijevnu površinu stajaćica.</p>	<p>Ortofoto snimke, karte, satelitske snimke i sl.</p>
--	--	--	---	---	---	--



Slika 1.5: Definiranje zona s pripadajućim metrijskim mjerama

#### 1.4.2 Opis metode Indeksi modifikacije jezerske obale - *Lakeshore Modification Index - LMI* (prema Peterlin i Urbanič, 2012).

Sukladno metodi Indeksa modifikacije jezerske obale monitoring se provodio na pojedinim mikrolokacijama na kojima su prikupljeni i uzorci za analizu biološkog materijala. Širina (obalne linije) pojedine mikrolokacije koja se ocjenjuje iznosi 20 metara, a poprečno je podijeljena na 4 zone. Prva zona je **litoralna zona** koja iznosi 10 metara okomito od obale prema vodi. Druga zona je **obalna zona** definirana kao prostor između razine niske i razine visoke vode. Treća zona je **riparijska zona** definirana kao prostor (pojas) od 10 metara mjereći od obalne zone prema zaobalju. Četvrta zona, definirana kao **zaobalna zona**, uključuje prostor duljine 100 metara udaljujući se od riparijske zone (slika 1.4). Na svakoj mikrolokaciji analizirani su pritisci i intenzitet korištenja (tablica 1.5). Pritisci su kategorizirani u pet kategorija prema intenzivnosti pritiska. Svaka kategorija ima drugačiju težinu prilikom davanja ocjene za zonu. Bodovi su dodijeljeni na temelju prostornog udjela elementa kombiniranog s kategorijom u kojoj se pritisak nalazi i kreću se od 1 do 5, gdje ocjena 1 označava prirodno ili gotovo prirodno stanje, a ocjena 5 izrazito promijeneno stanje. Ocjena za svaku zonu je aritmetička sredina zbroja bodova za sve elemente ocjenjivanja.



## Opis pojedinih elemenata u ocjeni hidromorfološkog stanja stajaćica sukladno indeksu modifikacije jezerske obale - *Lakeshore Modification Index - LMI* (prilagođeno za Hrvatske uvjete prema Peterlin i Urbanič, 2012)

### 1. Litoralna zona

#### 1.1 Promjene/varijacije u dubini vode

Ovo svojstvo obuhvaća utjecaj umjetnih građevina (npr. hidroelektrana) na prirodne promjene dubine voda.

#### 1.2 Prisutnost drvenih ostataka ako se očekuju

Drvene ostatke treba ocjenjivati sa stanovišta njihove prisutnosti u stajaćici u količini koja je očekivana u prirodnim uvjetima za taj tip stajaćice ili odsutnosti, primjerice zbog aktivnog uklanjanja iz akumulacije/stajaćica.

#### 1.3 Podloga u litoralnoj zoni

Ovo svojstvo opisuje promjene u podlozi u odnosu na prirodno stanje. Ocjena se daje na osnovi prirodnih ili neprirodnih podloga u litoralnoj zoni.

#### 1.4 Građevine u litoralnoj zoni

Ovo svojstvo opisuje prisutnost građevina u litoralnoj zoni (npr. betonske/čelične obloge, temelji za pristaništa, nasipi akumulacijskih stajaćica).

#### 1.5 Intenzitet korištenja litoralne zone

Ovo svojstvo opisuje intenzitet korištenja kroz analizu pojava i izgleda (načina korištenja) litoralne zone.

### 2. Obalna zona (od $H_{min.}$ do $H_{max.}$ )

#### 2.1 Promjene u podlozi i način korištenja

Ovo svojstvo vezano opisuje promjene u prirodnosti podloge i promjene uvjetovane korištenjem, kao što su: staze za pješake, staze za vozila, uređene nasute plaže, zgrade sa turističkim sadržajem, betonirani ili asfaltirani dijelovi gradskih područja.

#### 2.2 Građevine i infrastruktura

Pokazatelj opisuje stanje u odnosu na prisutne građevine i prateću infrastrukturu na pojedinoj stajaćici vezano za: pristaništa za čamce, obloge za pristaništa, nasipe akumulacijskih stajaćica.

#### 2.3 Intenzitet korištenja obalne zone

Ovo svojstvo opisuje intenzitet korištenja kroz analizu pojava i izgleda (načina korištenja) obalne zone.

### 3 Riparijska (priobalna) zona

#### 3.1 Pokrovnost i način korištenja riparijske zone

Ovaj pokazatelj opisuje kakva je struktura riparijske zone s obzirom na vegetacijski pokrov i način korištenja zemljišta.

#### 3.2 Promjene u podlozi u riparijskoj zoni



Ovo svojstvo vezano je za promjene u prirodnosti podloge koje su uvjetovane korištenjem (prirodne podloge, umjetne podloge, nasute plaže, zgrade sa turističkim sadržajem, nasipi).

### 3.3 Građevine i infrastruktura

Pokazatelj opisuje stanje i prisutnost građevina i ostale infrastrukture: drvene građevine, popločenja, dijelovi urbanih područja, nasipi akumulacijskih stajaćica i ostalo.

### 3.4 Intenzitet korištenja riparijske zone

Ovo svojstvo opisuje intenzitet korištenja kroz analizu pojava i izgleda (načina korištenja) riparijske zone.

## 4 Zaobalna zona ili zaobalje

### 4.1 Pokrovnost i način korištenja zaobalja

Ovaj pokazatelj opisuje kakva je struktura zaobalja s obzirom na vegetacijski pokrov i način korištenja zemljišta.

### 4.2 Promjene u podlozi u zaobalnoj zoni

Ovo svojstvo vezano je za promjene u prirodnosti podloge koje su uvjetovane korištenjem (prirodne podloge, umjetne podloge, nasute plaže, zgrade sa turističkim sadržajem, nasipi).

### 4.3 Građevine i infrastruktura

Pokazatelj opisuje stanje i prisutnost građevina i ostale infrastrukture: drvene građevine, popločenja, dijelovi urbanih područja, nasipi akumulacijskih stajaćica i ostalo.

### 4.4 Intenzitet korištenja zaobalne zone

Ovo svojstvo opisuje intenzitet korištenja kroz analizu pojava i izgleda (načina korištenja) zaobalne zone.

U tablicama 1.8.-1.11. prikazani su pojedini pokazatelji i način ocjenjivanja sukladno metodi Indeksa modifikacije jezerske obale.

Tablica 1.8: Kategorije i način ocjenjivanja za litoralnu zonu sukladno Indeksu modifikacije jezerske obale

Pokazatelj promijene	LITORALNA ZONA	Ocjene				
		1	2	3	4	5
	<b>Promjene dubine vode</b>					
	Promjena dubine vode u blizini obale u odnosu na prirodne uvjete (m)	0-0,25	0,25–0,75	0,75–1,0	1,0–5,0	>5,0
Prirodno	Nema regulacijskih građevina (varijacije vode nisu uvjetovane ljudskim djelovanjem)	100%				
	<b>Drveni ostaci</b>					
Debla i grane	Prisutnost debala i grana	>25%	0-25%			
Debla	Prisutnost debala	>50%	0-50%			
Grane	Prisutnost grana		>50%	0-50%		
Konstrukcije	Izgrađene drvene konstrukcije ili njihovi ostaci			>50%	0-50%	
Uklanjanje	Ostaci se uklanjaju iz vode				<50%	>50%
Ne očekuju se	Drveni ostaci se ne očekuju jer drveća nema u obalnoj zoni					
	<b>Promjene u podlozi</b>					
A (Prirodno)	Prevladava netaknuta prirodna podloga	100%				
D	Uklanjanje prirodnog materijala		0-25%	25-50%	>50-75%	>75%
C	Ispunjena ili popločana (asfaltirana) površina prekrivena prirodnim materijalom (pijesak, kamen)	0-25%	25-50%	50-75%	>75%	
D	Ispunjena ili popločana površina pokrivena betonom		0-25%	25-50%	50-75%	>75%





Građevine i infrastruktura						
A (Nema)	Nema građevina	100%				
C	Drvene obaloutvrde i/ili drvena pristaništa	0-25%	25-50%	50-75%	>75%	
E	Betonske/čelične obloge, temelji pristaništa, nasipi akumulacijskih stajaćica			0-25%	25-50%	>50%
D	Jednostavna kamena pristaništa i kamene obaloutvrde		0-25%	25-50%	50-75%	>75%
D	Kupališne zone i sadržaji		0-25%	25-50%	50-75%	>75%
Ocjene	Intenzitet korištenja litoralne zone	Ocjene				
1	Nema dodatnih aktivnosti	1				
2	Povremene aktivnosti i/ili umjerene sezonske aktivnosti		2			
3	Intenzivne sezonske aktivnosti			3		
4	Intenzivne sezonske aktivnosti i/ili umjerene aktivnosti kroz godinu				4	
5	Intenzivne aktivnosti kroz godinu					5

- (A) Malo odstupanje od prirodnih uvjeta, mala promijenjenost obale, bez utjecaja na bioraznolikost.  
 (B) Umjerene promjene, "mekane" građevine (zemlja i trava), utjecaj na biološku raznolikost prisutan.  
 (C) Visoka razina promjena, prepoznatljivi utjecaji na lokalnu biološku raznolikost.  
 (D) Ozbiljna razina promjene, fizikalni poremećaj koji utječe na bioraznolikost, obalna zona koja služi za migraciju i mrjestilišta riba ozbiljno je narušena.  
 (E) Značajne razina izmjena, uporaba „tvrdih“ materijala (kamen i beton), fizikalni poremećaj koji utječe na bioraznolikost, obalna zona koja služi za migraciju i mrjestilišta riba ozbiljno je narušena.





Tablica 1.9: Kategorije i način ocjenjivanja za obalnu zonu sukladno Indeksu modifikacije jezerske obale

Pokazatelj promijene	OBALNA ZONA	Ocjene				
		1	2	3	4	5
	<b>Promjene u podlozi i način korištenja</b>					
Prirodno	Prevladava netaknuta prirodna podloga	100%				
B	Prirodna podloga sa stazama za pješake /prekrivena prirodnim materijalima (pijesak, kamen, drvo)	0-50%	50-75%	>75%		
C	Prirodna podloga sa stazama za vozila (pijesak ili šljunak) i/ili kupališni sadržaji	0-25%	25-50%	50-75%	>75%	
D	Nasuti materijali s "kupališnim" sadržajima		0-25%	25-50%	50-75%	>75%
E	Beton, s "kupališnim" sadržajima			0-25%	25-50%	>50%
D	Zelene površine, zgrade, dijelovi turističkog područja		0-25%	25-50%	50-75%	>75%
E	Područja prekrivena asfaltom ili betonom, dijelovi gradskih ili industrijskih područja,			0-25%	25-50%	>50%
	<b>Građevine i infrastruktura</b>					
Nema	Nema građevina	100%				
C	Drvene obaloutvrde i/ili drvena pristaništa	0-25%	25-50%	50-75%	>75%	
E	Betonske/čelične obloge, temelji pristaništa, nasipi velikih akumulacijskih stajaćica			0-25%	25-50%	>50%
D	Jednostavna kamena pristaništa i kamene obaloutvrde		0-25%	25-50%	50-75%	>75%
	<b>Intenzitet korištenja zone</b>					
1	Nema dodatnih aktivnosti	1				
2	Povremene aktivnosti i/ili umjerene sezonske aktivnosti		2			
3	Intenzivne sezonske aktivnosti			3		
4	Intenzivne sezonske aktivnosti i/ili umjerene aktivnosti kroz godinu				4	
5	Intenzivne aktivnosti kroz godinu					5



Tablica 1.10: Kategorije i način ocjenjivanja za riparijsku zonu sukladno Indeksu modifikacije jezerske obale

Pokazatelj promijene	RIPARIJSKA ZONA	Ocjene				
		1	2	3	4	5
	<b>Pokrovnost i način korištenja riparijske zone</b>					
Šuma	Prevladava prirodna podloga - šuma	100%				
Grmlje	Prevladava prirodna podloga - grmlje		100%			
Pašnjaci, livade	Prevladava prirodna podloga - pašnjaci, livade			100%		
Poljoprivreda /kamenjar	Prevladava prirodna podloga - oranice, mješovita poljoprivredna područja ili kamenjar				100%	
B	Prirodna podloga sa stazama za pješake /pokrivena prirodnim materijalima (pijesak, šljunak ili kamen)	0-50%	50-75%	>75%		
C	Prirodna podloga sa pješčanim ili šljunčanim stazama za vozila i/ili kupališni sadržaji	0-25%	25-50%	50-75%	>75%	
D	Prirodna podloga s asfaltnim cestama		0-25%	25-50%	50-75%	>75%
E	Nasuti materijali s "kupališnim" sadržajima ili raspršeni objekti		0-25%	25-50%	50-75%	>75%
E	Gusto naseljeno područje, nasipi velikih akumulacijskih stajaćica			0-25%	25-50%	>50%
	<b>Građevine i infrastruktura</b>					
Nema	Nema građevina	100%				
C	Drvene građevine, drvene terase (popločenja)	0-25%	25-50%	50-75%	>75%	
E	Betonske/čelične građevine, popločenja i dijelovi gradskih ili industrijskih područja, nasipi velikih akumulacijskih stajaćica	0	0	0-25%	25-50%	>50%
	<b>Intenzitet korištenja zone</b>					
1	Nema dodatnih aktivnosti	1				
2	Povremene aktivnosti		2			
3	Intenzivne sezonske aktivnosti			3		
4	Intenzivne sezonske aktivnosti i/ili umjerene aktivnosti kroz godinu				4	
5	Intenzivne aktivnosti kroz godinu					5



Tablica 1.11: Kategorije i način ocjenjivanja za zaobalje sukladno Indeksu modifikacije jezerske obale

Pokazatelj promijene	ZAOBALJE	Ocjene				
		1	2	3	4	5
	<b>Pokrovnost i način korištenja zaobalja</b>					
Šuma	Prevladava prirodna podloga - šuma	100%				
Grmlje	Prevladava prirodna podloga- grmlje		100%			
Pašnjaci, livade	Prevladava prirodna podloga - pašnjaci, livade			100%		
Poljoprivreda /kamenjar	Prevladava prirodna podloga - polja, mješovita poljoprivredna područja ili kamenjar				100%	
B	Prirodna podloga sa stazama za pješake /popločena prirodnim materijalima (pijesak ili kamen)	0-50%	50-75%	>75%		
C	Prirodna podloga sa pješčanim stazama za vozila i/ili kupališni sadržaji	0-25%	25-50%	50-75%	>75%	
D	Prirodna podloga s asfaltnim cestama		0-25%	25-50%	50-75%	>75%
D	Nasuti materijali s "kupališnim" sadržajima ili raspršeni objekti		0-25%	25-50%	50-75%	>75%
E	Gusto naseljeno područje			0-25%	25-50%	>50%
	<b>Građevine i infrastruktura</b>					
Nema	Nema građevina	100%				
C	Drvene građevine, drvene terase (popločenja)	0-25%	25-50%	50-75%	>75%	
E	Betonske/čelične građevine, popločenja i dijelovi gradskih ili industrijskih područja,			0-25%	25-50%	>50%
	<b>Prevladavajuće korištenje zemljišta</b>					
n.a.	Urbana područja, turizam					X
n.a.	Industrija, transport					X
n.a.	Rudnici, odlagališta, gradilišta					X
n.a.	Zelene površine (koje se ne koriste za poljoprivredu)				X	
n.a.	Poljoprivreda				X	
n.a.	Mješovita poljoprivredna područja			X		
n.a.	Parkovi			X		
n.a.	Šume i djelomično očuvana prirodna područja		X			

Ocjene za bodovanje ekološkog stanja temeljem hidromorfoloških pokazatelja na temelju metode Indeksa jezerske modifikacije obale prikazane su u poglavlju 4.2. ove studije.

Nakon detaljnog prikaza metoda koje su korištene kao podloga za prijedlog metodologije za ocjenu hidromorfološkog stanja prirodnih te znatno promijenjenih i umjetnih stajaćica u prilogu 1 ove Studije dan je prijedlog metodologije za ocjenu hidromorfološkog stanja stajaćica u Hrvatskoj.



## 2 TIP-SPECIFIČNI REFERENTNI UVJETI/MAKSIMALNI HIDROMORFOLOŠKI POTENCIJAL I ODSUPANJE OD NJIH

### 2.1 Definiranje hidromorfoloških referentnih uvjeta za prirodna i maksimalnog hidromorfološkog potencijala za znatno promijenjena i umjetna vodna tijela stajaćica

#### Temeljna načela

Procjena se temelji na načelu da je najviša kvaliteta/stanje odnosno ocjena dobivena kada su hidromorfološki uvjeti što bliži referentnom stanju i kada je prostorna varijacija što je moguće veća.

Prilikom ocjene hidromorfološkog stanja stajaćica treba pratiti sljedeće elemente kako bi se ispunili zahtjevi prema Okvirnoj direktivi o vodama, Zakonu o vodama i Uredbi o standardu kakvoće voda:

#### 1. Hidrološki režim

- **Količina i dinamika vodnog toka**
- **Vrijeme zadržavanja**
- **Veza sa podzemnim vodama**

#### 2. Morfološki uvjeti

- **Varijacije dubine stajaćica**
- **Količina i struktura dna stajaćica**
- **Struktura obale stajaćica**

#### Definicija referentnog stanja

Poznavanje referentnih uvjeta je preduvjet za ispravno tumačenje hidromorfoloških promjena unutar koncepta Okvirne direktive o vodama EU. Općenito, referentni uvjeti (RU) ne moraju nužno odražavati potpuno netaknute uvjete. Ti uvjeti uključuju vrlo malu smetnju (degradaciju) što znači da je ljudski pritisak dopušten sve dok nema negativnog ekološkog učinka (promjena u sastavu i strukturi zajednica) ili je taj učinak vrlo mali (REFCOND, 2003.). Referentni uvjeti odgovaraju vrlo dobrom ekološkom stanju, to znači da u takvim uvjetima nema utjecaja ili postoji samo vrlo mali dokaz o smetnji (degradaciji) za svaki od elemenata koji opisuje osnovne fizikalno-kemijske, hidromorfološke i biološke elemente kakvoće voda. Zbog toga je potrebno definiranje specifičnih hidromorfoloških elemenata za određivanje vrlo dobrog stanja za hidromorfološke elemente.

**Referentni uvjeti za hidrološki režim** podrazumijevaju da su količina i dinamika protoka, vodostaja, vrijeme zadržavanja i veza s podzemnim vodama u potpuno ili skoro potpuno nenarušenom stanju.

**Referentni uvjeti za morfološko stanje** podrazumijevaju da oscilacije dubine stajaćica, količina i struktura sedimenta te struktura i stanje obalne zone odgovaraju potpuno ili skoro potpuno nenarušenom stanju. Na području riparijske zone i zaobalja treba postojati prirodna vegetacija koja odgovara prirodnom sastavu i strukturi kao i geografskom smještaju stajaćica.

Za ocjenu ostalih klasa stanja (tablica 2.1.) hidromorfološki elementi kakvoće moraju zadovoljiti „uvjete“ sukladno "Uvjetima koji su u skladu s postizanjem vrijednosti određenih



za biološke elemente kakvoće" (Dodatak V ODV, tablica 1.2.2), a oni su i sastavni dio Uredbe o standardu kakvoće voda

Tablica 2.1: Definiranje vrlo dobrog, dobrog i umjerenog stanja za hidromorfološke elemente kakvoće u stajaćicama sukladno Okvirnoj direktivi o vodama

Element	Vrlo dobro stanje	Dobro stanje	Umjerenost stanje
<b>Hidrološki režim</b>	Količina i dinamika protoka, vodostaja, vrijeme zadržavanja i veza s podzemnim vodama odražavaju potpuno ili skoro potpuno nenarušeno stanje	Uvjeti sukladni postizanju dobrog stanja za biološke elemente kakvoće voda sukladno aneksu V ODV i tablice 1.2.2.	Uvjeti sukladni postizanju umjerenog stanja za biološke elemente kakvoće voda sukladno aneksu V ODV i tablice 1.2.2.
<b>Morfološki uvjeti</b>	Varijacije dubine stajaćica, količina i struktura sedimenta te struktura i stanje obalne zone odgovaraju potpuno ili skoro potpuno nenarušenom stanju	Uvjeti sukladni postizanju dobrog stanja za biološke elemente kakvoće voda sukladno aneksu V ODV i tablice 1.2.2.	Uvjeti sukladni postizanju umjerenog stanja za biološke elemente kakvoće voda sukladno aneksu V ODV i tablice 1.2.2.

Starije topografske karte predstavljale su ključan izvor informacija za postavljanje referentnih uvjeta za neke hidromorfološke elemente, a terenskim istraživanjima je moguće u razgovoru s lokalnim stanovništvom utvrditi referentna mjesta s referentnim uvjetima za druge elemente.

S obzirom na prirodne varijacije u vrijednostima pojedinih elemenata jezerskih okoliša u prirodnim ekosustavima, vrijednosti pojedinih elemenata hidromorfološkog stanja mogu se razlikovati između različitih tipova jezera, iako se radi o referentnom stanju. Zapravo je u stvarnosti, unatoč njihovom malom broju, teško uspoređivati prirodna jezera Hrvatske zbog raznolikosti njihova postanka i trenutnih hidroloških i hidromorfoloških obilježja.

U Hrvatskoj je, prema ekoregijama, definirano sljedećih pet (5) tipova jezera od kojih tip jedan ima dva podtipa (Mihaljević i dr., 2013):

#### **Dinaridska ekoregija, Kontinentalna subekoregija**

- Tip HR-J\_1: Planinska, duboka, mala jezera na karbonatnoj podlozi
  - 1a Planinska, duboka, mala jezera na karbonatnoj podlozi, oligotrofna
  - 1b Planinska, duboka, mala jezera na karbonatnoj podlozi, oligotrofna-mezotrofna

#### **Dinaridska ekoregija, Primorska subekoregija**

- Tip HR-J\_2: Nizinska, duboka, srednje velika jezera; kriptodepresija na karbonatnoj podlozi
- Tip HR-J\_3: Nizinska, srednje duboka, mala jezera; kriptodepresija na karbonatnoj



podlozi

- Tip HR-J\_4: Nizinska, plitka, velika jezera; kriptodepresija na karbonatnoj podlozi
- Tip HR-J\_5: Nizinska, srednje duboka i srednje velika jezera na karbonatnoj podlozi

### Klasifikacija istraživanih prirodnih jezera

**Prema tipologiji jezero Kozjak pripada tipu HR-J\_1A i može se smatrati referentnim za ovaj tip jezera.** Jezero Kozjak najveće je i najdublje od 16 jezera Nacionalnog parka Plitvička jezera. Jednu od ključnih uloga u postanku jezera imale su sedrene barijere koje su dovele do ujezerenja na starom toku rijeke Korane (Bočić, 2009). Po svom se postanku Kozjak svrstava u krška baražna jezera. Površina jezera Kozjak iznosi 0,815 km<sup>2</sup>, maksimalna dubina 46,4 m (Riđanović, 1976), a ukupna duljina obala jezera oko 9 km. Površina topografskog slijeva iznosi 17,12 km<sup>2</sup> (Martinić i dr., 2019). Jezero je smješteno u rasjednoj zoni na granici između trijaskih dolomita i krednih vapnenaca (Polšak i dr., 1967). Cijeli sustav jezera opskrbljuje se vodom površinski tekućicama (Bijela rijeka, Crna rijeka, Riječica i drugi), brojnim izvorima te iz podzemlja (Riđanović, 1989; Biondić i dr., 2010; Meaški, 2011). Po geografskom smještaju i termici jezera pripadaju dimiktičkim jezerima umjerenog pojasa. Jezera stubasto slijede jedno za drugim prelijevanjem jezerske vode preko sedrenih slapišta od prvog jezera, Prošće, koje je na n.v. od 636,54 m do posljednjeg jezera Novakovića Brod (n.v. 502,82 m). Postpleistocensku morfogenezu, osim geoloških i geomorfoloških čimbenika, obilježava interakcija hidroloških, klimatskih i bioloških varijabli. Jezero Kozjak se opskrbljuje najvećim dijelom vodom koja dotječe iz Gornjih jezera preko velike sedrene barijere Burgeta na kraju Gradinskog jezera. Potoci Rečica, Matijaševac i Jasenov potok donose u jezero Kozjak znatne količine vode iz okolnih terena (Mihaljević i dr., 2013).

**Prema tipologiji Proščansko jezero pripada tipu HR-J\_1B i može se smatrati referentnim za ovaj tip jezera.** Jezero Prošće smješteno je na 636 metara nadmorske visine i najuzvodnije je u nizu Plitvičkih jezera. Zauzima površinu od 0,698 km<sup>2</sup>, a površina topografskog slijevnog područja iznosi 177 km<sup>2</sup>. Smješteno je u dolomitima trijasko starosti (Polšak i dr., 1976). Kao i u slučaju Kozjaka, ključnu ulogu za njegov nastanak imale su sedrene barijere, koje su uzrokovale ujezeranja na starom toku Korane (Bočić, 2009). Pripada dimiktičkim jezerima umjerenog pojasa.

Vertikalni profil istraživanja bio je lociran u području kote 145 prema Petriku (1958), gdje je izmjerena najveća dubina od 37,4 m. Glavnina vode u jezero Prošće dolazi poriječjima Bijele i Crne rijeke koje se nizvodno od naselja Plitvički Ljeskovac spajaju u Maticu koja utječe u jezero. Na zapadnom dijelu Prošća u Liman dragu utječe Sužanski potok. (Mihaljević i dr., 2013).

**Vransko jezero na Cresu pripada tipu HR-J\_2 i može se smatrati referentnim za ovaj tip jezera.** To je vodom najbogatije slatkovodno jezero u Hrvatskoj, golema prirodna akumulacija od 220 milijuna m<sup>3</sup> slatke vode. Jezero je smješteno u depresiji formiranoj unutar karbonatnih stijena donje i gornje krede, a danas u neposrednom slijevu dominiraju dolomiti nad vapnencima. Jezero je nastalo u uvjetima koji su, između ostalog, posljedica postglacijalnog izdizanja morske razine za oko 120 m. Dno jezera je zaravnjeno, što upućuje da se radi o potopljenom krškom polju. Dužina jezera iznosi 5 km, dok je najveća i do 1,5 km. Površina jezera iznosi 5,75 km<sup>2</sup>, međutim, zbog niskih priobalnih zona uz sjeverni i južni kraj jezera, dimenzije jezera, pa tako i njegova površina, mogu od godine do godine znatno varirati. Dosadašnjim istraživanjima dokazano je da je Vransko jezero



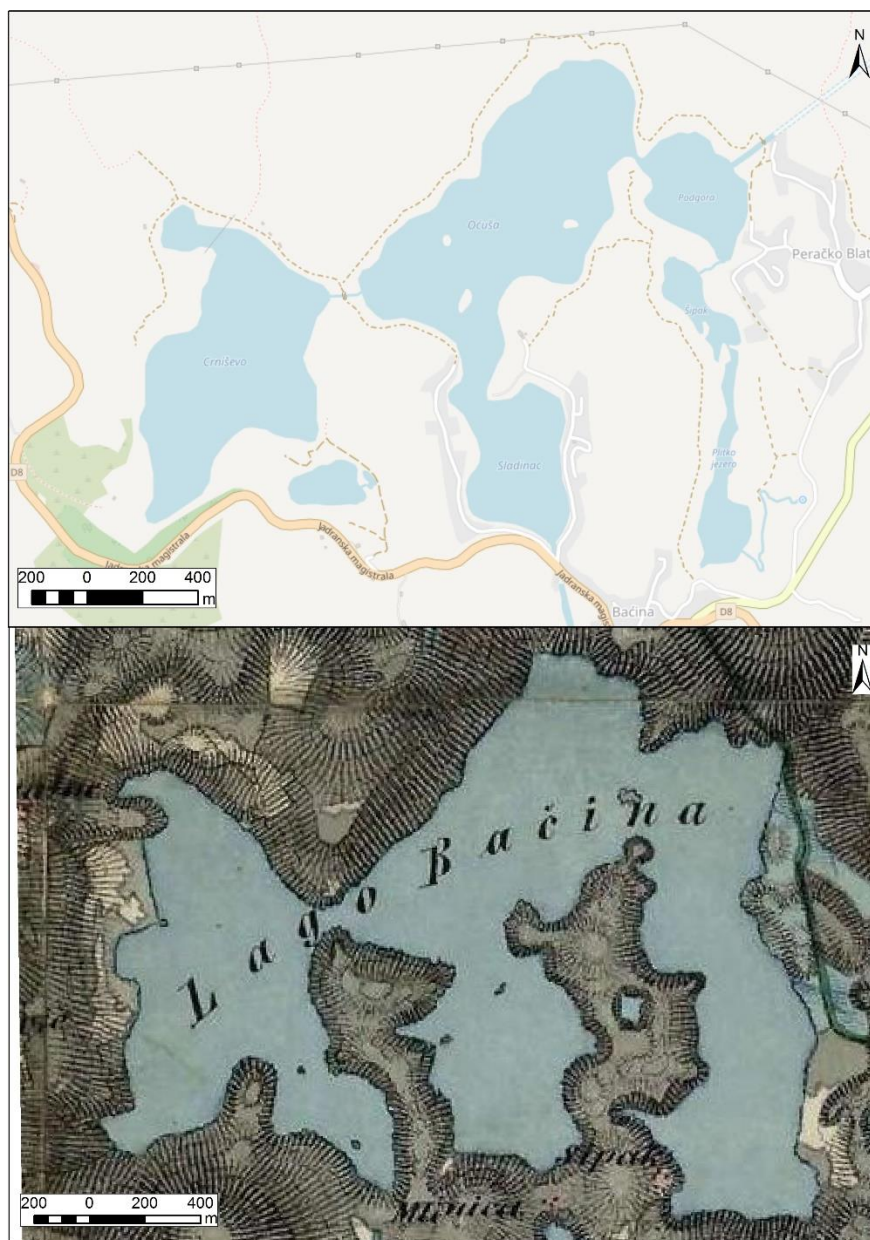


kriptodepresija sa srednjim vodostajem od oko 13 m iznad razine mora. Pri navedenom vodostaju, njegova apsolutna dubina iznosi 74,5 m, što znači da najdublji dio jezerskog dna leži oko 61,5 m ispod morske razine. Na istočnoj i zapadnoj strani obale su stjenovite i strme, za razliku od sjeverne i južne obale koja je položenija i nešto niža. Na sjevernom kraju obala je prohodna jer je ispunjena kamenim kršjem, dok je južna obala muljevita i obrasla gustom vodenom vegetacijom (Stražičić, 1981). Voda je izuzetne kakvoće, te s obzirom da se Vransko jezero nalazi na krševitom i općenito bezvodnom otoku Cresu, ono predstavlja neprocjenjivo bogatstvo u krajobraznom, ekološkom i ekonomskom smislu. Također, jezero je jedini izvor vode otoka Cresa i Lošinja, posebice od 1946. godine kada je izgrađena crpna stanica (Ožanić i Rubinić, 1994).

**Crniševo i Oćuša na Baćinskim jezerima pripadaju tipu HR-J\_3. Crniševo se može smatrati referentnim za ovaj tip jezera.** Još u relativno bliskoj prošlosti, u doba pleistocena, cijelo područje današnjeg ušća Neretve izgledalo je bitno drugačije. Tako se u to doba korito Neretve protezalo uz današnji Pelješac, a Neretva se ulijevala u more negdje kod Vele Luke na Korčuli. Tek u posljednjih 18.000 - 10.000 tisuća godina, zbog uzdizanja mora za oko 120 m, došlo je do skraćivanja riječnog toka Neretve i potapljanja dijela riječne doline. Tijekom istog razdoblja nastala su i slatkovodna Baćinska jezera, koja predstavljaju niz potopljenih ponikava u neposrednoj blizini mora. Taj jedinstveni krški fenomen, smješten samo dva kilometra sjeverozapadno od Ploča čini šest potopljenih ponikava od kojih je pet međusobno povezano, a šesta je odvojena (Vrvnik). Najveći dio tog krškog područja izgrađen je od krednih naslaga vapnenca i dolomita. Ukupna površina svih jezera pri vodostaju od 1,5 m nad razinom mora, iznosi 138 ha. Najveće jezero je Oćuša, površine 0,55 km<sup>2</sup> (Ilijanić i dr., 2015), a drugo najveće je Crniševo, površine 0,46 km<sup>2</sup>. Najveća dubina (31 m) izmjerena je u jezeru Crniševo, dok najveća dubina jezera Oćuša iznosi 19 metara (Ilijanić i dr., 2015).

Usprkos neposredne blizine mora i krškog terena jezera su slatkovodna uz povišeni salinitet od 1-9 ‰ u najdubljim dijelovima jezera. U prošlosti je razina jezera znatno varirala tijekom godine, ovisno o dotoku voda, a 1911.-12. god. prokopan je tunel prema moru, tako da je sada razina jezera relativno stabilna (godišnja kolebanja razine jezera nisu veća od 2 m). U proteklom je razdoblju više puta uklanjana brana prije samog tunela, pa je kod malih voda za vrijeme plime more ulazilo u jezera. Sredinom devedesetih godina prošlog stoljeća izgrađena je nova brana, tako da je sada razina jezera stalno iznad razine mora. Uzrok povišenom salinitetu, također su slani izvori (npr. Mindel). Njihova je zanimljivost da tijekom dana mijenjaju slanost u ritmu plime i oseke, pa se može pretpostaviti da je do ovakvog utjecaja mora, također došlo zbog sniženja razine jezera i okolnih podzemnih voda. Naime, time je smanjen pritisak slatke vode, pa za plime obližnje more snažnije i dublje prodire u podzemne prostore. Kada je 1939. god. prokopan tunel dužine 2,3 km iz Vrgorskog jezera do Baćinskih jezera, došlo je do određenih promjena u hidrologiji i biološko-ekološkim obilježjima Baćinskih jezera. (Mihaljević i sur., 2013). Antropogenim utjecajima u prošlosti razina jezera smanjena je za 8 metara, velika razlika u dubini jezera danas i u prošlosti vidljiva je na povijesnim austrijskim kartama (Slika 2.1).





Sl. 2.1: Baćinska jezera u 19. stoljeću (dolje) i Baćinska jezera danas (gore)

izvor: mapire.eu

**Vransko jezero kod Biograda na Moru pripada tipu HR-J\_4 i može se smatrati referentnim za ovaj tip jezera.** Površinom je najveće prirodno jezero u Hrvatskoj i danas je dio istoimenog parka prirode. Cijelo jezero dio je ekološke mreže Natura 2000, kao i Ramsarskog područja, a njegov sjeverozapadni dio proglašen je posebnim (ornitološkim) rezervatom (Buzjak i dr., 2018; Bioportal, 2019). Jezero je smješteno nedaleko od Biograda, a pruža se paralelno s morskom obalom, odnosno u smjeru sjeverozapad-jugoistok (dinarski smjer pružanja). Smješteno je u neposrednoj blizini mora, od kojeg je odijeljeno 800 – 2500 m širokim vapnenačkim grebenom, čija je najveća nadmorska visina 113 m. Prosječna širina jezera iznosi oko 2,2 km, duljina oko 13,6 km, a površina 30,2 km<sup>2</sup> (PP Vransko jezero, n.d), duljina obale iznosi 37 km, dok površina topografskog slijeva iznosi 447 km<sup>2</sup> (Martinić i dr., 2019). Slijev Vranskog jezera nalazi se na terenu na kojem su pretežno zastupljene karbonatne vapnenačke stijene. Osim vapnenaca krede i eocena, razvijeni su i dolomiti gornje krede. Karbonati izgrađuju morfološki istaknute dijelove reljefa,



a u krškim poljima i depresijama razvijene su i klastične naslage eocenskog fliša, dok u središnjim dijelovima polja nalazimo i kvartarne naslage. Jezerska depresija Vranskoga jezera nalazi se na krednim i mjestimično eocenskim foraminiferskim vapnencima, a na dnu se taloži vapnenački mulj (Mamužić, 1971).

Jezero je relativno plitko u usporedbi s prethodno opisanim jezerima. Dubina jezera na sjeverozapadnom dijelu je prosječno 0,5 do 1 metar dubine, dok se na jugoistočnom dijelu jezera dubine kreću između 2 i 3 metra (Šiljeg, 2013). Najveća izmjerena dubina jezera iznosi 6 metara (PP Vransko jezero, n.d.). Budući da je Vransko jezero ustvari polje u kršu čije je dno ispunjeno vodom (PP Vransko jezero, n.d), ono u stalnom obliku postoji tek od prije oko 2.700 godina, kada se razina mora dovoljno podigla da stvori uvjete za njegov nastanak (Fritz, 1984). Melioracijskim radovima započetim u 18. stoljeću, ponajprije prokopavanjem kanala Prosika, jezero poprima današnji oblik (Plan upravljanja Parkom prirode Vransko jezero, 2010). Razina vode Vranskog jezera ovisi o dotjecanju vode u jezero površinskim i podzemnim putem, izdašnosti izvora u samom jezeru, otjecanju vode iz jezera podzemnim procjepima i kanalom Prosika te o isparavanju vode. Strujanje vode je kondukcijsko, a izraženo je valovima koji za vjetrovita vremena mogu biti veliki i do 1 m. Zbog male dubine veći dio jezera je osvijetljen i produktivan, a samo u najdubljim dijelovima dešavaju se isključivo procesi razgradnje organskih tvari, zbog čega je proces eutrofikacije i zatrpavanja jezera ubrzan. Pod utjecajem vjetrova dolazi do miješanja cijelog stupca vode tako da je jezero polimiktičko i nema izražene temperaturne ni druge stratifikacije. Kako nema konvekcijskog gibanja, nema ni većih razlika u fizikalno-kemijskim čimbenicima vode na površini i na dnu. Dosadašnja istraživanja ukazuju na aerobne uvjete na dnu.

**Visovačko jezero pripada tipu HR-J\_5 i može se smatrati referentnim za ovaj tip jezera.** Nalazi se u Nacionalnom parku Krka. Po postanku je riječno jezero, nastalo na izlasku rijeke Krke iz kanjanskog dijela doline, nakon kojeg se korito i dolina šire, obale su položnije, a brzina tečenja znatno usporena zbog rasta sedrenih barijera (Rubinić i dr., 2016). Površina jezera iznosi oko 2,7 km<sup>2</sup>, maksimalna dubina je 25 metara (Gligora Udovič i dr., 2011), a ukupna duljina obale iznosi 10,7 km. Površina topografskog slijeva jezera iznosi 1.223 km<sup>2</sup> (Martinić i dr., 2019). Vodostaj jezera varira do 0,5 metara. Jezero je smješteno na krškom području građenom od eocenskih vapnenaca, lapora i konglomerata različite starosti, između čijih slojeva se pružaju brojni rasjedi (Mamužić, 1971). Visovačko jezero je monomiktičko srednje duboko jezero (25 m) s klinogradnom stratifikacijom O<sub>2</sub>. Glavni opskrbljivač jezera vodom jest rijeka Krka, no postoji nekoliko manjih povremenih tekućica te jedna stalna (Stara Voša), koje se ulijevaju u jezero.

### Referentni uvjeti i antropogeni utjecaji na istraživana prirodna jezera u Hrvatskoj

Prema ODV-u države članice Europske unije dužne su ocijeniti i izvještavati o ekološkom stanju svih jezera čija površina prelazi 0,5 km<sup>2</sup>. Ekološko stanje se određuje temeljem bioloških elemenata kakvoće vode: fitoplanktona, fitobentosa, makrofitske vegetacije, bentičkih makrobeskralješnjaka i riba. Kao podržavajući elementi, koriste se fizikalno-kemijski i hidromorfološki elementi kakvoće stajaćica.

Fizikalno-kemijski pokazatelji i specifični hidromorfološki uvjeti uvjetuju definiranje bioloških zajednica, gdje se za svaki od bioloških elemenata kakvoće treba utvrditi taksonomski sastav i učestalost svojti, a sukladno zahtjevima ODV-a treba definirati pet stanja kakvoće (vrlo dobro, dobro, umjereno, loše, vrlo loše).

Određivanje ekološkog stanja treba se napraviti specifično prema pojedinom tipu, što znači da za svaki tip trebaju biti opisani referentni uvjeti, te se degradacija mora opisati



kvantificirajući odstupanja u sastavu i učestalosti vrsta tipičnih za referentne uvjete. Odstupanje opaženih vrijednosti biološke kakvoće od referentnih vrijednosti, daje uvid u ekološko stanje voda. Prema ODV uspostavljeno je nekoliko metoda za definiranje referentnih uvjeta (vodič za primjenu ODV-a, CIS, Vodič br. 10 „Rijeke i jezera – Tipologija, referentni uvjeti i klasifikacijski sustavi):

- 1) prostorno utemeljenje zasniva se na definiranju referentne mreže većeg broja lokaliteta sa vrlo dobrim ekološkim stanjem. Referentne vrijednosti dobivaju se kao medijan vrijednosti pojedinog indeksa utvrđenog na referentnim lokacijama, dakle na mjestima s neznatnim promjenama pokazatelja (biološki, **hidromorfološki**, fizikalno-kemijski);
- 2) modeliranje - implementiraju se prognostički modeli u kojima se koriste sve raspoložive i geološki i povijesno utemeljene činjenice;
- 3) kombinirano prostorno utemeljenje i modeliranje;
- 4) ekspertna mišljenja donose stručnjaci na temelju vlastitih spoznaja i iskustava koristeći se komparacijama i podacima iz svjetske literature.

U razmatranju i određivanju referentnih uvjeta u jezerima osnovno pitanje je: (1) da li je današnje ekološko stanje jezera isključivo rezultanta djelovanja različitih prirodnih, klimatskih, hidroloških i geomorfoloških čimbenika u procesu eutrofikacije (starenja) u postglacijalnom razdoblju tijekom zadnjih oko 11.000 godina te (2) da li je na ove prirodne procese utjecao čovjek svojim djelovanjem, u kojem opsegu i intenzitetu. Valja napomenuti da su istraživani tipovi jezera jedinstveni i specifični te svako istraživano jezero predstavlja zaseban tip.

Prema raspoloživim spoznajama i podacima Vransko jezero na otoku Cresu je pod minimalnim antropogenim utjecajem i može se smatrati referentnim za tip HR-J\_2 - nizinska, duboka, srednje velika jezera; kriptodepresije na karbonatnoj podlozi (Mihaljević i dr., 2013). Jezero se nalazi u središnjem dijelu otoka, na udaljenosti od svega 3-5 km od mora. Površina neposrednog - orografskog slijeva Vranskog jezera iznosi 33 km<sup>2</sup>. Prema dosadašnjim spoznajama voda je u jezeru isključivo od oborina i bujica koje se samo u iznimnim situacijama povremeno slijevaju s okolnih padina a postoje pretpostavke o potencijalnom podzemnom dotoku. Jezerska voda gubi se evaporacijom i crpljenjem za vodoopskrbu cresko-lošinjskog otočja. Jezero je dosta nepristupačno, strmih obala i udaljeno od većih creskih naselja. Kako se voda iz jezera koristi isključivo za piće, u njegovoj blizini nema većeg izvora zagađenja. Pristup jezeru je najstrože zabranjen, a područje oko jezera stavljeno je nakon izgradnje vodovoda pod zaštitu. Zabranjeno je zadržavanje i napajanje stoke, upotreba umjetnog gnojiva u poljodjelstvu, sječa šuma, kampiranje turista te ribolov. Sve do sredine XX. stoljeća i izgradnje vodovoda, zbog relativno teške pristupačnosti jezeru i rijetke naseljenosti oko njega, korištenje jezera za pitku vodu, ribolov i napajanje stoke nisu mogli narušiti prirodnu ravnotežu niti ugroziti njegovu čistoću.

Što se pak tiče Plitvičkih jezera, značajniji utjecaj čovjeka započinje prije nekih 300-tinjak godina, kada započinje intenzivnija kolonizacija plitvičkog prostora, osobito u dolini Bijeje rijeke, koja je praćena sječom i krčenjem šuma, širenjem obradivih površina i stočarstva, izgradnjom mlinova, stupa i pilana. Početak privrednih aktivnosti i njihov razvoj do recentnog razdoblja uvjetovao je otklon od prirodnog tijeka eutrofikacije dva najveća plitvička jezera. Intenziviranje turističke djelatnosti, uređivanje turističkih staza na samim obalama i na barijerama, izgradnja hotelskih kapaciteta (posebno pritisak seoskog turizma u Plitvičkom Ljeskovcu), septičke jame u domaćinstvima, i izgradnja neefikasne





kanalizacijske mreže u novije vrijeme dodatno su pridonijeli ekološkom otklonu od prirodnog stanja. U jezeru Prošće povremeno i sporadično javlja se hipoksija ( $<2 \text{ mg O}_2/\text{L}$ ). Pojava povremene hipoksije je regresija u odnosu na referentnu situaciju u prošlosti, kada je u jezeru Prošće postojala ortogradna  $\text{O}_2$ -stratifikacija, za razliku od današnje klinogradne  $\text{O}_2$ -stratifikacije. U jezeru Kozjak hipoksija nije do sada zabilježena, iako i ovo jezero karakterizira klinogradna  $\text{O}_2$ -stratifikacija (Mihaljević i dr., 2013).

Analiza recentne brojnosti determiniranih vrsta u oba jezera ukazuje na značajno povećanje brojnosti vrsta i raznolikosti zajednice što ukazuje da je zadnjih 50 godina došlo do porasta koncentracije nutrijenata u jezerskoj vodi, posebno u jezeru Prošće, a time i do porasta brojnosti i biocenotičke raznolikosti fitoplanktonske zajednice. Prema Habdija i dr. (2011) u jezeru Prošće ova pojava vezana je jednim dijelom za antropogene čimbenike (razvoj agrarne djelatnosti u poriječju Bijele i Crne rijeke, izgradnja umjetnih akumulacija na Bijeloj rijeci te intenziviran razvoj turističke i ugostiteljske djelatnosti), a drugim dijelom prirodne regresije uvjetovane globalnim promjenama klime.

S obzirom na način postanka, Brljansko i Visovačko jezero su poput Plitvičkih jezera, krška baražna jezera (Hutchinson, 1957), tj. radi se o ujezerenim dijelovima doline Krke koji su nastali u razdoblju pleistocena kao posljedica izdizanja sedrenih barijera. Iako je slijevno područje rijeke Krke relativno rijetko naseljeno te je izvorišna voda čista, otpadne vode na području grada Knina kao i oduzimanje vode za potrebe hidroelektrana, ugrožavaju opstanak sedrenih barijera i imaju utjecaj na vodene zajednice kako Brljanskog tako i Visovačkog jezera. Isto tako treba istaknuti sve veći pritisak turista koji na određenim mjestima premašuje mogućnosti prostora. Poseban problem su četiri hidroelektrane na rijeci Krki: "Krčić", "Miljacka", "Roški slap" i "Jaruga". Na početku slapa Brljan izgrađena je betonska brana, a na lijevoj strani jezera prokopan je tunel koji odvodi vodu do hidroelektrane "Miljacka". Općenito, hidroelektrane imaju veliki utjecaj na hidrološki režim rijeke, posebno u sušnom razdoblju kada mogu uzrokovati presušivanje toka, uništavanje sedre te nestanak živog svijeta na njima.

Na Baćinska jezera, najveći utjecaj čovjeka očituje se kroz obližnje agrarne površine. Desetak kilometara sjeveroistočno od Baćinskih jezera nalazi se prostrano krško polje, koje se često u literaturi naziva Vrgorsko polje. Udomaćen naziv za to područje je Jezero, što je ono zaista i bilo prije melioracijskih radova nakon kojih je pretvoreno u plodno polje. Ova naplavna ravnica ispunjena je pretežito jezerskim naplavnim pokrovom, pa je i to jedan od razloga što se naziv polja "Jezero" zadržao do danas. Njegova površina iznosi oko  $30 \text{ km}^2$ , a obilježavaju ga pretežito jezerski sedimenti. Međutim velik dio tog prostora danas prekrivaju vinogradi koji se pružaju sve do rijeke Matice koja vijuga poljem (Curić, 1994). Treba pripomenuti, da se u obradi tih poljoprivrednih površina koriste znatne količine mineralnih gnojiva i zaštitnih kemijskih sredstava (pesticida). Posebno je značajno da preko rijeke Matice i prokopanog tunela, znatne količine tih spojeva na kraju dospiju u Baćinska jezera što može biti jedan od uzroka povećanom stupnju njihove trofije.

Područje oko Vranskog jezera kod Biograda još je od antičkog doba bilo naseljeno. Najizraženiji antropogeni utjecaj na Vransko jezero su prokopavanje kanala Prosika i spajanje jezera s morem te intenzivna poljoprivreda u sjeverozapadnoj zoni i na naplavinama uz sjeveroistočne obale jezera. Kanal Prosika, koji spaja Vransko jezero s morem je produbljivan i proširivan radi što bržeg odvodnjavanja poljoprivrednih površina, pa je izostala mogućnost zadržavanja minimalne pričuve vodostaja iznad morske razine. Stoga za sušnih godina i u slučajevima ekstremnih morskih plima u jezero prodire velika količina morske vode. U uvjetima niskog vodostaja i manje količine vode, jezero se brzo i



jako zagrijava te dolazi do smanjenja količine kisika. U takvim slučajevima dolazi do masovnog ugibanja organizama u jezeru i velikih poremećaja u cijelom ekosustavu. Većina stanovnika uz Vransko jezero bavi se poljoprivredom, posebno uzgojem povrća, jer je, zbog povoljne klime, hranjivog tla i obilja vode, njegov uzgoj moguć tijekom cijele godine. Ukupna obradiva površina unutar Vranskog bazena iznosi 2 900 ha. Osim toga, zbog intenzivne upotrebe umjetnih gnojiva i kemijskih sredstava, puno takvih tvari završi u samom jezeru. Kanali uz Vransko jezero često sadrže veliku količinu pesticida. Oni se prihvaćaju na suspendirani sediment i njime nose u jezero. Sedimenti, pesticidi i ispiranja s poljoprivrednih zemljišta koja ulaze u jezero povećavaju produkciju jezera i ubrzavaju njegovu eutrofikaciju.



Tablica 2.2: Prikaz referentnih uvjeta za pojedine hidromorfološke pokazatelje za pojedine tipove prirodnih jezera u Hrvatskoj

Hidromorfološki element	Zona jezera	Hidromorfološki pokazatelj	Jezero Kozjak	Jezero Prošće	Jezero Crniševo	Vransko jezero Cres	Vransko jezero Biograd	Jezero Visovac
1. Hidrološki režim		1.1. Promjene u razini vode	0 - 0,5 m	0 - 0,5 m	0,5 – 1,5 m	0 - 0,85 m	0,5 – 2.13* m	0 - 0,5 m
		1.2. Vrijeme zadržavanja vode**						Zimi 14 dana, ljeti kod manjeg protoka oko 70 dana.
		1.3. Miješanje i stratifikacija vode	dimiktičko jezero*** duboko jezero (47 m) s ortogradnom O <sub>2</sub> stratifikacijom	dimiktičko jezero* duboko jezero (37 m) s ortogradnom O <sub>2</sub> stratifikacijom	monomiktičko**** duboko jezero (39 m) s klinogradnom O <sub>2</sub> stratifikacijom	monomiktičko 74.5 m duboko jezero s ortogradnom stratifikacijom	polimiktičko***** plitko jezero (4 m), bez pravilne O <sub>2</sub> stratifikacije	monomiktičko srednje duboko jezero (25 m) s klinogradnom O <sub>2</sub> stratifikacijom
		1.4. Povezanost podzemnih i površinskih voda	Prirodna povezanost u kršu bez ograničenja.	Prirodna povezanost u kršu bez ograničenja.	Prirodna povezanost u kršu bez ograničenja.	Prirodna povezanost u kršu bez ograničenja.	Prirodna povezanost u kršu bez ograničenja.	Prirodna povezanost u kršu bez ograničenja.
2. Morfološki uvjeti	Otvorena zona	2.1. Raspodjela dubine po jezeru*****						
		2.2. Reljefni oblici dna jezera*****						
		2.3. Količina i rasprostranjenost umjetnih materijala donesenog prirodnog supstrata	Nema umjetnog materijala i/ili donesenog prirodnog supstrata ili je u zanemarivo maloj količini (< 1%)	Nema umjetnog materijala i/ili donesenog prirodnog supstrata ili je u zanemarivo maloj količini (< 1%)	Nema umjetnog materijala i/ili donesenog prirodnog supstrata ili je u zanemarivo maloj količini (< 1%)	Nema umjetnog materijala i/ili donesenog prirodnog supstrata ili je u zanemarivo maloj količini (< 1%)	Nema umjetnog materijala i/ili donesenog prirodnog supstrata ili je u zanemarivo maloj količini (< 1%)	Nema umjetnog materijala i/ili donesenog prirodnog supstrata ili je u zanemarivo maloj količini (< 1%)
	Obalna zona	3.1. Profil padina obala	Profil obale je pod minimalnim utjecajem antropogenog djelovanja.  Nagibi obala su raznoliki (do 55°). 85% obala ima nagib <12°.	Profil obale je pod minimalnim utjecajem antropogenog djelovanja.  Nagibi obala su raznoliki (do 40°). 85% obala ima nagib <12°.	Profil obale je pod minimalnim utjecajem antropogenog djelovanja.  Nagibi obala su raznoliki (do 25°). 95% obala ima nagib <12°.	Profil obale je pod minimalnim utjecajem antropogenog djelovanja.  Nagibi obala su raznoliki (do 25°). 64% obala ima nagib <12°.	Profil obale je pod minimalnim utjecajem antropogenog djelovanja.  Nagibi obala su raznoliki (do 55°). 82% obala ima nagib <12°.	Profil obale je pod minimalnim utjecajem antropogenog djelovanja.  Nagibi obala su raznoliki (do 25°). 98% obala ima nagib <12°.



	<p>3.2. Tlocrtni oblik obale*****</p>	<p>Gotovo nepromijenjena linija tlocrta obale (&gt;95% prirodan oblik), bez antropogenih tlocrtnih izmjena izazvanih izgradnjom ili spuštanjem/ podizanjem razine vode</p>	<p>Gotovo nepromijenjena linija tlocrta obale (&gt;95% prirodan oblik), bez antropogenih tlocrtnih izmjena izazvanih izgradnjom ili spuštanjem/ podizanjem razine vode</p>	<p>Tlocrt jezera je promijenjen spuštanjem razine vode zbog izgradnje hidrotehničkih sustava. Nema prisutnosti umjetne izmjene tlocrta obala izgradnjom (&gt;95% prirodan oblik).</p>	<p>Gotovo nepromijenjena linija tlocrta obale (&gt;95% prirodan oblik), bez antropogenih tlocrtnih izmjena izazvanih izgradnjom ili spuštanjem/ podizanjem razine vode</p>	<p>Gotovo nepromijenjena linija tlocrta obale (&gt;95% prirodan oblik), bez antropogenih tlocrtnih izmjena izazvanih izgradnjom ili spuštanjem/ podizanjem razine vode</p>	<p>Gotovo nepromijenjena linija tlocrta obale (&gt;95% prirodan oblik), bez antropogenih tlocrtnih izmjena izazvanih izgradnjom ili spuštanjem/ podizanjem razine vode</p>
	<p>3.3. Prirodnost erozijsko-sedimentacijskih procesa (sadržava i utvrđenost)</p>	<p>Prisutna je raznolikost geomorfoloških oblika; omogućen je donos materijala s priobalnih padina i pritok.  Prirodne obale bez utjecaja umjetnog materijala.  <i>Napomena: Oko 35% obala jezera je utvrđeno lokalnim kamenim blokovima zbog prisutnosti staze, međutim nemaju značajan utjecaj na donos materijala s okolnih padina.</i></p>	<p>Prisutna je raznolikost geomorfoloških oblika; omogućen je donos materijala s priobalnih padina i pritok.  Referentne su prirodne obale bez utjecaja umjetnog materijala.</p>	<p>Prisutna je raznolikost geomorfoloških oblika; omogućen je donos materijala s priobalnih padina i pritok.  Referentne su prirodne obale bez utjecaja umjetnog materijala.</p>	<p>Prisutna je raznolikost geomorfoloških oblika; omogućen je donos materijala s priobalnih padina i pritok.  Referentne su prirodne obale bez utjecaja umjetnog materijala.</p>	<p>Prisutna je raznolikost geomorfoloških oblika; omogućen je donos materijala s priobalnih padina i pritok.  Referentne su prirodne obale bez utjecaja umjetnog materijala.</p>	<p>Prisutna je raznolikost geomorfoloških oblika; omogućen je donos materijala s priobalnih padina i pritok.  Referentne su prirodne obale bez utjecaja umjetnog materijala.</p>
	<p>3.4. Struktura dna u litoralnoj zoni</p>	<p>Prisutan je samo prirodni pokrov i</p>	<p>Prisutan je samo prirodni pokrov i</p>	<p>Prisutan je samo prirodni pokrov i</p>	<p>Prisutan je samo prirodni pokrov i</p>	<p>Prisutan je samo prirodni pokrov i</p>	<p>Prisutan je samo prirodni pokrov i</p>





		sediment bez umjetnih materijala	sediment bez umjetnih materijala	sediment bez umjetnih materijala	sediment bez umjetnih materijala	sediment bez umjetnih materijala	sediment bez umjetnih materijala
Priobalna/ Riparijska zona	4.1. Profil padina priobalne/riparijske zone	<p>Padinama priobalne/riparijske zone na referentnim dijelovima jezera nije izmijenjen (presječen) profil.</p> <p>Prisutna je raznolikost geomorfoloških oblika; omogućen je donos materijala s priobalnih padina i pritok. Nagibi su raznoliki (do 55°), a prevladavaju nagibi padina od 12-32° (trenutno 65% priobalne zone).</p> <p><i>Napomena: 30% priobalne zone jezera Kozjak ima izmijenjen profil</i></p>	<p>Padinama priobalne/riparijske zone na referentnim dijelovima jezera nije izmijenjen (presječen) profil.</p> <p>Prisutna je raznolikost geomorfoloških oblika; omogućen je donos materijala s priobalnih padina i pritok. Nagibi su raznoliki (do 45°), a prevladavaju nagibi padina od 12-32° (68% priobalne zone).</p> <p><i>Napomena: 15% priobalne zone jezera Prošće ima izmijenjen profil</i></p>	<p>Padinama priobalne/riparijske zone na referentnim dijelovima jezera nije izmijenjen (presječen) profil.</p> <p>Prisutna je raznolikost geomorfoloških oblika; omogućen je donos materijala s priobalnih padina i pritok. Nagibi su raznoliki (do 40°), a prevladavaju nagibi padina &lt;12° (79% priobalne zone).</p>	<p>Padinama priobalne/riparijske zone na referentnim dijelovima jezera nije izmijenjen (presječen) profil.</p> <p>Prisutna je raznolikost geomorfoloških oblika; omogućen je donos materijala s priobalnih padina i pritok. Nagibi su raznoliki (do 32°), a prevladavaju nagibi padina od 12-32° (70% priobalne zone).</p>	<p>Padinama priobalne/riparijske zone na referentnim dijelovima jezera nije izmijenjen (presječen) profil.</p> <p>Prisutna je raznolikost geomorfoloških oblika; omogućen je donos materijala s priobalnih padina i pritok. Nagibi su raznoliki (do 55°), a prevladavaju nagibi padina od &lt;12° (77% priobalne zone).</p> <p><i>Napomena: 15% priobalne zone Vranskog jezera (Biograd) ima izmijenjen profil</i></p>	<p>Padinama priobalne/riparijske zone na referentnim dijelovima jezera nije izmijenjen (presječen) profil.</p> <p>Prisutna je raznolikost geomorfoloških oblika; omogućen je donos materijala s priobalnih padina i pritok. Nagibi su raznoliki (do 40°), a prevladavaju nagibi padina od &lt;12° (79% priobalne zone).</p>
	4.2. Zemljišni pokrovu priobalnoj/riparijskoj zoni	<p>U priobalnoj/riparijskoj zoni prisutno je &gt;85% prirodnog pokrova (riparijska vegetacija i karakteristični prirodni izdanci stijena)</p>	<p>U priobalnoj/riparijskoj zoni prisutno je &gt;85% prirodnog pokrova (riparijska vegetacija i karakteristični prirodni izdanci stijena)</p>	<p>U priobalnoj/riparijskoj zoni prisutno je &gt;85% prirodnog pokrova (riparijska vegetacija i karakteristični prirodni izdanci stijena)</p>	<p>U priobalnoj/riparijskoj zoni prisutno je &gt;85% prirodnog pokrova (riparijska vegetacija i karakteristični prirodni izdanci stijena)</p>	<p>U priobalnoj/riparijskoj zoni prisutno je &gt;85% prirodnog pokrova (riparijska vegetacija i karakteristični prirodni izdanci stijena)</p> <p><i>Napomena: U priobalnoj / riparijskoj zoni trenutno je prisutno 60% prirodnog pokrova</i></p>	<p>U priobalnoj/riparijskoj zoni prisutno je &gt;85% prirodnog pokrova (riparijska vegetacija i karakteristični prirodni izdanci stijena)</p>



	Zaobalje/ sljevno područje	5.1. Korištenje zemljišta (%) u sljevnom području	U sljevnom području prisutno je <2% neprirodnog zemljišta  <i>Napomena: U sljevnom području trenutno je prisutno 3% površine s neprirodnim zemljištem</i>	U sljevnom području prisutno je <2% neprirodnog zemljišta	U sljevnom području prisutno je <2% neprirodnog zemljišta	U sljevnom području prisutno je <2% neprirodnog zemljišta	U sljevnom području prisutno je <2% neprirodnog zemljišta  <i>Napomena: U sljevnom području trenutno je prisutno 55% površine s neprirodnim zemljištem</i>	U sljevnom području prisutno je <2% neprirodnog zemljišta  <i>Napomena: U sljevnom području trenutno je prisutno 13% površine s neprirodnim zemljištem</i>
		5.2. Udio sljevnog područja jezera na koji utječu hidrotehnički objekti - akumulacije	0%  <i>Napomena: Zahvaćanje vode u jezeru za potrebe vodoopskrbe</i>	0%	0%	0%	0%  <i>Napomena: Zahvaćanje vode u jezeru za potrebe vodoopskrbe</i>	0%
<b>Ukupna ocjena hidromorfološkog stanja prirodnog jezera</b>								

\*Na Vranskom jezeru samo je jednom zabilježena promjena razine vode od 2,13 metra, a kretanje je uobičajeno od 0,2 do 0,5 m.

\*\*Teorijska formula za vrijeme zadržavanja vode u stajaćicama je: **Vrijeme zadržavanja vode** =  $\frac{V \text{ akumulacije}}{Q \text{ god izlaza}}$ , za naveden referentne uvjete potrebna točna batimetrija.

\*\*\*Dimiktičko jezero je jezero u kojima se voda potpuno izmiješa od površine do dna dva puta na godinu i to u proljeće i u jesen.

\*\*\*\*Monomiktičko jezero je jezero u kojem se voda jedanput na godinu potpuno izmiješa od površine do dna.

\*\*\*\*\*Polimiktičko jezero u kojem se prema termičkoj klasifikaciji vrši miješanje cjelokupne vodene mase od površine do dna čestom ili stalnom cirkulacijom.

\*\*\*\*\* Ocjena će se dati nakon što se provede batimetrijsko mjerenje i snimi dno pojedinog jezera.

\*\*\*\*\* Tlocrt kod svih prirodnih jezera prirodan i nepromijenjen (osim u slučaju Crniševa (Baćinska jezera))

Stratifikacija sadržaja otopljenog kisika u ljetnoj stagnaciji: ortogradna stratifikacija u cijelom stupcu vode čak i ljeti velike količine otopljenog kisika, dok klinogradna stratifikacija u gornjem sloju ima dosta kisika, a zbog velike produkcije u donjim slojevima jezera dolazi do smanjenja otopljenog kisika, a ljeti uzrokuju i nestašicu kisika ili anoksiju



Metodološki pristup hidromorfološkom monitoringu stajaćica definiran je europskim standardom EN Final Draft EN16870:2016 (Water quality – Guidance standard on determining the hydromorphological conditions of lakes), a koji su prikazani u sljedećim tablicama. U tablici 2.4 prikazane su hidromorfološke značajke koje je potrebno pratiti u stajaćicama sukladno prijedlogu Europskog standarda za praćenje hidromorfoloških elemenata u stajaćicama, dok su u tablici 2.3. prikazane morfometrijske karakteristike pojedine stajaćice koje je također potrebno prikupiti tijekom provođenja hidromorfološkog monitoringa stajaćica.

Tablica 2.3: Morfometrijske karakteristike pojedine stajaćice

Podatci
Volumen akumulacije ( $10^6 \text{ m}^3$ )
Korisni volumen ( $10^6 \text{ m}^3$ )
Površina akumulacije (ha)
Varijacije u dubini (m)
Najveća dubina (m)
Srednja dubina (m)
Duljina akumulacije (m)
Širina akumulacije (m)
Slivno područje ( $\text{km}^2$ )

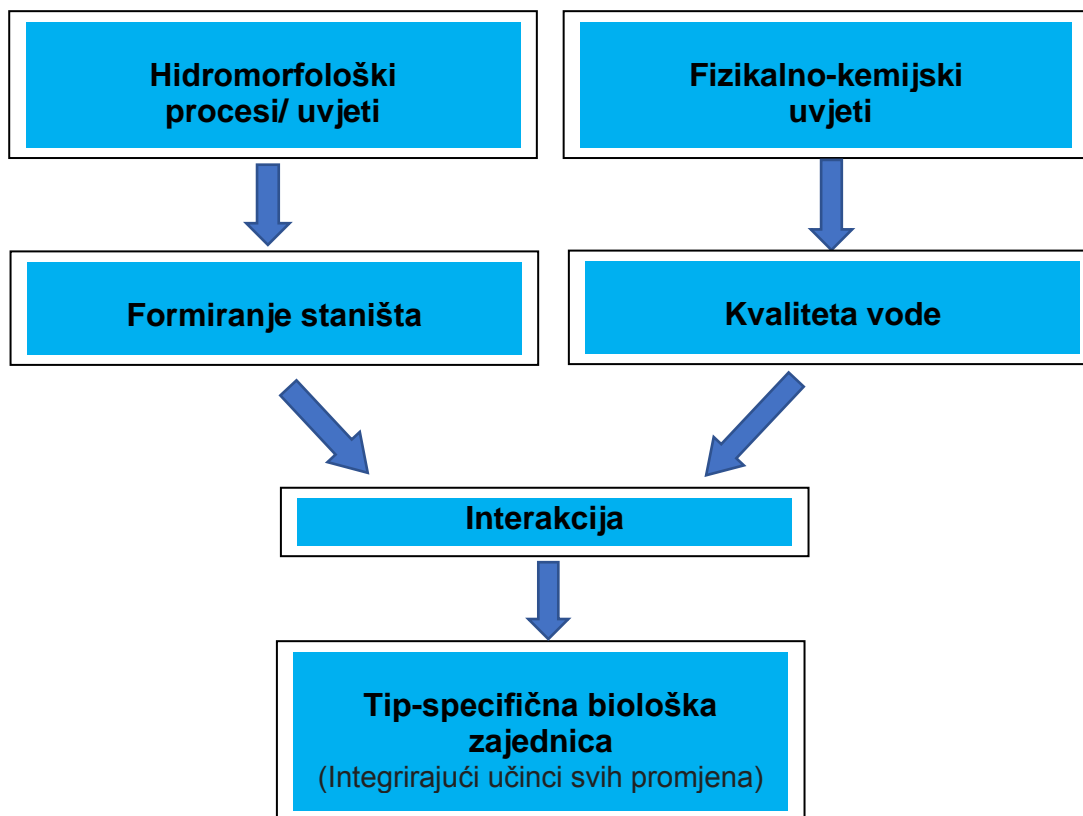


Tablica 2.4: Elementi za ocjenu hidromorfološkog stanja stajaćica sukladno EprEN16870:2016

Naziv stajaćice					
Šifra vodnog tijela					
Hidromorfološki element	Zona stajaćice	Hidromorfološki pokazatelj	Ocjena	Obrazloženje	
<b>Hidrološki režim</b>					
Hidrološki režim		1.1. Promjene u razini vode			
		1.2. Vrijeme zadržavanja vode			
		1.3. Stratifikacija i miješanje vode			
		1.4. Povezanost podzemnih i površinskih voda			
<b>Morfološki uvjeti</b>					
Morfološki uvjeti	Otvorena zona	2.1. Raspodjela dubine po stajaćici			
		2.2. Reljefni oblici dna stajaćice			
		2.3. Struktura dna u zoni otvorene vode			
	Obalna zona		3.1. Profil padina obale		
			3.2. Tlocrtni oblik obale		
			3.3. Prirodnost erozijsko-sedimentacijskih procesa		
			3.4. Struktura obale		
			3.5. Struktura dna u litoralnoj zoni		
	Priobalna/Riparijska zona		4.1. Profil padina priobalne/riparijske zone		
			4.2. Zemljišni pokrov u priobalnoj/riparijskoj zoni		
	Zaobalje/slijevno područje		5.1. Korištenje zemljišta (%) u slijevnom području		
			5.2. Udio promijenjenog slijevnog područja stajaćice		
	Ukupna terenska ocjena hidromorfološkog stanja stajaćice				

## 2.2 Klasifikacijska shema hidromorfoloških elementa u smislu odstupanja od referentnih uvjeta/maksimalnog hidromorfološkog potencijala

Na slici 2.2. prikazano je kako hidromorfološki procesi i uvjeti te fizikalno-kemijski uvjeti dovode do formiranja pojedinih staništa u stajaćicama/jezerima, a što uvjetuje prisustvo pojedinih životnih zajednica i definiranje pojedinih tipova stajaćica.



Slika 2.2 Pojednostavljeni prikaz važnosti hidromorfoloških i fizikalno-kemijskih elemenata u stvaranju bioloških zajednica



### 3 MONITORING HIDROMORFOLOŠKIH PROMJENA VODNIH TIJELA STAJAĆICA

Postupak monitoringa je detaljno opisan u **Prilogu 1**: Prijedlog metodologije za ocjenu hidromorfološkog stanja u stajaćicama.

#### 3.1 Ocjena stanja hidromorfoloških elemenata stajaćica na temelju prikupljenih podataka i provedenih terenskih istraživanja

Ocjene hidromorfoloških elemenata ekološkog stanja stajaćica na temelju prikupljenih podataka i terenskih istraživanja za pojedinu stajaćicu odnosno vodno tijelo nalaze se u knjizi Hidromorfološki monitoring stajaćica – Hidromorfološke ocjene oznake Y1-O03.00.02-G01.2.

Navedena knjiga ima sljedeća četiri priloga:

Prilog 1: Prijedlog metodologije za ocjenu hidromorfološkog stanja u stajaćicama

Prilog 1A: Ocjene hidromorfološkog stanja površinskih vodnih tijela prirodnih jezera i kartografski prikaz u projekciji HTRS 96/TM sukladno prijedlogu metodologije za ocjenu hidromorfološkog stanja u stajaćicama

Prilog 2A: Ocjene hidromorfološkog stanja površinskih vodnih tijela znatno izmijenjenih i umjetnih stajaćica i kartografski prikaz u projekciji HTRS 96/TM sukladno prijedlogu metodologije za ocjenu hidromorfološkog stanja u stajaćicama

Prilog 2B: Ocjene hidromorfološkog stanja površinskih vodnih tijela znatno izmijenjenih i umjetnih stajaćica i kartografski prikaz u projekciji HTRS 96/TM prilagođeno indeksu jezerske modifikacije obale



#### 4 METODOLOŠKI PRISTUP PREDVIĐANJU BUDUĆIH TRENDOVA HIDROMORFOLOŠKIH ZNAČAJKI SUSTAVA

Republika Hrvatska je relativno bogata vodom. No, stanje vodnih resursa na njenom području u velikoj mjeri ovisi o prekograničnim utjecajima, prvenstveno zbog velikog udjela prekograničnih i međugraničnih vodotoka u odnosu na ukupne vodne resurse Hrvatske.

Očekuje se da će se promjenama hidroloških prilika uslijed djelovanja klimatskih promjena s jedne strane povećati učestalost i trajanje sušnih razdoblja, a s druge strane i učestalost i intenzitet poplavnih situacija, a što je direktno i povezano s hidromorfološkim značajkama kako tekućica tako i stajaćica.

Glavni očekivani utjecaji u predviđanju budućih trendova hidromorfoloških značajki odnose se na:

- smanjenje razine vode u jezerima i drugim ujezerenim prirodnim ili izgrađenim sustavima; porast razine mora, povećanje opasnosti od zaslanjivanja priobalnih vodonosnika, stajaćica i akvatičkih sustava;
- porast temperatura vode praćen smanjenjem prihvatne sposobnosti akvatičkih prijemnika;
- povećanje učestalosti i intenziteta poplava na ugroženim područjima; povećanje učestalosti i intenziteta pojava bujica;
- povećanje učestalosti i intenziteta poplava od oborinskih voda u urbanim područjima;
- povećanje razine mora, a time i rizika od pojava poplava na ušćima vodotoka.

U daljnjem dijelu teksta opisani su utjecaji klimatskih promjena koji su povezani s hidromorfološkim značajkama.

Projicirano povećanje temperatura zraka za razdoblje do 2070. godine, kao i stagnacija ili minimalno iskazani trendovi minimalnih promjena u ukupnim količinama oborina, imat će za posljedicu povećanje evapotranspiracije, smanjenje površinskih i podzemnih otjecanja, a time i još naglašenije smanjenje vodnih zaliha (MZOE, 2019). U takvim uvjetima očekuju se i sinergijski učinci negativnih utjecaja uslijed povećanja antropogenih pritisaka, prije svega iskazanih u porastu potreba za vodom.

Od negativnih utjecaja klimatskih promjena posebno će biti ugroženi priobalni krški vodonosnici i ostale vodne pojave u priobalju (jezera, vodotoci, izvori) zato što se kod njih javlja kumulativni efekt mogućih promjena sa smanjenim protocima i razinama podzemnih voda te intenzivnijim prodorima mora u krške priobalne vodonosnike i jezera, te rasprostiranje zaslanjenih morskih voda duž korita vodotoka dublje u kopneno zaleđe. Rezultati provedenih modeliranja pokazuju da će se u budućnosti povećati i intenzitet kratkotrajnih jakih oborina, i to kako rijetkih, tako i učestalih vjerojatnosti pojave, što stvara preduvjete i za učestalije pojave poplava na bujičnim vodotocima, urbanim područjima i riječnim slivovima (MZOE, 2019).

Posebno negativne posljedice klimatskih promjena očekuju se kod vodotoka u priobalju zbog kumulativnog efekta koincidencija podizanja razine mora i pojava ekstremnih protoka. Uz smanjenje srednjih godišnjih i minimalnih godišnjih protoka i povećanje maksimalnih godišnjih protoka očekuju se i vrlo naglašene promjene temperatura voda, što će se negativno odraziti, kako na akvatičke ekosustave, njihovu raznolikost i prijemni kapacitet, tako i na mogućnosti njihove upotrebe za ostale namjene. U takvim okolnostima nužno je





ostvariti cilj očuvanje najmanje dobrog stanja voda u tako izmijenjenim klimatskim prilikama uslijed djelovanja klimatskih promjena, kao i osigurati smanjenje rizika od poplava.

Očekivani porast razine mora, ali i djelovanje budućih morskih mijena, valova i olujnih uspora imat će utjecaj na stajačice koje se nalaze uz obalu (Vransko jezero kod Biograda i Baćinska jezera).

Sve dulja i češća sušna razdoblja, kao i sve veća ugroženost od toplinskog stresa utjecat će na šumarstvo i poljoprivredne kulture.

Utjecaj klimatskih promjena na šumske ekosustave odnosi se na sljedeće:

- veću učestalost i dulju sezonu šumskih požara, uključujući i požare na kontinentu. Dosadašnji trend broja šumskih požara pokazuje da ih je bilo znatno više u sušnim godinama i to u mediteranskom području, dok projekcije pokazuju da će rizik od šumskih požara u budućnosti biti veći na području cijele Republike Hrvatske,
- zbog promjene stanišnih uvjeta moglo bi doći i do migracije vrsta i štetnika, uključujući i invazivne vrste,
- zbog veće učestalosti šumskih požara i zbog pojave vjetroloma, ledoloma, poplava, napada štetnika i slično očekuju se veće štete na šumskim ekosustavima, poput gubitka općekorisnih funkcija šuma (kontrola otjecanja, erozije) što je izravno povezano s riparijskom zonom u jezerskim ekosustavima, a što je sastavni dio ocjene i povezano je direktno s hidromorfološkim trendovima na stajaćicama.

Biološka raznolikost je trenutno u najvećoj mjeri ugrožena neodrživim iskorištavanjem prirodnih resursa i onečišćenjem.

Najvažniji klimatski utjecaji u ovom sektoru su:

- promjene prosječnih temperatura zraka;
- smanjenje količina i promjene prostorne raspodjele oborina;
- pojava klimatskih ekstrema te
- podizanje razine mora.

## Zaključak

Sukladno gore navedenom i na temelju predviđanja budućih trendova potrebno je prilikom praćenja hidromorfološkog stanja stajačica u razmatranje uključiti i sljedeće pokazatelje:

- promjene korištenja zemljišta u neposrednom slijevu ili uz vodotoke koji uviru u stajaćicu,
- uklanjanje riparijske vegetacije,
- sječa šuma, te
- praćenje promjene zemljišnog pokrova preko karte staništa RH (Bioportal) u slijevnom području pojedine stajačice.



## 5 PRIKAZ I PREZENTACIJA REZULTATA

### 5.1 Način prikaza dobivenih rezultata

U sklopu provedbe hidromorfološkog monitoringa za mjerne postaje koje su bile nominirane ovim projektom, opis svih pokazatelja koji su sastavni dio ocjene hidromorfološkog stanja prikazani su u tekstu (MS Word) i tablicama (MS Excel).

Kartografski prikaz odsječaka vodnih tijela i samih vodnih tijela koji su ocjenjivani prikazani su u referentnom koordinatnom sustavu HTRS96/TM, a u vektorskom formatu za GIS alate su dani odsječci i dijelovi vodnih tijela za koje se mogu primijeniti ocjene.

### 5.2 Izvještavanje

Tijekom provedbe navedenog projekta u više navrata održani su radni sastanci s predstavnicima Hrvatskih voda.

Sastanak koji je održan 18. rujna 2017. godine u 10:00 sati u Hrvatskim vodama bio je u vezi usklađenja aktivnosti provedbe bioloških projekata izvršitelja Prirodoslovno-matematičkog fakulteta i hidromorfoloških projekata zajednice izvršitelja Elektroprojekt d.d. i Prirodoslovno-matematički fakultet.

Dana 8. ožujka i 25. svibnja 2018. godine u Hrvatskim vodama održan je radni sastanak vezan za preliminarne rezultate istraživanja i prezentaciju prijedloga nadopunjene metodologije vezano za tekućice.

Tijekom izrade navedene studije ukupno je dostavljeno šest izvještaja:

- Uvodni izvještaj, dostavljen u siječnju 2018. godine,
- 1. Izvještaj o realizaciji projekta (obuhvaća poglavlja vezan za „umjetna vodna tijela“), dostavljen u veljači 2018.
- 2. Izvještaj o realizaciji projekta (obuhvaća poglavlja vezan za umjetna vodna tijela), dostavljen u svibnju 2018. godine.
- 4. Izvještaj o realizaciji projekta (obuhvaća kartografski prikaz za prirodna i umjetna vodna tijela), dostavljen u veljači 2019. godine.
- 5. Izvještaj o realizaciji projekta (obuhvaća ocjenu za umjetna vodna tijela sukladno europskoj normi), dostavljen u travnju 2019. godine.
- Nacrt studije, koja obuhvaća sva poglavlja iz projektne zadaće, dostavljen u lipnju 2019. godine.

Prikazi rezultata provedenog hidromorfološkog monitoringa na stajaćicama koje su obuhvaćene ovom Studijom nalaze se u knjizi Hidromorfološki monitoring stajaćica – Hidromorfološke ocjene oznaka knjige Y1-O03.00.02-G01.2.



## B REZULTATI PROVEDBE HIDROMORFOLOŠKOG MONITORINGA I OCJENA HIDROMORFOLOŠKOG STANJA STAJAĆICA PREMA PREDLOŽENOJ METODOLOGIJI OCJENJIVANJA HIDROMORFOLOŠKOG STANJA STAJAĆICA

### 6 PODRUČJE I VRIJEME MONITORINGA

Sukladno izabranoj metodologiji, opisanoj u točki 1.2 odnosn 1.3 ove Studije, terenska istraživanja za ovaj projekt provedena su u vegetacijskom razdoblju kada su se biljne vrste ili struktura vegetacije u stajaćici, na obali i obalnom pojasu mogle točno evidentirati. Tijekom tog razdoblja na većini mjernih postaja zabilježen je niži vodostaj.

Cjelokupna terenska istraživanja su provedena u razdoblju od početka travnja do kraja rujna 2017. godine za „umjetna vodna tijela“, te tijekom travnja i svibnja 2018. godine za prirodna jezera.

Terensko istraživanje je provedeno na 45 vodnih tijela stajaćica, na kojim su bila definirane i mikrolokacije.

Za navedena terenska istraživanja izrađen je terenski protokol koji je korišten prilikom svakog terenskog istraživanja. Sastavni dijelovi protokola i način ocjenjivanja hidromorfoloških pokazatelja prikazani su i opisani u poglavlju 4 ove Studije.

#### 6.1 Pregled vodnih tijela na kojima je proveden monitoring (s detaljnim opisom načina i razloga određivanja dijelova vodnog tijela, fotodokumentacijom te prostornim prikazom odsječaka u referentnom koordinatnom sustavu HTRS 96/TM)

Točna lokacija istraživanih odsječaka utvrđena je na temelju TK25, zajedno s postojećim saznanjima s terena. Odsječci koji su se istraživali bili označeni na topografskoj karti, zajedno s točnim granicama pojedinih istraživanih odsječaka.

Ovim projektom već unaprijed su bili definirani odsječci odnosno mikrolokacije na kojima je provedena detaljnija hidromorfološka ocjena. Na istim mikrolokacija bio je prikupljan i biološki materijal za analizu bioloških elementa kakvoće voda, perifiton, makrofitska vegetacija i bentički makrobekralješnjaci u sklopu projekta „Klasifikacijski sustav ekološkog potencijala za umjetna i znatno promijenjena tijela površinskih voda“, kojega provodi Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek, Sveučilišta u Zagrebu, a kojeg financiraju Hrvatske vode i Hrvatska elektroprivreda.

Sukladno projektom zadatku i **Programu usklađenja monitoringa**, koji je izrađen na temelju rezultata ocjene stanja voda i analiza značajki vodnih područja od strane Hrvatskih voda, definiran je plan monitoringa hidromorfoloških elemenata kakvoće za razdoblje 2014.-2018. godine. Prema navedenom planu odabrana su vodna tijela prirodnih i „umjetnih tijela“ stajaćica koja su obuhvaćena ovim projektom i za koja se treba dati ocjena stanja prema hidromorfološkim elementima kakvoće.

U okviru navedenih vodnih tijela koja su prikazana u Tablici 7.1 nužno je bilo prilikom ocjenjivanja hidromorfološkog stanja obuhvatiti lokacije postojećih bioloških postaja koje su navedene u Tablici 7.2, a koje se obrađuju u okviru provedbe projekta „**Klasifikacijski sustav ekološkog potencijala za umjetna i znatno promijenjena tijela površinskih voda**“, od strane Prirodoslovno-matematičkog fakulteta, Biološkog odsjeka u Zagrebu pod vodstvom prof. dr. sc. Zlatka Mihaljevića, kako bi se utvrdila povezanost



sastava bioloških zajednica (odnosno biološkog odgovora na postojeći antropogeni pritisak) i utvrđenih hidromorfoloških promjena prilikom definiranja ekološkog potencijala za umjetna i znatno izmijenjena vodna tijela stajaća.

Tablica 6.1: Popis vodnih tijela za hidromorfološki monitoring stajaća u 2017./2018. godini

	REDNI BROJ	NAZIV VODOTOKA	NAZIV VIŠENAMJENSKE AKUMULACIJE/ STAJAĆICE	MONITORING POSTAJA		TIP POVRŠINSKE VODE	ŠIFRA VODNOG TIJELA	X HTRS	Y HTRS
prirodna vodna tijela jezera	1			19000	Plitvička jezera, Prošćansko jezero	HR-J_1B	CSLN022	428909	4969468
	2			19001	Plitvička jezera, jezero Kozjak	HR-J_1A	CSLN018	429547	4972304
	3			30120	Jezero Vrana, Cres, oko 250 m od obale	HR-J_2	JOLN001	333460	4970496
	4			40311	Vransko jezero, motel	HR-J_4	JKLN001	423307	4865526
	5			40316	Vransko jezero, Prošika	HR-J_4	JKLN001	429255	4858350
	6			40420	Visovačko jezero	HR-J_5	JKLN002	457863	4857816
	7			40520	Bačinska jezera, Jezero Crniševo	HR-J_3	JKLN003	574000	4770891
	8			40523	Bačinska jezera, Jezero Oćuša	HR-J_3	JKLN003	574972	4771389
umjetna vodna tijela jezera - Panonska ekoregija	9	Savak	akumulacija Grabova	12109	Grabovo jezero	HR-R_3B	CSRN0114_002	701471	5017342
	10	Jošava	akumulacija Jošava	12513	Akumulacija Jošava	HR-R_2A	CSRN0091_003	653732	5021740
	11	Pakra	akumulacija Pakra	15112	Akumulacija Pakra, Banova Jaruga	HR-R_4	CSRN0027_001	529857	5032877
	12	Garešnica	akumulacija Popovac	15235	Akumulacija Popovac	HR-R_2A	CSRN0123_002	528248	5055503
	13	Drava	Stara Drava Čingi lingi	21001	Stara Drava, Čingi Lingi - lijeva strana ustave	HR-R_2A	CDRN0042_001	674509	5052552
	14	Dunav	Sakadaško jezero	21005	Jezero Sakadaš	HR-R_4	CDRN0035_001	679477	5055020
	15	Vuka	akumulacija Borovik	21030	Akumulacija Borovik	HR-R_2B	CDRN0011_007	632643	5029183
	16	Vujnovac	akumulacija Lapovac II	21032	Akumulacija Lapovac II	HR-R_2B	CDRN0110_001	626460	5039624
	17	Drava	akumulacija HE Varaždin	22000	Ormoško jezero	HR-R_5B	CDRI0002_020	474864	5139034
	18	Drava	akumulacija HE Čakovec	22001	Akumulacija HE Čakovec	HR-R_5B	CDRN0002_017	492751	5130866
	19	Drava	akumulacija HE Dubrava	22002	Akumulacija HE Dubrava	HR-R_5B	CDRN0002_015	512278	5130650
	20	Drava	Šoderica Koprivnica	29129	Šoderica Koprivnica			532602	5122512
	21	Odra	Šljunčara Novo Čiče	51202	jezero Novo Čiče	HR-R_3B	CSLN025	468895	5063092
	22	Sava	Šljunčara Rakitje	51203	Rakitje, Finzula	HR-R_5B	CSRN0066_001	448246	5071977
	23	Sava	Jarunsko jezero, Veliko jezero	51210	Jarunsko jezero, Veliko jezero	HR-R_5B	CSLN023	454376	5071606
umjetna vodna tijela jezera - Dinaridska	24	Dobra	akumulacija Lešće	16672	Akumulacija Lešće, Trošmarija	HR-R_7	CSRN0021_004	403973	5020910
	25	Zagorska Mrežnica	akumulacija Sabljaci	19003	Jezero Sabljaci, Ogulin	HR-R_6	CSRN0044_001	399876	5011137
	26	Lika, Gacka	akumulacija komp. bazen Gusić polje	30046	Akumulacija Brlog, Gusić polje				
	27	Lika-donji tok	akumulacija Kruščica/akumulacija Sklope	30055	Akumulacija Sklope, Kruščica	HR-R_9	JKRN0012_003	402253	4950232
	28	Ličanka	akumulacija Bajer	30070	Jezero Bajer, na sredini brane	HR-R_10A	JKRN0078_003	359891	5020036
	29	Lepenica	akumulacija Lepenica	30073	Jezero Lepenica	HR-R_10A	JKRN0211_001	358912	5021708
	30	Dubračina	akumulacija Tribalj	30080	jezero Tribalj, kod preljevne građevine površina	HR-R_16B	JKRN0089_001	356376	5010845



REDNI BROJ	NAZIV VODOTOKA	NAZIV VIŠENAMJENSKE AKUMULACIJE/STAJAČICE	MONITORING POSTAJA		TIP POVRŠINSKE VODE	ŠIFRA VODNOG TIJELA	X HTRS	Y HTRS
31	Kanal Lug	akumulacija Njivice	30090	Jezero kraj Njivica, Krk, iznad usisne košare	HR-R_16B	JORN0009_001	347744	5005081
32	akumulacija Ponikve	akumulacija Ponikve	30100	Akumulacija Ponikve, Krk kod piez. bušotine	HR-R_16B	JORN0003_001	346874	4995059
33	Lokvarka, Križ potok	akumulacija Lokvarka	30110	jezero Lokvarka, iznad usisa hidroenerg. sustava	HR-R_6	CSRN0235_002	360272	5026101
34	Račica- Draguč- Podmerišće- Grdoselski potok	akumulacija Botonega	31030	Akumulacija Butoniga	HR-R_17	JKRN0090_001	297970	5024461
35	Cetina	akumulacija HE Peruča	40103	Cetina, HE Peruča	HR-R_12	JKRN0002_009	505397	4851103
36	Cetina	akumulacija komp. bazen Prančevići	40107	Cetina, Prančevići	HR-R_12	JKRN0002_004	518620	4823660
37	Cetina	akumulacijski bazen HE Đale	40134	Cetina, Đale	HR-R_12	JKRN0002_005	517147	4826110
38	Ričica	akumulacija Štikada	40202	Akumulacija Štikada	HR-R_6	JKRN0061_001	444905	4906753
39	Opsenica	akumulacija Opsenica	40206	Opsenica, Jurjević	HR-R_10A	JKRN0146_002	432892	4914550
40	Zrmanja	akumulacija Razovac	40217	Akumulacija Donji Bazen, Razovac	HR-R_13	JKRN0013_001	440205	4896447
41	Bašćica	akumulacija Vlačine	40321	Akumulacija Vlačine	HR-R_16B	JKRN0092_001	414060	4891192
42	Krka	akumulacija Brljan	40414	akumulacija Brljan, Krka	HR-R_12	JKRN0005_005	463441	4874226
43	Butišnica	akumulacija Golubić	40455	akumulacija HE Golubić, Butišnica	HR-R_12	JKRN0033_002	477765	4884471
44	Ričina	akumulacija Ričica	40512	Akumulacija Ričica	HR-R_15B	JKRI0035_001	551269	4817568
45	Sija	retencija Prološko blato	40514	Prološko blato	HR-R_15B	JKRN0023_001	550283	4815198



Tablica 6.2: Postaje umjetnih tijela stajaćica s koordinatama postojećih bioloških postaja projekta Klasifikacijski sustav ekološkog potencijala za umjetna i znatno promijenjena tijela površinskih voda

	MONITORING POSTAJA		TIP POVRŠINSKE VODE	ŠIFRA VODNOG TIJELA	X HTRS	Y HTRS	BROJ BIOL. POSTAJA	TOČNE LOKACIJE POSTOJEĆIH BIOLOŠKIH POSTAJA					
								POSTAJA 1	POSTAJA 2	POSTAJA 3	POSTAJA 4	POSTAJA 5	POSTAJA 6
umjetna vodna tijela jezera - Panonska ekoregija	12109	Grabovo jezero	HR-R_3B	CSRN0114_002	701471	5017342	2	N 45.27137 E 19.07371	N 45.26850 E 19.06907				
	12513	Akumulacija Jošava	HR-R_2A	CSRN0091_003	653732	5021740	2	N 45.32278 E 18.45258	N 45.33092 E 18.43239				
	15112	Ak. Pakra, Banova Jaruga	HR-R_4	CSRN0027_001	529857	5032877	2	N 45.43810 E 16.89887	N 45.42731 E 16.90125				
	15235	Akumulacija Popovac	HR-R_2A	CSRN0123_002	528248	5055503	2	N 45.63776 E 16.87407	N 45.63955 E 16.87172				
	21001	Stara Drava, Čingi Lingi – I.str. ustave	HR-R_2A	CDRN0042_001	674509	5052552	2	N 45.59153 E 18.73838	N 45.58986 E 18.73723				
	21005	Jezero Sakadaš	HR-R_4	CDRN0035_001	679477	5055020	2	N 45.60828 E 18.80041	N 45.61082 E 18.80001				
	21030	Akumulacija Borovik	HR-R_2B	CDRN0011_007	632643	5029183	2	N 45.39164 E 18.18720	N 45.37904 E 18.18902				
	21032	Akumulacija Lapovac II	HR-R_2B	CDRN0110_001	626460	5039624	2	N 45.48027 E 18.11297	N 45.47007 E 18.10982				
	22000	Ormoško jezero	HR-R_5B	CDRI0002_020	474864	5139034	2	Koordinate će biti dostavljene naknadno, po terenskom obilasku u srpnju					
	22001	Ak. HE Čakovec	HR-R_5B	CDRN0002_017	492751	5130866	2						
	22002	Ak. HE Dubrava	HR-R_5B	CDRN0002_015	512278	5130650	2						
	29129	Šoderica Koprivnica			532602	5122512	3	N 46.23605 E 16.90363	N 46.24106 E 16.91430	N 46.23852 E 16.92149			
	51202	jezero Novo Čiče	HR-R_3B	CSLN025	468895	5063092	2	N 45.71184 E 16.10331	N 45.70802 E 16.09976				
51203	Rakitje, Finzula	HR-R_5B	CSRN0066_001	448246	5071977	2	N 45.78965 E 15.84373	N 45.79903 E 15.82939					
51210	Jarunsko jezero, Veliko jezero	HR-R_5B	CSLN023	454376	5071606	3	N 45.78157 E 15.92531	N 45.77953 E 15.93703	N 45.77963 E 15.92113				
umjetna vodna tijela jezera - Dinarska ekoregija	16672	Ak. Lešće, Trošmarija	HR-R_7	CSRN0021_004	403973	5020910	3	N 45.32893 E 15.27530	N 45.35769 E 15.30444	N 45.34939 E 15.34227			
	19003	Jezero Sabljaci, Ogulin	HR-R_6	CSRN0044_001	399876	5011137	2	N 45.22843 E 15.22549	N 45.22208 E 15.22674				
	30046	Ak. Brlog, Gusić polje			391577	4979280	2	Koordinate će biti dostavljene naknadno, po terenskom obilasku u srpnju					
	30055	Ak. Sklope, Kruščica	HR-R_9	JKRN0012_003	402253	4950232	2	N 44.68586 E 15.26910	N 44.66488 E 15.27300				
	30070	Jezero Bajer, na sredini :brane	HR-R_10A	JKRN0078_003	359891	5020036	2	N 45.31382 E 14.71179	N 45.31433 E 14.71575				
	30073	Jezero Lepenica	HR-R_10A	JKRN0211_001	358912	5021708	2	N 45.32017 E 14.69958	N 45.32032 E 14.68785				





MONITORING POSTAJA		TIP POVRŠINSKE VODE	ŠIFRA VODNOG TIJELA	X HTRS	Y HTRS	BROJ BIOL. POSTAJA	TOČNE LOKACIJE POSTOJEĆIH BIOLOŠKIH POSTAJA					
							POSTAJA 1	POSTAJA 2	POSTAJA 3	POSTAJA 4	POSTAJA 5	POSTAJA 6
30080	jezero Tribalj	HR-R_16B	JKRN0089_001	356376	5010845	3	N 45.22878 E 14.66727	N 45.22654 E 14.67109	N 45.22380 E 14.66429			
30090	Jezero kraj Njivica, Krk	HR-R_16B	JORN0009_001	347744	5005081	2	N 45.16756 E 14.55916					
30100	Ak. Ponikve, Krk	HR-R_16B	JORN0003_001	346874	4995059	2	N 45.07726 E 14.56077	N 45.07634 E 14.55574				
30110	jezero Lokvarka	HR-R_6	CSRN0235_002	360272	5026101	2	N 45.36859 E 14.70618	N 45.37023 E 14.67769				
31030	Akumulacija Butoniga	HR-R_17	JKRN0090_001	297970	5024461	3	N 45.32573 E 13.92176	N 45.33279 E 13.92696	N 45.32170 E 13.93425			
40103	Cetina, HE Peruča	HR-R_12	JKRN0002_009	505397	4851103	6	N 43.82191 E 16.55311	N 43.79610 E 16.59318	N 43.79944 E 16.56556	N 43.88502 E 16.46603	N 43.88526 E 16.48192	N 43.91094 E 16.46403
40107	Cetina, Pranjčevići	HR-R_12	JKRN0002_004	518620	4823660	2	N 43.56264 E 16.71759	N 43.57044 E 16.70611				
40134	Cetina, Đale	HR-R_12	JKRN0002_005	517147	4826110	0	Nema bioloških postaja, ali se mora hidromorfološki ocijeniti.					
40202	Akumulacija Štikada	HR-R_6	JKRN0061_001	444905	4906753	3	N 44.29232 E 15.81409	N 44.29232 E 15.80833	N 44.30238 E 15.81168			
40206	Opsenica, Jurjević	HR-R_10A	JKRN0146_002	432892	4914550	2	N 44.36749 E 15.66155	N 44.36935 E 15.66101				
40217	Ak. Donji Bazen, Razovac	HR-R_13	JKRN0013_001	440205	4896447	2	N 44.20496 E 15.74674	N 44.20704 E 15.74851				
40321	Akumulacija Vlačine	HR-R_16B	JKRN0092_001	414060	4891192	2	N 44.15679 E 15.42677	N 44.15368 E 15.42415				
40414	Akumulacija Brljan, Krka	HR-R_12	JKRN0005_005	463441	4874226	2	Koordinate će biti dostavljene naknadno, po terenskom obilasku u srpnju.					
40455	Ak. HE Golubić, Butišnica	HR-R_12	JKRN0033_002	477765	4884471	2						
40512	Akumulacija Ričica	HR-R_15B	JKRI0035_001	551269	4817568	2	N 43.49655 E 17.13289	N 43.51064 E 17.11986				
40514	Prološko blato	HR-R_15B	JKRN0023_001	550283	4815198	2	N 43.47435 E 17.12093	N 43.47537 E 17.10749				





## 6.2 Vrijeme provedbe monitoringa i organizacija aktivnosti

Detaljan način pripreme i provedbe hidromorfološkog monitoringa stajaćica opisan je poglavljju 3.3 ove Studije.

## 7 OPREMA KORIŠTENA ZA PROVEDBU MONITORINGA

Tehnička i terenska oprema koja se koristila tijekom provedbe hidromorfološkog monitoringa stajaćica navedena je i opisana u poglavljju 3.4. ove studije.

## 8 REZULTATI MONITORINGA

Detaljne ocjene pojedinih hidromorfoloških pokazatelja litoralne, obalne, priobalne i zaobalne zone pojedinih mikrolokacija, te hidromorfološke ocjene svih pokazatelja koji sus se ocjenjivali kao i prikaz vodnih tijela koja su obuhvaćena ovom Studijom nalaze se se u knjizi Hidromorfološki monitoring stajaćica – Hidromorfološke ocjene oznake Y1-O03.00.02-G01.2.

Navedena knjiga ima sljedeća tri priloga:

Prilog 1A: Ocjene hidromorfološkog stanja površinskih vodnih tijela prirodnih jezera i kartografski prikaz u HTRS 96 projekciji

Prilog 2A: Ocjene hidromorfološkog stanja površinskih vodnih tijela akumulacija i kartografski prikaz u HTRS 96 projekciji

Prilog 2B: Ocjene hidromorfološkog stanja površinskih vodnih tijela akumulacija i kartografski prikaz u HTRS 96 projekciji prilagođeno indeksu jezerske modifikacije obale



## LITERATURA

1. Biondić, B., Biondić, R., Meaški, H. (2010): The conceptual hydrogeological model of the Plitvice Lakes, *Geologia Croatica*, 63/2, 196-205.
2. Bioportal (2019): GIS preglednik, <http://www.bioportal.hr/gis/> (2.3.2019.)
3. Bočić, N. (2009): Plitvička jezera – tamo gdje voda prkosi kršu, <http://www.geografija.hr/hrvatska/plitvicka-jezera-tamo-gdje-voda-prkosi-krsu/> (22.1.2019.).
4. Buzjak, N., Čanjevac, I., Vučković, I., Martinić, I., Valožić, L. (2018): Geoekološka analiza parka prirode i okolice Vranskog jezera u Dalmaciji, u Rubinić, J., Ivanković, I., Bušelić, G. (ur.): Hidrologija u službi zaštite i korištenja voda te smanjenja.
5. CIS 2: Common implementation strategy for the water framework directive (2000/60/EC) Guidance Document No 2 Identification of Water Bodies.
6. Curić, Z. (1994): Donjoneeretvanski kraj. Posebna izdanja, svezak 10., Hrvatsko geografsko društvo, Zagreb.
7. Dens, L., Van Wichelen, J., Packet, J., Louette, G. (2014): Implementing ecological potential of lakes for the Water Framework Directive-Approach in Flanders (northern Belgium), *Limnologica* (45), 38 - 49.
8. EN 2016: Water quality - Guidance standard on determining the hydromorphological conditions of the lakes.
9. Environmental Protection Agency (1997): Environmental monitoring and assessment program, surface waters field operations manual for lakes, EPA/620/R-97/001, Baker, J., R., Peck, D., V., Sutton, D., W, Lockheed Environmental Systems & Technologies Co. Las Vegas, Nevada 89119.
10. Fleischhacker, T., Kern, K. (2002): Ecomorphological Survey of Large Rivers. German Institute of Hydrology.
11. Fritz, F. (1984): Postanak i starost Vranskog jezera kod Biograda na moru, *Geološki vjesnik*, 37, 231-243.
12. Geportal DGU (2018): DOF, <https://geoportal.dgu.hr/#/menu/podaci-i-servisi> (2.1.2019.)
13. Gligora Udovič, M., Kralj Borojević, K., Žutinić, P., Šipoš, L. & Plenković-Moraj, A. (2011): Net- -phytoplankton species dominance in a travertine riverine Lake Visovac, NP Krka, *Nat. Croat.*, Vol. 20, No. 2., 411–424, Zagreb
14. Habdija, I. Primc Habdija B., Plenković-Moraj A., Ternjej I, Špoljar M., Matoničkin Kepčija R., Gligora M., Kralj K., Sertić-Perić M., Žutinić P. (2011): Ekološko istraživanje površinskih kopnenih voda u Hrvatskoj prema kriterijima Okvirne direktive o vodama. PMF, Knjiga 4/1- Plankton i fiziografska, hidrogeološka, ekološka i biocenotička obilježja HRL tipova jezera u Hrvatskoj hidrografskoj mreži, Sveučilište u Zagrebu, PMF, Biološki odsjek, Zagreb. pp.1-74.
15. Hutchinson G.E. (1967): A treatise on Limnology. Vol. II: Limnoplankton. Wiley, New York.
16. Ilijanić, N., Miko, S., Hasan, O., Čupić, D., Mesić, S., Širac, S., Marković, T., Šparica Miko, M., Vlašić, A. (2015): Paleolimnološka istraživanja Baćinskih jezera - jezero Crniševo u Biondić, D., Holjević, D., Vizner, M. (ur.): 6. Hrvatska konferencija o vodama – Hrvatske vode na investicijskom valu, 437-445.
17. Kaufman, P., R., Peck, D., V., Paulsen, S., G., Seeliger, C., W., Hughes, R., M., Whittier, T., R., Kamann, N., C. (2014): Lakeshore and littoral physical habitat structure in a national lakes assessment, *Lake and Reservoir Management* (30), 192 - 215.
18. Mamužić, P. (1962-1965): OGK Šibenik, 1:100 000, list K 33-8, Redakcija i izdanje Saveznog geološkog zavoda Beograd, 1971. g.



19. Meaški, H. (2011): Model zaštite krških vodnih resursa na primjeru Nacionalnog parka „Plitvička jezera“, doktorski rad, RGN, Zagreb
20. Mihajević, Z., Plenković-Moraj, A., Kerovec, M., Mrakovčić, M., Alegro, A., Ternjej, I., Mustafić, P., Gottstein, S., Gligora Udovič, M., Lajtner, J., Kralj Borojević, K., Previšić, A., Vilenica, M., Žutinić, P. (2013): Studija testiranja bioloških metoda ocjene ekološkog stanja u jezerima dinaridske ekoregije. Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek, Zagreb, 358 str.
21. Minitarstvo zaštite okoliša i energetike (MZOE) (2019): Nacrt strategije prilagodbe klimatskim promjenama u Republici Hrvatskoj za razdoblje do 2040. godine s pogledom na 2070. godinu.
22. Narodne novine broj 96/19, Uredba o standard kakvoće voda.
23. Narodne novine broj 66/19, Zakon o vodama
24. Ostendorp, W. (2004): New approaches to integrated quality assessment of lakeshores, *Limnologica* (34), 160-166.
25. Ostendorp, W., Schmieder, K., Jöhnk, K. (2004): Assessment of human pressures and their hydromorphological impacts on lakeshores in Europe, *Ecohydrology and Hydrology* (4), 4.
26. Ostendorp, W, Ostendorp, J. (2015): Analysis of hydromorphological alterations of lakeshores for the implementation of the European Water Framework Directive (WFD) in Brandenburg (Germany), *Fundamental and Applied Limnology* (186), 4, 333-352.
27. Pedersen, M.L. , Baattrup-Pedersen, A. (2003): National monitoring programme 2003-2009. Assessment methods manual. National Environmental Research Institute of Denmark. Technical Report no. 21.
28. Peterlin, M., Urbanič, G. (2012): A Lakeshore Modification Index and its association with benthic invertebrates in alpine lakes, *Ecohydrology*.
29. Petrik, M. (1958): Prinosi hidrologiji Plitvica. – Nacionalni park Plitvička jezera: 49-172.
30. Planul national de management actualizat aferent portiunii nationale a bazinului hidrografic international al fluviului Dunarea, sinteza planurilor de management actualizate la nivel de bazine/spatii hidrografice, Ministerul mediului, apelor si padurilor, 2016
31. Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek (2013): Testiranje bioloških metoda ocjene ekološkog stanja u jezerima dinaridske ekoregije. Zagreb, 354 str.
32. RECOND - Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC) Guidance document n.o 10 River and lakes – Typology, reference conditions and classification systems; [https://circabc.europa.eu/sd/a/dce34c8d-6e3d-469a-a6f3-b733b829b691/Guidance%20No%2010%20%20references%20conditions%20inland%20waters%20%20REFCOND%20\(WG%202.3\).pdf](https://circabc.europa.eu/sd/a/dce34c8d-6e3d-469a-a6f3-b733b829b691/Guidance%20No%2010%20%20references%20conditions%20inland%20waters%20%20REFCOND%20(WG%202.3).pdf)
33. Riđanović, J. (1976): Hidrogeografske značajke Nacionalnog parka Plitvička jezera, *Geografski glasnik* 38, 246-252.
34. Riđanović, J. (1989): Prvi rezultati suvremenih hidroloških mjerenja na Plitvičkim jezerima, *Geografski glasnik* 51, 129-135.
35. Rowan, J., S., Carwardine, J., Duck, R., W., Bragg, O., M., Black, A., R., Cutler, M., E., J., Soutar, I., Boon, P. J. (2006): Development of a technique for Lake Habitat Survey (LHS) with applications for the European Union Water Framework Directive, *Aquatic conservation: marine and freshwater ecosystems* (16), 637 - 657.
36. Rowan J., S. (2008): Lake habitat survey in the United Kindgdom, Field survey guidance manual, SNIFFER, 2008.



37. Rowan, J., S., Greig, S., J., Armstrong, C., T., Smith, D., C., Tierney, D. (2012): Development of a classification and decision-support tool for assessing lake hydromorphology, *Environmental Modelling and Software* (36), 26-98.
38. Rubinić, J., Radišić, M., Güttler, I., Cindrić Kalin, K., Baković, N. (2016): Hidrološka istraživanja voda rijeke Krke – trendovi i utjecaji klimatskih promjena/varijacija, Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Rijeka.
39. Šiljeg, A. (2013): Digitalni model reljefa u analizi geomorfometrijskih parametara: primjer PP Vransko jezero (doktorski rad), PMF - Geografski odsjek, Zagreb.