



Interreg
Latvija–Lietuva

European Regional Development Fund



EUROPEAN UNION

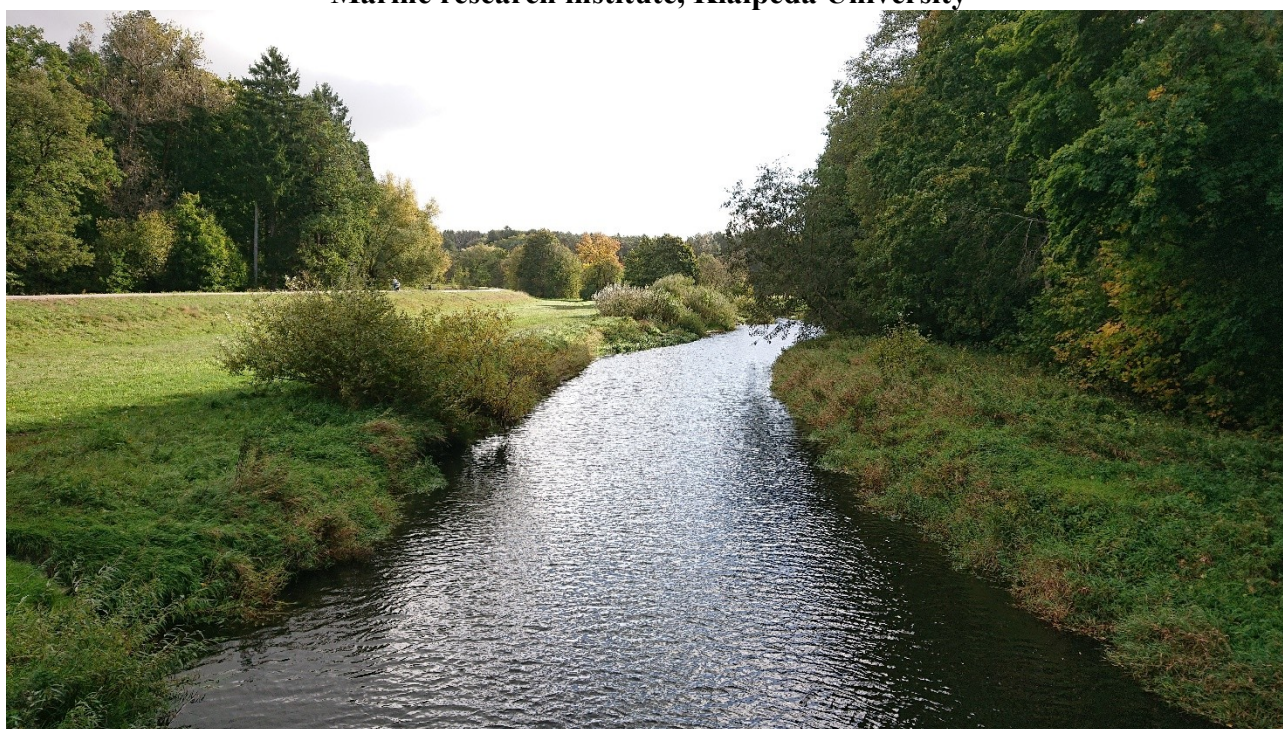
The environmental quality evaluation and monitoring in Šilutė and Saldus public water bodies (Šyša river oxbow lake and Nakotnės ponds, in Lithuanian and English languages)

**The Interreg V-A Latvia – Lithuania Programme 2014-2020 project "Restoration of Public Areas in Šilutė and Saldus cities areas ", No. LLI-373 Silute-Saldus PUAR, No. LLI-373),
ERDF - € 529 891,13**

This document has been produced with the financial assistance of the European Union. The contents of this document are the sole responsibility of Administration of Silute district municipality and can under no circumstances be regarded as reflecting the position of the European Union.

Final report

**Project leader A. Kontautas
Marine research institute, Klaipėda University**



Klaipėda, 2020

Darbų vykdytojų sąrašas:

Darbų vadovas:

A. Kontautas, KU JTI j. m. d..

Vykdytojai:

Dr. K. Arbačiauskas, GTC vyr. m. d.

Dr. G. Višinskienė, GTC m.d.

E. Ivanauskas, KU JTI j. m. d.

A. Skersonas, KU JTI j. m. d.

TURINYS	
ĮVADAS.....	4
DARBO METODIKA IR MEDŽIAGA.....	5
Tyrimo vietos charakteristika ir fiziniai-cheminiai parametrai.....	8
Šyšos upė.....	8
Šyšos senvagė.....	9
TYRIMO REZULTATAI.....	10
Makrobestuburių įvairovė.....	10
Ekologinė būklė.....	12
Žuvų gausumas ir biomasė.....	13
Šyšos upės ekologinė būklė.....	14
Šyšos senvagės ekologinė būklė.....	17
IŠVADOS.....	21
LITERATŪRA.....	22
THE FINAL REPORT (English version).....	24
INTRODUCTION.....	25
MATERIAL AND METHODS.....	26
Assessment.....	28
Characteristics and physical-chemical parameters of the study site.....	30
Šyša River.....	30
Šyša's oxbow lake.....	30
RESULTS.....	31
Macroinvertebrate diversity.....	31
Ecological status.....	33
Fish abundance and biomass.....	34
Ecological status of Šyša River.....	36
Ecological status of Šyša's oxbow lake.....	39
CONCLUSIONS.....	43
LITERATURE.....	44

ĮVADAS

Bendras Lietuvos vidaus vandenų plotas sudaro apie 2621 m², t.y. apie 4% šalies teritorijos. Lietuvoje yra 2827 ežerai, didesni nei 0,5 ha, 1589 tvenkiniai bei 733 ilgesnės nei 10 km upės. Šie vandens telkiniai sudaro pagrindą vidaus vandenų rekreacijos, savivaldybių viešųjų erdvių ir žuvininkystės plėtojimui Lietuvoje. Pagal žuvininkystės ir rekreacinių vandens telkinių ekologinės būklės ir žuvų išteklių tyrimų tvarkos aprašo reikalavimus, kuris reglamentuoja mokslinių tyrimų vandens telkinių ekologinės būklės, rekreacinio potencialo bei žuvų išteklių būklės įvertinimui organizavimą ir atlikimą, buvo atlikti taikomieji tyrimo darbai. Šių darbų tikslas - įvertinti Šyšos ir Šyšos senvagės vandens telkinių ekologinę būklę prieš atliekant šių vandens telkinių atkūrimo darbus bei po darbų atlikimo.

DARBO METODIKA IR MEDŽIAGA

Tyrimų vieta – Šyšos upės senvagė Šilutės mieste (1 pav.). Senvagė, neturinti jokio susisiekimo su upe, yra tipiškas stovinčio vandens telkinys, kuriame gausu medžių nuokritų, plūdenų (šeima Lemnaceae) bei nertinių (šeima Ceratophyllaceae) augalų. Dugną sudaro medžių nuokritos ant įvairaus storio dumblo sluoksnio. 2019 m. rytinė senvagės dalis buvo valyta išsemiant dumblą. 2020 m. makrobestuburių tyrimas atliktas valytoje senvagės dalyje (2 pav.).



1 pav. Šyšos senvagė tyrimų vietoje 2018 m.



2 pav. Šyšos senvagės valyta dalis 2020 m. tyrimų vietoje.

Pirmas vandens makrobestuburių tyrimas Šyšos senvagėje atliktas 2018 m. rugsėjo 21 d., o šiais metais – birželio 5 d. Medžiaga surinkta naudojant pusiau kiekybinį tyrimo metodą (O'Hare et al., 2007), kuris yra tinkamas lėtatekmių vandens telkinių (ežeras, tvenkinys, kt.) būklei vertinti. Šis metodas dabar yra oficialiai naudojamas Lietuvos ežerų ir vandens saugyklų vertinimui. Metodo esmė - vandens telkinio įbrendamos litoralės dalies (iki 1 m gylio) pagrindinių makrobuveinių tyrimas. Mėginiai imami kieto dugno substrato vietose „dugno vartymo“ (*kick*) būdu ir makrofitų sąžalynuose augalų „šlavimo“ (*sweep*) būdu. Gaudymo pastanga – 3 minutės „gryno gaudymo“. Kadangi kietų dugno substratų senvagėje nerasta, kaip ir ankstesnio tyrimo metu paimtas tik augalų šlavimo mėginys. Medžiaga surinkta standartiniu rankiniu panardinamu tinklu (angos dydis 25 x 25 cm, tinklo akytumas - 0,5 mm). Laboratorijoje gyvūnai išrinkti, suskirstyti taksonominėmis grupėmis ir apibūdinti.

2018 m. senvagėje buvo pastatytos 5 vabalų gaudyklės su masalu. Šio tyrimo rezultatai pateikiami šioje ataskaitoje.

Senvagės ekologinė būklė įvertinta naudojant Lietuvos ežerų makrobestuburių indeksą - LEMI (Šidagytė ir kt., 2013). Šis multimetris indeksas yra keturių makrobestuburių bendrijos rodiklių ekologinės kokybės santykių (EKS) vidurkis (1 lentelė). LEMI atitinka BVPD reikalavimus makrobestuburių vertinimo metodams – vertina makrobestuburių gausumą, sudėtį, įvairovę bei jautrių ir toleruojančių taršą/antropogeninį poveikį taksonų santykį. Vandens telkinių kokybės klasifikavimas pagal LEMI atitinka kitų Centrinio-Baltijos regiono valstybių vertinimą. Ekologinės būklės klasifikavimo ribos pagal LEMI yra suskirstytos į 5 kategorijas:

0,75 - 1,00 – labai gera būklė;

0,51 - 0,74 – gera;

0,41 - 0,50 – vidutinė;

0,21 - 0,40 – bloga;

0,00 - 0,20 – labai bloga.

1 lentelė. Lietuvos ežerų makrobestuburių indekso sudėtiniai rodikliai ir jiems standartizuoti naudojamos etaloninės bei apatinės vertės.

Rodiklis	Vertinami aspektai	bendrijos	Paaikškinimas	Etaloninė vertė	Apatinė vertė
ASPT	Jautrių ir toleruojančių taršą taksonų santykis		Vidutinis BMWP (Armitage et al., 1983) šeimos balų skaičius	5,8	1
H ₁	Įvairovė, santykinis rūšių gausumas		Pirmasis Hilo efektyvių taksonų skaičius (Shannon and Weaver, 1949; Hill, 1973)	18	1
#CEP	Sudėtis, įvairovė, jautrių taršai taksonų skaičius		Bendras vabalų genčių ir lašalų bei ankstyvių rūšių skaičius	12	0
%COP	Sudėtis, santykinis gausumas, jautrių individų taršai skaičius		Bendra vabalų, žirgelių ir ankstyvių dalis bendrijoje	0,2	0

LEMI yra sukurtas Lietuvos ežerams, todėl tokių vandens telkinių kaip senvages ar kūdros vertinimai šiuo indeksu, kol nesukaupta pakankami duomenų, traktuotini kaip orientaciniai. Antra vertus, sudėtiniai LEMI rodikliai savo originaliu pavidalu gali būti irgi naudojami kaip vandens telkinio būklės rodikliai.

Ichtiologiniai tyrimai Šyšos upės senvagėje ir Šyšos upėje Šilutės mieste buvo atliekami pagal LR Aplinkos ministro 2009 m. birželio 15 d. įsakymu Nr. D1-331 „Dėl specialiosios žvejybos vidaus vandenyse tvarkos aprašo patvirtinimo“ (suvestinė redakcija nuo 2018-07-01) reikalavimus. Žvejyba buvo vykdoma 2020 metų birželio 8 d. (2018 vykdyta rugsėjo 19 d.), naudojant elektros žūklės aparatą du selektyvinius statomuosius tinklaičius. Kaip empiriniai parametrai buvo vertintos fizinės-cheminės charakteristikos, bendras arba absoliutus ir zoologinis (be uodegos peleko) žuvies ilgiai, žuvies masė ir amžius. Tyrimų metu sugautos žuvys buvo suskirstomos pagal rūšis, sveriamos (Q, g), matuojami bendras žuvies ilgis (L, cm) ir ilgis be uodegos peleko (l, cm), imami žvynai amžiaus nustatymui. Matavimams naudota liniuotė su 1 mm paklaida. Laimikio svėrimui naudotos elektroninės svarstyklės su 1 g paklaida. Žuvų amžius buvo nustatomas iš žvynų, laboratorijoje, naudojantis binokuliaru pagal atitinkamą metodiką (Bukelskis, Kubilickas, 1988; Pravdin, 1966). Tyrimui buvo pasirinktas 100 m ilgio, kuriame buvo žvejojama 2 kartus iš eilės, kas 45 min. visame ruože. Visos sugautos žuvys buvo suskirstomos pagal rūšis, išmatuojami visų individų ilgiai (L, l, ir lc cm) ir nustatomi svoriai (Q, g).

Vėliau pagal Zippin (1958) metodiką buvo nustatomas žuvų tankis N (vnt/100m²) ir biomasė B (kg/100m²) tyrimų taške. Žuvų skaitlingumas ir biomasė (N ir B) esant dviem apgaudymams buvo vertinami pagal formules (Seber, Le Cren, 1967):

$$y = \frac{c_1^2}{c_1 - c_2} \quad 1)$$

$$V(y) = \frac{c_1^2 c_2^2 (c_1 + c_2)}{(c_1 - c_2)^4} \quad 2)$$

kur: y - populiacijos dydis (N arba B)

c_1 - pirmo apgaudymo dydis

c_2 - antrojo apgaudymo dydis

$V(y)$ - standartinė paklaida

Šis metodas taikomas mažuose upeliuose, kurių plotis mažiau nei 10 metrų, kur sugaunamumas p yra pakankamai didelis, kad būtų galima gauti 95% patikimumą tai yra $p > 60\%$ (T.Bohlin ir kt., 1977).

Šyšos ekologinė būklė įvertinta pagal žuvų bendrijos struktūrą pagrįstą Lietuvos upių ekologinės būklės indeksą (LŽI; LAND 85-2007). Šyšos senvagė pagal savo hidromorfologinius parametrus yra priskiriama prie seklių dažnai persimaišančių vandens telkinių, kurių vidutinis gylis <3 metrai. Ekologinės būklės įvertinimui buvo naudojamas ežero žuvų indeksas – EŽI (Virbickas, 2016).

Tyrimo vietos charakteristika ir fiziniai-cheminiai parametrai

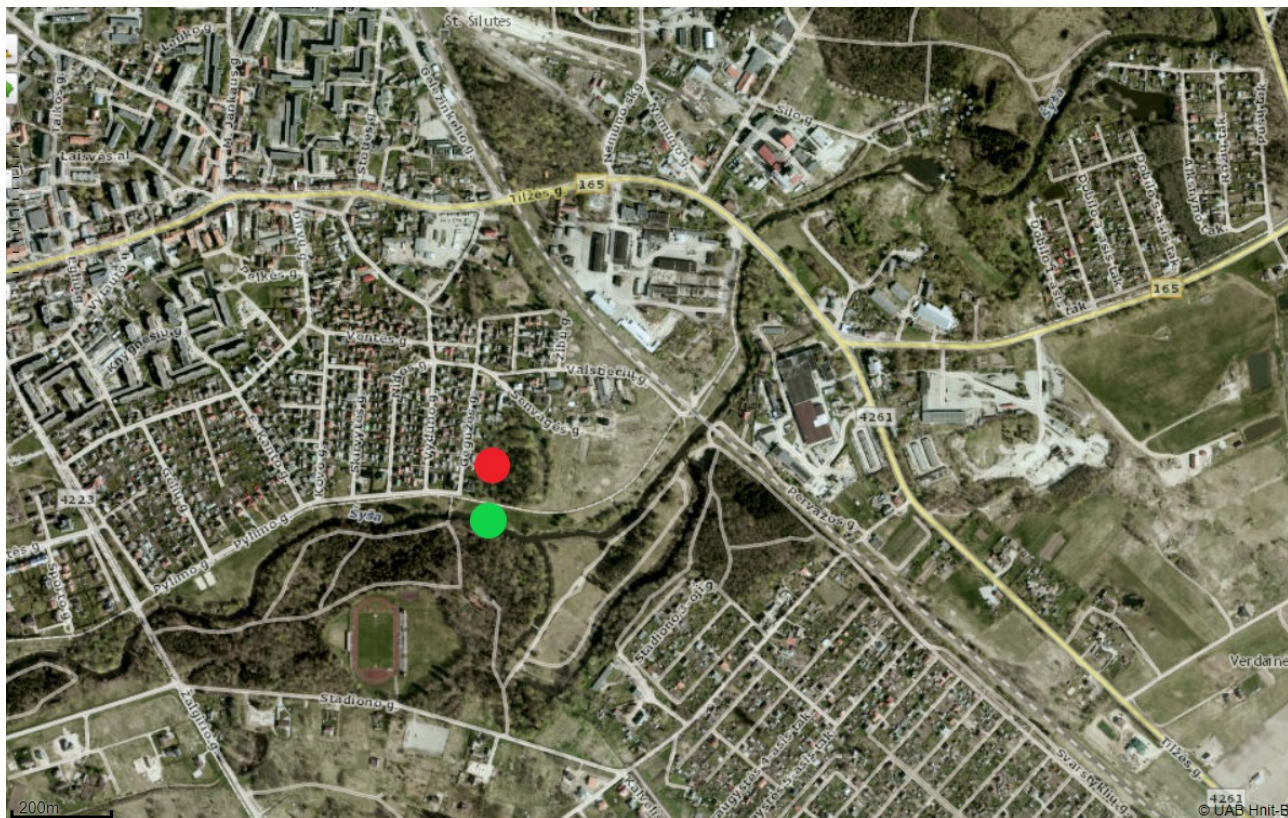
Šyšos upė

Šyša upė Šilutės rajone, Nemuno dešinysis intakas. Upės ilgis 61 km, baseino plotas 410km². Vagos plotis aukštupyje 2–3 m, ties Šilute – 15 m, žiotyse – 30 m. Gylis vidurupyje 0,8 – 1,5 m, žemiau Šilutės – 2 m. Tai lašišinė upė į kurią neršti kasmet atplaukia šlakiai taip pat upinės nėgės, žemupyje pasitaiko žiobrių. Tyrimų ruože Šyšos upėje Šilutės mieste krantų apaugimas siekė 40 %, vagos – 15%. Tyrimai atlikti 2020 birželio mėnesio pradžioje, vandens lygis upėje vidutiniškai siekė – 0,9 m., o duobėse maksimalus iki 1,5 m. Srovė silpna iki 0,05 m/s. Vidutinis upės plotis – 12 m., vietomis praplatėjimuose siekiantis iki 16 m. Grunto sudėtyje kaip ir ankstesniais metais ryškiai dominavo smėlis – 80%, ženkliai mažiau aptikta riedulių – 1%, gargždo – 2%, tačiau ženkliai padaugėjo dumblo – 17% (2018 m. dumblas sudarė 7%). Tyrimų metu vandens

temperatūra siekė 16,7 °C, o vandens prisotinimas deguonimi fiksuotas gana aukštas 92 % ir 9,6 mg/l (2018 m. temperatūra buvo 13 °C, o vandens prisotinimas deguonimi siekė 78 % ir 7,8 mg/l).

Šyšos senvagė

Šyšos senvagė – tai nedidelis 0,971 ha pasagos formos vandens telkinys, susidaręs įrengus pylimą saugantį Šilutės miestą nuo potvynių. Senvagės ilgis 367 m, vidutinis plotis – 20m. Pasagos vidinė pusė apaugusi mišriu mišku, išorinė vakarinė dalis užstatyta individualiais namais, rytinėje dalyje – pievos. Tyrimų metu (birželio 8 d.), vandens paviršius buvo epizodiškai padengtas nedidelėmis plūdenų salelėmis, vanduo kaip ir anksčiau išliko specifinio pūvančio dumblo kvapo, smirdintis, tačiau gana skaidrus. Gausu panirusių makrofitų, matosi nemažai privirtusių medžių šakų bei primėtytų buitinių šiukšlių. Tyrimų ruože vidutinis vandens gylis siekė apie 1,2 m, giliau minkštas puviningas dumblas. 2020 metų tyrimų metu nustatytas ženklai aukštesnis vandens prisotinimas deguonimi – 8 mg/l ir 82 %, negu 2018, kuomet fiksuotas kritinis vandens prisotinimas deguonimi lygis (0,3mg/l ir 3,2 %). Tuo tarpu vandens temperatūra tyrimų metu siekė 18,7 °C.



3 pav. Tyrimo vietų išsidėstymas Šilutės mieste: raudona spalva – Šyšos senvagė, žalia – Šyšos upė (šaltinis: www.maps.lt).

TYRIMO REZULTATAI

Makrobestuburių įvairovė

Surinktoje panardinamu rankiniu tinklu Šyšos senvagėje medžiagoje tiek 2018 tiek ir 2020 m. buvo identifikuota viso po 40 vandens makrobestuburių taksonų (2 lentelė). Pagal taksonų skaičių dominavo vabalai; 2018 m. identifikuota 13, o 2020 m. – 8 taksonai suaugėlių ir lervų. 2018 m. vabalų gaudyklėmis Šyšos senvagėje rastos dar 7 vabalų rūšys, kurių nebuvo standartiniuose makrobestuburių mėginiuose (3 lentelė). Visos nustatytos vabalų rūšys yra dažnos ir įprastos Lietuvos nedidelių vandens telkinių rūšys. Taip pat rasta 8 šeimų dvisparnių vabzdžių, 6 taksonai moliuskų, 6 rūšys blakių ir kiek mažiau kitų grupių bestuburių (2 lentelė.). Visos rastos makrobestuburių rūšys yra tipiški stovinčių ar lėtatekmių vandenų atstovai. Retų, saugotinių mūsų šalyje ar Europoje rūšių neaptikta.

Pagal gausumą 2018 m. paimtame mėginyje aiškiai dominavo vienintelis rastas lašalų atstovas *Cloeon dipterum*, o 2020 m. daugiausia pasitaikė uodų trūklių (2 lentelė). Senvagėje gana gausiai rasta ir šoniplaukų *Synurella ambulans*, priklausančių Crangonyctidae šeimai. Šios šoniplaukos ne dažnai pastebimos, bet visumoje yra labai plastiškos ir gali gyventi įvairiausiuose vandens telkiniuose.

Bioįvairovė Šyšos senvagėje vertinant pirmuoju Hilo skaičiumi 2018 m. sudarė 5,4, o 2020 m. 7,9 rūšies. Taigi galime teigti, kad po senvagės valymo, biologinė įvairovė visumoje padidėjo. Viso senvagėje per visus tyrimus nustatyti 66 makrobestuburių taksonai.

2 lentelė. Rasti makrobestuburių taksonai 2018 ir 2020 m. ir jų gausumai individais mėginyje; Ad. – suaugėlis, Lv. - lerva

Grupė	Šeima	Apibūdintas taksonas	2018	2020
1	2	3	4	5
Oligochaeta	Oligochaeta	Oligochaeta Gen. sp.	48	60
Hydrachnidia		Hydrachnidia spp.		64
Hirudinea	Erpobdellidae	<i>Erpobdella octoculata</i>	130	12
	Glossiphoniidae	<i>Hemiclepsis marginata</i>	2	
Crustacea	Asellidae	<i>Asellus aquaticus</i>	14	20
	Crangonyctidae	<i>Synurella ambulans</i>	140	120
Gastropoda	Lymnaeidae	<i>Radix balthica</i>	434	152
	Planorbidae	<i>Anisus vortex</i>	400	944
		<i>Gyraulus crista</i>	4	
		<i>Gyraulus albus</i>	20	48
		<i>Planorbis planorbis</i> juv.		320

Hemiptera	Succineidae	<i>Succinea</i> sp.	2	
	Naucoridae	<i>Ilyocoris cimicoides</i> ssp.	10	
	Notonectidae	<i>Notonecta glauca</i> ssp.	2	23
	Pleidae	<i>Plea minutissima</i> ssp.	4	32
	Micronectidae	<i>Micronecta minutissima</i>		4
	Nepidae	<i>Ranatra linearis</i>		1
Lepidoptera	Corixidae	<i>Hesperocorixa linnaei</i>	2	4
	Pyralidae	<i>Parapoynx stratiotata</i>	2	
		<i>Cataclysta lemnata</i>	36	12
Turbellaria	Planariidae	<i>Planaria</i> sp.	2	
Ephemeroptera	Baetidae	<i>Cloeon dipterum</i>	1838	764
	Caenidae	<i>Caenis horaria</i>		4
Odonata	Coenagrionidae	<i>Coenagrion puella/pulchellum</i>	52	8
		<i>Ischnura elegans</i>		8
Coleoptera	Aeshnidae	<i>Aeshna cyanea</i>		4
	Haliplidae	<i>Haliphus</i> sp. Ad.	10	16
	Dytiscidae	<i>Agabus undulatus</i> Ad.	8	
		<i>Agabus</i> sp. Lv.		4
		<i>Ilybius</i> sp. Ad.	4	1
		<i>Ilybius</i> sp. Lv.	2	4
		<i>Hydroporus</i> sp. Ad.	14	
		<i>Hyphydrus ovatus</i> Ad.	6	28
		<i>Hyphydrus ovatus</i> Lv.		28
		<i>Hygrotus inaequalis</i> Ad.	4	8
		<i>Hygrotus versicolor</i> Ad.	2	
		<i>Laccornis</i> sp. (oblongus) Lv.		4
		<i>Laccornis</i> sp. (oblongus) Ad.		8
	Hydraenidae	<i>Hydraena</i> sp. Ad.	4	
	Helophoridae	<i>Helophorus</i> sp. Ad.	4	4
	Hydrophilidae	<i>Enochrus</i> sp. Ad.	4	
		<i>Coelostoma</i> sp. Ad.	2	
1	2	3	4	5
Trichoptera	Scirtidae	<i>Anacaena</i> sp. Ad.	2	
		<i>Hydrobius</i> sp. (fuscipes) Lv.		8
		<i>Elodes</i> sp. Lv.	4	
Diptera	Leptoceridae	<i>Mystacides nigra/longicornis</i>		4
	Limnephilidae	<i>Limnephilus</i> sp. (rhombicus)		8
	Chaoboridae	<i>Chaoborus crystallinus</i>	68	22
	Ceratopogonidae	Ceratopogonidae Gen. sp.	18	8
	Dixidae	Dixidae Gen. sp.		8
	Culicidae	Culicidae Gen. sp.	2	
	Limoniidae	Limoniidae Gen. sp.	4	
	Chironomidae	Chironominae Gen. sp.	10	1460
		Tanypodinae Gen. sp.		48
		Orthocladinae Gen. sp.		24
	Ephydriidae	<i>Hydrellia</i> sp.	4	

	Sciomyzidae	<i>Elgiva</i> sp. <i>Sciomyzidae</i> Gen sp.	2	8
Iš viso individų:			3320	4307
Iš viso taksonų:			40	40

3 lentelė. Vabalų gaudyklėse 2018 m. rasti taksonai: N – individų skaičius, ♂ - patinai, ♀ - patelės, * - rūšis pagauta tik gaudyklėmis.

Grupė	Šeima	Apibūdintas taksonas	N viso	♂	♀
Coleoptera	Dytiscidae	* <i>Acilius canaliculatus</i>	5	4	1
		* <i>Acilius sulcatus</i>	1	1	
		<i>Agabus undulatus</i>	1	1	
		* <i>Colymbetes striatus</i>	8	4	4
		* <i>Dytiscus dimidiatus</i>	8	6	2
		* <i>Hydaticus seminiger</i>	1	1	
		* <i>Hydaticus transversalis</i>	2	2	
		* <i>Ilybius ater</i>	3	3	
Hemiptera	Naucoridae	<i>Ilyocoris cimicoides</i>	3		
	Notonectidae	<i>Notonecta glauca</i>	5		
	Nepidae	* <i>Nepa cinerea</i>	1		

Ekologinė būklė

Didelė svarba vertinant vandens telkinio pokyčius suteikiama jautriems taršai makrobestuburiams, pagal kurių buvimą gali būti vertinama tyrimo vietos ekologinė būklė. Taršai jautriems gyvūnams tradiciškai priskiriamos ankstyvės (Plecoptera), lašalai (Ephemeroptera) ir apsiuvos (Trichoptera), kurių bendras rūšių kiekis, EPT indeksas, naudojamas ekologinės būklės vertinimui. Šyšos senvagėje 2018 m. nerasta nė viena ankstyvių ar apsiuvų rūšis, o lašalų identifiukuota tik viena rūšis. Tuo tarpu 2020 m. jau buvo rastos dvi lašalų ir dvi apsiuvų rūšys (2 lentelė) ir pagal šį rodiklį galima būtų įžvelgti Šyšos senvagės ekologinės būklės pagerėjimą. Taigi EPT indeksas padidėjo nuo 1 iki 4.

Ekologinės būklės pagerėjimą Šyšos senvagėje po jos restauravimo, t.y. valymo, darbų indikuoja ir tokie plačiai naudojami kokybės rodikliai kaip BMWP balų suma, ASPT, pirmasis Hilo skaičius. Visi šie rodikliai 2020 m. buvo didesni nei 2018 m (4 lentelė).

4 lentelė. Šyšos senvagės ekologinės būklės rodikliai 2018 ir 2020 m.

Rodiklis	2018	2020
BMWP	84	98
ASPT	4,2	4,9

H _i	5,35	7,93
#CEP	14	10
%COP	0,04	0,03
LEMI	0,57	0,55

Tuo tarpu LEMI indeksas, kuriame didelį „svorį“ turi vabalų įvairovė per #CEP indeksą (2018 m. rasta 13, o 2020 m. – 8 vabalų genčių atstovų, 2 lentelė), 2018 ir 2020 metais buvo panašus ir sudarė apie 0,6. Šis šio multimetrinio indekso dydis rodo, jei vertintume pagal ežerų referentines vertes, kad Šyšos senvagę galima priskirti prie **GEROS** ekologinės būklės vandens telkinių.

Žuvų gausumas ir biomasė

Tyrimu metu 2020 metais Šyšos upėje buvo sugauta 10 žuvų rūšių (5 lentelė). Lyginant su 2018 metais, Berno Konvencijos saugomų žuvų rūšių sąrašė esančio kirtiklio nebesugauta, tačiau fiksuotos naujos rūšys: meknė, strepetys ir saulažuvė. Bendra žuvų biomasė Šyšos upėje siekė 0,712 kg/100m², o tankis – 13,75 vnt./100m², atitinkamai 2018 metais 0,834 kg/100m² ir 13,75 vnt./100m². Beveik 5 kartus sumažėjusį bendrą žuvų tankį lėmė ženkliai mažesnis p. aukšlių gausumas.

Šyšos senvagėje 2020 metais buvo sugautos 5 žuvų rūšys, 2018 buvo sugautos 3 žuvų rūšys, dvi naujos rūšys: karšis ir plakis. Bendra žuvų biomasė Šyšos senvagėje sudarė 0,92 kg/100m², tankis 4,63 vnt./100m². Lyginant su 2018 metų tyrimų rezultatais, 2020 metais žuvų gausumas padidėjo beveik 9 kartus, biomasė 5 kartus, tačiau pagal kitus Lietuvos ežerus ir tvenkinius, šie rodikliai išlieka ganėtinai maži. Kaip ir ankstesniais tyrimų metais, žemus gausumo rodiklius lėmė beveik visiškas jaunikių nebuvimas laimikiuose (sugauti tik 2 lydekos jaunikliai), iš kitų žuvų rūšių sugauti tik stambūs individai.

5 lentelė. Tyrimu metu Šyšos upėje ir Šyšos senvagėje sugautos žuvų rūšys, bendras jų svoris (B, kg), gausumas (N, vnt.), apskaičiuota biomasė 100m² (kg/100m²) ir tankis (vnt./100m²).

Rūšis	Šyšos upė							
	B		N		B/100m ²		N/100m ²	
	2018	2020	2018	2020	2018	2020	2018	2020
P. aukšlė	1,401	0,044	429	28	0,174	0,006	53,4	3,8
Gružlys	0,038	0,006	3	2	0,005	0,001	0,4	0,3
Ešerys	0,488	0,224	34,8	14	0,061	0,031	4,3	1,98
Kuojas	2,988	0,936	42	27	0,372	0,127	5,2	3,7
Lydeka	0,644	0,811	4	1	0,08	0,11	0,5	0,14
Šapalas	1,085	0,897	4	6	0,135	0,122	0,5	0,82

Plakis	0,05	0,064	4	5	0,006	0,009	0,5	0,68
Kirtiklis	0,011	-	2	-	0,001	-	0,2	-
Strepetys	-	0,006	-	6	-	0,001	-	0,82
Meknė	-	2,243	-	10	-	0,305	-	1,307
Saulažuvė	-	0,001	-	2	-	0,0001	-	0,27
Viso	6,705	5,2318	522,8	101	0,834	0,712	65	13,75
Šyšos senvagė								
Lydeka	0,381	0,088	2	2	0,03	0,009	0,16	0,25
Karšis	-	2,493	-	3	-	0,312	-	0,38
Kuoja	0,69	3,821	3	23	0,05	0,478	0,24	2,88
Ešerys	0,19	0,492	2	6	0,02	0,062	0,16	0,75
Plakis	-	0,469	-	3	-	0,059	-	0,38
Viso	1,261	7,343	7	37	0,1	0,918	0,56	4,63

Šyšos upės ekologinė būklė

Šyšos ekologinė būklė įvertinta pagal žuvų bendrijos struktūrą pagrįstą Lietuvos upių ekologinės būklės indeksą (LŽI; LAND 85-2007). LŽI taikymui, tirta atkarpa pagal hidromorfologinius parametrus priskirta 2 upių tipui (6 lentelė).

6 lentelė. Lietuvos upių tipai.

	Upių kategorijos vandens telkinių tipai				
Charakteristikos:	1	2	3	4	5
Baseino plotas, km²:	<100	100-1000		>1000	
Vagos nuolydis, m/km:	–	<0,7	>0,7	<0,3	>0,3

Upės būklė apskaičiuota pagal specifinius upės tipo LŽI rodiklius (LAND 85-2007). LŽI verčių kaitos ribos skirtingos ekologinės būklės klasės yra pateiktos 4 lentelėje. LŽI apskaičiavimui, tyrimų metu sugautos žuvų rūšys suskirstytos į ekologines grupes laikantis Europos žuvų rūšių klasifikacijos (7 lentelė).

7 lentelė. Tyrimų metu aptiktų žuvų priskyrimas ekologinėms grupėms LŽI rodiklių verčių apskaičiavimui.

Rūšis	Ekologinės grupės*				
	NTOLE	TOLE	OMNI	RH	LITH
Paprastoji aukšlė		TOLE	OMNI		
Ešerys		TOLE			

Gružlys				RH	
Paprastasis kirtiklis					
Kuoja		TOLE	OMNI		
Lydeka					
Plakis		TOLE	OMNI		
Šapalas			OMNI	RH	LITH
Meknė			OMNI	RH	
Strepetys			OMNI	RH	LITH
Saulažuvė			OMNI		

* NTOLE – ypač jautrios žuvys; TOLE – nejautrios žuvys; OMNI – visaėdės žuvys; RH – reofilinės (upinės) žuvys, gyvenančios tik tekančiame vandenyje; LITH – neršiančios tik ant akmenų ir žvirgždo žuvys.

8 lentelė. Žuvų ekologines grupes atspindinčių rodiklių etaloninės vertės 2 tipo upėse.

Rodikliai		NTOLE, n %	LITH, n %	LITH, sp %	NTOLE sp	RH, n %	TOLE, n %	OMNI, n %	TOLE, sp %
Upės tipas	2	22	52	41	-	58	33	37	18

9 lentelė. Ekologinės grupės atspindinčių rodiklių nustatytos reikšmės (R), etaloninės rodiklio vertės (RC), nustatyta rodiklio reikšmė 0-1 skalėje (NR) ir upės būklės rodiklio reikšmė LŽI.

Rodiklis	R		NR		RC
	2018	2020	2018	2020	
<i>NTOLE n%</i>	0	0	0	0	22
<i>NTOLE sp vnt.</i>	-	-	-	-	-
<i>TOLE n%</i>	97,5	73,6	0,037	0,39	33
<i>TOLE sp%</i>	50	40	0,61	0,73	18
<i>OMNI n%</i>	91,6	80,8	0,133	0,31	37
<i>RH n%</i>	1,3	23,4	0,023	0,4	58
<i>LITH n%</i>	0,8	12	0,015	0,23	52
<i>LITH sp %</i>	12,5	20	0,305	0,49	41
LŽI			0,16 (bloga)	0,36 (bloga)	

• NTOLE, (N %) - Netolerantiškų (ypatingai jautrių) žuvų individų santykinis gausumas (%) bendrijoje;

• LITH, (N %) - Litofilinių žuvų individų santykinis gausumas (%) bendrijoje;

• LITH, (sp. %) - Litofilinių žuvų santykinis rūšių skaičius (% visu rūšių tarpe) bendrijoje;

- NTOLE sp. Netolerantiškų žuvų rūšių skaičius;
- RH, (N %)-Reofilinių žuvų individų santykinis gausumas (%) bendrijoje;
- TOLE, (N %)-Tolerantiškų (nejautrių) žuvų individų santykinis gausumas (%) bendrijoje;
- OMNI, (N %)-Visaėdžių (omnivorous) žuvų individų santykinis gausumas (%) bendrijoje;
- TOLE, (sp. %)-Tolerantiškų žuvų santykinis rūšių skaičius (% visu rūšių tarpe) bendrijoje.

Apskaičiuotos rodiklių vertės 0-1 skalėje parodo ekologinės būklės klasę pagal atitinkamą rodiklį. Reali atitinkamos tyrimo vietos upėje ekologinė būklė nustatoma išvedus vidurkį iš visų reikiamų LŽI indeksui skaičiuoti rodiklių verčių pagal formules:

$$NR=R/RC$$

$$NR(OMNI \text{ ir } TOLE)=(R-100)/(RC-100)$$

$$L\check{Z}I=(NR_1+NR_2+.....+NR_n)/N$$

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 (3 lentelė).

$NR_1+...+NR_n$ – įvairias žuvų ekologines grupes atspindinčių rodiklių verčių santykis su jų etaloninėmis vertėmis;

N – įvairias žuvų ekologines grupes atspindinčių rodiklių skaičius.

10 lentelė. 2-ojo upių tipo ekologinės būklės klasės pagal LŽI

Upės tipas	Ekologinė būklė pagal LŽI				
	Labai gera	Gera	Vidutiniška	Bloga	Labai bloga
2	>0,936	0,936-0,716	0,715-0,401	0,400-0,109	<0,109

Pagal Lietuvos ekologinės būklės indeksą, toliau – LŽI, Šyšos upėje atliktų tyrimų metu nustatytas ekologinė būklės indeksas – **0,36** (9 lentelė) ir yra vertinama **bloga** (9 lentelė). Žemą rodiklio reikšmę lėmė tai, jog tyrimų metu visiškai neaptikta taršai ir žmogaus poveikiui jautrių (NTOLE) žuvų rūšių individų. Nustatytas didelis taršą toleruojančių ir žmogaus ūkinės veiklos poveikiui atsparesnių (TOLE) ir visaėdžių žuvų (OMNI) santykinis gausumas. TOLE ir OMNI ekologinėms grupėms priskiriamų žuvų rūšių gausumas atitinkamai sudarė 73,6% ir 80,8% bendro žuvų gausumo ir lėmė žemesnes indikatoriaus vertes. Kaip ir ankstesniais tyrimų metais litofilinių žuvų santykinis gausumas, rūšinė įvairovė, bei reofilinių žuvų gausumas išliko ganėtinai mažas.

Nors ekologinės būklės rodiklis pagerėjo, lyginant su ankstesniais tyrimais 2018 metais, tačiau ekologinė būklė išlieka bloga.

11 lentelė. Šyšos upės ekologinės būklės palyginimas su ankstesniais tyrimais.

2011	LŽI	0,349
	Upės atkarpos būklė	Bloga
2012	LŽI	0,659
	Upės atkarpos būklė	Vidutinė
2018	LŽI	0,16
	Upės atkarpos būklė	Bloga
2020	LŽI	0,36
	Upės atkarpos būklė	Bloga

Pagal daugiamečius tyrimų rezultatus, (11 lentelė) 2020 metais rezultatai ir ekologinės būklės įvertimas išlieka gana panašūs, lyginant su ankstesniais metais. Tik 2012 ekologinė būklė buvo įvertinta kaip vidutinė, o šių metų ir 2011, 2018 metais ekologinė būklė vėl vertinta kaip bloga. Nors, aukščiau tyrimų atkarpos, esančioje upės patvankoje yra įrengtas žuvitakis, kuris minimizuoja užtvankos poveikį, bei užtikrina netrukdomą žuvų migraciją aukštyn ir žemyn upe, to nepakanka pasiekti geresnę ekologinę būklę. Tikėtina, kad tokia bloga, daugiametė ekologinė būklė gali būti siejama su miesto daromu antropogeniniu poveikiu bei tarša pačiame upės baseine.

Šyšos senvagės ekologinė būklė

Šyšos senvagė pagal savo hidromorfologinius parametrus yra priskiriama prie seklių dažnai persimaišančių vandens telkinių, kurių vidutinis gylis <3 metrai (12 lentelė). Ekologinės būklės įvertinimui, kaip ir ankstesnių tyrimų metu buvo naudojamas ežero žuvų indeksas – EŽI (Virbickas, 2016). 2020 m. šiame vandens telkinyje buvo sugautos penkios žuvų rūšys: lydeka, ešerys, kuoja, karšis ir plakis (5 lentelė). Senvagės dugne vis dar daug dumblo, negyvos organinės medžiagos, tačiau vandens paviršius tik dalinai padengtas plūdenomis, o fiksuotas ištirpusio deguonies kiekis vandenyje buvo normalus.

12 lentelė. Ežerų, tvenkinių ir karjerų skirstymo į tipus kriterijai ≤ 3

Ežerų kategorijos vandens telkinių tipai				
Kriterijai:	Poly Polimiktiniai		S Stratifikuoti	GS Gilūs stratifikuoti
Vidutinis gylis (m)	≤ 3	>3	>3	n^*
Maksimalus gylis (m)	n^*	<11	11-30	>30

* „n“ - kriterijus nenaudojamas

13 lentelė. Žuvų rodikliai ir jų kaitos ribos būklės klasėse.

Ežerų tipai	Rodikliai	Etaloninė vertė	Būklės klasės				
			L. gera	Gera	Vidutinė	Bloga	L. bloga
1 (POLY)	Plakis Q% ¹	1.5	<4	4-10	11-18	19-25	>25
	Benthivor_Sp Q% ²	10	<20	20-34	35-46	47-60	>60 (0)
	Ešerys N% ³	30	>25	25-18	17-10	9-5	<5
	Obligatinės rūšys ⁴	6	6	5	4	<4	<4
	Neviet_Transl rūšys Q% ⁵	0	-	-	<1	1-5	>5

EŽI rodiklių aprašas:

- 1 Plakis Q% - plakių santykinė biomasė ;
- 2 Benthivor_Sp Q% - plakių, karšių ir pūgžlių santykinė biomasė;
- 3 Ešerys N% – ešerių santykinis gausumas;
- 4 Obligatinės rūšys: POLY ežeruose - Aukšlė, Raudė, Lydeka, Lynas, Ešerys, Kuoja;
- 5 Neviet_Transl rūšys Q% - bendra sterko, sidabrinio karoso, karpio bei kitų nevietinių rūšių individų santykinė biomasė (%) bendrijoje;

14 lentelė. Rodiklių (išskyrus obligatines rūšis ir nevietinių-translokuotų rūšių santykinę biomasę) vertės, transformuotos į EKS skalę („1“ - 1. gera būklė, „0“ 1. bloga būklė).

Ežerų tipai	Rodikliai	(maksimali vertė)	Būklės klasės				
			L. gera	Gera	Vidutinė	Bloga	L. bloga
1 (POLY)	Plakis Q%_EKS	(30)	1.0-0.913	0.912-0.702	0.701-0.421	0.420-0.175	0.175-0.0
	Benthivor_Sp Q %_EKS	(70)	1.0-0.834	0.833-0.600	0.599-0.400	0.399-0.167	0.166-0.0
	Ešerys N%_EKS		1.0-0.834	0.833-0.600	0.599-0.333	0.332-0.167	0.166-0.0

14 lentelėje pateiktų rodiklių transformacija į ekologinės kokybės santykį (EKS) vykdoma pagal žemiau pateiktas formules.

Plakis Q% ir Benthivor_Sp Q% rodikliams:

$EKS = (X - X_{max}) / (X_{et} - X_{max})$, kur X – nustatyta vertė, X_{et} – etaloninė vertė (7 lentelė), X_{max} – teorinė maksimali vertė (4.3 lentelė);

Rodiklio EKS vertei esant >1 ar <0 (neigiama vertė; 1 grupės rodikliai), rodiklio vertė yra prilyginama atitinkamai „1“ arba „0“.

15 lentelė. Obligatinių rūšių EKS vertė priklausomai nuo ežere aptiktų obligatinių rūšių skaičiaus.

Ežero tipas		Obligatinių rūšių skaičius			
	1 (POLY)	6	5	4	<4
Obligatinių rūšių EKS		1	-	0,2	0

Pastaba: jeigu kuri nors iš obligatinių žuvų rūšių tyrimų metu nesugauta, tačiau yra žinoma, kad ji ežere tikrai gyvena, ji yra pridedama prie kitų rūšių nustatant obligatinių žuvų rūšių EKS rodiklį.

16 lentelė. Nevietinių ir translokuotų rūšių santykinės biomasės (Q%) EKS vertės

Nevietinių ir translokuotų rūšių individų santykinės biomasės (Q%) rodiklis				
Q%	0%, arba laimikyje per ŠŽP tik 1 individas	<1%	1-5%	≥5%
EKS	- (rodiklis nenaudojamas)*	0,5	0,2	0

* - rodiklis naudojamas tik tada, kai per standartizuotą žūklės pastangą 8 selektyviais tinklais sugaunamas daugiau kaip 1 individas.

Ežero žuvų indeksas (EŽI) yra visų rodiklių EKS vidurkis. EŽI indekso kaitos ribos skirtingose būklės klasėse yra pateiktos 17 lentelėje. Tvenkinių ekologinio potencialo nustatymui naudojama tokia pati klasifikacijos pagal EŽI sistema, kaip ir ežerams.

17 lentelė. Ežerų ekologinės būklės/potencialo klasės pagal EŽI vertes

Ežerų tipai	Ekologinės būklės klasės				
	L. gera	Gera	Vidutinė	Bloga	L. bloga
1-3	1,00-0,87	0,86-0,61	0,60-0,37	0,36-0,18	0,17-0,00

18 lentelė. Nustatyti žuvų rodikliai, etaloninės vertės, ekologinės kokybės santykis ir jų būklės klasėse

Rodikliai	Nustatyta vertė		Ekologinės kokybės santykis		Etaloninė vertė	Būklės klasė	
	2018	2020	2018	2020		2018	2020
Plakis Q% EKS	-	6,4	-	0,83	1,5	-	Gera
Benthivora Sp Q %	0	40,4	0	0,49	10	Labai bloga	Vidutinė
Ešeris N%	28,6	16,2	0,95	0,54	30	Labai gera	Vidutinė
Obligatinės rūšys	3	3	0	0	6	Labai bloga	Labai bloga
Neviet. Transl. rūšys Q%	0	0	-	-	-	-	-
Ežero žuvų indeksas			0,32	0,47	-	Bloga	Vidutinė

Pagal 2020 metų tyrimus Šyšos senvagėje nustatyta EŽI reikšmė – **0,47**, o ekologinė būklė yra vertinama kaip **vidutinė** (18 lentelė). Tokią EŽI rodiklio reikšmę ir ekologinės būklės vertinimą lėmė tai, kad telkinyje kaip ankstesniais metais sugautas mažas obligatinių žuvų rūšių skaičius, aptiktos tik 3 rūšys: lydeka, kuoja, ešeris, todėl tikėtina, kad lynų, paprastųjų aukšlių ir raudžių

šiam telkinyje nėra arba jų gausumas yra ypatingai mažas. Nevietinių, translokuotų žuvų rūšių nesutikta, todėl šis rodiklis nebuvo įtrauktas į ekologinės būklės vertinimą, tačiau sugautos dvi naujos rūšys (karšis ir plakis), kurių nebuvo sutikta 2018 metais. Nors 2018 metais plakių ir karšių nebuvo sugauta, tikėtina, kad ir tuo metu šios rūšys turėjo būti Šyšos senvagės žuvų bendrijoje, kadangi sugauti jau subrendę, dideli individai. Plakių santykinė biomasė senvagės žuvų bendrijoje nėra didelė, todėl jų biomasės rodiklio reikšmė vertinta kaip gera. Kadangi sugauti karšiai ir plakiai buvo santykinai stambūs, todėl bentofagių žuvų santykinė biomasė sudarė – 40,4% bendros žuvų biomasės, o nustatyta *Benthivora* *Sp Q%* rodiklio reikšmė – 0,49. Santykinis ešerių gausumas lyginant su 2018 metais sumažėjo, ir jo rodiklio reikšmė vertinama kaip vidutinė.

Lyginant su ankstesnių tyrimų rezultatais ekologinės būklės vertinimas iš blogos pagerėjo į vidutinišką. 2020 metais nustatytas biomasės ir žuvų gausumo padidėjimas (5 lentelė). 2018 metais nustatytas bendras žuvų gausmas – 0,1 kg/100m² ir biomasė – 0,56 ind./100m², 2020 metais atitinkamai, 0,918 kg/100m² ir 4,63 ind./100m², tačiau abiejų tyrimų metu žuvų jauniklių beveik nesugauta, kas rodo nestabilią, pažeistą žuvų bendrijos ir atskirų rūšių populiacijų būklę, todėl EŽI rodiklių reikšmės ir ekologinės būklės vertimą reikėtų vertinti atsargiai.

IŠVADOS

1. Vizualiai Šyšos senvagė atrodo kaip stipriai uždumblėjęs prastos ekologinės būklės vandens telkinys, tačiau jos makrobestuburių fauna yra gana turtinga. Dideliu taksonominiu turtingumu išsiskiria vabalai.
2. Šyšos senvagėje viso rasti 66 makrobestuburių taksonai.
3. Pagal Lietuvos ežerų makrobestuburių indeksą LEMI Šyšos senvagė įvertinta kaip geros ekologinės būklės klasės vandens telkinys.
4. Kai kurie vandens telkinio kokybės rodikliai, kaip antai EPT, BMWP, ASPT ar bioįvairovės indeksai, 2020 m. buvo didesni nei 2018 m. ir tai duoda pagrindą teigti, kad senvagės valymo veikos turėjo teigiamos įtakos šio vandens telkinio ekologinei būklei.
5. Gautus Šyšos senvagės būklės įvertinimus rekomenduojame interpretuoti atsargiai, nes LEMI sukurtas Lietuvos ežerams. Specifinio indekso skirti vertinti santykinai mažų stovinčio vandens telkinių (kūdros, senvagės) ekologinei būklei nėra.
6. Pagal Lietuvos ekologinės būklės indeksą – LŽI, Šyšos upės atkarpoje nustatytas ekologinės būklės rodiklis – **0,36** o ekologinė būklė yra vertinama kaip **bloga**.
7. Daugiametė **bloga** ekologinė būklė pagal LŽI rodiklius Šyšoje žemiau užtvankos gali būti siejama su tuo, kad upė teka per Šilutės miestą ir patiria didelę antropogeninę apkrovą, bei ūkinės veiklos tarša pačiame upės baseine.
8. Šyšos senvagėje, pagal nustatytą EŽI rodiklių reikšmę, gauta indekso vertė – **0,47**, o ekologinės būklės klasė yra vertinama kaip **vidutinė**. Senvagėje kaip ir ankstesniais tyrimų metais beveik nesugauta žuvų jauniklių, nustatytas labai mažas žuvų gausumas – 4,63 ind./100m², todėl pagal EŽI gauta ekologinės būklės reikšmė turėtų būti vertinama atsargiai.
9. Lyginant 2020 ir 2018 metų tyrimų rezultatus Šyšos senvagėje, matomas EŽI indekso ir ekologinės būklės klasės pagerėjimas, bei fiksuotas bendros žuvų biomasės ir gausumo padidėjimas. Toks staigus biomasės ir gausumo pokytis neturėtų būti tiesiogiai siejamas su valymo darbų įtaka žuvų bendrijai, kiek su įtaka žvejybos įrankių efektyvumui, kadangi po valymo darbų stipriai sumažėjo vandens augmenijos.

LITERATŪRA

1. Armitage P. D., Mos, D., Wright J. F., Furse M. T., 1983. The performance of a new biological water quality score system based on macroinvertebrates over a wide range of unpolluted running-water sites. *Water Research* 17: 333–347.
2. Baltic salmon scale reading. 1991. Report of the Baltic Salmon scale reading workshop. Utsjoki, Finland, 15-17 January, 1991.
1. Bohlin T., Sundstrom B. 1977. Influence of unequal catchability on population estimates using the Lincoln Index and the removal method applied to electrofishing. *Oikos* 28, 123-129.
2. Bukelskis E., Kubilickas A., 1988. Ichtiologijos laboratoriniai darbai.-Vilnius: VVU,- 75p.
3. Gailiusis B., Jablonskis J., Kovalenkoviėnė M. 2001 Lietuvos upės. Kaunas.
4. Hill M. O., 1973. Diversity and evenness: a unifying notation and its consequences. *Ecology* 54, 427–432.
5. Junge C.O., Libosvasky J. 1965. Effects of size selectivity on population estimates based on successive removals with electrical fishing gear. *Zool. Listy*. 14, 171-178.
6. LAND 85-2007 Lietuvos žuvų indekso apskaičiavimo metodika. LR AM ministro 2007 m. balandžio 4 d. įsakymas Nr. D1-197. Valstybės Žinios, 2007 04 28, Nr. 47-1812.
7. Lietuvos respublikos aplinkos ministro įsakymas, 2009 m. birželio 15 d. Nr. D1-331 „Dėl specialiosios žvejybos vidaus vandenyse tvarkos aprašo patvirtinimo“ (suvestinė redakcija nuo 2018-07-01)
8. Pravdin I. F. Rukovodstvo po izučėniju rib. Maskva. 1966. (rusų k.).
9. Seber G.A., Le Cren E. D. 1967. Estimating population parameters from catches large relative to the population. *J. Anim. Ecol.* 36, 631-643.
10. Shannon C. E., Weaver W., 1949. The Mathematical Theory of Communication. University of Illinois Press, Chicago, 55 p.
11. Šidagytė E., Višinskienė G., Arbačiauskas K., 2013. Macroinvertebrate metrics and their integration for assessing the ecological status and biocontamination of Lithuanian lakes. *Limnologica* 43(4): 308–318.
12. O'Hare M. T., Tree A., Neale M. W., Irvine K., Gunn I. D., Jones J. I., Clarke R. T., 2007. Lake benthic macroinvertebrates I: improving sampling methodology. Science Report: SC030294/SR1. Science. Environment Agency, Almondsbury, Bristol, 20 p.

13. Valstybės žinios, 2011-09-03, Nr. 109-5146 “Dėl Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2007 m. balandžio 12 d. įsakymo Nr. D1-210 "Dėl Paviršinių vandens telkinių būklės nustatymo metodikos patvirtinimo" pakeitimo.
14. Virbickas, T., Stakėnas, S. 2016. Composition of fish communities and fish-based method for assessment of ecological status of lakes in Lithuania. Fisheries Research 173: 70-79.
15. Zippin C. 1958. The removal method of population estimation. J. Wildl. Manage. 22, 82-90.
16. <http://www.therrc.co.uk/manual-river-restoration-techniques>. First edition 1999.

THE FINAL REPORT (English version)

INTRODUCTION

The total area of inland water in Lithuania is about 4% of the territory of the country. There are 2827 lakes in Lithuania (bigger than 0.5 ha), 1589 ponds and 733 rivers longer than 10 km. These water bodies form the basis for the development of recreational activities in inland waters and municipal public spaces. The rivers, lakes and ponds is main factor for the development of recreational fishery activities in Lithuania. In accordance with the requirements of the rules for evaluation of the ecological status, recreational fishery possibilities and fish stock survey procedure, which regulates the organization and implementation of research on the ecological status, recreational potential and assessment of the status of fish stocks in water bodies, this applied research work has been carried out. The aim of these works is to assess the ecological status of the of Šyša River and Šyša Oxbow lake (Šilutė) before and after performing the work on the restoration of these water bodies.

Restoration of the Šyša oxbow lake was undertaken in 2019 by mud excavation in the eastern part of the lake.

MATERIAL AND METHODS

Study was performed in the Šyša Oxbow Lake located in Šilutė Town (Figure 1). In 2019, restoration of the Šyša oxbow lake was undertaken by mud excavation in the eastern part of this lake (Figure 2).



Figure 1. Sampling place in the Šyša Oxbow Lake before restoration in 2018.



2 pav. Šyšos senvagės valyta dalis 2020 m. tyrimų vietoje.

Figure 1. Restored part of the Šyša Oxbow Lake where research was undertaken in 2020.

Macroinvertebrate samples were collected on September 21, 2018 and on June 5, 2020. Study was performed applying a semi-quantitative method (O'Hare et al., 2007), which is designed for evaluation of status of Lithuanian limnic waters (lake, reservoir, etc.) (Šidagytė et al., 2013). Samples were collected using the standard hand net by sweeping. A 3-min sampling effort was applied. This method currently is accepted as official method for evaluation of status of lakes and reservoirs in Lithuania.

In 2018, additionally 5 baited traps were used to supplement information on beetle diversity. This information will be presented here.

Assessment

Collected macroinvertebrates were identified to species level, excluding Oligochaeta (class level), dipterans (family or genus level) and some beetles (genus level).

Ecological status of the oxbow lake was assessed by Lithuanian Lake Macroinvertebrate Index – LLMI (Šidagytė et al., 2013). This multimetric index is an average of the four macroinvertebrate metrics calculated as ecological quality ratios (EQR). These metrics are ASPT, first Hill's number H_1 , the total number of Ephemeroptera and Plecoptera species and Coleoptera genus #CEP, and the proportion of Coleoptera, Odonata and Plecoptera individuals in the macroinvertebrate assemblage %COP. This method complies with requirements of the EU Water Framework Directive and has been intercalibrated in the Central-Baltic GIG. The five quality classes with respect to LLMI method are as follows:

0.75 – 1.00 – high;

0.51 – 0.74 – good;

0.41 – 0.50 – moderate;

0.21 – 0.40 – bad;

0.00 – 0.20 – poor.

As LLMI was designed for Lithuanian lakes, its application for such water bodies as oxbow lakes or ponds should be considered as consultative until sufficient information on applicability of this method is obtained. On the other hand, composite metrics of LLMI in their original form may be also considered as quality indicators.

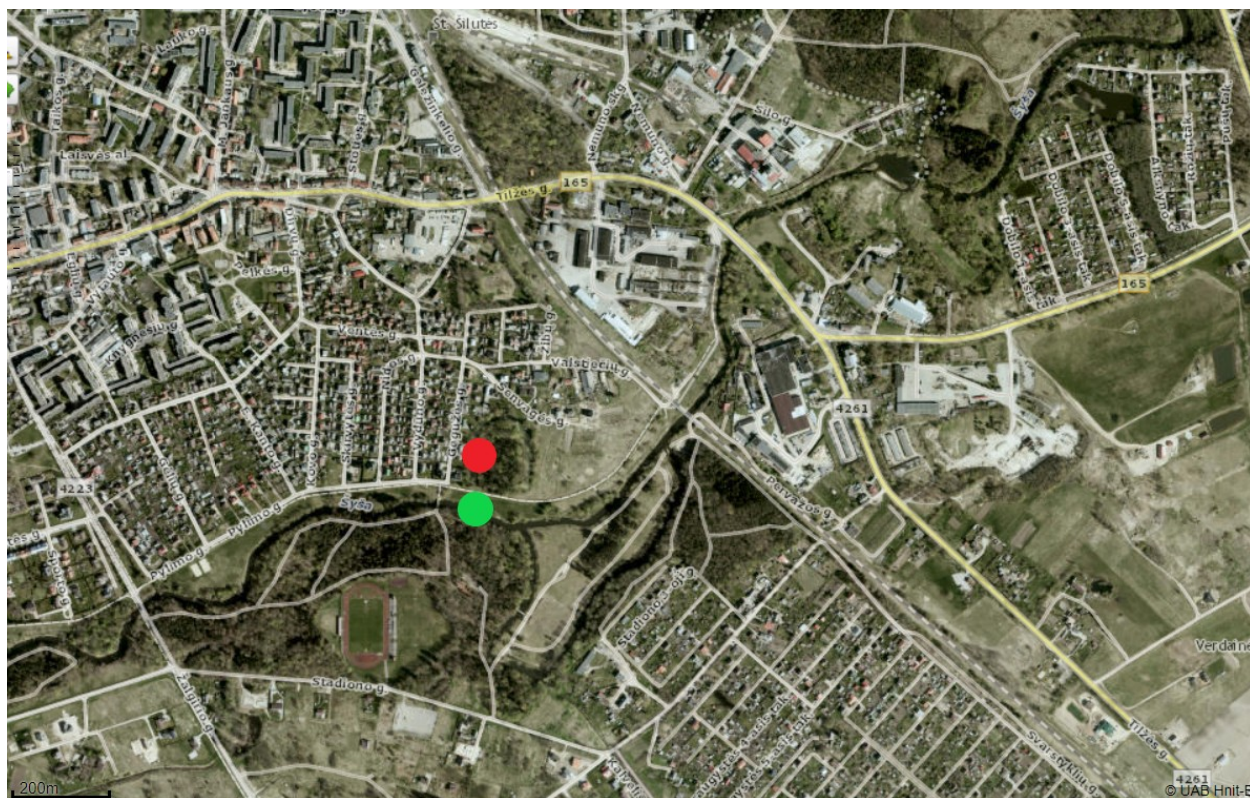


Figure 2. Sampling location in Šilutė town: red color – Šyša Oxbow Lake, green color – Šyša river (www.maps.lt).

Ichthyological survey at the Šyša River and the Šyša Oxbow lake in Šilutė (figure 2) took place on 8 June 2020 (September 19, 2018) and was carried out in accordance with the Minister of Environment of the Republic of Lithuania's 2009 June 15 by order no. D1-331 “On the Approval of the Description of the Procedure for Special Fishing in Inland Waters” (consolidated version from 01.07.2018). In river, fish were caught using electrofishing gear and in Šyša Oxbow Lake – combination of electrofishing gear and fishing nets. Fish density and biomass (Zippin (1958)) were calculated for a unit of area (ind./100 m^2 and g/100 m^2). The caught fish were divided into groups by their species; number of individuals of each species (N), their lengths (L and l , cm), weight (Q and q , g). Age of fish was determined from scales in a laboratory using a binocular according to the appropriate methodology (Bukelskis, Kubilickas, 1988; Pravdin, 1966). Depending on fish abundance, fish sampling was performed 1–2 times. The abundance (N) and biomass (B) of each fish were calculated from formulae (Seber et al. 1967).

The ecological status of Šyša river was evaluated using the ecological status index LFI (Lithuanian fish index) of rivers in Lithuania based on fish community (LŽI; LAND 85-2007). According to its hydro morphological parameters, the Šyša's oxbow lake is classified as shallow, polymictic water bodies with an average depth <3 meters. The Lithuanian lake fish index - LLFI - was used for ecological status assessment (Virbickas, 2016).

Characteristics and physical-chemical parameters of the study site

Šyša River

Šyša is the right-bank tributary of the river Nemunas and situated in Šilutė district. The length of Šyša is 61 km, and the basin area is 410 km². In upstream the average width reach 2 – 3 m., depth – 0,5m. Below, in Šilute town river width is about 15 m, deep 0,8 – 1,5 m., and closer to the mouth, width – 20 – 25 m., depth – 2 m. Every year sea trout and lamprey migrate to this river to spawn, also in lower reaches of Šyša vimba bream are found. In the survey section of the Šyša River, the vegetation of the banks of the river reached 40% and the water cover of the riverbed with macrophytes accounted for 15%. The average water depth in the river was about -0,9 m and the maximum depth in the pits was up to 1,5 m. The average current speed is low, up to 0,05 m/s, in faster places up to 0,1 m/s. The average width of the river is 12 m, in widening's it reaches up to 16 m. Bottom sediment composition, as in previous years, was mostly comprised of sand - 80%, boulders accounted - 1%, gravel - 2%, but significantly increased in silt - 17% (in 2018 silt accounted for 7%). Measured water temperature was 16,7 ° C, and the oxygen saturation of water was quite high at 92% and ,6 mg/l (in 2018 the temperature was 13 °C, and the oxygen saturation - 78% and 7,8 mg/l).

Šyša's oxbow lake

Šyša' oxbow lake is a small 0,971 ha horse shoe forms water body formed after the installation of a flood-protecting barrier for Šilute. The length is 367 m, width up to 20 m. The shore of the oxbow lake overgrown with trees, in the outer western part of the oxbow lake there is a private home quarter, meadows in the eastern part. During the survey (June 8), water surface was episodically covered with small patches of duckweed, water still had a specific smell of rotting sludge, but visibility quite good (more than 2 meters). Almost all bottom covered with submerged macrophytes, you can see many fallen tree branches, household rubbish and used tires. In the survey area, average water depth was about 1,2 m, deepest place about 2,2 meters, bottom composition is mostly soft rotting sludge with patches of sand in the shallower places closer to the shore. Water oxygen saturation was significantly higher - 8 mg/l and 82%, when in 2018 water oxygen saturation level was critical, measured – 0,3 mg/l and 3,2%. Meanwhile, the water temperature during the survey was 18,7 °C

RESULTS

Macroinvertebrate diversity

In the collected material from the Šyša Oxbow Lake there were 40 macroinvertebrate taxa identified in 2018 as well as in 2020 (Table 1). The largest richness was the characteristic of beetles. There were 13 identified taxa of adults and larvae in 2018, and 8 beetle taxa were recorded in 2020. In baited traps, 7 additional Coleoptera species were detected (Table 2). All these beetle species are common inhabitants of small water bodies in Lithuania. There were representatives of 8 Diptera families, 6 Molusca species, 6 Hemiptera species and invertebrates from other taxonomic groups (Table 1). Recorded macroinvertebrate species are typical for stagnant and limnic waters. Rare or protected in Lithuania or Europe species were not recorded.

The most abundant in 2018 was the representative of Ephemeroptera *Cloeon dipterum*, while in 2020-year sample numerically dominated chironomids (Table 1). Of interest is that the amphipod *Sinurella ambulans* from family Crangonyctidae was rather abundant in the oxbow lake. Although this amphipod is rather plastic to various environmental factors, usually it is rarely seen in Lithuanian waters.

Biodiversity estimated by first Hill's number comprises 5.4 species in 2018, and that was at 7.9 species in 2020. Consequently it may be assumed that biodiversity generally has increased after the restoration measures. In total, during the entire research 66 macroinvertebrate taxa have been recorded in the Šyša Oxbow Lake.

Table 1. Recorded macroinvertebrate taxa in 2018 and 2020, and their abundance in specimens per sample; Ad. – adults, Lv. – larvae

Group	Family	Identified taxon	2018	2020
1	2	3	4	5
Oligochaeta		Oligochaeta Gen. sp.	48	60
Hydrachnidia		Hydrachnidia spp.		64
Hirudinea	Erpobdellidae	<i>Erpobdella octoculata</i>	130	12
	Glossiphoniidae	<i>Hemiclepsis marginata</i>	2	
Crustacea	Asellidae	<i>Asellus aquaticus</i>	14	20
	Crangonyctidae	<i>Synurella ambulans</i>	140	120
Gastropoda	Lymnaeidae	<i>Radix balthica</i>	434	152

Hemiptera	Planorbidae	<i>Anisus vortex</i>	400	944
		<i>Gyraulus crista</i>	4	
		<i>Gyraulus albus</i>	20	48
		<i>Planorbis planorbis</i> juv.		320
	Succineidae	<i>Succinea</i> sp.	2	
	Naucoridae	<i>Ilyocoris cimicoides</i> ssp.	10	
	Notonectidae	<i>Notonecta glauca</i> ssp.	2	23
	Pleidae	<i>Plea minutissima</i> ssp.	4	32
	Micronectidae	<i>Micronecta minutissima</i>		4
	Nepidae	<i>Ranatra linearis</i>		1
Lepidoptera	Corixidae	<i>Hesperocorixa linnaei</i>	2	4
	Pyralidae	<i>Parapoynx stratiotata</i>	2	
		<i>Cataclysta lemnata</i>	36	12
Turbellaria	Planariidae	<i>Planaria</i> sp.	2	
Ephemeroptera	Baetidae	<i>Cloeon dipterum</i>	1838	764
	Caenidae	<i>Caenis horaria</i>		4
Odonata	Coenagrionidae	<i>Coenagrion puella/pulchellum</i>	52	8
		<i>Ischnura elegans</i>		8
Coleoptera	Aeshnidae	<i>Aeshna cyanea</i>		4
	Haliplidae	<i>Haliplus</i> sp. Ad.	10	16
	Dytiscidae	<i>Agabus undulatus</i> Ad.	8	
		<i>Agabus</i> sp. Lv.		4
		<i>Ilybius</i> sp. Ad.	4	1
		<i>Ilybius</i> sp. Lv.	2	4
		<i>Hydroporus</i> sp. Ad.	14	
		<i>Hyphydrus ovatus</i> Ad.	6	28
		<i>Hyphydrus ovatus</i> Lv.		28
		<i>Hygrotus inaequalis</i> Ad.	4	8
		<i>Hygrotus versicolor</i> Ad.	2	
		<i>Laccornis</i> sp. (oblongus) Lv.		4
		<i>Laccornis</i> sp. (oblongus) Ad.		8
		<i>Hydraena</i> sp. Ad.	4	
	Helophoridae	<i>Helophorus</i> sp. Ad.	4	4
	Hydrophilidae	<i>Enochrus</i> sp. Ad.	4	
		<i>Coelostoma</i> sp. Ad.	2	
1	2	3	4	5
Trichoptera	Scirtidae	<i>Anacaena</i> sp. Ad.	2	
		<i>Hydrobius</i> sp. (fuscipes) Lv.		8
		<i>Elodes</i> sp. Lv.	4	
Diptera	Leptoceridae	<i>Mystacides nigra/longicornis</i>		4
	Limnephilidae	<i>Limnephilus</i> sp. (rhombicus)		8
	Chaoboridae	<i>Chaoborus crystallinus</i>	68	22
	Ceratopogonidae	Ceratopogonidae Gen. sp.	18	8
	Dixidae	Dixidae Gen. sp.		8
	Culicidae	Culicidae Gen. sp.	2	
	Limoniidae	Limoniidae Gen. sp.	4	

	Chironomidae	Chironominae Gen. sp.	10	1460
		Tanypodinae Gen. sp.		48
		Orthocladinae Gen. sp.		24
	Ephydriidae	<i>Hydrellia</i> sp.	4	
	Sciomyzidae	<i>Elgiva</i> sp.	2	
		<i>Sciomyzidae</i> Gen sp.		8
Total specimens			3320	4307
Total taxa			40	40

Table 2. Taxa caught by baited traps in 2018; N – number of recorded specimens, ♂ - males, ♀ - females, * - species recorded only by traps.

Group	Family	Identified taxon	N viso	♂	♀
Coleoptera	Dytiscidae	* <i>Acilius canaliculatus</i>	5	4	1
		* <i>Acilius sulcatus</i>	1	1	
		<i>Agabus undulatus</i>	1	1	
		* <i>Colymbetes striatus</i>	8	4	4
		* <i>Dytiscus dimidiatus</i>	8	6	2
		* <i>Hydaticus seminiger</i>	1	1	
		* <i>Hydaticus transversalis</i>	2	2	
		* <i>Ilybius ater</i>	3	3	
Hemiptera	Naucoridae	<i>Ilyocoris cimicoides</i>	3		
	Notonectidae	<i>Notonecta glauca</i>	5		
	Nepidae	* <i>Nepa cinerea</i>	1		

Ecological status

Richness of sensitive to pollution taxa is frequently used as indicator of ecological quality status. With respect to widely used EPT index, the total number of species of Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera, the ecological status of the oxbow lake has improved after the restoration measures. In 2018, Plecoptera and Trichoptera were absent and only one Ephemeroptera species was present, whereas in 2020, four EPT species were recorded – two ephemeropterans and two trichopterans (Table 1).

An improvement of the ecological status of the Šyša Oxbow Lake following restoration also suggest such metrics as BMWP, ASPT and diversity estimate. These metrics in 2020 were higher in comparison to 2018 (Table 3).

Table 3. Indicators of ecological quality status of the Šyšos Oxbow Lake in 2018 and 2020.

Metric	2018	2020
BMWP	84	98
ASPT	4.2	4.9
H ₁	5.35	7.93

#CEP	14	10
%COP	0.04	0.03
LEMI	0.57	0.55

Meanwhile, the LLMI index in which beetles have a considerable weight has indicated rather similar status during both 2018 and 2020. LLMI was estimated at about 0.6. This value, if to follow boundary values of quality classes for Lithuanian lakes, suggests that the Šyša Oxbow Lake may be considered as water body of **GOOD** ecological quality.

Fish abundance and biomass

During the study, 10 fish species caught in the Šyša River in 2020 (Table 4). Compared to 2018, the spined loach wasn't caught, but new species have been recorded: ide, common dace and sunbleak. The total estimated fish biomass in the Šyša River was 0,712 kg/100m², and the density was 13,75 pcs./100m², respectively in 2018 – 0,834 kg/100m² and 13,75 pcs./100m². Almost 5-fold decrease in total fish density was due to a significantly lower abundance of bleak.

In year 2020 survey, 5 fish species were caught in the Šyša riverbed, in year 2018 only 3 fish species were caught, two new species: common bream and silver bream. The total estimated fish biomass in the Šyša oxbow lake was 0,92 kg/100m², the density was 4,63 pcs./100m². Compared to the results of survey in 2018, in 2020 the abundance of fish increased almost 9 times, biomass 5 times, but according to other Lithuanian lakes and ponds, these indicators still remains relatively low. The low abundance rates were due to the almost complete absence of juveniles in the catch (only 2 pike juveniles were caught), as only large individuals were caught. As in previous survey, low fish abundance rates were due to the almost complete absence of juveniles in the catch (only 2 pike juveniles were caught), only large individuals were caught in other fish species.

Table 4. Fish species caught, their weight (B,kg), abundance (N, pcs.), calculated biomass (kg/100m²) and density (pcs./ 100m²) in Šyša and Šyša's oxbow lake.

Šyša river								
Rūšis	B		N		B/100m ²		N/100m ²	
	2018	2020	2018	2020	2018	2020	2018	2020
Bleak (<i>Alburnus alburnus</i>)	1,401	0,044	429	28	0,174	0,006	53,4	3,8
Gudgeon (<i>Gobio gobio</i>)	0,038	0,006	3	2	0,005	0,001	0,4	0,3
Perch (<i>Perca fluviatilis</i>)	0,488	0,224	34,8	14	0,061	0,031	4,3	1,98
Roach (<i>Rutilus rutilus</i>)	2,988	0,936	42	27	0,372	0,127	5,2	3,7
Pike (<i>Esox lucius</i>)	0,644	0,811	4	1	0,08	0,11	0,5	0,14
Chub (<i>Leuciscus cephalus</i>)	1,085	0,897	4	6	0,135	0,122	0,5	0,82
Silver bream (<i>Blicca bjoerkna</i>)	0,05	0,064	4	5	0,006	0,009	0,5	0,68
Spined loach (<i>Cobitis taenia</i>)	0,011	-	2	-	0,001	-	0,2	-
Common dace (<i>Leuciscus leuciscus</i>)	-	0,006	-	6	-	0,001	-	0,82
Ide (<i>Leuciscus idus</i>)	-	2,243	-	10	-	0,305	-	1,307
Sunbleak (<i>Leucaspis delineates</i>)	-	0,001	-	2	-	0,0001	-	0,27
Total:	6,705	5,2318	522,8	101	0,834	0,712	65	13,75
Šyša's oxbow lake								
Pike (<i>Esox lucius</i>)	0,381	0,088	2	2	0,03	0,009	0,16	0,25
Common bream (<i>Abramis brama</i>)	-	2,493	-	3	-	0,312	-	0,38
Roach (<i>Rutilus rutilus</i>)	0,69	3,821	3	23	0,05	0,478	0,24	2,88
Perch (<i>Perca fluviatilis</i>)	0,19	0,492	2	6	0,02	0,062	0,16	0,75
Silver bream (<i>Blicca bjoerkna</i>)	-	0,469	-	3	-	0,059	-	0,38
Total:	1,261	7,343	7	37	0,1	0,918	0,56	4,63

Ecological status of Šyša River

The ecological status of Šyša River was evaluated using the ecological status index LFI (Lithuanian fish index) of rivers in Lithuania based on fish community (LŽI; LAND 85-2007). For the application of LFI, the studied river section according to the hydro morphological parameters is classed as a 2-nd type of river (5 table).

Ecological river state evaluated according to specific river-type LFI indicators (LAND 85-2007). Different ecological status classes are given in Table 5 for the variation of the values of LFI. For LFI estimation, the species caught in the study are classified into ecological groups in accordance with the classification of European fish species classification (5 table).

Table 5. Types of Lithuanian rivers.

	Categories of rivers				
Characteristics:	1	2	3	4	5
Watershed area, km ² :	<100	100-1000		>1000	
Riverbed slope, m/km:	–	<0,7	>0,7	<0,3	>0,3

Table 6. Apportionment of fish species detected in the research to ecological groups for the estimation of values of LFI indices.

Rūšis	Ecological groups*				
	NTOLE	TOLE	OMNI	RH	LITH
Bleak		TOLE	OMNI		
Perch		TOLE			
Gudgeon				RH	
Spined loach					
Roach		TOLE	OMNI		
Pike					
Silver bream		TOLE	OMNI		
Chub			OMNI	RH	LITH
Ide			OMNI	RH	
Dace			OMNI	RH	LITH
Sunbleak			OMNI		

* NTOLE – particularly sensitive to fish; TOLE – insensitive fish; OMNI – omnivorous fish; RH – rheophilic (riverine) fish living only in running water; LITH – lithophilous fishes (spawning only on the stones and pebbles).

Table 7. Indicative value of indicators reflecting ecological groups (R), reference index value (RC), the estimated value of the indicator, in scale 0-1 (NR) and the value of the river status indicator - LFI.

Indicator	R		NR		RC
	2018	2020	2018	2020	
<i>NTOLE n%</i>	0	0	0	0	22
<i>NTOLE sp pcs.</i>	-	-	-	-	-
<i>TOLE n%</i>	97,5	73,6	0,037	0,39	33
<i>TOLE sp%</i>	50	40	0,61	0,73	18
<i>OMNI n%</i>	91,6	80,8	0,133	0,31	37
<i>RH n%</i>	1,3	23,4	0,023	0,4	58
<i>LITH n%</i>	0,8	12	0,015	0,23	52
<i>LITH sp %</i>	12,5	20	0,305	0,49	41
LFI			0,16 (bad)	0,36 (bad)	

- NTOLE, (N %)- Relative abundance (%) of intolerant (especially sensitive) fish in the community;
- LITH, (N %)- Relative abundance (%) of litophilous fish in the community;
- LITH, (sp. %)- Relative abundance (%) of litophilous fish in the community;
- NTOLE sp. Number of non-tolerant fish species;
- RH, (N %)- Relative abundance (%) of rheophylic fish in the community;
- TOLE, (N %)- Relative abundance (%) of tolerant (non-sensitive) fish in the community;
- OMNI, (N %)- Relative abundance (%) of individuals of omnivorous fish in the community;
- TOLE, (sp. %)- The relative number of tolerant fish species (% of all species) in the community.

The calculated indicator values on the 0-1 scale represent the ecological status of the corresponding indicator. The actual ecological status of the relevant research area in the river is determined by deducting the average of all the required LFI indices for the calculation of the indicator values according to the formulas:

$$NR=R/RC$$

$$NR(OMNI \text{ ir } TOLE)=(R-100)/(RC-100)$$

$$L\check{Z}I=(NR1+NR2+.....+NRn)/N$$

here:

NR – the value of the indicator set at the relevant study area on the scale 0-1;

R – the value of the indicator determined at the relevant study area;

RC – the reference value of the indicator for the type concerned.

NR₁+...+NR_n – values ratio of the various ecological groups of fishes to their reference values;

N – number of indicators reflecting different ecological groups of fish.

Table 8. Ecological status of class 2 type rivers according to LFI

River type	Ecological status according LFI				
	Very good	Good	Average	Bad	Very bad
2	>0,936	0,936-0,716	0,715-0,401	0,400-0,109	<0,109

According to the LFI, the ecological status index was determined during the survey conducted in the Šyša River – **0,36** (Table 7) and is assessed as **bad** ecological status. The low value of the indicator was determined by the fact that no individuals of fish species sensitive to pollution and human impact (NTOLE) were detected during the research. A relative high abundance of tolerant fish species (TOLE) to human impact and pollution, and omnivorous (OMNI) fishes were caught. The abundance of fish species belonging to the TOLE and OMNI ecological groups accounted for 73,6% and 80,8% of the total fish abundance, respectively, and resulted in lower values of the indicator. As in previous survey, the relative abundance of lithophilic (LITH) fish, species diversity, and abundance of rheophilic (RH) fish remained relatively low. Although the ecological status indicator has improved compared to previous surveys in 2018, the ecological status according LFI remains bad.

Table 9. Comparison of the ecological status of Šyša River with previous studies.

2011	LFI	0,349
	The river sections condition	Bad
2012	LFI	0,659
	The river sections condition	Average
2018	LFI	0,16
	The river sections condition	Bad
2020	LFI	0,36
	The river sections condition	Bad

According to the results of multi-annual surveys (Table 9), the results and assessment of ecological status in 2020 remain quite similar compared to previous years. Only in year 2012, the ecological status estimated as average, but in year and 2020 2018 and 2011, the ecological status again assessed as bad. Although, above the research section, the river dam is equipped with a fish path that minimizes the impact of the dam and ensures unhindered fish migration up and down the

stream, it is not sufficient to achieve better ecological status. It is likely that such a poor, perennial ecological status can be attributed to anthropogenic impacts and pollution in the river basin itself.

Ecological status of Šyša's oxbow lake

According to its hydro morphological parameters, the Šyša's oxbow lake is classified as shallow, polymictic water bodies with an average depth <3 meters (9 table). The Lithuanian lake fish index - LLFI - was used for ecological status assessment (Virbickas, 2016). In 2020 five fish species were caught in this water body: pike, perch, roach, common bream, and silver bream (4 table). There is still a lot of sludge, dead organic matter at the bottom of the Šyša's oxbow lake, but the water surface is only partially covered with duckweed, and the measured amount of dissolved oxygen in the water was normal.

Table 10. Criteria for the distinction of lakes, ponds and quarries ≤ 3

Types of water bodies in the lake category				
Criterion:	Poly Polymictic		S Stratified	DS Deep stratified
Average depth (m)	≤ 3	> 3	> 3	n^*
Maximum depth (m)	n^*	< 11	11-30	> 30

* „ n^* “ - criterion not used

Table 11. Fish indicators and their changes in the state of the class.

Type of lake	Indicators	Reference value	Class status				
			V. good	Good	Average	Poor	V. bad
1 (POLY)	Silver bream Q% ¹	1,5	< 4	4-10	11-18	19-25	> 25
	Benthivor_Sp Q% ²	10	< 20	20-34	35-46	47-60	> 60 (0)
	Perch N% ³	30	> 25	25-18	17-10	9-5	< 5
	Obligatory species ⁴	6	6	5	4	< 4	< 4
	Non-indigenous, translocated species Q % ⁵	0	-	-	< 1	1-5	> 5

Description of the LLPI Indicators:

- 1 Silver bream Q% - the relative biomass of the silver bream (*Blicca bjoerkna*).
- 2 Benthivor_Sp Q% - relative biomass of bream, silver bream and ruff;
- 3 Perch N% – relative abundance of perch;
- 4 Obligatory species: POLY lake – bleak, rudd, pike, tench, perch, roach;
- 5 Non-indigenous, translocated species Q% - total relative biomass (%) of the individuals of pike perch, common carp, prussian carp and other non-indigenous species in the community

Table 12. The values of the variables (except for obligatory species and relative biomass of non-place-translocated species) are transformed into the EKS scale ("1" is a good state, "0" is in poor condition).

Type of lake	Indicators	(maximum value)	Class status				
			V. good	Good	Average	Poor	V. bad
1 (POLY)	Benthivor_Sp %_EKS Q	(70)	1.0-0.834	0.833-0.600	0.599-0.400	0.399-0.167	0.166-0.0
	Perch N%_EKS		1.0-0.834	0.833-0.600	0.599-0.333	0.332-0.167	0.166-0.0

The transformation of the indicators presented in table 11 into the ecological quality ratio (EQS) follows the formulas below.

1 - Benthivor_Sp Q% indicators:

$EKS = (X - X_{max}) / (X_{et} - X_{max})$, kur X – calculated value, X_{et} – reference valued (10 table), X_{max} – theoretical maximal value (11 table);

When EKS indicator value >1 or <0, the value of the indicator is equaled accordingly „1“ or „0“.

Table 13. The value of the obligatory species in the EKS depends on the number of obligatory species found in the lake.

Type of lake	1 (POLY)	Number of obligatory species			
		6	5	4	<4
Obligatory species EKS		1	-	0,2	0

Note: If any of the obligatory species of fish is wasn't caught, but it is known that it actually lives in the lake, it is added to the other types when determining the EKS indicator for obligatory fish species

Table 14. Relative biomass of non-native and translocated species (Q%) of the EKS value

Indicator of relative biomass (Q%) of non-indigenous and translocated species				
Q%	0%, or only 1 individual in a SFE catch	<1%	1-5%	≥5%
EKS	- (indicator not used)*	0,5	0,2	0

* - the indicator is only used when more than 1 individual is caught with 8 selective gillnets through standardized fishing effort.

SFE – standardized fishing effort

The LLFI is the average of all EKS indicators. The limits of LLFI variation in different state classes are presented in Table 15.

Table 15. Ecological status of lakes according to LLFI values

Type of lake	Ecological status class				
	V. good	Good	Average	Poor	V. bad
1-3	1,00-0,87	0,86-0,61	0,60-0,37	0,36-0,18	0,17-0,00

Table 16. Calculated fish indicators, reference values, ecological quality ratios and their status classes.

Rodikliai	Calculated value		Ecological quality ratio		Reference value	Status	
	2018	2020	2018	2020		2018	2020
<i>Silver bream Q % EKS</i>	-	6,4	-	0,83	1,5	-	Good
<i>Benthivora Sp Q %</i>	0	40,4	0	0,49	10	Very bad	Average
Perch N%	28,6	16,2	0,95	0,54	30	Very good	Average
Obligatory species	3	3	0	0	6	Very bad	Very bad
Non-indigenous, translocated species Q%	0	0	-	-	-	-	-
LLFI			0,32	0,47	-	Poor	Average

According to the survey of year 2020, the value of LLFI in the Šyša oxbow lake was estimated – **0,47**, and the ecological status is assessed as **average** (Table 16). Such value of the LLFI indicator and the assessment of the ecological status was determined by the fact that a small number of obligatory fish species was caught. As in previous survey, only 3 fish species were found: pike, roach, perch, therefore it is expected that tench, rudd, and common bleak is non-existing in this body of water or their abundance is extremely low. No non-native, translocated fish species were identified, so this indicator was not included in the ecological status assessment, but two new species, common bream and silver bream. Although silver bream and common bream wasn't detected in 2018 survey, it is probable that even at that time these species had to be in the fish community of the Šyša's oxbow lake, as only mature, large individuals were caught. The relative biomass of silver bream in fish community is small, so their biomass index value is considered good. Due to the relatively large catch of common and silver breams, the relative biomass of benthic fish was estimated 40,4% of the total fish biomass, and the value of the

Benthivor_Sp Q% indicator was set at 0,49. The relative abundance of perch decreased compared to 2018, and the value of this indicator is assessed as average.

Compared to the results of previous study, the assessment of ecological status has improved from poor to average. Biomass and abundance determined in 2020 are almost nine times higher (Table 4). In year 2018 survey, the total fish abundance was determined to be about 0,1 kg/100m² and the biomass to be 0,56 pcs./100m², in 2020 survey, 0,918 kg/100m² and 4,63 pcs./100m², respectively. However, in both surveys, juvenile fish were almost non-existent, indicating an unstable, damaged state of the fish community and individual species populations, therefore the values of the ECI indicators and the estimation of the ecological status should be treated with caution.

CONCLUSIONS

1. Although visually the Šysa Oxbow Lake seems as heavily silted water body of low ecological quality, its macroinvertebrate fauna is rather rich. High richness is a characteristic of beetles.
2. In total, 66 macroinvertebrate taxa were recorded in the Šysa Oxbow Lake
3. According to Lithuanian Lake Macroinvertebrate Index the Šysa Oxbow Lake was assessed as water body of good ecological status.
4. Such water body quality metrics as EPT, BMWP, ASPT and biodiversity indicators were higher in 2020 than in 2018. This pattern may suggest that ecological quality of the Šysa Oxbow Lake has improved following restoration measures.
5. Obtained results should be read with caution as LLMI was designed for assessment of Lithuanian lakes. Specific metrics for quality assessment of small stagnant water bodies such as oxbow lakes or ponds are currently not available in Lithuania.
6. According to the Lithuanian Ecological Status Index - LFI, the ecological status indicator estimated in the surveyed section of the Šyša River is **0,36** and the ecological status is assessed as **bad**.
7. The perennial bad ecological condition according to the indicators of the LFI in Šyša below the dam can be related to the fact that the river flows through the city of Šilutė and experiences a high anthropogenic pressure, as well as pollution of economic activities in the river basin itself.
8. According to the estimated value of the LFFI indicators, the value of the index in the Šyša's oxbow lake, is **0,47**, and the ecological status class is assessed as **average**. As in previous survey years, almost no juveniles were caught, the fish abundance was found to be very low – 4,63 pcs./100 m², therefore the significance of the ecological status obtained according to the LFFI should be assessed with caution.
9. Comparing the results of the year 2020 and 2018 surveys in the Šyša's oxbow lake, the improvement of the LFFI index and the ecological status class can be seen. Recorded total fish biomass and abundance increased compared with 2018. Such a sudden change in biomass and abundance in the fish community should not be directly related to the impact of clean-up operations, but rather to the increased efficiency of fishing during survey, as there has been a sharp decline in floating duckweed cover and submerged aquatic vegetation.

LITERATURE

1. Armitage P. D., Mos, D., Wright J. F., Furse M. T., 1983. The performance of a new biological water quality score system based on macroinvertebrates over a wide range of unpolluted running-water sites. *Water Research* 17: 333–347.
2. Baltic salmon scale reading. 1991. Report of the Baltic Salmon scale reading workshop. Utsjoki, Finland, 15-17 January, 1991.
3. Bohlin T., Sundstrom B. 1977. Influence of unequal catchability on population estimates using the Lincoln Index and the removal method applied to electrofishing. *Oikos* 28, 123-129.
4. Bukelskis E., Kubilickas A., 1988. Ichtiologijos laboratoriniai darbai.-Vilnius: VVU,- 75p. Gailiusis B., Jablonskis J., Kovalenkoviene M. 2001 Lietuvos upes. Kaunas.
5. Hill M. O., 1973. Diversity and evenness: a unifying notation and its consequences. *Ecology* 54, 427–432.
6. Junge C.O., Libosvarsky J. 1965. Effects of size selectivity on population estimates based on successive removals with electrical fishing gear. *Zool. Listy*. 14, 171-178.
7. LAND 85-2007 Lietuvos žuvų indekso apskaičiavimo metodika. LR AM ministro 2007 m. balandžio 4 d. įsakymas Nr. D1-197. Valstybės Žinios, 2007 04 28, Nr. 47-1812.
8. Lietuvos respublikos aplinkos ministro įsakymas, 2005 m. spalio 20 d., Nr. D1-501 “Dėl žuvų išteklių tyrimų metodikos patvirtinimo”
9. Pravdin I. F. Rukovodstvo po izučėniju rib. Maskva. 1966. (rusų k.).
10. Seber G.A., Le Cren E. D. 1967. Estimating population parameters from catches large relative to the population. *J. Anim. Ecol.* 36, 631-643.
11. Shannon C. E., Weaver W., 1949. The Mathematical Theory of Communication. University of Illinois Press, Chicago, 55 p.
12. Šidagytė E., Višinskienė G., Arbačiauskas K., 2013. Macroinvertebrate metrics and their integration for assessing the ecological status and biocontamination of Lithuanian lakes. *Limnologica* 43(4): 308–318.
13. O'Hare M. T., Tree A., Neale M. W., Irvine K., Gunn I. D., Jones J. I., Clarke R. T., 2007. Lake benthic macroinvertebrates I: improving sampling methodology. Science Report: SC030294/SR1. Science. Environment Agency, Almondsbury, Bristol, 20 p.
14. Valstybės žinios, 2011-09-03, Nr. 109-5146 “Dėl Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2007 m. balandžio 12 d. įsakymo Nr. D1-210 "Dėl Paviršinių vandens telkinių būklės nustatymo metodikos patvirtinimo" pakeitimo.

15. Virbickas, T., Stakėnas, S. 2016. Composition of fish communities and fish-based method for assessment of ecological status of lakes in Lithuania. *Fisheries Research* 173: 70-79.
16. Zippin C. 1958. The removal method of population estimation. *J. Wildl. Manage.* 22, 82-90.
17. <http://www.therrc.co.uk/manual-river-restoration-techniques>. First edition 1999.