

KARTIRANJE RIBLJIH ZIMOVNIKA NA DUNAVU OD BATINE DO ILOKA

Polojac, Sara

Undergraduate thesis / Završni rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Karlovac University of Applied Sciences / Veleučilište u Karlovcu**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:128:563921>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-31**



VELEUČILIŠTE U KARLOVCU
Karlovac University of Applied Sciences

Repository / Repozitorij:

[Repository of Karlovac University of Applied Sciences - Institutional Repository](#)



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJ

VELEUČILIŠTE U KARLOVCU
ODJEL LOVSTVA I ZAŠTITE PRIRODE
STUDIJ LOVSTVA I ZAŠTITE PRIRODE

SARA POLOJAC

**KARTIRANJE RIBLJIH ZIMOVNIKA NA DUNAVU OD BATINE DO
ILOKA**

ZAVRŠNI RAD

KARLOVAC, 2024.

VELEUČILIŠTE U KARLOVCU
ODJEL LOVSTVA I ZAŠTITE PRIRODE
STUDIJ LOVSTVA I ZAŠTITE PRIRODE

SARA POLOJAC

**KARTIRANJE RIBLJIH ZIMOVNIKA NA DUNAVU OD BATINE DO
ILOKA**

ZAVRŠNI RAD

Mentor:

Dr. sc. Zrinka Mesić

KARLOVAC, 2024.

Predgovor

Zahvaljujem prof. dr. sc. Miloradu Mrakovčiću, Dominiku Mihaljeviću i Matiji Kresonji na vođenju terena, prenošenja znanja i iskustva te na dobroj radnoj atmosferi.

Zahvaljujem dr. sc. Zrinki Mesić, mentorici ovog rada, na stručnim savjetima, sugestijama i usmjeravanjima tokom razdoblja sastavljanja ovog rada kao i uloženom vremenu i strpljenju. Također se zahvaljujem na kontinuiranoj podršci i svim prilikama za rast koje su mi pružene tokom školovanja.

Zahvaljujem se svojoj obitelji na cjeloživotnoj pomoći, podršci kroz cijeli studij, a pogotovo tijekom izrade ovog rada.

KARTIRANJE RIBLJIH ZIMOVNIKA NA DUNAVU OD BATINE DO ILOKA

SAŽETAK

Ovaj rad se bavi lociranjem i identifikacijom ribljih zimovnika u Dunavu na području istočne Hrvatske u cilju boljeg razumijevanja ekologije riba, njihovih navika i kretanja Dunavskim slijevom, a ponajprije radi zaštite važnih životnih staništa.

Zimovnici su najčešće udubine u riječnom koritu karakterizirane biotičkim i abiotičkim čimbenicima od kojih je najvažniji usporen protok vode koji omogućava konzervaciju energije tijekom zimskih mjeseci.

Područja odabrana na osnovu barometarskih snimki, utvrđena su na terenu pomoću sonara i kasnije obrađena u odgovarajućem software-u te finalno prikazana u QGIS-u. Od ukupno 19 pregledanih područja na 7 lokacija su identificirani aktivni zimovnici.

Ključne riječi

Ekologija riba, riblja staništa, zimovnici, riječna staništa, Dunav, lokacije

MAPPING OF THE FISH WINTERING HABITATS IN THE DANUBE RIVER FROM BATINA TO ILOK

ABSTRACT

This paper deals with the location and identification of fish wintering habitats in the eastern Croatia part of the Danube river with the aim of better understanding the ecology of fish, their habits and movements in the Danube basin, and primarily for the protection of important habitats.

Wintering habitats are most often depressions in the river bed characterized by biotic and abiotic factors, the most important of which is the slower water flow that enables energy conservation during the winter months.

Areas selected on the basis of barometric recordings were determined in the field using sonar recordings, later processed with the appropriate software and finally displayed in QGIS. Out of a total of 19 investigated areas, active wintering sites were identified in 7 locations.

Key Words

Fish ecology, fish habitats, wintering habitats, river habitats, Danube river, locations

SADRŽAJ

1. UVOD	1
1.1. Dunav u Hrvatskoj	1
1.2. Ihtiofauna Dunava	3
1.3. Životne navike riba u zimskim mjesecima	6
1.4. Sonar, definicija i primjena	7
2. MATERIJALI I METODE	10
2.1. Odabir lokacija	10
2.2. Terenski rad	10
2.3. Obrada podataka	14
3. REZULTATI	16
3.1. Hidrološki uvjeti tijekom istraživanja	20
4. RASPRAVA	23
5. ZAKLJUČAK	28
6. LITERATURA	30
7. PRILOZI	32

POPIS PRILOGA

Popis slika

Slika 1. Rasprostranjenost rijeke Dunav u Hrvatskoj, označeno crvenom (Foto: Bassin du Danube, 2022)	2
Slika 2. Prikaz brzine strujanja vode u riječnom koritu, zbog frikcije sa tlom usporava se protok na obali i na predjelu dna dok dio toka u dodiru sa zrakom posjeduje najbrže strujanje (foto: Courter, 2020)	6
Slika 3. Princip rada sonara (foto: Knowlede universe online, 2024).....	8
Slika 4. Prikaz rezultata snimanja olupine broda sa dva različita sonarska sistema i napredak, Gornje slike-bočno snimanje, donje slike-više zračni sustav (Foto: NOAA, 2022)	9
Slika 5. Prikaz unaprijed određenih poligona, te naknadno označene snimljene lokacije u QGIS-u.....	11
Slika 6. Položaj sonde na stražnjem kraju čamca.....	12
Slika 7. Prikaz vidljivosti snimanja na terenu, dobar primjerak zimovnika s obzirom na vidno zadovoljavajuću promjenu dubine i veći broj zabilježenih jedinki unutar udubine.....	13
Slika 8. Prikaz unaprijed odabranog poligona i način snimanja aktivnog zimovnika u QGIS-u,	13
Slika 9. Prikaz rada u programu Sonar TRX.....	14
Slika 10. Prikaz lokacija u QGIS-u, bojom označena prisutnost zimovnika (zeleno-aktivni zimovnici, crveno- sva ostala snimljena područja sa višom ili manjom vjerojatnošću prisutnosti zimovnika).....	15
Slika 11. Prikaz zimovnika na području Dunava od Batine do Iloka, primjetna koncentracija staništa na područjima većeg meandriranja toka.....	18
Slika 13. Prikaz lošije snimljenog lokaliteta, crvenom su označena preklapanja koja otežavaju čitanje snimka.....	24
Slika 12. Prikaz dobro snimljenog lokaliteta, snimanje mrežnom metodom.....	24
Slika 14. Prikaz jata manjih jedinki, vrlo otežano točno prebrojavanje s obzirom na prikaz ..	25
Slika 15. Razlika u čitanju snimke među vrstama snimanja, gornja slika-down imaging, izgleda kao potencijalno jato riba. Donja slika-side scan snimka potvrđuje da je riječ o granju. (primjer iz zimovnika z_003)	26
Slika 16. Prikaz ribe (označeno crveno) na snimci, pozadinske smetnje mogu izgledati kao manje jedinke no u ovom slučaju nisu	27
Slika 17. Karta i 3D prikaz lokaliteta z_001	32

Slika 18. Prikaz pozicije lokaliteta z_002	33
Slika 19. Karta i 3D prikaz lokaliteta z_003	34
Slika 20. Karta i 3D prikaz lokaliteta z_004	35
Slika 21. Karta i 3D prikaz lokaliteta z_005	36
Slika 22. Karta i 3D prikaz lokaliteta z_006	37
Slika 23. Karta i 3D prikaz lokaliteta z_007	38
Slika 24. Prikaz pozicije lokaliteta z_008	39
Slika 25. Prikaz pozicije lokaliteta z_009	40
Slika 26. Karta i 3D prikaz lokaliteta z_010	41
Slika 27. Prikaz pozicije lokaliteta z_011	42
Slika 28. Karta i 3D prikaz lokaliteta z_012	43
Slika 29. Karta i 3D prikaz lokaliteta z_013	44
Slika 30. Karta i 3D prikaz lokaliteta z_014	45
Slika 31. Karta i 3D prikaz lokaliteta z_015	46
Slika 32. Prikaz pozicije lokaliteta z_016	47
Slika 33. Prikaz pozicije lokaliteta z_017	48
Slika 34. Karta i 3D prikaz lokaliteta z_018	49
Slika 35. Karta i 3D prikaz lokaliteta z_019	50

Popis tablica

Tablica 1. Popis endemskih vrsta Dunavskog slika (Ištvančić, 2020).....	3
Tablica 2. Popis vrsta riba u Dunavu (Ištvančić, 2020)	4
Tablica 3. Raspored dana snimanja i snimljene lokacije.....	12
Tablica 4. Prikaz rezultata snimanja zimovnika.....	18
Tablica 5. Raspored zimovnika najbližim mjernim postajama i promjene vodostaja u vrijeme snimanja svake	20
Tablica 6. Podaci o lokalitetu z_001	32
Tablica 7. Podaci o lokalitetu z_002	33
Tablica 8. Podaci o lokalitetu z_003	34
Tablica 9. Podaci o lokalitetu z_004	35
Tablica 10. Podaci o lokalitetu z_005	36

Tablica 11. Podaci o lokalitetu z_006	37
Tablica 12. Podaci o lokalitetu z_007	38
Tablica 13. Podaci o lokalitetu z_008	39
Tablica 14. Podaci o lokalitetu z_009	40
Tablica 15. Podaci o lokalitetu z_010	41
Tablica 16. Podaci o lokalitetu z_011	42
Tablica 17. Podaci o lokalitetu z_012	43
Tablica 18. Podaci o lokalitetu z_013	44
Tablica 19. Podaci o lokalitetu z_014	45
Tablica 20. Podaci o lokalitetu z_015	46
Tablica 21. Podaci o lokalitetu z_016	47
Tablica 22. Podaci o lokalitetu z_017	48
Tablica 23. Podaci o lokalitetu z_018	49
Tablica 24. Podaci o lokalitetu z_019	50

Popis grafičkih prikaza

Grafički prikaz 2. Promjene u vodostaju na mjernoj postaji Batina (5170) od 19. do 21. veljače	22
Grafički prikaz 1. Promjene u vodostaju na mjernoj postaji Ilok-most (5224) od 19. do 21. veljače.....	22

1. UVOD

„Stanište (biotop, habitat), osnovna topografska i ekološka jedinica životnoga prostora (biosfere); uže životno područje u kojem postoje životni uvjeti za određeni broj biljnih i životinjskih vrsta, koje tvore životnu zajednicu (biocenozu),, (LEKSIKOGRAFSKI ZAVOD MIROSLAV KRLEŽA, 2013-2014.).

Zaštita prirode bavi se očuvanjem bioraznolikosti, georaznolikosti i krajobrazne raznolikosti pomoću ostvarenja zaštićenih dijelova prirode, a temeljni korak ka zaštiti područja jest istraživanje i točno definiranje ciljanih staništa (HRVATSKI SABOR, 2013). U slučaju ribljih zimovnika traže se udubine u riječnom koritu koje su okarakterizirane usporenim protokom vode što ribama omogućava mirovanje tokom zimskih mjeseci (SUCIU, ET AL., 2021).

U ovom istraživačkom radu primijenjena je metodologija koja koristi suvremene tehnologije (primjenjive i za druga slična staništa) za istraživanje ribljih zimovnika. Korištenje modernih pomagala omogućuje ubrzanje procesa istraživanja te pruža preciznije i pouzdanije podatke.

Rad je strukturiran u četiri cjeline, pri čemu prva analizira karakteristike staništa, vrste riba područja te životne navike i opću primjenu sonara u istraživanjima. Nakon toga slijedi detaljni prikaz metodologije istraživanja, dok se u završnim dijelovima prezentiraju rezultati, nedostaci istraživanja i zaključci.

1.1. Dunav u Hrvatskoj

Dunav je druga najduža europska rijeka, te ga kao tekućicu možemo podijeliti na tri cjeline; gornji, srednji i donji tok slijeva, a po obilježjima faune riba na pet zona, a to su: zona pastrve, zona lipljena, zona mreke, zona deverike i zona bočatih voda.

Na području Hrvatske prostire se srednji tok Dunava poznat kao zona deverike, koja se izdvaja po svojim specifičnim karakteristikama. To područje obilježava niža brzina vode, prisutnost sitnijeg supstrata, veće oscilacije temperature te manji udio kisika s višom koncentracijom ugljičnog dioksida čineći ga pogodnim životnim prostorom za veću raznolikost

život svijeta. Karakteristične vrste ribe koje nalazimo u zoni deverike uz samu deveriku (*Abramis brama*) su šaran (*Cyprinus carpio*), som (*Silurus glanis*), štika (*Esox lucius*), grgeč (*Perca fluviatilis*), linjak (*Tinca tinca*) i druge (KEROVEC, 1988).

U Hrvatskoj, duljina Dunavskog toka iznosi 137,5 km, prostirući se od Batine do Iloka (Slika 1). Slijev ulazi iz Mađarske te stvara granično područje sa Srbijom. Glavne pritoke čine Karašica, Vuka i Drava. Na baranjskom području pronalazimo specifičan reljef okarakteriziran mrtvacima, rukavcima, otocima i pješćanim sprudovima dok između Šarengrada i Iloka nailazimo na gotovo pravocrtan tok. Također je vidljiva jaka asimetrija između poplavnih ravnica na lijevoj obali i strmih lesnih litica na desnoj (OZIMEC, ET AL., 2010).



Slika 1. Rasprostranjenost rijeke Dunav u Hrvatskoj, označeno crvenom (Foto: Bassin du Danube, 2022)

Od sedimenta na području Hrvatske najzastupljeniji je sitni materijal koji zauzima najveću površinu od 67% dok pijesak zauzima 29%, ostali manje prisutni sedimenti su šljunak (5%) i stijene (2%) (OPAČAK, ET AL., 2010).

Srednji protoci Dunava u Hrvatskoj kreću se od oko 2300 m³/s do oko 2900 m³/s, dok srednji maksimalni godišnji protoci se kreću od 4800 m³/s do 5400 m³/s. Maksimalni vodostaj rijeke zabilježeni su u ljetnim mjesecima izrazito lipnju, a glavni minimum javlja se u siječnju (MATKOVIĆ, ET AL., 2019).

Temperatura vode može služiti kao indikator kvalitete akvatičkih ekosustava jer se na odnosu o temperaturi odvijaju fizikalni i biokemijski procesi u vodi. Srednja godišnja vrijednost temperature vode Dunava iznosi TV=12,6°C utvrđeno mjerenjima od 2002.-2005. godine dok

je mjerenjima 2003. godine zabilježena maksimalna godišnja temperatura vode, $T_V=25,5^{\circ}\text{C}$ (TADIĆ, ET AL., 2011).

1.2. Ihtiofauna Dunava

Ribe se smatraju najbrojnijom, no i najslabije istraženom skupinom kralješnjaka unatoč njihovoj prepoznatoj važnosti. Unutar ekosustava ribe povezuju trofičke lance, recikliraju nutrijente, predstavljaju veliki udio biomase, prenose ugljik i minerale te doprinose prijenosu ugljika iz vode u atmosferu. Osim ekološke važnosti unutar ekosustava prepoznajemo društvene, rekreacijske i ekonomske značajke. Budući da ribe predstavljaju važan izvor proteina za čovjeka, pronalazimo vrlo unosnu svjetsku prehrambenu industriju. Ulogu pronalazimo u društvenim i rekreacijskim sektorima kao što su sportski i amaterski ribolov te akvaristika, no važnost riba prepoznata je i u istraživanjima. Koriste se u raznim područjima zahvaljujući svojoj brojnosti tj. varijacijama (ČALETA, ET AL., 2015).

Hrvatska slatkovodna ihtiofauna broji oko 150 vrsta riba te se nalazi na drugom mjestu po raznolikosti ihtiofaune u Europi, posebice zahvaljujući endemičnim vrstama. Zaslužnost tolikog broja vrsta proizlazi iz geografskog položaja tj. prisutnosti dva slijeva, a to su Crnomorski (dunavski) i Jadranski slijev (DUPLIĆ, 2008). Na hrvatskom predjelu rijeke Dunav pronalazimo 81 vrstu (Tablica 1), od kojih su 8 endemi Dunavskog sliva (Tablica 2) te 18 stranih vrsta. Čak 46% vrsta spada pod neku od kategorija ugroženosti (IŠTVANIĆ, 2020). U nastavku se nalazi tablica sa popisom svih ribljih vrsta koje se mogu naći na području Dunava u Hrvatskoj sa latinskim i hrvatskim nazivima kao i popis izdvojenih endemskih vrsta područja tj. vrsta koje nalazimo samo u Dunavskom slivu (Tablica 1 i 2).

Tablica 1. Popis endemskih vrsta Dunavskog sliva (Ištvančić, 2020)

ZNANSTVENI NAZIV	HRVATSKI NAZIV
<i>Eudontomyzon vladkovi</i>	dunavska paklara
<i>Cobitis elongata</i>	veliki vijun
<i>Gobio obtusirostris</i>	dunavska krkuša
<i>Romanogobio uranoscopus</i>	tankorepa krkuša
<i>Romanogobio vladkovi</i>	bjeloperajna krkuša
<i>Alburnus sava</i>	velika pliska
<i>Rutilus virgo</i>	plotica

<i>Hucho hucho</i>	mladica
<i>Gymnocephalus schraetzer</i>	prugasti balavac

Tablica 2. Popis vrsta riba u Dunavu (Ištvančić, 2020)

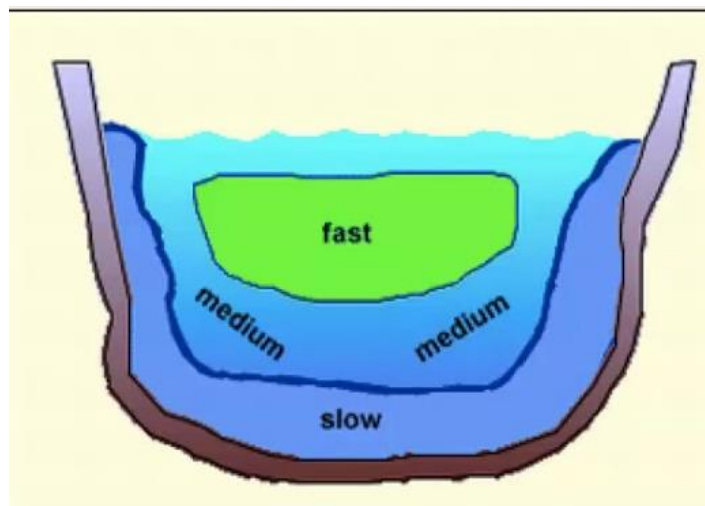
Znanstveni naziv	Hrvatski naziv
<i>Eudontomyzon vladykovi</i>	dunavska paklara
<i>Acipenser gueldenstaedtii</i>	obična jesetra
<i>Acipenser nudiiventris</i>	sim
<i>Acipenser ruthenus</i>	kečiga
<i>Acipenser stellatus</i>	pastruga
<i>Acipenser sturio</i>	atlantska jesetra
<i>Huso huso</i>	moruna
<i>Polyodon spathula</i>	američka veslokljunka
<i>Anguilla anguilla</i>	jegulja
<i>Alosa immaculata</i>	dunavska haringa
<i>Cobitis elongata</i>	veliki vijun
<i>Cobitis elongatoides</i>	vijun
<i>Misgurnus fossilis</i>	piškur
<i>Sabanajewia balcanica</i>	zlatni vijun
<i>Rhodeus amarus</i>	gavčica
<i>Barbatula barbatula</i>	brkica
<i>Barbus balcanicus</i>	pjegava mrena
<i>Barbus barbus</i>	mrena
<i>Carassius auratus</i>	zlatna ribica
<i>Carassius carassius</i>	karas
<i>Carassius gibelio</i>	babuška
<i>Cyprinus carpio</i>	šaran
<i>Gobio obtusirostris</i>	dunavska krkuša
<i>Pseudorasbora parva</i>	bezribica
<i>Romanogobio kessleri</i>	Keslerova krkuša
<i>Romanogobio uranoscopus</i>	tankorepa krkuša
<i>Romanogobio vladykovi</i>	bjeloperajna krkuša
<i>Abramis brama</i>	deverika
<i>Alburnoides bipunctatus</i>	dvoprugasta uklija
<i>Alburnus alburnus</i>	uklija
<i>Ballerus ballerus</i>	kosalj
<i>Ballerus sapa</i>	crnooka deverika

<i>Blicca bjoerkna</i>	krupatica
<i>Chondrostoma nasus</i>	podust
<i>Leucaspis delineatus</i>	bjelica
<i>Leuciscus aspius</i>	bolen
<i>Leuciscus idus</i>	jez
<i>Leuciscus leuciscus</i>	klenić
<i>Pelecus cultratus</i>	sabljarka
<i>Phoxinus lumaireul</i>	pijor
<i>Rutilus rutilus</i>	bodorka
<i>Rutilus virgo</i>	plotica
<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	crvenperka
<i>Squalius cephalus</i>	obični klen
<i>Vimba vimba</i>	nosara
<i>Tinca tinca</i>	linjak
<i>Ctenopharyngodon idella</i>	amur
<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	bijeli glavaš
<i>Hypophthalmichthys nobilis</i>	sivi glavaš
<i>Silurus glanis</i>	som
<i>Clarias gariepinus</i>	afrički som
<i>Ameiurus melas</i>	crni somić
<i>Ameiurus nebulosus</i>	smeđi somić
<i>Esox lucius</i>	štuka
<i>Umbra krameri</i>	crnka
<i>Hucho hucho</i>	mladica
<i>Salmo trutta</i>	potočna pastrva
<i>Salmo labrax</i>	dunavska pastrva
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	kalifornijska pastrva
<i>Thymallus thymallus</i>	lipljen
<i>Lota lota</i>	manjić
<i>Babka gymnotrachelus</i>	glavočić trkač
<i>Neogobius fluviatilis</i>	riječni glavočić
<i>Neogobius melanostomus</i>	glavočić okrugljak
<i>Ponticola kessleri</i>	keslerov glavočić
<i>Proterorhinus semilunaris</i>	mramorasti glavočić
<i>Gambusia holbrooki</i>	gambuzija
<i>Poecilia reticulata</i>	gupi
<i>Cottus gobio</i>	peš
<i>Morone saxatilis x M. chrysops</i>	hibridni grgeč
<i>Lepomis gibbosus</i>	sunčanica
<i>Micropterus salmoides</i>	pastrvski grgeč
<i>Gymnocephalus baloni</i>	balonijev balavac
<i>Gymnocephalus cernua</i>	obični balavac

<i>Gymnocephalus schraetser</i>	prugasti balavac
<i>Perca fluviatilis</i>	grgeč
<i>Sander lucioperca</i>	smuđ
<i>Sander volgensis</i>	smuđ kamenjak
<i>Zingel streber</i>	mali vretenac
<i>Zingel zingel</i>	veliki vretenac
<i>Gasterosteus aculeatus</i>	koljuška

1.3. Životne navike riba u zimskim mjesecima

Kako bi se pravilno odvijali životni ciklusi migratornih vrsta riba potrebno je zadovoljiti stanišne uvjete. Svaki segment ciklusa zahtjeva posebne biotičke i abiotičke čimbenike te samim time struktura staništa za svako razdoblje se iole razlikuje jedno od drugog, po brzini vode, vrsti i kakvoći supstrata, količini kisika, temperaturi, dostupnosti hrane i sl. Staništa za mrijest i hranjenje razlikuju se ovisno o vrsti ribe, no zimovnici su često univerzalno važna područja koje koriste mnoge vrste riba (SUCIU, ET AL., 2021). Za razliku od zime u jezerima i ribnjacima, strujanje vode u tekućicama je izazov za ribe koje pokušavaju pronaći stabilna zimska staništa (PERSHYN, 2024). Najčešće su to najdublji dijelovi rijeke kroz koje se protok vode usporava (Slika 2), omogućujući ribama mirovanje kako bi se uštedila prijeko potrebna energija za vrijeme zimskih mjeseci (SUCIU, ET AL., 2021).



Slika 2. Prikaz brzine strujanja vode u riječnom koritu, zbog frikcije sa tlom usporava se protok na obali i na predjelu dna dok dio toka u dodiru sa zrakom posjeduje najbrže strujanje (foto: Courter, 2020)

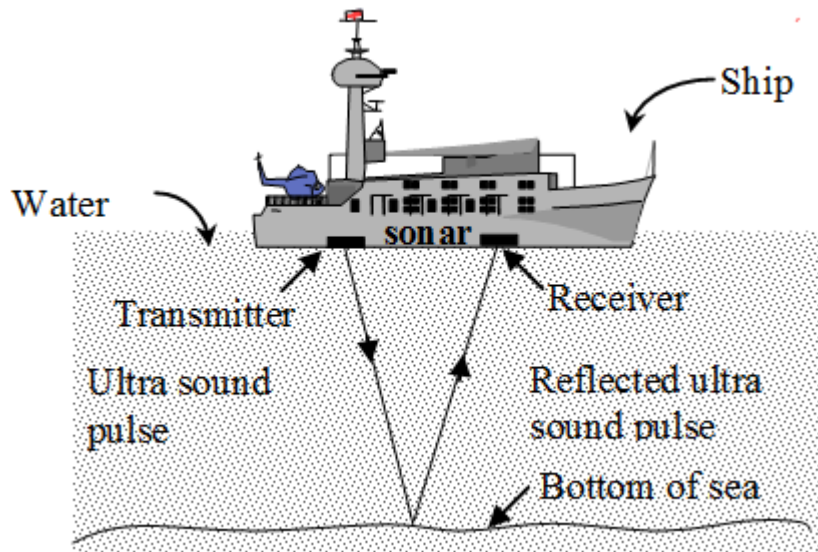
Zbog hladnih temperatura vode, metabolizam riba usporava, što je učinkovit mehanizam preživljavanja s obzirom na smanjenu dostupnost hrane. Hrana se probavlja sporije i traje dulje, a rast riba gotovo potpuno prestaje tokom zimskih mjeseci kada se napori usmjeruju ka preživljavanju teških uvjeta tj. smanjenje troška energije (PERSHYN, 2024). Riba su poikilotermni organizmi koji poprimaju temperaturu vode u kojoj se nalaze te stoga je važno pronaći područja sa zadovoljavajućom temperaturom kako ne bi došlo do pareze (djelomične uzetosti) te na posljetku i uginuća. Kretanje se smanjuje na minimalne potrebe kao što je pokretanje peraja radi održavanje ravnoteže i ulov hrane, sve usiljene kretanje brzo povećavaju količinu mliječne kiseline u krvi stvarajući rizik za preživljavanje (FIJAN, 1965).

1.4. Sonar, definicija i primjena

Sonar (hrv. dubinomjer) dolazi od skraćenice engleskog naziva Sound navigation and ranging, a to je uređaj koji se koristi za podvodno istraživanje i kartiranje. Za razliku od površinskih istraživanja gdje se koriste radari i svjetlosni valovi zbog daljeg prodora zvučnih valova u podvodnom okruženju preferira se upotreba sonara. Primarno se koristi za izradu pomorskih karata, mapiranje morskog dna, lociranje objekata, a ribolovci ga koriste i za pronalazak ribe. Postoje dvije različite vrste od kojih aktivni emitira vlastite akustične signale koji se odbijaju o površinu predmeta pri čemu transduktor računa jačinu vraćenog signala i očitava sliku dok pasivni sonar ne emitira vlastite signale već samo prima nadolazeće i koristi se primarno za slušanje. Primjeri aktivnih sonarskih sustava uključuju više zračni sonar (multibeam), bočno skeniranje (side-scan), podijeljeni snop (split beam), profiliranje ispod dna (sub-bottom profiling) i sonar sa sintetičkom aparaturom (synthetic aperture sonar). Odabir sustava ovisi o potrebama istraživanja te se mogu koristiti i kombinirano ((NOAA, 2023) (Slika 4).

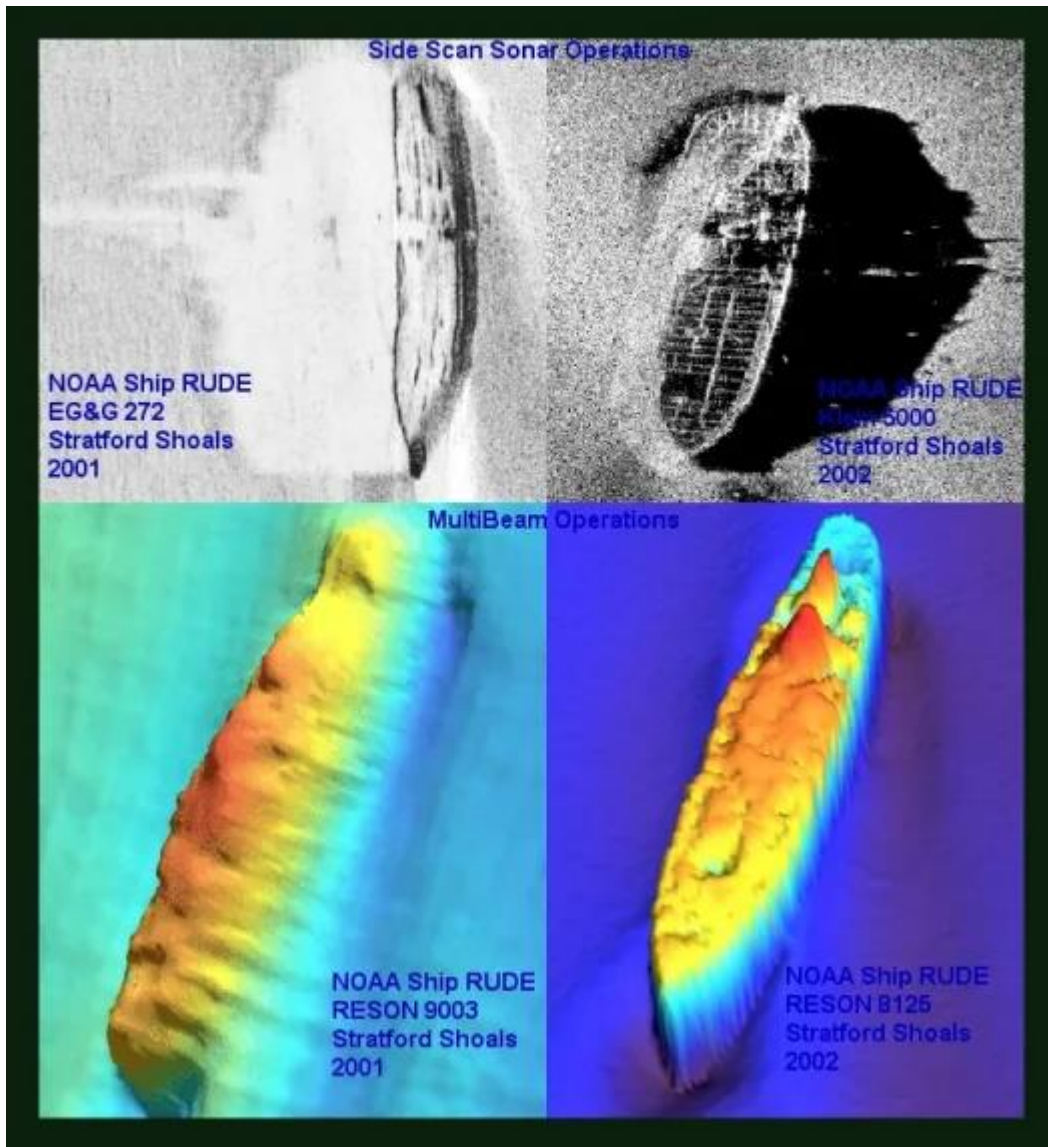
Koncept rada sonara tj. raspon odjeka kojim se udaljenost do objekta određuje mjerenjem vremenskog kašnjenja do odjeka od tog objekta (Slika 3) prepoznat još od 17. stoljeća no dva glavna događaja koja su najviše pridonijela razvoju sonarske tehnologije bili su potonuća Titanika i osjećaj hitnosti tijekom Prvog svjetskog rata nakon što je Njemačka pokazala ratnu snagu sa U-Boot podmornicama. Prvi radeći aktivni sonar napravio je

Kanađanin Boyle 1918, a pojam sonar prijašnje poznat kao asdics (Anti-Submarine Division) nastao je tokom Drugog svjetskog rata u kojem je igrao veliku ulogu.



Slika 3. Princip rada sonara (foto: Knowlede universe online, 2024)

U međuratnom stanju mnogi inženjeri preusmjerili su se na pomorsku sigurnost i ribarstvo, no princip akustičnog odjeka koristio se i za mjerenje dubine vode. S boljim razumijevanjem tehnologije došle su promjene i u akustičnoj oceanografiji, pomorskoj arheologiji i istraživanju dubokog mora, klasifikacijom i kartiranjem morskog dna, morske flore i faune, praćenjem vremena i klime, te izradom visoko rezolucijskih akustičnih slika. Upotreba sonara u znanstvenim istraživanjima iako i prije prisutna postala je popularnijom s dolaskom računalnog doba krajem 20. stoljeća (AINSLIE, 2010).



Slika 4. Prikaz rezultata snimanja olupine broda sa dva različita sonarska sistema i napredak, Gornje slike-bočno snimanje, donje slike-više zračni sustav (Foto: NOAA, 2022)

2. MATERIJALI I METODE

Riječni uvjeti osiguravaju nepreglednost staništa te samim time potrebno je koristiti se raznim pomagalima kao što su satelitske snimke, karte, podvodne kamere, sonari, čamci, ronilačka oprema i sl., a uz fizičku opremu potrebno je i radno iskustvo te poznavanje ihtiologije i hidrologije (JOO, ET AL., 2023).

2.1. Odabir lokacija

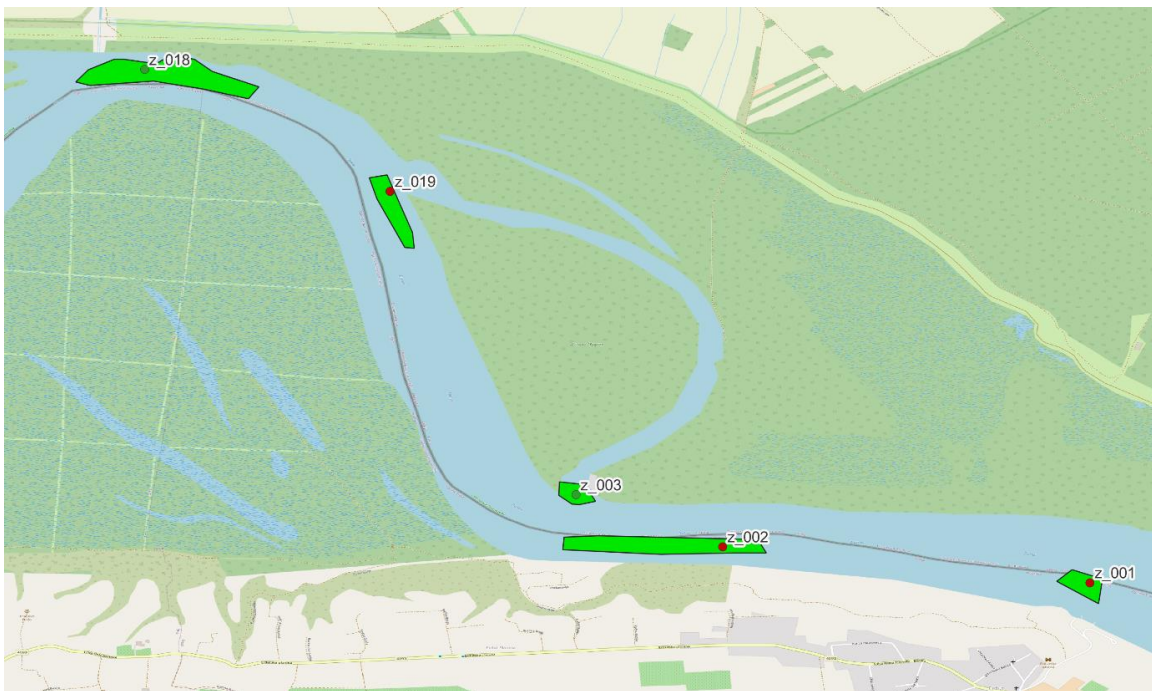
S obzirom na poznate parametre potrebne za postojanje staništa, u ovom slučaju zimovnika, radi se digitalna (ili pomoću fizičkih karata) analiza područja. Pomoću batimetrijskih snimki odabiru se najdublja područja, a od njih se dodatno sužava izbor na ona sa zadovoljavajućom morfologijom (nagli pad dubine, udubine koje odstupaju od prosječne dubine korita barem 10 metara). To su uglavnom rubne lokacije blizu obale, uz meandre i područja uz rukavce rijeke (SUCIU, ET AL., 2021). Sa prijašnjim terenskim iskustvom dobra pretpostavka se može napraviti i s obzirom na izgled površine vode (nerijetko vrtloženje površinske vode nad i okolo zimovnika zbog protoka vode). Na temelju analize batimetrijske karte odabrano je 31 područje te je za svaku lokaciju određena vjerojatnost postojanja aktivnog zimovnika na području (4 stupnja vjerojatnosti- mala, srednja, velika i vrlo velika vjerojatnost). Izbor je dodatno sužen na 19 područja tijekom terenskog snimanja zbog pozicija određenih lokaliteta, prijašnjeg iskustva i analiziranih šansi postojanosti staništa.

2.2. Terenski rad

Snimanje područja sa potencijalnim zimovnicima je bio u periodu od 19.- 21. veljače 2024. godine. Od unaprijed definiranih 31 lokacija s obzirom na terenske uvjete i procjenu voditelja istraživanja pregledano je 19 lokacija.

Temperatura zraka tokom tri dana dosegla je i do 14°C što je visoko za drugi mjesec, no temperatura vode zadržala se na 7.5°C te se mogao očekivati pronalazak riba unutar zimovnika bez obzira na relativno visoku temperaturu zraka.

S obzirom da su točke neravnomjerno raspoređene od Batine do Iloka bilo je potrebno odrediti ulazne točke za čamac (tj. pronaći lokacije koje su omogućavale pristup vozilom i sigurno spuštanje čamca i opreme na vodu). U ovom slučaju korišten je gumeni čamac dužine 3,4 m, te četverotaktni Mercury motor jačine 5 KS, oba izbora pokazala su se izazovnim za manevriranje s obzirom na jačinu strujanja vode rijeke Dunava. Sonda je postavljena na zadnji kraj čamca pokraj motora zbog najlakšeg upravljanja (dizanje i spuštanje sonde pri prilazu željenoj lokaciji snimanja), (Slika 6).



Slika 5. Prikaz unaprijed određenih poligona, te naknadno označene snimljene lokacije u QGIS-u



Slika 6. Položaj sonde na stražnjem kraju čamca

Pri prilazu željenoj lokaciji, označava se točka na GPS-u i sonarska sonda spušta se u vodu te započinje snimanje područja, a pri završetku se vadi natrag na površinu i prekida se snimanje kako bi snimke lokacija bile odvojene (Slika 5). Prilikom snimanja cijeli lokalitet potrebno je proći u što širem i detaljnijem luku kako bi snimak bio što kvalitetniji (poželjno raditi „grid pattern“ tj snimanje mrežnim uzorkom), (Slika 7). Terenski uvjeti (jaka strujanja Dunava i mala snaga motora) otežali su proces snimanja, te se grid snimanje dokazalo kao komplicirana metoda, stoga je prvo napravljena brza procjena lokaliteta. Lokacije koje su pokazale obećavajuće batimetrijske karakteristike i prisutnost riba snimljene su što je detaljnije bilo moguće dok one koje nisu zadovoljavale uvjete, snimljene su preliminarno kako bi se uštedilo na vremenu (Slika 7).

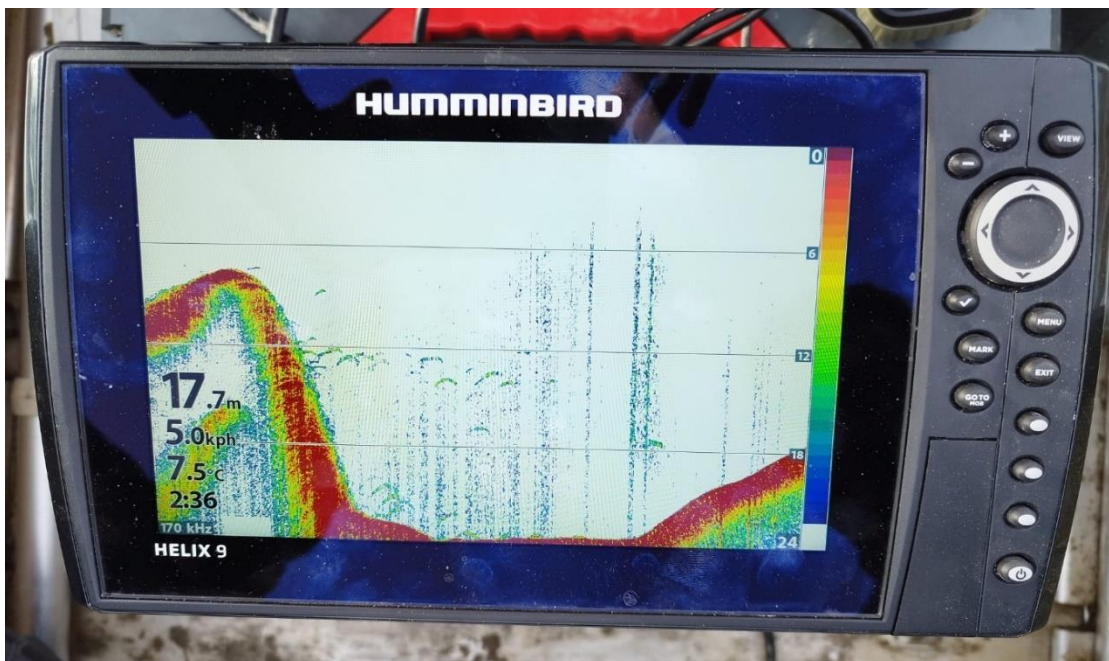
Tokom prvog dana (19. veljače 2024.) obrađene su 3 lokacije, drugi dan (20. veljače 2024.) 6 lokacija te treći (21. veljače 2024.) 10 lokacija s obzirom na težinu prilaza i raspoređenost točaka (Tablica 3).

Tablica 3. Raspored dana snimanja i snimljene lokacije

DATUM SNIMANJA	BROJ I NAZIV SNIMLJENIH LOKACIJA
19.02.2024.	3 (z_001, z_002, z_003)
20.02.2024.	6 (z_004, z_005, z_006, z_007, z_008, z_009)
21.02.2024.	10 (z_010, z_011, z_012, z_013, z_014, z_015, z_016, z_017, z_018, z_019)



Slika 8. Prikaz unaprijed odabranog poligona i način snimanja aktivnog zimovnika u QGIS-u,

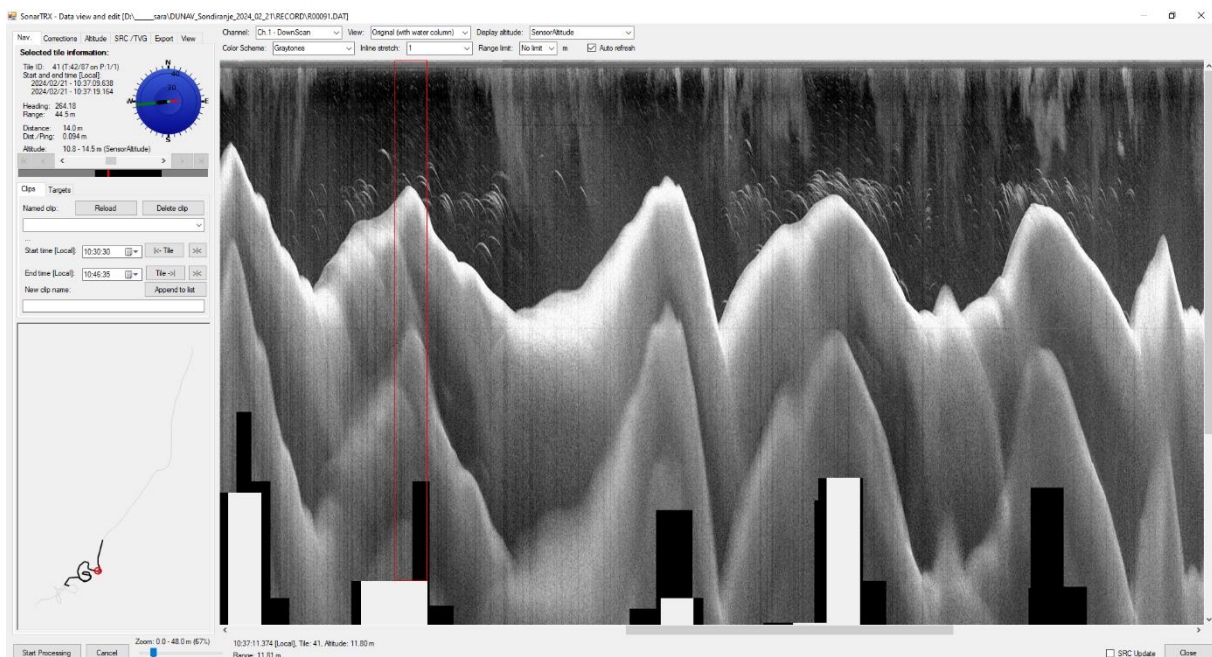


Slika 7. Prikaz vidljivosti snimanja na terenu, dobar primjerak zimovnika s obzirom na vidno zadovoljavajuću promjenu dubine i veći broj zabilježenih jedinki unutar udubine

2.3. Obrada podataka

Za obradu podataka korišteni su:

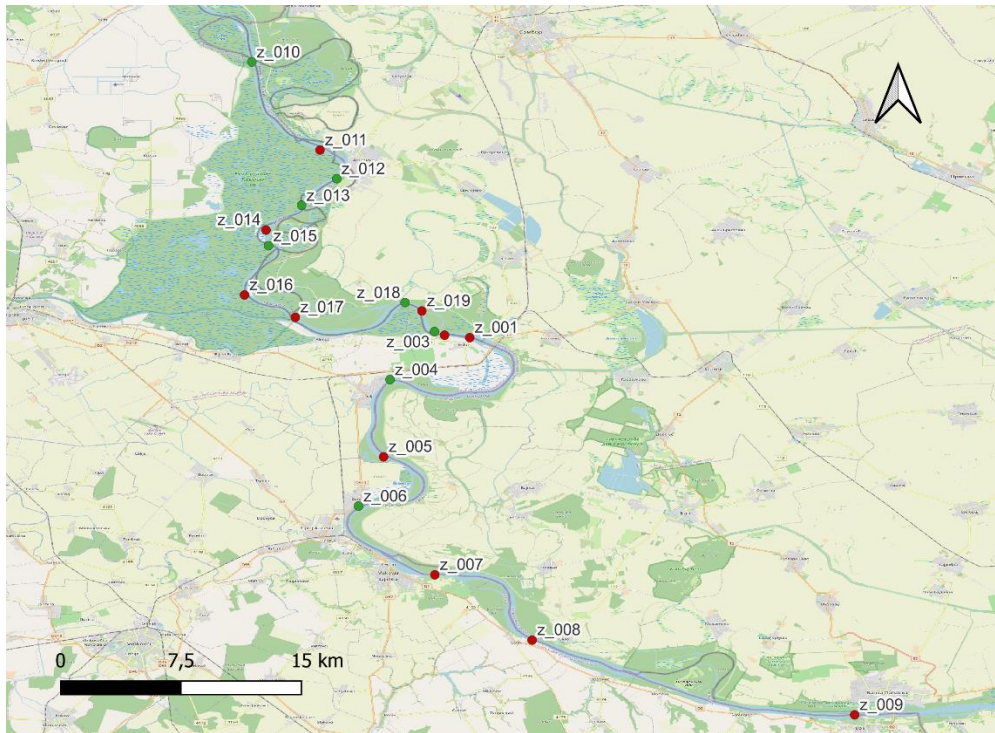
1. qGIS (3.26.3.): za izradu karata i obradu podataka o putanjama snimanja (gpgk i shp formati)
2. Humminbird AutoChart (v2.300): za izradu 3D modela batimetrijskog prikaza lokaliteta
3. Sonar TRX pro (x64): korišten je za pretvaranje datoteka linija snimanja u format prihvatljiv za qGIS (shp datoteke) te za analizu prisutnosti jedinki na snimkama tj. prebrojavanje riba.
4. Microsoft Excel (2013): za izradu tablica zabilježenih podataka



Slika 9. Prikaz rada u programu Sonar TRX

Provedena je analiza snimaka tj. pregled dubina na lokalitetu i broja jedinki u pojedinim lokalitetima na temelju čega se donosio zaključak o aktivnosti zimovnika tj. o tome koriste li ribe područje kao zimovnik. Nakon pronalaska zimovnika izvršena je izrada karata koje prikazuju točne lokacije staništa (Slika 10). Za potrebe analize i vizualizacije prikupljenih podataka koristio se GIS (Geografski Informacijski Sustav). GIS omogućava integraciju različitih slojeva informacija, čime se stvara sveobuhvatan pregled područja. Dodatna stavka bila je i izrada trodimenzionalnih prikaza zimovnika (na lokacijama na kojima je kvaliteta snimka to dopuštala) pomoću sonarovog Humminbird software-a i Autochart opcije snimanja.

Za prebrojavanje jedinki po lokacijama korišten je program Sonar TRX koji omogućava pregled svih podataka snimljenih pomoću sonara (Slika 9). Sa prikupljenim podacima izrađeni su obrasci za sve snimljene lokacije koji sadrže ključne informacije o lokalitetu, a iz njih se može iščitati opis područja (geomorfološka obilježja korita), točne koordinate zimovnika, parametri poput raspona dubine, broja zabilježenih jedinki, popratni komentari i sam status lokaliteta (prisustvo staništa zimovnika).



Slika 10. Prikaz lokacija u QGIS-u, bojom označena prisutnost zimovnika (zeleno-aktivni zimovnici, crveno- sva ostala snimljena područja sa višom ili manjom vjerojatnošću prisutnosti zimovnika)

3. REZULTATI

Od ukupno 19 pregledanih područja na 7 lokacija su identificirani aktivni zimovnici (Tablica 4, Slika 11). Raspoređenost aktivnih lokaliteta je primjetno koncentrirana na zahvatima povećanog meandriranja rijeke.

U nastavku su kratko opisane utvrđene karakteristike svih snimljenih lokacija:

1. lokacija: z_001, zabilježena je morfološka struktura korita koja ima dovoljnu razliku u dubini, ali zabilježene jedinke riba ne koriste udubinu u koritu (Slika 17, Tablica 6).
2. lokacija: z_002 pokazalo se kao obećavajuće stanište zbog dodatne dubine i dobre geomorfologije, no sve zabilježene jedinke kao i na prvoj lokaciji nalazile su se van udubine (Slika 18, Tablica 7).
3. lokacija: z_003 je prvi zabilježen aktivan zimovnik. Područje je snimano dva puta tokom prvog i zadnjeg dana. Prilikom obrade snimaka bilo je teško razlučiti jedinke od potonulog granja te je procijenjen broj jedinki od 10 do 20 (Slika 19, Tablica 8).
4. lokacija: z_004 je reprezentativan lokalitet zimovnika, na sonarskoj snimci (slika 7) može se primijetiti od 10 do 15 većih jedinki, no područje nije dobro snimljeno, te stoga potpuna procjena broja nije moguća (Slika 20, Tablica 9).
5. lokacija: z_005 iako posjeduje zadovoljavajuće parametre nije aktivno stanište, sve snimljene jedinke pronađene su van udubine (Slika 21, Tablica 10).
6. lokacija: z_006, na desnoj strani meandra nalazi se duža brazda, iako područje nije snimljeno do kraja, procijenjeno je 20-30 jedinki riba sa zadovoljavajućom dubinom od 20,5 metara čineći z_006 aktivnim zimovnikom (Slika 22, Tablica 11).
7. lokacija: z_007 ne posjeduje zadovoljavajuće karakteristike staništa, te pronađene jedinke riba nisu snimljene u očekivanim pozicijama (Slika 23, Tablica 12).
8. lokacija: z_008 nije dobro snimljena stoga nije moguće napraviti procjenu dubine i broja jedinki (Slika 24, Tablica 13).
9. lokacija: z_009, nije pronađeno aktivno stanište, dubine na lokaciji su nedostatne stoga nije detaljno snimano (Slika 25, Tablica 14).

10. lokacija: z_010, na prvu je bilo vrlo obećavajuće. Pregledom i usporedbom snimki utvrdilo se da su pronađene jedinke zapravo granje(Slika 26, Tablica 15).

11. lokacija: z_011, nije zadovoljila traženim karakteristikama staništa te AC datoteka (snimka pomoću koje se izrađuje trodimenzionalni prikaz) nije snimljena (Slika 27, Tablica 16).

12. lokacija: z_012, ustanovljena je kao aktivni zimovnik sa zabilježenim većim brojem riba (30-60), (Slika 28, Tablica 17).

13. lokacija: z_013, kao i prethodna lokacija zabilježen je zimovnik, no s nešto manjim brojem jedinki (5-15), (Slika 29, Tablica 18).

14. lokacija: z_014, posjeduje odličan raspon dubine (6,3m-27,1m) te sama geomorfologija se čini pogodnom za zimovnik, no u vrijeme snimanja nisu zabilježene jedinke riba (Slika 30, Tablica 19).

15. lokacija: z_015, odličan je primjer zimskog staništa riba, sa odličnim rasponom dubine (6,5m-36,2m) i geomorfologijom, unutar zimovnika procijenjeno je 15 do 30 jedinki (Slika 31, Tablica 20).

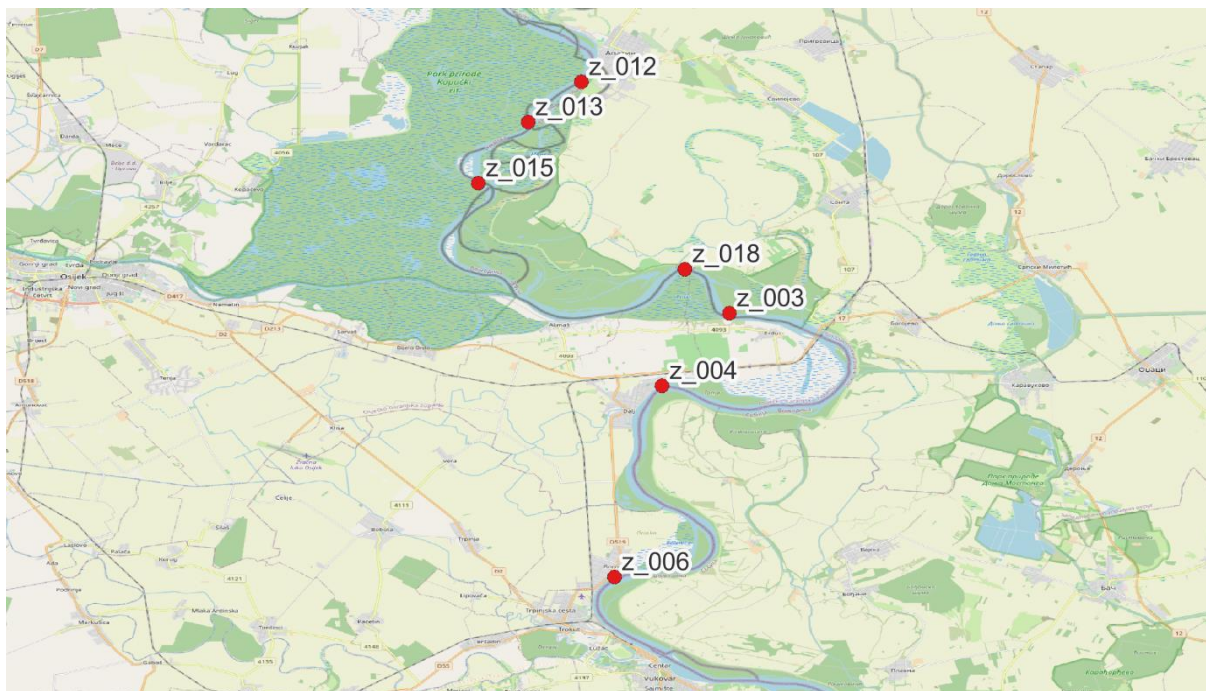
16. lokacija: z_016, nije zadovoljila traženim parametrima stoga nije detaljno snimana te nema trodimenzionalni prikaz (Slika 32, Tablica 21).

17. lokacija: z_017, nije zadovoljila traženim parametrima te također nije detaljno snimana niti posjeduje trodimenzionalni prikaz (Slika 33, Tablica 22).

18. lokacija: z_018, posljednji zabilježen zimovnik sa najvećim zabilježenim brojem riba sa procenom od 50-80 jedinki (Slika 34, Tablica 23).

19. lokacija: z_019, nije dobro snimljena tj., nedostaje track datoteka (pomoću koje određujemo dubinu, poziciju i broj jedinki) stoga ne možemo izvoditi nikakve zaključke (Slika 35, Tablica 24).

Posljednja lokacija zadnjeg dana je ponovljeno snimanje lokacije z_003 (Slika 19, Tablica 8).



Slika 11. Prikaz zimovnika na području Dunava od Batine do Iloka, primjetna koncentracija staništa na područjima većeg meandriranja toka

Tablica 4. Prikaz rezultata snimanja zimovnika

Lokalitet	Lokacija	x	y	Raspon dubine (m)	Broj jedinki	Procjena statusa zimovnika
z_001	Erdut	19.06634	45.530588	4,2-15,4	15-20	Zabilježene ribe u rubnom području no vjerojatno nije zimovnik
z_002	Erdut	19.046477	45.532531	8,8-18,8	4-8	Zabilježene ribe u rubnom području no vjerojatno nije zimovnik
z_003	Erdut	19.038550	45.535357	4,8-16,5	10-20	Aktivan zimovnik
z_004	Dalj	19.003317	45.497380	7,3-25,7	/	Aktivan zimovnik

z_005	Savulja	18.998233	45.436304	1,4-25	5-10	Zabilježene ribe u rubnom području no vjerojatno nije zimovnik
z_006	Borovo	18.978465	45.397630	8,1-20,5	20-30	Aktivan zimovnik
z_007	Vukovar	19.038740	45.342919	3,3-19	10-20	Zabilježene ribe u rubnom području no vjerojatno nije zimovnik
z_008	Sotin	19.1157473	45.2912929	/	/	Vjerojatno nije zimovnik
z_009	Ilok	19.371213	45.232174	3,5-12,4	/	Vjerojatno nije zimovnik
z_010	Donja Siga	18.893909	45.748740	9,6-17,8	/	Potencijalno zimovnik
z_011	Uzvodno od Apatina	18.94786	45.67900	7,3-9,6	/	Vjerojatno nije zimovnik
z_012	Nizvodno od poluotoka , Apatin	18.961099	45.656361	7,4-23,2	30-60	Aktivan zimovnik
z_013	Nizvodno od Čifutskog Dunavca	18.966626	45.635312	3,5-22,2	5-15	Aktivan zimovnik
z_014	Mišval	18.905159	45.616596	6,3-27,1	2-3	Zabilježene ribe u rubnom području no vjerojatno nije zimovnik
z_015	Nizvodno od Mišvala	18.907170	45.603369	6,5-26,2	15-30	Aktivan zimovnik
z_016	Renovo	18.88810	45.56441	6,1-17,6	2	Zabilježene ribe u rubnom području no vjerojatno

						nije zimovnik
z_017	Ušće	18.92836	45.54661	3,9-21,2	5-7	Zabilježene ribe u rubnom području no vjerojatno nije zimovnik
z_018	Porić	19.015225	45.558316	7,5-24,8	50-80	Aktivan zimovnik
z_019	Uzvodno od Bakulje	19.028493	45.551732	/	/	Neadekvatan snimak

3.1. Hidrološki uvjeti tijekom istraživanja

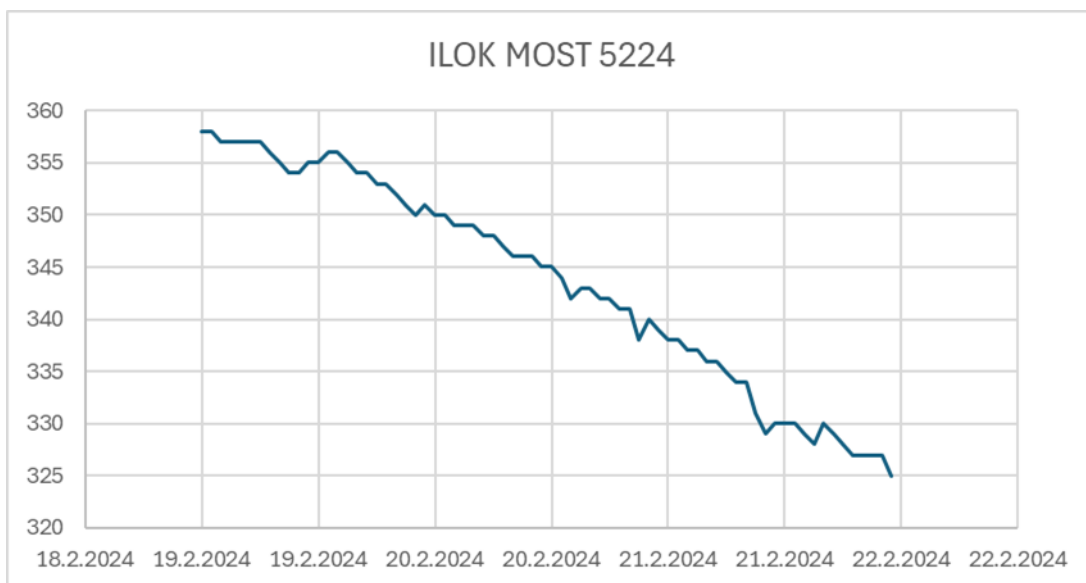
Vodostaj je razlika u visini nultog položaja (kota nule) i nivoa vode u datom trenutku. Razlika je uzrokovana hidrološkim ciklusom tj. kruženjem vode u prirodi, pomoću čega možemo precizno izračunati dubinu određenog područja neovisno o promjenama nivoa (SREBRENOVIĆ, 1986).

Pomoću podataka sa 9 mjernih stanica dunavskog vodostaja na području Hrvatske kojima upravlja Državni hidrometeorološki zavod možemo precizno izračunati stvarnu dubinu zimovnika uzimajući u obzir vrijeme i datum snimanja, kotu nule i vodostaj u zadanom vremenskom okviru (Tablica 5). Poznavanje točne lokacije datuma i vremena snimanja važno je radi usklađivanja podataka sa najbližom mjernom stanicom s obzirom da se oscilacije u vodostaju događaju iz sata u sat, te su podaci na svakoj stanici drugačiji. Tokom tri dana provedena na terenu vodostaj najsjevernije stanice (Batina) oscilirao je za 47 cm dok je najjužnija stanica (Ilok-most) varirala u 33cm (Grafički prikaz 1 i 2). S obzirom da je zimovnik z_003 snimljen prvi dan te je snimanje ponovljeno i zadnji dan najdublja točka zimovnika se razlikovala. Ovisno o godišnjem dobu mijene u vodostaju mogu biti i puno značajnije stvarajući nepotpune podatke.

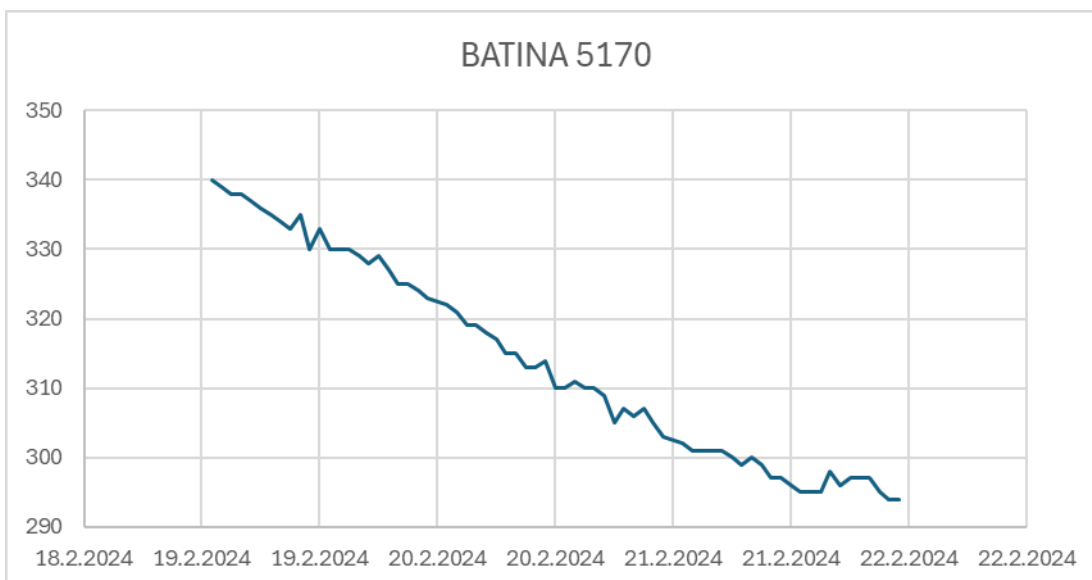
Tablica 5. Raspored zimovnika najbližim mjernim postajama i promjene vodostaja u vrijeme snimanja svake

ZIMOVNIK	DATUM	VRIJEME (h)	NAJBLIŽA POSTAJA	KOTA NULE (m n/m)	VODOSTAJ (m)	KOTA SNIMANJA (m)
----------	-------	-------------	------------------	-------------------	--------------	-------------------

z_001	19.02.2024.	12:30	Aljmaš, 5001	78,08	3,61	78,116
z_002	19.02.2024.	13:10	Aljmaš, 5001	78,08	3,6	78,116
z_003	19.02.2024.	14:00	Aljmaš, 5001	78,08	3,6	78,116
z_004	20.02.2024.	8:15	Dalj, 5130	75,204	5,08	75,255
z_005	20.02.2024.	9:00	Dalj, 5130	75,204	5,07	75,255
z_006	20.02.2024.	10:30	Vukovar, 5070	76,188	3,1	76,219
z_007	20.02.2024.	12:00	Vukovar, 5070	76,188	3,08	76,219
z_008	20.02.2024.	13:00	Sotin, 5181	74,021	4,71	74,068
z_009	20.02.2024.	15:00	Ilok most, 5224	73,968	3,43	74,002
z_010	21.02.2024.	9:30	Siga, 5183	78,51	4,23	78,552
z_011	21.02.2024.	10:00	Siga, 5183	78,51	4,23	78,552
z_012	21.02.2024.	10:40	Petreš, 5182	77,275	4,48	77,32
z_013	21.02.2024.	11:05	Petreš, 5182	77,275	4,48	77,32
z_014	21.02.2024.	11:30	Petreš, 5182	77,275	4,48	77,32
z_015	21.02.2024.	12:00	Petreš, 5180	77,275	4,46	77,32
z_016	21.02.2024.	12:15	Aljmaš, 5001	78,08	3,28	78,113
z_017	21.02.2024.	13:00	Aljmaš, 5001	78,08	3,27	78,113
z_018	21.02.2024.	14:40	Aljmaš, 5001	78,08	3,26	78,113
z_019	21.02.2024.	15:15	Aljmaš, 5001	78,08	3,26	78,113



Grafički prikaz 2. Promjene u vodostaju na mjernoj postaji Ilok-most (5224) od 19. do 21. veljače



Grafički prikaz 1. Promjene u vodostaju na mjernoj postaji Batina (5170) od 19. do 21. veljače

4. RASPRAVA

Prilikom terenskog istraživanja snimljeno je 19 potencijalnih zimovnika. Tokom snimanja uočene su poteškoće pri upravljanju brodicom na kojoj se nalazio sonar, a što je rezultiralo time da sve lokacije nisu jednako snimljene. Lokaliteti na kojima je procijenjeno da postoji mogućnost da se radi o zimovnicima su detaljnije istraživane dok su ostale samo brzinski pregledane i snimane. Da bi se područje snimilo sa svrhom dobivanja kvalitetnoga 3D prikaza potrebno je što detaljnije snimiti sonarom zadano područje. Taj zadatak se u stvarnim terenskim uvjetima pokazao doista zahtjevnim s obzirom na jačinu strujanja rijeke.

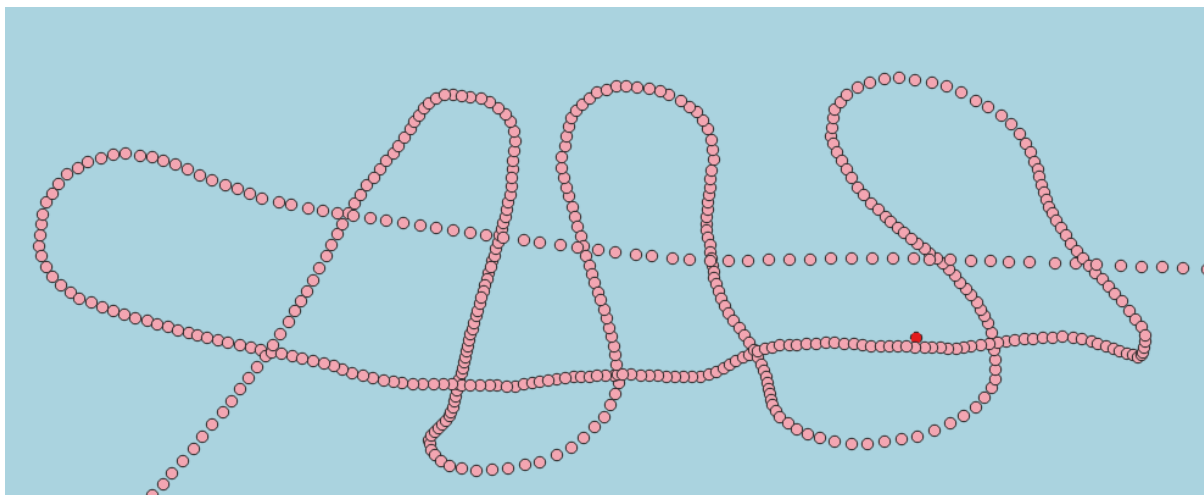
Tokom terenskog snimanja pozicionirali smo sondu na stražnji dio čamca pored motora što je uzrokovalo šumove na snimci otežavajući obradu snimke tj. analizu pojedinih lokacija i broja prisutnih jedinki. Bolja varijanta pozicioniranja sonde sonara je pramac broda kako kretnje propelera ne bi utjecale na rezultate, kao što su napravili prilikom kartiranja mrjestilišta na rijeci Tennessee (WALKER & ALFORD, 2016). Ipak i pramčana montaža sonde za sonar ima svoje nedostatke na manjem čamcu zbog teže upravljivosti i dostupnosti sonde kada ju je u pličinama potrebno maknuti. Za potrebe ovog istraživanja su dobivene dovoljno dobre snimke i sa postojećim tehničkim rješenjem.

U ovakvim istraživanjima se preporuča ponoviti terensko istraživanje jer su nerijetko terenski uvjeti nepredvidivi i lako promjenjivi što može narušiti vjerodostojnost podataka. S obzirom na veliki protok vode u hrvatskom dijelu Dunava manevriranje manjeg čamca bilo je otežano. Pri ponovnom snimanju trebao bi se odabrati jači motor, no pri izboru većeg čamca treba pripaziti i na dostupnost ulaznih pozicija sa obale i lakoću manevriranja sa istim izvan vode. K tome, samu metodu manevriranja čamca potrebno je metodološki jasnije definirati. Nerijetko su prevelika preklapanja na snimkama zbog oštrog kuta zakretanja čamca, stoga je potrebno raditi puno veće zavoje prilikom „grid“ snimanja, kako bi se stvorilo što manje preklapanja, a kako bi snimku bilo lakše interpretirati. Također treba obratiti pažnju da se detaljnije snime čim veći dio rubnog područja kako bi lakše usporedili parametre zimovnika sa okolnim prosječnim dijelom korita (Slika 12 i 13). Područja u kojima nisu pronađene jedinke je potrebno isto tako detaljno snimiti, kao i lokacije na kojima smo našli aktivno stanište, kako bi se bolje mogli usporediti i analizirati čimbenici postojećih staništa. Također, neke od lokacija nisu adekvatno snimljene tj. podaci se nisu spremili što je mogući problem kod softvera sonara (slične situacije su nerijetke pojave, stoga se idealno ponavljaju terenski izlasci). U slučaju

nespremljenih ili nepotpunih podataka idealno je ponoviti snimanje područja kao što je napravljeno sa lokacijom z_003.



Slika 12. Prikaz lošije snimljenog lokaliteta, crvenom su označena preklapanja koja otežavaju čitanje snimka



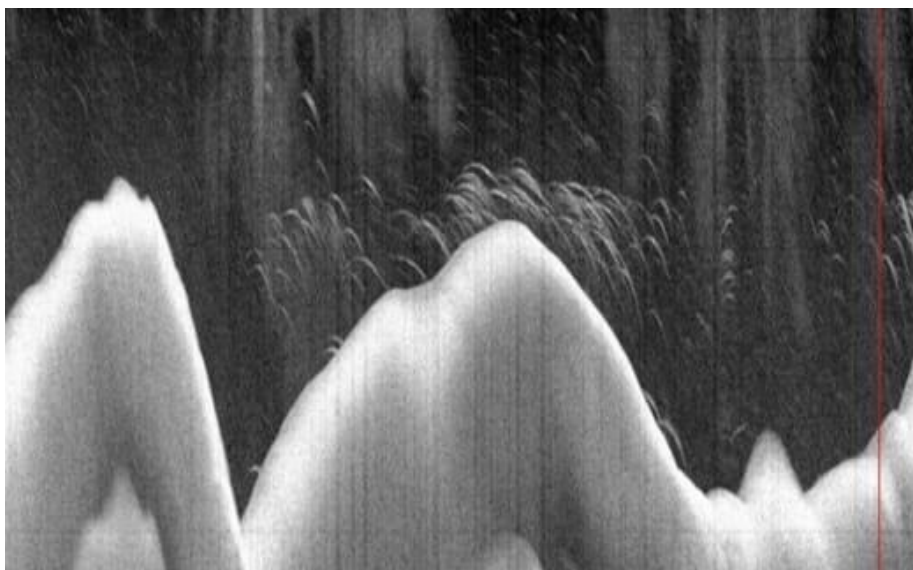
Slika 13. Prikaz dobro snimljenog lokaliteta, snimanje mrežnom metodom

Vođenje računa o vodostaju, temperaturama, oborinama, poplavama i sl. je bitno jer može uvelike utjecati na rezultate istraživanja. U ovom slučaju za terensko istraživanje izabrana je veljača, koja je ove godine zabilježila porast u temperaturi te su za vrijeme istraživanja temperature zraka dosezale i 14°C što je relativno visoka temperatura za to doba godine. S obzirom da je temperatura vode ostala relativno niska mogli smo očekivati da će ribe koristiti

zimovnike. Ipak, za sigurno potvrđivanje korištenja pojedine lokacije kao zimovnika potrebno je nekoliko puta provjeriti korištenje lokaliteta i to pri čim nižim temperaturama (vode i zraka).

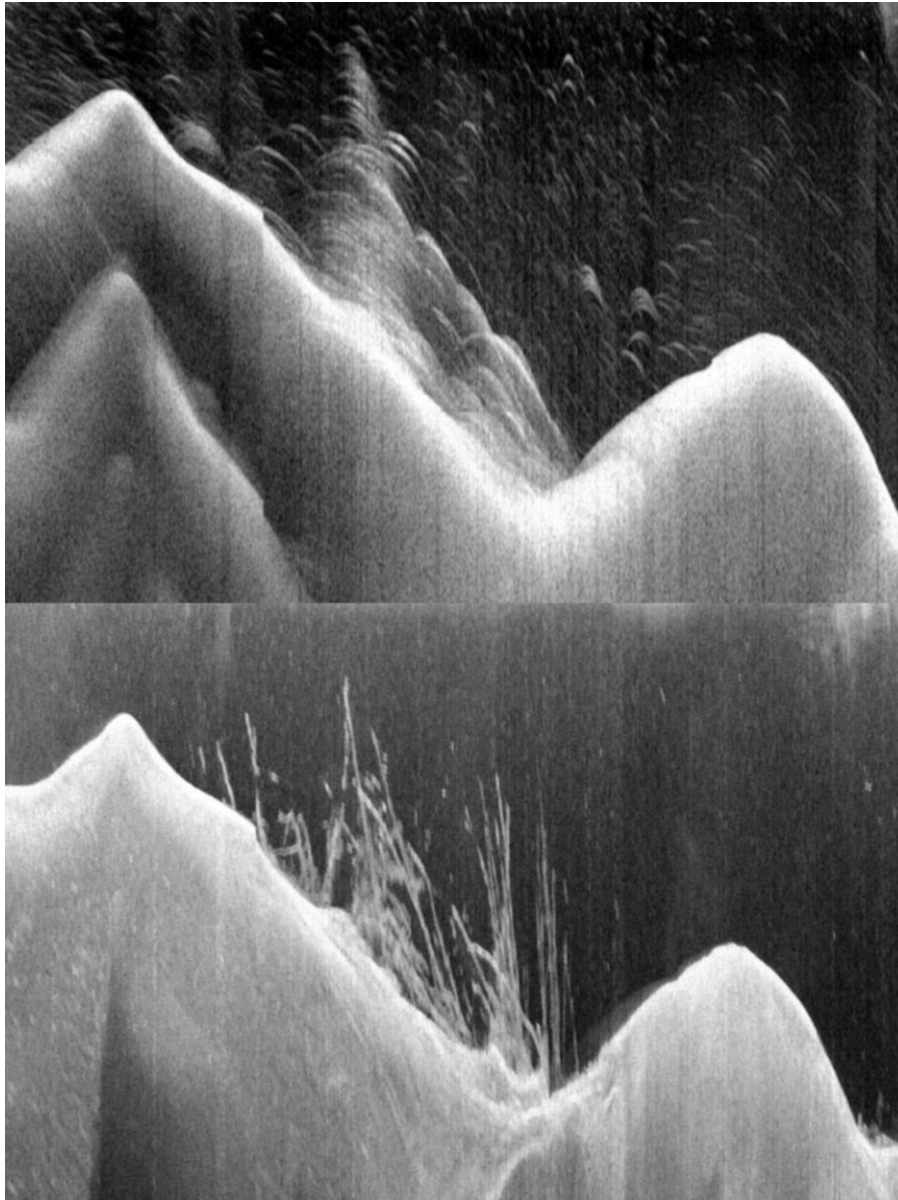
Ovisno o cilju istraživanja koriste se različiti načini snimanja. Za kartiranje mrjestilišta za jesetre potrebno je analizirati vrstu sedimenta pojedinih dijelova rijeke. Za mrijest koriste područja sa grubom kamenitom podlogom na temelju čega možemo brže pronaći i dokumentirati aktualna staništa jesetri (WALKER & ALFORD, 2016). Za potrebe analize supstrata najbolja je upotreba bočnog skeniranja (side-scan) jer omogućuje dobro kartiranje morskog (u ovom slučaju riječnog) dna i detektiranje drugih objekata kao što su granje, veće jedinke riba, olupine brodova i sl. (NOAA, 2023). Prilikom kartiranja zimovnika, fokus je bio na mjerenju dubine rijeke, obliku udubljenja u riječnom koritu i količini riba u zimovniku. Zbog ovih specifičnih zahtjeva, najučinkovitije je bilo koristiti „down imaging“, metodu snimanja. Za što sveobuhvatnije rezultate najbolje je kombinirati više metoda snimanja, čime se omogućava dobivanje različitih tipova podataka za isto područje (npr. dubina, tip podloge, i sl.)

U slučaju bočnog (panoramskog) snimanja nije moguće dobiti očitavanje dubine kod većine sonara, stoga ga je najbolje koristiti u kombinaciji s drugim metodama (NOAA, 2023). Tijekom prebrojavanja ribljih jedinki u zimovnicima panoramski snimci su služili kao način provjere pojedinih rezultata jer u nekim slučajevima na „down imaging-u“ je teško točno definirati objekt (Slika 15). Određivanje točnog broja jedinki riba pokazalo se složenim iz više razloga. Unutar gustih jata teško je razabrati pojedine jedinke jer kada su blizu jedna drugoj stvaraju masu koju je teško raščlaniti (Slika 14). Za manje jedinke je teško sa sigurnošću reći



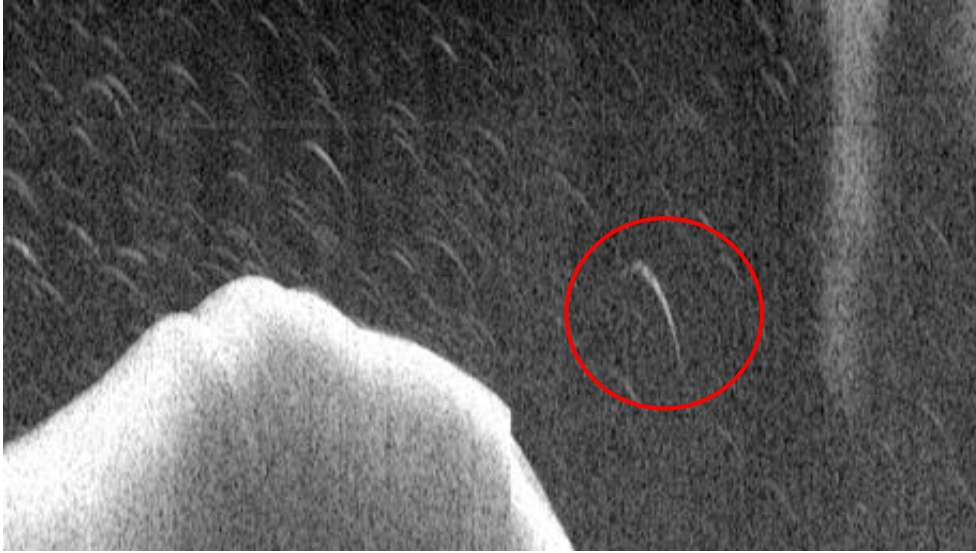
Slika 14. Prikaz jata manjih jedinki, vrlo otežano točno prebrojavanje s obzirom na prikaz

da jesu ribe, a ne smetnje u snimci ili strani objekti zbog svoje veličine i sposobnosti sonara (Slika 16). S obzirom na poteškoće pri brojanju, broj jedinki je prikazan kao raspon brojeva uzimajući u obzir preklapanja snimki i otežano brojanje u jatima kao i objekte koje je teško definirati.



Slika 15. Razlika u čitanju snimke među vrstama snimanja, gornja slika-down imaging, izgleda kao potencijalno jato riba. Donja slika-side scan snimka potvrđuje da je riječ o granju. (primjer iz zimovnika z_003)

Upotreba sonarske tehnologije pri kartiranju ribljih zimovnika pokazala se kao pouzdana, brza i ekonomična metoda istraživanja primjenjiva i na ostalim vodenim staništima tj. proučavanjima dubine i oblika korita kao i protoka vode i sastava supstrata (FLUG, ET AL., 1998).



Slika 16. Prikaz ribe (označeno crveno) na snimci, pozadinske smetnje mogu izgledati kao manje jedinke no u ovom slučaju nisu

5 .ZAKLJUČAK

U sklopu ovog rada je u veljači 2024. istraženo 19 lokacija za koje su napravljeni 3D modeli lokaliteta i analize osnovnih morfoloških parametara snimljenih lokaliteta. Analizom snimaka ustanovljeno je da je na Dunavu od Batine do Iloka aktivno 7 ribljih zimovnika. Od preostalih 12 još 5 lokacija posjeduju dobre morfološke karakteristike korita (dna) za prisustvo zimovnika, no u njima nije bilo zabilježeno prisustvo ribe. S obzirom da sva područja nisu snimljena na isti način pri ponovnom snimanju bilo bi dobro obići ponovno sve lokalitete, kako bi se dobile bolje slike onih koja nisu dobro snimljena, te da bi se dodatno provjerili lokaliteti koji imaju dobre karakteristike.

Jednu od temeljnih poteškoća prilikom istraživanja predstavljali su teški terenski uvjeti tj. brzo strujanje Dunava koje nije omogućavalo snimanje pravilnim uzorkom, što je na nekim lokacijama uzrokovalo lošiju kvalitetu slike. Pri daljnjim istraživanjima slične prirode trebalo bi obratiti pozornost na jačinu motora i veličinu čamca. Terensko istraživanje trebalo bi se ponoviti kako bi se dobili kvalitetniji prikazi pojedinih zimovnika, pogotovo snimke područja na kojima nisu zapažene jedinke. U tom slučaju bila bi moguća detaljnija analiza pojedinih parametara svakog područja kao i bolje shvaćanje načina na koji ribe koriste prostor.

Unatoč poteškoćama u snimanju, istraživanje je dalo dovoljno podataka za kreiranje preliminarne karte aktivnih i potencijalnih dunavskih zimovnika na području od Batine do Iloka.

IZJAVA

Pod punom odgovornošću vlastoručnim potpisom potvrđujem da je ovo moj autorski rad čiji niti jedan dio nije nastao preslikavanjem, kopiranjem ili plagiranjem tuđeg sadržaja. Prilikom izrade rada koristila sam tuđe radove navedene u popisu literature, ali nisam kopirala niti jedan njihov dio osim citata za koje sam navela autora i izvor te ih jasno označila navodnim znakovima. U slučaju da se u bilo kojem trenutku dokaže suprotno, spremna sam snositi sve posljedice uključujući poništenje javne isprave stečene dijelom i na temelju ovog rada.

U Karlovcu, 01.07.2024.

Vlastoručni potpis

Sara Polojac

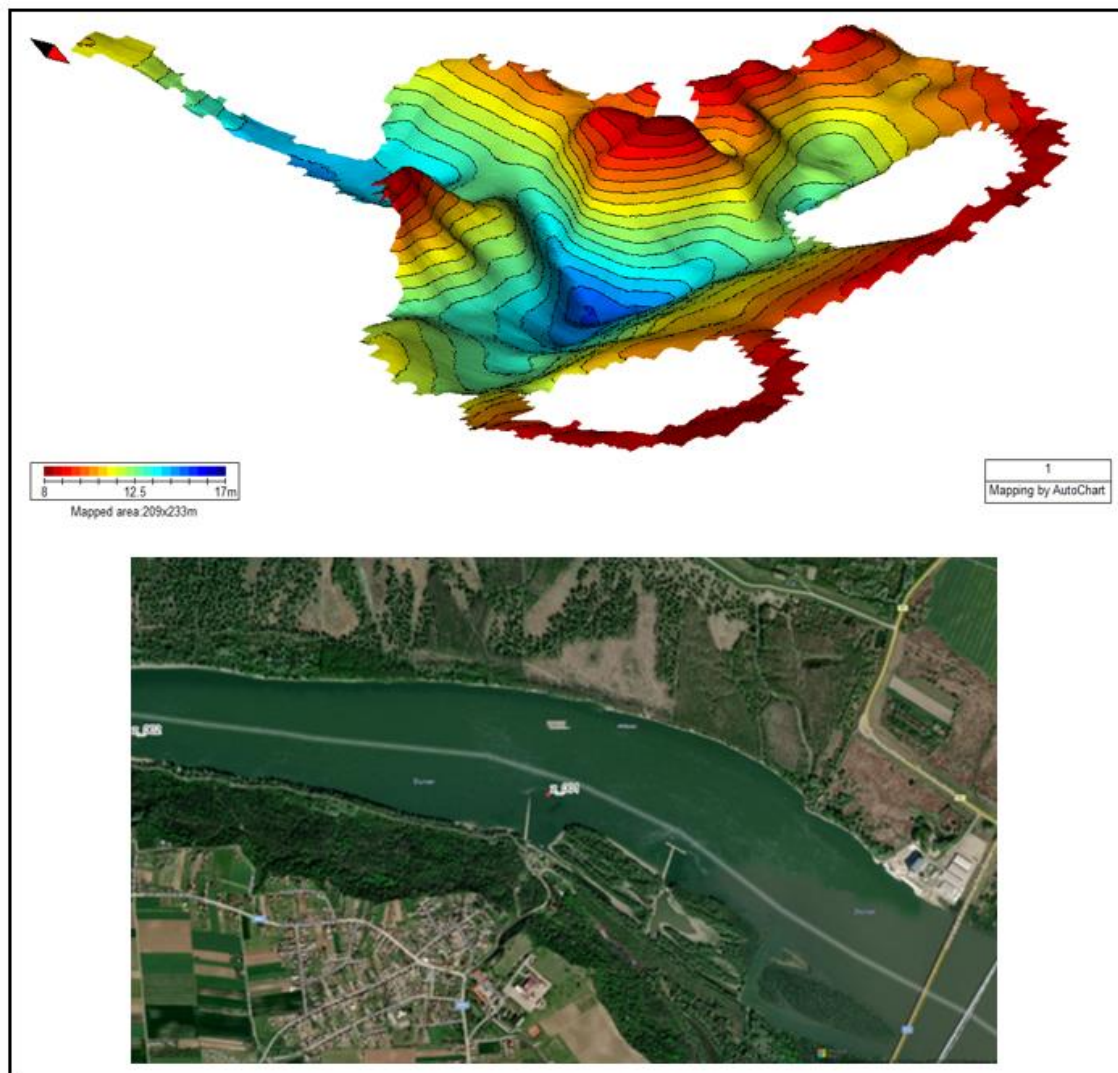
6. LITERATURA

1. LEKSIKOGRAFSKI ZAVOD MIROSLAV KRLEŽA (2013-2014): *Hrvatska enciklopedija*. <https://www.enciklopedija.hr/clanak/staniste> 05.03.2024.
2. ANONYMOUS 1 (2024) *Esri*. <https://www.esri.com/en-us/what-is-gis/overview> 03.06.2024.
3. AINSLIE, M. (2010): *Principles of Sonar Performance Modelling*, Springer, Berlin Heidelberg, str. 3-23.
4. ČALETA, M., I. BULJ, M. MRAKOVČIĆ, P. MUSTAFIĆ (2015): Uvod, str. 6-9 U: *Hrvatske endemske ribe*, Agencija za zaštitu okoliša, Zagreb.
5. DUPLIĆ, A. (2008): Raznolikost riba. U: I. Jindra, ur. *slatkovodne ribe- priručnik za inventarizaciju i praćenje stanja*, Državni zavod za zaštitu prirode, Zagreb pp. 4.
6. FIJAN, N. (1965): Fiziologija zimovanja šarana. U: *Fiziologija zimovanja šarana*, Ribarstvo Jugoslavije, Zagreb pp. 1-2.
7. FLUG, M., H. SEITZ, J. SCOTT (1998): Measurement of stream channel habitat using sonar. *REGULATED RIVERS: RESEARCH & MANAGEMENT*, Svezak 14, pp. 511-517.
8. HRVATSKI SABOR (2013): *zakon o zaštiti prirode*. https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2013_06_80_1658.html 04.03.2024.
9. IŠTVANIĆ, K. (2020): *Sastav slatkovodne ihtiofaune rijeke Dunav u Hrvatskoj*, Osijek.
10. IUCN EAST EUROPEAN PROGRAMME (1992): Fish and fisheries. U: *Conservation Status of the Danube Delta*. s.l.:International Union for Conservation of Nature and Natural Resources, pp. 76-78.
11. JOO, M., J. CHEN, Y. ZHANG, W. GAO (2023): Research Challenges, Recent Advances, and Popular Datasets in Deep Learning-Based Underwater Marine Object Detection: A Review. *Sensors*, 23(4).
12. KEROVEC, M. (1988): *Ekologija kopnenih voda*, Hrvatsko ekološko društvo i dr. Ante Pelivan, Zagreb, str. 30-41.

13. MATKOVIĆ LABURA, T., T. VIDAKOVIĆ ŠUTIĆ, M. JERKOVIĆ, B. VRCELJ, Đ. CAHUN SABOLIĆ (2019): *Projekt Danube sediment - okvirna procjena*, Zagreb
14. NOAA (2023): *National Ocean Service*.
<https://oceanservice.noaa.gov/facts/sonar.html> 04.05.2024.
15. OPAČAK, A., TREER, T., STEVIĆ, I., SAFNER, R., FLORIJAČIĆ, T., ANIČIĆ, I., OZIMES, S., PIRIA, M., JELKIĆ, D., TOMLJANOVIĆ, T., LUŽAIĆ, R., ŠPERM, N., MATULIĆ, D.(2010): *Određivanje zaštitnih mjera u ribolovu na području rijeke Dunav i njegovog plavnog područja prostorno- vremenskog zoniranja ribolova*, Osijek
16. OZIMEC, S., J. TOPIĆ, G. JANAUER (2010): *Inventory of Macrophytes and habitats along the river Danube in Croatia*, Dresden.
17. PERSHYN, C. (2024): *How Do Fish Survive Winter in Rivers and Streams?*
<https://www.ausableriver.org/blog/how-do-fish-survive-winter-rivers-and-streams>
16.04.2024.
18. SREBRENOVIĆ, D. (1986): *Primjenjena hidrologija*, Tehnička Knjiga, Zagreb, str. 15-158.
19. SUCIU, R., L. PEKARIK, Z. MARČID, M. PARASCHIV, M. IANI, S. HONT, A. NASTASE, M. KUBALA, G. CVIJANOVIĆ, M. LENHARDT, S. MIHOV, I. BUJ, L. PEHLIVANOV, A. APOSTOLOU, M. SMEDEREVAC-LALID, B. COKAN, J. POTOČNIK, Z. MESIĆ, M. ČALETA (2021): Detection of potential key habitats and their spatial extension. U: M. P. L. P. Blaž Cokan, ur. *DANUBE MIGRATORY FISH HABITAT MANUAL*. s.l.:DANUBE DELTA TECHNOLOGICAL CENTER PUBLISHING HOUSE, pp. 73-74.
20. WALKER, D. J., J. B. ALFORD (2016): Mapping Lake Sturgeon Spawning Habitat in the Upper Tennessee River using Side-Scan Sonar, *North American Journal of Fisheries Management*, svezak 36, pp. 1097-1105.

7. PRILOZI

1. LOKALITET: Z_001



Slika 17. Karta i 3D prikaz lokaliteta z_001

Tablica 6. Podaci o lokalitetu z_001

LOKALITET:	z_001
LOKACIJA:	Erdut, kilometar uzvodno od Velike Ade
OPIS LOKACIJE:	desna strana riječnog korita
DATUM SNIMANJA:	19.02.2024.
KOORDINATE:	19.066344
X-	45.530588
Y-	
RASPON DUBINE (m):	4,2-15,4
BROJ JEDINKI:	15-20
OPIS LOKALITETA:	snimljene jedinke riba nisu bile unutar zimovnika
PROCJENA STATUSA ZIMOVNIKA:	Zabilježene ribe u rubnom području no vjerojatno nije zimovnik

2. LOKALITET: Z_002

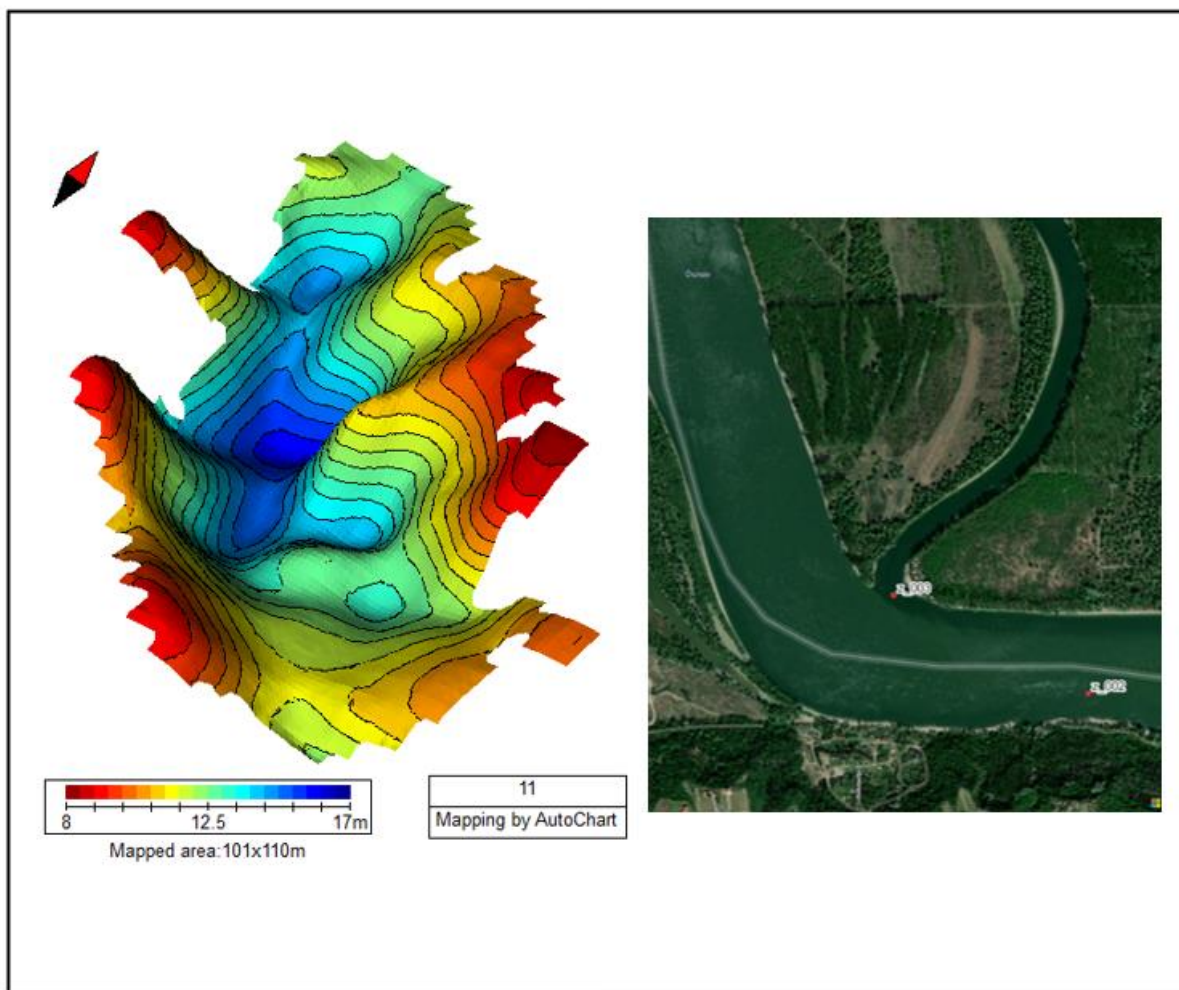


Slika 18. Prikaz pozicije lokaliteta z_002

Tablica 7. Podaci o lokalitetu z_002

LOKALITET:	z_002
LOKACIJA:	Erdut, 800m nizvodno od Bakulje
OPIS LOKACIJE:	desna strana korita, zahvat nizvodno meandra i rukavca
DATUM SNIMANJA:	19.02.2024.
KOORDINATE:	19.046477
X-	
Y-	45.532531
RASPON DUBINE (m):	8,8-18,8
BROJ JEDINKI:	4-8
OPIS LOKALITETA:	obećavajuće područje, dobar raspon dubine i morfologija, zabilježene jedinke van udubine
PROCJENA STATUSA LOKALITETA:	Zabilježene ribe u rubnom području no vjerojatno nije zimovnik

3. LOKALITET: Z_003

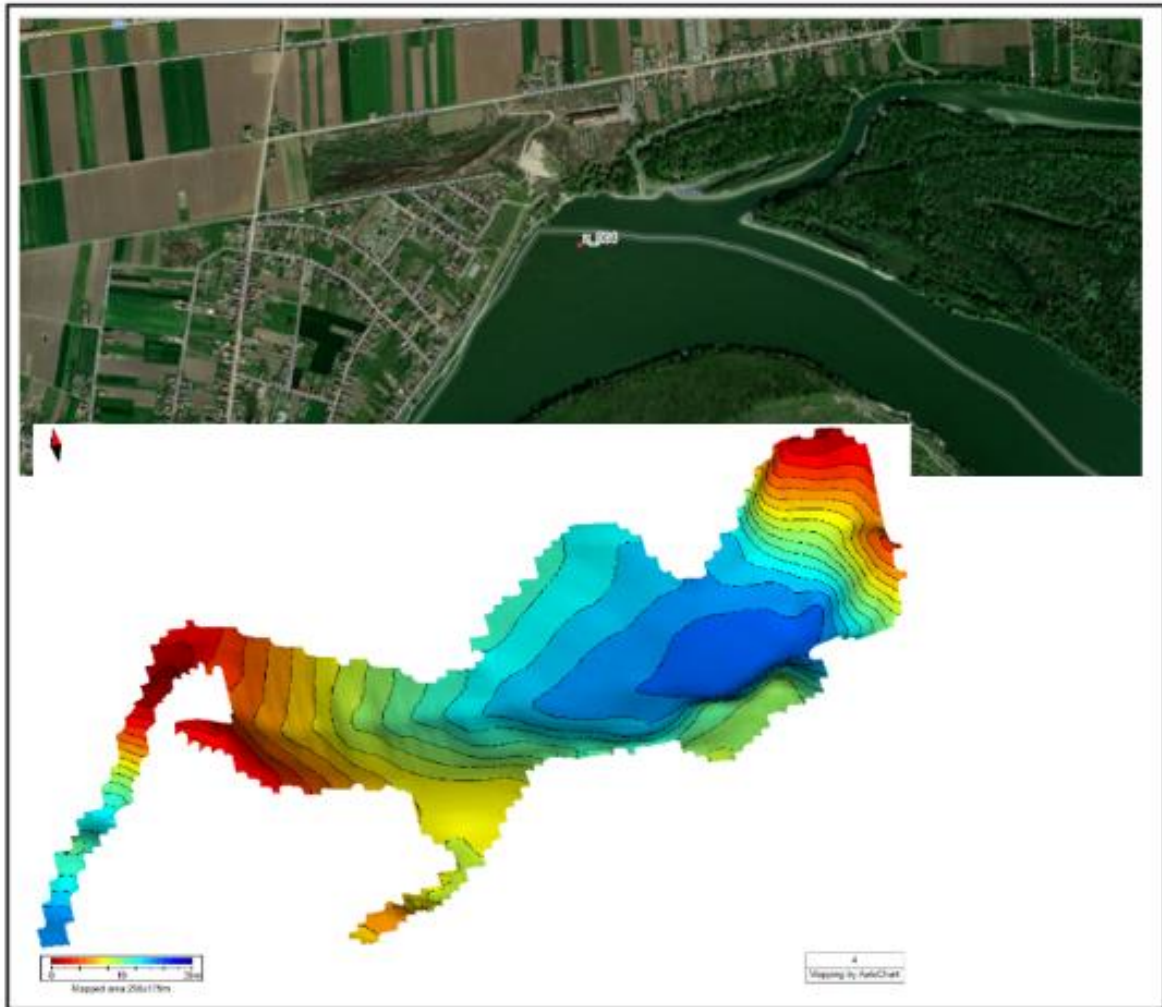


Slika 19. Karta i 3D prikaz lokaliteta z_003

Tablica 8. Podaci o lokalitetu z_003

LOKALITET:	z_003
LOKACIJA:	Erdut, pored Bakulje
OPIS LOKACIJE:	Spoj rukavca i glavnog toka
DATUM SNIMANJA:	19.02.2024.
KOORDINATE:	19.038550
X-	45.535357
Y-	
RASPON DUBINE (m):	4,8-16,5
BROJ JEDINKI:	10-20
OPIS LOKALITETA:	područje snimljeno 2 puta, razlučivanje riba i grana otežano
PROCJENA STATUSA ZIMOVNIKA:	Aktivan zimovnik

4. LOKALITET: Z_004

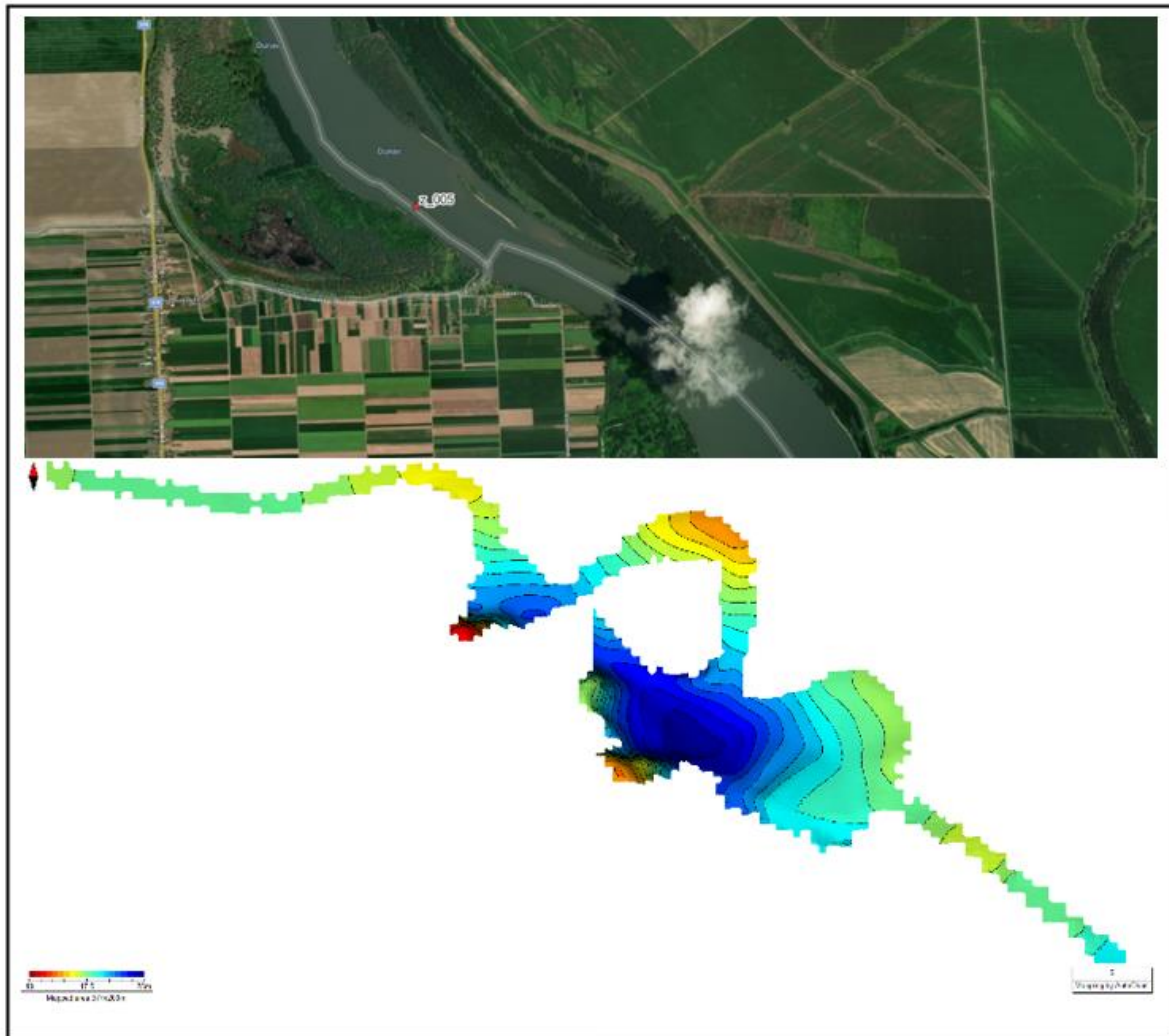


Slika 20. Karta i 3D prikaz lokaliteta z_004

Tablica 9. Podaci o lokalitetu z_004

LOKALITET:	z_004
LOKACIJA:	Dalj, pola kilometra nizvodno od Otoka Tanje
OPIS LOKACIJE:	desna strana korita, na meandru, nizvodno od riječnog otoka
DATUM SNIMANJA:	20.02.2024.
KOORDINATE:	19.003317
X-	45.497380
Y-	
RASPON DUBINE (m):	7,3-25,7
BROJ JEDINKI:	/
OPIS LOKALITETA:	reprezentativan primjer zimovnika, područje nije dobro snimljeno
PROCJENA STATUSA ZIMOVNIKA:	Aktivan zimovnik

5. LOKALITET: Z_005

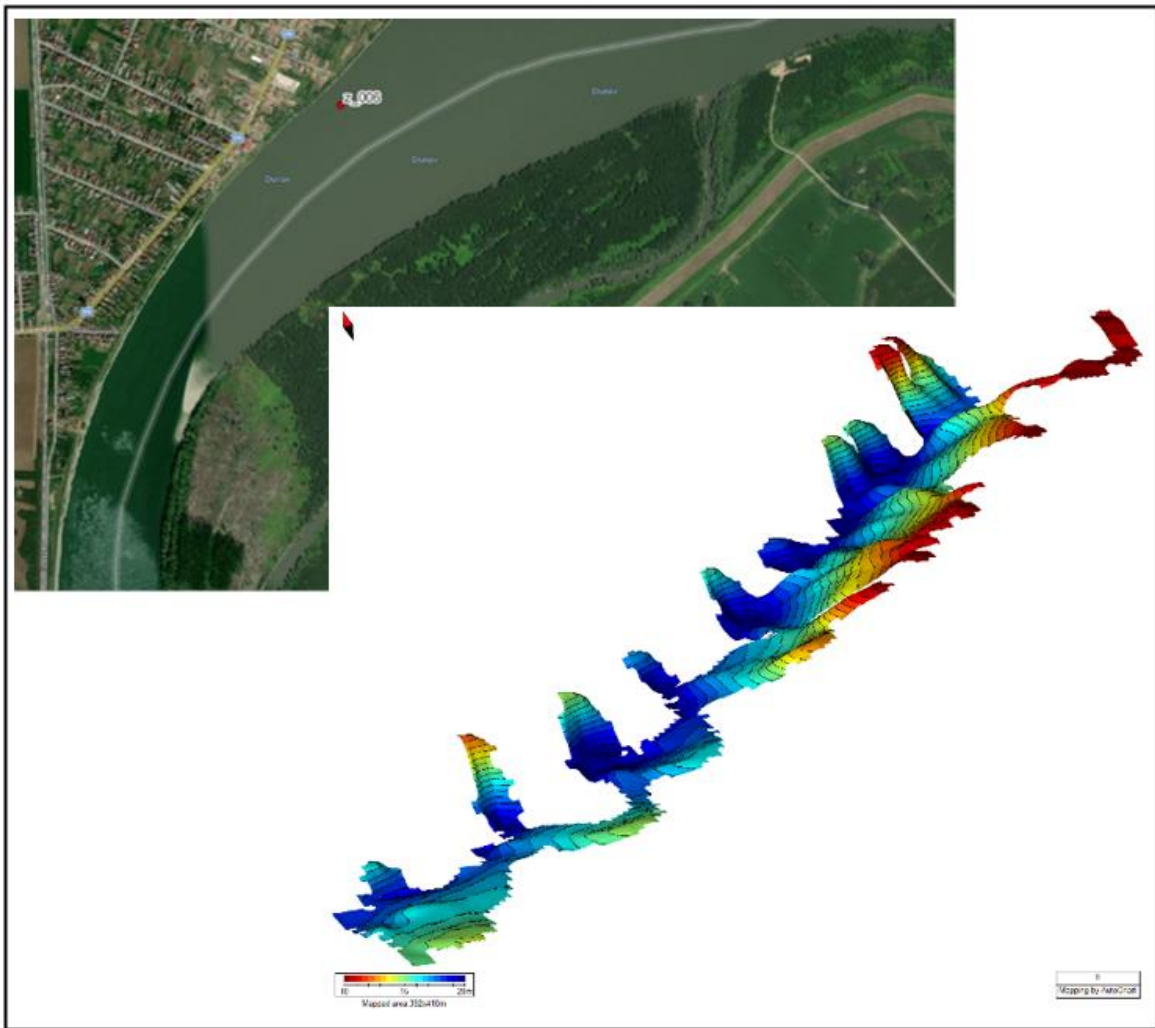


Slika 21. Karta i 3D prikaz lokaliteta z_005

Tablica 10. Podaci o lokalitetu z_005

LOKALITET:	z_005
LOKACIJA:	Savulja
OPIS LOKACIJE:	desna strana toka, uzvodno od riječnog otoka
DATUM SNIMANJA:	20.02.2024.
KOORDINATE:	18.998233
X-	45.436304
Y-	
RASPON DUBINE (m):	1,4-25
BROJ JEDINKI:	5-10
OPIS LOKALITETA:	obećavajuća dubina i morfologija, jedinke van zimovnika
PROCJENA STATUSA ZIMOVNIKA:	Zabilježene ribe u rubnom području no vjerojatno nije zimovnik

6. LOKALITET: Z_006

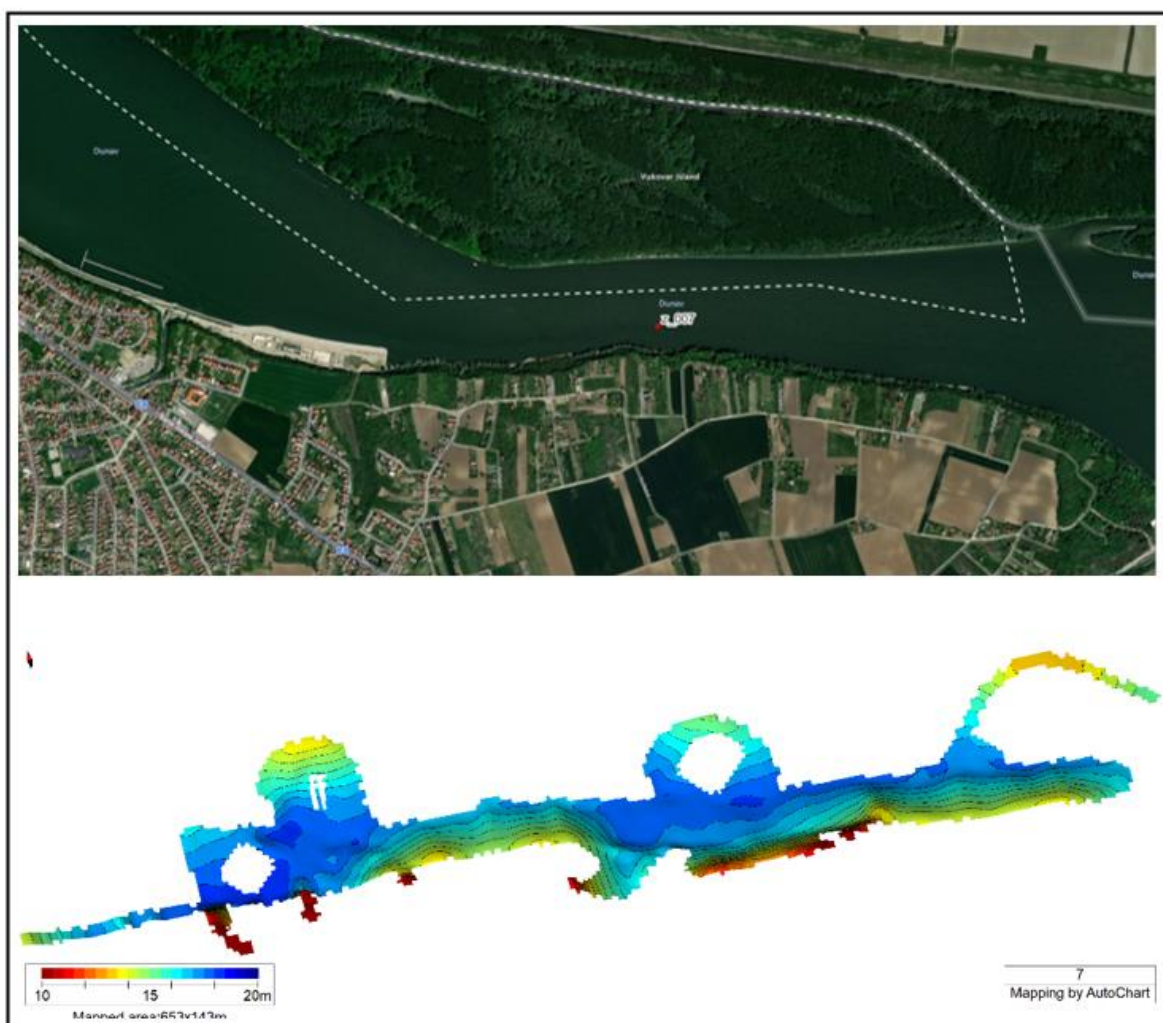


Slika 22. Karta i 3D prikaz lokaliteta z_006

Tablica 11. Podaci o lokalitetu z_006

LOKALITET:	z_006
LOKACIJA:	Borovo
OPIS LOKACIJE:	desna strana toka, duga brazda na meandru
DATUM SNIMANJA:	20.02.2024.
KOORDINATE:	18.978465
X-	45.397630
Y-	
RASPON DUBINE (m):	8,1-20,5
BROJ JEDINKI:	20-30
OPIS LOKALITETA:	područje nije do kraja snimljeno
PROCJENA STATUSA ZIMOVNIKA:	Aktivan zimovnik

7. LOKALITET: Z_007



Slika 23. Karta i 3D prikaz lokaliteta z_007

Tablica 12. Podaci o lokalitetu z_007

LOKALITET:	z_007
LOKACIJA:	Vukovar, 2 kilometra uzvodno od Orlovnjaka
OPIS LOKACIJE:	desna strana toka
DATUM SNIMANJA:	20.02.2024.
KOORDINATE:	19.038740
X-	45.342919
Y-	
RASPON DUBINE (m):	3,3-19
BROJ JEDINKI:	10-20
OPIS LOKALITETA:	obećavajuća dubina, jedinke van zimovnika
PROCJENA STATUSA LOKALITETA:	Zabilježene ribe u rubnom području no vjerojatno nije zimovnik

8. LOKALITET: Z_008



Slika 24. Prikaz pozicije lokaliteta z_008

Tablica 13. Podaci o lokalitetu z_008

LOKALITET:	z_008
LOKACIJA:	Sotin, Plandište
OPIS LOKACIJE:	desna strana toka
DATUM SNIMANJA:	20.02.2024.
KOORDINATE:	19.1157473
X-	45.2912929
Y-	
RASPON DUBINE (m):	/
BROJ JEDINKI:	/
OPIS LOKALITETA:	Područje nije dobro snimljeno
PROCJENA STATUSA ZIMOVNIKA:	Vjerojatno nije zimovnik

9. LOKALITET: Z_009

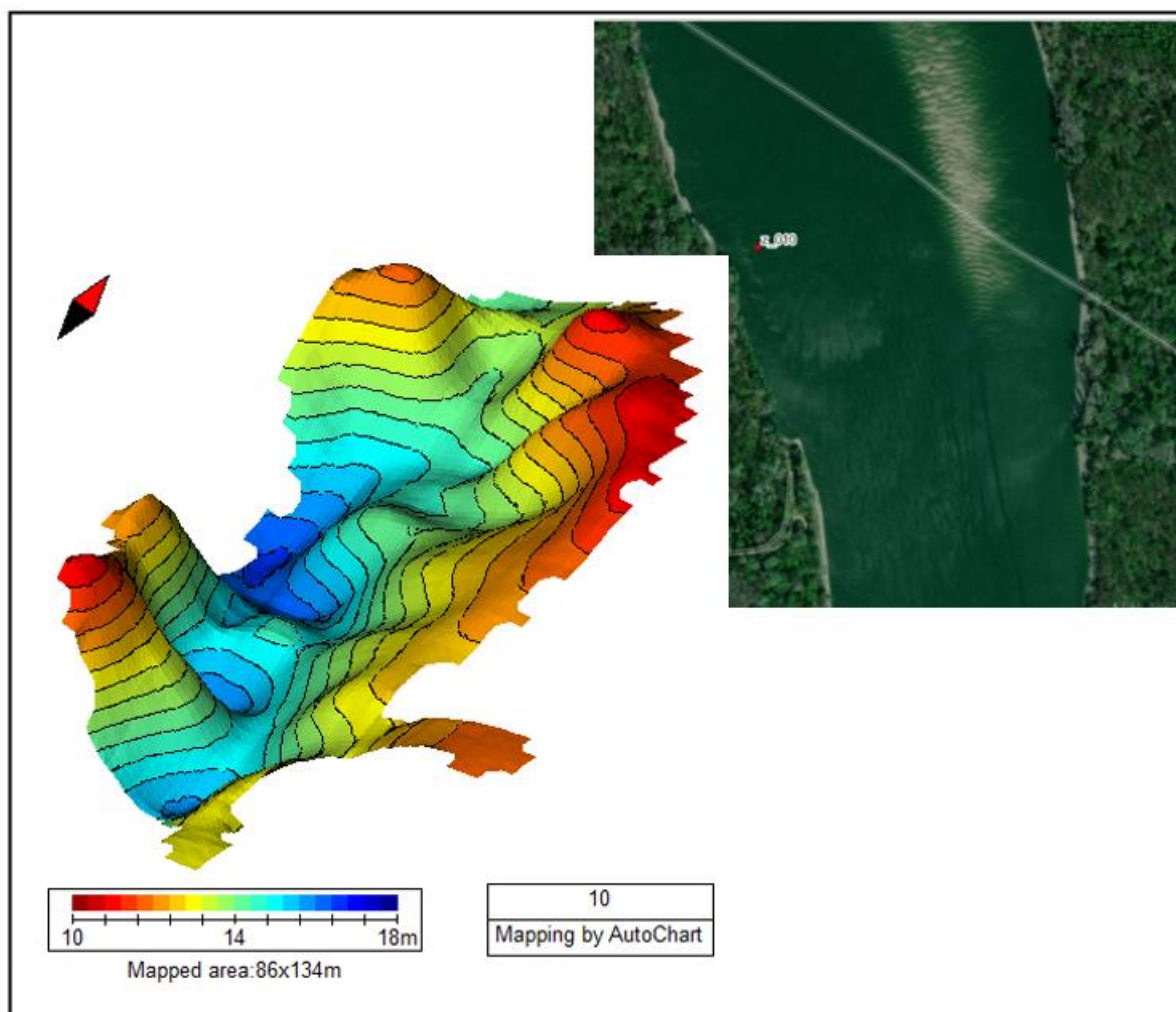


Slika 25. Prikaz pozicije lokaliteta z_009

Tablica 14. Podaci o lokalitetu z_009

LOKALITET:	z_009
LOKACIJA:	Ilok, bočno spruda
OPIS LOKACIJE:	sredina toka
DATUM SNIMANJA:	20.02.2024.
KOORDINATE:	19.371213
X-	45.232174
Y-	
RASPON DUBINE (m):	3,5-12,4
BROJ JEDINKI:	0
OPIS LOKALITETA:	nedostatak dubine, morfologija korita ne pokazuje dijelove koji bi bili pogodni za zimovnik, nije detaljno snimano
PROCJENA STATUSA LOKALITETA:	Vjerojatno nije zimovnik

10. LOKALITET: Z_010



Slika 26. Karta i 3D prikaz lokaliteta z_010

Tablica 15. Podaci o lokalitetu z_010

LOKALITET:	z_010
LOKACIJA:	PP Kopački rit, Donja Siga
OPIS LOKACIJE:	desna strana toka
DATUM SNIMANJA:	21.02.2024.
KOORDINATE:	18.893909
X-	45.748740
Y-	
RASPON DUBINE (m):	9,6-17,8
BROJ JEDINKI:	0
OPIS LOKALITETA:	obećavajuće područje, obradom snimke utvrđeno granje
PROCJENA STATUSA ZIMOVNIKA :	Potencijalno zimovnik

11. LOKALITET: Z_011

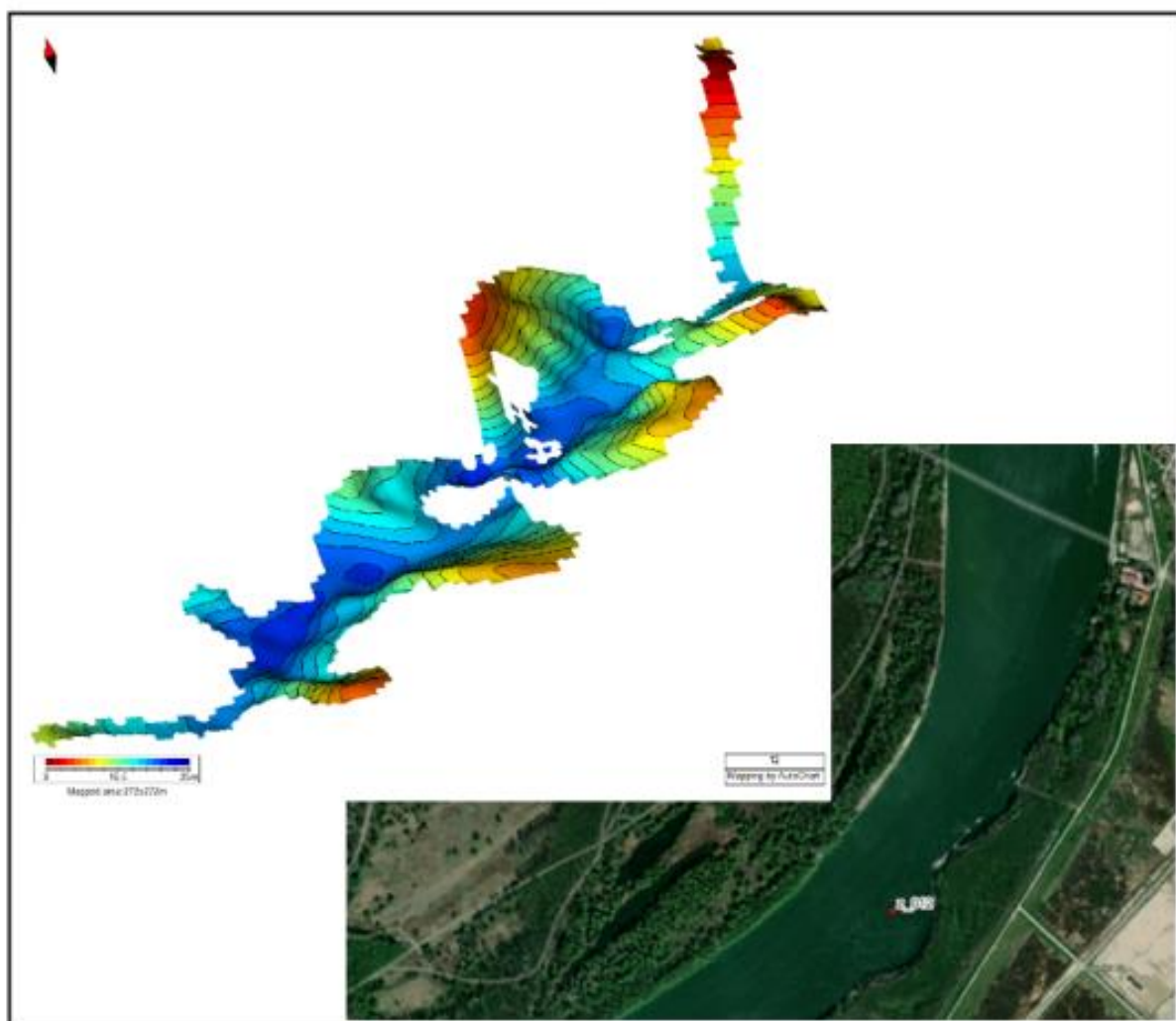


Slika 27. Prikaz pozicije lokaliteta z_011

Tablica 16. Podaci o lokalitetu z_011

LOKALITET:	z_011
LOKACIJA:	PP Kopački rit, 1,5 km uzvodno od Apatina
OPIS LOKACIJE:	desna strana toka, pokraj riječnog spruda
DATUM SNIMANJA:	21.02.2024.
KOORDINATE:	18.94786
X-	45.67900
Y-	
RASPON DUBINE (m):	7,3-9,6
BROJ JEDINKI:	0
OPIS LOKALITETA:	lokacija ne zadovoljava nijedan parametar potreban za nastanak zimovnika, AC datoteka nije snimljena
PROCJENA STATUSA ZIMOVNIKA:	Vjerojatno nije zimovnik

12. LOKALITET: U_012

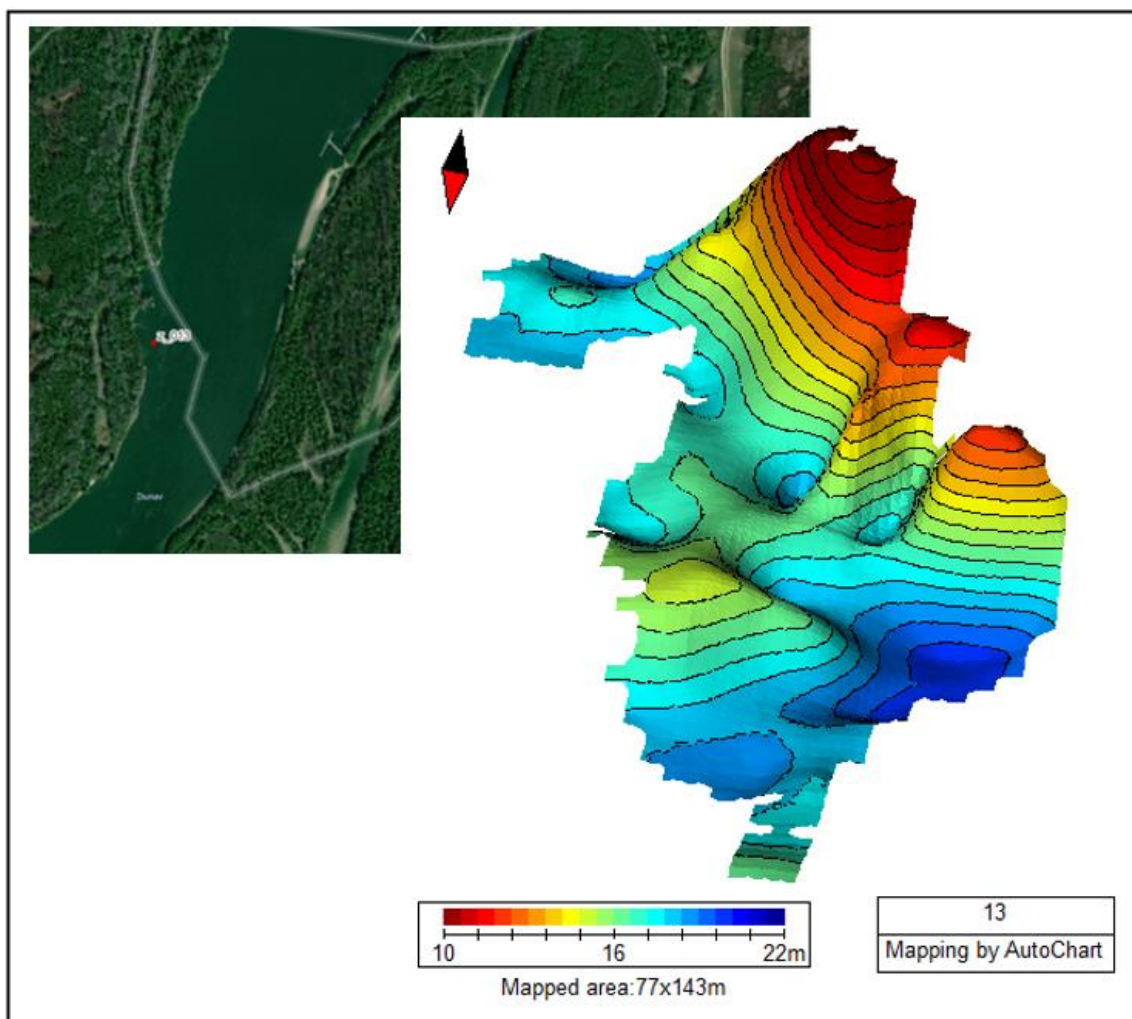


Slika 28. Karta i 3D prikaz lokaliteta z_012

Tablica 17. Podaci o lokalitetu z_012

LOKALITET:	z_012
LOKACIJA:	PP Kopački rit, poluotok kod Apatina
OPIS LOKACIJE:	lijeva strana toka, blago udubljenje u obali
DATUM SNIMANJA:	21.02.2024.
KOORDINATE:	18.961099
X-	45.656361
Y-	
RASPON DUBINE (m):	7,4-23,2
BROJ JEDINKI:	30-60
OPIS LOKALITETA:	dobar raspon dubine, snimljen veći broj jedinki
PROCJENA STATUSA LOKALITETA:	Aktivan zimovnik

13. LOKALITET: Z_013

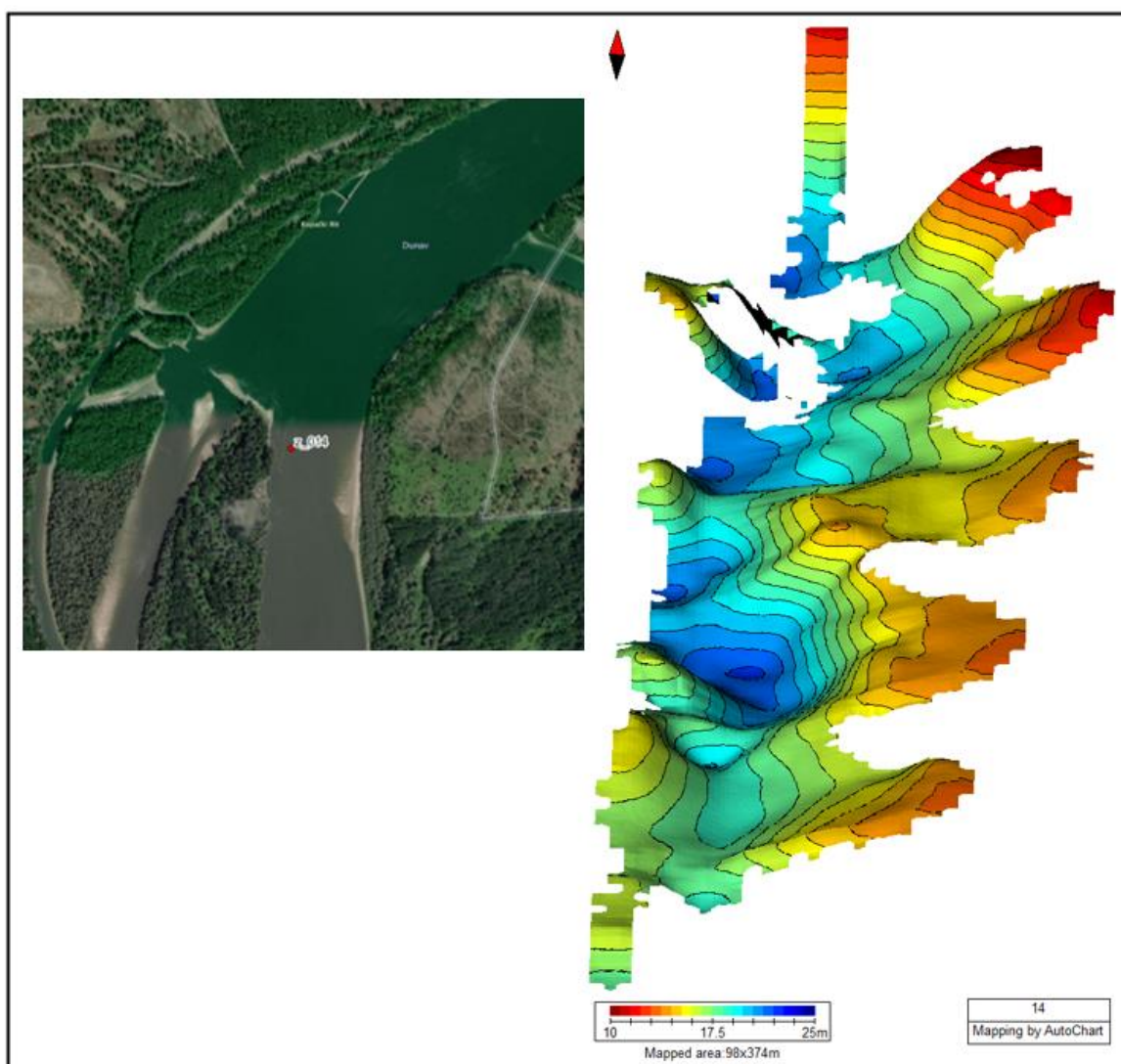


Slika 29. Karta i 3D prikaz lokaliteta z_013

Tablica 18. Podaci o lokalitetu z_013

LOKALITET:	z_013
LOKACIJA:	PP Kopački rit, nizvodno od Čifutskog Dunavca
OPIS LOKACIJE:	desna strana toka u predjelu spajanja rukavca sa glavnim tokom
DATUM SNIMANJA:	21.02.2024.
KOORDINATE:	18.966626
X-	45.635312
Y-	
RASPON DUBINE (m):	3,5-22,2
BROJ JEDINKI:	5-15
OPIS LOKALITETA:	vrlo obećavajući parametri za stanište
PROCJENA STATUSA ZIMOVNIKA:	Aktivan zimovnik

14. LOKALITET: Z_014

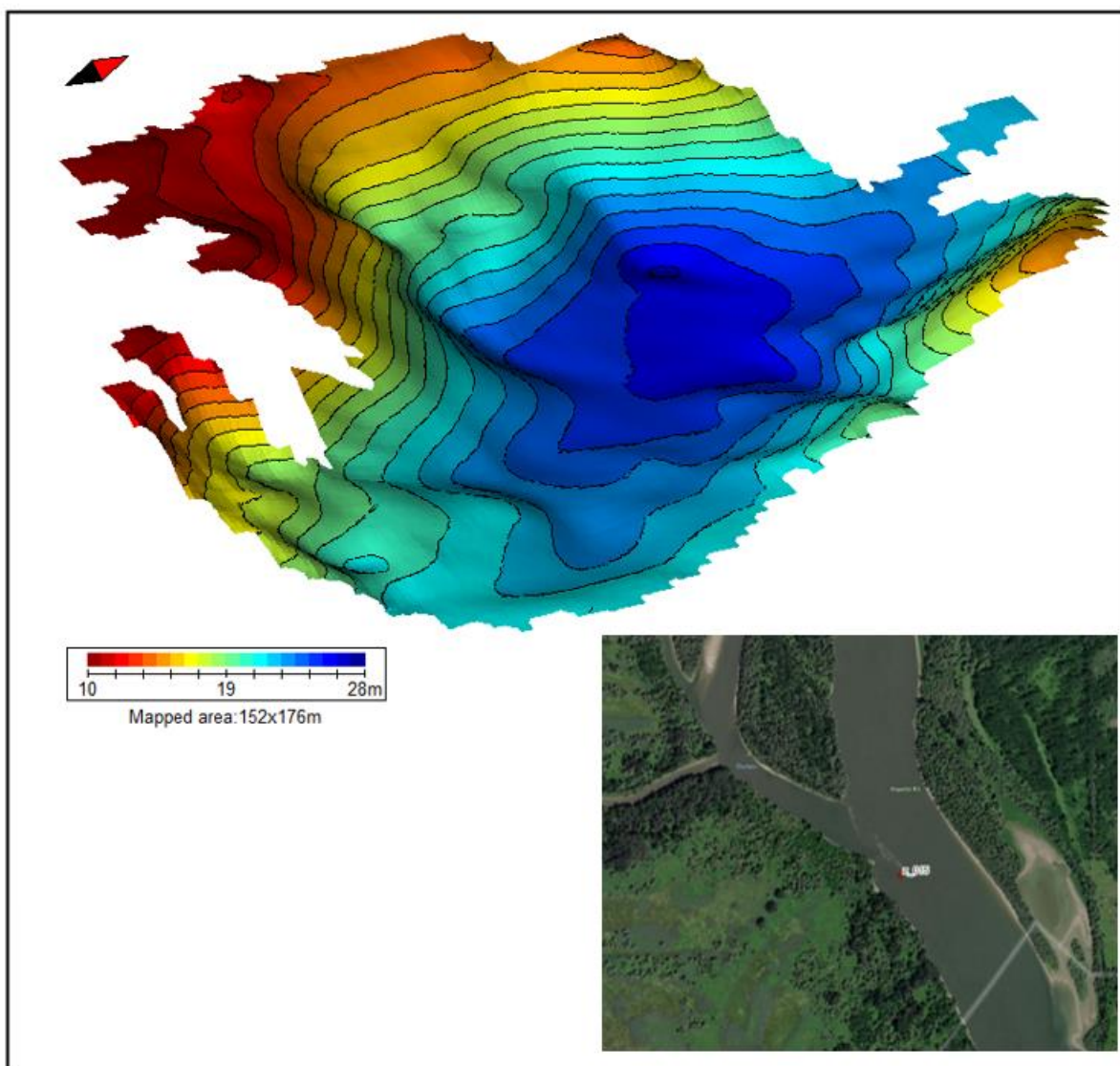


Slika 30. Karta i 3D prikaz lokaliteta z_014

Tablica 19. Podaci o lokalitetu z_014

LOKALITET:	z_014
LOKACIJA:	PP Kopački rit, Mišval
OPIS LOKACIJE:	lijeva strana toka, bočno otoku
DATUM SNIMANJA:	21.02.2024.
KOORDINATE:	18.905159
X-	45.616596
Y-	
RASPON DUBINE (m):	6,3-27,1
BROJ JEDINKI:	2-3
OPSI LOKALITETA:	vrlo obećavajući parametri za nastanak staništa
PROCJENA STATUSA ZIMOVNIKA:	Zabilježene ribe u rubnom području no vjerojatno nije zimovnik

15. LOKALITET: Z_015



Slika 31. Karta i 3D prikaz lokaliteta z_015

Tablica 20. Podaci o lokalitetu z_015

LOKALITET:	z_015
LOKACIJA:	PP Kopački rit, nizvodno od Mišvala
OPIS LOKACIJE:	desna strana toka, nizvodno otoka i rukavca
DATUM SNIMANJA:	21.02.2024.
KOORDINATE:	18.907170
X-	45.603369
Y-	
RASPON DUBINE (m):	6,5-26,2
BROJ JEDINKI:	15-30
OPIS LOKALITETA:	odličan primjerak zimovnika
PROCJENA STATUSA LOKALITETA:	Aktivan zimovnik

16. LOKALITET: Z_016



Slika 32. Prikaz pozicije lokaliteta z_016

Tablica 21. Podaci o lokalitetu z_016

LOKALITET:	z_016
LOKACIJA:	PP Kopački rit, Renovo
OPIS LOKACIJE:	desna strana toka na meandru
DATUM SNIMANJA:	21.02.2024
KOORDINATE:	18.88810
X-	45.56441
Y-	
RASPON DUBINE (m):	6,1-17,6
BROJ JEDINKI:	2
OPIS LOKALITETA:	Lokalitet nije detaljno snimljen, nedostatak jedinki
PROCJENA STATUSA ZIMOVNIKA:	Zabilježene ribe u rubnim područjima no vjerojatno nije zimovnik

17. LOKALITET: Z_017

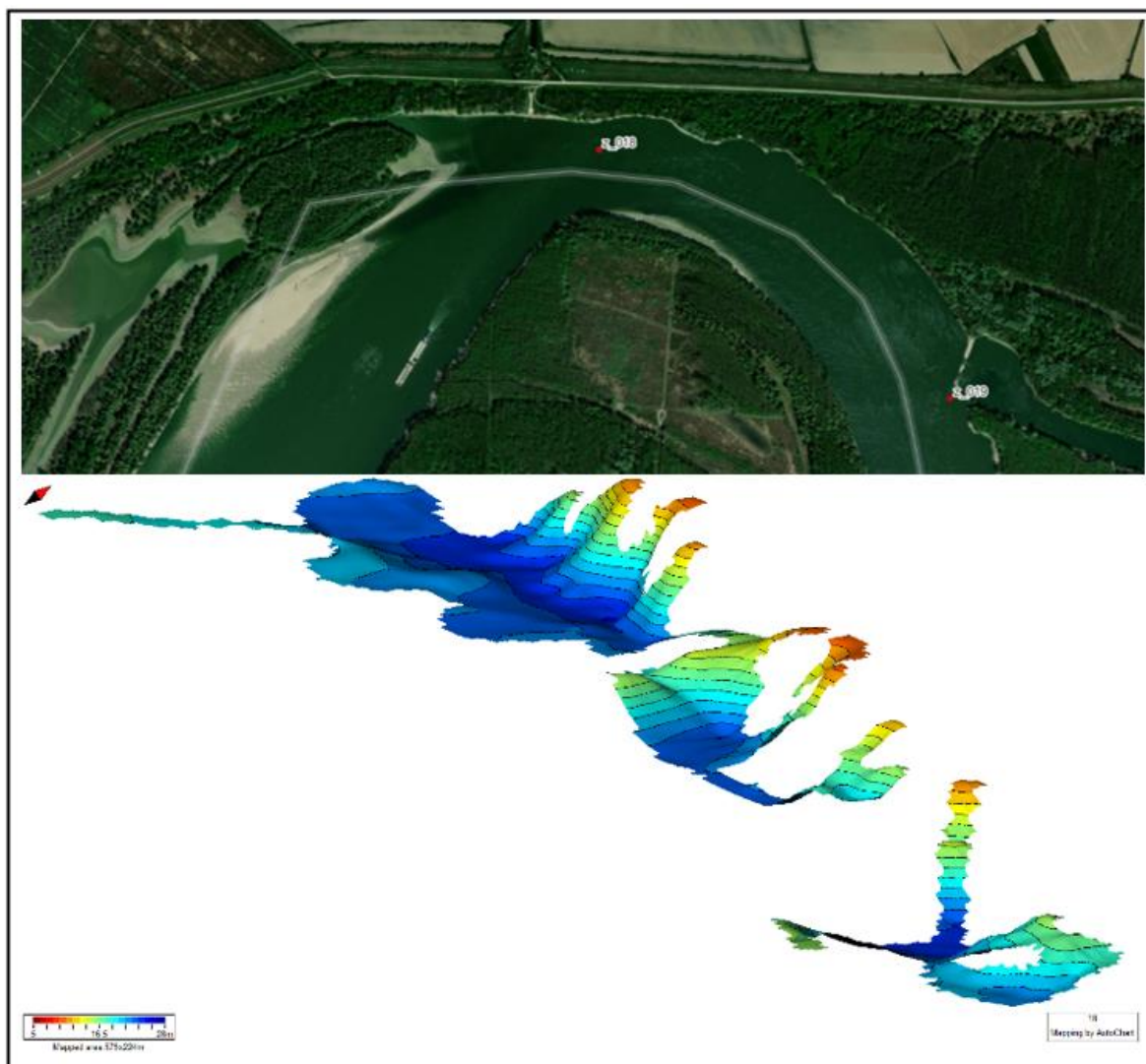


Slika 33. Prikaz pozicije lokaliteta z_017

Tablica 22. Podaci o lokalitetu z_017

LOKALITET:	z_017
LOKACIJA:	PP Kopački Rit, ušće Drave i Dunava
OPIS LOKACIJE:	lijeva strana toka, ušće
DATUM SNIMANJA:	21.02.2024.
KOORDINATE:	18.92836
X-	45.54661
Y-	
RASPON DUBINE (m):	3,9-21,2
BROJ JEDINKI:	5-7
OPIS LOKALITETA:	ne zadovoljavajući parametri
PROCJENA STATUSA ZIMOVNIKA:	Vjerojatno nije zimovnik

18. LOKALITET: Z_018

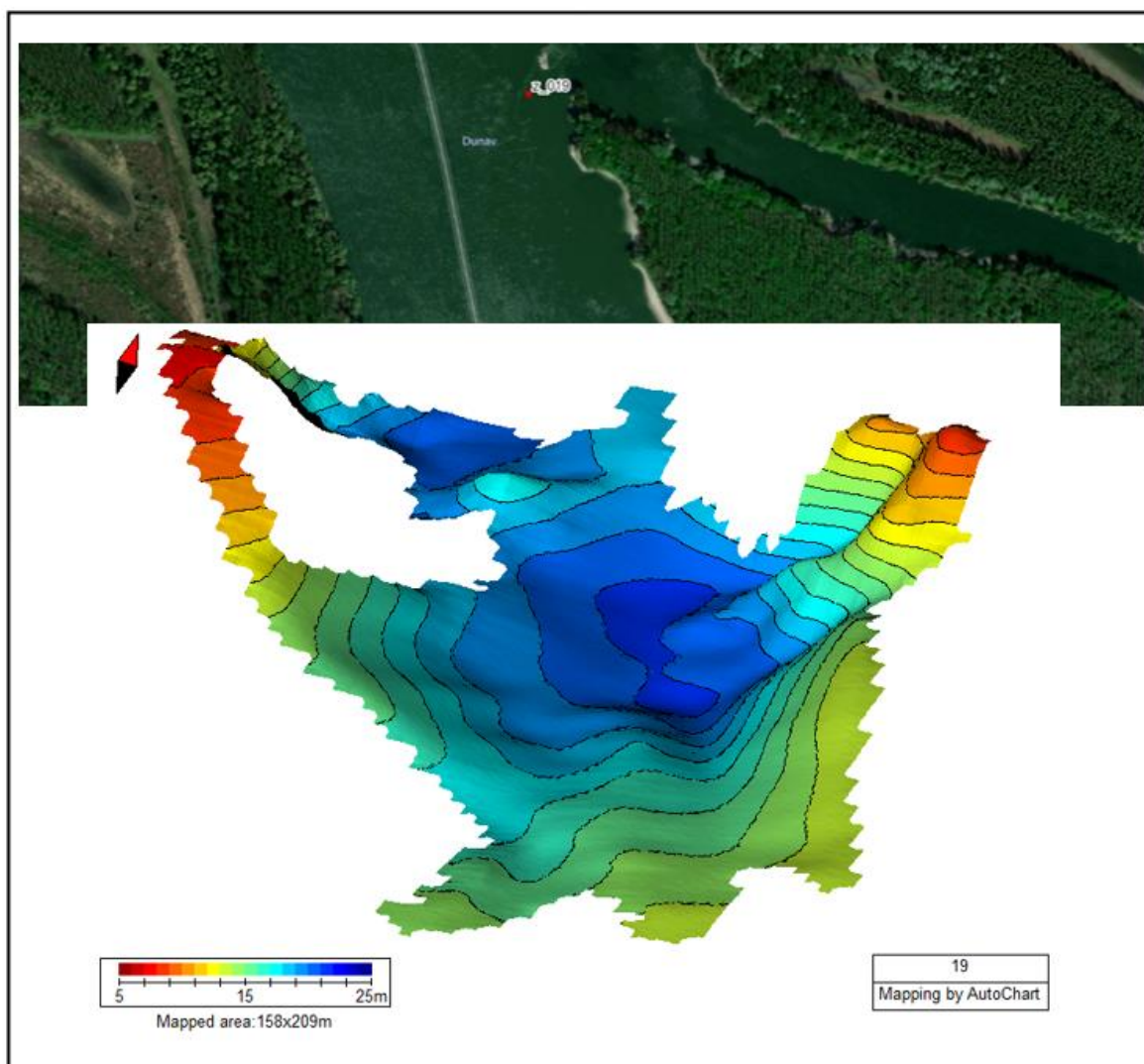


Slika 34. Karta i 3D prikaz lokaliteta z_018

Tablica 23. Podaci o lokalitetu z_018

LOKALITET:	z_018
LOKACIJA:	Nizvodno od Aljmaša, Porić
OPIS LOKACIJE:	lijeva strana toka, meandar
DATUM SNIMANJA:	21.02.2024
KOORDINATE:	19.015225
X-	45.558316
Y-	
RASPON DUBINE (m):	7,5-24,8
BROJ JEDINKI:	50-80
OPIS LOKALITETA:	prigodna dubina i lokacija, najveći zabilježen broj jedinki
PROCJENA STATUSA ZIMOVNIKA:	Aktivan zimovnik

19. LOKALITET: Z_019



Slika 35. Karta i 3D prikaz lokaliteta z_019

Tablica 24. Podaci o lokalitetu z_019

LOKALITET:	z_019
LOKACIJA:	Uzvodno od Bakulje, blizu Erduta
OPIS LOKACIJE:	lijeva strana toka, na račvanju
DATUM SNIMANJA:	21.02.2024.
KOORDINATE:	19.028493
X-	45.551732
Y-	
RASPON DUBINE (m):	/
BROJ JEDINKI:	/
OPIS LOKALITETA:	nedostaje track file
PROCJENA STATUSA ZIMOVNIKA:	Neadekvatno snimljeno