



Latvijas vides
aizsardzības fonda
administrācija



**LATVIJAS
UNIVERSITĀTE**

Lagūnu ekoloģiskās kvalitātes novērtējums

(projekta reģ. Nr. 1-08/54/2020)

PĀRSKATS



RĪGA, 2021

Saturs

IEVADS	3
1. Latvijas lagūnu raksturojums	4
2. Lagūnu lauku pētījumi un izmantotās metodes	6
2.1. Ūdens paraugu ķīmisko analīžu metodes	11
2.2. Sedimentu paraugu analīžu metodes	12
2.3. Makrozoobentosa novērtēšanas metodes	18
2.4. Makrofītu novērtēšanas metodes	18
2.5. Zooplanktona novērtēšanas metodes	19
2.6. Fitoplanktona novērtēšanas metodes	19
3. Rezultāti	20
3.1. Lagūnu ūdens ķīmisko analīžu rezultāti	20
3.2. Organisko vielu un metālu saturs lagūnu sedimentos	24
3.3. Makrozoobentosa sugu sastāvs	29
3.4. Makrofītu sugu sastāvs un sastopamība	31
3.5. Zooplanktona taksonomiskais sastāvs un sastopamība	35
3.6. Fitoplanktona taksonomiskais sastāvs un biomasa	39
4. Lagūnu ekoloģiskās kvalitātes vērtējums	42
Izmantotā literatūra	44
Pielikumi	47

Ievads

Latvija ir viena no retajām Eiropas valstīm, kurā jūras un pludmales biotopi lielākās platībās ir samērā maztraucēti. Tikai ~10% no jūras krasta Latvijā tieši ietekmē ostu infrastruktūra, dažādi jūras krastu stiprinājumi un dzīvojamās ēkas. 20. gs. otrajā pusē lielākā daļa Baltijas jūras piekrastes Latvijā bija slēgtā zona – bijušās PSRS robeža, tāpēc Latvijā ir saglabājušās daļēji mazskartas un vietām neskartas pludmales, jūras seklūdēns un piejūras platības (Eiropas Savienības..., 2013). ES aizsargājamās iesāļu augtēnu dzīvotnes reģistrētas 426 ha kopplatībā, kas ir ļoti niecīgs daudzums no kopējās Latvijas sauszemes teritorijas (Conservation status..., 2013). Kā vienus no vairāk ietekmētajiem piejūras biotopiem var uzskatīt 1150* *Lagūnas*, kas pēdējo gadsimtu laikā tiek apdraudētas gan izplešoties apdzīvotām vietām, gan nepiemērotas apsaimniekošanas dēļ (Eiropas Savienības..., 2013).

Lagūnu definīcija: daļēji vai pilnīgi no jūras ar smilšu strēlēm vai akmeņiem, retāk klintīm un pamatiežiem, norobežotas sekļas, dažāda sāļuma un apjoma ūdenstilpes. Tā kā lagūnas parasti ir sekļas, tās ļoti ietekmē nokrišņi, iztvaikošana un īslaicīga pārplūšana ziemā, kā dēļ svārstās ūdens temperatūra un sāļums (Eiropas Savienības..., 2013). Lagūnas ir nozīmīgas dzīvotnes halofītisko sugu sabiedrībām. Nelielā sugu skaita un dinamisko apstākļu dēļ šīs sabiedrības ir ļoti jutīgas pret cilvēka darbību. Ja lagūna ir izolēta no jūras tiešas ietekmes un traucējums samazinās, tad strauji palielinās dūņu slāņa biezums un lagūna aizaug, bet seklākās vietas pārpurvojas (Laime 2018).

Visilgstošāk vairākas lagūnas pastāv Rīgas jūras līča austrumu krastā starp Salacgrīvu un Ainažiem, kā arī starp Svētupes ieteku jūrā un Salacgrīvu. Rīgas jūras līča rietumu krastā dažas nelielas lagūnas izveidojušās Mērsragā, bet līča dienvidos – Daugavgrīvas salā. Šobrīd trūkst informācijas par šo ekosistēmu kvalitāti un indikatoriem, kas par to liecina. Projekta “Lagūnu ekoloģiskās kvalitātes novērtējums” ietvaros apsekotas lagūnas pie Mērsraga un dabas liegumā “Randu pļavas”.

Projekta mērķis: veikt divu Latvijas lagūnu teritoriju izpēti to esošā ekoloģiskā stāvokļa raksturošanai.

Projekta rezultātā iegūti pirmreizēji kompleksi dati par lagūnām. Pētījuma ietvaros analizēts sedimentu un ūdens fizikāli-ķīmiskais sastāvs, makrozoobentosa sugu sabiedrības, fitoplanktona un zooplanktona sugu sastāvs, kā arī raksturota lagūnu veģetācija.

Projektā piedalījās Latvijas Universitātes Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultātes un Latvijas Universitātes Bioloģijas institūta pētnieki:

Linda Dobkeviča (projekta vadība, ūdens paraugu ievākšana, ķīmiskā sastāva analīze),

Laura Grīnberga (makrofītu sugu sastopamības un izplatības analīze),

Agnija Skuja (makrozoobentosa paraugu ievākšana un analīze),

Dāvis Ozoliņš (makrozoobentosa paraugu ievākšana un analīze),

Ivars Druvietis (fitoplanktona sastāva analīze),

Viesturs Ozols (kartogrāfiskā materiāla sagatavošana un sedimentu paraugu analīze),

Oskars Purmalis (sedimentu paraugu ievākšana),

Jana Paidere (zooplanktona analīze)

Konstantīns Vilīgurs (metālu saturu noteikšana sedimentos).

1. Latvijas lagūnu raksturojums

Jūras un iesāļu augtņu biotopi nodrošina Baltijas jūras austrumu piekrastei raksturīgo sugu un sabiedrību kompleksa saglabāšanos. Šīs sabiedrības veido jūras un vēja pastāvīgai ietekmei, iesāļiem vides apstākļiem un mainīgam mitruma režīmam piemērojušās sugas (Eiropas Savienības..., 2013).

Jūras piekrastes ekosistēmas pieder pie ekoloģiski jutīgām un mainīgām, kas vienlaikus ir uzņēmīgas pret invazīvām sugām un vietējo sugu ekspansiju (Olenin and Leppākoski 1999).

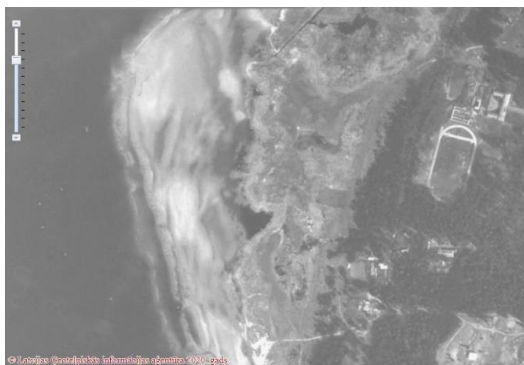
Pastiprināta antropogēnā ietekme piekrastes daļā gan iznīcina, gan būtiski pārveido jūras krasta dabisko vidi. Daudzās vietās biotopi pārmainās dabiskās sukcesijas rezultātā un ir nepieciešamība tos atjaunot. Tāpēc ļoti svarīgi ir savlaicīgi novērtēt situāciju, prognozēt iespējamās izmaiņas un ieteikt optimālākos risinājumus jūras krasta apsaimniekošanai un aizsardzībai. Viens no līdzekļiem ir piekrastes biotopu monitorings.

Jaunu, ilglaicīgu lagūnu veidošanās un saglabāšanās mūsdienā Latvijas piekrastē ir novērojama ļoti reti. Par īslaicīgām tiek uzskatītas lagūnas, kuru pastāvēšanas laiks ir 1-5 gadi. Īslaicīgās lagūnas morfoģenētiski ir identiskas pludmales peļķēm vai lāmām, tāpēc to pastāvēšanas sākuma posmā trūkst vizuālu kritēriju, lai noteiktu piederību.

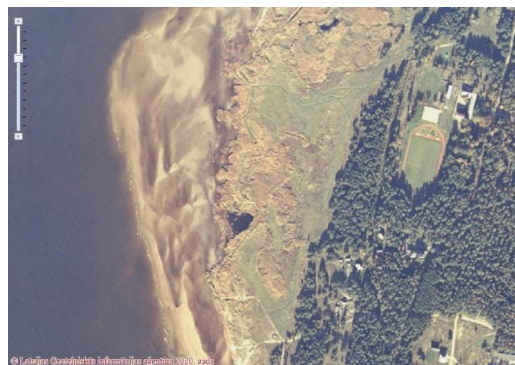
Ilglaicīgās lagūnas ir vienas no retākajām ekosistēmām Latvijā. Lagūnu ekosistēmas ir nozīmīgas putniem gan kā barošanās un atpūtas vietas to migrācijas periodā, gan kā ligzdošanas vietas, īpaši tārtiņveidīgajiem putniem, kaijām un pīlēm. Lagūnu bezmugurkaulnieki nodrošina barību smilšu krupja mazuļiem un bridējputniem (Laime 2018).

Lagūnu ekoloģisko stāvokli būtiski var ietekmēt gan Baltijas jūras ekoloģiskais stāvoklis, gan ieplūdes no grāvjiem, ceļiem un citām antropogēnām teritorijām. Ūdens piesārņojums veicina lagūnu aizaugšanu, galvenokārt ar niedrēm, kas ir viens no galvenajiem iemesliem lagūnu platību sarukšanai. Līdz par 20. gs. beigām ilglaicīgo lagūnu krastus un apkārtējos biotopus noganīja vai pļāva, tādējādi uzturot piejūras zālājiem un lagūnām labvēlīgus apstākļus. Mūsdienās šo lagūnu teritoriju apsaimniekošana ir būtiski samazinājusies vai pārtraukta, tādēļ lagūnās un ap tām lielās platībās veidojas blīvas vienlaidus niedru audzes, vietām kārklu krūmājs. Augu masai sadaloties, no jauna atbrīvojas barības vielas, palielinās ūdens eutrofikācija un, pieaugot dūņu slānim, samazinās smilšainās grunts platību īpatsvars lagūnās (Laime 2018).

Teritorijās, kur raksturīga jūras sanešu uzkrāšanās, ir potenciāls veidoties jaunām lagūnām. Tā veidojusies neliela lagūna Ainažu piekrastē – vietā, kur saneši norobežojusi nelielu jūras daļu (1. att.).



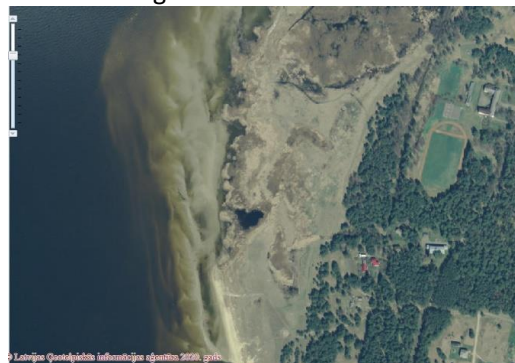
1994.-1999. gads



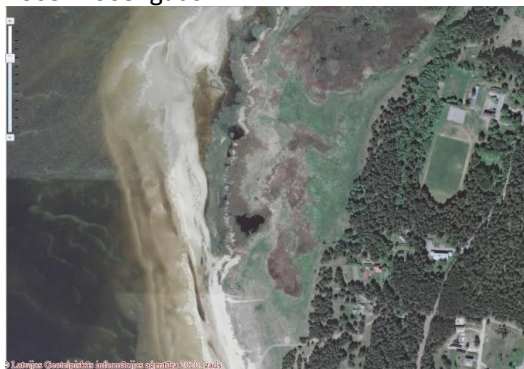
2001.-2005. gads



2005.-2008. gads



2010.-2011. gads



2013.-2015. gads



2016.-2018. gads

1. att. Ainažu lagūnas veidošanās laika posmā kopš 1994. gada (avots: <https://kartes.lgia.gov.lv/karte/>).

2. Lagūnu lauku pētījumi un izmantotās metodes

Pirmreizējā lagūnu apsekošana projekta ietvaros tika veikta 2020. gada jūlijā un augustā, lai novērtētu piekļuves iespējas lagūnām un izvēlētos turpmākās paraugu ievākšanas vietas.

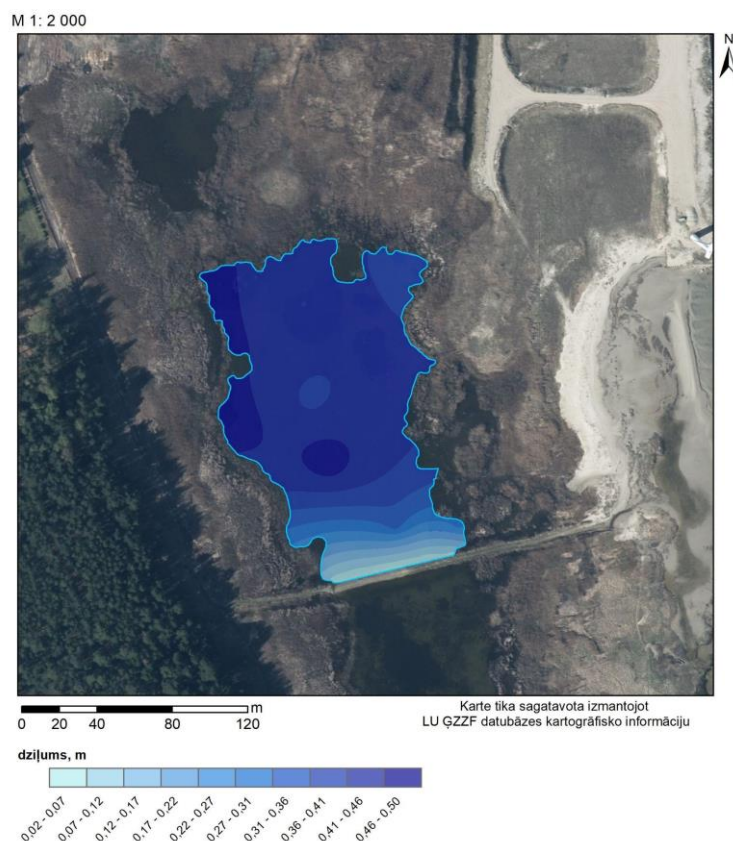
30.07.2020.	Ūdens paraugu ievākšana, makrofītu pētījumi, makrozoobentosa, fitoplanktona, zooplanktona paraugu ievākšana lagūnās pie Mērsraga
11., 12.08.2020.	Ūdens paraugu ievākšana, makrofītu pētījumi, makrozoobentosa, fitoplanktona, zooplanktona paraugu ievākšanas lagūnās DL "Randu pļavas" un Ainažos
24., 25.11.2020.	Ūdens paraugu ievākšana lagūnās Mērsragā, DL "Randu pļavas" un Ainažos
23.02.2021.	Ūdens paraugu ievākšana lagūnās pie Mērsraga
25.02.2021.	Ūdens paraugu ievākšana lagūnās DL "Randu pļavas" un Ainažos
11., 12.05.2021.	Ūdens paraugu ievākšana lagūnās Mērsragā, DL "Randu pļavas" un Ainažos
29., 20.06.2021.	Ūdens paraugu ievākšana, makrofītu pētījumi, fitoplanktona paraugu ievākšana lagūnās pie Mērsraga
01., 02.07.2021.	Ūdens paraugu ievākšana, makrofītu pētījumi, fitoplanktona paraugu ievākšana lagūnās DL "Randu pļavas" un Ainažos

Sedimentu paraugi tika ievākti 2020. gada augustā, kā arī kontroles paraugi ievākti 2021. septembrī.

Mērsraga lagūnas

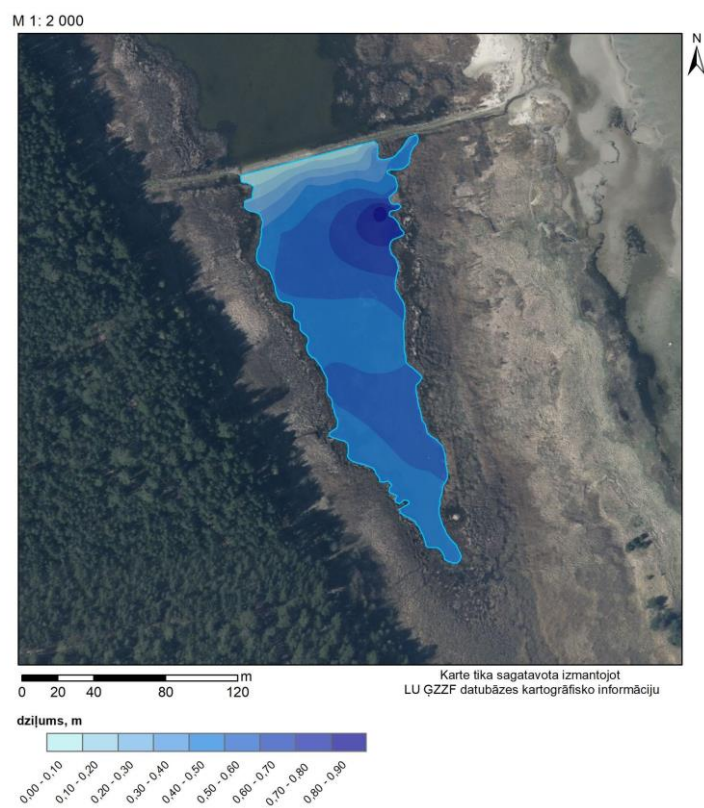
Pētītās Mērsraga lagūnas atrodas dabas parkā „Engures ezers”, Rīgas līča rietumu piekrastē. Teritorijas klimatu ietekmē tiešais jūras tuvums. Vasaras ir vēsas un lietainas, bet ziemas ir maigas un nepastāvīgas. Valdošais vēju virziens ir D-DR, taču maijā dominē Z vēji. Vidējais nokrišņu daudzums ir 600 mm, līdz ar to šajā teritorijā nokrišņi ievērojami dominē pār iztvaikošanu (Briede, Lizuma 2007). Dabas parka teritoriju pēc to ģeoloģiskās piederības var iedalīt divās daļās – austrumu daļa, kas atrodas tuvāk Rīgas līcim, ietilpst Piejūras zemienē Engures dabas apvidū, savukārt rietumu daļa jau atrodas Ziemeļkursas augstienē. Šim krasta posmam raksturīgas smilšainas pludmales, kurās pēdējo gadu laikā novērojama neliela krastu erozija. Nelielā posmā pirms Mērsraga ostas sastopamas apaugušās pludmales (Eberhards, Lapinskis 2008; Strautnieks, Grīne 2013).

Pētītās Mērsraga 1 un 2 lagūnas atrodas uz D no ostas un tās vienu no otras atdala mākslīgi veidots uzbērums, kas veidots kā piebraucamais ceļš uz jūru. Šīs lagūnas ir savienotas ar caurteku, kas ievietota zem uzbēruma. Mērsraga 1 lagūnas dziļums pieaug virzienā uz ZR, maksimālais ūdens dziļums nepārsniedz 0,5 m, uz grunts irdens dūņu slānis (2. att.). Ostas attīstība un vēja turbīnu izbūve ir būtiski ietekmējusi lagūnas, aizberot dabisko savienojumu ar jūru.

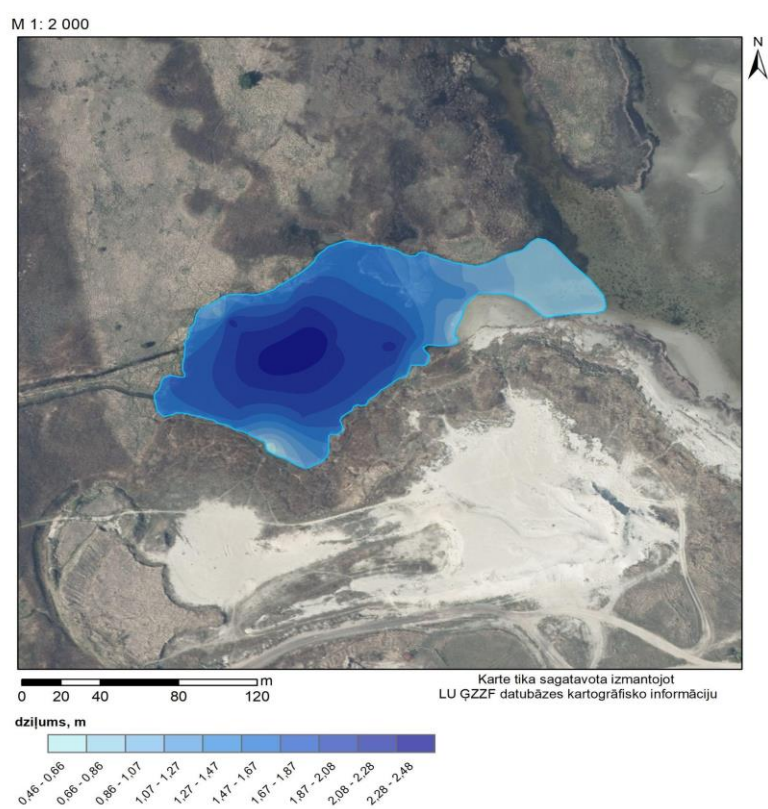


2. att. Mērsraga 1 lagūnas dziļuma karte.

Lagūna 2 atrodas mākslīgi veidotā uzbēruma D pusē, lagūnas dziļums vidēji 0,4 m, ZA daļā sasniedzot 0,8 - 0,9 m (3. att.). Abas lagūnas ar jūru saista mākslīgi veidoti grāvji gar ceļa uzbēruma malām. Pētījuma laikā šis uzbērums ir ticis atjaunots, un savienojums ar jūru lagūnu pusē padziļināts. Atkarībā no vēja virziena un ūdens līmeņa caur grāvjiem notiek ūdens apmaiņa starp jūru un lagūnām. Lagūnā ligzdo gulbji, kas ietekmē biogēnu daudzumu ūdenstilpē.



3. att. Mērsraga 2 lagūnas dziļuma karte.



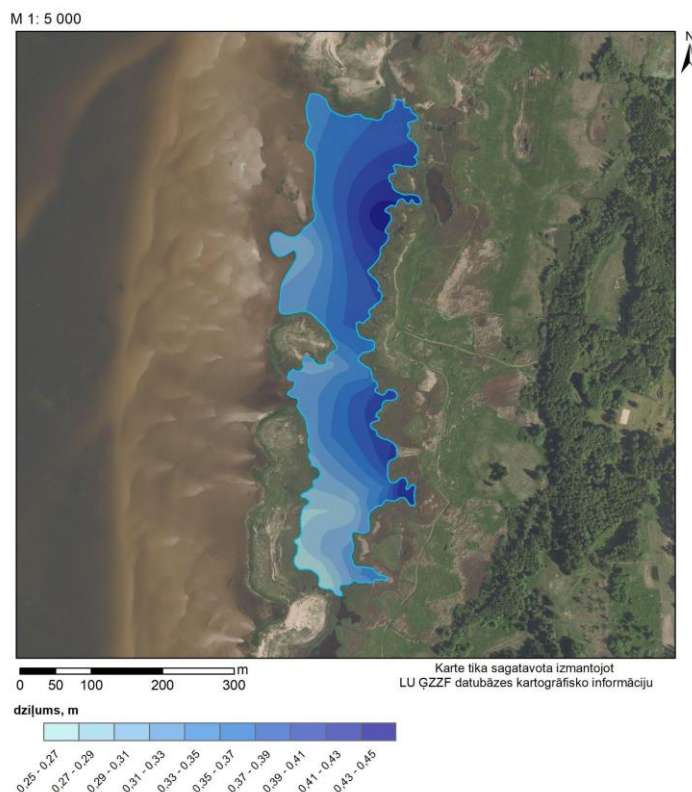
4. att. Mērsraga 3 lagūnas dziļuma karte.

Mērsraga 3 lagūna atrodas uz Z no Mērsraga kanāla un ir dziļākā no projektā apsekotajām lagūnām. Tās dziļums vidū sasniedz 2,5 metrus (4. att.), jo lagūna ir veidojusies ostas attīstības rezultātā un mākslīgi padziļināta (pers. kom. R. Šiliņš). Lagūnai ir savienojums ar jūru, kas nodrošina brīvu ūdens apmaiņu. Pētījuma laikā novērots, ka lagūna intensīvi tiek izmantota makšķerēšanai, kas rada papildus barības vielu slodzi ūdenstilpei.

Lagūnas DL “Randu pļavas” un Ainažos

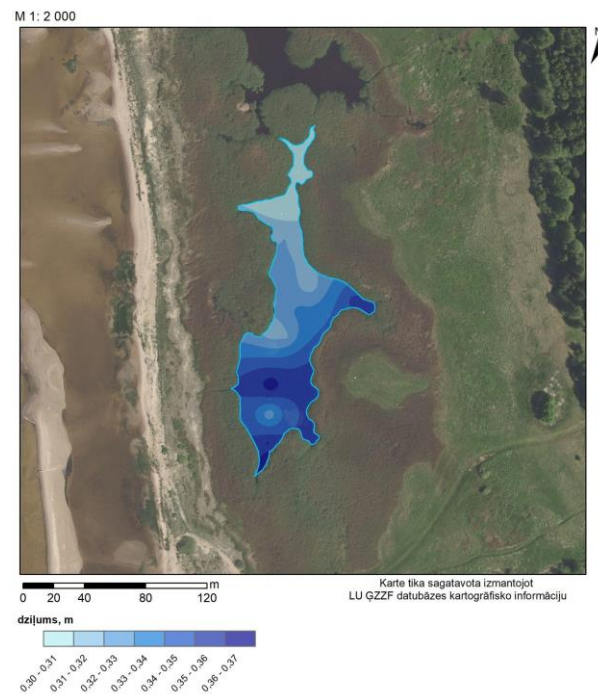
Trīs no projektā apsekotajām lagūnām atrodas DL „Randu pļavas”. Šajā posmā Rīgas līcim raksturīgi lēzeni akumulācijas krasti, kas veidojušies pateicoties garkrasta sanešu plūsmai un virzās no D uz Z un lēzenajai krasta nogāzei, tādējādi mazinot jūras straumju spēku (Eberhards 2003). Randu pļavu joslai raksturīga lēzena smilšu grēdu un ieplaku mija. Aiz jūrai vistuvāk esošā smilšu vaļņa izveidojušās lagūnas. Randu krastos augsnes ir veidojušās uz smilts cilmiežiem un ir barības vielām samērā nabadzīgas. Vētru laikā lēzenais akumulācijas krasts applūst, veicinot sasāļoto glejauģšņu veidošanos (Ruskule 2005).

Atvērtā lagūna atrodas vistālāk uz Z, ar pārējām lagūnām tā savienota ar caurteci. Lagūna ir sekla, dziļākajās daļās tuvāk krastam dziļums sasniedz 0,45 m. Ziemā tā izsalst gandrīz līdz gruntij. Dūņu dziļums ir mainīgs - dziļākais dūņu slānis izveidojies lagūnas D daļā, kur ir savienojums ar slēgto lagūnu. Visā lagūnā ir daudz lielu akmeņu. Šajā lagūnā ir lielākā jūras un ietekme un labākā ūdens apmaiņa, jo tā ir tieši savienota ar jūru (5. att.).

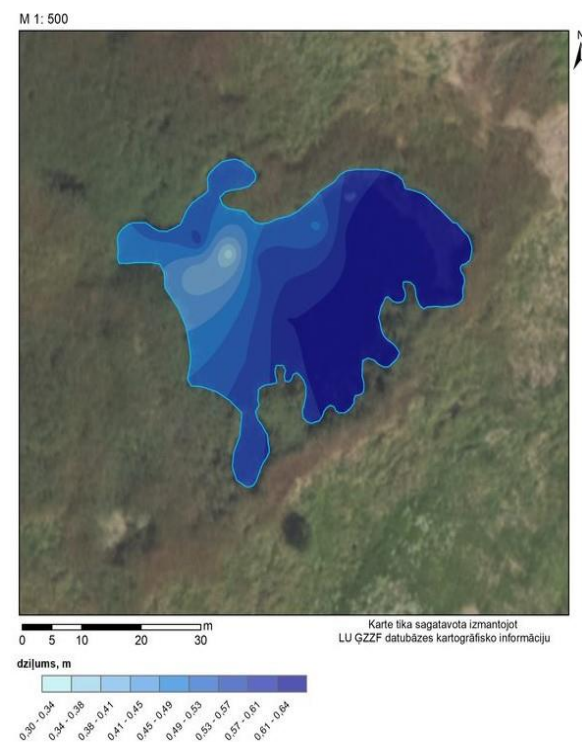


5. att. Randu pļavu atvērtās lagūnas dziļuma karte.

Slēgtajai lagūnai nav tieša savienojuma ar jūru, ūdens apmaiņa notiek caur caurteci ar atvērto lagūnu. Ūdens dziļums nepārsniedz 0,4 m, visā lagūnā izveidojies aptuveni 0,1 - 0,3 m biezs dūņu slānis. Visā lagūnā ir daudz lielu akmeņu. Gar lagūnas krastiem izveidojusies blīva niedru josla, kas apgrūtina piekļuvi, līdz ar to tieša antropogēnā ietekme ir minimāla (6. att.).



6. att. Randu pļavu slēgtās lagūnas dziļuma karte.



7. att. Ainažu lagūnas dziļuma karte.

Ainažu lagūna izveidojusies pēc 2000. gada. Tā ir norobežota no jūras, ūdens apmaiņa ar jūru pēdējos gados nenotiek (1. att.). Dziļums lielākajā daļā lagūnas sasniedz 0,5 - 0,6 m. Uz grunts lieli akmeņi, dūņu slānis vidēji 0,1 m. Lagūnas krasti apauguši ar blīvu niedru joslu, kas ierobežo piekļuvi un antropogēno ietekmi (7. att.).

2.1. Ūdens paraugu ķīmisko analīžu metodes

Lagūnu sezonālo apsekojumu laikā tika veikti lauku mērījumi, nosakot izšķīdušā skābekļa saturu, pH, elektrovadītspēju, un ievākti ūdens paraugi ķīmiskajām analīzēm LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultātes Augšņu laboratorijā, izmantojot spektrofotometriskās, turbidimetriskās un titrimetriskās standartmetodes (APHA, 2005; HACH, 1992). Ūdens paraugiem tika noteikti hidroķīmiskie parametri, izmantojot sekojošas metodes (1. tabula).

1. tabula. Ūdens paraugu fizikāli-ķīmisko analīžu metodes.

Noteiktais parametrs	Izmantotā metode
Izšķīdušais skābeklis	Noteikts izmantojot HACH multiparametru zondi HQ 40d
Elektrovadītspēja	Noteikts izmantojot HACH multiparametru zondi HQ 40d
pH	Noteikts izmantojot HACH multiparametru zondi HQ 40d
NO_3^-	Spektrometrijas metode (izmantojot HACH-LANGE reaģentus Nitra-Ver5) (HACH, 1992)
NO_2^-	Spektrometrijas metode (izmantojot HACH-LANGE reaģentus Nitri-Ver3) (HACH, 1992)
Krāsa	Spektrometrijas metode Platīna-kobalta skala (HACH, 1992)
PO_4^{3-}	Spektrometrijas askorbīnskābes metode (4500-PO43-) (APHA, 2005)
NH_4^+	Spektrometrijas metode izmantojot Neslera reaģentu (APHA, 2005)
Cl^-	Argentometrijas metode (4500-Cl) (APHA, 2005)
Kopējā cietība	EDTA titrimetrijas metode (2340) (APHA, 2005)
Fe	Spektrometrijas metode izmantojot tiocianātu (APHA, 2005)
Ca^{2+}	EDTA titrimetrijas metode (3500-Ca2+) (APHA, 2005)
Mg^{2+}	Novērtēts kā starpība starp kopējo cietību un kalcija saturu (3500-Mg2+) (APHA, 2005)
HCO_3^-	Titrimetrijas metode (APHA, 2005)
SO_4^{2-}	Turbidimetrijas metode (4500-SO42-) (APHA, 2005)
N_{tot}	Spektrometrijas metode (izmantojot HACH-LANGE reaģentus LCK 138)
P_{tot}	Spektrometrijas metode (izmantojot kālija persulfāta izdalīšanu skābā vidē un sekojošu (4500-PO43-) analīzi (APHA, 2005))

2.2. Sedimentu paraugu analīžu metodes

Sedimenti tika ievākti ar mīksto nogulumu urbi (8. att.), uz vietas tika veikts paraugu apraksts un to sadale, maisiņos ievietotie paraugi tika nogādāti laboratorijā turpmākai analīžu veikšanai.



8. att. Urbumu veikšana ar mīksto nogulumu urbi pētījumu teritorijās (foto: O. Purmalis).

Sedimentu paraugiem tika noteikts mitrums, organisko vielu un karbonātu saturs izmantojot karsēšanas zudumu analīzi (Heiri et al. 2001).

Paraugu pH vērtība (pH_{KCl}) tika noteikta paraugu (5g) aplejot ar 50 ml 1M KCl un ievietojot kratītājā uz 4 h. Paraugi pirms to mērīšanas, izmantojot *HANNA HI 2210 pH meter*, tika nofiltrēti.

Paraugu aktīvais skābums un elektrovadītspēja ūdens izvilkumā tika noteikta izmantojot attiecīgi *HANNA HI 2210 pH meter* un *Hanna HI 9932 Microprocessor Conductivity Meter*, pirms tam paraugu (5g) aplejot ar 50 ml demineralizēta ūdens un ievietojot kratītājā uz 4 h. Paraugi pirms to mērīšanas tika nofiltrēti.

Metālu analīzēm paraugi tika sagatavoti, tos izžāvējot 105 °C 24 h, tad teflona paraugu turētājā iesverot 1,00 g $\pm$ 0,01 g un aplejot ar 9 ml analītiski tīras HNO_3 un 1 ml H_2O_2 un ievietojot mikroviļņu ekstrakcijas iekārtā *Milestone Ethos Easy*. Iegūtie ekstrakti tika filtrēti un sagatavoti metālu saturs kvantitatīvai noteikšanai, izmantojot *ThermoScientific ICP spectrometer iCAP 7000 series* iekārtu.

Elementu (C, N) saturs tika noteikts 105° C izžāvētiem paraugiem, izmantojot elementu analizatoru *Eurovector Element Analyser EuroEA*.

Sedimentu ievākšanas vietas un to apraksts

2. tabula. Mērsraga lagūnā veikto urbumu (9. att.) sedimentu apraksts.

Parauga šifrs	Sedimentu apraksts
1D	Uz smilts nogulumiem ir plāns irdenu dūņu slānis, kura biezums nepārsniedz 10 cm. Dūņu virsējā kārtā izšķiramas mazsadalījušās augu atliekas.
2D	Uz smilts nogulumiem ir plāns irdenu dūņu slānis, kura biezums nepārsniedz 5 cm. Nav izšķiramas augu atliekas vai organiski nogulumi.
3D	Uz smilts nogulumiem ir ļoti plāns irdenu dūņu slānis, kura biezums nepārsniedz 5 cm. Apkārt blīvs parastās niedres apaugums.
4D	Uz smilts nogulumiem ir plāns irdenu dūņu slānis, kura biezums nepārsniedz 5 cm. Nav izšķiramas augu atliekas vai organiski nogulumi.
5D	Smilšaini nogulumi, un praktiski nevar identificēt dūņu slāni, kas varētu būt noskalots.
6 D	Uz smilts nogulumiem ir 15 cm biezs irdenu dūņu slānis, kurā izšķiramas augu saknes (savītās mieturītes audze) un to atliekas.
7D	Uz smilts nogulumiem ir plāns irdenu dūņu slānis, kura biezums nepārsniedz 5 cm un ir grūti identificējams. Nav izšķiramas augu atliekas vai organiski nogulumi.



9. att. Sedimentu ievākšanas vietu kartogrāfisks atspoguļojums Mērsraga lagūnā.

3. tabula. Mērsraga lagūnā veikto urbumu (10. att.) sedimentu apraksts.

Parauga šifrs	Dziļums, cm	Sedimentu apraksts
1Z	0-25	Organiskas izcelsmes nogulumi.
	25-40	Organiskas izcelsmes nogulumi ar izteiktu slāņojumu, kas satur gan mālainu, gan aleirītisku materiālu.
	40-50	Plastiski nogulumi, kas raksturojami kā mālaini.
	50-60	Organiskas izcelsmes nogulumi ar nelielu smilts piejaukumu.
	60-105	Smilšaini nogulumi, kuros vizuāli novērojams arī organisko vielu piejaukums.
2Z	0-25	Organiskas izcelsmes nogulumi.
	25-40	Organiskas izcelsmes nogulumi ar izteiktu slāņojumu, kas satur gan mālainu, gan aleirītisku materiālu.
	40-50	Plastiski nogulumi, kas raksturojami kā mālaini.
	50-60	Organiskas izcelsmes nogulumi ar nelielu smilts piejaukumu.
	60-85	Smilšaini nogulumi, kuros vizuāli novērojams arī organisko vielu piejaukums.

3Z		Smilšaini nogulumi, organiskas izcelsmes dūņu materiālu nav iespējams vizuāli konstatēt.
4Z		Uz smilts nogulumiem ir 30 cm biezs irdenu dūņu slānis, kurā izšķiramas maz sadalījušās augu atliekas un saknes.
5Z		Uz smilts nogulumiem ir 5 cm biezs organisko atlieku slānis, kas sastāv no augu atliekām un saknēm
6Z		Uz smilts nogulumiem ir 5 cm biezs organisko atlieku slānis, kas sastāv no augu atliekām un saknēm.
7Z		Uz smilts nogulumiem ir 5 cm biezs organisko atlieku slānis, kas sastāv no augu atliekām un saknēm, virs kura novietotas blīvi sakritušas niedres.

M 1: 10 000



0 100 200 400 600 m

Karte tika sagatavota izmantojot
LU ĢZGF datubāzes kartogrāfisko informāciju

● sedimentu paraugu ievākšanas vietas

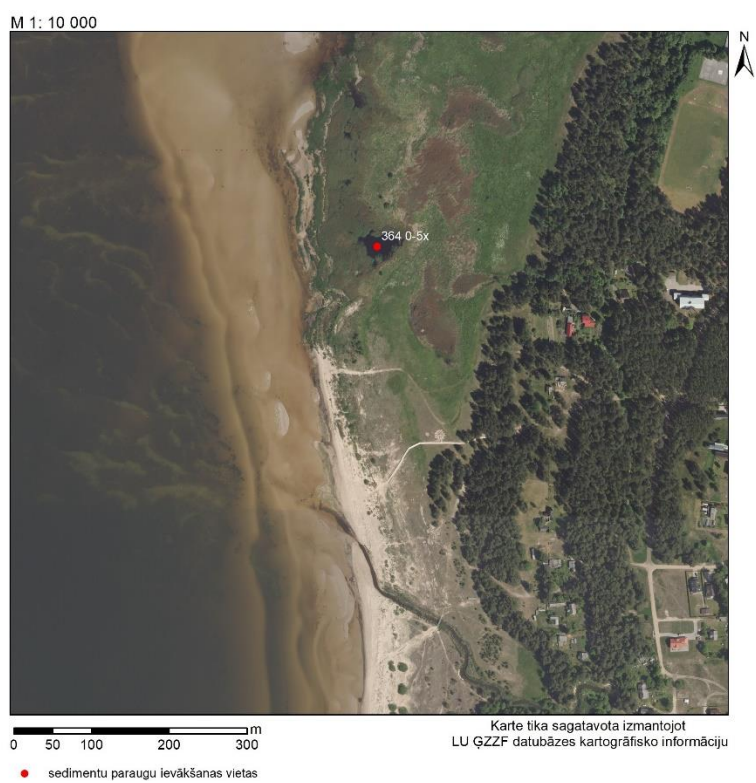
10. att. Sedimentu ievākšanas vietu kartogrāfisks atspoguļojums Mērsraga lagūnā.

4. tabula. Randu pļavās un Ainažos veikto urbumu (11., 12. att.) sedimentu apraksts.

Parauga šifrs	Sedimentu apraksts
Atklātā lagūna	
AL1	Smilšaini nogulumi, praktiski nevar identificēt dūņu slāni, bet ir organisko daļiņu sajaukums ar smiltīm, kuru daudzums palielinās, pieaugot dziļumam.
AL2	Smilšaini nogulumi, praktiski nevar identificēt dūņu slāni, bet ir organisko daļiņu sajaukums ar smiltīm, kas veido slāņojumu.
AL3	Rupjgraudaini smilšaini nogulumi ar dažāda izmēra oļiem.
AL4	Rupjgraudaini smilšaini nogulumi ar dažāda izmēra oļiem.
Slēgtā lagūna	
SL1	Uz smilts nogulumiem ir plāns irdenu dūņu slānis, kura biezums nepārsniedz 5 cm un ir grūti identificējams.
SL2	Uz smilts nogulumiem ir plāns irdenu dūņu slānis, kura biezums nepārsniedz 5 cm un ir grūti identificējams, ko klāj raglapju audze.
SL3	Uz smilts nogulumiem ir plāns irdenu dūņu slānis, kurā izšķiramas niedru saknes, niedru daļas, kā arī mālainas frakcijas klātbūtne.
365	Uz smilts nogulumiem ir plāns irdenu dūņu slānis, kura biezums nepārsniedz 5 cm, ko klāj raglapju audze. Novērojami oļi un rupjgraudains materiāls.
366	Uz smilts nogulumiem ir plāns irdenu dūņu slānis, kura biezums nepārsniedz 5 cm, ko klāj raglapju audze. Novērojami oļi un rupjgraudains materiāls.
Ainaži	
364 0-5x	Uz smilts nogulumiem ir plāns plastisku dūņu slānis, kura biezums nepārsniedz 5 cm.



11. att. Sedimentu ievākšanas vietu kartogrāfisks atspoguļojums Randu plavās.



12. att. Sedimentu ievākšanas vietu kartogrāfisks atspoguļojums lagūnā Ainažos.

2.3. Makrozoobentosa novērtēšanas metodes

Ūdens bezmugurkaulnieki ievākti 2020. gada 30. jūlijā Mērsraga lagūnās un 12. augustā lagūnās dabas liegumā "Randu pļavas". Lagūnās ievākti kvalitatīvie un semi-kvantitatīvie makrozoobentosa paraugi, izmantojot hidrobioloģisko tīkliņu jeb skrāpi (rāmja izmērs 0,25 x 0,25 cm). Katrā paraugu ievākšanas vietā aizpildīti lauka protokoli un aprakstītas bezmugurkaulnieku sugas, kuras bija iespējams identificēt lauka apstākļos. Semi-kvantitatīvie paraugi katrā no lagūnām ievākti veicot 5 atkārtojumus proporcionāli lagūnā sastopamajiem mikrobiotopiem – makrofītu audzēm un grunts substrātam. Paraugi tika skaloti caur sietu (acs izmērs 0,5 mm), lai atbrīvotos no dūņām. Pēc skalošanas paraugi tika ievietoti 1 l plastmasas spainīšos, fiksēti 70 % etanolā un nogādāti laboratorijā tālākai apstrādei. Kvalitatīvie paraugi ievākti lagūnu piekrastē no dažādiem zemūdens substrātiem. Lauka apstākļos identificējamās sugas tika atbrīvotas, bet pārējie indivīdi tika fiksēti 70 % etanolā sugu identificēšanai laboratorijā. Makrozoobentosa taksoni identificēti, izmantojot noteicējus (Nilsson 1996, Timm 2015), bet indeksu aprēķināšanai izmantota programma ASTERICS Software 4.03.

Ekoloģiskās kvalitātes novērtēšana pēc bentiskajiem bezmugurkaulniekiem

Lagūnu ekoloģiskā stāvokļa novērtēšanai pēc bentiskajiem bezmugurkaulniekiem pētījumā izmantots Latvijas ezeru bentisko bezmugurkaulnieku multimetriskais indekss (LLMMI) (the Latvian Lake Macroinvertebrate Multimetric Index), kas veidots no modificētas Igaunijas ezeru ekoloģiskā stāvokļa novērtēšanas metodes pēc bentiskajiem bezmugurkaulniekiem (Timm & Möls 2008). AMI tiek aprēķināts no pieciem indeksiem: kopējais taksonu skaits paraugā, EPTCBO taksonu skaits, ASPT indeksa, Paskābināšanās indeksa (Acidity index) un Šenona-Vīnera daudzveidības indeksa (Shannon-Wiener diversity index) (5. tabula).

5. tabula. LLMMI indeksā iekļauto indeksu tipi.

Taksonomiskā sastāva	Relatīvo īpatņu blīvumu raksturojošie	Sensitīvos/tolerantos taksonus raksturojošie	Daudzveidības
Kopējais taksonu skaits EPTCBO taksonu skaits	Šenona-Vīnera daudzveidības indekss	ASPT indekss Paskābināšanās indekss (Acidity index)	Kopējais taksonu skaits EPTCBO taksonu skaits Šenona-Vīnera daudzveidības indekss

2.4. Makrofītu novērtēšanas metodes

Makrofītu sugu sastāva un sastopamības pētījumi veikti 2020. un 2021. gada vasarā, apsekojot visu lagūnas platību, fiksējot sastopamās sugas un to sastopamību 7 ballu skalā (1 (< 1 %, ļoti reti), 2 (1 – 3 %, reti), 3 (3–10 %, diezgan reti), 4 (10–25%, nereti), 5 (25–50%, diezgan bieži), 6 (50–75%, bieži), 7 (> 75 %, ļoti bieži)). Fiksēta virsūdens, iegrimusī, peldlapu un brīvi peldošā veģetācija (mieturalģes, sūnaugi un vaskulārie

augi). Augu ievākšanai izmantots grābeklis garā kātā vai āķis, kas paredzēts ūdensaugu ievākšanai. Makrofītu pētījumi veikti no laivas, izņemot Ainažu lagūnu, kā arī papildus apsekotās mazās lagūnas Randu plavās. Apsekojuma laikā aizpildītas ES nozīmes ūdeņu biotopu inventarizācijas anketas (izņemot 3260, 3270), anketās fiksējot reto un īpaši aizsargājamo ūdensaugu sugu atradnes. Lagūnu, kas atbilst īpaši aizsargājamam biotopam, robežas iezīmētas kartē (Pielikums 6).

2.5. Zooplanktona novērtēšanas metodes

Zooplanktona paraugs tika ievākts ar Apšteina tipa planktona tīkliņu (55 mikroni), izfiltrējot 100 l ūdens. Zooplanktona paraugi tika konservēti 75% etanolā un nogādāti laboratorijā. Mikroskopiska zooplanktona paraugu analīze tika veikta izmantojot *ZEISS AxioLab.A1*, kas aprīkots ar kameru. Paraugi tika izskatīti vairākos atkārtojumos (1 ml x 4 reizes) 100 - 200x palielinājumā. Taksonu identifikācija tika veikta izmantojot šādus literatūras avotus: Radwan et al. 2004, Определитель зоопланктона и зообентоса.... 2010, Segers 1995, Smirnov 1996, Jersabek, Leitner 2013, Segers 2002 u.c. Zooplanktona organismu vidējais skaits tika pārrēķināts uz vienu kubikmetru, un, pamatojoties uz literatūras avotos pieejamajām zooplanktona taksonu individuālajām mitrajām masām, aprēķināta arī zooplanktona organismu biomasa (g m^{-3}) (Radwan et al. 2004, Мордухай-Болтовский 1954, Балушкина, Винберг 1979).

Lagūnu novērtējums tika veikts, ņemot vērā zooplanktona taksonomisko sastāvu, struktūru un ekoloģiskās grupas. Eitrofos vai stipri eitrofos ūdeņos parasti dominē maza izmēra taksoni gan pēc skaita, gan pēc biomasas (Karabin 1985). Eitrofu ūdeņu raksturošanai tika izmantota arī zooplanktona biomasas attiecība pret fitoplanktona biomasu ($Z_{\text{biom}}:F_{\text{biom}}$), Attiecība $Z_{\text{biom}}:F_{\text{biom}} < 1$ liecina par eitrofiem ūdeņiem (Jeppesen et al. 2000, Garcia-Chicote et al. 2018).

2.6. Fitoplanktona novērtēšanas metodes

Fitoplanktona paraugi iepildīti 500ml tumšās plastmasas pudelītēs, fiksēti ar etiķskābo Lugola šķīdumu un glabāti tumšā, vēsā vietā. Fitoplanktona organismu šūnu skaits un biomasas tika noteiktas pēc Utermola metodes (Utermöhl 1958).

Paraugu analīze veikta ar nosēdināšanas metodi, izmantojot 5-25 ml sedimentācijas kameras, kas izvēlētas atkarībā no fitoplanktona blīvuma paraugā. Sugu sastāva noteikšana un kvantitatīvā sastāva analīze veikta ar invertētā mikroskopa LEICA DMIL palīdzību. Biomasas (slapjā svara) aprēķini veikti, aļģu šūnas pielīdzinot ģeometriskām figūrām un izmantojot sugu vidējos tilpumus (Kymcape 1963). Fitoplanktona biomasa izteikta mgL^{-1} .

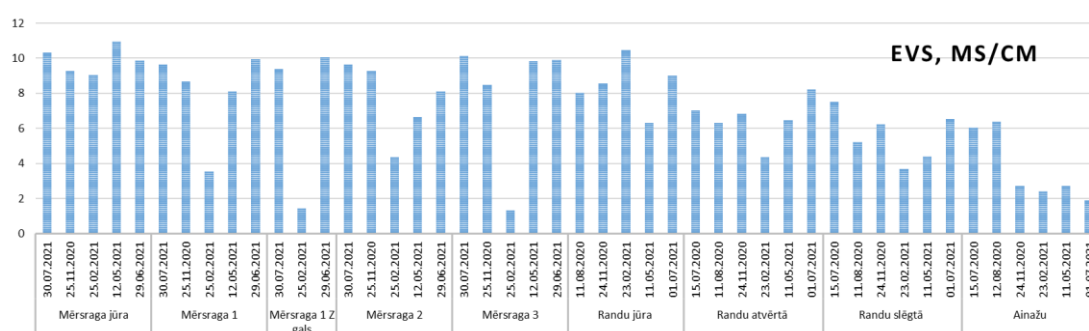
Fitoplanktona sugu sastāvs noteikts pēc saldūdeņu aļģu taksonomiskās literatūras (Rudzroga 1995, Bellinger and Sigee 2010).

Tā kā apsekotās lagūnas, kuras pakļautas tuvās jūras ūdeņu ietekmei, neatbilst nevienam Latvijas ezeru tipam, tad lagūnu vides kvalitāte novērtēta pēc biomasas lieluma un aļģēm, kuras veido šo biomasu.

3. Rezultāti

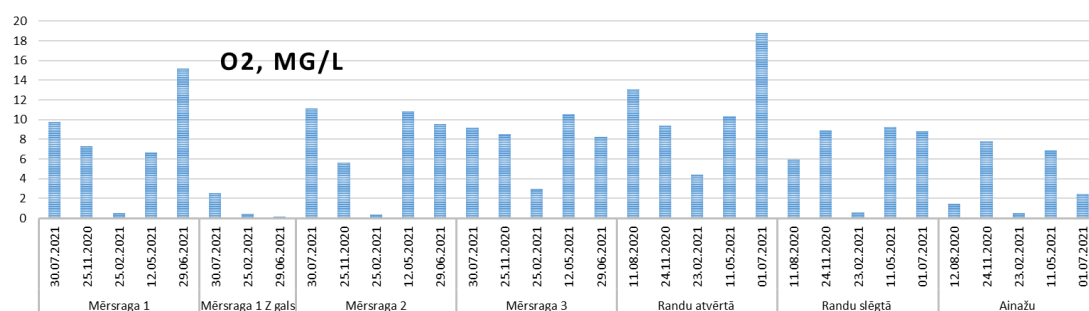
3.1. Lagūnu ūdens ķīmisko analīžu rezultāti

Viens no svarīgākajiem abiotiskajiem faktoriem lagūnās ir ūdens sāļums. Visbiežāk lagūnās, kas vēl joprojām ir ciešā kontaktā ar jūru, ūdens sāļums ir pastāvīgs un sakrīt ar jūrā esošo. Savukārt lagūnās, kas no jūras ir atdalījušās sāļums var būtiski mainīties, atkarībā no ūdens apmaiņas intensitātes ar jūru, kā arī no iztvaikošanas un nokrišņiem. Veicot elektrovadītspējas mērījumus gan lagūnās, gan tām blakus esošajā jūrā, nosacīti var sekot līdzi šo ūdeņu sajaukšanās dinamikai. Kurzemes piekrastē elektrovadītspējas rādītāji ir augstāki, savukārt Vidzemes piejūras lagūnās, īpaši Ainažu lagūnā sāļums ir zemāks. Zemledus periodā, kad ir ierobežota sajaukšanās ar sāļiem bagāto jūras ūdeni arī elektrovadītspējas rādījumi vairākkārt krītas (13. att.).



13. att. Elektrovadītspējas sezonālā mainība lagūnās un jūrā (mS/cm).

Ūdens pH vērtības pētītajās lagūnās būtiski neatšķiras, visās ūdens reakcija ir neitrāla vai vasaras beigu un rudens periodā viegli sārmaina. Šajā periodā notiek pirmprodukcijas intensīva veidošanās, kas saista CO₂, tādējādi palielinot vides pH. Lagūnas ir iesālūdens ūdenstilpes un tajās ir augstas hlorīdjonu un sulfātjonu koncentrācijas. Lielākajā daļā no mērījumiem hlorīdjonu koncentrācijas ūdenī ir robežās no 1-3 g/l, turpretī ziemas periodā, kad lagūnas ir pārklātas ar ledus kārtu un sajaukšanās ar jūras ūdeni ir ierobežota, tad hlorīdjonu saturs var samazināties pat vairākkārt. Izņēmums ar salīdzinoši zemāku hlorīdu saturu ir Ainažu lagūna, kurai nav savienojuma ar jūru un šajā lagūnā, nav vērojams hlorīdjonu koncentrācijas samazinājums ziemas periodā (Pielikums 1). Sulfātjonu koncentrācijām arī novērojams samazinājums ziemas periodā visās pētītajās ūdenstilpēs.



14. att. Izšķīdušā skābekļa koncentrācijas lagūnās (O₂ mg/l).

Izšķīdušais skābeklis nodrošina bioloģisko procesu norisi jebkurā ūdenstilpē, tā saturam pazeminoties tiek ietekmēti daudzi dzīvie organismi, piemēram, var sākties zivju slāpšana. Galvenie skābekļa avoti ir atmosfēras skābekļa izšķīšana un fotosintēzes process. Ziemā skābeklis tiek patērēts atmirušo organisko atlieku noārdīšanai un elpošanas procesos, bet zemledus apstākļos skābekļa pieplūde no atmosfēras ir ierobežota, tāpēc bieži vien ir vērojams skābekļa deficīts. Lai ūdens ekosistēma varētu normāli funkcionēt, izšķīdušā skābekļa saturam jābūt vismaz 5 mg/l. Augstākais izšķīdušā skābekļa daudzums ūdenī ir Randu atvērtā tipa lagūnā, kas nav pārsteidzoši, jo jūras viļņu darbība un ūdeņu sajaukšanās nodrošina skābekļa pieplūdi no atmosfēras (Pielikums 2). Taču arī šajā lagūnā ziemas periodā, kad ledus kārtā gandrīz sasniedz lagūnas dibenu, izšķīdušā skābekļa koncentrācija ir kritiska. Savukārt pārējās apsekotajās lagūnās ziemas periodā skābekļa saturs ir tuvu nullei, jo tas tiek patērēts organisko atlieku sadalīšanās procesos (14. att.). Mērsraga 1 un Mērsraga 2 lagūnās ziemas sezonā tika konstatētas masveidā bojā gājušas zivis, kam par iemeslu varētu būt nepietiekošs skābekļa saturs (15. att.).



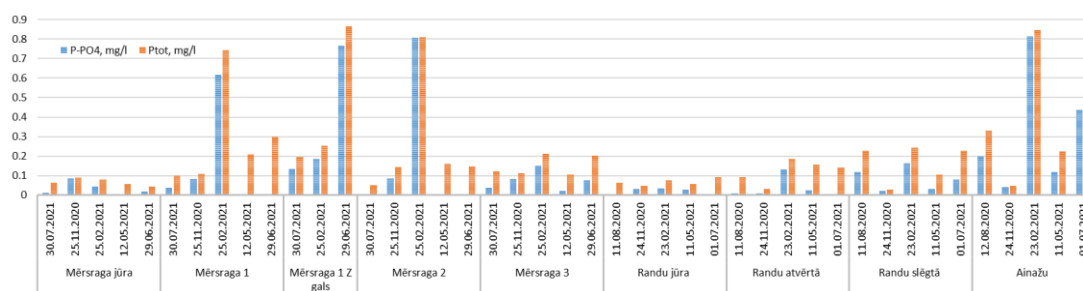
15. att. Bojā gājušās zivis Mērsraga 1 un Mērsraga 2 lagūnās (25.02.2021) (foto: L. Grinberga).

Pēc lagūnu priekšizpētes un teritorijas apsekošanas, tika nolemts Mērsraga 1 lagūnā iespēju robežās veikt lauku mērījumus un ievākt papildus ūdens paraugu tās Z galā, lai novērtētu ostas teritorijas ietekmi uz lagūnu ūdens kvalitāti. Ostas teritorijā, kas ir pieguļoša lagūnai, tiek uzglabāta šķelda un izskalošanās organiskās vielas no šīs teritorijas var nonākt lagūnā un ietekmēt tās ekoloģisko stāvokli. Izšķīdušā skābekļa saturs šajā daļā arī vasaras mēnešos ir kritiski zems, kas var liecināt par viegli bioloģiski noārdāma organiska piesārņojuma pieplūdi.

Arī Ainažu lagūnā vasaras mēnešos ir novērots pazemināts izšķīdušā skābekļa saturs, šī lagūna ir platības ziņā ir vismazākā un tās krastus klāj blīvas niedru audzes, kas samazina viļņu veidošanos un ūdens bagātināšanos ar skābekli. Šī lagūna ir pilnībā norobežota no jūras un pat vētru laikā apmaiņa un sajaukšanās ar jūras ūdeni virszemē nenotiek, līdz ar to šeit uzkrājas lielāks daudzums ar atmirušajiem augiem, un vasaras sezonā, kad ūdens temperatūra ir augsta, mikroorganismi pastiprināti patērē skābekli augu atlieku sadalīšanai. Vasaras sezonā seklās ūdenstilpes uzsilst vairāk un, paaugstinoties ūdens temperatūrai, samazinās skābekļa šķīdība ūdenī. Vasaras apsekojuma laikā 29.06.2021. un 01.07.2021. lagūnu ūdens temperatūras sasniedza 27-28°C, šāda temperatūra ir piemērota aļģu attīstībai un vēl vairāk veicina eitrofikāciju (McGlathery 2007).

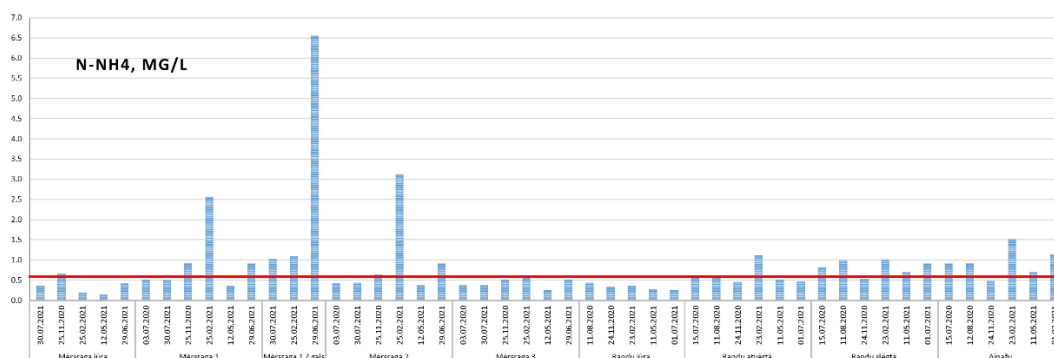
Lagūnu ūdens krāsa sezonāli ir ļoti mainīga, piemēram, Ainažu ūdenstilpē tā variē no 90 līdz 240 Pt-Co vienībām. Šo mainību seklažās ūdenstilpēs var ietekmēt nokrišņu intensitāte, kā arī jūras ūdens pieplūde, paaugstinoties ūdens līmenim.

No biogēnajiem elementiem tika analizētas slāpekļa formas (nitrīti, nitrāti, amonija joni), fosfāti, kopējais slāpeklis, kopējais fosfors. Šie elementi ir barības vielas, kas nepieciešamas dzīvo organismu attīstībai un pilnvērtīgai funkcionēšanai. Bet šo elementu pārmērīga nonākšana ūdenstilpēs veicina eutrofikāciju, ja fosfātu saturs $>0,05$ mg/l (pārrēķinot uz fosfora saturu $0,016$ mg/l), tad pie pietiekoša slāpekļa savienojumu daudzuma ūdenstilpēs labvēlīgos apstākļos var sākties intensīva aļģu un citu ūdens augu vairošanās (Cimdīšs, Kļaviņš 2004). Kā redzams 16. att., labai kvalitātes klasei noteiktās fosfora koncentrācijas tiek pārsniegtas gandrīz visos analizētajos paraugos. Fosfora koncentrācijām vērojams krass pieaugums ziemā, kad notiek organisko atlieku sadalīšanās un to mineralizācija. Ainažu lagūnā fosfora koncentrācijas visos mērījumos ir augstas, kas varētu būt izskaidrojams ar to, ja vasaras sezonā piegrunts slānī ir skābekļa trūkums, tad no nogulumiem atbrīvojas akumulētie biogēnie elementi, piemēram, reducējošos apstākļos šķīstošās fosfora formas un nitrātu slāpeklis.

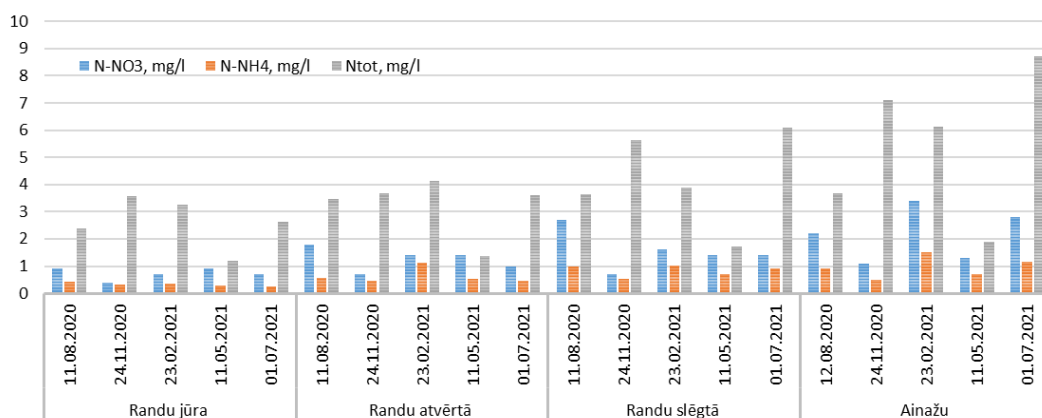


16. att. Kopējā un fosfātu formā esošā fosfora koncentrācijas (mg/l).

Slāpekļa savienojumi ūdeņos ir nestabili un nepārtraukti notiek to transformācijas procesi. Augi uzņem nitrātu slāpekli, noārdoties organiskajām vielām notiek amonifikācija, tam seko nitrifikācija (amonija oksidēšana par nitrātiem un nitrītiem). Amonija slāpeklis (N-NH_4) ir augu barības elements, taču toksisks daudziem ūdens organismiem. Amonija slāpeklis var kalpot kā indikators ūdens piesārņojumam ar viegli noārdāmām organiskajām vielām. Oficiāli noteiktu amonija jonu koncentrācijas normu visiem virszemes ūdeņiem Latvijā nav, tāpēc interpretācijai rezultāti tiek salīdzināti ar prioritāro zivju ūdeņu noteiktajiem parametriem. Karpveidīgo zivju ūdeņiem amonija jona koncentrācijas robežlielums ir noteikts mazāks vai vienāds ar $0,78$ mg/l (pārrēķinot uz slāpekli amonija formā – $0,6$ mg/l). Kā redzams 17. att. tad šī robežvērtība tiek pārsniegta piecās no pētītām lagūnām, izņēmums ir Mērsraga 3, kur šīs vērtības atbilst karpveidīgo zivju ūdeņu noteiktajam robežlielumam.

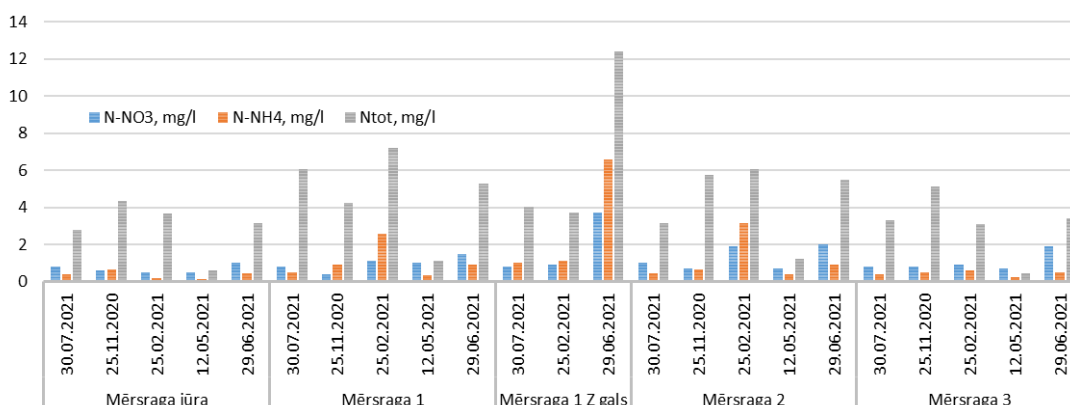


17. att. Amonija formā esoša slāpekļa koncentrācijas lagūnās (mg/l).



18. att. Kopējā slāpekļa, nitrātu un amonija formā esoša slāpekļa koncentrācijas Randu atvērtaajā, Randu slēgtajā un Ainažu lagūnās (mg/l).

Ja aplūkojam ūdenī esošās slāpekļa formas, tad var secināt, ka Randu un Ainažu lagūnās dominē nitrātu formā esošs slāpeklis (18. att.), savukārt Mērsraga 1 un ziemas periodā arī Mērsraga 2 lagūnās dominē amonija formā esošs slāpeklis, kas varētu liecināt par antropogēnu piesārņojumu šajās lagūnās (19. att.). Kopējais slāpeklis (N_{tot}) raksturo kopējo neorganiskā (nitrātu, nitrītu, amonija) un organiskā (mikroorganismi un aļģes) slāpekļa savienojumu saturu ūdeņos.



19. att. Kopējā slāpekļa, nitrātu un amonija formā esoša slāpekļa koncentrācijas Mērsraga lagūnās (mg/l).

Lagūnās veiktie fizikāli-ķīmiskie mērījumi un analīžu rezultāti liecina, ka labāka ūdens kvalitāte ir lagūnām, kas ir saistītas ar jūru un kurās regulāri notiek ūdens apmaiņa ar jūras ūdeni.

3.2. Organisko vielu un metālu saturs lagūnu sedimentos

Apsekotās lagūnas raksturo tādas kopīgas iezīmes kā mazs ūdens dziļums, tā augstā mainība, veidojot plūsmu gan virzienā uz jūru, gan virzienā uz krastu, kas arī nosaka zemo organisko vielu akumulācijas ātrumu. Vairumā gadījumu lagūnai ir tiešs savienojums ar jūru, tādējādi veicinot strauju ūdens apmaiņu, kas gada laikā var notikt ievērojamā skaitā. Dominē jūras ūdens ieplūšana lagūnās vējuzplūdu laikā, gan viļņiem virzoties lagūnas virzienā, un notiekot tā plūšanai jūras virzienā, kad ūdens līmenis jūrā pazeminās. Sezonāli iespējama saldūdens pieplūde no sauszemes teritorijas nokrišņu, sniega kušanas ūdeņu un gruntsūdeņu veidā, kas var veicināt ūdens līmeņa paaugstināšanos lagūnā, kas, savukārt veicina ūdens plūsmu jūras virzienā esošo savienojumu vietās. Šāda dinamiska ūdens apmaiņa nodrošina organiskā materiāla pārvietošanu uz dziļākām vietām vai tā ieskalošanos jūrā. Lagūnu novietojums attiecībā pret jūru atsevišķos gadījumos var būt priekšnoteikums ledus krāvumu izveidei vai grunts materiāla pārvietošanai ledus kustības rezultātā. Tāpēc pētītajās lagūnās dominē smilšaini vai rupjgraudaini smilšaini nogulumi ar oļiem un neizteiksmīgu dūņu slāni. Organiskā vai organiskā un minerālā materiāla sajaukuma akumulācija iespējama dziļākās vietās (Mērsraga 3 lagūna, kas novietota uz Z no ostas) vai vietās, kur vairs nepastāv tiešs kontakts ar jūru, bet ir pieejams ūdens, kurā organiskā materiāla mineralizācija notiek lēnāk kā augsnē. Pētījumu gaitā apsekojot lagūnas, tika novērotas ievērojamas ūdens līmeņa svārstības, kad lagūnās ūdens dziļums pārsniedza metra dziļumu un brīžus, piemēram, ziemā, kad daļa lagūnas pilnībā sasala līdz pat gruntij. Šāda veida abiotisko faktoru variabilitāte nosaka ierobežojumus veselīgai ūdens ekosistēmas funkcionalitātei, arīdzan organiskā materiāla veidošanai un tā akumulācijai. Rezultātā, apsekojot lagūnas un veicot urbumus (20. att.) tikai atsevišķās vietās tika konstatēts sedimentu slānis biezāks par 5 cm, turklāt sedimentos dominējot minerālvielām.



20. att. Sedimentu paraugu ievākšana (foto: L. Grīnberga).

Ņemot vērā sedimentu vājo plastiskumu grunts augšējā daļā un mazo kopējo biezumu, tika ievākts viens paraugs visā profilā, ja tā biezums bija neliels, kas pirms analīžu veikšanas tika homogenizēts. Šādu paraugu analīžu rezultāti (6. tabula) apliecina neizteiksmīgo organisko vielu akumulāciju, un augsto minerālvielu saturu Mērsraga lagūnā. Augstākas vērtības organisko vielu saturā var novērot paraugos, kuros arī vizuāli bija novērojamas augu atliekas, taču vietās, kur ūdens plūsmas raksturs ir izteiktāks, organiskās vielas ir noskalotas un dominē minerālvielas – līdz pat 98%, kamēr karbonātu saturs minerālvielās Mērsraga 1 un 2 nepārsniedz 2,85%. Rezultāti liecina arī par smalkdispersa aleirītiska materiāla klātbūtni ar augstu smilšu frakcijas piejaukumu, ko apliecina arī šādu paraugu zemais mitruma saturs, savārstoties 43-44% robežās. Mērsraga 3 lagūnā ir atšķirības no lagūnas uz D no ostas, jo vidējais un maksimālais ūdens dziļums ir augstāks, kas veicinājis izteiktāku organiskā materiāla akumulāciju, tajā pašā laikā arī mazāk ietekmētu no ūdens plūsmām. Tas veicinājis sedimenta slāņa veidošanos šajā ūdenstilpē, kuras organisko vielu un minerālvielu vērtības profilā ir ar izteiktu variabilitāti, tomēr arī šeit organisko vielu saturs nepārsniedz 18,81%. Pastāvot tādai pašai likumsakarībai kā lagūnā uz D no ostas, kad paraugos ar mazāku organisko vielu saturu ir mazāks arī parauga mitrums, tomēr šeit novērojams augstāks karbonātu saturs minerālvielās, liecinot par augstāku ūdenī dzīvojošo gliemju daudzumu un to čaulu atliekām sedimentos. Sedimentu struktūra un karsēšanas zudumu analīzes rezultāti norāda arī uz laikā mainīgu sedimentu akumulācijas raksturu Mērsraga 3 ūdenstilpē, kur dziļākajos slāņos, t.i. senāk dominēja rupjgraudaina smilšu materiāla un organisko vielu akumulācija, kas norāda uz lielāku ūdens plūsmas ātrumu vai smilšu materiāla pārvietošanos. Vienlaikus varētu būt bijis atšķirīgs jūras ūdens līmenis. Sedimentu slāņa augšējie 50 cm veidojušies jau ar mazāku ūdens plūsmas ātrumu, jo sāk dominēt smalkākas frakcijas smilšainu, aleirītisku, mālainu nogulumu akumulācija, tai skaitā ar augstāku gliemežvāku daļiņu daudzumu. Iespējams, jau kādu laika brīdi ir samazinājies ūdens apmaiņas ātrums un daudzums ar jūru, kā arī sāka nostabilizēties šīs ūdenstilpes krasti. Nedaudz cita veida sedimentu akumulācija norisinās punktos 4Z-7Z, kur izveidojušās ūdens lāmas ir relatīvi nošķirtas no regulāras ūdens apmaiņas ar jūru, tomēr kopējais sāļums (šajā gadījumā elektrovadītspēja) sedimentos ir relatīvi augsts. Lāmā 4Z 2020. gada rudenī tika ievākts arī ūdens paraugs un veikta fizikāli-ķīmiskā analīze, tika konstatētas paaugstinātas amonija vērtības un kritiski zems izšķīdušā skābekļa saturs (0,49 mg/l). Iegūtie dati ļauj secināt, ka šinī piekrastes daļā lāmas aizaug ar virsūdens augiem un tuvākajos gados to pastāvēšana ir apdraudēta.

5Z-7Z punktos vasarā notiek intensīva augstākās veģetācijas un aļģu attīstība, kā arī to sadalīšanās un akumulācija, kas, nepastāvot intensīvai ūdens plūsmai, veido mazu uzkrāto sedimentu slāni ar ievērojami augstāku organisko vielu saturu.

Elektrovadītspējas mērījumu vērtības sedimentos norāda uz jūras ūdens klātbūtni, kā arī ir novērojamas relatīvi augstas pH vērtības. Atsevišķos gadījumos var notikt sāļu koncentrēšanās, ja notiek intensīva iztvaikošana vai ir limitēta saldūdens pieplūde. Tomēr attiecībā uz pH mērījumiem ir vietas Mērsraga lagūnā (4Z, kā arī punktos 5Z un 6D), kur ir novērojamas arī pazeminātas pH vērtības, kas ir skaidrojams gan ar organiskā materiāla klātbūtni un tā transformāciju (piemēram karboksilāciju), gan sērūdeņraža klātbūtni, kuru koncentrācija netika analizēta, bet bija saojama apsekojumu laikā.

6. tabula. Mērsraga lagūnā ievākto sedimentu pH, mitruma, organisko vielu un karbonātu satura raksturojums.

Parauga šifrs	Dziļums, cm	pH (H ₂ O)	Elektro-vadītspēja (H ₂ O)	pH (KCl)	Mitrums, %	Organiskās vielas, %	Karbonātu saturs, %
1D	0-5	6,23	1916	6,35	83,03	9,39	1,25
	5-10	6,53	1954	6,42	44,7	2,06	0,31
2D	0-5	6,4	1086	6,27	43,14	2,91	0,38
3D	0-5	5,9	3130	5,89	86,27	17,51	1,84
4D	0-5	6,84	1201	6,77	66,36	6,64	0,73
5D	0-5	5,52	1869	5,48	43,54	2,35	0,27
6D	0-5	4,95	2623	4,94	84,74	18,39	1,49
7D	0-5	5,63	4780	6,05	82,97	20,41	2,85
1Z	0-5	7,3	1703	7,21	67,83	11,7	3,67
	5-10				68,58	13,87	4,66
	10-15	7,44	1473	7,53	50,99	7,97	10
	15-25	7,6	1855	7,26	61,54	12,24	5,8
	25-40	7,86	1393	7,35	50,45	6,01	2,65
	50-60	7,13	1762	6,82	76,32	18,81	3,47
	60-70	7,05	1820	6,77	73,56	16,15	3,97
	80-90	7,11	1221	6,76	40,16	3,6	0,54
	90-105	6,7	1489	6,1	56,04	7,43	0,65
2Z	0-5	7,2	1212	7,20	75,47	15,07	2,66
	5-15	7,02	2262	6,67	76,78	15,47	3,19
	15-30	7,52	2765	7,56	72,37	13,76	3,77
	40-50	7,6	2243	7,64	61,33	8,59	3,25
	65-75	7,68	2200	6,77	67,01	13,57	2,6
	75-80	7,24	2763	7,13	50,83	5,79	0,98
3Z	0-5	6,13	2485	6,26	51,33	3,53	0,43
4Z	0-5	3,54	2603	3,41	93,37	81,05	10,48
	15-20	3,13	2672	2,95	81,41	20,95	1,39
5Z	0-5	4,85	5380	4,67	93,04	76,4	19,91
6Z	0-5	5,57	1524	5,53	91,49	78,89	15,44
7Z	0-5	6,28	1439	6,38	35,42	1,53	0,21

Sedimentu raksturošana tika veikta arī to elementu sastāva analīze. Citi pētījumi apliecina, ka elementu attiecība C/N (7. tabula) 6 - 9 atbilst planktonam, attiecība 15 - 20 atbilst sauszemes vaskulārajiem augiem un to daļām sedimentos un aptuveni 39,4 – makrofītu veidotam materiālam (Mahapatra et al. 2011). Iegūtās C/N attiecības Mērsraga lagūnā apliecina, ka nelielais organisko vielu daudzums, kas ir sedimentos pamatā varētu būt veidojies no aļģēm ar nelielu makrofītu klātbūtni, kuru klātbūtne vairāk novērojama sedimentos uz Z no ostas. Savukārt tādas elementu attiecību kā C:N:P paaugstinātas vērtības (102-202: 6-16: 1) parasti ir saistītas ar lauksaimniecības zemju noteci (de la Lanza-Espino et al. 2011; de la Lanza-Espino et al. 2015) vai ar

allohtona materiāla izcelsmi. Augstais iegrimušo augu un niedru, kā arī citu makrofitu īpatsvars ievērojami paaugstinājis šo elementu attiecības punktus 4Z-6Z.

7. tabula. Mērsraga lagūnā ievākto sedimentu C, N saturs un to attiecības.

Parauga šifrs	Dziļums, cm	N,%	C,%	C:N:P	C/N
1D	0-5	0,43	4,57	79:7:1	10,6
2D	0-5	0,11	0,86	42:5:1	7,7
3D	0-5	0,28	2,55	63:7:1	9,0
4D	0-5	0,06	0,33	26:4:1	5,9
5D	0-5	0,19	0,90	48:10:1	4,7
6D	0-5	0,53	5,31	35:4:1	10
7D	0-5	0,78	10,29	89:7:1	14
1Z	0-5	0,30	4,13	80:6:1	14
	10-15	0,20	5,08	80:3:1	26
2Z	0-5	0,82	6,39	73:9:1	7,8
3Z	0-5	0,14	1,57	64:6:1	11
4Z	0-5	1,68	39,20	449:19:1	23,4
	15-20	0,45	8,76	360:18:1	19,7
5Z	0-5	1,83	34,26	192:10:1	18,7
6Z	0-5	2,03	36,90	413:23:1	8,7
7Z	0-5	0,07	0,56	35:4:1	18,2

Randu plāvās notiek intensīva ūdens apmaiņa, veidojot nepatstāvīgas straumes, kas veicina koloidālā organiskā materiāla noskalošanos, kā rezultātā sedimentu slānis virs smilšainajiem nogulumiem ir ļoti mazs ar mazu organisko vielu saturu. Tomēr atšķirībā no Mērsraga lagūnas šeit gan vizuāli, gan pēc karbonātu satura analīzēm ir vairāk novērojamas gliemežvāku čaulas un to atliekas, kas var atsaukties arī uz paaugstinātām pH vērtībām. Tomēr kopumā sedimentu elektrovadītspējas un pH mērījumi ir ar augstāku līdzību saldūdeņiem, nekā tas bija novērojams Mērsraga lagūnā. Atšķirīgāka aina salīdzinot ar saldūdeņiem, novērojama pēc elementu sastāva un to attiecībām, un šie parametri liecina, ka lielākā daļa organiskā materiāla, kas atrodas sedimentos varētu būt veidojušies no niedrēm un citiem augiem, un ļoti maza proporcija varētu būt no aļģēm vai dažādiem mikroorganismiem. Šos sedimentus raksturo ļoti mazs slāpekļa daudzums, sevišķi atklātajā lagūnā, kas atspoguļojas arī tā attiecībā pret fosforu, kaut gan Randu plāvās tā koncentrācijas nav augstākas kā Mērsragā (8., 9. tabula).

8. tabula. Randu pļavās un Ainažu lagūnā ievākto sedimentu pH, mitruma, organisko vielu un karbonātu satura raksturojums.

Parauga šifrs	Dziļums, cm	pH (H ₂ O)	Elektro-vadītspēja (H ₂ O)	pH (KCl)	Mitrums, %	Organiskās vielas, %	Karbonātu saturs, %
AL1	0-5	7	771	7,14	31,73	1,54	0,28
AL2	0-5	6,49	863	6,77	23,22	1,34	0,36
AL3	0-5	8,07	464	8,45	25,74	3,08	7,15
AL4	0-5	6,77	1451	6,75	34,8	2,99	1,49
SL1	0-5	6,67	1655	6,77	40,75	2,48	0,37
SL2	0-5	5,63	1782	6,70	60,00	6,82	6,04
SL3	0-5	6,96	1514	7,15	32,85	2,31	0,91
365	0-5	6,93	748	6,36	57,99	5,43	0,51
	5-10	6,75	1486	6,42	53,67	4,38	0,44
366	0-5	6,74	2131	6,69	55,12	5,59	2,57
364 0-5x	0-5	6,85	1304	6,8	43,2	2,52	0,8

9. tabula. Randu pļavās un Ainažu lagūnā ievākto sedimentu C, N saturs un to attiecības.

Parauga šifrs	Dziļums, cm	N,%	C,%	C:N:P	C/N
AL1	0-5	0,03	0,36	9:1:1	12
AL2	0-5	0,04	0,68	25:1:1	17,9
AL3	0-5	0,03	1,51	40:1:1	50,5
AL4	0-5	0,07	1,20	49:3:1	17,3
SL1	0-5	0,13	1,29	27:3:1	10
SL2	0-5	0,24	5,38	115:5:1	22,3
SL3	0-5	0,07	1,00	21:1:1	14,8
365	0-5	0,25	2,72	72:7:1	11
366	0-5	0,16	2,02	46:4:1	13
364 0-5x	0-5	0,06	0,96	23:2:1	15,3

Metālu satura analīzes sedimentos pētītajās lagūnās attiecībā uz elementiem, kas iekļauti 2006. gada 13. jūnija MK noteikumos Nr. 475 "Virszemes ūdensobjektu un ostu akvatoriju tīrīšanas un padziļināšanas kārtība" apliecina, ka visi elementi (As, Zn, Cr, Cd, Pb, Cu), izņemot Ni nepārsniedz pirmo robežlielumu, kura pārsniegumi konstatēti Mērsragā ūdenstilpes sedimentos uz Z no ostas (1Z, 2Z punktos), kā arī uz D no ostas punktā 7D (Pielikums 5). Jāatzīmē, ka otrais robežlielums netiek pārsniegts. Šāda veida Ni koncentrāciju paaugstinājums varētu būt saistīts gan ar organisko vielu saturu, kas varētu ņemt dalību Ni asimilācijā, gan vēsturisko darbību ostas teritorijā un piekrastē, jo nedaudz augstākas vērtības šajā paraugu ņemšanas vietās, salīdzinot arī pārējo teritoriju, ir arī citiem analizētajiem smagajiem metāliem. Sedimentu virsējā slānī, kas atbilst jaunākajiem nogulumiem šī elementa koncentrāciju robežlielums netiek pārsniegts. Makroelementu koncentrācijas ir salīdzināmas ar Ziemeļvācijā pētītās atklātās lagūnas grunts sastāvu (Karstens et al. 2015), izņemot Mērsraga 3

ūdenstilpnes sedimentus uz Z no ostas (1Z, 2Z punktos), kur ir ievērojami paaugstinātas arī citu elementu koncentrācijas (Pielikums 3, 4).

Rezumējums par izvēlētajām pētījumu metodēm attiecībā uz lagūnu raksturošanu.

Nemot vērā sedimentu mazo biezumu un niecīgo organisko vielu saturu, vienkārša raksturošana ir izmantojama, jo literatūrā ir atrodami arī citviet ezeros un lagūnās veiktie mērījumi, tomēr koncentrēšanas tikai uz sedimentu raksturošanu nav uzskatāma par optimālu pieeju. Pastāvot bažām par antropogēno darbību ietekmi, ir vēlama metālu satura noteikšana un pēc vajadzības arī citu piesārņotāju klātbūtnes analīze. Elementsastāva attiecību noteikšana un pH analīzes, kā arī karsēšanas zudumu analīzes, var izrādīties noderīgas metodes, raksturojot lagūnās dominējoši noritošos procesus. Tomēr nozīmīgāka komponente ir ūdens sastāva, to plūsmu un līmeņa dinamikas raksturošana.

3.3. Makrozoobentosa sugu sastāvs

Mērsraga 1

Lauka apstākļos novērotās sugas – cauruļblakts *Ranatra linearis*, peldblakts – *Ilyocoris cimicoides* un platā airvabole *Dytiscus latissimus* (īpaši aizsargājuma suga). Laboratorijā identificētas sugas kvalitatīvajos paraugos: zilzaļā dižspāre *Aeshna cyanea*, parastā daiļspāre *Ischnura elegans* un mugurpelde *Notonecta glauca*.

Makrozoobentosa īpatņu skaits semi-kvantitatīvajā paraugā bija neliels un konstatēti 9 taksoni, no kuriem dominēja trīsuļodu Chironimidae kāpuri.

Mērsraga 2

Lauka apstākļos novērotās sugas – cauruļblakts *Ranatra linearis* un peldblakts – *Ilyocoris cimicoides*. Laboratorijā identificētas sugas kvalitatīvajos paraugos: dienvidu dižspāre *Aeshna mixta*, airvaboles *Cybister lateralmarginalis* kāpurs, viendienītes *Cloeon dipterum* un juvenili peldblakšu dzimtas Corixidae īpatņi.

Makrozoobentosa īpatņu skaits semi-kvantitatīvajā paraugā, lagūnā 2, salīdzinoši ar lagūnu 1 ir lielāks, paraugā konstatēti 8 taksoni un, līdzīgi lagūnai 1, dominē Chironimidae kāpuri.

Laboratorijā identificētas sugas kvalitatīvajos paraugos: purva dīkgliemezis *Stagnicola palustris*, airblakts *Sigara striata* un parastā daiļspāre *Ischnura elegans*.

Mērsraga 3

Makrozoobentosa īpatņu skaits semi-kvantitatīvajā paraugā lagūnā ir lielāks nekā pārējās divās Mērsraga lagūnās, kā arī šī lagūna atšķiras no pārējām, ka tajā konstatētas ūdens gliemežu sugas. Taksonu skaits ir līdzīgs citām lagūnām - konstatēti 9 taksoni, paraugā dominē Chironomidae kāpuri un sānpeldes *Gammarus zaddachi*.

Lagūnu zoobentosa blīvums un taksonomiskais sastāvs ir nabadzīgs, salīdzinot ar citām lentiskām ekosistēmām, kas skaidrojams ar periodisku jūras ūdens ieplūdi. Paraugos netika konstatētas svešzemju vai invazīvās makrozoobentosa sugas, kuras bieži spēj kolonizēt lagūnu biotopus (Olenin and Leppäkoski 1999).

Platā airvabole *Dytiscus latissimus* novērota Mērsraga lagūnā 1 (koordinātes: x 447893; y354040). Tā ir iekļauta Ministru kabineta noteikumu Nr. 396 "Noteikumi par īpaši aizsargājamo sugu un ierobežoti izmantojamo īpaši aizsargājamo sugu sarakstu" 1. pielikumā, MK noteikumu Nr. 281 „Noteikumi par preventīvajiem un sanācijas pasākumiem un kārtību, kādā novērtējams kaitējums videi un aprēķināmas preventīvo, neatliekamo un sanācijas pasākumu izmaksas” 4. pielikumā "Trešās grupas īpaši aizsargājamās sugas", MK noteikumu Nr. 940 "Noteikumi par mikroliegumu izveidošanas un apsaimniekošanas kārtību, to aizsardzību, kā arī mikroliegumu un to buferzonu noteikšanu" 1. pielikumā "Īpaši aizsargājamo zīdītāju, abinieku, rāpuļu, bezmugurkaulnieku, vaskulāro augu, sūnu, aļģu, ķērpju un sēņu sugas, kurām izveidojami mikroliegumi" un Eiropas Padomes direktīvas 92/43/EEC (21.05.1992) "Par dabisko biotopu, savvaļas floras un faunas aizsardzību" II un IV pielikumā.

Randu pļavu slēgtā lagūna

No grunts substrātiem dominēja smilts, rupjš detrīts, ūdensaugi – raglapes un jūras najāda. No pētītajām DL "Randu pļavu" lagūnām konstatēta vislielākā sugu daudzveidība un īpatņu blīvums, kuru galvenokārt veido trīsuļodu (*Chironomidae*) kāpuri. Raksturīgas eitrofu ūdeņu sugas - blakts *Ilyocoris cimicoides*, airblaktis *Corixidae*; vēžveidīgie - sānpeldes *Gammarus* sp., ūdens ēzelīši *Asellus aquaticus*; vaboles - airvaboles *Dytiscidae*, ūdensmīļi *Hydrophilidae*, peldvaboles *Halipus* sp.; nelielā skaitā mazzartārpi *Oligochaeta*.

Randu pļavu atvērtā lagūna

Grunti klāja biezs rupjā detrīta slānis. Konstatēta ļoti maza bentisko bezmugurkaulnieku sugu daudzveidība un īpatņu skaits. Raksturīgi trīsuļodu (*Chironomidae*) kāpuri, salīdzinoši liels krāšņspāru *Coenagrionidae* kāpuru blīvums (tai skaitā *Coenagrion pulchellum*), ļoti nelielā skaitā airblaktis *Corixidae*, vēžveidīgie - sānpeldes *Gammarus* sp., divspārņi (dunduri *Chrysops* sp.), gliemeži - *Radix balthica* un tukšas gliemežu čaulas sugām: *Lymnaea stagnalis*, *Bithynia tentaculata*, kā arī sproģājvēža *Balanus improvisus* čaulas atliekas.

Faunistiskajos paraugos atrasti trīsuļodu kāpuri, lielais dīkgliemezis, lielā ūdensspolīte *Planorbarius corneus* (21. att.).



21. attēls. Lielais dīkgliemezis *Lymnaea stagnalis* un lielā ūdensspolīte *Planorbarius corneus*.

Ainažu lagūna

Raksturīgs rupja detrita un ūdensaugiem (raglapēm) bagāts substrāts. Sugu daudzveidība neliela - lielākais īpatņu blīvums raksturīgs trīsuļodiem (Chironomidae); sastopamas arī airblaktis (Corixidae), vēžveidīgie - vienādkājvēži - ūdens ēzelīši *Asellus aquaticus*, krāšņspāru Coenagrionidae kāpuri (tai skaitā *Coenagrion pulchellum*). Atrastas tukšas maksteņu Trichoptera mājiņas no dīkmaksteņu Limnephilidae un pundurmaksteņu Hydrophilidae dzimtām; kā arī tukšas purvu dīkgliemeža *Stagnicola palustris* čaulas un senas jūras gliemeņu - Baltijas plakangliemenes *Macoma baltica* čaulas.

3.4. Makrofītu sugu sastāvs un sastopamība

Mērsraga lagūnas

Lagūna 1

Kopējais aizaugums – 80%. Virsūdens augu audzes blīvas gar visu lagūnas piekrasti, dominējošās sugas šaurlapu vilkvālīte *Typha angustifolia*, parastā niedre *Phragmites australis* (22. att.). Iegrimušo augu sugu sastāvā 2020. gadā dominē ķemmveida glīvene *Potamogeton pectinatus*, jūras najāda *Najas marina*, pusgrimusī raglape *Ceratophyllum submersum* (23. att.). Lagūnas Z daļā un ieličos sastopams mazais ūdenszieds *Lemna minor*. 2021. gadā iegrimušo sugu sastāvā netika konstatēta jūras najāda, ūdens apsekojuma laikā bija bālgani duļķains, kas, iespējams, kavē sugas attīstību. Kopumā makrofītu sugu sastāvs liecina par augstu barības vielu saturu lagūnas ūdeņos, īpaši augsts aizaugums ar eitrofiem ūdeņiem raksturīgajām sugām konstatēts lagūnas Z daļā.



22. att. Lagūnas ZR daļā dominē eitrofiem ūdeņiem raksturīgas sugas (foto: L. Grīnberga)



23. att. Lagūnas ZR daļā bieži sastopama pusgrimusī raglape (foto: L. Grīnberga)

Lagūna 2

Kopējais aizaugums – 95%. Virsūdens augu audzes blīvas gar visu lagūnas piekrasti, dominējošā suga šaurlapu vilkvālīte *Typha angustifolia*, retāk sastopama parastā niedre *Phragmites australis*. 2020. gadā iegrimušo augu sugu sastāvā dominē savītā mieturīte *Chara tomentosa*, vietām izveidojušās jūras najādas *Najas marina*, ķemmveida glīvenes *Potamogeton pectinatus*, pusgrimušās raglapes *Ceratophyllum submersum* audzes. 2020. gadā iegrimušo sugu sastāvā nav konstatēta jūras najāda,

būtiski samazinājusies mieturaļģu sastopamība. Tāpat kā blakus lagūnā, arī šeit ūdens caurredzamība 2021. gadā būtiski zemāka kā iepriekšējā vasarā. Kopumā sugu sastāvs raksturīgs vidēji eitrofiem ūdeņiem (24., 25. att.).



24. att. Plašas audzes lagūnā veido savītā mieturīte *Chara tomentosa* (foto: L. Grīnberga)



25. att. Lagūnā nereti sastopama jūras najāda *Najas marina* (foto: L. Grīnberga)

Lagūna 3

Kopējais aizaugums 40%. Lagūna ir savienota ar jūru, savienojuma vietā reti sastopams pūšļu fuks *Fucus vesiculosus*, vārpainā daudzlape *Myriophyllum spicatum*, skaujošā glīvene *Potamogeton perfoliatus*. Lagūnā aizaugums ar makrofītiem neliels, gar krastu izveidojušās blīvas parastās niedres audzes, vietām sastopama šaurlapu vilkvālīte, zilganais meldrs *Scirpus tabernaemontani* (26. att.). Vietām, galvenokārt ielīčos tālāk no jūras, kā arī starp niedrēm sastopamas ķemmveida glīvenes un pusgrimusī raglape (27. att.). Kopumā sugu sastāvs raksturīgs vidēji eitrofiem ūdeņiem, iegrimušo augu sugu daudzveidība un to sastopamība neliela.



26. att. Lagūnas savienojums ar jūru (foto: L. Grīnberga)



27. att. Makrofītu sugu sastāvā dominē virsūdens augu sugas (foto: L. Grīnberga)

Randu lagūnas

Slēgtā lagūna

Kopējais aizaugums – 80%. Piekrastē blīvas niedru audzes, skrajas virsūdens augu audzes izveidojušās arī seklākajās lagūnas daļās, kur visbiežāk sastopams jūrmalas gumumeldrs *Bolboschoenus maritimus*, zilganais meldrs *Scirpus tabernaemontani* 28., 29. att.). Iegrimušo sugu sastāvā dominē jūras najāda, pusgrimusī raglape, vārpainā daudzlape, retāk sastopama purva diedzene *Zannichellia palustris*, jūras rupija *Ruppia maritima*. Vairākas no konstatētajām sugām ir Latvijā retas, īpaši aizsargājamas, sastopamas galvenokārt piejūrā.



28. att. Virsūdens augi sastopami arī lagūnas seklākajās daļās (foto: L. Grīnberga).



29. att. Jūras rupija *Ruppia maritima* – reta un aizsargājama suga Latvijā (foto: L. Grīnberga).

Atvērtā lagūna

Kopējais aizaugums – 70%. Lagūna ir savienota ar jūru, sekla. Virsūdens augu audzes sastopamas piekrastē, kā arī seklākajās lagūnas daļās. Visbiežāk sastopama parastā niedre, jūrmalas gumumeldrs, zilganais meldrs (30., 31. att.). Iegrimušo augu audzes ir salīdzinoši skrajas, bieži sastopama jūras najāda, purva diedzene, skarbā mieturīte *Chara aspera*, jūras rupija, ķemmveida glīvene, pelēkā mieturīte *Chara contraria*. Atvērtajā lagūnā bieži sastopamas tipiskiem lagūnu biotopiem raksturīgās makrofitu sugas, to īpatsvars sugu sastāvā ir lielākais, salīdzinot ar citām lagūnām. Vairākas no sugām ir Latvijā retas un īpaši aizsargājamas.



30. att. Iegrimušo augu audzes skrajas (foto: L. Grīnberga)



31. att. Virsūdens augi sastopami arī lagūnas seklākajās daļās (foto: L. Grīnberga)

Ainažu lagūna

Kopējais aizaugums – 70%. Lagūna ir neliela, salīdzinot ortofoto kartes kopš 20. gs. 90tajiem gadiem, tā izveidojusies laika posmā 2001.-2005. gadam. Piekrastē ļoti blīvas niedru audzes, uzkrājušās atmirušās niedru daļas (32., 33. att.). Iegrimušo sugu sastāvā nav sastopamas jūras piekrastes seklūdeņiem raksturīgās sugas, konstatētas eitrofos ūdeņos sastopamā ķemmveida glīvene, pusgrimusī raglape, mazais ūdensziņš *Lemna minor*, trejdaivu ūdensziņš *Lemna trisulca*. Makrofītu sugu sastāvs un sastopamība lagūnā liecina par augstu barības vielu saturu ūdenī.



32. att. Dziļākajā lagūnas daļā sastopamas iegrimušo augu sugas (foto: L. Grīnberga)



33. att. Lagūnu ieskauj blīvas niedru audzes, daudz atmirušo niedru (foto: L. Grīnberga)

Līdztekus sedimentu paraugu ievākšanai, apsekotas aizaugušas lagūnas Randu pļavu D daļā. (34., 35. att., 11. att.). Šinī daļā sugu sastāvā dominē parastā niedre, atklātās ūdens platības ir ļoti nelielas un aizaugušas ar pusgrimušo un iegrimušo raglapi.



34. att. Lagūnas aizaugušas ar blīvām niedrēm un šaurlapu vilkvāļītēm (foto: L. Grīnberga)



35. att. Nelielajās atklātās ūdens platībās aizaug ar iegrimušo raglapi *Ceratophyllum demersum* (foto: L. Grīnberga)

3.5. Zooplanktona taksonomiskais sastāvs un sastopamība

Lagūnās (Ainažu lagūna, Randu atvērtā un slēgtā lagūna, Mērsrags 1, 2 un Mērsrags 3 lagūna) tika konstatēti dažādu ekoloģisko grupu zooplanktons gan pēc ūdens sāļuma tolerances, gan dzīvotnes, gan pēc barošanās veida. Lagūnās kopumā tika konstatēti ap 40 plaši sastopami kosmopolītiski zooplanktona taksoni, no tiem lielāko daudzveidību veido virpotāji (Rotifera), kas ir raksturīgi lagūnām un upju grīvām. Nabadzīgāk pārstāvēti ir vēžveidīgie, Cladocera un Copepoda 3 līdz 4 taksoni un Copepoda attīstības stadijas kopepodīti un naupliji (10. tabula).

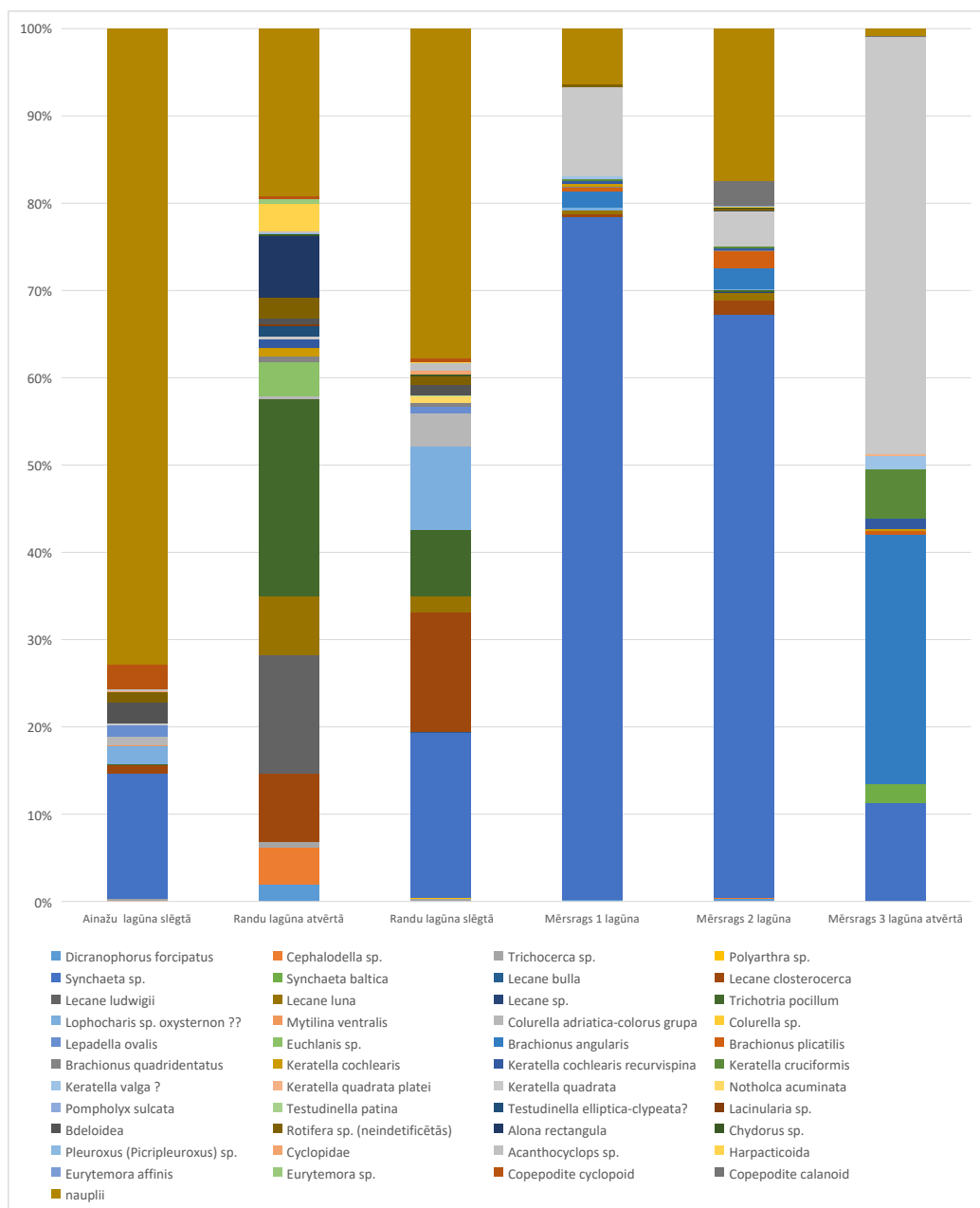
Rotifera lielāko daudzveidību veido eirihalīnie taksoni (sastopami gan saldūdeņos, gan sāļūdeņos) ar perifītiski-bentisku dzīves veidu, kas ir raksturīgi lagūnām, savukārt lielāko skaitu veido planktoniskie taksoni (*Keratella quadrata*, *Synchaeta* sp.) un Copepoda naupliji. Konstatēti arī tipiski jūras planktoniskie taksoni kā *Synchaeta baltica*, *Brachionus plicatilis*, *Keratella cochlearis* var. *recurvispina*, *Keratella cruciformis*, *Keratella quadrata* var. *platei*. Starp vēžveidīgajiem Copepoda arī galvenokārt konstatēti taksoni vai augstākas taksonomiskās grupas ar bentisku dzīves veidu un raksturīgas sekliem ūdeņiem (Harpacticoida, *Acanthocyclops* sp.), kā arī bentiskā un arī planktonā sastopamā eirihalīnā suga *Eurytemora affinis*. Cladocera grupā arī tika konstatēti seklūdens epifītiskie un iesālūdeņiem tolerantie Chydoridae taksoni (*Alona rectangula*, *Chydorus* sp., *Pleuroxus* sp.). Pēc taksonomiskā sastāva Ainažu un Randu lagūnas ir līdzīgākas savā starpā un atšķirīgas no Mērsraga lagūnām, dominējot epifītiski-bentiskajiem virpotājiem un Copepoda nauplijiem, taksonu daudzveidīga ir Randu atvērtā lagūna. Savukārt Mērsraga lagūnās dominējošie ir planktoniskie virpotāji, Mērsraga lagūnā 3 viena no dominējošām ir arī eitrofas vides un sliktas ūdens kvalitātes indikatorsuga *Brachionus angularis* (29%) (10. tabula., 36., 37. att.). Mērsraga lagūnā 3 tika konstatēti arī Crustacea Cirripedia sprogkāju *Balanus* sp. naupliji.

10. tabula. Lagūnu zooplanktona taksonomiskais sastāvs un sastopamība

	Eirihalīna	Perifītiski-bentiska	Planktoniska	Ainažu	Randu atvērtā	Randu slēgtā	Mērsrags 1	Mērsrags 2	Mērsrags 3
Rotifera									
<i>Dicranophorus forcipatus</i>	+	+			+		+	+	
<i>Cephalodella</i> sp.		+		+	+			+	
<i>Trichocerca capucina</i>	+	+					+		
<i>Trichocerca</i> sp.		+		+	+	+			
<i>Polyarthra</i> sp.	+		+			+			
<i>Synchaeta</i> sp.	+		+	+		+	+	+	+
<i>Synchaeta baltica</i>	j		+						+
<i>Lecane bulla</i>	+	+				+			
<i>Lecane closterocerca</i>	+	+		+	+	+	+	+	
<i>Lecane ludwigii</i>	+	+			+			+	
<i>Lecane luna</i>	+	+			+	+	+	+	

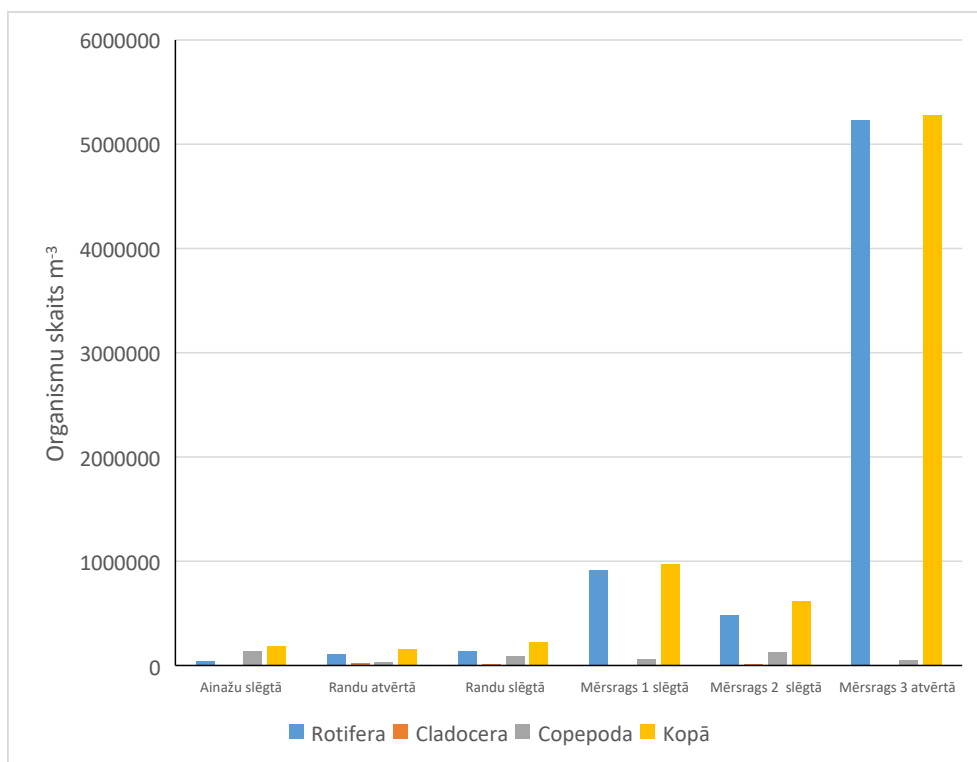
<i>Lecane</i> sp.		+					+	+	+
<i>Trichotria pocillum</i>	+	+		+	+	+	+	+	+
<i>Lophocharis</i> sp. <i>oxysternon</i> ?	+	+		+		+	+	+	
<i>Mytilina ventralis</i>	+	+		+					
<i>Colurella adriatica-colorus</i> grupa	+	+		+	+	+	+		
<i>Lepadella ovalis</i>	+	+		+		+	+		
<i>Euchlanis</i> sp.		+			+	+			
<i>Brachionus angularis</i>	+		+				+	+	+
<i>Brachionus plicatilis</i>	j		+		+		+	+	+
<i>Brachionus quadridentatus</i>	+	+			+	+	+	+	+
<i>Keratella cochlearis</i>	+		+		+	+	+	+	+
<i>Keratella cochlearis</i> var. <i>recurvispina</i>	j		+		+		+	+	+
<i>Keratella cruciformis</i>	j		+				+	+	+
<i>Keratella valga?</i>	+		+				+		+
<i>Keratella quadrata</i> var. <i>platei</i>	j		+					+	+
<i>Keratella quadrata</i>	+		+	+	+		+	+	+
<i>Notholca acuminata</i>	+	+	+	+	+	+			+
<i>Pompholyx sulcata</i>	+		+					+	
<i>Testudinella patina</i>	+	+				+			
<i>Testudinella elliptica-clypeata</i>	+	+			+				
<i>Lacinularia</i> sp.	+	+			+				
Bdeloidea		+		+	+	+		+	
Rotifera (neindetificētās)		+		+	+	+	+	+	
Cladocera									
<i>Alona rectangula</i>	arī is	+		+	+			+	
<i>Chydorus</i> sp.	+	+			+	+		+	
<i>Pleuroxus (Picripleuroxus)</i> sp.	arī is	+			+				
Copepoda									
Cyclopidae				+		+		+	
<i>Acanthocyclops</i> sp.		+		+	+	+			
Harpacticoida		+			+	+		+	+
<i>Eurytemora affinis</i>	+	+	+				+	+	
<i>Eurytemora</i> sp.	+	+	+		+				
Attīstības stadijas:									
Copepodite cyclopoid				+	+	+		+	
Copepodite calanoid							+	+	+
nauplii				+	+	+	+	+	+

j - jūras, is - iesālūdeņos



36. att. Lagūnu zooplanktona taksonomiskais sastāvs pēc skaita (%).

Zooplanktona organismu skaits lagūnās ir atšķirīgs starp Ainažu, Randu lagūnām un Mērsrags lagūnām. Ainažu un Randu lagūnās tas ir salīdzinoši mazāks no neliela 155000 m^{-3} Randu atvērta lagūnā līdz 223750 m^{-3} Randu slēgtajā lagūnā, līdz lielam un ļoti lielam skaitam Mērsrags lagūnās (no 613500 m^{-3} Mērsrags 2 līdz 5284000 m^{-3} Mērsrags 3), līdz ar to arī ar lielāko biomasu (no $0,343 \text{ g m}^{-3}$ Mērsrags 2 līdz $3,3 \text{ g m}^{-3}$ Mērsrags 3) starp lagūnām. Lielāko organismu skaitu veido Rotifera, izņemot Ainažu lagūnu, kur dominē Copepoda naupliji (35. att.). Randu un Ainažu lagūnās lielāko zooplanktona biomasu veido Copepoda, Mērsrags lagūnās - Rotifera. Zooplanktona biomasa lagūnās ir visai zema, izņemot Mērsrags 3. Šāda zema biomasa var liecināt, ka zooplanktonam ir maza ietekme uz fitoplanktonu, kas raksturīgi eitrofiem barības vielām bagātiem ezeriem, kuros ir sastopamas zooplanktonam grūti filtrējamās un toksiskās aļģes, piemēram, cianobaktērijas un citas aļģes.



37. att. Lagūnu zooplanktona organismu skaits.

Kopumā gan pēc zooplanktona taksonomiskā sastāva, gan pēc organismu skaita un pēc biomasas, dominējot Rotifera un Copepoda, lagūnas var rakturot kā organismiskām vielām bagātas, eitrofiem un stipri eitrofiem ūdeņiem atbilstošas. Rotifera ir efektīvi baktēriju, flagelātu un aļģu izēdāji (filtrētāji), līdz ar to dominēšanu, kā *Keratella*, *Brachionus* un *Synchaeta* norāda par augstu detrita, bakterioplanktona, flagelātu un aļģu klātbūtni. Par tipisku eitrofu ūdeņu indikatoru tiek uzskatīts arī *Chydorus* sp. (arī toleranta pret piesārņojumu) un citi hidorīdi no Cladocera, kas vienlaicīgi labi izdzīvo sālūdeņos. Visiem ezeriem ir zema vai ļoti zema $Z_{biom}:F_{biom}$ attiecība. Pie stipri eitrofiem ūdeņiem var attiecināt Mērsraga 1 un 3 lagūnas ar zemu $Z_{biom}:F_{biom}$ attiecību ($Z_{biom}:F_{biom} > 0,009$ un $0,05$ attiecīgi) un Mērsraga lagūnā 3 arī ar ļoti augsto organismu skaitu. Visās trijās lagūnās konstatēts arī *Brachionus angularis*, kas raksturīgs piesārņotiem ūdeņiem. Mērsraga lagūna 2 atbilst eitrofiem ūdeņiem ar zemu $Z_{biom}:F_{biom}$ attiecību ($> 0,01$), bet ar vēžveidīgo Cladocera, Copepoda sastopamību. Randu lagūnas ir taksonomiski daudzveidīgas lagūnas, pieaugot perifētiski-bentisko *Rotifera* un vēžveidīgo taksoniem, bet arī šīs lagūnas raksturojas ar zemu $Z_{biom}:F_{biom}$ attiecību ($> 0,01$ Randu atvērtā un $0,08$ slēgtā lagūna), ir eitrofas. Ainažu lagūna ir mazāk daudzveidīga, ar zemu biomasu un zemu $Z_{biom}:F_{biom}$ attiecību ($> 0,01$), atšķirībā no pārējām lagūnām tajā dominē *Copepoda* gan pēc skaita, gan biomasas.

3.6. Fitoplanktona taksonomiskais sastāvs un biomasa

Mērsrags 1

2020. gadā konstatētas zilaļģes *Aphanizomenon flos-aquae*, kriptofītaļģes *Cryptomonas* sp., *Rhodomonas* sp., zaļaļģes *Monoraphidium* sp., dinofītaļģes *Gymnodinium* sp. un jūrai raksturīgās *Woloszinska halophila*, kas veidoja samērā lielu biomasu – 11,827 mg/l, kā arī kramaļģes *Pseudonitzschia* sp. un zaļaļģes *Monoraphidium* sp. un *Ankistrodesmus* spp. Fitoplanktona kopējā biomasa – 35,77 mg/l tiek uzskatīta ar ļoti augstu un atbilst ļoti sliktai vides kvalitātei. 2021. gadā lielā daudzumā konstatētas zilaļģes *Anabaena* sp. un *Aphanizomenon flos-aquae*, veidojot samērā lielu biomasu – 7,2mg/l, kas sastāda 92% no kopējās biomasas. Tām seko eiglēnaļģes *Euglena* sp. un *Phacus* sp. un zaļaļģes *Monoraphidium* sp. un *Desmodesmus* sp. Kopējā biomasa ir samērā augsta – 7,852 mg/l, kas liecina par eitrofikācijas procesiem.

Mērsrags 2

2020. gadā konstatētas zilaļģes *Aphanizomenon flos-aquae*, kriptofītaļģes *Cryptomonas* sp., *Rhodomonas* sp., dinofītaļģes *Woloszinska halophila*, zaļaļģes *Monoraphidium* sp. Bez tam, te atrasti vienšūņi *Mesodinium rubrum*. Augstāko daļu no kopējās biomasas daļu veido dinoflagellāte *Woloszinska halophila* (17 mg/l). Kopējā fitoplanktona biomasa ir augsta – 28,31 mg/l, kas liecina par atbilstību ļoti sliktam ekoloģiskam stāvoklim. 2021. gadā vadošās ir zilaļģes *Anabaena* sp., *Chroococcus* sp., *Gloeocapsa* sp. un *Aphanizomenon flos-aquae* (66%) no kopējās biomasas (3,546 mg/l) un kramaļģes *Cyclotella* sp., *Cymbella* sp., *Navicula* sp., *Nitzschia acicularis*, *Nitzschia* sp., *Pinnularia* sp., *Synedra* sp. (1,732mg/l). Zilaļģu nospiedošā klātbūtne liecina par eitrofikāciju.

Mērsrags 3

2020. gadā raksturīga Eiglēnaļģu *Euglena* sp., dinofītaļģu *Woloszinska halophila*, kā arī kramaļģu *Nitzschia acicularis* (4,9 mg/l) masveida savairošanās. Te konstatētas grūti nosakāmas eiglēnaļģes (22,35mg/l), ļoti maza šūnas apjoma kriptofītaļģes *Rhodomonas* sp.(20,29mg/l), zaļaļģes *Desmodesmus* sp. un sāļūdeņiem raksturīgās dinoflagellātes. Fitoplanktons veidoja ļoti augstu kopējo biomasu (65mg/l) (38. att.), kas liecina par ļoti sliktu ekoloģisko stāvokli. 2021. gadā šajā lagūnā dominēja potenciāli kaitīgās zilaļģes *Anabaena* sp. un *Aphanizomenon flos-aquae*. veidojot 6,029mg/l lielu biomasu, kas sastāda 93% no kopējās biomasas (6,029mg/l). Tas ļauj šo lagūnu novērtēt kā eitrofu.

Randu slēgtā

2020. gadā lagūna raksturīga ar eiglēnaļģu *Lepocinclis* sp. masveida savairošanos. Bez tā, ievērojamā daudzumā te ir kriptofītaļģes *Cryptomonas* sp., eiglēnaļģes *Euglena acus* un kramaļģes *Nitzschia* spp., *Navicula* sp., *Synedra acus*, *Aulacoseira* sp. Te nelielā daudzumā sastopami vienšūņi *Mesodinium rubrum*. Kopējā fitoplanktona biomasa ir neliela (0,942 mg/l) un to veido grūti nosakāmās eiglēnaļģes *Lepocinclis* sp., *Euglena* sp., *Phacus* spp., kas sastāda līdz 95% no kopējās biomasas. 2021. gada lagūnas pētījumi rāda, ka te dominē grūti nosakāmas (iespējams, ka *Lepocinclis* sp.) eiglēnaļģes (4,269mg/l), kas sastāda 54% no kopējās biomasas un dinofītaļģes (3,696mg/l), kas veido 46% no kopējās biomasas un nelielā daudzumā zaļaļģes *Desmodesmus* sp.

Eiglēnaļģu klātbūtne liecina par šī aļģu nodalījuma attīstību veicinošu vielu ieplūdi lagūnā.

Randu atvērtā

2020. gadā konstatēta fitoplanktona sugu daudzveidība. Taču kā masveida sugas jāmin piesārņotu ūdeņu iemītņieces - pavedienveida zilaļģes (cianobaktērijas) *Aphanizomenon flos-aquae* un vienšūnu kramaļģes *Nitzschia acicularis*. Kopējā fitoplanktona biomasa ir viduvēja - 2,18 mg/l, kur 70,00% no tās veido kramaļģes. 2021. gadā atvērtajā lagūnā tika konstatēts samērā bagāts fitoplanktons, ko pamatā veidoja dinofītaļģes *Gymnodinium* sp. (1,848mg/l), eiglēnaļģes *Euglena* sp. (0,279 mg/l) un kramaļģes *Aulacoseira* spp, *Tabellaria* sp, *Cyclotella* sp., *Cocconeis* sp., *Navicula* sp. (1,765mg/l). Kopējā biomasa - 3,994 mg/l liecina par pietiekoši barības vielām bagātu ūdensobjektu.

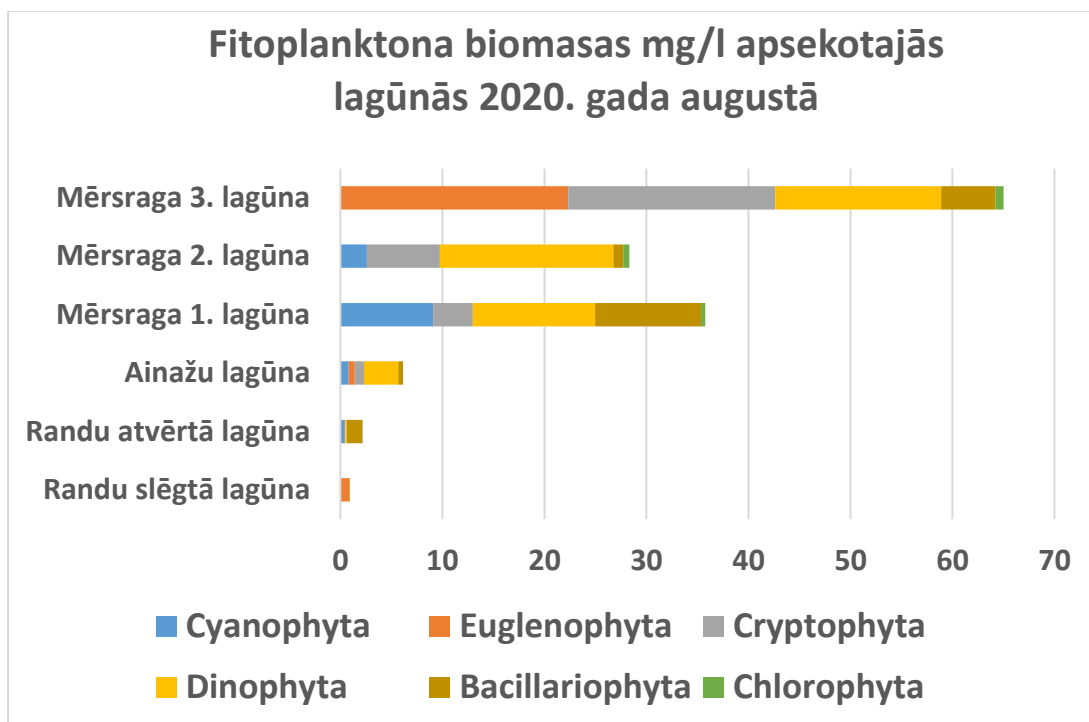
Ainažu

2020. gadā lagūna raksturīga ar to, ka te savairojušās pavedienveida zilaļģes (cianobaktērijas) *Aphanizomenon flos-aquae*, kriptofītaļģes *Cryptomonas* un *Rhodomonas* sp. Kopējā fitoplanktona biomasa ir samērā augsta – 6,14 mg/l kur dinofītaļģes *Gymnodinium* sp, veido 54,88% no kopējās fitoplanktona biomasas. 2021. gadā te tika konstatēts bagāts fitoplanktons, ko praktiski veidoja potenciāli kaitīgās zilaļģes *Microcystis* sp., *Aphanizomenon* sp. (20,829mg/l) un kramaļģes *Aulacoseira* sp., *Navicula* sp., *Tabellaria* sp. (11,828mg/l), kaut arī pārējie aļģu nodalījumi kā kriptofītaļģes (2,021 mg/l), dinofītaļģes (5,236 mg/l), eiglēnaļģes (2,245 mg/l) veido ievērojamu daļu no kopējās biomasas. Kopējā fitoplanktona biomasa ir ļoti augsta – 42,338 mg/l (39. att.), kas norāda uz fitoplanktona masveida ziedēšanu, kas var izraisīt vides degradāciju un ļauj šīs lagūnas ekoloģisko stāvokli paraugu ņemšanas laikā novērtēt kā ļoti sliktu.

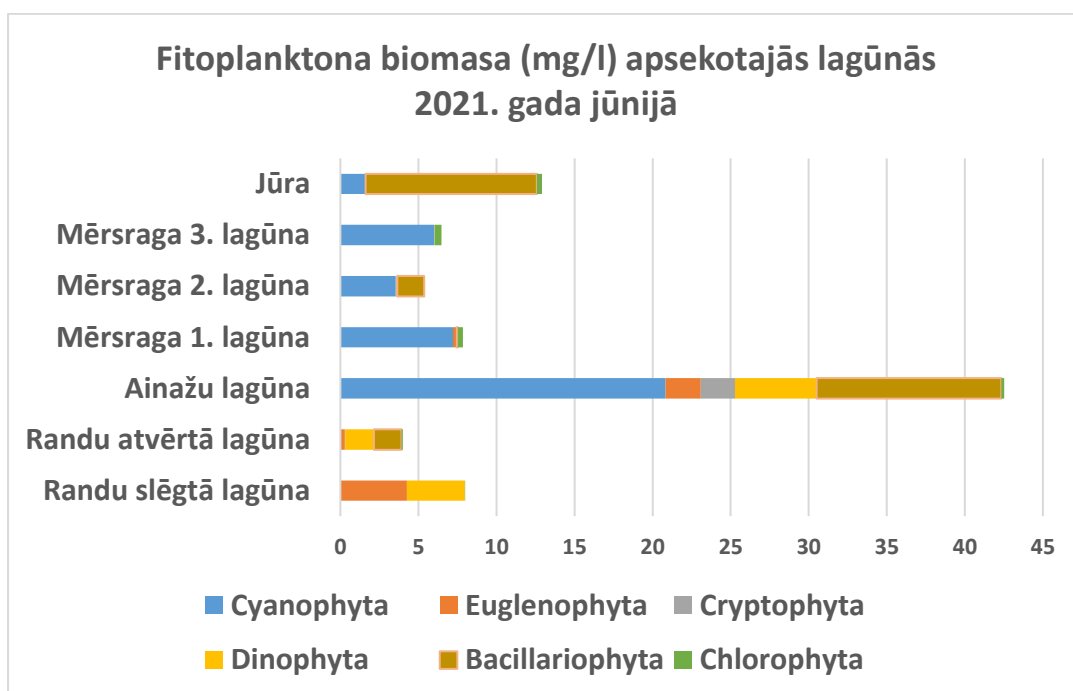
Jūras paraugs

Lai būtu iespējams salīdzināt lagūnas un jūras ūdens kvalitāti, tika ievākts jūras piekrastes paraugs netālu no lagūnas. Šī parauga fitoplanktons krasi atšķīrās no lagūnu paraugiem. Atšķirībā no lagūnu tipa ūdensobjektiem paraugā dominēja kramaļģes *Aulacoseira* spp., *Coscinodiscus* sp., *Synedra acus*, *Stephanodiscus* sp., *Nitzschia* sp., *Cocconeis placentula*, *Fragilaria* sp. kas veidoja 85% (10,972mg/l) no kopējās biomasas. Jāatzīmē, ka kopējā fitoplanktona biomasa ir samērā augsta - 12,91 mg/l, kas liecina par eitrofikāciju.

Gan 2020. gadā, gan 2021. gadā Mērsraga, gan Ainažu lagūnās konstatētas salīdzinoši ļoti augstas fitoplanktona biomasas (38. att., 39. att.), kas varētu liecināt par ļoti sliktu vides stāvokli Mērsraga 3 lagūnā augustā un Ainažu lagūnā 2021. gada jūnijā. Īpaša uzmanība jāpievērš zilaļģu (cianobaktēriju) “ziedēšanai” Ainažu lagūnā.



38. att. Fitoplanktona biomasas (mg/l) 2020. gadā apsekotajās lagūnās



39. att. Fitoplanktona biomasas (mg/l) 2021. gadā apsekotajās lagūnās un Rīgas līča piekrastē.

4. Lagūnu ekoloģiskās kvalitātes vērtējums

Mērsraga lagūnas ir būtiski antropogēni ietekmētas. Uz D no ostas esošā lagūnas Mērsrags 1 un Mērsrags 2, kas līdz apmēram 2008. gadam bija ar jūru savienotas lagūnas, veicot ostas apsaimniekošanas darbus un vēja turbīnu uzstādīšanu, norobežotas no jūras un sadalītas vidusdaļā ar ceļa uzbērumu. Ūdens apmaiņa ar jūru ir minimāla, ūdens līmenim paaugstinoties, tiek izskalots ceļa uzbērums starp abām lagūnas daļām. Pētījumā iegūtie bioloģisko un fizikāli-ķīmisko parametru analīžu rezultāti liecina, ka lagūnu ekoloģiskā kvalitāte ir slikta/ļoti slikta (11. tabula). Par to liecina novērotās piesārņojuma indikatorsugas, gan paaugstinātais biogēnu elementu saturs.

Lagūna, kas atrodas uz Z no Mērsraga ostas – Mērsrags 3, arī ir būtiski antropogēni ietekmēta, lielākā daļa no tās aizaugusi ar niedrēm, daļa aizbērtā ar smiltīm no ostas teritorijas. Pēc bioloģiskajiem parametriem ekoloģiskā kvalitāte lagūnā atbilst ļoti sliktai, savukārt ūdens ķīmiskās analīzes uzrāda labāku ekoloģisko stāvokli nekā lagūnās Mērsrags 1 un Mērsrags 2.

11. tabula. Mērsraga lagūnu ekoloģiskās kvalitātes novērtējums.

	Mērsrags 1	Mērsrags 2	Mērsrags 3
Makrozoobentoss	Slikta	Slikta	Ļoti slikta
Makrofīti	Vidēja	Vidēja	Slikta
Zooplanktons	Slikta	Vidēja	Slikta
Fitoplanktons	Vidēja	Ļoti slikta	Ļoti slikta

Lagūnas DL “Randu pļavas” ir ietekmējusi apsaimniekošanas būtiska samazināšanās, kas veicina teritorijas aizaugšanu ar niedrēm. Aptuveni 8 ha lagūnu platības ir tieši savienota ar jūru, šeit vērojama augstākā ūdensaugu sugu daudzveidība, to audzes ir skrajas. Mazākās lagūnas, kas pilnībā norobežotas no jūras, aizaug ar virsūdens un brīvi peldošo augu sugām, kas raksturīgas eitrofiem ūdeņiem. Kopumā vērojama lagūnu aizaugšana ar parasto niedri un atklāto ūdens platību samazināšanās. Nelielajos, no jūras norobežotajos lagūnu fragmentos ir izzudušas iesāļūdeņiem raksturīgās augu sugas.

Vērtējot ekoloģisko kvalitāti Randu pļavu lagūnās, vērojama būtiska atšķirība bioloģisko parametru vērtējumā (12. tabula). Zemākā ekoloģiskā kvalitāte gan pēc bioloģiskajiem, gan fizikāli-ķīmiskajiem parametriem konstatēta Ainažu lagūnā. Pētījuma rezultāti liecina, ka labāka ekoloģiskā kvalitāte ir lagūnās, kas ir saistītas ar jūru un kurās regulāri notiek ūdens apmaiņa.

12. tabula. Randu pļavu lagūnu ekoloģiskās kvalitātes novērtējums.

	Randu slēgtā	Randu atvērtā	Ainažu
Makrozoobentoss	Ļoti slikta	Ļoti slikta	Ļoti slikta
Makrofīti	Laba	Augsta	Vidēja
Zooplanktons	Vidēja	Vidēja	Vidēja
Fitoplanktons	Vidēja	Vidēja	Ļoti slikta

Salīdzinot Mērsraga un DL Randu pļavas ekoloģiskā stāvokļa novērtējumu pēc dažādu trofisko līmeņu bioloģiskās kvalitātes elementiem, visaugstāko kvalitātes vērtējumu indicē primārie producenti – makrofīti, kuru sugu sastāvs arī liecina par augstu barības vielu saturu lagūnas ūdeņos. Savukārt viszemākais ekoloģiskās kvalitātes vērtējums tiek iegūts pēc makrozoobentosa multimetriskā indeksa, kas skaidrojams ar mazo sugu daudzveidību, ko ietekmē biotiskie un abiotiskie vides faktori lagūnās, piem., zemās skābekļa koncentrācijas (biezā ledus sega), sālūdens ietekme, eitrofie apstākļi, vienvēidīgie grunts substrāti ar dūņu dominanci. Lai gan lagūnu ekoloģiskā kvalitāte pēc bentiskajiem bezmugurkaulniekiem vērtējama kā slikta un ļoti slikta, tomēr lagūnas kalpo kā dzīvotnes īpaši aizsargājamām sugām, kuras specializējušās dzīvei dabiski eitrofos ūdeņos, piemēram, platajai airvabolei *Dytiscus latissimus*. Salīdzinot vērtējumu pēc planktoniskajiem organismiem, primārie producenti – fitoplanktons atspoguļo sliktāku kvalitāti, kā zooplanktona organismi.

Ieteikumi metodikas uzlabošanai

Lagūnu eoloģiskās kvalitātes vērtēšanai pēc makrozoobentosa tika aprobēta ezeru metode ar ezeriem piemērotiem indeksiem un ekoloģisko klašu robežvērtībām. Ezeros un lagūnās ir ieteicams vienāds paraugu ievākšanas princips, lai raksturotu biotopu heterogenitāti, t.i., tiek ievākti 5 paraugi proporcionāli biotopā sastopamajām mikrodzīvotnēm un apvienoti vietā paraugā. Abiotiskie apstākļi ezeros un lagūnās atšķiras, tāpēc lagūnu pētījumos nākotnē indeksus un robežvērtības būtu lietderīgi pārskatīt, izmantojot lielākas paraugkopas.

Makrofītu pētījumiem lagūnās piemērotākā metode ir visas lagūnas apsekojums, vērtējot sugu sastopamību.

Pētījumā izmantotās fizikāli-ķīmisko analīžu metodes, neskatoties uz to, ka tās ir paredzētas saldūdeņu analīzēm, ir piemērojamas arī iesālūdeņu ķīmiskā sastāva novērtēšanai.

Izmantotā literatūra

- APHA, AWWA, WPFC, (2005) Standard methods for the examination of water and wastewater, 21st edn. American Public Health Association. Washington D.C.
- Bellinger E. G., Sigeo D. C. (2010) Freshwater Algae Identification and Use as Bioindicators. New Delhi. John Wiley & Sons. 279 pp.
- Briede A., Lizuma, L. (2007) Long-term variability of precipitation in the territory of Latvia. In: Kļaviņš, M. (ed.) Climate change in Latvia. Rīga: Latvijas Universitāte: 35–45.
- Brucet, S., Boix, D., Gascón, S., Sala, J., Quintana, X.D., Badosa, A., Søndergaard, M., Lauridsen, T.L. & Jeppesen, E. (2009) Species richness of crustacean zooplankton and trophic structure of brackish lagoons in contrasting climate zones: north temperate Denmark and Mediterranean Catalonia (Spain). *Ecography*, 32: 692-702.
- Cimdiņš P., Kļaviņš M. 2004. Ūdeņu kvalitāte un tās aizsardzība. LU Akadēmiskais apgāds, 204 lpp.
- Eberhagrd G. (2003) Latvijas Jūras krasti. Rīga: Latvijas Universitāte, 292 lpp.
- Eberhards G., Lapisniskis J. (2008) Baltijas jūras Latvijas krasta procesi. Rīga: LU Akadēmiskais apgāds, 64 lpp.
- Eiropas Savienības aizsargājamie biotopi Latvijā. Noteikšanas rokasgrāmata. 2. papildināts izdevums. (2013) Auniņš A. (red.), Latvijas Dabas fonds, Vides aizsardzības un reģionālās attīstības ministrija, Rīga, 320 lpp.
- Fontaneto, D., Smet, W.D., & Ricci, C. (2006) Rotifers in saltwater environments, re-evaluation of an inconspicuous taxon. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 86: 623-656.
- Frey, D.G. (2004) The penetration of cladocerans into saline waters. *Hydrobiologia*, 267: 233-248.
- Garcia-Chicote J., Armengol, X. & Rojo, C. 2018. Zooplankton abundance: a neglected key element in the evaluation of reservoir water quality. *Limnologica* 69:46–54. <https://doi.org/10.1016/j.limno.2017.11.004>
- HACH (1992) Water Analysis Handbook, 2nd ed. Loveland, Colorado: Hach Company, 830 pp.
- HACH, (1992) Hach Water Analysis Handbook, 2nd edn. Hach Company, Loveland, Colorado, 834 pp.
- Heiri, O., A.F. Lotter, Lemcke, G. (2001) Loss of ignition as a method for estimating organic and carbonate content in sediments: reproducibility and comparability of results. *Journal of Paleolimnology* 25: 101-110.
- Holst, H., Zimmermann, H., Kausch, H., & Koste, W. (1998) Temporal and spatial dynamics of planktonic rotifers in the Elbe estuary during spring. *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 47: 261-273.
- <https://likumi.lv/ta/id/95432-noteikumi-par-virszemes-udensobjektu-tipu-raksturojumu-klasifikaciju-kvalitates-kriterijiem-un-antropogenu-slodzu-noteikšanas-kartibu>
- Jeppesen, E., Jensen, J. P., Søndergaard, M., Lauridsen, T., & Landkildehus, F. (2000) Trophic structure, species richness and biodiversity in Danish lakes: changes along a phosphorus gradient. *Freshwater Biology*, 45(2), 201–218.
- Jersabek, C. D. & Leitner, M. F. (2013) The Rotifer World Catalog. World Wide Web electronic publication. <http://www.rotifera.hausdennatur.at/>, piekļuve {2021. gada februāris- maijs}.

- Karabin A. (1985) Pelagic zooplankton (Rotatoria + Crustacea) variation in the process of lake eutrophication. II. Modifying effect of biotic agents. *Ekologia Polska*, 33: 617-644.
- Karstens, S., Buczko, U., Glatzel, S. (2015) Phosphorus storage and mobilization in coastal Phragmites wetlands: Influence of local-scale hydrodynamics. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 164: 124–133.
- Kirsten, A. W., & Havens, E. K. (2003) Zooplankton grazing on bacteria and cyanobacteria in a eutrophic lake, *Journal of Plankton Research* 25: 10, 1301-1306.
- Laime B. (2018) Piejūra un virsāji. Grām.: Nikodemus O., Krišjāne Z., Zelčs V. (zin. red.) LATVIJA. ZEME, DABA, TAUTA, VALSTS. Otrais laidiens. Rīga: Latvijas Universitātes Akadēmiskais apgāds, 396-397.
- Laime B., Lapinskis J., Priednieks J. (2017) 1150* Lagūnas. Grām.: Laime B. (red.) Aizsargājamo biotopu saglabāšanas vadlīnijas Latvijā. 1. sējums. Piejūra, smiltāji un virsāji. Dabas aizsardzības pārvalde, Sigulda, 61-73.
- Lanza-Espino de la G., Lores-Verdugo F.J., Hernández-Pulido S., Penié-Rodríguez I. (2011) Concentration of nutrients and C:N:P ratios in surface sediments of a tropical coastal lagoon complex affected by agricultural runoff. *Universidad y Ciencia*, 27: 145-155.
- Lanza-Espino de la G., Soto L.A. (2015) C:N:P Molar Ratios, Sources and 14C Dating of Surficial Sediments from the NW Slope of Cuba. *PLoS ONE*, 10(6): 1-19.
- Mahapatra D. M., Chanakya H.N., Ramachandra T. V. (2011) C:N ratio of Sediments in a sewage fed Urban Lake. *International Journal of Geology*, 3(5).
- McGlathery K. J., Sundback K., Anderson I. C. (2007) Eutrophication in shallow coastal bays and lagoons; role of plants in the coastal filter - *Marine Ecology progress series* 348: 1-18.
- Nilsson A. (1996) Aquatic Insects of North Europe—A Taxonomic Handbook. Apollo Books, Stenstrup, Denmark, 272 pp.
- Olenin S. & Leppäkoski E. (1999) Non-native animals in the Baltic Sea: alteration of benthic habitats in coastal inlets and lagoons. *Hydrobiologia* 393: 233–243.
- Paturej, E. (2009) A zooplankton-based study of coastal lakes. *Baltic Coast. Zone*, 13 (2): 25—32.
- Paturej, E., Gutkowska, A., Koszałka, J., & Bowszys, M. (2017) Effect of physicochemical parameters on zooplankton in the brackish, coastal Vistula Lagoon. *Oceanologia* 59: 49-56.
- Radwan, S., I. Bielańska-Grajner & J. Ejsmont-Karabin. (2004) Wrotki (Rotifera). Fauna słodkowodna Polski. Polskie Towarzystwo Hydrobiologiczne. Uniwersytet Łódzki. Oficyna Wydawnicza Tercja, Łódź, 447 s.
- Rudzoga, A. (1995) Izplatītāko Latvijas aļģu noteicējs. Rīga, Zinātne. 132.-134.
- Ruskule A. (2005) Ziemeļvidzemes biosfēras rezervāta dabas lieguma „Randu pļavas” dabas aizsardzības plāns. Rīga: Baltijas vides forums, 69 lpp.
- Segers, H. (1995) Rotifera. The Lecanidae (Monogononta). Volume 2. Guides to the Identification of Microinvertebrates of the Continental Waters of the World 6. Coordinating editor: H. J. Dumont. SPB Academic Publishing, The Netherlands, 226 pp.
- Segers, H. (2002) Rotifera. Asplanchnidae, Gastropodidae, Lindiidae, Microcodidae, Synchaetidae, Trochosphaeridae and Filinia. Volume 6. Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World 18. Coordinating editor: H. J. Dumont . SPB Academic Publishers, Amsterdam, 264 pp.

Smirnov, N. N. (1996) Cladocera: the Chydorinae and Sayciinae (Chydoridae) of the world. Volume 11. Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World 11. Coordinating editor: H. J. Dumont . SPB Academic Publishers, Amsterdam, 197 pp.

Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater (2005) 21st Edition, American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environmental Federation, Washington.

Strautnieks I., Grīne I. (2013) Engures ezera sartes baseina ģeoloģiskā uzbūve un reljefs: to nozīme zemes lietojumveida un apdzīvojuma struktūrā. – Grām.Kļaviņš M., Melecis V. (red) Cilvēks un daba: Engures ekoreģions. Rīga: LU Akadēmiskais apgāds: 29-61.

Timm H. (2015) Eesti sisevete suurselgrootute määraja. Identification guide to freshwater macroinvertebrates of Estonia. KUMA Kirjastus, Tartu, 424 p.

Timm H., Möls T. (2008) Littoral macroinvertebrates in Estonian lowland lakes: the effects of habitat, season, eutrophication and land use on some metrics of biological quality. *Fundam. Appl. Limnol.* Vol. 180 (2): 145–156.

Utermöhl H. (1958) Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplankton-Methodik Mitt int. Verein. Theor. Angew. Limnol., 9, 384 S.

Literatūra krievu valodā

Балушкина Е.В. & Винберг Г.Г. (1979) Зависимость между длиной и массой тела планктонных ракообразных и коловраток //Эколого-физиологические основы изучения водных экосистем. Л. "Наука", 169-172.

Кумсаре А. Я. (1963) Расчет биомассы фитопланктона по суммарному объему клеток. Гидробиология и ихтиология внутренних водоемов Прибалтики, 7: 67-69.

Мордухай-Болтовский Ф.Д. (1954) Материалы по среднему весу водных беспозвоночных бассейна Дона. Проблемы гидробиологии внутренних вод // Труды пробл. тематич. совещания. Вып. 2. М.-Л.: Изд-во ЗИН АН СССР, 223–241.

Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России. (2010) Российская академия наук, Зоологический институт; под редакцией В. Р. Алексеева, С. Я. Цалолихина. Том. 1. Зоопланктон, с. 495.

Pielikumi

Pielikums 1 Galveno neorganisko jonu koncentrācija pētītajās lagūnās

Udenstilpe	Datums	NO ₃ ⁻ , mg/l	NO ₂ ⁻ , mg/l	NH ₄ ⁺ , mg/l	P-PO ₄ ³⁻ , mg/l	krāsa, Pt-Co	SO ₄ ²⁻ , mg/l	Cl ⁻ , mg/l	HCO ₃ ⁻ , mg/l	Ca ²⁺ , mg/l	Mg ²⁺ , mg/l	kop.ciet., mgeqv/l	DOC, mg/l
Mērsraga jūra	30.07.2021	3.54	0.010	0.47	0.012	27	363						18
	25.11.2020	2.66	0.023	0.84	0.087	26	450	3209	168	102	199	21	18
	25.02.2021	2.21	0.020	0.25	0.043	14	270	2955	131	90	236	24	16
	12.05.2021	2.21	0.023	0.19	0.005	22	275	3631	128	97	221	23	18
	29.06.2021	4.43	0.020	0.54	0.018	40	195	2955	143	87	209	22	19
Mērsraga 1	03.07.2020	2.66	0.010	0.66	0.004	51	325	2688	182	89	214	22	23
	30.07.2021	3.54	0.010	0.65	0.038	40	375	3006	203	160	171	22	22
	25.11.2020	1.77	0.030	1.19	0.084	31	350	3033	181	95	192	20	17
	25.02.2021	4.87	0.036	3.30	0.619	83	115	1131	307	96	112	14	21
	12.05.2021	4.43	0.026	0.46	0.006	44	220	2668	200	92	171	19	19
	29.06.2021	6.64	0.030	1.17	0.003	69	255	3040	226	108	204	22	22
Mērsraga 1 zags	30.07.2021	3.54	0.016	1.32	0.134	55	350	3040	214	141	246	27	22
	25.02.2021	3.99	0.030	1.41	0.186	58	65	540	156	37	63	7	17
	29.06.2021	16.39	0.062	8.43	0.765	161	210	3090	289	103	215	23	20
Mērsraga 2	03.07.2020	3.10	0.013	0.54	0.004	69	288	2601	192	87	200	21	22
	30.07.2021	4.43	0.013	0.56	0.003	47	263	3074	192	158	171	22	23
	25.11.2020	3.10	0.030	0.82	0.087	30	350	2922	185	84	210	21	18
	25.02.2021	8.41	0.046	4.01	0.806	116	140	1368	343	113	117	15	22
	12.05.2021	3.10	0.026	0.49	0.003	51	215	2077	193	84	173	18	20
	29.06.2021	8.86	0.030	1.18	0.001	74	150	2567	215	104	166	19	24
Mērsraga 3	03.07.2020	4.87	0.013	0.50	0.089	60	338	2729	166	90	205	21	23
	30.07.2021	3.54	0.013	0.48	0.039	49	388	3242	150	111	208	23	21
	25.11.2020	3.54	0.181	0.66	0.083	64	325	2736	173	85	188	20	20
	25.02.2021	3.99	0.026	0.74	0.149	71	60	490	183	60	38	6	19
	12.05.2021	3.10	0.026	0.32	0.022	42	240	3276	170	90	214	22	19
	29.06.2021	8.41	0.033	0.66	0.076	77	260	3141	178	94	206	22	19
Randu jūra	11.08.2020	3.99	0.013	0.56	0.006	66	300	2820	174	86	196	20	23
	24.11.2020	1.77	0.026	0.43	0.031	40	338	2702	154	91	195	21	18
	23.02.2021	3.10	0.023	0.48	0.035	28	388	6552	148	93	226	23	20
	11.05.2021	3.99	0.023	0.35	0.026	52	195	2094	165	82	140	16	22
	01.07.2021	3.10	0.010	0.32	0.003	39	235	2972	139	80	207	21	18
Randu atvērtā	15.07.2020	5.76	0.013	0.74	0.005	71	325	2540	167	91	170	18	
	11.08.2020	7.97	0.023	0.72	0.007	117	225	1993	188	81	160	17	29
	24.11.2020	3.10	0.030	0.59	0.010	65	263	2229	163	80	153	17	23
	23.02.2021	6.20	0.039	1.44	0.131	164	138	2972	303	83	106	13	33
	11.05.2021	6.20	0.036	0.66	0.026	117	170	2060	207	73	144	15	24
	01.07.2021	4.43	0.016	0.60	0.003	88	235	2786	227	92	189	20	19
Randu slēgtā	15.07.2020	7.97	0.023	1.05	0.060	136	288	2378	173	83	164	18	
	11.08.2020	11.96	0.039	1.27	0.120	256	163	1824	216	75	136	15	37
	24.11.2020	3.10	0.033	0.69	0.020	95	250	2060	168	79	150	16	23
	23.02.2021	7.09	0.046	1.29	0.164	184	113	2364	282	57	84	10	33
	11.05.2021	6.20	0.036	0.92	0.030	152	145	1452	205	61	96	11	27
	01.07.2021	6.20	0.030	1.17	0.080	174	200	2145	271	79	153	17	32
Ainažu	15.07.2020	7.53	0.026	1.18	0.107	161	250	1891	215	88	137	16	
	12.08.2020	9.74	0.033	1.19	0.197	184	213	2094	259	92	162	18	33
	24.11.2020	4.87	0.036	0.62	0.041	96	125	1013	239	65	90	11	20
	23.02.2021	15.06	0.049	1.95	0.815	242	25	1621	421	65	77	10	38
	11.05.2021	5.76	0.036	0.90	0.120	136	85	1013	246	61	67	9	28
	01.07.2021	12.40	0.036	1.47	0.437	240	40	726	336	47	61	7	36

Pielikums 2 Lauku mērījumi un kopējā slāpekļa un fosfora koncentrācijas pētītajās lagūnās

Udenstilpe	Datums	pH	EVS, mS/cm	Ptot, mg/l	Ntot, mg/l	O ₂ , mg/l	O ₂ pies., %	t, °C
Mērsraga 1	30.07.2021	7.71	9.66	0.10	6.05	9.77	108.4	19.8
	25.11.2020	7.51	8.68	0.11	4.23	7.28	58.4	5.8
	25.02.2021	7.11	3.56	0.74	7.18	0.48	3.51	1.6
	12.05.2021	8.05	8.09	0.21	1.14	6.65	67.2	15.6
	29.06.2021	7.92	9.95	0.30	5.29	15.2	191	26.6
Mērsraga 1 Z gals	30.07.2021	7.44	9.38	0.20	4.05	2.56	27.7	18.8
	25.02.2021	6.8	1.429	0.25	3.7	0.41	3	1.4
	29.06.2021	7.45	10.04	0.87	12.4	0.16	2.1	27.1
Mērsraga 2	30.07.2021	7.84	9.65	0.05	3.13	11.14	126.9	20.8
	25.11.2020	7.45	9.28	0.14	5.75	5.68	45.1	5.4
	25.02.2021	7.26	4.35	0.81	6.07	0.36	2.6	2.2
	12.05.2021	8.11	6.65	0.16	1.23	10.87	103.37	15.8
	29.06.2021	7.72	8.12	0.15	5.47	9.55	119.8	26.4
Mērsraga 3	30.07.2021	7.61	10.13	0.12	3.29	9.21	101	19.2
	25.11.2020	7.42	8.5	0.11	5.11	8.54	68.1	5.5
	25.02.2021	7.11	1.326	0.21	3.08	2.97	15	1.9
	12.05.2021	7.86	9.83	0.10	0.46	10.56	104.6	14.7
	29.06.2021	7.64	9.89	0.20	3.4	8.27	104.5	26.8
Randu atvērtā	11.08.2020	8.16	6.32	0.09	3.48	13.11	153.3	23.1
	24.11.2020	7.7	6.84	0.03	3.66	9.38	75.2	5.6
	23.02.2021	7.35	4.35	0.19	4.12	4.4	30.5	0.6
	11.05.2021	7.81	6.45	0.16	1.38	10.37	109.2	17.7
	01.07.2021	7.35	8.22	0.14	3.62	18.79	250	30.1
Randu slēgtā	11.08.2020	7.71	5.21	0.23	3.64	5.95	67.6	21.7
	24.11.2020	7.68	6.24	0.03	5.65	8.89	71	5.5
	23.02.2021	7.23	3.7	0.24	3.88	0.6	4.2	1.1
	11.05.2021	7.64	4.41	0.11	1.73	9.28	95.5	16.6
	01.07.2021	6.49	6.52	0.23	6.1	8.81	114.4	28.2
Ainažu	12.08.2020	7.52	6.38	0.33	3.66	1.47	15.8	18.8
	24.11.2020	7.78	2.71	0.05	7.09	7.79	62.4	5.6
	23.02.2021	7.06	2.42	0.85	6.11	0.5	3.6	1.7
	11.05.2021	7.55	2.73	0.23	1.9	6.91	69.6	15.6
	01.07.2021	7.31	1.887	0.61	8.7	2.49	29.8	23.6

Pielikums 3 Smago metālu koncentrācijas pētītajos sedimentu paraugos.

Parauga šifrs	Dziļums, cm	As	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn
		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
AL 1		<1,6	0.054	3.4	4.0	1.4	1.0	10.7
AL 2		3.5	0.036	3.7	1.8	1.8	1.0	6.6
AL 3		3.9	0.036	8.2	6.7	5.3	2.8	14.8
AL 4		<1,6	0.116	5.6	2.7	2.7	1.6	16.2
SL 1		1.9	0.088	5.2	2.8	2.5	1.7	10.2
SL 2		1.7	0.203	7.9	4.3	4.4	2.6	19.9
SL 3		3.8	0.071	4.0	2.7	2.8	2.1	9.6
365	0-5	2.1	0.126	5.1	2.9	2.7	1.9	16.1
365	5-10	<1,6	0.083	4.5	2.1	2.9	1.4	11.9
366		<1,6	0.215	7.0	5.3	5.1	12.2	25.6
364 0-5x		1.7	0.069	4.0	2.1	2.3	1.3	20.5
3Z		<1,6	0.121	4.5	3.3	3.1	1.7	10.1
4Z	0-5	2.9	0.554	3.8	10.6	6.5	10.8	103.3
4Z	15-20	<1,6	0.185	4.2	3.9	3.1	4.9	21.6
5Z		6.5	0.495	6.7	7.8	8.3	3.9	59.6
6Z		<1,6	0.054	1.8	4.2	1.0	0.9	63.0
7Z		4.1	0.845	9.4	11.4	8.6	10.2	75.9
1Z	0-5	5.0	0.331	27.9	21.6	19.8	13.1	78.5
1Z	5-10	8.6	0.663	40.8	38.6	29.3	25.2	152.0
1Z	10-15	5.6	0.187	40.2	29.2	29.1	25.9	116.5
1Z	15-25	7.6	0.314	41.4	30.8	28.5	23.9	129.1
1Z	25-40	4.8	<0,007	63.7	15.5	32.0	7.1	59.6
1Z	50-60	4.8	0.453	33.0	22.6	23.8	10.2	73.9
1Z	60-70	7.5	0.817	37.6	31.1	28.8	16.3	111.7
1Z	80-90	2.5	0.200	8.3	8.5	6.3	4.9	25.9
1Z	90-105	3.3	0.631	11.7	10.8	9.2	7.6	40.9
1D	0-5	2.0	0.114	3.0	2.1	2.3	1.0	36.4
1D	5-10	<1,6	0.043	2.1	2.6	1.7	0.8	12.2
2D		<1,6	0.050	2.9	5.0	2.0	1.0	5.8
3D		1.9	0.122	5.6	3.7	4.0	1.8	16.5
4D		<1,6	0.014	2.3	1.1	1.4	0.9	3.5
5D		<1,6	0.044	2.8	4.2	1.9	0.9	5.5
6D		3.5	0.353	17.9	11.7	13.1	4.4	37.3
7D		6.9	0.407	49.4	21.1	26.2	6.8	72.0
2Z	0-5	4.8	0.444	25.6	16.2	16.0	7.2	59.4
2Z	5-15	6.7	0.947	31.6	26.5	21.2	10.8	90.8
2Z	15-30	7.3	0.478	44.7	31.2	29.3	15.8	113.2
2Z	45-50	8.0	0.019	71.6	22.7	33.5	11.6	90.3
2Z	65-75	7.1	0.560	37.7	21.3	23.6	9.2	79.8
2Z	75-80	3.8	0.532	29.5	18.0	19.0	8.5	63.9

Pielikums 4 Metālu koncentrācijas pētītajos sedimentu paraugos.

Parauga šifrs	Dziļums, cm	Al	Ba	Ca	Fe	K	Mg	Mn	Na	S
		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
AL 1		1702	6.3	4364	1990	418	2051	61	451	867
AL 2		2035	7.4	6175	2574	578	3363	74	522	1181
AL 3		6475	19.2	27726	6595	1612	9170	144	793	3159
AL 4		2782	8.9	8735	3559	909	4951	97	637	2354
SL 1		2585	9.1	6762	3703	830	3781	89	1134	2383
SL 2		4169	12.3	8586	6535	1372	5335	135	2131	5025
SL 3		2425	11.8	7074	3699	762	3739	91	1167	2340
365	0-5	2428	8.7	5276	4550	796	2964	99	1548	3827
365	5-10	2886	9.3	5589	4167	915	3321	100	1293	3349
366		4254	12.8	8990	6401	1455	5232	136	1994	5606
364 0-5x		2292	9.5	8372	3333	740	4292	97	1077	2062
3Z		3160	8.7	1677	3044	1153	1543	50	1859	2120
4Z	0-5	1806	13.8	10372	9910	1619	6817	69	23325	27212
4Z	15-20	1862	6.5	2193	5673	676	1513	34	3665	8091
5Z		3063	26.2	13209	6568	2947	9943	748	34800	25591
6Z		1105	3.5	1586	1147	322	939	28	678	800
7Z		3937	21.0	12618	5689	2128	8297	91	19561	21295
1Z	0-5	15729	52.2	25460	21289	6344	12700	326	3772	14989
1Z	5-10	21587	84.4	45415	36781	7803	19740	485	4661	20136
1Z	10-15	22016	78.2	79254	31787	8835	23505	436	1830	8038
1Z	15-25	20739	80.0	53318	32973	8289	19020	418	1998	11748
1Z	25-40	24817	73.1	21212	31543	9981	12404	370	1123	1949
1Z	50-60	17730	63.3	30289	23342	6861	15288	398	1990	10959
1Z	60-70	22972	72.8	20362	30786	8092	14684	531	2634	20165
1Z	80-90	4681	12.3	5142	5952	1595	3916	103	448	3490
1Z	90-105	7665	22.4	5149	8075	2442	3562	106	1146	5471
1D	0-5	1267	6.5	1495	1887	730	1333	218	4037	2278
1D	5-10	1574	5.3	1025	1663	614	865	36	1183	1261
2D		1954	5.0	969	1908	636	883	57	874	1203
3D		3710	9.8	2082	3767	1474	1925	77	3707	3163
4D		1735	4.9	914	1456	544	766	35	595	732
5D		2360	6.5	1058	1918	690	868	42	1133	1004
6D		11239	28.2	5323	12163	4294	5556	259	9828	10408
7D		29613	67.7	6939	25954	10917	10581	516	11692	14029
2Z	0-5	15989	54.2	11920	17517	6241	10081	309	7955	11662
2Z	5-15	20651	62.5	15273	22820	7725	12882	270	7406	16134
2Z	15-30	27640	89.5	27864	32225	10355	18360	387	5182	15897
2Z	45-50	33605	93.8	31302	37234	12160	15553	395	3123	6476
2Z	65-75	24350	87.0	25640	25351	8600	15613	421	3859	11849
2Z	75-80	18473	56.0	11297	17492	6232	9774	305	3138	9182

2006.gada 13.jūnija MK noteikumi Nr.475

Virszemes ūdensobjektu un ostu akvatoriju tīrīšanas un padziļināšanas kārtība

Nr. p.k.	Vielā	Mērvienība	Pirmais robežlielums	Otrais robežlielums
1.	Metāli			
1.1.	arsēns (As)	mg/kg	20	30
1.2.	cinks (Zn)	mg/kg	200	400
1.3.	dzīvsudrabs (Hg)	mg/kg	0,5	1,5
1.4.	hroms (Cr)	mg/kg	100	300
1.5.	niķelis (Ni)	mg/kg	20	50
1.6.	kadmijijs (Cd)	mg/kg	1	3
1.7.	svins (Pb)	mg/kg	100	200
1.8.	varš (Cu)	mg/kg	100	200

Pielikums 6 ES nozīmes ūdeņu biotopu inventarizācijas anketas un kartes

L. Grīnberga

01.07.2021.

21LG100_5

21LG100_5.1

Eksperta V. Uzvārds

Datums

Poligona Nr.

Anketas Nr.

Biotopa kvalitāte:

Izcila	☒
Laba	☐

Vidēja	☐
Zema	☐

1150

Randu plavas, atvērta lagūna

X 519 916

Pārklājas ar IA LV biotopu

ESB kods un variants

Vietas nosaukums, cita informācija

Y 409 676

%

Struktūra

Biotopa vienlaidus platība 9,5 ha	Biotopa platība, kurā augājam mozaīkveida struktūra 100 %
Biotopa platība, kur ūdenstilpē sastopama vismaz viena raksturojošā augu suga 90 %	Aizaugums ar kokiem/ krumiem biotopā 0 %
Biotopa platība ar atklātu ūdeni 90 %	Krasta līnijas īpatsvars, kur dominē zems augājs 10 % Augāja nav 10 %
	Lagūnas krastos ir viengadīgi augi 1 - maz 2 - vidēji 3 - liels apjoms

Funkcijas un procesi

Krasta līnijas īpatsvars, kurā notiek apsaimniekošana (atzīmē vairākus) ☒ n plaui ☒ n gana ☒ n krūmu ciršana ☒ n cits ☒ n	Biotopa platība, kurā ir tieša negatīva ietekme ☒ n % uz augāju ☒ n uz substrātu ☒ n uz reljefu ☒ n
Redzamo mākslīgo objektu skaits jūrā un krastā, kas nepārprotami ietekmē dabiskos procesus ☒ n gab	Eitrofikācija ☒ n 1 (maza) 2 (būtiska)
	Biotopa saistība ar jūru ☒ n 1 (epizodiska) 2 (regulāra)
	Meliorācijas grāvju ietekme ☒ n + - 1 (maza) 2 (būtiska)
	Sadzīves atkritumi ☒ n

Atjaunošanas iespējas

Sanešu plūsmas atjaunošana ☒ n	Biotopa izolētība (eksperta viedoklis)
Inženiertehniskie objekti ☒ n	1 - izteikta (tuvākā atradne tālāk kā 5km)
to likvidēšana ☒ n atjaunošana/ uzturēšana ☒ n	2 - vidēja (tuvākā atradne 1km līdz 5km)
Tūrisma infrastruktūras mērķtiecīga plānošana ☒ n	3 - nav vai maznozīmīga (tuvākā atradne tuvāk par 1 km)

Biotopu raksturojošās sugas (atzīmē ar 1)

<i>Alopecurus arundinaceus</i>	<i>Chara sp.</i>	<i>Potamogeton pectinatus</i>	<i>Scirpus tabernaemontani</i>	<i>Zannichellia palustris</i>
<i>Batrachium baudotii</i>	<i>Glaux maritima</i>	<i>Ruppia maritima</i>	<i>Tolypella nidifica</i>	<i>Najas marina</i>
<i>Bolboschoenus maritimus</i>	<i>Atriplex sp.</i>	<i>Spergularia salina</i>	<i>Triglochin maritimum</i>	

Dažādu grupu retās un īpaši aizsargājamās sugas = MK noteikumu + ES direktīvu + SG sugas

Suga (latīniski)	LKS 92 (X; Y)		vitalitāte	eks.sk./platība	Piezīmes
	X	Y			
<i>Zannichellia palustris</i>	519 892	409 520	1	10x10 m	2. palustri bioti mīa
— n —	519 879	409 416	1	10x10 m	lagūnā
— n —	519 922	409 857	1	10x10 m	
<i>Najas marina</i>	519 885	409 553	1	10x10 m	N. marina bioti mīa
— n —	519 908	409 736	1	10x10 m	lagūnā

Ekspansīvās sugas (vērtē 10 ballu skalā)

<i>Phragmites australis</i>	5	<i>Tipa latifolia</i>			
-----------------------------	---	-----------------------	--	--	--

Invazīvās sugas (vērtē 10 ballu skalā)

<i>Elodea canadensis</i>	<i>Impatiens glandulifera</i>				
<i>Solidago canadensis</i>					

Citas sugas (atzīmē ar 1)

Piezīmes

L. Grinberga

01.07.2021.

21LG100-4

21LG100-4-1

Eksperta V. Uzvārds

Datums

Poligona Nr.

Anketas Nr.

Biotopa kvalitāte:

Izcila

Vidēja

Laba

Zema

1150

Randu plavas, slēgtā lagūna

X 519 906

Pārklājas ar ĪA LV biotopu

ESB kods un variants

Vietas nosaukums, cita informācija

Y 409 080

%

Struktūra

Biotopa vienlaidus platība 2,3 ha	Biotopa platība, kurā augājam mozaīkveida struktūra 100 %
Biotopa platība, kur ūdenstilpē sastopama vismaz viena raksturojošā augu suga 50 %	Aizaugums ar kokiem/ krumiem biotopā 0 %
Biotopa platība ar atklātu ūdeni 70 %	Krasta līnijas īpatsvars, kur dominē zems augājs 0 % Augāja nav 10 %
	Lagūnas krastos ir viengadīgi augi 1 - maz 2 - vidēji 3 - liels apjoms

Funkcijas un procesi

Krasta līnijas īpatsvars, kurā notiek apsaimniekošana (atzīmē vairākus) j n plaui j n gana j n krūmu ciršana j n cits j n	Biotopa platība, kurā ir tieša negatīva ietekme j n % uz augāju j n uz substrātu j n uz reljefu j n
Redzamo mākslīgo objektu skaits jūrā un krastā, kas nepārprotami ietekmē dabiskos procesus j n gab	Eitrofikācija j n 1 (maza) 2 (būtiska)
	Biotopa saistība ar jūru j n 1 (epizodiska) 2 (regulāra)
	Meliorācijas grāvju ietekme j n + - 1 (maza) 2 (būtiska)
	Sadzīves atkritumi j n

Atjaunošanas iespējas

Sanešu plūsmas atjaunošana j n	Biotopa izolētība (eksperta viedoklis)
Inženiertehniskie objekti j n	1 - izteikta (tuvākā atradne tālāk kā 5km)
to likvidēšana j n atjaunošana/ uzturēšana j n	2 - vidēja (tuvākā atradne 1km līdz 5km)
Tūrisma infrastruktūras mērķtiecīga plānošana j n	3 - nav vai maznozīmīga (tuvākā atradne tuvāk par 1 km)

Biotopu raksturojošās sugas (atzīmē ar 1)

<i>Alopecurus arundinaceus</i>	<i>Chara sp.</i>	<i>Potamogeton pectinatus</i>	<i>Scirpus tabernaemontani</i>	<i>Zannichellia palustris</i>
<i>Batrachium baudotii</i>	<i>Glaux maritima</i>	<i>Ruppia maritima</i>	<i>Tolypella nidifica</i>	<i>Najas marina</i>
<i>Bolboschoenus maritimus</i>	<i>Atriplex sp.</i>	<i>Spergularia salina</i>	<i>Triglochin maritimum</i>	

Dažādu grupu retās un īpaši aizsargājamās sugas = MK noteikumu + ES direktīvu + SG sugas

Suga (latīniski)	LKS 92 (X; Y)		vitalitāte	eks.sk./platība	Piezīmes
	X	Y			
<i>Najas marina</i>	519 888	409 189	1	1x1 m	
<i>Najas marina</i>	519 911	409 114	1	1x1 m	
— " —	519 892	409 090	1	2x2 m	
— " —	519 930	409 020	1	2x2 m	
— " —	519 915	408 979	1	1x1 m	
<i>Ceratophyllum submersum</i>	519 911	409 062	1	piestī lagūnā	z. submersum audzes sast.
	519 893	409 161	1	2x2 m	tuši, īpaši vērtas.

Ekspansīvās sugas (vērtē 10 ballu skalā)

<i>Phragmites australis</i>	10	<i>Tipa latifolia</i>			
-----------------------------	----	-----------------------	--	--	--

Invazīvās sugas (vērtē 10 ballu skalā)

<i>Elodea canadensis</i>	<i>Impatiens glandulifera</i>				
<i>Solidago canadensis</i>					

Citas sugas (atzīmē ar 1)

Piezīmes

L. Grinberga

01.07.2021.

21LG100-3

21LG100-3.1

Eksperta V. Uzvārds

Datums

Poligona Nr.

Anketas Nr.

Biotopa kvalitāte:

Izcila

Laba

Vidēja

Zema

1150

Ainaži

X 520 511

Pārklājas ar ĪA LV biotopu

ESB kods un variants

Vietas nosaukums, cita informācija

Y 413 384

%

Struktūra

Biotopa vienlaidus platība 0,2 ha
Biotopa platība, kur ūdenstilpē sastopama vismaz viena raksturojošā augu suga 0,5 %
Biotopa platība ar atklātu ūdeni 80 %

Biotopa platība, kurā augājam mozaīkveida struktūra 0 %
Aizaugums ar kokiem/ krūmiem biotopā 0 %
Krasta līnijas īpatsvars, kur dominē zems augājs 0 % Augāja nav 30 %
Lagūnas krastos ir viengadīgi augi 1 maz 2 - vidēji 3 - liels apjoms

Funkcijas un procesi

Krasta līnijas īpatsvars, kurā notiek apsaimniekošana (atzīmē vairākus) j n
plauj j n gana j n krūmu ciršana j n
cits j n
Redzamo mākslīgo objektu skaits jūrā un krastā, kas nepārprotami ietekmē dabiskos procesus j n gab

Biotopa platība, kurā ir tieša negatīva ietekme j n %
uz augāju j n uz substrātu j n uz reljefu j n
Eitifikācija j n 1 (maza) 2 (būtiska) dabiska
Biotopa saistība ar jūru j n 1 (epizodiska) 2 (regulāra)
Meliorācijas grāvju ietekme j n + - 1 (maza) 2 (būtiska)
Sadzīves atkritumi j n

Atjaunošanas iespējas

Sanešu plūsmas atjaunošana j n
Inženiertehniskie objekti j n
to likvidēšana j n atjaunošana/ uzturēšana j n
Tūrisma infrastruktūras mērķtiecīga plānošana j n

Biotopa izolētība (eksperta viedoklis)
1 - izteikta (tuvākā atradne tālāk kā 5km)
2 - vidēja (tuvākā atradne 1km līdz 5km)
3 - nav vai maznozīmīga (tuvākā atradne tuvāk par 1 km)

Biotopu raksturojošās sugas (atzīmē ar 1)

<i>Alopecurus arundinaceus</i>	<i>Chara sp.</i>	<i>Potamogeton pectinatus</i>	<i>Scirpus tabernaemontani</i>	<i>Zannichellia palustris</i>
<i>Batrachium baudotii</i>	<i>Glaux maritima</i>	<i>Ruppia maritima</i>	<i>Tolypella nidifica</i>	
<i>Bolboschoenus maritimus</i>	<i>Atriplex sp.</i>	<i>Spergularia salina</i>	<i>Triglochin maritimum</i>	

Dažādu grupu retās un īpaši aizsargājamās sugas = MK noteikumu + ES direktīvu + SG sugas

Suga (latīniski)	LKS 92 (X; Y)		vitalitāte	eks.sk./platība	Piezīmes
	X	Y			
<i>Zannichellia palustris</i>	520 498	413 376	3	2 ens.	

Ekspansīvās sugas (vērtē 10 ballu skalā)

<i>Phragmites australis</i> 10	<i>Tipa latifolia</i>				
--------------------------------	-----------------------	--	--	--	--

Invazīvās sugas (vērtē 10 ballu skalā)

<i>Elodea canadensis</i>	<i>Impatiens glandulifera</i>				
<i>Solidago canadensis</i>	<i>Lactuca tatarica</i> 3				

Citas sugas (atzīmē ar 1)

Piezīmes

Tslaicīga lagūna, veidojusies laika periodā 1994 - 1999.g. (LĢIA, ortofoto kartes).

L. Grinberga

DP „Engures ess”

30.06.2021.

21LG100-2

21LG100-2-1

Eksperta V. Uzvārds

Datums

Poligona Nr.

Anketas Nr.

Biotopa kvalitāte:

Izcila

Vidēja

Laba

Zema

1150

Mēriņags, 2 lagūna

X 447 877

Pārklājas ar ĪA LV biotopu

ESB kods un variants

Vietas nosaukums, cita informācija

Y 354 134

%

Struktūra

Biotopa vienlaidus platība 2,2 ha

Biotopa platība, kur ūdenstilpē sastopama vismaz viena raksturojošā augu suga %

Biotopa platība ar atklātu ūdeni 50 % 1,1 ha

Biotopa platība, kurā augājam mozaīkveida struktūra 100 %

Aizaugums ar kokiem/krumiem biotopā 0 %

Krasta līnijas īpatsvars, kur dominē zems augājs 0 % Augāja nav 40 %

Lagūnas krastos ir viengadīgi augi 1 maz 2 - vidēji 3 - liels apjoms

Funkcijas un procesi

Krasta līnijas īpatsvars, kurā notiek apsaimniekošana (atzīmē vairākus)

j n

plauj j n gana j n krūmu ciršana j n

cits j n cits citā, caurleku atjaunošana

Redzamo mākslīgo objektu skaits jūrā un krastā, kas

nepārprotami ietekmē dabiskos procesus j n 3 gab. cits, veģ. degrad.

Biotopa platība, kurā ir tieša negatīva ietekme j n 100 %

uz augāju j n uz substrātu j n uz reljefu j n

Eitrofikācija j n 1 (maza) 2 (būtiska)

Biotopa saistība ar jūru j n 1 (epizodiska) 2 (regulāra)

Meliorācijas grāvju ietekme j n + - 1 (maza) 2 (būtiska)

Sadzīves atkritumi j n

Atjaunošanas iespējas

Sanešu plūsmas atjaunošana j n

Inženiertehniskie objekti j n

to likvidēšana j n atjaunošana/ uzturēšana j n

Tūrisma infrastruktūras mērķtiecīga plānošana j n

Biotopa izolētība (eksperta viedoklis)

1 - izteikta (tuvākā atradne tālāk kā 5km)

2 - vidēja (tuvākā atradne 1km līdz 5km)

3 - nav vai maznozīmīga (tuvākā atradne tuvāk par 1 km)

Biotopu raksturojošās sugas (atzīmē ar 1)

<i>Alopecurus arundinaceus</i>	<i>Chara sp.</i>	<i>Potamogeton pectinatus</i>	<i>Scirpus tabernaemontani</i>	<i>Zannichellia palustris</i>
<i>Batrachium baudotii</i>	<i>Glaux maritima</i>	<i>Ruppia maritima</i>	<i>Tolypella nidifica</i>	<i>Najas marina</i>
<i>Bolboschoenus maritimus</i>	<i>Atriplex sp.</i>	<i>Spergularia salina</i>	<i>Triglochin maritimum</i>	

Dažādu grupu retās un īpaši aizsargājamās sugas = MK noteikumu + ES direktīvu + SG sugas

Suga (latīniski)	LKS 92 (X; Y)		vitalitāte	eks.sk./platība	Piezīmes
	X	Y			
<i>Najas marina</i>	447 925	354 077	3	2x2 m	2021.g. najādas izraudzības, konstatētas 2020.g.
<i>Najas marina</i>	447 875	354 203	3	1x1 m	
<i>Ceratophyllum submersum</i>	447 922	354 096	1	20x20 m	

Ekspansīvās sugas (vērtē 10 ballu skalā)

<i>Phragmites australis</i>	8	<i>Typha latifolia</i>	<i>Typha angustifolia</i>		
-----------------------------	---	------------------------	---------------------------	--	--

Invazīvās sugas (vērtē 10 ballu skalā)

<i>Elodea canadensis</i>	<i>Impatiens glandulifera</i>				
<i>Solidago canadensis</i>					

Citas sugas (atzīmē ar 1)

Piezīmes

Lagūnas 2 galā ūdens balti dubļains, jūrama nepatīkama smaka - iespējams, ietekme no skaidu marģerītes.

L. Ģintberga

DP, Engures esers

30.06.2021

21LG100-1

21LG100-1-1

Eksperta V. Uzvārds

Datums

Poligona Nr.

Anketas Nr.

Biotopa kvalitāte:

Izcila

Vidēja

Laba

Zema

1150 Mērsiags, D lagūna

ESB kods un variants

Vietas nosaukums, cita informācija

X 447 92,9
Y 353 98,6

Pārklājas ar ĪA LV biotopu

%

Struktūra

Biotopa vienlaidus platība 2,1 ha

Biotopa platība, kur ūdenstilpē sastopama vismaz viena raksturojošā augu suga 30 %

Biotopa platība ar atklātu ūdeni 50 % 1,1 ha

Biotopa platība, kurā augājam mozaīkveida struktūra 100 %

Aizaugums ar kokiem/ krumiem biotopā 0 %

Krasta līnijas īpatsvars, kur dominē zems augājs 0 % Augāja nav 0 %

Lagūnas krastos ir viengadīgi augi 1 - maz 2 - vidēji 3 - liels apjoms

Funkcijas un procesi

Krasta līnijas īpatsvars, kurā notiek apsaimniekošana (atzīmē vairākus)

j n

Biotopa platība, kurā ir tieša negatīva ietekme j n 100 %

uz augāju j n uz substrātu j n uz reljefu j n

plauj j n gana j n krūmu ciršana j n

Eitifikācija j n 1 (maza) 2 (būtiska)

cits j n cēla iebūve un uzturēšana (ziemā izmanto)

Biotopa saistība ar jūru j n 1 (epizodiska) 2 (regulāra)

Redzamo mākslīgo objektu skaits jūrā un krastā, kas

Meliorācijas grāvju ietekme j n + - 1 (maza) 2 (būtiska)

nepārprotami ietekmē dabiskos procesus j n 1 gab (cēš)

Sadzīves atkritumi j n

Atjaunošanas iespējas

Sanešu plūsmas atjaunošana j n

Biotopa izolētība (eksperta viedoklis)

Inženiertehniskie objekti j n

1 - izteikta (tuvākā atradne tālāk kā 5km)

to likvidēšana j n atjaunošana/ uzturēšana j n

2 - vidēja (tuvākā atradne 1km līdz 5km)

Tūrisma infrastruktūras mērķtiecīga plānošana j n

3 - nav vai maznozīmīga (tuvākā atradne tuvāk par 1 km)

Biopu raksturojošās sugas (atzīmē ar 1)

Alopecurus arundinaceus

Chara sp.

Potamogeton pectinatus

Scirpus tabernaemontani

Zannichellia palustris

Batrachium baudotii

Glaux maritima

Ruppia maritima

Tolypella nidifica

Bolboschoenus maritimus

Atriplex sp.

Spergularia salina

Triglochin maritimum

Dažādu grupu retās un īpaši aizsargājamās sugas = MK noteikumu + ES direktīvu + SG sugas

Suga (latīniski)

LKS 92 (X; Y)

vitalitāte

eks.sk./platība

Piezīmes

X

Y

Najas marina

447 948

353 970

3

5x5 m

2020.g. vasarā konstatētas vairākas audzes, 2021.g. tas vēl ir atklāts.

Ceratophyllum submersum

447 948

354 023

2

10x10 m

Ekspansīvās sugas (vērtē 10 ballu skalā)

Phragmites australis

10

Typha latifolia

Invazīvās sugas (vērtē 10 ballu skalā)

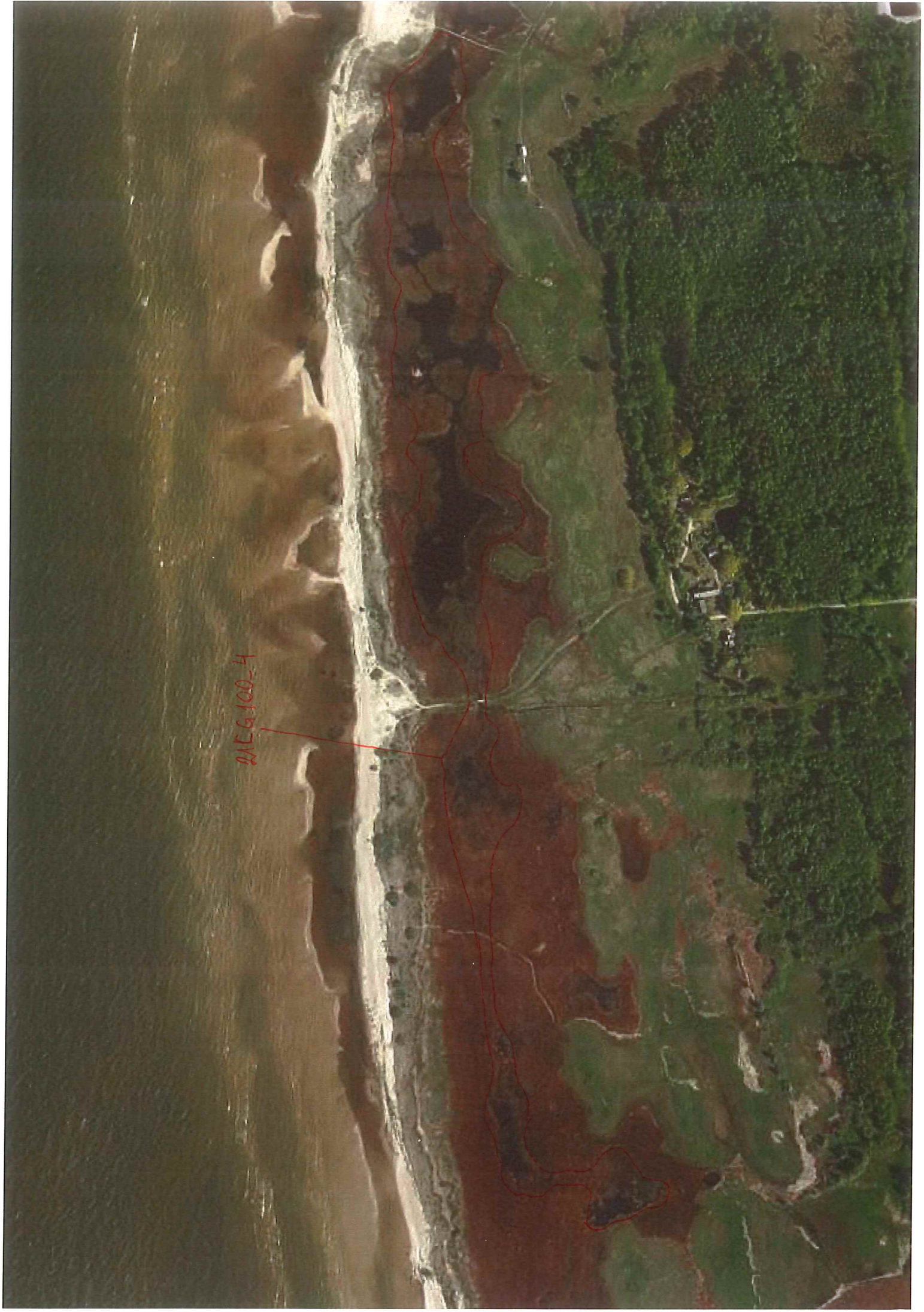
Elodea canadensis

Impatiens glandulifera

Solidago canadensis

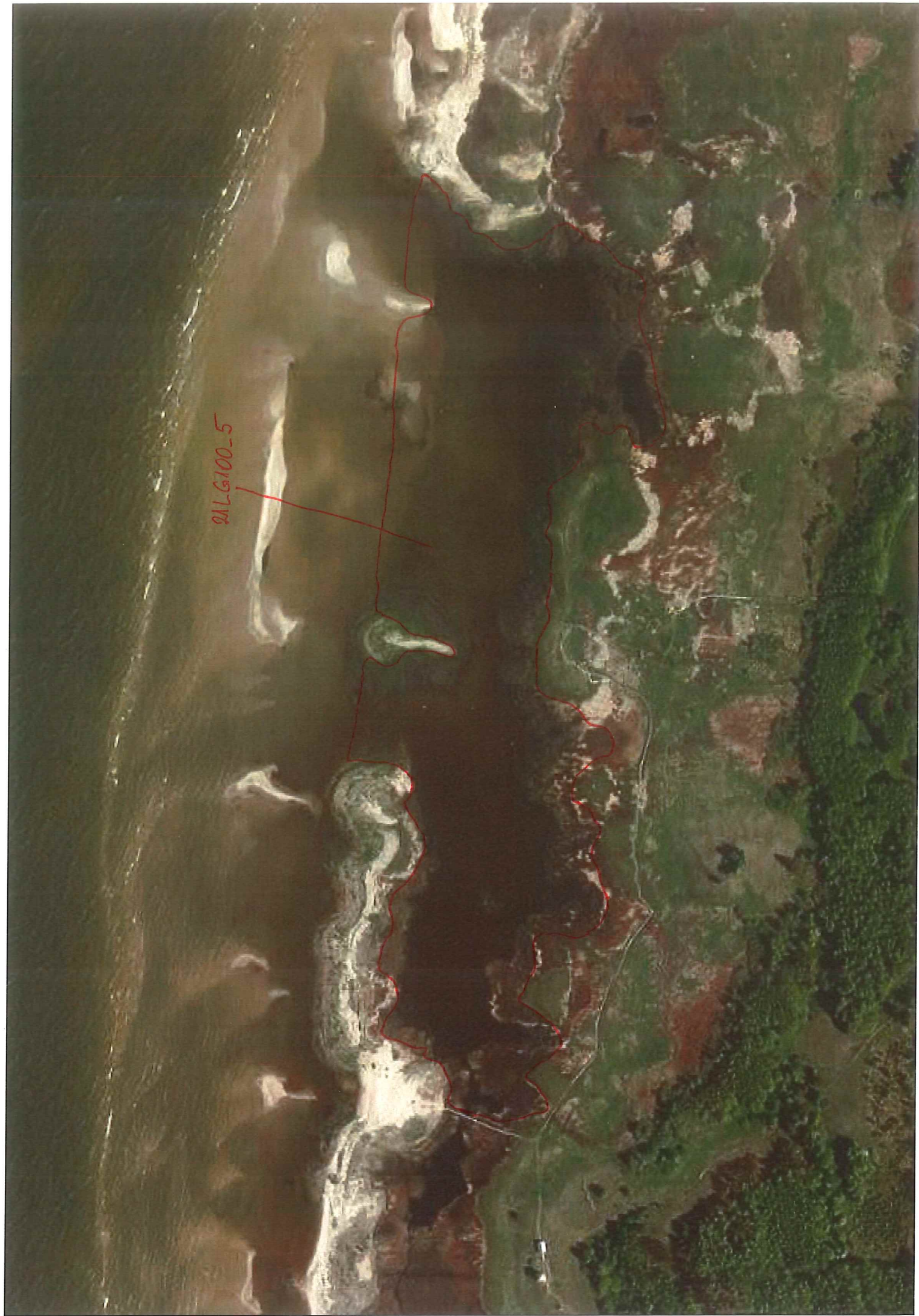
Citas sugas (atzīmē ar 1)

Piezīmes 2021.g. samazinājusies arī mērsiags aizņemta platība lagūnā, satīdusot ar 2020.gadu. Jātama eitifikācijas ietekme.



MEG 100-4

21LG100.5





21LG100-3



24LG100-1

