

VILNIAUS UNIVERITETO EKOLOGIJOS INSTITUTAS

TVIRTINU:
Instituto direktorius

M. Žalakevičius

2006 m. gruodžio mėn. 20 d.

ATASKAITA

ICHTIOFAUNOS TYRIMAI RYTŲ LIETUVOS UPĖSE, EŽERUOSE IR KRITERIJŲ UPIŲ EKOLOGINEI BŪKLEI PAGAL ŽUVŲ RODIKLIUS NUSTATYTI PARENGIMAS

(Moksliniai tyrimai pagal sutartį Nr. 4F 06-68 su Aplinkos apsaugos agentūra)

Hidrobiontų ekologijos ir
fiziologijos laboratorija,
temos vadovas, vyresn. mokslo darbuotojas, dr.

T. Virbickas

Vilnius, 2006

VYKDYTOJŲ SĄRAŠAS

T. Virbickas	biomedicinos m. dr., vyresn. m. d.	VU Ekologijos institutas
V. Kesminas	gamtos m. dr., vyresn. m. d.	“
K. Skrupskelis	vyr. laborantas	“
A. Steponėnas	doktorantas	“

TURINYS

IVADAS	4
TYRIMO OBJEKTAS IR METODAI	5
REZULTATAI	10
I. UPĖS	10
1. Natūralios žuvų bendrijų diferenciacijos atitikimo upių tipams analizė.....	10
2. LŽI koregavimas.....	16
3. Priklausomybė tarp LŽI verčių ir vandens kokybės bei hidromorfologinių elementų.....	26
3.1. Vandens kokybės elementai.....	26
3.1.1. Etaloninių verčių bei labai geros/geros būklės slenkstinių verčių nustatymas.....	26
3.1.2. Vandens kokybės elementų geros/vidutinės/prastos/blogos būklės upėse slenkstinių verčių nustatymas.....	30
3.2. Upės nepertraukiamumas.....	33
3.3. Hidromorfologinės sąlygos ir UBKI tinkamumas hidromorfologinių sąlygų vertinimui.....	35
3.3.1. Hidrologinis režimas.....	35
3.3.2. Morfologinės sąlygos.....	40
4. Upių ekologinė būklė: ichtiofaunos monitoringo rezultatai.....	42
4.1. Žuvų bei hidro-morfologiniais rodikliais pagrįsti upių ekologinės būklės įverčiai ir žuvų bendrijų struktūra.....	48
II. EŽERAI	49
1. Natūralios žuvų bendrijų diferenciacijos atitikimo ežerų tipams, analizė.....	49
1.1. Turimų duomenų apžvalga.....	49
1.2. Natūralios žuvų bendrijų diferenciacijos atitikimo ežerų tipams analizės rezultatai, žuvų bendrijų charakteristikos.....	50
2. Preliminarūs ežerų žuvų bendrijų būklės vertinimo kriterijai.....	56
3. Ichtiofaunos monitoringo ežeruose rezultatai: žuvų bendrijų charakteristikos ir ekologinė būklė pagal žuvų kriterijus.....	59
APIBENDRINIMAS IR REKOMENDACIJOS	65
IŠVADOS	67
Literatūra	69
Santrauka	70
I priedas.....	71
II Priedas.....	72
III priedas.....	78

IVADAS

Žuvis yra vieni pagrindinių biologinės kokybės elementų (nurodytų Europos Sąjungos Bendrojoje vandens politikos direktyvoje), patikimai atspindinčių žmogaus veiklos sąlygotus upių ekologinės būklės pokyčius. Lietuvos vandenyse gyvenančių vandens organizmų tarpe žuvis yra bene geriausiai ištirtos. Šių duomenų pagrindu sukurta Lietuvos vidaus vandenu žuvų duomenų bazė, apimanti informaciją ne tik apie žuvis, bet ir jų gyvenamosios aplinkos charakteristikas bei įvairaus pobūdžio antropogeninio poveikio stiprumą. Minėtų duomenų pagrindu buvo sukurtas Lietuvos upių ekologinės būklės įvertinimo metodas (Lietuvos Žuvų Indeksas – LŽI). Atitinkamai, remiantis visos Europos upių žuvų ir jų gyvenamosios aplinkos duomenų baze, FAME projekto eigoje buvo sukurtas Europos upių ekologinės būklės įvertinimo metodas (European Fish Index – EFI). Tačiau, taikant minėtus indeksus praktikoje paaiškėjo, kad tiek LŽI, tiek EFI nepakankamai tiksliai įvertina mažo nuolydžio upių būklę. Be to, upių skirstymas į tipus LŽI indekso taikymui nevisai atitinka Lietuvoje galiojančią upių tipologiją. Taip pat, FAME projekto metu kuriant žuvų rodikliais pagrįstus upių ekologinės būklės vertinimo metodus (LŽI ir EFI metodai), įvairių žuvų rodiklių kaitos dėsningumai buvo analizuojami remiantis išankstiniu upių ekologinės būklės (antropogeninio poveikio) įvertinimu. Įvertinimas atliktas remiantis 5 pagrindinių antropogeninio poveikio kriterijų, nurodytų BVPD (vagos morfologija, hidrologinis režimas, upės vientisumas, tarša, toksinės sąlygos) išankstine klasifikacija 5 balų skalėje, bendrą poveikį išreiškiant visų poveikio kriterijų įverčių suma. Tačiau ši sistema turi tam tikrų trūkumų: (1) nebuvo analizuotas žuvų rodiklių ir konkrečių vandens kokybės bei hidro-morfologinių elementų tarpusavio ryšys, (2) visiems antropogeninio poveikio kriterijams *a priori* buvo suteiktas toks pat lyginamasis svoris (nors, pvz., upės vientisumo ir vandens kokybės pokyčiai sąlygoja skirtingo pobūdžio ir stiprumo žuvų bendrijų pokyčius). Be to, Lietuvos žuvų indeksas (LŽI) upių ekologinę būklę vertina 1-5 balų skalėje, o ne 0-1 skalėje, kaip kad tai yra nurodyta BVPD. Lietuvos ežerų būklė pagal žuvų kriterijus iki šiol apskritai nebuvo vertinta.

Šio darbo tikslas – nustatyti, ar natūrali žuvų bendrijų diferenciacija atitinka vidaus vandenu tipus, pakoreguoti LŽI analizuojant kiekvieno iš žuvų rodiklių koreliacijas su kiekvienu iš vandens kokybės elementų, bei rodiklių įverčius perskaičiuojant pagal jų nuokrypį nuo etaloninių sąlygų 0-1 skalėje, bei preliminariai įvertinti ežerų būklę pagal žuvų rodiklius.

TYRIMO OBJEKTAS IR METODAI

Duomenų rinkimas

Ichtiofaunos monitoringas 2006 metais vykdytas 32-jose Rytų Lietuvos upėse (35-iose stotyse) ir 17-oje ežerų (1 lentelė). Duomenys buvo renkami liepos mėn. pabaigoje – spalio mėn. pradžioje.

Upėse žuvų rūšinė sudėtis, gausumas ir biomasė įvertinti elektros žūklės metodu (testuotas elektros žūklės aparatas Nr. 14880306). Renkant duomenis buvo laikomasi CEN standartų (CEN, 2003). Sugautos žuvys buvo suskirstytos į rūšis, sumatuotos, pasvertos ir po to vėl paleistos atgal į vandens telkinį. Žuvų tankis (N) ir biomasė (Q) perskaičiuoti į ploto vieneta (N, ind./ha, Q, kg/ha). Žuvų rūšis suskirstytos į ekologines grupes laikantis Europos žuvų rūšių klasifikacijos.

Ežeruose duomenys žuvų rūšinės sudėties, gausumo ir biomasės įvertinimui buvo surinkti pagal standartizuotą metodiką, taikomą ežerų ichtiofaunos monitoringe: žvejota skirtingo akytumo selektyviniais statomais tinklais, kurių ilgis 40 m, tinklo akies diametras (kinta kas 5 metrai tinklo) 14, 18, 22, 25, 30, 40, 50, 60 mm. Visuose ežeruose buvo žvejojama litoralinėje ir profundalinėje dalyse, kiekvienoje stotyje žvejota 8 selektyviniais tinklais po 1-2 kartus (priklausomai nuo ežero ploto). Giliuosiuose ežeruose (3 tipas, vidutinis gylis > 9 m) taip pat buvo naudojami ir specializuoti seliaviniai tinklai (60 m ilgio, akytumas 20-24 mm). Žuvų laimikiai standartizuoti perskaičiuojant žūklės pastangai 8-iais selektyviniais tinklais (320 m).

Kriterijų upių ekologinei būklei pagal žuvų rodiklius nustatymui buvo sukurtas duomenų bankas, apimantis 152 upių stotis (žūklės pastangas) kuriose yra duomenys ne tik apie žuvų rodiklius, bet ir tikslus jų gyvenamosios aplinkos rodiklius (Valstybinio upių monitoringo 2001-2005 m., iš dalies – ir 2006 m. duomenys). Taip pat buvo sukurtas ir ežerų žuvų bei jų gyvenamosios aplinkos (Valstybinio ežerų monitoringo 2001-2005 m., iš dalies – ir 2006 m. duomenys) rodiklių duomenų bankas, apimantis 54 ežerus, kuriuose bendroje sumoje buvo žvejota (rinkti duomenys apie žuvų bendrijas) 120 kartų. Pastarasis leido preliminariai įvertinti ežerų ekologinę būklę pagal žuvų rodiklius, sąryšyje su vandens kokybės elementais.

1 lentelė. Ichtiofaunos monitoringo stotys upėse ir ežeruose

Eil. Nr.	Upės	Vieta	Koordinatės	
			X	Y
1	Alšia	ties Stakliškėm	24 17 13	54 34 46
2	Ūla-Pelesa	ties Kašėtomis	24 35 53	54 05 19
3	Geluža	aukščiau Valkininkų	24 49 50	54 21 19
4	Strauja	ties Masališkėm	24 13 58	54 13 41
5	Pasgrinda	žemiau Giniūnų	24 48 28	54 16 10
6	Grūda	ties Darželiais	24 20 04	54 01 15
7	Širvinta	aukščiau Kunigiškių	24 33 45	55 06 35
8	Jaugila	ties Pikeliais	23 53 10	55 19 34
9	Mekla	ties Saviečiais	24 00 32	55 10 24
10	Lapainia	ties Kleboniškiu	24 10 27	54 44 31
11	Laukysta	ties Šilioniais	24 34 01	54 57 18
12	Šventoji	žiotyse	24 21 14	55 05 39
13	Šešupė	Lenkijos pasienyje	23 03 47	54 21 24
14	Jotija	ties Bunikiais	22 46 01	55 01 23
15	Nova	ties Karčrūde	23 19 37	54 52 53
16	Šelmenta	aukščiau Tribarčių	23 04 18	54 21 07
17	Apaščia	ties Tauniūnais	24 51 51	56 05 41
18	Jara-Šatekšna	aukščiau Jurkupių	25 18 35	55 51 42
19	Nemunėlis	ties Rimšiais	25 05 34	56 10 54
20	Juoda	žemiau Anitavos	24 27 21	55 30 13
21	Mažupė	žemiau Katkūnų	24 06 32	55 59 04
22	Liaudė	ties Ibutoniais	23 57 41	55 30 49
23	Rovėja	žemiau Gavėniškių	24 55 32	56 11 34
24	Šventoji	ties Degėšiais (a. Šeimyniškių)	25 37 18	55 40 21
25	Būka	aukščiau Baluošo	26 02 04	55 24 33
26	Virinta	ties Šližiais	25 00 48	55 27 14
27	Merkys	žemiau Turgelių	25 30 22	54 26 51
28	Visinčia	ties Visinčia (aukščiau V-1)	25 07 04	54 20 25
29	Žeimena	žemiau Švenčionėlių	25 56 55	55 06 06
30	Mūšia	ties Taujėnais	24 45 49	55 23 43
31	Žeimena	ties Družliais (žemiau kelio Nr.102)	25 38 22	54 54 53
32	Nemenčia	žemiau Dailidėnų	25 27 13	54 54 38
33	Mera-Kūna	ties Pažeimene	25 51 39	55 01 12
34	Žeimena	žemiau Pabradės	25 42 42	54 57 39
35	Kena	ties Rukainiais, ties keliu Nr.A3	25 31 59	54 35 41

Eil. Nr.	Ežerai	Koordinatės	
		X	Y
1	Alksnas	25 58 49	55 23 25
2	Dysnykštis	26 22 25	55 27 30
3	Šventas	13 17 52	55 36 49
4	Alnis	25 40 14	55 16 18
5	Rubikiai	25 16 35	55 29 53
6	Antakmenių	24 33 25	54 36 21
7	Spindžius	24 41 37	54 34 09
8	Vievis	24 49 08	54 45 18
9	Lūkstas	22 19 42	55 42 21
10	Plateliai	21 51 52	56 02 42
11	Dusia	23 41 16	54 17 23
12	Stervas	22 23 28	55 46 24
13	Galadusys	22 19 42	55 42 21
14	Baltieji Lakajai	25 36 49	55 12 57
15	Drūkšiai	26 36 20	55 37 46
16	Alovė	24 10 46	54 20 12
17	Zarasas	26 13 59	55 43 37

Natūralios žuvų bendrijų diferenciacijos atitikimo upių ir ežerų tipams, analizė

Nacionalinė upių tipologija (5 upių tipai) ir FAME projekto metu sukurta, žuvų rūšinės sudėties ir įvairių žuvų rūšių santykinio gausumo skirtumais paremta (atitinkamai bendriems reikalavimams, nustatytiems FAME projekto eigoje tipologijos procedūrai) Lietuvos upių tipologija (8 upių tipai) šiek tiek skiriasi. Tipologijų suderinimui bei korektiškam Lietuvos upių žuvų indekso (LŽI) taikymui buvo atlikta LŽI naudojamų žuvų rodiklių kintamumo

skirtingų tipų upėse palyginamoji analizė (ANOVA) bei diskriminantinė analizė (DA) (STATISTICA 6.0 statistinis paketas).

Ežerų žuvų bendrijų klasifikacija atlikta taikant Pagrindinių komponentų analizę (PCA), kuri leido identifikuoti vyraujančių žuvų rūšių kompleksus. Natūralios ežerų žuvų bendrijų diferenciacijos atitikimo ežerų tipams analizė atlikta taikant ANOVA bei DA analizes (STATISTICA 6.0 statistinis paketas).

Žuvų rodiklių kaitos priklausomybės nuo upių vandens kokybės ir hidro-morfologinių charakteristikų analizė, LŽI koregavimas

Analizės metu apskaičiuotos koreliacijos tarp reprezentatyvių žuvų ekologinių grupių rodiklių (įvairių rodiklių reprezentatyvumas įvertintas FAME projekto metu) ir vandens kokybės rodiklių skirtinguose upių tipuose. Atrinkti tik tie žuvų ir vandens kokybės rodikliai, kurie patikimai koreliuoja tarpusavyje skirtingų tipų upėse ($P < 0,05$). Žuvų rodiklių bei LŽI slenkstinės vertės skirtingos būklės klasėse nustatytos analizuojant rodiklių sklaidos charakteristikas.

Žuvų bendrijų būklę papildančių upių hidromorfologinės būklės bei nepertraukiamumo kriterijai atrinkti bei jų vertės skirtingos ekologinės būklės klasėse nustatyti analizuojant šių rodiklių sąryšį su LŽI įverčiais bei remiantis ekspertiniu vertinimu. Atrenkant hidromorfologinius rodiklius buvo atsižvelgta į LAND 67-2005 upių buveinių kokybės vertinimo metodikoje (UBKVM; LR AM ministro 2005 m. liepos 11 d. įsakymas Nr. D1-350) naudojamus rodiklius.

Europos žuvų ir nęgių ekologinės grupės, pagrindiniai pogrupiai, kurių reakcija į aplinkos pokyčius buvo analizuota koreguojant LŽI metodą, bei jų charakteristikos pateiktos 2 lentelėje. Smulkūs, labai specializuoti pogrupiai (pvz., žuvis neršiančios tik į dvigeldžių moliskų mantiją) atstovaujami tik 1 ar kelių rūšių, bei visiškai nespecializuoti pogrupiai (pvz., žuvis galinčios sudėti ikrus ant bet kokio substrato) kuriant metodus nebuvo analizuojami (rūšys, priklausančios labai specializuotiems ar visiškai nespecializuotiems pogrupiams yra apimtos kitų pogrupių).

Žuvų rodiklių ežerų ekologinės būklės vertinimui atranka

ANOVA analizės pagrindu (post hock testai: Fisher'io LSD kriterijus) buvo identifikuoti žuvų rodikliai – žuvų rūšių kompleksai, kurių vertės geros ir prastesnės nei gera būklė skirtingų tipų ežeruose patikimai skiriasi. Geros būklės ežerai buvo atrinkti pagal bendro fosforo ir azoto koncentracijų medianas (tik tie ežerai, kuriems turimi vandens kokybės monitoringo duomenys), taikant fosforui 0,05 mg/l (sekliams ežerams – 0,06 mg/l)

geros/vidutinės būklės kritines vertes, azotui – 1,3 mg/l (sekliems ežerams 1,5 mg/l), bei pagal skaidrumą, taikant 2 m slenkstinę vertę. Potencialiai geros būklės ežerai, apie kurių vandens kokybę duomenų nėra, buvo atrinkti ekspertiniu vertinimu, atsižvelgiant į potencialių taršos šaltinių buvimą bei vandens skaidrumą. Visi ežerai, kuriuose buvo introdukuotos nevietinės rūšys, taip pat ežerai, kurių bendrijų struktūra galėjo pakisti dėl žuvų translokacijos (pvz., ežerai, kuriuose buvo įveisti starkiai) buvo priskirti prastesnei negu gera būklei.

2 lentelė. Europos šalyse naudojamos žuvų ekologinės grupės ir jų charakteristikos (labai specializuotos (pvz., detritu ar planktonu mintančios, ar į dvigeldžių moliuskų mantiją neršiančios žuvys), visai nespecializuotos (pvz., ant bet kokių objektų ar tiesiog į vandens stovymę neršiančios žuvys) ar tarpinės (pvz., tarpinio bendro atsparumo) ekologinės grupės nenurodytos).

Ekologinės grupės	Kodas	Charakteristikos
1. Mityba		
Visaėdės (omnivorous)	OMNI	Suaugusių žuvų mityboje >25% sudaro augalinės kilmės ir >25% gyvūninės kilmės organizmai
Mintančios bestuburiais (insectivorous/invertivorous)	INSEV	Suaugusių žuvų mityboje >75% sudaro vabzdžiai ir kiti bestuburiai
Plėšrūnės (piscivorous)	PISC	Suaugusių žuvų mityboje >75% sudaro žuvys
2. Neršto substratas		
Neršiančios ant žvirgždo ar akmenų (lithophilic)	LITH	Ikru sudeda tik ant žvirgždo ar akmenų. Neršto sėkmė tiesiogiai priklauso nuo tinkamo grūdėtumo (diametro) švaraus grunto buvimo. Lervos fotofobiškos (vengia šviesos).
Neršiančios tik ant augalų (phytophilic)	PHYT	Ikru sudeda tik ant gyvų ar atmirusių augalų lapų ar šaknų. Lervos nefotofobiškos.
3. Buveinė		
3.1. Pagal srovės preferendumą		
Upinės (rheophilic)	RH	Gyvena, maitinasi ir neršia tik tekančiame vandenyje (upėse). Šiai grupei priskiriamos ir upėse neršiančios praeivės žuvys, kurių jaunikliai po išsiritimo dar kurį laiką gyvena upėse.
Ežerinės (limnophilic)	L	Gyvena, maitinasi ir neršia tik stovinčiame ar ypač lėtos tėkmės vandenyje (ežeruose, tvenkiniuose).
Nespecializuotos (eurytopic)	EURY	Gyvena, maitinasi ir neršia tiek stovinčiame, tiek ir tekančiame vandenyje, tačiau didesnės srovės vengia.
3.2. Pagal maitinimosi buveinę		
Mintančios tik priedugnyje (benthic)	B	Gyvena ir maitinasi tik priedugnyje ar ant dugno, maitintis į aukštesnius vandens sluoksnius niekuomet nepakyla
Mintančios ir aukštesniuose vandens stulpo sluoksniuose (water column)	W	Gyvena ir maitinasi įvairiuose vandens sluoksniuose. Ši grupė apima tipiškas pelagines (pvz., aukšlė) ir įvairiuose gyliuose gyvenančias bei mintančias žuvis (pvz., kuoja)
4. Migracinė elgsena		
Praeivės (long distance migrating)	LONG	Atlieka tolimas migracijas iš sūrių vandenių į gėlus ir atgal.
Pusiau praeivės (potadromous)	POTAD	Didesniais atstumais migruoja upių baseinų ribose, ar iš apysūrių vandenių į gėlus
5. Bendras atsparumas		
Atsparios (tolerant)	TOLE	Atsparios aplinkos kokybės elementų (deguonies, organinių ir neorganinių junginių, suspenduotų dalelių, fizikinių rodiklių ir kt.) pokyčiams
Labai jautrios (intolerant)	INTOL	Labai jautrios aplinkos kokybės elementų pokyčiams

Lietuvos gėlavandenių ir praeivių žuvų ir nęgių (išskyrus nevietines rūšis ir išimtinai ežeruose gyvenančias rūšis) suskirstymas į ekologines grupes (pagal bendrą Europos žuvų rūšių klasifikaciją ir kriterijus, išdėstytus 2 lentelėje) pateiktas 3 lentelėje.

3 lentelė. Lietuvos gėlavandenių ir praeivių žuvų ir nęgių suskirstymas į ekologines grupes (labai specializuotos (pvz., detritu ar planktonu mintančios, ar į dvigeldžių moliuskų mantiją neršiančios žuvys), visai nespecializuotos (pvz., ant bet kokių objektų ar tiesiog į vandens storumę neršiančios žuvys) ar tarpinės (pvz., tarpinio bendro atsparumo) ekologinės grupės nenurodytos).

Rūšis		Bendras atsparumas	Mityba		Neršto substratai	Buveinė	Migracinė elgsena
			pagal objektą	pagal vietą			
(lietuviškai)	(lotyniškai)						
Karšis	<i>Abramis brama</i>	TOLE	OMNI	B		EURY	POTAD
Sturys	<i>Acipenser sturio</i>		OMNI	B	LITH	RH	LONG
Srovinė aukšlė	<i>Alburnoides bipunctatus</i>	INTOL	INSEV	W	LITH	RH	
Paprastoji aukšlė	<i>Alburnus alburnus</i>	TOLE	OMNI	W		EURY	
Perpelė	<i>Alosa fallax</i>			W		RH	POTAD
Ungurys	<i>Anguilla anguilla</i>	TOLE		B		EURY	LONG
Salatis	<i>Aspius aspius</i>		PISC	W	LITH	EURY	POTAD
Šlyžys	<i>Barbatula barbatula</i>		BENT	B	LITH	RH	
Ūsorius	<i>Barbus barbus</i>		BENT	B	LITH	RH	POTAD
Plakis	<i>Blicca bjoerkna</i>	TOLE	OMNI	B		EURY	
Paprastasis karosas	<i>Carassius carassius</i>	TOLE	OMNI	B	PHYT	LI	
Sidabrinis karosas	<i>Carassius gibelio</i>	TOLE	OMNI	B	PHYT	EURY	
Skersnukis	<i>Chondrostoma nasus</i>			B	LITH	RH	POTAD
Kirtiklis	<i>Cobitis taenia</i>		BENT	B	PHYT	EURY	
Seliava	<i>Coregonus albula</i>	INTOL		W	LITH	LI	
Sykas	<i>Coregonus lavaretus</i>	INTOL		W	LITH	EURY	POTAD*
Kūjagalvis	<i>Cottus gobio</i>	INTOL	BENT	B	LITH	RH	
Karpis	<i>Cyprinus carpio</i>	TOLE	OMNI	B	PHYT	EURY	
Lydeka	<i>Esox lucius</i>		PISC	W	PHYT	EURY	
Trispyglė dyglė	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	TOLE	OMNI	W		EURY	
Gružlys	<i>Gobio gobio</i>		BENT	B		RH	
Pūgžlys	<i>Gymnocephalus cernuus</i>		BENT	B		EURY	
Upinė nėgė	<i>Lampetra fluviatilis</i>	INTOL		B	LITH	RH	LONG
Mažoji nėgė	<i>Lampetra planeri</i>	INTOL		B	LITH	RH	POTAD
Saulažuvė	<i>Leucaspis delineatus</i>		OMNI	W	PHYT	LI	
Šapalas	<i>Leuciscus cephalus</i>		OMNI	W	LITH	RH	POTAD
Meknė	<i>Leuciscus idus</i>		OMNI	W		RH	POTAD
Strepetys	<i>Leuciscus leuciscus</i>		OMNI	W	LITH	RH	
Vėgėlė	<i>Lota lota</i>		PISC	B	LITH	EURY	POTAD
Vijūnas	<i>Misgurnus fossilis</i>		BENT	B	PHYT	LI	
Ežerinė stintelė	<i>Osmerus eperlanus</i>	INTOL	PISC	W		LI	
Stinta	<i>Osmerus eperlanus</i>		PISC	W		LI	LONG
Ožka	<i>Pelecus cultratus</i>		OMNI	W		EURY	POTAD
Ešerys**	<i>Perca fluviatilis</i>	TOLE**		W		EURY	
Nuodėgulinis grundalas	<i>Perccottus glenii</i>	TOLE	OMNI	B		LI	
Jūrinė nėgė	<i>Petromyzon marinus</i>	INTOL		B	LITH	RH	LONG
Rainė	<i>Phoxinus phoxinus</i>		BENT	W	LITH	RH	
Upinė plekšnė	<i>Platichthys flesus</i>		BENT	B		LI	
Devynspyglė dyglė	<i>Pungitius pungitius</i>	TOLE	OMNI	W		LI	
Kartuolė	<i>Rhodeus sericeus</i>	INTOL		W		EURY	
Kuoja	<i>Rutilus rutilus</i>	TOLE	OMNI	W		EURY	
Auksaspalvis kirtiklis	<i>Sabanejewia aurata</i>		OMNI	B	PHYT	EURY	
Lašiša	<i>Salmo salar</i>	INTOL	INSEV	W	LITH	RH	LONG

Upėtakis	<i>Salmo trutta fario</i>	INTOL	INSEV	W	LITH	RH	
Šlakys	<i>Salmo trutta trutta</i>	INTOL	INSEV	W	LITH	RH	LONG
Starkis	<i>Sander lucioperca</i>		PISC	W		EURY	
	<i>Scardinius</i>						
Raudė	<i>erythrophthalmus</i>		OMNI	W	PHYT	LI	
Šamas	<i>Silurus glanis</i>		PISC	B	PHYT	EURY	
Kiršlys	<i>Thymallus thymallus</i>	INTOL	INSEV	W	LITH	RH	POTAD
Lynas	<i>Tinca tinca</i>	TOLE	OMNI	B	PHYT	LI	
Žiobris	<i>Vimba vimba</i>		BENT	B	LITH	RH	POTAD

* - tik Baltijos sykas

** - dėl kontraversiškos reakcijos, ežeruose ešeris nepriskirtinas nei vienai iš kategorijų pagal bendrą atsparumą.

REZULTATAI

I. UPĖS

1. Natūralios žuvų bendrijų diferenciacijos atitikimo upių tipams analizė

Natūralios žuvų bendrijų diferenciacijos atitikimas upių tipams yra būtina sąlyga žuvų ir žmogaus poveikio rodiklių tarpusavio sąveikos analizei, LŽI koregavimui bei būklės vertinimo elementų slenkstinių verčių nustatymui skirtingos būklės klasėse.

Tiek oficialioje tipologijoje (OT; “*Lithuanian EPA Report on Articles 5 and 6 of the Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy*”), tiek ir FAME projekto metu sukurtoje žuvų rūšinės sudėties ir įvairių žuvų rūšių santykinio gausumo skirtumais pagrįstoje (atitinkamai bendriems reikalavimams, nustatytiems FAME projekto eigoje tipologijos procedūrai) Lietuvos upių tipologijoje (LŽIT) upių tipų apibūdinimui naudojami tie patys aplinkos veiksniai: (a) baseino plotas ir (b) vagos nuolydis. OT ir LŽIT skirtumai yra tik šių aplinkos veiksnių slenkstinėse vertėse (4 lentelė):

- OT upės pagal baseino plotą skirstomos į 4 grupes: <100 km² (1 tipas), <1000 km² (2 ir 3 tipai), <10000 km² (4 tipas) ir >10000 km² (5 tipas). LŽIT upės pagal baseino plotą skirstomos į 6 grupes: <50 km² (1 tipas), <100 km² (2 tipas), <600 km² (3-5 tipai), <5000 km² (6 tipas), <50000 km² (7 tipas) ir >50000 km² (8 tipas).
- OT upės pagal vagos nuolydį skirstomos į 2 grupes: <0,7 m/km (2 tipas) ir >0,7 m/km (3 tipas). Šis kriterijus taikomas tik 100-1000 km² baseino ploto upėms. LŽIT upės pagal vagos nuolydį skirstomos į 3 grupes: <0,65 m/km (3 tipas), 0,65-1,1 m/km (4 tipas) ir >1,1 m/km (5 tipas). Šis kriterijus, vėlgi, yra taikomas tik 100-600 km² baseino ploto upėms.

4 lentelė. Upių skirstymas į tipus pagal OT ir LŽIT kriterijus

Oficiali tipologija	Tipas	1		2		3		4	5
	Bas. pl., km ²	<100		<1000				>1000	>10000
	nuolydis, m/km			<0,7		>0,7			
LŽI tipologija	Tipas	1	2	3	4	5	6	7	8
	Bas. pl., km ²	<50	<100	<600			<5000	<50000	>50000
	nuolydis, m/km			<0,65	<1,1	>1,1			

OT ir LŽIT skirtumai:

1. OT visos upės, kurių baseinų plotas yra <100 km² yra apjungtos į 1 tipą, tuo tarpu LŽIT šioje upių grupėje išskiriami du tipai: <50 km² ir 50-100 km² baseino ploto upės.
2. OT į atskirus tipus išskiria 100-1000 km² baseino ploto upes, o LŽIT - šiek tiek mažesnes, 100-600 km² baseino ploto upes. Šiuo atveju neatitikimas tarp OT ir LŽIT yra tik 400 km², arba 600-1000 km² baseino ploto upės.
3. Aukščiau minėtoje upių grupėje OT taikoma tik viena, 0,7 m/km upių nuolydžio skiriamoji riba, o LŽIT – dvi, 0,65 ir 1,1 m/km skiriamosios ribos.
4. OT didesnio kaip 1000 km² baseino ploto upes grupuoja į du tipus: <10 000 km² ir >10 000 km². LŽIT, atitinkamai, išskiria tris tipus: <5000 km², <50 000 km² ir >50 000 km²; pastarasis tipas (8 tipas, > 50 000 km²) reprezentuoja tik Nemuno žemupį, o <50 000 km² upių grupė (LŽIT 7 tipas) apima tik Neries upę bei Šventosios, Šešupės, Ventos ir Mūšos upių pačias žemutines dalis.

Palyginus OT ir LŽIT tipologijas akivaizdu, kad skirtumai nėra esminiai. Be to, Lietuvos žuvų indeksas (LŽI), o taip pat ir Europinis (EFI) indeksas yra paremti ne pavienėmis rūšimis, charakteringomis vienam ar kitam upių tipui, o žuvų ekologinėmis grupėmis (t.y. rūšių grupėmis, kurios gyvybinių poreikių patenkinimui naudoja tokią pačią aplinką tokiu pačiu būdu). Taip pat, žuvų ekologinių grupių sudėties skirtumai tarp kai kurių iš LŽI upių tipų yra nežymūs (3-5 % ribose; Rytų Lietuvos upių žuvų monitoringo 2005 m. ataskaita). Visa tai sudarė prielaidas natūralios žuvų bendrijų (tiksliau – ekologinių grupių sudėties) diferenciacijos atitikimo OT upių tipams analizei.

1. OT 1 tipo (< 100 km² upės) ir LŽIT 1-2 tipų (<50 km² ir 50-100 km²) atitikimo analizė.

LŽI tipologijoje mažesnio kaip 100 km² baseino ploto upeliai išskiriami į dvi grupes. Tačiau stabilios žuvų bendrijos funkcionuoja tik > 25-30 km² baseino ploto upeliuose, t.y. realus baseino ploto skirtumas tarp LŽI 1 ir 2 tipų yra tik 20-25 km². Taip pat, žuvų ekologinių grupių sudėties skirtumai < 50 km² ir < 100 km² baseino ploto upeliuose yra

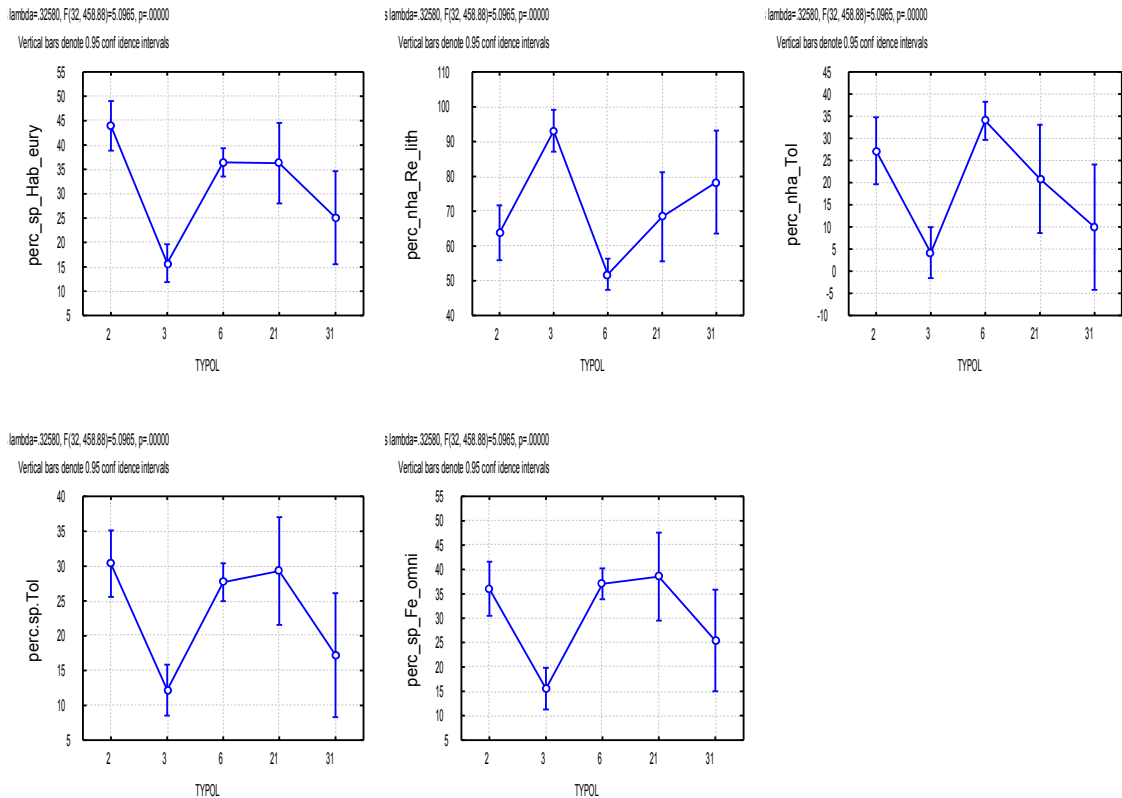
neesminiai (1-5 % ribose; Rytų Lietuvos..., 2005). Todėl visos mažesnio kaip 100 km²-baseino ploto upės gali būti apjungtos į vieną tipą (1 tipas OT tipologijoje).

2. OT 2-3 ir LŽIT 3-5 tipų atitikimo analizė

LŽI tipologijoje 3-5-as upių tipai apima 100-600 km² baseino ploto upes, o atitinkamų OT tipų (2-as ir 3-ias tipai) upių baseinų plotų ribos yra šiek tiek didesnės (100-1000 km²). Šiuo atveju neatitikimas tarp OT ir LŽIT yra tik 400 km², arba 600-1000 km² baseino ploto upių atkarpos. Todėl buvo analizuojama, ar 600-1000 km² baseino ploto upių žuvų ekologinių grupių sudėtis yra artimesnė 100-600 (LŽIT 3-5 tipai) ar >1000 km² baseino ploto upių grupei (LŽIT 6 tipas, OT 4 tipas).

Žuvų ekologinių grupių rodiklių sklaidos (ANOVA) analizė buvo atlikta atskirai <0,7 m/km ir >0,7 m/km upių grupėse. Rezultatai atskleidė, kad pagal tolerantinių ir litofilinių žuvų santykinius gausumus, tolerantinių, euritopinių ir visaėdžių (omni) žuvų santykinę rūšių gausą 600-1000 km² baseino ploto upės yra artimesnės atitinkamo nuolydžio 100-600 km² baseino ploto upių grupei, negu > 1000 km² baseino ploto upių grupei (1 pav.). Kitaip sakant, atsižvelgiant į žuvų ekologinių grupių sudėtį, 100-600 km² bas.pl. upės (LŽIT 3-5 tipai) ir 600-1000 km² bas.pl. upės (neatitikimas tarp OT ir LŽIT) gali būti apjungtos į vieną, 100-1000 km² baseino ploto upių grupę, kaip kad tai yra oficialioje upių tipologijoje. Tai patvirtino ir diskriminantinės analizės rezultatai (teisingai į tipus suklasifikuotų upių atkarpų %; 5 lentelė).

1 pav. Ekologinių grupių rodiklių sklaida skirtinguose upių tipuose (Tipai: 2 - <600 km², <0,7 m/km; 3 - <600 km², >0,7 m/km; 6 - >1000 km²; 21 – 600-1000 km², <0,7 m/km; 31 – 600-1000 km², >0,7 m/km).



5 lentelė. Diskriminantinės analizės rezultatai.

Classification Matrix. Rows: Observed classifications. Columns: Predicted classifications						
	Teisingai suklasifikuotų stočių %	<600 km ²	<600 km ²		600-1000 km ²	600-1000 km ²
		<0,7 m/km	>0,7 m/km	>1000 km ²	<0,7 m/km	>0,7 m/km
<600 km ² ; <0,7 m/km	90.47619	19.00000	1.00000	1.00000	0.00	0.00
<600 km ² ; >0,7 m/km	86.11111	2.00000	31.00000	3.00000	0.00	0.00
>1000 km ²	89.23077	2.00000	5.00000	58.00000	0.00	0.00
600-1000 km ² ; <0,7 m/km	0.00000	6.00000	0.00000	2.00000	0.00	0.00
600-1000 km ² ; >0,7 m/km	0.00000	0.00000	6.00000	0.00000	0.00	0.00

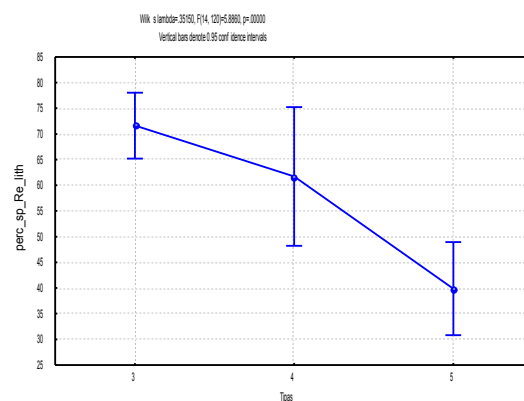
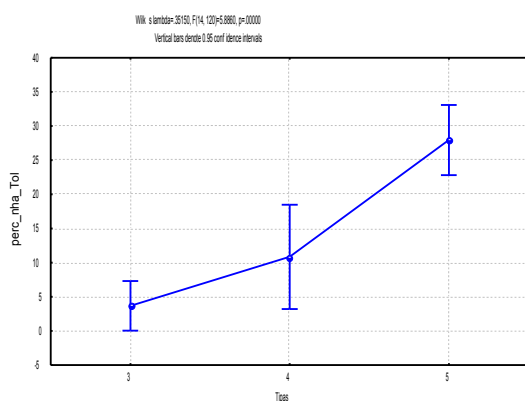
3. 100-1000 km² upių skirstymo į skirtingo nuolydžio grupes analizė (OT 2-3 ir LŽIT 3-5 tipai).

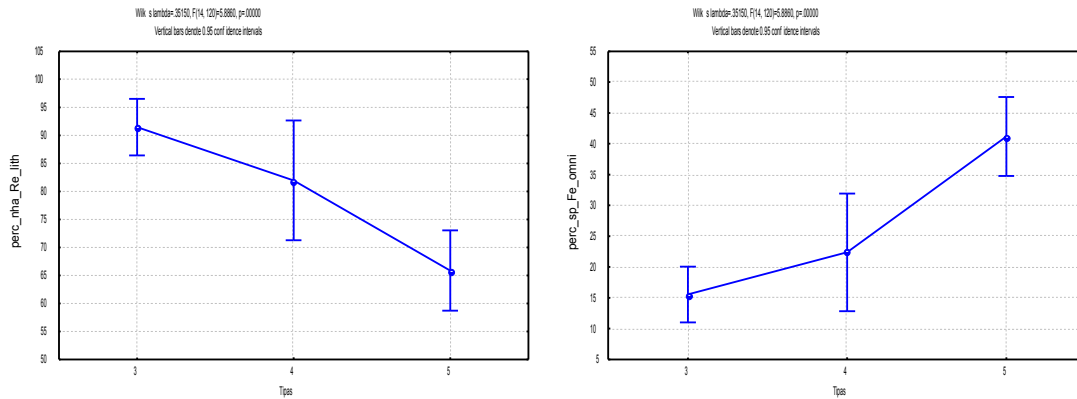
Šioje upių grupėje OT taikoma tik viena, 0,7 m/km upių nuolydžio skiriamoji riba, o LŽIT – dvi, 0,65 ir 1,1 m/km skiriamosios ribos. LŽI tipologijoje 0,65-1,1 m/km nuolydžio upės reprezentuoja tarpinį žuvų bendrijų tipą (LŽIT 4 tipas) tarp mažo nuolydžio (<0,65 m/km) ir santykinai didelio nuolydžio (>1,1 m/km) upių. Todėl analizuojant žuvų ekologinių

grupių sudėties panašumus skirtingo nuolydžio upių grupėse, rezultatai gana prieštaringi. Tačiau pagal didesnės dalies žuvų ekologinių grupių sudėtį, tarpinio (0,65-1,1 m/km) nuolydžio upių žuvų bendrijos visgi yra panašesnės į šias didesnio nuolydžio upėse (2 pav.). Tai patvirtina patikimų skirtumų tikimybių testų rezultatai (ANOVA, Bonferroni testas): pagal įvairių ekologinių grupių rodiklius bendrijose mažo nuolydžio upėse (<0,65 m/km) patikimai skiriasi nuo didesnio nuolydžio upių, tuo tarpu skirtumai tarp 0,65-1,1 ir >1,1 m/km nuolydžio upių yra statistiškai nepatikimi (6 lentelė). Tai rodo, kad 0,65-1,1 ir >1,1 m/km nuolydžio 100-1000 km² baseino ploto upės galėtų būti apjungtos į vieną tipą, kaip kad tai yra OT tipologijoje (3 tipas).

Tam, kad įsitikinti, kad toks upių apjungimas yra korektiškas natūralios žuvų ekologinių grupių diferenciacijos atžvilgiu, papildomai buvo atlikti skirtumų patikimumo testai, upių grupavimui taikant 0,7 m/km (OT tipologija) ir 1 m/km (Latvijos upių tipologijos kriterijus) vagos nuolydžio slenkstinę vertę. Analizuojant kiekvienos iš ekologinių grupių rodiklių verčių sklaidą atskirai, skirtumai yra statistiškai patikimi tiek esant 0,7 m/km, tiek ir 1 m/km nuolydžio ribai (P<0,05). Tačiau analizuojant visų ekologinių grupių rodiklių sklaidą kartu (o ne kiekvieną rodiklį atskirai), skirtumai yra statistiškai patikimesni esant 0,7 m/km nuolydžio ribai (F-2,524, P-0,036), negu esant 1 m/km nuolydžio ribai (F-1,319, P-0,265) (ANOVA).

Todėl, atsižvelgiant į žuvų ekologinių grupių sudėtį, 100-1000 km² baseino ploto upės gali būti skirstomos į dvi grupes (tipus), taikant 0,7 m/km vagos nuolydžio slenkstinę vertę (kaip kad tai yra OT; 2 ir 3 tipai).





2 pav. Tolerantinių, litofilinių ir visaėdžių žuvų rodiklių vidurkiai ir 0,95 patikimumo ribos 3, 4 ir 5 tipų (pagal LŽIT) upėse.

6 lentelė. Patikimų skirtumų tikimybių testų rezultatai (ANOVA, Bonferroni testas; paryškintu šriftu pažymėti patikimi skirtumai; $P < 0,05$)

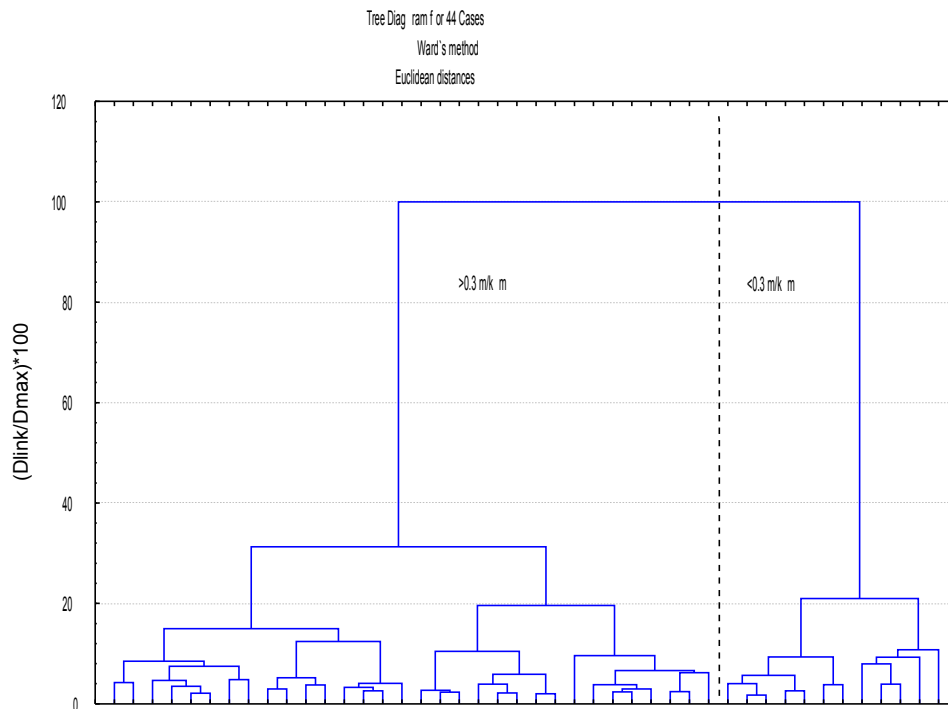
TOLE, N % (MS = 131.65)				LITH, N % (MS = 257.53)			
Nuolydžio grupė	<0,65	0,65-1,1	>1,1	Nuolydžio grupė	<0,65	0,65-1,1	>1,1
<0,65		0.28315	0.00000	<0,65		0.33908	0.00000
		8	0			2	1
0,65-1,1	0.28315		0.00127	0,65-1,1	0.33908		0.04491
	8		2		2		6
>1,1	0.00000	0.00127		>1,1	0.00000	0.04491	
	0	2			1	6	
LITH, sp % (MS = 413.08)				OMNI, sp% (MS = 205.30)			
Nuolydžio grupė	<0,65	0,65-1,1	>1,1	Nuolydžio grupė	<0,65	0,65-1,1	>1,1
<0,65		0.57161	0.00000	<0,65		0.60029	0.00000
		2	1			3	0
0,65-1,1	0.57161		0.02792	0,65-1,1	0.60029		0.00519
	2		5		3		4
>1,1	0.00000	0.02792		>1,1	0.00000	0.00519	
	1	5			0	4	

4. Didesnio kaip 1000 km² baseino ploto upių skirstymas į tipus

OT šias upes grupuoja į du tipus: <10 000 km² ir >10 000 km². LŽIT, atitinkamai, išskiria tris tipus: <5000 km², <50 000 km² ir >50 000 km². Pastarasis tipas (8 tipas, > 50 000 km²) reprezentuoja tik Nemuno žemupį. Skirtumai yra žuvų rūšinėje sudėtyje, tačiau ne ekologinių grupių sudėtyje. Pastaroji yra identiška atitinkamos būklės > 10000 km² baseino ploto upėms, kurias Lietuvoje reprezentuoja tik Nemunas ir Neris. Kadangi žuvų bendrijų struktūromis pagrįsti upių ekologinės būklės vertinimo metodai (LŽI ir EFI) yra paremti būtent ekologinėmis grupėmis, o ne pavienėmis žuvų rūšimis, >10 000 km² baseino ploto upės

gali būti apjungtos į vieną tipą (kaip kad tai yra OT; 5 tipas). Atitinkamai, likusios, 1000 – 10000 km² baseino ploto upių grupės taip pat gali būti apjungtos į vieną tipą (OT 4 tipas).

Taip pat, >1000 km² baseino ploto upėse buvo analizuota žuvų ekologinių grupių rodiklių sklaida skirtingo nuolydžio upių grupėse. Ši analizė buvo atlikta todėl, kad pastebėta, kad LŽI ir EFI indeksai dažnai klaidingai įvertina mažo nuolydžio didesnių upių ekologinę būklę (Rytų Lietuvos..., 2005). Klasterinė analizė, paremta žuvų ekologinių grupių sudėtimi atskleidė, kad > 1000 km² baseino ploto upės pasiskirsto į 2 grupes, besiskiriančias baseino nuolydžiu: <0,3m/km> (3 pav.). Skirtumus patvirtino ir rodiklių sklaidos analizė (ANOVA; F-18,035, P<0,001).



3 pav. Didesnio kaip 1000 km² baseino ploto upių klasterinės analizės rezultatai (analizuota žuvų ekologinių grupių sudėtis)

Apibendrinant galima teigti, kad natūrali žuvų ekologinių grupių diferenciacija atitinka Lietuvoje patvirtintus upių tipus (oficiali tipologija; 5 tipai). Tačiau 4-to tipo (1000-10000 km² baseino ploto) upių tarpe, didesnio ir mažesnio kaip 0,3 m/km vagos nuolydžio upių ekologinė būklė pagal žuvų rodiklius turi būti vertinama atskirai, kadangi skirtingo nuolydžio upėse skiriasi žuvų ekologinių grupių sudėtis. Būtent šios upių klasifikavimo sistemos (7 lentelė) buvo laikomasi perskaičiuojant ir koreguojant Lietuvos žuvų indeksą (LŽI).

7 lentelė. Upių skirstymo į tipus kriterijai, kurių buvo laikomasi perskaičiuojant ir koreguojant Lietuvos žuvų indeksą (LŽI).

Tipas	1	2	3	4 (4.1)	5(4.2)	6(5)
Upės	<100	<1000		>1000		>10000
Bas. pl., km ² nuolydis, m/km		<0,7	>0,7	<0,3	>0,3	

2. LŽI koregavimas

FAME projekto metu kuriant žuvų rodikliais pagrįstus upių ekologinės būklės vertinimo metodus (LŽI ir EFI metodai), įvairių žuvų rodiklių kaitos dėsningumai buvo analizuojami remiantis išankstiniu upių ekologinės būklės (antropogeninio poveikio) įvertinimu. Įvertinimas atliktas remiantis 5 pagrindinių antropogeninio poveikio kriterijų, nurodytų BVDP (vagos morfologija, hidrologinis režimas, upės vientisumas, tarša, toksinės sąlygos) išankstine klasifikacija 5 balų skalėje, bendrą poveikį išreiškiant visų poveikio kriterijų įverčių suma. Tačiau ši sistema turi tam tikrų trūkumų: (1) nebuvo analizuotas žuvų rodiklių ir konkrečių vandens kokybės bei hidro-morfologinių elementų tarpusavio ryšys, (2) visiems antropogeninio poveikio kriterijams *a priori* buvo suteiktas toks pat lyginamasis svoris (nors, pvz., upės vientisumo ir vandens kokybės pokyčiai sąlygoja skirtingo pobūdžio ir stiprumo žuvų bendrijų pokyčius). Be to, Lietuvos žuvų indeksas (LŽI) upių ekologinę būklę vertina 1-5 balų skalėje, o ne 0-1 skalėje, kaip kad tai yra nurodyta BVDP. Todėl LŽI buvo koreguojamas analizuojant kiekvieno iš žuvų rodiklių koreliacijas su kiekvienu iš vandens kokybės elementų, bei rodiklių įverčius perskaičiuojant pagal jų nuokrypį nuo etaloninių sąlygų (0-1 skalėje, pagal REFCOND metodiką).

LŽI korekcijai buvo sudaryta duomenų bazė apimanti 152 upių atkarpas, kur yra tikslūs duomenys ne tik apie žuvis, bet vandens kokybės elementus (Valstybinio upių monitoringo duomenys).

Prieš žuvų rodiklių ir vandens kokybės elementų tarpusavio sąveikos analizę buvo įvertinta sezoniškumo įtaka vandens kokybės elementų koncentracijoms upių vandenyje. Paaikškėjo, kad teršiamose upėse kai kurie vandens kokybės elementai patikimai koreliuoja su vandens temperatūra. Pvz., Neris upėje žemiau Vilniaus koreliacijos tarp vandens temperatūros ir BDS7 koeficientas R siekia net 0,8 ($P < 0,01$), o NO₃ – $R < -0,8$), t.y. BDS7 vertės yra kur kas didesnės šiltuoju, o nitratų (t.p. bendro azoto) – šaltuoju metų laikotarpiui. Tuo tarpu švariose upėse šios koreliacijos yra kur kas silpnesnės arba jų apskritai nėra (pvz., Šventosios upėje a. Anykščių, Skroblaus upelyje). Dėl šios priežasties analizuojant žuvų rodiklių priklausomybę nuo vandens kokybės elementų buvo atsižvelgta tik į tuos kokybės elementus, kurių koncentracijos vandenyje buvo matuojamos kas mėnesį (12 kartų per

metus). Taip pat, skirtingiems sezonams vandens kokybės elementų koncentracijos apskaičiuotos atskirai, taikant 10°C temperatūros skiriamąją ribą (tarp šiltojo ir šaltojo laikotarpio).

Toliau buvo atrinkti žuvų rodikliai, kurių reprezentatyvumas buvo įvertintas FAME projekto metu (20 rodiklių) ir apskaičiuotos koreliacijos su vandens kokybės rodikliais skirtinguose upių tipuose. Nustatyta, kad 8 žuvų ekologinių grupių rodikliai (EG rodikliai) ir 10 vandens kokybės elementų patikimai koreliuoja tarpusavyje beveik visuose upių tipuose. Tolimesnei analizei atrinkti žuvų ir vandens kokybės rodikliai pateikti 8 lentelėje.

8 lentelė. EG rodikliai ir vandens kokybės rodikliai, kurie patikimai koreliuoja tarpusavyje skirtingų tipų upėse ($P < 0,05$) (p.s. stotys Nemune ir Neryje ($> 10000 \text{ km}^2$ bas. pl.) neįtrauktos)

Žuvų ekologinių grupių rodikliai:	Upės tipas
Intolerantinių žuvų santykinis gausumas (%)	visi
Visaėdžių žuvų santykinis gausumas (%)	visi
Tolerantinių žuvų santykinis gausumas (%)	visi
Litofilinių žuvų santykinis gausumas (%)	visi
Reofilinių žuvų santykinis gausumas (%)	išskyrus 1
Intolerantinių žuvų rūšių skaičius (vnt)	išskyrus 2 ir 4
Litofilinių žuvų rūšių skaičius (%)	visi
Tolerantinių žuvų rūšių skaičius (%)	išskyrus 1

Vandens kokybės rodikliai:

(vid.)	(T<10°C)	(T>10°C)	(min)	(max)
BDS7		BDS7		BDS7
N bendras	N bendras			N bendras
N mineral.	N mineral.			N mineral.
NO3-N	NO3-N			NO3-N
NH4-N	NH4-N			NH4-N
P bendras	P bendras	P bendras		P bendras
P-PO4	P-PO4	P-PO4		P-PO4
mgO2/l			mgO2/l	
O2 %			O2 %	

Tam, kad nustatyti, ar EG rodikliai nesidubliuoja (t.y. nekinta identiškai vienas kitam) buvo apskaičiuotos rodiklių tarpusavio koreliacijos kiekvienam upių tipui atskirai (I Priedas), o taip pat ir visoms upėms kartu (9 lentelė). Absoliučioje daugumoje atvejų žuvų ekologinių grupių rodiklių tarpusavio koreliacijos yra $< 0,8$ (pavieniais atvejais $< 0,83$), t.y. visi rodikliai atspindi šiek tiek skirtingus aspektus (nesidubliuoja).

9 lentelė. Žuvų rodiklių koreliacijos matrica.

Correlations (Casewise deletion of missing data)

	INTOL, N %	OMNI, N %	INTOL, sp	TOLE, N %	LITH, N %	LITH, sp %	TOLE, sp %	RH, n %
INTOL, N %	1.00							
OMNI, N %	0.61	1.00						
INTOL, sp	0.69	0.61	1.00					
TOLE, N %	0.65	0.77	0.65	1.00				
LITH, N %	0.68	0.78	0.66	0.77	1.00			
LITH, sp %	0.63	0.55	0.65	0.70	0.68	1.00		
TOLE, sp %	0.55	0.64	0.67	0.75	0.67	0.75	1.00	
RH, n %	0.65	0.80	0.66	0.79	0.8	0.74	0.73	1.00

Analizės eigoje atrinktų žuvų EG rodiklių etaloninių verčių nustatymui, apskaičiuotos 75% (mažėjančių rodiklių – 25%) sklaidos kritinės vertės kiekvienam upių tipui atskirai, ir kiekviename upių tipe atrinktos tik tos tyrimų stotys, kur EG rodikliai yra aukštesni už 75% (25%) vertes. Šių stočių pagrindu, skirtingų tipų upėse apskaičiuotos EG rodiklių medianos, 10, 25, 75 ir 90 sklaidos %. Šios vertės palygintos su atitinkamomis senesniame LŽI variante naudotų EG rodiklių vertėmis. Nustatyta, kad medianos visais atvejais buvo aukštesnės ar atitiko LŽI naudotų rodiklių potencialiai etalonines sąlygas apibūdinančias vertes.

Pagal atrinktus reprezentatyvius žuvų EG rodiklius (6-8 rodikliai, priklausomai nuo upės tipo) atrinkti visi tyrimų taškai, kur absoliuti dauguma rodiklių (4-6 rodikliai, priklausomai nuo upių tipo) atitiko ar viršijo kritines vertes (medianas). Šiuose tyrimų taškuose apskaičiuotos kiekvieno iš EG rodiklių 75% (su žmogaus poveikiu didėjančių -25%) vertės (žemutinė riba):

Tipas	INTOL, n %	LITH, n %	LITH, sp %	INTO L sp	RH, n %	TOLE, n %	OMNI, n %	TOLE, sp %
1	67.5	67.0	86	3		1.0	3.1	
2	29.2	53.87	43		63.6	38.6	40.31	20
3	43.85	97	72.32	5	98.4	2	3	12
4	20.75	36.28	43		43.59	30.83	35.25	21.43
5	32.81	62.94	65.75	5	81.42	19.18	20.19	1.18

Šios vertės pasirinktos kaip etaloninių sąlygų identifikavimo kriterijai ir buvo naudojamos rodiklių normalizavimui, konkrečioje tyrimų stotyje iš jų dalinant nustatytas atitinkamų žuvų rodiklių vertes (pagal REFCOND metodika (EQR)):

Pvz: 1 upių tipe nustatytasis LITH, n % yra lygus 50. Normalizuotoje skalėje LITH, n % įvertis bus:

$$\text{LITH, n \%} = 50 / 67 (\text{RC vertė}) = 0,746$$

Žuvų rodiklių, kurių vertės didėjant žmogaus poveikiui didėja (pvz TOLE), normalizuojama šiuo būdu:

2 upių tipe TOLE, n % yra lygus 47. RC vertė – 38,6. Tuomet:

$$\text{TOLE, n \%} = (47-100)/(38,6-100) = 0,863$$

Tuomet buvo apskaičiuotas visų konkrečiam upių tipui naudojamų normalizuotų rodiklių vidurkis (0-1 skalė; naujas LŽI įvertis).

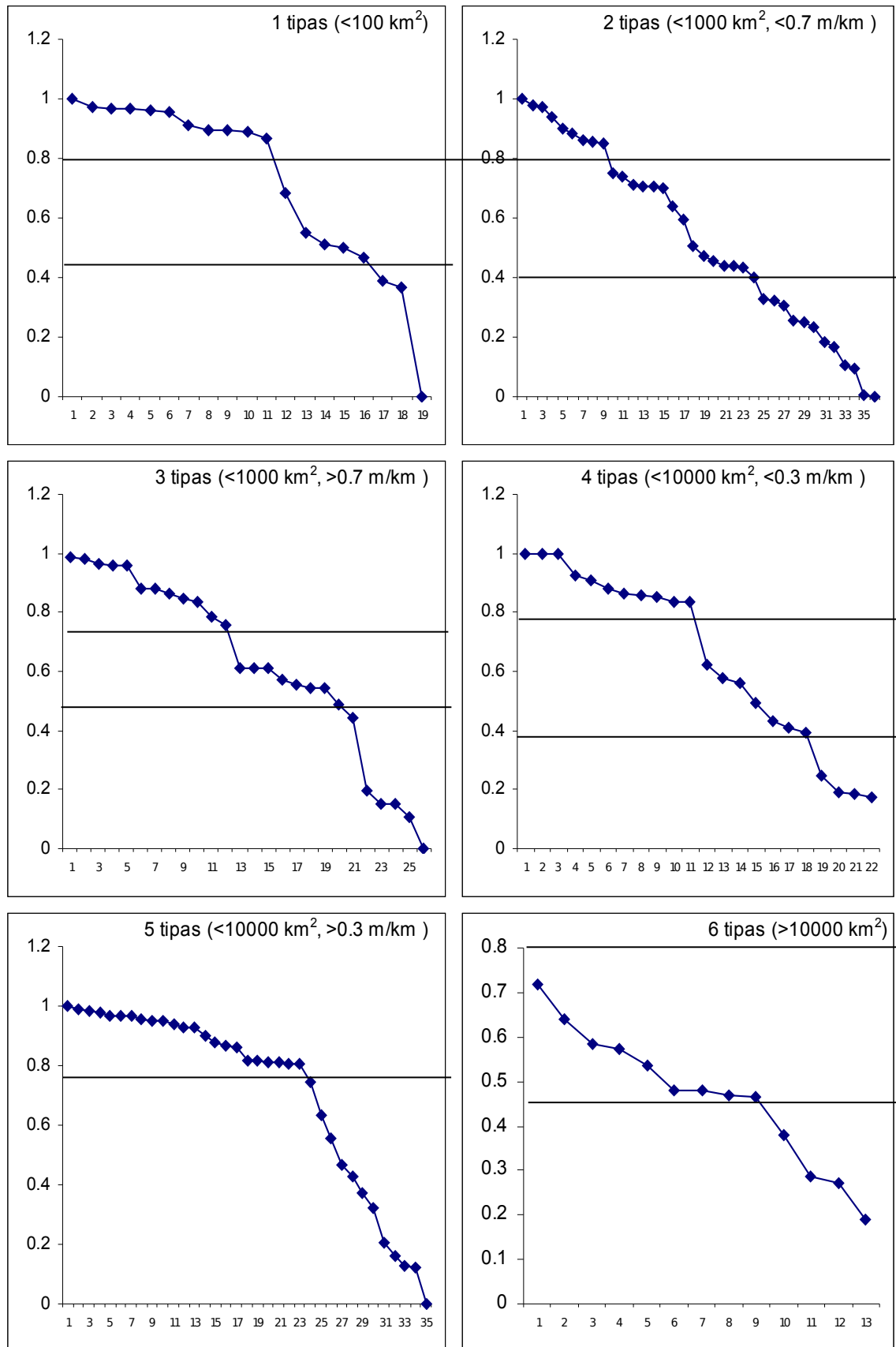
Tam, kad patikrinti, ar normalizuoti rodikliai ir LŽI išties kinta priklausomai nuo vandens kokybės rodiklių kaitos, atlikta normalizuotų rodiklių ir LŽI koreliacija su vandens kokybės rodikliais (10 lentelė)

10 lentelė. LŽI rodiklių ir vandens kokybės elementų koreliacijos matrica

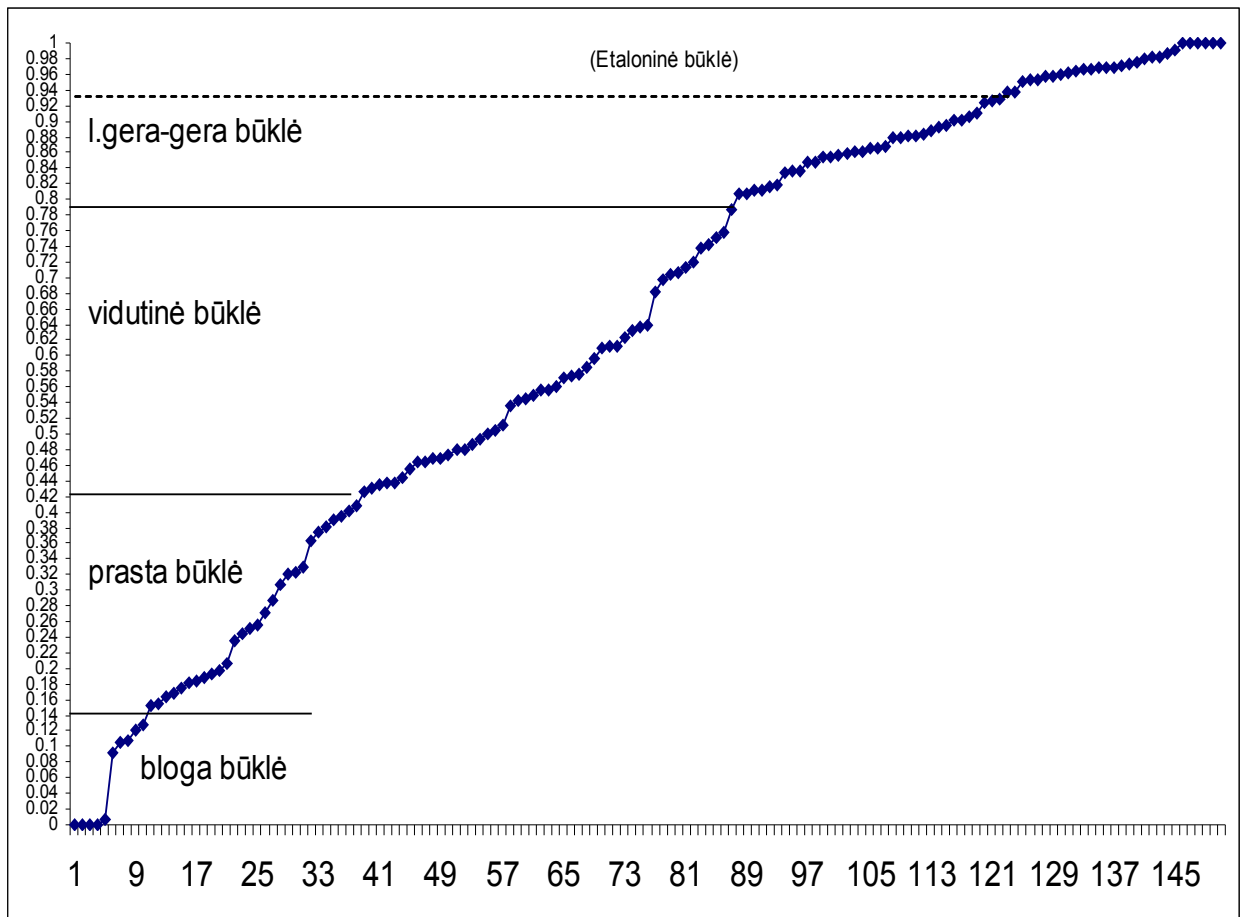
	INTOL, n %	LITH, n %	LITH, sp %	INTOL sp	RH, n %	TOLE, n %	OMNI, n %	TOLE, sp %	LŽI
BDS7 (>10°C)	-0.43	-0.50	-0.37	-0.43	-0.51	-0.44	-0.49	-0.41	-0.52
BDS7 (vid)	-0.40	-0.41	-0.32	-0.42	-0.41	-0.40	-0.44	-0.45	-0.47
P bendr mg/l (>10°C)	-0.39	-0.34	-0.40	-0.37	-0.35	-0.41	-0.45	-0.64	-0.45
P bendr mg/l (vid)	-0.39	-0.33	-0.37	-0.37	-0.35	-0.40	-0.44	-0.61	-0.44
PO4-P mg/l (vid)	-0.38	-0.31	-0.36	-0.36	-0.33	-0.38	-0.42	-0.62	-0.43
N bendr mg/l (<10°C)	-0.40	-0.40	-0.43	-0.40	-0.39	-0.45	-0.50	-0.57	-0.50
N bendr mg/l (vid)	-0.41	-0.41	-0.45	-0.43	-0.41	-0.45	-0.50	-0.61	-0.52
NH4-N mg/l (<10°C)	-0.21	-0.25	-0.33	-0.29	-0.26	-0.29	-0.35	-0.49	-0.35
NH4-N mg/l (vid)	-0.18	-0.19	-0.25	-0.25	-0.21	-0.23	-0.29	-0.46	-0.29
NO3-Nmg/l (<10°C)	-0.47	-0.46	-0.41	-0.39	-0.43	-0.48	-0.50	-0.49	-0.52
NO3-Nmg/l (vid)	-0.43	-0.45	-0.43	-0.40	-0.44	-0.48	-0.47	-0.57	-0.52
N miner mg/l (<10°C)	-0.42	-0.43	-0.44	-0.40	-0.42	-0.46	-0.51	-0.58	-0.52
N miner mg/l (vid)	-0.38	-0.41	-0.45	-0.41	-0.41	-0.45	-0.48	-0.63	-0.51
mgO2/l (min)	0.41	0.37	0.48	0.44	0.33	0.42	0.40	0.53	0.48
O2 % (min)	0.37	0.36	0.46	0.41	0.36	0.32	0.32	0.46	0.41

Visi normalizuoti žuvų rodikliai ir išvestinis rodiklis (LŽQI) patikimai koreliuoja su visais vandens kokybės rodikliais ($P < 0,001$), išskyrus NH4-N mg/l, kur koreliacijos yra patikimos esant tik $P < 0,05$ patikimumo lygiui. Tai patvirtina, kad rodikliai buvo pasirinkti korektiškai.

Toliau, kad atrinkti, kur yra riba tarp l.geros-geros/vidutinės būklės buvo sudaryti LŽQI įverčių išsidėstymo grafikai (stotis-įvertis) upių tipams atskirai (4 pav.) ir bendras visoms upėms (5 pav.).



4 pav. LŽI įverčių išsidėstymo grafikai skirtingų tipų upėse



5 pav. LŽI įverčių išsidėstymo grafikas (visos upės)

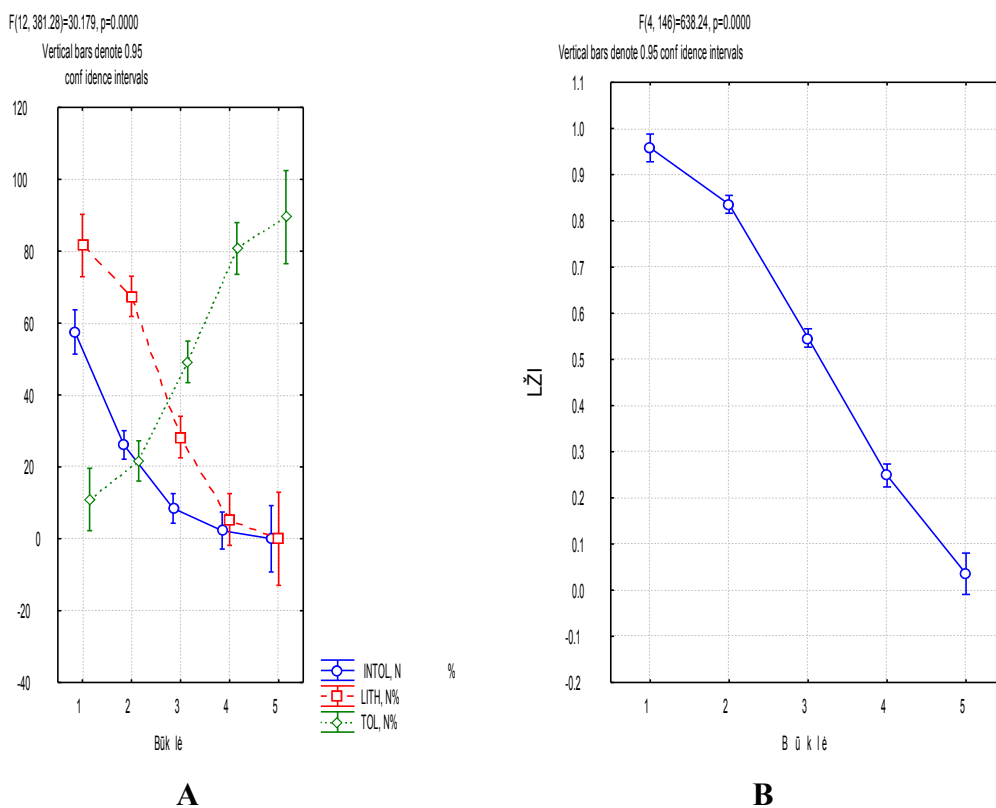
Pagal LŽQI įverčių išsidėstymą nustatyta riba, kada šie įverčiai pradeda pastebimai mažėti, t.y. kada dėl vieno ar kitų vandens kokybės elementų pokyčių žuvų bendrijų būklė pradeda akivaizdžiai krypti į blogąją pusę. Skirtinguose upių tipuose rodiklių verčių kritimas pasireiškia beveik toje pat jų sklaidos dalyje, t.y. ties 0,8:

Tipas	Būklė	
	gera/vidutinė	vidutinė/prasta
1	0.8	0.43
2	0.8	0.4
3	0.76	0.43
4	0.78	0.39
5	0.77	
6		0.43
vid.	0.78	0.42

Ši riba teoriškai turėtų reprezentuoti geros būklės perėjimą į vidutinę, t.y. tai geros/vidutinės būklės slenkstinė vertė.

Tačiau papildomai buvo tikrinama, ar žuvų bendrijų charakteristikos teoriškai nustatytose skirtingos būklės klasėse atitinka BVPD pateiktą būklės klasių aprašymą. Pagrindiniais tikrinimo kriterijais buvo pasirinktos intolerantinių (ypatingai jautrių), litofilinių

(vidutiniškai jautrių) ir tolerantinių (nejautrių) žuvų rūšių santykinis gausumas bendrijoje, bei LŽI visumoje. Kadangi skirtingo jautrumo žuvys nevienodai reaguoja į žmogaus poveikį, esant vidutinei būklei intolerantinių žuvų santykinis gausumas bendrijoje turėtų būti stipriai nukrypęs nuo etaloninės vertės, o esant blogai būklei, šių žuvų apskritai neturėtų būti. Atitinkamai, litofilinių ir tolerantinių žuvų gausumas turėtų būti vidutiniškai nukrypęs nuo etaloninių verčių. Be to, tolerantinės žuvys turėtų dominuoti bendrijoje esant blogai būklei (> 80% visų žuvų). Tuo tarpu LŽI esant vidutinei būklei turėtų būti vidutiniškai nukrypęs nuo etaloninės vertės (pagal BVPD būklės klasių aprašymą). Visais atvejais ši prielaida pasitvirtino, kas rodo, kad ribos tarp būklės klasių buvo nustatytos gana tiksliai (6 pav.).



6 pav. Intolerantinių, litofilinių ir tolerantinių žuvų santykinio gausumo (A) ir LŽI (B) įverčių kaita skirtingos upių būklės klasėse

Turint apytikres būklės klasių ribas, kiekviename iš upių tipų, kiekvienoje būklės klasėje visiems žuvų rodikliams vėl buvo apskaičiuotos 75% ir 25% rodiklių sklaidos vertės bei apskaičiuoti vidurkiai tarp būklės klasių. Pvz., skaičiuojant žmogaus poveikyje mažėjančių rodiklių kritines vertes tarp geros/vidutinės būklės, buvo išvesti vidurkiai tarp geros būklės klasės 25% rodiklio vertės ir vidutinės būklės klasės 75% rodiklių sklaidos vertės (skaičiuojant žmogaus poveikyje mažėjančių rodiklių kritines vertes buvo išvedamas vidurkis tarp geros būklės klasės 75% rodiklio vertės ir vidutinės būklės klasės 25% rodiklių vertės). Etaloninių sąlygų apibūdinimui pasirinkta 1. geros būklės 75%, tuo tarpu riba tarp 1.

geros ir geros būklės apskaičiuota pagal aukščiau nurodytą metodiką. Naujai nustatytos etaloninės žuvų rodiklių vertės pateiktos 11 lentelėje.

11 lentelė. LŽI naudojamų žuvų rodiklių etaloninės (RC) vertės

Žuvų rodikliai								
Upės tipas	INTOL, n %	LITH, n %	LITH, sp %	INTOL, sp	RH, n %	TOLE, n %	OMNI, n %	TOLE, sp %
1	61	96	83	3		1	3	
2	22	52	41		58	33	37	18
3	45	93	72	5	95	2	4	14
4	18	33	39		46	37	53	18
5	27	65	52	5	83	23	38	14

Šios etaloninės vertės buvo naudojamos galutiniam rodiklių normalizavimui (žuvų rodiklių pervedimui į 0-1 skalę) kiekvienoje iš ekologinės būklės klasių. Taip pat, kad tie patys rodikliai skirtinguose upių tipuose ekologinę būklę vertintų identiškai, t.y. kad jų kaitos ribos kiekvienoje iš būklės klasių būtų tokios pačios, kiekvieno iš rodiklių ribos buvo suvienodintos pagal jų vidurkį visuose upių tipuose. Ši procedūra buvo galima, kadangi rodiklių kaita normalizuotoje skalėje skirtingų tipų upėse buvo gana panaši. Rodiklių kaitos ribų suvienodinimo pavyzdys pateiktas 12 lentelėje (intolerantinių žuvų santykinio gausumo kritinių verčių tarp geros/vidutinės ir vidutinės/prastos būklės skirtinguose upių tipuose, pavyzdžiu). Suvienodintos žuvų rodiklių vertės (jų kaita) kiekvienoje iš būklės klasių kiekviename upių tipe yra pateiktos 13 lentelėje

12 lentelė. Rodiklių kaitos ribų suvienodinimas (pavyzdys).

INTOL, n %	Tipas	gera/vidutinė	vidutinė/prasta
nesukalibruotos ribos	1	0.492	0.249
	2	0.544	0.198
	3	0.438	0.248
	4	0.444	0.247
	5	0.556	0.184
vidurkis		0.495	0.225
sukalibruotos ribos	1	0.508	0.230
	2	0.500	0.227
	3	0.488	0.222
	4	0.500	0.222
	5	0.481	0.222
vidurkis		0.495	0.225

13 lentelė. Žuvų rodiklių vertės skirtingos būklės klasėse ir jų ribos normalizuotoje skalėje.

Rodikliai	Tipas	RC vertė	Rodiklių kaita būklės klasėse					Rodiklių būklės klasių ribos normalizuotoje skalėje			
			L.gera	gera	vidutinė	prasta	bloga	L.G/G	G/V	V/P	P/B
INTOL, n %	1	61	>56	56-31	30-14	13-0,1	<0,1	0,820	0,508	0,230	0,002
	2	22	>20	19-11	10-5	4-0,1	<0,2	0,909	0,500	0,227	0,005
	3	45	>42	42-22	21-10	9-0,1	<0,3	0,933	0,488	0,222	0,002
	4	18	>17	17-9	8-4	3-0,1	<0,4	0,944	0,500	0,222	0,006
	5	27	>25	25-13	12-6	5-0,1	<0,5	0,926	0,481	0,222	0,004
LITH, n %	1	96	>91	89-69	68-35	34-0,1	<0,7	0,948	0,719	0,365	0,001
	2	52	>49	47-36	35-18	17-0,1	<0,8	0,942	0,692	0,346	0,002
	3	93	>88	86-65	64-32	31-0,1	<0,9	0,946	0,699	0,344	0,001
	4	33	>32	31-23	22-12	11-0,1	<0,10	0,970	0,697	0,348	0,003
	5	65	>61	60-46	45-23	22-0,1	<0,11	0,938	0,708	0,346	0,002
LITH, sp %	1	83	>77	77-59	58-31	30-0,1	<0,13	0,928	0,711	0,373	0,001
	2	41	>38	38-29	28-14	13-0,1	<0,14	0,927	0,707	0,341	0,002
	3	72	>67	67-51	50-25	24-0,1	<0,15	0,931	0,708	0,347	0,001
	4	39	>36	36-28	27-13	12-0,1	<0,16	0,923	0,718	0,333	0,003
	5	52	>49	49-37	36-18	17-0,1	<0,17	0,942	0,712	0,346	0,002
INTOL sp	1	3	3	2	1	1	0	1	0,670	0,330	0,330
	2										
	3	5	>4	4-3	2	1	0	0,8	0,600	0,400	0,200
	4										
	5	5	>4	4-3	2	1	0	0,8	0,600	0,400	0,200
RH, n %	1										
	2	58	>54	54-42	41-21	20-2	<2	0,931	0,724	0,356	0,042
	3	95	>88	88-68	67-31	30-4	<4	0,926	0,716	0,326	0,042
	4	46	>43	43-33	32-15	14-2	<2	0,935	0,717	0,326	0,043
	5	83	>79	79-59	58-27	27-4	<4	0,952	0,711	0,325	0,042
TOLE, n %	1	1	<4	4-19	20-48	49-86	>86	0,970	0,818	0,525	0,141
	2	33	<36	36-46	47-73	74-90	>90	0,955	0,806	0,403	0,149
	3	2	<5	5-21	22-60	61-86	>86	0,969	0,806	0,408	0,143
	4	37	<40	40-49	50-74	75-91	>91	0,952	0,810	0,413	0,143
	5	23	<27	27-38	39-69	70-89	>89	0,948	0,805	0,403	0,143
OMNI, n %	1	3	<9	9-24	25-52	53-85	>85	0,938	0,784	0,495	0,155
	2	37	<41	41-51	52-70	71-90	>90	0,937	0,778	0,476	0,159
	3	4	<11	11-26	27-55	56-85	>85	0,927	0,771	0,469	0,156
	4	53	<55	55-63	64-78	79-93	>93	0,936	0,787	0,468	0,160
	5	38	<42	42-52	53-71	72-90	>90	0,935	0,774	0,468	0,161
TOLE, sp %	1										
	2	18	<22	22-34	35-46	47-67	>67	0,951	0,805	0,659	0,402
	3	14	<19	19-30	31-43	44-65	>65	0,942	0,814	0,663	0,407
	4	18	<22	22-34	35-46	47-67	>67	0,951	0,805	0,659	0,402
	5	14	<19	19-30	31-43	44-65	>65	0,942	0,814	0,663	0,407
							1	0,934	0,701	0,398	0,106
							2	0,936	0,716	0,401	0,109
Vidurkis tipams							3	0,922	0,700	0,397	0,119
							4	0,945	0,719	0,396	0,108
							5	0,923	0,701	0,397	0,120
Vidurkis								0,932	0,707	0,398	0,112

Visų rodiklių vidurkis yra upės ekologinės būklės įvertis pagal Lietuvos žuvų indeksą, kintantis 0-1 skalėje. Būklės klasių ribos (kritinės vertės) yra:

LŽI	Būklė
>0,93	I. gera
0,93-0,71	gera
0,7-0,40	vidutinė
0,39-0,11	prasta
<0,11	bloga

P.s. Apskaičiuojant LŽQI, rodiklių vertės, kurios normalizuotoje skalėje yra >1, yra prilyginamos 1. Pvz., 5-ame upių tipe TOLE sp % yra 2. Normalizuotoje skalėje bus:

$$\text{TOLE sp \%} = (5-100)/(14-100) = 1,14 = 1,0$$

Etaloninių verčių žuvų rodikliams tipui upių, kurių baseino plotas yra >10 000 km², nustatyti nebuvo galimybių. Pagal vandens kokybės rodiklių vertes (slenkstinės vandens kokybės rodiklių vertės tarp būklės klasių yra pateiktos 1.3 skyriuje) šios upės priskirtinos vidutinei-prastai būklei. Pagal žuvų bendrijų rodiklius, >10 000 km² upės (6 tipas), kurių nuolydis yra <0,3 m/km, atitinka vidutinės-prastos būklės 4-to tipo (<0,3 m/km nuolydžio) upių žuvų bendrijų rodiklių ribas, o >10 000 km² upės, kurių nuolydis yra >0,3 m/km, atitinka vidutinės-prastos būklės 5-to tipo (>0,3 m/km nuolydžio) upių žuvų bendrijų rodiklių ribas (14 lentelė). Todėl 6-to tipo upių būklės vertinimui galima naudoti atitinkamo nuolydžio 4-to tipo upių žuvų rodiklių referentines vertes (normalizacijos koeficientus). Atitinkamai, 6 tipas pagal nuolydį taip pat turi būti suskirstytas į potipius: 6 tipas - >10 000 km² upės, kurių nuolydis yra <0,3 m/km ir 7 tipas - >10 000 km² upės, kurių nuolydis yra >0,3 m/km.

14 lentelė. Žuvų rodiklių vertės >10000 km² baseino ploto upėse (vidutinė/prasta būklė)

Rodikliai	INTOL, n %	LITH, n %	LITH, sp %	INTOL sp	RH, n %	TOLE, n %	OMNI, n %	TOLE, sp %
Upės tipas								
6 tipas:	28,992	37,575	46,154	2	50,512	67,404	75,995	38,462
> 10 000, <0,3	16,647	26,676	44,231	2	47,065	64,841	68,871	37,67
(Nemuno atkarpos)	8,2071	17,536	30,252	1	27,356	51,47	52,808	30,889
	6,451	14,017	26,786	1	20,771	47,261	47,677	29,67
7 tipas:	4,305	54,251	31,174	1,4	19,771	88,049	77,274	43,93
> 10000, <0,3	2,6528	29,496	23,158	1	19,191	86,941	75,844	41,886
(Neries atkarpos)	0,1497	2,9332	16,667	0,5	5,8274	55,597	62,507	35,897
	0	2,8577	12,667	0	4,1385	33,334	60,275	33,333

Pakoreguoto Lietuvos žuvų indekso aprašymo sutrumpintas variantas yra pateiktas II Priede.

3. Priklausomybė tarp LŽI verčių ir vandens kokybės bei hidromorfologinių elementų.

Tai, kad LŽI atspindi vandens kokybės kaitą buvo nustatyta LŽI koregavimo eigoje (1.2 skyrius). O tai sudarė prielaidas vandens kokybės elementų kaitos skirtingos ekologinės būklės (pagal LŽI) upėse analizei bei kritinių verčių tarp būklės klasių apskaičiavimui. Tik nustačius vandens kokybės elementų kritines vertes yra galimybė įvertinti hidro-morfologinių pokyčių įtaką žuvų bendrijoms

3.1. Vandens kokybės elementai

3.1.1. Etaloninių verčių bei labai geros/geros būklės slenkstinių verčių nustatymas

Vandens kokybės elementų analizei upės į ekologinės būklės klases buvo suskirstytos pagal LŽI įverčius, pateiktus 1.2 skyriaus 13 lentelėje. Kiekvienoje iš būklės klasių, kiekviename upių tipe buvo apskaičiuotos vandens kokybės elementų, kurie koreliuoja su žuvų rodikliais (žr. 1.2 skyriaus 8 lentelę) medianos, 75% ir 25%. Kaip ir žuvų atveju (LŽI koregavimo eigoje), etaloninių sąlygų apibūdinimui pasirinkta 1. geros būklės upių vandens kokybės elementų „viršutinės“, t.y. 25% sklaidos vertės (deguoniui – 75%), o riba tarp 1. geros ir geros būklės apskaičiuota išvedant vidurkį tarp 1. geros būklės klasės 75% rodiklio vertės ir geros būklės klasės 25% rodiklių sklaidos vertės (deguoniui - atvirkščiai). Šitaip išvengta „etaloninių“ verčių įtakos „geros būklės“ verčių apskaičiavimui. Tačiau turi būti pažymėta, kad labai geros būklės upių skaičius yra labai mažas, t.y. nepakankamas korektiškam vandens kokybės elementų etaloninių bei slenkstinių 1.geros/geros būklės verčių nustatymui kiekvienam upių tipui atskirai. Atsižvelgiant į tai, etaloniškos bei slenkstinės 1.geros/geros būklės vandens kokybės elementų vertės paraleliai buvo nustatytos visos duomenų bazės pagrindu, t.y. neskirstant upių į tipus. Rezultatai yra pateikti 15 lentelėje.

Kaip matyti iš lentelės, skirtinguose upių tipoose etaloniškos ir slenkstinės 1.geros/geros būklės vandens kokybės elementų vertės skiriasi nežymiai, ar skirtumai nėra dideli. Kiek labiau skiriasi tik deguonies koncentracija ir prisotinimas 2-tro tipo upėse. Taip pat beveik nesiskiria ir vertės, nustatytos išvedus vidurkį visiems upių tipams bei jas apskaičiavus neskirstant upių į tipus. Lentelėje taip pat pateiktos ne tik vidutinės, bet ir maksimalios (deguoniui – minimalios) vertės, taip pat vertės esant $<10^{\circ}\text{C}>$. Pastarosios apskaičiuotos tik tiems vandens kokybės elementams, kurių koncentracijos metų bėgyje kinta (nustatyta, kad teršiamose upėse yra patikima koreliacija tarp vandens temperatūros ir BDS7 bei azoto ir jo junginių).

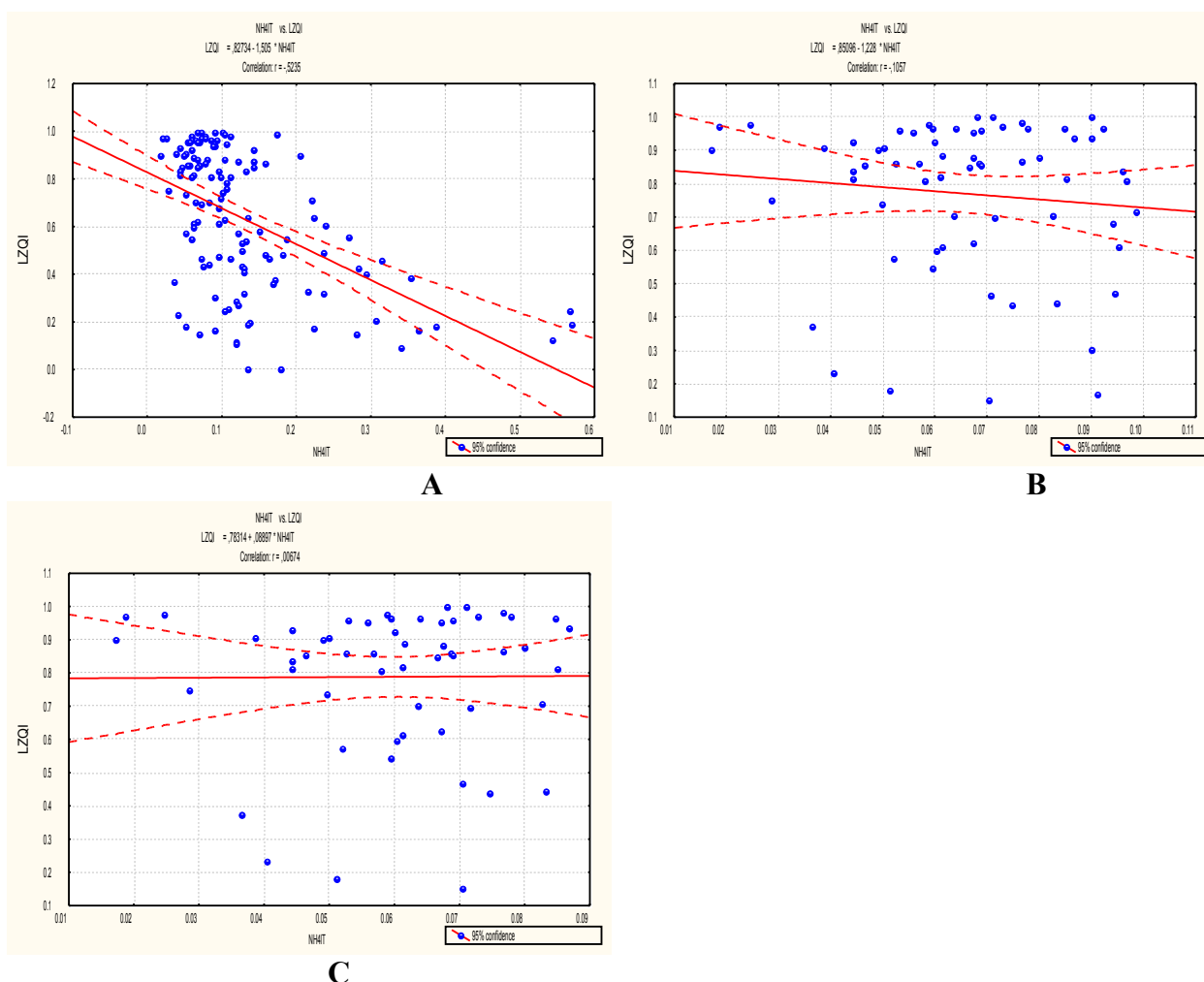
15 lentelė. Etalonišės ir slenkstinės I.geros/geros būklės vandens kokybės elementų vertės skirtinguose upių tipuose ir visose upėse kartu (HT – esant temperatūrai > 10°C, IT – esant temperatūrai <10°C; RC – etalonišės vertės, H/G – I.geros/geros būklės slenkstinės vertės).

Tipas	1		2		3		4		5		vidurkis		Vidurkis, neskirstant upių į tipus	
	RC	H/G	RC	H/G	RC	H/G	RC	H/G	RC	H/G	RC	H/G	RC	H/G
BDS7 (Ht)	2.28	2.15	1.50	2.07	2.35	2.59	1.66	1.80	1.80	2.48	1.92	2.22	1.96	2.27
BDS7 (IT)	1.91	2.01	1.77	1.90	1.78	1.82	1.55	1.56	1.54	2.05	1.71	1.87	1.75	1.83
BDS7 (max)	2.90	3.25	2.80	3.14	3.80	4.06	2.40	4.75	3.40	4.04	3.06	3.85	3.30	3.60
BDS7 vid.	1.95	2.08	1.60	1.98	1.88	1.99	1.58	1.64	1.76	2.26	1.75	1.99	1.80	2.03
N bendr mg/l (Ht)	0.48	0.69	0.53	1.32	1.10	1.31	0.68	0.95	0.84	1.09	0.73	1.07	0.86	1.12
N bendr mg/l (IT)	0.79	1.48	1.00	2.14	1.62	2.17	1.18	1.72	1.31	2.01	1.18	1.91	1.28	1.91
N bendr mg/l (max)	1.10	3.08	2.50	3.13	2.56	5.18	2.54	4.67	3.08	4.11	2.35	4.03	2.50	3.93
N bendr mg/l vid.	0.65	1.07	0.65	1.49	1.30	1.55	0.84	1.16	0.95	1.48	0.88	1.35	0.92	1.36
N miner mg/l (Ht)	0.07	0.33	0.23	0.55	0.48	0.76	0.22	0.30	0.29	0.39	0.26	0.47	0.29	0.53
N miner mg/l (IT)	0.38	0.86	0.47	0.89	1.21	1.54	0.72	1.08	0.71	1.26	0.70	1.13	0.66	1.11
N miner mg/l (max)	0.57	1.69	0.55	1.17	2.17	3.99	1.22	2.15	1.98	2.81	1.30	2.36	1.42	2.18
N miner mg/l vid.	0.22	0.54	0.44	0.73	0.68	0.94	0.35	0.54	0.45	0.74	0.43	0.70	0.43	0.65
NH4-N mg/l (Ht)	0	0	4	2	2	4	3	3	7	9	7	6	0.013	0.027
NH4-N mg/l (IT)	0.05	0.06	0.02	0.07	0.09	0.11	0.04	0.07	0.06	0.07	0.05	0.08	0.059	0.079
NH4-N mg/l (max)	0.08	0.10	0.05	0.14	0.17	0.22	0.08	0.40	0.11	0.12	0.10	0.20	0.110	0.170
NH4-N mg/l vid.	0.03	0.04	0.01	0.04	0.04	0.05	0.03	0.03	0.03	0.05	0.03	0.04	0.030	0.050
NO3-Nmg/l (IT)	0.32	0.79	0.44	0.80	1.08	1.41	0.67	0.99	0.64	1.18	0.63	1.04	0.63	1.02
NO3-Nmg/l (max)	0.50	1.57	0.51	1.11	1.92	3.82	1.16	2.10	1.90	2.74	1.20	2.27	1.40	2.10
NO3-Nmg/l vid.	0.17	0.50	0.37	0.66	0.60	0.87	0.30	0.50	0.39	0.66	0.37	0.64	0.38	0.79
P bendr mg/l (max)	0.12	0.13	0.05	0.08	0.10	0.16	0.09	0.25	0.16	0.28	0.10	0.18	0.120	0.175
P bendr mg/l vid.	0.07	0.09	0.03	0.05	0.05	0.07	0.04	0.05	0.05	0.07	0.05	0.07	0.054	0.071

PO4-P mg/l (max)	0.09	0.12	0.03	0.05	0.05	0.05	0.04	0.17	0.06	0.07	0.05	0.09	0.050	0.073
	1	1	0	7	0	9	0	0	3	8	5	7		
	0.03	0.08	0.01	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.03	0.02	0.03		
PO4-P mg/l vid.	5	3	0	6	2	8	9	6	6	2	3	9	0.024	0.029
mgO2/l vid.	10.5	9.7	9.5	8.5	10.7	9.5	10.8	10.2	10.5	10.0	10.4	9.6	10.4	9.5
mgO2/l (min)	8.2	7.4	6.1	5.9	7.6	6.5	8.2	7.4	7.5	6.9	7.5	6.8	7.7	7.0
O2 % vid.	91.0	81.5	82.3	79.9	85.0	83.9	91.0	87.0	86.6	86.0	87.2	83.7	87.0	85.1
O2 % (min)	67.0	58.0	68.0	53.0	60.5	50.0	62.5	62.3	63.0	60.6	64.2	56.8	63.0	62.8

Slenkstinės I.geros/geros būklės vandens kokybės elementų vertės taip pat buvo nustatytos ir naudojantis *CB GIG* pasiūlyta metodika (Proposals for deriving “No effect thresholds” of selected chemical parameters on the Invertebrate ICM index for the Central-Baltic GIG intercalibration. January 23th, 2006). Metodo principas – atrasti vandens kokybės elementų mažiausias kritines vertes (koncentracijas), kurioms esant biologinių elementų (šiuo atveju – LŽQI) vertės su jomis nebekoreliuoja (koreliacijos nepatikimos; $R < 0,1$; $P > 0,1$). Šiuo metodu vandens kokybės elementų mažiausios kritinės vertės nustatytos visų upių stočių, kurioms turime žuvų ir vandens kokybės elementų duomenis, pagrindu (152 stotys/mėginių ėmimo pakartojimai), ir didesnio nuolydžio (1 ir 3 tipai, t.y. $< 100 \text{ km}^2$ ir $< 1000 \text{ km}^2$, $> 0,7 \text{ m/km}$; viso 45 stotys) bei mažesnio nuolydžio (2, 4 ir 5 tipai: $< 1000 \text{ km}^2$, $< 0,7 \text{ m/km}$ ir $> 1000 \text{ km}^2$; viso 107 stotys) upių grupėms.

RC nustatymo schema (pavyzdys, laikantis *CB GIG* metodikos) pateikta 7 pav.



7 pav. $\text{NH}_4\text{-N}$ (esant vandens $T < 10^\circ\text{C}$) slenkstinės koncentracijos tarp I.geros/geros būklės nustatymo pavyzdys: **A** – $\text{NH}_4\text{-N} = 0,6 \text{ mg/l}$; **B** pav. – $0,11 \text{ mg/l}$; **C** pav. – $0,09 \text{ mg/l}$.

Rezultatai, gauti taikant šią metodiką, yra pateikti 16 lentelėje.

16 lentelė. Vandens kokybės elementų slenkstinės I.geros/geros būklės vertės, apskaičiuotos pagal *CB GIG* metodiką skirtingo nuolydžio upių tipuose ir visose upėse kartu.

Rodiklis	visos upės	didelis nuolydis (1 ir 3 tipai)	mažas nuolydis (2, 4 ir 5 tipai)	Slenkstinės vertės, nustatytos analizuojant rodiklių sklaidą	
BDS7 (>10°C)	2.2	3.0	2.2	2.22	2.27
BDS7 (vid)	2.1	2.5	2.1	1.99	2.03
P bendr mg/l (vid)	0.12	0.12	0.1	0.071	0.071
PO4-P mg/l (vid)	0.04	0.06	0.07	0.039	0.029
N bendr mg/l (<10°C)	2.0	2.0	2.1	1.91	1.91
N bendr mg/l (vid)	1.3	1.4	1.3	1.35	1.36
NH4-N mg/l (<10°C)	0.09	0.07	0.09	0.080	0.079
NH4-N mg/l (vid)	0.04	0.05	0.04	0.044	0.050
NO3-Nmg/l (<10°C)	1.4	1.3	0.7	1.04	1.02
NO3-Nmg/l (vid)	0.9	1.2	0.9	0.64	0.79
N miner mg/l (<10°C)	1.5	1.4	1.8	1.13	1.11
N miner mg/l (vid)	1.0	1.3	1.0	0.70	0.65
mgO2/l (vid)	9.0	9.0	9.0	9.6	9.8
mgO2/l (min)	7.6	7.5	7.6	6.8	7.0
O2 % (vid)	90%	90%	80%	83.7	85.1
O2 % (min)	60%	60%	60%	56.8	62.8

Kaip matyti, laikantis šios metodikos, vienu vandens kokybės rodiklių slenkstinės vertės yra šiek tiek didesnės, kitų - mažesnės, negu nustatytos analizuojant rodiklių sklaidą, tačiau skirtumai absoliučioje daugumoje atvejų nėra esminiai. Be to, pagal *CB GIG* metodiką apskaičiuotos vertės šiek tiek skiriasi ir didesnio bei mažesnio nuolydžio upėse. Šie skirtumai, vėlgi, gali būti sąlygoti pernelyg mažos duomenų bazės apimties.

Kadangi tolimesniame vandens kokybės rodiklių slenkstinių verčių tarp būklės klasių nustatyme buvo taikoma rodiklių verčių pasiskirstymo analizės metodika, etaloninių bei slenkstinių I.geros/geros būklės verčių apibūdinimui buvo naudojamos pagal tokią pačią metodiką (t.y. sklaidos analizės) apskaičiuotas vandens kokybės elementų vertės. Šiuo atveju nesminiai pagal *CB GIG* pasiūlytą metodiką apskaičiuotų verčių bei sklaidos analizės būdu apskaičiuotų verčių skirtumai tik patvirtina, kad slenkstinės I.geros/geros būklės vandens kokybės elementų vertės yra nustatytos gana tiksliai. Taip pat, buvo naudojamos tos vertės, kurios apskaičiuotos upių neskirstant į tipus (o ne tipų vidurki), kadangi tolimesnėje analizėje upės į tipus nebebuvo skirstomos (žr. 3.1.2 poskyrį).

Žemiau yra pateikta palyginamoji lentelė (17 lentelė) su LŽI pagrindu nustatytais vandens kokybės elementų I.geros būklės slenkstinėmis vertėmis ir vertėmis, nustatytais interkalibracijos proceso metu bestuburiams (*CB GIG* Proposals for deriving “No effect

thresholds” of selected chemical parameters on the Invertebrate ICM index for the Central-Baltic GIG intercalibration).

17 lentelė. Vandens kokybės elementų I.geros/geros būklės slenkstinės vertės, nustatytos taikant skirtingas metodikas.

Rodiklis	Žuvis: vertė, nustatyta neskirstant į tipus (tipų vidurkis)	CB GIG (bestuburiai)
BDS7 (vid)	2.0 (2.0)	2.4 (2.0)
PO4-P mg/l (vid)	0.03 (0.04)	0.03 (0.02-0.04)
NH4-N mg/l (vid)	0.05 (0.04)	0.05 (0.1)
NO3-Nmg/l (vid)	0.8 (0.06)	2-4
O2 % (vid)	85% (84%)	90% (85-95%)

Daugumoje atveju, vertės labai panašios, išskyrus NO3-N. Tačiau būtent šis elementas kai kuriais atvejais sąlygoja prastesnę nei gera žuvų bendrijos būklės kai kuriose upėse (pvz, Šušvės žemupyje NO3-N – 4.1 mg/l, Ašvoje pasienyje - 2.6 mg/l, Mūšoje aukščiau Kulpės - 3,7 mg/l), todėl CB GIG pasiūlyta 2-4 mg/l vertė žuvų atvejų gali būti nelabai tinkama.

3.1.2. Vandens kokybės elementų geros/vidutinės/prastos/blogos būklės upėse slenkstinių verčių nustatymas

Kaip jau buvo minėta anksčiau, problemų sukėlė mažas stočių skaičius kiekviename upių tipe atskirai (nepakankamas tolimesniam slenkstinių verčių skaičiavimui). Todėl vandens kokybės elementų geros/vidutinės/prastos/blogos būklės upėse slenkstinės vertės buvo apskaičiuotos neskirstant upių į tipus, išskyrus deguonies kiekio vandenyje rodiklius, kurie yra mažesni mažo nuolydžio 2-ro tipo upėse. Slenkstinės vertės tarp būklės klasių buvo apskaičiuotos pagal tą pačią metodiką, kuri buvo naudota I.geros/geros būklės slenkstinių verčių nustatymui. T.y. kiekvienoje iš būklės klasių buvo apskaičiuotos vandens kokybės elementų 75% ir 25% vertės, o slenkstinė vertė apskaičiuota išvedant vidurkį tarp geresnės būklės klasės 75% rodiklio vertės ir prastesnės būklės klasės 25% rodiklių vertės (deguoniui - atvirkščiai). Šioje procedūroje prastesnės būklės upėse vandens kokybės elementų vertės, atitinkančios ar mažesnės už 25% geresnės būklės klasės vertes buvo eliminuojamos (kad išvengtų šių verčių įtakos prastesnės būklės ribinių verčių apskaičiavimui). Pagal šią metodiką apskaičiuotos vandens kokybės elementų kaitos ribos skirtingos ekologinės būklės klasėse yra pateiktos 18 lentelėje.

Kaip jau buvo minėta, viso proceso eigoje analizuoti įvairūs to paties vandens kokybės rodiklio statistiniai variantai, jeigu prieš tai buvo nustatyta, kad jų vertės skirtingais sezonais akivaizdžiai skiriasi (vidurkiai, vidurkiai esant $<10^{\circ}\text{C}$ (N ir jo junginiai) vidurkiai esant $>10^{\circ}\text{C}$ (BDS7)). Skirtumai matomi ir pateiktoje 18 lentelėje su kritinėmis vertėmis. Visais atvejais, rodiklių vidurkiai patikimai ($R>0,88$; $P<0,001$) koreliuoja su atitinkamomis vertėmis esant žemai (ar aukštai) vandens temperatūrai (19 lentelė). Todėl kaip vandens kokybės kriterijai gali būti naudojamos vidutinės vertės. Tačiau šiuo atveju yra būtina, kad vandens kokybės mėginiai turi būti imami skirtingais sezonais, bent 4 kartus per metus. Vienkartiniai mėginiai neatskleidžia realios situacijos (šiltuoju periodu nustatytos BDS7 vertės bus aukštesnės, o N – žemesnės, negu realūs vidurkiai; šaltuoju periodu – atvirkščiai).

18 lentelė. Vandens kokybės elementų kaitos ribos skirtingos ekologinės būklės klasėse

	L	gera	gera	vidutinė	prasta	bloga
BDS7 ($>10^{\circ}\text{C}$)	2.2	2.2-3.5	3.6-5.5	5.6-7.0	>7.0	
BDS7 ($<10^{\circ}\text{C}$)	1.8	1.8-2.2	2.3-2.8	2.9-4.2	>4.2	
BDS7 vid.	2	2.0-3.0	3.1-4.0	4.1-5.0	>5.0	
N bendr mg/l ($>10^{\circ}\text{C}$)	1.1	1.1-1.5	1.6-2.9	3.0-4.6	>4.6	
N bendr mg/l ($<10^{\circ}\text{C}$)	1.9	1.9-2.7	2.8-5.7	5.8-7.8	>7.8	
N bendr mg/l vid.	1.4	1.4-2.4	2.5-3.8	3.9-5.2	>5.2	
N miner mg/l ($>10^{\circ}\text{C}$)	0.5	0.5-0.7	0.8-1.6	1.7-3.2	>3.2	
N miner mg/l ($<10^{\circ}\text{C}$)	1.1	1.1-1.9	2.0-4.3	4.3-6.0	>6.0	
N miner mg/l vid.	0.7	0.7-1.2	1.3-2.3	2.4-3.9	>3.9	
NH4-N mg/l ($>10^{\circ}\text{C}$)	0.03	0.03-0.04	0.05-0.08	0.09-0.2	>0.24	
NH4-N mg/l ($<10^{\circ}\text{C}$)	0.08	0.08-0.1	0.12-0.2	0.27-0.6	>0.6	
NH4-N mg/l vid.	0.05	0.05-0.09	0.1-0.19	0.2-0.32	>0.32	
NO3-Nmg/l ($>10^{\circ}\text{C}$)	0.5	0.5-1.0	1.0-1.9	2.0-3.4	>3.4	
NO3-Nmg/l ($<10^{\circ}\text{C}$)	1.0	1.0-1.8	1.9-3.6	3.7-5.4	>5.4	
NO3-Nmg/l vid.	0.8	0.8-1.4	1.5-2.4	2.5-3.8	>3.8	
P bendr mg/l vid.	0.071	0.07-0.1	0.13-0.2	0.22-0.4	>0.4	
PO4-P mg/l vid.	0.029	0.03-0.1	0.11-0.1	0.20-0.3	>0.32	
O2, mg/l (išskyrus 2 tipo upes)	>9.5	9.5-8	7.9-6.0	5.9-3.0	<3	
O2, mg/l (min)	>7.0	7.0-5.0	4.9-4.0	3.9-2.0	<2.0	
O2, % (išskyrus 2 tipo upes)	>85.0	85-70	69-55	<55	n.d. (1)	
O2, % (min)	>65	65-55	54-30	29-15	<15	
O2, mg/l (2 tipo upės)	>9.0	9.0-7.0	6.9-5.0	4.9-2	<2	
O2, mg/l (min)	>6.5	6.5-4.5	4.4-3.5	3.4-1.5	<1.0	

O ₂ , %						n.d.
	(2 tipo upės)	>80.0	80-65	64-50	<50	(1)
O ₂ , % (min)		>55	55-40	39-25	24-15	<15

Taip pat, kai kurie elementų koncentracijų kaita yra stipriai tarpusavyje susijusi (R>0,9; P<0,001), t.y. P bendras – PO₄-P, N bendras – N mineralinis, NO₃-N – N bendr/mineral. (19 lentelė). Todėl vandens kokybės vertinimui turėtų pakakti kurio nors vieno iš tarpusavyje susijusių elementų. Iš besidubliuojančių rodiklių vandens kokybės vertinimui ko gero geriau naudoti tuos, kurie jau šiuo metu naudojami interkalibracijai, t.y. PO₄-P (P bendras atmetamas) ir N bendras (N mineralinis atmetamas). Klausimas lieka su NO₃-N. Patikima šio rodiklio slenkstinė vertė bestuburiams nenustatyta, tačiau jis akivaizdžiai kinta kartu su N bendras.

Taip pat pažymėtina, kad vidutinės O₂ ar O% vertės gali neatspindėti realios būklės. Pvz.: Birvėta pasienyje pagal visus vandens kokybės rodiklius yra geros ar net labai geros būklės. Tačiau minimali deguonies koncentracija – tik 1.1 mg/l, min. prisotinimas 13%, nors vidurkiai būklę rodo esant gera-vidutine (atitinkamai, 8 mg/l ir 66%). Rezultate, LŽI įvertinimu, žuvų bendrijos būklė yra prasta.

19 lentelė. Vandens kokybė elementų koreliacijų matrica (HT – esant temperatūrai > 10°C, IT – esant temperatūrai <10°C).

	BDS7 (Ht)	BDS7 (vid)	P bendr mg/l (vid)	PO ₄ -P mg/l (vid)	N bendr mg/l (IT)	N bendr mg/l (vid)	NH ₄ -N mg/l (IT)	NH ₄ -N mg/l (vid)	NO ₃ -N mg/l (IT)	NO ₃ -N mg/l (vid)	N miner mg/l (IT)	N miner mg/l (vid)	mgO ₂ /l (min)	O ₂ % (min)	mgO ₂ /l (vid)	O ₂ % (vid)
BDS7 (Ht)	1.00															
BDS7 (vid)	0.89	1.00														
P bendr mg/l (vid)	0.49	0.65	1.00													
PO ₄ -P mg/l (vid)	0.42	0.59	0.98	1.00												
N bendr mg/l (IT)	0.35	0.44	0.77	0.79	1.00											
N bendr mg/l (vid)	0.41	0.51	0.81	0.82	0.96	1.00										
NH ₄ -N mg/l (IT)	0.32	0.43	0.86	0.87	0.80	0.82	1.00									
NH ₄ -N mg/l (vid)	0.35	0.51	0.87	0.85	0.63	0.65	0.86	1.00								
NO ₃ -N mg/l (IT)	0.27	0.31	0.46	0.49	0.85	0.77	0.41	0.21	1.00							
NO ₃ -N mg/l (vid)	0.35	0.39	0.61	0.63	0.86	0.90	0.55	0.36	0.88	1.00						
N miner mg/l (IT)	0.35	0.43	0.75	0.78	0.99	0.94	0.78	0.58	0.89	0.88	1.00					
N miner mg/l (vid)	0.40	0.50	0.83	0.85	0.94	0.98	0.85	0.67	0.75	0.90	0.94	1.00				
mgO ₂ /l (min)	-0.19	-0.33	-0.46	-0.47	-0.57	-0.55	-0.50	-0.41	-0.49	-0.50	-0.58	-0.59	1.00			
O ₂ % (min)	-0.20	-0.35	-0.46	-0.47	-0.59	-0.58	-0.49	-0.40	-0.49	-0.52	-0.58	-0.59	0.88	1.00		
mgO ₂ /l (vid)	-0.01	-0.19	-0.32	-0.35	-0.44	-0.40	-0.38	-0.35	-0.32	-0.29	-0.41	-0.39	0.51	0.61	1.00	
O ₂ % (vid)	0.00	-0.19	-0.31	-0.34	-0.43	-0.39	-0.36	-0.35	-0.33	-0.28	-0.41	-0.38	0.51	0.58	0.92	1.00

Galutinis vandens kokybės elementų, naudotinių upių ekologinės būklės vertinimui (t.y. papildančių LŽI įverčius), sąrašas bei jų jų slenkstinės vertės, atitinkančios žuvų bendrijų būklę skirtingos ekologinės būklės klasėse yra pateiktas 20 lentelėje.

20 lentelė. Vandens kokybės elementai bei jų vertės skirtingos ekologinės būklės upėse (upių ekologinė būklė nustatyta pagal LŽI)

		Vandens kokybė				
		Būklė:	L. gera	Gera	Vidutinė	Prasta
Elementai:						
BDS7, mg/l		<2,0	2,0-3,0	3,1-4,0	4,1-5,0	>5,0
N_{bendr}, mg/l		<1.4	1.4-2.4	2.5-3.8	3.9-5.2	>5.2
NH4-N, mg/l		<0.05	0.05-0.09	0.1-0.19	0.2-0.32	>0.32
NO3-N, mg/l		<0.8	0.8-1.4	1.5-2.4	2.5-3.8	>3.8
P_{bendr}, mg/l		<0.07	0.07-0.12	0.13-0.21	0.22-0.4	>0.4
PO4-P, mg/l		<0.03	0.03-0.1	0.11-0.19	0.20-0.32	>0.32
O₂, mg/l	(išskyrus 2	>9.5	9.5-8	7.9-6.0	5.9-3.0	<3
O₂, mg/l (min)	tipo upes)	>7.0	7.0-5.0	4.9-4.0	3.9-2.0	<2.0
O₂, %	(išskyrus 2	>85.0	85-70	69-55	<55	n.d. ⁽¹⁾
O₂, % (min)	tipo upes)	>65	65-55	54-30	29-15	<15
O₂, mg/l	(2 tipo	>9.0	9.0-7.0	6.9-5.0	4.9-2	<2
O₂, mg/l (min)	upės)	>6.5	6.5-4.5	4.4-3.5	3.4-1.5	<1.0
O₂, %	(2 tipo	>80.0	80-65	64-50	<50	n.d. ⁽¹⁾
O₂, % (min)	upės)	>55	55-40	39-25	24-15	<15

⁽¹⁾ – nenustatyta dėl nepakankamo duomenų kiekio

3.2. Upės nepertraukiamumas (River continuity; WFD)

Upės nepertraukiamumas BVPD kontekste suprantamas kaip dirbtinių kliūčių žuvų migracijai ir medžiagų pernešimui nebuvimas. Dirbtinė kliūtys didžiausią neigiamą poveikį turi žuvims, kurių reprodukcinis ciklas bei gyvybinių poreikių patenkinimas yra susijęs su didesnio ar mažesnio masto sezoninėmis migracijomis, visų pirma praeivėms, iš jūros į upes ir atgal migruojančioms žuvims. Tačiau gana tolimos migracijos upių baseinų ribose (nerštavietė – maitinimosi vietos – žiemojimo vietos) yra būdingos ir kai kurioms tipiškomis gėlavandenėms žuvims, pvz., salačiams, ūsoriams, kiršliams, upėtakiams.

Dirbtinių kliūčių poveikis žuvų bendrijoms nėra vienodas. Jis priklauso nuo šių kliūčių kiekio, padėties upės baseine, o taip pat ir upės tipo. Erdvinėje skalėje santykinai galima išskirti kliūtis baseino lygiu, ir kliūtis upės lygiu.

Kliūtys baseino lygiu.

Dirbtinė kliūtis praeivių žuvų migracijai pagrindiniame migracijos kelyje sąlygoja šių žuvų išnykimą ne tik aukščiau kliūtis esančioje atkarpoje, bet ir visuose aukščiau kliūtis esančiuose upių pabaseiniuose. Kita vertus, 1 tipo ($< 100 \text{ km}^2$ baseino ploto) upėse praeivės žuvis paprastai neneršia. Todėl dirbtinės kliūtys esančios didesnėse upėse, neturi tiesioginės įtakos 1 tipo žuvų bendrijų būklei, ir, nesant kitokio pobūdžio antropogeninio poveikio, 1 tipo upių žuvų bendrijos gali būti etaloninės būklės. Didesnėse upėse, esančiose aukščiau kliūtis, etaloninės sąlygos jau nebepasiekiamos, tačiau žuvų bendrijų būklė gali būti vis dar gera. Pvz., pagal žuvų bendrijų rodiklius (LŽI indeksą) gera būklė yra tokiose nuo jūros atkirstose upėse, kaip Merkys, Ūla, Virinta, Amarnia, t.y. ten, kur kitokio pobūdžio antropogeninis poveikis yra minimalus. Todėl vien dėl dirbtinės kliūtis buvimo (upės nepertraukiamumo pažaidos) baseino lygyje, upės negali būti automatiškai priskiriamos prastesnei, negu gera būklė. Tačiau jeigu kliūtys baseino lygiu apriboja žuvų migraciją į sekančio tipo pagal baseino plotą (didesnio baseino ploto) aukštesnės eilės upės atkarpą (pvz., kliūtis yra iškart žemiau lygiaverčių pagal baseino plotą upių santakos), tai jau gali turėti neigiamos įtakos baseino ribose migruojančių žuvų populiacijų būklei. Tas pat pasakytina ir apie kliūtis žemesnės eilės upėse (ypač jeigu jos yra šių upių žemupiuose), t.y. kliūtys ribojančias žuvų migraciją iš didesnės upės į nerštavietes, esančias intakuose.

Kliūtys upės lygiu.

Šiuo atveju didelę reikšmę turi kliūtis padėtis upėje (bei jos įtaka hidrologiniam režimui, kas šiuo atveju nėra susiję su upės nepertraukiamumu), bei jų skaičius. Esant daug dirbtinių kliūčių migracijai, didelės žuvų populiacijos yra dirbtinai suskaidomos į mažesnes, o kuo mažesnė populiacija, tuo mažesnis ir jos gyvybingumas esant nenumatytiems aplinkos pokyčiams. Be to, blokuojama žuvų migraciją į nerštavietes, maitinimosi arba žiemojimo vietas. Kita vertus, jeigu kliūtis yra pačiame aukštupyje, kur upės baseino plotas yra $< 20\text{-}25 \text{ km}^2$, didesnės įtakos žuvų migracijai ji neturi. Tas pat pasakytina yra apie aukštupių ežeryno vandens lygio sukėlimą (pvz, Antalieptės HE, Aukštadvario HE).

Turima duomenų bazė apie Lietuvos upes yra pernelyg maža, kad būtų galima skaičiais pagrįsti upių segmentacijos (atstumo tarp kliūčių) įtaką žuvų bendrijų būklei (išskyrus praeivės žuvis). Tokio pobūdžio mokslinių publikacijų taip pat nėra (esamosiose publikacijose, kaip taisyklė, vertinama hidrologinio bei terminio režimų pokyčių įtaka žuvis). Todėl šiuo metu vienintelė alternatyva upių segmentacijos įtakos žuvų bendrijų

būklei vertinimui upės lygiu yra ekspertinis vertinimas darant prielaidą, kad nedaugiau kaip 30% gyvenamosios erdvės sumažėjimas dar neturėtų sąlygoti esminių pokyčių žuvų bendrijose. Rekomendacijos upių nepertraukiamumo kriterijams ekologinės būklės vertinimui (atsižvelgiant į upės dydį) pateiktos 21 lentelėje.

21 lentelė. Kriterijai upės nepertraukiamumo vertinimui

Būklė:	Upės nepertraukiamumas (kliūtys žuvų migracijai)			
	Baseino lygiu:		Upės lygiu:	
	<100 km ² bas. pl. upės:	>100 km ² bas. pl. upės:	<100 km ² bas. pl. upės:	>100 km ² bas. pl. upės:
L. gera	kliūčių nėra, arba kliūtis yra tik aukščiausios eilės vandentėkmėje (tiesiogiai įtekančioje į tarpinius vandenį ar jūrą)	kliūčių nėra	kliūčių nėra	
Gera	kliūtis aukštesnės eilės upėje, neribojanti žuvų migracijos į didesnio baseino plotą (sekančio tipo pagal baseino plotą) aukštesnės eilės upės atkarpos		1 kliūtis ⁽²⁾	1 kliūtis ⁽²⁾ , arba > 1 kliūtis (žemupio ir aukštupio link), tarp kurių atstumas >70% visos upės ilgio ⁽³⁾
Vidutinė	kliūtis aukštesnės eilės upėje, ribojanti žuvų migraciją į didesnio baseino plotą (sekančio tipo pagal baseino plotą) aukštesnės eilės upės atkarpos		> 1 kliūtis (žemupio ir aukštupio link), atstumas tarp kliūčių >40% upės ilgio	> 1 kliūtis (žemupio ir aukštupio link), atstumas tarp kliūčių 70-40% upės ilgio
Prasta	-		kliūtis aukštesnės eilės upėje, ribojanti žuvų migraciją į didesnio baseino plotą (sekančio tipo pagal baseino plotą) aukštesnės eilės upės atkarpos ir kliūtys žemesnės eilės upėse, ribojančios patekimą į nerštavietes	
Bloga	-		> 1 kliūtis (žemupio ir aukštupio link), atstumas tarp kliūčių <40% upės ilgio	
	-		-	

⁽¹⁾ - kliūtys neįveikiamos žuvis (be efektyvių žuvų pralaidų).

⁽²⁾ - patvenkti ežerai (pvz., Verknės HE, Aukštadvario HE) ar patvankos pačiuose upių aukštupiuose (bas. pl. < 20 km²) neįskaitytinai kaip kliūtys žuvų migracijai upėse.

⁽³⁾ - kliūtys yra skirtingų tipų (pagal baseino plotą) upės atkarpose (kliūtis <100 km² baseino plotą upės aukštupio atkarpoje neturi didelio poveikio tos pačios upės >1000 km² baseino plotą atkarpoje gyvenančių žuvų migracijai).

3.3. Hidromorfologinės sąlygos ir UBKI tinkamumas hidromorfologinių sąlygų vertinimui

3.3.1. Hidrologinis režimas

Natūralaus upių hidrologinio režimo pokyčiai vertintini dviem aspektais:

- 1 – natūralaus metinio nuotėkio kiekio pokyčiai;
- 2 – natūralaus metinio nuotėkio pobūdžio pokyčiai.

Minėtus pokyčius gali sąlygoti įvairaus pobūdžio žmogaus antropogeninė veikla. Antai pagrindinės metinio nuotėkio kiekio sumažėjimą sąlygojančios priežastys yra dalies upės nuotėkio nukreipimas į kitą upę (nuotėkio permetimas) ir vandens naudojimas žmogaus reikmėms (pagrindinai – žemdirbystės reikmėms), kuomet didelė dalis panaudoto vandens nebegražinama į upę. Lietuvoje yra 4 upės, kurių dalis nuotėkio yra nukreipta į kitas upes (Gailiušis ir kt. 2001): Neris (dalis Nėries nuotėkio nukreipta į Svisločių (Baltarusija)), Merkys (Merkio-Vokės kanalas), Šventoji (Šventosios-Nevėžio kanalas) ir Lėvuo (Lėvens-Nevėžio (Sanžilės) kanalas). Dėl dalies Nėries vandens permetimo, vidutiniai Nėries debitai Lietuvoje yra sumažėję ~ 7% (5-25%, priklausomai nuo metų), Merkio 80(Žagarinė)–8(Puvočiai)%, Lėvens 50(Bernatoniai)-30(Pasvalys)%. Mažiausiai „nukenčia“ Šventosios nuotėkis (~3%)(Gailiušis, 2001)(22 lentelė).

22 lentelė. Nuotėkio pokyčiai upėse, kuriose dalis nuotėkio yra permesta į kitas upes (iš: Gailiušis ir kt., 2001).

Upė	matavimų vieta	Nuotėkis (Q m ³ /s)								
		vidutinis metinis			minimalus 30 parų vasaros			minimalus 30 parų žiemos		
		esamas	buvęs	pokytis	esamas	buvęs	pokytis	esamas	buvęs	pokytis
Šventoji	Ukmergė	40.1	41.4	3.1	13.1	15.6	16.0	26.6	28.3	6.0
Merkys	Žagarinė	0.79	4.09	80.7	0.29	2.16	86.6	0.47	2.87	83.6
	Varėna	21	24.1	12.9	13.5	15.3	11.8	15.2	19	20.0
	Puvočiai	32.6	35.6	8.4	21.4	23.3	8.2	25.3	27.6	8.3
Lėvuo	Bernatoniai	3.45	6.53	47.2	0.55	0.82	32.9	1.89	3.06	38.2
	Pasvalys	6.46	9	28.2	1.11	1.38	19.6	2.68	4.05	33.8
Neris	Buivydziai	67	72	6.9	39.5	n.d.*		45.6	n.d.	
	Vilnius	109	111	1.8	62.1	n.d.		66.8	n.d.	
	Jonava	176	178	1.1	91.5	n.d.		107	n.d.	

* - nėra duomenų

Turima duomenų bazė apie Lietuvos upes yra pernelyg maža, kad būtų galima korektiškai skaičiais pagrįsti upių nuotėkio sumažėjimo įtaką žuvų bendrijų būklei. Pagrindinė problema – pakankamo skaičiaus upių, kuriuose vien tik nuotėkio sumažėjimas sąlygoja prastą žuvų bendrijų būklę, nebuvimas. Tačiau turimi duomenys rodo, kad ženklus

nuotėkio sumažėjimas išties turi neigiamos įtakos žuvų bendrijoms. Pvz., žuvų bendrijų būklė įvairiose Lėvens upės atkarpose, esančiose žemiau Sanžilės kanalo, t.y. kur nuotėkis yra sumažėjęs >30%, yra prasta (LŽI įverčiai 0,12-0,23), nors pagal vandens kokybės rodiklius upės būklė priskirtina vidutinei, išskyrus minimalią deguonies koncentraciją, ką vėlgi galėjo sąlygoti sumažėjęs nuotėkis. Iš to galima spręsti, kad daugiau kaip ~30% natūralaus nuotėkio sumažėjimas turėtų lemti prastesnę nei gera žuvų bendrijų būklę upėse, ypač – minimalaus nuotėkio laikotarpiu. Kita vertus, itin sausringais metais natūralaus nuotėkio sumažėjimas 20-30% yra natūralus reiškinys.

Ant upių įrengti tvenkiniai gana stipriai pakeičia natūralų metinio nuotėkio pobūdį. Tvenkiniai sumažina maksimalius upių nuotėkius potvynių laikotarpiu. Tuo tarpu minimalūs upių nuotėkiai dėl tvenkinių vandeningais laikotarpiais padidėja, o sausmečiu – sumažėja. Kita vertus, yra skirtumų ir priklausomai nuo regiono: Vakarų Lietuvos upėse bei ant Lėvens ir Šušvės įrengti tvenkiniai minimalų nuotėkį padidina (vandens organizmams sąlygos pagerėja), o Nevėžio, Šešupės ir visų Pietryčių Lietuvos upėse – sumažina (sąlygos organizmų gyvensenai tampa dar blogesnės). Todėl vienareikšmiai įvertinti tvenkinių įtaką nuotėkio pobūdžiui yra sunku. Prieštaringi duomenys pateikiami ir apie vagų sureguliuojimo, dirvų sausinimo įtaką nuotėkiui, ji gali būti skirtinga vandeningu ir sausringu periodais (Gailiušis, 2001).

Dėl visų minėtų priežasčių korektiškai įvertinti žuvų bendrijų būklės ir hidrologinių pokyčių priklausomybę nėra galimybių. Be to, įtakos nuotėkio kiekiui ir pobūdžiui turi ir klimato kaita. Todėl šiuo metu galimas tik ekspertinis hidrologinio režimo pokyčių žuvų bendrijų būklei vertinimas darant prielaidą, kad >30% nukrypimas nuo natūralaus upės nuotėkio bei nuotėkio pasiskirstymo metų bėgyje turėtų sąlygoti prastesnę nei gera žuvų bendrijų būklę. Ekspertiniu vertinimu paremtos hidrologinio režimo pokyčių ribos skirtingos ekologinės būklės klasėse buvo naudotos ir FP 5 FAME projekte. Ko gera, tai vienintelė šiuo metu naudotina tiesioginė hidrologinio režimo pokyčių vertinimo sistema. Tačiau FAME projekte naudotos hidrologinių pokyčių vertės yra taisytinės, nuotėkio kiekio pokyčius vertinant ne pagal metinį, o pagal sauso laikotarpio 30 parų vidurkį bei koreguojant geros/vidutinės būklės ribas (t.y. darant prielaidą, kad >30% nukrypimas nuo natūralaus upės nuotėkio, ypač – sausuoju periodu turėtų sąlygoti prastesnę nei gera žuvų bendrijų būklę; žr. aukščiau) (23 lentelė).

23 lentelė. Tiesioginė upių hidrologinio režimo pokyčių klasifikacija ir rodiklių reikšmės skirtingos ekologinės būklės klasėse

Hidrologinis režimas (suteikiamas stipresnio poveikio nuotėkio pobūdžio ar kiekio įvertis)		
FAME	Siūloma	Būklė:

Nuotėkio pobūdis		
>90% lygio, potvynių trukmė natūrali		L. gera
>75% lygio, potvynių trukmė artima natūraliai		Gera
>50% lygio, potvynių trukmė artima natūraliai		Vidutinė
<50% lygio nuokrypis nuo natūralaus sezoninio nuotėkio pobūdžio		Prasta
<50% lygio, stiprus nuokrypis nuo natūralaus sezoninio nuotėkio pobūdžio	<30% lygio, stiprus nuokrypis nuo natūralaus sezoninio nuotėkio pobūdžio	Bloga
Nuotėkio kiekis		
>90% vidutinio natūralaus metinio debito	>90% vidutinio natūralaus debito sausuoju laikotarpiu	L. gera
>30% vidutinio natūralaus metinio debito	>70% vidutinio natūralaus debito sausuoju laikotarpiu	Gera
<30% vidutinio natūralaus metinio debito	<70% vidutinio natūralaus debito sausuoju laikotarpiu	Vidutinė
<15% vidutinio natūralaus metinio debito	<30% vidutinio natūralaus debito sausuoju laikotarpiu	Prasta
<10% vidutinio natūralaus metinio debito	<15% vidutinio natūralaus debito sausuoju laikotarpiu	Bloga

Hidrologinio režimo pokyčiai gali būti įvertinti ir netiesiogiai, pagal tam tikras upių charakteristikas. Pagrindiniai sumažėjusio nuotėkio požymiai yra sulėtėjęs vandens tėkmės greitis (vagos nuolydžio, vagos skerspjūvio ir vandens tūrio funkcija) ir didelis sedimentų (dumblo) kiekis ant vagos grunto. Yra nustatyta, kad srovės greičiui sumažėjus iki 0,24 m/s, grunto dalelės nebeišplaunamos (Baltrušaitienė ir kt., 1975, Gailiušis ir kt., 2001), taigi, užsilaiiko ir sedimentai. Didelių potvynių metu, ženkliai padidėjus debitui, o tuo pačiu - srovės greičiui, nuosėkių laikotarpiu upės vagoje susikaupę sedimentai yra išplaunami pasroviui, nusėda vagos pakraščiuose, užutekiuose. Tačiau antropogeniniame poveikyje sumažėjus maksimaliems debitams, sedimentai iš vagos nebeišplaunami ar išplaunami nepilnai. Todėl natūralaus nuotėkio kiekio ir pobūdžio pokyčiai gali būti įvertinti netiesiogiai, pagal srovės greitį ir grunto padengimo sedimentais laipsnį. Šie rodikliai yra naudojami ir Upių buveinių kokybės vertinimo metodikoje (UBKVM) – UBK indekse (UBKI), kuris yra taikomas upių monitoringe. UBKI apibrėžti srovės greičio kriterijai yra pateikti 24 lentelėje.

24 lentelė. Srovės greičio vertinimo kriterijai, taikomi UBKI.

Srovės greičio tipas	Vidutinis srovės greitis, m/s	Vandens paviršiaus tipų apibūdinimas
Šniokščianti tėkmė	>0,8	Tėkmė šniokščia, dominuoja bangos su puta.
Labai greita tėkmė	0,4–0,8	Tėkmė labai greita, bet putų mažai arba jų visai nėra.
Raibuliuojanti tėkmė	0,1–0,4	Nedidelės bangelės (maždaug 1 cm aukščio).
Lėta tėkmė	0,05–0,1	Pastebima labai lėta tėkmė. Bangelės susidaro tik ten, kur yra kliūčių – šakų, akmenų, rąstų.
Labai lėta tėkmė	0–0,05	Nesimato aiškios vandens tėkmės krypties, vanduo – stovinčio tipo.

„Šniokščianti tėkmė“ ir „Labai greita tėkmė“ priskiriamos didelio greičio tėkmės tipui, kur srovės greitis yra didesnis nei 0,4 m/s.

Tuo tarpu „raibuliuojanti tėkmė“, „lėta tėkmė“ ir „labai lėta tėkmė“ priskiriamos nedidelio greičio tėkmės tipui, kur srovės greitis yra mažesnis nei 0,4 m/s.

Skaičiuojant UBKI balai šiam parametru suteikiami tik esant didelei greičio tėkmei:

0 – didelio greičio tėkmės vandens paviršiuje nėra;

- 1 – didelio greičio tėkmė užima iki 10 % stebimos upės atkarpos paviršiaus ploto;
- 2 – didelio greičio tėkmė užima 10–25 % stebimos upės atkarpos paviršiaus ploto;
- 3 – didelio greičio tėkmė užima daugiau nei 25 % stebimos upės atkarpos paviršiaus ploto.

Tačiau šio indekso problema yra ta, kad jame neatsižvelgiama į natūralią upių diferenciaciją, natūraliai lėtos tėkmės upes automatiškai priskiriant blogesnės būklės klasei. 25 lentelėje pateikti skirtingo tipo Lietuvos upių srovės greičio 25% ir medianos natūralaus nuotėkio ir pakitusio nuotėkio upėse. Pakitusiam nuotėkiui priskirtos upių atkarpos, esančios betarpiškai patvankos įtakos zonoje (aukščiau patvankos, srovės lėtėjimo zonoje), tarpe tarp patvankų ar žemiau kelių patvankų (patvankų kaskados).

25 lentelė. Srovės greičio 25% ir medianos natūralaus nuotėkio ir pakitusio nuotėkio skirtingų tipų Lietuvos upėse.

Upės tipas	Nuotėkis	Srovės greitis, m/s	
		25%	mediana
1	natūralus	0.27	0.33
	pakitęs	0.16	0.2
2	natūralus	0.21	0.28
	pakitęs	0.16	0.18
3	natūralus	0.40	0.41
	pakitęs	0.19	0.24
4, 6 (nuolydis<0,3 m/km)	natūralus	0.39	0.50
	pakitęs	0.16	0.17
5, 7 (nuolydis>0,3 m/km)	natūralus	0.59	0.70
	pakitęs	0.24	0.31

Kaip matyti, mažuose upeliuose (1 tipas) ar mažo nuolydžio didesnėse upėse (2 tipas), srovės greitis vidutiniškai svyruoja apie 0,28-0,33 m/s, kas yra visiškai natūralu, tačiau pagal UBKI jų būklė bus įvertinta kaip prastesnė nei gera. Didesnio nuolydžio didesnėse upėse (3 tipas) srovės greitis paprastai yra didesnis kaip 0,4 m/s, o didžiosiose upėse jis jau vidutiniškai siekia 0,5-0,7 m/km, o 25% riba <0,3 m/km nuolydžio >1000 km² baseino ploto upėse (4 ir 6 tipai) vidutiniškai yra apie 0,4 m/s, >0,3 m/km nuolydžio upėse (5 ir 7 tipai) – 0,6 m/s.

Tuo tarpu pakitusio nuotėkio 1, 2 ir 4 tipo upėse vidutinis srovės greitis yra mažesnis kaip 0,2 m/s, o 3 ir 5 tipo upėse vidutinis srovės greitis yra mažesnis kaip 0,2-0,3 m/s. Atitinkamai turėtų būti pakoreguota ir UBKI klasifikacija. Srovės greičio vertinimui siūlomos ribos pateiktos 26 lentelėje.

Patikrinti UBKI kriterijų, taikomų vagos padengimo dumblu įvertinimui neturėjome galimybių, kadangi ichtiologinių tyrimų metų dumblu padengtos vagos plotas nebuvo

registruojamas, registruotas tik vagoje vyraujančio grunto tipas. Kaip taisyklė, dumblas kaip vyraujantis grunto tipas dažniausiai buvo registruojamas upių atkarpose, esančiose tvenkinių įtakoje (srovės sulėtėjimo zonoje aukščiau tvenkinio, žemiau tvenkinių, kai kuriose ištiesintos vagos upėse bei upėse, kurių dalis debito yra nukreipta į kitas upes, t.y. Lėvenyje ž. Sanžilės kanalo, Merkyje ž. Žagarinės). Kita vertus, nemažų dumblo sancaupų pasitaiko ir tų upių žemupiuose, kurių nuolydis žemupyje labai sumažėja, atitinkamai ir vandens tėkmė prieš upei įsiliejant į vyresnį vandens telkinį labai sulėtėja (pvz., Minijos, Akmenos-Danės, Pajūrio Šventosios, Šyšos žemupiai).

Dėl šių priežasčių, tiek tėkmės greičio, tiek ir grunto padengimo dumblu vertinimas turėtų būti atliekamas atsižvelgiant į natūralias sąlygas. Jeigu vagos nuolydis (nepriklausomai nuo upės tipo) yra mažesnis kaip 0,1 m/km, natūralus tėkmės greitis bus labai lėtas, o nemaža dalis dugno bus padengta dumblu.

UBKI dumblo padengimo laipsnio vertinimui naudojami šie kriterijai (su „minuso“ ženklu):

0 – dumblo dugne nėra;

1 – iki 10 % tiriamos upės atkarpos dugno ploto padengta dumblo sluoksniu;

2 – 10–25 % tiriamos upės atkarpos dugno ploto padengta dumblo sluoksniu;

3 – daugiau nei 25 % tiriamos upės atkarpos dugno ploto padengta dumblo sluoksniu.

Patikslinti remiantis dabartiniais duomenimis šių kriterijų nėra galimybių, tačiau siūlytume naudoti ir 5-tą kategoriją, t.y. upės, kurių didžioji vagos dalis (>60%) yra padengta dumblu. Tačiau padengimo dumblu laipsnio vertinimo kriterijai turėtų būti patikrinti surinkus daugiau duomenų.

Netiesioginiam upių hidrologinės būklės vertinimui rekomenduotini kriterijai yra pateikti 26 lentelėje.

26 lentelė. Kriterijai, rekomenduotini netiesioginiam upių hidrologinės būklės vertinimui.

Hidrologinis režimas (netiesioginis vertinimas)						
	Būklė:	L. gera	Gera	Vidutinė	Prasta	Bloga
Srovės greitis:	1-2 tipų upės	>0,3	>0,25	<0,25	<0,1	0
	3 bei 4 ir 6 tipų (<0,3 m/km nuolydžio) upės	>0,4	>0,35	<0,35	<0,1	0
	5 ir 7 tipų (>0,3 m/km nuolydžio) upės	>0,5	>0,45	<0,45	<0,1	0
	Įvertinimo balai:	4	3	2	1	0
Dugno padengimo dumblo laipsnis:		dumblo nėra, arba jo yra tik užutekiuose	<10%	<25%	>25%	>60%
	Įvertinimo balai:	4	3	2	1	0

3.3.2. Morfoliginės sąlygos

Sausinant šlapžemes bei greitinant perteklinio vandens nuotėkį poplūdžių metu daugelio Lietuvos upių, ypač – mažųjų vagos buvo ištiesintos bei pagilintos, ko pasekoje vagų struktūra tapo monotoniška, nebeliko natūralios fizinių buveinių diferenciacijos (sraunumų, įlankų užutekių, seklumų, duobių). Tačiau tokia vagos diferenciacija yra gyvybiškai svarbi vandens organizmams, užtikrinanti rūšinę įvairovę bei specifiniam buveinės tipui specializuotų rūšių gausą. Upes paverčiant monotoniškais kanalais sunyksta natūrali dugno ir pakrančių augmenija, sumažėja bestuburių gyvensenai tinkami plotai, bestuburių rūšinė įvairovė ir gausa, to pasekmėje - žuvims tinkamų maisto objektų kiekis, sunaikinamos žuvų nerštavietės ir buveinės: tinkamas nerštui substratas, slėptuvės jaunikliams, specifinės suaugusių žuvų buveinės. Viso to pasekmėje sumažėja žuvų gausa bei rūšinė įvairovė.

Tiesioginius upės vagos pokyčius galima apibūdinti 3 pagrindiniais požymiais: (1) upės vingiuotumo pokyčiais, (2) upės profilio pokyčiais ir (3) kranto linijos pokyčiais. Netiesioginiam pokyčiui priskirtinas pakrančių augmenijos sunaikinimas. Minėti pokyčiai (tiesiogiai sukelti žmogaus veiklos) sąlygoja antrinius pokyčius, kaip antai vandens augmenijos pokyčius (vagos padengimo išnirusia ir panirusia augmenija pokyčiai) ar gylio kaitos pokyčius (seklumos, užutekiai; pastarieji yra sukeliama ir tiesiogiai, gilinant vagas). Taip pat, tiesinant upių vagas sunaikinus pakrančių sumedėjusia augmeniją upių vagose nebelieka vandenyje skendinčių medžių išvartų ar medžių šaknų, kitų vandenyje panirusių objektų, svarbių žuvims kaip slėptuvė ar leidžiančių išvengti stiprios srovės.

Šiuo metu upių monitoringe įdiegtas UBKI apima visus minėtus požymius, o taip pat įvertina ir tokius faktorius, kaip pakrančių augmenijos juostos plotis, krantų paplovimo laipsnis, virš vandens pasvirusios augmenijos kiekis, grunto sudėtis (akmenys, žvyras, smėlis). Tačiau būtina pažymėti, kad skirtingų tipų upių vagų morfologija taip pat skiriasi. Pvz., didelėse upėse potvynių metu visos kliūtys tėkmei (pvz., medžių išvartos) srovės yra išnešamos, taip pat, ledonešio metu neišvengiamai yra sunaikinama ir pakrančių augmenija, patenkanti į ledonešio poveikio zoną. Todėl medžių išvartų, virš vandens pasvirusios augmenijos ar paplautų krantų nebuvimas tiesesnėse tokių upių atkarpose yra natūralus reiškinys, o ne žmogaus poveikio pasekmė. Srauniose didelio nuolydžio natūralių upių atkarpose nėra virš vandens išnirusios augmenijos, o užtemdytose atkarpose – ir panirusios augmenijos. Abejotinas ir vagos dugno padengimo akmenimis, žvyru ar smėliu laipsnio

vertinimas: juk tai labai priklauso nuo gruntų, kuriais upė teka, bei jos įsigraužimo laipsnio. Pvz., Skroblaus upės vagoje, gana ilgose Ūlos, Lakajos upių, kurios patiria minimalų antropogeninį poveikį, vagose natūraliai dominuoja smėlis, todėl šios upės pagal vagos padengimo skirtingų tipų gruntais laipsnį UBKI bus įvertintos kaip prastesnės negu gera būklė. Apskritai, atsižvelgiant į visus UBKI naudojamus upių hidromorfologijos vertinimo kriterijus, šis indeksas yra ištis tinkamas tik mažesnių, didesnio nuolydžio upių, t.y. 3 tipo (100-1000 km² baseino ploto, > 0,7 m/km nuolydžio) upių vertinimui. Likusių tipų natūralios upės pagal kai kuriuos ar daugelį hidromorfologinių kriterijų gali būti priskirtos prastesnei negu gera būklė. Pvz., pagal hidromorfologinius kriterijus UBKI prastesnei nei gera būklė priskyrė tokias upes, kaip Skroblus, Peršokšna, Mera (ties Pažeimene), bei praktiškai visas 4 ir 5-to tipo upių atkarpas (pvz., Žeimenos atkarpas, Šventosios aukštutinės dalies atkarpas), kur žmogaus veiklos sąlygotų hidromorfologinių pokyčių nėra ar jie minimalūs.

Atsižvelgiant į visa tai, upių morfologines sąlygas rekomenduotina vertinti pagal tiesioginius upės vagos pokyčius, t.y. upės vingiuotumą, profilį ir kranto linija. Tiesiogiai susieti šiuos rodiklius su žuvų bendrijų pokyčiais nėra galimybių, kadangi turima duomenų bazė apie žuvų bendrijų struktūras pakitusios morfologijos upėse yra pernelyg maža, absoliučioje daugumoje atvejų ištiesintos vagos upėse yra prastos ir vandens kokybės charakteristikos, todėl atskirti, kur yra vandens kokybės, o kur – vagos morfologijos poveikis, yra sunku. Yra tik kelios upės (su duomenimis apie žuvis), kur vandens kokybė yra gera, o vaga modifikuota. Jose pagal LŽI įverčius žuvų bendrijų būklė yra vidutinė (Graumena ties Pakalniškiais), ant ribos tarp geros ar vidutinės būklės (Šešupė Lenkijos pasienyje), ar prasta (Karaliaus Vilhelmo kanalas; pagal kai kuriuos rodiklius vandens kokybė vidutinė). Tai taip pat rodo, kad LŽI atspindi ne tik vandens kokybę, bet ir fizinės buveinės būklę.

Upių morfologinių sąlygų vertinimas pagal tiesioginius upės vagos pokyčius

1. Vagos vingiuotumas.

Ištiesintos vagos upių vingiuotumas (VL), išreiškiamas kaip upės vagos ilgio (V) ir upės slėnio ilgio (L) santykis, t.y. santykis atstumo tarp tiriamos upės atkarpos vagos ilgio su atstumu tarp tiriamos upės atkarpos pradžios ir pabaigos taškų, sujungtų tiesia linija: $VL = V/L$. Ištiesintos vagos upių šis santykis yra artimas 1, tuo tarpu natūralios vagos upių ilgis gali daugiau kaip 1,5 ar net 2 kartus viršyti slėnio ilgį. Literatūroje nurodoma, kad šis rodiklis taip pat priklauso ir nuo upės tipo. Greitos tėkmės upių vingiuotumas paprastai būna mažesnis, negu lėtos tėkmės (esant stipriai tėkmei, stipresnė ir krantų erozija, t.y. upė pati „bando“ ištiesinti vaga). Tokio pačio ilgio upės slėnio atkarpoje mažų ir didelių upių vingiuotumas taip

pat skirsis, kadangi didelės upės vingiui reikia daugiau erdvės, negu mažos. Didelių upių vingiuotumą reikėtų vertinti ne pagal šį įvertį tyrimų taške (200 m. atkarpa, UBKI), o matuojant jį žemėlapyje, pasirinkus bent 1 km ilgio atkarpą. Taip pat pažymėtina, kad tik pavienės > 1000 km² baseino ploto upių atkarpos Lietuvoje yra ištiesintos.

27 lentelėje yra pateiktos skirtingo tipo Lietuvos upių natūralių ir tiesintų vagų vingiuotumo sklaidos charakteristikos (duomenys iš: Baltrušaitienė ir kt., 1975; Gailiusis ir kt. 2001).

27 lentelė. Skirtingų tipų Lietuvos upių natūralių ir tiesintų vagų vingiuotumo sklaidos charakteristikos (duomenys iš: Baltrušaitienė ir kt., 1975; Gailiusis ir kt. 2001).

Upės tipas		min	10%	25%	mediana	75%	90%	max	matavimų skaičius
1	N*	1.31	1.378	1.395	1.42	1.595	1.738	1.85	19
1	R	1.02	1.05	1.085	1.165	1.1975	1.277	1.32	22
2	N	1.2	1.352	1.4	1.54	1.7	1.848	2.1	33
2	R	1.03	1.063	1.13	1.215	1.25	1.289	1.39	24
3	N	1.3	1.342	1.44	1.59	1.68	1.848	2.17	25
3	R	1.14	1.162	1.18	1.21	1.225	1.234	1.24	13
4	N	1.38	1.354	1.4425	1.7	1.805	1.934	2.15	10
5	N	1.28	1.32	1.4	1.46	1.58	1.7	1.91	11
vid.	N	1.29	1.35	1.42	1.54	1.67	1.81	2.04	98
vid.	R	1.06	1.09	1.13	1.20	1.22	1.27	1.32	59

* - N – natūrali vaga, R – reguliuota vaga

Kaip matyti iš lentelės, didžiausias ištiesintos vagos upių vingiuotumas (90% bendros sklaidos), nepriklausomai nuo upės tipo neviršija 1,3. Tuo tarpu natūralios vagos upių mažiausias vingiuotumas (10% bendros sklaidos) beveik visuomet yra didesnis, kaip 1,35. Mažiausias vingiuotumas yra nežymiai mažesnis tik didesnio nuolydžio, 3-io tipo (>0,7 m/km) upėse (vingiuotumas 1,34). Vidutinis natūralios vagos upių vingiuotumas svyruoja apie 1,5 (1,4-1,7), ištiesintos vagos – 1,2 (1,17-1,22).

Atsižvelgiant į tai, slenkstinė vingiuotumo vertė tarp geros/vidutinės būklės turėti būti ~ 1,35, nepriklausomai nuo upės tipo. 1,35-1,15 vingiuotumo upės priskirtinos nepilnai ištiesintoms, o < 1,15 – pilnai ištiesintoms upėms.

2. Upės profilis

Šis rodiklis yra naudojamas ir UBKI, skirstant upes į natūralaus, pusiau natūralaus ir ištiesinto profilio. Jis parodo, ar upės vaga yra natūrali, ar ji buvo tiesinta, tačiau jau vyksta grįžtamieji procesai (formuojasi seklumos, augalijos salelės), ar ji nuolat tvarkoma/grįžtamieji

procesai dar nepasireiškė (gylis vienodas, vagoje augmenijos nėra). Šis rodiklis yra išties geras kriterijus vagos morfologijos vertinimui, tačiau turi būti atsižvelgta ir į tai, kad lėtos tėkmės upių, ypač – tekančių durpingomis ar molingomis vietovėmis, vagos profilis taip pat gali priminti pusiau natūralų (staigus vagos gilėjimas prie pat kranto). Todėl visuomet patartina patikrinti, ar upės vaga išties buvo modifikuota (duomenys apie sureguliuotas Lietuvos upių atkarpas yra publikuoti: Gailiušis ir kt., 2001).

3. Kranto linija

Kranto linija netiesiogiai atspindi ir upės vagos pločio svyravimus. Nuolat tvarkomų ar neseniai sureguliuotų upių (grįžtamieji procesai nežymūs) kranto linija yra beveik tiesi, taip pat visiškai tiesi kranto linija ir upių, kurių krantai yra dirbtinai sutvirtinti (pvz., Neris atkarpa Vilniaus centre). Tokių upių plotis atkarpos ilgio vienetu beveik ar visai nekinta. Prasidėjus grįžtamiesiems procesams, kranto linija dėl erozijos pradeda palaiptinti vingiuoti, tokiu būdu susidarant nedideliems užutekiam, įlankoms, kuriose pradeda formotis vandens augalija, o tuo pačiu – slėptuvės bei buveinės žuvims ir kitiems vandens organizmams. Tuo pačiu pasireiškia ir upės vagos pločio variacija. Tačiau pati upės vaga vis tiek išlieka tiesi. Tokiu būdu kranto linijos forma yra papildomas rodiklis, padedantis įvertinti upės vagos reatūralizacijos laipsnį bei vagos pločio variaciją.

Apibendrinti kriterijai, taikytini upių morfologinės būklės vertinimui, yra pateikti 28 lentelėje.

28 lentelė. Kriterijai, taikytini upių morfologinės būklės vertinimui.

Morfologinės sąlygos					
Būklė:	L. gera	Gera	Vidutinė	Prasta	Bloga
Upės vingiuotumas:	>1,45	1,45-1,35	1,35-1,2	1,2-1,05	<1,05
Įvertinimo balai:	4	3	2	1	0
Vagos profilis:	natūralus	pusiau natūralus	pusiau natūralus	ištiesintas	ištiesintas
Įvertinimo balai:	2	1	1	0	0
Kranto linija:	vingiuota, susiformavę gilios įlankos, užutekiai, kur srovė akivaizdžiai lėtesnė, negu pagrindinėje vagoje ar net priešingos krypties.	vingiuota, įlankos negilios, tačiau srovės greitis ir/ar kryptis priekrantėje ties įlankomis kinta	silpnai vingiuota, ties vingiais matomi tik nežymūs srovės greičio ar krypties pokyčiai	tiesi, nesutvirtinta	tiesi, sutvirtinta
Įvertinimo balai:	4	3	2	1	0
Bendras įvertis:	10-9	8-6	5-3	2-1	0

Palyginus su UBKI, tai yra supaprastintas variantas, tačiau manome, kad jis leis išvengti galimų, ganėtinai didelių vertinimo paklaidų (nurodytų tekste aukščiau), susijusių su skirtingo tipo upių morfologijos specifika.

Apibendrinta Lietuvos upių ekologinės būklės vertinimo sistema pagal žuvų kriterijus bei juos papildančius vandens kokybės, upių nepertraukiamumo ir hidro-morfologinius kriterijus pateikta **II Priedo** 2-oje dalyje.

4. Upių ekologinė būklė: ichtiofaunos monitoringo rezultatai

Faktiniai sugavimų upių monitoringo stotyse duomenys (neperskaičiuoti į ploto vieneta) yra pateikti III priedo 1 ir 2 lentelėse. Upių ekologinė būklė buvo įvertinta pagal 3 indeksus: EFI, LŽI senąją versiją ir LŽI pakoreguotą versiją. Pagal koreguotą LŽI, 1.gera būklė nustatyta 7, gera 15, vidutinė 5, prasta 4 ir bloga 4 upėse. Pagal LŽI senąją versiją 1. gera būklė yra 2, gera 16, vidutinė 8, prasta 5 ir bloga 4 upėse. Pagal EFI, 2 upių būklė yra 1. gera, 16 gera, 4 vidutinė, 3 prasta, ir net 10-ies upių – bloga. Pakoreguota ir senoji LŽI versijos identiškai įvertino mažiausių, 1-mo tipo upių būklę, tuo tarpu EFI didžiosios šių upių dalies būklę įvertino kaip blogą. Apskritai, palyginus su abejais LŽI variantais, EFI yra linkęs prasčiau įvertinti upių ekologinę būklę. Didžiausi skirtumai yra 2-tro tipo, t.y. mažo vagos nuolydžio upių ekologinės būklės vertinime: senasis LŽI variantas bei EFI jų būklę vertino prasčiau, negu pakoreguotas LŽI (29 lentelė). Tačiau vienas iš LŽI koregavimo tikslų ir buvo jo optimizavimas lėtos tėkmės upėms. Senasis LŽI bei EFI gana dažnai šias upes priskiria prastesnės būklės klasei, nors ir nėra akivaizdžių antropogeninio poveikio požymių. Tuo tarpu pakoreguotas LŽI vienos iš 2-tro tipo upių - Būkos būklę įvertino kaip labai gerą. Būka – viena iš nedaugelio lėtos tėkmės Lietuvos upių, minimaliai paliestų žmogaus veiklos.

30 lentelėje yra pateiktos tyrinėtų upių fizinės charakteristikos. Taip pat lentelėje yra pateikti ir kai kurių hidro-morfologinių kriterijų, papildančių LŽI, įverčiai pagal schemą, pateiktą II Priede (kriterijai upių hidrologinio režimo ir morfologinių sąlygų vertinimui). Lentelėje įvertinti tik tie hidro-morfologiniai kriterijai, kurie buvo betarpiškai registruojami tyrimų metu. Taip pat, vagos padengimo dumblu laipsnis buvo įvertintas ne visai tiksliai, kadangi tyrimų metu buvo registruojamas tik vagoje vyraujantis gruntas. Todėl, jeigu vagoje vyraujančio grunto sudėtyje dumblas nenurodytas, buvo suteikiamas maksimalus įvertis (4 balai), jeigu dumblas nurodytas kaip antraeilis gruntas buvo suteiktas 1 balas, o jeigu kaip pirmaeilis – 0 balų.

Hidro-morfologinės sąlygos buvo įvertintos ne pagal būklę (neskirstant į būklės klases; tam trūksta duomenų apie kai kuriuos hidro-morfologinius kriterijus), o kaip visų įverčių suma. Kaip matyti iš lentelės, absoliučioje daugumoje pagal koreguotą LŽI 1.geros ar geros būklės upių įverčių suma yra maksimali ar artima maksimaliai, o prastėjant LŽI rodikliams, ji mažėja. LŽI ir hidromorfologinių įverčių suma tarpusavyje stipriai koreliuoja ($R = 0,92$; $P < 0,0001$). Stipri koreliacija ir su senesnės LŽI versijos ($R=0,91$) bei EFI įverčiais ($R=0,86$).

29 lentelė. Upių ekologinė būklės įverčiai pagal 3 indeksus: LŽI koreguotą versiją, LŽI senąją versiją ir EFI.

Upė	Stotis	Vagos nuolydis	Baseino plotas	Tipas	LŽI koreguotas		LŽI sena versija		EFI	
					įvertis	būklė	įvertis	būklė	įvertis	būklė
Kena	t. Rukainiais	1.67	30	1	0.976	1. gera	1.00	1. gera	0.57	gera
Pasgrinda	žemupys	1.30	30	1	0.864	gera	1.75	gera	0.62	gera
Strauja	ž. Masališkių	1.62	64	1	0.788	gera	1.57	gera	0.58	gera
Nemenčia	ž. Dailidėnų	2	40	1	0.714	gera	1.79	gera	0.54	gera
Geluža	a. Valkininkų	1.50	48	1	0.474	vidutinė	2.90	vidutinė	0.16	bloga
Mažupė	ž. Katkūnų	0.5	98	1	0.287	prasta	3.50	prasta	0.16	bloga
Mėkla	ž. Saviečių	1.41	84	1	0.284	prasta	3.92	prasta	0.16	bloga
Nova	ties Karčrūde	0.76	60	1	0.252	prasta	3.75	prasta	0.07	bloga
Mūšia	t. Taujėnais	0.79	90	1	0.041	bloga	4.80	bloga	0.14	bloga
Jaugila	ties Pikeliais	1.30	56	1	0.000	bloga	4.30	bloga	0.15	bloga
Juoda	ž. Anitavos	0.71	93	1	0.000	bloga	5.00	bloga	0.00	bloga
Būka	a. Baluošo	0.24	140	2	0.931	1. gera	1.50	gera	0.48	gera
Jara_Šetekšna	a. Jurkupių	0.35	280	2	0.799	gera	2.67	vidutinė	0.27	prasta
Jotija	ties Bunikiais	0.65	179	2	0.732	gera	2.83	vidutinė	0.35	vidutinė
Nemunėlis	ties Rimšiais	0.43	790	2	0.703	vidutinė	2.86	vidutinė	0.41	vidutinė
Rovėja	žemiau Gavėniškių	0.58	160	2	0.421	vidutinė	3.25	prasta	0.22	prasta
Apaščia	ties Tauniūnais	0.40	202	2	0.063	bloga	4.40	bloga	0.10	bloga
Mera	ties Pažeimene	1.74	200	3	0.995	1. gera	1.04	1. gera	0.74	1. gera
Lapainia	ties Kleboniškiu	3.92	105	3	0.950	1. gera	1.71	gera	0.45	gera
Laukysta	ties Šilionimis	2.23	110	3	0.946	1. gera	1.64	gera	0.55	gera
Merkys	ž. Turgelių	1.118	285	3	0.910	gera	1.50	gera	0.61	gera
Alšia	ties Stakliškėm	1.27	114	3	0.839	gera	1.71	gera	0.61	gera
Virinta	ties Šližiais	1.3	535	3	0.801	gera	2.21	vidutinė	0.64	gera
Šelmenta	a. Tribarčių	1.40	137	3	0.778	gera	2.57	vidutinė	0.40	vidutinė
Šešupė	Lenkijos pas.	0.76	175	3	0.776	gera	2.00	gera	0.51	gera
Širvinta	a. Kunigiškių	1.80	916	3	0.737	gera	1.64	gera	0.47	gera
Visinėia	ties Visinėia	0.73	240	3	0.461	vidutinė	2.67	vidutinė	0.20	prasta
Liaudė	ties Ibutoniais	1.90	113	3	0.407	vidutinė	3.25	prasta	0.16	bloga
Grūda	ž. Darželių	0.726	165	3	0.326	prasta	2.92	vidutinė	0.17	bloga
Šventoji	žemupys	0.36	6855	5	0.986	1. gera	1.93	gera	0.69	1. gera

Žeimena	ž. Pabradės	0.57	2595	5	0.946	I. gera	1.21	gera	0.61	gera
Žeimena	ž. Švenčionėlių	0.40	1272	5	0.916	gera	1.79	gera	0.59	gera
Žeimena	Družiliai	0.8	2773	5	0.912	gera	1.43	gera	0.48	gera
Ūla-Pelesa	ties Kašėtomis	0.65	679	5	0.884	gera	1.57	gera	0.47	gera
Šventoji	ties Degėšiais	0.65	1678	5	0.809	gera	1.57	gera	0.42	vidutinė

30 lentelė. Tyrinėtų upių fizinės charakteristikos, kai kurie hidro-morfologinių kriterijai ir jų įverčiai.

Upė	Stotis	Vagos nuolydis			Bascino plotas	Tipas	Apgaudytas plotas m ²			Ruožo ilgis, m	Ruožo plotis, m	Vidutinis gylis, m	Vagos užaugimas	Srovės greitis, m/s		Įvertis	Gruntas	Įvertis	Profilio įvertis		kranto linijos įvertis	Įverčių suma	LŽI koreguotas	EFI	LŽI sena versija
		1	2	3			1	2	3					1	2				3						
Mera	ties Pažeimene	1.74	200	3	264	90	4	0.8	5	0.6	4	S, AK	4	2	4	14	0.99	5	0.74	1.14					
Šventoji	ties Degėšiais	0.65	1678	5	480	80	24	2	80	0.5	4	ŽV	4	2	4	14	0.98	6	0.69	1.93					
Kena	t. Rukainiais	1.67	30	1	360	120	3	0.5	10	0.8	4	ŽV, S	4	2	4	14	0.97	6	0.57	1.50					
Lapainia	ties Kleboniškiu	3.92	105	3	175	70	2.5	0.15	1	0.45	4	S, ŽV	4	2	4	14	0.95	0	0.45	1.71					
Laukysta	ties Šilionimis	2.23	110	3	240	80	3	0.4	5	0.4	4	S, ŽV	4	2	4	14	0.94	6	0.55	1.64					
Žeimena	ž. Pabradės	0.57	2595	5	480	160	20	0.65	40	0.8	4	ŽV, AK	4	2	4	14	0.94	6	0.61	1.21					
Būka	a. Baluošo	0.24	140	2	360	60	7	0.4	50	0.4	4	S, ŽV	4	2	4	14	0.93	1	0.48	1.50					
Žeimena	ž. Švenčionėlių	0.40	1272	5	400	100	17	1.3	40	0.6	4	S, ŽV	4	2	4	14	0.91	6	0.59	1.79					
Žeimena	Družiliai	0.8	2773	5	150	50	20	1	40	0.8	4	ŽV, S	4	2	4	14	0.91	2	0.48	1.43					
Merkys	ž. Turgelių	1.11	285	3	400	200		0.7	30	1	4	ŽV, S	4	2	4	14	0.91	0	0.61	1.50					
Ūla-Pelesa	ties Kašėtomis	0.65	679	5	450	150	7	1.5	60	0.5	4	S	4	2	4	14	0.88	4	0.47	1.57					
Pasgrinda	žemupy	1.30	30	1	640	160	4	0.3	1	0.6	4	AK, S	4	2	4	14	0.86	4	0.62	1.75					
Alšia	ties Stakliškėm	1.27	114	3	550	110	5	0.3	40	0.4	3	AK, M	4	2	4	13	0.83	9	0.61	1.71					
Šventoji	žemupy	0.36	6855	5	300	100	30	0.6	10	0.9	4	AK, ŽV	4	2	4	14	0.80	9	0.42	1.57					
Virinta	ties Šližiais	1.3	535	3	360	60	6	0.35	20	0.6	4	ŽV, S	4	2	4	14	0.80	1	0.64	2.21					
Jara_Šetekšna	a. Jurkupių	0.35	280	2	440	110	5	0.4	70	0.3	2	S, ŽV	4	2	4	12	0.79	9	0.27	2.67					
Strauja	ž. Masališkių	1.62	64	1	390	130	3	0.2	2	0.5	4	ŽV, AK	4	2	4	14	0.78	8	0.58	1.57					
Šelmenta	a. Tribarčių	1.40	137	3	250	100	2.5	0.2	0	0.6	4	S	4	2	4	14	0.77	8	0.40	2.57					
Šešupė	Lenkijos pas.	0.76	175	3	540	120	4.5	0.8	10	0.3	2	S	4	0	2	8	0.77	6	0.51	2.00					

Širvinta	a. Kunigiškių	1.80	916	3	450	150	15	0.4	35	0.7	4	S, ŽV	4	2	4	14	0.73	0.47	1.64
Jotija	ties Bunikiais	0.65	179	2	90	60	2	0.2	10	0	0	ŽV, AK	4	2	3	9	0.73	0.35	2.83
Nemenčia	ž. Dailidėnų	2	40	1	200	100	2	0.5	10	0.5	4	S, ŽV	4	1	2	11	0.71	0.54	1.79
Nemunėlis	ties Rimšiais	0.43	790	2	420	140	15	0.6	80	0.3	2	S, ŽV	4	2	4	12	0.70	0.41	2.86
Geluža	a. Valkininkų	1.50	48	1	200	100	2.5	0.5	20	0.4	4	S, D	1	1	3	9	0.47	0.16	2.90
Visinčia	ties Visinčia	0.73	240	3	240	80		1.8	40	0.3	2	S	4	1	2	9	0.46	0.20	2.67
Rovėja	žemiau Gavėniškių	0.58	160	2	180	30	6	1.1	90	0	0	M, D	1	2	4	7	0.42	0.22	3.25
Liaudė	ties Ibutoniais	1.90	113	3	600	120	5	0.3	30	0	0	AK, D	1	2	4	7	0.40	0.16	3.25
Grūda	ž. Darželių	0.72	165	3	330	110	3	0.7	25	0.3	2	S	4	0	2	8	0.32	0.17	2.92
Mažupė	ž. Katkūnų	0.5	98	1	330	110	3	0.15	5	0	0	M, D	1	0	2	3	0.28	0.16	3.50
Mėkla	ž. Saviečių	1.41	84	1	150	50	4	0.8	3	0	0	S, D	1	1	2	4	0.28	0.16	3.92
Nova	ties Karėrūde	0.76	60	1	120	60	2	0.2	2	0	0	S, D	1	2	4	7	0.25	0.07	3.75
Apaščia	ties Tauniūnais	0.40	202	2	300	50	6	1.3	90	0	0	M, D	1	0	2	3	0.06	0.10	4.40
Mūšia	t. Taujėnais	0.79	90	1	270	90	3.5	0.8	70	0.1	1	D, S	0	1	2	4	0.04	0.14	4.80
Jaugila	ties Pikeliais	1.30	56	1	50	50	1	0.15	15	0	0	D, ŽV	0	2	4	6	0.00	0.15	4.30
Juoda	ž. Anitavos	0.71	93	1													0.00	0.00	5.00

Patikrinti, kokių laipsnių žuvų bendrijų būklę lėmė skirtingų, hidromorfologinių ir vandens kokybės elementų pokyčiai neturėjome galimybių, kadangi neturime visų duomenų apie 2006 m. vandens kokybės elementų monitoringo rezultatus.

4.1. Žuvų bei hidro-morfologiniais rodikliais pagrįsti upių ekologinės būklės įverčiai ir žuvų bendrijų struktūra

Žuvų rodikliai, naudojami pakoreguotoje LŽI versijoje ir jų vertės yra pateiktos III Priedo 3 lentelėje.

L. geros būklės upės. Visose upėse, kuriose pagal pakoreguotą LŽI nustatyta labai gera būklė, antropogeniniam poveikiui ypač jautrios žuvų rūšys sudarė nuo 28% (Būka) iki 52-91% bendro žuvų gausumo, ir visais atvejais viršijo referentines vertes (RC 22-61%, priklausomai nuo upės tipo; žr. II Priedą). Šiose upėse užregistruotas pilnas arba beveik pilnas intolerantinių rūšių sąstatas. Antropogeniniam poveikiui atsparių žuvų rūšių gausumas labai mažas, arba jų apskritai nėra. Upių vagos yra natūralios, hidro-morfologinių kriterijų įverčių suma yra maksimali (14 balų).

Geros būklės upės. Šiose upėse intolerantinių žuvų rūšių santykinis gausumas svyruoja gana plačiose ribose, dalyje upių gana stipriai nukrypdamas nuo referentinių verčių. Tačiau tik ant švaraus žvirgždo neršiančių, litofilinių žuvų gausumas atitinka referentines sąlygas ar yra tik nežymiai mažesnis. Ir tik upėse, kurios pagal LŽI įverčius yra arti ribos tarp geros/vidutinės

būklės, litofilinių žuvų gausumas yra vidutiniškai nukrypęs nuo RC verčių. Pagal žmogaus poveikiui atsparių žuvų (visaėdės, tolerantinės žuvys) rodiklius, žuvų bendrijų būklė yra artima referentinei (nuokrypis neviršija 30%). Upių vagos absoliučioje daugumoje atvejų yra natūralios, hidro-morfologinių kriterijų įverčių suma yra maksimali ar artima maksimaliai (12-14 balų). Išimtimis būtų Šešupė (Lenkijos pasienyje) ir Nemenčia (ties Dailidėnais), kurių vagos yra ištiesintos, bei Jotija ties Bunikiais (labai lėta tėkmė; pastarojoje pagal EFI bei senąją LŽI versija būklė yra vidutinė). Minėtos upės pagal LŽI yra arti ribos tarp geros/vidutinės būklės.

Vidutinės būklės upės. Intolerantinės rūšys aptiktos tik dalyje vidutinės būklės upių, litofilinių žuvų rūšinė įvairovė yra vidutiniškai (~ 50%), o gausumas – stipriai (>60-90%) nukrypę nuo RC verčių. Šiose upėse jau gana didelę žuvų bendrijų dalį sudaro tolerantinės, visaėdės žuvys (nukrypimas nuo RC 30-60%), tipišku upinių (reofilinių) žuvų gausumas svyruoja gana plačiose ribose (20-70% nukrypimas nuo RC). Upių vagos yra reguliuotos arba yra hidrologinio režimo pokyčiai (sulėtėjusi srovė, vagoje esama nemažai dumblo). Hidro-morfologinių kriterijų įverčių suma (12-7) yra 15-50% mažesnė, už maksimalią.

Prastos būklės upės. Upėse, kuriose pagal LŽI būklė yra prasta, intolerantinių rūšių žuvų nėra (išskyrus kanalizuoatą Grūdų atkarpą ties Darželiais, imtyje pasitaikė vienas paprastojo kūjagalvio individas), litofilinių žuvų gausumas daugiau kaip 80% mažesnis, negu esant referentinėms sąlygoms, o reofilinių žuvų daugumoje atvejų apskritai nėra. Antropogeniniam poveikiui atsparių žuvų rūšių gausumas svyruoja gana plačiose ribose (nukrypimas nuo RC ~ 20-70%). Beveik visų prastos būklės upių vagos yra sureguliuotos ir/ar akivaizdūs hidrologinio režimo pokyčiai (vanduo stovi, vagoje gausu dumblo). Hidro-morfologinių kriterijų įverčių suma (8-3) yra 43-79% mažesnė, už maksimalią.

Blogos būklės upės. Šiose upėse intolerantinių, litofilinių ir reofilinių žuvų nėra, bendrijos sudarytos vien tik iš (ar beveik tik iš) pačių atspariausių, tolerančių visaėdžių žuvų (nukrypimas nuo RC – 80-100%), arba žuvų apskritai nėra (Juodos upėje žemiau Anitavos; tyrimų metu upės vaga buvo sausa). Hidro-morfologinių kriterijų įverčių suma (6-3) yra 60-80% mažesnė, už maksimalią.

Tyrinėtų upių tarpe, daugiausiai prastos ir blogos būklės upių pasitaikė Nevėžio ir Mūšos baseinuose, labiausiai paliestuose įvairaus pobūdžio antropogeninės veiklos .

II. EŽERAI

Kaip ir upių atveju, natūralios žuvų bendrijų diferenciacijos atitikimas ežerų tipams yra būtina sąlyga žuvų ir žmogaus poveikio rodiklių tarpusavio sąveikos analizei, bei

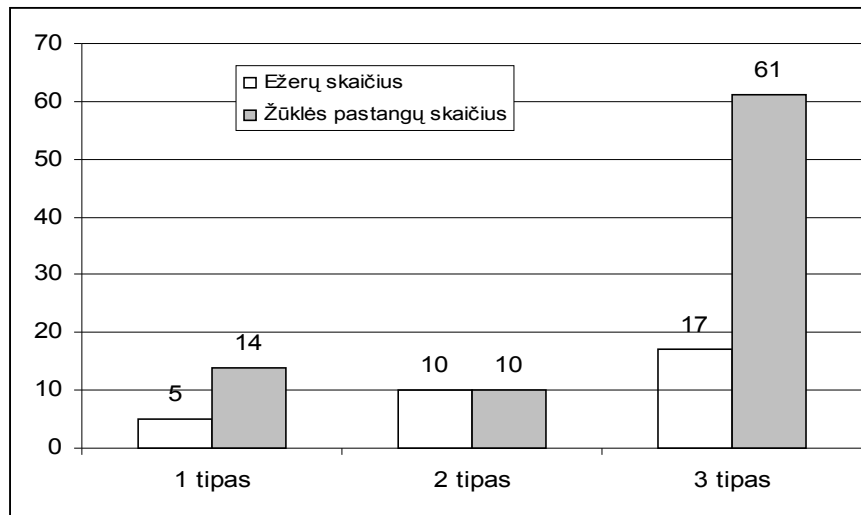
preliminariam ežerų žuvų bendrijų būklės įvertinimui. Oficialioje tipologijoje (*Lithuanian EPA Report on Articles 5 and 6 of the Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy*) Lietuvos ežerai skirstomi į 3 tipus, besiskiriančius vidutiniu gyliu: 1 tipas – seklūs ežerai, kurių vidutinis gylis <3 m, 2 tipas – vidutiniškai gilūs, 3-9 m vidutinio gylio ežerai, ir 3 tipas – gilūs, >9 m vidutinio gylio ežerai. 2006 m tyrinėtų ežerų tarpe, 3 ežerai priskirtini 1-am tipui, 6 – penktam ir likusieji 8 ežerai – 3-am tipui (pagal OT tipologiją). Tačiau tokio ežerų skaičiaus (17 ežerų) nepakanka natūralios ežerų žuvų bendrijų diferenciacijos atitikimo ežerų tipams analizei, todėl ši analize buvo atlikta visos turimos duomenų bazės apie Lietuvos ežerų žuvų bendrijas pagrindu.

1. Natūralios žuvų bendrijų diferenciacijos atitikimo ežerų tipams, analizė

1.1. Turimų duomenų apžvalga

Turima duomenų bazė apima 54 ežerus, kuriuose bendroje sumoje buvo žvejota (rinkti duomenys apie žuvų bendrijas) 120 kartų. Jų tarpe seklių ežerų – 12 (21 žūklės pastanga), vidutiniškai gilių – 22 (35 žūklės pastangos), gilių – 20 ežerų (64 žūklės pastangos). Tokiu būdu, vidutiniškai gilūs ir gilūs Lietuvos ežerai yra kur kas geriau ištirti, negu seklūs.

Iš minėtų ežerų tarpo buvo atrinkti potencialiai geros būklės ežerai. Geros būklės ežerai buvo atrinkti pagal bendro fosforo ir azoto koncentracijų medianas (tik tie ežerai, kuriems turimi vandens kokybės monitoringo duomenys), taikant fosforui 0,05 mg/l (sekliems ežerams – 0,06 mg/l) geros/vidutinės būklės kritines vertes, azotui – 1,3 mg/l (sekliems ežerams 1,5 mg/l), be pagal skaidrumą, taikant 2 m slenkstinę vertę. Potencialiai geros būklės ežerai, apie kurių vandens kokybę duomenų nėra, buvo atrinkti ekspertiniu vertinimu, atsižvelgiant į potencialių taršos šaltinių buvimą bei vandens skaidrumą. Visi ežerai, kuriuose buvo introdukuotos nevietinės rūšys, taip pat ežerai, kurių bendrijų struktūra galėjo pakisti dėl žuvų translokacijos (pvz., ežerai, kuriuose buvo įveisti starkiai) buvo priskirti prastesnei negu gera būklei. Tokiu būdu buvo sudaryta 32 ežerų duomenų bazė, apimanti 85 žūklės pastangas. Skirtingo tipo ežerų ir žūklės pastangų skirtingo tipo ežeruose pasiskirstymas duomenų bazėje pateiktas 8 pav. Akivaizdu, kad daugiausia duomenų turima apie giliausius, >9 m vidutinio gylio ežerus.



8 pav. Duomenų bazėje esančių skirtingų tipų ežerų ir žūklės pastangų skaičius

1.2. Natūralios žuvų bendrijų diferenciacijos atitikimo ežerų tipams analizės rezultatai, žuvų bendrijų charakteristikos

Tam, kad identifikuoti ežeruose vyraujančius skirtingų rūšių žuvų kompleksus bei įvertinti jų kaitos pobūdį priklausomai nuo aplinkos veiksnių, buvo atlikta pagrindinių komponentų analizė (Principal component analysis; PCA), kintamaisiais pasirenkant žuvų rūšių santykinę gausumą (N, %) bendrijose. Analizėje abi Lietuvos ežeruose gyvenančios sykinių (*Coregonidae*) žuvų rūšys – seliava ir sykas buvo apjungtos į vieną grupę, kadangi sykai Lietuvoje natūraliai paplitę tik keliuose ežeruose, sykų ir seliavų poreikiai gyvenamajai aplinkai yra panašūs. PCA rezultatai atskleidė, kad skirtingų rūšių žuvų santykinis gausumas ežerų bendrijose kinta priklausomai nuo 4 faktorių, žuvų rūšys pasiskirstė į 4 grupes (31 lentelė).

31 lentelė. Žuvų rūšių pasiskirstymas (pagal santykinę gausumą, N%) 4 faktorių skalėje (PCA)(paryškintu šriftu pažymėti didžiausi koreliacijos koeficientai)

Rūšis	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4
Abramis brama	0.391910	0.122828	0.293374	-0.445327
Alburnus alburnus	0.031519	-0.249588	0.223672	-0.412171
Blicca bjoerkna	0.508338	0.121256	-0.024030	-0.450100
Coregonidae	-0.454406	-0.835857	-0.192502	-0.022985
Osmerus eperlanus	-0.160072	-0.354004	-0.137861	-0.066606
Lota lota	-0.206324	-0.314280	0.276142	-0.078263
Esox lucius	0.036475	-0.018206	0.790046	0.169087
Gymnocephalus cernua	-0.618617	0.376345	-0.167740	-0.216645
Perca fluviatilis	-0.619528	0.352397	0.088069	0.268718
Rutilus rutilus	0.816914	-0.034468	-0.319138	0.391592
Scardinius erythrophthalmus	0.133340	-0.107575	0.388892	0.258877
Tinca tinca	0.042889	-0.083596	0.702513	0.310724

Pirmoji grupė (kinta priklausomai nuo 1-ojo faktoriaus) apima ešeržuves (ešerys ir pūgžlys), kurių santykinis gausumas kinta atvirkščiai proporcingai 1 faktoriui, ir kuoją bei plakį, kurių gausumas kinta tiesiogiai proporcingai 1 faktoriui. Į šią grupę iš dalies patenka ir karšis.

Antroji grupė apima šaltuose bei giliuose vandenyse gyvenančias sykines (seliava, sykas), stintines (ežerinė stintelė) žuvis ir vėgėles. Tai – giliųjų Lietuvos ežerų indikatorinis žuvų rūšių kompleksas. Šių žuvų gausumas kinta atvirkščiai proporcingai antrajam faktoriui.

Trečiasis faktorius į atskirą grupę išskiria lydekas, lynus ir raudes (kinta tiesiogiai proporcingai 3-am faktoriui). Tai – sekliems ežerams būdingas vyraujančių rūšių kompleksas.

Ketvirtoji grupė apima aukšles ir karšius, kurių gausumas kinta atvirkščiai proporcingai 4-am faktoriui.

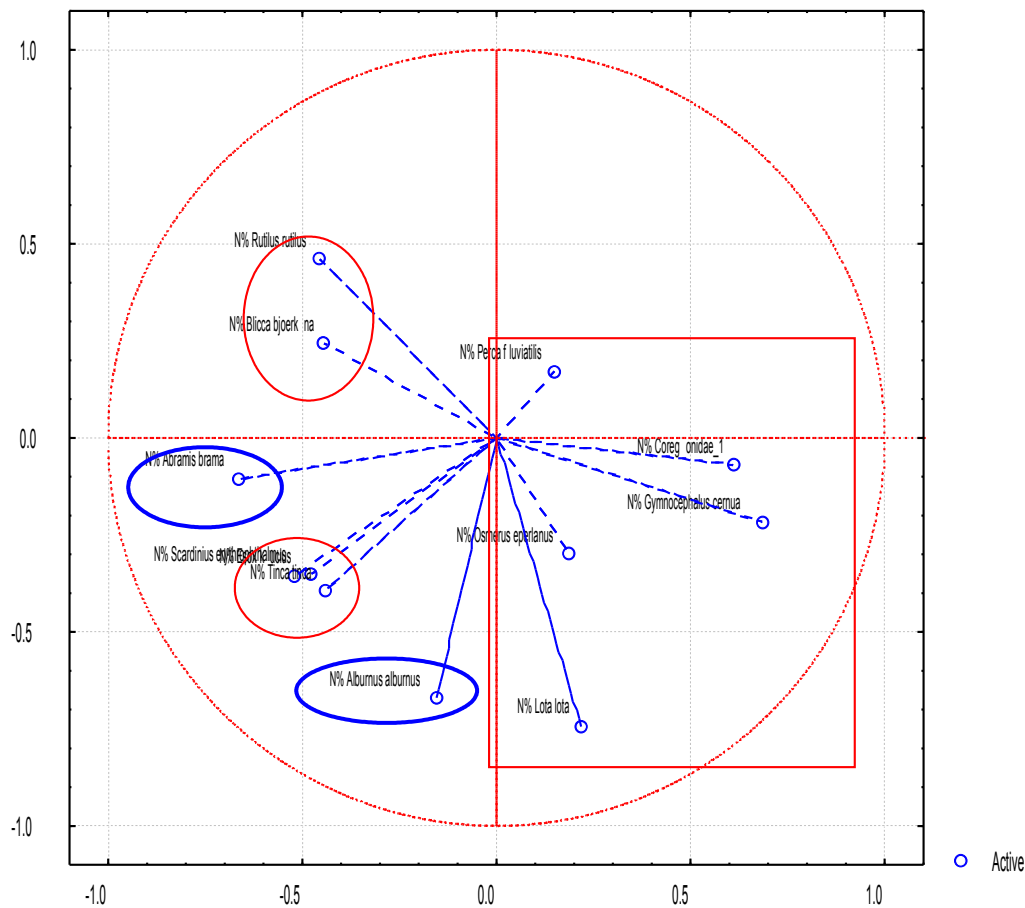
Savo ruožtu, minėtų 4 grupių žuvis gali būti suskirstytos į 2 stambesnes grupes, kurių santykinis gausumas kinta atvirkščiai proporcingai viena kitos atžvilgiu:

1 grupė – seliava, sykas, stinta, vėgėlė, ešerys, pūgžlys;

2 grupė – kuoja, plakis, lydeka, lynas, raudė.

Tuo tarpu aukšlės ir karšiai bendroje skalėje užima tarpinę padėtį (9 pav.).

Remiantis J. Virbicko (1988) ežerų žuvų bendrijų klasifikacija pagal indikatorines rūšis, absoliuti dauguma pirmosios grupės žuvų yra būdingos ankstyvesnės sukcesijos (raidos) stadijos ežerams (išskyrus ešerius, kurie yra ir paskutinės sukcesijos stadijos – distrofinių ežerų indikatorius), o antrosios grupės – vėlyvosios sukcesijos stadijos (hipertrofiniai bei distrofizuojami) ežerams.



9 pav. Žuvų rūšių išsidėstymas faktorių skalėje.

Vėgelių, stintinių ir sykinių žuvų santykinis gausumas patikimai teigiama koreliuoja tarpusavyje, kad rodo, kad jų kaitos tendencijos priklausomai nuo aplinkos veiksnių turėtų būti panašios. Tas pat būdinga ir lydekų, lynų, o dalinai – ir raudžių santykiniam gausumui. Tuo tarpu kuojų ir plakių santykinis gausumas kinta atvirkščiai proporcingai ešeržuvių gausai (patikimos neigiamos koreliacijos)(32 lentelė).

Žinant pagrindinius rūšių kompleksus bei rūšis – antagonistės, galima įvertinti ne tik skirtingų rūšių gausumo santykio, bet ir rūšių kompleksų santykinio gausumo santykį skirtingų tipų ežeruose. Tuo tikslu buvo atlikta diskriminantinė analizė (DA; 33 lentelė). DA rezultatai parodė, kad pagal žuvų rūšių santykinį gausumą žuvų bendrijos trijuose ežerų tipuose pasiskirsto gana tiksliai: 1-ą tipą atitiko 86% bendrijų, o 3-čią – net 98% bendrijų. Ir tik 2-trą tipą atitiko mažiau, 70% bendrijų.

Žuvų santykinio gausumo (N%) vidurkiai skirtingų tipų ežeruose pateikti 34 lentelėje.

32 lentelė. Žuvų rūšių santykinio gausumo koreliacijų matrica (paryškintu šriftu pažymėtos koreliacijos, patikimos esant $P < 0,05$)

	N% Abramis brama	N% Alburnus alburnus	N% Blicca bjoerkna	N% Osmerus eperlanus	N% Coregonidae	N% Lota lota	N% Esox kucius	N% Gymnocephalus cernua	N% Perca fluviatilis	N% Rutilus rutilus	N% Scardinius erythrophthalmus	N% Tinca tinca
N% Abramis brama	1.00											
N% Alburnus alburnus	0.03	1.00										
N% Blicca bjoerkna	0.25	0.00	1.00									
N% Osmerus eperlanus	-0.10	0.00	-0.05	1.00								
N% Coregonidae*	-0.19	0.01	-0.16	0.26	1.00							
N% Lota lota	-0.10	0.34	-0.16	0.25	0.24	1.00						
N% Esox kucius	0.13	0.10	-0.03	-0.04	-0.08	0.03	1.00					
N% Gymnocephalus cernua	-0.19	-0.04	-0.24	0.04	-0.05	0.01	-0.16	1.00				
N% Perca fluviatilis	-0.19	-0.15	-0.30	-0.07	0.00	0.07	0.04	0.05	1.00			
N% Rutilus rutilus	-0.11	-0.11	0.09	-0.16	-0.29	-0.17	-0.14	-0.50	-0.47	1.00		
N% Scardinius erythrophthalmus	0.00	0.06	0.03	0.04	-0.10	0.13	0.22	-0.21	-0.04	0.06	1.00	
N% Tinca tinca	-0.03	0.00	-0.10	0.01	-0.07	0.06	0.50	-0.12	-0.07	-0.13	0.12	1.00

* - *Coregonidae* apima abi Lietuvos ežeruose gyvenančias sykinijų žuvų rūšis

33 lentelė. Diskriminantinės analizės rezultatai (analizuoti tik geros būklės ežerai)

Ežero tipas	1	2	3	Teisingai suklasifikuotų stočių %
1	12	2	0	85.7
2	0	7	3	70.0
3	0	1	60	98.4
viso	12	10	63	92.9

34 lentelė. Žuvų santykinio gausumo (N%) vidurkiai skirtingų tipų ežeruose

Rūšis	Ežero tipas		
	1	2	3
N% Abramis brama	5.5	1.6	1.0
N% Alburnus alburnus	1.8	1.8	2.9
N% Blicca bjoerkna	2.0	11.0	3.4
N% Coregonus albula	0.0	1.1	10.8
N% Coregonus lavaretus	0.0	0.0	1.7
N% Osmerus eperlanus	0.0	0.0	3.8
N% Lota lota	0.0	0.0	0.9
N% Esox kucius	2.4	0.9	0.6
N% Gymnocephalus cernua	0.5	5.0	12.4
N% Perca fluviatilis	25.8	27.3	28.4
N% Rutilus rutilus	37.5	48.4	32.0
N% Scardinius erythrophthalmus	5.0	2.3	1.4
N% Tinca tinca	13.1	0.7	0.8

Sekliams, 1-o tipo ežerams būdingas didesnis lynų, raudžių, lydekų ir karšių santykinis gausumas (tipiški atstovai Asėkas, Salotas, Spėra, Stervas), 2-o tipo ežeruose

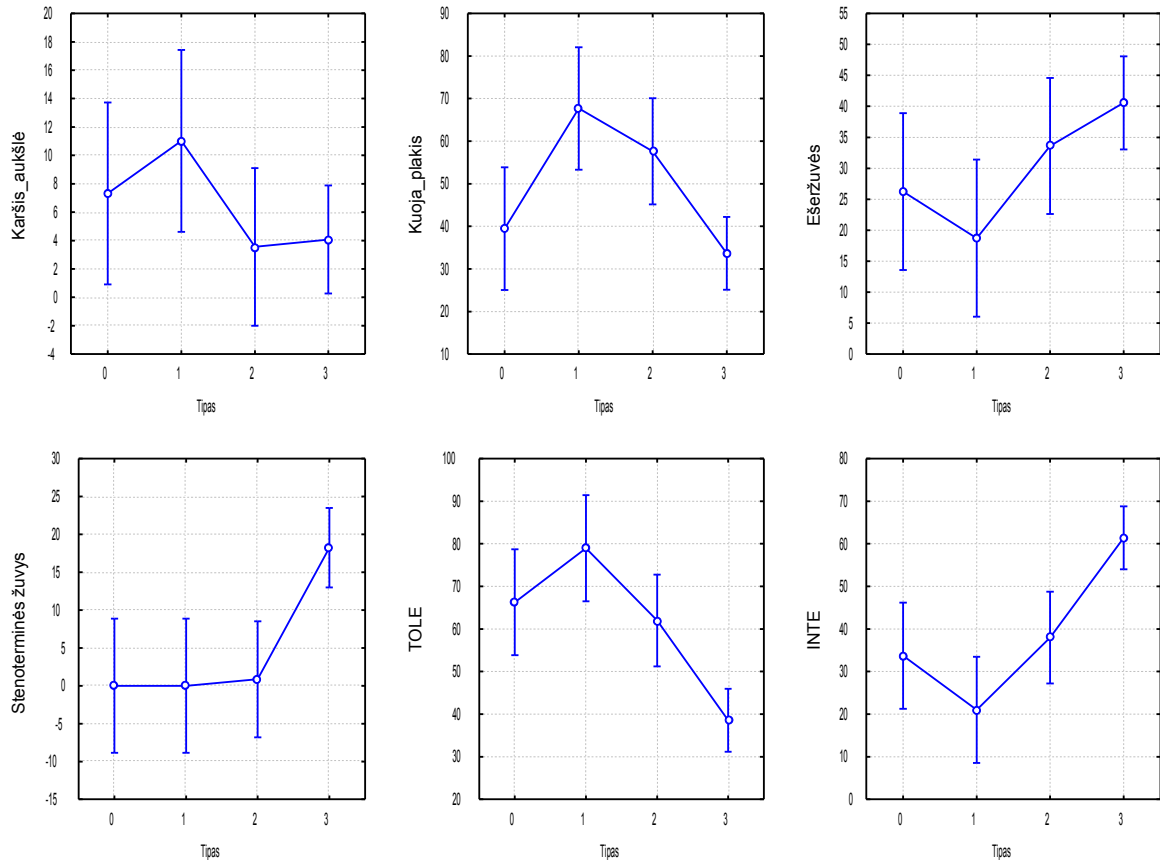
didesnis plakių, kuojų, o taip pat ir pūgžlių gausumas, o gilieji ežerai išsiskiria indikatorinėmis giliavandenėmis rūšimis – sykinės žuvis, stintelės, vėgėlės, šiuose ežeruose gana žymią dalį bendrijose sudaro ir pūgžliai. Skirtingų tipų ežerams yra būdingas skirtingų žuvų rūšių kompleksų dominavimas, t.y. pasiskirstymas atitinka PCA analizės rezultatus. Atskirai išanalizavus iš 2-tro tipo ežerų atsiskyrusią ežerų grupę (žr. 3 lentelę, DA rezultatai) paaiškėjo, kad šiems ežerams yra būdingas santykinai didesnis ešerių ir pūgžlių gausumas bei kur kas mažesnis plakių gausumas. Be to, kai kuriuose iš šių ežerų (pvz., Luodis, Šventas) buvo užregistruotos ir giliavandenės žuvis – seliavos. Todėl pagal žuvų bendrijų charakteristikas šie ežerai yra artimesni giliųjų ežerų grupei. Pažymėtina ir tai, kad šių ežerų tarpe atsidūrė mažiausią antropogeninį poveikį patiriantys, miškų ežerai – Alnis, Šventas. Tikėtina, kad ši ežerų grupė yra „arčiausiai“ etaloninių sąlygų.

Atlikus DA analizę su visais ežerais, preliminariai neskirstant jų pagal būklę, gana dideli neatitikimai nustatyti 1-o tipo, sekliųjų ežerų tarpe (35 lentelė). Išanalizavus iš „bendro konteksto“ iškrentančių ežerų žuvų bendrijų struktūras paaiškėjo, kad visiems jiems yra būdingas daugiau kaip du kartus didesnis karšių, plakių ir kuojų gausumas, tuo tarpu lynų šiuose ežeruose apskritai nėra. Be to, šie ežerai iš kitų sekliųjų ežerų tarpo išsiskiria ir tuo, kad daugumai jų yra būdingas kietas, smėlėtas gruntas, o vanduo bespalvis. Tipiški šių ežerų atstovai yra Dysnykštis, Alovė, Mąstis, Švenčius. Deja, visi jie yra daugiau ar mažiau įtakojami antropogeninio poveikio. Pagal savo charakteristikas šie ežerai yra panašesni į antro tipo ežerus.

35 lentelė. Diskriminantinės analizės rezultatai (analizuoti tik geros būklės ežerai)

Ežero tipas				Teisingai suklasifikuotų stočių %
	1	2	3	
1	12	9	0	57.1
2	2	30	3	85.7
3	0	4	60	93.8
viso	14	43	63	85.0

10 paveiksle pateikti žuvų kompleksų, o taip pat tolerantinių bei vidutinio jautrumo (INTE) žuvų santykinio gausumo skirtingo tipo ežeruose palyginamieji grafikai („0“ tipu yra pažymėti 1-o tipo ežerai, kuriuose vyrauja lyno-raudės-lydekos kompleksas). Akivaizdu, kad ežerų tipai pasižymi skirtingomis žuvų kompleksų ir ekologinių grupių charakteristikomis. Nepatikimi skirtumai yra tik pagal karšių bei aukšlių gausumą. Tačiau šios rūšys, kaip jau buvo minėta, iškrenta iš bendro konteksto. Gali būti, kad šių žuvų imtys laimikiuose per standartizuotą žūklės pastangą yra nereprezentatyvios (dėl žūklės įrankių selektyvumo, gausumai įvertinti netiksliai).



10 pav. Žuvų kompleksų, tolerantinių (TOLE) bei vidutinio jautrumo (INTE) žuvų santykinio gausumo vidurkiai ir 95% patikimumo ribos skirtingų tipų ežeruose („0“ tipu yra pažymėti 1-o tipo ežerai, kuriuose vyrauja lyno-raudės-lydekos kompleksas).

Apibendrinant, galima teigti, kad natūrali žuvų bendrijų diferenciacija atitinka ežerų tipus, išskyrus 1-ąjį tipą, kuris turėtų būti suskirstytas į 2 potipius. Charakterizuoti šiuo potipius pagal vandens rodiklius (kietumas, spalva) kol kas yra sudėtinga, nes duomenis turime tik 4 ežerams: Spėra, Stervas, Žuvintas (1-as potipis) ir Švenčius (2-ras potipis). Visi keturi ežerai priskirtini kieto vandens ežerų grupei. Tačiau pažymėtina, kad 1-ojo potipio ežerų vanduo yra rusvas, ką sąlygoja specifinis gruntas.

Galutinis ežerų suskirstymas į tipus pagal žuvų bendrijas ir bendrijų charakteristikos yra pateiktas 36 lentelėje.

36 lentelė. Ežerų tipai ir žuvų bendrijų charakteristikos

Žuvų rūšys, rūšių kompleksai ir ekologinės grupės	Tipai											
	1.1			1.2			2			3		
	25	med	75	25	med	75	25	med	75	25	med	75
N% Abramis brama	0.6	2.3	8.4	11.1	12.9	35.6	0.2	1.3	2.7	0.5	1.0	1.9
N% Alburnus alburnus	0.0	0.0	4.1	0.0	0.0	1.2	0.6	1.5	2.7	0.0	0.6	3.3
N% Coregonus albula	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	3.1	8.9	14.5
N% Coregonus lavaretus	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	1.9
N% Osmerus eperlanus	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.7	4.0
N% Lota lota	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	1.2
N% Gymnocephalus cernua	0.0	0.5	0.7	0.6	0.9	12.1	3.4	5.1	9.5	3.1	8.3	12.6
N% Perca fluviatilis	21.8	28.6	31.5	0.8	17.0	36.5	17.4	25.9	41.2	21.8	29.3	38.2
N% Blicca bjoerkna	0.0	0.0	3.4	0.0	6.5	9.0	2.0	11.0	14.6	1.3	3.9	5.3
N% Rutilus rutilus	32.7	42.0	46.0	40.0	40.1	66.1	32.3	35.7	42.4	21.5	28.5	42.2
N% Esox kucius	0.4	1.3	2.3	1.2	2.4	2.7	0.5	0.8	1.3	0.3	0.6	0.8
N% Scardinius erythrophthalmus	2.4	3.4	10.9	0.0	1.2	2.0	0.0	1.1	3.0	0.0	0.1	1.2
N% Tinca tinca	5.0	7.3	8.5	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.3	0.0	0.2	1.5
Stenoterminės žuvys (N%)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	5.5	13.9	25.4
Ešeržuvės (N%)	21.8	30.5	32.0	12.8	17.9	37.1	21.9	33.5	59.9	33.2	35.8	55.8
Kuoja-plakis (N%)	39.5	49.4	53.9	46.5	49.2	66.1	42.3	55.3	62.6	24.5	31.0	44.0
Karšis-aukšlė (N%)	0.6	2.3	12.5	11.1	14.1	35.6	1.8	2.7	5.3	1.0	2.4	5.0
Lydeka-raudė-lynas (N%)	8.1	18.3	24.2	2.4	2.4	4.7	1.3	2.2	6.0	0.7	2.0	3.4
INTE (N%)	5.7	8.5	13.8	4.1	5.6	14.5	5.6	11.1	24.6	18.3	32.3	46.5
TOLE (N%)	53.1	59.5	69.7	60.6	77.2	84.7	38.5	57.9	76.7	29.0	40.3	50.1

2. Preliminarūs ežerų žuvų bendrijų būklės vertinimo kriterijai

Žuvų rūšių kompleksai, bei TOLE ir INTE ekologinės grupės gali būti naudojami kaip ežerų žuvų bendrijų būklės vertinimo kriterijai, kadangi skirtingiems kompleksams priklausančių žuvų rūšių gausumas kinta atitinkamai ežerų tipams, o tuo pačiu – jų raidos stadijai (ežerų žuvų bendrijų sukcesijos apsektu). Prastėjant ežero būklei, stenoterminių žuvų bei ešeržuvių santykinis gausumas turi mažėti, o kuojų ir plakių – didėti. 37 lentelėje pateikta žuvų kompleksų bei INTE ir TOLE ekologinių grupių žuvų santykinio gausumo koreliacijos matrica. Ypatingai jautrios, INTOL žuvys (seliava, sykas, stintelė; žr. klasifikaciją 3 lentelėje) patenka į stenoterminių žuvų grupę, todėl atskirai į skaičiavimus nėra įtrauktos.

Koreliacijų rezultatai patvirtina šią prielaidą: stenoterminių žuvų, ešeržuvių ir INTE žuvų gausa kinta atvirkščiai proporcingai kuojos-plakio kompleksui bei TOLE žuvų gausai. Tuo tarpu karšių, aukšlių bei lydekos-lyno-raudės komplekso rūšių gausos kaita su kitomis rūšimis yra nesusijusi.

37 lentelė. Žuvų kompleksų, INTE ir TOLE ekologinių grupių žuvų santykinio gausumo koreliacijos matrica (paryškintu šriftu pažymėtos koreliacijos, patikimos esant $P < 0,05$)

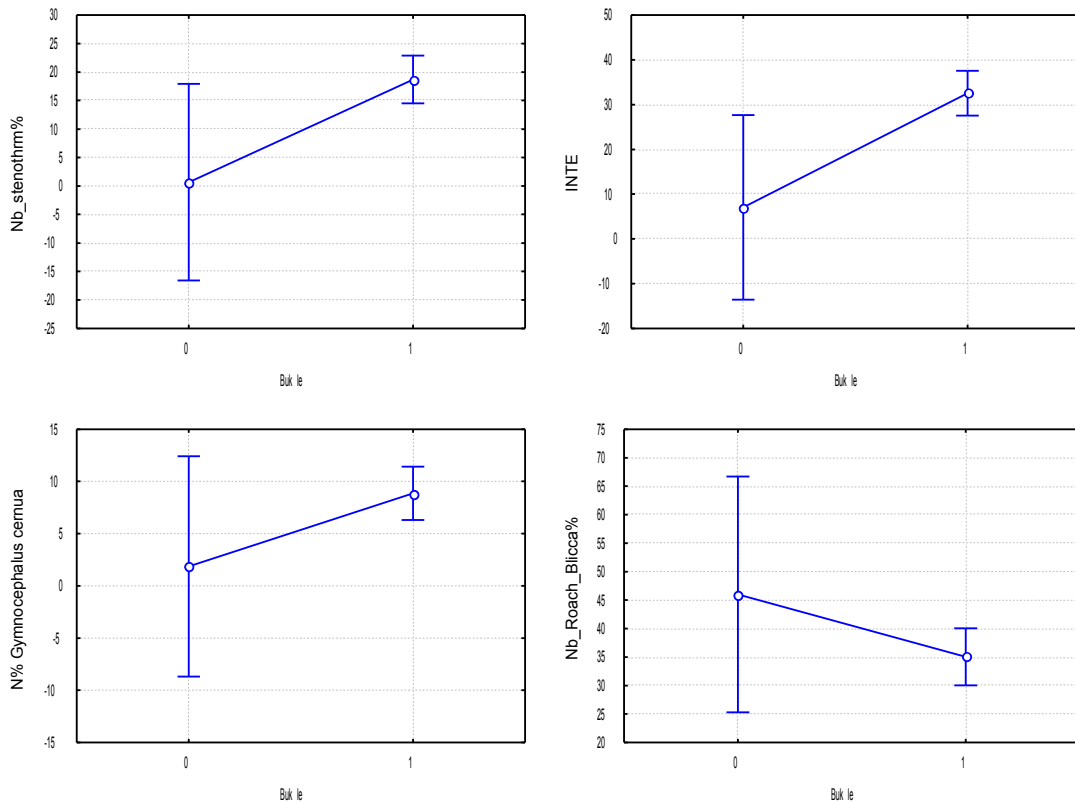
	Stenoterminės žuvys (N%)	Ešeržuvės (N%)	Kuoja-plakis (N%)	Karšis-aukšlė (N%)	Lydeka-raudė-lynas (N%)	INTE (N%)	TOLE (N%)
Stenoterminės žuvys (N%)	1.00						
Ešeržuvės (N%)	-0.10	1.00					
Kuoja-plakis (N%)	-0.45	-0.69	1.00				
Karšis-aukšlė (N%)	-0.29	-0.30	0.02	1.00			
Lydeka-raudė-lynas (N%)	-0.17	-0.26	0.08	0.17	1.00		
INTE (N%)	0.78	0.08	-0.57	-0.08	-0.14	1.00	
TOLE (N%)	-0.52	-0.76	0.89	0.42	0.26	-0.55	1.00

Visi šie rodikliai buvo patikrinti lyginant jų vertes geros būklės ežeruose (naudotuose tipologijos tikrinimui), ir prastesnės nei gera būklės ežeruose. Rezultatai (post hock testai, Fisher'io LSD kriterijus; ANOVA) pateikti 38 lentelėje. Patikimiausi skirtumai gauti 2-ro tipo ežeruose, kur žūklės pastangų skaičius tiek geros, tiek ir prastesnės nei gera būklė ežeruose buvo santykinai nemažas (10 – geros būklės ir 25 – prastesnės būklės). Tuo tarpu 1.2 tipo ežeruose patikimi skirtumai tik kuojos-plakio komplekso gausoje (po 3 geros ir prastesnės būklės ežerus; šiame tipe arti 0,05 patikimumo ribos yra ir ešeržuvių ir INTE rūšių gausumo skirtumai), 3-io tipo – tarpinio jautrumo (INTE) ir stenoterminių žuvų gausoje (tik 3 ežerai, kuriuose tikėtina, kad būklė yra prastesnė, pvz., Zaraso ež., Dringio ež.; pastarajame vandens lygis yra pažemintas, prakasus kanalą į Dringykščio ež.). Tačiau, pvz., palyginus kuojų-plakių, o taip pat ir pūgžlių santykinį gausumą (pastarieji gana gerai atspindi 2-tro tipo ežerų būklės kaitą; 38 lentelė) būklės kaitą geros ir prastesnės būklės trečio tipo ežeruose matyti, kad tendencijų šių rodiklių kaitoje visgi esama (11 pav.).

38 lentelė. Rodiklių palyginimo skirtingos būklės ežeruose rezultatai (Fisher'io LSD skirtumų patikimumo kriterijus; patikimi skirtumai ($P < 0,05$) paryškinti)

Bukle	1.2 tipas G/P*	2 tipas G/P	3 tipas G/P
Stenoterminės žuvys (N%)			0.046606
Ešeržuvės (N%)	0.059882	0.000042	0.944084
Kuoja-plakis (N%)	0.013474	0.008756	0.306619
Karšis-aukšlė (N%)	0.077195	0.256926	0.229575
Lydeka-raudė-lynas (N%)	0.217980	0.196835	0.329400
INTE (N%)	0.098326	0.007896	0.019563
TOLE (N%)	0.288834	0.000022	0.406123
Pūgžlys (N%)		0.038703	0.201330

* - G – gera būklė, P – prastesnė nei gera būklė



11 pav. Stenoterminių, INTE žuvų, kuojų-plakių ir pūgžlių santykinio gausumo vidurkiai ir 95% patikimumo ribos skirtingos būklės 3-o tipo ežeruose (1 – gera būklė, 0 – prastesnė nei gera būklė).

Nei viename iš ežerų tipų nėra patikimų karšių-aukšlių ir lydekos-raudės-lyno kompleksų gausumo skirtumų geros ir prastesnės būklės ežeruose. Taip pat kriterijų nebuvo galima patikrinti 1.1 tipo ežeruose (seklūs, rudas vanduo), kadangi jų nepavyko suskirstyti pagal būklę (būklė panaši).

Apibendrinant, ežerų būklės vertinimui pagal žuvis gali būti naudojami kriterijai, apibūdinantys kuojos-plakio ir TOLE rūšių (didėja su antropogeniniu poveikiu), ešeržuvių, INTE rūšių ir stenoterminių rūšių santykinį gausumą. Stenoterminių žuvų rūšių gausos kriterijus taikytinas tik giliuose, 3-čio tipo ežeruose. Įvertinant natūralų kintamumą, slenkstinėmis vertėmis tarp geros ir prastesnė nei gera būklė pasirinktos rodiklių sklaidos 40% (didėjančių rodiklių – 60%) vertės geros būklės ežeruose. Rodikliai ir jų slenkstinės vertės skirtingų tipų ežeruose yra pateiktos 39 lentelėje.

Tačiau būtina pažymėti, kad didelės įtakos žuvų bendrijų struktūrai turi žvejyba, ypač, jeigu ji yra selektyvi vienos ar kitos rūšies atžvilgiu. Antai yra nustatyta, kad žūklės poveikyje mažėja plėšriųjų žuvų santykinis gausumas (N%), vidutinis žuvų individų svoris (Q g) ir lydekų amžinių grupių skaičius laimikyje per standartizuotą žūklės pastangą bendrijoje, o didėja menkaverčių žuvų santykinė biomasė (tuo pačiu – ir gausumas) ir vyresnių nei 6 metų

amžiaus ešerių mirtingumas (LHD 2006 m ataskaita). Net 21-ame iš 25 šiuo aspektu tyrinėtų ežerų (kuriuose žūklė nėra uždrausta) žūklės poveikis vertintinas kaip stiprus ar net labai stiprus, o likusiuose 4 žūklės poveikis įvertintas kaip vidutinis. Nežymus žūklės poveikis nustatytas tik rezervatinėse zonose ir pasienyje esančiuose ežeruose. Pažymėtina, kad vienas iš žūklės poveikio indikatorių yra menkaverčių žuvų gausa, o pastarųjų tarpe žymią dalį sudaro kuojos, plakiai, t.y. rūšys, kurių gausumo didėjimas yra ir telkinių taršos pasekmė. O tai gali gerokai apsunkinti ežerų būklės vertinimą pagal žuvų kriterijus.

39 lentelė. Rodikliai, taikytini ežerų būklės vertinimui ir jų slenkstinės vertės tarp geros/prastesnės nei gera būklės.

Ežero tipas	Stenoterminės žuvys (N%)	Rodikliai			
		Ešeržuvės (N%)	Kuoja-plakis (N%)	INTE (N%)	TOLE (N%)
1.1		26.2	51.7	7.1	56.3
1.2		17.9	49.2	5.6	77.2
2		26.3	59.8	10.2	52.5
3	6.7	33.9	37.0	26.8	33.7

3. Ichtiofaunos monitoringo ežeruose rezultatai: žuvų bendrijų charakteristikos ir ekologinė būklė pagal žuvų kriterijus

2006 m. tyrinėtų 17-os ežerų tarpe, 8 ežerai priskirtini 3 tipui (vid. gylis >9 m.), 5 – 2-am tipui, 4 – 1-am tipui. Pagal savo charakteristikas (gruntą) 1-o tipo ežerų tarpe 2 ežerai (Stervas ir Alksnas) priskirtini 1.1 tipui, ir 2 ežerai (Alovė ir Dysnykštis) 1.2 tipui (40 lentelė).

40 lentelė. Tyrinėtų ežerų charakteristikos

Ežeras	Plotas	max gylis	vid. gylis	Tipas (potipis)
Stervas	137,1	2,6	1,38	1 (1.1 - minkštas gruntas)
Alksnas	178,1	4,6	2,56	1 (1.1 - minkštas gruntas)
Alovė	73,7	4,4	2,6	1 (1.2 - kietas gruntas)
Dysnykštis	557,5	5	2,7	1 (1.2 - kietas gruntas)
Alnis	100,6	22,1	5,94	2
Antakmeniai	84,2	12,5	5,85	2
Lukstas	1001	7	3,6	2
Šventas	425,9	18,2	6,38	2
Drūkšiai	3622	33,3	8,21	2
Baltieji Lakajai	699,8	45	13,6	3
Baluošai	244,9	37,5	12,5	3
Dusia	2334	32,6	15,4	3
Galadusys	560	54,8	12,6	3
Plateliai	1182	46	11,4	3
Spindžius	106,7	24,5	10	3
Viewis	294,5	33	12,9	3

Zararas	323,4	36,6	11,5	3
---------	-------	------	------	---

Žuvų laimikiai (standartizuoti žūklės pastangai 8-iais selektyviniais tinklais) monitoriniuose ežeruose pateikti 41 lentelėje.

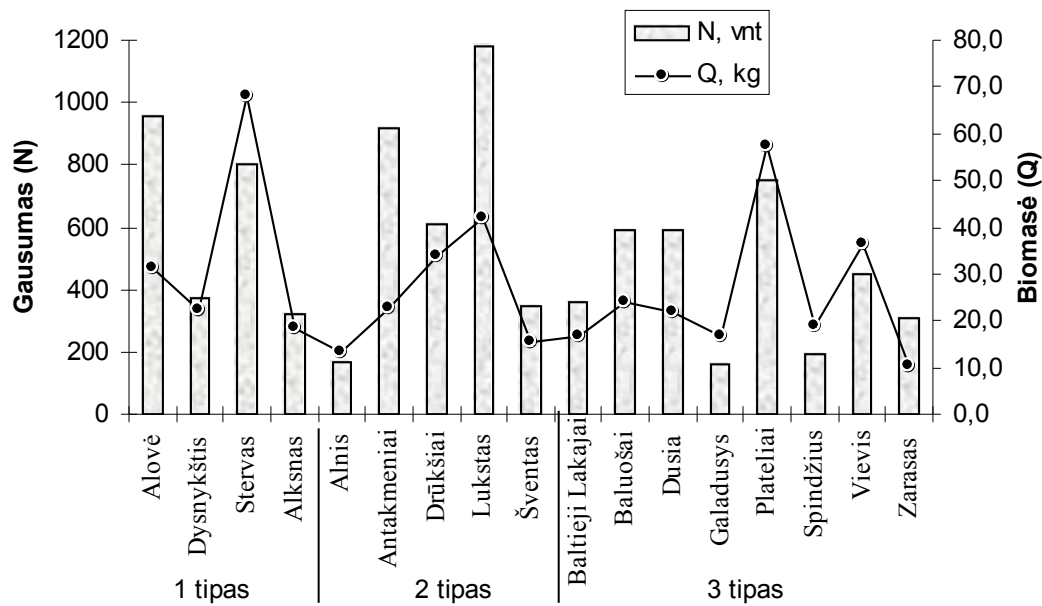
41 lentelė. Ichtiofaunos tyrimų monitoriniuose ežeruose rezultatai (laimikiai, standartizuoti 1-ai žūklės pastangai 8-iais selektyviniais tinklais).

Ežeras	Rodiklis	Abramis brama	Alburnus alburnus	Blicca bjoerkna	Carassius carassius	Carassius gibelio	Coregonus albula	Coregonus lavaretus	Osmerus eperlanus	Lota lota	Esox kucius	Gymnocephalus cernua	Perca fluviatilis	Rutilus rutilus	Scardinius erythrophthalmus	Tinca tinca	Sander lucioperca	Viso
Alovė	N, vnt	42	176	2	2						4	26	126	578				956
	Q, kg	5,31	6,45	0,78	0,27						4,72	0,42	3,91	9,45				31,3
Dysnykštis	N, vnt	44	4	22							4	2	124	136	4		34	374
	Q, kg	3,89	0,05	0,32							1,17	0,02	5,82	3,31	0,09		7,51	22,2
Stervas	N, vnt	5									3	4	252	431	103	2		800
	Q, kg	1,23									2,68	0,19	21,84	24,97	16,09	0,87		67,9
Alksnas	N, vnt	18			10								122	150	17	1		318
	Q, kg	4,16			0,97								3,96	8,74	0,13	0,387		18,3
Alnis	N, vnt		3								1	15	90	49	5	4		167
	Q, kg		0,06								0,30	0,13	5,45	6,02	0,26	0,96		13,2
Antakmeniai	N, vnt	34	12		6							8	100	670	86			916
	Q, kg	1,78	0,22		0,60							1,68	1,79	15,05	1,68			22,8
Drūkšiai	N, vnt	32	18		2	9					1	24	479	41		1		607
	Q, kg	7,77	0,01	0,51	0,96	0,20					0,73	0,23	18,82	4,57		0,19		34,0
Lukstas	N, vnt	29	26	54							2	13	128	918	1	1	7	1179
	Q, kg	4,03	0,31	1,62							1,14	0,08	7,93	23,70	0,01	0,31	2,60	41,7
Šventas	N, vnt	6	24		2	24					2		106	148	36	1		349
	Q, kg	0,10	0,70		0,75	0,00	2,02				1,00	0,00	2,62	6,96	0,93	0,21		15,3
Baltieji Lakajai	N, vnt	2	16	5		11		21	13	3	76	107	103			5		362
	Q, kg	1,04	0,32	0,08		0,69		0,18	1,49	1,71	1,34	4,56	3,87			1,31		16,6
Baluošai	N, vnt	3	15	23		8		42	2	4	50	188	208	7	1			551
	Q, kg	0,72	0,3	0,45		1,54		0,49	0,41	1,71	0,8	5,84	8,46	0,21	0,75			21,7
Dusia	N, vnt		37			1		12		2	371	117	52		1			593
	Q, kg		0,86			0,10		0,12	0,00	1,09	7,80	8,42	3,05		0,26			21,7

Galadusys	N, vnt	2	10	14	5	2	2	1	5	86	26	7	3	163
	Q, kg	1,74	0,18	0,35	0,75	0,36	0,43	0,41	0,12	8,87	2,44	0,70	0,31	
Plateliai	N, vnt	1	8	21	109	151	1	2	62,6	193	202	1	2	754
	Q, kg	0	0,21	0,57	2,70	20,43	0,12	1,05	0,92	10,66	19,69	0,02	1,10	
Spindžius	N, vnt	5	6	13	42		2	14	17	91		3	193	
	Q, kg	2,99	0,09	0,26	5,37		1,27	0,36	0,90	5,44		2,07		18,8
Vievis	N, vnt	6	63	7	44	12	6	4	7	98	192	5	7	451
	Q, kg	7,30	1,31	0,15	5,28	0,10	0,92	0,80	0,17	5,07	12,33	0,41	2,64	
Zarasas	N, vnt	15	4	54			1	17	81	127	6		305	
	Q, kg	0,58	0,08	1,22			0,50	0,32	2,17	5,06	0,49			10,4

Pirmojo tipo ežeruose žuvų rūšinė įvairovė svyravo nuo 6 iki 9 rūšių, 2-tro – 7-10 rūšių, o 3-čio – 8-12 rūšių. Žuvų gausumas ir biomasė laimikiuose per standartizuotą žūklės pastangą skirtinguose ežeruose svyravo gana plačiose ribose: 163 (Galadusys) - 1178 (Lūkstas) individų, 10,4 (Zarasas) – 67,9 (Stervas) kg (12 pav.). Šie rodikliai kito nepriklausomai nuo ežero tipo.

Tyrinėtų ežerų žuvų bendrijų būklės įvertinimui, kiekviename ežere buvo apskaičiuotas santykinis skirtingų rūšių žuvų gausumas (%)(42 lentelė) ir apskaičiuotos būklės vertinimo kriterijų vertės (43 lentelė). Starkiai, kurie tyrinėtuose ežeruose yra nevietinės rūšys, į skaičiavimus neįtraukti. Šios žuvų rūšies gausai didelės įtakos turi specifinės aplinkos sąlygos (reprodukcijai ir gyvensenai būtina sąlyga – kietas, smėlio ar žvyro gruntas ir drumstas vanduo).



12 pav. Žuvų gausumas (N, vnt) ir biomasė (Q, kg) tyrinėtuose ežeruose

42 lentelė. Santykinis skirtingų rūšių žuvų gausumas (N, %) tyrinėtuose ežeruose

Ežeras	Tipas	N (%)													
		N% Abramis brama	N% Alburnus alburnus	N% Blicca bjoerkna	N% Carassius carassius	N% Carassius gibelio	N% Coregonus albula	N% Coregonus lavaretus	N% Osmerus eperlanus	N% Lota lota	N% Esox kucius	N% Gymnocephalus cernua	N% Perca fluviatilis	N% Rutilus rutilus	erythrophthalmusN% Scardinius
Stervas	1.1	0,63								0,38	0,5	31,5	53,9	12,9	0,25
Alksnas	1.1	5,66			3,15							38,4	47,2	5,35	0,31
Alovė	1.2	4,39		18,4	0,21	0,21				0,42	2,72	13,2	60,5		
Dysnykštis	1.2	12,9	1,18	6,47						1,18	0,59	36,5	40	1,18	
												53.	29.		
Alnis	2		1,8							0,6	9,0	9	3	3,0	2,4
Antakmeniai	2	3,71	1,31		0,66						0,87	10,9	73,1	9,39	
Drūkšiai	2	5,26	0,16	2,96		0,33	1,48			0,16	3,95	78,8	6,74		0,16
Lukstas	2	2,47	2,22	4,61						0,17	1,11	10,9	78,3	0,09	0,09

Šventas Baltieji	2	1,72	6,88	0,57	6,88	0,57	30,4	42,4	10,3	0,29				
Lakajai	3	0,55	4,42	1,38	3,04	5,8	3,59	0,83	21	29,6	28,5	1,38		
Dusia	3		6,24	0	0,17	2,02		0,34	62,6	19,7	8,77	0,17		
Galadusys	3	1,23	6,13	8,59	3,07	1,23		1,23	0,61	3,07	52,8	16	4,29	1,84
Plateliai	3	0,13	1,06	2,79	14,5	20		0,13	0,27	8,31	25,6	26,8	0,13	0,27
Baluošai	3	0,54	2,72	4,17	1,45	7,62	0,36	0,73	9,07	34,12	37,75	1,27	0,18	
Spindžius	3	2,59	3,11	6,74	21,8			1,04	7,25	8,81	47,2		1,55	
Vievis	3	1,33	14	1,55	9,76	2,66	1,33	0,89	1,55	21,7	42,6	1,11	1,55	
Zarasas	3	4,92	1,31	17,7				0,33	5,57	26,6	41,6	1,97		

43 lentelė. Ežerų būklės vertinimo pagal žuvų rodiklius kriterijų vertės ir bendras būklės įvertis (2 – gera būklė, 3 – prastesnė nei gera būklė)

Ežeras	Plotas	max gylis	vid.gylis	Tipas	(N%)Stenoterminės žuvis		INTE (N%)		TOLE (N%)		Ešeržuvės (N%)		Kuoja-plakis (N%)		Bendras įvertis
					įvertis	įvertis	įvertis	įvertis	įvertis	įvertis	įvertis	įvertis			
Stervas	137,1	2,6	1,3	1.1			13,8	2	54,8	2	32,0	2,0	53,9	3	2.3
Alksnas	178,1	4,6	2,5												
Alovė	73,7	4,4	2,6	1.2			3,1	3	83,7	3	15,9	3,0	78,9	3	3.0
Dysnykštis	557,5	5	2,7												
Alnis	100,6	22,0	5,9	2			12,6	2	33,5	2	62,9	2	29,3	2	2.0
Antakmeniai	84,2	12,5	5,8												
Lukstas	1000,9	7	3,6	2			1,4	3	87,7	3	12,0	3	82,9	3	3.0
Šventas	425,9	18,2	6,3	2			17,8	2	51,9	2	30,4	2	42,4	2	2.0
Drūkšiai*	3622,2	33,3	8,2	2	1,4	3	5,6	3	15,6	2	82,7	2	9,7	2	2.4
Baltieji lakajai	699,8	45	13,6	3	12,4	2	34,3	2	36,2	2	50,6	2	29,8	2	2.0
Dusia	2334	32,6	15,4	3	2,2	3	65,1	2	15,2	2	82,3	2	8,8	2	2.2
Galadusys	560	54,8	12,6	3	5,5	3	13,5	3	33,7	2	55,8	2	24,5	2	2.4
Plateliai	1181,5	46	11,4	3	34,6	2	43,3	2	31,1	2	33,9	2	29,6	2	2.0
Baluošai	244,9	37,5	12,5	3	9,4	2	20,5	3	45,2	3	43,2	2	41,9	3	2.6
Spindžius	106,7	24,5	10	3	21,8	2	30,1	2	61,1	3	16,1	3	53,9	3	2.6
Vievis	294,5	33	12,9	3	13,7	2	17,3	3	61,0	3	23,3	3	44,1	3	2.8
Zarasas	323,4	36,6	11,5	3	0,0	3	7,9	3	65,6	3	32,1	3	59,3	3	3.0

* Pagal žuvų bendrijos charakteristikas Drūkšių ež. priskirtinas 3-am tipui.

Ežerų būklė.

1 tipas. Seklūs (< 3 m vidutinio gylio) ežerai.

2006 m. tyrinėtų ežerų tarpe yra 4 pirmo tipo ežerai. Du iš jų, **Stervas** ir **Alksnas**, priskirtini 1.1 potipiui (minkšto grunto ežerai, kuriuose didelis lydekos-lyno-raudės komplekso žuvų santykinis gausumas). Pagal ežerų žuvų bendrijų būklės kriterijų vertes, abiejų ežerų būklė vertintina kaip gera. Nuo geros būklės verčių yra nukrypę tik kuojos-plakio (Stervo ež.) ir INTE rūšių (Alksno ež.) santykiniai gausumai. Likę rodikliai rodo ežerų būklę esant gera. 1.2 potipiui (kieto grunto ežerai, kuriuose vyrauja kuojos, karšiai ir ešeriai) priskirtini Dysnykštis ir Alovės ež. Pagal žuvų rodiklius, **Dysnykščio** ež. būklė vertintina kaip gera. Nuo slenkstinių verčių šiek tiek nukrypęs tik INTE rūšių gausumas. Tačiau būtina pažymėti, kad šiame ežere yra labai gausi starkių populiacija, kuri turi didelės įtakos kitų rūšių gausai. Įtraukus starkių, kaip INTE rūšies (o taip pat ir ežeržuvėms priskiriamos rūšies), santykinį gausumą į rodiklių apskaičiavimą, Dysnykščio ež. pagal visus rodiklius atitiktų gerą būklę. Tuo tarpu **Alovės** ežero būklė pagal visus rodiklius yra prastesnė, negu gera. Šiame ežere antropogeniniam poveikiui atsparios rūšys sudaro beveik 84% bendro visų rūšių individų skaičiaus, vien kuojų santykinis gausumas siekia daugiau kaip 60%, plakių – 18%, esama abiejų rūšių karosų, kas šiaip šio tipo ežerams nėra būdinga. Ešeržuvių ir INTE žuvų santykinis gausumas mažas.

2 tipas. Vidutinio gylio (3-9 m vid.gylio) ežerai.

Tyrinėtų ežerų tarpe šiam tipui priskirtini Alnio, Antakmenių, Lūksto, Švento, o taip pat ir Drūkšių ež. Pastarasis ežeras į 2-o tipo ežerų grupę patenka pagal vidutinį gylį. Tačiau maksimalus gylis šiame ežere siekia daugiau kaip 33 m, todėl giliose vietose nuo seno gyveno stenoterminės žuvys – stintos ir seliavos. Todėl šio ežero būklė buvo vertinama pagal 3-čio tipo ežerams taikomus kriterijus.

Pagal ežerų žuvų bendrijų būklės vertinimo kriterijus, **Alnio** ir **Švento** ežerų būklė yra gera. Šiuose ežeruose dominuoja ešeržuvės, gana didelis INTE rūšių santykinis gausumas, kuojų gausumas santykinai nedidelis, o plakių apskritai nėra.

Lūksto ir **Antakmenių** ež. būklė vertintina kaip prastesnė, negu gera. Abiejuose ežeruose būklės vertinimo kriterijų vertės neatitinka šių, esant gerai būklei, ir tik Antakmenių ež. INTE rūšių (pagrindiniai – raudžių) gausumas vis dar atitinka gerą būklę.

Drūkšių ež. būklė vertintina kaip gera, tačiau jau kryptanti į vidutinę. Iki Ignalinos AE pastatymo bei pradiniu jos eksploatacijos laikotarpiu šiame ežere buvo gausios stenoterminių žuvų – stintų ir seliavų populiacijos. Pastaraisiais metais stintos šiame ežere išnyko, o seliavų populiacija, nors ir labai sumažėjusi, vis dar egzistuoja. Labai mažas ir pūgžlių gausumas (šių žuvų paprastai būna ypač gausu ten, kur sąlygos stenoterminėms žuvims yra palankios). Todėl tiek pagal stenoterminių žuvų, tiek pagal INTE žuvų kriterijų

vertes Drūkšių ež. būklė yra prastesnė, negu gera. Tačiau ešerių santykinis gausumas šiame ežere vis dar gana didelis, o TOLE žuvų bei kuojų plakių gausa santykinai maža, t.y. šie rodikliai atitinka gerą būklę.

3 tipas. Gilūs (>9 m vid. gylis) ežerai.

Esant gerai būklei, visuose šio tipo ežeruose turi egzistuoti gyvybingos stenoterminių žuvų populiacijos. Visuose giliuose geros būklės ežeruose gyvena seliavos, taip pat daugelyje jų esama ir ežerinių stintelių, vėgėlių, o kai kuriuose – ir sykų. Dažniausiai šiuose ežeruose santykinai gausu ir pūgžlių.

Tyrinėtų ežerų tarpe, 3-am tipui priskirtini Baltųjų Lakajų, Dusios, Galadusio, Baluošų, Platelių, Spindžiaus, Vievio ir Zaraso ežerai. Pagal visus vertinimo kriterijus gerą būklę atitinka **Baltųjų Lakajų** ir **Platelių** žuvų bendrijos, o su nedidelėmis išimtimis – ir **Dusios** bei **Galadusio** ežerai. Pastaruosiuose dviejuose ežeruose nustatytas stenoterminių žuvų gausumas yra mažesnis, negu turėtų būti, tačiau tai gali būti susiję ir su žūklės pastangos reprezentatyvumu.

Prastesnė nei gera būklė nustatyta Vievio ir Zaraso ežeruose. **Zaraso** ežere būklė yra prastesnė nei gera pagal visus žuvų kriterijus. Šiame ežere stenoterminių žuvų apskritai nesugauta, o kitų INTE žuvų gausumas mažas. Kuojomis ir plakimas tenka beveik 60% bendro žuvų gausumo (trečdaliu daugiau, negu turėtų būti), ypač didelis plakių santykinis gausumas (beveik 18%; kituose šio tipo ežeruose – 0-9%). Apskritai TOLE žuvis sudaro daugiau kaip 60% visos bendrijos, kas šiaip būdinga 1-2 tipo ežerams. **Vievio** ež. žuvų bendrija gerą būklę atitinka tik pagal stenoterminių žuvų gausumą ir įvairovę (gyvena seliavos, stintos, vėgėlės). Tačiau taip pat labai didelė ir TOLE žuvų, ypač – kuojų gausa, o ešeržuvių gausumas (ypač – pūgžlių) mažas. Todėl visumoje ežero būklė vertintina kaip prastesnė, nei gera.

Ypatinga situacija yra **Baluošų** ir **Spindžiaus** ežeruose. Abu šie ežerai lyg ir neturėtų būti paveikti taršos, tačiau pagal žuvų kriterijus bendrijų būklė vertintina kaip gera/krypstanti į vidutinę. Abiejuose ežeruose trijų iš 5 kriterijų vertės neatitinka geros būklės. Baluošų ežere verčių nukrypimai nėra dideli, tuo tarpu Spindžiaus ežere nukrypimai gana ženklūs. Tačiau tai gali būti ne vandens kokybės pokyčių, o intensyvios žūklės pasekmė. Kaip jau buvo minėta 2 poskyryje („Preliminarūs ežerų žuvų bendrijų būklės vertinimo kriterijai“) selektyvios plėšriųjų žuvų atžvilgiu žūklės pasekmėje labai išauga menkaverčių žuvų biomasė, tuo pačiu - ir gausa. Didžioji menkaverčių žuvų dalis tenka kuojos populiacijai. Baluošų ir Spindžiaus ežeruose kuojomis tenka 38-47% bendro žuvų gausumo (kituose geros būklės 3-čio tipo ežeruose kuojų santykinis gausumas svyruoja 9-28% ribose). Tačiau gana gausios ir stenoterminių žuvų populiacijos, kurioms žūklės (ypač – mėgėjiškos) poveikis yra nedidelis.

Todėl tikėtina, kad žuvų kriterijų vertėms šiuose ežeruose įtakos turi ne vandens kokybė, o žūklės poveikis.

APIBENDRINIMAS IR REKOMENDACIJOS

Natūrali žuvų bendrijų diferenciacija gana gerai atitinka oficialiai patvirtintą upių ir ežerų tipologiją. Tačiau LŽI taikymui 4-to (1000-10000 km² baseino ploto) ir 5-to (>10000 km² baseino ploto) upės turi būti skirstomos į potipius, besiskiriančius vagos nuolydžiu, taikant 0,3 m/km vagos nuolydžio slenkstinę vertę. Atitinkamai, preliminarių, žuvų rodikliais pagrįstų ežerų būklės vertinimo kriterijų taikymui, seklūs 1-o tipo (< 3 m vid. gylio) ežerai taip pat turėtų būti skirstomi į 2 potipius, kadangi skiriasi jų žuvų bendrijų sudėtis. Kol kas vienintelis šio skirstymo kriterijus yra ežerų gruntas. Tikėtina, kad skirtumų esama ir vandens spalvoje, tačiau esamų ežerų monitoringo duomenų (kur būtų duomenys tiek apie žuvų, tiek ir ežerų fizines-chemines charakteristikas) nepakanka šiai prielaidai pagrįsti.

Dėl pernelyg mažos duomenų apimties nebuvo galimybės nustatyti vandens kokybės elementų slenkstines koncentracijas skirtingos būklės klasėse skirtingų tipų upėse. Šią procedūrą buvo įmanoma atlikti ir statistiškai pagrįsti tik apjungiant visas upes į visumą (t.y. neskirstant jų į tipus). Tačiau kai kurių vandens kokybės elementų koncentracijų neatitikimai (nors ir nežymūs) 1.geros būklės upėse rodo, kad skirtumų visgi gali būti. Jau dabar yra nustatyta, kad deguonies rodikliai mažo nuolydžio 100-1000 km² baseino ploto upėse (2-as tipas) yra mažesni, negu likusių tipų upėse. Tai iš dalies atitinka upių skirstymą į „lašišines“ ir „karpines“ (LR AM ministro 2001 m. įsak. Nr. 525) bei šiame skirstyme deguoniui taikomas ribines vertes.

Pernelyg maža duomenų apimtis, ypač – iš upių, patiriančių skirtingo pobūdžio antropogeninį poveikį, neleidžia korektiškai įvertinti upių hidrologinių, morfologinių, o taip pat ir nepertraukiamumo („continuity“) pokyčių poveikį žuvų bendrijoms. Nepaisant to, pavienių upių, labiau paveiktų hidro-morfologinių pokyčių (o ne vandens kokybės) pavyzdžiu nustatyta, kad LŽI šiuos pokyčius atspindi gana gerai. Tuo tarpu šioje ataskaitoje pateikta upių nepertraukiamumo vertinimo sistema yra daugiau pagrįsta ekspertiniu vertinimu, nei duomenų analize (išskyrus vertinimo aspektą, susijusį su vienos kliūties buvimu baseino lygiu ir jos įtaka skirtingo baseino ploto žuvų bendrijų sudėčiai). Susieti LŽI įverčių su UBKI įverčiais taip pat nepavyko, kadangi UBKI pradėtas skaičiuoti tik 2005 m, o pasinaudoti šiais, 2006 m. apskaičiuotais UBKI įverčiais taip pat nebuvo galimybės. Todėl esama tik keletas stočių, kur turime abiejų, LŽI ir UBKI įverčius, t.y. detalesnė atitikimo analizė yra neįmanoma. Tačiau, analizuojant UBKI naudojamus rodiklius ir jų įverčius matyti, kad šis

upių hidro-morfologinės būklės vertinimo metodas gali klaidingai įvertinti didžiųjų, o taip pat lėtesnės tėkmės ar smėlėtais gruntais tekančių, itin sraunių atkarpų ar užtemdytos vagos upių būklę. Šioje ataskaitoje pateikta supaprastinta bei pakoreguota upių hidro-morfologinių pokyčių vertinimo sistema bei joje taikomų kriterijų vertės taip pat gali turėti trūkumą, kadangi geram jų pagrindimui vėlgi trūksta duomenų. Ši sistema turėtų būti tikrinama ir koreguojama jų sukaupus daugiau ichtiologinio monitoringo metu.

Preliminarūs žuvų rodikliais pagrįsti ežerų būklės vertinimo kriterijai gana gerai atspindi ežerų būklės pokyčius. Kaip ir buvo galima tikėtis, patikimiausi skirtumai gauti 2-tro tipo (vidutinio gylio) ežerų grupėje, kurių tarpe buvo daugiausiai tiek geros, tiek ir prastesnės nei gera būklė ežerų. Duomenų apie seklius, 1-o tipo ežerus yra labai mažai, tuo tarpu absoliučios daugumos giliųjų, 3-čio tipo ežerų būklė yra panaši, ir tikėtina, kad ji yra išties gera (bent pagal žuvų rodiklius). Tačiau vėlgi, ežerų skaičius, kur yra duomenys ne tik apie žuvis, bet ir fizikines-chemines charakteristikas, yra nepakankamas detalesnei analizei. Tikėtina, kad žuvų rodiklių, galinčių įvairiapusiškiau atspindėti žmogaus veiklos sąlygotus ežerų būklės pokyčius esama daugiau, negu kad buvo nustatyta šio darbo metu. Kita vertus, taikant žuvų rodiklius ežerų būklės vertinime, galimos gana didelės paklaidos, sąlygotos itin intensyvios, o ypač – plėšriųjų žuvų atžvilgiu selektyvios žvejybos. Itin stipriai eksploatuojamuose ežeruose išivyrėja menkavertės žuvis, ir pagrindinai tos, kurių gausa didėja ir esant vandens kokybės pokyčiams.

Atsižvelgiant į visa tai, rekomenduotina:

1 – ichtiofaunos monitoringo upėse tinklą pakoreguoti taip, kad būtų surinkta daugiau duomenų apie upes (upių atkarpos), kuriose vyraujantis antropogeninės pažaidos tipas yra morfologiniai ir hidrologiniai pokyčiai (ištiesintos vagos upės, upių atkarpos tarp patvankų, sumažėjusio natūralaus debito upių atkarpos);

2 – hidro-morfologinės būklės kriterijai turėtų būti vertinami ichtiofaunos monitoringo metu, tiriamosiose upių atkarpose. Tai leistų tiksliau įvertinti šių kriterijų patikimumą. Taip pat, ateityje sukaupus daugiau duomenų, yra būtina detalesnė UBKI ir LŽI įverčių tarpusavio ryšio analizė;

3 – upių būklės vertinimui ir toliau taikyti abu, LŽI ir EFI indeksus. Pastorojo įverčių gali prireikti interkalibracijos tarp ES šalių procese;

4 – būtina surinkti daugiau duomenų apie sekliuosius, 1-o tipo Lietuvos ežerus. Lyginant su kitais ežerais, 1-o tipo ežerai yra prasčiausiai ištirti;

5 – surinkus daugiau duomenų turėtų būti tikrinami, o esant reikalui – praplėsti bei patikslinti ežerų būklės vertinimo pagal žuvų rodiklius kriterijai.

IŠVADOS

1. Remiantis upių žuvų bendrijų charakteristikų pakycinamosios analizės rezultatais, dabartinis Lietuvos upių skirstymas į tipus atitinka natūralią žuvų bendrijų diferenciaciją. Tačiau 1000-10 000 km² baseino ploto upėse (nacionalinėje tipologijoje 4 tipas) ir >10 000 km² baseino ploto upėse (5 tipas) esama žuvų bendrijų skirtumų skirtingo nuolydžio upių grupėse. Žuvų rodikliais pagrįsto LŽI metodo taikymui rekomenduotina 4 ir 5 tipo upes suskirstyti į potipius, taikant 0,3 m/km vagos nuolydžio slenkstinę vertę.

2. Koreguojant Lietuvos žuvų indeksą (LŽI) nustatyta, kad intolerantinių, litofilinių reofilinių, tolerantinių ir visaėdžių žuvų individų santykinis gausumas (%) bendrijoje, litofilinių ir tolerantinių žuvų santykinis rūšių skaičius bei intolerantinių žuvų rūšių skaičius bendrijoje patikimai koreliuoja su šiais vandens kokybės elementais: BDS7, N_{bendras}, NO3-N, NH4-N, P_{bendras}, PO4-P ir O₂ (mg/l ir %). LŽI pakoreguotas į metodo skaičiavimus įtraukiant minėtus žuvų rodiklius bei atsižvelgiant į šių rodiklių kaitą vandens kokybės elementų kaitos gradientu.

3. Pakoreguotas LŽI gana gerai atspindi ne tik vandens kokybę, bet ir hidromorfologinius upių pokyčius. Koreliacijos koeficientas tarp LŽI įverčių ir netiesioginių upių hidromorfologinės būklės įverčių siekia R - 0,92 (P<0,0001).

4. Taikant pakoreguotą LŽI metodą tyrinėtų upių būklės vertinimui nustatyta, kad labai gera žuvų bendrijų būklė yra Meros (ties Pažeimene), Šventosios (ties Degėšiais), Kenos (t. Rukainiais), Lapainios (ties Kleboniškiu), Laukystos (ties Šilionimis), Žeimenos (ž. Pabradės) ir Būkos (a. Baluošo) upėse, gera būklė yra Žeimenoje (ž. Švenčionėlių ir ties Družiliais), Merkyje (ž. Turgelių), Ūloje (ties Kašėtomis), Pasgrindoje (žemupyje), Alšioje (ties Stakliškėm), Šventosios žemupyje, Virintoje (ties Šližiais), Jaroje-Šetekšnoje (a. Jurkupių), Straujoje (ž. Masališkių), Šelmentoje (a. Tribarčių), Šešupėje (Lenkijos pas.), Širvintaoje (a. Kunigiškių), Jotijoje (ties Bunikiais) ir Nemenčioje (ž. Dailidėnų), vidutinė būklė Nemunėlyje (ties Rimšiais), Gelužoje (a. Valkininkų), Visinčioje (ties Visinčia), Rovėjoje (žemiau Gavėniškių) ir Liaudėje (ties Ibutoniais), prasta būklė Grūdoje (ž. Darželių), Mažupėje (ž. Katkūnų), Mėkloje (ž. Saviečių) ir Novoje (ties Karčrūde) ir bloga būklė Apaščioje (ties Tauniūnais), Mūšioje (t. Taujėnais), Jaugiloje (ties Pikeliais) ir Juodoje (ž. Anitavos).

5. Pakoreguota ir senoji LŽI versijos identišškai įvertino mažiausių, 1-mo tipo upių būklę, tuo tarpu EFI didžiosios šių upių dalies būklę įvertino kaip blogą. Apskritai, palyginus su abejais

LŽI variantais, EFI yra linkęs prasčiau įvertinti upių ekologinę būklę. Didžiausi skirtumai yra 2-tro tipo, t.y. mažo vagos nuolydžio upių ekologinės būklės vertinime.

6. Remiantis ežerų žuvų bendrijų charakteristikų pakyginamosios analizės rezultatais, dabartinis Lietuvos ežerų skirstymas į tipus atitinka natūralią žuvų bendrijų diferenciaciją. Tačiau 1-o tipo ežeruose funkcionuoja skirtingos žuvų bendrijos: minkšto grunto ežeruose susiformavęs lydekos-raudės-lyno kompleksas, o kieto grunto ežeruose – karšio-kuojos kompleksas. Todėl žuvų rodikliais pagrįstam ežerų būklės vertinimui 1-o tipo ežerai turėtų būti suskirstyti į du potipius.

7. Nustatyta, kad ežerų žuvų bendrijų būklę geriausiai atspindi 5 rodikliai, charakterizuojantys žuvų rūšių kompleksų ir skirtingų ekologinių grupių žuvų santykinį gausumą (N%) bendrijose: stenoterminių žuvų (seliava, stinta, sykas, vėgėlė; tik giliausiuose, 3-io tipo ežeruose), ešeržuvių (pūgžlys, ešerys) bei kuojų-plakių komplekso santykinis gausumas ir tolerantinių (TOLE) bei tarpinio jautrumo (INTE) ekologinių grupių žuvų santykinis gausumas. Šie rodikliai gali būti taikomi preliminariam ežerų ekologinės būklės vertinimui.

8. Vertinant ežerų ekologinę būklę pagal žuvų bendrijų rodiklius nustatyta, kad gera būklė yra Alnio, Švento, Baltųjų Lakajų, Platelių, Dusios, Stervo, Alksno, Dysnykščio ir Galadusio ežeruose, prastesnė nei gera būklė yra Antakmenių, Vievio, Alovės, Lūksto ir Zaraso ežeruose. Likusiuose, Drūkšių, Baluošų ir Spindžiaus ežeruose būklė vertintina kaip gera/vidutinė. Tačiau žuvų rodikliais pagrįstų ekologinės būklės vertinimo kriterijų vertėms Baluošų ir Spindžiaus ežeruose įtakos galėjo turėti ypač intensyvi žūklė, o ne vandens kokybės pokyčiai.

LITERATŪRA

Baltrušaitienė I., Jablonskis J., Lasinskas M. 1975. Pietryčių Lietuvos hidrografija (upės). Vilnius, „Mintis“, 140 p.

CEN (2003) *Water Quality – Sampling of Fish with Electricity*. EN 14011, European Committee for Standardization, Brussels.

Gailiūsis B., Jablonskis J., Kovalenkoviėnė M. 2001. Lietuvos upės. Hidrografija ir nuotėkis. Kaunas, Lietuvos energetikos institutas, 785 p

LAND 67-2005 upių buveinių kokybės vertinimo metodika. LR AM ministro 2005 m. liepos 11 d. įsakymas Nr. D1-350.

Lithuanian EPA Report on Articles 5 and 6 of the Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy (reporting sheets SWB1, SWB3, SWB4).

Paviršinio vandens telkinių klasifikavimo tvarka ir kokybės normos. Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2001 m. spalio 25 d. įsakymas Nr. 525.

Proposals for deriving “No effect thresholds” of selected chemical parameters on the Invertebrate ICM index for the Central-Baltic GIG intercalibration. January 23th, 2006.

Virbickas T. 2006. Žūklės poveikio ežerų žuvų bendrijoms ir populiacijoms įvertinimas. 2006 m. Lietuvos Hidrobiologų Draugijos ataskaita. LR Žemės ūkio ministerija.

Atlikta natūralios upių ir ežerų žuvų bendrijų diferenciacijos atitikimo upių ir ežerų tipams analizė. Nustatyta, kad dabartinė Lietuvos upių tipologija visumoje atitinka žuvų bendrijų tipus, tačiau didesnio baseino ploto skirtingo nuolydžio upių žuvų bendrijų charakteristikos skiriasi. Taip pat aptikta žuvų bendrijų skirtumų sekliuose, mažesnio kaip 3 m gylio ežeruose. Atsižvelgiant į tai, pateiktos rekomendacijos dėl ežerų ir upių tipologijos koregavimo.

Buvo analizuojamas įvairių žuvų bendrijas apibūdinančių rodiklių ir vandens kokybės elementų tarpusavio ryšys. Analizės rezultatų pagrindu buvo pakoreguotas upių ekologinės būklės vertinimui taikomas Lietuvos žuvų indeksas (LŽI), o taip pat nustatytos vandens kokybės elementų bei LŽI įverčių slenkstinės vertės tarp ekologinės būklės klasių. Taip pat LŽI buvo transformuotas iš 1-5 (gera-bloga būklė) skalės į 1-0 (gera-bloga būklė) skalę (kaip to reikalaujama BVPD).

Išanalizuotas žmogaus veiklos sąlygotų upių hidrologinių ir morfologinių pokyčių pobūdis ir pasiūlyti kriterijai šių pokyčių vertinimui. Pateikta upių ekologinės būklės vertinimo sistema, apimanti ir įvertinanti biologinių (žuvų rodikliai), upių nepertraukiamumo (patvankos), hidrologinių sąlygų (nuotekio kiekis ir pobūdis, srovės greitis, grunto struktūra), morfologinių sąlygų (upės vagos vingiuotumas, vagos profilis, kranto linijos struktūra) ir vandens kokybės (BDS7, azoto, fosforo bei jų junginių, O₂ koncentracijos) elementų pokyčius skirtingos ekologinės būklės klasėse.

Nustatyti žuvų rodikliai – žuvų rūšių kompleksai ir ekologinės grupės, atspindintys ežerų ekologinę būklę, bei nustatytos šių rodiklių geros/vidutinės būklės slenkstinės vertės. Šie rodikliai pritaikyti preliminariam 2006 m. tyrinėtų ežerų ekologinės būklės įvertinimui. Remiantis būklės įverčiais, daugiausia geros ekologinės būklės ežerų esama giliųjų ežerų (> 9 m vid. gylio) grupėje.

2006 m. tirtų upių ekologinė būklė įvertinta taikant pakoreguotą LŽI bei hidro-morfologinius kriterijus. 35-ių tyrinėtų upių tarpe, 1.gera būklė nustatyta 7 upėse, gera - 15, vidutinė - 5, prasta - 4 ir bloga 4 upėse. Dauguma prastos ir blogos būklės upių priklauso Mūšos-Lielupės ir Nevėžio upių baseinams, t.y. teka intensyviausios žemdirbystės regionais.

I Priedas

Žuvų rodiklių koreliacijų matrica skirtingų tipų upėse

1 tipas	INTOL, N %	TOLE, N %	OMNI, N %	LITH, N %	LITH, sp %	INTOL, sp		
INTOL, N %	1.00							
TOLE, N %	-0.38	1.00						
OMNI, N %	-0.41	0.78	1.00					
LITH, N %	0.57	-0.71	-0.70	1.00				
LITH, sp %	0.54	-0.65	-0.61	0.80	1.00			
INTOL, sp	0.30	-0.31	-0.27	0.51	0.44	1.00		
2 tipas	INTOL, n %	TOLE, n %	OMNI, n %	LITH, n %	LITH, sp %	INTOL, sp	TOLE, sp %	RH, n %
INTOL, n %	1.00							
TOLE, n %	-0.58	1.00						
OMNI, n %	-0.53	0.81	1.00					
LITH, n %	0.68	-0.79	-0.74	1.00				
LITH, sp %	0.47	-0.64	-0.50	0.66	1.00			
INTOL, sp	0.50	-0.52	-0.46	0.48	0.38	1.00		
TOLE, sp %	-0.29	0.67	0.48	-0.54	-0.63	-0.47	1.00	
RH, n %	0.63	-0.82	-0.78	0.72	0.67	0.49	-0.61	1.00
3 tipas	INTOL, N %	TOLE, N %	OMNI, N %	LITH, N %	LITH, sp %	INTOL, sp	TOLE, sp %	RH, n %
INTOL, N %	1.00							
TOLE, N %	-0.40	1.00						
OMNI, N %	-0.42	0.74	1.00					
LITH, N %	0.50	-0.81	-0.74	1.00				
LITH, sp %	0.44	-0.53	-0.46	0.66	1.00			
INTOL, sp	0.49	-0.41	-0.40	0.47	0.30	1.00		
TOLE, sp %	-0.30	0.71	0.64	-0.65	-0.70	-0.32	1.00	
RH, n %	0.42	-0.80	-0.75	0.79	0.60	0.38	-0.71	1.00
4 tipas	INTOL, N %	TOLE, N %	OMNI, N %	LITH, N %	INTOL, sp	TOLE, sp %	RH, n %	
INTOL, N %	1.00							
TOLE, N %	-0.64	1.00						
OMNI, N %	-0.51	0.77	1.00					
LITH, N %	0.81	-0.75	-0.69	1.00				
INTOL, sp	0.30	-0.12	0.03	0.14	1.00			
TOLE, sp %	-0.36	0.66	0.61	-0.56	-0.33	1.00		
RH, n %	0.67	-0.81	-0.77	0.77	0.14	-0.62	1.00	
5 tipas	INTOL, N %	TOLE, N %	OMNI, N %	LITH, N %	LITH, sp %	INTOL, sp	TOLE, sp %	RH, n %
INTOL, N %	1.00							
TOLE, N %	-0.63	1.00						
OMNI, N %	-0.68	0.79	1.00					
LITH, N %	0.68	-0.80	-0.72	1.00				
LITH, sp %	0.45	-0.68	-0.55	0.66	1.00			
INTOL, sp	0.42	-0.36	-0.40	0.37	0.19	1.00		
TOLE, sp %	-0.38	0.64	0.54	-0.57	-0.57	-0.51	1.00	
RH, n %	0.67	-0.75	-0.75	0.81	0.72	0.35	-0.65	1.00
6 tipas	INTOL, N %	LITH, N %	LITH, sp %	INTOL, sp	RH, n %	TOLE, N %	OMNI, N %	TOLE, sp %
INTOL, N %	1.00							
LITH, N %	0.25	1.00						
LITH, sp %	0.24	-0.06	1.00					
INTOL, sp	0.22	-0.31	0.71	1.00				

RH, n %	0.71	0.46	0.54	0.11	1.00			
TOLE, N %	-0.27	-0.80	-0.09	0.21	-0.56	1.00		
OMNI, N %	-0.61	-0.53	-0.06	0.28	-0.78	0.61	1.00	
TOLE, sp %	-0.53	-0.18	-0.40	-0.41	-0.58	0.38	0.60	1.00

II Priedas

1. LŽI metodas ir indekso skaičiavimas

Lietuvos žuvų indeksas (LŽI) apskaičiuojamas pagal įvairias žuvų ekologines grupes atspindinčių rodiklių vertes, kurios kinta priklausomai nuo antropogeninio poveikio rūšies ir jo stiprumo. Upių ekologinės būklės vertinimas pagal LŽI yra paremtas LŽI nuokrypio nuo etaloninių verčių dydžiu, pagal jį priskiriant vandens telkinį tyrimo vietoje vienai iš penkių ekologinės būklės klasių.

Įvairias žuvų ekologines grupes atspindintys rodikliai, pagal kurių vertes apskaičiuojamas LŽI, yra šie: Intolerantinių (ypatingai jautrių) žuvų individų santykinis gausumas (%) bendrijoje (INTOL, n %); Litofilinių žuvų individų santykinis gausumas (%) bendrijoje (LITH, n %); Litofilinių žuvų santykinis rūšių skaičius (% visu rūšių tarpe) bendrijoje (LITH, sp %); Intolerantinių žuvų rūšių skaičius (INTOL sp); Reofilinių žuvų individų santykinis gausumas (%) bendrijoje (RH, n %); Tolerantinių (nejautrių) žuvų individų santykinis gausumas (%) bendrijoje (TOLE, n %); Visaėdžių (omnivorous) žuvų individų santykinis gausumas (%) bendrijoje (OMNI, n %); Tolerantinių žuvų santykinis rūšių skaičius (% visu rūšių tarpe) bendrijoje (TOLE, sp %).

LŽI apskaičiavime visi rodikliai yra naudojami 3 ir 5 upių tipams, 2 ir 4 upių tipui „INTOL sp“ rodiklis bei 1 upių tipui „RH, n%“ ir „TOLE, sp%“ rodikliai yra nenaudojami (nepakankamai reprezentatyvūs dėl žuvų bendrijų specifikos). Prieš apskaičiuojant rodiklių vertes reikia priskirti tyrimo vietoje identifikuotas žuvų rūšis atitinkamoms ekologinėms grupėms pagal 1 lentelėje nurodytą schemą.

1 lentelė. Lietuvos gelavandenių ir praėivių žuvų ir nęgių (išskyrus nevietines rūšis ir išimtinai ežeruose gyvenančias rūšis) suskirstymas į ekologines grupes.

Rūšis	Bendras atsparumas	Mityba		Buveinė	Neršto substrata s	Migracinė elgsena
		pagal objektą	pagal vietą			
<i>Aukšlė paprastoji</i>	TOLE	OMNI	W	EURY		
Aukšlė srovinė	INTOL	INSV	W	RH	LITH	
<i>Dyglė devynspyglė</i>	TOLE	OMNI	W	LI		
<i>Dyglė trispnyglė</i>	TOLE	OMNI	W	EURY		
<i>Ešerys</i>	TOLE		W	EURY		
Gružlys			B	RH		
<i>Karosas paprastasis</i>	TOLE	OMNI	B	LI	PHYT	
<i>Karosas sidabrinis</i>	TOLE	OMNI	B	EURY	PHYT	
<i>Karšis</i>	TOLE	OMNI	B	EURY		POTAD
Kartuolė	INTOL		W	EURY		
Kiršlys	INTOL	INSV	W	RH	LITH	POTAD
Kirtiklis auksaspalvis		OMNI	B	EURY	PHYT	
Kirtiklis paprastasis			B	EURY	PHYT	
Kūjagalvis	INTOL	INSV	B	RH	LITH	
<i>Kuoja</i>	TOLE	OMNI	W	EURY		
Lašiša	INTOL	INSV	W	RH	LITH	LONG
Lydeka		PISC	W	EURY	PHYT	
<i>Lynas</i>	TOLE	OMNI	B	LI	PHYT	
Meknė		OMNI	W	RH		POTAD
Nėgė Jūrinė	INTOL		B	RH	LITH	LONG
Nėgė mažoji	INTOL		B	RH	LITH	POTAD
Nėgė upinė	INTOL		B	RH	LITH	LONG
Ožka		OMNI	W	EURY		POTAD
Perpelė			W	RH		LONG
<i>Plakis</i>	TOLE	OMNI	B	EURY		
Plekšnė			B	LI		

Pūgžlys			B	EURY		
Rainė			W	RH	LITH	
Raudė		OMNI	W	LI	PHYT	
Salatis		PISC	W	EURY	LITH	POTAD
Saulažuvė		OMNI	W	LI	PHYT	
Skersnukis			B	RH	LITH	POTAD
Starkis		PISC	W	EURY		
Stinta		PISC	W	EURY		
Strepetys		OMNI	W	RH	LITH	
Šamas		PISC	B	EURY	PHYT	
Šapalas		OMNI	W	RH	LITH	POTAD
Šlakys	INTOL	INSV	W	RH	LITH	LONG
Šlyžys			B	RH	LITH	
Ungurys	TOLE		B	EURY		LONG
Upėtakis	INTOL	INSV	W	RH	LITH	
Ūsorius			B	RH	LITH	POTAD
Vėgėlė		PISC	B	EURY	LITH	POTAD
Vijūnas			B	LI	PHYT	
Žiobris			B	RH	LITH	POTAD

* - **paryškintu** šriftu pažymėtos jautriausios, o *pasvirusiu* – atspariausios rūšys
čia:

INTOL – ypatingai jautrios žuvys;

TOLE – nejautrios žuvys;

OMNI – visaėdės žuvys;

INSV – žuvys, mintančios vabzdžiais ir dugno bestuburiais;

PISC – žuvys, mintančios kitomis žuvimis;

W - žuvys, plaukiojančios vandens stulpo viduryje;

B – dugninės žuvys;

EURY - euritopinės žuvys, gyvenančios tiek tekančiame, tiek ir stovinčiame vandenyje;

RH – reofilinės (upinės) žuvys, gyvenančios tik tekančiame vandenyje;

LI - limnofilinės (ežerinės) žuvys, gyvena tik stovinčiame vandenyje;

PHYT – neršiančios ant augalų žuvys;

LITH – neršiančios ant akmenų ir žvirgždo žuvys;

POTAD – potadrominės žuvys, migruojančios upės baseino ribose;

LONG – dideliais atstumais (upė-jūra) migruojančios žuvys;

Skaičiuojant LŽI, rodiklių vertės pradžioje transformuojamos į vertes 0-1 skalėje pagal atitinkamam tipui rodikliams nustatytas etalonines (žmogaus veiklos nepaveiktas) vertes, nurodytas 2 lentelėje. Rodiklio vertė lygi 0 atitinka blogą būklę, 1 - labai gerą būklę. Rodiklių verčių transformavimas į šias 0-1 skalėje atliekamas konkrečioje tyrimų stotyje nustatytas atitinkamų žuvų rodiklių vertes dalinant iš etaloninių verčių, nurodytų 2 lentelėje, dviem būdais:

1. jeigu žuvų rodiklio reikšmė didėjant žmogaus poveikiui mažėja, tuomet transformavimas atliekamas pagal formulę:

$$NR = R/RC$$

čia:

NR – atitinkamoje tyrimo vietoje nustatyta rodiklio reikšmė 0-1 skalėje;

R – atitinkamoje tyrimo vietoje nustatyta rodiklio reikšmė;

RC – atitinkama tipui nustatyta etaloninė rodiklio vertė.

2. jeigu žuvų rodiklio reikšmė didėjant žmogaus poveikiui didėja, tuomet transformavimas atliekamas pagal formulę:

$$NR = (R - 100)/(RC - 100)$$

Apskaičiuotos rodiklių vertės 0-1 skalėje parodo ekologinės būklės klasę pagal atitinkamą rodiklį (2 lentelė), tačiau reali atitinkamos tyrimo vietos upėje ekologinė būklė nustatoma išvedus vidurkį iš visų reikiamų LŽI indeksui skaičiuoti rodiklių verčių. Rodiklių

vertės >1 yra prilyginamos 1. Ši vidutinė rodiklių vertė 0-1 skalėje ir yra LŽI indeksas. Ekologinė būklė pagal LŽI indeksą nustatoma pagal 3 lentelėje pateiktą upių ekologinės būklės klasifikaciją.

2 lentelė. Žuvų rodiklių vertės skirtingos būklės klasėse ir jų ribos normalizuotoje skalėje

Rodikliai	Tipas	Etaloninė vertė	Rodiklių kaita ekologinės būklės klasėse					Rodiklių ekologinės būklės klasių ribos 0-1 skalėje				
			Labai gera	Gera	Vidutiniška	Bloga	Labai bloga	Labai gera	Gera	Vidutiniška	Bloga	Labai bloga
INTOL, n %	1	61	>56	56-31	30-14	13-0,1	<0,1	>0,820	0,820-0,508	0,507-0,230	0,229-0,002	<0,002
	2	22	>20	19-11	10-5	4-0,1	<0,2	>0,909	0,909-0,500	0,499-0,227	0,228-0,005	<0,005
	3	45	>42	42-22	21-10	9-0,1	<0,3	>0,933	0,933-0,488	0,487-0,222	0,221-0,002	<0,002
	4	18	>17	17-9	8-4	3-0,1	<0,4	>0,944	0,944-0,500	0,499-0,222	0,221-0,006	<0,006
	5	27	>25	25-13	12-6	5-0,1	<0,5	>0,926	0,926-0,481	0,480-0,222	0,221-0,004	<0,004
LITH, n %	1	96	>91	89-69	68-35	34-0,1	<0,7	>0,948	0,948-0,719	0,718-0,365	0,364-0,001	<0,001
	2	52	>49	47-36	35-18	17-0,1	<0,8	>0,942	0,942-0,692	0,691-0,346	0,345-0,002	<0,002
	3	93	>88	86-65	64-32	31-0,1	<0,9	>0,946	0,946-0,699	0,698-0,344	0,343-0,001	<0,001
	4	33	>32	31-23	22-12	11-0,1	<0,10	>0,970	0,970-0,697	0,696-0,348	0,347-0,003	<0,003
	5	65	>61	60-46	45-23	22-0,1	<0,11	>0,938	0,938-0,708	0,707-0,346	0,345-0,002	<0,002
LITH, sp %	1	83	>77	77-59	58-31	30-0,1	<0,13	>0,928	0,928-0,711	0,710-0,373	0,372-0,001	<0,001
	2	41	>38	38-29	28-14	13-0,1	<0,14	>0,927	0,927-0,707	0,706-0,341	0,340-0,002	<0,002
	3	72	>67	67-51	50-25	24-0,1	<0,15	>0,931	0,931-0,708	0,707-0,347	0,346-0,001	<0,001
	4	39	>36	36-28	27-13	12-0,1	<0,16	>0,923	0,923-0,718	0,717-0,333	0,332-0,003	<0,003
	5	52	>49	49-37	36-18	17-0,1	<0,17	>0,942	0,942-0,712	0,711-0,346	0,345-0,002	<0,002
INTOL sp	1	3	3	2	1	1	0		1-0,670	0,669-0,330	0,329-0,330	<0,330
	2											
	3	5	>4	4-3	2	1	0	>0,8	0,8-0,600	0,599-0,400	0,399-0,200	<0,200
	4											
	5	5	>4	4-3	2	1	0	>0,8	0,8-0,600	0,599-0,400	0,399-0,200	<0,200
RH, n %	1											
	2	58	>54	54-42	41-21	20-2	<2	>0,931	0,931-0,724	0,723-0,356	0,355-0,042	<0,042
	3	95	>88	88-68	67-31	30-4	<4	>0,926	0,926-0,716	0,715-0,326	0,325-0,042	<0,042
	4	46	>43	43-33	32-15	14-2	<2	>0,935	0,935-0,717	0,716-0,326	0,325-0,043	<0,043
	5	83	>79	79-59	58-27	27-4	<4	>0,952	0,952-0,711	0,710-0,325	0,324-0,042	<0,042
TOLE, n %	1	1	<4	4-19	20-48	49-86	>86	<0,970	0,970-0,818	0,817-0,525	0,524-0,141	<0,141
	2	33	<36	36-46	47-73	74-90	>90	<0,955	0,955-0,806	0,805-0,403	0,402-0,149	<0,149
	3	2	<5	5-21	22-60	61-86	>86	<0,969	0,969-0,806	0,805-0,408	0,407-0,143	<0,143
	4	37	<40	40-49	50-74	75-91	>91	<0,952	0,952-0,810	0,809-0,413	0,412-0,143	<0,143
	5	23	<27	27-38	39-69	70-89	>89	<0,948	0,948-0,805	0,804-0,403	0,402-0,143	<0,143
OMNI, n %	1	3	<9	9-24	25-52	53-85	>85	<0,938	0,938-0,784	0,783-0,495	0,494-0,155	<0,155
	2	37	<41	41-51	52-70	71-90	>90	<0,937	0,937-0,778	0,777-0,476	0,475-0,159	<0,159
	3	4	<11	11-26	27-55	56-85	>85	<0,927	0,927-0,771	0,770-0,469	0,468-0,156	<0,156
	4	53	<55	55-63	64-78	79-93	>93	<0,936	0,936-0,787	0,786-0,468	0,467-0,160	<0,160
	5	38	<42	42-52	53-71	72-90	>90	<0,935	0,935-0,774	0,773-0,468	0,467-0,161	<0,161
TOLE, sp %	1											
	2	18	<22	22-34	35-46	47-67	>67	<0,951	0,951-0,805	0,804-0,659	0,658-0,402	<0,402
	3	14	<19	19-30	31-43	44-65	>65	<0,942	0,942-0,814	0,813-0,663	0,662-0,407	<0,407
	4	18	<22	22-34	35-46	47-67	>67	<0,951	0,951-0,805	0,804-0,659	0,658-0,402	<0,402
	5	14	<19	19-30	31-43	44-65	>65	<0,942	0,942-0,814	0,813-0,663	0,662-0,407	<0,407

3 lentelė. Ekologinės upių būklės klasės pagal LŽI

Tipas	Ekologinė būklė pagal LŽI				
	Labai gera	Gera	Vidutiniška	Bloga	Labai bloga
1	>0,934	0,934-0,701	0,700-0,398	0,397-0,106	<0,106
2	>0,936	0,936-0,716	0,715-0,401	0,400-0,109	<0,109
3	>0,922	0,922-0,700	0,699-0,397	0,396-0,119	<0,119
4	>0,945	0,945-0,719	0,718-0,396	0,395-0,108	<0,108
5	>0,923	0,923-0,701	0,700-0,397	0,396-0,120	<0,120

Upių, kurių baseino plotas >10 000 km², ekologinė būklė pagal LŽI atitinkamoje tyrimo vietoje nustatoma priklausomai nuo tos upės atitinkamos atkarpos nuolydžio: jeigu upės atitinkamos atkarpos nuolydis yra <0,3 m/km (6 tipas), jos ekologinė būklė vertinama pagal 4-tam tipui nustatytus kriterijus; jeigu upės atitinkamos atkarpos nuolydis yra >0,3 m/km (7 tipas), jos ekologinė būklė vertinama pagal 5-tam tipui nustatytus kriterijus.

2. Lietuvos upių tipai ir upių ekologinės būklės vertinimo sistema pagal žuvų kriterijus bei juos papildančius vandens kokybės, upių nepertraukiamumo ir hidro-morfologinius kriterijus

Lietuvos upių tipai							
Upės tipas:	1	2	3	4	5	6	7
Charakteristikos:							
Baseino plotas, km ² :	<100	100-1000		1000-10000		>10000	
Vagos nuolydis, m/km:		<0,7	>0,7	<0,3	>0,3	<0,3	>0,3

Lietuvos žuvų indeksas (LŽI)					
Būklė:	L. gera	Gera	Vidutinė	Prasta	Bloga
LŽI įvertis:	>0,93	0,93-0,71	0,70-0,40	0,39-0,11	<0,11

Hidrologinis režimas (tiesioginis vertinimas)						
Būklė:	L. gera	Gera	Vidutinė	Prasta	Bloga	
Nuotėkio kiekis (nukrypimas nuo vidutinio natūralaus debito sausuoju laikotarpiu, %):	>90%	>70%	<70%	<30%	<15%	
Nuotėkio pobūdis:	>90% lygio, potvynių trukmė natūrali	>75% lygio, potvynių trukmė artima natūraliai	>50% lygio, potvynių trukmė artima natūraliai	<50% lygio, nuokrypis nuo natūralaus sezoninio nuotėkio pobūdžio	<30% lygio, stiprus nuokrypis nuo natūralaus sezoninio nuotėkio pobūdžio	
Hidrologinis režimas (netiesioginis vertinimas)						
Būklė:	L. gera	Gera	Vidutinė	Prasta	Bloga	
Srovės greitis:	1-2 tipai: >0,3 3, 4 ir 6 tipai: >0,4 5 ir 7 tipai: >0,5 Įvertinimo balai: 4	>0,25 >0,35 >0,45 3	<0,25 <0,35 <0,45 2	<0,1 <0,1 <0,1 1	0 0 0 0	
Dugno padengimo dumbļu laipsnis:	dumblo nėra, arba jo yra tik užutekiuose Įvertinimo balai: 4	<10% 3	<25% 2	>25% 1	>60% 0	
Bendras įvertis:	8-7	6-5	4-3	2-1	0	

Upės nepertraukiamumas (kliūtys žuvų migracijai ⁽¹⁾)

	Būklė:	L. gera	Gera	Vidutinė	Prasta	Bloga
Baseino lygiu:	<100 km ² bas. pl. upės:	kliūčių nėra, arba kliūtis yra tik aukščiausios eilės vandentėkmėje (tiesiogiai įtekančioje į tarpinius vandenį ar jūrą)	kliūtis aukštesnės eilės upėje, neribojanti žuvų migracijos į didesnio baseino ploto (sekančio tipo pagal baseino plotą) aukštesnės eilės upės atkarpa	kliūtis aukštesnės eilės upėje, ribojanti žuvų migraciją į didesnio baseino ploto (sekančio tipo pagal baseino plotą) aukštesnės eilės upės atkarpa	-	-
	>100 km ² bas. pl. upės:	kliūčių nėra			kliūtis aukštesnės eilės upėje, ribojanti žuvų migraciją į didesnio baseino ploto (sekančio tipo pagal baseino plotą) aukštesnės eilės upės atkarpa ir kliūtys žemesnės eilės upėse, ribojančios patekimą į nerštavietes	-
Upės lygiu:	<100 km ² bas. pl. upės:		1 kliūtis ⁽²⁾	> 1 kliūtis (žemupio ir aukštupio link), atstumas tarp kliūčių >40% upės ilgio	> 1 kliūtis (žemupio ir aukštupio link), atstumas tarp kliūčių <40% upės ilgio	-
	>100 km ² bas. pl. upės:	kliūčių nėra	1 kliūtis ⁽²⁾ , arba > 1 kliūtis (žemupio ir aukštupio link), tarp kurių atstumas >70% visos upės ilgio ⁽³⁾	> 1 kliūtis (žemupio ir aukštupio link), atstumas tarp kliūčių 70-40% upės ilgio		

⁽¹⁾ - kliūtys neįveikiamos žuvims (be efektyvių žuvų pralaidų).

⁽²⁾ - patvenkti ežerai (pvz., Verknės HE, Aukštadvario HE) ar patvankos pačiuose upių aukštupiuose (bas. pl. < 20 km²) neįskaitytinos kaip kliūtys žuvų migracijai upėse.

⁽³⁾ - kliūtys yra skirtingų tipų (pagal baseino plotą) upės atkarpose (kliūtis <100 km² baseino ploto upės aukštupio atkarpoje neturi didelio poveikio tos pačios upėse >1000 km² baseino ploto atkarpoje gyvenančių žuvų migracijai).

Morfologinės sąlygos						
	Būklė:	L. gera	Gera	Vidutinė	Prasta	Bloga
Upės vingiuotumas:		>1,45	1,45-1,35	1,35-1,2	1,2-1,05	<1,05
Įvertinimo balai:		4	3	2	1	0

Vagos profilis:	natūralus	pusiau natūralus	pusiau natūralus	ištiesintas	ištiesintas
Įvertinimo balai:	2	1	1	0	0
Kranto linija:	vingiuota, susiformavę gilios įlankos, užutekiai, kur srovė akivaizdžiai lėtesnė, negu pagrindinėje vagoje ar net priešingos krypties.	vingiuota, įlankos negilios, tačiau srovės greitis ir/ar kryptis priekrantėje ties įlankomis kinta	silpnai vingiuota, ties vingiais matomi tik nežymūs srovės greičio ar krypties pokyčiai	tiesi, nesutvirtinta	tiesi, sutvirtinta
Įvertinimo balai:	4	3	2	1	0
Bendras įvertis:	10-9	8-6	5-3	2-1	0

Vandens kokybė						
Elementai:	Būklė:	L. gera	Gera	Vidutinė	Prasta	Bloga
BDS7, mg/l		<2,0	2,0-3,0	3,1-4,0	4,1-5,0	>5,0
N_{bendr}, mg/l		<1.4	1.4-2.4	2.5-3.8	3.9-5.2	>5.2
NH4-N, mg/l		<0.05	0.05-0.09	0.1-0.19	0.2-0.32	>0.32
NO3-N, mg/l		<0.8	0.8-1.4	1.5-2.4	2.5-3.8	>3.8
P_{bendr}, mg/l		<0.07	0.07-0.12	0.13-0.21	0.22-0.4	>0.4
PO4-P, mg/l		<0.03	0.03-0.1	0.11-0.19	0.20-0.32	>0.32
O₂, mg/l	(išskyrus 2 tipo upes)	>9.5	9.5-8	7.9-6.0	5.9-3.0	<3
O₂, mg/l (min)		>7.0	7.0-5.0	4.9-4.0	3.9-2.0	<2.0
O₂, %	(išskyrus 2 tipo upes)	>85.0	85-70	69-55	<55	n.d. ⁽¹⁾
O₂, % (min)		>65	65-55	54-30	29-15	<15
O₂, mg/l	(2 tipo upės)	>9.0	9.0-7.0	6.9-5.0	4.9-2	<2
O₂, mg/l (min)		>6.5	6.5-4.5	4.4-3.5	3.4-1.5	<1.0
O₂, %	(2 tipo upės)	>80.0	80-65	64-50	<50	n.d. ⁽¹⁾
O₂, % (min)		>55	55-40	39-25	24-15	<15

⁽¹⁾ – nėra duomenų

III priedas

1 lentelė. Faktiniai sugavimų duomenys upėse. Žuvų gausumas (N, vnt)

Rūšis	Upė Stotis Data	Alšia ties Stakliškėm 31/07/2006	Apaščia ties Tauniūnais 03/08/2006	Būka a. Baluošo 04/08/2006	Geluža a. Valkininkų 31/07/2006	Grūda ž. Darželių 28/07/2006	Jara_Šetekšna a. Jurkupių 03/08/2006	Jaugila ties Pikeliais 25/07/2006	Jotija ties Bunikiais 26/07/2006	Juoda ž. Anitavos 01/08/2006	Kena t. Rukainiais 05/09/2006
Abramis brama									5		
Alburnoides bipunctatus				38							
Alburnus alburnus			23				10				
Barbatulus barbatulus		36				2	15		29		6
Barbus barbus											
Blicca bjoerkna			1	41							
Cobitis taenia											
Cottus gobio		10			8	1					12
Esox kucius			2	1	2	2	7				
Gasterosteus aculeatus					20			66	9		4
Gobio gobio		2		17			20				
Gymnocephalus cernua									1		
Lampetra planeri		1							2		3
Leucaspis delineatus											
Leuciscus cephalus				17			2		5		
Leuciscus idus									1		
Leuciscus leuciscus				7			16				
Lota lota				1							
Misgurnus fossilis											
Perca fluviatilis			2	4		4			3		
Phoxinus phoxinus		193			20		23				5
Pungitius pungitius								200			
Rhodeus sericeus											
Rutilus rutilus			19		1	11	32		15		
Sabanejewia aurata											
Salmo salar											
Salmo fario		1									23
Salmo trutta											
Scardinius erythrophthalmus				12							
Thymallus thymallus											1
Vimba vimba											
Viso:		243	47	138	51	20	125	266	70	0	54

Rūšis	Upė Stotis Data	Lapainia t. Kleboniškiu 25/07/2006	Laukysta ties Šilionimis 25/07/2006	Liaudė ties Ibutoniais 01/08/2006	Mažupė ž. Katkūnų 02/08/2006	Mėkla ž. Saviečių 25/07/2006	Mera ties Pažeimene 12/09/2006	Merkys ž. Turgelių 11/09/2006	Mūšia t. Taujėnais 30/08/2006	Nemenčia ž. Dailidėnų 05/09/2006	Nemunėlis ties Rimšiais 03/08/2006
Abramis brama									3		
Alburnoides bipunctatus							1				14
Alburnus alburnus											88
Barbatulus barbatulus			6	10	8		1	30		7	9
Barbus barbus											
Blicca bjoerkna											1
Cobitis taenia				2							
Cottus gobio		64	48				5	26		12	
Esox kucius		1			3				4		
Gasterosteus aculeatus				35				1		1	
Gobio gobio				67	24	710		1		2	31

Gymnocephalus cernua											
Lampetra planeri	1	1									
Leucaspis delineatus			17	11							
Leuciscus cephalus											2
Leuciscus idus											10
Leuciscus leuciscus											
Lota lota											
Misgurnus fossilis					1						
Perca fluviatilis		1		12			1		28	1	
Phoxinus phoxinus	6	20	16				1	73			62
Pungitius pungitius			20								
Rhodeus sericeus											
Rutilus rutilus				9	140				117	6	55
Sabanejewia aurata											
Salmo salar							1				
Salmo fario	8	1					1	15		4	
Salmo trutta							6				
Scardinius erythrophthalmus							2	6			
Thymallus thymallus											
Vimba vimba											
Viso:	80	77	167	68	850	19	152	152	33	272	

	Upė Stotis Data	Nova Karčrūde 26/07/2006	Pasgrinda žemupys 31/07/2006	Rovėja ž.Gavėniškių 03/08/2006	Šelmenta a.Tribarčių 27/07/2006	Šešupė Lenkijos pas. 27/07/2006	Širvinta a. Kunigiškių 30/08/2006	Strauja ž. Masališkių 28/07/2006	Šventoji ties Degėšiais 04/08/2006	Šventoji žemupys 31/08/2006	Ūla-Pelesa ties Kašėtomis 28/07/2006
Rūšis											
Abramis brama				4							
Alburnoides bipunctatus							16		79	416	33
Alburnus alburnus							3		20	10	
Barbatulus barbatulus					63	37	30			48	
Barbus barbus							10			56	
Blicca bjoerkna				1							
Cobitis taenia							6				
Cottus gobio			52				6	2	8	54	
Esox kucius				27							
Gasterosteus aculeatus							26		1	4	
Gobio gobio				7			25	1	56	156	
Gymnocephalus cernua							2			2	
Lampetra planeri					3						
Leucaspis delineatus		17									
Leuciscus cephalus								1	8	10	
Leuciscus idus				1							
Leuciscus leuciscus				10			3	4	13	4	2
Lota lota		1		2	1			1			
Misgurnus fossilis											
Perca fluviatilis		4		1			1		2	4	
Phoxinus phoxinus			158		260	168	21	35	28	100	4
Pungitius pungitius											
Rhodeus sericeus							190			2	
Rutilus rutilus				53					69	5	8
Sabanejewia aurata							6				

Thymallus thymallus Vimba vimba		Viso:	0.236	1.446	12.379	0.831	0.567	1.074	0.435	2.04	3.601	0.411
Rūšis	Upė Stotis Data	Virinta ties Šližiais 01/08/2006	Visinčia ties Visinčia 11/09/2006	Žeimena ž. Švenčionėlių 12/09/2006	Žeimena ž. Pabradės 13/09/2006	Žeimena Družiliai 13/09/2006						
Abramis brama		0.004										
Alburnoides bipunctatus		0.052	0.106	0.34	0.221	0.028						
Alburnus alburnus		0.002			0.008	0.002						
Barbatulus barbatulus		0.16			0.221	0.065						
Barbus barbus					0.029							
Blicca bjoerkna												
Cobitis taenia			0.004			0.011						
Cottus gobio		0.032		0.102	0.174	0.015						
Esox kucius					1.715							
Gasterosteus aculeatus		0.008										
Gobio gobio		0.004			0.249	0.041						
Gymnocephalus cernua												
Lampetra planeri												
Leucaspis delineatus												
Leuciscus cephalus				0.004								
Leuciscus idus												
Leuciscus leuciscus		0.092				0.038						
Lota lota					0.089							
Misgurnus fossilis												
Perca fluviatilis		0.01				0.057						
Phoxinus phoxinus		0.106		0.243	0.023							
Pungitius pungitius												
Rhodeus sericeus												
Rutilus rutilus		0.459	0.239	0.104	1.158	1.414						
Sabanejewia aurata												
Salmo salar		0.004			0.274	0.118						
Salmo fario		0.069				0.468						
Salmo trutta		0.006				0.096						
Scardinius erythrophthalmus												
Thymallus thymallus		0.235										
Vimba vimba					0.319							
Viso:		1.243	0.349	0.793	4.48	2.353						

3 lentelė. Žuvų rodikliai, naudojami pakoreguotoje LŽI versijoje ir jų vertės tyrinėtose upėse.

Upė	Stotis	Tipas	INTOL, N%		LITH, N%		KITH, sp%		INTOL, sp		RH, N%		TOL, N%		OMNI, N%		TOL, sp%		LZI
			įvertis	įvertis	įvertis	įvertis	įvertis	įvertis	įvertis	įvertis	įvertis	įvertis	įvertis	įvertis	įvertis	įvertis	įvertis	įvertis	
Kena	t. Rukainiais	1	72.2	1.00	92.6	0.96	85.7	1.00	4.0	1.00			7.4	0.94	7.4	0.95			0.976
Pasgrinda	žemupys	1	31.6	0.52	100.0	1.00	100.0	1.00	2.0	0.67			0.0	1.00	0.0	1.00			0.864
Strauja	ž. Masališkių	1	8.7	0.14	97.8	1.00	85.7	1.00	2.0	0.67			0.0	1.00	10.9	0.92			0.788
Nemenčia	ž. Dailidėnų	1	48.5	0.79	69.7	0.73	42.9	0.52	2.0	0.67			24.2	0.77	21.2	0.81			0.714
Geluža	a. Valkininkų	1	15.7	0.26	54.9	0.57	40.0	0.48	1.0	0.33			41.2	0.59	41.2	0.61			0.474
Mažupė	ž. Katkūnų	1	0.0	0.00	11.8	0.12	14.3	0.17	0.0	0.00			30.9	0.70	29.4	0.73			0.287
Mėkla	ž. Saviečių	1	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00			16.5	0.84	16.5	0.86			0.284
Nova	ties Karčrūde	1	0.0	0.00	4.5	0.05	33.3	0.40	0.0	0.00			18.2	0.83	77.3	0.23			0.252
Mūšia	t. Taujėnais	1	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00			97.4	0.03	78.9	0.22			0.041
Jaugila	ties Pikeliais	1	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00			100.0	0.00	100.0	0.00			0.000
Juoda	ž. Anitavos	1	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00			0.0	0.00	0.0	0.00			0.000
Būka	a. Baluošo	2	27.5	1.00	45.7	0.88	44.4	1.00			57.2	0.99	32.6	1.00	55.8	0.70	22.2	0.95	0.931
Jara_Šetekšna	a. Jurkupių	2	0.0	0.00	44.8	0.86	50.0	1.00			60.8	1.00	33.6	0.99	48.0	0.83	25.0	0.91	0.799
Jotija	ties Bunikiiais	2	2.9	0.13	51.4	0.99	33.3	0.81			52.9	0.91	45.7	0.81	50.0	0.79	44.4	0.68	0.732
Nemunėlis	ties Rimšiais	2	5.1	0.23	35.7	0.69	55.6	1.00			47.1	0.81	52.9	0.70	57.4	0.68	33.3	0.81	0.703
Rovėja	žemiau Gavėniškių	2	0.0	0.00	11.3	0.22	22.2	0.54			17.0	0.29	55.7	0.66	65.1	0.55	44.4	0.68	0.421
Apaščia	ties Tauniūnais	2	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00			0.0	0.00	95.7	0.06	91.5	0.14	80.0	0.24	0.063
Mera	ties Pažeimene	3	84.2	1.00	94.7	1.00	88.9	1.00	6.0	1.00	94.7	1.00	5.3	0.97	0.0	1.00	11.1	1.00	0.995
Lapainia	ties Kleboniškiu	3	91.3	1.00	98.8	1.00	80.0	1.00	3.0	0.60	98.8	1.00	0.0	1.00	0.0	1.00	0.0	1.00	0.950
Laukysta	ties Šilionimis	3	64.9	1.00	98.7	1.00	83.3	1.00	3.0	0.60	98.7	1.00	1.3	1.00	0.0	1.00	16.7	0.97	0.946
Merkys	ž. Turgelių	3	30.9	0.69	98.7	1.00	71.4	0.99	3.0	0.60	99.3	1.00	0.7	1.00	0.7	1.00	14.3	1.00	0.910
Alšia	ties Stakliškėm	3	4.9	0.11	99.2	1.00	83.3	1.00	3.0	0.60	100.0	1.00	0.0	1.00	0.0	1.00	0.0	1.00	0.839
Virinta	ties Šližiais	3	28.7	0.64	75.4	0.81	60.0	0.83	6.0	1.00	76.2	0.80	23.8	0.78	26.2	0.77	33.3	0.78	0.801
Šelmenta	a. Tribarčių	3	0.9	0.02	100.0	1.00	100.0	1.00	1.0	0.20	99.7	1.00	0.0	1.00	0.0	1.00	0.0	1.00	0.778
Šešupė	Lenkijos pas.	3	0.5	0.01	100.0	1.00	100.0	1.00	1.0	0.20	100.0	1.00	0.0	1.00	0.0	1.00	0.0	1.00	0.776
Širvinta	a. Kunigiškių	3	62.6	1.00	27.2	0.29	46.7	0.65	4.0	0.80	34.3	0.36	8.4	0.93	10.7	0.93	20.0	0.93	0.737
Visinčia	ties Visinčia	3	34.2	0.76	34.2	0.37	33.3	0.46	1.0	0.20	34.2	0.36	63.2	0.38	63.2	0.38	33.3	0.78	0.461
Liaudė	ties Ibutoniais	3	0.0	0.00	15.6	0.17	28.6	0.40	0.0	0.00	55.7	0.59	32.9	0.68	43.1	0.59	28.6	0.83	0.407
Grūda	ž. Darželių	3	5.0	0.11	15.0	0.16	40.0	0.56	1.0	0.20	15.0	0.16	75.0	0.26	55.0	0.47	40.0	0.70	0.326
Šventoji	žemupys	4.2	54.7	1.00	79.2	1.00	58.8	1.00	6.0	1.00	96.9	1.00	2.6	1.00	3.7	1.00	23.5	0.89	0.986
Žeimena	ž. Pabradės	4.2	52.3	1.00	76.8	1.00	66.7	1.00	3.0	0.60	83.2	1.00	14.8	1.00	14.8	1.00	16.7	0.97	0.946
Žeimena	ž. Švenčionėlių	4.2	62.7	1.00	99.8	1.00	80.0	1.00	2.0	0.40	99.8	1.00	0.2	1.00	0.7	1.00	20.0	0.93	0.916
Žeimena	Družiliai	4.2	39.0	1.00	61.9	0.95	58.3	1.00	5.0	1.00	63.8	0.77	35.2	0.84	46.7	0.86	25.0	0.87	0.912
Ūla-Pelesa	ties Kašėtomis	4.2	70.2	1.00	83.0	1.00	75.0	1.00	1.0	0.20	83.0	1.00	17.0	1.00	21.3	1.00	25.0	0.87	0.884
Šventoji	ties Degėšiais	4.2	30.6	1.00	47.9	0.74	50.0	0.96	2.0	0.40	67.6	0.81	32.4	0.88	39.1	0.98	40.0	0.70	0.809