

**VALSTYBINIS MOKSLINIŲ TYRIMŲ INSTITUTAS
GAMTOS TYRIMŲ CENTRAS**

TVIRTINU:

Valstybinis mokslinių tyrimų institutas
Gamtos tyrimų centras

Direktorius Sigitas Podėnas
2025 m. lapkričio mėn. 10 d.

**PROJEKTAS ĮGYVENDINTAS PAGAL ŽEMĖS ŪKIO, MAISTO ŪKIO, ŽUVININKYSTĖS
IR KAIMO PLĖTROS 2023–2027 METŲ MOKSLINIŲ TYRIMŲ IR EKSPERIMENTINĖS
PLĖTROS FINANSAVIMO TAISYKLES**

**ĮVEISTŲ UNGURIŲ NERŠTO MIGRACIJOS ĮVERTINIMAS IR
REKOMENDACIJŲ DĖL TOLESNIŲ VEIKSMŲ ĮGYVENDINANT LIETUVOS
UNGURIŲ IŠTEKLIŲ VALDYMO PLANĄ PATEIKIMAS**

2025 m. BAIGIAMOJI ATASKAITA



Tyrimo vadovas dr. Linas Ložys

VILNIUS

2025

Vykdytojų sąrašas

vyriaus. m. d. L. Ložys

vyr. m. d. Ž. Pūtys

vyr. m. d. Rasa Binkienė

vyr. m. d. J. Dainys

j. m. d. I. Dmytrieva

vyr. inž. D. Levickienė

laiv. kap. R. Rimkus

vyr. laborantas I. Ranga

savanoris H. Lazaruk

vyr. laborantas N. Dvareckas

vyr. laborantas U. Paliukėnas

biologė I. Šostakienė

TURINYS

ĮVADAS	3
1. Tiriamos rūšies biologijos ypatumai, įžuvinimas, eksploatavimas ir būklė Lietuvoje	5
1.1 Bendri rūšies bruožai	5
1.1.1 Nerštavietės ir lervų migracija	6
1.1.2 Stikliniai unguriukai ir jų migracija	7
1.1.3 Ungurių jaunikliai ir jų migracija	8
1.1.4 Geltonieji unguriai	8
1.1.5 Sidabriniai unguriai ir jų migracija	11
1.2 Ungurių įžuvinimas ir eksploatavimas, išteklių būklė Lietuvoje	14
1.2.1 Įžuvinimas	14
1.2.2 Eksploatavimas	16
1.2.3 Hidroelektrinių poveikis ištekliams	20
1.2.4 Ištekliai ir jų būklė	23
2. Ankstesnių tyrimų ir taikomų valdymo priemonių apžvalga	28
2.1 Ankstesni ungurių populiacijos tyrimai pagal jų kilmę Kuršių mariose ir Latvijoje	28
2.2 Išteklių valdymo priemonės susijusios su antropogeninio mirtingumo mažinimu	31
3. Tyrimų metodai ir akvatorija	34
3.1 Tyrimo vieta. Kuršių marios	34
3.1.1 Kuršių marių žuvų bendrija	34
3.1.2 Verslinė žvejyba Kuršių mariose	34
3.2 Tyrimo metodai	36
3.2.1 Ichtologinis lauko tyrimas	36
3.2.2 Laboratorinė analizė ir mėginių paėmimas	38
4. Tyrimo rezultatai ir aptarimas	47
4.1 Vasarą-rudens pradžioje pagautų ungurių matmeninė struktūra ir subrendimas	47
4.2 Tirtų ungurių kilmė	49
4.3 Ungurių morfofiziologiniai parametrai lyginant pagal kilmę	53
4.4 Skirtingos kilmės ungurių amžius ir augimas	57
4.5 Parazitologinio tyrimo rezultatai	62
4.6 Virusuloginio tyrimo rezultatai	69
4.7 Energetinių resursų tyrimo rezultatai	73
IŠVADOS	83
REKOMENDACIJOS	86
NAUDOTA LITERATŪRA	87

IVADAS

Europos Sąjungos ungurių reglamentas (*Council Regulation (EC) No 1100/2007 of 18 September 2007 establishing measures for the recovery of the stock of European eel*) kaip vieną iš išteklių atstatymo priemonių numato įžuvinimą ungurių jaunikliais. Lietuvos Ungurių išteklių valdymo plano (UVP) viena pagrindinių populiacijos Lietuvos vidaus vandenyse atkūrimo priemonių – ungurių jauniklių įžuvinimas juos perkeliant iš kitų arealo dalių. 2021 - 2025 m., nors su ungurių populiacija neįvyko jokių ženklių neigiamų pokyčių, atvirkščiai – rūšies išteklių pasipildymas stabilizavosi ir nebemažėja, ICES kardinaliai pakeitė rekomendacijas ir rekomendavo sustabdyti visų stadijų ungurių žvejybą visame areale. Europos Komisijai įgyvendinus tokias rekomendacijas visa apimtimi, daugelis šalių, kurių UVP patvirtinti Europos Komisijos ir yra pagrįsti ungurių jauniklių perkėlimu iš vienos arealo dalies į kitą (ES Ungurių reglamentas tai numato kaip aplinkosauginę priemonę), nebus įgyvendinti dėl menko natūralaus išteklių pasipildymo atskirose arealo dalyse, tame tarpe ir Lietuvoje. Lietuvos nacionaliniame UVP yra numatyta nežuvininti ungurių virš hidroelektrinių, žvejyba yra jau ženkliai apribota ir numatoma toliau šiuos ribojimus didinti. Tikėtina, jog ši Lietuvos UVP strategija yra efektyvi ir vis didesni įžuvintų ungurių kiekiai sėkmingai iš vidaus vandenų išplaukia į Baltijos jūrą migruodami neršti Sargaso jūros kryptimi. Kad tai patikrinti, reikalinga atlikti tyrimą, kuris įvertintų neršti iš Lietuvos per Kuršių marias išmigruojančių ungurių kilmę, t. y. ar migruoja dirbtinai veisti, ar natūraliai atmigravę unguriai. Tai leistų įvertinti tiek natūraliai pasipildančios populiacijos būklę, tiek kiek ungurių įveisimo priemonės yra efektyvios Lietuvos vidaus vandenyse. Jei hipotezė apie Lietuvos vykdomų ungurių atkūrimo priemonių efektyvumą pasitvirtintų, projekto rezultatai būtų geros išteklių valdymo praktikos pavyzdžiu tarptautiniu mastu, tikėtina galėtų įtakoti Europos komisijos sprendimus susijusius su ungurių išteklių valdymo reglamentavimu.

Šio mokslinio projekto tikslas yra įvertinti iš Lietuvos per Kuršių marias neršti išmigruojančių ungurių kilmę (dirbtinai veisti ar natūraliai atmigravę) ir taip įvertinti natūraliai pasipildančios populiacijos būklę bei kiek ungurių įveisimo priemonės yra efektyvios Lietuvos vidaus vandenyse. Tyrimas pradėtas vykdyti 2023 m. birželio mėn., baigtas 2025 m. lapkričio 10 d.

Darbui iškelti šie uždaviniai:

1. Įvertinti Kuršių mariose pagautų ungurių sudėtį pagal subrendimo stadiją (kiek yra sėslios – geltonojo ungurio, kiek neršto migracijos – sidabrinio ungurio).

2. Atlikti mikrocheminę ungurių otolitų analizę ir nustatyti ungurių kilmę – atskirti dirbtinai įveistus ir natūraliai atmigravusius ungurius, įvertinti įveistų ungurių reikšmę imtyje.
3. Įvertinti ungurių amžinę struktūrą, taip nustatant kuriais metais unguriai buvo išleisti į Lietuvos vidaus vandenį.
4. Įvertinti ungurių matmeninę struktūrą Kuršių mariose nustatant įveistų ungurių augimo greitį lyginant su natūraliai atmigravusių ungurių augimo greičiu.
5. Įvertinti atliktų įveisimo darbų Lietuvos vidaus vandenyse svarbą, siekiant Lietuvos ungurių išteklių valdymo plane numatytų tikslų atkuriant išteklius šalyje.
6. Pateikti rekomendacijas dėl tolesnių veiksmų, susijusių su dirbtiniu įžuvinimu siekiant atkurti ungurių išteklius Lietuvos teritorijoje bei galimo žvejybos ribojimo Kuršių mariose, siekiant apsaugoti neršti migruojančius ungurius.

1. Tiriamos rūšies biologijos ypatumai, įžuvinimas, eksploatavimas ir būklė Lietuvoje

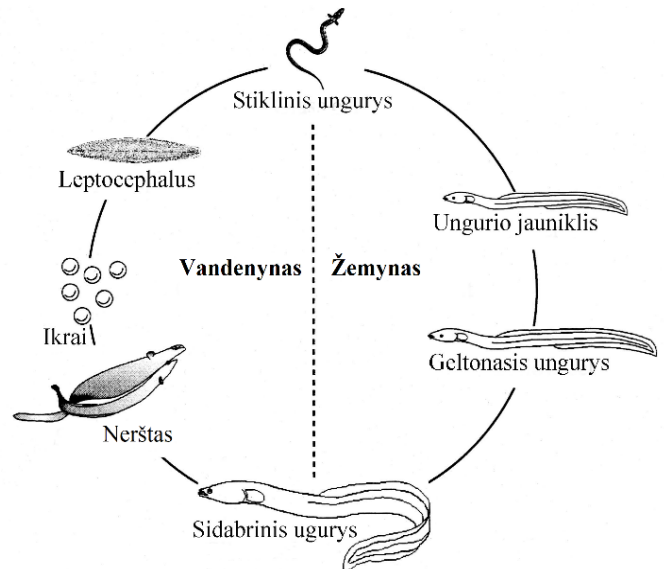
1.1 Bendri rūšies bruožai

Europiniai unguriai *Anguilla anguilla* (L.) yra dalinai katadrominė žuvų rūšis – neršti migruoja į jūrą, dažnai auga ir gyvena gėlame vandenyje. Tačiau dalis ungurių praleidžia visą savo gyvenimą druskėtuose arba jūriniuose pakrančių vandenyse neįplaukdami į gėlus vandenį. Unguriai sutinkami beveik visuose gėluose, druskėtuose ir jūriniuose Europos vandenyse bei Azijoje ir Afrikoje palei Viduržemio jūros pakrantes.

Ungurių gyvenimo ciklas labai sudėtingas lyginant su daugumos kitų žuvų rūšių (1.1 pav.).

Iki šiol nėra tiksliai žinoma ungurių neršto vieta ir ypatybės, tačiau manoma, kad neršia Atlanto vandenyno pietvakarinėje dalyje - Sargaso jūros regione, kur randamos mažiausios ungurių lervutės, o didėjančios lervutės Europos kryptimi randamos akvatorijoje tarp Sargaso jūros ir Europos kontinentinio šelfo. Šiame regione tarp Bermudų salų ir Puerto Riko neršia dvi Atlanto ungurių rūšys, tai *A. anguilla* ir *A. rostrata* (Wickstrom, 2001).

Lapo formos permatomos ungurių lervos, vadinamos *Leptocephalus*, migruoja iš vandenyno vakarų į rytus ir Europos kontinentinio šelfo akvatorijose (nuo 1 iki 3 metų amžiaus) virsta į stiklinius unguriukus, kurie yra panašūs į suaugusius ungurius tačiau nepigmentuoti. Stikliniai unguriukai migruoja į Europos priekrantės vandenį ir lagūnas spalio-gegužės mėn. Vėliau dalis jau pigmentuotų ungurių jauniklių lieka pakrančių vandenyse, o kiti iki rugsėjo kyla aukštyne upėmis pasiekdami ežerus. Pigmentuoti jaunikliai arba dar vis stikliniai unguriukai paprastai yra apie 75 mm ilgio ir sveria apie 0,3 g. Po pigmentuoto unguriuko stadijos prasideda geltonojo unguorio stadija, kuri užtrunka nuo 3 iki 20 ar daugiau metų. Lietuvoje, kaip ir didžiojoje Baltijos jūros dalyje, ši imigracijos į gėlą vandenį stadija skiriasi nuo didžiojoje arealo dalyje stebimos unguriukų migracijos iš vandenyno tuo, kad unguriai Lietuvos gėlus vandenį pasiekia vyresniame amžiuje kai jų amžius siekia vidutiniškai



1.1 pav. Europinio unguorio gyvenimo ciklas (pagal Willem Dekker).

1. RŪŠIES BIOLOGIJOS YPATUMAI, JŪVINIMAS, EKSPLOATAVIMAS IR BŪKLĖ LIETUVOJE

daugiau nei 5 metus (Schiao *et al.* 2006). Dėl to Lietuvos Baltijos jūros pakrantėse stikliniai unguriukai neaptinkami. Geltonojo ungurio stadijoje (sėkli augimo stadija) unguriai auga misdami žuvimis, vėžiagyviais, moliuskais, kirmėlėmis, vabzdžiais. Lyties formavimosi mechanizmai nėra iki galo aiškūs, tačiau manoma, jog ji apsprendžiama unguriams praleidus kurį laiką naujose buveinėse ir paaugus, o lyties formavimąsi lemia populiacijos tankis, maisto gausa ir vandens temperatūra. Augimo stadijos pabaigoje unguriai subręsta, ungurių patinams būdinga kiek galima greitesnio brendimo strategija, o patelėms - maksimalaus kūno dydžio strategija sąlygojanti maksimalų vislumą, todėl subrendusios patelės yra didesnės ir dažnai dvigubai vyresnės. Subrendę unguriai, migruojantys neršti į Atlanto vandenyną, vadinami sidabriniais unguriais. Migracijos per vandenyną ir neršto ypatybės, tiksli neršto vieta yra praktiškai vis dar nežinomos. Manoma, jog po neršto unguriai žūva (1.1 pav.).

1.1.1 Nerštavietės ir lervų migracija

Kas vyksta sidabriniais unguriams išmigravus link nerštaviečių ir palikus kontinentinį šelfą, iki šiol mažai žinoma. Nerštavietės yra numanomos tik iš ungurių mažiausių lervų radimviečių (Tsukamoto, 1992).

Šios ungurių gyvenimo ciklo dalies istorija yra gana nesena ir komplikauta. 1856 m. Kaup Mesinos sąsiauryje buvo aptikta žuvis, kuri dėl mažos ir plonos galvos buvo pavadinta *Leptocephalus brevirostris*. Teigiama, jog ungurių lervutės minta planktonu arba organinės kilmės detritu. Po 40 m. italai Grassi ir Calandruccio išsiaiškino, kad tai ungurio lervinė stadija (1pav.). Tada buvo nuspręsta, jog unguriai neršia Viduržemio jūroje, tačiau šios hipotezės negalima įrodyti, nes buvo randami jau nemaži 6-8 cm jaunikliai, o mažesnių nebuvo, be to neaptikta ir pasirengusių neršti ungurių. Žinios prasiplėtė, kai danų mokslinis laivas "Thor" pagavo pirmą lervą *Leptocephalus* nebe Viduržemio jūroje, o į vakarus nuo Farerų salų (Schmidt, 1912). Po to 1905 m. danai ėmėsi sistemingai tirti lervų paplitimą naudodami Peterseno jauniklinį tralą ir įrodė, jog nerštavietės yra ne Viduržemio jūroje, o toli Atlanto vandenyne į šiaurę nuo ekvatoriaus. Vėliau buvo kiek detaliau identifikuota galima neršto vieta. Tai Sargaso jūra, kurioje randamos mažiausios, 5-7 mm lervutės. Jos čia aptinkamos kovo-gegužės mėnesiais, maždaug 100 m gylyje. Niekas iki šiol ungurių neršto ar bent jau ikrių gamtoje nėra stebėjęs. Dar daugiau – niekas Sargaso jūroje nėra kol kas pagavęs net ir subrendusio ungurio, nežiūrint daugelio pastangų (Tesch, 1977).

Boëtius (1967), remdamasis eksperimentų rezultatais, teigia, jog pats nerštas vyksta 150 m gylyje. Taigi, mažai tikėtina, jog nerštas vyksta priedugnyje, kur gylis siekia iki 5000 m.

1.1.2 Stikliniai unguriukai ir jų migracija

Stikliniai unguriukai (1.1 pav.) aptinkami pietvakarių Europos bei šiaurės-vakarų Afrikos priekrantėje, lagūnose ir upėse. Tik vienetai stiklinių unguriukų pasiekia šiaurės Europos pakrantės vandenį, t.y. šiaurės Airiją bei Baltijos jūros baseiną. Šiauriausiu ungurių paplitimo tašku laikoma Murmansko pakrantė, pietiniu – Kanarų salos (Tech, 2003).

Pirmieji stikliniai unguriukai pasirodo Prancūzijos ir Ispanijos pakrantėje jau spalio, Belgijos-Olandijos – sausio, Vokietijos – vasario mėnesiais (Tesch, 2003). Tesch mano, kad negalima atmesti galimybės, jog į Baltijos jūrą stikliniai unguriukai patekti gali jau ir vasario-kovo mėnesiais. Tokie stiklinių unguriukų atkeliavimo skirtumai gali būti nulemti tiesiog tolimesnio atstumo, tačiau yra tikimybė, jog vandens temperatūra taip pat gali sulėtinti stiklinių unguriukų kelionę į šiaurinę arealo dalį.

Kaip migruoja stikliniai unguriukai nėra iki galo aišku. Pirmiausia todėl, kad paprastai pagaunami tik priekrantės šelfe, o gilesniuose sluoksniuose pagaunami retai. Yra dvi hipotezės teigiančios, jog: stikliniai unguriukai migruoja pasyviai su natūraliomis vandens srovėmis (Creutzberg, 1961) arba migruoja aktyviai (Tesch, 2003). Ypač abejotinas atrodo stiklinių unguriukų pasyvus migravimas su srovėmis 1000 m gyliuose, tačiau pačioje priekrantėje, kur vandens srovės yra gana stiprios, stiklinių unguriukų migracija iš dalies gali būti nulemiama būtent vandens srovių. Akivaizdu, kad stikliniai unguriukai migruoja nakties metu, aktyvesni būna itin tamsiomis naktimis, ypač jauno Mėnulio fazės metu (Tesch, 2003). Manoma, kad unguriukus traukia gėlas vanduo, patenkantis į jūrinius vandenį, todėl jie ir migruoja lagūnų ar upių žiočių link. Į gėlus vandenį stikliniai unguriukai užsina vandens temperatūrai esant maždaug 10-12°C. Manoma, kad viena priežasčių, verčiančių stiklinius unguriukus traukti link gėlo vandens šaltinių, gali būti tai, jog jų kūno skysčio druskų koncentracija yra maža, lyginant su aplinkos. Kita vertus, geltonų ungurių kūno skysčių druskų koncentracija yra didesnė, todėl pastarieji dažnai renkasi druskingus vandenį (Crean ir kt., 2005). Stikliniai unguriukai, patekę į upes, paprastai migruoja vandens paviršiuje, ar visiškai šalia kranto, dažniausiai naktį, bet kartais ir dienos metu (Tesch, 2003).

1.1.3 Ungurių jaunikliai ir jų migracija

Jau pigmentuoti ungurių jaunikliai (1.1 pav.; angl. *elver*) skirtingai nei stikliniai unguriukai migruoja priedugniu, praktiškai neiškildami į vandens paviršių. Ši migracija skiriasi nuo tokių žuvų, kaip lašišų, ar nėgių migracijų. Pastarosios migruoja aukštyn į upes intensyviai. Tuo tarpu, ungurių jauniklių migracija yra lėta, gali trukti keletą metų. Mozūrijoje (Lenkijoje), aukštyn upe migruoja iki 35 cm ilgio unguriai, tačiau dažniausiai jie būna mažesni nei 25 cm (Ložys, 2004). Wickström (2001) ungurių išteklių natūralaus pasipildymo monitoringo taškuose atitinkančiuose Lietuvos platumą aptinka 3 - 9 metų amžiaus, vidutiniškai 34 cm ilgio ungurius, migruojančius aukštyn upe. Vokietijos Weser upėje per metus unguriai įveikia vidutiniškai apie 50 km. Migracijos greitį veikia vandens temperatūra. Migracija prasideda, kai vandens temperatūra pakyla iki 8 - 9 °C, tačiau ungurių jaunikliai rudenį nustoja migravę temperatūrai nukritus iki 10°C (Tesch, 2003). Kaip ir stikliniai unguriukai, ungurių jaunikliai aktyviau migruoja tamsiuoju paros metu, aktyviausiai jauno mėnulio fazės metu. Tačiau, ungurių jaunikliai nebūtinai traukia aukštyn upėmis. Eksperimentiškai, su ungurių jaunikliais iš Elbės upės buvo pademonstruota, kad šie unguriai mieliau renkasi 18‰ druskingumo vandenį nei 36‰ ar gėlą. Tai paaiškina, kodėl ungurių populiacijos yra gana gausios druskėtuose vandenyse (Tesch 2003). Šis reiškinys būdingas ir Baltijos jūros baseinui – ungurių populiacijos yra labai gausios jūros priekrantėje, o kai kurie unguriai į gėlus vandenį dažnai neužgina visą savo gyvenimą (Ložys, 2004).

1.1.4 Geltonieji unguriai

Geltonieji unguriai yra sąlyginis terminas, kuris taikytinas unguriams pasiekus tam tikrą kūno dydį. Kartais geltonaisiais unguriais vadinami jau 10 cm pasiekę ungurių jaunikliai. Ši stadija užtrunka priklausomai nuo lyties bei geografinės buveinės padėties skirtingai. Europinių ungurių patinai pasiekia lytinę brandą vidutiniškai tarp 3 ir 9, o patelės tarp 5 ir 18, kartais 20 metų.

Didžiausias geltonųjų ungurių maitinimosi aktyvumas įvairiuose arealo taškuose stebimas pavasarį (kovas-gegužė), vėliau jis tolydžio mažėja, žiemą unguriai mažai aktyvūs, nors negalima teigti jog visiškai nesimaitina. Maitinasi unguriai dažniausiai tamsiuoju paros metu, tačiau dieną irgi nėra visiškai neaktyvūs. Kaip ir daugeliui priedugnyje lėtai plaukiojančių žuvų, ungurių mitybos spektrą sudaro tie gyvūnai, kurie čia ir aptinkami. Priklausomai nuo

1. RŪŠIES BIOLOGIJOS YPATUMAI, ŽUVINIMAS, EKSPLOATAVIMAS IR BŪKLĖ LIETUVOJE

vandens telkinio ir metų laiko šių gyvūnų gausa skiriasi, todėl atitinkamai skiriasi ir jų dalis ungurių mityboje. Mitybos racione aptinkami žuvis, nėgės, nariuotakojai (vėžiai, krabai), įvairios kirmėlės ir vabzdžių lervos. Su mitybos pobūdžiu susijęs mitas apie du ungurių “porūšius” – siauragalvius bei plačiagalvius. Atlikti mitybos tyrimai įvairiose ungurių paplitimo arealo vietose įrodo, jog žiotys siauros tų ungurių, kurių mityboje dominuoja kirmėlės ir vabzdžių lervos (labai dažnai chironomidų), o “plačiagalviai” unguriai minta stambesniais objektais, pirmiausia, kitų rūšių žuvimis (Tesch 2003). Tačiau tokie mitybos skirtumai nulemia ir augimo skirtumus – “plačiagalviai” paprastai auga sparčiau, o “siauragalviai” – lėčiau. Dar vienas mitas susijęs su ungurių mityba yra teiginys, jog unguriai minta kritusių ir nuskendusiu gyvūnų, tame tarpe žmonių, lavonais. Taip nėra, nes unguriai praktiškai nebesimaitina pašaru (tame tarpe mėsa) jei ji vandenyje jau išbuvo vieną naktį. Žvejai, gaudantys ungurius ūdomis irgi gali patvirtinti, jog unguriai kimba tik ant itin šviežio masalo. Iš kitos pusės tai, jog unguriai randami paskendusiu gyvūnų kūnuose irgi yra žinomas faktas, tačiau greičiausiai jie ten atsiduria ieškodami dienos slėptuvių.

Yra duomenų, jog ungurių lytį įtakoja aplinkos sąlygos. Manoma, jog esant prastoms aplinkos sąlygoms ir didelei vidurūšinei konkurencijai lytiškai nesidiferencijavę unguriai dažniau vystosi į patinus (Holmgren ir kt. 1997). Anot Egusa (1979), santykinai didesnė dalis patinų susiformuoja ungurių auginimo ūkiuose. Į šį faktą reiktų atkreipti dėmesį organizuojant ungurių žuvinimą Lietuvos vandenyse. Be to didesnį patinų santykį įžuvintose populiacijose gali nulemti per didelis žuvinimo tankis. Dėl patinų ir patelių augimo greičio yra skirtingų nuomonių. Eilė tyrimų rodo, jog ungurių patelės auga sparčiau, tačiau tik paprastai nuo 4-ų gyvenimo metų (Tesch 2003). Tačiau ungurių augimo tyrimai uždaroje auginimo sistemoje rodo, jog patinų ir patelių augimas nesiskiria, kartais patinai auga net sparčiau (Kuhlmenn 1975, Holmgren ir kt. 1997). Tačiau Holmgren ir Mosegaard (1996) nustatė, jog patinai greičiau auga kai kūno svoris yra apie 50-60g, kai 80-100g lėčiau, o pasiekus 150g jų augimas sustoja visai. Anot Holmgren ir kt. (1997) Gotlando saloje esančiame ežere atliktos studijos, patinai čia augo 74 mm/metus, o patelės 54 mm/metus. Tačiau vidutinis patelių ilgis buvo suprantama didesnis, kadangi patelės sidabruotis pradeda žymiai vėliau nei patinai ir to pasekoje užauga didesnės.

Bene pačios būdingiausios geltonųjų ungurių elgsenos savybės yra neigiamas fototaksis (vengimas šviesos) ir mechaninio kontakto su aplinka siekimas (teigiamas tigmotaksis). Dėl šių elgsenos ypatumų unguriai dienos metu slepiasi įvairiausiose slėptuvėse, dažnai primenančias urvus. Dar viena ungurių elgsenos ypatybė (mechaninė-taktilinė) yra ta, jog jie

1. RŪŠIES BIOLOGIJOS YPATUMAI, JŪVINIMAS, EKSPLOATAVIMAS IR BŪKLĖ LIETUVOJE

kartais po kelis užima tą pačią slėptuvę, pvz. vandenyje gulintį vamzdį. Tokiu atveju, gali būti tokia situacija, kad keletas šalia esančių slėptuvių lieka neužimtos, o vienoje įsikuria visa “puokštė” ungurių (Ložys L., nepubl. duomenys). Dažnai unguriai slepiasi įsirausdami dumble, kartais, manoma, rausia urvus kietesniuose substratuose. Tokiu atveju dienos metu du trečdaliai ungurio galvos paprastai lieka išlindę laukan (Krause 1961). Unguriai įsirausia į dugną ir tokiais atvejais jei tvenkinys, kuriame jie gyvena nuleidžiamas, tokioje būsenoje jie gali išbūti ilgą laiką. Svarbu, kad jų kūnas nedžiūtų. Su ungurių sugebėjimu išbūti ilgą laiką ore susiję ir kitokie kitoms žuvisms nebūdingi elgsenos ypatumai. Faktiškai ungurių sugebėjimas įveikti kliūtis (pvz. užtvankas) migruojant neršti yra įrodytas ir dokumentuotas, todėl užtvankos nelaikytinos itin didele problema ungurių migracijai į nerštavietes. Dar daugiau – yra žinoma jog unguriai retkarčiais gali iššliaužti į sausumą. Tokie reiškiniai stebėti į vandens telkinį patekus dideliems kiekiams nevalytų nuotekų vandenų, negesintų kalkių ar srutų. Akvakultūroje dažnai unguriai maitinami ne vandenyje, o virš vandens. Bergmann (1970) aprašo 9 atvejus, kai unguriai natūraliose gamtinėse sąlygose buvo iššliaužę į sausumą, dažniausiai žirnių laukus. Autoriaus nuomone, šiais atvejais unguriai nesimaitino žirniais, o traukė tenai, kaip į drėgnas vietas, kuriose gausu šliužų, sliekų ir kitokių maistui tinkamų gyvių. Kita vertus, matomai, pasakojimai apie “naktinius ungurių žygius į žirnių laukus” nėra visiškai be pagrindo. Manoma, kad unguriai kelią atgal į vandenį randa tik pagal savo šliužę. Kitais atvejais, unguriai sausumoje sunkiai randa arba visai neranda kelio atgal į vandenį, net ir nedideliais atstumais (pvz. 4 m; Rudsinke 1960).

Geltoniesiems unguriams būdingos sezoninės migracijos, kaip ir daugeliui kitų žuvų rūšių. Paprastai jos vyksta prieš žiemą (rudeni) ir šylant vandeniui pavasarį, todėl ir Lietuvoje komercinėje žvejyboje ant upelių pavasarį pagaunama ženkli dalis geltonųjų ungurių. Unguriams būdingas dar vienas sunkiai įtikimas elgsenos ypatumas susijęs su įprastinėmis buveinėmis – atlikta visa eilė eksperimentų perkeltant ungurius dideliais atstumais. Iš šių eksperimentų tampa aišku, jog unguriai sugeba rasti savas buveines net perkelti 100 km atstumais. Perkėlus dar didesniais atstumais sėkmingai į įprastines buveines grįžta žymiai mažiau ungurių. Tačiau, kai kuriais atvejais, unguriai grįžta į savas buveines įveikę net ir 200 km atstumą. Manoma, jog unguriai šiais atvejais orientuojasi pagal žemės magnetinį lauką (Tesch 2003).

1.1.5 Sidabriniai unguriai ir jų migracija

Suaugę unguriai, kai kūno ilgis siekia bent jau 30 cm, ima įgauti sidabrinio ungurio išvaizdą (1.1 pav.) ir brandinti gonadas. Sidabrinų ungurių ilgis svyruoja maždaug nuo 30 cm iki 1 m, o svoris maždaug nuo 300 g iki 3 kg (Tesch, 1977). Patinai sidabruotis pradeda vidutiniškai 35-46 cm ilgio (min - 29 cm; max - 54 cm; Tesch, 2003), patelės sidabruojasi vidutiniškai 50-61 cm (min - 38 cm; max - 100 cm). Bet yra duomenų, jog ungurių patelės gali užaugti ir iki 130 ar net 150 cm (Tesch, 2003).

Ungurių migracija iš gėlų vandenių į jūrą gali trukti nuo 1,5 iki 3 metų (Tesch ir kt, 1991). Didžiausi sidabrinų (migruojančių) ungurių laimikiai Olandijos kanalų sistemose registruojami rugpjūčio mėnesį; Šiaurės Airijoje ir centrinės Baltijos pakrantėse spalio mėnesį, o rugsėjo – truputį mažesni. Dainys ir kt. (2017) nustatė, jog Lietuvoje unguriai į Baltijos jūrą daugiausiai išmigruoja vėlyvą rudenį. Nėra aišku, bet gali būti, jog unguriai Baltijos jūroje plaukia sparčiau, nes lyginant su unguriais Olandijoje ar šiaurės Airijoje jie yra bent jau 1500 km toliau nuo nerštaviečių esančių Sargaso jūroje, kur nerštas turėtų vykti maždaug kovo mėnesį. Neišmigravę unguriai, dėl natūralių ar dirbtinių kliūčių, rudenį lieka neaktyvioje būsenoje žiemoti, o pavasarį vėl suaktyvėja ir traukia nerštaviečių kryptimi (Frost 1950). Pastebėta, jog pavasarį tarp migrantų aptinkama daugiau stambių patelių nei rudenį. Tai gali būti paaiškinama tuo, jog esant natūraliam išteklių pasipildymui, vidaus vandenyse (upėse ir ežeruose) daugiau būna patelių, kai tuo tarpu priekrantėje daugiau patinų. Tokiu atveju patelėms reikia įveikti didesnius atstumus iki priekrantės, todėl natūralu, jog jų daugiau pagaunama pavasarį. Lietuvos atveju situacija yra kiek kitokia. Natūralus išteklių pasipildymas ežeruose yra mažai tikėtinas, greičiausiai išteklių pagrindą ežeruose sudaro įžuvinti individai, todėl patelių ir patinų proporcija kažin ar yra tokia, kaip esant natūraliam išteklių pasipildymui. Ungurių migracija priklauso nuo vandens temperatūros, kuriai sumažėjus iki tam tikros ribos, migracijos intensyvumas labai sumažėja ar visai sustoja. Migracija labai staigiai sulėtėja lapkričio mėnesį ir tik labai retais atvejais gali užsitęsti iki sausio. Prasidėjus šalčiams, migracija sustoja. Anot Vølestad (1986), migracija sustoja vandens temperatūrai nukritus iki 4°C. Net ir vandens gelmėse (bent jau Baltijos jūroje) unguriai vengia tokios vandens temperatūros. Įplaukę į tokios vandens temperatūros zoną jie stengiasi greitai grįžti į aukštesnės temperatūros virš termoklino esančius vandens sluoksnius (Tesch ir kt. 1991).

1. RŪŠIES BIOLOGIJOS YPATUMAI, JŽUVINIMAS, EKSPLOATAVIMAS IR BŪKLĖ LIETUVOJE

Sidabriniai unguniai dažniausiai pagaunami tik naktį. Manoma, jog jie migruoti pajuda maždaug valandą po saulės nusileidimo ir sustoja pusvalandį iki saulės patekėjimo. Jei naktys šviesios, ir jei yra galimybė, unguniai plaukia gilesnėmis vietomis, vengia dirbtine šviesa apšviestų pakrančių. Šis jų elgsenos ypatumas išnaudojamas jų žvejybai, šviesa juos nukreipiant į gaudyklės. Dėl šviesos vengimo sidabrinų ungunių migracija yra įtakojama ir Mėnulio fazės. Daugiausiai sidabrinų ungunių pagaunama esant delčiai (net 61%; Boëtius, 1967). Tačiau esant labai debesuotam orui, Mėnulio fazė didelės įtakos gali ir neturėti. Šie teiginiai parodo, jog migracija susijusi su apšviestumu, o ne cikliškumu. Tai patvirtina ir eksperimentiniai tyrimai (Hain, 1975). Švedijos pakrantėje atlikti ženklinimo eksperimentai parodė, jog esant „nepalankiai“ mėnulio fazei, sidabriniai unguniai, jei ir migruoja, tai trumpesniais atstumais (Lindroth, 1979).

Sidabrinų ungunių migracijos intensyvumą įtakoja ir vandens lygis. Yra nustatyta, jog intensyviausiai unguniai migruoja esant aukštam vandens lygiui. Migracijas veikia ir vėjas. Esant didesniam vandens bangavimui, migracijos intensyvumas taip pat auga. Tokiu atveju unguniai migruoja arčiau kranto (Ložys, 2004).

Migruoti sidabriniai unguniai gali tiek priedugniu, tiek viduriniame vandens sluoksnyje. Dažnai unguninės gaudyklės viduriniame vandens sluoksnyje pagauna daugiau ungunių nei priedugnyje. Manoma, kad unguniai migruoja grupėmis kaip ir geltonieji unguniai (Tesch, 2003). Nakties metu kartais unguniai plaukia arti vandens paviršiaus. Kartą migruojantys unguniai stebėti Kattegat sąsiauryje arti vandens paviršiaus. Tokia migracija tęsėsi tol, kol nepatekėjo Mėnulis. Migruoti unguniai gali skirtingu greičiu. Apskaičiuota, kad Elbės upėje unguniai migruoja 30 km per parą. Lietuvoje atlikti telemetriniai tyrimai rodo, jog unguniai Lietuvos upėse migruoja 10,7-13,6 km per dieną greičiu, o Kuršių mariose – 14,6 km (Dainys ir kt., 2017). Tačiau manoma, jog migracijos pradžioje unguniai yra mažiau energingi ir įveikia tik 5 - 8 km per parą. Remiantis ženklinimo duomenimis, Šiaurės jūroje ungunių plaukimo greitis yra 25 km per dieną. Tačiau, sekant radijo ženklais suženklintas dvi stambias ungunių pateles nustatyta, jog jos Šiaurės jūroje judėjo 48 km per parą (Tesch, 2003). Atliktas eksperimentas ir skaičiavimai rodo (Thillart, 2007), kad paprastai ungunys sukaupia apie 200 g riebalų vienam svorio kilogramui. Unguriams nuplaukti 6000 km reikia 60 g riebalų, dar 60 g suvartojama reprodukcijai. Taigi, galiausiai migracijai iki Sargaso jūros ir reprodukcijai reikia 120 g riebalų iš kilogramo ungunio svorio.

Vandenynuose ar jūrose sidabriniai unguniai dienos metu migruoja didesniame gylyje nei naktį. Tokia elgsena yra prisitaikymas išvengti plėšrūnų. Biskajos įlankoje unguniai naktį

1. RŪŠIES BIOLOGIJOS YPATUMAI, JŪVINIMAS, EKSPLOATAVIMAS IR BŪKLĖ LIETUVOJE

migruoja 40-250 m gylyje. Dienos metu migracija vyksta jau 300-500 m gylyje. Tesch (1995) mano, jog vandens slėgio riba, kurią toleruoja unguriai, yra maždaug 600 m gylyje. Du radijo siųstuvais suženklinti unguriai buvo sekami netoli Sargaso jūros. Jie plaukė 250 m gylyje (Fricke ir Käse 1995). Panašiam gylyje aptinkamos ir mažiausios žinomos ungurių lervutės, todėl manoma, jog nerštas vyksta 200-300 m gylyje (bendras gylis tokiose vietose siekia kelis kilometrus; Tesch ir Wegner 1990).

Unguriai, suženklinti Baltijos jūroje, renkasi pietvakarių kryptį (Karlsson, 1984). Manoma, jog unguriai iš Estijos, Latvijos bei Lietuvos pakrantės kerta Baltijos jūrą ir vėliau pagaunami Švedijos pakrantėse. Gali būti, jog kryptis pasirenkama atsižvelgiant į didesnę vandens druskingumą pietvakarių Baltijoje. Neįrodyta, kad sidabriniai unguriai galėtų orientotis rega (pagal saulę, žvaigždes), kadangi jie dažniausiai plaukia tamsoje ir dideliame gylyje. Itin jautri ungurių uoslė negali būti orientacijos organas, nes tai įrodo atlikti eksperimentai su uodimo organo blokavimu. Manoma, kad unguriai orientuojasi pagal Žemės magnetinį lauką, kadangi jo įtaka migruojančių ungurių judėjimo kryptims įrodyta eksperimentu (Souza ir kt. 1988). Viena ungurio patelė išneršia apie 2-3 mln. ikrų. Manoma, jog visi unguriai po neršto žūsta (Haro ir kt. 2000).

1.2 Ungurių įžuvinimas ir eksploatavimas, išteklių būklė Lietuvoje

1.2.1 Įžuvinimas

Lietuvos vandenys stikliniais unguriais pradėti įžuvinti 1928 m. Vilniaus krašte ir tai tęsėsi iki 1939 m. Per tą laikotarpį, dabartinėje Lietuvos ir Baltarusijos teritorijose, buvo įžuvinta apie 3,2 mln. stiklinių ungurių (Schiao ir kt. 2006). Vėlesnis stiklinių ungurių (kilusių iš Prancūzijos ar Didžiosios Britanijos) įžuvinimas buvo vykdomas pokario laikotarpiu 1956-2007 m. Oficialiais duomenimis, per šį laikotarpį iš viso 148 ežerai ir tvenkiniai buvo įžuvinti 50 mln. stiklinių ar paaugintų ungurių (vidutiniškai 1,25 mln. per metus). Intensyviausiai unguriai buvo įžuvinami 1960-1986 m. (iš viso įžuvinta 33,2 mln. ungurių), o vėliau įžuvinimas vyko nereguliariai ir tik nedideliais kiekiais. Paskutinį kartą, prieš įgyvendinant Lietuvos ungurių išteklių valdymo planą, nemažai ungurių buvo įžuvinta 2004 m., kai į Lietuvos vandens telkinius buvo išleista 70,1 tūkst. stiklinių unguriukų.

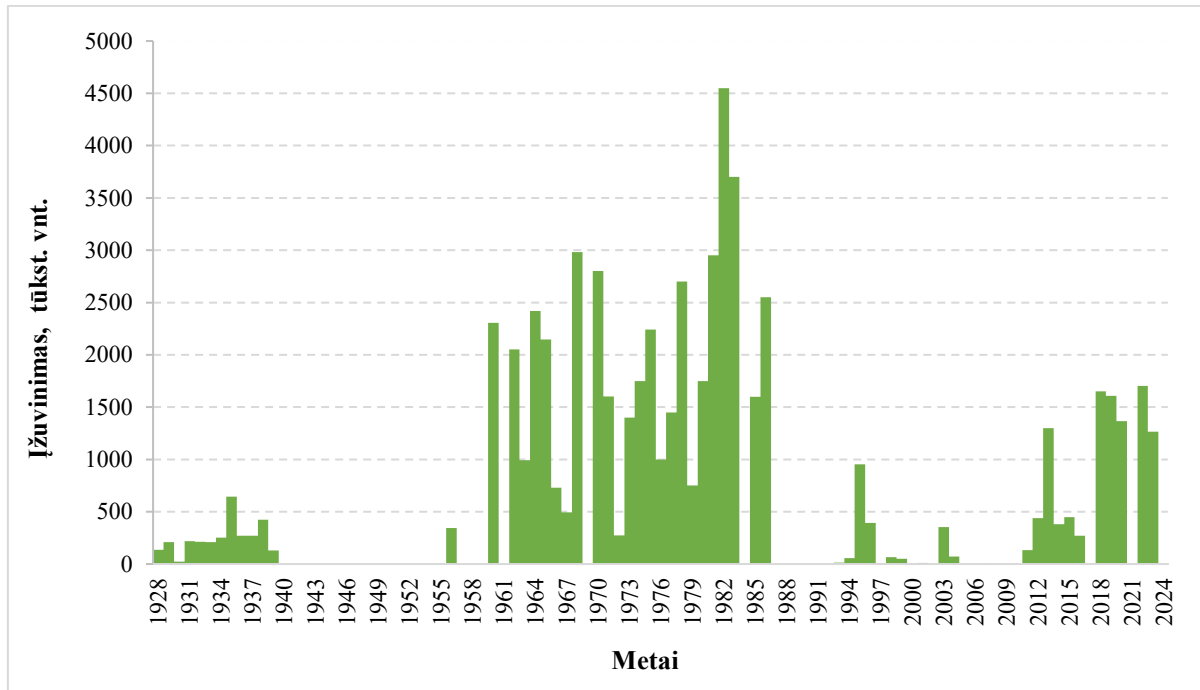
Pagrindinė priemonė ungurių išteklių atstatymui, numatyta Lietuvos UVP, yra vandens telkinių įžuvinimas. UVP numatyta, jog norint pasiekti ar net viršyti EK reglamento keliamą tikslą, reiktų įžuvinti iki 3 mln. stiklinių unguriukų kasmet. Toks įžuvinamų stiklinių unguriukų kiekis leistų tikėtis bent 54 tonų sidabrinų ungurių produkcijos (neuždraudžiant žvejybos) per maždaug 10-20 metų po įžuvinimo (vienos generacijos laikotarpyje). Įžuvinimą numatyta atlikti laikantis ICES rekomendacijų vengti įžuvinimo ten, kur egzistuoja natūralios populiacijos, bei įžuvinimus vykdyti į vandens telkinius mažiausiai veikiamus antropogeninės veiklos ar kitų veiksnių sąlygoto mirtingumo.

Tačiau, UVP taip pat teigiama, jog realiai įžuvinamų ungurių kiekis bus mažesnis, nes apskaičiuotas prioritetinių ežerų paviršiaus plotas yra maksimalus, visi ežerai nebus įžuvinti dėl įvairių rizikos veiksnių (detaliau aprašyta UVP 5.4.1 skyriuje), kai kurie vandens telkiniai bus įžuvinti mažesniu nei 100 vnt. ha⁻¹ stiklinių unguriukų tankiu (jeigu vandens telkinys yra mažiau produktyvus ar ten jau yra ungurių). Tam, kad pasiekti Lietuvos UVP numatytą tikslą, reiktų kasmet įžuvinti bent tiek stiklinių unguriukų, kad iš Lietuvos galėtų išmigruoti 30 tonų sidabrinų ungurių kasmet.

Po UVP patvirtinimo pirmieji vandens telkinių žuvinimai pradėti 2011 m. ir iki 2023 m. įžuvinta 160 skirtingų vandens telkinių į juos išleidžiant kiek daugiau nei 8 milijonus ungurių jauniklių arba vidutiniškai apie 0,813 mln. kasmet per 2011-2023 m. laikotarpį.

1. RŪŠIES BIOLOGIJOS YPATUMAI, ĮŽUVINIMAS, EKSPLOATAVIMAS IR BŪKLĖ LIETUVOJE

Aplamai, nuo 1950 m., iki 2023 m. unguriais įžuvinta ne mažiau kaip 251 vandens telkinys (bei nežinomas skaičius neidentifikuotų vandens telkinių; 1.2 pav.).



1.2 pav. Ungurių įžuvinimas Lietuvos vidaus vandens telkiniuose 1950-2023 metais (be Kuršių marių).

Lietuvoje ungurių išteklių atkūrimas vykdomas atsakingai, atsižvelgiant į bendrą prastą ungurių populiacijos būklę jų paplitimo areale, nešvaistant stiklinių unguriukų išteklių. Todėl unguriai, kaip jau minėta, įveisiami nedideliu tankumu (ne daugiau kaip 100 individų ha⁻¹), tam tikslui parenkamos tinkamiausios buveinės, atsižvelgiant į buveinių savybes ir UVP nustatytus buveinių atrankos kriterijus prioriteto tvarka (1 punktą įvertintas palankiausiai, tačiau priimant sprendimą dėl įveisimo turi būti atsižvelgiama į visus punktus):

1. Ežeras ar tvenkinys per upes susisiečia su jūra, o ant upių nėra HE;
2. Ežeras ar tvenkinys nėra kormoranų kolonijos poveikio zonoje, nėra žinomas kitų plėšrūnų poveikis;
3. Įžuvinamo vandens telkinio tarša sunkiaisiais metalais ir PCB neviršija leistinų normų;
4. Ežeras ar tvenkinys per upes susisiečia su jūra, ant upės yra HE, tačiau įrengtas žuvitakis;
5. Ežeras ar tvenkinys yra mezo-eutrofinis (pagal ICES 2006);
6. Vandenyje deguonies koncentracija yra >5 mg/l⁻¹, pH >5 (pagal ICES 2003);
7. Nėra konflikto susijusio su kitų saugomų rūšių apsauga, ypač vėžiais;
8. Nėra anksčiau įžuvinta unguriais (<25 m.) (jei įžuvinta, atsižvelgti į esamą populiacijos tankį įžuvinimo metu);
9. Nėra žinoma apie telkinio užkrėstumą *Aguilicolla crasus* ar kitais unguriams pavojingais parazitais ir ligomis;

1. RŪŠIES BIOLOGIJOS YPATUMAI, ĮŽUVINIMAS, EKSPLOATAVIMAS IR BŪKLĖ LIETUVOJE

10. Jei ežerai susisiečia vienas su kitu protakomis ir yra vienas nuo kito nutolę <10 km, pirmiausiai įžuvinami didžiausi ežerai, vėliau esant galimybei ir mažesni.

Vandens telkiniai laikomi mažiausio prioriteto įžuvinimui:

1. Jei egzistuoja natūraliai įmigruojančių ungurių populiacija (vengti genetinės populiacijos struktūros pokyčių bei sveikatos problemų (ICES 2008);
2. Jei ežeras ar tvenkinys per upes susisiečia su jūra, tačiau ant upės yra HE;
3. Jei ežeras ar tvenkinys yra kormoranų kolonijos (>50 porų) poveikio zonoje (<20 km);
4. Jei unguriai nesunkiai išmigruotų už Lietuvos jurisdikcijos teritorijos ribų į kaimyninių šalių, su kuriomis nesuderinti UVP, vandenys;
5. Jei anksčiau nei prieš 4 metus buvo žinomi ungurių kritimo atvejai dėl ligų, parazitų ar kitų nenustatytų priežasčių;
6. Upės, jei neįžuvintos pagrindinės ungurių buveinės Lietuvoje, t. y. ežerai ir tvenkiniai.

Kadangi Lietuvoje apskritai sėkmingai įgyvendinamas išteklių valdymas ir unguriai nėra įžuvinami baseinuose virš hidroelektrinių, ungurių mirtingumo problema tampa minimali, o artimiausiais metais ungurių mirtingumo hidroelektrinėse problema bus didžiaja dalimi išspręsta, skirtingai nei daugelyje kitų ES šalių/

1.2.2 Eksploatavimas

Lietuvoje tipiškomis ungurių buveinėmis yra laikomi ežerai, tvenkiniai, Kuršių marios bei Baltijos jūros priekrantė. Kitaip nei didelėje ungurių paplitimo arealo dalyje, Lietuvos sąlygomis upės, ypač mažosios, nėra laikomos tipiškomis ungurių buveinėmis, jie ten retai aptinkami, tačiau labai retai pavienių individų jose sugaunama mokslinių tyrimų ir mėgėjiškos žvejybos metu. Anot T. Virbicko (asm. pran. 2008 ir 2016) Lietuvoje, upėse atliekant elektrožūklės tyrimus, pagaunami tik pavieniai unguriai, o minėti aptikimo upėse atvejai, kaip taisyklė, būdavo upeliuose, esančiuose šalia unguriais įžuvintų ežerų. Kita vertus, pastaraisiais metais stambiose Lietuvos upėse pradėti vykdyti ungurių įžuvinimo darbai ir, suprantama, jomis vyksta ungurių migracija, tame tarpe sidabrinų ungurių nerštinė migracija.

Žinoma, jog visi vidaus vandenyse gyvenantys unguriai yra dirbtinai įžuvinti, tačiau, Schiao ir kt. 2006 bei Lin ir kt. 2007 atliktų ungurių otolitų mikrocheminės analizės tyrimų duomenimis Kuršių mariose ir Baltijos jūros priekrantėje atitinkamai apie 80% ir 98% ungurių buvo atmigravę natūraliai, o tik atitinkamai 20% ir 2% įžuvinti. Net ir praeityje,

1. RŪŠIES BIOLOGIJOS YPATUMAI, ĮŽUVINIMAS, EKSPLOATAVIMAS IR BŪKLĖ LIETUVOJE

kuomet ungurių populiacija dar buvo gausi visame jos paplitimo areale (dar prieš prasidedant vidaus vandens telkinių įžuvinimui ungurių jaunikliais), pagrindinė verslinė ungurių žvejyba buvo vykdoma Kuršių mariose, o apie kontinentinėje šalies dalyje vykdomą nors kiek ženklesnę specializuotą ungurių žvejybą duomenų praktiškai nėra. 2015 m. Gamtos tyrimų centro atlikto otolitų mikrocheminės analizės tyrimo metu nustatyta, jog Kuršių mariose 94% iš tirtų ungurių imties yra įžuvinti dirbtinai ir tik 6% į Lietuvos vandenį pateko natūraliai migruodami. Tačiau, dauguma ungurių (80%) buvo sidabriniai unguriai ir mariose pagauti rudenį, t. y. greičiausiai dauguma migravo iš vidaus vandenių per marias į nerštą Atlanto vandenyne ir negali būti laikomi vietine Kuršių marių populiacijos dalimi.

Pirmieji žinomi Lietuvos vidaus vandens telkinių įžuvinimai unguriais pradėti 1928-1939 m. Vilniaus krašte (dabar dalis šio krašto ir įžuvintų ežerų priklauso Baltarusijai; Schiao ir kt. 2006). Dirbtiniai vidaus vandens telkinių įžuvinimai unguriais lėmė specializuotos jų žvejybos atsiradimą kontinentinėje šalies dalyje. Iki 7-tojo dešimtmečio pradžios vidaus vandenyse ungurių verslinės žvejybos laimikiai buvo registruojami beveik vien tik Vilniaus krašto vandenyse, kurie buvo įžuvinti 1928-1939 m., o likusioje šalies dalyje specializuotos ungurių žvejybos nebuvo arba ji buvo nereikšminga. Po vandens telkinių įžuvinimo unguriais nuo 1956 m., jų laimikiai 1970-1991 m. ženkliai padidėjo visoje šalies teritorijoje. Akivaizdu, jog didžiojoje dalyje Lietuvos vidaus vandens telkinių ungurių populiacija ir jos gausumas yra tiesiogiai priklausoma nuo įžuvinimo intensyvumo, o Kuršių mariose ir Baltijos jūros priekrantėje esančios natūralios ungurių populiacijos yra drastiškai sumažėję dėl per pastaruosius 4 dešimtmečius stebimo ungurių gausumo mažėjimo visame areale.

Unguriai Lietuvoje gaudomi keletu būdų. *Marinėmis gaudyklėmis* unguriai, kaip priegauda, pagaunami Kuršių mariose. Gaudyklę sudaro tinklinė siena (sparnas) ir abiejuose jo galuose esantys katilai su trimis venteriais (yra ir kitokių gaudyklių modifikacijų – pvz. su vienu venteriu). Mariose, ypač pakraščiuose statomos pusinės gaudyklės, kurios turi vieną katilą ir tris venterius. Marinės gaudyklės žvejybos vietose į gruntą tvirtinamos kuolais ar inkarais (daugiau detalių – žr. UVP). Šiuo įrankiu daugiausiai gaudomos kuojos ir ešeriai, unguriai, ypač pastaraisiais metais, sudaro labai nedidelę priegaudos dalį. Per kelis pastaruosius metus Kuršių marių žvejyboje pradėta naudoti modifikuotos konstrukcijos inkaruojamos gaudyklės, kurios pasižymi kur kas didesniu efektyvumu lyginant su tradicinės konstrukcijos istoriškai naudotomis gaudyklėmis.

Ūdos buvo naudojamos specializuotai ungurių žvejybai visuose vandens telkiniuose, naudojant jaukui gyvą masalą (daugiau detalių – žr. UVP). Uždraudus verslinę žvejybą

1. RŪŠIES BIOLOGIJOS YPATUMAI, JŪVINIMAS, EKSPLOATAVIMAS IR BŪKLĖ LIETUVOJE

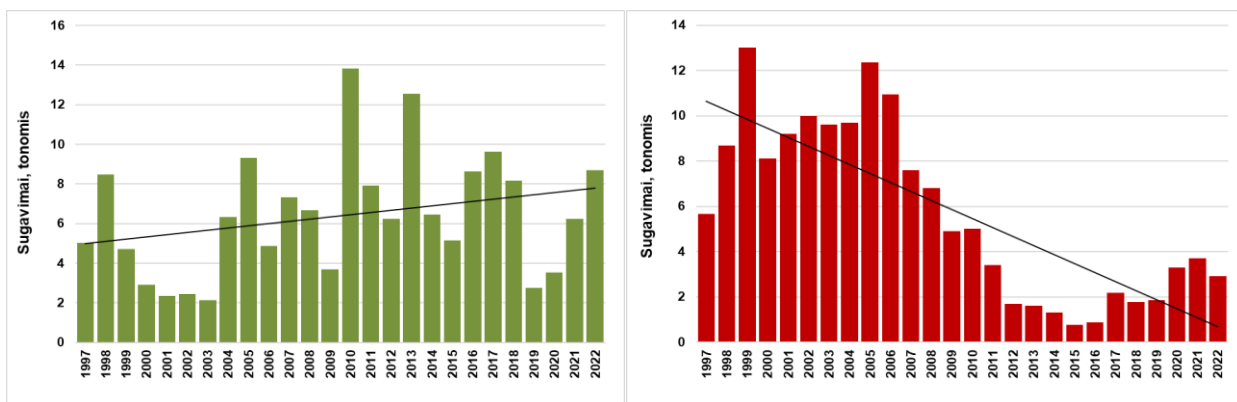
ežeruose, specializuotą – jūroje, o Kuršių mariose sumenkus ištekliams, šis įrankis nors ir nėra uždraustas, bet praktiškai unguriams gaudyti nebenaudojamas, o ežeruose Aplinkos ministerija net nebenustato tokiems įrankiams limitų, t. y. jų naudoti tokiu atveju negalima.

Ungurinis venteris iki aštunto dešimtmečio buvo vienas iš pagrindinių Lietuvos žvejų įrankių. Tai pasyvi gaudyklė, susidedanti iš dviejų pagrindinių dalių: 32 mm akytumo, 25 m ilgio sparno ir jo galuose tvirtinamų 24 mm akytumo venterių. Unguriniai venteriai gali būti sujungti vienas su kitu ir sudaryti ilgą įrankių eilę. Ungurinio venterio bei sparno aukštis siekia apie 90 cm (daugiau detalių – žr. UVP). Uždraudus verslinę žvejybą ežeruose, Aplinkos ministerija nebenustato šiems įrankiams limitų, tad įrankis praktiškai nebenaudojamas.

Upinė gaudyklė šiuo metu yra pagrindinis įrankis, kuriuo gaudomi pasroviui upe iš ežerų išmigruojantys sidabriniai ir geltonieji unguriai. Gaudykle pertverinama visa upelio vaga. Gaudyklę sudaro 18 mm akytumo sparnas ir jo viduryje esantis venteris (16 mm).

Kitais įrankiais, pvz., *stambiaakėmis gaudyklėmis* (*varta*; akytumas: 40 mm, 36 mm ir 30 mm), kurios naudojamos Kuršių mariose (konstrukcija panaši kaip ir marinės gaudyklės), kaip priegauda sugaunama visiškai menka dalis ungurių.

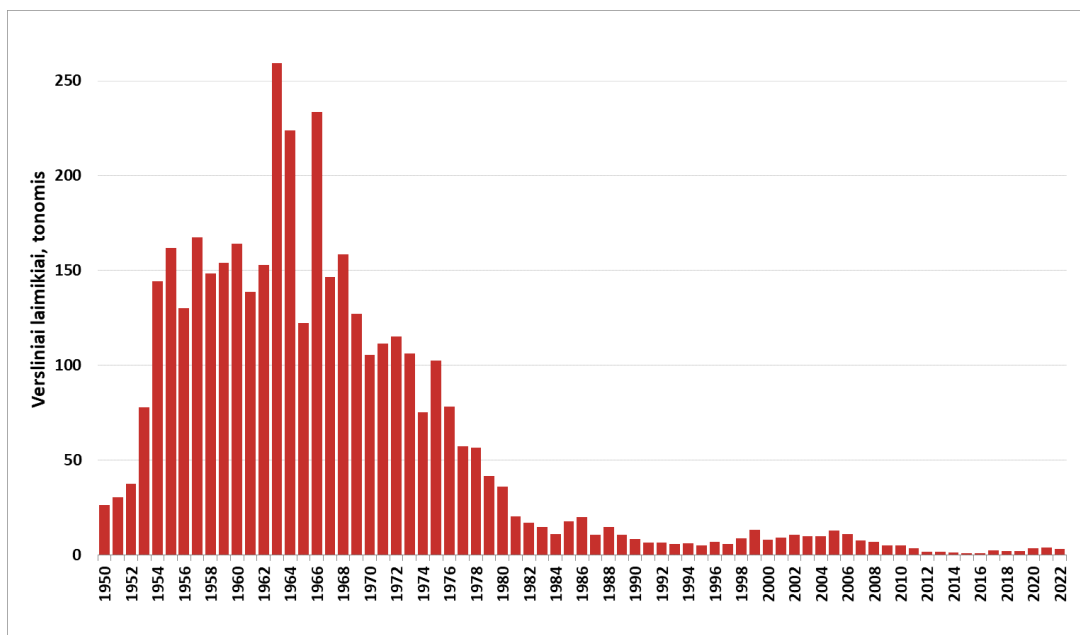
Remiantis ungurių verslinės žvejybos duomenimis, ungurių sugavimai vidaus vandenyse per pastaruosius du dešimtmečius, 1997-2022 m., nežymiai didėjo (dauguma ungurių – sidabriniai, $\frac{1}{4}$ - geltonieji; Dainys 2017), tačiau Kuršių mariose tuo pačiu laikotarpiu stebimas labai spartus ungurių laimikių mažėjimas (1.3 pav.). Tiesa, nuo 2017 m. pagaunama kiek daugiau – apie dvi tonas, 2020-2021 – virš trijų tonų ungurių.



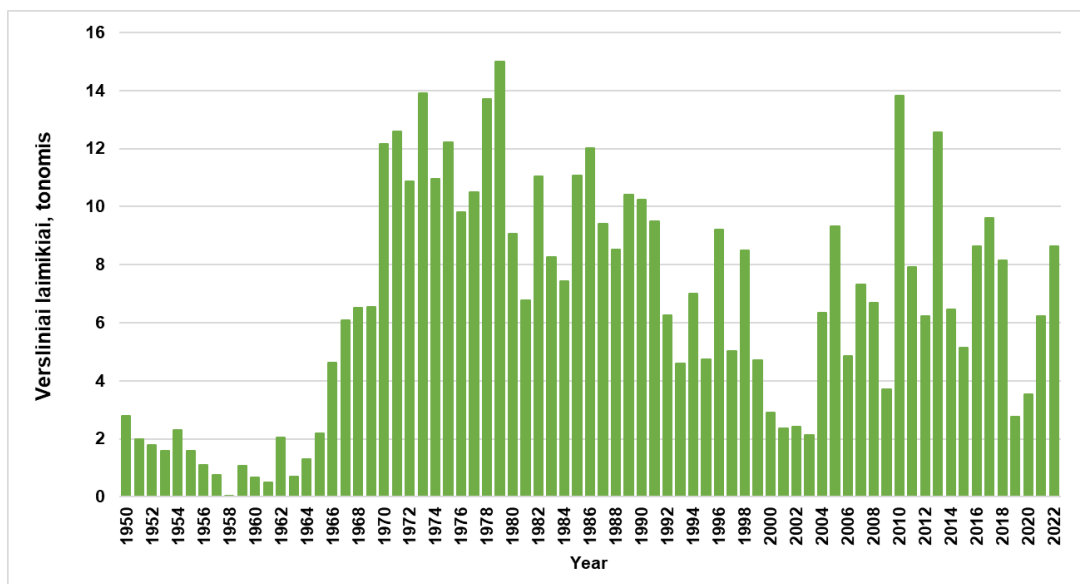
1.3 pav. Ungurių versliniai sugavimai vidaus vandenyse (žalia sp.) ir Kuršių mariose (raudona sp.).

1. RŪŠIES BIOLOGIJOS YPATUMAI, ŽŪVINIMAS, EKSPLOATAVIMAS IR BŪKLĖ LIETUVOJE

Ungurių laimikių mažėjimo tendencijos mariose prasidėjo dar XX a. septintojo dešimtmečio pabaigoje – aštuntojo dešimtmečio pradžioje (1.4 pav.). Dauguma Kuršių mariose sužvejojamų ungurių buvo geltonieji, tačiau pastaruoju metu dėl sumažėjusių natūralių vietinių išteklių ir per Kuršių marias iš vidaus vandenų migruojančių ungurių didėja sidabrinė ungurių dalis. Vidaus vandenyse pagaunamų ungurių (įžuvintų) laimikiai yra stabilesni.



1.4 pav. Ungurių versliniai sugavimai Kuršių mariose (1950-2022).

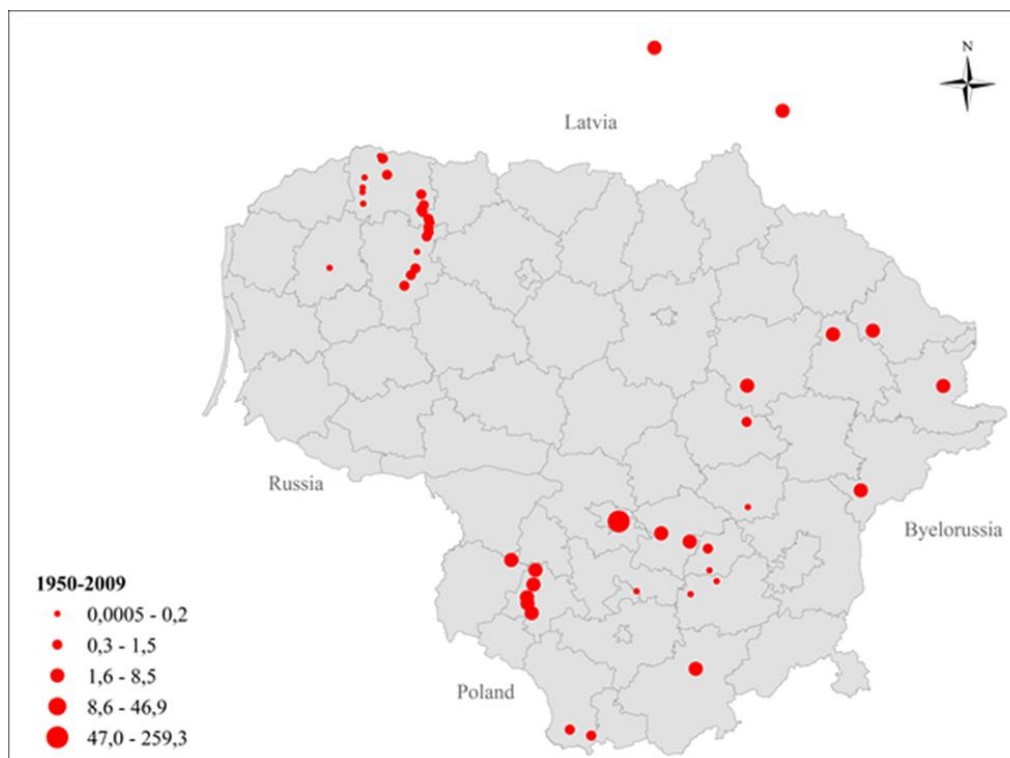


1.5 pav. Ungurių versliniai sugavimai vidaus vandenyse (1950-2022).

1.2.3 Hidroelektrinių poveikis ištekliams

2018 metais buvo sukurta, o 2023 metais peržiūrėta ir atnaujinta Lietuvos teritorijoje veikiančių hidroelektrinių duomenų bazė, apimanti informaciją apie nuosavybės teises, sumontuotų turbinų tipus ir pajėgumus, statybos vietą bei statybos ar rekonstrukcijos metus. Kuriant ir atnaujinant šią duomenų bazę buvo remiamasi Lietuvos Respublikos upių, ežerų ir tvenkinių kadastro duomenimis bei Lietuvos hidroenergijos asociacijos knygomis "Hidroenergetika Lietuvoje" (Lietuvos hidroenergetikų asociacija 2011 m.) ir "Mažoji hidroenergetika" (Bilys ir kt. 2017 m.) .

Vykdamas vandens telkinių įžuvinimą unguriais 1950-2009 metais (iki Lietuvos UVP įgyvendinimo pradžios), įžuvinami vandens telkiniai nebuvo vertinami pagal jų tinkamumą ungurių išmigravimo neršti (HE poveikio) atžvilgiu. Nemaža, šiuo laikotarpiu įžuvintų ungurių dalis migracijų upėmis metu turėjo migruoti per HE turbinas (1.6 pav.). 2011-2023 metais ungurių įžuvinimai vykdyti atsižvelgiant į Lietuvos UVP nurodytas įžuvinimo gaires - unguriai žuvinami tik į vandens telkinius nesančius HE veikiamuose baseinuose, arba tokius vandens telkinius, kuriuose veikiančios HE turi sumontuotus žuvitakius.



1.6 pav. Hidroelektrinių, kurių poveikio zonoje yra 1950-2009 metais (prieš įgyvendinant Lietuvos UVP) įžuvintų ungurių, erdvinis pasiskirstymas. Simbolių dydis yra proporcingas aukščiau HE įžuvintų ungurių kiekiui milijonais.

1. RŪŠIES BIOLOGIJOS YPATUMAI, ĮŽUVINIMAS, EKSPLOATAVIMAS IR BŪKLĖ LIETUVOJE

Lietuvos UVP vykdymo laikotarpiu atliekant įžuvinimo darbus, absoliuti dauguma ungurių buvo išleisti vandens telkinių baseinuose, neveikiamuose hidroelektrinių turbinų. Nepaisant to, kai kuriais atvejais, vandens telkiniai buvo įžuvinami unguriais, o po kiek laiko žemiau įžuvinto vandens telkinio buvo pastatoma ar rekonstruojama hidroelektrinė. Tokia situacija susiklostė pvz. 2012 metais unguriais įžuvinus Ramučių tvenkinį, kuris UVP nurodytas kaip HE neveikiamas vandens telkinys. Remiantis UETK bei Lietuvos hidroenergetikų duomenimis (Bilys ir kt., 2017) tais pačiais metais pradėjo veikti Tūbausių hidroelektrinė su sumontuota Kaplan tipo turbina. Panaši situacija pasikartojė dar 6 ungurių įžuvinimo atvejais (1.1 lentelė). 2012 metais unguriais buvo įžuvintas ir Platelių ežeras, nors Lietuvos UVP šis vandens telkinys priskirtas prie HE poveikyje esančių vandens telkinių (Gondingos HE pastatyta 1961, o rekonstruota 2000 metais). Remiantis Lietuvos hidroenergetikų duomenimis (Bilys ir kt., 2017) 2011 metais dar buvo rekonstruota Plungės hidroelektrinė ir joje sumontuota viena 37 kw galios turbina. 2020 metais atlikus papildomą HE techninių charakteristikų analizę nustatyta, jog unguriams, įžuvintiems aukščiau Antalieptės HE iš esmės nėra galimybių pasroviui migruoti ne per HE turbinas - formaliai Antalieptės HE apteka Šventosios upė, tačiau realiai aptekėjimas yra uždarytas ir unguriams juo migruoti galimybės nėra. Antalieptės HE yra sumontuotos CINK tipo turbinos, kurios, remiantis anksčiau atliktais tyrimais, nulemia 100 % migruojančių ungurių mirtingumą (Dainys ir kt. 2018b). Likusiais atvejais jei ungurių įžuvinimas vykdytas HE veikiamuose vandens telkiniuose, šiuos telkinius veikiančios HE turėjo sumontuotus žuvitakius (1.7 pav.). Remiantis Lietuvos UVP nurodytomis įžuvinimo gairėmis, ungurių išžuvinimas į tokius vandens telkinius yra galimas, tačiau anot Dainio ir kt., (2018) žuvitakiu migruoja tik apie trečdalis visų ungurių, tuo tarpu likę unguriai migruoja per HE turbinas ir dalis jų patiria letalius sužalojimus.

Migruojančių ungurių mirtingumo lygis HE turbinose yra priklausomas nuo turbinos tipo bei dydžio. Atsižvelgiant į Lietuvoje ir kaimyninėse šalyse anksčiau atliktus tyrimus migruojančių ungurių mirtingumo (H) lygiai yra:

Didelė Kaplan turbina– 30 % (Larinier ir Travade, 2002)

Maža Kaplan turbina – 50 % (Dainys ir kt. 2018b)

Maža Kaplan turbina su žuvitakiu – 30 % (Dainys ir kt. 2018b)

Didelė Francis turbina – 55 % (Dėbowski ir kt. 2016)

Maža Francis turbina – 55 % (Dėbowski ir kt. 2016)

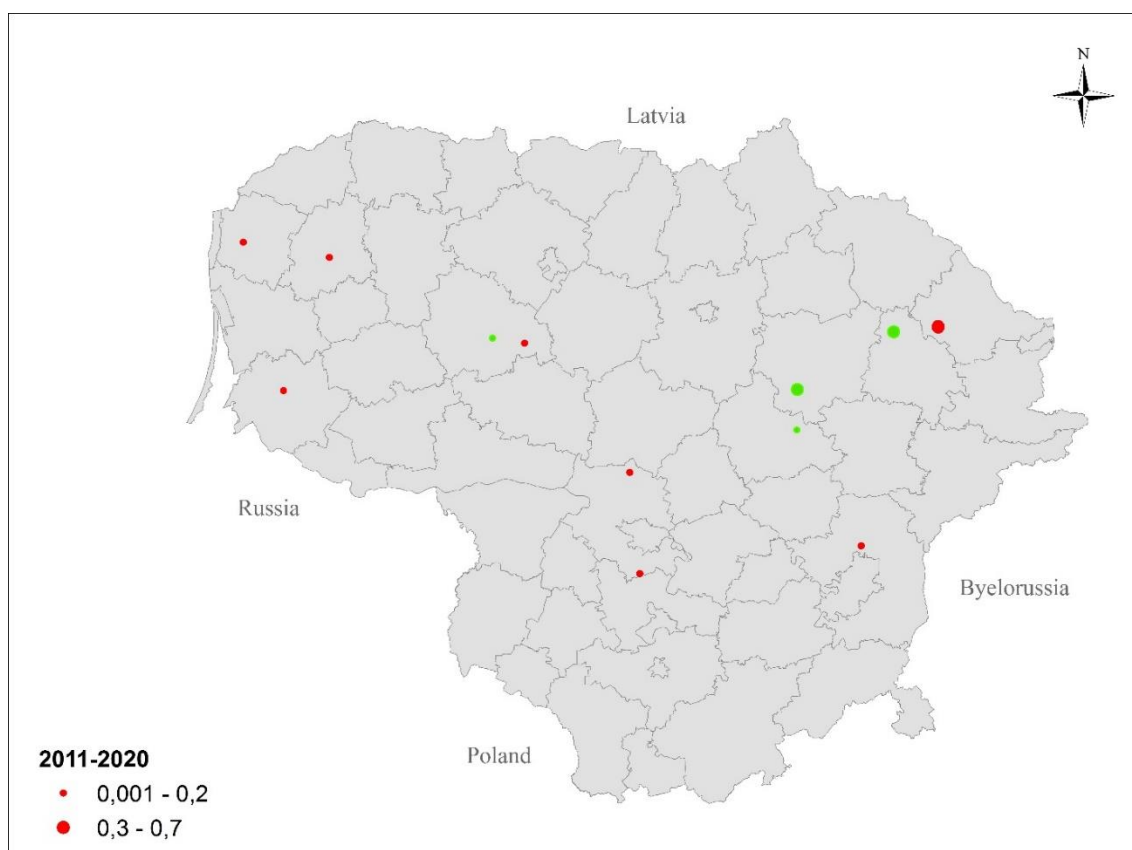
Maža CINK (Banki) turbina – 100 % (Dainys ir kt. 2018b)

1. RŪŠIES BIOLOGIJOS YPATUMAI, ĮŽUVINIMAS, EKSPLOATAVIMAS IR BŪKLĖ LIETUVOJE

Remiantis HE poveikio Lietuvoje vertinimu, pavyzdžiui 2017 m., 2018 m., 2019 m., 2020 m. ir 2021 m. atitinkamai 4,4 %, 5,8 %, 5,8 %, 5,2 % ir 4,2 % Lietuvos vidaus vandenyse išaugintų sidabrinių ungurių žuvo HE įrenginiuose.

1.1 lentelė. Ungurių įžuvinimai į ežerus aukščiau hidroelektrinių be žuvitakių.

Įžuvinas vandens telkinys	Įžuvinimo metai	HE pastatymo ar rekonstrukcijos metai	HE pavadinimas	UVP nurodytas telkinio statusas (2008 metai)
Janušonių tv.	2012	2010	Janušonių	HE neveikiami baseinai
Karklėnų ež.	2012	2013	Kelmės	HE neveikiami baseinai
Pikeliškių ež.	2012	2012	Liubavo	HE neveikiami baseinai
Gauštvinio ež.	2012	2012	Pagryžuvio	HE neveikiami baseinai
Pajiesio tv.	2012	2008	Pajiesio	HE neveikiami baseinai
Plateliai	2012	2011	Plungės	HE veikiami baseinai
Ramučių tv.	2012	2012	Ramučių	HE neveikiami baseinai
Tūbausių tv.	2012	2011	Tūbausių	HE neveikiami baseinai
Antalieptės tv. ir kt.	2012 2013 2014	1961 (2001)	Antalieptės HE	HE, turinčių žuvitakius, veikiamuose baseinuose esantys ežerai

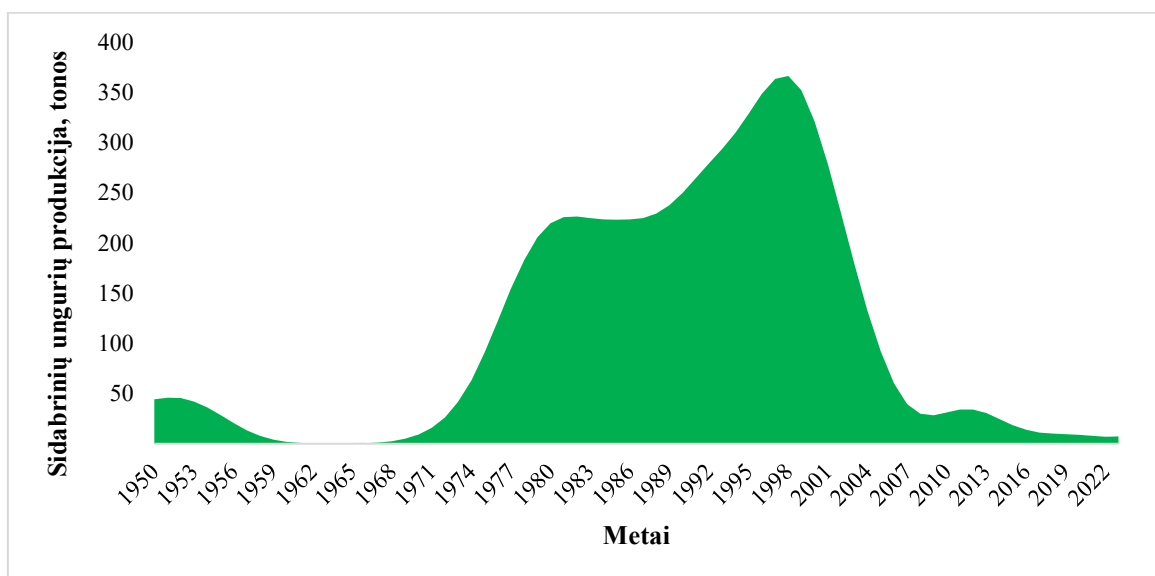


1.7 pav. Hidroelektrinių, kurių poveikio zonoje yra 2011-2023 metais (Lietuvos UVP įgyvendinimo metu) įžuvinėtų ungurių, erdvinis pasiskirstymas. Simbolių dydis yra proporcingas aukščiau HE įžuvinėtų ungurių kiekiui milijonais. Žalios spalvos simboliai žymi hidroelektrines kurios turi sumontuotus žuvitakius.

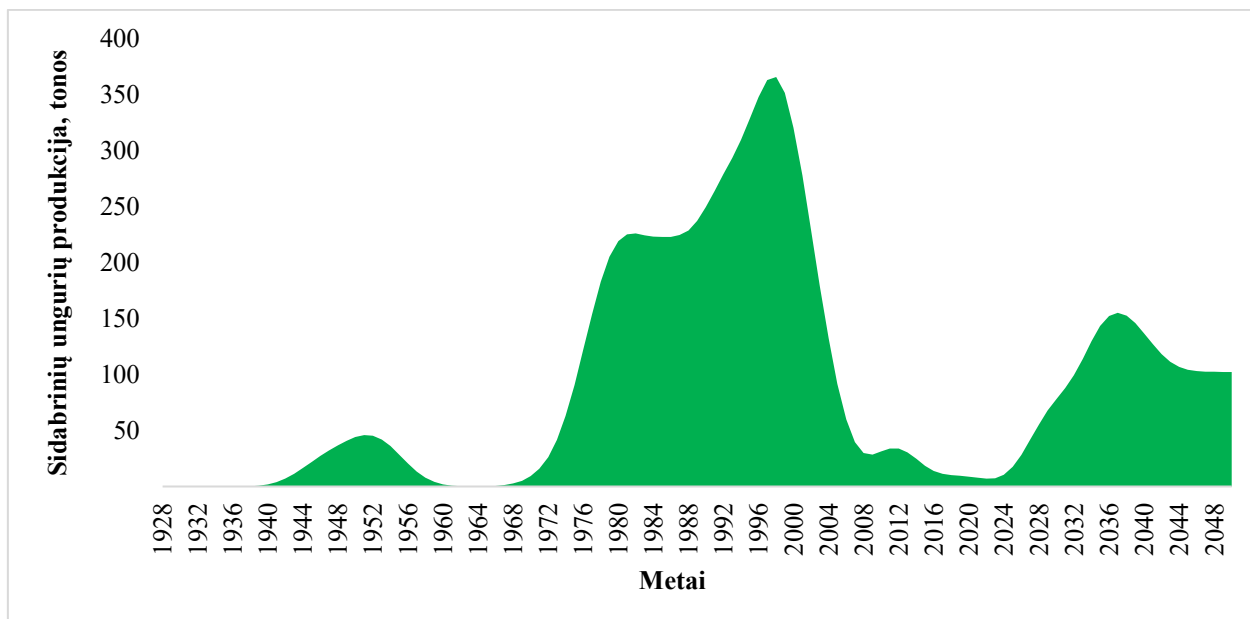
1.2.4 Ištekliai ir jų būklė

Nuo 1950 iki 2023 metų iš viso buvo žuvinta apie 63 milijonai ungurių (1950-1955 metais žuvinimai nevykdyti, tuo tarpu 1982 metais žuvinintas rekordinis ungurių kiekis – 4,5 milijono). 1950-2023 metų laikotarpiu apskaičiuota metinė vidutinė ungurių produkcija yra vid. 112 tonų (atskirų metų reikšmės svyravo nuo 0,07 t per metus iki 336 t per metus). 2023 metais buvo žuvinta 1,3 milijono ungurių, o apskaičiuota sidabrinių ungurių produkcija buvo apie 7,4 tonos.

Apibendrinant, 1950-1970 metais apskaičiuota sidabrinių ungurių produkcija nebuvo didelė ir siekė vidutiniškai kiek mažiau nei 15 t per metus. Vėliau sidabrinių ungurių produkcija ženkliai išaugo ir 1998 m. pasiekė maksimumą (366 t). Vėliau, nuo 2000 m. vėl vyko sidabrinių ungurių produkcijos mažėjimas, o 2011-2023 metų laikotarpiu apskaičiuota vidutinė metinė produkcija buvo 16,7 t per metus (1.8 pav.). Nepaisant to, jei ateityje žuvinimo intensyvumas išliks toks pat kaip buvo Lietuvos UVP vykdymo metu (2011-2023 metais) prognozuojamas vidutinės metinės sidabrinių ungurių produkcijos didėjimas iki apytiksliai 127 tonų 2030-2040 metų laikotarpiu (1.9 pav.).

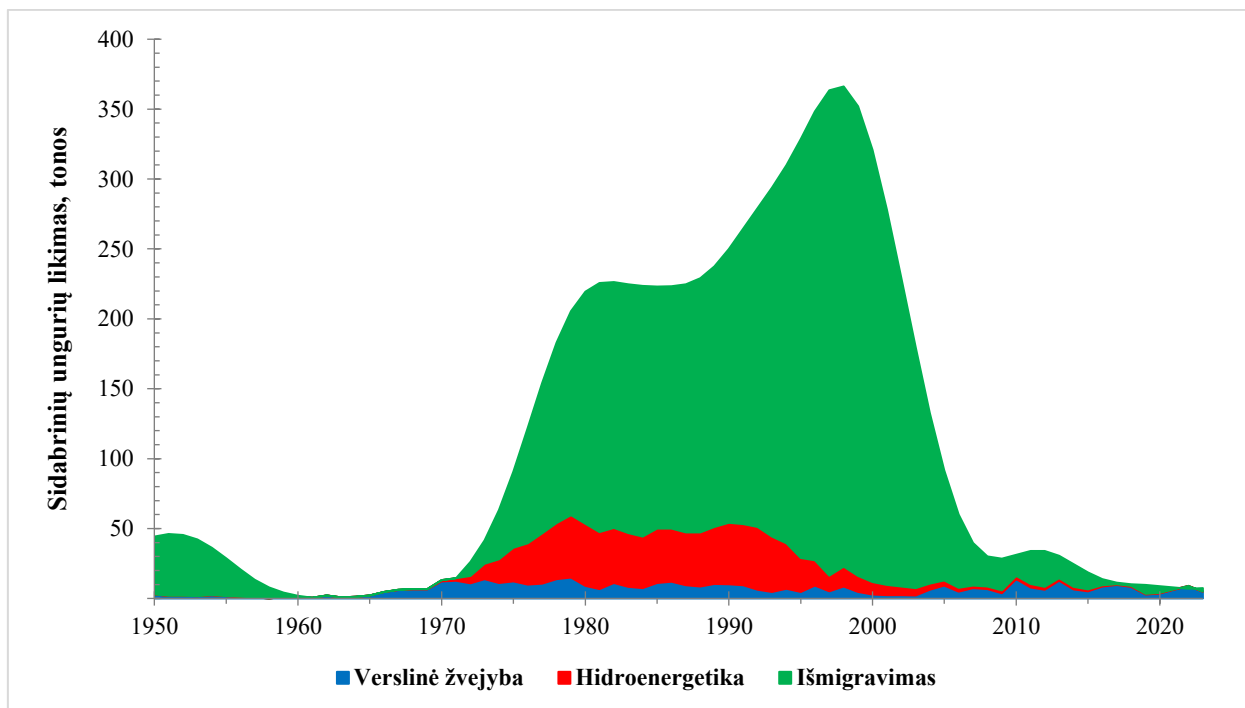


1.8 pav. Apskaičiuota sidabrinių ungurių produkcija 1950-2023 m. vidaus vandens telkiniuose (iki verslinės žvejybos ir hidroenergetikos poveikio). Skaičiavimai atlikti darant prielaidą, jog natūralus ungurių mirtingumas yra $M=0,10$.



1.9 pav. Apskaičiuota sidabrinų ungurių produkcija 1950-2050 m. vidaus vandens telkiniuose (nesant verslinės žvejybos ir hidroenergetikos poveikio). Skaičiavimai atlikti darant prielaidą jog natūralus ungurių mirtingumas yra $M=0,10$. Sidabrinų ungurių produkcijos prognozė ateičiai atlikta darant prielaidą, jog ateityje žuvinimo intensyvumas išliks toks pat kaip buvo Lietuvos UVP vykdymo metu (2011-2023 metais; žuvinama vidutiniškai 0,8 milijono ungurių kasmet).

Sidabrinų ungurių *likimas* apskaičiuotas ir atvaizduotas 1.10 paveiksle; hidroenergetikos poveikis vertintas atsižvelgiant į Lietuvoje (Dainys ir kt. 2018b) ir užsienio šalyse (Dębowski ir kt. 2016; Larinier ir Travade, 2002) atliktų tyrimų rezultatus, įvertinant žvejybos poveikį remtasi oficialia verslinės žvejybos statistika.



1.10 pav. Sidabrinių ungurių *likimas* 1950-2023 metais Lietuvos vidaus vandenyse.

Verslinės žvejybos ungurių sugavimai vidaus vandenyse svyravo nuo 0,05 t (1958 m.) iki 15 t (1979 m.) ir vidutiniškai sudarė 31 % sidabrinių ungurių produkcijos (atskiris metais svyravo nuo 1 iki daugiau nei 100 %). 1961-1971 m. laikotarpiu apskaičiuotas labai didelis (daugiau nei 100 %) žvejybinis ungurių mirtingumas gali būti paaiškintas tuo, jog dalį verslinių ungurių laimikių sudarė geltonosios stadijos unguriai, kurie buvo gaudomi ežeruose naudojant įvairias gaudykles, ūdas, elektro-žūklės įrangą bei kt. Tuometinėje verslinės žvejybos statistikoje geltonųjų ir sidabrinių ungurių sugavimai nebuvo išskiriami, o apskaita vesta subendrinant duomenis, tuo tarpu modelyje naudojami duomenys turėtų atspindėti tik sidabrinių ungurių sugavimus. Dėl šios priežasties, ungurių sugavimas ankstesnėse gyvenimo ciklo stadijose pervertina sidabrinių ungurių sugavimus bei tuometinį žvejybinį mirtingumą.

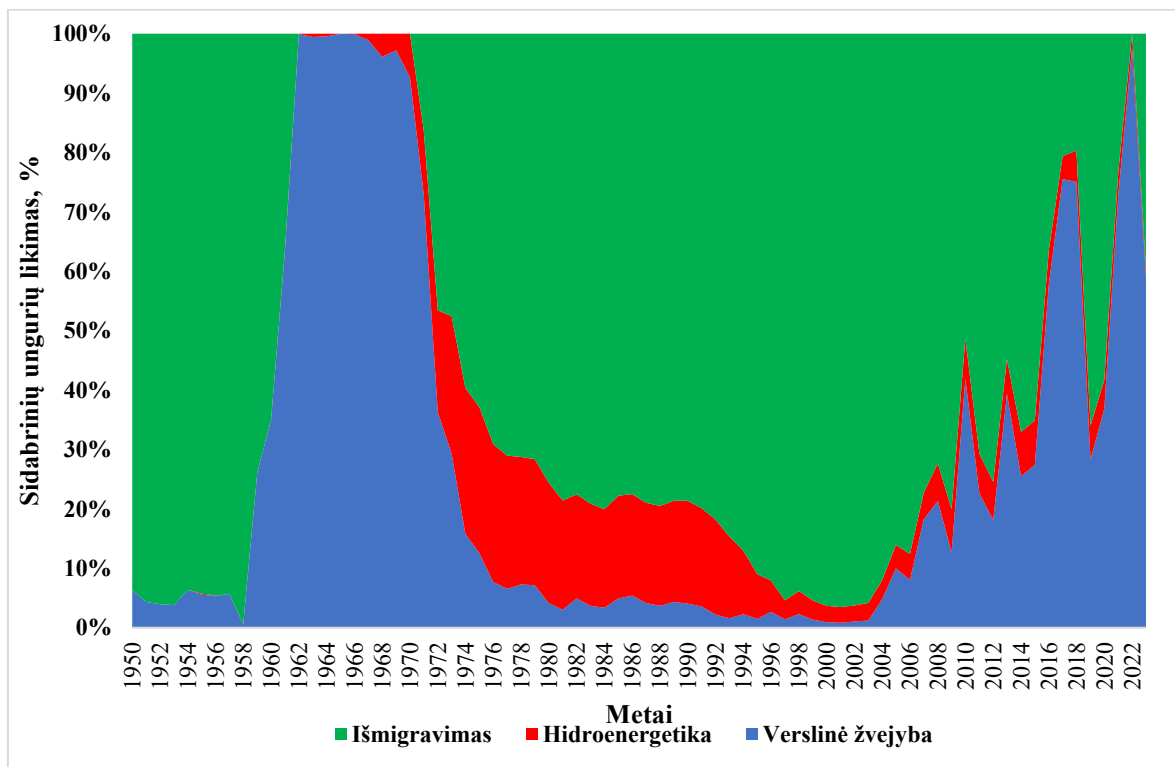
Hidroelektrinių turbinose žūstančių ungurių kiekis svyravo nuo beveik 0 tonų 1950-1970 metais iki 34 tonų 1992 metais, ir vidutiniškai sudarė 8,7 % bendros sidabrinių ungurių produkcijos (nuo 0 % iki 27 %). Apskaičiuota jog 2023 metais hidroelektrinių turbinose žuvo kiek daugiau nei 0,1 tonos (1,5 %) sidabrinių ungurių.

Kai kuriais atvejais apskaičiuotas ungurių, žūstančių hidroelektrinių turbinose, kiekis buvo neigiamas. Tokie netikslumai atsiranda tais atvejais, kai versliniai sugavimai yra didesni nei apskaičiuota sidabrinių ungurių produkcija (pvz. trūksta dalies įžuvinimo

1. RŪŠIES BIOLOGIJOS YPATUMAI, ĮŽUVINIMAS, EKSPLOATAVIMAS IR BŪKLĖ LIETUVOJE

duomenų). Siekiant minimalizuoti skaičiavimų paklaidas, tokie akivaizdžiai neteisingi apskaičiavimai tolimesnėje analizėje naudoti nebuvo.

Apskaičiuotas išmigruojančių sidabrinių ungurių kiekis svyravo nuo 0 tonų 1962-1970 metais iki 346 tonų 1997 metais, o vidutiniškai siekė 64% bendros apskaičiuotos sidabrinių ungurių produkcijos (svyravo tarp 0 % ir 99 %). Apskaičiuotas išmigruojančių sidabrinių ungurių kiekis 2023 metais buvo 2,5 tonos, o Lietuvos UPV įgyvendinimo laikotarpiu (2011-2023 metais) vidutiniškai siekė 8,9 tonos per metus (1.11 pav.).

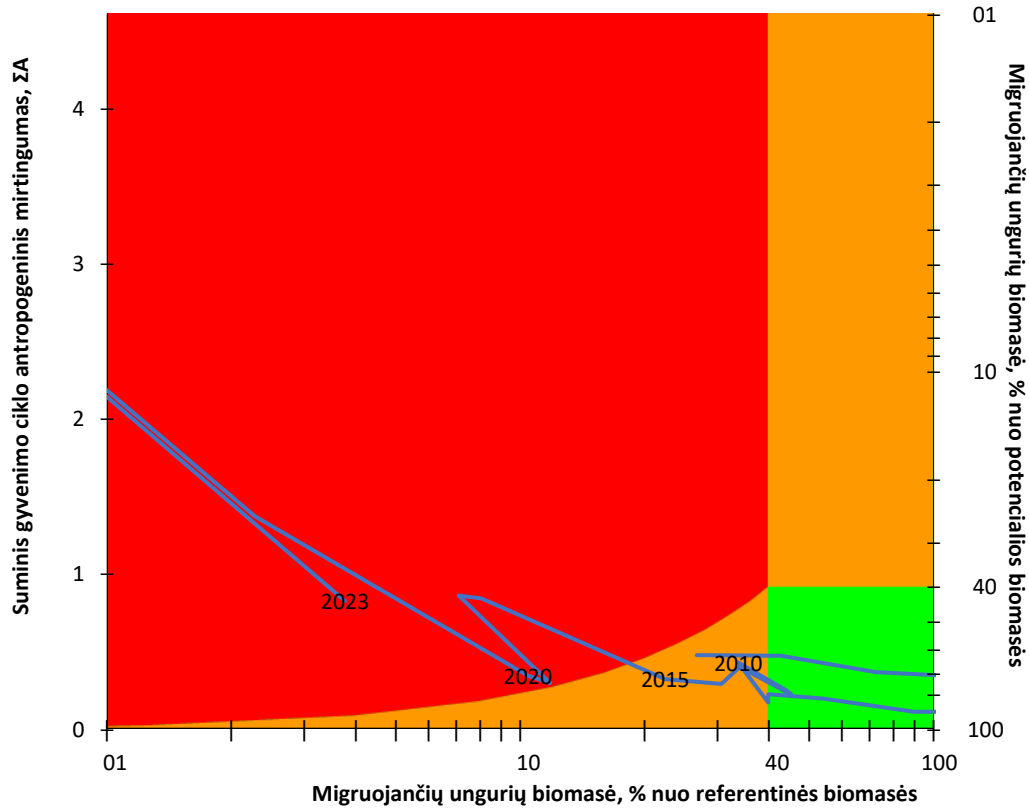


1.11 pav. Ungurių antropogeninio mirtingumo ir išmigravimo santykinių dalių pasiskirstymas procentais, 1950-2023 metais.

Lietuvos UVP įgyvendinimo progresas yra atspindimas išpėjamojoje (angl. *precautionary*) diagramoje (1.12 pav.). Šioje diagramoje atsižvelgiama į du pagrindinius parametrus: apskaičiuotą išmigruojančių sidabrinių ungurių kiekį $B_{current}$ bei išmigruojančių sidabrinių ungurių kiekį, kurio siekiama pagal UVP tikslus B_{target} . Mėlyna linija žymi išmigruojančių ungurių kiekį, atsižvelgiant į UVP numatytus tikslus. Pastaruoju metu UVP numatyti tikslai nėra pasiekiami (raudona zona), tačiau tokia situacija yra tiesiogiai susijusi su XX a. paskutinį dešimtmetį vykdytų žuvinimų intensyvumu, kai ungurių žuvininta labai mažai. Tuo tarpu 1975-2006 metais iš Lietuvos vidaus vandens

1. RŪŠIES BIOLOGIJOS YPATUMAI, JŪVINIMAS, EKSPLOATAVIMAS IR BŪKLĖ LIETUVOJE

telkinių (be Kuršių marių) išmigrudavo daugiau nei 35 tonas sidabrinų ungurių, todėl išmigravimą indikuojanti mėlyna linija yra žalioje zonoje (gera būklė).



1.12 pav. Išpėjamoji diagrama, Lietuvos vidaus vandenuose migruojančių ungurių populiacija.

2. Ankstesnių tyrimų ir taikomų valdymo priemonių apžvalga

2.1 Ankstesni ungurių populiacijos tyrimai pagal jų kilmę Kuršių mariose ir Latvijoje

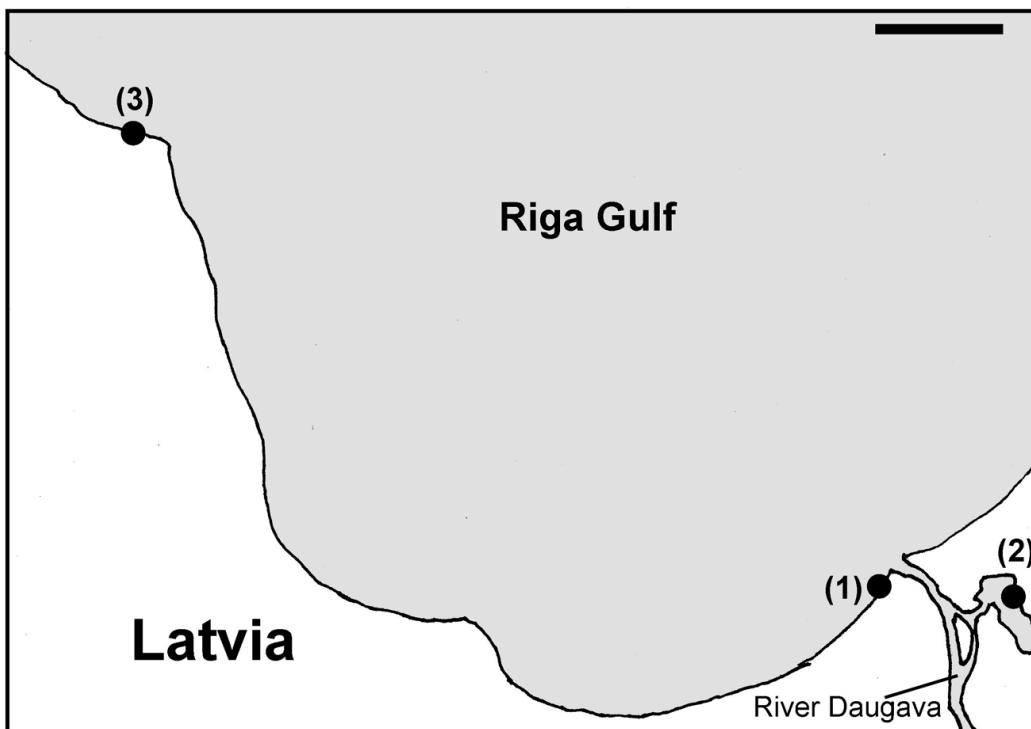
Visi gėlavandenių ungurių šeimai priklausantys unguriai vykdo katadromines migracijas – neršti migruoja iš gėlų ar pakrančių vandenų į atvirą vandenyną. Pagal randamas mažas lervutes manoma, jog Europinis upinis ungurys neršti migruoja didžiulius atstumus - į Sargaso jūrą Atlanto vandenyne - vienintelę jūrą atvirame vandenyne, kurios ribas apriboja ne sausuma, o Golfo, Kanarų, Š. Atlanto, Š. Pasatų srovės. Bermudų salos yra netoli Sargaso jūros vakarinio pakraščio. Iš Lietuvos migruojantiems unguriams tektų įveikti apie 7000 km atstumą. Žinoma, jog šios jūros vandens druskingumas siekia 36,5-37 promiles. Iš ikrų išsiritę ungurių iš šonų suplotos formos lervos, vadinamos *leptocephalus*, kartu šilta su Golfo srove pasyviai plaukdami migruoja link Europos krantų, kur vyksta metamorfozė ir lerva virsta taip vadinamu stikliniu unguriuku. Jei tolimesnė unguriukų migracija link Lietuvos vyksta natūraliai – per Šiaurės ir Baltijos jūrą, stikliniai ar jau ūgtelėję pigmentuoti unguriai neišvengiamai turi migruoti per nuosekliai mažėjančio vandens druskingumo gradientą šios migracijos metu. Tačiau, jei stikliniai unguriukai yra sugaunami prie pavyzdžiui Anglijos ar Prancūzijos krantų ir į Lietuvą atkeliauja su žmogaus pagalba ir panaudojami vandens telkinių įžuvinimui, tuomet vandens druskingumas pasikeičia iškart. Šie vandens druskingumo pasikeitimai gerai atsispindi ungurių otolituose, kurie augdami į savo sudėtį inkorporuoja įvairius aplinkos cheminius elementus, tame tarpe stroncij (Sr). Sr kiekiai vandenyje gerai koreliuoja su vandens druskingumu – kuo didesnis vandens druskingumas, tuo didesnė Sr koncentracija. Atliekant otolitų skerspjuvio cheminės sudėties bei amžiaus analizę ir nustatant pagrindinio cheminio otolitą sudarančio elemento kalcio (Ca) santykį su Sr, daugumoje atvejų galima nustatyti Lietuvos ungurių kilmę, t.y. atskirti ar ungurys į Lietuvos vandenį atmigravo pats ar buvo atgabentas ir įžuvintas. Tokio pobūdžio tyrimai yra svarbūs siekiant įvertinti įžuvinimo efektyvumą, natūralų ungurių populiacijos pasipildymą jaunikliais bei ungurių populiacijos amžinę struktūrą. Tokie duomenys yra būtini ungurių populiacijos valdymui Lietuvoje: rūšies apsaugai, atkūrimui bei racionaliam išteklių eksploatavimui.

Pirmas ungurių kilmės Lietuvoje tyrimas darytas prieš maždaug du dešimtmečius, o jo rezultatai publikuoti kelių mokslinių straipsnių pavidalu prestižiniame mokliniame žurnale *Journal of Fish biology* (Shiao et. al. 2006, Lin et. al. 2009). Šio tyrimo metu mėginiai buvo surinkti ežere rytinėje Lietuvos dalyje (Baluošo ežeras), Kuršių mariose ir Baltijos jūroje. Šio tyrimo metu nustatyta, jog iš 108 tirtų ungurių 21 buvo įžuvintas, o 87 natūraliai atmigravę. Visi tirti unguriai sidabrinio unguorio stadijoje migruojantys iš ežero buvo įžuvinti, 20 % geltonojo unguorio stadijos (sėsliai gyvenantys) ungurių Kuršių mariose buvo įžuvintos kilmės ir tik 2 % tokių geltonosios stadijos ungurių buvo iš jūros – atitinkamai 80 ir 98% ungurių buvo natūraliai atmigravę.

2015 m. atliktas dar vienas ungurių kilmės tyrimas, kurio metu buvo nustatyta 50 ungurių imties kilmė pagal jų otolitų cheminę sudėtį. Šio tyrimo metu nustatyta, jog 94% (47 vnt.) tirtų ungurių yra įžuvinti ir tik 3 individai į Lietuvos vandenį pateko natūralios migracijos dėka plaukdami per jūrą ir praleido dalį laiko gėlame vandenyje iki buvo pagauti. Tiesa, unguriai du unguriai turėjo tam tikrą Sr:Ca santykio sumažėjimą maždaug stiklinio unguoriuko stadijos pabaigoje ar pigmentacijos pradžioje. Keli panašūs atvejai stebėti ir ankstesnio tyrimo Lietuvoje metu bei aptarti Shiao et. al. (2006). Šie du unguriai galėjo įmigruoti į gėlą vandenį iš karto po stiklinio unguoriuko stadijos, tokioje aplinkoje trumpai pabūti ir išmigruoti į jūrą bei pratęsti migraciją kol pasiekė vandens telkinį Lietuvoje kuriame buvo pagauti. Jei jie buvo įžuvinti į gėlą vandenį, tai turėjo labai greitai išmigruoti į jūrą ir ten praleisti didžiąją gyvenimo dalį ir tik vėliau sugrįžti į gėlą aplinką kur ir buvo pagauti. Šiaip ar taip, Sr:Ca sumažėjimas po stiklinio unguoriuko stadijos šiais dviem atvejais yra labai neryškiai išreikštas, todėl šių ungurių kilmė interpretuotina kaip ne įžuvintų, o natūraliai atmigravusių. Likusių 94% ungurių kilmė interpretuotina kaip dirbtinai įžuvintų, didelė dalis jų yra sidabrinėje stadijoje, tad iš esmės lyginti su Shiao et. al. (2006) tyrimo rezultatais yra sudėtinga, kadangi viena vertus taip ir liko nežinoma ungurių sugavimo vieta, kita vertus net ir jei unguriai buvo pagauti Kuršių mariose sidabrinio unguorio stadijoje, tai dar nereiškia kad jie gyveno mariose, o ne migravo neršti iš Lietuvos ežerų, kur unguriai yra ilgus dešimtmečius dirbtinai įžuvinami.

Panašus ungurių kilmės ir amžiaus nustatymo tyrimas yra atliktas ir kaimyninėje Latvijoje (Lin et al., 2012). Šiuo atveju 75 mėginiai surinkti Rygos įlankoje šalia Dauguvos upės žiočių (31 vnt.), Rygos įlankoje ties Mērsrags (28 vnt.) ir Ķīšezers ežere (16 vnt.; 2.1 pav.). Šio tyrimo metu nustatyta, jog daugiausia įžuvintų ungurių

pagauta akvatorijoje šalia Dauguvos upės žiočių (36.7%) ir Ķīsezers ežere (31.2%) ir tai yra didesnė proporcija tokių ungurių nei rasta Lietuvoje Kuršių mariose (20%, Shiao et al. 2006). Jūros pakrantės akvatorijoje ties Mērsrags įžuvintų ungurių buvo 7.1% ir tai taip pat daugiau nei nustatyta tyrime atliktame Lietuvoje (2%). Visoje Latvijoje atlikto tyrimo imtyje įžuvintų ungurių buvo 26%. Ungurių kilmės tyrimo Latvijoje rezultatus lyginti ar interpretuoti su 2015 m. atlikto tyrimo rezultatais, kai tirtose imtyje rasta 94% įžuvintų ungurių, praktiškai neįmanoma, kadangi nežinoma ungurių sugavimo vieta. Latvijoje atlikto tyrimo imtyje tirtų ungurių amžius svyravo nuo 6+ iki 31+ metų (Lin et al., 2012). Nustatyta, jog natūraliai atmigravusių ungurių amžius Latvijoje svyravo nuo 6+ iki 20+ metų, o įžuvintų ungurių amžius buvo nuo 8+ iki 31+ metų. Tuo tarpu, 2015 m. tirtos ungurių imties amžiaus nustatymo rezultatai rodo, jog į Lietuvos vandenis natūraliai atmigravusių ungurių amžius svyravo nuo 9+ iki 19+ metų, o įžuvintų ungurių amžius svyravo nuo 5+ iki 32+ metų.



2.1 pav. Latvijoje atlikto ungurių amžiaus ir kilmės tyrimo mėginių rinkimo vietos, pagal Lin et al. (2012).

ES šalims įgyvendinant nacionalinius ungurių išteklių valdymo ir atstatymo planus, ungurių populiacijos natūralaus išteklių pasipildymo tendencija Europoje stabilizavosi (nebemažėja) ir yra netgi teigiamas. Taigi, siekiant įvertinti natūralų ungurių populiacijos pasipildymą jaunikliais, tikslinga atlikti geltonosios stadijos ungurių, ypač

jaunų amžinių grupių individų, sugautų Kuršių mariose ir Baltijos jūros priekrantėje, kilmės tyrimus naudojant otolitų mikrocheminės analizės metodą. Tokio tyrimo rezultatai, palyginti su Shiao et. al. (2006) tyrimo duomenimis, leis iš dalies įvertinti UVP indėlį į natūralų ungurių populiacijos pasipildymą jaunikliais, bei ungurių populiacijos būklės pokyčius laike ir erdvėje. Migruojančių sidabrinių ungurių, sugautų Kuršių mariose kilmės tyrimas leistų aiškiai atsakyti kokios kilmės unguriai palieka šalies teritoriją ir kaip šalies ežerų įžuvinimo veiksmai padeda siekti nacionalinio ungurių išteklių valdymo plano tikslus.

2.2 Išteklių valdymo priemonės susijusios su antropogeninio mirtingumo mažinimu

Rengiant Lietuvos UVP buvo numatyti praktiniai prevenciniai veiksmai, ribojantys antropogeninį mirtingumą, turintys sustabdyti tolesnį išteklių mažėjimą bei užtikrinti išteklių atstatymą. Šios priemonės yra įtrauktos į šalies veiksmų planą: Kuršių mariose ir Baltijos jūroje apriboti žvejų, vidaus vandenyse sutrumpinti žvejų sezoną, iki 3 mėnesių sutrumpinti geltonųjų ungurių žvejų, įvesti apribojimus žvejų ūdoms, mėgėjiškoje žvejojimoje sumažinti dienos laimikio limitą ir kt.

Siekiant sumažinti neršti migruojančių sidabrinių ungurių mirtingumą dėl verslinės žvejų poveikio 2009 metais Aplinkos ministerija 43 % sumažino upelių, kuriuose leidžiama migruojančių ungurių verslinė žvejų, sąrašą bei uždraudė specializuotą ungurių žvejų ungurinėmis gaudyklėmis ežeruose ir vandens talpyklose pavasarį nuo kovo 15 d. iki birželio 30 d. Geresnei visų migruojančių žuvų apsaugai užtikrinti uždrausta verslinė žvejų trijuose žvejų baruose Kuršių mariose, kurie yra šiaurinėje marių dalyje arčiausiai Klaipėdos sąsiaurio. Mėgėjiškos žūklės taisyklėse nuo 5 iki 3 vienetų sumažintas per parą leidžiamų sugauti ungurių skaičius. Vidaus vandenyse migruojančių ungurių verslinė žvejų pavasarį leidžiama nuo kovo 15 d. iki birželio 1 d., o rudenį visai uždrausta žvejoti migruojančius ungurius (rudeninė ungurių žvejų buvo vykdoma nuo rugsėjo 1 d. iki spalio 31 d.). Kad būtų sugaunama kuo mažiau neverslinio dydžio ungurių, taip pat uždrausta jų žvejų ūdomis masalui naudojant sliekus. Aplinkos apsaugos ministro sprendimu nuo 2015 m. Lietuvos vidaus vandens telkiniuose uždrausta verslinė žūklė, tačiau paliktas leidimas užsiimti versline specializuota migruojančių ungurių, stintelių, seliavų bei upinių nęgių žvejų. Tokiu būdu, uždrausta specializuota ungurių žvejų ungurinais

venteriais ir ūdomis vidaus vandenyse, paliekant tik galimybę upeliais migruojančius ungurius gaudyti nuo kovo 15 d. iki birželio 1 d. Tuo tarpu 2023 metais dar labiau sumažintas upelių, kuriuose galima žvejoti migruojančius ungurius, skaičius ir šiuo metu oficiali pavasarinė sidabrinių ungurių verslinė žvejyba vykdoma 18-oje upelių (iki šiol buvo 38), o 2026 m. turėtų būti nutraukta visa migruojančių ungurių žvejyba upėse pasibaigus dabar galiojančių licencijų galiojimo terminams.

Kuršių mariose marinių (ungurinių) gaudyklių skaičius yra sumažintas 46 % – nuo 413 (2008 m.) iki 223. Baltijos jūroje specializuota ungurių žvejyba yra draudžiama. ES iniciavus papildomų ungurių žvejybos ribojimų įvedimą, 2023 m. verslinė žvejyba Kuršių mariose draudžiama nuo birželio 1 d. iki rugpjūčio 31 d. ir nuo spalio 1 d. iki gruodžio 31 d.

Nelegalios upėmis migruojančių ungurių žvejybos apimtys yra sunkiai įvertinamos, tačiau tam tikras poveikis ungurių ištekliams galimas, nepaisant didžiulių baudų (šiuo metu už padarytos žalos žuvų ištekliams apskaičiavimo bazinis įkainis ungurių atveju yra 480 eur/vnt.).

Nuo UVP įgyvendinimo pradžios leidžiamų sužvejoti (ar nušauti) ungurių kiekis sumažintas nuo 5 iki 3 vienetų per vieną dieną, bei nuo 11 (2012 metais vandens telkinių sąrašas buvo išplėstas iki 12) iki 7 (įskaitant Baltijos jūros priekrantę) sumažintas neišnuomotų vandens telkinių skaičius, kuriuose leidžiama povandeninė medžioklė, tuo tarpu išnuomotų vandens telkinių savininkai apie tokios galimybės sudarymą sprendžia asmeniškai. Nuo 2022 m. nuo spalio 1 d. Kuršių mariose mėgėjiška žvejyba uždrausta.

Mėgėjiškos žvejybos poveikis žvejojant meškerėmis (ar vykdant povandeninę medžioklę) ungurių populiacijai nėra tiksliai žinomas, vis dar diskutuotinas, nežiūrint eilės bandymų tokį vertinimą atlikti.

UVP numatyta, jog turi būti atliekamas hidroelektrinių poveikio vertinamas migruojantiems unguriams, bei ieškoma būdų neigiamam HE poveikiui sumažinti. HE poveikio vertinimas buvo atliktas 2014-2016 m. (Dainys ir kt. 2018b) trijose mažas turbinas (Valtūnų (Kaplan), Bagdononių ir Pabradės (CINK)) ir vienoje didelę Kaplan tipo turbiną turinčioje hidroelektrinėje (Kauno HE). Tyrimų metu nustatyta, jog CINK tipo turbinose ungurių mirtingumas yra 100 %, o mažoje ir didelėje Kaplan turbinose – atitinkamai 52 % ir 24 %. Realus mirtingumas didelėje Kaplan tipo turbinoje gali būti didesnis, nes Kuršių marias pasiekė maždaug pusė per Kauno HE turbinas pramigravusių ungurių, kita vertus,

Kuršių marių nepasiekę unguriai galėjo būti gyvi, o migraciją pratęsti jau išsikrovus akustinio signalo siūstuvams.

Nepaisant atliktų tyrimų, nuo Lietuvos UVP patvirtinimo EK, Lietuvoje nebuvo imtasi tiesioginių praktinių priemonių neigiamo HE poveikio migruojantiems unguriams sumažinimui, išskyrus taikomą praktiką ungurių nežuvinti vandens telkiniuose esančiuose aukščiau HE, jei HE neturi žuvitakio. Pagal galiojančius reikalavimus, mažųjų HE vandens paėmimo zonoje privalo būti sumontuotos apsauginės grotos, su < 35 mm tarpais. Migruojančių ungurių apsaugai tokios priemonės yra nepakankamos, nes dalis migruojančių ungurių (ypač mažesnių) pro tokio dydžio tarpus praplaukia ir patenka tiesiai į HE turbinas, kur jų mirtingumo lygis priklauso nuo HE sumontuotos turbinos tipo ir dydžio (tokios grotos iš dalies apsaugo tik didžiausius migruojančius ungurius ir tik tuo atveju, jei HE yra sumontuotas žuvitakis; Dainys ir kt. 2018b).

3. Tyrimų metodai ir akvatorija

3.1 Tyrimo vieta. Kuršių marios

3.1.1 Kuršių marių žuvų bendrija

Kuršių marios yra sekli gėlavandenė lagūnos tipo estuarija nuo Baltijos jūros atskirta siaura, apie 2 km pločio Kuršių nerija. Kuršių marios yra negilus lėkštakrantis baseinas, kurio vidutinis gylis – 3,8 m, didžiausias – 5,8 m (šiaurinė dalis sekiausia, nepaisant to, kad joje yra giliausia Kuršių marių vieta). Marių plotas yra 1584 km², iš jų 413 km² priklauso Lietuvai (Žaromskis 1996). Į marias įteka Nemunas, kuris atneša didžiąją dalį maisto medžiagų. Per marių šiaurinėje dalyje esantį sąsiaurį, nepaisant gėlo vandens natūralaus nuotėkio iš Kuršių marių į Baltijos jūrą, galima druskėto Baltijos jūros vandens prietaka, laikinai (iki 2 mėnesių per metus) pakelianti vandens druskingumą ties Juodkrante virš 5 ‰ (iki 7 ‰) (Aplinkos ministerijos Jūrinių tyrimų centras 2009). Nuo 1981 m. Lietuvai priklausančioje Kuršių marių šiaurinėje dalyje druskingumo didėjimo pokytis siekė nuo 12,5 iki 29 %. Tai siejama su hidrometeorologinių sąlygų pokyčiais, įtakojamais globalios klimato kaitos, taip pat su Klaipėdos uosto giliniu (Aplinkos ministerijos Jūrinių tyrimų centras 2007).

Didelė Kuršių marių akvatorija ir geografinė padėtis sąlygoja tai, kad čia nuolat ar laikinai gyvena didelis ir sudėtingas ichtiofaunos kompleksas, susidedantis iš gėlavandenių, praeivių ir jūrinių žuvų rūšių. Kuršių marių žuvų bendrijos struktūrai būdingi žymūs sezoniniai skirtumai, susiję su diadrominių žuvų ir nėgių migracija, sezonine gėlavandenių žuvų migracija į jūrą (Ložys 2003), taip pat žuvų migracijomis pačiose mariose tarp pietinės ir šiaurinės akvatorijų. Kuršių marios, kaip ir kitos panašaus tipo estuarijos, yra labai svarbios ne tik daugelio gėlavandenių ar diadrominių žuvų rūšių maitinimosi, bet ir neršto bei jauniklių atsigavimo buveinės.

3.1.2 Verslinė žvejyba Kuršių mariose

Kuršių marios yra didelio produktyvumo eutrofinis vandens telkinys. Vidutinė žuvų biomasė Lietuvai priklausančioje marių dalyje pagal R. Repečkos vertinimą viršija 200 kg ha⁻¹ (1997–2012). Kuršių marios yra svarbus verslinės ir mėgėjiškos žvejybos vandens telkinys. Lietuvai priklausančioje marių dalyje po Nepriklausomybės atgavimo 1990 m. verslinę žvejybą vykdė 70–80 įmonių, daugiausia nedidelių. Nuo 2009 m., įgyvendinus ES remiamą vidaus vandenų žvejybos laivų perorientavimą į kitą nei žvejybą veiklą, iš žvejybos pasitraukė dalis

įmonių ir buvo žymiai sumažintos įrankių kvotos, ypač marių šiaurinėje dalyje. 2019-2021 m. mariose žvejybą vykdė 43 įmonės. 2003–2008 versliniai laimikiai siekė vidutiniškai 1235 t arba 27–33 (vidutiniškai 29,8) kg ha⁻¹ per metus, 2009–2021 m. sumažėjo iki 1024 t, 24,7 kg ha⁻¹ per metus.

Kaip jau minėta, Kuršių marios yra didelio produktyvumo eutrofinis vandens telkinys. Vidutinė žuvų biomasė Lietuvai priklausančioje marių dalyje pagal R. Repečkos vertinimą viršija 200 kg ha⁻¹ (1997–2012). Kuršių marios yra svarbus verslinės ir mėgėjiškos žvejybos vandens telkinys. Lietuvai priklausančioje marių dalyje po Nepriklausomybės atgavimo 1990 m. verslinę žvejybą vykdė 70–80 įmonių, daugiausia nedidelių, paprastai turinčių tik 2 – 3 darbuotojus. Dauguma įmonių turi 1 – 4 mažus (iki 10 m ilgio) laivus. Nuo 2009 m., įgyvendinus ES remiamą vidaus vandenų žvejybos laivų perorientavimą į kitą nei žvejybą veiklą, iš žvejybos pasitraukė dalis įmonių ir buvo žymiai sumažintos įrankių kvotos, ypač marių šiaurinėje dalyje. 2019-2021 m. mariose žvejybą vykdė 43 įmonės. 2003–2008 m. versliniai laimikiai siekė vidutiniškai 1235 t arba 27–33 kg ha⁻¹ per metus, 2009–2021 m. sumažėjo iki 1024 t arba 24,7 kg ha⁻¹ per metus.

Kuršių mariose pastaraisiais metais naudojamų svarbiausių verslinės žvejybos įrankių (40–50 ir 70–80 mm tinklų, marinių bei stambiausių gaudyklių) bendras kiekis lyginant su 2008 m. sumažėjo 38,3 %. Tuo tarpu vidutiniai versliniai žuvų laimikiai 2009–2021 m. sumažėjo apie 15 %. Po verslinės žvejybos įrankių limito sumažinimo iš pradžių buvo stebimas tiek bendro, tiek daugumos svarbiausių verslinių žuvų santykinio gausumo ir biomasės verslinių tinklų laimikiuose didėjimas, tačiau vėliau šie rodikliai mažėjo, kai kurių žuvų – iki žemesnio nei daugiametis vidurkis. Kuršių marių žuvų gausumui ir biomasei apskritai yra būdingi dideli svyravimai, susiję su ilgamečiais žuvų populiacijų gausumo svyravimo ciklais (šiuos dar sudėtingesniais daro tarprūšiniai santykiai). Beveik trys ketvirtadaliai Kuršių marių teritorijos priklauso Rusijai, joje taip pat vykdoma intensyvi verslinė žvejyba (sugaunama daugiau nei du trečdaliai visų laimikių Kuršių mariose) ir tai gali veikti verslinių laimikių dinamiką Lietuvos dalyje.

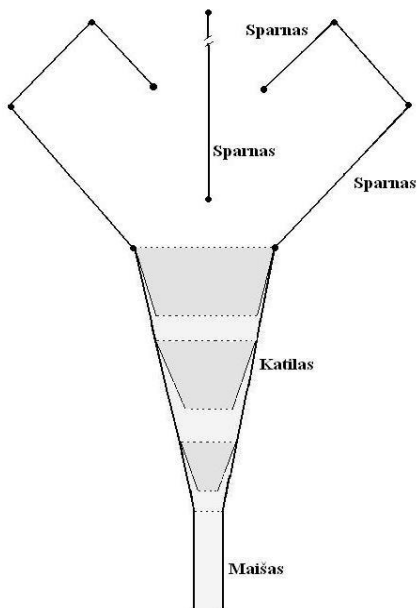
Svarbiausios pagal sugaunamus kiekius Kuršių marių verslinės žuvis yra karšis ir kuoja. Šios dvi rūšys 2003–2021 m. vidutiniškai sudarė 70,3 % visų verslinių laimikių. Kitos svarbios verslui žuvis yra stintos (didesnė dalis sužvejojama Nemuno žemupyje), starkiai, ešeriai ir žiobriai. Svarbiausios mėgėjiškos žvejybos žuvis Kuršių mariose yra ešerys, kuoja, karšis, starkis ir stinta.

3.2 Tyrimo metodai

3.2.1 Ichtiologinis lauko tyrimas

Ichtiologinis tyrimas, siekiant surinkti ungurių mėginius matmeninės-amžinės, įmitimo, sveikatos būklės bei populiacijos struktūros pagal kilmę vertinimui, buvo pradėtas vykdyti 2023 m. birželio mėn. ir tęsiama ir ataskaitos pateikimo metu – lapkričio mėn. Taip pat mėginiai analogišku metodu rinkti 2021-2022 m., kai atlikti išsamūs morfometrinių sugautų individų matavimai bei surinkti otolitai mikrocheminei analizei. Tyrimui buvo naudojamos dvi nemodifikuotos iš skirtingos medžiagos, kaprono ir polipropileno (PP), pagamintos gaudyklės, taip pat dvi modifikuotos kaproninės inkaruojamos gaudyklės (3.1 – 3.2 pav.).

Pagautos žuvys buvo išmatuojamos 1 cm tikslumu (bendras ilgis TL) ir paleidžiamos (išskyrus ungurius), svoris buvo apskaičiuotas taikant ilgio-svorio priklausomybės lygtį $W=aL^b$, kur W - žuvies svoris, L - žuvies ilgis; koeficientai a ir b apskaičiuoti naudojant ichtiologinių tyrimų, vykdytų Kuršių mariose 2015-2022 m., duomenis.

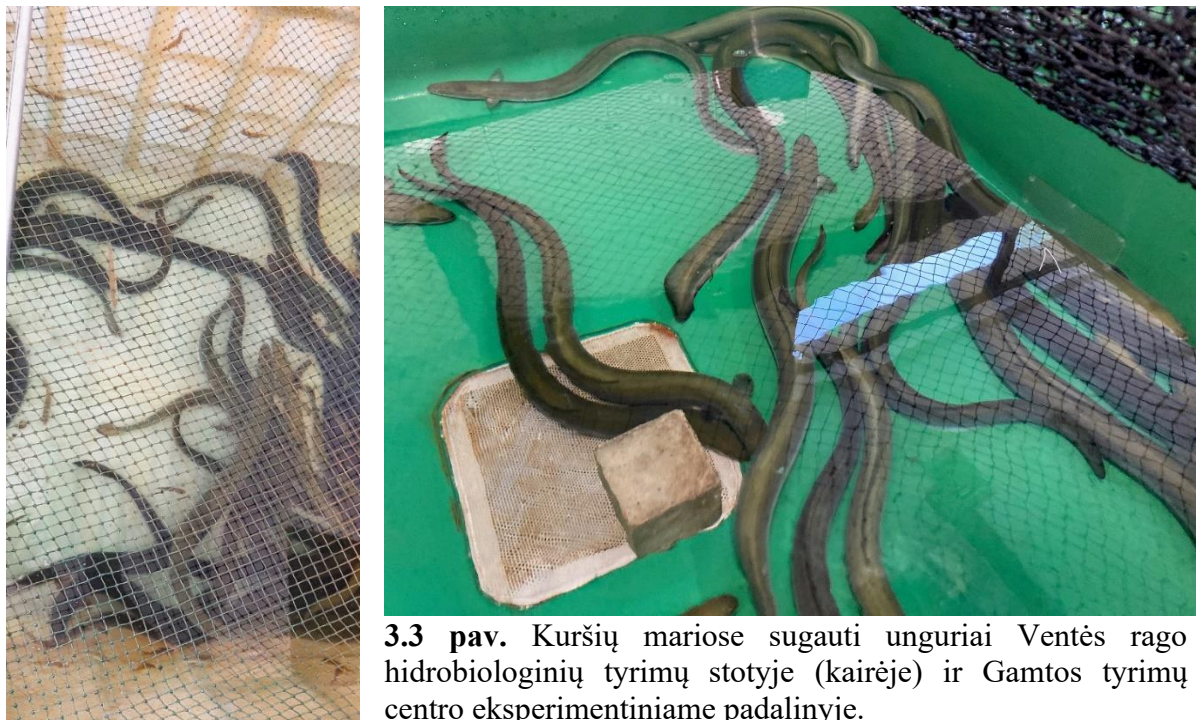


3.1 pav. Tyrimui naudotos “naujo tipo” (vieno katilo) inkaruojamos marinės gaudyklės principinė schema.



3.2 pav. Ungurių gaudymas gaudykle Kuršių mariose ties Ventės ragu.

2023-2025 m. sugauti unguviai buvo talpinami į vandens talpą su kuria transportuojami į krantą bei nugabenami į GTC Hidrobiologinių tyrimų stotį Ventėje bei suleidžiami į tam paruoštą vandens talpą (1 m^3) su nuolatiniu vandens pratekėjimu ir aeracija. Sukaupus ženklesnį kiekį unguvių skirtų tolimesniam tyrimui, jie buvo pergabenami maišuose su deguonimi į Gamtos tyrimų centro eksperimentinį padalinį Vilniuje bei išleidžiami į baseinus pajungtus į recirkuliacinę sistemą su biologiniu, mechaniniu vandens valymu bei papildoma aeracija (3.3 pav.).



3.3 pav. Kuršių mariose sugauti unguviai Ventės rago hidrobiologinių tyrimų stotyje (kairėje) ir Gamtos tyrimų centro eksperimentiniame padalinyje.

3.2.2 Laboratorinė analizė ir mėginių paėmimas

3.2.2.1 Ungurių vystymosi stadijos nustatymas

Sidabriškumo indekso skaičiavimas yra paremtas išorinių kūno parametrų morfometriniiais pokyčiais lytinio brendimo metu. Sidabriškumo indeksui nustatyti atliekami sekantys matavimai: bendras kūno ilgis (L), kūno svoris (W), vidutinis akies diametras (MD, kuris yra apskaičiuojamas iš horizontalaus ir vertikalaus akies diametro) ir krūtininio peleko ilgis (FL). Sidabriškumo stadijos (S) nustatymui pagal Durif et al. (2009) atlikti sekantys skaičiavimai:

$$SI = -61.276 + 0.242 L - 0.108 W + 5.546 MD + 0.614 FL;$$

$$SFII = -87.995 + 0.286 L - 0.125 W + 6.627 MD + 0.838 FL;$$

$$SFIII = -109.014 + 0.280 L - 0.127 W + 9.108 MD + 1.182 FL;$$

$$SFIV = -113.556 + 0.218 L - 0.103 W + 12.187 MD + 1.230 FL;$$

$$SFV = -128.204 + 0.242 L - 0.136 W + 12.504 MD + 1.821 FL;$$

$$SMII = -84.672 + 0.176 L - 0.116 W + 12.218 MD + 1.295 FL.$$

Apskaičiuota didžiausia „S“ reikšmė priskiriama atitinkamai ungurio sidabriškumo stadijai. Skaičiavimams naudoti 2021-2022 m. vasaros pradžioje-rudenį surinkti duomenys. 78 ungurių sugautų 2023-2024 m., kurių atlikti matavimai, atlikta išsami parazitologinė analizė ir paimti mėginiai virusų tyrimui, morfometriniai duomenys taip pat įtraukti į šią analizę – iš viso 136 unguriai.

3.2.2.2 Parazitologinis tyrimas

Surinktos žuvis buvo atgabenamos į laboratoriją gyvos tam, kad atlikti parazitologinį tyrimą. Unguriai buvo perpjauti išilgai kūno pilvinėje pusėje. Jų vidaus organai buvo išimami ir tiriami atskirai per skrodimo mikroskopą. Pirmiausia buvo tiriama širdis ir žiaunos. *Monogenea* parazitai buvo atskiriami plonais šepetėliais. Žarnynas buvo perpjaunamas smailuoju pincetu, kad nebūtų pažeisti žarnyne esantys helmintai. Žarnyno gleivės buvo nugrandomos ir nuplaunamos fiziologiniu tirpalu; helmintai buvo išrenkami naudojant pipetę. Cestodai buvo atskiriami šepetėliais ir pincetu naudojantis stereomikroskopu. Kepenys, blužnis ir smegenys buvo suspaudžiami tarp dviejų Petri lėkštelių ir tiriamos stereomikroskopu. Visi aptikti helmintų pavyzdžiai buvo nuplauti fiziologiniu tirpalu, išvalyti nuo šeimininko audinių ir fiksuoti pašildytu 70 % etilo alkoholiu, kad būtų galima toliau identifikuoti rūšis molekuliniais metodais.

3.2.2.3 Virusologinis tyrimas

Tyrimu siekiama nustatyti tiriamų ungurių užsikrėtimą Herpes virusu (AngHV1). Ungurių AngHV1 viruso nustatymas atliktas realaus laiko PGR metodu. Tyrimas atliktas Nacionaliniame maisto ir veterinarijos rizikos vertinimo institute dviem etapais.

DNR išskyrimas. Bendra DNR buvo išskirta iš 140 µl 10% organų suspensijos (blužnies, širdies, žiaunų, inkstų), užšaldoma-atšildyta -80°C temperatūroje, naudojant QIAamp® Viral RNA Mini Kit rinkinį pagal gamintojo protokolą (Qiagen, Vokietija). Galiausiai DNR buvo ištirpinta 60 µl buferio AVE ir laikoma -20°C temperatūroje.

Realaus laiko PGR. AngHV1 aptikimui naudotas realaus magnetinės indukcijos PGR instrumentas MIC-4 HRM (Bio molecular Systems BMS, Australija), naudojant Oasis Lyophilised 2xRT-qPCR MasterMix rinkinį pagal Primerdesign Ltd *oasigTM* gamintojo instrukcijas. AngHV1 naudojome S. J. van Beurden ir kt. (2012) sukurtus pradmenis ir zondus. Pirminis pradmuo AngHV1 F ir atvirkštinis pradmuo AngHV1 R ir zondas AngHV1 Probe buvo užsakyti iš Microsynth AG.

Reakcijos eiga. Mėgintuvėliai uždengiami ir sudedami į PGR instrumento MIC-4 HRM rotorių. Pagal 3.1 lentelėje pateiktus duomenis, kompiuterinėje programoje nustatomas reakcijos temperatūrinis režimas.

3.1 lentelė. Realaus laiko PGR reakcijos parametrai.

Etapas	Temperatūra	Trukmė	Ciklų skaičius
Polimerazės aktyvacija	95 °C	2 min.	–
Denatūracija	95 °C	10 s	
Pradmenų amplifikacija ir duomenų rinkimas*	60 °C	30 s	45

Pasibaigus reakcijai, gaunamos amplifikacijos kreivės ir atliekama jų analizė. Analizuojant realaus laiko PGR gautus rezultatus, stebima ar yra AngHV1 ORF57 geno fragmento amplifikacijos kreivė. Mėginys, kai $C_t \leq 38$, yra teigiamas. Teigiamas rezultatas rodo, kad PGR būdu ištyrus iš mėginių išskirtą DNR, rasta AngHV1 būdinga nukleorūgštis.

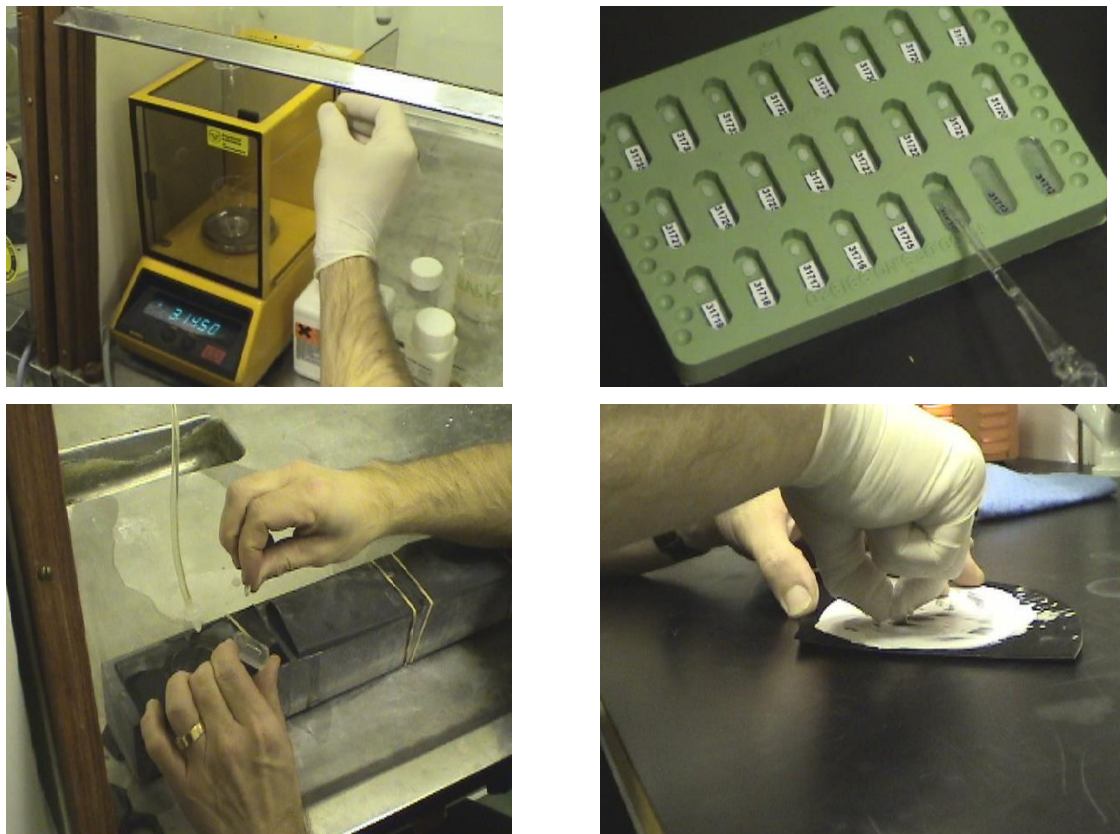
3.2.2.4 Mikrocheminė otolitų analizė ungurių kilmei nustatyti

Otolitų analizė, įvertinant cheminę medžiagų sudėtį (koncentracijas), bus atliekama naudojant EPMA (*angl.* Electron Probe Micro-analyzer; liet. - elektronų mėginių mikroanalizatorius, JEOL, JXA-8900R) Taivano mokslų akademijos Žemės tyrimų institute (Academia Sinica, Institute of Earth Sciences), prieš tai paruošus Nacionaliniame Taivano universitete. Įrenginys yra sujungtas su 4 kanalų bangų ilgio dispersiniu X-spindulių spektrometru (*angl.* wavelength dispersive X-ray spectrometers, WDS) ir užprogramuotas tiek kokybinei (X-spindulių pikų paieškai, intensyvumo vertinimui bei registravimui), tiek kiekybinei (koncentracijų) analizei. Kiekybiniai duomenys buvo tikslinami, naudojant standartinį ZAF-metalų kalibravimo metodą, kuris yra paremtas matricine korekcija remiantis atomų skaičiaus (Z), absorbcijos (A) ir fluorescavimo (F) faktoriais (Philibert & Tixier 1968).

Išimti ungurių otolitai įliejami į epoksidinę dervą, šlifuojami, poliruojami aliuminio pasta ant poliravimo popieriaus tol kol otolito dalis, vadinama *primordium* pilnai atsidengia. Otolitų ruošinys praplaunamas distiliuotu vandeniu ultragarsinėje vonelėje, vėliau išdžiovinama bei karbonizuojama (dengiama anglies sluoksniu) (3.4 pav.).

Sintezuotas CaCO_3 naudotas Ca, o anglis (C), deguonis (O) ir stroncionitas ($[\text{Sr}_{0.95}\text{Ca}_{0.05}]\text{CO}_3$ aragonito-struktūra: NMNH R10065) naudojami kaip standartai stronciui (Sr) kalibruoti.

Spindulių pluoštų savybės buvo sekančios: pluošto srovė 3 nano-ampere (nA), skenuojančio pluošto dydis $5\ \mu\text{m} \times 4\ \mu\text{m}$, skaičiavimo intervalai 80 s (Sr) ir 20 s (Ca, C, O) ties pikais.



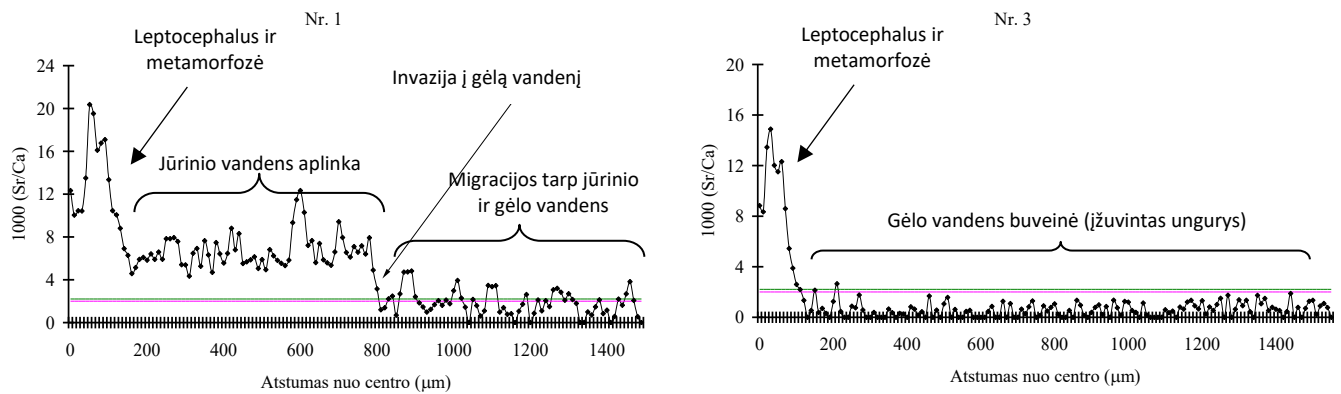
3.4 pav. Pagrindinės otolitų paruošimo mikrocheminei analizei procedūros:

1. Skystos, stiklo savybes atitinkančios masės paruošimas;
2. Otolitų užliejimas paruoštu mišiniu;
3. Sustingusio ruošinio šlifavimas iki stiklinio unguriuko augimo zonos;
4. Ruošinio poliravimas

Tyrimas atliekamas, siekiant išsiaiškinti esminį šio darbo klausimą - atskirti dirbtinai įveistus ir natūraliai atmigravusius ungurius, įvertinti įveistų ungurių dalį imtyje. Tyrimo metu atliekama ungurių otolitų mikrocheminė analizė ir įvertinama cheminė otolito sudėtis Sr ir Ca

elementų atžvilgiu, bei įvertinamas šių elementų santykis atskirose otolitų zonose. Analizė atliekama, tiriant otolito zonas nuo centro iki pakraščio su 10µm intervalais. Sr/Ca santykio analizė išilgai otolito atspindi aplinką (vandens druskingumo atžvilgiu), kurioje ungurys gyveno. Kiekvienas Sr/Ca santykio įvertinimas atliekamas 5 × 4 µm ploto taškuose. Kiekvienas taškas leidžia įvertinti vidutinį vandens druskingumą, kuriame ungurys gyveno tuo metu. Analizuojami atstumai leidžia atkurti tiriamo ungurio gyvenamą aplinką (druskingumą) nuo mažiau nei vieno mėnesio iki kelių mėnesių intervalais. Analizuojamas taškas, esantis otolito centre paprastai padengia didesnę gyvenimo tarpsnį nei analizuojamas taškas otolito pakraštyje. Didelis Sr/Ca santykio skaičius reiškia didelį vandens druskingumą (pvz.: vandenyno), kai tuo tarpu mažesnis – mažesnę (pvz.: Baltijos jūros), o dar mažesni skaičiai atspindi gėlo vandens aplinką. Tačiau ši taisyklė negalioja ungurio lervinei stadijai. Yra žinoma, jog unguriai neršia vandenyne, o lervinėje stadijoje su vandenyno srovėmis migruoja kontinento link. Taigi, visi unguriai vandenyno druskingumo vandenyse pergyvena pradinę lervinę stadiją *Leptocephalus* bei stiklinio unguriuko stadijas. Į 10 - 20 pirmųjų analizuojamų taškų ir patenka šios abi stadijos. Pirmas Sr/Ca santykio pikas maždaug 0.016 - 0.02 zonoje bei po to sekantis staigus sumažėjimas atitinka gyvenimo tarpsnį, kai įvyksta *Leptocephalus* stadijos lervos metamorfozė į stiklinio unguriuko stadiją – žr. vieno ungurio otolito analizės pavyzdį 3.5 pav. Skaičiai atitinkantys 0.0020 ir 0.00221 Sr/Ca santykį (santykis gali būti atvaizduojamas ×1000, ×100 ar kitokiu santykiu) yra naudojami kaip skiriamoji riba tarp sūrių/druskėtų ir gėlų vandenų. Skaičiai, atitinkantys didesnę nei 0.00221 Sr/Ca santykį, reikštų, jog ungurys yra gyvenęs vandenyno vandens druskingumą atitinkančioje ar apysūrio vandens aplinkoje, o skaičiai mažesni nei 0.0020 reikštų ungurio buvimą gėluose vandenyse. Riba tarp 0.0020 ir 0.00221 atspindi ungurių perplaukimo iš gėlų vandenų ar atvirkščiai ribą. Šios Sr/Ca santykio reikšmės pasirinktos atsižvelgiant į tik gėluose vandenyse (ežeruose) gyvenusių ungurių palyginamosios analizės rezultatus.

Ataskaitos tekste, kad sutrumpinti ir supaprastinti rezultatų pateikimą, natūraliai atmigruojančius ungurius dažnai vadinsime „*natūraliais unguriais*“.



3.5 pav. Ungurių otolitų analizės pavyzdžiai: unguris migravęs per jūrinius vandenius (kairėje) ir unguris stiklinio unguriuko stadijoje patekęs į gėlą vandenį (dešinėje).

3.2.2.5 Riebalų kiekio nustatymas

Iš abiejų kūno pusių, 2,5 cm atstumu nuo analinės angos, buvo paimtas šoninio raumens fragmentas raumenų riebalų kiekiui (bendram lipidų kiekiui raumenyse) nustatyti. Lipidams iš mėginio išskirti naudotas Soxtec metodas (Gerhardt Soxterm riebalų ekstrakcijos sistema, Vokietija; Anderson 2004). Apie 25-35 g raumeninio audinio mėginys buvo homogenizuotas. Baltymai buvo suskaidyti virinant mėginį druskos rūgštyje (4M vandens tirpale) vieną valandą, kad suardyti lipoproteinų ryšius. Po to tirpalas buvo filtruojamas, o ant filtro likę riebalai 20 min. džiovinami mechaninėje konvekciniėje džiovykloje 103 °C temperatūroje, tada ekstrahuojami 150 ml petroleterio. Po riebalų ekstrakcijos mėginiai vieną valandą džiovinti 103 °C temperatūroje mechaninėje konvekciniėje krosnyje ir pasverti 0,001 g tikslumu. Raumenų riebalų kiekis (%) apskaičiuotas kaip pradinio mėginio svorio ir svorio po apdorojimo santykis. Individualus riebalų kiekis (M_{FAT} , g) apskaičiuota, kaip aprašyta Couillard et al. (2014):

$$M_{FAT} = 10^{-2} \times \% \text{ riebalų} \times \text{kūno masė} \times 0,8 \text{ (atimama oda ir kaulai)}$$

Plaukimo potencialas apskaičiuotas pagal Van Ginneken ir Van den Thillart (2000). Šie autoriai nustatė, kad 60 % lipidų yra sunaudojama gonadų vystymuisi, ungurių riebalų kaloringumas yra $10,68 \text{ kcal} \times \text{g}^{-1}$, o ungurių plaukimo energijos sąnaudos yra $0,137 \text{ Cal} \times \text{g}^{-1} \times \text{km}^{-1}$ (skaičiuojant drėgną svorį). Migracijos atstumas nuo Ventės rago Kuršių mariose į numanomas nerštavietes Sargaso jūroje buvo apskaičiuotas apie 7700 km, remiantis Clevestam et al (2011), kur apskaičiuota, jog atstumas nuo Öresundo sąsiaurio Švedijoje iki nerštaviečių yra apie 6900 km. Prie šio skaičiaus buvo pridėtas 800 km atstumas, kurį unguriai turi įveikti, kad pasiektų Öresundą nuo mėginių paėmimo vietos ties Ventės ragu per Klaipėdos sąsiaurį.

3.2.2.6 Morfofiziologinių parametru apskaičiavimas

Įmitimo koeficientas, dažnai dar vadinamas koeficientas pagal Fultoną (K_F) yra naudojamas, siekiant įvertinti žuvies būklę pagal jos svorį ir ilgį. Tai parodo, kiek žuvis yra gerai įmitusi ar „sveika“, sukaupusi energetinių atsargų. Šis koeficientas apskaičiuojamas pagal formulę:

$$K_F = \frac{W}{L^3} \times 100$$

kur:

K_F = Įmitimo koeficientas

W = žuvies svoris (gramais)

L = žuvies ilgis (centimetrais)

Gonadosomatinis indeksas (GSI) – tai gonadų masės santykis su bendru kūno svoriu ir yra pagrindinis rodiklis, parodantis žuvų reprodukcinę būklę ir lytinę brandą. Šis indeksas apskaičiuotas pagal formulę:

$$GSI = \frac{W}{W_G} \times 100$$

kur:

GSI = gonadosomatinis indeksas;

W = žuvies svoris (gramais);

W_G = gonados svoris (gramais).

Hepatosomatinis indeksas HSI – tai kepenų masės santykis su bendru kūno svoriu. Jis yra svarbus rodiklis, parodantis energijos atsargas, metabolinį aktyvumą ir fiziologinę būklę. Šis indeksas apskaičiuotas pagal formulę:

$$HSI = \frac{W}{W_H} \times 100$$

kur:

HSI = hepatosomatinis indeksas;

W = žuvies svoris (gramais);

W_H = kepenų svoris (gramais).

Kitų svarbių rodiklių – augimo ir amžiaus nustatymas buvo atliekamas po mikrocheminės analizės, taip pat buvo atliktos otolitų matavimo ir atbulinio augimo skaičiavimo procedūros. Po mikrocheminės analizės otolitai buvo poliruojami, siekiant pašalinti anglies sluoksnį, ir 1–2 minutes ėsdinami 5 % etileno diaminotetraacto rūgštimi (EDTA), kad būtų išryškinti metiniai žiedai amžiaus nustatymui. Spindulys buvo matuojamas vaizdų analizės programine įranga su 1 mikrometro paklaida, išilgai ilgiausio spindulio nuo branduolio iki krašto.

Laikotarpis, kurį unguriai praleido gėlame ir jūriniame vandenyje, buvo įvertintas susiejant stroncio ir kalcio santykio (Sr:Ca) profilį su otolito metiniais žiedais.

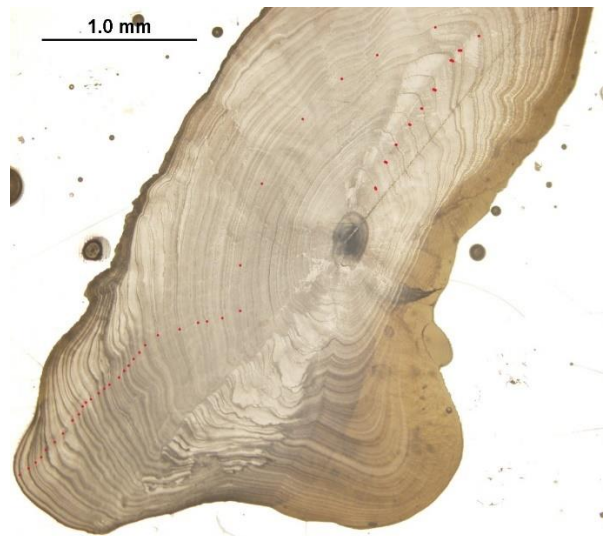
Žuvies ilgis tam tikru amžiaus momentu (LT_i) buvo apskaičiuotas pagal Dahl-Lea metodą:

$$L_{T_i} = L_{T_c} \cdot \frac{R_i}{R_c}$$

kur:

- L_{T_c} – žuvies ilgis sugavimo metu,
- R_i – otolito spindulys iki i-to metinio žiedo,
- R_c – otolito spindulys nuo branduolio iki krašto.

Atbulinis augimo skaičiavimas buvo pradėtas nuo 2 metų amžiaus (vieneri metai po „stiklinio ungurio“ stadijos), pagal Poole ir kt. (2004). Apskaičiuoti LT_i buvo lyginami tarp skirtingų buveinių ir migracinių grupių, taip pat tarp natūraliai atmigravusių ir įveistų ungurių.



3.6 pav. Morfofiziologiniai matavimai, kraujo mėginių paėmimas laboratorijoje ir 35 metų ungerio otolitas.

4. Tyrimo rezultatai ir aptarimas

4.1 Vasarą-rudens pradžioje pagautų ungurių matmeninė struktūra ir subrendimas

“Sidabrėjimo laipsnis” labai svarbus rodiklis šio tyrimo kontekste. Sidabriniai unguriai pagauti Kuršių mariose gali būti migruojantys iš ežerų rytinėje Lietuvos dalyje, iš kitų vandens telkinių centrinėje ar vakarinėje šalies dalyje arba gali būti subrendę Kuršių mariose. Tokių ungurių kilmė buvo nustatyta mikrocheminės otolitų analizės metodu (žr. 4.2 skyrių). Tuo tarp unguriai sėsloje stadijoje tikėtina gali būti natūraliai į Kuršių marias atmigravę arba netoliese įžuvinti (pvz. Krokų lankos ež.) individai.

Ungurių ilgio, svorio, akies skersmens ir peleko ilgio matavimai leidžia nustatyti "sidabrėjimo laipsnį": SI-SFII yra "geltonieji" unguriai (SI - lytiškai nediferencijuoti); SFIII unguriai yra prieš migravimą dar tebesimaitinančios patelės; SFIV ir SFV yra paskutinės "sidabrinų" patelių sidabrėjimo stadijos, o SMII yra paskutinė "sidabrinų" patinų sidabrėjimo stadija.

Taigi, patelių branda skirstoma į penkias stadijas, kurios pasižymi tam tikrais bruožais:

SI ir SFII – lyties diferenciacijos ir maitinimosi periodas;

SFIII – priešmigracinė stadija, pasižymi dideliu kiekiu augimo hormono ir patelių lytinių organų vystymosi pradžia;

SFIV – tikroji migracijos stadija kai prasideda gonadotropino gaminimas ir nustoja maitintis;

SFV – ženkliai sunyksta žarnynas, dar didesniai gonadotropino kiekiai ir pailgėję pilviniai pelekai.

Patinų branda skirstoma tik į dvi stadijas, kadangi lyties susiformavimas bei sidabrėjimas vyksta paraleliai:

SI – lytis nesusiformavusi, sėsli stadija;

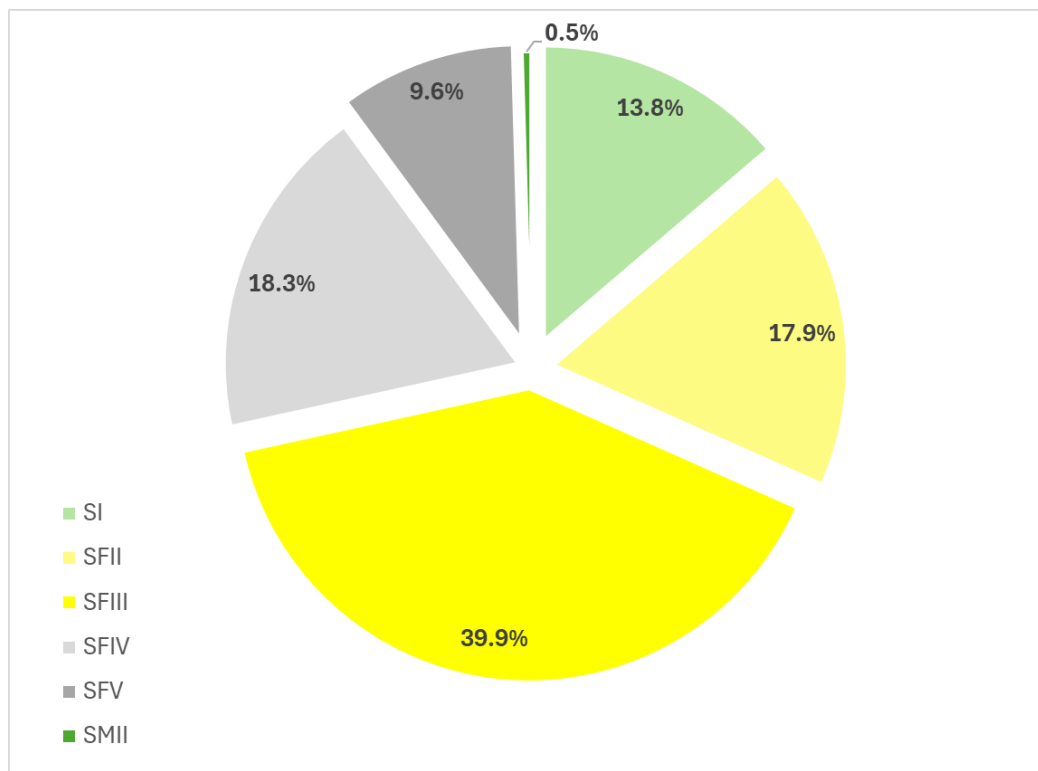
SMII – patinų migracijos stadija.

Tyrimų metu (2021-2025 m.) sugauti 217 ungurių (4.1 pav.). Įvertinus stadijas akivaizdu, jog sidabrinų ungurių (SFIV ir SFV) akies diametras ir peleko ilgis yra didesnis nei sėslios, geltonos stadijos (SI-SFII-SFIII) ungurių (4.1 lentelė).

4.1 lentelė. Tyrimų metų (2021-2025) sugautų ungurių subrendimo stadijos ir indikatorinių biologinių parametru vidurkiai.

Stadija	SI	SFII	SFIII	SFIV	SFV	SMII
Vienetai N	30	39	87	40	21	1
Kūno ilgis TL, mm	391	624	714	825	741	430
Kūno svoris Q, g	88	531	730	1233	739	140
Akies diametras, mm	7,2	6,3	7,8	9,7	9,8	8
Peleko ilgis, mm	18,7	25,1	31,9	37,7	38,1	25,3

Lauko tyrimų metu buvo pagautas 1 patinas, visi kiti unguriai buvo patelės. Migravimo laiko įvertinimo tyrimui unguriai buvo sugauti 2021-2023 m. birželio-spalio mėn. (65 vnt.). Kyla klausimas - koku laiku buvo pagauti šie skirtingų sidabravimosi stadijų unguriai. SFII – geltonojo ungurio sėsliojoje stadijoje pagauti 23 unguriai, birželio, liepos ir rugpjūčio mėnesiais. SFIII – vis dar priešmigracinė stadija, bet jau pradeda bręsti patelių gonados, 26 unguriai pagauti taip pat birželio, liepos ir rugpjūčio mėnesiais, išskyrus vieną, kuris pagautas spalio mėn. SFIV – tai jau tikrosios migracijos stadija kai nustoja maitintis, tokių ungurių pagauta 14 vnt.; maždaug du trečdaliai šių ungurių pagauta rugpjūčio mėn., vienas trečdalis – rudenį. SFV, migruojantys sidabriniai unguriai, kuriems jau net ženkliai redukuojasi žarnynas, buvo pagauti tik 2 unguriai (birželį ir rugsėjį), tad tokia menka imtis neleidžia daryti išvadų apie šios subrendimo stadijos ungurių migracijos laiką.



4.1 pav. Tyrimui sugautų (2021-2025) ungurių subrendimo stadijų pasiskirstymas imtyje.

4.2 Tirtų ungurių kilmė

Atlikus 118 ungurių pagautų Kuršių mariose mikrocheminę analizę Nacionaliniame Taivano universitete ir Mokslų akademijos (*Academia Sinica*) Žemės mokslų institute nustatyta, jog 21 Kuršių mariose pagautų ir tirtų ungurių su susiformavusia lytimi yra natūraliai atmigravę. 67 unguriai, kurie priskirtini prie turinčių aiškiai susiformavusią lytį („suaugėliai“), buvo įžuvinti. Ungurių otolitų analizės rezultatai (Sr/Ca santykis transekteje nuo otolito centro iki pakraščio) grafiškai atvaizduoti pavyzdžiai pateikiami 4.5-4.6 pav. – tipiškas įžuvinto ungurio atvejis 4.5 pav., o natūraliai atmigravusio – 4.6 pav.

Tyrimui buvo pagauta ir nedidelių ungurių, kurie priskirtini SI stadijai, kai dar formuojasi lytis; tokius ungurius galima vadinti jaunikliais. Kuršių marių žvejai pastebi, jog tokių nedidelių ungurių daugėja, jų dažnai pasitaiko įvairaus tipo smulkesnio akytumo gaudyklėse. Tai kelia klausimą ar tai yra gerėjančio natūralaus išteklių pasipildymo, ar įžuvinimo pasekmė. Atlikus 30 tokių individų otolitų mikrocheminę analizę nustatyta, jog 25 jaunikliai yra įžuvinti ir 5 atmigravę natūraliai (4.2 lent.). Taigi, tik 22% (N=26) visų tirtų ungurių buvo natūraliai atmigravę, o 78% (N=92) - įžuvinti, iš kurių 73% (N=67) su susiformavusia lytimi ir 27% (N=25) – jaunikliai (4.2 lentelė ir 4.2 pav.). Kadangi per marias migruojantys neršti sidabriniai (SFIV-V) unguriai gali būti įžuvinti ir užaugę Lietuvos ežeruose, tikslinga įvertinti sėslios stadijos ungurių kilmę. Toks vertinimas realiau atspindėtų Kuršių marių populiacijos struktūrą. Taigi, vertinant sėslios, t. y. geltonojo ungurio stadijos (SI-SFII-SFIII) individų kilmę, nustatyta, jog 26% (N=20) tirtų sėslių ungurių buvo natūraliai atmigravę, o 74% (N=58) – įžuvinti. Natūraliai atmigravusių tirtoje grupėje 75% (N=15) su susiformavusia lytimi ir 25% (N=5) – jaunikliai. Įžuvintų ungurių grupėje atitinkamai 57% (N=33) buvo „suaugėliai“ ir 43% (N=25) – jaunikliai (4.2 lentelė ir 4.3 pav.).

Svarbu atkreipti dėmesį, jog pirmo ungurių kilmės Lietuvoje tyrimu, atliktu prieš maždaug du dešimtmečius, nustatyta, jog iš 108 tirtų ungurių 21 buvo įžuvintas, o 87 natūraliai atmigravę (Shiao et. al. 2006). Visi tirti unguriai sidabrinio ungurio stadijoje migruojantys iš ežero buvo įžuvinti, 20 % geltonojo ungurio stadijos (sėsliai gyvenantys) ungurių Kuršių mariose buvo įžuvintos kilmės ir tik 2 % tokių geltonosios stadijos ungurių buvo rasta jūroje. Atitinkamai 80 ir 98% mariose ir jūroje ungurių buvo natūraliai atmigravę (žr. daugiau detalių 1.3 skyriuje). 2015 m. atlikto dar vieno ungurių kilmės tyrimo metu nustatyta, jog iš 50 ungurių imties 94% (47 vnt.) tirtų ungurių yra įžuvinti ir tik 3 individai į Lietuvos vandenį pateko natūralios migracijos dėka plaukdami per jūrą ir praleido dalį laiko gėlame vandenyje iki buvo pagauti. Tačiau, pastarajame tyrime didelė dalis tirtų ungurių buvo sidabrinėje migravimo stadijoje, t. y. greičiausiai migravo iš Lietuvos vidaus vandenų per marias, tad

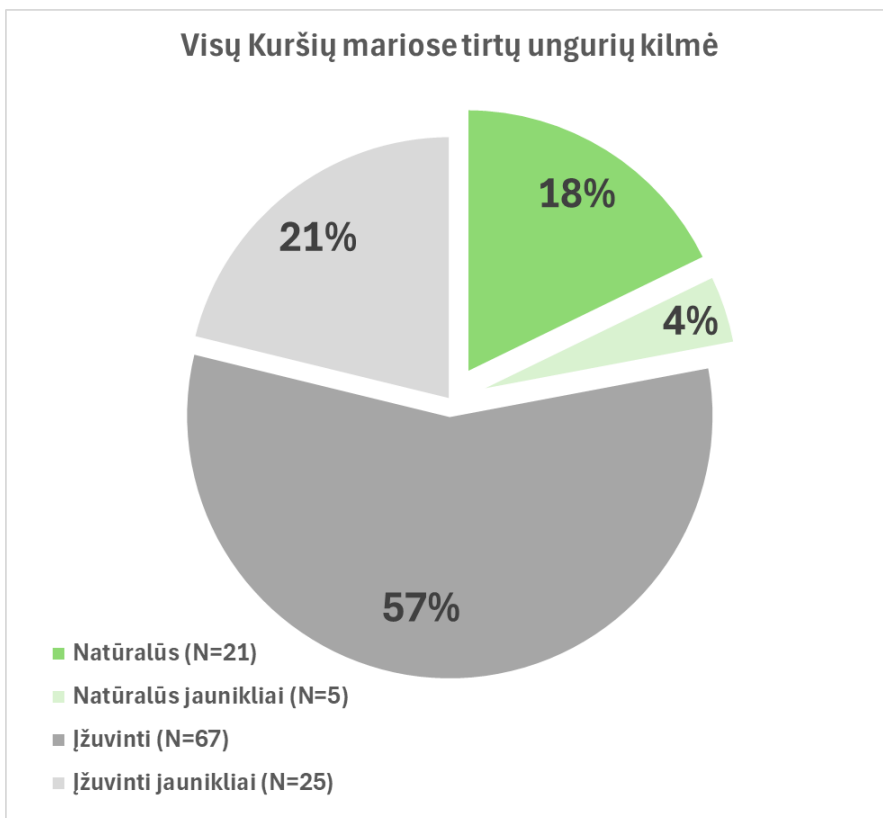
iš esmės lyginti su Shiao et. al. (2006) tyrimo rezultatais negalima nes neatspindi vietinės marių populiacijos sudėties pagal kilmę. Šis tyrimas labiau parodė, jog didžioji dalis per marias į nerštą Atlanto vandenyne migruojančių ungurių atplaukia iš Lietuvos ežerų, kur unguriai yra ilgus dešimtmečius dirbtinai žuvinami. Taigi, šio tyrimo rezultatai leidžia teigti, jog Kuršių mariose ungurių populiacijos struktūra iš esmės yra pasikeitusi – sėslūs natūraliai atmigravę unguriai sudaro tik 26%, o žuvinti - 74%. Dar daugiau – jauniklių grupėje (N=30) dominuoja žuvinti unguriai (83%, N=25), o natūraliai atmigravę sudaro tik 17% (N=5). Tai indikuoja, jog dirbtinis žuvinimas vandenyse netoli Kuršių marių yra pakankamai intensyvus (Kuršių marios tiesiogiai nežuvinamos), tuo labiau, kad marių žvejų teigimu priegardoje ungurių jauniklių nuolat akivaizdžiai daugėja. Kita vertus, natūraliai atmigravusių ungurių jauniklių aptikimas tirtoje imtyje indikuoja, jog natūralus pasipildymas egzistuoja, tačiau yra gana menkas ir tokie natūraliai atmigravę unguriai nesudaro net penktadalio tirtos imties.

Iš šalies vandenų išmigruojančių ungurių biomasė yra vienas pagrindinių rodiklių parodantis kaip šaliai sekasi įgyvendinti nacionalinį UVP. Todėl šio tyrimo metu nustatyta ungurių kilmė taip pat labai svarbus rezultatas. Ungurių otolitų mikrocheminis tyrimas parodė, jog natūraliai atmigravusių į Lietuvos vandenį į nerštą migruoją, t. y. pasiekę sidabrinio ungurio stadiją tik 14% (N=6) visų tirtų sidabrinų ungurių. Šie unguriai buvo ankstyvoje sidabravimo stadijoje – SFIV. Likę 86% (N=34) tirtų sidabrinų ungurių buvo žuvinti, ir jų didelė dalis greičiausiai migravo per marias iš vidaus vandenų. 38% (N=13) šių ungurių buvo vėlyvoje sidabrinio ungurio stadijoje SFV, o likę 62% (N=21) – ankstyvesnėje – SFIV (4.2 lentelė ir 4.4 pav.).

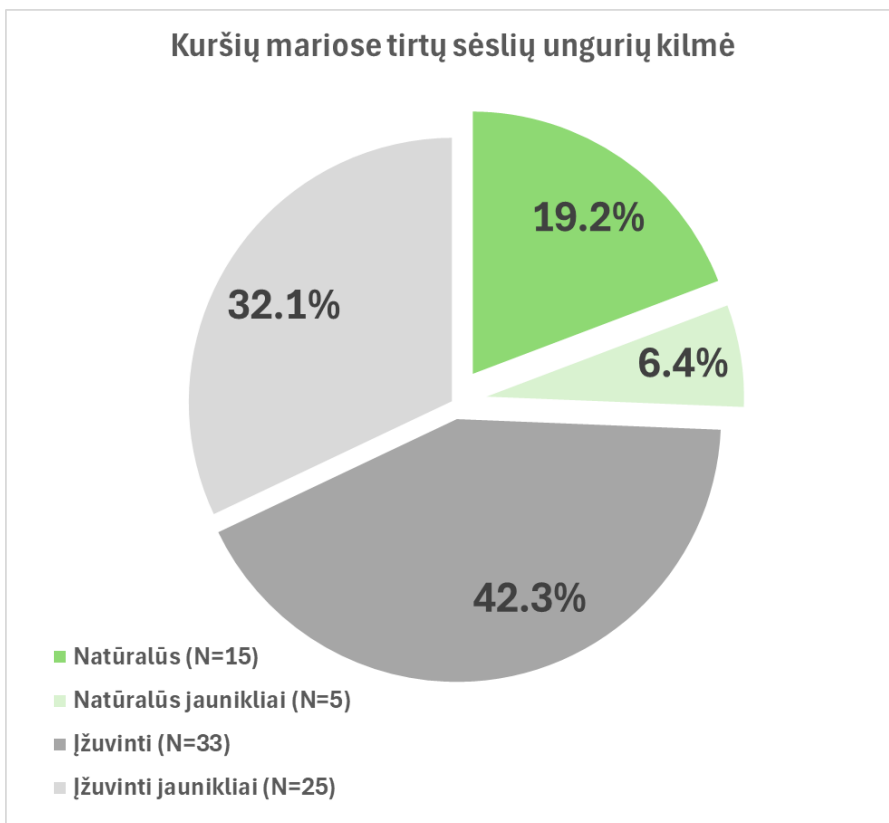
Otolitų mikrochemijos tyrimas leido įvertinti ir žuvintų ungurių pirmosios invazijos į gėlus vandenį laiką. Nustatyta, jog vidutiniškai 4,8 metų amžiaus natūralūs unguriai pirmą kartą patenka į gėlą vandenį. Prieš maždaug du dešimtmečius atlikto tyrimo metu (Shiao et. al. 2006), nustatyta, jog tuo metu ištirtų ungurių pirma invazija į gėlą vandenį įvyksta vidutiniškai 5,2 metų.

4.2 lentelė. Tyrimų metu (2021-2025) sugautų ungurių kilmė pagal otolitų mikrocheminės analizės rezultatus ir subrendimo stadija

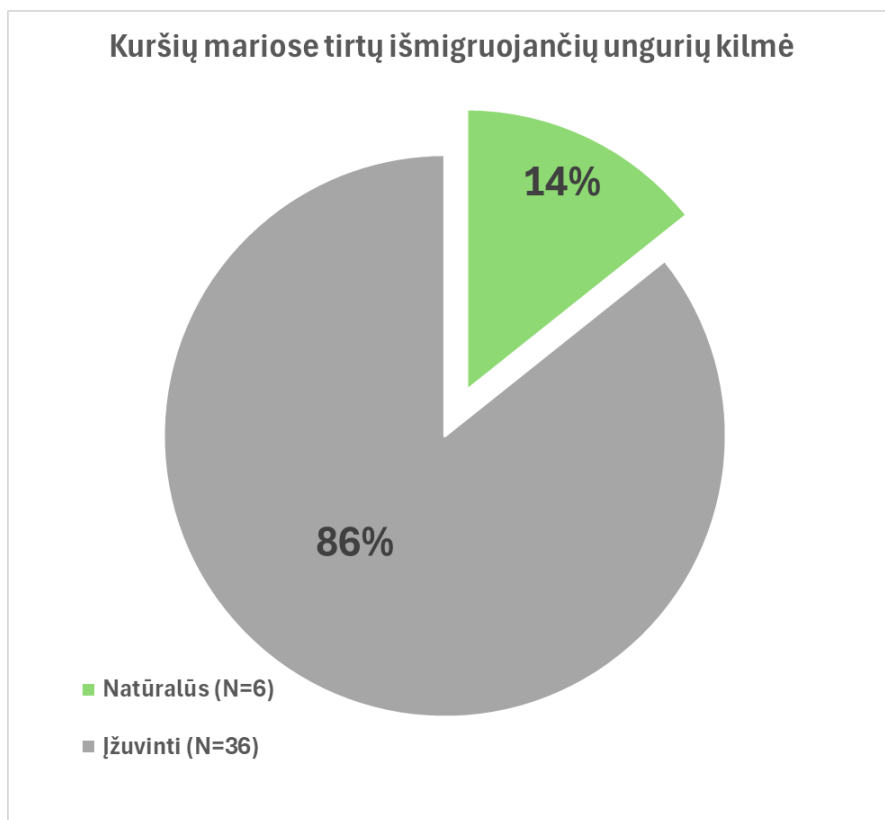
Sidabravimo stadija	SI	SFII	SFIII	SFIV	SFV
Kilmė					
Natūralūs „suaugėliai“ (N=21)	-	7	8	6	-
Natūralūs jaunikliai (N=5)	5	-	-	-	-
Žuvinti (N=67)	-	7	26	21	13
Žuvinti jaunikliai (N=25)	25	-	-	-	-
VISO (N=118)	30	14	34	27	13



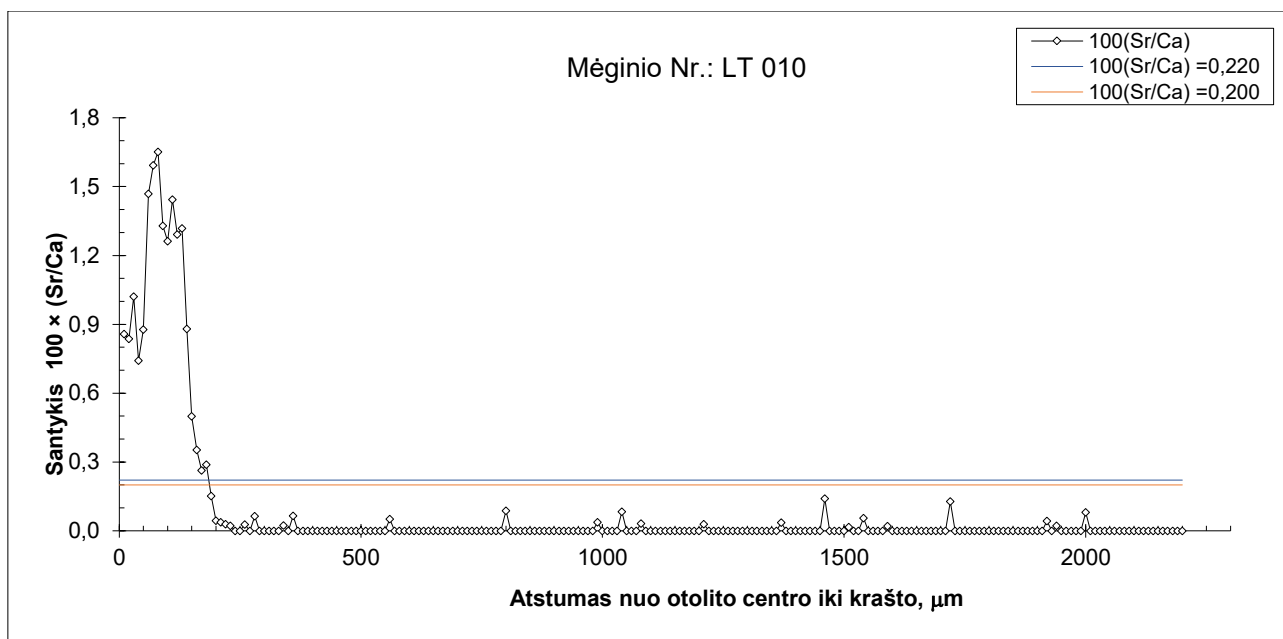
4.2 pav. Tyrimui 2021-2025 m. visų sugautų ungurių kilmė neatsižvelgiant į subrendimo stadiją.



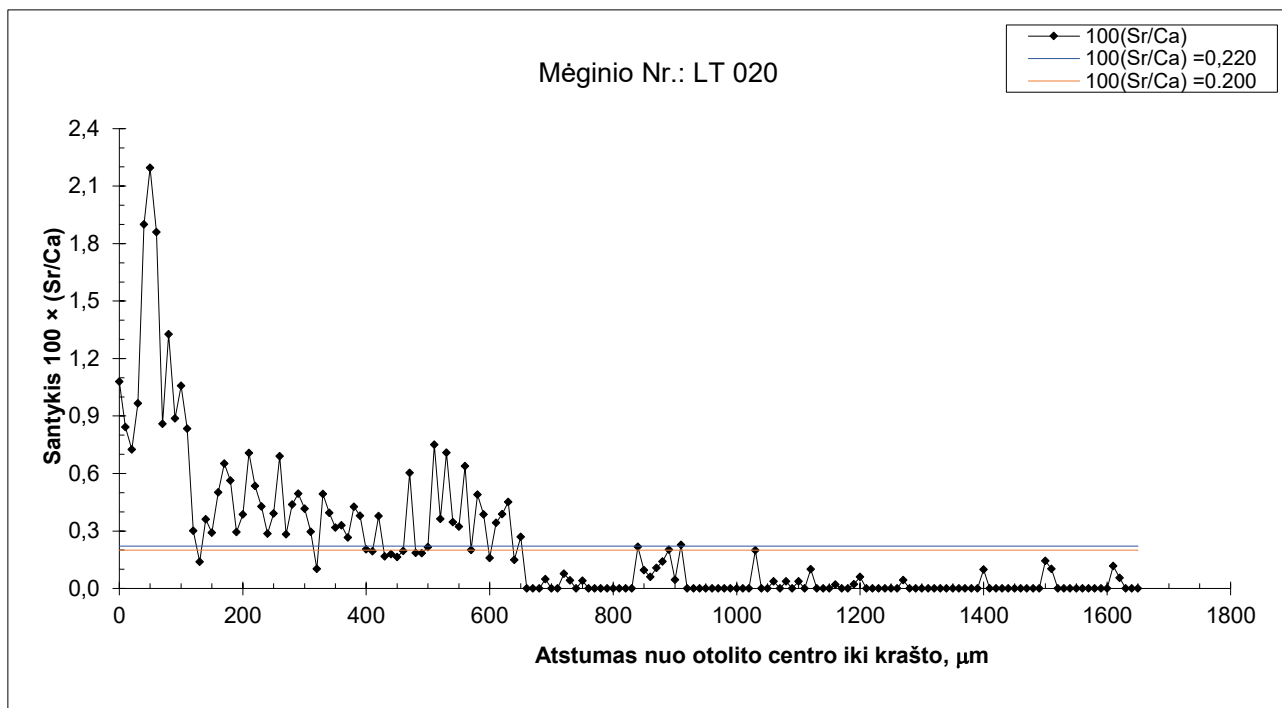
4.3 pav. Tyrimui 2021-2025 m. sugautų sėslių ungurių (SI-SFII-SFIII – geltonosios stadijos) kilmė.



4.4 Tyrimui 2021-2025 m. sugautų migruojančių ungurių (SIV-SFV – sidabrinė stadijos) kilmė.



4.5 pav. Ungurio Nr. LT010 otolito analizės pavyzdys: unguris stiklinio unguriuko stadijoje patekęs į gėlą vandenį (įžuvintas).



4.6 pav. Ungurio Nr. LT020 otolito analizės pavyzdys: unguorys atmigravęs per jūrinius vandenius.

4.3 Ungurių morfofiziologiniai parametrai lyginant pagal kilmę

Žuvų morfofiziologiniai parametrai parodo jų sveikatos būklę, prisitaikymą prie aplinkos ir ekologinę situaciją vandens telkinyje. Morfofiziologiniai parametrai – tai žuvų morfologinių (išorinių ir vidinių struktūrų) ir fiziologinių (funkcinių) savybių visuma. Jie apima eilę įvairių rodiklių, pvz.: kūno ilgį, svorį, formą ir proporcijas, vidaus organų būklę, augimo tempą ir amžių, lytinę brandą. Šie parametrai leidžia įvertinti žuvų sveikatos būklę, aplinkos poveikį, prisitaikymą prie aplinkos, gali indikuoti ekologinę vandens telkinio būklę.

Atliekant šį tyrimą buvo įvertinta keletas tokių parametru lyginant tiriamus unguorius pagal kilmę (įžuvinti – natūralūs) ir pagal telkinius (Kuršių marios – Baltijos jūra). Buvo palyginti ilgis, svoris, įmitimo koeficientas, gonadosomatinis ir hepatosomatiniai indeksai, nustatytas tirtų unguorių amžius bei apskaičiuotas augimas naudojant atbulinio skaičiavimo metodą.

Ilgio ir svorio analizė, suprantama, rodo bendrą augimo tendenciją: ilgis ir svoris nuosekliai didėja nuo jauniklių SI iki sidabrinių unguorių SFIV stadijos, kaip ir galima tikėtis augant ir bręstant žuvims (4.3 lent.). Tačiau, įžuvintų unguorių grupėje netikėtai sidabrinio unguorio vėlyvoje stadijoje (SFV) ilgis ir svoris yra mažesnis nei ankstyvoje sidabravimo stadijoje (SFIV) visose lyginamose grupėse – tiek įžuvintų, tiek natūralių ar unguorių iš Baltijos jūros. Sukauptų energetinių atsargų tyrimas parodė

analogišką tendenciją (žr. skyrių 4.7, 4.21 pav.) – riebalų SFV brandos įžuvinti unguriai sukaupe yra mažiau nei SFIV tiek įžuvinti, tiek natūralūs unguriai. Dar daugiau – net ir gonadosomatinis indeksas šios grupės ungurių yra mažesnis lyginant su SFIV grupe. Šį reiškinį paaiškina prielaida, jog vėlyvos SFV sidabravimo stadijos unguriai yra aktyviai migruojantys jau kurį laiką (iki buvo pagauti Kuršių mariose lauko tyrimų metu) ir greičiausiai jie migruoja iš Lietuvos vandens telkinių žemyninėje dalyje, kur, matyt, mitybinės sąlygos yra prastesnės nei produktyviose Kuršių mariose. SFIV stadijos unguriai tik pradeda sidabruotis ir greičiausiai yra gyvenę visą laiką Kuršių mariose kur mitybinės sąlygos yra geresnės. Jei ši hipotezė pasitvirtintų atlikus papildomus otolitų mikrocheminius tyrimus (kitų elementų nei Sr ir Ca, bei ištyrus Kuršių marių vandens cheminius ypatumus), šiame tyrime analizuoti morfofiziologiniai parametrai gali būti naudojami atskirti sidabrinius ungurius pagaunamus mariose pagal jų augimo buveines, t. y. ar unguriai geltonojo ungurio stadiją praleido žemyninėje dalyje, ar Kuršių mariose.

Natūralių ungurių ilgis ir svoris yra didesnis nei įžuvintų geltonojo ungurio stadijose (SFII ir SFIII) nežiūrint mažesnio ilgio ir svorio jaunikių stadijoje (SI) – tai rodo, jog natūralūs unguriai vėliau paveja pagal šiuos parametrus (žr. skyrių 4.7 ir ten pateiktą interpretaciją dėl šio reiškinio). Baltijos jūros unguriai turi tarpinį ar mažesnę ilgį ir svorį lyginant šias tris grupes.

Gonadosomatinis indeksas (GSI) – tai gonadų masės santykis su bendru kūno svoriu ir yra pagrindinis rodiklis, parodantis žuvų reprodukcinę būklę ir lytinę brandą, yra brendimo indikatorius.

Didesnis GSI indikuoja pažengusią gonadų raidą - didelis GSI rodo, kad gonados padidėjo, vyksta gametogenezė. Unguriams GSI smarkiai padidėja sidabrėjimo metu, kai jie ruošiasi migracijai ir reprodukcijai. Šiuo metu didelė kūno energijos dalis skiriama gonadų vystymuisi. Mažas GSI (<1 %) būdingas geltoniesiems unguriams. Prasta mityba ar stresas gali sulėtinti gonadų vystymąsi, todėl GSI išlieka mažas. Nesubrendusių geltonųjų ungurių GSI būna < 1,0; GSI reikšmės 1,0 – 2,5 indikuoja ankstyvą sidabrėjimą ir pradinį vitelogenezės etapą. 2,5 – 5,0 reikšmės indikuoja pažengusį sidabrėjimą bei aktyvią vitelogenezę.

Atlikto tyrimo rezultatai rodo kaip ir tikėtasi, kad GSI reikšmės didėja nuo SI iki SFV. Pradinėje sidabravimo stadijoje SFIV didžiausias indeksas natūraliuose unguriuose iš Kuršių marių ir jis net truputį didesnis nei SFV įžuvintų ungurių (4.3 lent.), tačiau kaip jau aptarta aukščiau, pastarieji greičiausiai negyveno Kuršių mariose ir migruoja iš žemyninės Lietuvos dalies ir daugelis jų morfofiziologinių rodiklių yra žemesni, jų GSI nesiekia ir 2,5 (pažengusio sidabrėjimo ir vitelogenezės apatinė rodiklio riba).

Hepatosomatinis indeksas HSI – tai kepenų masės santykis su bendru kūno svoriu. Jis yra svarbus rodiklis, parodantis energijos atsargas, metabolinį aktyvumą ir fiziologinę būklę

Kepenys yra pagrindinė lipidų ir glikogeno kaupimo vieta. Didelis HSI rodo, jog sukauptos didesnės energijos atsargos - kepenys kaupia lipidus ir glikogeną, kepenys sintetina vitelogeniną ir lipoproteinus ikrų vystymuisi yra geros mitybinės sąlygos. Didelis HSI rodo, kad ungurys sukauptė daug energijos atsargų, dažnai ruošiantis migracijai ar reprodukcijai. Mažą HSI gali lemti aplinkos arba toksinis stresas, gali būti sutrikusios metabolinės funkcijos, atsargos sunaudotos migracijai, ilgai badauta. Reikšmės 1,0 – 2,0 rodo vidutines atsargas, būdinga geltoniesiems unguriams; 2,0 – 3,5 indikuoja dideles atsargas; pasiruošimą sidabrėjimui ir migracijai, o $> 3,5$ - labai didelės atsargos, vyksta aktyvi vitelogenino sintezė ir vystosi lytinė branda. Kai mityboje daug lipidų HSI didėja, nes kepenyse kaupiasi riebalai, esant mityboje daug baltymų HSI mažėja, nes energija skiriama raumenų augimui, o ne kepenų atsargoms. Daugėjant mityboje angliavandenių HSI šiek tiek didėja dėl glikogeno kaupimosi.

Atlikto tyrimo rezultatai rodo, kad Baltijos jūros unguriai turi aukštesnį HSI SFII, SFIII ir SFIV stadijose, kas gali rodyti geresnę mitybą. Kita vertus, riebalų raumenyse Baltijos jūros unguriai nėra sukauptę daugiau nei skirtingos kilmės unguriai iš Kuršių marių. Gali būti, jog ungurių mityboje Baltijos jūroje yra daugiau lipidų lyginant su Kuršių mariomis, o Kuršių marių mityboje yra didesnis baltymų kiekis ir todėl HSI indeksas ungurių iš Baltijos jūros yra didesnis.

Įžuvinti ungurių jaunikliai turi sukauptę statistiškai patikimai daugiau energetinių atsargų raumenyse, o jų HSI taip pat akivaizdžiai didesnis lyginant su natūraliai atmigravusiais ungurių jaunikliais (4.3 lent., šio reiškinio interpretaciją žr. 4.7 skyriuje).

Įmitimo koeficiento arba koeficiento pagal Fultoną (K_F) tipinės reikšmės unguriams geltonojo ungurio stadijoje 0,15 – 0,20 atitinka vidutinę įmitimą, sidabrinio ungurio stadijoje K reikšmės siekiančios 0,20 – 0,25 indikuoja sukauptas atsargas.

Didesnės K_F reikšmės rodo geresnę būklę (geriau įmitusi žuvis), t. y. žuvis yra „stambi“ savo ilgiui, ir tai rodo, jog turi pakankamai energijos atsargų. Didesnės reikšmės indikuoja, jog ungurys gyvena geroje mitybinėje ir palankioje aplinkos sąlygoje, gavo pakankamai maisto ir yra sveikas. Sidabrėjimo fazėje unguriai sukaupti daugiau energijos (lipidų), todėl K padidėja – vyksta pasiruošimas migracijai ar reprodukcijai. Mažos K reikšmės indikuoja sumažėjusias energijos atsargas dėl badavimo, streso ar ligų, mažas K gali rodyti nepalankias aplinkos sąlygas ar maisto trūkumą.

Tyrimas rodo, jog unguriai iš Baltijos jūros turi aukščiausią K_F SFIII ir SFIV stadijose (0,21–0,26), ir tai atitinka jų aukštą HSI. Natūralūs unguriai iš Kuršių marių turi kiek aukštesnį K_F nei įžuvinti unguriai (4.2-4.3 lent.)

4.3 lentelė. Ungurių morfofiziologinių parametų lyginant pagal kilmę ir skirtingus vandens telkinius (KM_I – Kuršių marios, įžuvinti, KM_N – Kuršių marios, natūralūs, BJ – Baltijos jūra) vidurkiai.

Sidabravimosi stadija	SI			SFII			SFIII			SFIV			SFV			
	Kilmė	KM_I	KM_N	BJ	KM_I	KM_N	BJ	KM_I	KM_N	BJ	KM_I	KM_N	BJ	KM_I	KM_N	BJ
Rodiklis																
Ilgis (L, mm)		394	384	-	470	648	571	709	750	672	829	773	760	732	-	-
Svoris (Q, g)		103	82	-	153	585	359	702	852	655	1249	1131	1123	754	-	-
Gonadosomatinis indeksas GSI		0,3	0,3	-	0,6	1,1	0,8	1,63	1,4	1,03	1,59	1,8	1,44	1,79	-	-
Hepatosomatinis indeksas HSI		1,61	0,9	-	1,5	1,2	1,94	1,13	1,0	1,91	1,2	1,2	1,78	1,23	-	-
Įmitimo koeficientas K_F		0,15	0,14	-	0,14	0,18	0,18	0,18	0,2	0,21	0,22	0,24	0,26	0,19	-	-
VISO (N=159)		25	5	-	7	7	15	26	8	24	21	6	2	13	-	-

4.4 lentelė. Geltonųjų (sėslių) ungurių morfofiziologinių parametų lyginant pagal kilmę ir skirtingus vandens telkinius (KM_I – Kuršių marios, įžuvinti, KM_N – Kuršių marios, natūralūs, BJ – Baltijos jūra) vidurkiai.

Sidabravimosi stadija	SFII - SFIII			
	Kilmė	KM_I	KM_N	BJ
Rodiklis				
Ilgis (L, mm)		659	702	633
Svoris (Q, g)		586	728	541
Gonadosomatinis indeksas GSI		1,49	1,3	0,94
Hepatosomatinis indeksas HSI		1,21	1,1	1,92
Įmitimo koeficientas K_F		0,17	0,19	0,2
VISO (N=87)		33	15	39

Geltonųjų (sėslių) ungurių stadijoje (SFII – SFIII) unguriai neturėtų migruoti didesniais atstumais, tad Kuršių mariose pagauti tokie unguriai laikytini Kuršių marių ungurių bendrijos dalimi. Atliekant tokių geltonųjų ungurių morfofiziologinių parametų palyginimą statistiškai patikimi skirtumai nustatyti (4.2 lent.):

- Tarp natūralių ungurių iš Kuršių marių ir ungurių iš Baltijos jūros ilgio (atitinkamai vid. 702 ir 633 cm, $p < 0,05$);

- Tarp natūralių ungurių iš Kuršių marių ir ungurių iš Baltijos jūros svorio (atitinkamai vid. 728 ir 541 g, $p < 0,05$);
- Tarp įžuvintų ungurių iš Kuršių marių ir ungurių iš Baltijos jūros įmitimo koeficiento (atitinkamai vid. 0,17 ir 0,2, $p < 0,05$);
- Tarp įžuvintų ungurių iš Kuršių marių ir ungurių iš Baltijos jūros gonadosomatinio indekso (atitinkamai vid. 1,49 ir 0,94, $p < 0,05$), taip pat tarp natūralių ungurių iš Kuršių marių ir ungurių iš Baltijos jūros to paties indekso (atitinkamai vid. 1,3 ir 0,94, $p < 0,05$);
- Tarp įžuvintų ungurių iš Kuršių marių ir ungurių iš Baltijos jūros hepatosomatinio indekso (atitinkamai vid. 1,21 ir 1,92, $p < 0,05$), taip pat tarp natūralių ungurių iš Kuršių marių ir ungurių iš Baltijos jūros to paties indekso (atitinkamai vid. 1,1 ir 1,92, $p < 0,05$).

4.4. Skirtingos kilmės ungurių amžius ir augimas

Atlikus įžuvintų ir natūralių ungurių sugautų Kuršių mariose amžiaus nustatymą ir struktūros vertinimą nustatyta:

- Įžuvinti unguriai Kuršių mariose pasižymi platesniu amžiaus diapazonu (3–35 m.), vidutinis amžius didėja nuo 5,8 m (SI) iki 11,2 ir 11,0 m SFIV ir SFV stadijose;
- Natūralių ungurių amžiaus intervalas yra siauresnis (3–19 m.), vidutinis amžius didėja nuo 4,6 m (SI) iki 10,2 m. (SFIV).
- Jauniklių stadijoje (SI) natūralūs unguriai yra jaunesni (vid. 4,6 m.) nei įžuvinti (vid. 5,8 m.).

Atsižvelgiant į atliktą amžiaus nustatymo ir augimo tyrimą, nustatytos ungurių augimo tendencijos:

- Įžuvintų ungurių augimas yra labiau heterogeniškas: ilgis ir svoris labai skiriasi tame pačiame amžiuje, o natūralių ungurių grupėje ilgio ir svorio skirtumai mažesni; tą rodo ir 4.7 pav. kuriame atvaizduota įžuvintų ir natūralių ungurių ilgis pagal amžių (su standartinėmis paklaidomis). Natūralūs unguriai rodo nuoseklesnį augimą, o įžuvintų duomenys labiau išsibarstę. (4.7 pav., 4.5-4.6 lent.). Įžuvinti unguriai rodo didesnę ilgio variabilumą (nuo 305 mm iki 970 mm), o natūralių ungurių augimo kreivėje yra nuoseklesnė (343–840 mm).
- 4.8 pav. patvirtina, kad įžuvintų ungurių augimo kreivė yra labiau heterogeniška – kai kurių individų ilgis labai skiriasi tame pačiame amžiuje. Įžuvintų ungurių augimo kreivė rodo lėtėjimą

po 10 m., kai svoris ne visada proporcingai didėja ilgiui, o tai gali būti susiję su prastesnėmis mitybos sąlygomis kontinentinėje Lietuvos dalyje jei dalis įžuvintų ungurių iš ten atmigruoja.

- Kai kurie įžuvinti individai pasiekia ekstremalius dydžius (pvz., 35 m. – 970 mm, 1856 g), o tai rodo galbūt ilgesnį gyvenimą šalies kontinentinės dalies telkiniuose.

Lyginant augimą pagal kilmę nustatytos tokios tendencijos:

- Natūralūs unguriai vidutiniškai pasiekia didesnę svorį tam pačiam amžiui (pvz., 9 m.: natūralūs – 958 g, įžuvinti – 719 g).
- Įžuvinti unguriai dažniau turi didesnę amžių, bet ne proporcingai didesnę svorį, kas indikuoja lėtesnį augimą (galbūt kontinentinėje šalies dalyje) arba energijos praradimą migracijos metu (iki Kuršių marių kur buvo pagauti).

Vertinant ungurių ilgį pagal amžių galima stebėti tokias tendencijas:

- Įžuvinti unguriai rodo didesnę ilgio variabilumą (nuo 305 mm iki 970 mm), kai natūralūs augimo kreivėje yra nuoseklesni (343–840 mm).
- Po 10 m. augimo tempas lėtėja, ypač įžuvintų ungurių.

Natūralūs unguriai pasiekia didesnę ilgį tam pačiam amžiui, kas indikuoja geresnes mitybos sąlygas aplinkoje – tai rodo, jog dalis įžuvintų ungurių galėjo didelę gyvenimo dalį praleisti mažiau produktyviuose vandens telkiniuose ir tik vėliau atmigruoti į Kuršių marias.

Vertinant ungurių svorį pagal amžių galima konstatuoti tokias tendencijas:

- Įžuvinti unguriai svorio kreivėje rodo didelę dispersiją (nuo 36 g iki 1856 g), kai natūralūs svoris didėja proporcingiau (45–1346 g).
- Kai kurie įžuvinti individai gyvena iki 35 m., bet svoris ne visada proporcingas ilgiui.

Įžuvintų ungurių augimas mažiau efektyvus – didelis amžius ne visada reiškia didelį svorį, tai taip pat patvirtina hipotezę, kad dalis įžuvintų ungurių galėjo didelę gyvenimo dalį praleisti mažiau produktyviuose vandens telkiniuose ir tik vėliau atmigruoti į Kuršių marias kur ir buvo pagauti.

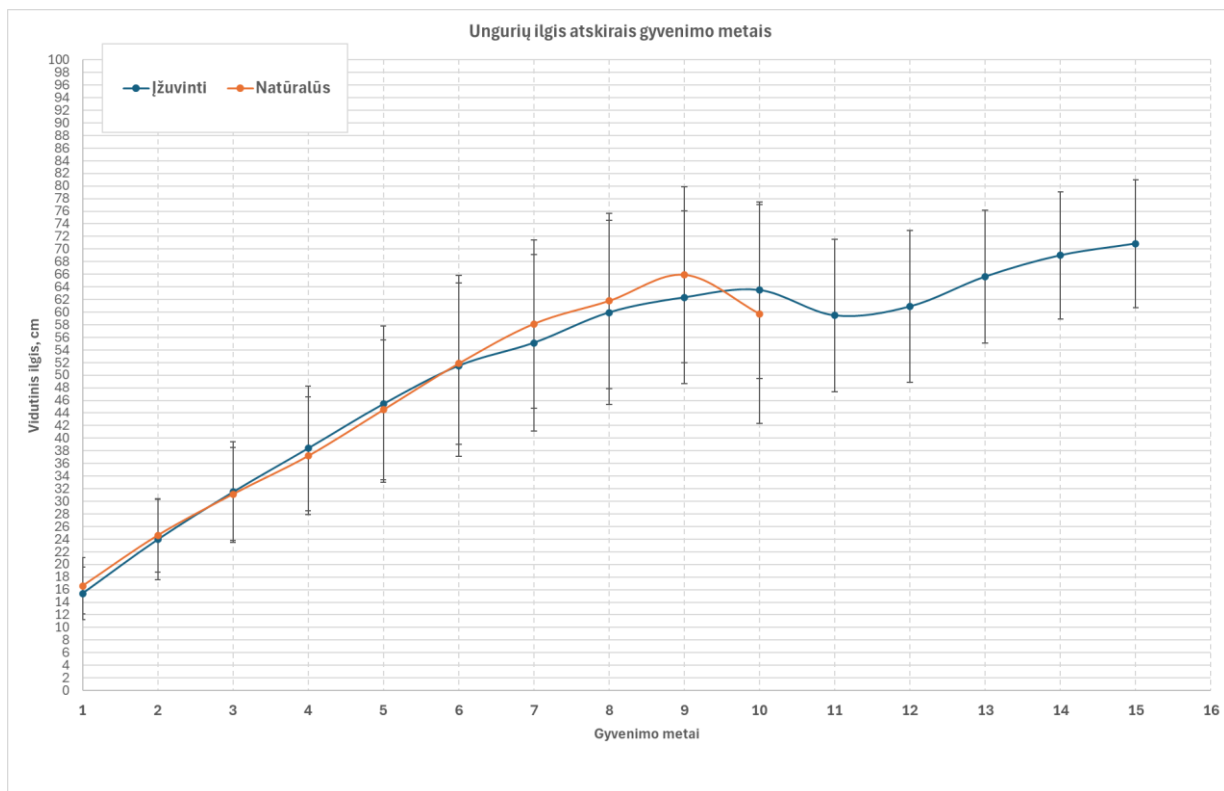
Didžiausi metiniai priaugiai stebimi pirmuose 5–7 gyvenimo metuose, ypač natūralių ungurių grupėje. Tai rodo, kad ankstyvais metais augimas yra svarbus. Po 10 metų augimo tempas lėtėja, ypač įžuvintų ungurių (4.9 pav.). Įžuvintiems unguriams būdinga didesnė priaugių variacija: kai kurie individai auga labai lėtai po 15–20 metų, nors gyvena iki 35 metų.

4.5 lentelė. Tirtų ungurių iš Kuršių marių amžiaus pagal kilmę ir gyvenimo ciklo stadijas (KM_I – Kuršių marios, įžuvinti, KM_N – Kuršių marios, natūralūs) vidurkiai ir intervalai.

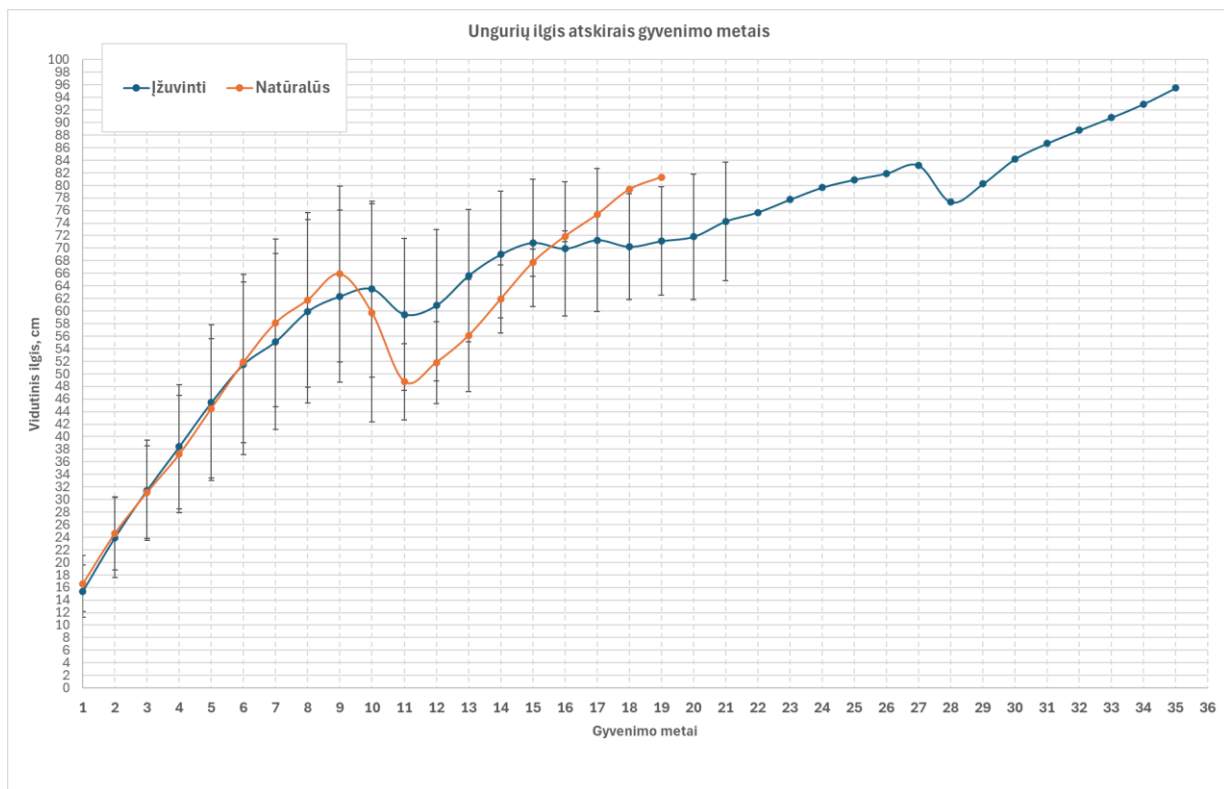
Sidabravimosi stadija	SI		SFII		SFIII		SFIV		SFV		
	Kilmė	KM _I	KM _N	KM _I	KM _N	KM _I	KM _N	KM _I	KM _N	KM _I	KM _N
Rodiklis											
Amžius metais (vid., nuo-iki)	5,8 (3-12)	4,6 (3-7)	4,6 (3-6)	7,7 (6-9)	9,4 (5-19)	9,1 (6-16)	11,2 (6-35)	10,2 (8-19)	11,0 (5-21)	-	
VISO (N=117)	24	5	7	7	26	8	21	6	13		

4.6 lentelė. Tirtų ungurių iš Kuršių marių matmeninė-amžinė struktūra pagal kilmę ir gyvenimo ciklo stadijas (KM_I – Kuršių marios, įžuvinti, KM_N – Kuršių marios, natūralūs) vidurkiai.

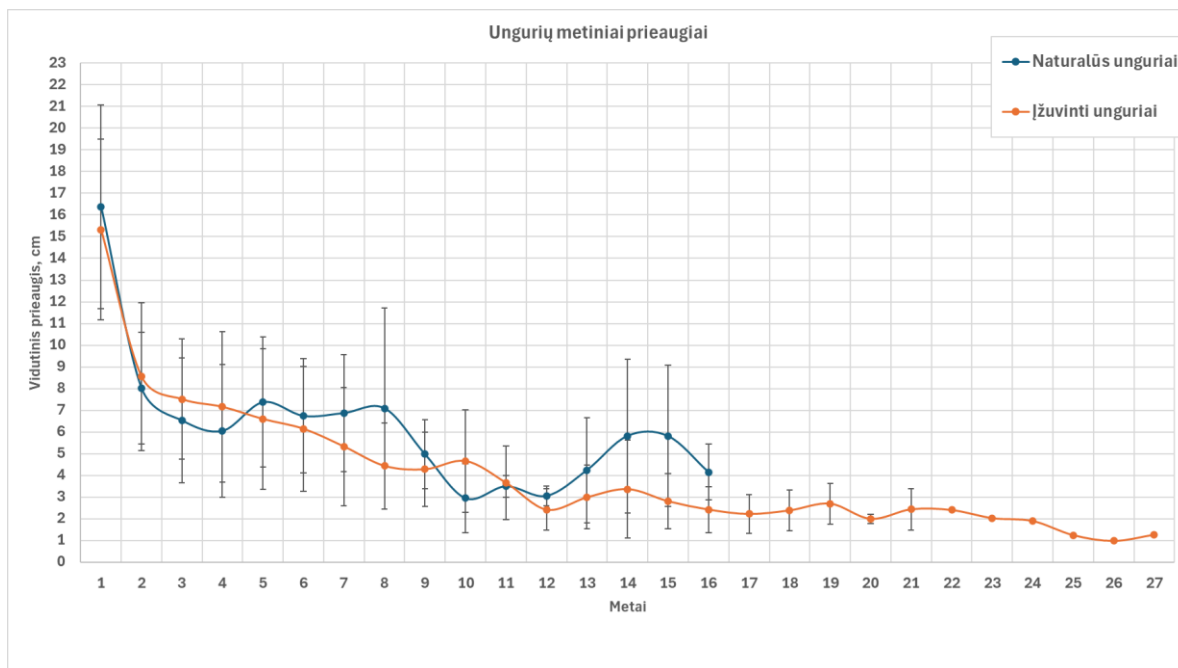
Amžius, metais	Kilmė					
	KM _I			KM _N		
	L, mm	Q, g	N, vnt.	L, mm	Q, g	N, vnt.
3	480 (450-510)	143 (93-194)	2	325	45	1
4	371 (305-440)	80 (36-140)	9	398 (396-400)	81 (70-91)	2
5	500 (362-710)	281 (69-805)	11	455	132	1
6	638 (392-870)	661 (85-1251)	11	708 (690-725)	753 (670-835)	2
7	552 (407-760)	409 (88-1083)	9	653 (343-830)	588 (73-1073)	5
8	699 (343-860)	834 (58-1386)	10	662 (470-790)	739 (113-1249)	6
9	701 (420-885)	719 (117-1477)	15	758 (720-780)	958 (764-1092)	5
10	787 (665-930)	1039 (584-1737)	9	753 (705-800)	938 (617-1259)	2
11	740	699	1	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-
13	400	90	1	-	-	-
14	755 (740-770)	677 (675-679)	2	-	-	-
15	795 (755-855)	928 (809-1110)	4	-	-	-
16	773	1028	1	730	877	1
17	888	1482	1	-	-	-
18	785	857	1	-	-	-
19	770	851	1	840	1346	1
-	-	-	-	-	-	-
21	775	723	1	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-
27	920	1333	1	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-
35	970	1856	1			
VISO: 117			91		26	



4.7 pav. Įžuvintų ir natūralių ungurių ilgis atskirais metais apskaičiuojant atbulinio augimo metodu (angl. *back calculation*). Pateikiami tik duomenys pagal kuriuos įmanoma apskaičiuoti standartinės paklaidas.



4.8 pav. Įžuvintų ir natūralių ungurių ilgis atskirais metais (visi duomenys) apskaičiuojant atbulinio augimo metodu (angl. *back calculation*).



4.9 pav. Ižuvintų ir natūralių ungurių metiniai priaugiai apskaičiuoti atbulinio augimo metodu (angl. *back calculation*).

Amžiaus nustatymas ir atliktas atbulinis skaičiavimas leido įvertinti kuriais metais tirti įžuvinti unguriai galėjo būti išleisti į šalies gėlus vandenis. Daugiausiai tirtų ungurių buvo įžuvinta 2014-2015 ir 2018-2020 m. (4.7 lent.)

4.7 lentelė. Tirtų įžuvintų ungurių skaičius ir įžuvinimo metai.

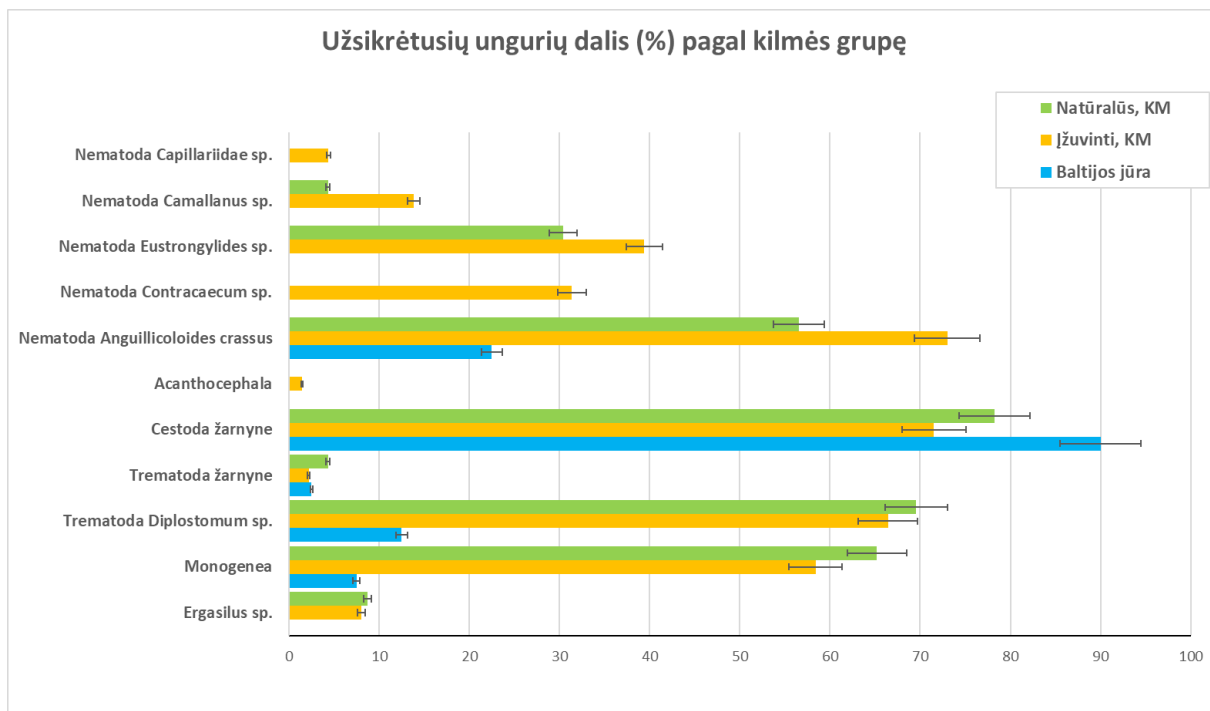
Ižuvinimo metai	Tirtų ungurių skaičius
1987	1
1995	1
2003	1
2004	2
2005	1
2006	2
2009	5
2011	1
2012	4
2013	2
2014	12
2015	14
2016	3
2017	8
2018	10
2019	10
2020	10
2021	5
VISO:	92

4.5 Parazitologinio tyrimo rezultatai

Detalaus parazitologinio tyrimo metu 2023-2025 m. buvo ištirti 200 ungurių pagautų Kuršių mariose (N=159) ir Baltijos jūroje (N=41). Atlikus ungurių kilmės nustatymą pagal tirtų ungurių otolitų cheminę sudėtį ir nustačius jų kilmę, atsirado galimybė įvertinti kuri grupė ungurių (natūraliai atmigravę ar įžuvinti) kokiais parazitais yra užsikrėtusi. Suprantama, skirtingą užsikrėtimą parazitais gali lemti ne tik tai, jog įžuvinami unguriai praleidžia kurį laiką akvakultūroje, bet ir skirtinga gyvenamoji aplinka – dalis įžuvintų ungurių didžiąją savo gyvenimo dalį turėtų praleisti šalies vidaus vandenyse (pvz. ežeruose), dalis matyt ilgą laiką praleidžia Kuršių mariose, o natūraliai atmigravę – Baltijos jūroje ir Kuršių mariose. Todėl, tikėtina, jog gyvenamoji aplinka gali įtakoti apsikrėtimą skirtingomis parazitų grupėmis. Šioje ataskaitoje pateikiami parazitologinio tyrimo rezultatai suskirstant ungurius į tris lykinamąsias grupes: įžuvinti (N=92) ir natūralūs (N=26) unguriai iš Kuršių marių bei Baltijos jūros (N=41).

Užsikrėtusių ungurių dalis pagal kilmės grupę. Statistinė žuvų užsikrėtimo parazitais analizė parodė, kad tarp trijų tirtų grupių yra reikšmingi skirtumai. Kruskal–Wallis testas atskleidė statistiškai reikšmingą bendro užsikrėtimo lygio parazitais skirtumą ($H = 6,14; p = 0,046 < 0,05$). Tai rodo, kad bent viena lyginama grupė pasižymi kitokiu užsikrėtimo intensyvumu nei likusios dvi.

Norint nustatyti, kurios grupės skiriasi tarpusavyje, buvo atlikti poriniai Mann–Whitney U testai. Nustatyta, kad įžuvinti unguriai buvo statistiškai reikšmingai labiau užsikrėtę parazitais nei Baltijos jūros ($p < 0,05$). Tuo tarpu reikšmingų skirtumų tarp Baltijos jūros ir natūralių ungurių iš Kuršių marių nenustatyta ($p > 0,05$), kaip ir tarp įžuvintų ir natūralių ungurių iš Kuršių marių ($p > 0,05$). Taigi, tik įžuvintų grupė statistiškai reikšmingai skyrėsi nuo mėginių iš Baltijos jūros, o natūralių ungurių grupė iš Kuršių marių užima tarpinę padėtį ir nesiskiria nuo kitų tirtų grupių. Tai gali rodyti, kad įžuvintų ungurių grupėje yra palankesnės sąlygos parazitų plitimui ir didesniam ungurių užsikrėtimui įvairiomis parazitų grupėmis (4.10 pav. ir 4.8 lent.).



4.10 pav. Santykinis užsikrėtimas parazitais (proc.) 2023-2025 m. tirtuose unguriuose.

4.8 lentelė. Užsikrėtusių ungurių dalis (proc.) pagal lyginamas kilmės grupes (KM_I – Kuršių marios, įžuvinti unguriai, KM_N – Kuršių marios, natūralūs unguriai, BJ – Baltijos jūros unguriai).

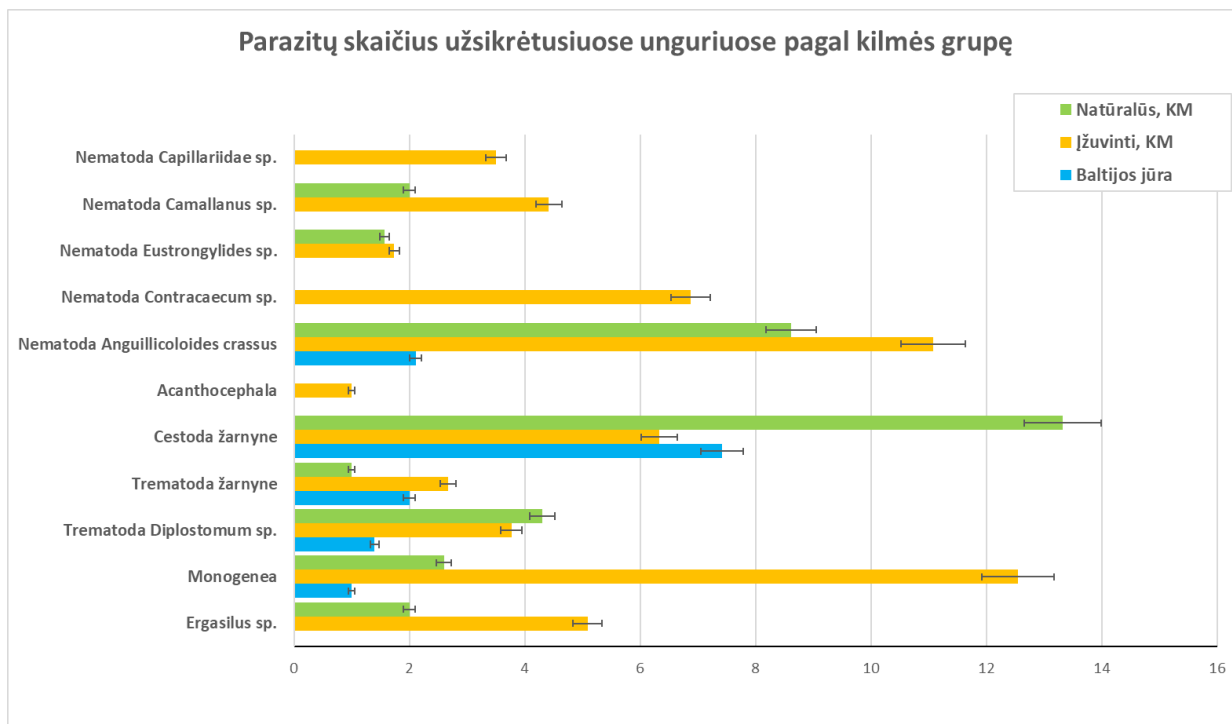
Užsikrėtusių ungurių dalis pagal kilmės grupę				
Parazitų grupė	Kilmė	KM _I	KM _N	BJ
<i>Ergasilus sp.</i>		8,0	8,7	-
Monogenea		58,4	65,2	7,5
Trematoda <i>Diplostomum sp.</i>		66,4	69,6	12,5
Trematoda žarnyne		2,2	4,3	2,5
Cestoda žarnyne		71,5	78,3	90
Acanthocephala		1,5	-	-
Nematoda <i>Anguillicoloides crassus</i>		73,0	56,5	22,5
Nematoda <i>Contraeaecum sp.</i>		31,4	-	-
Nematoda <i>Eustrongylides sp.</i>		39,4	30,4	-
Nematoda <i>Camallanus sp.</i>		13,9	4,3	-
Nematoda <i>Capillariidae sp.</i>		4,4	-	-

Užsikrėtimo parazitais intensyvumas pagal kilmės grupę. Vidutinio užkrėtimo intensyvumo analizė parodė skirtumus tarp tirtų žuvų grupių. Dažniausiai didžiausia parazitų koncentracija nustatyta įžuvintų ungurių grupėje. Vidutinės parazitų gausumo užsikrėtusiuose individuose rodo, kad *Monogenea* siekė 12,6 parazito užsikrėtusiam unguriui, *Anguillicoloides crassus* – 11,1, *Contracaecum* sp. – 6,9, *Camallanus* sp. – 4,4, *Capillariidae* sp. – 3,5. Tai leidžia teigti, kad įžuvintuose unguriuose užsikrėtimas parazitais yra intensyvesnis (4.11 pav. ir 4.9 lent.).

Natūraliuose unguriuose parazitų kiekis buvo vidutinis, tačiau kai kurių rūšių atveju užfiksuotos didžiausios reikšmės: *Cestoda* žarnyne – 13,3 ir *Diplostomum* sp. – 4,3.

Baltijos jūros ungurių mėginiuose dauguma parazitų arba nebuvo registruoti, arba jų buvo mažai, todėl čia unguriai turėjo mažiausią užkrėtimo intensyvumą. Tai gali būti dėl skirtingų aplinkos sąlygų, susiję su tarpiniais šeimininkais ir parazitų plitimo keliais skirtinguose vandens telkiniuose.

Užsikrėtimo parazitais intensyvumo palyginimas tarp natūralių ir įžuvintų ungurių. Siekiant nustatyti, ar užsikrėtimo parazitais intensyvumas skiriasi tarp natūralios kilmės ungurių ir įžuvintų, buvo atliktas Mann–Whitney U testas. Analizė parodė, kad statistiškai reikšmingo skirtumo nenustatyta ($U = 88,5$; $p > 0,05$). Tai reiškia, kad vidutinis parazitų kiekis, tenkantis vienam užsikrėtusiam unguriui, natūraliuose unguriuose ir įžuvintuose yra panašus. Nors įžuvintuose intensyvumo vidurkiai dažnai didesni, statistinis testas rodo, kad šie skirtumai nėra pakankamai stiprūs, kad būtų laikomi reikšmingais.



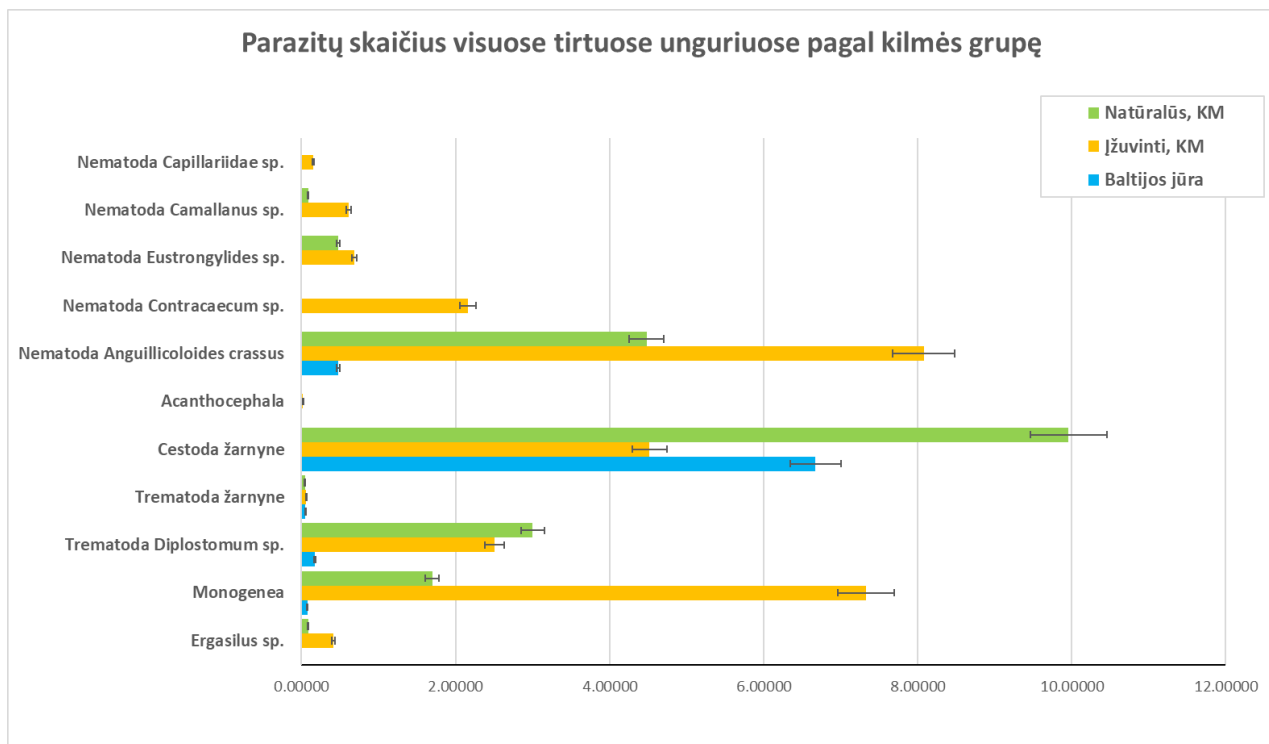
4.11 pav. Užsikrėtimo parazitais intensyvumas (vnt.) 2023-2025 m. tirtuose užsikrėtusiuose unguriuose pagal lyginamas kilmės grupes.

4.9 lentelė. Užsikrėtimo parazitais intensyvumas (vnt.) tirtuose užsikrėtusiuose unguriuose pagal lyginamas kilmės grupes (KM_I – Kuršių marios, įžuvinti unguriai, KM_N – Kuršių marios, natūralūs unguriai, BJ – Baltijos jūros unguriai).

Užsikrėtimo intensyvumas pagal kilmės grupę				
Parazitų grupė	Kilmė	KM _I	KM _N	BJ
<i>Ergasilus sp.</i>		5,1	2,0	-
Monogenea		12,6	2,6	1,0
Trematoda <i>Diplostomum sp.</i>		3,8	4,3	1,4
Trematoda žarnyne		2,7	1,0	2,0
Cestoda žarnyne		6,3	13,3	7,4
Acanthocephala		1,0	0,0	-
Nematoda <i>Anguillicoloides crassus</i>		11,1	8,6	2,1
Nematoda <i>Contraecaecum sp.</i>		6,9	0,0	-
Nematoda <i>Eustrongylides sp.</i>		1,7	1,6	-
Nematoda <i>Camallanus sp.</i>		4,4	2,0	-
Nematoda <i>Capillariidae sp.</i>		3,5	0,0	-

Vertinant bendrą parazitų kiekį vienam unguriui visoje tyrimo imtyje (ne tik užsikrėtusiuose individuose), rezultatai išliko panašūs. Įžuvintuose unguriuose *Anguillicoloides crassus* siekė 8,1, Monogenea – 7,3, *Contraecaecum sp.* – 2,2. Natūraliuose unguriuose kai kurių rūšių skaičius buvo didžiausias (Cestoda žarnyne – 10, *Diplostomum sp.* – 3,0). Baltijos jūros ungurių imtyje daugumos

parazitų neaptikta (4.12 pav. ir 4.10 lent.). Tai rodo, kad uždaras, lagūnos tipo gėlo vandens telkinys sudaro palankias sąlygas parazitų plitimui, o jūrinė, druskėto vandens aplinka riboja jų plitimą ir vystymąsi.



4.12 pav. Užsikrėtimo parazitais intensyvumas (vnt.) 2023-2025 m. visoje tirtų ungurių imtyje pagal lyginamas kilmės grupes.

4.10 lentelė. Užsikrėtimo parazitais intensyvumas (vnt.) visoje tirtų ungurių imtyje pagal lyginamas kilmės grupes (KM_I – Kuršių marios, įžuvinti unguriai, KM_N – Kuršių marios, natūralūs unguriai, BJ – Baltijos jūros unguriai).

Užsikrėtimo intensyvumas kilmės grupė visoje imtyje			
Kilmė	KM _I	KM _N	BJ
Parazitų grupė			
<i>Ergasilus sp.</i>	0,4	0,1	-
Monogenea	7,3	1,7	0,1
Trematoda <i>Diplostomum sp.</i>	2,5	3,0	0,2
Trematoda žarnyne	0,1	0,04	0,1
Cestoda žarnyne	4,5	1-	6,7
Acanthocephala	0,01	-	-
Nematoda <i>Anguillicoloides crassus</i>	8,1	4,5	0,5
Nematoda <i>Contraeaecum sp.</i>	2,2	-	-
Nematoda <i>Eustrongylides sp.</i>	0,7	0,5	-
Nematoda <i>Camallanus sp.</i>	0,6	0,1	-
Nematoda <i>Capillariidae sp.</i>	0,2	-	-

Ungurių užsikrėtimo Anguillicoloides crassus vertinimas. Laikoma, jog užsikrėtimas plaukimo pūslės nematodais *Anguillicoloides crassus* (4.13 pav.) labai paplitęs Europinių ungurių populiacijoje. Apskritai ungurių perkėlimas akvakultūros ar žuvinimo tikslams sudaro prielaidas plisti ligoms bei parazitams. Aštuntame dešimtmetyje atsitiktinai iš rytų Azijos pateko parazitas *Anquillicoloides crassus* (Ashworth ir Blanc 1997). Tai endeminis Japoniškų ungurių parazitas, kuris pažeidžia Europinių ungurių plaukiojamąją pūslę ir maitinasi ungurių krauju. *A. crassus* suaugęs parazituoja ungurių šeiminių plaukimo pūslėje. Unguriai užsikrečia prarydami infekuotą kopepodą, tarpinį šeiminių, arba prarydami infekuotą žuvį - parateninį (galutinį) šeiminių. Abiem atvejais L3 stadijos lervos migruoja į ungurio plaukimo pūslės sienelę, kur išsirita į L4 stadiją ir galiausiai persikelia į plaukimo pūslės liumeną bei virsta suaugėliais. Suaugėlis yra didelis nematodas su tvirtu, abiejuose galuose siaurėjančiu kūnu. Jis maitinasi krauju, turi gerai išsivysčiusią burnos kapsulę, eilę aplinkinių dantų ir raumeningą stemplę. Dėl žarnyne esančio kraujo ir jo skilimo produktų visas nematodas atrodo tamsus, beveik juodas. Patinų ilgis svyruoja nuo maždaug 6 iki 23 mm, o plotis - nuo 0,3 iki 1,8 mm, o patelių - nuo 13 iki 45 mm ilgio ir nuo 1,2 iki 5,0 mm pločio. Patelės atrodo labai tvirtos. Jos yra oviviparinės: gimda užima didžiąją kūno dalį ir joje laikomi kiaušinėliai, kuriuose savo ruožtu yra besivystantys embrionai ir visiškai susiformavusios lervos (L2). Vienoje patelėje gali būti iki 500 000 kiaušinėlių (Kennedy ir Fitch, 1990). Kiaušinėliai gali išsiristi patelės viduje ir iš jų išsiskirti lervos arba jie gali būti pasišalinti iš patelės ir išsiristi pneumatiniame kanale, todėl lervos su ungurio išmatomis patenka į išorę. Patelės žūsta plaukimo pūslėje, kurioje tuomet yra gyvų abiejų lyčių kirmėlių, taip pat suyrusių parazito audinių ir daugybė kiaušinėlių. Esant gyvų ir negyvų suaugusių parazitų, būdingi plaukimo pūslės sienelės storio pokyčiai, jie turi įtakos dujų kiekiui ir plaukimo pūslės funkcionavimui. Manoma, jog šis parazitas neigiamai veikia sidabrinų ungurių migracijos sėkmę į nerštavietes Sargaso jūroje, kadangi plaukiojamoji pūslė sidabriniam unguriui migruojant dideliuose gyliuose yra svarbus vandens slėgio poveikį reguliuojantis organas (Bruslé 1994). Nustatyta jog infekuoti unguriai mažiau juda, praranda apetitą, sumažėja jų ėmimo koeficientas, jei pūslė plyšta unguriai žūsta, be to nusilpusius ungurius puola kitos bakterinės ar grybinės kilmės ligos (Tesch 2003), jie darosi jautresni aukštomis vandens temperatūroms ar deguonies trūkumui, darosi lengviau prieinami tokiems plėšrūnams kaip kormoranai (ICES 2003). Šis parazitas laikomas vienu veiksnių, galimai lemiančių ungurių būklės blogėjimą Europoje.

Atliktas tyrimas parodė aiškius skirtumus tarp trijų populiacijų:

- Įžuvinti unguriai iš Kuršių marių pasižymėjo didžiausiomis reikšmėmis. Parazitas buvo sutinkamas 73% tirtų ungurių. Vidutinis parazitų kiekis vienai užsikrėtusiai žuviai siekė 11,1, o perskaičiavus visai imčiai – 8,1. Tai didžiausios reikšmės tarp visų tirtų grupių.

- Natūralūs unguriai turėjo tarpinį infekcijos lygį. Vidutinis intensyvumas – 8,6, o perskaičius visai imčiai – 4,5. Tai rodo, kad parazitas yra stabiliai sutinkamas natūralių ungurių grupėje (56,5%), tačiau užsikrėtimo intensyvumas yra mažesnis nei įžuvintuose.
- Baltijos jūros unguriai pasižymėjo mažiausiu užsikrėtimu. Parazitas aptiktas ženkliai rečiau (22,3%), o intensyvumas – tik 2,1. Tai rodo, kad jūrinė aplinka nėra palanki šios rūšies vystymuisi.

Taigi, *Anguillicoloides crassus* buvo labiausiai paplitęs, o užsikrėtimas buvo intensyviausias įžuvintų ungurių grupėje, vidutinis natūraliuose unguriuose, ir akivaizdžiai ženkliai mažesnis Baltijos jūroje. Tai patvirtina hipotezę, kad uždari, lagūnos tipo gėlo vandens telkiniai sudaro palankiausias sąlygas šios parazitų rūšies gyvenimo ciklui, o jūrinė aplinka riboja jų plitimą.



4.13 pav. Parazitinės kirmėlės (*Cestoda* ir *Nematoda* – atitinkamai viršuje ir apačioje) rastos tirtuose unguriuose.

4.6 Virusologinio tyrimo rezultatai

Herpesvirus anguillae yra *Herpes* virusas (AngHV-1), kuriuo užsikrečia unguriai: Europiniai unguriai (*Anguilla anguilla*), Japoniniai unguriai (*Anguilla japonica*) ir Amerikiniai unguriai (*Anguilla rostrata*). Užsikrečia tiek suaugę individai, tiek jaunikliai. Nėra žinoma, kad AngHV-1 užkrėstų kitas žuvų rūšis.

AngHV-1 yra šiltų vandenų virusas, aktyviausias jis yra tarp 10°C ir 26°C. Ligos protrūkiai registruojami vasarą ir ankstyvą rudenį. Kaip ir kiti *Herpes* virusai, ligą paprastai sukelia stresas, kuris gali būti susijęs su pvz. prasta vandens kokybe, dideliu žuvų kiekiu ir migracijos kliūtimis.

AngHV1 užsikrėtusiems unguriams gali pasireikšti įvairūs ligos požymiai ir simptomai. Sergantys unguriai gali atrodyti vangūs ir plaukioti netoli vandens paviršiaus ar vandens telkinio pakraštyje. Jų pelekai gali būti paraudę, o oda – su bėrimais/dėmėmis. Dažniausiai šis virusas pažeidžia žiaunas, kurios smarkiai nekrozuoja (žūsta ląstelės) ir prarandama normali žiaunų struktūra. Šie pokyčiai dažnai pasireiškia kartu su bakterine ir grybeline infekcija. Vidaus organai taip pat gali būti paveikti uždegimo ir vėlesnės nekrozės, o tai sąlygoja organų nepakankamumą, išsekimą ir mirtį.

Manoma, kad virusas gali būti plačiai paplitęs Europoje, todėl manoma, kad daug ungurių gali būti viruso nešiotojai, tačiau ligos požymiai nepasireiškia. Kai kuriose Europos akvakultūros ūkiuose jauni unguriai gali būti tikslingai užkrečiami virusu, kad būtų skatinamas jų imuninis atsparumas. Tačiau šie išoriškai sveiki unguriai gali nešioti ir platinti virusą, kai tokie unguriai įveisiami įžuvinami įvairiuose vandens telkiniuose.

Yra trys svarbūs virusai, keliantys grėsmę europiniams unguriams. Tai jau minėtas *Herpes* virusas AngHV1, aquabirna-virusas Ungurių Virusas Europinis (EVE) ir rabdo-virusas Ungurių Virusas Europinis X (EVEX). Šie virusai gali sukelti ungurių mirtį, suprastina ungurio plaukimą ir, manoma, gali sutrukdyti jiems pasiekti nerštavietes Sargaso jūroje.

Taigi, tokios virusinės ligos gali pakenkti daugeliui ungurių valdymo atkūrimo priemonių. Pvz. jei įveisiant ungurius būtų išplatinama virusai, tai gali pakenkti net ir natūraliai į Lietuvos vandenį atmigruojantiems unguriams ir ungurių galimybėms atsikurti visame areale plačiaja prasme, jei tokie virusais apsikrėtę unguriai negalės pasiekti Sargaso jūros ar sėkmingai ten neršti.

Virusologinis tyrimas atliktas Nacionaliniame maisto ir veterinarijos rizikos vertinimo institute. Buvo siekiama nustatyti ar Kuršių mariose ir Baltijos jūroje 2023-2025 m. sugauti unguriai yra užsikrėtę AngHV1. Tyrimo rezultatai rodo, jog 22% (N=32) visų tirtų ungurių Kuršių mariose ir Baltijos jūroje yra apsikrėtę AngHV1 virusu (N=144; 4.11-4.12 pav.). Suskirsčius užsikrėtimo

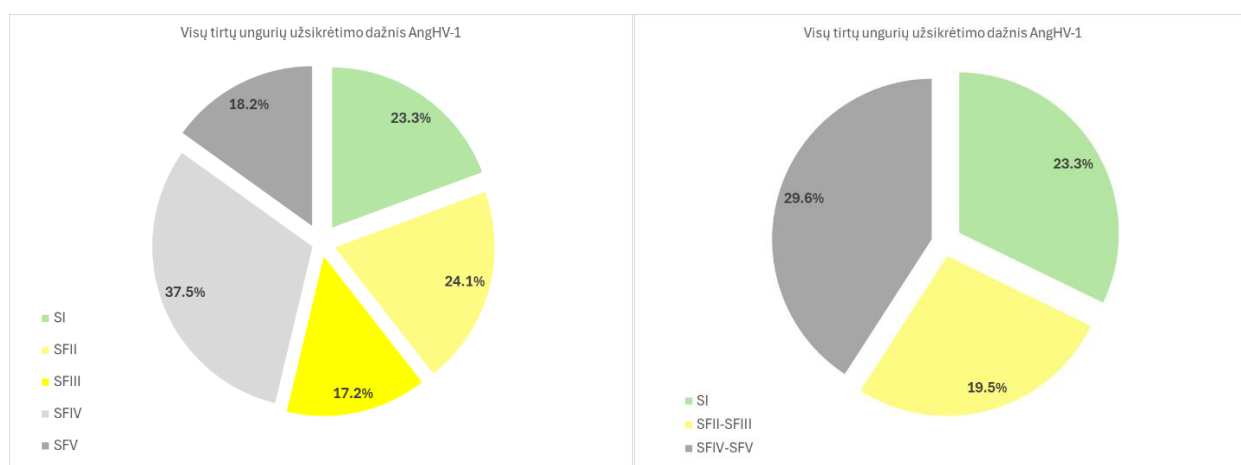
dažnius mariose ir jūroje pagal ungurių subrendimo stadiją, nustatyta, jog užsikrėtimo atvejai nustatomi tiek jaunikių stadijoje (SI, 23,3%), tiek sėsliose geltonojo ungurio stadijose (SFII – 24,1%, SFIII – 17,2%, apjungus SFII ir SFIII – 19,5%), tiek migruojančio sidabrinio ungurio stadijose (SFIV – 37,5%, SFV – 18,2%, apjungus SFII ir SFIII – 29,6%). Taigi, visuose gyvenimo ciklo perioduose tirti unguriai yra apsikrėtę AngHV1 virusu, pagal subrendimo stadiją negalima išskirti kažkurios brendimo grupės, kurioje užsikrėtimo dažnis būtų mažesnis, tiesa mažiausias nustatytas geltonojo ungurio stadijoje, ypač SFIII – 17,2%. Kita vertus, geltonųjų ungurių (SFII-SFIII) tirta buvo daugiausiai (N=87), vien SFIII - net 58 vnt., o iš šios geltonųjų ungurių grupės net 39 vnt. (iš 87) buvo iš Baltijos jūros, kur ungurių užsikrėtimo dažnis yra mažesnis (žr. žemiau ir 4.14-4.15-4.16 pav.)

Suskirsčius tyrimo rezultatus siejant su ungurių Kuršių mariose kilmę (įžuvinti vs. natūralūs) bei lyginant su unguriais iš Baltijos jūros, nustatyta, jog aiškios tendencijos užsikrėtimo dažniuose pagal ungurių kilmę Kuršių mariose nėra – užsikrėtę panašiai ir jaunikliai, ir geltonieji unguriai, sidabrinųjų ungurių stadijoje nors ir atrodytų, jog natūraliųjų ungurių grupėje užsikrėtimų dažnis didesnis, tačiau tokių ungurių buvo tik 3 vnt., iš kurių tik 1 buvo užsikrėtęs – tad teigti, jog natūralūs sidabriniai unguriai yra labiau užsikrėtę – negalima dėl per mažos imties. Kita vertus, Baltijos jūros imtyje stebima ženkliai mažesnė dalis geltonųjų ungurių – tik apie dešimtadalis (N=4 iš N=39). Du unguriai iš Baltijos jūros buvo ankstyvoje sidabravimosi stadijoje (priskirtini prie SFIV grupės) ir abu buvo užsikrėtę, tačiau į palyginimą atvaizduojant grafiškai rezultatus neįtraukti, kadangi sudarytų labai klaidingą (100% užsikrėtimo dažnis), tačiau neteisingą dėl mažos imties, įspūdį (4.15-4.1.6 pav., 4.10 lentelė).

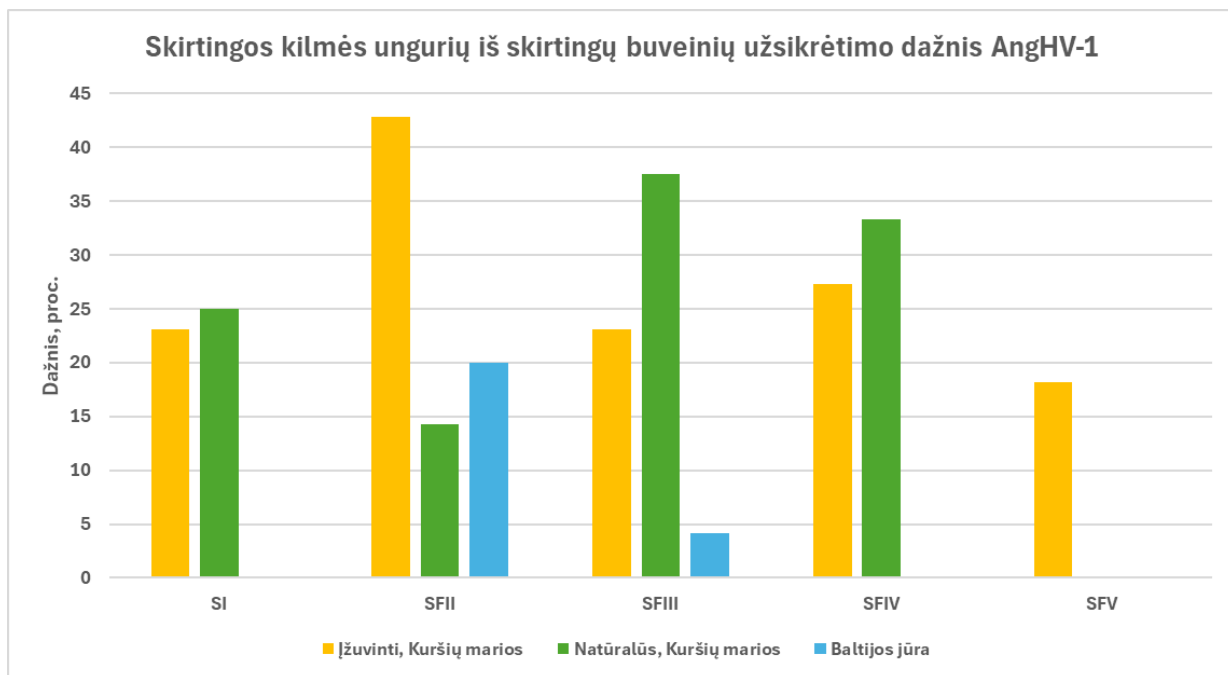
Apibendrinant virusologinį tyrimą galima teigti, jog apsikrėtimo dažnis įžuvintų ungurių grupėje yra netikėtai menkas, nes inicijuojant tyrimą buvo daroma prielaida, jog dauguma įžuvintų ungurių bus viruso nešiotojai – ši hipotezė nepasitvirtino. Taip pat nepasitvirtino kelta hipotezė, jog natūraliai atmigravę unguriai bus neužsikrėtę virusu arba užsikrėtimo dažnis bus ženkliai mažesnis. Ši hipotezė taip pat nepasitvirtino, tyrimas rodo, jog AngHV1 virusas natūralioje populiacijoje jau gana išplitęs. Baltijos jūroje užsikrėtimų dažnis mažesnis, nežiūrint to, jog susisiekimai su Kuršių mariomis yra laisvas, o atstumai nėra dideli. Kita vertus, Baltijos jūroje užsikrėtimai taip pat fiksuojami. Akivaizdu, jog ir Baltijos jūros imtyje reikalinga nustatyti ungurių kilmę ir patikrinti ar nėra užsikrėtę įžuvinti unguriai jei ten tokių esama (prieš du dešimtmečius atlikto tyrimo metu 98% ungurių Baltijos jūroje buvo natūralios kilmės (Shiao et. al. 2006)). Kaip jau minėta, yra trys svarbūs ir europinio ungurio populiacijoje išplitę virusai keliantys grėsmę unguriams. Atliktas užsikrėtimo AngHV1 virusu tyrimas yra pirmas žingsnis tiriant ungurių populiacijos būklę Lietuvoje užsikrėtimo virusais aspektu,

būtina ištirti ir aquabirna-viruso EVE bei rabdo-viruso EVEX paplitimą populiacijoje. Atliekant šį tyrimą yra surinkti mėginiai ir šių dviejų virusų tyrimams, kurie saugomi VMTI Gamtos tyrimų centro eksperimentiniame padalinio gilaus užšaldymo šaldiklyje (-80°C).

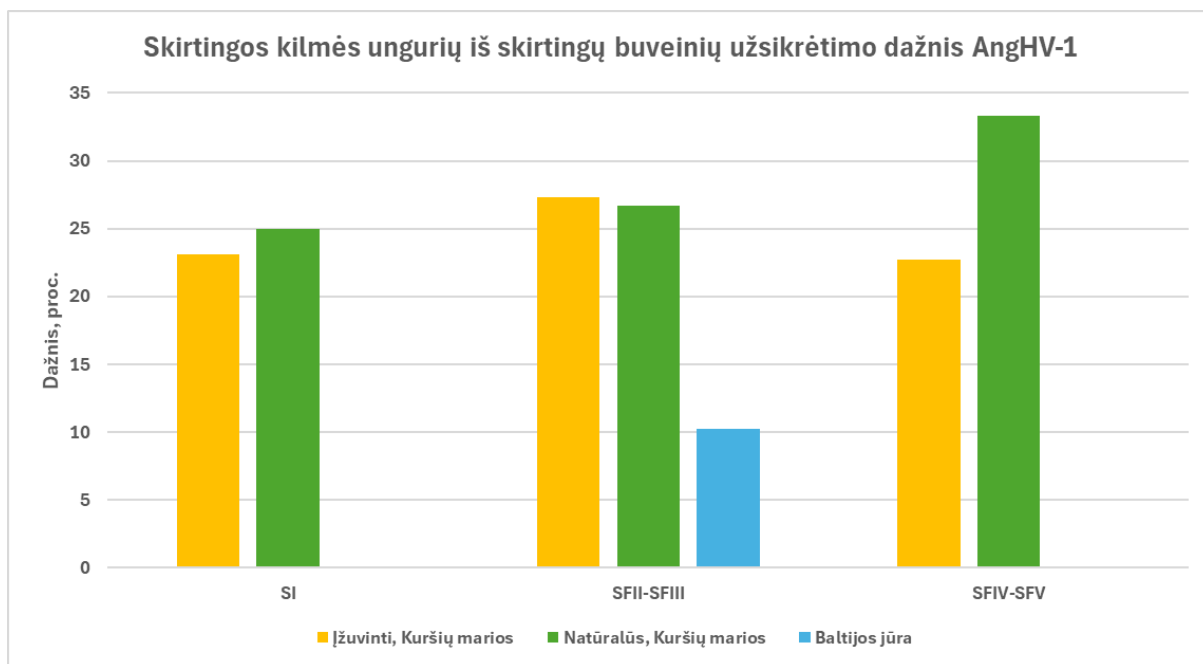
Lieka neaiškus ir virusų plitimo kelias. Yra tikimybė, jog natūrali Kuršių marių populiacija virusu užsikrečia nuo įžuvintų ungurių. Nacionaliniame UVP būtent ir pabrėžiama, jog vandens telkiniai netūrėtų būti žuvinami ungurių jaunikliais atvežtais iš kitų arealo dalių ir perlaikytais akvakultūroje dėl rizikos išplisti virusams. Kuršių marių Lietuva tiesiogiai ungurių jaunikliais nežuvina, tačiau reguliariai buvo žuvinama Krokų lankos ežeras, kuris yra netoli Kuršių marių. Santykinai didelis kiekis jaunų ungurių SI stadijoje paaiškinamas būtent įžuvinimais į šį su mariomis susisiekiiančiu ežeru. Įžuvinimai į šį ežerą turėtų būti stabdomi siekiant apsaugoti natūralią populiaciją, kuri vis dar pasipildo jaunikliais atmigruojančiais iš Atlanto vandenyno. Lietuva 2023 m. pabaigoje įžuvino didelius kiekius stiklinių unguriukų į didžiąsias Lietuvos upes – Nerį ir Nemuną, tame tarpe ir Nemuno žemupį – tai taip pat kelia dideles rizikas, jog įžuvinti unguriai gali migruoti į Kuršių marias ir būti virusų pernešimo į natūralią populiaciją vektorius. Kita vertus, neoficialiomis žiniomis, Rusijos Federacija į Kaliningrado sričiai priklausančius Kuršių marių vandenį, be suderinimo su Lietuva 2024 m. išleido 500 tūkst. ungurių jauniklių atvežtų iš Anglijos. Visi šie veiksmai kelia dideles rizikas natūraliai ungurių populiacijai ir netūrėtų būti vykdomi.



4.14 pav. Tirtų ungurių (N=144) užsikrėtimo *Herpes* virusu (AngHV-1) dažnis (%) suskirstant ungurius pagal subrendimo stadijas (visos stadijos kairėje, dešinėje – stadijos sugrupuotos pagal ciklus SI – jaunikliai, sėkli geltonojo ungurio stadija SFII-SFIII ir migruojančio sidabrinio ungurio SFIV-V).



4.15 pav. Tirtų ungurių (N=144) užsikrėtimo Herpes virusu (AngHV-1) atvejai suskirstyti pagal ungurių kilmę, subrendimo stadiją ir buveines (įžuvinti, Kuršių marios N=81, natūralūs, Kuršių marios N=22, Baltijos jūros N=39).



4.16 pav. Tirtų ungurių patelių (N=144) užsikrėtimo Herpes virusu (AngHV-1) atvejai suskirstyti pagal ungurių kilmę, subrendimo stadiją (jaunikliai SI, geltoni unguriai SFII-SFIII, sidabriniai unguriai SFIV_SFV) ir buveines (įžuvinti, Kuršių marios N=81, natūralūs, Kuršių marios N=22, Baltijos jūros N=39).

4.10 lentelė. Tirtų ungurių (N=144) užsikrėtimo Herpes virusu (AngHV-1) atvejai suskirstyti pagal ungurių kilmę, subrendimo stadiją ir buveines (įžuvinti, Kuršių marios N=81, natūralūs, Kuršių marios N=22, Baltijos jūros N=39).

Sidabravimosi stadija	SI		SFII			SFIII			SFIV			SFV
	KM _I	KM _N	KM _I	KM _N	BJ	KM _I	KM _N	BJ	KM _I	KM _N	BJ	KM _I
Užsikrėtimo atvejai	6	1	3	1	3	6	3	1	3	1	2	2
Tirta N=144	26	4	7	7	15	26	8	24	11	3	2	11

4.7 Energetinių resursų tyrimo rezultatai

Laikoma, jog sidabriniai unguriai paskutinėje SFV brandos stadijoje migruodami į nerštavietes Sargaso jūroje nesimaitina, todėl jie visiškai priklauso nuo to, ar sėslios geltonojo ungurio stadijos metu sukaupė pakankamai riebalų atsargų tam, kad užtektų energijos atsargų migracijai ir gonadų subrandinimui (Tesch 2003). Migracijos atstumas iki numanomų nerštaviečių yra mažiausiai 4000 km, tačiau iš skirtingų rūšies paplitimo teritorijų gali skirtis iki daugiau nei 3500 km (Schmidt 1923; McCleave 1993; Clevestam et al. 2011). Akivaizdu, kad unguriams, migruojantiems iš šiaurės rytų arealo dalies reikia daugiau energijos išteklių ir laiko, kad pasiektų nerštavietes Sargaso jūroje, palyginti su unguriais, migruojančiais nuo Atlanto vandenyno pakrantės vakarų Europoje. Apskaičiuota, kad neršto migracijos iš vakarinės Europos dalies siekia apie 5000 km (Van Ginneken et al. 2005; Aarestrup et al. 2009), o iš Rytų Lietuvos vidaus vandenų migruojantys unguriai turi įveikti beveik 8000 km (Dainys ir kt. 2018a). Kadangi trūksta duomenų apie įžuvintų ir natūraliai atmigravusių ungurių, migruojančių neršti iš šiaurės-rytinio rūšies natūralaus paplitimo arealo regiono, energijos išteklius, kyla klausimas, ar unguriai, perkelti dideliais atstumais prieš įžuvinimą, turi pakankamai energetinių atsargų įveikti dėl žmogaus atlikto perkėlimo pailgėjusius migracijos atstumus ir ar šie rodikliai ženkliai skiriasi nuo natūraliai atmigravusių ungurių. Pavyzdžiui, Couillard ir kt. (2014) nustatė, kad Šiaurės Amerikoje įžuvinti unguriai nesugeba sukaupti pakankamas riebalų atsargas migracijai ir gonadų subrandinimui, o 57 % natūralios kilmės sidabrinčių ungurių turėjo pakankamai tokių atsargų. Clevestam ir Wickström (2008) nustatė, kad natūralios kilmės sidabriniai unguriai, sugauti migracijos Baltijos jūroje metu, buvo sukaupę daugiau energetinių atsargų bet ir labiau subrendę, palyginti su įžuvintais sidabriniais unguriais. Aarestrup et al. (2008) nustatė, kad Danijoje sidabriniai unguriai ne visada migruoja tiesiai į vandenyną, bet gali būti ir apsistoję pakrantės zonose. Dar daugiau - nustatyta, kad kai kurie šio tyrimo SFV ir SFIV unguriai maitinasi

Be to, Svedäng ir Wickström (1997) teigia, kad sidabriniai unguriai, esantys nemaitinimosi stadijoje ir turintys atitinkamai mažai riebalų, gali laikinai sustabdyti migraciją, grįžti į maitinimosi stadiją iki kol jų riebalų atsargos taps pakankamos sėkmingai migracijai į neršto vietą. Limburg ir kt. (2003) nustatė, kad iš Baltijos jūros išplaukiančių sidabrinių ungurių riebalų kiekis buvo didesnis (21,1% kūno masės) nei surinktų pietinėje Baltijos jūros dalyje netoli Danijos (18,6%). Tačiau yra duomenų, kad iš gėlo vandens telkinių atkeliavę sidabriniai unguriai yra mažiau subrendę nei tie, kurie yra Baltijos jūros sąsiauryje tarp Danijos ir Švedijos, o tai sutampa su kitais tyrimais, rodančiais laipsnišką perėjimą nuo geltonosios iki paskutinės sidabrinės stadijos (Durif et al. 2005).

Net ir po dešimtmečius trukusių tyrimų ungurių orientavimosi mechanizmai ir migracijos keliai į numanomas nerštavietes, kurios užima didžiulį, daugiau nei $1,7 \times 10^6$ km² plotą, nėra žinomi (Béguer-Pon et al. 2016). Žinoma, kad unguriai atlieka dienas vertikalias migracijas (Aarestrup et al. 2009; Beguer-Pon et al. 2012). Paros vertikalioji migracija (200-700 m) gali lemti didesnę plaukimo efektyvumą didesniame gylyje ir didesniame slėgyje dienos metu, tačiau 700 m gylyje atvirajame vandenyne temperatūra yra apie 6 °C, todėl vis dar nežinoma, ar sidabriniai unguriai sugeba plaukti tokioje žemoje temperatūroje (Palstra ir Van den Thillart 2010).

Vandenyno srovių vaidmuo sidabrinių ungurių migracijos metu taip pat gali būti labai svarbus, tačiau jis niekada nebuvo kiekybiškai įvertintas (Béguer-Pon et al. 2016). Atsižvelgiant į šiuos migracijos neapibrėžtumus, energijos poreikio, reikalingo sėkmingai pasiekti Sargaso jūrą ir neršti, apskaičiavimas geriausiu atveju turėtų būti laikomas apytikslu vertinimu, kurio nepakanka tvirtoms išvadoms daryti.

Kita vertus, ICES (2012) atliko ungurių reprodukcinio potencialo vertinimą remiantis ungurių dydžiais ir sukauptomis riebalų atsargomis bei padarė išvadą, jog unguriai iš Baltijos jūros baseino turi didžiausią reprodukcinį potencialą pasiekę nerštavietes lyginant su pietinėmis arealo platumomis.

Dainio ir kt. (2018a) atlikto tyrimo rytų Lietuvoje su įžuvintais migruojančiais unguriais rezultatai rodo, kad bent 37 % ungurių, perkeltų iš Jungtinės Karalystės ar Prancūzijos daugiau kaip 2000 km ir paleistų į Lietuvos vidaus vandenį paskutinėje sidabrinimo stadijoje (SFV stadijos patelės ir SMII patinai), sukaupia pakankamas energijos atsargas riebaluose gonadų vystymuisi ir nerštinei migracijai į Sargaso jūrą, t. y. apie 7900 km. Likusiems 63 % ungurių galutinėje SFV ir SMII sidabrinimo stadijoje riebalų atsargos buvo nepakankamos, vidutiniškai jų trūko $2,5 \pm 0,9$ %. Tyrimo autoriai padarė apibendrinančią išvadą, jog trečdalis visų stadijų įžuvintų sidabrinių ungurių turėjo pakankamai energijos išteklių sėkmingai neršto migracijai ir gonadų brendimui. Likusiems dviem trečdaliams sidabrinių ungurių šiek tiek trūko energijos atsargų, tačiau migruodami pasroviui šie

unguriai buvo ankstyvosios sidabrinio neršto stadijos ir vis dar galėjo maitintis, kad padidintų raumenų audiniuose sukauptas riebalų atsargas.

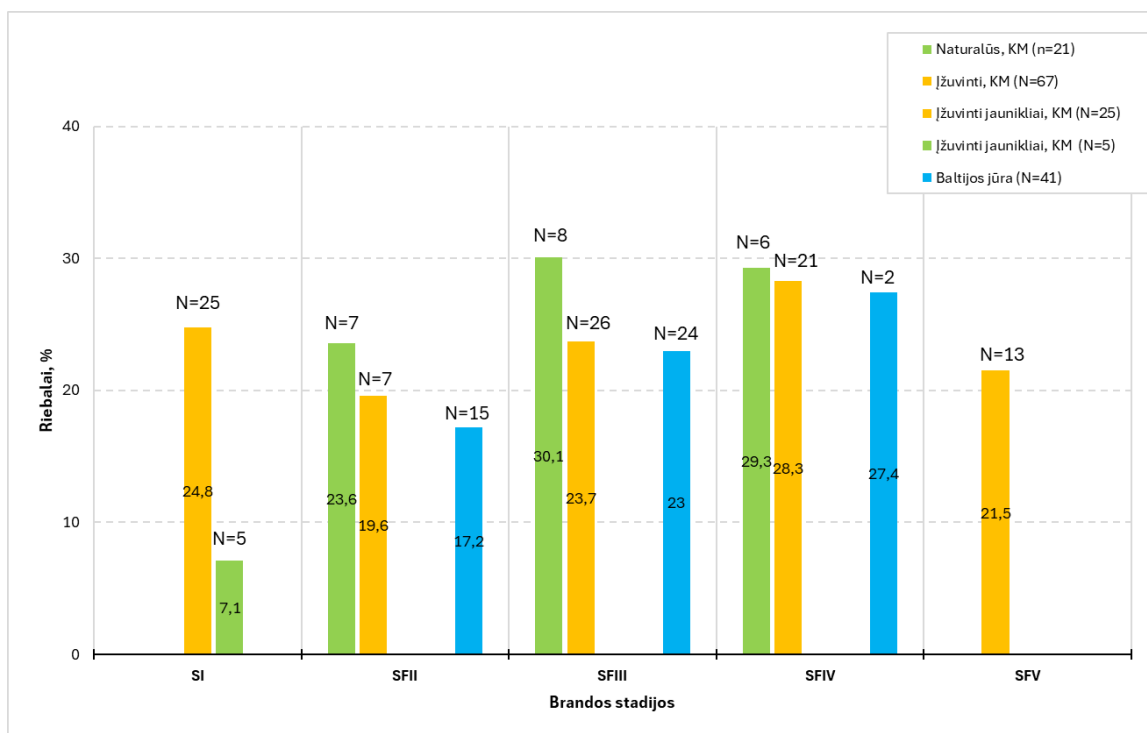
Ungurių plaukimo potencialas yra apskaičiuotas pagal Van Ginneken ir Van den Thillart (2000). Tyrimo autoriai nustatė, kad 60% lipidų yra sunaudojama gonadų vystymuisi, ungurių riebalų kaloringumas yra $10,68 \text{ kcal} \times \text{g}^{-1}$, o ungurių plaukimo energijos sąnaudos yra $0,137 \text{ Cal} \times \text{g}^{-1} \times \text{km}^{-1}$ (skaičiuojant drėgną svorį). Šio tyrimo kontekste migracijos atstumas nuo Ventės rago Kuršių mariose į numanomas nerštavietes Sargaso jūroje buvo apskaičiuotas apie 7700 km, remiantis Clevestam ir kt. (2011), kurie apskaičiavo, jog atstumas nuo Öresundo sąsiaurio Švedijoje iki nerštaviečių yra apie 6900 km. Prie šio skaičiaus buvo pridėtas 800 km atstumas, kurį unguriai turi įveikti, kad pasiektų Öresundą nuo mėginių paėmimo vietos ties Ventės ragu ir migruojant per Klaipėdos sąsiaurį.

Šio tyrimo metu nustatyta eilė įdomių aspektų (nors tyrimui naudotų ungurių imtis nedidelė). Nustatyta, jog natūraliai atmigravusių visų subrendimo stadijų „suaugėlių“ ungurių nustatytas riebalų kiekis statistiškai patikimai nesiskiria nuo įžuvintų „suaugėlių“ ungurių ($p > 0,05$, kai patikimumo lygmuo yra $p < 0,05$, 4.13-4.15 pav.); įžuvintų jauniklių riebalų kiekis nesiskiria ($p > 0,05$) nuo įžuvintų „suaugėlių“ ir natūraliai atmigravusių ungurių (visi yra „suaugėliai“). Tikėtina, kad įžuvinti jaunikliai (SI stadija), kaip ir natūralūs unguriai, gyvena gausiais maisto ištekliais pasižyminčiose Kuršių mariose kur yra geros mitybinės sąlygos įvairaus amžiaus unguriams, nenaudojo energijos migracijai iš Atlanto vandenyno link Kuršių marių ir buvo tiesiai įžuvinti labai produktyvias marias. Tuo tarpu, labai nedidelė imtis ($N=5$) natūraliai atmigravusių jaunų ungurių (SI stadija), turėjo stebinančiai mažas riebalų atsargas ir šis rodiklis statistiškai patikimai ($p < 0,05$) skyrėsi nuo visų lyginamųjų grupių – tiek įžuvinti jaunikliai, tiek sėslūs ar migruojantys skirtingos kilmės unguriai Kuršių mariose ar Baltijos jūroje buvo sukaukę daugiau energetinių atsargų (4.19 pav.). Baltijos jūroje sugauti unguriai (39 SFII-III stadijos ir 2 SFIV) turėjo statistiškai patikimai mažiau riebalų raumenyse lyginant su visais įžuvintais (SFII-III ir SFIV-V) bei natūraliais unguriais (SFII-III ir SFIV-V) ir netgi įžuvinti jaunikliai (SI) Kuršių mariose turėjo statistiškai patikimai daugiau riebalų nei unguriai iš Baltijos jūros (4.17, 4.19 pav.).

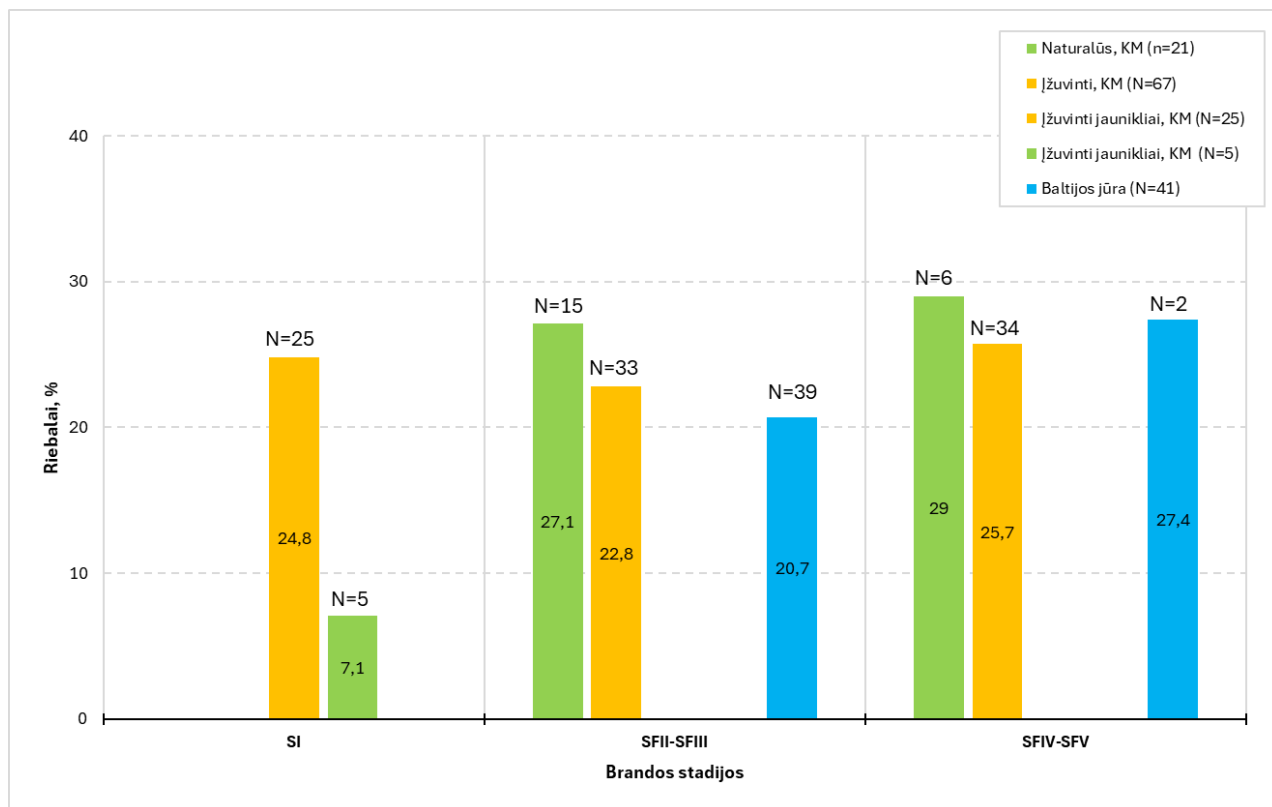
Kadangi dalis sidabrinų ungurių gali būti tik pramigruojantys pro marias, buvo įvertinta sėslios stadijos (SFII-SFIII), t. y. mariose gyvenančių ungurių energetinės atsargos, bei palyginta su tokios pačios stadijos unguriais iš Baltijos jūros. Palyginimas rodo, jog natūralūs unguriai mariose turi sukaukę statistiškai patikimai ($p < 0,05$) daugiau riebalų nei unguriai iš Baltijos jūros (4.18, 4.20 pav.). Nors šie natūralūs unguriai atrodo jog turi daugiau energetinių atsargų nei sėslūs įžuvinti unguriai, tačiau šis skirtumas nėra statistiškai patikimas ($p > 0,05$). Tai įdomus aspektas – atsižvelgiant į tai, jog

jauni natūralūs unguriai (SI) turi labai menkas energetines atsargas lyginant su jaunais įžuvintais unguriais, galima manyti, jog natūraliai migruojantys individai pasiekę produktyvias Kuršių marias palaiapsniui atstato energetines atsargas ir pagal šį rodiklį vėliau paveja ir įžuvintus ungurius.

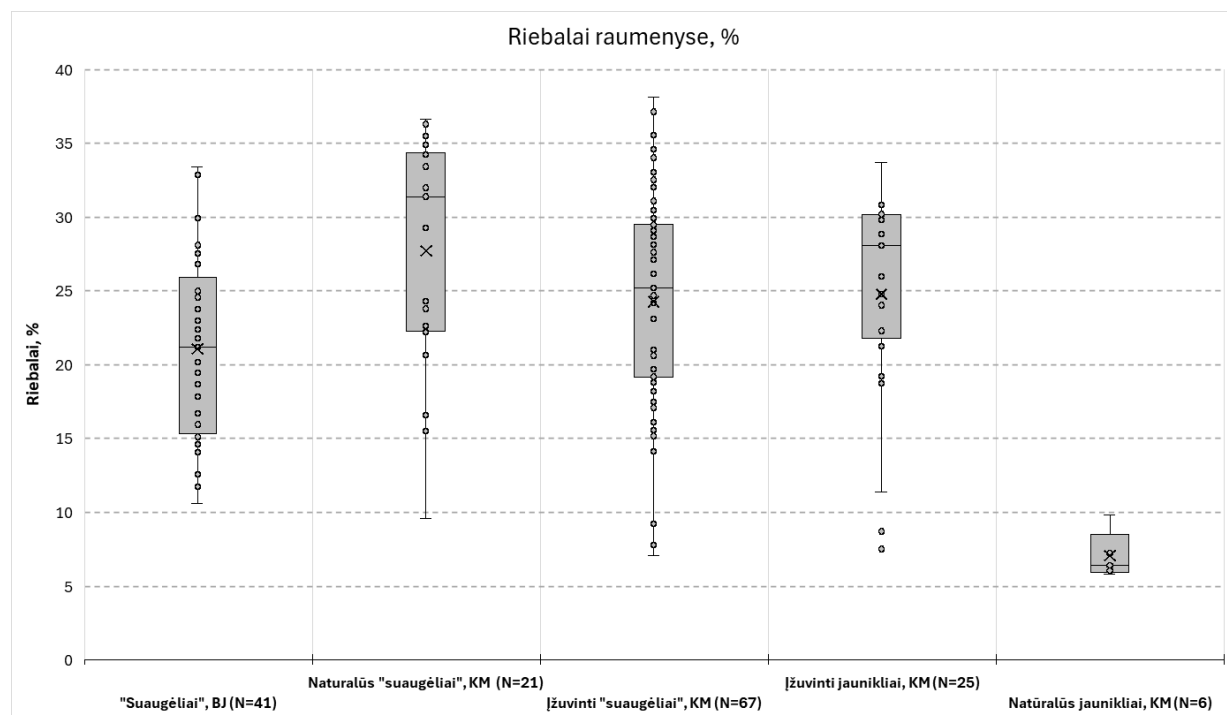
Lyginant sidabrinių ungurių sukauptas energetines atsargas taip pat nustatytas įdomus netikėtumas – SFV stadijos unguriai buvo sukaupę statistiškai patikimai ($p < 0,05$) mažiau energetinių atsargų nei tiek įžuvinti, tiek natūralūs SFIV stadijų unguriai (4.21 pav.). Reikia atkreipti dėmesį, jog šių SFV stadijos ungurių ir vidutinis svoris buvo mažesnis – 754 g, lyginant su SFIV įžuvintais (1249 g) bei natūraliais unguriais (1131 g, 4.3 lent.). Šiam reiškiniui paaiškinti galima daryti prielaidą, jog vėlyvos SFV sidabravimosi stadijos unguriai jau migruoja kuris laikas ir greičiausiai iš Lietuvos ežerų žemyninėje dalyje, o tuo tarpu SFIV unguriai tik pradeda sidabruotis ir yra gyvenę visą laiką Kuršių mariose. Jei ši prielaida yra teisinga, tai rodytų, jog unguriai ežeruose sukaupia ženkliai mažesnes energetines atsargas, galbūt dalį praranda dar migruodami iki Kuršių marių, jų vidutinis svoris yra mažesnis. Šiai hipotezei patikrinti reiktų atlikti kitų cheminių elementų mikrocheminę analizę (ne tik Sr ir Ca, bet ir pvz. Na, Mn, Mg) šių ungurių otolituose bei atlikti cheminės vandens sudėties mariose ir Lietuvos ežeruose palyginimą ir susieti su otolitų chemine sudėtimi atskiruose amžiaus tarpsniuose.



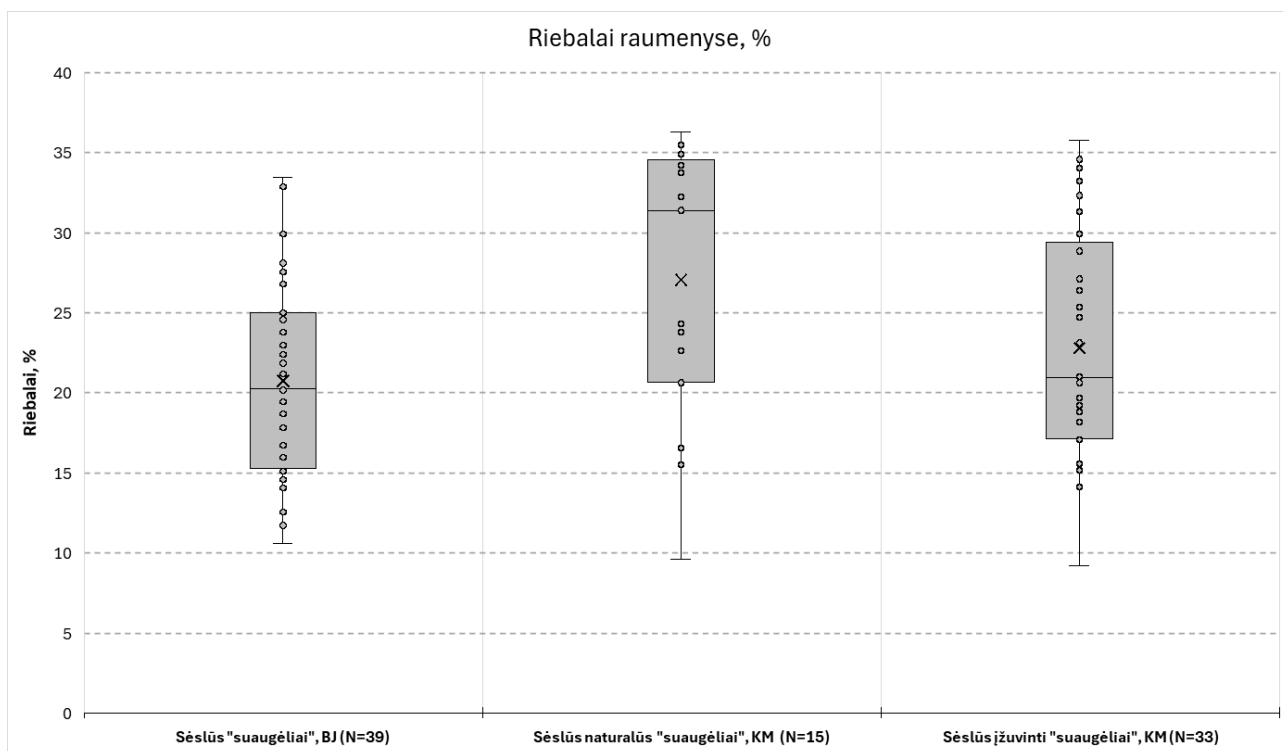
4.17 pav. Skirtingų brandos stadijų ir kilmės ungurių sukaupytų riebalų kiekis (proc.)



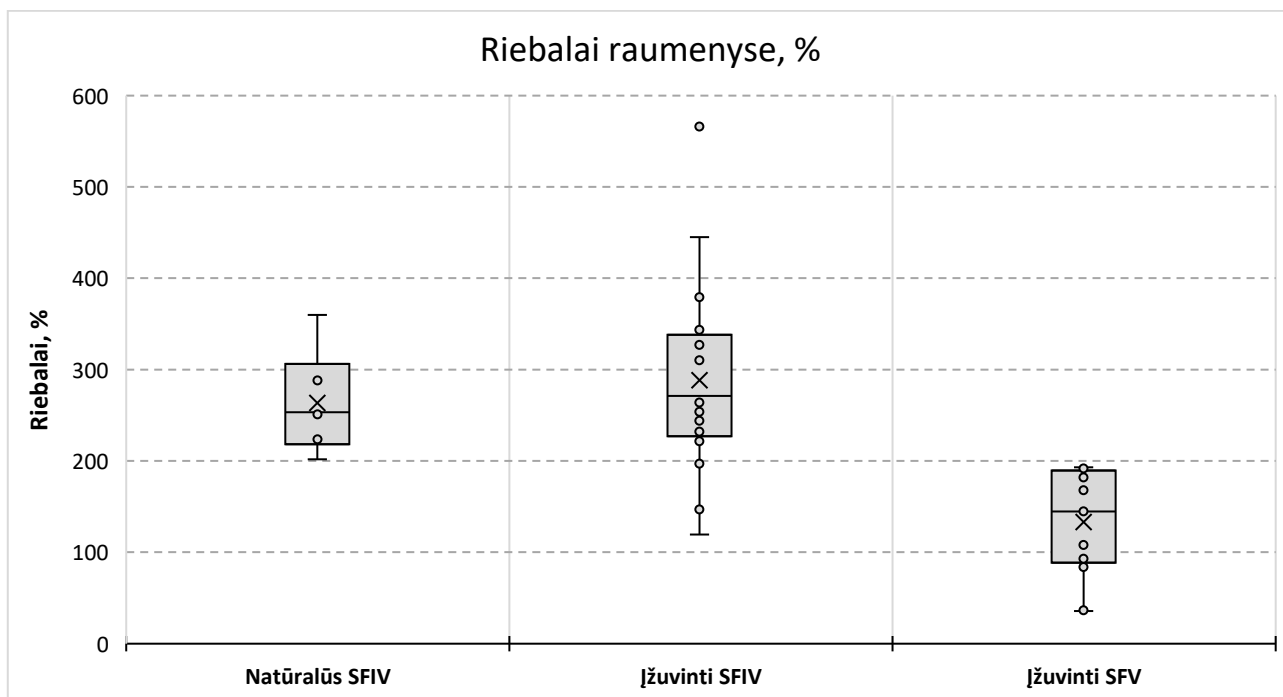
4.18 pav. Skirtingų brandos stadijų ir kilmės ungurių suskirstytų pagal sėslumo/migravimo pobūdį sukauptų riebalų kiekis (proc.)



4.19 pav. Skirtingos kilmės „suaugėlių“ ungurių iš Kuršių marių (sėslių ir migruojančių, KM), iš Baltijos jūros (BJ) bei jauniklių iš Kuršių marių (KM) sukauptų riebalų kiekis (proc.)



4.20 pav. Skirtingos kilmės sėslių „suaugėlių“ ungurių sukauptų riebalų kiekis (proc.)

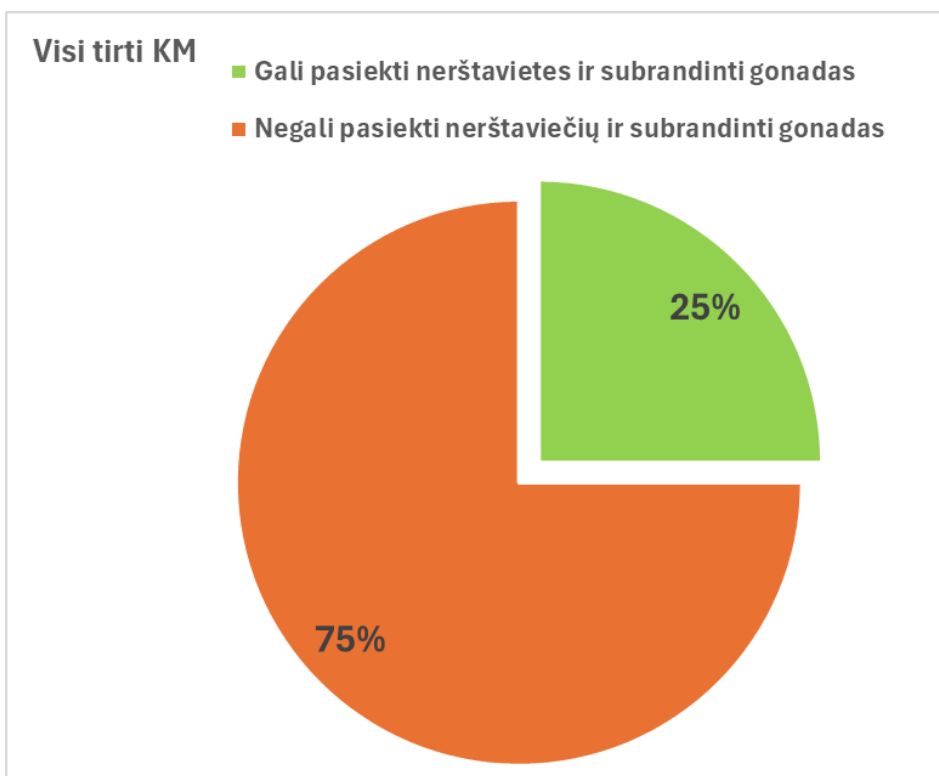


4.21 pav. Skirtingos kilmės ir sidabravimosi stadijos (SFIV ir SFV) migruojančių ungurių sukauptų riebalų kiekis (proc.)

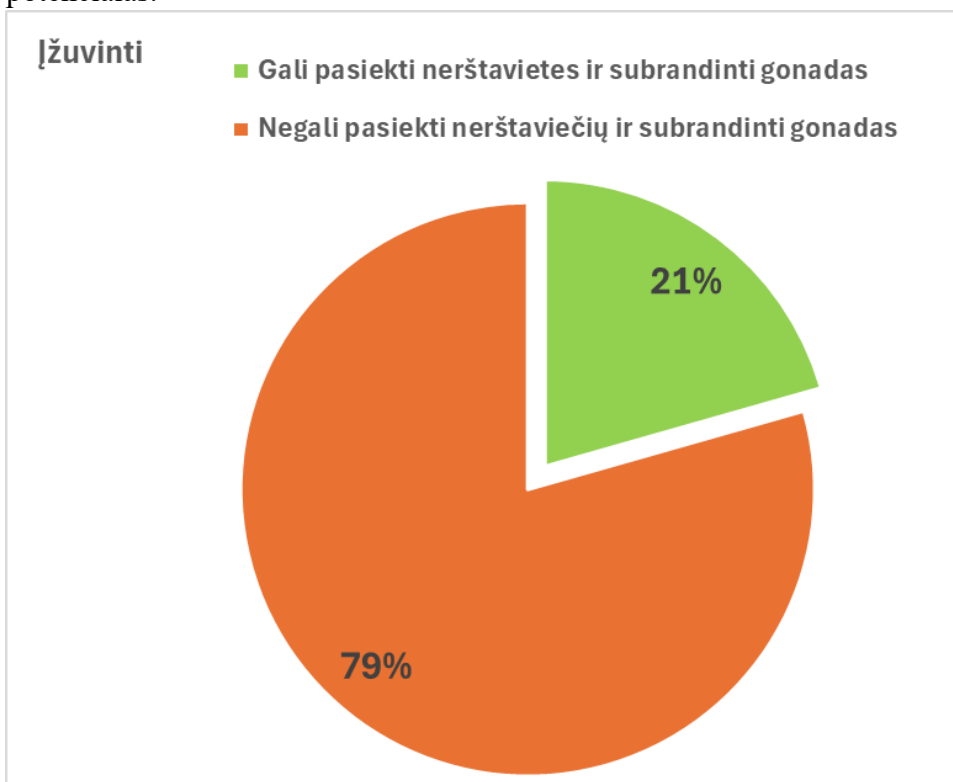
Vertinant tirtų sidabrinės stadijos ungurių (SFIV ir SFV) plaukimo potencialą nustatyta, jog iš 40 tokių ungurių 10 galėtų sėkmingai numigruoti į numanomų ungurių nerštaviečių akvatoriją ir subrandinti gonadas, jų tarpe 3 natūraliai atmigravę ir 7 įžuvinti unguriai (4.22 pav., 4.11 lent.). Labiausiai stebina tas faktas, jog iš 13 tirtų paskutinės stadijos (SFV) įžuvintų ungurių 12 turi energetinių atsargų trūkumą (1 turi pakankamai). Tačiau, kaip jau aptarta aukščiau, šie unguriai galimai migruoja iš Lietuvos žemyninės dalies ežerų, kur augimo sąlygos prastesnės, sukaupta mažiau energetinių atsargų, migruojančių ungurių vidutinis svoris mažesnis. Kita vertus, kaip jau minėta šios skyriaus įvade, sidabriniai unguriai net ir Danijos pakrantėse ne visada migruoja tiesiai į vandenyną, gali apsistoti Baltijos pakrantės zonoje, net SFV stadijoje maitintis (Aarestrup et al. 2008), sidabriniai unguriai, esantys nemaitinimosi stadijoje ir turintys mažai riebalų, gali laikinai sustabdyti migraciją, grįžti į maitinimosi stadiją iki kol jų riebalų atsargos taps pakankamos sėkmingai migracijai į neršto vietą (Svedäng ir Wickström 1997). Tad tikėtina, jog tokie SFV stadijos unguriai dar nemigruoja tiesiai į vandenyną, o migracijos metu dar maitinasi ir kaupia energetines atsargas.

Tuo pačiu metu 6 įžuvinti unguriai ankstesnėje sidabravimosi stadijoje (SFIV) galėtų sėkmingai pasiekti nerštavietes (15 trūksta tokių atsargų). Greičiausiai šie, ar dalis jų, ankstesnės sidabrinė ungurių brandos stadijos ungurių gyveno produktyvesnėse Kuršių mariose. Tirtų migruojančių ungurių imtis yra maža, tačiau iš 6 tirtų SFIV stadijos ungurių 3 galėtų pasiekti nerštavietes ir subrandinti gonadas (4.24 pav.). Subendrinus visus įžuvintus sidabrinius ungurius (SFIV ir SFV), 21% galėtų sėkmingai atlikti nerštinę migraciją, 79% atsargų trūksta (4.23 pav.). Subendrinus visus tirtus sidabrinius ungurius pagautus Kuršių mariose, sėkmingai neršto migraciją galėtų atlikti 25% tirtų ungurių (4.17 pav.). Tačiau, reikia turėti omenyje ir neaiškumus susijusius su ungurių nerštu bei nerštine migracija, kurie minėti skyriaus pradžioje – ungurių nerštavietės yra tik numanomos, jos nėra tiksliai žinomos, neaišku ar vandenyno srovės nepadedą migracijai, gali būti, jog migracija gilesniuose sluoksniuose dieną yra efektyvesnė, galiausiai, kaip minėta, migruojantys unguriai gali sustoti ir pasimaitinti iki sukaups pakankamas energetines atsargas. Tuo labiau, kad unguriai tyrimui sugauti Kuršių mariose, šių unguriams teks dar migruoti per Baltijos jūrą link Šiaurės jūros. Kaip minėta aukščiau - yra duomenų, kad iš gėlo vandens telkinių atkeliaavę sidabriniai unguriai yra mažiau subrendę nei tie, kurie yra Baltijos jūros sąsiauryje tarp Danijos ir Švedijos, galiausiai Limburg ir kt. (2003) nustatė, kad net ir pietinėje Baltijos jūros dalyje ties Danija unguriai turi mažiau riebalų nei sąsiauryje jungiančiame Baltijos ir Šiaurės jūras. Tad tikėtina, jog ir iš Kuršių marių išmigruojantys unguriai sukaups papildomas energetines atsargas druskėtoje Baltijos jūroje. Tačiau tai keičia

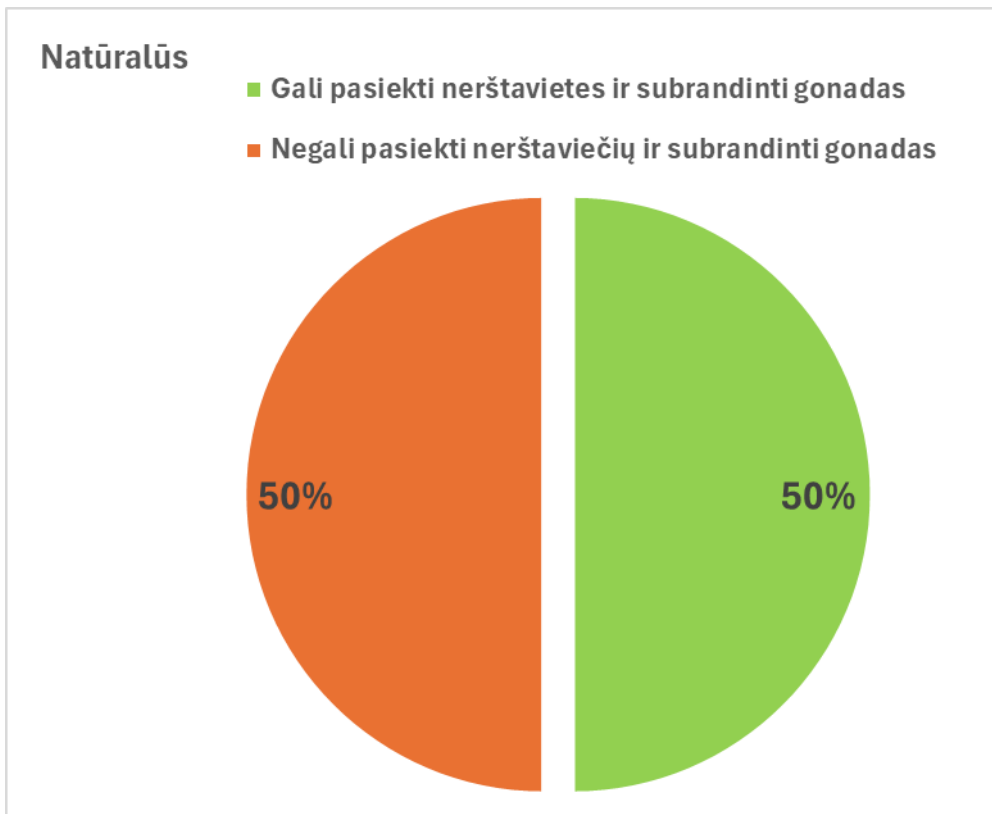
paradigmą, jog migruojantys unguriai nebesimaitina. Tikėtina, jog taip greičiausiai ir yra Atlanto vandenyne, tačiau Baltijos jūros baseine tai nėra griežtai negrįžtamas reiškinys.



4.22 pav. Visų tirtų sidabrinių ungurių (iš Kuršių marių; SFIV ir SFV; N=40) nerštinės migracijos potencialas.



4.23 pav. Tirtų migruojančių sidabrinių ungurių (SFIV ir SFV; N=34) nerštinės migracijos potencialas.



4.24 pav. Tirtų sidabrinių natūralių ungurių (SFIV ir SFV; N=6) nerštinės migracijos potencialas.

4.11 lentelė. Ungurių migracinis potencialas perskaičiavus sukauptas energetines atsargas į įveikiamą atstumą iki numanomų nerštaviečių akvatorijos.

Subrendimo stadija	Kilmė	Atstumas iki nerštaviečių akvatorijos – 7700 km	
		Nepasiekia, km	Pasiekia, km
SFIV	Natūralus		+1433
SFIV	Natūralus		+639
SFIV	Natūralus		+283
SFIV	Įžuvintas		+540
SFIV	Įžuvintas		+58
SFIV	Įžuvintas		+288
SFIV	Įžuvintas		+1168
SFIV	Įžuvintas		+1567
SFIV	Įžuvintas		+1812
SFV	Įžuvintas		+417
SFIV	Natūralus	-2120	
SFIV	Natūralus	-2157	
SFIV	Natūralus	-398	
SFIV	Įžuvintas	-338	
SFIV	Įžuvintas	-785	
SFIV	Įžuvintas	-1885	
SFIV	Įžuvintas	-1416	
SFIV	Įžuvintas	-2923	
SFIV	Įžuvintas	-2913	
SFIV	Įžuvintas	-346	
SFIV	Įžuvintas	-550	
SFIV	Įžuvintas	-99	
SFIV	Įžuvintas	-680	
SFIV	Įžuvintas	-745	
SFIV	Įžuvintas	-658	
SFIV	Įžuvintas	-1179	
SFIV	Įžuvintas	-1671	
SFIV	Įžuvintas	-2514	
SFV	Įžuvintas	-2514	
SFV	Įžuvintas	-603	
SFV	Įžuvintas	-3686	
SFV	Įžuvintas	-2873	
SFV	Įžuvintas	-441	
SFV	Įžuvintas	-920	
SFV	Įžuvintas	-5944	
SFV	Įžuvintas	-5754	
SFV	Įžuvintas	-3329	
SFV	Įžuvintas	-3342	
SFV	Įžuvintas	-810	

IŠVADOS

1. Atliekant tyrimą pagal subrendimo stadijas sugauti unguriai suskirstyti: 13,8% jaunikliai (SI), sėslūs geltonieji unguriai sudarė pagal brendimo stadijas SFII ir SFIII atitinkamai 17,9% ir 39,9%, SFIV ir SFV stadijų sidabriniai unguriai – atitinkamai 18,3% ir 9,6%. Tyrimo metu pagautas tik vienas patinas - 0,5% nuo visos tyrimo imties.
2. Atliktas tyrimas parodė, kad Kuršių marių ungurių populiacijoje, kartu imant ir per marias migruojančius ungurius, dominuoja įžuvinti individai (78 %), natūraliai atmigravę sudaro tik 22 %.
3. Geltonojo ungurio stadijos (sėslių) individų grupėje natūraliai atmigravę sudaro 26 %, o įžuvinti – 74 %. Tai rodo, kad net sėsloje marių ungurių bendrijoje dominuoja įžuvinti unguriai ir tai yra didelis pokytis lyginant su ankstesniu tyrimu atliktu prieš maždaug du dešimtmečius, kai 80% ungurių Kuršių mariose buvo natūraliai atmigravę ir tik 20% įžuvinti. Šie pokyčiai sąlygoti ungurių įžuvinimų vandens telkiniuose susisiekiančiuose su Kuršių mariomis ir menku natūralių išteklių pasipildymu.
4. Jauniklių grupėje (SI stadija) įžuvinti unguriai sudaro 83 %, natūraliai atmigravę – tik 17 %. Tai taip pat indikuoja intensyvų įžuvinimą ir menką natūralų išteklių pasipildymą. Nors aptikti natūraliai atmigravę jaunikliai rodo, kad natūralus pasipildymas egzistuoja, jo mastas yra labai ribotas.
5. Migruojančių sidabrinų ungurių grupėje natūraliai atmigravę unguriai sudaro vos 14 %, o likę 86 % – įžuvinti. Taigi, įžuvinti unguriai migruojantys iš Lietuvos sudaro pagrindinį indėlį neršto migracijoje į Atlanto vandenyną ir tai yra dėka atliktų įžuvinimo darbų. Jei jie nebūtų vykdomi, iš Lietuvos vandenų neršti išmigruotų itin mažas kiekis ungurių, šalis artimiausiais dešimtmečiais nepasiektų nacionaliniame UVP numatyto tikslo dėl 35 tonų ungurių išmigravimo neršti iš Lietuvos teritorijos.
6. Morfofiziologinių parametrų vertinimas parodė, jog natūralių ungurių Kuršių mariose geltonojo ungurio stadijoje ilgis ir svoris yra didesnis nei įžuvintų, tačiau skirtumai nėra statistiškai patikimi. Baltijos jūros unguriai turi mažesnę ilgį ir svorį, bet aukštesnę HSI, o tai gali indikuoti mitybos sudėties skirtumus. SFV stadijos įžuvinti unguriai turi mažesnę svorį, GSI ir HIS, K_F nei SFIV įžuvinti ar natūralūs unguriai, ir tai galima paaiškinti SFV stadijos ungurių augimu ir brendimu mažiau produktyviose kontinentinės Lietuvos dalies vandens telkiniuose, be to dalis energetinių atsargų galėjo būti prarasta migruojant iki Kuršių marių.
7. Įžuvintų jauniklių morfofiziologiniai rodikliai yra aukštesni nei natūraliai atmigravusių. Tai rodo, kad įžuvintiems nereikėjo migruoti eikvojant energetines atsargas, jie iškart pateko į produktyvų vandens telkinį, o natūraliai migruojantys eikvojo energiją plaukdami iki Kuršių marių. Vėlesnių gyvenimo stadijų morfofiziologiniai rodikliai rodo, jog natūraliai atmigravę unguriai vėliau paveja įžuvintus ar net lenkia.

8. GSI didėja nuo SI iki SFV, tačiau SFV įžuvintų ungurių GSI nesiekia pažengusio sidabrėjimo ribos (2,5), tad greičiausiai šiems unguriams dar teks lėtinti migraciją iki GSI pasieks atitinkamą lygį, galbūt net maitintis jei ne Kuršių mariose tai Baltijos jūroje prieš išplaukiant į Atlanto vandenyną.
9. Amžiaus tyrimas parodė keletą tendencijų. Įžuvinti unguriai pasižymi platesniu amžiaus diapazonu ir didesniu vidutiniu amžiumi, tačiau augimas statistiškai patikimai nesiskiria lyginant su natūraliais. Natūralūs unguriai rodo nuoseklesnę augimą ir didesnę svorį tam pačiam amžiui. Įžuvintų ungurių augimo kreivė rodo lėtėjimą po 10 m., tai iš dalies natūralu, bet gali būti susiję ir su iš kontinentinės šalies dalies vandens telkinių atmigruojančiais įžuvintais sidabriniais unguriais, kurie lėčiau auga mažiau produktyviuose vandens telkiniuose ir ypač vyresniame amžiuje.
10. Vertinant įžuvintų ungurių amžių nustatyta, jog daugiausiai tirtų įžuvintų ungurių buvo išleista į gėlus vandenį 2014-2015, taip pat 2018-2020 m.
11. Tyrimas parodė statistiškai reikšmingą skirtumą tarp trijų ungurių grupių pagal užsikrėtimą įvairiais parazitais. Įžuvinti unguriai iš Kuršių marių buvo labiau užsikrėtę parazitais nei Baltijos jūros unguriai, o natūralūs unguriai iš Kuršių marių užėmė tarpinę padėtį. Įžuvinti unguriai pasižymėjo didžiausiu užsikrėtimo lygiu daugeliu parazitų grupių, ypač *Monogenea*, *Diplostomum* sp., *Anguillicoloides crassus* ir įvairiais nematodais. Tai rodo, kad laikymas akvakultūroje ir uždari gėlo vandens telkiniai sudaro palankias sąlygas parazitų plitimui įžuvintų ungurių grupėje.
12. Baltijos jūros unguriai turėjo mažiausią užsikrėtimo dažnį ir intensyvumą – tai sietina su druskingo vandens aplinka, ribojančia parazitų vystymąsi. Nors vidutinis parazitų kiekis užsikrėtusiuose individuose tarp natūralių ir įžuvintų ungurių statistiškai nesiskyrė ($p > 0,05$), įžuvintuose dažniau aptikta didesnė parazitų įvairovė ir gausumas.
13. Didžiausią žinomą neigiamą poveikį unguriams darantis parazitas - plaukimo pūslės nematodas (*Anguillicoloides crassus*)s buvo labiausiai paplitęs įžuvintų ungurių grupėje (73 %), vidutiniškai natūraliuose (56,5 %) ir ženkliai mažiau Baltijos jūroje (22,5 %). Užsikrėtimo intensyvumo tendencija buvo analogiška, atitinkamai 11,1, 8,6, 2,1 parazito vienam užsikrėtusiam unguriui. Tai patvirtina hipotezę, kad lagūnos tipo gėlavandeniai telkiniai yra palankiausi šio parazito gyvenimo ciklui.
14. AngHV-1, kartu su kitais virusais (EVE, EVEX), gali neigiamai paveikti ungurių migraciją į nerštavietes Sargaso jūroje, mažinti išgyvenamumą ir kelti grėsmę atkūrimo programų sėkmei. Virusologinis tyrimas parodė, kad *Herpesvirus anguillae* (AngHV-1) yra paplitęs tiek Kuršių marių, tiek Baltijos jūros ungurių populiacijose – užsikrėtę buvo 22 % tirtų individų. Tai rodo, kad virusas jau yra įsitvirtinęs natūralioje populiacijoje. Virusas nustatytas visose ungurių brendimo stadijose – nuo jauniklių (SI) iki migruojančių sidabrinų ungurių (SFIV–V). Didžiausias užsikrėtimo dažnis

fiksuotas sidabrinių ungurių stadijoje (iki 37,5 %), mažiausias – geltonojo ungurio stadijoje (SFIII – 17,2 %).

15. Hipotezė, kad įžuvinti unguriai bus pagrindiniai viruso nešiotojai, nepasitvirtino – užsikrėtimo dažnis šioje grupėje buvo panašus į natūralių ungurių. Taip pat nepasitvirtino prielaida, jog natūraliai atmigravę unguriai bus neužsikrėtę – virusas aptiktas ir šioje grupėje. Baltijos jūros unguriuose užsikrėtimo dažnis buvo mažesnis nei Kuršių mariose, tačiau infekcijos atvejai fiksuoti ir čia, kas rodo galimą viruso plitimą ir jūroje. Gali būti, kad dalis įžuvintų ungurių išmigruoja į Baltijos jūrą iš Kuršių marių ir taip perneša virusus. Vokietija ungurius įžuvina Baltijos jūros priekrantėje, Lenkija – Aistmarėse, Rusija taip pat atiko įžuvinimus į Aistmares bei 2024 m. į Kuršių marias, tad neatmestina, kad virusai taip išplinta ir Baltijos jūros ungurių bendrijoje.

16. Kuršių marių unguriai (įžuvinti ir natūralūs) yra sukaukę daugiau energetinių atsargų (riebalų) nei Baltijos jūros unguriai ($p < 0,05$), ir tai rodo geresnes mitybos sąlygas lagūnos tipo telkiniuose. Įžuvinti jaunikliai (SI) turėjo daugiau riebalų nei natūraliai atmigravę unguriai (SI), kurie pasižymėjo mažiausiomis atsargomis – greičiausiai energija intensyviai buvo naudojama migracijos metu. Natūraliai atmigravę unguriai vėliau (SFIII-SFIV stadijose) pagal šį rodiklį paveja ar net lenkia įžuvintus.

17. 25 % tirtų sidabrinių ungurių galėtų pasiekti nerštavietes ir subrandinti gonadas; daugumai trūksta 2–6 % riebalų atsargų, tačiau atliktos kitos studijos rodo, kad net SFV unguriai dar gali maitintis ir kaupti atsargas Baltijos jūroje prieš išplaukiant į Atlanto vandenyną.

18. SFIV stadijos unguriai sukaukę daugiau riebalų nei SFV; tikėtina, kad šie vėlyvos sidabravimosi stadijos individai migruoja iš Lietuvos kontinentinės dalies vandens telkinių kur mitybinės sąlygos yra prastesnės, praranda dalį energetinių atsargų iki pasiekia Kuršių marias.

REKOMENDACIJOS

Atsižvelgiant į tyrimo metu surinktus duomenis bei atliktą jų analizę rekomenduojame:

- Apsidraudžiant, kaip rekomendavo ICES 2008, siekiant išlaikyti genetinę vietinės Kuršių marių ungurių populiacijos struktūrą, jei tokia egzistuoja, bei išvengti parazitų ar ligų išplitimo, nežuvininti ungurių vandens telkiniuose, kurie yra nedideliu atstumu iki Kuršių marių (pvz., Krokų lankos ežeras; iki 50 km). Taip pat reikalinga užtikrinti kontrolę dėl neoficialių įžuvinimų, pagal galimybes derinant šiuos veiksmus ir su kaimyninėmis šalimis – tokie įžuvinimai gali keisti populiacijos struktūrą, išplatinti parazitus, virusus, ligas. Bendradarbiauti su Baltijos regiono šalimis dėl ungurių perkėlimo kontrolės ir bendrų biosaugos standartų.
- Vykdam įžuvinimus reikalinga ypatingą dėmesį atkreipti į vandens telkinių trofiškumą, vengti žuvininti į mažamaisčius vandens telkinius, kadangi tyrimas rodo, jog dalis vėlyvos sidabravimosi stadijos (SFV) ungurių per Kuršių marias migruoja su gana žemais morfofiziologiniais rodikliais, dažnai sukaupe ribotas riebalų atsargas sėkmingai nerštinei migracijai.
- Vengti įžuvinimo telkiniuose, kuriuose jau nustatytas didelis parazitų paplitimas. Tam reikalingas parazitologinė vandens telkinių stebėseną. Rekomenduojame sukurti nuolatinę apsikrėtimo parazitais stebėsenos sistemą Kuršių mariose, Baltijos jūroje ir vidaus vandenyse, periodiškai tikrinti įžuvinimų ir natūralių ungurių sveikatos būklę.
- Prieš įžuvinimą reikia vengti perlaikymo akvakultūroje, nes tai gali lemti lėtesnį augimą, sudaryti sąlygas išplisti parazitams ir ligoms ekosistemoje.
- Ungurių kilmės stebėseną Kuršių mariose ir jūros priekrantės vandenyse įvertinant įžuvinimo poveikį populiacijos struktūrai atlikti reguliariau (kas 3 metus). Tai reikalinga išteklių valdymo, išteklių atkūrimo strategijai efektyvinti ir koreguoti. Taip pat turėtų būti įdiegta ir reguliari morfofiziologinių rodiklių stebėseną (ilgis, svoris, GSI, HSI, K_F , amžius ir augimas) Kuršių mariose, Baltijos jūroje vidaus vandens telkiniuose.
- Reikalinga Lietuvoje įdiegti privalomą parazitologinę patikrą prieš išleidžiant ungurius į natūralius vandens telkinius. Taip pat reikalinga įdiegti privalomą AngHV-1 (sukūrus diagnostines metodikas ir EVE ir EVEX) virusų tyrimą prieš išleidžiant ungurius į vidaus vandenį, užtikrinti, kad akvakultūros ūkiuose būtų taikomos biosaugos priemonės ir virusų kontrolės protokolai. Sukurti nuolatinę virusų stebėsenos sistemą Kuršių mariose, Nemuno žemupyje ir Baltijos jūroje.
- Siekiant apsaugoti neršti migruojančius sidabrinus ungurius, žvejybos ribojimas galėtų būti taikomas jau rugpjūčio mėnesį ir vėliau rudenį.

NAUDOTA LITERATŪRA

- Aarestrup K., Thorstad E.B., Koed A., Jepsen N., Svendsen J.C., Pedersen M.I. et al. 2008. Survival and behaviour of European silver eel in late freshwater and early marine phase during spring migration. *Fish Manag Ecol* 15:435–440. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2400.2008.00639.x>
- Aarestrup K., Økland F., Hansen M., Righton D., Gargan P., Castonguay M. et al. 2009. Oceanic spawning migration of the European eel (*Anguilla anguilla*). *Science* 325:1660. <https://doi.org/10.1126/science.1178120>
- Anderson S. 2004. Soxtec: Its principles and Applications. In: Luthria DL (ed) *Oil Extraction and Analysis. Critical Issues and Competitive Studies*. AOCS Publishing, pp 11-25.
- Aplinkos ministerijos Jūrinių tyrimų centras. 2007. Aktualiausių tarpinių ir pakrantės vandenų valdymo ir apsaugos problemų apžvalga. Tarpinių ir pakrantės vandenų būklė. Klaipėda, 36 p.
- Aplinkos ministerijos Jūrinių tyrimų centras. 2009. 2008 metų valstybinio aplinkos monitoringo ataskaita.
- Ashworth S.T. ir Blanc C. 1997. *Anguillicola crassus*, a recently introduced aggressive coloniser of European Eels stocks. *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture* 344/345: 335-342.
- Beguer-Pon M., Benchetrit J., Castonguay M., Aarestrup K., Campana S.E., Stokesbury M.J.W., Dodson J.J. 2012. Shark predation on migrating adult American eels (*Anguilla rostrata*) in the Gulf of St. Lawrence. *PLoS One* 7(10): e46830. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0046830>
- Béguier-Pon M., Shan S., Thompson K.R., Castonguay M., Sheng J., Dodson J.J. 2016. Exploring the role of the physical marine environment in silver eel migrations using a biophysical particle tracking model. *ICES J Mar Sci* 73:57–74. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsv169>
- Bergmann A., 1970. Aale gehen an Land. *Allg. FischZtg.* 95, 408-401, 440-443, 510-511, 538-541, 566-569.
- van Beurden S. J., van Tellingen J., Voorbergen-Laarman A. M., Roozenburg I., Haenen O.L.M., Engelsma M.Y. 2012. Development, optimization and validation of a TaqMan probe based real-time PCR assay for the detection of anguillid herpesvirus 1. 57 pp. ISBN: 978-94-6108-325-8, 57.
- Bilys S, Gužauskas R, Jakštas L, Kairys L, Kasiulis E, Punys P, Sabaliauskas A, Sabaliauskas L, Tornau V. 2017. *Mažoji hidroenergetika*. Vilnius: Trys žvaigždutės, 208 p.
- Boëtius J., 1967. Experimental indication of lunar activity in European silver eels, *Anguilla anguilla* (L.). *Meddr Danm. Fisk. og Havunders.* 6, 1-6.
- Bruslé J. 1994. L'anguille Européenne, *Anguilla anguilla*, un poisson sensible aux stress environnementaux et vulnérable à diverses atteintes pathogènes. *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture* 335:237-260.
- Clevestam P., Wickström H. 2008. Save the eel and the eel fisheries – a national contribution to a European management plan. Final report from the pilot project of the Foundation for Fisheries development (in Swedish). Swedish Board of Fisheries.
- Clevestam P., Ogonowski M., Sjöberg N.B., Wickström H. 2011. Too short to spawn? Implications of small body size and swimming distance on successful migration and maturation of the European eel *Anguilla anguilla*. *J. Fish. Biol.* 78: 1073–1089. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2011.02920.x>
- Couillard C.M., Verreault G., Dumont P., Stanley D., Threader R.W. 2014. Assessment of Fat Reserves Adequacy in the First Migrant Silver American Eels of a Large-Scale Stocking Experiment. *North American Journal of Fish Management* 34: 802–813. doi:10.1080/02755947.2014.920738
- Crean S.R., Dick J.T.A., Evans D.W., Rosell R.S., Elwood R.W. 2005. Survival of juvenile European eels (*Anguilla anguilla*) transferred among salinities, and developmental shifts in their salinity preference. *J. Zool.*, 266, 11–14.

- Creutzberg F., 1961. On the orientation of migrating elvers (*Anguilla vulgaris* Turt.) in tidal area. *Neth. J. Sea Res.* 1, 257-338.
- Dainys J., Stakėnas S., Gorfine H., Ložys L. 2017. Silver eel, *Anguilla anguilla* (Linnaeus, 1758), migration patterns in lowland rivers and lagoons in the North-Eastern region of their distribution range. *Journal of Applied Ichthyology*, 33: 918–924. DOI: 10.1111/jai.13426
- Dainys J., Gorfine H., Šidagytė E., Jakubavičiūtė E., Kirka M., Pūtys Ž., Ložys L. 2018a. Are Lithuanian Eels Fat Enough To Reach The Spawning Grounds? *Environmental Biology of Fishes* 101 (1): 127-136. DOI: 10.1007/s10641-017-0686-y
- Dainys J., Stakėnas S., Gorfine H., Ložys L. 2018b. Mortality of Silver Eels Migrating Through Different Types of Hydropower Turbines in Lithuania. *River Research and Applications*, 34: 52–59. DOI: 10.1002/rra.3224.
- Dębowski P., Bernaś R., Skóra ME, Morzuch J. 2016. Mortality of silver eel (*Anguilla anguilla*) migrating downstream through a small hydroelectric plant on the Drawa River in northern Poland. *Archives of Polish Fisheries* 24(1): 69-75.
- Durif C., Dufour S., Elie P. 2005. The silvering process of *Anguilla anguilla*: a new classification from the yellow resident to the silver migrating stage. *J Fish Biol* 66:1025–1043. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2005.00662.x>
- Durif C., Guibert A., Elie P. 2009. Morphological discrimination of the silvering stages of the European eel. In: Casselman JM, Cairns DK (eds) *Eels at the edge: science, status, and conservation concerns*. American Fisheries Society Symposium 58, Bethesda, Maryland, pp. 103-111
- Egusa S. 1979. Notes on the culture of the European eel (*Anquilla anquilla* L.) in Japanese eel-farming ponds. *Rapp. p.-v. Reun. Cons. int. Explor. Mer.* 174: 51-58.
- Fricke H., Käse R., 1995. Tracking of artificially matured eels (*Anguilla anguilla*) in the Sargasso Sea and the problem of the eel's spawning site. *Naturwiss.* 82: 32-36.
- Frost W. E., 1950. The eel fisheries of River Bann, Northern Ireland and observations on the age of the silver eels. *J. Cons. Perm. Int. Explor. Mer* 16: 358-383.
- Hain, J.H.W. 1975. Migratory orientation in the American eel. Ph.D. Thesis, University of Rhode Island, Kingston. 126 pp.
- Haro A., Richkus W., Whalen K., Hoar A., Busch W.-D., Lary S., Brush T. ir Dixon W. (2000). Population decline of the American Eel: implications for research and management. *Fisheries management* 25(9): 7-15.
- Holmgren K., Mosegaard H. 1996. Implications of individual growth status on the future sex of the European eel. *J. Fish Biol.* 49: 910-925.
- Holmgren K., Wickström H., Clevestam P., 1997. Sex related growth of European eel, *Anguilla anguilla*, with focus on median silver eel age. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 54.
- ICES. 2003. Report of the EIFAC/ICES Working Group on Eels from the meeting in Spain, 7-11 October 2003. ICES CM 2004/ACFM. 09: 210 pp.
- ICES. 2006. Report of the 2006 Session of the Joint EIFAC/ICES Working Group on Eels. ICES CM2006/ACFM, 16: 352p.
- ICES. 2008. Report of the 2008 session of the Joint EIFAC/ICES Working Group on Eels. Belgium, 3–9 September 2008.
- ICES. 2012. Report of the 2012 session of the Joint EIFAAC/ICES Working Group on Eels (WGEEL) and Country Reports 2011–2012. ICES Expert Group reports (until 2018). Report. <https://doi.org/10.17895/ices.pub.19281383.v1>
- Karlsson L., 1984. Migration of European silver eels, *Anguilla anguilla*. *Acta Univ. Uppsaliensis, Abstracts of Uppsala Dissertations from the Faculty of Science*, 754 pp.

- Kennedy C.R., Fitch D.J. 1990. Colonisation, larval survival and epidemiology of the nematode *Anguillicola crassus*, parasitic in the eel *Anguilla anguilla*, in Britain. *Journal of Fish Biology* 36:117-131.
- Krause P. H., 1961. Aale legen Röhren an. *Fisch u. Fang*, 2, 42.
- Kuhlmann H., 1975. Der Einfluß von Temperatur, Futter, Größe und Herkunft auf die sexuelle Differenzierung von Glasaalen (*Anguilla anguilla*). *Helgoländer wiss. Meeresunters.* 27: 139-155.
- Larinier, M. and Travade, F. 2002. Downstream migration: problems and facilities. *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture* 364: 181–210.
- Lietuvos hidroenergetikų asociacija. 2011. Lietuvos hidroenergetika.
- Limburg K.E., Wickstrom H., Svedang H., Elfman M., Kristiansson P. 2003. Do stocked freshwater eels migrate? Evidence from the Baltic suggests "yes". *Am Fish S S* 33:275–284
- Lin YJ, Ložys L, Shiao JC, Iizuka Y, Tzeng WN. 2007. Growth differences between naturally recruited and stocked European eel *Anguilla anguilla* from different habitats in Lithuania. *J Fish Biol* 71:1773-1787. doi:10.1111/j.1095-8649.2007.01642.x
- Lin, Y.-J., Shiao, J.-C., Ložys, L., Plikshs, M., Minde, A., Iizuka, Y., Rashal, I. and W.-N. Tzeng. 2009. Do otolith annular structures correspond to the first freshwater entry for yellow European eels *Anguilla anguilla* in the Baltic countries? *Journal of Fish Biology* 75: 2709-2722.
- Lin, Y. J., Shiao, J. C., Plikshs, M., Minde, A., Iizuka, Y., Rashal, I. & Tzeng, W. N. 2012. Otolith Sr:Ca ratios as natural mark to discriminate the restocked and naturally recruited European eels in Latvia. In *Advances in Fish Tagging and Marking Technology* (McKenzie, J., Parsons, B., Seitz, A., Kopf, R. K., Mesa, M., and Phelps, Q., eds), pp. 439 – 452. American Fisheries Society Symposium 76 p.
- Lindroth A., 1979. Eel catch and lunar cycle on the Swedish east coast. *Rapp.p.-v. Reun. Cons. Int. Explor. Mer* 174: 124-124.
- Ložys, L. 2003. Seasonal migrations of pikeperch (*Sander lucioperca* L.) from the Curonian Lagoon to the Baltic Sea and advantages of the phenomenon. *Acta Zoologica Lituanica* 13(2): 188–194.
- Ložys L., 2004. Europinių ungurių (*Anquilla anquilla* (L.)) natūralios įmigracijos į Baltijos jūros Lietuvos priekrantę ir gėlus vandenis įvertinimas. Autorinio darbo ataskaita. Vilnius, 155 p.
- McCleave J.D. 1993. Physical and behavioural controls on the oceanic distribution and migration of leptocephali. *Journal of Fish Biology* 43 (supplement A): 243–273. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1993.tb01191.x>
- Palstra A.P., Van den Thillart G. 2010. Swimming physiology of European silver eels (*Anguilla anguilla* L.): energetic costs and effects on sexual maturation and reproduction. *Fish Physiol Biochem* 36:297–322. <https://doi.org/10.1007/s10695-010-9397-4>
- Philibert J., Tixier R. (1968). Electron penetration and the atomic number correction in electron probe microanalysis. *Brit. J. Appl. Phys.* (1): 685-694. ISSN: 00223727.
- Poole, W. R., Reynolds, J. D. & Moriarty, C. (2004). Early post-larval growth and otolith patterns in the eel *Anguilla anguilla*. *Fisheries Research* 66: 107–114.
- Rudsike W., 1960. Aale haben keinen "Wassersinn"! *Fisch u. Fang* 1: 153-154.
- Schmidt J. 1912. Danish researches in the Atlantic and Mediterranean on the life-history of the freshwater eel (*Anguilla vulgaris* Turt). *Int. Revue ges. Hydrobiol.* 5: 317-342.
- Schmidt J. 1923. Breeding places and migration of the eel. *Nature* 111:51–54.
- Shiao, J. C., L. Ložys, Y. Iizuka, and W. N. Tzeng. 2006. Migratory patterns and contribution of stocking to the population of European eel in Lithuanian waters as indicated by otolith Sr:Ca ratios, *Journal of Fish Biology* 69:749– 769.

- Souza J.J., Poluhovich J. J., Guerra J. G., 1988. Orientation responses of American eels, *Anguilla rostrata*, to varying magnetizing fields. *Comp. Biochem. Physiol.* 90A(1): 57-61.
- Svedäng H., Wickström H. 1997. Low fat contents in female silver eels: indications of insufficient energetic stores for migration and gonadal development. *Journal of Fish Biology* 50: 475–486. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1997.tb01943.x>
- Tesch F.-W. ir Wegner G., 1990. The distribution of small larvae of *Anquilla* sp. related to hydrographic conditions 1981 between Bermuda and Puerto Rico. *Int. Revue ges. Hydrobiol.* 75: 845-858.
- Tesch F.W., 1977. *The Eel. Biology and Management of Anguillid Eels.* Chapman and Hall, London, UK. 434 pp.
- Tesch F.-W., 1995. Vertical movement of migrating silver eels (*Anguilla anguilla*) in the sea. *Bull. Sea Fish. Int.* 2(135): 24-30.
- Tesch F.W., 2003. *The Eel.* Edited by J. E. Thorpe. Fifth edition. Blackwell Publishing, Oxford, UK. 408 pp.
- Tesch F.-W., Westerberg H., Karlsson L., 1991. Tracking studies on migrating silver eels in the Central Baltic. *Meeresforsch* 35: 193-196.
- Thillart G.V.D., Palstra A., Ginneken V.V. 2007. Simulated migration of European eel; swim capacity and cost of transport. *Journal of Marine Science and Technology* 15 (5): Article 1. DOI: 10.51400/2709-6998.2053
- Tsukamoto K., 1992. Discovery of spawning area for Japanese Eel. *Nature* 356 (6372): 789-791.
- Van Ginneken V., van den Thillart G. 2000. Physiology: eel fat stores are enough to reach the Sargasso. *Nature* 403: 156–157. <https://doi.org/10.1038/35003110>
- Van Ginneken V., Antonissen E., Müller U.K., Booms R., Eding E., Verreth J., van den Thillart G. 2005. Eel migration to the Sargasso: remarkably high swimming efficiency and low energy costs. *J Exp Biol* 208:1329–1335. <https://doi.org/10.1242/jeb.01524>
- Vøllestad. L. A., Jonsson, B., Hvidsten, N. A., Næsle, T. F., Haraldstad, Ø., Ruud-Hansen, J. 1986. Environmental factor regulating the seaward migration of European silver eels (*Anguilla anguilla*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 43: 1909-1916.
- Wickström H., 2001. Stocking as sustainable measure to enhance eel populations. Stockholm. Ph. Theses. 32.
- Žaromskis, R. 1996. *Okeanai, jūros, estuarijos.* Vilnius, 293 p.

SUDERINTA:

(Tyrimų priežiūros komisijos pirmininkas)

(Vardas, Pavardė)

(Data)

\