



Klaipėdos universitetas



Gamtos tyrimų
centras



Aplinkos apsaugos politikos
centras



Aplinkos apsaugos
agentūra



Nacionalinė mokėjimo
agentūra

LIETUVOS BALTIJOS JŪROS APLINKOS APSAUGOS VALDYMO STIPRINIMO DOKUMENTŲ (BŪKLĖS VERTINIMO) ATNAUJINIMAS

GALUTINĖ ATASKAITA (3 DALIS)

LIETUVOS JŪROS RAJONO EKOLGINĖS BŪKLĖS STEBĖSENOS RODIKLIŲ VYSTYMAS IR PASIŪLYMAI MONITORINGUI



Klaipėda, 2020

Ekspertas

dr. Darius Daunys
dr. Mindaugas Dagys
Julius Morkūnas
habil. dr. Sergej Olenin
dr. Martynas Bučas
dr. Diana Vaičiūtė
dr. Andrius Šiaulys
dr. Toma Dabulevičienė
dr. Sergej Suzdalev
dr. Nerijus Blažauskas
dr. Georg Umgiesser
dr. Aleksej Šaškov
dr. Ingrida Bagdanavičiūtė
Paola Forni

Parašas



Handwritten signatures in blue ink, corresponding to the experts listed on the left. The signatures are arranged vertically and include names such as 'Darius', 'Mindaugas', 'Julius', 'Sergej', 'Martynas', 'Diana', 'Andrius', 'Toma', 'Sergej', 'Nerijus', 'Georg', 'Aleksej', 'Ingrida', and 'Paola'.

TURINYS

ĮVADAS	5
1 Skirtingo apkrovos lygio eutrofikacijos zonų Kuršių marių litoralėje nustatymas panaudojant palydovinių vaizdų analizę ir hidrodinaminį modeliavimą	7
2 Makrofitų rodiklio testavimas Kuršių marių vandens kokybės vertinimui	11
2.1. Kuršių marių zonavimas pagal bio-optinius ir hidrologinius parametrus makrofitų rodiklio testavimui	11
2.2. Eutrofikacijos (vandens skaidrumo, chlorofilo a ir kt.) poveikio makrofitų augaviečių maksimalaus gylio pasiskirstymui vertinimas	13
2.3. Išvados ir pasiūlymai dėl tolimesnio makrofitų duomenų rinkimo ir galimo būklės vertinimo vykdant ilgalaikę stebėseną	16
3 Maistmedžiagių prietakos į Kuršių marias įtaka makrozoobentosos parametrų svyravimams ir litoralės makrozoobentosos panaudojimo Kuršių marių vandens kokybės vertinimui analizė	20
3.1. Palydovinių duomenų ir hidrodinaminio modeliavimo rezultatų integravimas Kuršių marių zonavimui ir makrozoobentosos analizei	20
3.2. Kuršių marių litoralės makrozoobentosos struktūra skirtingo eutrofikacijos lygio zonose	21
3.3. Ilgalaikės (1994-2016 metai) maistmedžiagių prietakos į Kuršių marias įtaka makrozoobentosos parametrų svyravimams	27
3.4. Išvados ir pasiūlymai dėl tolimesnio makrozoobentosos duomenų rinkimo ir galimo būklės vertinimo vykdant ilgalaikę stebėseną	29
4 Reikalavimai ir metodika į NATURA 2000 tinklą įtrauktų rifų (1170) monitoringui Lietuvos priekrantėje ir išskirtinėje ekonominėje zonoje	30
4.1. Rifų apibrėžimas ir savybės	31
4.2. Rifų erdvinis pasiskirstymas Lietuvos priekrantėje ir išskirtinėje ekonominėje zonoje	32
4.3. Bazinis kartografavimas	33
4.4. Rifų erdvinio pasiskirstymo ir paplitimo monitoringas	34
4.5. Rifų būklės monitoringas	38
5 Žvejybinių tralavimų poveikio Lietuvos jūros akvatorijos dugno buveinėms vertinimo metodologija	41
6 Su „Žiemojančiais jūriniais paukščiais“ susijusių papildomų rodiklių taikymo galimybės Lietuvoje	43
7 Jūros paukščių priegaudos rodikliai ir kriterijus	46
8 Siūlymai makrozoobentosos ir buveinių monitoringo planui jūros rajone	48
9 Paukščių ir žinduolių priegaudos žvejybos įrankiuose vertinimo reikalavimai ir metodika 2018-2024 m periodo aplinkos monitoringo programai	52
10 Būklės vertinimo metodika pagal „Hidrografinių pokyčių“ (D7) kriterijus D7C1 ir D7C2	57
11 Siūlymai zooplanktono, deguonies ir hidrologinių parametrų monitoringo programai atviroje jūros akvatorijoje	59
12 Siūlymai pavojingų medžiagų stebėsenai: aktualios tyrimų terpės	61
13 HELCOM siūlomų teršalų ir jų poveikių rodiklių pritaikymo galimybės Lietuvos jūrinėje aplinkoje	64
14 Pasiūlymai povandeninio triukšmo jūrinėje aplinkoje stebėsenai	67
LITERATŪROS ŠALTINIAI	71

Sutrumpinimai

AAA – Aplinkos apsaugos agentūra

AAPC – Aplinkos apsaugos politikos centras

AKS – aplinkos kokybės standartas

BVPD – Bendroji vandens politikos direktyva

EK – Europos Komisija

GAB – Gera aplinkos būklė

GIS – Geografinės informacinės sistemos

GTC – Gamtos tyrimų centras

HELCOM – Helsinkio komisija

JSPD – Jūrų strategijos pagrindų direktyva

VMS – Laivų stebėjimo sistema (angl., vessel monitoring system)

IVADAS

Ši ataskaita yra JSPD antrojo įgyvendinimo etapo aplinkos būklės vertinimo baigiamosios ataskaitos 3 dalis, parengta įgyvendinant projektą "Lietuvos Baltijos jūros aplinkos apsaugos valdymo stiprinimo dokumentų (būklės vertinimo) atnaujinimas" (toliau sutartis) pagal Lietuvos žuvininkystės sektoriaus 2014–2020 metų veiksmų programos šeštojo sąjungos prioriteto „Integruotos jūrų politikos įgyvendinimo skatinimas“ priemonę „Žinių apie jūros būklę gerinimas“, kuris finansuojamas panaudojant Europos jūrų reikalų ir žuvininkystės fondo paramos lėšas. Sutartį vykdo Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas (KU JTI, koordinuojanti institucija), Aplinkos apsaugos politikos centras (AAPC, partneris) ir Gamtos tyrimų centras (GTC, partneris).

Ataskaitą sudaro sudaro dviejų tipų informacija: (1) sutarties techninėje užduotyje nurodytų naujų rodiklių (kurie nebuvo naudoti būklės vertinimui) vystymo rezultatai ir pasiūlymai tolesniam jų rengimui; (2) pasiūlymai įvairių rodiklių monitoringui. Šios ataskaitos 1 lentelėje pateikiama techninės specifikacijos veiklų rodyklė į ataskaitos skyrius, taip pat ir informaciją rengę atsakingi ekspertai.

1 lentelė. Ataskaitos dalies skyrių nuorodos į veiklų pavadinimus pagal techninę užduotį ir skyrius rengę vykdytojai.

Veiklos nr.	Veiklos pavadinimas pagal techninę specifikaciją	Ataskaitos skyrius	Atsakingas vykdytojas
1.1.5.	Atnaujinti Pradinį vertinimą pagal deskriptorių D7 Hidrografinės sąlygos, remiantis JSPD reikalavimais, atsižvelgiant į HELCOM HOLAS II atliktą vertinimą bei OSPAR, DELTARES, JRC parengtus dokumentus (3 priedas). Įvertinti kurioms vandens storumės ir dugno buveinėms ar rūšių grupėms hidrografinių sąlygų pasikeitimas yra aktualiausias ir kokią įtaką gali turėti siekiant geros jūros aplinkos būklės (vertinant per deskriptorių rodiklius) iki JSPD II ciklo pabaigos.	11	dr. S. Olenin, dr. E. Grinienė, dr. T. Dabulevičienė
2.4.	Išanalizuoti HELCOM rodiklius ir jų aprašus, nurodytus 1 priedo 3 stulpelyje (Abundance of waterbirds in the breeding season) bei pateikti rodiklių taikymo galimybes Lietuvoje. Tiems rodikliams, kurie Lietuvai yra neaktualūs, pateikti pagrindimą nurodant visas aplinkybes dėl jų netaikymo.	6	dr. M. Dagys,
2.8.	Išanalizuoti galimybę atnaujinti JSPD I ciklo metu pasiūlytą rodiklį „Per stebimą laikotarpį jūros paukščių priegauda verslinės žvejybos įrankiuose yra mažesnė negu 7% visų žiemojančių paukščių“, siekiant reguliuoti žinduolių ir nekomercinių žuvų priegaudą. Parengti naują rodiklį jūros aplinkos būklės vertinimui ir suderinti su HELCOM.	7	dr. M. Dagys ir J. Morkūnas
2.9.	Nurodyti ir pagrįsti kiekvienai pavojingai medžiagai aktualią tyrimų terpę (vanduo, dugno nuosėdos, biota), kurioje tikslinga vykdyti tyrimus atliekant jų stebėseną ir būklės vertinimą. Esant poreikiui pasiūlyti papildomą terpę, kurioje tikslinga vykdyti pavojingų medžiagų tyrimus. Nurodyti pavojingos medžiagos atitinkamoje terpėje vertinimo kriterijų (AKS, tendencija ir pan.).	12	dr. S. Suzdalev
2.10.	Išanalizuoti HELCOM ir Baltijos šalyse siūlomus rodiklius, nurodytus 1 priedo 4 stulpelyje, siekiant įvertinti Lietuvai aktualių teršalų poveikį biotai ir buveinėms (D8C2 kriterijus) ir jų pritaikymo galimybes ir metodiką Lietuvos jūrinėje aplinkoje.	13	dr. S. Suzdalev (dr. L. Butrimavičienė)
2.14.	Parengti rodiklį ir nustatyti GAB vertę siekiant vertinti būklę pagal impulsinių garsų intensyvumą atsižvelgiant į pasiūlymus ES lygmeniu ir TG11 darbo grupėje.	14	dr. N. Blažauskas

Veiklos nr.	Veiklos pavadinimas pagal techninę specifikaciją	Ataskaitos skyrius	Atsakingas vykdytojas
2.15.	Patikslinti ištisinio žemo dažnio garso rodiklį bei GAB vertę atsižvelgiant į pasiūlymus ES lygmeniu ir TG11 darbo grupėje. Atlikti papildomo rodiklio, susijusio su poveikiu gyviems organizmams, atranką, esant galimybei parengti rodiklį ir nustatyti GAB vertę, suderinti su HELCOM.	14	dr. N. Blažauskas
2.16.	Pasiūlyti ir aprašyti būklės vertinimo metodiką pagal D7 deskriptoriaus „Hidrografiniai pokyčiai“ kriterijus D7C1 ir D7C2.	10	Dr. S. Olenin
2.18.	Siekiant parengti makrofitų ir makrozoobentosos rodiklį Kuršių marių aplinkos būklei vertinti, nustatyti skirtingo apkrovos lygio eutrofikacijos zonas Kuršių marių litoralėje panaudojant palydovinių vaizdų analizę ir jas pagrįsti hidrodinaminio modeliavimo rezultatais.	1, 2.1 ir 3.1	dr. D. Vaičiūtė, dr. G. Umgiesser, dr. A. Šiaulys, dr. M. Bučas
2.18.1.	Remiantis 2.18 veiklos rezultatais atlikti eutrofikacijos (vandens skaidrumo, chlorofilo a) poveikio makrofitų augaviečių maksimalaus gylio pasiskirstymui vertinimą.	2.2	dr. M. Bučas
2.18.2.	Remiantis 2.18 veiklos rezultatais bei ilgalaikės (1994-2016 metai) maistmedžiagių prietakos į Kuršių marias analize vertinti eutrofikacijos poveikį makrozoobentosos parametrų svyravimams. Atsižvelgiant į gautus rezultatus pasiūlyti ir pagrįsti makrozoobentosos tyrimų vietas ir metodiką litoralės zonoje.	3.3	dr. A. Šiaulys
2.18.3.	Atlikti 2.18 veiklos rezultatų validaciją panaudojant litoralės makrofitų ir makrozoobentosos rodiklius ir įvertinti šių rodiklių kaitos dėsningumus priklausomai nuo eutrofikacijos gradiento. Esant poreikiui panaudoti palydovinius vaizdus siekiant įvertinti eutrofikacijos (vandens skaidrumo, chlorofilo a) poveikį makrozoobentosos pasiskirstymui.	3.2	dr. A. Šiaulys, dr. D. Daunys, P. Forni
2.18.4.	Atsižvelgiant į 2.18, 2.18.1-2.18.3 veiklų rezultatus pateikti siūlymą dėl tolimesnio makrozoobentosos ir makrofitų duomenų rinkimo vykdant ilgalaikę stebėseną.	2.3 ir 3.4	dr. A. Šiaulys, dr. D. Daunys, dr. M. Bučas
4.1.1.	Parengti reikalavimus ir metodikas 2018-2024 metų periodo aplinkos monitoringo programoms: makrozoobentosos stebėjimams Lietuvos jūros rajone	8	dr. A. Šiaulys, dr. D. Daunys
4.1. / 4.1.2.	Parengti reikalavimus ir metodikas 2018-2024 metų periodo aplinkos monitoringo programoms: Į NATURA 2000 tinklą įtrauktų rifų (1170), esančių Lietuvos priekrantėje ir išskirtinėje ekonominėje zonoje, buveinių stebėsenai.	4	dr. A. Šiaulys, dr. D. Daunys, dr. M. Bučas, dr. A. Šaškov
4.1.3.	Remiantis žvejybinių dugno tralavimų poveikio Lietuvos jūros dugno buveinėms tyrimų duomenimis ir informacija apie Baltijos regione taikytus žvejybos poveikio dugno buveinėms vertinimo metodus pasiūlyti tinkamiausią Lietuvos jūros akvatorijai žvejybinių tralavimų poveikio dugno buveinėms vertinimo metodą.	5	dr. D. Daunys, dr. I. Bagdanavičiūtė
4.1.5.	Parengti reikalavimus ir metodikas 2018-2024 metų periodo aplinkos monitoringo programoms: Paukščių ir žinduolių priegaudai žvejybos įrankiuose vertinti.	9	J. Morkūnas

1 Skirtingo apkrovos lygio eutrofikacijos zonų Kuršių marių litoralėje nustatymas panaudojant palydovinių vaizdų analizę ir hidrodinaminį modeliavimą

Palydovinių duomenų charakteristika. Tyrimams buvo naudoti palydoviniai duomenys, kurie suteikia detalesnę informaciją tiek laike, tiek erdvėje apie vandens telkinių biologinius (pvz., chlorofilo-a koncentracija, bendrosios suspenduotosios medžiagos ir kt.) ir hidrologinius (pvz., vandens paviršiaus temperatūra ir kt.) parametrus, leidžia detaliau vertinti vandens ekosistemoje vykstančius pokyčius. Buvo naudoti (1) multispektrinei MERIS (angl., Medium Resolution Imaging Spectrometer) sensoriaus, kuris buvo integruotas ENVISAT palydovo platformoje, vaizdai, kurių erdvinė rezoliucija yra apie 300 m (pakartotinis apsilankymo ciklas 2-3 dienos); (2) multispektrinei OLCI (angl., Ocean and Land Colour Instrument) sensoriaus, kuris yra integruotas Sentinel-3 palydovo platformoje, vaizdai, kurių erdvinė rezoliucija yra apie 300 m (pakartotinis apsilankymo ciklas esant dviem identiškiesiems palydovams A ir B yra 1-2 nuotraukos per dieną). Abiejų šių sensorių duomenys priklauso Europos Kosmoso Agentūrai ir yra išskirtinai skirtos vidaus ir priekrantės vandenų monitoringo tikslams.

Palydovinių duomenų analizės metodai. Duomenų masyvas, kurį sudaro 267 palydovinių vaizdų (2 lent.), buvo apdorotas siekiant kartografuoti chlorofilo a (Chl-a) koncentraciją, bendrąsias suspenduotąsias medžiagas (TSM) ir spalvotąsias ištirpusias organines medžiagas (CDOM) Kuršių mariose.

2 lentelė. Tyrimams panaudoti MERIS/Envisat, MSI/Sentinel-2 ir OLCI/Sentinel-2 palydoviniai duomenys.

metai	gegužė	birželis	liepa	rugpjūtis	rugsėjis	viso
2005	3	6	7	4	3	23
2006	3	9	12	2	7	33
2007	3	7	4	4	4	22
2008	2	6	8	2	4	22
2009	5	4	5	8	6	28
2010	4	8	8	4	3	27
2011	2	10	5	4	4	25
2015	0	1	0	4	3	8
2016	2	1	1	1	2	7
2017	10	6	4	3	3	26
2018	18	6	10	8	4	46

Buvo atliekamas archyvinių MERIS/Envisat (2005-2011) ir OLCI/Sentinel-3 (nuo 2016-ųjų) palydovinių vaizdų pirminė radiometrijos korekcija ir debesų maskavimas SNAP programa. Siekiant kartografuoti Chl-a koncentraciją buvo atlikta atmosferos korekcija panaudojant 6SV kodą (Vermote et al., 1997). Chl-a koncentracija (mg m^{-3}) buvo apskaičiuota panaudojant semiempirinius spektrinių juostų, kurios apima raudonųjų ir artimųjų infraraudonųjų elektromagnetinių spindulių diapazonus, santykio algoritmus: 1 formulė MERIS/Envisat ir OLCI/Sentinel-3:

$$\text{Chl} - a = 52.19 \times \left(\frac{\text{NIR}}{\text{Red}} \right) - 32.07 \quad (1)$$

Kur Red – 665 nm spektrinės juostos reikšmė, NIR – 708 nm spektrinės juostos reikšmė.

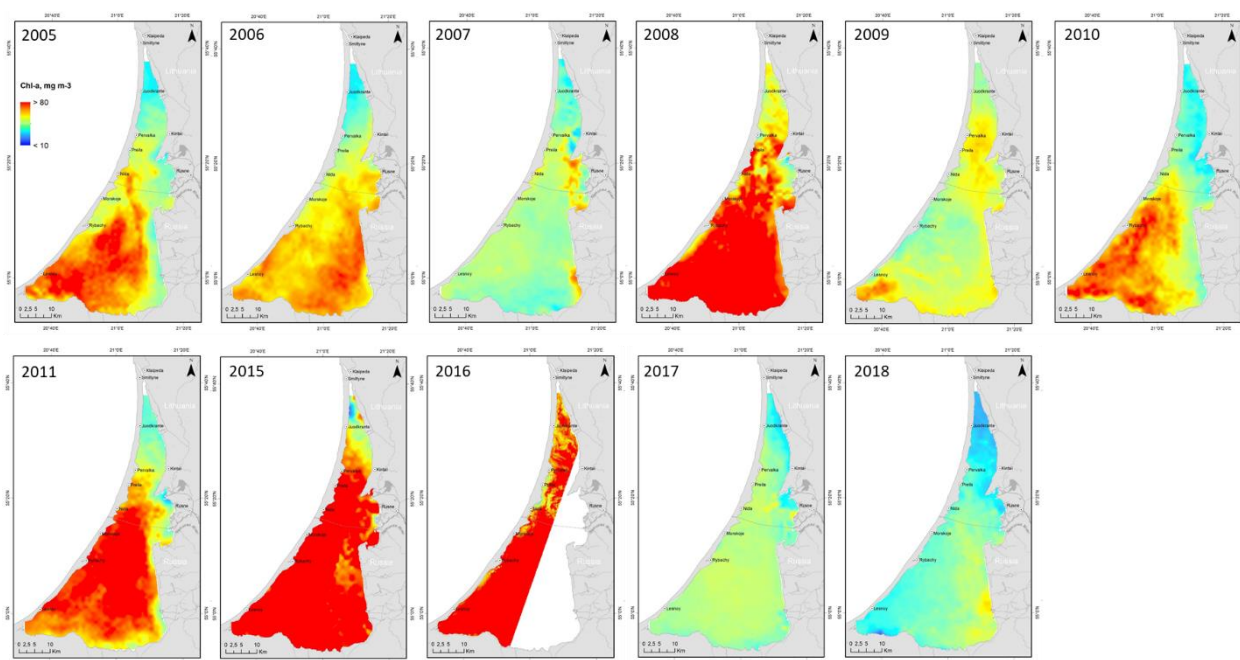
Siekiant kartografuoti TSM koncentraciją (g m^{-3}) buvo panaudotas FUB procesorius (1.2.4 versija), kuris kartu atlieka atmosferos korekciją ir TSM apskaičiavimą (Schroeder ir kt., 2007 a, b). Ištirpusios organinės medžiagos kiekis (absorbicija prie 440 nm m^{-1} yra laikoma CDOM kiekio išraiška) buvo gautas tik iš MERIS/Envisat duomenų panaudojus bio-optinį Boreal procesorių (1.4.1 versija). Visi gauti duomenys (t.y. chl-a, TAM ir CDOM koncentracija) buvo validuoti su *in situ* surinktais duomenimis (Bresciani et al., 2014; Vaičiūtė et al., 2012; Vaičiūtė et al., 2015; INFORM, 2016). Vėliau duomenys buvo agreguojami atskirai makrofitų ir makrozoobentos rodiklių vystymui/testavimui (3 lent.).

3 lentelė. Parametrai, kurie buvo apskaičiuoti iš palydovinių duomenų ir jų agregavimas pagal poreikį vystyti makrofitų ir makrozoobentosos rodiklius Kuršių marių ekologinės būklės vertinimui.

Parametras	Makrofitų rodiklis Kuršių mariose	Makrozoobentosos rodiklis Kuršių mariose
Chl-a koncentracija	2005-2011, 2017-2018 m. gegužės-liepos mėn. metiniai vidurkiai.	2005-2011, 2017-2018 m. gegužės-rugsėjo mėn. metiniai vidurkiai.
TSM koncentracija	2009-2011, 2017-2018 m. gegužės-liepos mėn. metiniai vidurkiai.	
CDOM kiekis	2009-2011 m. gegužės-liepos mėn. metiniai vidurkiai.	

Palydoviniai duomenys dažnai būna paveikti kranto efekto, todėl rekomenduojama eliminuoti reikšmes per 3 pikselių atstumą nuo kranto linijos, t.y. jeigu rezoliucija 300 m, tuomet tikėtina, jog kranto efekto poveikis bus stebimas 900 m juostoje palei kranto liniją. Siekiant išvengti neteisingų reikšmių dėl kranto efekto buvo eliminuoti trys pikseliai nuo kranto linijos, vėliau buvo atlikta ekstrapoliacija, kuriai naudotas Spline (ArcGIS) Tension metodas, kiekvienam taškui duodant 0,1 svorį ir imant artimiausius 12 taškų. Ekstrapoliacijos ribos nustatytos pagal Kuršių marių poligoną.

Palydovinių duomenų analizės rezultatai. Mažiausios Chl-a koncentracijos buvo stebimos 2007, 2009, 2017 ir 2018 metais, 2008, 2011, 2015 ir 2016 metų šiltuoju metų laikotarpiu vidutinė Chl-a koncentracija buvo didesnė nei 80 mg m^{-3} (1 pav.). Mažiausiu produktyvumu išsiskyrė šiaurinė Kuršių marių dalis dėl tikėtino Baltijos jūros vandens poveikio įtekėjimų metu, o produktyviausi - pietinėje Kuršių marių dalyje nuo Lietuvai priklausančios Nidos ir apimant visą Rusijai priklausančią marių dalį.



1 paveikslas. Vidutinė gegužės-rugsėjo mėn. chlorofilo-a (Chl-a) koncentracija Kuršių mariose, 2005-2011 m. ir 2015-2018 m.

Modelio taikymas ir duomenys Reikalingiems parametrams įvertinti naudojamas SHYFEM modelis. Šis modelis iš pradžių buvo kuriamas ISMAR-CNR, Venecijoje, Italijoje, tačiau dabar taip pat aktyviai kuriamas ir prižiūrimas Klaipėdos universiteto, Jūros tyrimų institute. Šis modelis gali apibūdinti hidrodinaminius procesus Kuršių mariose ir Baltijos jūros priekrantėje bei tapiniuose vandenyse. Pagrindiniai modeliuojami parametrai yra vandens lygis, srovės,

vandens temperatūra ir druskingumas. Modelis buvo kalibruotas ir validuotas atsižvelgiant į šiuos parametrus, naudojant duomenų bazę, apimančią 2004–2018 m.

Šis modelis turi galimybę integruoti kitus modeliavimo rinkinius, priklausomai, kokie hidrodinaminių procesų parametrai yra reikalingi. Modeliai, kurie buvo susieti su hidrodinaminiu modeliu, buvo sukurti arba pritaikyti SHYFEM, arba jie buvo paimti ir pritaikyti iš literatūros bei buvo susieti taip, kad visi kintamieji ir parametrai būtų gerai suderinti.

Vienas iš parametrų, kurį galima lengvai apskaičiuoti, yra vandens atsinaujinimo laikas (WRT). Šis parametras parodo vidutiniškai per kiek laiko Kuršių mariose yra pakeičiamas nauju. Jį galima apskaičiuoti kaip viso baseino vidutinę vertę, tačiau taip pat galima atskirti skirtingas zonas ir sudaryti erdvinį nevienalytį žemėlapi.

Tyrimų vietai yra naudojamas skaičiavimo tinklelis, kuris susideda iš 1309 mazgų ir 2027 trikampių elementų. Klaipėdos sąsiauryje raiška yra daug tikslesnė. Vertikaliajam pasiskirstymui buvo panaudota 10 sigma sluoksnių. Dalis Baltijos jūros priešais marias taip pat įtraukta į skaitmeninį tinklelį, siekiant išvengti netikslumų skaičiavimuose dėl vandens masių cirkuliacijos per Klaipėdos sąsiaurio teritoriją.

Aplinkos veiksnių duomenys. Duomenys, naudojami modeliui paleisti, buvo vandens lygis ir temperatūra bei druskingumas Baltijos jūroje, meteorologinės jėgos, t.y. šilumos srautai, krituliai, vėjas ir slėgis, ir svarbiausių upių, tekančių į Kuršių marias, nuotėkis. Pradinės sąlygos yra vidutinės pastovios vandens lygio, temperatūros ir druskingumo bei nulinio greičio vertės visoms marioms.

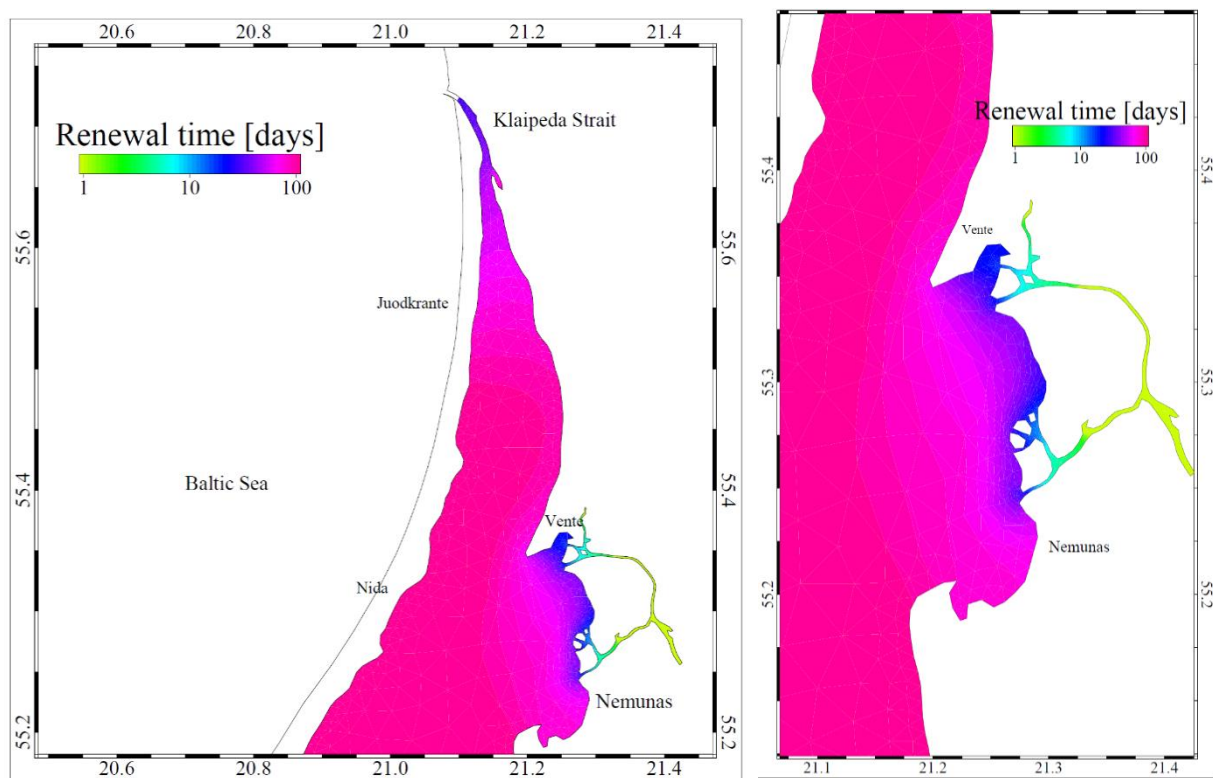
Duomenys apie druskingumą, temperatūrą ir vandens lygį atviroje jūroje 2004–2006 m. buvo gauti iš Danijos hidraulikos instituto pateikto darbinio hidrodinaminio modelio MIKE21 prognozių, 2007–2009 ir 2014 m. operacinis hidrodinaminis modelis HIROMB (Aukštosios skiriamosios gebos operatyvinis modelis Baltijos jūrai), kurį pateikė Švedijos meteorologijos ir hidrologijos institutas, o 2010–2013 m. laikotarpiui - iš Mobilaus vandenyno modelio, kurį pateikė Leibnizo Baltijos jūros tyrimų institutas, Warnemünde. Duomenis apie kasdieninį upių nuotėkį suteikė Lietuvos hidrometeorologijos tarnyba prie Aplinkos ministerijos.

Meteorologiniai 2009–2010 m. duomenys buvo gauti iš operatyvaus skaitmeninio orų prognozavimo modelio HIRLAM (didelės skiriamosios gebos riboto ploto modelio) prognozių, likusiems metams buvo naudoti ECMWF (Europos vidutinio nuotolio orų centro) duomenys.

Modeliavimo rezultatai. WRT buvo apskaičiuotas 2004–2016 m. gegužės – rugsėjo mėn. skirtingoms Kuršių marių dalims (4 lent.). Apskaičiuotas WRT gali būti laikomas kaip 5 mėnesių vidurkis. Pietinėje dalyje (Rusijai priklausanti akvatorija) WRT visuomet yra aukštesnė už bendrą marių vidurkį, o šiaurėje (Lietuvai priklausanti akvatorija) WRT yra daug mažesnė už bendrą WRT. WRT kito ir tarp metų, kur bendras WRT svyruoja nuo 150 iki 200 dienų. Tiek Nemuno upės deltoje, tiek Klaipėdos sąsiauryje, WRT laikas yra trumpesnis negu kitose Kuršių marių dalyse (2 pav.).

4 lentelė. Kuršių marių vandens atsinaujinimo laikas (dienomis) 2004-2016 metais.

Metai	Visos Kuršių marios	Lietuvai priklausanti marių dalis	Rusijai priklausanti marių dalis
2004	202,68	114,37	250,03
2005	154,18	83,09	190,20
2006	199,33	95,27	263,86
2007	174,58	91,60	221,18
2008	188,01	127,72	215,40
2009	190,82	117,70	226,40
2010	145,65	75,95	182,68
2011	157,1	97,51	184,87
2012	167,47	110,55	192,94
2013	150,8	91,95	178,59
2014	190,6	111,59	232,46
2015	186,21	121,10	217,83
2016	182,19	121,66	210,13



2 paveikslas. Vidutinis tirtu laikotarpio (2004-2016 metų) vandens atsinaujinimo laikas (WRT) pasiskirstymas Lietuvai priklausančioje Kuršių marių dalyje (kairėje) ir Nemuno upės deltoje (dešinėje).

2 Makrofitų rodiklio testavimas Kuršių marių vandens kokybės vertinimui

2.1. Kuršių marių zonavimas pagal bio-optinius ir hidrologinius parametrus makrofitų rodiklio testavimui

Buvo nustatomi vandens skaidrumo gradientai Kuršių mariose vegetacijos vystymosi periodu (gegužės-liepos mėnesiai), kad įvertinti ekologinės būklės rodiklio pagal makrofitus (t.y. plūdinių maksimalus pasiskirstymo gylis) tinkamumą tarpiniuose vandenyse. Tam tikslui buvo pasirinkti *in situ* Secchi disko gylio matavimai, chlorofilo-a (Chl-a) ir bendrųjų suspenduotų medžiagų (TSM) koncentracijos, spalvotojų ištirpusių organinių medžiagų kiekis (CDOM) iš palydovinių duomenų ir vandens atsinaujinimo laikas (WRT) iš SHYFEM modelio. Secchi disko gylio matavimai 2018-2019 m. mariose buvo gauti iš atskirų (mokslinių projektinių) tyrimų ir iš valstybinio paviršinių vandenų monitoringo, atliekamo AAA. Vandens skaidrumo duomenys buvo suinterpoliuoti naudojant atvirkščiai proporcingą atstumą (angl., inverse distance weighted) su „gstat“ paketu (Pebesma, 2004) R programoje (R Core Team, 2020). Skirtingiems periodams Chl-a, TSM, CDOM vidurkių rastrai (300x300 m rezoliucija) gauti su „raster“ paketu (Robert, 2020) Rstudio programoje (RStudio Team, 2020). Iš palydovinių duomenų gauti rastrai apkirpti 600 m buferiu, kad sumažinti paveiktų dugno arba kranto efekto gardelių skaičių. Parametrų erdvinė priklausomybė buvo vertinta variogramomis skirtingomis kryptimis: 0 (pietų-šiaurės), 45 (pietvakarių-šiaurės rytų), 90 (vakarų-rytų) ir 135 (šiaurės rytų-pietryčių). Priklausomybė tarp rastrų buvo įvertinta Spirmeno koreliacija (r_s).

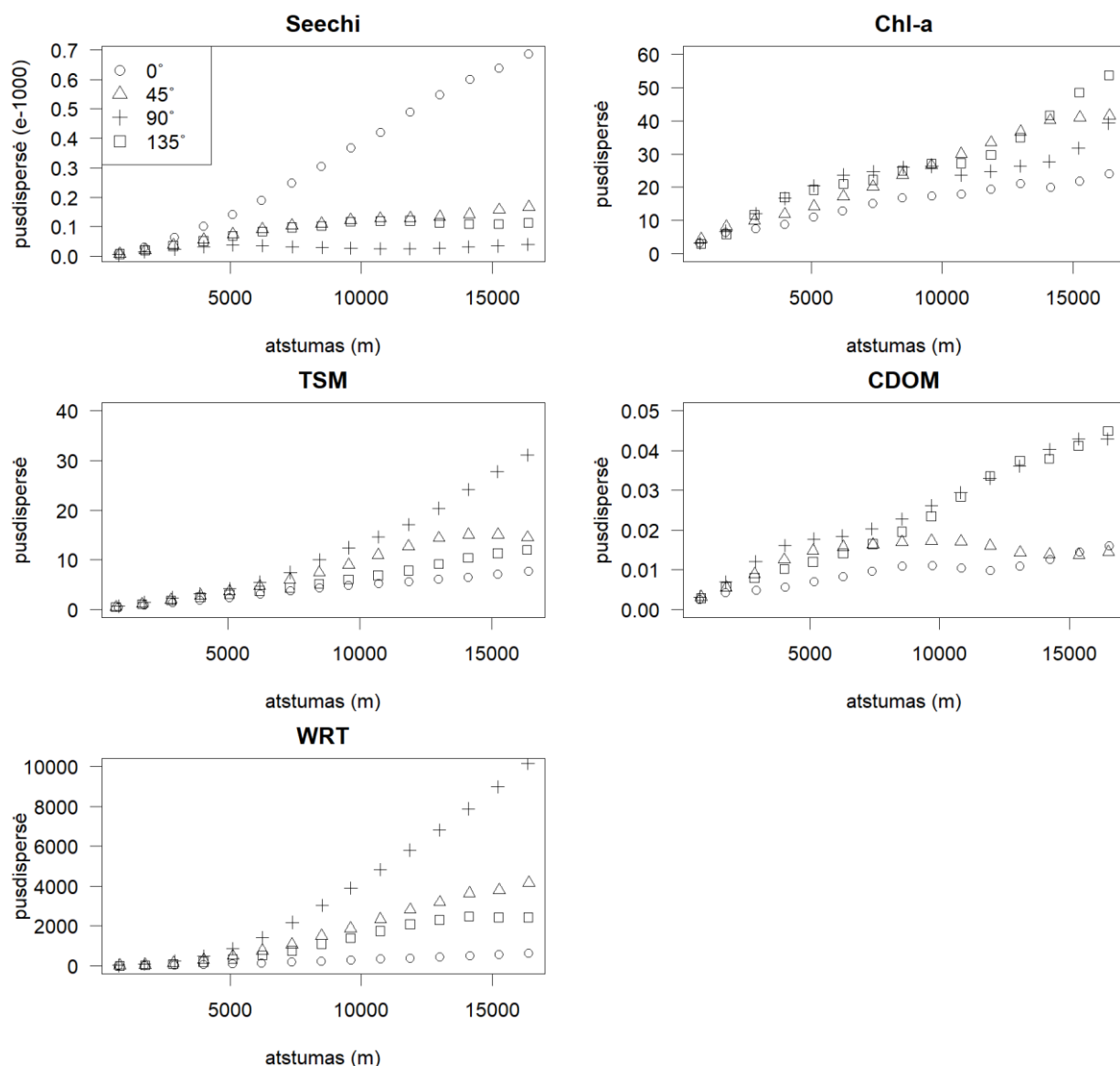
Pagal pasirinktus vandens skaidrumo parametrus nustatyta reikšmingų skaidrumo gradientų mariose (3 ir 4 pav.). Didžiausia erdvinė Secchi disko gylio priklausomybė buvo pietų-šiaurės kryptimi; santykinai mažesnė pietvakarių-šiaurės rytų ir šiaurės rytų-pietryčių kryptimis. Erdvinio gradiento beveik nebuvo vakarų-rytų kryptimi. Vidutinis didžiausias Secchi disko gylis buvo Klaipėdos sąsiauryje (maksimumas 3,1 m), kai likusioje akvatorijoje jis svyravo apie 1 m, išskyrus arti Nemuno žiočių, kur vidutinis Secchi disko gylis buvo mažiausias (minimumas 0,6 m).

Erdvinė Chl-a koncentracijos priklausomybė buvo visomis kryptimis, kur didžiausia buvo šiaurės rytų-pietryčių kryptimi, o mažiausia buvo pietų-šiaurės kryptimi. Atviroje marių dalyje vidutinė Chl-a koncentracija buvo $31,4 \pm 5,5 \text{ mg m}^{-3}$. Deltoje buvo neteisingai įvertintos Chl-a koncentracijos ($> 40 \text{ mg m}^{-3}$) dėl nendrių ir kitų makrofitų juostų. Nustatytos panirusių makrofitų maksimalaus gylio vietos buvo toliau už kranto paveiktą Chl-a rastro reikšmių, todėl tolimesnei analizei neturėjo reikšmingo poveikio.

Erdvinė TSM koncentracijos priklausomybė buvo visomis kryptimis, kur didžiausia buvo rytų-vakarų kryptimi, o mažiausia buvo pietų-šiaurės kryptimi. Didesnė vidutinė TSM koncentracija ($10,1 \pm 2,7 \text{ g m}^{-3}$) buvo pasiskirsčiusi šiaurinėje ir pietinėje marių dalyse, tuo tarpu centrinėje tyrimo rajono dalyje ji buvo santykinai mažesnė ($< 10 \text{ g m}^{-3}$) ir toliau mažėjo iki 2 g m^{-3} link deltos. Dėl kranto ir dugno efekto buvo nustatyta neteisinga TSM koncentracija ($> 12 \text{ g m}^{-3}$) palei rytinį krantą.

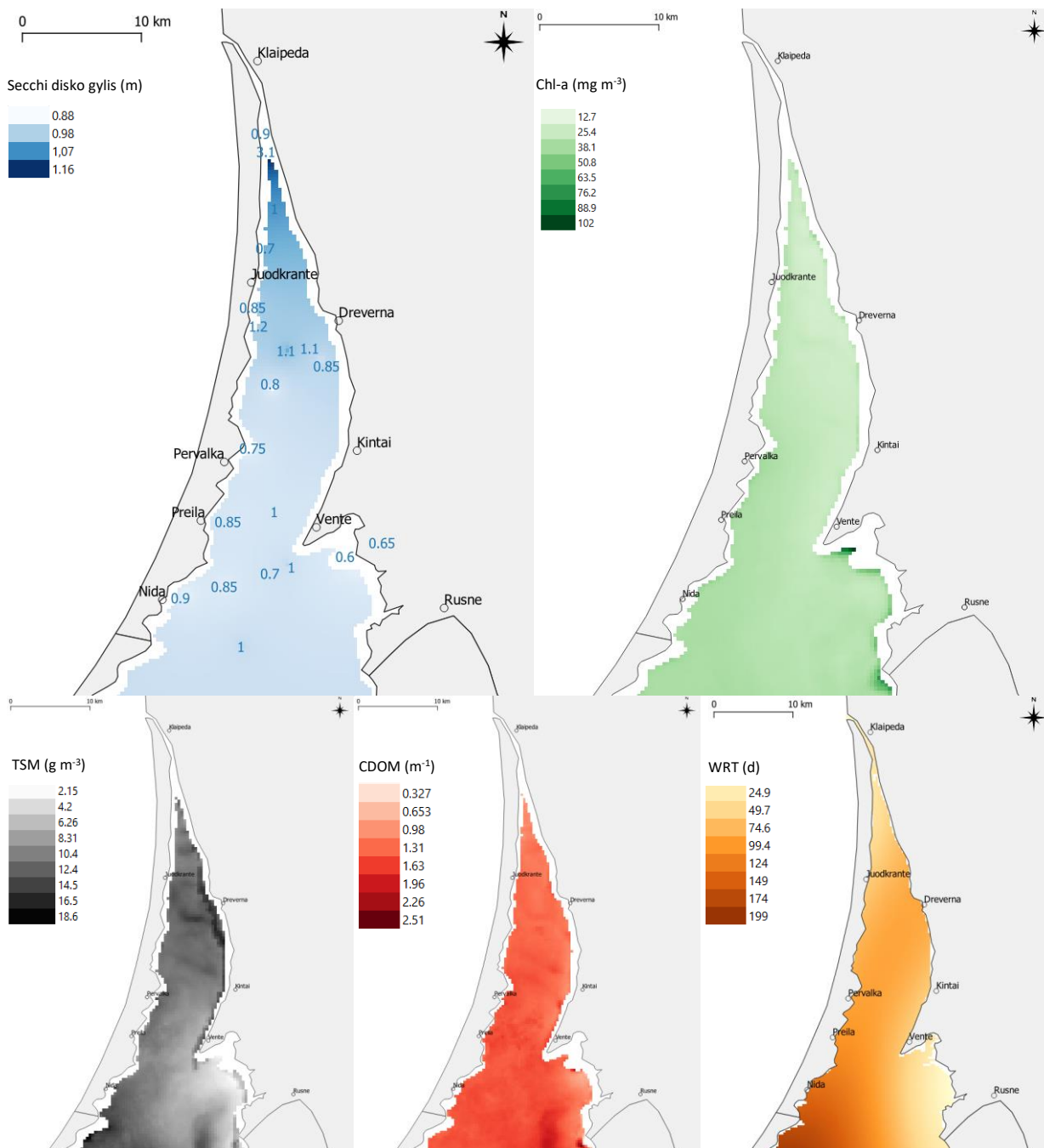
Erdvinė CDOM kiekio priklausomybė buvo visomis kryptimis, kur didžiausia buvo rytų-vakarų ir šiaurės rytų-pietryčių kryptimis, o mažiausia buvo pietų-šiaurės kryptimi. Vidutinis CDOM kiekis buvo $1,4 \pm 0,14 \text{ m}^{-1}$. Dėl kranto ir dugno efekto buvo nustatytas neteisingas CDOM kiekis ($> 1,6 \text{ m}^{-1}$) deltoje.

Erdvinė WRT priklausomybė buvo visomis kryptimis, kur didžiausia buvo rytų-vakarų kryptimi, o mažiausia buvo pietų-šiaurės kryptimi. Vidutinis WRT buvo $89 \pm 41 \text{ d.}$; šiaurinėje dalyje ir deltoje jis buvo mažesnis ($< 50 \text{ d.}$) dėl aktyvesnės hidrodinamikos aplinkos (t.y. Nemuno upės ir Baltijos jūros vandens masių poveikio zonos). Didžiausios WRT (maksimumas 199 d.) buvo pietvakarinėje marių dalyje.



3 paveikslas. Vidutinio Secchi disko gylio, chlorofilo-a (Chl-a), bendrųjų suspenduotų medžiagų (TSM) koncentracijų, spalvotojų ištirpusių organinių medžiagų kiekio (CDOM) ir vandens atsinaujinimo laiko (WRT) variogramos pagal 4 kryptis: 0 (pietų-šiaurės), 45 (pietvakarių-šiaurės rytu), 90 (vakarų-rytu) ir 135 (šiaurės rytu-pietryčių).

Tarpusavyje silpnai koreliavo WRT, CDOM kiekis, vidutinė Chl-a ir TSM koncentracija ($r_s = 0,44-0,51$, $p < 0,001$, $n = 12089$) bei vidutinis Secchi disko gylis koreliavo su TSM koncentracija ($r_s = 0,50$, $p < 0,001$). Vidutinis Secchi disko gylis priešingai koreliavo su vidutine Chl-a koncentracija ($r_s = -0,37$, $p < 0,001$) ir CDOM kiekiu ($r_s = -0,25$, $p < 0,001$).



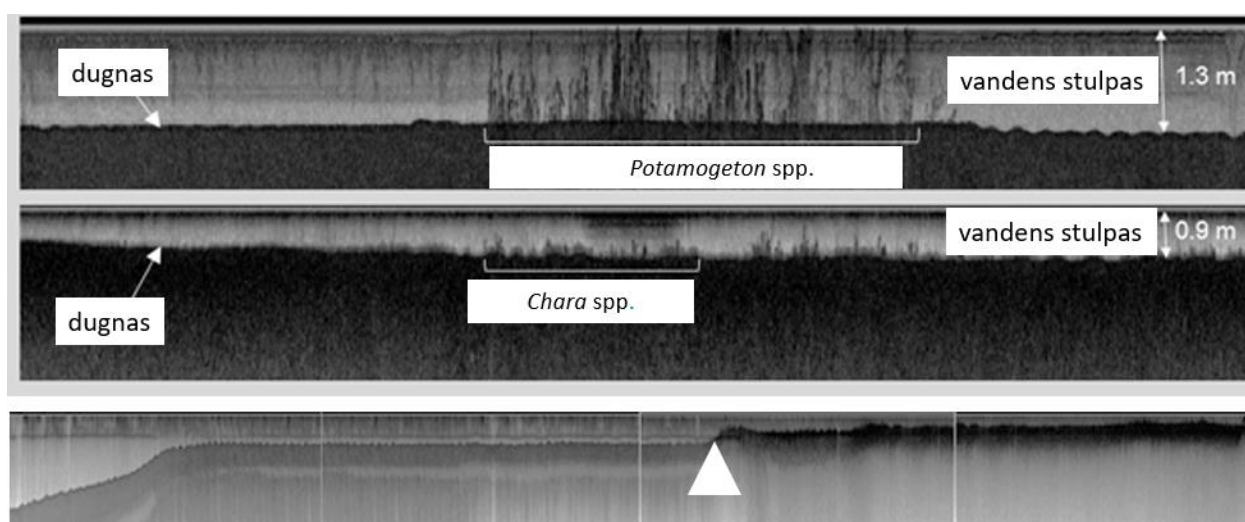
4 paveikslas. Vidutinis Secchi disko gylio, chlorofilo-a (Chl-a), bendrųjų suspenduotų medžiagų (TSM) koncentracijos, spalvotojų ištirpusių organinių medžiagų kiekio (CDOM) ir vandens atsinaujinimo laiko (WRT) pasiskirstymas Kuršių mariose intensyvios vegetacijos periodu (gegužė-liepa). *In situ* Secchi disko gylio reikšmės pažymėtos mėlynu šriftu.

2.2. Eutrofikacijos (vandens skaidrumo, chlorofilo a ir kt.) poveikio makrofitų augaviečių maksimalaus gylio pasiskirstymui vertinimas

Ekologinės būklės įvertinimas tarpiniuose vandenyse pagal makrofitus (BVPD, 2000/60/EB) yra paremtas vienu rodikliu - plūdinių (potameidų) maksimalus pasiskirstymo gylis. Šis rodiklis pasirinktas tuo, kad augalijos juostos plotis priklausomai nuo vandens telkinio trofiškumo lygio rodo vandens skaidrumą litoralės zonoje, t.y. dugno gylį, kur dar yra fotosintetintiškai prieinamos šviesos. Labai eutrofikuoetuose vandens telkiniuose augalijos juosta yra išsivysčiusi tik sekliose (< 2 m) litoralės vietose (pvz., Kuršių marios, Oderio lagūna), tuo

tarpu skaidriuose telkiniuose augalijos maksimalus pasiskirstymo gylis dažniausiai siekia keletą m (pvz. Platielių ir Dusios ežerai).

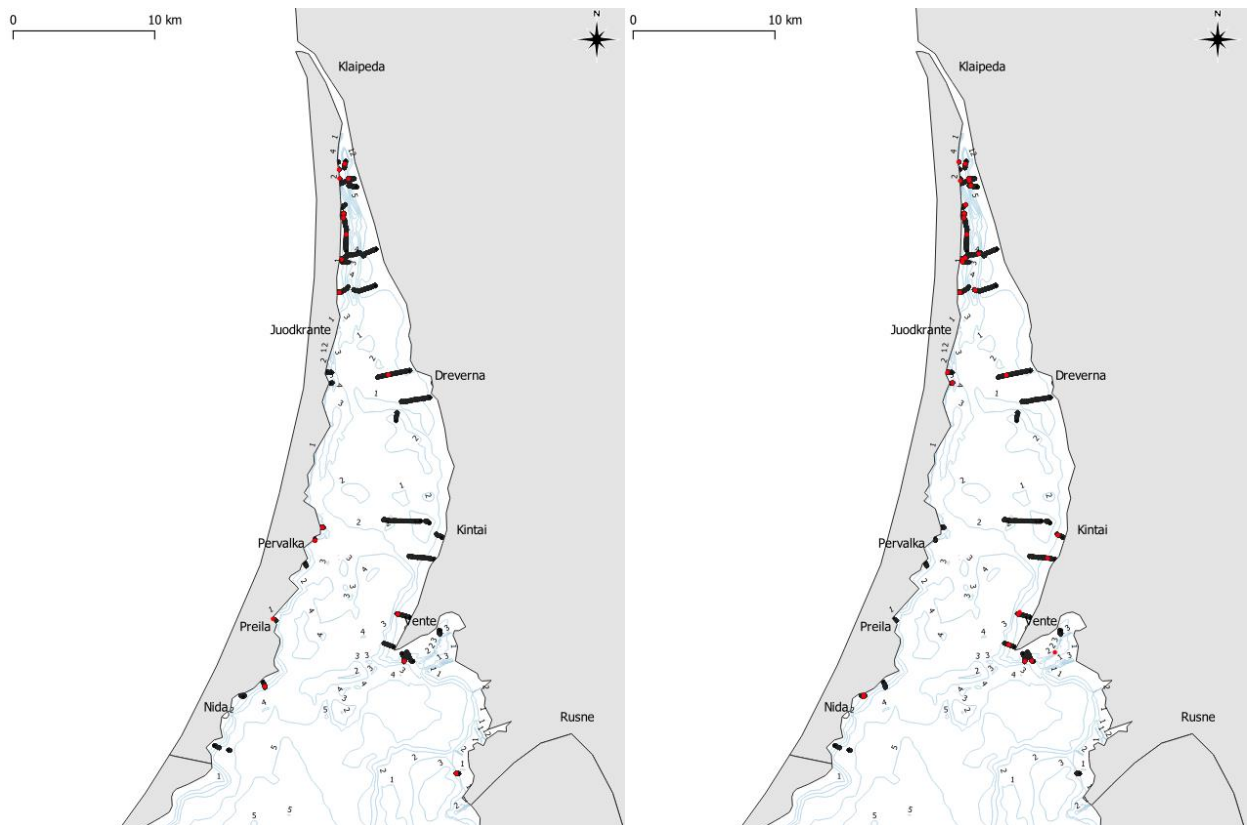
Makrofitų gylio pasiskirstymas Kuršių mariose buvo kartografuotas 2018 ir 2019 m. (nuo liepos vidurio iki rugsėjo pradžios) naudojant akustinį metodą pagal Bučas et al. (2016). Lėtai plaukiant (apie 4 km h⁻¹) kateriu su vienspinduliniu sonaru (Hummbird 898c SI Combo) buvo skanuojamas dugnas bei grėbliu kartais buvo tikrinamas dugnas, kad įvertinti objektus echogramoje. Skanavimas atliktas 34 atkarpose (transektose), kurios buvo dažniausiai išdėstytos statmenai krantui (5 pav.). Gauti akustiniai duomenys vėliau apdoroti su „HumViewer 86“ programa, kur naudojant 200 kHz ir 455 kHz kanalus „Low grayscale“ spalvų režime (taip pat adaptuojant kontrastą ir apšviestumą, kad išryškėtų skirtumai tarp dugno ir vandens stulpo) buvo peržiūrimos echogramos. Jose buvo nustatomos dugno vietos su augalija ir ieškoma maksimali makrofitų pasiskirstymo gylio riba (5 pav.). Echogramose augalai neviršijantys 30 cm aukščio nuo dugno dažniausiai galima vertinti kaip maurabraginius dumblius (*Chara* spp.; dažniausiai *Chara contraria*), o aukštesnius makrofitus - plūdėmis (*Potamogeton* spp.; dažniausiai *Potamogeton perfoliatus*). Atsižvelgiant į makrofitų aukštį echogramose buvo vertinamas *Potamogeton* spp. ir *Chara* spp. maksimalus augaviečių pasiskirstymo gylis.



5 paveikslas. Akustiniai požymiai matomi echogramose (200 kHz kanalu) iš Kuršių marių. Viršutinėje echogramoje akustiniai požymiai, esantys tarp dugno ir vandens paviršiaus (arba yra 30 cm aukščiau nuo dugno), yra dažniausiai plūdės (*Potamogeton* spp.). Vidurinėje echogramoje akustiniai požymiai, esantys <30 cm nuo dugno, yra dažniausiai maurabraginiai dumbliai (*Chara* spp.). Apatinėje echogramoje aiškiai matyti maksimali augavietės gylio riba.

Nustačius 38 *Potamogeton* spp. ir *Chara* spp. augaviečių maksimalaus pasiskirstymo gylio koordinatas buvo atidėtos GIS (6 pav.) naudojant QGIS programą (QGIS.org, 2020). Tam, kad įvertinti priklausomybę tarp šių dviejų rodiklių ir vandens skaidrumo parametrų buvo ištrauktos vidutinės pastarųjų reikšmės iš poligonų, t.y. 300 m spindulio apskritimų, kad patektų kelios gardelės iš palydovinių duomenų (mažiausia jų erdvinė rezoliucija - 300 m). Poligonai atidėti apie 300 m atstumu nuo taškų, kuriuose įvertintas augaviečių maksimalus pasiskirstymo gylis, link marių pusės, kad išvengti klaidingai (dėl kranto ir dugno efekto) apskaičiuotų parametrų reikšmių iš palydovinių duomenų.

Priklausomybė tarp dviejų rodiklių (*Potamogeton* spp. ir *Chara* spp. augaviečių maksimalaus pasiskirstymo gylio) ir vandens skaidrumo parametrų (vidutinio Secchi disko gylio, chlorofilo-a, bendrųjų suspenduotų medžiagų koncentracijų, spalvotojų ištirpusių organinių medžiagų kiekio ir vandens atsinaujinimo laiko) buvo įvertinta Spirmeno koreliacija (r_s) ir atvaizduota taškų sklaidos diagramomis.

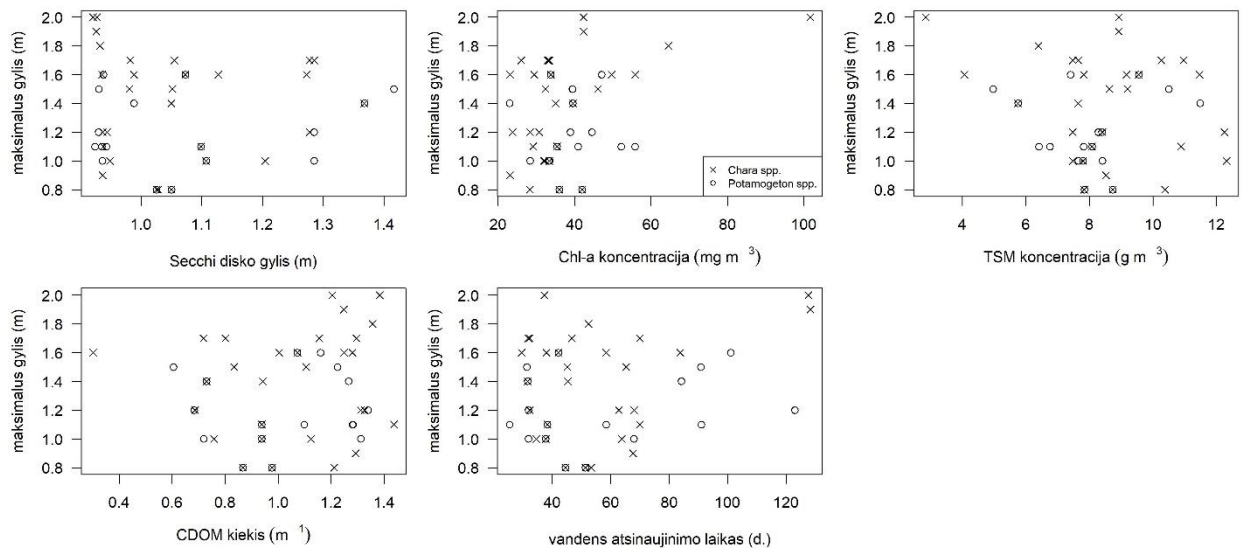


6 paveikslas. Akustinių tyrimų transektos (juodi taškai), *Potamogeton* spp. (kairėje) ir *Chara* spp. (dešinėje) augaviečių maksimalaus pasiskirstymo gylis (raudoni taškai). Izobatos – mėlynos linijos (skaičius šalia - jų gylis metrais).

Potamogeton spp. ir *Chara* spp. augaviečių maksimalaus pasiskirstymo gylis statistiškai reikšmingai nekoreliavo su vandens skaidrumo parametrais, išskyrus *Chara* spp. augaviečių maksimalaus pasiskirstymo gylį su Chl-a koncentracija (5 lent. ir 7 pav.). Pastarąjį ryšį sudėtinga interpretuoti, kadangi didėjant Chl-a koncentracijai turėtų mažėti vandens skaidrumas ir augaviečių maksimalaus pasiskirstymo gylis. Vienintelis tikėtinas neigiamas ryšys buvo nustatytas tarp *Chara* spp. augaviečių maksimalaus pasiskirstymo gylio ir TSM koncentracijos, tačiau jis labai silpnas ir nepatikimas.

5 lentelė. Priklausomybė tarp *Potamogeton* spp. ir *Chara* spp. augaviečių maksimalaus pasiskirstymo gylio vandens skaidrumo parametru: vidutinio Secchi disko gylio, chlorofilo-a (Chl-a), bendrųjų suspenduotų medžiagų (TSM) koncentracijų, spalvotojų ištirpusių organinių medžiagų kiekio (CDOM) ir vandens atsinaujinimo laiko (WRT).

Parametras	Augaviečių maksimalaus pasiskirstymo gylis	
	<i>Potamogeton</i> spp.	<i>Chara</i> spp.
Secchi disko gylis	$r_s=0.01, p=0.97$	$r_s=-0.19, p=0.31$
Chl-a koncentracija	$r_s=0.14, p=0.58$	$r_s=0.38, p=0.04$
TSM koncentracija	$r_s=0.01, p=0.97$	$r_s=-0.15, p=0.43$
CDOM kiekis	$r_s=0.04, p=0.86$	$r_s=0.18, p=0.35$
WRT	$r_s=0.12, p=0.63$	$r_s=0.04, p=0.84$



7 paveikslas. Priklausomybės tarp *Potamogeton* spp. (o) ir *Chara* spp. (x) augaviečių maksimalaus pasiskirstymo gylio vandens skaidrumo parametru: vidutinio Secchi disko gylio, chlorofilo-a (Chl-a), bendrųjų suspenduotų medžiagų (TSM) koncentracijų, spalvotojų ištirpusių organinių medžiagų kiekio (CDOM) ir vandens atsinaujinimo laiko.

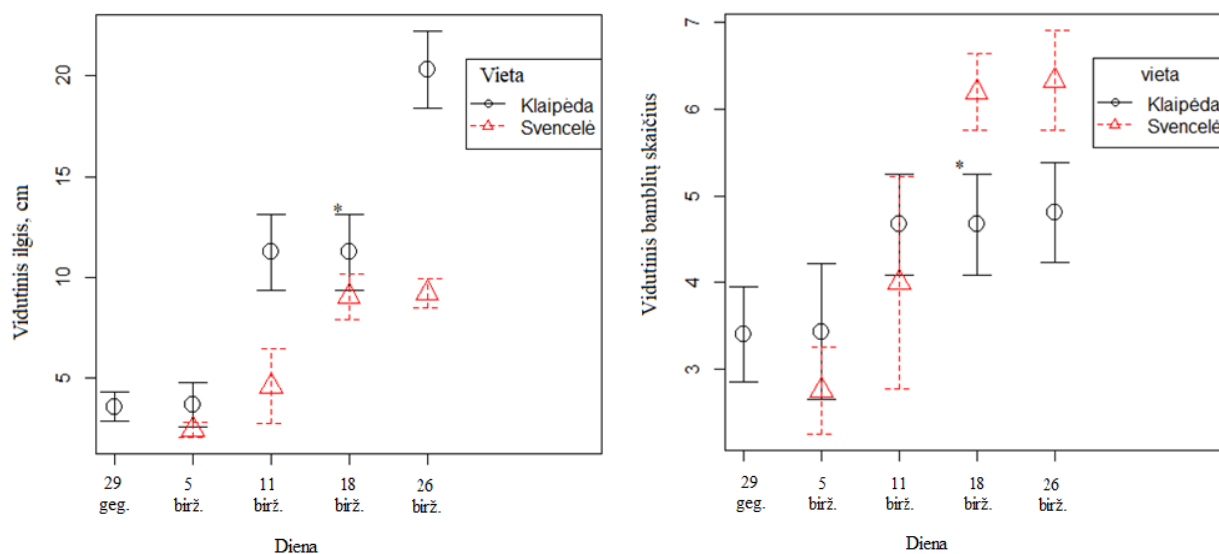
2.3. Išvados ir pasiūlymai dėl tolimesnio makrofitų duomenų rinkimo ir galimo būklės vertinimo vykdant ilgalaikę stebėseną

Apibendrinant analizės rezultatus, galima teigti, jog pasiūlytas tarpinių vandenų būklės rodiklis ir ekologinės kokybės santykio vertės pagal plūdinių maksimalų pasiskirstymo gylį (Žin., Nr. 47-1814; 2010, Nr. 29-1363) nėra jautrus vandens skaidrumo parametrams. Taip pat nepasiteisino ir maurabraginių (*Chara* spp.) dumblių maksimalaus pasiskirstymo gylio. Priežasčių, kodėl šie rodikliai nejautrūs vandens skaidrumo parametrams gali būti kelios, viena iš jų – makrofitai yra „plastiški“, t.y. gali morfologiškai (keičiant augimo formą) ir fiziologiškai (reguliuojant pigmentų koncentracijas) prisitaikyti prie skirtingo apšviestumo sąlygų. Kita galima priežastis – aplinkos veiksnių kaip hidrodinamikos (bangų ir srovių) poveikis, kuris neleidžia makrofitų augavietėms išplisti gilesnėse zonose (>2 m) ypač atvirose marių dalyse.

Atsižvelgiant į gautus rezultatus ir galimas priežastis galima bandyti vystyti kitus vandens kokybės rodiklius pagal makrofitus, pavyzdžiui, Vokietijos vidiniams Baltijos jūros priekrantės vandenims (bodenuose) taikomą makrodumblių ir magnolijūnų bendrųjų rodiklį (Steinhardt et al., 2009). Atliekant lauko tyrimus Kuršių mariose pastebėta, kad sekliose dumblėtose vietose (Klaipėdos-Kairių atkarpoje ir palei vakarinį krantą) aptinkami siauralapių plūdžių sąžalynai ir epifitiniai vienmečiai siūliniai dumbliai. Tuo tarpu, smėlėtose atvirose vietose (Kairių-Kintų atkarpoje) dominuoja maurabraginių dumblių augavietės. Tikėtina, kad maurabraginių dumblių ir vienmečių siūlinių dumblių arba siauralapių plūdžių gausumo (ar biomasės) santykis gali indikuoti eutrofikacijos poveikį ekosistemos būklei.

Kitas galimas rodiklis arba rodiklio elementas gali būti maurabraginių dumblių gniužulų ir aukštesniųjų makrofitų stiebų, šakų ir lapų morfometrinių parametrai ir/arba jų santykiai. Preliminariais tyrimais (2019 m.) buvo nustatyti mažojo maurabragio (*Chara contraria*) gniužulų morfometrinių skirtumai tarp dviejų vietų Kuršių mariose. Vidutinis gniužulų ilgis buvo didesnis Klaipėdoje negu Svencelėje, bet vidutinis bamblių skaičius buvo didesnis Svencelėje (8 pav.). Šiuos skirtumus tikėtina, kad galėjo įtakoti didesnis eutrofikacijos lygis litoralėje ties Klaipėda, kur didesnis organikos kiekis nuosėdose mažina vandens skaidrumą pučiant stipriems vakariniams vėjams ir skatina siūlinių dumblių ir siauralapių plūdžių vystymąsi. Tarp jų augantiems maurabraginiams dumbliams sumažėja šviesos kiekis, todėl pastarieji turi investuoti į gniužulų ilgį

kompensuoti šviesos trukumą. Tuo tarpu Svencelėje, kur dugno nuosėdose vyrauja aleuritas, o maurabraginiai dumbliai formuoja ištisines augavietes tarp aukštesnių makrofitų augaviečių, dumbliai gali investuoti į reprodukcinį organų vystymą (bamblių skaičių). Panašus dėsniumai buvo nustatyti eksperimentiškai su kitomis maurabraginių dumblių rūšimis (Schneider et al., 2006).

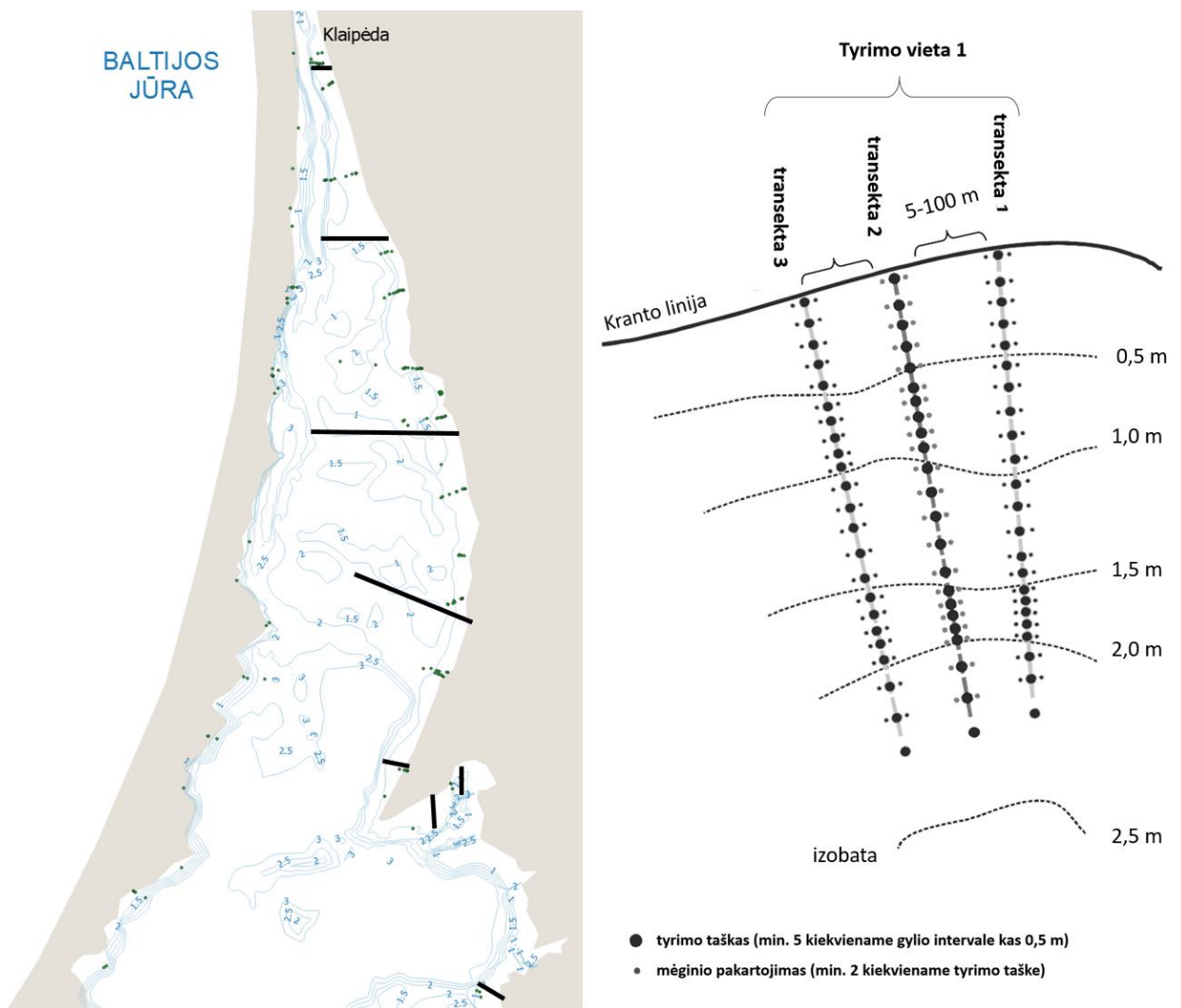


8 paveikslas. Mažojo maurabragio (*Chara contraria*) vidutinių ilgių ir bamblių skaičiaus palyginimas intensyvios vegetacijos periodu tarp Klaipėdos ir Svencelės 2019 m. (* - matavimai atlikti tiesiogiai *in situ*).

Galimų makrofitų rodiklių vystymui reikalingi makrofitų kartografavimo tyrimai Kuršių mariose nuo birželio iki liepos 15 d. įvertinti lizdiškojo dumblabragio (*Tolypela nidifica*) augavietes ir nuo liepos 15 d. iki rugpjūčio 15 d. - kitų makrofitų augavietes (Steinhardt et al., 2009). Tyrimo vietos turėtų būti išdėstytos išilgai rytinio kranto (nuo Klaipėdos iki Rusnės, įtraukiant Kniaupo įlanką), kadangi vakarinis krantas yra labiau paveiktas ūkinės veiklos (t.y. iškastas farvateris yra dažnai gilinamas). Parenkant tyrimo vietas, reikėtų atsižvelgti į upelių ir kanalų žiotis, nendrynų juostos dydį ir išsidėstymą, santykinio atvirumo bangoms indeksą (Malhotra and Fonseca, 2007). Šie aplinkos veiksniai tarp tyrimų vietų turėtų kuo mažiau skirtis. Tyrimų vietų išdėstymas gali maždaug atitikti 2014-2015 m. kartografavimo vietas (9 pav.), kuomet buvo detalios tiriamos makrofitų augaviečių pasiskirstymas projekto rėmuose (MAURAKUMA – „Maurabragūnų pasiskirstymas Kuršių mariose ir aplinkos veiksnių poveikio analizė“, nr.: MIP-040/2014). Svarbiausios yra keturios pirmosios galimos tyrimų vietos, išdėstytos nuo Klaipėdos, kadangi šiame rajone makrofitų augavietės apima plačiausią litoralės juostą. Tyrimo vieta ties Kintais-Šturmais siūloma dėl joje aptinkamų maurabraginių dumblių, kurių piečiau nebeaptinkama, išskyrus Kniaupo įlanką ir gretimus rajonus, kur taip pat siūlomos dvi tyrimų vietos. Pati piečiausia tyrimo vieta siūloma Rusnėje, kuri reprezentuoja arčiau Rusijos esančios deltos dalies aplinkos kokybę.

Makrofitų bendrųjų kartografavimas tyrimo vietose turi būti atliekamas pagal suderintą metodiką (Kolada et al., 2009; Steinhardt et al., 2009), kuri gali būti adaptuojama Kuršių marioms, nes makrofitų juosta tęsiasi iki 2 m gylio, todėl dugno kartografavimas ir mėginių ėmimas turėtų būti atliekamas bent kas 0,5 m gylio intervale (9 pav.). Jeigu leidžia vandens skaidrumas, kiekviename gylio intervale dugno santykinis padengimas makrofitais (bei atskirų taksonų) turi būti vertinamas mažiausiai 5 kvadratuose (1 m² ploto), kur vienas jų išdėstomas transektos viduryje, du kairėje ir du dešinėje transektos pusėse (apie 5-10 m atstumu tarp kvadratų). Matant, kad kvadratuose yra kelios siauralapių plūdžių ir maurabraginių dumblių rūšys, kurias sunku identifikuoti lauko sąlygomis, imami kiekybiniai (su mažesniu rėmeliu arba cilindru) arba

kokybiniai jų mėginiai, kurie vėliau apdorojami laboratorijoje. Taikant tą pačią kvadratų išdėstymo schemą makrofitų kartografavimą galima atlikti povandenine kamera, tik reikėtų atsižvelgti koks jos matymo laukas, kuris priklauso nuo įvairių sąlygų (vandens skaidrumo, debesuotumo, gylio, makrofitų tankumo ir kt.). Jeigu vandens skaidrumas yra mažas (< 0.5 m Secchi disko gylio), makrofitų kartografavimas atliekamas su dvipusiu grėbliu draguojant dugną 5 taškuose tame pačiame gylio intervale, kur kiekviename taške grėblys metamas bent 2 kartus (pvz. per dešinę ir kairią laivo bortą). Dragavimo laikas (atstumas) taške turi būti įvertintas pagal grėblio plotį ir laivo greitį, kad bendras draguoto dugno plotas taške būtų nemažesnis nei 1 m² ir stengtis užtikrinti, kad dragavimas būtų atliekamas sistemingai visuose taškuose. Ant grėblio pagautų makrofitų rūšių gausumas įvertinamas pusiau kiekybiškai (procentais arba balais), taip pat paimami pusiau kokybiniai jų mėginiai.



9 paveikslas. Kairėje - siūlomos makrofitų augaviečių monitoringo vietos (juodos linijos) Kuršių mariose, kurios apytiksliai atitinka 2014-2015 m. makrofitų kartografavimo vietas (žali taškai). Dešinėje - makrofitų kartografavimo schema modifikuota pagal Kolada et al. (2009). Pasirinktoje monitoringo vietoje (pvz., tyrimo vieta 1) yra aprašomas dugnas 3 pjūviuose (transektose) statmenai kranto (detalesnis aprašymas tekste).

Ištisiniam makrofitų augaviečių dėmėtumui įvertinti reikėtų atlikti dugno skanavimą su vienspinduliniu sonaru kiekvienoje transekte (t.y. trys transektų pakartojimai vienoje tyrimo vietoje). Gautose echogramose pagal išbandytą metodiką (Bučas et al., 2016) galima įvertinti potameidų ir maurabraginių dumблиų augavietes. Jeigu leidžia vandens skaidrumas viršutinės

litoralės makrofitų augavietes taip pat reikėtų kartografuoti skraidant lėktuvu, dronu arba iš palydovinių vaizdų (pvz. Sentinel-2).

Tyrimo vietose turėtų būti stebimi aplinkos parametrai: vandens temperatūra, druskingumas, drumstumas, fotosintetintiškai prieinamos šviesos kiekis priedugnyje, makrofitams svarbiausių maistmedžiagių koncentracija vandenyje ir nuosėdose. Matavimai turėtų būti atlikti intensyvios vegetacijos periodu (nuo gegužės vidurio iki liepos vidurio) bent kartą savaitėje 4 gylių zonose: 0,5, 1,0, 1,5, 2,0 m.

Iš surinktų kiekybinių makrofitų mėginių turi būti įvertinti šie parametrai: rūšių skaičius, rūšių sausas svoris, mažojo maurabragio (*C. contraria*) ir/arba trapijojo maurabragio (*C. aspera*), kelių gniužulų ilgis, šakotumas, tarpubamblių skaičius ir tarpubamblių su reprodukciniiais organais (oogonijos, anterydžiai, oosporos) skaičius. Kiekvienos makrofitų rūšies keli egzemplioriai turi būti nufotografuoti ir rekomenduotina padaryti jų herbariumą, kuris turėtų būti saugomas iki 6 m.

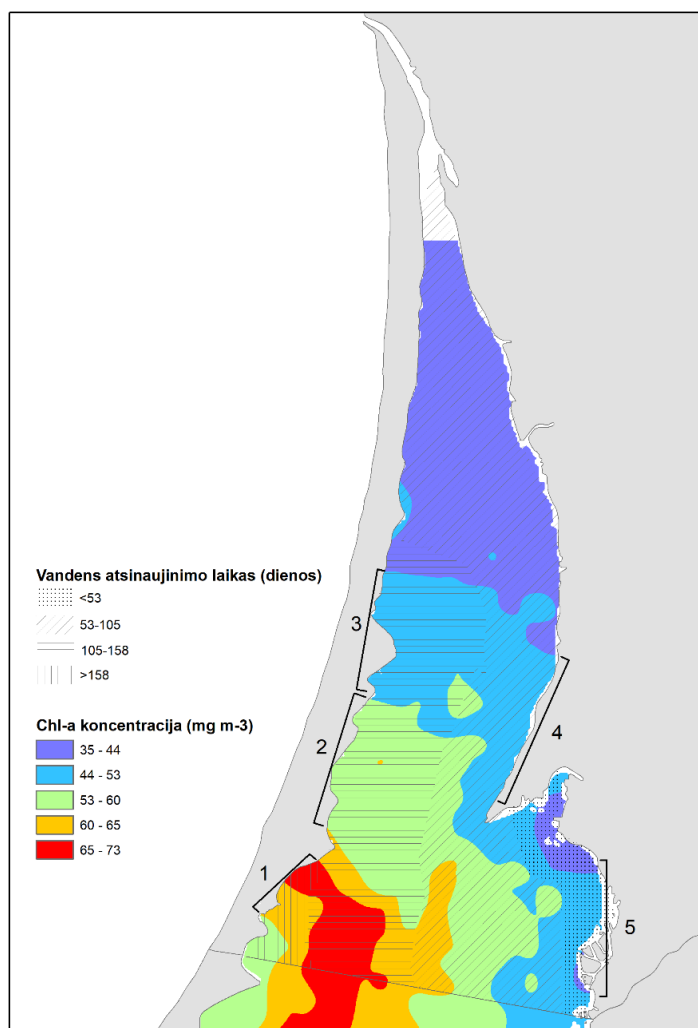
Nors vandens kokybės vertinimas pagal makrofitus BVPD yra numatyti du kartai per 6 m., tačiau Lietuvoje makrofitų monitoringas yra pradėtas santykinai vėlai (t.y. laiko eilutė yra maža lyginant su kitomis Baltijos jūros šalimis), yra nesistemiškai atliekamas (pvz., praleisti 2019 m.) bei tyrimo vietos nepagrįstos išsamiais geobotaniniais tyrimais. Dėl šių priežasčių makrofitų stebėseną turėtų būti atliekama kasmet, kol susidarys pakankama laiko eilutė (nemažiau 5 m.; geriau – virš 10 m.; geriausiai – 30 m.), kad būtų galima statistiškai įvertinti ar optimalus monitoringų vietų skaičius ir išdėstymas, makrofitų rodiklių jautrumą prie įvairių aplinkos sąlygų skirtingais metais bei daugiamečius makrofitų augaviečių pasiskirstymo dėsningumus. Pagal vokiečių siūlomą makrofitų vertinimo metodiką taip pat rekomenduotini kasmetiniai tyrimai (Steinhardt et al., 2009).

3 Maistmedžiagių prietakos į Kuršių marias įtaka makrozoobentosos parametrų svyravimams ir litoralės makrozoobentosos panaudojimo Kuršių marių vandens kokybės vertinimui analizė

3.1. Palydovinių duomenų ir hidrodinaminio modeliavimo rezultatų integravimas Kuršių marių zonavimui ir makrozoobentosos analizei

Centrinės Kuršių marių dalies zonavimas rėmėsi Chl-a koncentracijų ir vandens atsinaujinimo laiko sluoksniu perdengimu. Visų Kuršių marių vidutiniai gegužės-rugsėjo mėn. Chl-a koncentracijų duomenys už 2005-2018 m. buvo suklasifikuoti į 5 kategorijas (natūralių lūžių metodas) ir perdengti su vidutiniu vandens atsinaujinimo už 2004-2016 m. sluoksniu, taip pat suskirstytu į penkias kategorijas. Remiantis GIS sluoksnių perdengimu, centrinių Kuršių marių litoralė buvo suskirstyta į 5 zonas (10 pav.):

- 1) lėto vandens atsinaujinimo su didelėmis Chl-a koncentracijomis zona. Šioje tarp Nidos ir Bulvikių ragų esančioje litoralės zonoje stebima didžiausia Chl-a koncentracija, daugiamečiai vidurkis daugiau nei 60 mg m^{-3} , didžiausios koncentracijos buvo stebimos 2015 m. ($130\text{-}170 \text{ mg m}^{-3}$). Vandens atsinaujinimas yra lėčiausias visoje Lietuvos Kuršių marių dalyje ir vidutiniškai trunka daugiau nei 150 dienų.
- 2) vidutinio vandens atsinaujinimo su vidutinėmis Chl-a koncentracijomis zona. Šioje tarp Bulvikių rago ir Pervalkos esančioje litoralės zonoje stebima vidutinės Chl-a koncentracijos, vidutiniškai kintančios nuo 53 iki 60 mg m^{-3} , didžiausios koncentracijos stebėtos 2008 ir 2015 m. ($83\text{-}108 \text{ mg m}^{-3}$), tuo tarpu 2010 ir 2018 stebėtos mažiausios koncentracijos ($33\text{-}48 \text{ mg m}^{-3}$). Vandens atsinaujinimas vidutiniškai trunka 105-158 dienas.
- 3) vidutinio vandens atsinaujinimo su mažomis Chl-a koncentracijomis zona. Šioje tarp Pervalkos ir Negyvųjų kopų esančioje litoralės zonoje stebimos mažos Chl-a koncentracijos, vidutiniškai kintančios nuo 44 iki 53 mg m^{-3} , didžiausios koncentracijos stebėtos 2015-2016 m. ($60\text{-}87 \text{ mg m}^{-3}$), o 2006 ir 2010 stebėtos mažiausios koncentracijos ($31\text{-}48 \text{ mg m}^{-3}$). Vandens atsinaujinimas vidutiniškai trunka 105-158 dienas.
- 4) greito vandens atsinaujinimo su mažomis Chl-a koncentracijomis zona. Šioje tarp Ventės rago ir Kintų esančioje litoralės zonoje stebimos mažos Chl-a koncentracijos, vidutiniškai kintančios nuo 44 iki 53 mg m^{-3} , didžiausios koncentracijos stebėtos 2008 ir 2015 m. ($60\text{-}118 \text{ mg m}^{-3}$), o 2010 ir 2018 stebėtos itin mažos koncentracijos ($24\text{-}36 \text{ mg m}^{-3}$). Vandens atsinaujinimas vidutiniškai trunka 53-105 dienas.
- 5) itin greito vandens atsinaujinimo su mažomis Chl-a koncentracijomis zona. Šioje Nemuno deltos litoralės zonoje stebimos mažos Chl-a koncentracijos, vidutiniškai kintančios nuo 35 iki 53 mg m^{-3} , didžiausios koncentracijos stebėtos 2015 m. ($30\text{-}72 \text{ mg m}^{-3}$), o 2005 ir 2010 stebėtos itin mažos koncentracijos ($30\text{-}43 \text{ mg m}^{-3}$). Vandens atsinaujinimas yra greičiausias, vidutiniškai trunka mažiau 53 dienų.

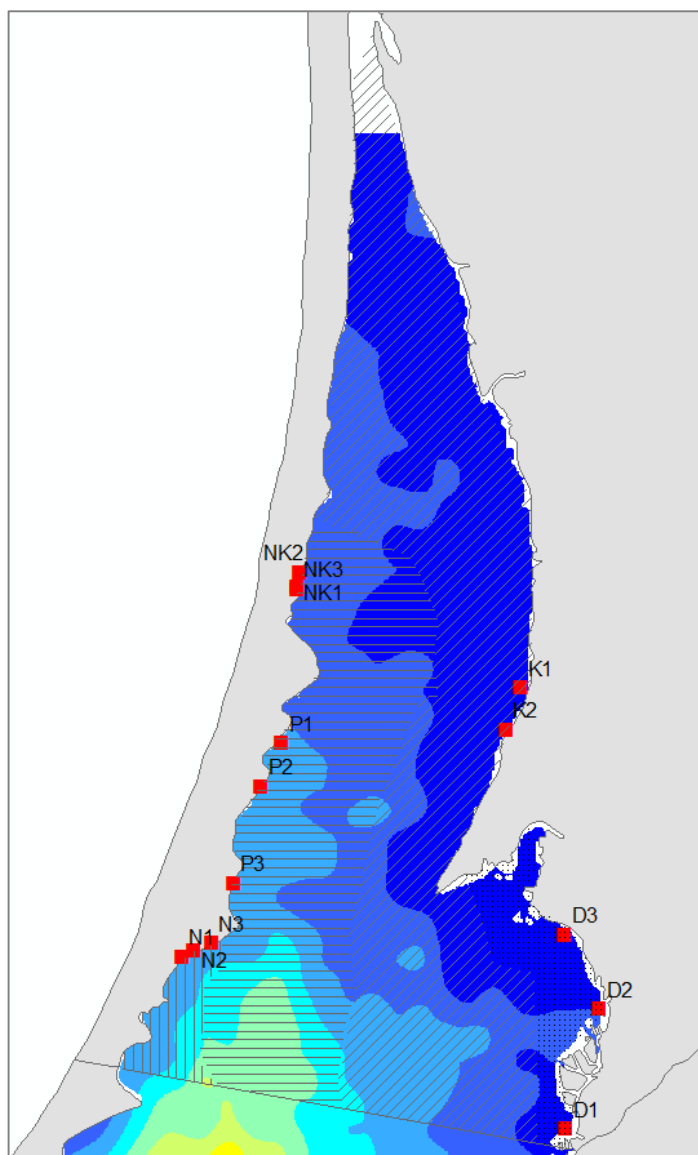


10 paveikslas. Kuršių marių centrinės dalies litoralės zonos pagal Chl-a koncentracijas ir vandens atsinaujinimo laiką.

3.2. Kuršių marių litoralės makrozoobentosos struktūra skirtingo eutrofikacijos lygio zonose

Kuršių marių makrozoobentosos struktūra buvo tirta remiantis 3.1 skyriuje išskirtomis Kuršių marių centrinės dalies litoralės zonomis pagal Chl-a koncentracijas ir vandens atsinaujinimo laiką, kurie laikyti svarbiausiais rodikliais, galinčiais sąlygoti eutrofikacijos poveikio dugno bendrijoms intensyvumą (organinės medžiagos srauto į dugną kiekį ir trukmę).

Tyrimo metodai. Remiantis 3.1 skyriuje išskirtomis Kuršių marių centrinės dalies litoralės zonomis pagal Chl-a koncentracijas ir vandens atsinaujinimo laiką, buvo sudarytas litoralės makrozoobentosos tyrimų stočių tinklas (11 pav., 6 lent.), kur 2019 m. rudenį buvo renkami makrozoobentosos mėginiai.



11 paveikslas. Centrinių Kuršių marių litoralės makrozoobentos tyrimų stočių tinklas pagal Chl-a koncentracijas ir vandens atsinaujinimo laiką nustatytoje eutrofikacijos intensyvumo zonoje (paaiškinimą žr. 3.1 skyriuje ir 10 paveiksle).

Viso tyrimai atlikti 14 litoralės stočių, padengiant 4 skirtingo eutrofikacijos intensyvumo zonas. Kiekvienoje tyrimų stotyje mėginiai imti 40, 60 ir 80 m atstumu nuo kranto (0,5-1 m gylyje) dviem metodais: pneumatiniu gruntotraukiu (grunto kolonėle) ir D formos tinkleliu. Pneumatiniu gruntotraukiu (skersmuo – 10 cm) yra paimamos 15-30 cm aukščio dugno nuosėdų kolonėlė, mėginio plotas – 0,00785 m². Šio metodo privalumas – tikslus ir pastovus mėginio plotas (kas svarbu lyginant skirtingas stotis) ir į mėginį patenkantys giliai besirausiantys infauniniai makrozoobentos organizmai. Metodo trūkumas – mažas mėginio plotas, reikalaujantis kelių pakartojimų.

D formos tinkleliu (rėmo plotis – 30 cm) mėginiai imti prispaudžiant tinklelį prie dugno ir traukiant jį dugnu atsitiktinai pasirinktoje vietoje vidutiniame atstume nuo kranto linijos (apie 60 m.) maždaug penkis metrus. Tokiu būdu paimamas mėginys iš maždaug 1,5 m² ploto 1-3 cm paviršinėse dugno nuosėdose ir virš jų. Metodo privalumai – santykinai didelis mėginio plotas, paimami ir sėslūs, ir mobilūs organizmai. Metodo trūkumai – mažiau tikslus mėginio paėmimo plotas ir nepakankamai tiksliai įvertintos giliau besirausiančios faunos kiekybinės charakteristikos.

6 lentelė. Centrinų Kuršių marių litoralės makrozoobentos tyrimų stočių geografinės koordinatės (WGS 84), pavadinimai ir trumpiniai.

Ilguma, °	Platuma, °	Stotis	Trumpinys
21,2718	55,2538	Delta1	D1
21,2933	55,2980	Delta2	D2
21,2710	55,3254	Delta3	D3
21,2437	55,4165	Kintai1	K1
21,2337	55,4010	Kintai2	K2
21,0989	55,4537	Negyvos kopos 1	NK1
21,1003	55,4593	Negyvos kopos 2	NK2
21,0998	55,4527	Negyvos kopos 3	NK3
21,0239	55,3177	Nida1	N1
21,0318	55,3196	Nida2	N2
21,0432	55,3226	Nida3	N3
21,0889	55,3962	Preila1	P1
21,0756	55,3803	Preila2	P2
21,0573	55,3447	Preila3	P3

Visi surinkti mėginiai praplauti per 0,5 mm sietą ir fiksuoti 4 % formaldehido tirpalu. Iš viso keturiolikoje stočių surinkti 34 pneumatinio gruntotraukio mėginiai ir 38 tinklelio mėginiai.

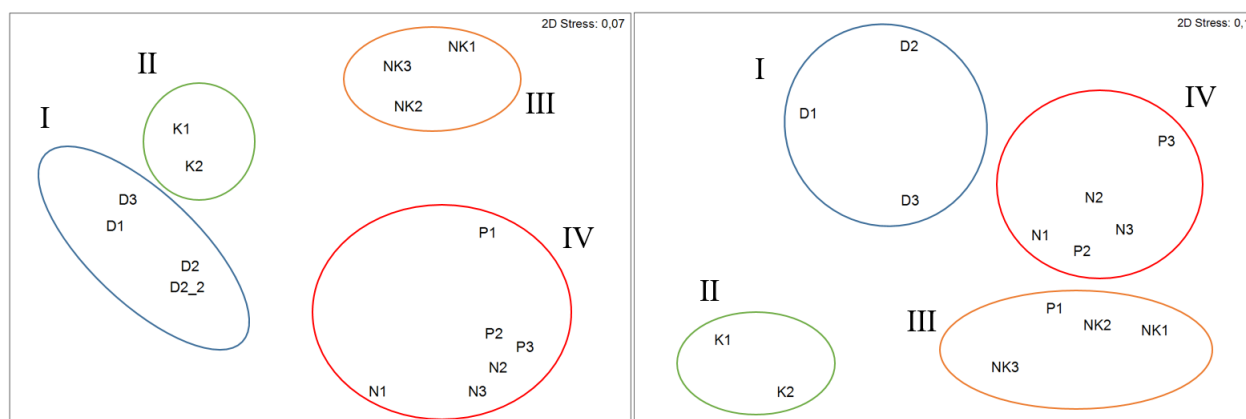
Skirtingų mėginių ėmimo metodų palyginimas. Dviem metodais iš viso tyrimų stotyse buvo aptikta 41 rūšis ar aukštesnio rango taksonas: tinklelių mėginiuose – 40, pneumatinio gruntotraukio – 28. Šis skirtumas statistiškai reikšmingas (porinių imčių t testas, $t=-6,97$, $p<0,001$), tačiau tai didžiaja dalimi nulemia itin retai ir negausiai sutinkamos rūšys: dešimt jų sutinkamos mažiau nei 3 mėginiuose, likusios dvi – šešiuose mėginiuose, o jų gausumas nesiekia 10 ind. m^{-2} . Skirtingais metodais rinktų mėginių gausumas ir biomasė skiriasi itin ženkliai (7 lent.). Pavyzdžiui, tinkleliu rinktuose mėginiuose gausiausiai Kuršių mariose paplitusio taksono *Oligochaeta* yra šimtus kartų mažiau nei mėginiuose, rinktuose pneumatiniu gruntotraukiu (atitinkamai 54 ± 110 ir 6669 ± 6313 ind. m^{-2} , $0,04\pm0,08$ ir $38,6\pm32,6$ g m^{-2}). Analogiška situacija yra ir su kitais giliai besirausiančiais organizmais – chironomidais. Šiame kontekste artimesnis tradiciniams Van-Veen tipo gruntotraukio mėginiams yra pneumatinis gruntotraukis: pavyzdžiui, 12 monitoringo stoties *Oligochaeta* gausumas ir biomasė 1994-2016 m. vidutiniškai siekė 3241 ± 2372 ind. m^{-2} ir $4,7\pm5,7$ g m^{-2} . Kita vertus, rūšinė įvairovė yra geriau nustatoma iš mėginių, rinktų tinkleliu: pvz., mizidžių *Paramysis lacustris* sutinkamumo dažnis tinklelio mėginiuose yra 97 %, tuo tarpu pneumatinio gruntotraukio mėginiuose – tik 15 %. Panaši tendencija yra ir su šoniplaukomis *Obesogammarus crassus*, *Pontogammarus robustoides*, *Chelicorophium curvispinum* bei moliuskais *Dreissena polymorpha*, *Pisidium casertanum*, *P. supinum*, *Potamopyrgus antipodarum*.

Reikia paminėti, jog retų pavieniui sutinkamų rūšių kiekybinės charakteristikos pneumatinio gruntotraukio mėginiuose gali būti stipriai pervertintos, kadangi verčiant mėginio plotą ($0,00785$ m^2) į kvadratinis metrus gausumo ir biomasės reikšmės yra dauginamos iš 127, taigi net mėginiuose, kur rastas vienintelis individas, gausumas kvadratiniam metre bus 127 (pavyzdžiui, *Ch. curvispinum*, 7 lent.). Kita vertus, pneumatiniu gruntotraukiu mėginių surenkant tik iš $0,00785$ m^2 , retų ir negausių taksonų aptikimo tikimybė gana maža, todėl sutinkamumas gali būti ženkliai mažesnis nei tikroji vertė buveinėje.

7 lentelė. Dažniausiai sutinkamų taksonų sutinkamumo dažnis, gausumas ir biomasė mėginius renkant tinkleliu ir pneumatiniu vamzdžiu.

Taksonas	Tinklelis			Pneumatinis gruntotraukis		
	Sutinkamumas, %	Gausumas, ind. m ⁻²	Biomasė, g m ⁻²	Sutinkamumas, %	Gausumas, ind. m ⁻²	Biomasė, g m ⁻²
<i>Oligochaeta</i> undet.	100	54±110	0,04±0,08	100	6669±6313	38,6±32,6
<i>Paramysis lacustris</i>	97	209±174	1,61±1,61	15	178±114	0,9±0,7
Chironomidae undet.	89	53±69	0,04±0,05	100	5916±5715	21,9±21,4
<i>Obesogammarus crassus</i>	58	33±28	0,12±0,11	24	414±456	1,7±2,4
<i>Pontogammarus robustoides</i>	53	12±11	0,13±0,15	26	425±292	10,2±7,4
<i>Dreissena polymorpha</i>	50	151±268	3,23±4,48	24	7643±8606	86,6±105,6
<i>Pisidium casertanum</i>	42	113±263	0,41±0,94	18	361±284	5,1±11,2
<i>Pisidium supinum</i>	37	6±6	0,02±0,03	18	276±247	1,5±1,7
<i>Chelicorophium curvispinum</i>	34	5±6	0,01±0,01	3	127	0,4
<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	34	5±5	0,01±0,02	9	340±265	1,5±1,0

Makrozoobento struktūra. Taikant nemetrinių daugiamačių skalių analizę (nMDS) transformuotiems (4 laipsnio šaknis) gausumo duomenims, tyrimų stotis galima sugrupuoti į keturias grupes, kurios gana gerai atitinka centrinės marių dalies zonavimą pagal Chl-a koncentracijas ir vandens atsinaujinimo greitį (12 pav.). Pirmoji grupė atitinka penktą, itin greito vandens atsinaujinimo su mažomis Chl-a koncentracijomis Kuršių marių litoralės zoną (11 pav., 3.1 skyrius), antroji grupė – ketvirtą, greito vandens atsinaujinimo su mažomis Chl-a koncentracijomis zoną, trečioji grupė – trečią, vidutinio vandens atsinaujinimo su mažomis Chl-a koncentracijomis zoną, ketvirtoji grupė – pirmą ir antrą, lėto-vidutinio vandens atsinaujinimo su vidutinėmis-didelėmis Chl-a koncentracijomis, zonas.



12 paveikslas. Tinkleliu (kairėje) ir pneumatiniu gruntotraukiu (dešinėje) rinktų mėginių daugiamačių skalių analizė (nMDS) gausumo duomenims su 4 laipsnio šaknies transformacija.

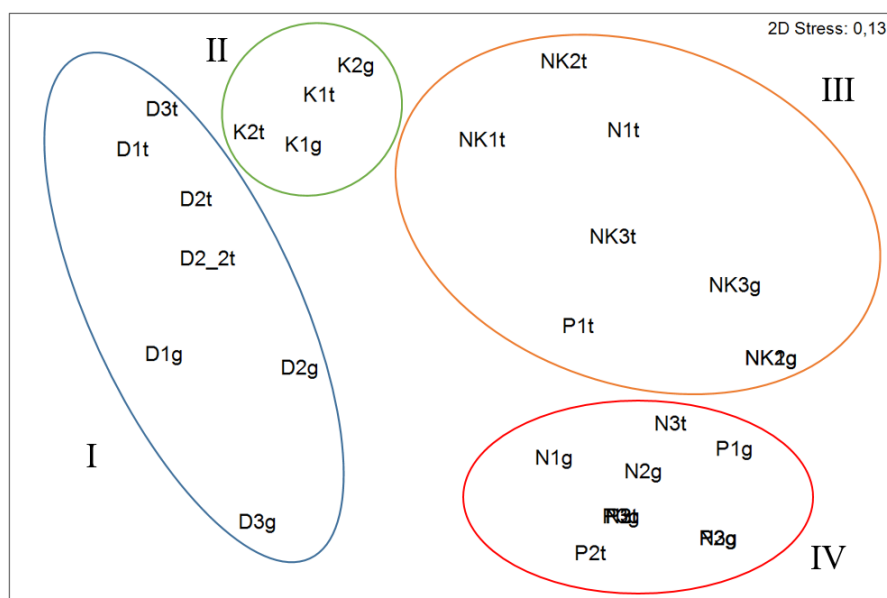
Pirmąją grupę (12 pav.) sudaro visos Nemuno deltos stotys, pasižyminčios didžiausia rūšine įvairove. Iš viso aptinkama 35 bestuburių rūšys ar aukštesnio rango taksonai (34 tinklelio, 17 gruntotraukio mėginiuose). Be Kuršių marioms būdingų mažrašerių kirmėlių ir uodo trūklio lervų, čia sutinkama gausi moliuskų bendrija, kurią sudaro Sphaeriidae ir Unionidae šeimų atstovai. Išskirtinai tinklelio mėginiuose čia sutinkami ir pilvakojai *Bithynia tentaculata*, *Radix balthica*, *Potamopyrgus antipodarum* ir *Lithoglyphus naticoides*, šoniplaukos *Chelicorophium curvispinum*, *Pontogammarus robustoides*, *Obesogammarus crassus* ir *Echinogammarus warpachoskyi*, mizidės *Paramysis lacustris* ir *Limnomysis benedeni*.

Antrąją grupę sudaro dvi Kintų stotys. Rūšinė įvairovė mažesnė nei deltoje: iš viso aptiktos 25 bestuburių rūšys (25 tinklelio, 19 gruntotraukio mėginiuose). Bendrijoje iš esmės dominuoja tos pačios rūšys kaip ir deltoje (išskyrus Unionidae), tačiau čia papildomai dar sutinkami pilvakojai *Valvata piscinalis*, kiautavėžiai bei jūrinio vandens poveikį indikuojantys ūsakojai *Amphibalanus improvisus*. Kintuose, lyginant su Nemuno delta rajonu, itin didelis *D. polymorpha* gausumas (atitinkamai 407 ± 371 ir 24 ± 27 ind. m^{-2} , tinklelio duomenys).

Trečią grupę sudaro tyrimų stotys ties mirusiomis kopomis. Čia iš viso aptikta 20 bestuburių rūšių (20 tinklelio, 6 gruntotraukio mėginiuose). Bendrijoje dominuoja mažrašerės kirmėlės ir uodo trūklio lervos, visuose mėginiuose taip pat rastos vandens blakės, pavienės šoniplaukos.

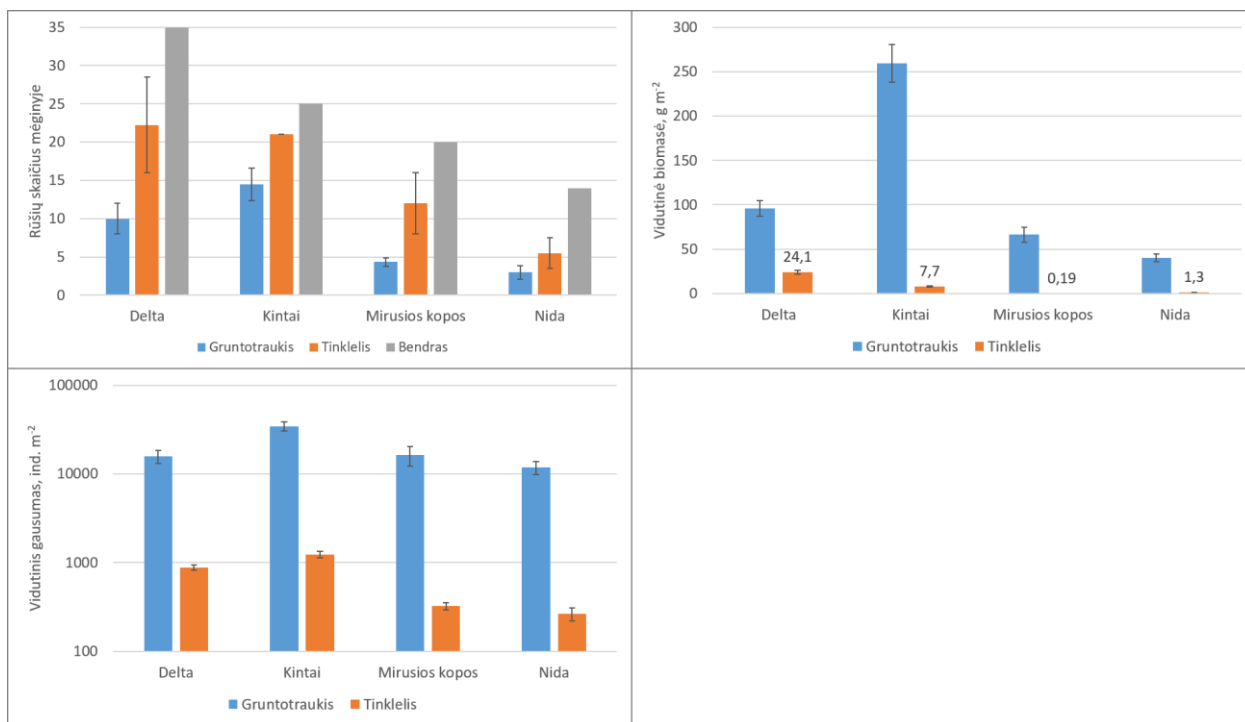
Ketvirtą grupę sudaro tyrimų vietos tarp Nidos ir Pervalkos, čia bestuburių įvairovė mažiausia – iš viso aptikta 14 rūšių (14 tinklelio, 6 gruntotraukio mėginiuose). Bendrijoje dominuoja mažrašerės kirmėlės ir uodo trūklio lervos, dažnos ir gausios mizidės *P. lacustris* ir irklakojai vėžiagyviai.

Atlikus bendrą nMDS analizę gruntotraukiu ir tinkleliu surinktiems taksonominės struktūros duomenims (taksonų buvimas/nebuvimas mėginiuose), stebimas grupavimasis pagal ekologines zonas, o ne pagal metodą (13 pav.). Tai rodo, kad integruoti gruntotraukiu ir tinkleliu surinkti duomenys atspindi eutrofikacijos poveikį.



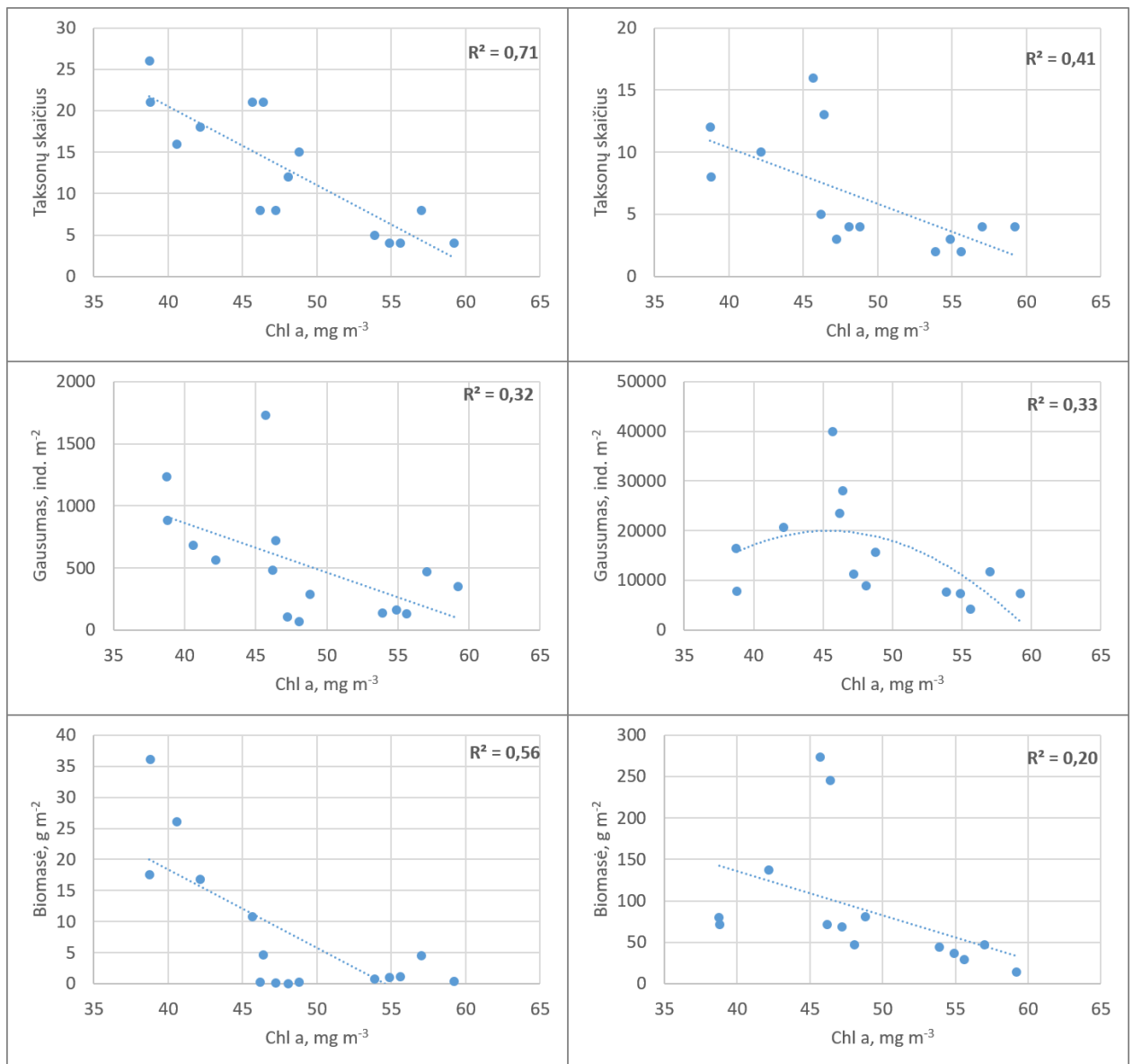
13 paveikslas. Tinkleliu (t) ir pneumatiniu gruntotraukiu (g) rinktų mėginių daugiamačių skalių analizė (nMDS) rūšių buvimo/nebuvimo duomenims.

Pagrindinės 4 grupių charakteristikos pateiktos 14 paveiksle.



14 paveikslas. Nemuno deltos, Kintų, Mirusių kopų ir Nidos-Pervalkos zonų makrozoobentosos vidutinės charakteristikos.

Parinktose litoralės tyrimų sotyse dugno makrofauna parodė atsaką į eutrofikacijos poveikį. Kaip eutrofikacijos gradientas buvo naudoti Kuršių marių vidutiniai gegužės-rugsėjo mėn. Chl-a koncentracijų duomenys už 2005-2018 m. Ryšiai tarp Chl-a koncentracijų ir pagrindinių bentos charakteristikų pateikta 15 paveiksle.



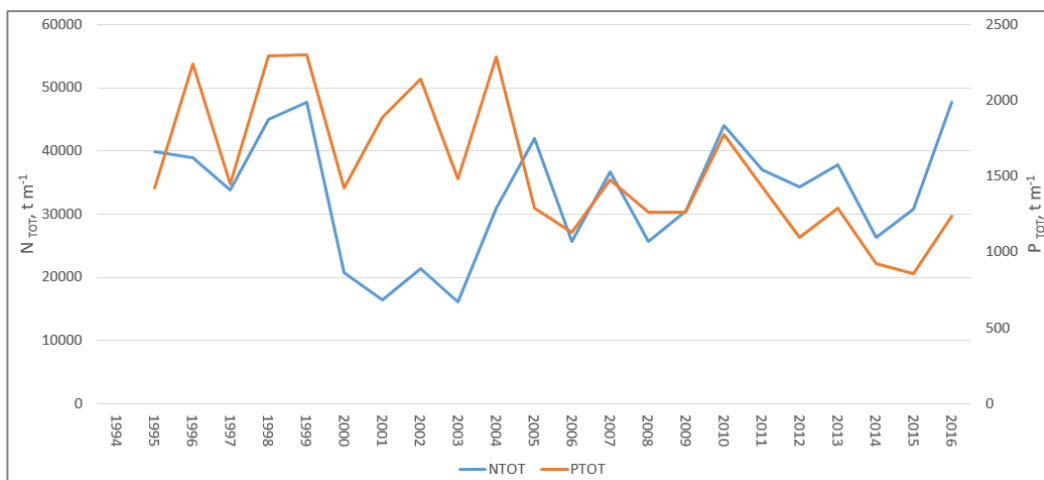
15 paveikslas. Koreliacijos tarp pagrindinių bentoso charakteristikų ir chlorofilo a koncentracijos (kairėje – tinkleliu surinktų mėginių duomenys, dešinėje – pneumatiniu gruntotraukiu surinkti duomenys).

Stiprus neigiamas ryšys nustatytas tarp Chl-a koncentracijos ir taksonų skaičiaus bei biomasės tinklelių mėginiuose (atitinkamai $r = -0,84$, $r = -0,75$, $p < 0,01$), vidutinio stiprumo neigiamas ryšys nustatytas tarp Chl-a koncentracijos ir gausumo tinklelių mėginiuose ($r = -0,56$, $p < 0,05$) bei taksonų skaičiaus gruntotraukio mėginiuose (atitinkamai $r = -0,64$, $p < 0,05$). Ryšiai tarp Chl-a ir gausumo bei biomasės gruntotraukio mėginiuose statistškai nepatikimi ($p > 0,1$) dėl itin didelio dreisenų gausumo ir biomasės Kintų stotyse. Iš analizės pašalinus duomenis apie dreisenas, gaunamas vidutinio stiprumo neigiamas ryšys tiek gausumui, tiek biomasei (atitinkamai $r = -0,51$, $p = 0,064$; $r = -0,62$, $p < 0,05$), nors Chl-a ir gausumo ryšys yra ribinio patikimumo.

3.3. Ilgalaikės (1994-2016 metai) maistmedžiagių prietakos į Kuršių marias įtaka makrozoobentos parametru svyravimams

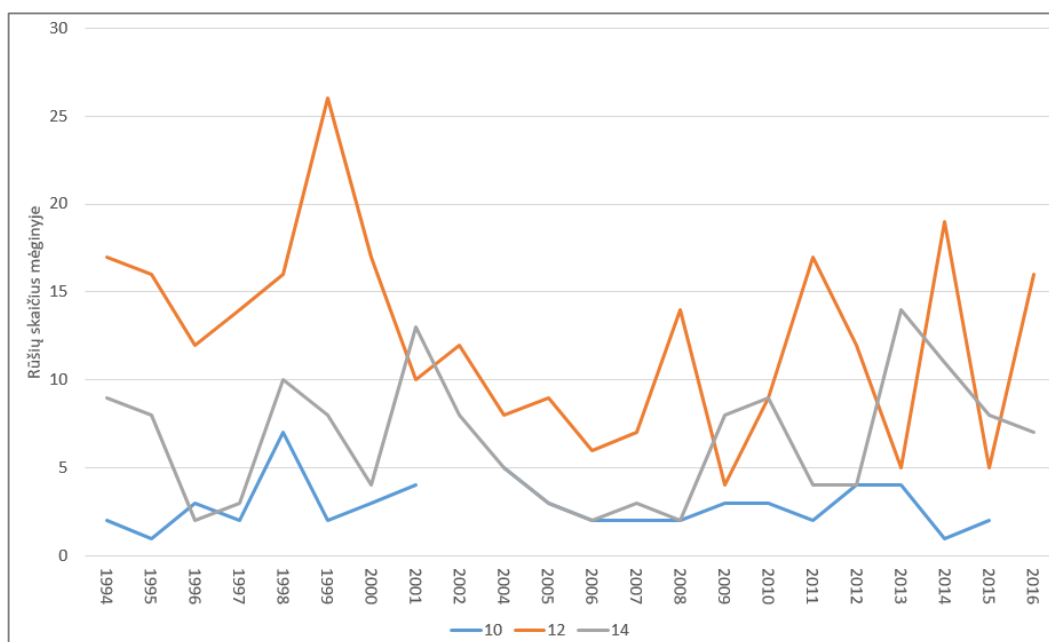
Remiantis HELCOM PLC-WATER duomenimis, bendro azoto prietaka Nemunu į Kuršių marias 1995-2016 m. periodu kito nuo 16,1 iki 47,8 tūkst. tonų per metus, vidutiniškai – $33,2 \pm 9,6$

tūkst. tonų per metus; bendro fosforo prietaka atitinkamai kito nuo 0,9 iki 2,3 tūkst. tonų per metus, vidutiniškai – $1,5 \pm 0,5$ tūkst. tonų per metus (16 pav.).



16 paveikslas. Metinė bendro azoto ir bendro fosforo prietaka į Kuršių marias Nemunu (pagal HELCOM PLC-WATER duomenis).

Pagal Kuršių marių nacionalinio makrozoobentosos monitoringo duomenis, rūšių ar aukštesnio rango taksonų skaičius mėginyje 1994-2016 m. laikotarpyje 10, 12 ir 14 monitoringo stotyse (centrinės Kuršių marios) kito nuo 1 iki 26 (17 pav.). Didžiausia įvairovė pasižymėjo 12 stotis, kuriose stebėta vidutiniškai 12 ± 5 rūšys ar aukštesnio rango taksonai, 1999 m. registruota didžiausia įvairovė – 26. Kitose stotyse stebėta mažesnė įvairovė: 10 stotyje 3 ± 1 , 14 stotyje 7 ± 4 rūšys ar aukštesnio rango taksonai. Reikia pastebėti, kad rūšių skaičiaus variacija laike yra gana didelė, pavyzdžiui 12 stotyje 2012-2013 m. įvairovė kito nuo 5 iki 12, 2014 m. didėjo iki 19, 2015 m. jau siekė tik 5, o 2016 m. vėl kilo iki 16. Šie pokyčiai daugiausia susiję su dreisenų kolonijų ir su jomis asocijuotų rūšių pateikimu į monitoringo imtis, todėl mažai atspindi aplinkos būklės kaitos tendencijas. Kitose monitoringo stotyse, kur dreisenos nesutinkamos (10 stotis) arba jų sutinkamumas mažesnis (14 stotis), taksonominės įvairovės pokyčiai ženkliai mažesni.



17 paveikslas. Rūšių ar aukštesnio rango taksonų skaičiaus mėginyje dinamika 1994-2016 m. periodu 10, 12 ir 14 Kuršių marių monitoringo stotyse.

Kadangi monitoringas neapima kitų svarbių makrozoobentosui dugno rodiklių stebėsenos (pvz. organinės medžiagos arba organinės anglies kiekio nuosėdose, nuosėdų granulometrinės sudėties, deguonies kiekio paviršinėse nuosėdose ir kt.), o gylis iš esmės nekinta, daugiamečių makrozoobentosos kaitos ryšiams su Kuršių marių eutrofikacijos laipsnį lemiančiu Nemuno nuotėkiu galima analizuoti tik koreliaciniais metodais. Statistinės priklausomybės tarp bendro azoto ir bendro fosforo prietakos ir makrozoobentosos rūšių arba aukštesnio rango taksonų skaičiaus 10, 12 ir 14 monitoringo stotyse pateiktos 8 lentelėje. Ryšio stiprumo įverčiai buvo statistiškai nereikšmingi ir kito nuo -0,33 iki 0,36, tik 10-oje stotyje statistiškai patikima vidutinio stiprumo teigiama koreliacija nustatyta tarp rūšių skaičiaus ir bendro fosforo kiekio ($r=0,53$, $p=0,019$), o 14 stotyje ribinio patikimumo silpnas neigiamas ryšys nustatytas tarp makrozoobentosos biomasės ir bendro fosforo ($r=0,41$, $p=0,06$). Dėsningi, kad šiose stotyse nustatyti patikimi arba artimi patikimiems ryšio įverčiai, kadangi makrozoobentosos bendrijos tipas kinta mažiau nei 12 stotyje. Priešingo pobūdžio (teigiamos ir neigiamos koreliacijos) ryšio tarp bendro fosforo ir struktūrinių rodiklių suderinamumą sunku paaiškinti, jis labiau panašus į atsitiktinio pobūdžio arba susijęs ir su kitais aplinkos veiksniais, apie kuriuos mes nežinome ir skaitinių verčių negalime įtraukti į šią analizę.

8 lentelė. Pirsono koreliacija (r) tarp maistmedžiagių prietakos į marias ir pagrindinių makrozoobentosos charakteristikų 10, 12 ir 14 Kuršių marių monitoringo stotyse.

Charakteristika		Bendras azotas		Bendras fosforas	
		r	p	r	p
10	Rūšių skaičius	0,13	0,59	0,53	0,019
	Gausumas	-0,002	0,99	-0,18	0,46
	Biomasė	0,24	0,33	-0,07	0,76
12	Rūšių skaičius	0,25	0,28	0,27	0,25
	Gausumas	0,36	0,11	0,29	0,20
	Biomasė	0,29	0,20	0,28	0,21
14	Rūšių skaičius	-0,01	0,98	0,09	0,70
	Gausumas	-0,02	0,94	-0,15	0,51
	Biomasė	-0,33	0,15	-0,41	0,06

3.4. Išvados ir pasiūlymai dėl tolimesnio makrozoobentosos duomenų rinkimo ir galimo būklės vertinimo vykdant ilgalaikę stebėseną

1) Atlikta Kuršių marių nacionalinio makrozoobentosos monitoringo duomenų, surinktų 1994-2016 m. laikotarpyje 10, 12 ir 14 monitoringo vietose, analizė rodo, jog pagrindiniai struktūriniai rodikliai (rūšių skaičius, gausumas, biomasė) neturi ryšio su bendro azoto ir bendro fosforo prietaka į Kuršių marias. Dėl šios priežasties ekologinės būklės vertinimo pagal makrozoobentosą patikimumas ir pagrįstumas remiantis šios ekologinės grupės monitoringu atviroje marių dalyje išlieka neapibrėžtas.

2) Eutrofikacijos poveikį Kuršių mariose galima zonuoti pagal nuotoliniais metodais nustatomas vidutinės daugiamečių vasaros chlorofilo a reikšmes ir vandens atsinaujinimo greitį.

3) Litoralės tyrimo stočių tinklo centrinėse Kuršių mariose makrozoobentosos struktūros analizė parodė, jog litoralės dugno bestuburių bendrijos struktūra (taksonominė įvairovė ir

organizmų gausumas) reaguoja į eutrofikacijos poveikį, išreikštą per chlorofilo a vidutinės gegužės-rugsėjo mėn. koncentracijas, nustatytas iš palydovinių nuotraukų.

4) Gauti litoralės makrozoobentosos analizės rezultatai parodė, kad litoralės makrozoobentosos mėginių surinkimas tinkleliu teikia didelę dalį informacijos apie taksonominę makrozoobentosos įvairovę ir tiksliau įvertina agreguotas arba retas bei negausias rūšis, todėl į tai svarbu atsižvelgti vystant ekologinės būklės vertinimo metodą.

5) Tolesnis ilgalaikis Kuršių marių ekologinės būklės monitoringas pagal makrozoobentosą priklauso nuo pasirinkto rodiklio, kuris turi atspindėti makrozoobentosos taksonominę įvairovę, makrozoobentosos organizmų gausumą bei jų jautrumą antropogeniniam poveikiui, todėl sekančiuose etapuose siūlome:

i) tęsti makrozoobentosos mėginių surinkimą, paimant ne mažiau kaip po tris mėginius stotyse kiekviename iš patvirtintų Nemuno deltoje, Kintuose, Nidoje – Preilos rajone, ir Pervalkos - Negyvų kopų ruože, prioritetą teikiant toms pačioms rinkimo vietoms kaip ir šiame darbe.

ii) mėginių surinkimą vykdyti tais pačiais metodais, kaip ir šiame darbe, tam kad visą surinktą informacijos masyvą vėliau galima būtų naudoti pasirinkto rodiklio testavimui ir validavimui.

iii) makrozoobentosos mėginius rekomenduojame rinkti rudenį, kai nunyksta makrofitai ir stabilesnė vabzdžių struktūra, be to šis sezonas jau integruoja vasaros eutrofikacijos poveikius. Nors bendro surinktų mėginių skaičiaus poreikis priklauso nuo pasirinkto rodiklio ir šiame etape negali būti tiksliai nustatytas, tikėtina, kad papildomi vieneri arba dveji tyrimų metai suteiktų pakankamai informacijos testuoti makrozoobentosos dinamikos laike poveikį rodikliui. Tokiu atveju duomenų masyvas apie makrozoobentosą rodiklio vystymui būtų papildytas 25-50 mėginių, bendras sudarytų nuo 95 iki 120 mėginių, ko turėtų pakakti statistinėms procedūroms.

6) Papildomai surinktos informacijos pagrindu siūlome pasirinkti ir testuoti arba kurti keletą kiekybinių ekologinės būklės makrozoobentosos rodiklių. Šiam tikslui reikia:

iv) atlikti literatūrinę analizę ir atrinkti litoralinėms sąlygoms pritaikomus rodiklius, kurie galėtų integruoti pneumatinio gruntotraukio ir tinklelio duomenis;

v) atlikti pasirinktų rodiklių validaciją su šioje studijoje apskaičiuotomis eutrofikacijos rodiklių vertėmis, įvertinti rodiklių teigiamas ir neigiamas savybes, neapibrėžtumus ir parinkti optimaliausią rodiklį Kuršių marių sąlygoms;

vi) aprašyti stebėsenos metodiką atsižvelgiant į rodiklio validacijos rezultatus, rodiklio parametrus ir kitus reikalavimus.

4 Reikalavimai ir metodika į NATURA 2000 tinklą įtrauktų rifų (1170) monitoringui Lietuvos priekrantėje ir išskirtinėje ekonominėje zonoje

Rifų buveinė ES šalims narėms yra svarbi pagal Tarybos Direktyvos 92/43/EEB dėl natūralių buveinių ir laukinės faunos bei floros apsaugos (toliau Buveinių Direktyva) nuostatas, kuriomis vadovaujantis šalys steigdamas specialias saugomas teritorijas turi kurti NATURA 2000 saugomų teritorijų tinklą Europoje remiantis duomenimis apie Direktyvos prieduose nurodytus buveinių tipus, tarp kurių yra rifai (1170). Jų savybių apibūdinimas buvo išdėstytas Europos Sąjungos buveinių interpretacijos gairėse (Interpretation manual - EUR25, 2003). Pagal Buveinių Direktyvą šalys ne tik steigia specialias saugomas teritorijas, tačiau ir nustato natūralių buveinių ekologiniams reikalavimams išlaikyti būtinas apsaugos priemones tam kad išvengti buveinių blogėjimo, t.y. užtikrinti gerą apsaugos būklę (angl., favourable conservation status) (Buveinių

Direktyvos 8 straipsnis). Tam tikslui valstybės narės privalo vykdyti natūralių buveinių stebėjimą (Buveinių Direktyvos 11 straipsnis) ir kas šešis metus pateikti ataskaitą Europos Komisijai. Pagal Buveinių Direktyvą (1 straipsnis) natūralios buveinės apsaugos būklė laikoma “gera”, kai:

- jos natūralaus paplitimo arealas ir jos padengiami plotai tame areale yra stabilūs arba didėja; ir
- egzistuoja ir tikėtina, kad ateityje neišnyks jos ilgalaikiam palaikymui būtina specifinė struktūra ir funkcijos;
- jai tipiškų rūšių apsaugos būklė yra gera, t.y. populiacijos duomenys rodo, kad ji pajėgi ilgą laiką išlikti kaip gyvybingas natūralios buveinės komponentas, paplitimo arealas nemažėja ir nėra tikėtina, kad sumažės ateityje, ir tikėtina buveinė bus pakankamai didelė, kurioje rūšis galės išlikti ilgą laiką.

Remiantis Geros jūrų vandenų aplinkos būklės kriterijų ir metodinių standartų, susijusių su Direktyvos 2008/56/EB (toliau Jūrų strategijos pagrindų Direktyva) I priede nustatytais kokybiniais deskriptoriais, vyraujantiems jūros dugno buveinių tipams yra galimi šie parametrai: buveinių pasiskirstymas ir apimtis (ir tūris, jei tinkama); rūšinė sudėtis, gausumas ir (arba) biomasė (svyravimai erdvės ir laiko atžvilgiu); rūšių struktūra pagal dydį ir amžių (jei taikoma); būdingos fizinės, hidrologinės ir cheminės savybės.

Šie parametrai taikomi nustatytiems vyraujantiems buveinių tipams. Rifus atitinkantys vyraujantys buveinių tipai yra du: Infralitoralės uolos ir biogeniniai rifai ir Cirkalitoralės uolos ir biogeniniai rifai. Jiems suformuluoti du kriterijai:

D6C4 (pirminis) - Buveinių tipo sunykimo dėl antropogeninių pavojų mastas neviršija nustatytos buveinių tipo natūralaus dydžio dalies vertinamojoje teritorijoje. Valstybės narės, bendradarbiaudamos Sąjungos lygmeniu ir atsižvelgdamos į regiono arba paregionio ypatumus, nustato didžiausią leidžiamą buveinių sunykimo mastą, kuris išreiškiamas buveinių tipo bendro natūralaus dydžio dalimi.

D6C5 (pirminis) Neigiamo poveikio, kurį antropogeniniai pavojai daro tam tikro buveinių tipo būklei, įskaitant jų biotinės ir abiotinės struktūros ir funkcijų pokyčius (pvz., būdingą rūšinę sudėtį ir santykinę rūšių gausumą, itin jautrių, pažeidžiamų ar pagrindinę funkciją atliekančių rūšių nebuvimą, rūšies struktūrą pagal dydį), mastas neviršija nustatytos to buveinių tipo natūralaus dydžio dalies vertinamojoje teritorijoje. Ši metodika atsižvelgia į abiejų direktyvų, Buveinių direktyvos ir Jūrų strategijos pagrindų direktyvos, reikalavimus rifų kiekybinėms (pasiskirstymo ir arealo) ir kokybinėms (struktūros) charakteristikoms panaudojant visą prieinamą teorinę informaciją, sukaupus duomenis ir patirtį apie rifus Lietuvos jūrinėje teritorijoje.

4.1. Rifų apibrėžimas ir savybės

Pagal 2014 m. gegužės 16 d. LR Aplinkos ministro įsakymą (Nr. D1-429) Buveinė „1170 Rifai“ atitinka šią charakteristiką:

Stambių riedulių laukai priekrantėje, sausumos moreninio gūbrio povandeninis tęsinys nuo kranto linijos iki 20–25 m. gylio. Viršutinėje šlaito dalyje pavieniai rieduliai kyšo virš vandens, didėjant gyliui sėsliųjų augalų ir gyvūnų bendrijoms būdingas ekologinis zoniškumas. Gilesnėse priekrantės dalyse arba atviroje jūroje rifų reljefui būdingos moreninės seklumos arba gūbriai, kurie nuo gretimų akvatorijų dugno aiškiai išsiskiria savo geomorfologine forma. Rifuose afotinėje zonoje dominuoja prie kieto substrato prisitvirtinanti fauna. Būdingi buveinei augalai (tik priekrantėje iki 20 m. gylio): žaliadumbliai *Cladophora glomerata*, *C. rupestris*, *Ulva intestinalis*, *U. prolifera*; raudondumbliai *Furcellaria lumbicalis*, *Ceramium tenuicorne*, *Polysiphonia fucoides*, *Coccotylus truncatus*; rudadumbliai *Ectocarpus siliculosus*, *Sphacelaria arctica*. Būdingi buveinei gyvūnai: midijų *Mytilus edulis trossulus* kolonijos, ūsakojis vėžiagyvis

Amphibalanus improvisus, samangyvis *Electra crustulenta*, daugiašerės *Fabricia sabella*, šoniplaukos *Gammarus sp.*

Ši rifų nacionalinės interpretacijos redakcija patikslino anksčiau galiojusį buveinės savybių aprašymą atsižvelgiant į atviroje jūroje esančių rifų savybes ir yra šiuo metu galiojanti aktuali rifų (1170) apibrėžimo redakcija.

4.2. Rifų erdvinis pasiskirstymas Lietuvos priekrantėje ir išskirtinėje ekonominėje zonoje

Lietuvos jūriniuose vandenyse anksčiau vykdyti trys pagrindiniai tyrimai, susiję su dugno buveinių (tame tarpe ir rifų) inventorizacija.

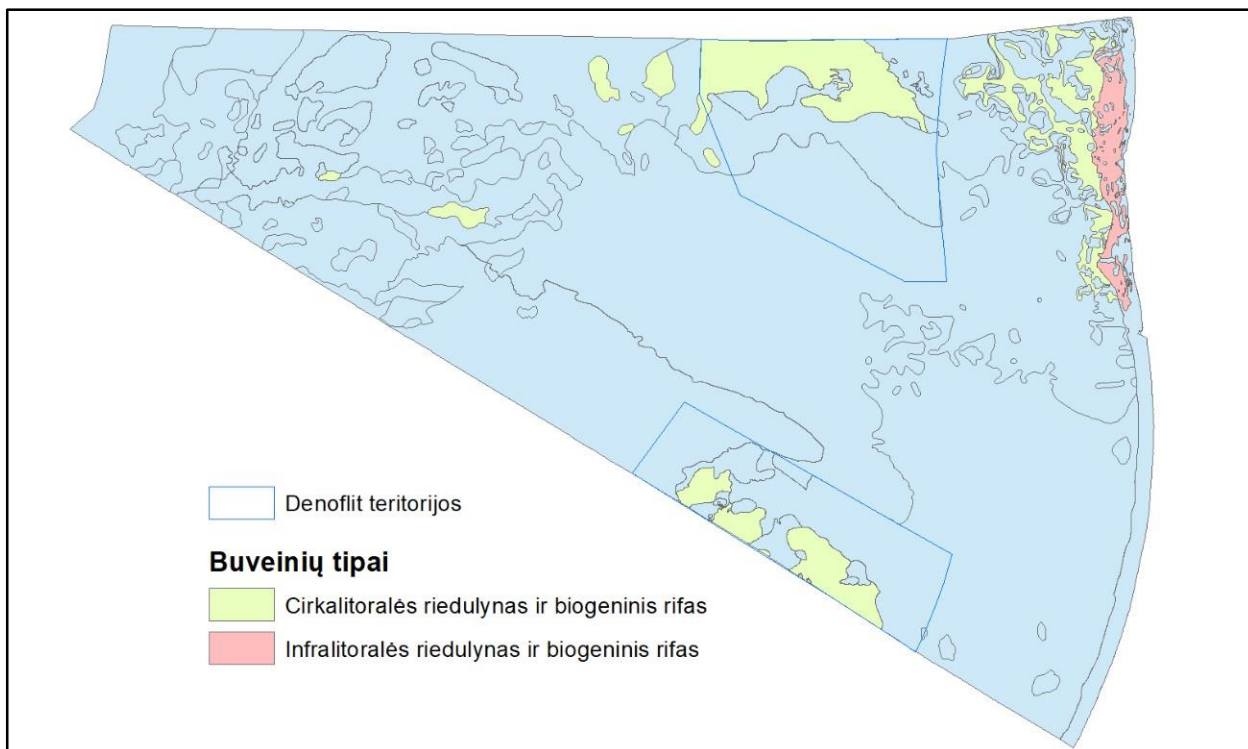
LIFE BALTIC MPA projektas (2004-2008), skirtas NATURA 2000 saugomų teritorijų steigimui priekrantės vandenyse, apėmė priekrantės biotopų inventorizaciją, biotopų struktūros tyrimą ir pasiskirstymo kartografavimą. Pagal šio projekto rezultatus buvo išskirti ir aprašyti keturi biotopai, kurie tenkino rifų, kaip Buveinių Direktyvos 1 priedo buveinės, charakteristikas:

1. rieduliai su daugiamečiu raudondumbliu *Furcellaria lumbricalis*;
2. gargždas ir rieduliai su *Mytilus trossulus* ir *Amphibalanus improvisus*;
3. moreniniai gūbriai su *Mytilus trossulus* ir *Amphibalanus improvisus*;
4. rieduliai su judriomis šoniplaukomis.

Apibendrinus visą iki tol surinktą kartografinę medžiagą ir integravus duomenis iš litologinių žemėlapių buvo sudarytas priekrantės rifų pasiskirstymo žemėlapis, apimantis Lietuvos teritorinę jūrą.

LMT projektas GEORIFAI (Geogeninės kilmės Baltijos rifų – moreninių gūbrių, kilmė, raida ir ekologinė reikšmė, 2010-2011) detalai aprašė rifams priklausančio moreninių gūbrių biotopo struktūrą, pasiskirstymą ir galimus kilmės scenarijus.

LIFE+ DENOFLIT (Jūrinių buveinių ir rūšių inventorizacija NATURA 2000 tinklo plėtrai Lietuvos išimtinėje ekonominėje zonoje Baltijos jūroje) projektas buvo skirtas buveinių inventorizacijai ir NATURA 2000 teritorijų steigimui už teritorinės jūros ribų. Remiantis gautais tyrimų rezultatais, projektas nustatė rifams priklausančio gargždo ir riedulių su *Mytilus trossulus* ir *Amphibalanus improvisus* biotopo struktūrą ir pasiskirstymą projekto teritorijose Sambijos ir Klaipėdos-Ventspilio plynaukštėse. Apibendrinta kartografavimo medžiaga apie rifų pasiskirstymą pateikta 18 paveiksle. Reikia pastebėti, kad rifų pasiskirstymas už Klaipėdos – Ventspilio teritorijos ribų (ties siena su Latvijos respublika) nurodytas remiantis tik litologine kartografinė medžiaga (Repečka, 1991).



18 paveikslas. Rifų pasiskirstymas Lietuvos Baltijos jūros akvatorijoje.

Pagrindiniai siūlomo monitoringo elementai ir metodikos. Rifų monitoringą siūlome dalinti į tris pagrindines dalis: 1. bazinį kartografinių duomenų surinkimą; 2. rifų erdvinio pasiskirstymo ir paplitimo monitoringą; 3. rifų būklės monitoringą.

Bazinio kartografinių duomenų surinkimo tikslas - esamų duomenų apie rifų pasiskirstymą Lietuvos jūriniuose vandenyse apdorojimas ir trūkstamų duomenų surinkimas tam, kad būtų gauti pilni ir pakankamo detalumo duomenys apie rifų pasiskirstymo ir paplitimo plotą, pasiskirstymo arealo ribas. Bazinis kartografavimas turėtų būti atliekamas vieną kartą prieš vykdant erdvinio pasiskirstymo ir būklės monitoringą.

Pirminė esamų duomenų inventorizacija (projektiniai LMT TRIPOLIS ir LIFE+ DENOFLIT duomenys, taip pat Lietuvos transporto saugios administracijos duomenys) rodo nepakankamą seklios dalies iki 5 m gylio padengimą duomenimis, taip pat duomenų priekrantėje į šiaurę nuo Palangos ir už teritorinės jūros ribų į vakarus nuo Klaipėdos-Ventspilio plynaukštės NATURA 2000 saugomos teritorijos trūkumą. Bazinio kartografavimo dalis užpildant šias duomenų spragas turėtų būti atlikta detaliais akustiniais metodais (daugiaspindulinis echolotas ir šoninio skenavimo sonaras), validuota povandeninėmis video apžiūromis nustatytose vietose ir integruota į esamos kartografinės medžiagos duomenų bazę.

4.3. Bazinis kartografavimas

Reikalavimai bazinio kartografavimo įrangai. Akustiniais tyrimams turi būti naudojami daugiaspindulinis echolotas ir šoninio skenavimo sonaras. Daugiaspindulinis sonaras turi atitikti International Hydrographic Organization (IHO) keliamus reikalavimus tokioms sistemoms (IHO Standards for Hydrographic surveys, Special Publication 44, 2008). Sistema turi būti sudaryta iš akustinio siūstuvo ir imtuvo, judesio jutiklio ir hidrografinės klasės GPS imtuvo. Akustinio skenavimo plote sistema turi duoti pilną nepertraukiamą dugno padengimą akustiniais signalais. Gautas dugno skaitmeninis modelis turi turėti bent 0,5 metro per pikselį rezoliuciją, o modelio tikslumas turi atitikti bent IHO Special Order reikalavimus.

Šoninio skenavimo sonaras, paprastai yra naudojamas kartu su daugiaspinduliniu sonaru, ir leidžia registruoti akustinius atspindžius nuo dugno substrato. Priklausomai nuo substrato savybių, keičiasi ir atspindys, kas leidžia spręsti apie tokias paviršinių dugno nuosėdų charakteristikas, kaip kietumas, ir jomis vadovaujantis atskirti minkšus gruntus (pvz. aleuritą) nuo rupesnio (pvz. smėlio) ir kieto substrato (pvz., gargždo arba riedulių laukų). Be to, naudojant akustinius šešėlius galima nustatyti pavienius didelius riedulius arba riedulių grupes bei laukus, kurie būdingi povandeniniams rifams Lietuvos priekrantėje. Šoninio skenavimo sonaras rifų monitoringui turi dirbti dviejuose dažniuose (pvz. 100 kHz ir 500 kHz) ir sudaryti bent 0,2 metro pikseliui rezoliucijos akustinę dugno nuotrauką, kas reikalauja išlaikyti sonaro aukštį virš dugno apie 7-10 metrus. Skenavimo plotis turi būti ne mažesnis nei kartu dirbančio daugiaspindulinio sonaro. Šoninio skenavimo sonaro pozicionavimui turi būti naudojama povandeninė pozicionavimo sistema, kurios tikslumas ne mažesnis nei 1,5 metro. Tikslios povandeninių rifų ribos ir plotas nustatomi perdengiant dugno geomorfologinius rodiklius iš dugno skaitmeninio modelio su dugno nuosėdų savybėmis iš šoninio skenavimo sonaro.

Skaitmeninio dugno modelio interpretavimas. Skaitmeninis dugno modelis skirtas apskaičiuoti keletą dugno paviršiaus rodiklių. Didelių riedulių identifikavimui iš skaitmeninio dugno modelio geriausia tinka paviršiaus šiurkštumas (angl., rugosity). Šis koeficientas skaičiuojamas kaip santykis tarp išmatuoto paviršiaus ploto ir geometrinio ploto.

$$\text{Šiurkštumas} = \frac{\text{Išmatuotas plotas}_{\text{Bendras}}}{\text{Plotas}_{\text{Geometrinis}}}$$

Geometrinis plotas (pvz. 5x5 m plotas yra 25 m²) rodo teoriškai lygaus dugno plotą, o išmatuotas plotas – plotą, apskaičiuotą įvertinant stebėtus paviršiaus nelygumus. Kuo daugiau paviršiaus nelygumų, arba kuo jie labiau išreikšti, tuo didesnis išmatuotas plotas ir tuo didesnis bus dugno paviršiaus šiurkštumo koeficientas. Naudojant pakankamai mažo dydžio gardelę (pvz. 10x10 metrų) riedulynų šiurkštumo koeficientas bus aukštesnis lyginant su bet kurių kitų substrato tipų Lietuvos vandenyse.

Šoninės lokacijos sonaro atspindžio interpretacija. Šoninės lokacijos sonaro duomenys yra pavaizduojami 2D paveiksle, sudarytame iš skirtingo pilkumo atspalvių pikselių, kurie parodo atspindžio stiprumą. Prieš atliekant automatinę klasifikaciją gali būti taikomi filtrai tam, kad padidinti objektų atpažinimą, tačiau klasifikacijos rezultatų kontrolei ir patvirtinimui dažniausiai reikia vizualinio gautų rezultatų vertinimo ir subjektyvios gautų kontūrų interpretacijos. Riedulių ir gargždo laukų gali nepavykti atskirti vien tik pagal atspindžio stiprumą dėl kito kieto substrato tipo, pvz. žvirgždo, turinčio taip pat stiprų akustinį atspindį, heterogeniško pasiskirstymo. Kadangi dažniausiai sutinkama minkšto (smėlis, aleuritas) ir kieto grunto mozaikiškas padengimas, rifas nustatomas jei rieduliai yra pakankamai dažnai sutinkami akustiniame vaizde. Ankstesnių kartografavimo darbų Lietuvos vandenyse metu rifas buvo nustatomas esant kietam moreniniam dugnui (rieduliai, gargždas, žvirgždas), kai daugiau nei pusėje 10x10 m dugno ploto gardelių buvo pastebimas bent vienas akustiškai matomas riedulys. Tokiai analizei dažniausiai naudojami aukšto dažnio 500 kHz sonaro duomenys dėl didesnės galimybės nustatyti pavienius riedulius. Gauti laukų kontūrai derinami su istorine kartografinė medžiaga, o tokių teritorijų priskyrimas rifų kategorijai vėliau turi būti validuojamas vizualiai povandeninėmis kameromis.

4.4. Rifų erdvinio pasiskirstymo ir paplitimo monitoringas

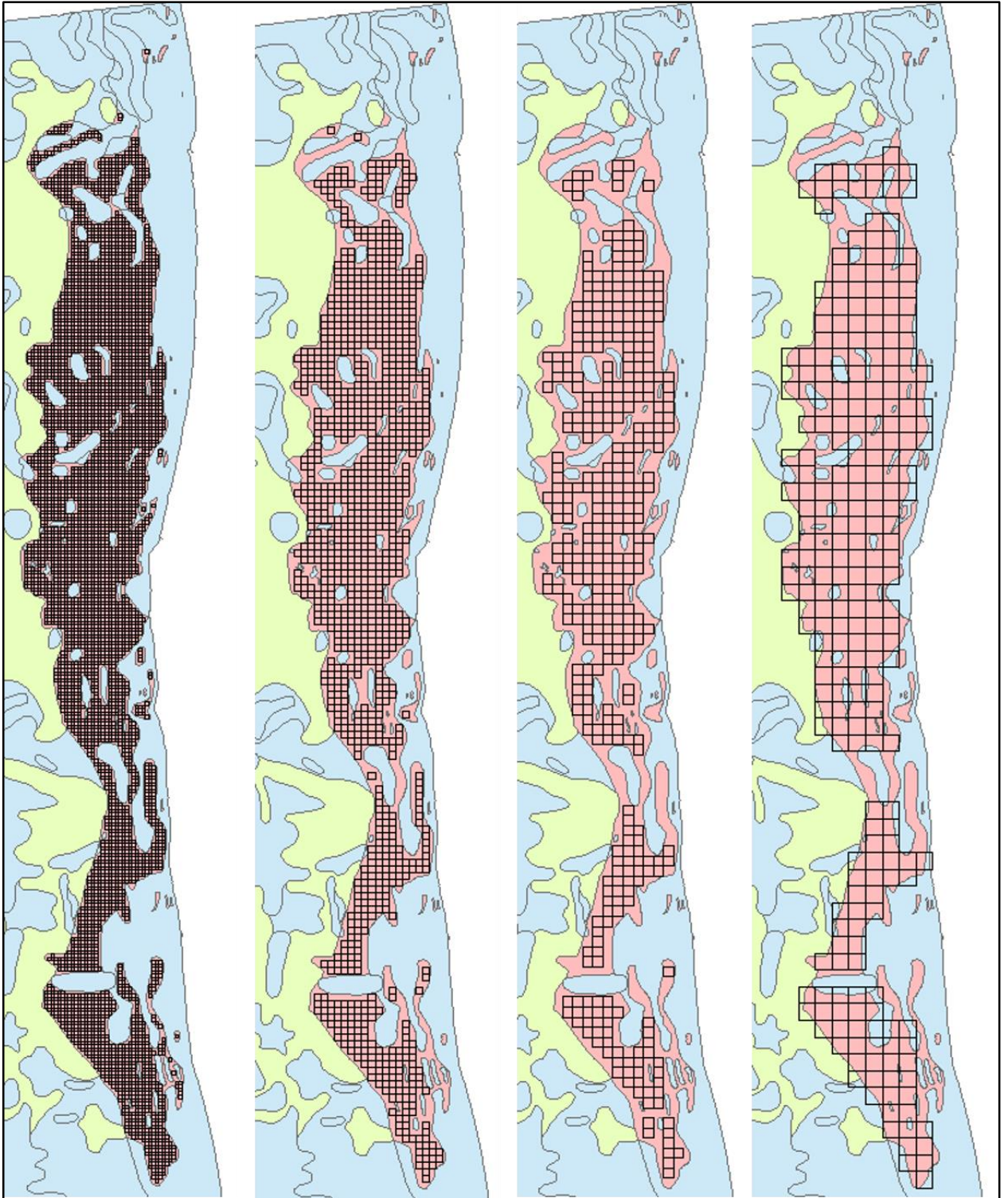
Rifų erdvinio pasiskirstymo ir paplitimo monitoringą rekomenduojame planuoti dalinant visą rifo teritoriją į gardelę ir inspektuoti kiekvieną rifo gardelės teritorinį vienetą (vadovaujantis centro koordinatėmis) pagal nustatytą dugno vizualinės apžiūros protokolą su povandeninėmis “drop-down” tipo kameromis. Kadangi priekrantės eufotinės dalies (sąlyginai iki 15 m gylio, t.y. infralitoralės) ir priekrantės afotinės dalies bei atviros jūros (sąlyginai giliau nei 15 m, t.y. cirkalitoralės) rifų erdvinis heterogeniškumas ir indikatorinė vertė skiriasi, o atviroje jūroje

galimas žmogaus poveikis tikėtina išplitęs didesnėse teritorijose, infralitoralei ir cirkalitoralei siūloma naudoti skirtingas gardeles.

Infralitoralės rifo monitoringas. Infralitoralės rifui priklauso dideliu heterogeniškumu ir indikatorine verte pasižymintis rifo tipas - rieduliai su *Furcellaria lumbricalis*, bei tarp jų ir pakraščiuose esantys rieduliai su *Mytilus edulis trossulus*. Pateikiame kelias rifo dalinimo į monitoringo teritorinius vienetus alternatyvas priklausomai nuo gardelės rezoliucijos (19 pav.):

- 100x100 m gardelė – 5649 teritorinių vienetų (į vienetą patenka 100 proc. rifo padengimas);
- 200x200 m gardelė – 1147 teritorinių vienetų (į vienetą patenka 100 proc. rifo padengimas);
- 300x300 m gardelė – 408 teritorinių vienetų (į vienetą patenka 100 proc. rifo padengimas);
- 500x500 m gardelė – 262 teritorinių vienetų (į vienetą patenka apie 50-100 proc. rifo padengimas).

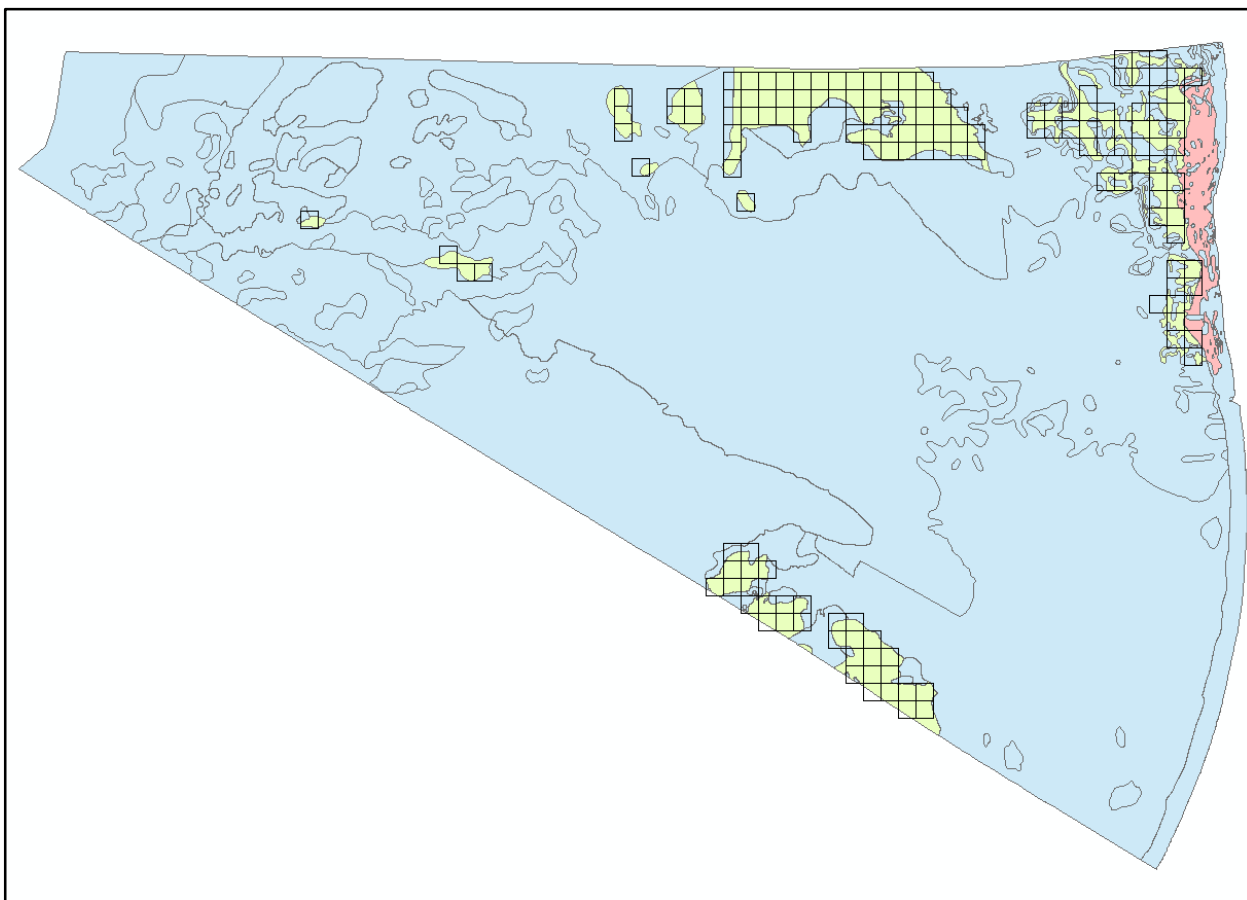
Priimtinos rezoliucijos pasirinkimas priklauso nuo finansinių kaštų, kuriuos lemia ir adekvatūs lauko darbams laiko poreikiai. Rekomenduojama planuoti darbus atlikti šiltuoju metų laiku nuo birželio iki rugsėjo mėnesio (t.y. apie 85 potencialių darbo dienų) įvertinant vidutiniškai 30% palankaus oro tikimybę (t.y. apie 25 darbo dienas). Darbų apimtis galima mažinti mažinant gardelės rezoliuciją, tačiau tuo pačiu mažėtų ir rifo ploto įverčio tikslumas, kuris naudojamas būklės trendo nustatymui ir raportuojamas Europos Komisijai. Nors laiko sąnaudos dugno apžiūroms priklauso nuo logistikos galimybių (laivo greičio, uosto padėties, laivo infrastruktūros įrangos pakėlimui/nuleidimui į dugną, ir t.t.), minimalios būtinos laiko sąnaudos apima nuo 9 iki 188 darbo dienų (atitinkamai stambiausios ir smulkiausios gardelių atvejais). Smulkiausios 100x100 ir 200x200 m gardelės atvejais (atitinkamai 5649 arba 1147 teritorinių vienetų) monitoringo atlikti per vienus kalendorinius metus būtų neįmanoma, tačiau galima monitoringo pastangas išdalinti per 3 metus, kasmet stebėjimais padengiant trečdalį naujų teritorinių vienetų, o ciklą užbaigus pakartoti tų pačių vietų monitoringą išlaikant trijų metų laiko intervalą tarp kiekvienos vietos stebėjimų. Tokiu būdu būtų išpildomas Buveinių Direktyvos reikalavimas būklės pokyčio monitoringui (t.y. mažiausiai du stebėjimai) per 6 metų laikotarpį. Pasirinkus stambesnės gardelės rezoliuciją monitoringą galima būtų atlikti per vienerius metus (9-14 darbo dienų, neįskaitant blogo oro ir kitų nenumatytų atvejų įtakos), pakartojant jį po trijų metų.



19 paveikslas. Keturios infralitoralės rifo gardelės rezoliucijos alternatyvos: iš kairės į dešinę atitinkamai 100x100 m, 200x200 m, 300x300 m ir 500x500 m.

Cirkalitoralės rifo monitoringas. Cirkalitoralės rifui priklauso rieduliai su *Mytilus edulis trossulus*. Šiai rifo daliai rekomenduojama 1 jūrmylės gardelė (20 pav.), pagal kurią atviroje jūroje būtų 100 teritorinių monitoringo vienetų, o priekrantėje – 53 (su 30 - 100 proc. rifo padengimu). Šiai daliai dėl didesnių gylių ir atstumų būtų reikalinga kitokia logistika, nei infralitoralės rifų monitoringui, todėl laiko sąnaudos ženkliai priklausytų nuo konkretaus laivo galimybių. Preliminariu vertinimu, gerai aprūpintas laivas dirbantis parų režimu ir galintis užtikrinti tyrėjų nepertraukiamą darbą, cirkalitoralės rifo monitoringą galėtų atlikti per 4-5 paras skaičiuojant 1-2

išplaukimus ir neįvertinus darbų nutraukimo dėl blogų orų įtakos, kuriai rekomenduojama numatyti mažiausiai 1-2 paras. Šis laikas gali didėti 2-3 kartus priklausomai nuo laivo galimybių, esamų tyrėjų skaičiaus ir kitų aplinkybių.



20 paveikslas. Cirkalitoralės rifo pasiskirstymas ir dalinimas į 1 jūrmylės gardeles.

“Drop-down” povandeninė filmavimo sistema. Pasirinkus rifo dalinimo gardeles, kiekvieno teritorinio vieneto monitoringas atliekamas pasitelkiant vizualines dugno apžiūras su “drop-down” tipo povandenine sistema. Šių apžiūrų tikslas: remiantis rifo būdingų biologinių ir geomorfologinių savybių vertinimu nustatyti buveinės ploto pokyčius vertinant juos bazinio (arba paskutinio) kartografavimo metu nustatyto ploto atžvilgiu.

“Drop-down” povandeninę filmavimo sistemą dažniausiai sudaro spalvota skaitmeninė filmavimo kamera, povandeninis boksas, apšvietimas, apsauginis rėmas, vaizdo ir įrašo valdymo pultas, monitorius ir papildoma individuali sistemos įranga. “Drop-down” sistema yra pasyvioji dugno apžiūra ir vaizdo filmavimo įrankis, kuris nuleidžiamas į dugną ir dreifuojant plaukiojimo priemonei naudojamas dugno vaizdai įvertinti ir įrašyti. Papildomi šviesos šaltiniai turi būti pakankami afotinėje zonoje užtikrinti viso matymo lauko apšvietimą, ryškų charakteringų rifo rūšių ir substrato savybių (kiekio, padengimo) vaizdą. Povandeninės kameros reali vaizdo rezoliucija turi būti ne mažesnė nei 1 mm per pikselį, t.y. pavyzdžiui esant kadro pločiui 800 mm, kameros horizontali rezoliucija turi būti ne mažesnė kaip 800 pikselių. Povandeninė filmavimo sistema turi būti aprūpinta galimybe matuoti kadro plotą ir objektų dydį liniuote, taškinių šviesos šaltinių pagalba ar panaudojant kitas priemones.

Buveinės apžiūra ir filmavimas. Buveinės apžiūra ir filmavimas rekomenduojamos, kai plaukiojimo priemonės dreifo greitis neviršija 0,4 mazgo. Atliekant dugno apžiūrą ir filmavimą “drop-down” povandeninė sistemos dalis su statmenai į dugną orientuota povandenine kamera

nuleidžiama žemyn, fiksuojamas visus rifo požymius ir jų padengimą (arba kiekį) nustatyti leidžiantis kameros atstumas virš dugno, registruojamos dugno apžiūros ir filmavimo pradžios geografinės koordinatės ir gylis, dreifuojant plaukiojimo priemonei ne mažiau 3 minučių atliekami dugno filmavimas ir apžiūra. Baigus apžiūrą ir filmavimą registruojamos pabaigos geografinės koordinatės, gylis, požymių įverčiai įrašomi protokole. Gylis registruojamas laivo echoloto pagalba arba slėgio davikliu, įmontuotu povandeninėje sistemoje. Gylio matavimo paklaida neturėtų būti didesnė nei 0,1 m.

Buveinių apžiūros filmuotos medžiagos analizė. Vaizdo medžiagos analizę gali atlikti tyrėjas, apmokytas nustatyti visus rifų buveinės požymius, pažįstantis charakteringas rifų buveinės rūšis bei susipažinęs su nuosėdų ir substrato klasifikacija bei vizualiu litologinių tipų nustatymu iš povandeninės vaizdo medžiagos arba nardant tiesiogiai. Toks vertintojas gali identifikuoti ir įvertinti požymių kiekį nenaudojant jokių papildomų technikų. Vaizdo medžiaga analizuojama vizualiai vertinant substrato tipą ir sudėtį, bei pagrindinius biologinius požymius. Požymių padengimas vertinamas procentais, 10% tikslumu, nurodant 5% padengimą atvejais, kai požymis yra, bet padengimas mažesnis nei 10%.

Dugno nuosėdų arba substrato padengimas vertinamas vizualiai procentais nuo matomo paviršiaus ploto, remiantis granulimetrine klastinių nuogulų klasifikacija (Trimonis, 2005):

- aleuritas (angl., silt, <0,0625 mm, dažniausiai tamsiai pilkos arba juodos spalvos, gali būti su šviesiai pilkšvais arba gelsvais fragmentais, dažniausiai be lengvai pastebimų biologinių požymių, lengvai resuspenduoja kamerai arba jos apsauginei konstrukcijai palietus dugną);
- smėlis (angl., sand, 0,0625 - 2 mm, gelsvos nuosėdos, dažnai su aiškiais biologinės kilmės (šliaužimo, rausimo ir pan.) arba geomorfologiniais (pvz., ruzgos) požymiais nuosėdų paviršiuje, menkai resuspenduoja kamerai arba jos apsauginei konstrukcijai palietus dugną)
- žvirgždas (angl., gravel, 2 - 4 mm)
- gargždas, stambus gargždas (angl., pebble, 4 - 256 mm);
- rieduliai (angl., boulders, >256 mm).

Biologinių požymių vertinimas atliekamas vizualiai nustatant požymio padengimą arba buvimą:

- Midijų *Mytilus trossulis* padengimas, procentai.
- Šakotojo banguolio *Furcellaria lumbricalis* padengimas, procentai.
- Jūrų gilės *Amphibalanus improvisus* buvimas/nebuvimas.
- Samangyvių buvimas/nebuvimas.
- Siūlinių raudondumblių *Polysiphonia* sp. padengimas, procentai.
- Siūlinių žaliadumblių *Clodophora* sp. padengimas, procentai.

4.5. Rifų būklės monitoringas

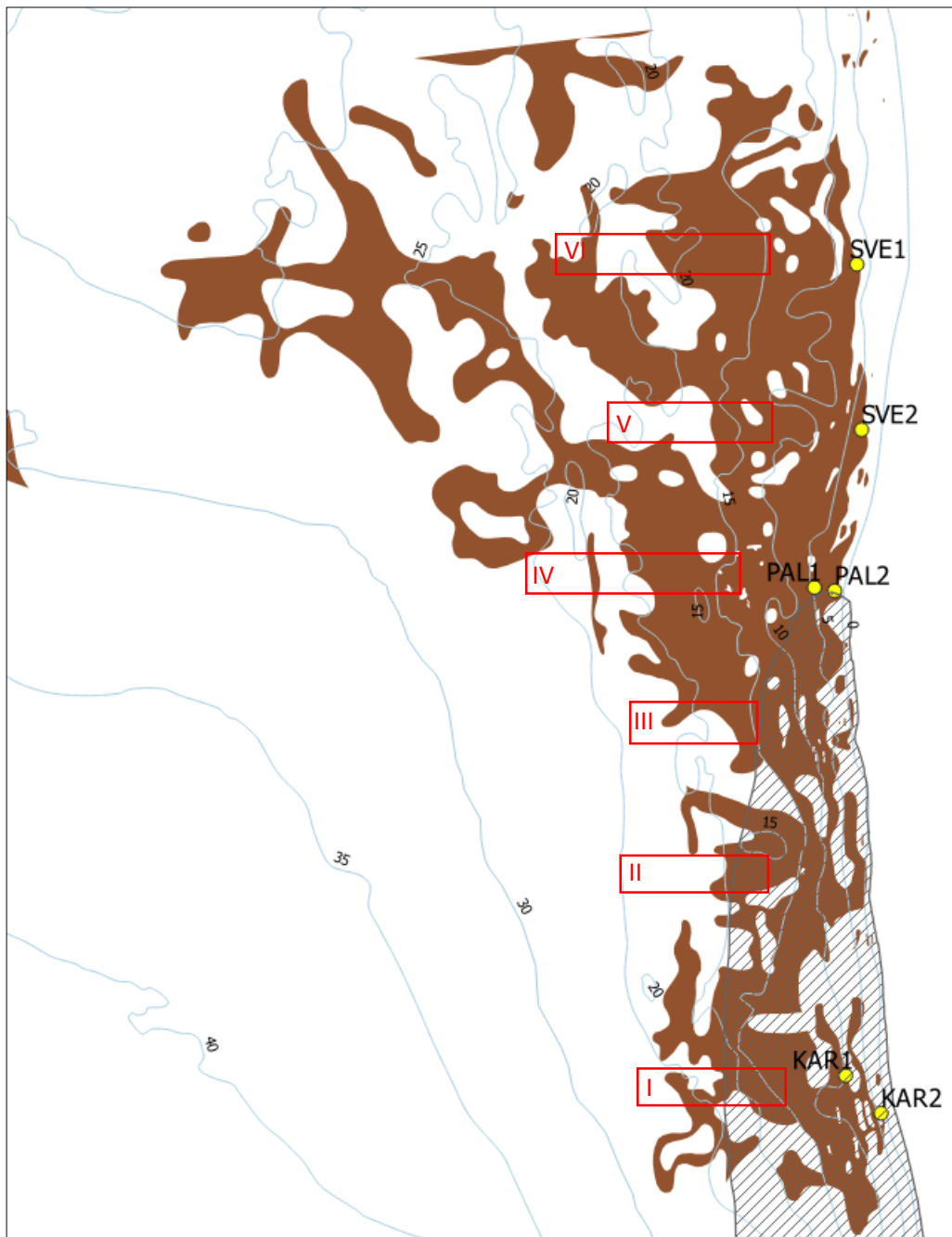
Rifų būklės monitoringo tikslas yra nustatyti struktūrinių ir funkcinių charakteristikų atitikimą rifo geros būklės reikalavimams pagal JSPD, BVPD ir Buveinių Direktyvos reikalavimus. Reikia pažymėti, kad šiuo momentu geros būklės charakteristika yra nustatyta tik maksimaliam daugiamečio raudondumblio *Furcellaria lumbricalis* pasiskirstymo gyliui, kuris naudojamas BVPD ir JSPD būklės vertinime. Todėl čia siūlome derinti makrofitobentosos stebėseną su rifų monitoringu priekrantėje numatant 6 transektas priekrantėje (x pav.): I-III – tarpiniuose vandenyse (tarp Karklės ir Nemirsetos) ir IV-VI – pakrantės vandenyse (tarp Palangos ir Šventosios). Kiekvienoje tyrimų vietoje dugnas kartografuojamas mažiausiai trijose gylių zonose, siekiant apimti skirtingas makrofitobentosos bendrijas (Labanauskas, 2000):

- 1) 1-2 m gylyje dominuoja siūlinių žaliadumblių (*Ulva intestinalis*, *U. prolifera*, *Cladophora glomerata*, *Rhizoclonium riparium*, *Ulotrix subflaccida*) bendrijos;
- 2) 3-7 m gylyje aptinkamos dažniausiai šakotojo banguolio (*Furcellaria lumbricalis*) ir siūlinių žaliadumblių (*C. rupestris*, *C. glomerata*), rudadumblių (*Pilayella littoralis/Ectocarpus siliculosus*) bei raudondumblių (*Polysiphonia fucoides*, *Ceramium tenuicorne*) bendrijos;
- 3) 8-16 m gylyje dominuoja tik šakotojo banguolio (*F. lumbricalis*), karpytašakio raudondumblio (*Coccotylus truncatus*) ir siūlinių rudadumblių (*Sphacelaria arctica*) bendrijos.

Dėl specifinių priekrantės sąlygų (atviras krantas bei lėkštas dugno šlaitas, kuris tęsiasi kelis kilometrus iki eufotinės zonos ribos, santykinai didelis rifo pasiskirstymo erdvinis heterogeniškumas ir vandens drumstumas) dugno kartografavimo tyrimai taške atliekami nardant (maždaug 0,5-1 m atstumu nuo dugno, priklausomai nuo matavimo) ne mažiau negu 10 m ilgio atkarpoje (transekte). Narui nusileidus po vandeniu nardymo kompasu nustatoma transektos kryptis ir pagal nardymo kompiuterio rodmenis registruojami vandens temperatūra ir gylis. Jeigu vandens skaidrumas leidžia, dugno vaizdas pagal transektą filmuojamas rankine povandenine kamera (pvz., GoPro). Nardant įvertinama nuosėdų sudėtis (rieduliai, gargždas, žvirgždas, žvyras, smėlis, aleuritas (žr. “Buveinių apžiūros filmuotos medžiagos analizė” aukščiau) ir vidutinis padengimas procentais, vidutinis dugno padengimas makrofitobentos rūšimis ir midijomis bei surenkami bentoso mėginiai tam, kad nustatyti rūšinę bentoso bendrijų sudėtį ir jų biomasę. Mėginių surinkimui naudojamas Kautski'o tipo narų darbui pritaikytas rėmelis su 0,04 m² apimamu dugno plotu, kuris dedamas ant substrato su didžiausiu augalijos arba midijų gausumu. Į rėmelį patekę augalai ir sėslys gyvūnai nuskutami nuo substrato paviršiaus ir sudedami į tinklinius maišelius (tinklo akies dydis ne didesnis nei 0,5 mm). Kiekvienoje transekte turėtų būti paimti ne mažiau kaip 3 mėginiai. Išskelti mėginiai iš vandens fiksuojami 4 % formaldehido tirpalu, o jų analizė atliekama laboratorijoje, vadovaujantis standartiniais metodais (HELCOM 1984, 1988, 1997). Dumbliai ir bestuburiai, kur įmanoma, apibūdinami iki rūšies. Taksonomiškai įvertinus dumblius jie yra džiovinami 60 °C temperatūroje 1-3 dienas kol reikšmingai nesikeičia sausa biomasė, kuri nustatoma sveriant 0,001 g tikslumu (svoris išreiškiamas g m⁻² vienetais).

Daugiamečio raudondumblio *Furcellaria lumbricalis* maksimalaus pasiskirstymo gylis gali būti vertinamas nardant arba filmuojant dugną 6 transektose (21 pav.). Transektų išdėstymas turėtų apimti akmenuoto dugno plotus nuo 1 iki 20 m gylio. Nardymas ir filmavimas turi būti atliekamas ne mažiau kas 100 m atstumu, kadangi kieto substrato ir *F. lumbricalis* pasiskirstymas labai dėmėtas infralitoralėje. Nardant yra užrašomos nardymo profilio pradžios ir pabaigos koordinatės ir gylį (bei ryškius jo pokyčius profilyje), įvertinama dugno nuosėdų sudėtis ir *F. lumbricalis* padengimas. Nardymas gali būti atliktas tempiant narą ištisai nuo 20 iki 1 m, kuris pagal nardymo kompiuterį fiksuoja laiką, gylį, aprašo dugno nuosėdų sudėtį ir *F. lumbricalis* padengimą bei palaiko ryšį su laivu (Bučas et al., 2009). Priklausomai nuo vandens skaidrumo nardant reikėtų nufilmuoti dugną rankine povandenine kamera (pvz. GoPro tipo kamera). Filmavimas gali būti atliktas “drop-down” tipo povandenine kamera, kurios valdymas ir gautų dugno vaizdų analizė vykdoma analogiškai, kaip nurodyta aukščiau “Buveinių apžiūros filmuotos medžiagos analizės” dalyje. Rifų būklė vertinama pagal šiuos bazinius struktūrinius ir funkcinis biologinius parametrus:

- 1) rifus formuojančių rūšių gausumas (substrato padengimas šakotuoju banguoliu ir midijomis, jų biomasė);
- 2) maksimalus šakotojo banguolio gylio pasiskirstymas;
- 3) makrofitobentos rūšių įvairovė ir gausumas (padengimas ir/arba biomasė)
- 4) makrozoobentos rūšių įvairovė ir gausumas (padengimas, gausumas ir/arba biomasė).



21 paveikslas. Šešių transektų (pažymėtos raudonais poligonais), kuriose bus vertinama rifų (ruda spalva) kokybė, išdėstymas priekrantėje iki 20 m gylio (izobatos - mėlynos linijos). Geltoni taškai žymi makrofitobentosos stebėsenos stotis 2016 m. (stočių pavadinimai nurodyti šalia); štrichuotas poligonas žymi tarpinių vandenų išplitimo zoną priekrantėje.

5 Žvejybinių tralavimų poveikio Lietuvos jūros akvatorijos dugno buveinėms vertinimo metodologija

Žvejybinių tralavimų poveikio vertinimas susijęs su JSPD D6 deskriptoriaus D6C2 rodikliu „Su jūros dugno fiziniu trikdymu susijusių pavojų erdvinis mastas ir pasiskirstymas“ ir D6C3 rodikliu „Fizinio trikdymo sukulto neigiamo poveikio kiekvienam buveinių tipui kiekvienoje vertinamojoje teritorijoje mastas“. Žvejybinių tralavimų mastas taip pat aktualus jūroje žiemojančių paukščių sankauptai apsaugai saugomose teritorijose, kur dugne yra randami mitybai svarbūs makrofaunos išteklių.

Laivų stebėjimo sistemos (VMS) duomenys. VMS duomenys yra kaupiami Žuvininkystės tarnybos prie Lietuvos Respublikos žemės ūkio ministerijos duomenų bazėse. Šiuos duomenis sudaro informacija apie žvejybinio laivo pavadinimą, registracijos šalį, laivo geografines koordinatas (platuma, ilguma), laivo judėjimo greitį (mazgais), judėjimo kryptį (laipsniai) ir judėjimo duomenų perdavimo laiką. Laivai plaukiojimo metu šią informaciją per palydovinę sistemą perduoda vienos-dviejų valandų intervalu. Laivo žvejybos dugniniu tralu įvykis turėtų būti nustatomas panaudojant Žuvininkystės tarnybos Integruotos žuvininkystės duomenų informacinės sistemos duomenis, nustatant pagrindinį žvejybos įrankį ir analizuojant laivų reisų ataskaitas.

VMS duomenų apdorojimas. Analizei naudojami nuasmeninti laivų judėjimo duomenys. Pradiniame VMS duomenų apdorojimo etape filtruojami 0 greičio ir už vertinamos teritorijos ribų esančių laivų įrašai. Traluojantys laivai nustatomi pagal 1,8-3,4 mazgo judėjimo greitį, pagrindinį įrankį patikslinant pagal laivų reiso ataskaitas. Užsienio valstybėms priklausantys laivai įtraukiami į analizę jeigu dugninis tralas yra registruotas kaip pagrindinis žvejybinis įrankis.

VMS duomenų erdviniam apdorojimui naudojama GIS (pvz., ArcGIS, MapInfo) programinė įranga, leidžianti analizuoti erdvinę informaciją. Vis įrašai apie traluojančius laivus (vietos geografinės koordinatės, judėjimo greitis ir kryptis, duomenų perdavimo laikas) integruojami į GIS duomenų bazę ir paverčiami taškiniais geoduomenų sluoksniais. Remiantis laiko įrašų informacija, du laike gretimi (1-2 val. intervalu) laivo judėjimo taškai, kai laivo greitis 1,8-3,5 mazgų, sujungiami tiesėmis atvaizduojant galimas traluojančių laivų plaukimo trajektorijas.

Nustatyti laivų judėjimo trajektorijoms sukuriama buferinės zonos, kurių plotis turi atitikti tralo paveikto dugno (angl., footprint) plotį. Pavyzdžiui, Lietuvos išskirtinėje ekonominėje zonoje dažniausiai naudojamo tralo (angl., Otter trawl) paveikto dugno plotį sudaro skėtoklių (angl., trawl doors), tralo pagrindo (angl., trawl groundgear) ir skėtokles bei tralą jungiančių grandinių (angl., sweeps) apimtas dugno plotis (ICES, 2017; Eigaard ir kt., 2016). Nors dažniausiai naudojamo tralo pagrindo plotis yra apie 16 m, skėtoklių palikto pėdsako plotis dugne pagal empirinius matavimus yra apie 5 m, tačiau grandinių apimamas dugno plotis nėra tiksliai žinomas. Remiantis Eigaard ir kt. (2016) pateiktomis pagrindinėmis tralų *metier* charakteristikomis, kurios susietos su laivo variklio galingumu laipsnine funkcija ($9,6 \times (\text{laivo galingumas})^{0,4337}$), Lietuvos įmonių valdomi mažieji žvejybos traleriai (MŽT) su maždaug 221 kW variklio galingumu palieka maždaug 100 m pločio paveikto dugno pėdsaką.

Žvejybinių tralavimų poveikio rodikliai. Naudojant tralavimo trajektorijų buferines zonas skaičiuojami du pagrindiniai rodikliai: tralavimo rajonų plotas (metinis ir bendras daugiametis vertinimo laikotarpiui, D6C2) ir metinis tralavimų intensyvumas pasirinktai buveinei.

Metinis (arba bendras daugiametis vertinimo laikotarpiui) tralavimo rajono plotas apskaičiuojamas perdengiant visas tralavimo trajektorijų buferines zonas pasirinktam laikotarpiui ir išreiškiamas kvadratiniais kilometrais (km²) arba procentais (%) nuo Lietuvos IEZ. D6C3 rodiklis nustatomas remiantis D6C2 (su fiziniu trikdymu susijusių pavojų pasiskirstymas ir jų masto įvertis) vertinimo rezultatais, juos perdengus su cirkalitoralės smėlio ir cirkalitoralės dumblo buveinių GIS sluoksniu ir įvertinus fizinio trikdymo plotą (km² ir %). Vertinamos buveinės atitinka

Lietuvos jūriniam vandenims nustatytas vyraujančias buveines (angl., broad habitat types) (žr. 3 dalis, 4.1.1.20 lent.).

Fizinio trikdymo masto (D6C3) buveinių geros aplinkos būklės slenkstinei vertei taikoma 10 % vertė, kuri atitinka buveinių pasiskirstymo vertinimo gaires pagal Buveinių Direktyvą (Evans & Arvela, 2011). Alternatyva 10% geros aplinkos būklės vertės taikymui visoms buveinėms visoje Lietuvai priklausančioje Baltijos jūros dalyje galėtų būti šią slenkstinę vertę taikyti tik teritorinėje jūroje arba cirkalitoralėje, t.y. iki 70 m gylio esančioms buveinėms, kadangi čia buveinių vertė yra didesnė, nei esančių toliau nuo kranto didesniuose gyliuose, o žinių kiekis ir detalumas apie buveinių pasiskirstymą pakankamas 10% slenkstinės vertės taikymui. Žvelgiant iš tralavimo poveikio valdymo galimybių trumpajame (pvz., 5-6 metų) laikotarpyje, Lietuvos Respublika turi pakankamas teises galias reguliuoti žvejybinės veiklos pasiskirstymą tik teritorinėje jūroje, nes žinių kiekis apie buveinių vertę ir pasiskirstymą už teritorinės jūros ribų nėra pakankamas deryboms su kitomis šalimis dėl dugninių tralavimų draudimo įgyvendinimo konkrečiose teritorijose.

Žvejybinių tralavimų poveikis saugomoms teritorijoms. Kadangi dugno tralavimai yra draudžiami kai kurių jūrinių saugomų teritorijų ribose pagal jų nuostatus, rekomenduojama kasmet vertinti VMS duomenis ir nustatyti tokių tralavimų atvejus. Pradiniame etape tralavimo įvykiams nustatyti siūloma vadovautis tralavimo greičio (1,8-3,5 mazgų) ir pagrindinio įrankio (dugninis tralas) kriterijais. Esant atvejų, kai šie kriterijai tenkinami laivui esant saugomos teritorijos ribose, visa informacija apie tralavimo įvykį (data ir laikas, tikslios koordinatės) perduodamos Žuvininkystės tarnybai prie Lietuvos Respublikos žemės ūkio ministerijos. Tolesnis dugninio tralavimo įvykio patvirtinimas vykdomas tikrinant laivo reisų ataskaitas. Paveikto dugno pėdsakui saugomoje teritorijoje nustatyti naudojamas toks pat laivo judėjimo trajektorijos atkūrimo pagal buferinę zoną algoritmas, kaip aprašyta aukščiau.

6 Su „Žiemojančiais jūriniais paukščiais“ susijusių papildomų rodiklių taikymo galimybės Lietuvoje

D1C3 (jūros paukščių demografinės sąlygos). Šiuo metu tarptautiniu/regioniniu mastu jūros paukščių demografinėms charakteristikoms (D1C3 kriterijus) vertinti rodikliai yra parengti tik OSPAR regionui, kur yra parengti/rengiami du tokie rodikliai – B3 Jūros paukščių perėjimo sėkmingumo statusas (parengtas) ir B2 Tripirščio kiro perėjimo sėkmingumas (rengiamas) (JWGBIRD, 2018). HELCOM regionui tokie rodikliai nėra parengti ir vis dar yra svarstymo stadijoje kaip potencialūs rodikliai. Lietuvoje perinčių jūros paukščių rūšių, kurioms galima būtų vertinti perėjimo sėkmingumą, kuris dar ir atspindėtų Baltijos jūros būklę, nėra. Vienintelė gausiau pajūrio zonoje perinti jūros paukščių rūšis yra didysis kormoranas, tačiau šios rūšies perėjimo sėkmingumas jau daugelį metų yra dirbtinai reguliuojamas, todėl vertinimui ši rūšis nėra tinkama, o toks šis rodiklis atspindėtų ne tiek Baltijos jūros aplinkos būklę, kiek kormoranų ir žmogaus ūkiniu interesu konflikto sprendimo priemonių efektyvumą.

Alternatyvus netiesioginis būdas demografinėms rūšies charakteristikoms vertinti – stebėti populiacijos amžinę bei lytinę struktūrą ne perėjimo laikotarpiu sankaupų vietose. Tokius stebėjimus galima sėkmingai atlikti ne perėjimo laikotarpiu, o žiemavietėse, stebint pirmamečių ir suaugusių jūros paukščių santykį bei lytinę struktūrą. Tai leistų įvertinti šiaurėje perinčių Jūros paukščių rūšių perėjimo sėkmingumą, kas padėtų paaiškinti populiacijos gausumo pokyčius bei priežastis ir galimai identifikuoti ne žiemavietėse rūšims išskylančias grėsmes. Lietuvos vandenyse tokio indikatorius vertinimą tikslinga taikyti tik gausiai žiemojančioms rūšims (kad užtikrinti pakankamą imties dydį) ir tik toms, kurių amžius ir/ar lytis yra nesunkiai nustatomi vizualiai lauko sąlygomis apskaitų metu. Todėl tokio indikatorius vertinimą būtų tikslinga taikyti ledinei ančiai (*Clangula hyemalis*) ir nuodėgulei (*Melanitta fusca*). Amžinės ir lytinės struktūros vertinimas galėtų būti atliekamas kartu su žiemojančių jūros paukščių apskaitomis nuo kranto bei iš laivų/lėktuvų. Siekiant užtikrinti tikslesnį vertinimą, stebimus didesnius paukščių būrius tikslinga fotografuoti, o amžinę ir lytinę struktūrą vėliau vertinti iš aukštos kokybės nuotraukų. Papildoma informacija šio rodiklio vertinimui galėtų būti surenkama vykdant jūros paukščių priegaudos verslinės žvejybos įrankiuose monitoringą, nes atlikus tinkluose žuvusių paukščių skrodimą galima būtų tiksliai identifikuoti paukščių amžinę ir lytinę struktūrą. Tačiau reikia pažymėti, kad šio indikatorius tolimesniam vystymui (tikslios metodikos parengimui bei geros aplinkos būklės slenkstinių reikšmių nustatymui būtina surinkti daugiau išsamios informacijos apie tiriamų rūšių regioninius demografinius parametrus – šiuo metu nėra tiksliai žinomas šių rūšių metinis mirtingumas skirtingoms amžiaus grupėms, todėl nėra galimybės nustatyti, kokia lytinė ir amžinė struktūra, stebima žiemavietėse, užtikrintų rūšių populiacijų stabilumą.

D1C4 (žiemojančių jūros paukščių pasiskirstymas). Žiemojančių jūros paukščių pasiskirstymas žiemavietėse parodo jūros akvatorijų tinkamumą žiemojantiems jūros paukščiams, o paukščių pasiskirstymo pokyčiai gali parodyti antropogeninių veiksnių įtaką. Pagrindiniai antropogeniniai veiksniai, nulemiantys žiemojančių jūros paukščių pasiskirstymo pokyčius, yra mitybinių resursų pasikeitimai (pvz., žvejybos įtaka ichtiofagams paukščiams), buveinių praradimas ar kokybiniai pasikeitimai (pvz., dugno buveinių sunaikinimo/pokyčių įtaka bentofagams paukščiams), buveinių vengimas dėl dirbtinių struktūrų įrengimo (pvz., vėjo jėgainių parkų), trikdymo poveikis (pvz., intensyvių laivybos kelių).

Nors šis rodiklis jau kurį laiką buvo svarstomas kaip potencialus, pastaraisiais metais jo vystymas tarptautiniu mastu, bent jau Baltijos jūros regione, nėra smarkiai pažengęs. Rodiklis vis dar yra vystymo stadijoje. Rodiklio vertinimas būtų glaudžiai susijęs su žiemojančių jūros paukščių populiacijų gausumo rodikliu, kai pastarojo rodiklio vertinimas apims ne tik priekrantėje nuo kranto stebimus žiemojančius jūros paukščius, bet ir atviroje jūroje žiemojančius ir apskaitų iš laivų ar iš lėktuvų metu stebimus paukščius. Atviroje jūroje žiemojančių paukščių gausumas nustatomas erdvinio modeliavimo pagalba iš apskaitų transektose stebėtų paukščių gausumo, integruojant svarbius aplinkos kintamuosius (pvz., naudojant GAM modelius), taip sukuriant

paukščių tankių pasiskirstymo žemėlapius visai vertinamai teritorijai. Tokie modeliavimo rezultatai gali būti panaudojami ir žiemojančių jūros paukščių pasiskirstymo pokyčių vertinimui. Tačiau būtina atkreipti dėmesį, kad atsižvelgiant į žiemojančių jūros paukščių mobilumą ir gebėjimą greitai keisti žiemojimo akvatorijas, pakankamai tikslūs ir mažai jautrūs natūraliems aplinkos veiksniams (pvz., vietiniams orams) rodikliai gali būti taikomi tik stambiu Baltijos jūros regionu mastu. Preliminariai regioniniu mastu numatoma šio rodiklio vertinimą taikyti 4–5 stambiems Baltijos jūros regionams bei apjungiant visus regionus visai Baltijos jūrai. Yra renkama informacija apie skirtingų Baltijos jūros šalių turimus duomenis bei rengiamos rodiklių skaičiavimo metodikos bei geros aplinkos būklės vertinimo kriterijai.

Šiuo metu yra svarstomos kelios šio rodiklio vertinimo metodologijos. Gera aplinkos būklė gali būti nustatoma, lyginant modeliavimo būdu gautą žiemojančių jūros paukščių pasiskirstymo 75-ąjį procentilį su atskaitos laikotarpiu (kuris bus nustatytas, įvertinus skirtingų Baltijos šalių turimus istorinius duomenis) žiemojančių jūros paukščių tankių pasiskirstymu. Gera aplinkos būklė yra kuomet žiemojančių jūros paukščių pasiskirstymas ženkliai nesumažėja, lyginant su atskaitos laikotarpiu žiemojančių jūros paukščių pasiskirstymu, arba paukščiai užima naujas akvatorijas, kurios dėl antropogeninės įtakos sumažėjimo tampa tinkamos jūros paukščiams žiemoti.

Alternatyvus metodas, šiuo metu svarstomas Viduržemio jūros regione (UNEPMAP, 2017, 2018; Palialexis *et al.*, 2019), yra vertinimui panaudoti standartinį rūšių paplitimo vertinimo įrankį (*Range Tool*) bei standartinę erdvinę gardelę, taikomus paukščių rūšių vertinimui ir atsiskaitymui pagal ES Paukščių direktyvos 12 straipsnį. Šiuo atveju bloga aplinkos būklė būtų nustatoma tuo atveju, kai rūšies paplitimas mažėtų daugiau kaip 1% per metus per nustatytą laikotarpį arba daugiau kaip 10% nuo palankiu laikomo rūšies atskaitinio paplitimo.

Rodiklis bus taikomas atskiroms jūros paukščių rūšims, kurios yra pakankamai gausios, kad būtų galima patikimai įvertinti jų pasiskirstymą bei jo pokyčius. Iš keturių Baltijos jūros regionui svarstomų jūros paukščių rūšių, Lietuvos vandenyse šį rodiklį tikslinga taikyti nuodėgulei (*Melanitta fusca*) ir ledinei ančiai (*Clangula hyemalis*). Šioms rūšims populiacijos pasiskirstymo rodiklis gali būti itin aktualus, nes žiemojančių jūros paukščių populiacijos gausumo rodiklis, šiuo metu vis dar pirmiausiai paremtas apskaitų nuo kranto duomenimis, gali nepakankamai gerai atspindėti nuodėgulių ir ledinių ančių populiacijų pokyčius, nes didelė šių rūšių individų dalis žiemoja pasklidę pakankamai toli nuo kranto, todėl nuo kranto tikrą jų gausumą įvertinti yra sunku. Paprastųjų gagų ir juodųjų ančių gausumas Lietuvos vandenyse yra nedidelis, todėl šioms rūšims šio rodiklio taikymas Lietuvoje nesiūlomas.

Perinčių jūros paukščių gausumas. Žemiau pateikiama HELCOM rodiklio “Perinčių jūros paukščių gausumas”. galimybių taikyti Lietuvoje pagrindimas bei rodiklio vystymo perspektyvų ateityje (9 lent.).

9 lentelė. HELCOM rodiklio “Perinčių jūros paukščių gausumas” (Abundance of waterbirds in the breeding season) taikymo galimybės Lietuvoje.

Rodiklis	Taikymo galimybė	Rodiklio parengimas	Rodiklio vystymo perspektyvos
Perinčių jūros paukščių gausumas (Abundance of waterbirds in the breeding season)	Šiuo metu nepritaikomas vertinimui nacionaliniu mastu: iš 26 į HELCOM indikatoriaus vertinimą įtrauktų rūšių, Lietuvoje peri 16, tačiau dauguma jų peri toli nuo Baltijos jūros, todėl šio indikatoriaus vertinimui nėra tinkamos. Taip pat daugumai šių rūšių nėra istorinių gausumo duomenų ir nėra vykdomas valstybinis perinčių paukščių gausumo monitoringas. Tik keturios rūšys yra įtrauktos į valstybinį perinčių paukščių monitoringą (avocetė, juodakrūtis bėgikas, mažoji žuvėdra ir upinė žuvėdra), tačiau jų perimvietės Lietuvoje taip pat nėra susiję su jūrine aplinka. Pakankamai išsamūs duomenys yra renkami tik didžiajam kormoranui (taip pat turimi ir istoriniai duomenys).	HELCOM (2017)	Šiuo metu rodiklio vertinimui pakankami duomenys yra tik didžiajam kormoranui, taip pat turimi ir išsamūs istoriniai duomenys. Todėl ši rūšis galėtų būti įtraukta į šio rodiklio vertinimą regioniniu mastu, kadangi pavienės rūšies vertinimas neatitinka metodinių reikalavimų. Šiuo atveju taip pat turėtų būti užtikrintas valstybinis šios rūšies monitoringas, įskaitant naujai besikuriančias kolonijas. Kitos Lietuvoje perinčios rūšys, potencialiai tinkamos įtraukti į šio rodiklio regioninį vertinimą ateityje yra pajūrio zonoje perintys paprastasis ir sidabrinis kirai, tačiau šiuo atveju turėtų būti vykdomas šių rūšių gausumo monitoringas perėjimo laikotarpiu. Kitos rūšys, tokios kaip gulbė nebylė, pilkoji žąsis, kuoduotoji antis, didysis dančiasnapis ar ausuotasis kragas, perinčios Kuršių marių pakrantėse, Nemuno deltoje ar prie kitų netoli Baltijos jūros kranto esančių vandens telkinių, perėjimo laikotarpiu taip pat nėra tiesiogiai susijusios su Baltijos jūra, todėl įtraukimui į šio rodiklio vertinimą yra mažai tinkamos.

7 Jūros paukščių priegaudos rodikliai ir kriterijus

JSPD I ciklo metu jūros paukščių priegaudos rodiklius tarptautiniu mastu dar buvo tik ankstyvoje vystymo stadijoje ir nebuvo vieningos nuomonės nei dėl paties indikatorius vertinimo metodikos, nei dėl jo GAB slenkstinių reikšmių. Todėl JSPD I ciklo metu pasiūlyto rodiklio „Per stebimą laikotarpį jūros paukščių priegauda verslinės žvejybos įrankiuose yra mažesnė negu 7% visų žiemojančių paukščių“ slenkstinė 7% reikšmė buvo pasiūlyta remiantis ankstesniais metais Lietuvos Baltijos jūros vandenyse atliktais jūros paukščių priegaudos verslinės žvejybos įrankiuose tyrimais, kurių metu buvo nustatyta, kad verslinės žvejybos įrankiuose kasmet gali žūti iki 10–15% visų Lietuvos Baltijos jūros priekrantėje žiemojančių jūros paukščių. Pasiūlyta indikatorius slenkstine reikšme buvo siekiama ženkliai sumažinti anksčiau nustatytą priegaudos lygį.

Nuo JSPD I ciklo pabaigos jūros paukščių priegaudos rodiklis buvo intensyviai vystomas regioniniu (Baltijos jūros/HELCOM) mastu, tačiau iki šiol jis vis dar yra vystymo stadijoje, nes nėra sukurta vieninga jūros paukščių priegaudos žvejybos įrankiuose vertinimo metodika, nėra vykdomas monitoringas, o tik įgyvendinami bandomieji metodologiniai projektai atskirose šalyse. Visi šie klausimai pastaraisiais metais buvo svarstomi eilėje tiek specialiai jūros paukščių priegaudai, tiek bendresnių susitikimų, kaip pvz.:

2019 m. sausio 16–17 d. Varano Borghi, Italijoje „*MSFD D1 Species workshop on methods for setting threshold values*“

2019 m. rugsėjo 3–5 d. Kopenhagoje, Danijoje „*OSPAR-HELCOM workshop to examine possibilities for developing indicators for incidental bycatch of birds and marine mammals*“

2019 m. spalio 16–18 d. Kopenhagoje, Danijoje „*The Second HELCOM indicator workshop*“

Be jau minėtų klausimų, susijusių su šio indikatorius vertinimui reikalingų duomenų surinkimu ir jūros paukščių priegaudos žvejybos įrankiuose monitoringo ir vertinimo metodika, kurie išsamiau aptariami šios ataskaitos 9 skyriuje, itin aktualus išlieka šio rodiklio GAB slenkstinės vertės klausimas. Buvo svarstomi įvairūs „priimtino“ jūros paukščių priegaudos lygio (GAB) nustatymo metodai ir reikšmės – nuo paprasčiausių tendų iki įvairių populiacijos demografinių parametrų modeliavimo metodų (PBR – *Potential Biological Removal* (aprašytas ir JSPD I ciklo ataskaitose), PVA – *Population Viability Analysis*, CLA/RLA – *Catch/Removal Limit Algorithm*, IPM – *Integrated Population Model*).

Tačiau pastaruoju metu artėjama prie vieningos nuomonės, kad siekiant užtikrinti „ES Veiksmų plane sumažinti paukščių priegaudą žvejybos įrankiuose“ (*EU Action Plan for reducing incidental catches of seabirds in fishing gears*) numatyto ženklaus jūros paukščių priegaudos sumažinimo, nustatant jūros paukščių priegaudos GAB reikšmes tikslinga vadovautis *BirdLife International* siūlomo jūros paukščių priegaudos „priimtino“ lygio, išdėstyto dokumente *BirdLife position on Good Environmental Status threshold criteria for Descriptor 1: seabird bycatch and population abundance* (*BirdLife International*, 2019): jūros paukščių priegauda neturi viršyti 1% natūralaus rūšies suaugusių paukščių kasmetinio mirtingumo lygio. Toks rodiklio apibrėžimas siūlomas taikyti ir Lietuvoje – Per stebimą laikotarpį jūros paukščių priegauda verslinės žvejybos įrankiuose yra mažesnė negu 1% natūralaus suaugusių paukščių mirtingumo.

Akivaizdu, kad šis rodiklis turi būti vertinamas kiekvienai gausiau priegaudoje sutinkamai jūros paukščių rūšiai atskirai, nes kiekvienos rūšies demografiniai parametrai gali ženkliai skirtis. Šio rodiklio GAB reikšmių nustatymui konkrečioms rūšims reikia turėti patikimą informaciją apie suaugusių paukščių mirtingumą konkrečioje biogeografinėje rūšies populiacijoje, o šių duomenų daugeliui jūros paukščių rūšių, žiemojančių Baltijos jūroje, vis dar trūksta. Taip pat nėra iki galo atsakytas klausimas kaip įvertinti „natūralų“ mirtingumą, nes net nustačius realų rūšies suaugusių paukščių mirtingumą, dalis jo tikėtina jau yra sukelta ne natūralių, o antropogeninių veiksnių –

legalios ar nelegalios medžioklės visame areale, naftos taršos, tos pačios priegaudos žvejybos įrankiuose.

Kaip jau minėta, šiuo metu jūros paukščių priegaudos verslinės žvejybos įrankiuose indikatorius vis dar yra vystymo stadijoje – HELCOM regione jis toliau bus vystomas HOLAS III projekto metu, kurio tikslas – sukurti veikiantį rodiklį iki 2021 m rudens.

8 Siūlymai makrozoobentos ir buveinių monitoringo planui jūros rajone

Jūros dugno buveinių būklės vertinimui yra tinkamos šios minkšto dugno makrozoobentos stebėsenos stotys: infralitoralės smėliai - 4, 5, 6, 7 stotys, cirkalitoralės smėliai – N6 (dampingo zonoje – 20 ir 20A), cirkalitoralės dumblas – 64 ir 65 stotys. Esamas stočių tinklas neapima atviros jūros buveinių, o cirkalitoralėje šį tinklą būtina išplėsti, padengiant skirtingas gylių zonas (10 lent.).

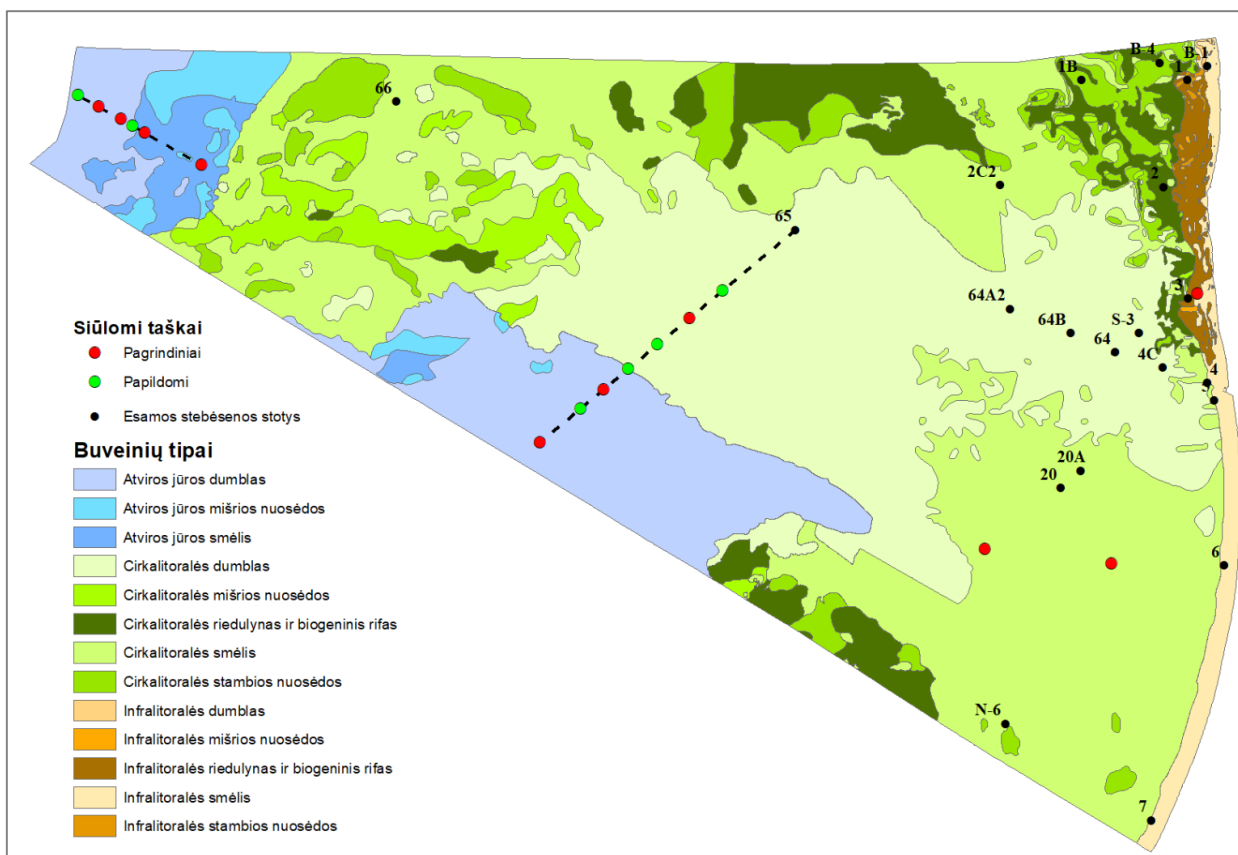
B-1 stotis yra ties infralitoralės smėlio ir infralitoralės dumblo buveinių riba, tačiau, sprendžiant pagal daugiamečius stebėsenos duomenis, yra itin heterogeniškame dugne (skirtingais metais ar net skirtingose tų pačių metų imtyse nuosėdos varijuoja nuo dumblo ir smėlio iki riedulių), todėl čia vykdyti stebėseną netikslinga.

10 lentelė. Rekomendacijos minkšto dugno makrozoobentos stebėsenai skirtinguose buveinių tipuose. Pabraukti stočių numeriai rodo monitoringo vietas, kuriose stebėjimai atliekami epizodiškai.

JSPD stambus buveinių tipas	Plotas, km ²	Svarba	Rekomendacijos stebėsenai
Infralitoralės riedulynas ir biogeninis rifas	68	Didelė	3 stotis. Rifų stebėsenos programos dalis, vykdyti minkšto dugno stebėseną netikslinga.
Infralitoralės stambios nuosėdos	5	Maža	1 stotis. Tarpinė zona tarp riedulynų ir smėlio buveinių. Vykdyti stebėseną netikslinga.
Infralitoralės mišrios nuosėdos	2	Maža	Tarpinė zona tarp riedulynų ir smėlio buveinių. Vykdyti stebėseną netikslinga.
Infralitoralės smėlis	142	Vidutinė	4, 5, 6, 7 stotys. Papildyti stotimi kontinentinėje dalyje.
Infralitoralės dumblas	< 2	Maža	Priekrantei nebūdinga buveinė, esanti išskirtinai ties Šventosios upės žiotimis. Vykdyti stebėseną netikslinga.
Cirkalitoralės riedulynas ir biogeninis rifas	420	Didelė	2 stotis. Rifų stebėsenos programos dalis, vykdyti minkšto dugno stebėseną netikslinga.
Cirkalitoralės stambios nuosėdos	345	Maža	1B, B-4 stotys. Tarpinė zona tarp riedulynų ir smėlio buveinių. Vykdyti stebėseną netikslinga.
Cirkalitoralės mišrios nuosėdos	235	Maža	Tarpinė zona tarp riedulynų ir smėlio buveinių. Vykdyti stebėseną netikslinga.
Cirkalitoralės smėlis	2360	Vidutinė	N6, <u>2C2</u> , <u>66</u> , 20, 20A stotys (pastarosios dvi – dampingo zonoje). Papildyti stotimis padengiant skirtingas gylių zonas.
Cirkalitoralės dumblas	1853	Vidutinė	64, 65, <u>4C</u> , <u>S-3</u> stotys. Papildyti stotimis padengiant skirtingas gylių zonas.
Atviros jūros mišrios nuosėdos	119	Maža	Vykdyti stebėseną netikslinga.
Atviros jūros smėlis	130	Vidutinė	Įtraukti stebėsenos stotis padengiant skirtingas gylių zonas.
Atviros jūros dumblas	748	Maža	Įtraukti stebėsenos stotis padengiant skirtingas gylių zonas.

Siūlomos stebėsenos stotys (22 pav.) suskirstytos į dvi grupes: pagrindinės ir papildomos. Pagrindinės stotys skirtos buveinių tipų būklės vertinimui, įtraukiant atviros jūros buveines bei išplečiant cirkalitoralės ir infralitoralės buveinių stočių tinklą. Papildomos stotys skirtos priedugnio deguonies režimo pokyčių stebėjimui bei jų poveikio makrozoobentos bendrijoms vertinimui. Vakariniame traverse pagrindinės stotys išdėstytos 75, 80, 100 ir 110 m gyliuose,

papildomos – 90 ir 120 m gyliuose. Centriniam traverse pagrindinės stotys išdėstytos 60, 72, 80 m gyliuose, papildomos – 55, 65, 70 ir 75 m gyliuose. Stovių koordinatės pateiktos 11 lentelėje.



22 paveikslas. Siūlomos naujos minkšto dugno makrozoobentosos stebėsenos stotys.

11 lentelė. Siūlomų naujų minkšto dugno makrozoobentosos stebėsenos stovių koordinatės WGS koordinatinių sistemoje.

Nr.	Tipas	Ilguma, °	Platuma, °
1	Pagrindinė	21,033400	55,821201
2	Pagrindinė	20,670500	55,573502
3	Pagrindinė	20,886801	55,560398
4	Pagrindinė	20,160400	55,794899
5	Pagrindinė	19,907499	55,672901
6	Pagrindinė	20,014700	55,724701
7	Pagrindinė	19,175400	55,976898
8	Pagrindinė	19,136600	55,988400
9	Pagrindinė	19,317101	55,934700
10	Pagrindinė	19,217199	55,964500
11	Papildoma	19,976299	55,706200
12	Papildoma	20,056801	55,745098
13	Papildoma	20,106600	55,769100
14	Papildoma	20,216900	55,821999
15	Papildoma	19,101101	55,999001
16	Papildoma	19,195700	55,970901

Cirkalitoralės dumblo vyraujančios buveinės ekologinės būklės vertinimo pagal BKI rodiklį galimybės ir poreikis. Rodiklis „Minkšto dugno makrozoobentosos būklė pagal BKI“ (angl. *Status of the soft-bottom macrozoobenthos (BQI)*) cirkalitoralės dumblyje yra nurodytas kaip galimas taikyti HOLAS II (HOLAS II 6E-2017, 4-1), ir jis yra analogiškas HELCOM ataskaitoje (HELCOM, 2018. State of soft-bottom macrofauna community. HELCOM core indicator report) nurodytam pagrindiniam (angl. core) rodikliui „Minkšto dugno makrofaunos bendrijų būklė“ (angl. *State of soft-bottom macrofauna community*). Rodiklio vertės Rytų Gotlando baseinui buvo gautos naudojant pagrindinę Lietuvos jūrinės akvatorijos duomenis 30-60 m gyliuose, apimančias cirkalitoralės dumblo ir cirkalitoralės smėlio buveines. Siekiant išvengti, jog gretimų baseinų tos pačios rūšys papuola į skirtingas jautrumo kategorijas, buvo koreguotos kai kurių rūšių (pvz., *Monoporeia affinis*) jautrumo vertės (Schiele et al., 2016). Tokiu būtu Rytų Gotlandui rekomenduotume ir toliau taikyti šio ir ankstesnio JSPD periodo vertinimuose naudotas jautrumo vertes (12 lent.) ir BKI slenkstinę vertę, siekiant kuo tiksliau vertinti Lietuvos buveinių būklę. Esant poreikiui (pvz., atsiradus gerai erdvėje pasiskirsčiusiems duomenims iš kaimyninių Latvijos ir Lenkijos rajonų), vertinimą būtų galima lengvai koreguoti, kadangi BKI ir rūšių jautrumo verčių skaičiavimo metodika yra gerai žinoma ir taikoma.

12 lentelė. Rūšių jautrumo vertės infralitoralės ir cirkalitoralės stebėsenos stotims.

Rūšis	Infralitoralė	Cirkalitoralė
<i>Bathyporeia pilosa</i>	4,5	
<i>Bylgides sarsi</i>		4,8
<i>Cardium glaucum</i>	4,8	5,5
<i>Corophium volutator</i>	4,3	3
<i>Halicryptus spinulosus</i>		4,4
<i>Hediste diversicolor</i>	4,3	5,3
<i>Hydrobia sp.</i>	4,4	5,4
<i>Limecola balthica</i>	3,4	2,9
<i>Marenzelleria sp.</i>	4,1	3,5
<i>Monoporeia affinis</i>		3,4
<i>Mya arenaria</i>	4,4	4,9
Nemertini undet.	5,6	
Oligochaeta undet.	3,4	4
Ostracoda undet.		4,4
<i>Pontoporeia femorata</i>		5,2
<i>Pygospio elegans</i>	2,8	3,4
<i>Saduria entomon</i>		3
<i>Streblospio benedicti</i>	5,8	

„Suminio poveikio dugno biotopams“ rodiklio pritaikomumas ir taikymo poreikis

Rodiklis „suminis poveikis dugno biotopams“ dar vystomas (Berg et al., 2018), rodiklio dabartinis patikimumas – žemas. Riba tarp mažo ir vidutinio suminio poveikio indikuoja reikšmingą poveikį, o 25 % viso biotopo ploto, esančio reikšmingame poveikyje, yra preliminari ribinė vertė tarp geros ir blogos aplinkos būklės. Šis rodiklis orientuotas į poveikius, sukeliančius buveinių nykimą didesniame nei lokaliame mastelyje (gilinimas ir smėlio kasimas, dämpingas, jūrinės konstrukcijos (tiltai, naftos platformos), konstrukcijos, saugančios nuo krantų erozijos, kabeliai ir vamzdiniai, vėjo jėgainių parkai, žvejyba dugniniais tralais).

Rodiklio taikymui reikalinga:

- erdvinė informacija apie biotopų erdvinį pasiskirstymą ne žemesniame nei HELCOM HUB klasifikacijos 4 lygmenyje, pageidautina 5-6 lygmenyse;
- erdvinė informacija apie poveikių pasiskirstymą, apimant jų dažnumą, intensyvumą ir mastą;
- biotopų fizinių ir biologinių komponentų atsparumą (angl. *resistance*) ir atsistatymą (angl. *resilience*) atskiriems poveikiams;

Rodiklis „suminis poveikis dugno biotopams“ gali būti taikomas tik tada, kai atskirų poveikių dugno biotopams erdvinis mastas ir poveikis biotiniams ir abiotiniams biotopo komponentams yra aiškiai žinomi. Taip pat duomenų erdvinė rezoliucija (tiek poveikių, tiek biotopų), turi būti pakankamai didelė ir tarpusavyje suderinama, jog būtų galima vertinti biotopo veikiamo ploto procentinę dalį skirtingiems poveikiams. Kita vertus, iš aukščiau išvardintų poveikių, didesniu nei lokaliu mastu Lietuvos akvatorijoje veikia tik dugninis tralavimas, kuris erdviškai nepersidengia su lokaliame mastelyje veikiančiais poveikiais (smėlio kasimu, dampungu ir smėlio pylimu), todėl šio rodiklio taikymas šiuo metu nėra aktualus.

9 Paukščių ir žinduolių priegaudos žvejybos įrankiuose vertinimo reikalavimai ir metodika 2018-2024 m periodo aplinkos monitoringo programai

Paukščių ir žinduolių priegauda žvejybos įrankiuose yra dažnas reiškinys visoje žvejybos pramonėje ir yra plačiai paplitusi daugelyje žvejybos sektorių. Dėl žvejybos pastangų atsitiktinai žūsta didelė dalis jūros paukščių ir žinduolių, dėl ko iškyla grėsmė jūros gyvūnų populiacijoms. Lietuvoje ši problema aktuali tapo po nepriklausomybės atkūrimo, nuo ~1990 metų, kai atsirado privačios verslo įmonės užsiimančios žvejyba Baltijos jūroje ir Kuršių mariose. Priegaudos grėsmė daro neigiamą įtaką biologinės įvairovės išsaugojimui, spartina jos nykimą.

Jūros paukščių ir žinduolių priegauda žvejybos įrankiuose yra aktuali problema, kurią bandoma spręsti įvairaus lygio politiniuose segmentuose. 2008 m. Tarptautinės jūrų tyrinėjimo tarybos (angl. ICES) pateiktose rekomendacijose (atnaujintos 2009 ir 2010 m.) nurodyta, kad trūksta duomenų apie jūrinių paukščių rūšių pasiskirstymą, pažeidžiamumą keliamai grėsmei, bendrą apsaugos būklę ir atsitiktinės priegaudos lygius. Tai reiškia, kad būtina įvertinti žuvininkystės poveikį šioms rūšims, ir rodo, kad trūksta sistemingos jūros paukščių priegaudos stebėsenos ir atskaitomybės. Tačiau, remiantis turimais duomenimis, matyti, kad daugelyje ES žvejybos rajonų nustatytas didelis jūrinių paukščių mirtingumas žvejybos įrankiuose. Pagal naujausius apytikslius vertinimus, kasmet ES žvejybos laivais ES vandenyse sugaunama apie 200 000 jūrinių paukščių, o „BirdLife International“ ataskaitoje nurodyta, kad pasaulinio masto jūros paukščių priegauda žvejojant ūdomis – ne mažiau kaip 160 000 jūrinių paukščių ir gali siekti 320 000 jūrinių paukščių per metus. Ne mažiau kaip 49 paukščių rūšys (25 – ES vandenyse ir 24 – ne ES vandenyse) yra priskiriamos rūšims, kurių išsaugojimas kelia susirūpinimą pasauliniu arba vietos populiacijų mastu. Be to, remiantis duomenimis, didžiausia jūrinių paukščių priegauda ES nustatoma žvejojant tokiais žvejybos įrankiais, kaip ūdos ir pasyvieji statomi žiauniniai tinklai, nors pranešama ir apie tralais bei gaubiamaisiais tinklais atsitiktinai sugautus jūros paukščius. Informacija apie jūros paukščių ir žinduolių priegaudą žiauniniuose tinkluose nėra išsami, kad būtų galima tinkamai įvertinti priegaudą Lietuvos mastu. Paskutiniai duomenys (Žydelis ir kt. 2009) rodo, kad Baltijos jūros ir Šiaurės jūros regione žvejybiniuose tinkluose kasmet žūsta nuo 90 tūkst. iki 200 tūkst. jūros paukščių: narai, kragai, jūros antys, alkos ir kormoranai yra labiausiai paveiktos rūšys. Priegaudoje dažnai registruojamos tokios rūšys kaip rudakakliai narai, juodakakliai narai ir rguotieji kragai, visos šios rūšys yra įrašytos į ES paukščių direktyvos I priedą. O nuodėgulės ir ledinės antys yra įtrauktos į Lietuvos raudonąją knygą. Baltijos jūroje be paukščių, žvejybos įrankiuose taip pat žūva ir jūros žinduoliai, kurių bendras įvertinimas nėra žinomas.

Lietuvoje valstybiniu lygmeniu duomenys apie jūros paukščių priegaudą nėra tinkamai arba iš viso renkami. Išsamius jūros paukščių priegaudos verslinės žvejybos įrankiuose Lietuvos Baltijos jūros priekrantėje tyrimus 2001–2002 metais atliko Ekologijos instituto (dabar – Gamtos tyrimų centro) mokslininkai. Nuo 2015 iki 2019 metų duomenis apie paukščių priegaudą iš dalies priekrantės žvejų renka Lietuvos ornitologų draugija (LOD). LOD duomenimis Lietuvoje kasmet žvejybos įrankiuose gali žūti nuo 1000 iki 1500, 14 rūšių jūros paukščių, daugiausiai nuodėgulių, ledinių ančių, rudakaklių narų, narūnėlių, ausuotųjų kragų.

Žinduolių priegauda žvejybos įrankiuose. Lietuvoje nėra ir nebuvo vykdytas jūros žinduolių monitoringas ar jų žuvimo įvertinimas žvejybos įrankiuose. Pagal neoficialius duomenis yra manoma, kad pastaraisiais metais žvejybos įrankiuose dažniausiai žūva pilkieji ruoniai (*Halichoerus grypus*). Iš Lietuvos jūrų muziejaus įrašų yra žinomi keli atvejai apie žvejybiniuose tinkluose žuvusias paprastąsias jūros kiaules (*Phocoena phocoena*), paskutiniai atvejai buvo fiksuoti 2001-iais ir 2003-iais metais. Šių žinduolių Lietuvos vandenyse pastaraisiais metais beveik neaptinkama. Projekto SAMBAH metu buvo tiriamas šių žinduolių aptikimas Lietuvos Baltijos jūros dalyje, nustatytas labai mažas šių žinduolių aptikimas, sonarais buvo registruoti keli komunikaciniai šių žinduolių garsai, vos keliuose tyrimo taškuose. Tuo metu didėjanti Baltijos pilkųjų ruonių populiacija vis dažniau susiduria su žvejybos įrankiais. Ruoniai neretai ėda žuvis iš žvejybos įrankių – žiauninių tinklų ir gaudyklių. Nebijodami žmogaus veiklos ir maitindamiesi iš

žvejų tinklų neretai tuose pačiuose žvejybos įrankiuose įsipainioję ir žūva. Yra manoma, kad Lietuvos Baltijos jūros teritoriniuose vandenyse kasmet priegaudoje žūva nuo 60 iki 90 pilkųjų ruonių.

Iki šiol Lietuvoje daugiausiai dėmesio buvo skiriama jūros paukščių priegaudos problematikai. Dabartinės jūrinių paukščių ir žinduolių apsaugos valdymo priemonės nustatytos įvairiuose žuvininkystės ir aplinkos srities teisės aktuose, taip pat kai kuriose tarptautinėse konvencijose ir susitarimuose. Tačiau šios priemonės yra iš esmės neveiksmingos mažinant jūros paukščių priegaudą.

Tikslai. Programos tikslas – užtikrinti objektyvų žvejybos įrankiuose žūstančių jūros paukščių ir žinduolių rūšinės sudėties bei gausmo vertinimą, įgalinantį nustatyti rūšinius, erdvinius ir sezoninius priegaudos ypatumus, skirtingų žvejybos įrankių poveikį, įgalinti susieti priegaudos rodiklius su žvejybos pastangomis. Monitoringo metu renkami duomenys turi įgalinti nustatyti priegaudos sukeltą mirtingumą atskiroms paukščių ir žinduolių rūšims. Didžiausias dėmesys turi būti skirtas priegaudos vertinimui jautriausioje vietoje – sekliuose jūros priekrantės vandenyse, kur vykdoma intensyvi žvejyba. Įvertinus paukščių ir žinduolių priegaudą bus galima paruošti veiksmingesnes priemones priegaudai mažinti.

Duomenų rinkimo reikalavimai. Lietuva pagal Europos Komisijos patvirtintą Duomenų Rinkimo Programą (DRP) privalo registruoti žvejybos įrankiuose atsitiktinai pagaunamus paukščius ir žinduolius. Už programos įgyvendinimą yra atsakinga Žemės ūkio ministerija ir jai pavaldžios institucijos. ES narės duomenis turi teikti EK, juos vertina ir analizuoja, ir rekomendacijas pagal pateiktas ataskaitas rengia ICES darbo grupės. Lietuva duomenis apie jūros paukščių ir žinduolių priegaudą teikia epizodiškai arba iš viso neteikia.

Pagal DRP privaloma surinkti duomenis apie žvejybos įrankiuose priegaudoje pasitaikančius paukščius ir žinduolius. DRP palikta galimybė valstybėms narėms pačioms nuspręsti koku būdu ir kokia apimtimi duomenys turi būti renkami. Duomenys gali būti renkami mokslinių žvejybos reisų metu arba turi būti užfiksuotas stebėtojo patikrintų, stebėtų žvejybos atvejų skaičius ir priegaudoje pasitaikiusių paukščių, žinduolių skaičius ir žvejybos įrankio tipas.

Mokslinių žvejybos reisų metu arba pačių žvejų turi būti registruojami žvejybos įrankiuose sugauti paukščiai ir žinduoliai arba tai turi atlikti stebėtojai. Iki šiol nėra pilnai renkami priegaudos duomenys skirti žvejybos poveikiui jūros ekosistemoms įvertinti.

Duomenų rinkimo poreikis įvertinti paukščių ir žinduolių priegaudai. Priegaudos vertinimui reikalingi kiek įmanoma tikslesni duomenys apie žvejybos pastangas, naudotus įrankius ir žvejybos laimikį. Lietuvoje yra naudojamos skirtingos žvejybos priemonės, kurių selektyvumas yra parinktas atsižvelgiant į pagrindinę gaudomą žuvies rūšį. Dažniausiai yra naudojami statomieji žiauniniai tinklai, gaudyklės ir ūdos.

Statomaisiais žiauniniais tinklais yra gaudomos strimelės, stintos, menkės, žiobriai, laišos uotai, šioms rūšims gaudyti yra naudojami nuo 17 iki 110 mm akies dydžio tinklai. Šie tinklai gali būti statomi skirtinguose gyliuose, arba plūduriuojantys vandens paviršiuje. Visi jie gali turėti poveikį įvairių rūšių paukščiams ir žinduoliams, tačiau dažniausiai į šiuos tinklus patenka priekrantės zonos jūros paukščiai, kurie ieško maisto ant dugno arba negiliai nardo vandens storumėje persekiodami grobį. Taip pat didžiausiai storo valo tinklai yra pavojingi pilkiesiems ruoniams. Ruoniai bandydami iš tinklų paimti grobį arba atsitiktinai plaukdami įsipainioja į tinklus, nesugebėdami perplėsti storo valo tinkluose žūva.

Ūdos Lietuvos priekrantėje yra naudojamos retai. Dažniausiai ūdos yra naudojamos gaudyti menkes. Priklausomai nuo ūdos tipo – ar tai prie dugno gulintys masalai ar vandens storumėje plūduriuojantys masalai, jos poveikį gali turėti skirtingoms žuvimis besimaitinančioms paukščių rūšims kaip kirai, kragai ar narai.

Gaudyklės Lietuvoje yra vis labiau populiarėjanti žvejybos priemonė. Žuvies sugavimai su šiais įrankiais kasmet didėja. Gaudyklėmis dažniausiai yra gaudomos sąlyginai nedidelės žuvų

rūšys kaip strimelės, stintos, juodažiočiai grundalai, vėjažuvės ir kitos rūšys. Gaudyklės yra vienos iš saugiausių priemonių paukščiams. Storas tinklas yra gerai matomas paukščiams. Tačiau gaudyklėse dažniau nei paukščiai įkliūva ir žūva pilkieji ruoniai.

Renkami duomenys

Šiuo metu nei HELCOM, nei ICES nėra sutarta kokius parametrus reikia rinkti kad tinkamai įvertinti realiausią paukščių ir žinduolių priegaudos mastą. Norint užtikrinti kokybišką paukščių ir žinduolių priegaudos vertinimą reikia surinkti patikimus ir išsamius duomenis apie priegaudos atvejus. Turi būti renkami tokie parametrai apie žvejybą ir paukščių bei žinduolių priegaudos atvejus:

- a) Žvejybos įrankis (statomasis tinklas, gaudyklė, ūda kt.),
- b) Tinklo akies dydis
- c) Pastatymo laikas ir data
- d) Ištraukimo laikas ir data
- e) Žvejybos vieta, baras
- f) Ar buvo priegaudos atvejis, TAIP/NE
- g) Priegaudos rūšis, paukštis/žinduolis
- h) Gyvūno rūšis, amžius, lytis
- i) Priegaudos atvejo koordinatės
- j) Priegaudos atvejo gylis

Duomenys gali būti tiesiogiai renkami į elektroninę sistemą arba į popierinius blankus kurie vėliau suvedami į priegaudos duomenų bazę. Žinant šios priegaudos parametrus galima įvertinti paukščių ir žinduolių priegaudą žvejybos įrankiuose per žvejybos pastangas.

Duomenų apie paukščių priegaudą galimi rinkimo būdai Lietuvoje. Norint įvertinti realų poveikį jūros paukščiams reikia surinkti kokybiškus duomenis apie jūros paukščių ir žinduolių priegaudą žvejybos įrankiuose. Pasaulinėje praktikoje yra taikomos įvairios duomenų rinkimo priemonės. Bet iki šiol nėra nei vienos standartizuotos jūros paukščių priegaudos duomenų rinkimo metodikos ar parametrų kurie turi būti renkami norint įvertinti jūros paukščių ir žinduolių priegaudą. Pasaulyje priegaudos atvejai yra renkami naudojant labai įvairią metodiką, dažniausiai priklausomai nuo galimybių – nuo duomenų pildymo žvejybos žurnaluose iki stebėtojo dalyvavimo žvejybos išvykoje ar automatinių priegaudos registravimo sistemų (13 lent.). Lietuvoje rekomenduojama taikyti metodą, kuomet priegaudos duomenys yra surenkami stebėtojo pagalba arba naudojant automatinę vaizdo registraciją.

13 lentelė. Paukščių ir žinduolių priegaudos rinkimo metodai.

Nr.	Duomenų rinkimo metodas	Veiksmingumas ir metodo aprašymas	Metodo privalumai ir trūkumai
1*	Stebėtojo dalyvavimas žvejyboje ir duomenų apie priegaudą rinkimas.	Tai yra pati patikimiausia ir veiksmingiausia priemonė, leidžianti surinkti labai kokybiškus ir patikimus duomenis. Stebėtojas turi gebėti atpažinti priegaudos rūšis, paukščių ir žinduolių amžių bei lytį. Duomenys yra suvedami faktiškai dalyvaujant žvejybinėje išvykoje į specialias duomenų rinkimo elektronines arba popierines formas. Stebėtojas kartu su žveju jo valtimi plaukia į žvejybos išvyka ir stebi tinklų ištraukimą ir pastatymą. Jei nėra galimybės stebėtoją paimti į valtį, stebėtojas turi būti plukdomas papildomu laivu ir stebėti visą tinklų ištraukimo procesą. Stebėjimo metu registruojami anksčiau, 5 skyriuje minėti priegaudos parametrai.	Privalomai – pats tiksliausias ir patikimiausias būdas duomenų rinkimui. Tuo pačiu gali būti surenkama ir duomenys apie žuvų priegaudą Trūkumai. Ne visada yra galimybė vykdyti stebėjimą iš žvejų laivo, gali būti reikalinga teisės aktų korekcija, siekiant užtikrinti kokybišką duomenų surinkimo galimybę. Padengiama tik dalis žvejybos pastangų. Daug žmoniškųjų ir finansinių resursų reikalaujantis metodas.

2*	Priegaudos rinkimas vaizdo registracija	Veiksminga priemonė surinkti objektyvius duomenis. Lengviau pritaikoma didesniuose laivuose, kur galima įrengti stacionarą vaizdo registravimo ir perdavimo sistemą. Vaizdo registracijos sistemos kamera (kamerės) filmuoja tinklų ištraukimą iš vandens, o tuo pačiu ir tinkluose sugautas žuvis, paukščius bei žinduolius. Vaizdo įrašymo sistema pradeda veikti užvedus laivą ir išsijungia grįžus į uostą (arba įsijungia tik tinklų statymo/traukimo metu, pvz., priklausomai nuo laivo greičio). Duomenys gali būti perduodami per mobilųjį ryšį arba perrašomi iš atminties kaupiklių sumontuotų laive. Sistema taip pat registruoja laivo poziciją. Vaizdo medžiagos analizė atliekama krante, reikalingas specialus apmokymas kaip atpažinti priegaudos rūšis iš vaizdo medžiagos, gali būti panaudojamos specializuotos vaizdo objektų atpažinimo programos darbo našumui padidinti.	Privalumai. Surenkami objektyvūs duomenys. Įrangos įdiegimas susijęs su didesnėmis vienkartinėmis išlaidomis, tačiau duomenų rinkimas ženkliai sumažintų žmoniškųjų išteklių poreikį bei kaštus. Yra galimybė automatiškai dalinai atlikti duomenų analizę ir identifikuoti netipinius tinkluose esančius objektus. Galima įvertinti ir kitų rūšių priegaudą kaip žuvys, ar šiuokščių aptikimą. Padengiamas 100 proc. žvejybos pastangų. Trūkumai. Mažiems laivams/valtimis tinkama įranga kol kas nėra parengta ir išbandyta; turi būti išspręsti duomenų apsaugos ir patikimo perdavimo klausimai. Galimi įrangos gedimai/duomenų praradimai dėl techninių ar žmoniškųjų veiksnių.
3	Savanoriškas duomenų apie priegaudą registravimas	Žvejybos žurnalo pildymas ir savanoriškas duomenų apie priegaudą rinkimas pačio žvejo. Metodas gali būti veiksmingas, jei sąžiningumo principu tikrai yra suvedamas visi priegaudoje pasitaikantys paukščiai ir žinduoliai. Žvejybos metu yra registruojamos rūšys pakliuvusios į tinklus ir registruojamas į elektronines sistemas arba į popierinius duomenų rinkimo blankus.	Privalumai. Mažiausios papildomos sąnaudų. Duomenų masyvas gali apimti visas žvejybas, visus sezonus. Veikiant sąžiningumo principui galima suregistruoti visus priegaudos atvejus žvejybos įrankiuose. Trūkumai. Nedidelė tikimybė surinkti objektyvius ir išsamius duomenis. Kai kontrolė paliekama pačiam vykdytojui, iškyla galimybė piktnaudžiauti surenkamų duomenų kokybe. Didelė tikimybė klaidingo/nepilno rūšių/lyties/amžiaus identifikavimo
4	Žvejybos pastangos stebėjimas ir duomenų apie priegaudą rinkimas nuo kranto	Stebėtojas per priartinimo prietaisus (monoklius ar žiūronus) stebi tinklų ištraukimą nuo kranto. Registruojami stebimi jūros paukščių ar žinduolių priegaudos atvejai.	Privalumai. Surenkami bent žemiausios kokybės duomenys apie priegaudą, nėra galimybės fiksuoti į kokį įrankį pakliūna priegaudos objektas. Galima stebėti tik sąlyginai arti kranto žvejojančius laivus. Trūkumai. Metodas labai neinformatyvus, kainuojantis daug laiko sąnaudų. Traukiant įrankį per priešingą nuo stebėtojo laivo šoną, nėra galimybės fiksuoti priegaudos. Surenkami prastos kokybės duomenys.

*- rekomenduojamas paukščių ir žinduolių priegaudos rinkimo metodas

Jūros paukščių gausumo duomenys. Vertinant jūros paukščių priegaudą verslinės žvejybos įrankiuose turi būti nustatoma žvejybos įrankiuose žūvančių atskirų paukščių rūšių santykinė dalis nuo visų vertinamoje teritorijoje žiemojančių tos rūšies paukščių. Todėl korektiškam šio rodiklio vertinimui būtina surinkti informaciją apie žiemojančių jūros paukščių rūšinę sudėtį ir gausumą. Atliekant žiemojančių jūros paukščių apskaitas taip pat suskaičiuojami

ir ruoniai. Šie duomenys gali būti panaudoti žinduolių priegaudos vertinimui, nustatant žuvusių ruonių dalį nuo suskaičiuoto gausumo. Žiemojančių jūros paukščių apskaitos atliekamos nuo kranto ir iš laivų. Skaičiuojant nuo kranto vadovaujamasi vidurio žiemos vandens paukščių apskaitų metodika.

Priegaudos duomenų rinkimo periodiškumas ir duomenų geografinė aprėptis. Žiemojantys jūros paukščiai Lietuvos Baltijos jūros priekrantėje yra pasiskirstę netolygiai, todėl naudojant informacijos apie priegaudą rinkimo metodą, neapimantį visų priekrantėje žvejojančių įmonių (pvz., stebėtojus), ir siekiant surinkti reprezentatyvią duomenų imtį, leidžiančią korektiškai įvertinti jūros paukščių priegaudos rodiklį, būtina tinkamai parinkti duomenų rinkimo pastangas tiek erdvėje, tiek laike. Daugiausiai žiemojančių jūros paukščių yra fiksuojama ties Kuršių nerija, mažiau – ties žemynine dalimi. Ir atvirkščiai – jūros žinduolių daugiau registruojama atkarpoje nuo Klaipėdos iki Šventosios. Žiemojančių jūros paukščių sankaupos ties Lietuvos krantais susiformuoja spalio mėnesį ir išlieka iki gegužės mėnesio.

Geografinė aprėptis. Priegaudos duomenys turi būti renkami iš skirtingų žvejojimo barų ir už baro ribos link atviros jūros. Reikalingi mažiausiai 7 taškai skirtingose vietose: 3 taškai ties Kuršių nerija ir 4 taškai ties žemynine dalimi. Pavyzdžiui žvejojimo baruose ir už jų ribos ties Nida, Juodkrante, Smiltyne, Giruliais, Karkle, Palanga ir Šventąja.

Duomenų rinkimo periodiškumas. Reikalinga padengti iki 30 proc. priekrantės žvejojimo atvejų. Duomenys turi būti renkami ištisus metus bet intensyviausias duomenų rinkimas turėtų būti nuo spalio iki gegužės mėnesio, kuomet yra aptinkamas didžiausias paukščių ir ruonių tankumas. Duomenys turi būti renkami kiekvieną mėnesį iš skirtingų žvejojimo įmonių. Duomenų rinkimo formose surašomi 5 skyriuje paminėti parametrai.

Paukščių ir žinduolių priegaudos įvertinimas. Jūros paukščių priegaudos vertinimui surinkti duomenys – informacija apie jūros paukščių priegaudą žvejojimo įrankiuose, informacija apie žvejojimo pastangas skirtingais žvejojimo įrankiais visoje vertinamoje teritorijoje bei informacija apie žiemojančių paukščių rūšinę sudėtį, gausumą ir pasiskirstymą vertinamoje teritorijoje, kaupiami susietose duomenų bazėse. Duomenys apie žvejojimo pastangas turi būti oficialiai surinkti Žuvininkystės tarnybos prie Žemės ūkio ministerijos.

Duomenys tikrinami ir išvalomi nuo klaidų. Paukščių gausumo duomenys perskaičiuojami į tankius (ind./km^2), žvejojimo pastangos perskaičiuojamos į standartinius vienetus – *net meter days* (NMD; tinklų ilgis metrais, padaugintas iš tinklų mirkimo jūroje dienų skaičiaus). Turint standartizuotus duomenis apie verslinės žvejojimo pastangas skirtingais žvejojimo įrankiais, paukščių priegaudos duomenis ir paukščių tankumo duomenis, yra sukuriamas linijinis regresinis modelis, kuris įvertina jūros paukščių priegaudą žvejojimo įrankiuose Lietuvos akvatorijos vandenyse. Nustatoma atskirų jūros paukščių rūšių priegauda, kuri palyginama su teritorijoje nustatytu rūšies gausumu, taip įvertinant žvejojimo įrankiuose žuvusių paukščių dalį nuo visų teritorijoje žiemojančių tos rūšies individų.

Reikšmingas poveikis jūros paukščių priegaudai yra laikomas jei priegaudoje registruojamas didesnis nei 1% paukščių priegaudos nuo natūralaus paukščių mirtingumo.

Pastabos

Ši metodika nebuvo derinta su HELCOM ar ICES, nes nei vienoje iš šių organizacijų ar bendrų jų organizuotų susitikimų metu nebuvo nutarta dėl minimalių kriterijų kuriuos reikia rinkti norint įvertinti paukščių ir žinduolių priegaudą ar vieningos vertinimo metodikos. Bet visos organizacijos, tiek EK, ICES, tiek OSPAR, tiek HELCOM pageidauja įvertinti paukščių priegaudą ir imtis paukščių ir žinduolių priegaudą mažinančių priemonių. Nors net nėra oficialiai patvirtintų standartų kokius duomenis reiktų rinkti norint įvertinti priegaudą.

10 Būklės vertinimo metodika pagal „Hidrografinių pokyčių“ (D7) kriterijus D7C1 ir D7C2

Rengiant būklės vertinimo metodiką pagal D7 kriterijus D7C1 ir D7C2, buvo išanalizuoti JSPD reikalavimai ir GAB nurodymai (EK 2017/845 ir 2017/848), HELCOM HOLAS II atliktas Baltijos jūros būklės vertinimas (HELCOM, 2018), OSPAR (2012), DELTARES (2014, 2015) ir JRC (2014) parengti dokumentai. Papildomai buvo ieškoma informacijos apie D7 kriterijus ir indikatorius ES finansuojamų BP7 ir H2020 programų „VECTORS“, „DEVOTES“, „INSPIRE“ ir kt. projektų darbuose.

Išeities taškas buvo rodiklių apibrėžimas (pagal EK 2017/848):

Rodiklis D7C1: „Su jūros dugnu ir vandens storyme susijusio hidrografinių sąlygų (pvz., bangų poveikio, srovių, druskingumo, temperatūros) negrįžtamo pakitimo, visų pirma susijusio su natūralaus jūros dugno nykimu), erdvinis mastas ir pasiskirstymas“ (EK 2017).

Rodiklis D7C2 „Dėl negrįžtamo hidrografinių sąlygų pakitimo neigiamai paveikto kiekvieno bentoso buveinių tipo (būdingų fizinių ir hidrografinių savybių ir susijusių biologinių bendrijų) erdvinis mastas.“ (EK 2017).

Taikant abu rodiklius reikia apibrėžti, kokius elementus / parametrus naudoti vertinimui:

- hidrografinės sąlygos - bangų poveikis, srovės, druskingumas, temperatūra ar kt. parametrai?
- negrįžtamas hidrografinių sąlygų pakitimas – kokiam laikotarpiui nustatomas (6 m., t. y. vertinimo ciklui; 12 m. – dvejų vertinimo ciklų laikotarpiui; ar dar ilgesniam)?
- kokioms dugno ir / ar vandens buveinėms nustatomas?
- koks poveikio mastas laikomas neigiamu?

Išanalizavus aukščiau nurodytus dokumentus buvo nustatyti parametrai, kurie naudojami vertinant hidrografines sąlygas JSPD D7 tikslams (14 lent.). HOLAS II vertinime (HELCOM, 2018) hidrografiniai rodikliai nėra atskirai išskirti, prie eutrofikacijos rodiklių minimi vandens drumstumas ir deguonis. Kituose dokumentuose kartojasi tie patys parametrai, kurie yra JSPD bei vandenilio potencialas (pH). Visi minėti parametrai buvo analizuojami ataskaitos 1 dalyje, išskyrus ledą dangą, nes ji Lietuvos Baltijos jūros akvatorijoje nesusiformuoja.

14 lentelė. Išanalizuotuose dokumentuose minimi hidrografinių sąlygų parametrai.

Parametrai	Dokumentai				
	JSPD	HOLAS II	MSFD OSPAR	DELTARES	JRC
1. Temperatūros režimas	+		+	+	+
2. Ledo danga			+	+	+
3. Srovės greitis	+		+	+	+
4. Apvelingas	+		+	+	+
5. Bangos	+		+	+	+
6. Druskingumas	+	+	+	+	+
7. Drumstumas (Secchi gylys)	+	+	+	+	+
8. Maistmedžiagės	+		+	+	+
9. Deguonis	+	+	+	+	+
10. Vandenilio potencialas (pH)			+	+	+

7, 8 ir 9 parametrai, o dalinai ir 10 parametras priklauso deskriptoriui D5 „Eutrofikacija“ ir toliau nenagrinėjami. Deskriptoriui D7 „Hidrografinės sąlygos“ priklausantys fiziniai parametrai, kurie gali būti veikiami žmogaus veiklos jūroje (pagal DELTARES 2015) yra išvardinti 15 lentelėje.

15 lentelė. Deskriptoriui D7 „Hidrografinės sąlygos“ priklausantys fiziniai parametrai, kurie gali būti veikiami žmogaus veiklos jūroje.

Parametrai	Žmogaus sukurtos struktūros*				
	Vėjo jėgainių parkai	Pakrantės elektrinės	Hidro-techniniai įrenginiai	Dirbtinės salos ir smėlio pylimas	Akvakultūra
1. Temperatūros režimas		+	+		
2. Ledo danga		+	+		
3. Srovės greitis	+	+	+	+	+
4. Apvelingas	+	+	+	+	
5. Bangos			+	+	+
6. Druskingumas			+		

* Struktūros, trunkančios daugiau nei 10 metų, nurodančios negrįžtamą situaciją (DELTA RES 2015)

Lietuvos jūros rajone kol kas yra tik vienas tipas žmogaus sukurtų struktūrų, kuris gali turėti įtaką tam tikriems hidrografiniams parametrams – tai hidrotechniniai įrenginiai, tiksliau – Klaipėdos uosto vartų molai. Jų galimas poveikis priekrantės hidrologiniam režimui nagrinėjamas ataskaitos 1 dalies 4.2.1. skyriuje. Dirbtinių salų Lietuvos jūriniuose vandenyse nėra, o galimas smėlio pylimo poveikis dugno buveinėms nagrinėjimas ataskaitos 1 dalies 4.2.2. skyriuje apie dugno vientisumą. Fiziniams parametrams (temperatūra, druskingumas, srovių greitis, apvelingas) ši veikla jokio poveikio neturi, nors lokaliai gali sumažinti bangų poveikį krantų ardymui.

Atsižvelgus į literatūros analizės rezultatus ir tarptautinę patirtį (Dr. Samuli Korpinen, Suomijos aplinkos institutas SYKE, pers. pran.) siūloma suformuluoti D7 kriterijus taip:

D7C1. Žmogaus sukurtos struktūros jūros dugne ar pakrantėje ir jų eksploatavimas reikšmingai nepakeičia jūros rajono hidrografinių sąlygų, tokių kaip druskingumas, temperatūra, bangos ir srovės, įskaitant apvelingo reiškinių.

Rodiklis: „Reikšmingas yra toks poveikis, kuris apima daugiau negu 10 proc. Lietuvos jūros rajono arba neigiamai įtakoja ypatingos gamtosauuginės svarbos teritorijas (pvz. nerštavietes, saugomas buveines), negrįžtamai keičiant išvardintas hidrografines sąlygas“.

D7C2. Hidrografinių sąlygų (vandens druskingumo, temperatūros, bangų ir srovių, įskaitant apvelingo reiškinių) pokyčiai dėl žmogaus veiklos jūroje ar pakrantėje nesukelia rajonui būdingų dugno buveinių nykimą.

Rodiklis: „Dėl žmogaus veiklos jūroje ar pakrantėje pakitusios hidrografinės sąlygos neigiamai paveikė daugiau negu 5 proc. Lietuvos jūros rajonui būdingų dugno buveinių“.

11 Siūlymai zooplanktono, deguonies ir hidrologinių parametru monitoringo programai atviroje jūros akvatorijoje

Dėl duomenų stokos šiuo metu zooplanktono indikatorius (Zooplanktono vidutinis dydis ir bendras išteklius, angl. Zooplankton Mean Size and Total Stock, MSTs) GAB vertės atviros jūros giliavandenėje 46 stotyje yra apskaičiuotos preliminariai (mažas mėginių skaičius $n=3$ per 7 metų stebėjimo laikotarpį) ir tik vandens sluoksniui virš termoklino (25 m vandens paviršiaus sluoksnis). Kadangi planktofagės žuvys daugiausiai maitinasi žemiau termoklino indikatorius neatspindi mitybos tinklo būklės (pagal kriterijų D4C3). Be to jo negalima pritaikyti pelaginių buveinių būklės vertinimui visame vandens stulpe (pagal kriterijų D1C6).

Zooplanktono tyrimai giluminėje LEZ dalyje būtų vertingi planuojant rodiklio interkalibraciją Rytų Gotlando rajone su kaimyninėmis Latvijos ir Lenkijos šalimis. Dėl to būtina užtikrinti reguliarių zooplanktono mėginių paėmimą 46 monitoringo stotyje. Svarbu, kad zooplanktono mėginiai šioje stotyje būtų imami griežtai laikantis HELCOM (2017) rekomendacijų.

Zooplanktono mėginių paėmimo vieta ir laikas

Mėginiai turi būti imami vasaros sezono metu (birželio – rugsėjo mėn.) mažiausiai vieną kartą per sezoną, optimaliai 3 kartus – vasaros pradžioje, viduryje ir pabaigoje (16 lent.).

16 lentelė. Rekomenduojamas mezozooplanktono mėginių ėmimo stočių tinklo bei gylio horizontų išdėstymas atviroje jūros akvatorijoje.

Tipas	Stočių skaičius (tinkamos nacionalinio monitoringo stotys)	Mėginio paėmimo būdas	Mėginių ėmimo dažnis	Mėginių skaičius
Atviros jūros giliavandenės stotys (100-120 m)	46 stotis	Imami 3 mėginiai: 1) nuo termoklino pradžios iki paviršiaus, jei nėra termoklino - nuo 25 m iki paviršiaus; 2) nuo haloklino pradžios iki termoklino pradžios, jei nėra haloklino ir/arba termoklino - nuo 75 m iki 25 m; 3) nuo 5 m virš dugno iki haloklino pradžios, jei nėra haloklino - nuo 5 m virš dugno iki 75 m.	1-3 kartus	3-9

Mezozooplanktono mėginių paėmimas. Mezozooplanktono mėginiai Baltijos jūros monitoringo stotyse turi būti imami pagal nustatytas HELCOM rekomendacijas (2017). Mėginių ėmimui turi būti naudojamas standartinis vertikalus WP-2 tinklas (tinklo akutės dydis 100 μm , tinklo angos diametras 57 cm) su pritvirtintu srovės matuokliu, tinklo traukimo greitis turi siekti apie 0,5 m/s, turi būti atlikta traukimo kampo korekcija.

Zooplanktono mėginių analizė. Visi submėginyje esantys organizmai yra apibūdinami iki rūšies (arba genties, 17 lent.), skaičiuojami ir matuojami. Skaičiavimo tikslumas yra pakankamas, jei suskaičiuojama ne mažiau 100 kiekvienos rūšies individų. Skirtingų planktono vėžiagyvių taksonominių grupių ir atskirų vystymosi stadijų biomasė nustatoma naudojant biomasės faktorius (Hernroth, 1985). Tačiau kai reikiamų biomasės faktorių nėra, biomasės nustatymui turi būti naudojamas standartinis ūginių grupių metodas (Witek et al., 1996; Salazkin et al., 1984). Todėl siekiant tikslesnio biomasės įvertinimo bei zooplanktono dydžio kaitos stebėseną rekomenduojama visus zooplanktono organizmus matuoti individualiai.

17 lentelė. Zooplanktono mėginyje nustatomi bei duomenų bazėse pateikiami parametrai bei apskaičiuojami rodikliai ir jų vienetai.

Parametras	Matavimo vienetai
Taksonominė sudėtis	Šakotaūšiai vėžiagyviai (Cladocera) identifikuojami iki rūšies. Irklakojai vėžiagyviai (Copepoda): atskirai skaičiuojami nauplijai, identifikuojamos kopepoditinės stadijos (1-3 ir 4-5), suaugusių individų nustatoma lytis (patinai, patelės). Suaugėliai identifikuojami iki rūšies, kopepoditinės stadijos iki rūšies (arba genties), o nauplijai mažiausiai iki būrio. Verpetės identifikuojamos iki rūšies arba genties. Taip pat turi būti skaičiuojamos ir identifikuojamos (iki aukštesnio taksono rango, pvz. būrio) bentoso gyvūnų lervos.
Gausumas ir biomasė	Kiekvieno identifikuoto taksono atskirai: ind./m ³ ir mg/m ³
Vidutinis zooplanktono dydis (t.y. santykis tarp bendros biomasės ir bendro gausumo) ir biomasė	μg/ind. ir mg/m ³

Tarptautinė standartizacija. Būtina orientuotis į tarptautinius biomasės nustatymo metodų atnaujinimus, kurie suderinti HELCOM iniciuotoje zooplanktono ekspertų tinklo (ZEN) grupėje (http://www.helcom.fi/projects/on_going/en_GB/zenqai/). Monitoringą atliekantis ekspertas turi dalyvauti tarptautinėse interkalibracijose. Aplinkos būklės vertinimą pagal zooplanktono rodiklius atliekantis ekspertai turi atsižvelgti į tai, jog iki šiol GAB vertėms nustatyti naudoti tik paviršinio vandens sluoksnio virš termoklino vasaros zooplanktono duomenys. Ateityje susikaupus pakankamam duomenų kiekiui (5 metų) vertės būtina perskaičiuoti įtraukiant gilius vandens horizontus, kuriuose iki šiol stebėseną buvo vykdoma nereguliariai.

Deguonies ir hidrologiniai parametrai

Siekiant išsamiai įvertinti vyraujančias fizikinių-cheminių savybių tendencijas bei atviros jūros buveinių būklę, reikalingi išsamūs druskingumo, deguonies ir temperatūros duomenys vandens stulpe ir priedugnio sluoksnyje. Siūloma Baltijos jūros monitoringą papildyti dažnesniais matavimais keliose stebėsenos stotyse. Atviroje jūroje esančioje 46 monitoringo stotyje, apimančioje ir buveines, esančias žemiau haloklino (gylis 117 m), druskingumo, temperatūros ir deguonies matavimus vandens stulpe ir priedugnyje siūloma atlikti bent kartą į sezoną (t.y. bent 4 kartus per metus skirtingais sezonais) papildomai įvertinant charakteristikas, kaip anoksinės zonos susidarymo viršutinė riba, deguonies mažėjimo ir/ar vandenilio sulfido koncentracijos vertikalusis profilis.

Atsižvelgiant, kad 2017 m. rugpjūčio mėn. buvo aptikti epizodiški deguonies deficito atvejai ir virš haloklino esančiuose vandenyse (29 ir 38 m gyliuose, atitinkamai 2C2 ir 64A2 monitoringo stotyse), taip pat siūloma į reguliarius monitoringo stebėjimus įtraukti ir šias stotis, monitoringą atliekant bent kartą į sezoną (t.y. bent 4 kartus per metus skirtingais sezonais), kad būtų galima įvertinti ar pastabėta hipoksija šiose stotyse atspindi tik momentinę situaciją, ar tai ilgalaikis hidrologinių sąlygų pakitimas.

12 Siūlymai pavojingų medžiagų stebėsenai: aktualios tyrimų terpės

Aktualios tyrimų terpės nurodymas (18 lent.) atliktas įgyvendinus cheminės būklės vertinimo veiklas ir detaliai išanalizavus turimus monitoringo duomenis. Pagrindžiant pavojingoms medžiagoms aktualią terpę taip pat atsižvelgta į HELCOM rodiklių ataskaitose (HELCOM Core Indicator Reports) pateikiamus holistinio vertinimo rezultatus bei rekomenduojamas prioritėtines terpes.

18 lentelė. Aktualios tyrimų terpės, kuriose tikslinga vykdyti pavojingų medžiagų tyrimus.

Pavojinga medžiaga	Aktuali tyrimų terpė ir esami/siūlomi AKS						Pastabos
	Vanduo	AKS, µg/l	Nuosėdos	AKS, g/kg	Biota	AKS, µg/kg	
Gyvsidabris ir jo junginiai	x	0,07			x	20	Hg tyrimai išlieka aktualūs vandens stovymėje ir biotoje, tyrimai dugno nuosėdose mažai reikšmingi.
Kadmis ir jo junginiai	x	0,2	x	2,3	x	163,2 ^{HOLAS} (moliuskų minkštieji audiniai)	Naudotina HELCOM HOLAS II tarp regionų suderinta ribinė vertė nuosėdoms; nagrinėti galimybę nustatyti naują AKS biotos (moliuskų audinių) tyrimams pagal HELCOM rekomendacijas.
Švinas ir jo junginiai	x	1,3	x	120 ^{HOLAS}	x	26 ^{HOLAS} (žuvų kepenys) 221 ^{HOLAS} (moliuskų minkštieji audiniai)	Naudotina HELCOM HOLAS II tarp regionų suderinta ribinė vertė nuosėdoms; nagrinėti galimybę nustatyti naują AKS biotos (žuvų kepenų ir/ar moliuskų audinių) tyrimams pagal HELCOM rekomendacijas.
Nikelis (Ni)	x	8,6	x	10			Tyrimai išlieka aktualūs
Chromas (Cr)	x	10	x	30			Lietuvos Baltijos jūros
Varis (Cu)	x	10	x	10			akvatorijai tiek vandenyje, tiek
Cinkas (Zn)	x	100	x	60			nuosėdose. Rekomenduojama
Arsenas (As)			x	3			peržiūrėti sunkiesiems metalams taikomas ribines vertes dugno nuosėdoms, atsižvelgiant į jūros rajono dugno nuosėdų geocheminį foną.
¹³⁷ Cs	x	15*					Naudotina HELCOM HOLAS II tarp regionų suderinta ribinė vertė vandens stovymui.
Naftos angliavandeniliai	x	200	x	100			Tyrimai išlieka aktualūs Lietuvos Baltijos jūros akvatorijai tiek vandenyje, tiek nuosėdose.
Fluorantenas	x	0,0063					
Benzo(a)pirenas	x	0,00017			x	5	Iš tiriamų PAA junginių didžiausiu aktualumu išsiskiria
Antracenas	x	0,1					benzo(a)pirenas ir
Naftalenas	x	2					benzo(ghi)perilenas.
Tributilalavo junginiai	x	0,0002	x	0,0016 ^{HO LAS}	x	12 ^{HOLAS} (moliuskų minkštieji audiniai)	Naudotina HELCOM HOLAS II tarp regionų suderinta ribinė vertė nuosėdoms; nagrinėti galimybę nustatyti naują AKS biotos (moliuskų audinių) tyrimams pagal HELCOM rekomendacijas.

Di(2- etilheksil)ftalatas	x	1,3					Šių junginių tolimesni tyrimai yra itin aktualūs dėl fiksuojamų ASK viršijimų vandenyje.	
Endosulfanas	x	0,0005					Tiriamuoju laikotarpiu šių medžiagų koncentracijos vandenyje neviršijo nustatytų AKS, todėl tolimesnių tyrimų tikslingumas yra abejotinas.	
Pentachlorbenzenas	x	0,0007						
Suma ciklodieno pesticidai (Aldrinas, Dieldrinas, Endrinas, Izodrinas)	x	$\Sigma = 0,005$						
Alachloras	x	0,3						
Simazinas	x	1						
Izoproturonas	x	0,3						
Trifluralinas	x	0,03						
Diuronas	x	0,2						
Chlorfenvinfosas	x	0,1						
Chlorpyrifosas	x	0,03						
Atrazinas	x	0,6						
Polichlorintieji bifenilai (suma 28, 52,101, 118, 138, 153, 180)			x	$\Sigma = 0,007$				Tyrimai išlieka aktualūs Lietuvos Baltijos jūros akvatorijos dugno nuosėdoms.
4-n-nonilfenolis	x	0,3						Šių junginių tolimesni tyrimai vandenyje yra itin aktualūs dėl fiksuojamų ASK viršijimų tiek vandenyje tiek nuosėdose. Siūloma vertinti nuosėdų būklę priekrantės vandenyse naudojant HELCOM COREST siūlomą ribinę vertę nuosėdoms.
4-(1,1',3,3'- tetrametilbutil)- fenolis	x	0,01	x	0,18 ^{CORE SET}				
Pentachlorofenolis	x	0,4					Tiriamuoju laikotarpiu šių medžiagų koncentracijos vandenyje neviršijo nustatytų AKS, todėl tolimesnių tyrimų tikslingumas yra abejotinas.	
Tetrachlorometanas	x	12						
Trichlorometanas	x	2,5						
1,2-dichlorešanas	x	10						
Trichloretilenas	x	10						
Benzenas	x	8						
Dichlorometanas	x	20						
1,3,5- Trichlorbenzenas	x	0,4						
1,2,3- Trichlorbenzenas	x	0,4						
1,2,4- Trichlorbenzenas	x	0,4						
Tetrachloretilenas	x	10						
Suma C10-13- chloralkanai	x	0,4						
Brominti difenileteriai (BDE)			x	0,0045 ^{HO LAS}	x	0,0085	Siūloma naudoti HELCOM HOLAS II siūlomą ribinę vertę nuosėdoms kaip papildomai terpei.	
Aklonifenas	x	0,012					Tiriamuoju laikotarpiu šių medžiagų koncentracijos vandenyje neviršijo nustatytų	
Bifenoksas	x	0,0012						
Cipermetrinas	x	8×10^{-6}						
Dikofolis	x	$\frac{0,00003}{2}$						

Chinoksifenas	x	0,015					AKS, todėl tolimesnių tyrimų tikslingumas yra abejotinas (išskyrus heptachloro tyrimus biotoje).
Heptachloras	x	0,0000001			x	0,0067	
Cibutrinas	x	0,0025					
Dichlorvosas	x	6×10^{-5}					
Terbutrinas	x	0,0065					
PFOS	x	0,00013			x	9,1	Šių junginių tolimesni tyrimai vandenyje yra itin aktualūs dėl pastaraisiais metais fiksuojamų AKS viršijimų.
Heksabromciklododekanas (HBCDD)	x	0,0008	x	0,17 ^{HOLAS}	x	167	Siūloma naudoti HELCOM HOLAS II siūlomą ribinę vertę nuosėdoms kaip papildomai terpei tirti.
Dioksinai ir dioksinų tipo junginiai					x	Suma: PCDD +PCDF + PCB-DL 0,0065 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ TEQ	Dioksinų aptikimas Lietuvos Baltijos jūros akvatorijos dugno nuosėdose skatina nagrinėti galimybę AKS kūrimui nuosėdoms, kaip papildomai tyrimo terpei.

Paaiškinimai:

x – siūloma tyrimų terpė.

* HELCOM HOLAS II siūloma ribinė vertė, išreikšta Bq/m³.

13 HELCOM siūlomų teršalų ir jų poveikių rodiklių pritaikymo galimybės Lietuvos jūrinėje aplinkoje

HELCOM teršalų ir jų poveikių indikatorių sąrašė nurodomi 10 rodiklių, 6-iems iš jų praeityje Lietuvos jūrinuose vandenyse buvo renkami duomenys skirtingu intensyvumu (19 lent.), ir tik vienam rodikliui - mikrobranduolių testui - metodika yra įvaldyta Lietuvoje ir rodiklį metodologiškai pasiruošta taikyti. Visus rodiklius, išskyrus lizosomų membranų stabilumą, ekspertine nuomone būtų tikslinga taikyti Lietuvos jūrinių vandenų būklės vertinimui, tačiau pasirengimas tyrimų infrastruktūros ir ekspertų kompetencijos požiūriu skirtingas. Rodiklių tyrimų kaštai, indikatorinių organizmų prieinamumas ir junginių/poveikių kiekio tiriamose terpėse neapibrėžtumas čia nebuvo išsamiai vertinami. Pradiniame etape siūloma didžiausią dėmesį skirti pagrindiniam rodikliui „Reprodukcijos sutrikimai: blogai susiformavę vėgėlių ir šoniplaukų embrionai“ ir kryptingai vystyti HELCOM lygmenyje vystomą rodiklį „Mikrobranduolių testas“, kuriam sukaupta visa reikiama infrastruktūra ir kompetencijos. Taip pat siūloma atlikti pirminius tyrimus kitiems pagrindiniams rodikliams: „Policiklinių aromatinių angliavandenilių metabolitai žuvyse“ ir „Tributilalavas ir jo poveikis“, tačiau vengiant didelių investicijų, didelių tyrimo intensyvumo ir ženklų kaštų. Kitų 19 lentelėje vertintų rodiklių, kurie nustatyti kaip taikytini Lietuvos vandenims, vystymą reikėtų sieti su kitų šalių gaunamais duomenimis, detaliau įvertinus jų tikslumą. Šalia nurodytų rodiklių, svarstyti ir metalotioneinų rodikis, kuris atspindi toksinį metalų poveikį ir bendrą stresą. Šio rodiklio tyrimai buvo atliekami ir anksčiau vykdant BEEP projektą (2001-2002 m.) ir tiriant *Mytilus sp.* ir *P. flesus* ties Palanga ir Nemirseta, Būtingė (Baršienė ir kt., 2006). Jeigu rodiklio vystymui būtų pritarta HELCOM lygmenyje, tuomet šio rodiklio vystymą būtų tikslinga detalizuoti.

19 lentelė. Taikomi tokie HELCOM rodiklių kategorijų vertimai: Core indicators – pagrindiniai rodikliai; Pre-Core indicators – vystomi rodikliai; Candidate indicators – potencialūs rodikliai. Lietuvos Baltijos jūros vandenims taikytinų rodiklių pavadinimas pažymėtas ryškesniu tekstu. Vertinimas parengtas pagal dr. L. Butrimavičienės (GTC) pateiktą informaciją.

Rodiklis	Esami duomenų Lietuvos Baltijos jūros vandenims	Rodiklio sąsajos su poveikiais	Rodiklio taikymo Lietuvoje vertinimas
D8C2: Reprodukcijos sutrikimai: blogai susiformavę vėgėlių ir šoniplaukų embrionai - pagrindinis rodiklis (Reproductive disorders: malformed eelpout and amphipod embryos)	Duomenų nėra	Rodiklis atspindi bendrą stresą (reprodukcinis ir vystymosi sutrikimus) ir parodo antroje kartoje įvykusius genetinius sutrikimus. Reprodukcijos apsigimimai ir vystymosi sutrikimai gali būti sukelti cheminių medžiagų (farmaciniai junginiai, PAA, pesticidai ir t.t.), parazitų, terminio poveikio. Veiksniai sukeltantys apsigimimus organizmuose gali būti ir ultravioletinė spinduliuotė, pH ir metalų pokyčiai, farmacijos (Brande-Lavridsen ir kt. 2013; Morthorst ir kt., 2014; 2016; Berilli 2015; Shao ir kt., 2018).	Rodiklį taikant Lietuvos teritorijai galėtų būti naudojamos kitų šalių slenkstinės, jeigu rinkimo sąlygos labai panašios. Rodiklio vystymo galimybės priklauso nuo indikatorinių organizmų sugavimų galimybių. Šoniplaukų (<i>Monoporeia affinis</i> , 3-4 Gammarus genties rūšys, labiausiai paplitusi <i>Gammarus salinus</i>) sutinkamumas pastarąjį dešimtmetį priekrantės vandenyse mažai tirtas. Gilesniems vandenims (30-40 m gyliuose) naudotina, seklesniems (iki 20 m.) – Gammarus genties organizmai. Rodiklio vertinimui organizmų rinkimas vieną kartą per metus, tik dauginimosi laikotarpiu.

Rodiklis	Esami duomenų Lietuvos Baltijos jūros vandenims	Rodiklio sąsajos su poveikiais	Rodiklio taikymo Lietuvoje vertinimas
Acetilholinesterazės inhibicija – vystomas rodiklis (Acetylholinesterase inhibition)	BEEP projekto duomenys* (2001-2002 m.), <i>Mytilus sp.</i> , <i>Platichthys flesus</i> , Palanga, Nemirseta, Būtingė (Kopecka ir kt., 2004) 2001 m., <i>Gadus morhua</i> , (Schnell ir kt., 2008)	Rodiklis atspindi neurotoksiškumą ir bendrą stresą. AchE lygmenyje pokyčius sukeliančių junginių yra labai daug (fosforoorganiniai, karbamatiniai insekticidai, metalai, PAA, BDE, PCB, alkilfenoliai, diclofenakas ir kiti farmaciniai junginiai). Tyrimai atlikti ir su <i>M. balthica</i> (Lehtonen ir kt., 2003; Leinio, Lehtonen 2005).	Rodiklį taikant Lietuvos teritorijai galėtų būti naudojamos kitų šalių slenkstinės, jeigu rinkimo sąlygos labai panašios. Tokie biocheminiai tyrimai jau atliekami moliuskuose ir žuvyse, metodika nesudėtinga, įranga nustatymui yra VU Gyvybės mokslų centre, GTC. Tyrimai galimi su paplitusiais organizmais: moliuskais (<i>M. sp.</i> , <i>Limecola balthica</i>), žuvimis (<i>P. flesus</i> , <i>G. morhua</i>), kuriuos paprasta surinkti, saugoti ir tirti. Rodikliui nustatyti naudojama standartinė metodika, stebėjimų dažnis – vieną kartą per metus.
Estrogeninės medžiagos ir jų poveikis (Vitelogenino nustatymas) – vystomas rodiklis (Estrogenic-like chemicals and effects)	Duomenų nėra	Rodiklis atspindi poveikį vandens organizmų reprodukcinei veiklai, fiziologinius ir hormonų sutrikimus bei bendrą neigiamą poveikį organizmų būklei. Tikėtina, kad tokio pobūdžio medžiagų (natūralūs ir sintetiniai hormonai, pesticidai, alkilfenoliai, brominti antipirenai ir t.t.) poveikiai neapsiriboja vien reprodukciniais sutrikimais, organizmuose atsiranda medžiagų apykaitos sutrikimai bei pasireiškia kancerogeninis poveikis (Gibson ir kt., 2005; Pinto ir kt., 2014; Adeel ir kt., 2017). Šiuos efektus gali inicijuoti (plastikas, pesticidai, metalai, antibakteriniai ir priešgrybeliniai junginiai, kosmetikos ir higienos produktai, kontraceptikai) (Bittner ir kt., 2014; Adeel ir kt., 2016). Tyrimai atlikti su sraigčių hemolimfa, gonadomis (Abu El Einin ir kt., 2019).	Rodiklį taikant Lietuvos teritorijai galėtų būti naudojamos kitų šalių slenkstinės, jeigu rinkimo sąlygos labai panašios. Potencialūs rodiklio nustatymui naudotini organizmai: moliuskai (vitelogenino nustatymas hemolimfoje), žuvis (vitelogenino nustatymas kraujyje). Reikėtų analizuoti galimybę tirti ir <i>L. balthica</i> hemolimfą bei gonadas. Stebėjimų dažnis – vieną kartą per metus, jų surinkimas būtų sietinas su gonadų subrendimu.

Rodiklis	Esami duomenų Lietuvos Baltijos jūros vandenims	Rodiklio sąsajos su poveikiais	Rodiklio taikymo Lietuvoje vertinimas
Citochromo P450 ir etoksirezorufin-O-deetilazės (EROD) aktyvumas – potencialus rodiklis (CYP450/EROD activity)	BEEP projekto duomenys* (2001 m.), <i>Gadus morhua</i> (Schnell ir kt., 2008)	Rodiklis sietinas su PAA, PCB tarša (Gagnon ir kt., 2017), bet galėtų rodyti ir Diclofenako (Prokkola ir kt., 2015) bei kitų farmacinių junginių, metalų ar naftos taršos poveikį. Iki šiol atliktų tyrimų rezultatai rodo, kad pakelta vandens temperatūra ir PAA, gali labiau inicijuoti EROD aktyvumą žuvyse (Lyons ir kt., 2011), todėl tikėtinas sezoniškumo poveikis). Žuvų kepenyse matuojamas padidėjęs EROD aktyvumo lygis rodo padidėjusį detoksikacijos aktyvumą, atsirandantį dėl taršos poveikio.	Rodikliai taikytinas žuvims, todėl Lietuvos teritorijai galėtų būti naudojamos kitų šalių slenkstinės, jeigu rinkimo sąlygos panašios. Surinkus mėginius galima užšaldyti ir siųsti arba patiems tirti laboratorijose. Tiriamąją medžiagą paprasta surinkti, saugoti ir tirti. Standartinė metodika. Technika nustatymui yra VU Gyvybės mokslų centre, GTC.
Lizosomų membranų stabilumas– vystomas rodiklis (Lysosomal membrane stability)	BEEP projekto duomenys*, (2001-2002 m.), <i>Mytilus sp.</i> , <i>Platichthys flesus</i> , Palanga, Nemirseta, Būtingė (Baršienė ir kt., 2006)	Su rodikliu nustatomus pokyčius sukelia visa eilė junginių ir kitų faktorių.	Labai specifinis rodiklio nustatymo metodas, griežtos taisyklės renkant medžiagą, skubiai turi būti tiriama.
Žuvų ligų indeksas – vystomas rodiklis (Fish disease index)	BEEP projekto duomenys* (2001-2002 m.), <i>P. flesus</i> , Būtingė, Nemirseta, Palanga (Lang ir kt., 2006)	Rodiklis atspindi bendrą stresą. Slopstant imuniniam atsakui dėl ligos, pasireiškia ir kiti biožymenys (AchE, mikrobranduolių indukcija, EROD aktyvumas, apsigimimai ir t.t.). Rodiklio vystymas iki šiol grįstas duomenimis apie gelsvapelekių plekšnių makro- ir mikroskopiškai nustatomas ligas ir parazitų buvimą.	Nors metodikos prieinamos, tačiau reikalautų gana intensyvių žuvų ligų nustatymo mokymų. Indikatoriniai organizmai (plekšnės) paplitę.
Mikrobranduolių testas – vystomas rodiklis (Micronucleus test)	2006 m. <i>M. balthica</i> , 4 stotys (Baršienė ir kt., 2008) BEEP, BEAST projektų duomenys* 2003-2017 įvairios žuvų rūšys, įvairios vietos (Valskienė ir kt., 2019) 2001-2002 <i>Mytilus sp.</i> , <i>P. flesus</i> , Palanga, Nemirseta, Būtingė, (Baršienė ir kt.; 2006) 2017 vasarą surinkta medžiaga (Butrimavičienė, Rybakovas,	Rodiklis atspindi citogenetinį poveikį, DNR pažeidimus, bendrą stresą. Mikrobranduolių indukciją gali inicijuoti įvairaus pobūdžio cheminis, fizikinis, biologinis stresas. Rodiklis rodo pokyčius DNR lygmenyje, ir naudojamas kaip „ankstyvojo taršos poveikio“ biožymuo. Dažniausiai taikomas moliuskams (<i>L. balthica</i> , <i>Mytilus sp.</i>), bentofagėms ir pelaginėms žuvims, tačiau Baltijos jūroje iširta gana daug rūšių.	Lietuvoje būtų galima apsiriboti viena bentofagine rūšimi ir viena pelagine. Metodika gan paprasta, nebrangi. Surinkus mėginius galima ilgai saugoti, paprasta siųsti arba patiems tirti laboratorijose. Technika mikrobranduolių nustatymui yra daugelyje mokslo centrų.

Rodiklis	Esami duomenų Lietuvos Baltijos jūros vandenims	Rodiklio sąsajos su poveikiais	Rodiklio taikymo Lietuvoje vertinimas
	neapdorota), Klaipėda, Šventoji, <i>Mytilus sp.</i> , <i>P. flesus</i>		
Policiklinių aromatinių angliavandenilių metabolitai žuvyse - pagrindinis rodiklis (PAH metabolites in fish)	BEEP projekto duomenys*, 2001-2002 m., <i>Platichthys flesus</i> , Palanga, Nemirseta, Būtingė (Vuorinen ir kt., 2006) 2001 m., <i>Gadus morhua</i> , viena stotis (Schnell ir kt., 2008)	Rodiklis atspindi toksinį PAA poveikį, todėl atspindėtų taršos naftos produktais bei PAA junginiais poveikį (Būtingė terminalo veiklos, D6 naftos platformos, laivybos, uosto veiklos intensyvumą, naftos išpylimai, netvarkingas vandens transportas ir t.t.). Taikomas žuvims.	Biožymuo kokybinis, bet su juo dažniausiai koreliuoja ir genotoksiniai, mutageniniai ir kancerogeniniai efektai. Taikymas svarstytinas ir detaliau vertintinas tik sėslioms žuvims, kitu atveju atspindės platesnio regiono, o ne konkretaus pramoninio objekto poveikio apibrėžtai teritorijai situaciją.
Tributilalavas ir jo poveikis - pagrindinis rodiklis (TBT and imposex)	Duomenų nėra	Rodiklis taikytinas jeigu lokaliai stebimos ženklės koncentracijos.	Lietuvoje stebimas TBT vandenyje ir sedimentuose. Pagal pateiktus duomenis, randamos žemos koncentracijos, todėl tyrimas biotoje nėra pagrįstas.
Diklofenakas – vystomas rodiklis (Diclofenac)	Duomenų nėra	Rodiklis atspindi toksinį poveikį, kuris dažniausiai pasireiškia organizmų reprodukciniais sutrikimais. Rodiklis taikytinas jeigu pirminiai tyrimai rodytų ženklės junginio koncentracijas. Tyrimai atliekami žuvų plazmoje.	Šiuo metu Lietuvoje farmacinių junginių nustatymui vandenyje ir sedimentuose bandoma įvaldyti metodikas.

14 Pasiūlymai povandeninio triukšmo jūrinėje aplinkoje stebėsenai

Šiuo metu, dėl neįdiegtų triukšmo stebėsenos stočių, povandeninis triukšmas Lietuvoje sistemingai nėra fiksuojamas. Garso sklaida jūroje labai priklauso nuo jūros gylio, temperatūros, druskingumo, vandens sluoksniuotumo (įtakojančių garso sklaidimo greitį vandenyje), substrato litologijos, atmosferinių ir hidrodinaminių parametrų (lietaus, vėjo, bangavimo), povandeninio triukšmo stebėsenai Lietuvos IEZ siūlomos dvi stebėjimo stotys, kiekvienoje iš jų įdiegiant po du garso jutiklius (sensorius) - autonominius triukšmo kaupiklius, turinčius du kryptinius hidrofonus, išdėstytus dviejuose vandens sluoksniuose - povandeninio garso kanalo viduje ir išorėje. Tai leidžia atskirti atskiras povandeninio triukšmo akustines ypatybes abiejuose sluoksniuose bei atskirti ilgo ir artimo atstumo triukšmo šaltinių poveikį triukšmo lygiui matavimo vietoje. Garso registracija vykdoma 10 Hz – 10 kHz diapazone, leidžiančiame fiksuoti triukšmą sklindantį iš žemo ir vidutinio dažnio triukšmo šaltinių.

Duomenys iš stebėjimo stočių turi būti surenkami kas 3 mėnesius (žiema, pavasarį, vasarą ir rudenį), t.y. 4 kartus per metus.

Siūloma, kad viena iš stebėjimo stočių būtų įdiegta didžiausiuose gyliuose ir toliausiai nuo potencialių triukšmo šaltinių ir žinomų intensyvios laivybos kelių – skirta natūralaus gamtinio ir foninio triukšmo matavimui.

Antra stebėjimo stotis turėtų būti parinkta taip, kad atspindėtų intensyvios antropogeninės triukšmo sklaidos sąlygas (šalia potencialių ir esamų triukšmo šaltinių) ir būtų santykinai arti jautrių triukšmui zonų.

Antrosios stebėjimų stoties pozicija gali būti koreguojama atsižvelgiant į žmogaus ūkinės veiklos intensyvumą, - pasirinktų vystymo teritorijų išdėstymą ir/arba atsižvelgiant į poveikio vertinimui pasirinktų svarbių/jautrių rūšių arealų paplitimą.

Iš dviejų stočių surinkti povandeninio triukšmo duomenys turi būti apdorojami matematiniais akustinio signalo sklaidos vandenyje metodais, išskiriant natūralų (gamtinį), foninį (bendrą būdingą Lietuvos vandenims triukšmą pasirinktame taške) ir antropogeninį – dėl konkrečios ūkinės veiklos (polių kalimo, sprogdinimų, žemės gelmių tyrimų žemo dažnio sonarais ir kt.) generuojamą triukšmą.

Lietuvos pasirengimas atlikti povandeninio triukšmo monitoringą:

- nustatyti techniniai reikalavimai būtinai įsigyti įrangai;
- stočių išdėstymo taškai pasirinkti, triukšmo matavimo horizontai nustatyti;

Slenkstinių verčių nustatymas. GAB vertės impulsiniam triukšmui dar nėra parengtos. Darbo grupė (TG NOISE) tęsia darbą, rengia vieningą GAB vertės nustatymo metodiką ir vertinimo principus. Siekiant nustatyti slenkstines (D11C1) vertes, pasiūlyta laipsniška impulsinio triukšmo slenkstinių verčių nustatymo sistema. Joje atsižvelgiama į tai, kad: i) informacijos prieinamumas ir mokslo žinių lygis nėra vienodas visuose (paregioniuose) regionuose; ii) reikalingas didesnis skaidrumas/informacijos viešumas; ir iii) būtina įvertinti informacijos poreikius. Be to, HELCOM numatė „slenkstinių verčių nustatymo metodikas“, iš kurių viena teigia, kad turi būti pasirinktos „skėtinės rūšys“, išanalizuotos jų girdimumo charakteristikos (audiogramos) bei pasirinkti garso slėgio lygių „slenksčiai“.

Darbo grupėje pasiūlytą sistemą/metodiką (pagal darbo grupės 22-o susitikimo metu parengtą Bendrą įgyvendinimo strategiją, GES_22-2019-18) sudaro:

0. Įdiegti impulsinių garso šaltinių bendro stebėjimo/registravimo sistemą;
1. Apibrėžti vertinimo apimtį: konkretus tikslas, apimamas plotas, laikotarpis ar trukmė;
2. Nuspręsti, ar naudoti rodiklius/reprezentacines rūšis ar kitus metodus, kurių pagalba būtų galima patikimai apibrėžti garso charakteristikas, galinčias paveikti jūrų gyvūnų populiacijas;
3. Apsibrėžti garso charakteristikas, kurios bus naudojamos vertinant;
4. Parengti žemėlapius, atspindinčius triukšmo sklaidos šaltinių erdvinį pasiskirstymą ir įvykių dažnumą/intensyvumą, remiantis impulsinio triukšmo registro duomenimis ir pasirinktomis garso charakteristikoms.
5. Apsibrėžti reprezentacinių/pasirinktų rūšių tankį arba buveinių plotą (rūšių-indikatorių, jei tokios pasirinktos);
6. Sudaryti „garso poveikio“ rizikos žemėlapius, apjungiant triukšmo poveikio (šaltinių intensyvumo/tankio) ir rūšių pasiskirstymą ar buveinių plotą.
7. Apskaičiuoti rūšių populiacijos (jei tokių duomenų yra) arba buveinių ploto, kuriuos gali paveikti triukšmas, dalį, naudodami atvirumo poveikiui kreivę ar indeksą.
8. Nustatyti neigiamo poveikio potencialą populiacijos lygmeniu.

Be to, povandeninio triukšmo darbo grupė pataria, kad vertinimai turėtų apimti kelerius metus, nors šiai dienai neįmanoma pateikti konkrečių rekomendacijų koks tai turėtų būti laikotarpis (- pasirinktas tam tikras minimalus laiko tarpas), kuris gali priklausyti nuo konkrečios situacijos regione, kuriame bus atliekamas vertinimas.

Įvertinus kitose šalyse taikomą praktiką, patikima indikatorinė rūšis impulsinio triukšmo poveikio vertinimui ir slenkstinių verčių nustatymui gali pasitarnauti jūros kiaulė. Pavyzdžiui, Vokietijoje povandeninio triukšmo poveikis jūros kiaulei yra aprašytas jūros kiaulių apsaugos nuo garso poveikio koncepcijoje, kuria remiamasi statant/projektuojant jūros vėjo elektrines Šiaurės jūroje ir vertinant poveikį aplinkai (taip vadinama – angl. *Sound Protection Concept*) (ASCOBANS 2014), jūros kiaulė (*Phocoena phocoena*) yra traktuojama kaip rūšis, padedanti įvertinti povandeninio impulsinio triukšmo poveikį jūros žinduoliams. Siekiant pažaboti galimus žinduolių sužalojimus ir/ar žudymą, taip kaip įtvirtinta ES Buveinių direktyvoje, yra nustatoma

dviguba triukšmo skleidimo riba, - garso poveikio lygis SEL = 160 dB ir garso slėgio angl. “*peak to peak*” lygis SPL_{p-p} = 190 dB atstumu r = 750 m. Norint užtikrinti kad pasiektos ribos būtų išlaikytos, numatyta, kad turi būti taikomos pirminės ir (arba) antrinės garso slopinimo priemonės (geriausia prieinama technologija). Prieš polių kalimą reikia naudoti atbaidymo įtaisus (pingeriai, ruonių gąsdintuvai), kad būtų užtikrinta, jog jūrų kiaulės pasišalintų iš polių kalimo zonos. Dvigubo triukšmo slenksčio ir gąsdinimo įtaisų naudojimu siekiama išvengti TTS (laikino slenksčio poslinkio), kuris laikomas trauma. Be to, trikdžio spindulys yra apibrėžiamas kaip 8 km spindulys aplink jūros vėjo elektrinių parko geografinį centrą su sąlyga, kad bus laikomasi SEL = 160 dB slenksčio ir r = 750 m. Šis 8 km spindulys maždaug atitinka 140 dB garso ekspozicijos 1 μPa²s lygį.

Pagal darbo grupės pasiūlytą metodiką, Lietuvos pasirengimas vertinti impulsinio triukšmo poveikį:

- 0-inis lygmuo: Pasiūlyta nuolatinių triukšmo matavimo stočių įrengimo metodika (storių skaičius ir išdėstymas, bei matuojamų horizontų skaičius) ir identifikuota reikalinga įranga;
- 1-as lygmuo: vertinimui ir stebėsenai pasirinkta visa Lietuvos IEZ įskaitant teritorinius vandenius, tačiau nevertinant Klaipėdos sąsiaurio (dėl specifinių garso sklaidos sąlygų sąsiauryje, jūroje įdiegtos monitoringo stotys neatspindės garso poveikio sąsiauryje);
- 2-as ir 3-ias lygmuo – nenustatyta (nėra vieningos GAB vertės nustatymo metodikos ir vertinimo principų);
- 4-as lygmuo: Lietuva jau teikia impulsinio triukšmo šaltinių informaciją (sprogdinimus jūroje) į bendrą ICES registrą, yra sudarytas žemėlapis su triukšmo sklaidos (sprogdinimų) šaltinių erdvinį pasiskirstymą ir įvykių dažnumą/intensyvumą. Vertinama, kad pavojinga garso poveikio jūros žinduoliams zona nuo sprogimo šaltinio svyruoja nuo 0,75 iki 6 km spinduliu nuo sprogdinimo šaltinio. Net 7-i sprogdinimai buvo įvykdyti triukšmui jautriose teritorijose, o bendras paveiktų teritorijų plotas – apie 40 km².
- 5-tas lygis: sudarytas jautrumo žemėlapis su svarbiausių saugomų teritorijų ir bioįvairovės teritorijomis; modeliavimo (teoriniam poliaus kalimui) ir literatūrinių šaltinių pagrindu (sprogdinimų poveikio jūros kiaulei) sudaryta impulsinių triukšmo šaltinių poveikio zonos;
- 6-as lygis: sudarytas rizikos žemėlapis apjungiantis jautrias zonas ir potencialius triukšmo šaltinius;
- 7-as ir 8-as lygis – nenustatytos indikacinės rūšys, kurios bus naudojamos vertinime.

Reikėtų pažymėti, kad šiuo metu vis dar trūksta žinių apie nuolatinio triukšmo poveikį jūrų organizmams ir vyksta darbas siekiant nustatyti GAB reikšmę/metodinius principus. Apskritai, klausymo ir bendravimo erdvės sumažinimas (žinomas kaip maskavimas) yra pagrindinis poveikis, kuriam taikomi D11C2 kriterijai. Šiuo metu yra siūloma (bet dar nėra visuotinai priimta) antropogeninio povandeninio triukšmo sukkelto maskavimo poveikį apibūdinanti metodika, kuri turėtų remtis keletu pagrindinių aspektų:

- ji turėtų kiekybiškai įvertinti antropogeninio garso maskavimo/slopinimo potencialą, ypatingai atsižvelgiant į ir lyginant su natūralaus garso maskavimu;
- ji turėtų atspindėti tiek natūralaus, tiek antropogeninio garso pokyčius erdvėje ir laike;
- nustatyta slenkstinė reikšmė/indeksas turėtų būti kiekybiškai įvertinama kaip indeksas, pageidautina vienas skaičius, apibūdinantis galimą maskavimą/slopinimą tam tikroje srityje tam tikru laikotarpiu;

- slenkstinė reikšmė turėtų būti vienalytė, taip pat apibūdinanti ir potencialą maskuoti, t.y. kad nulio vertė atspindėtų situaciją kai antropogeninis triukšmas nemaskuoja, o didėjantis maskavimo potencialas atspindi ir didėjančią indekso reikšmę;
- indeksas taip pat turėtų būti apibūdinamas taip, kad būtų galima tvirtai palyginti galimą maskavimą tarp zonų ir (arba) laikotarpių;
- indeksas taip pat turi nurodyti informaciją apie gyvūnų jautrumą bei pasiskirstymą laike ir erdvėje.

Remiantis BIAS projekto rezultatais, povandeninio triukšmo darbo grupės susitikime (vykusiame 2019 m. Spalio 15–16 d. Briuselyje), buvo pasiūlyti slenkstinių verčių nustatymo principai. Kaip pavyzdys buvo pademonstruota, kad Baltijos jūros regione net 5 % stebėto laiko buvo fiksuojamas natūralus tam tikras garso slėgio lygis, esantis 1/3 oktavos dažnių juostoje, kurio centrinis dažnis yra 125 Hz, vertė 92 dB. t.y. buvo pasiūlyta atskaitos vertė, nuo kurios (pagrįstai galimai) Baltijos jūros organizmai sugeba įveikti šį triukšmo lygį be jokio žymaus neigiamo poveikio. Be to, viršutine verte buvo pasirinktas 127 dB triukšmo lygis, kai bendras menkių maskavimas atsiranda 1 metro atstumu (apsunkina menkės bendravimo diapazoną). Tokiu būdu, pagal šį metodą, Baltijos jūros regionui galėtų būti taikomas indeksų intervalas, kuomet laikytume, jog 92 dB riba atitinka apatinę – be neigiamo poveikio ribą, o 127 dB triukšmas atspindi 100% poveikį.

Kitas galimas požiūris yra rengiamas JOMOPANS projekto vykdytojų. Jo pagrindas - „perteklinio lygio“ nustatymas, t.y. vertinamas pokytis tarp „bendro triukšmo“ ir „natūralaus aplinkos triukšmo“, kuris parodo, kaip padidėjo triukšmo lygis dėl žmogaus veiklos.

Lietuvos pasirengimas vertinti ištisinio žemo dažnio triukšmo poveikį:

- abi siūlomos metodikos reikalauja, kad būtų fiksuojamas /matuojamas natūralaus triukšmo lygis. Todėl, kol neturime įdiegtų povandeninio triukšmo stebėjimo stočių, negalime nustatyti pagrįstas GAB vertes.

LITERATŪROS ŠALTINIAI

Bresciani, M., Adamo, M., De Carolis, G., Matta, E., Pasquariello, G., Vaičiūtė, D., Giardino, C. 2014. Monitoring blooms and surface accumulation of cyanobacteria in the Curonian Lagoon by combining MERIS and ASAR data. *Remote Sensing of Environment* 146: 124–135. doi:10.1016/j.rse.2013.07.040.

Bučas, M., Daunys, D., Olenin, S., 2009. Recent distribution and stock assessment of the red alga *Furcellaria lumbricalis* on an exposed Baltic Sea coast: combined use of field survey and modelling methods. *Oceanologia* 51(3): 1-19.

Bučas, M., Šaškov, A., Šiaulys, A., Sinkevičienė, Z., 2016. Assessment of a simple hydroacoustic system for the mapping of macrophytes in extremely shallow and turbid lagoon. *Aquatic Botany* 134: 39–46.

Condé, S., Royo Gelabert, E., Parry, M., Lillis, H., Evans, D., Mo, G., & Agnesi, S., 2018. Updated crosswalks between European marine habitat typologies - A contribution to the MAES marine assessment. ETC/BD report for the EEA.

DELTARES 2014. Coherent geographic scales and aggregation rules for environmental status assessment within the Marine Strategy Framework Directive.

DELTARES 2015. Guidance Document on how to reflect changes in hydrographical conditions in relevant assessments (prep. by Spiteri, C.). <https://mcc.jrc.ec.europa.eu/documents/201603310111.pdf>.

EK 2017/845. KOMISIJOS DIREKTYVA (ES) 2017/845 2017 m. gegužės 17 d. kuria dėl orientacinių aspektų sąrašų, į kuriuos reikia atsižvelgti rengiant jūrų strategijas, iš dalies keičiama Europos Parlamento ir Tarybos direktyva 2008/56/EB.

EK 2017/848. KOMISIJOS SPRENDIMAS (ES) 2017/848 2017 m. gegužės 17 d. kuriuo nustatomi geros jūrų vandens aplinkos būklės kriterijai ir metodiniai standartai, stebėsenos ir vertinimo specifikacijos ir standartizuoti metodai ir panaikinamas Sprendimas 2010/477/ES.

Evans, D., Aish, A., Boon, A., Condé, S., Connor, D., Gelabert, E., Michez, N., Parry, M., Richard, D., Salvati, E. & Tunesi, L., 2016. Revising the marine section of the EUNIS Habitat classification - Report of a workshop held at the European Topic Centre on Biological Diversity, 12 & 13 May 2016. ETC/BD report to the EEA.

HELCOM (2018). HOLAS II. State of the Baltic Sea – Second HELCOM holistic assessment 2011-2016. *Baltic Sea Environment Proceedings* 155. http://stateofthebalticsea.helcom.fi/wp-content/uploads/2018/07/HELCOM_State-of-the-Baltic-Sea_Second-HELCOM-holistic-assessment-2011-2016.pdf.

HELCOM, 1984. Guidelines for the Baltic Monitoring Programme. Helsinki. *Balt. Sea Environ. Proc.*, 12.

HELCOM, 1988. Guidelines for the Baltic monitoring programme for the third stage. part D. Biological determinands. *Baltic Sea Environment Proceedings* 27D, Helsinki Commission: 16–23.

HELCOM, 1997. Manual for Marine Monitoring in the COMBINE Programme of HELCOM, <http://sea.helcom.fi/Monas/CombineManual2/CombineHome.htm>

HELCOM, 2017. Manual for marine monitoring in the COMBINE program of HELCOM, Annex C-7.

(<http://www.helcom.fi/Documents/Action%20areas/Monitoring%20and%20assessment/Manuals%20and%20Guidelines/Guidelines%20for%20monitoring%20of%20mesozooplankton.pdf>).

Hernroth L., 1985. Recommendations on methods for marine biological studies in the Baltic Sea. Mesozooplankton biomass assessment. The Baltic Marine Biologists, Publ. 10.

Gonzalez D., Coughlan C., Stips A., Hanke G., Palialexis A. 2014. In-Depth Assessment of the EU Member States' Submissions for the Marine Strategy Framework Directive under Articles 8, 9 and 10 on Hydrographical Conditions Descriptor 7. EC Joint Research Centre. ISBN 978-92-79-39656-4 (PDF).

Gulbinskas S., 2011. Palangos paplūdimio papildymo smėliu aplinkos tyrimai ir monitoringas II etapas, Aplinkos monitoringas. Tarpinė ataskaita KU Baltijos pajūrio aplinkos tyrimų ir planavimo institutas, Klaipėda, 41 p.

INFORM. INFORM Prototype/Algorithm Validation Report Update, D5.15. INFORM, 2016. Available online: https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=2ahUKEwjZnIq566_mAhW-UhUIHZEoBTUQFjAAegQIBBAC&url=http%3A%2F%2Finform.vgt.vito.be%2Ffiles%2Fdocuments%2FINFORM_D5.15_v1.0.pdf&usg=AOvVaw2S4Q_ofKQQBon-LYcm4a9_ (accessed on 12 December 2019).

INFORM. INFORM Prototype/Algorithm Validation Report Update, D5.15. INFORM, 2016. Available online: https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=2ahUKEwjZnIq566_mAhW-UhUIHZEoBTUQFjAAegQIBBAC&url=http%3A%2F%2Finform.vgt.vito.be%2Ffiles%2Fdocuments%2FINFORM_D5.15_v1.0.pdf&usg=AOvVaw2S4Q_ofKQQBon-LYcm4a9_ (accessed on 12 December 2019).

Interpretation manual - EUR25, 2003. Interpretation manual of European Union habitats. European Commission, DG ENvironment. Mature and biodiversity, 127 pp.

JRC 2014. Technical guidance on monitoring for the Marine Strategy Framework Directive. JRC Scientific and Technical Reports. Publications Office of the European Union. JRC88073, ISBN: 978-92-79-35426-7, ISSN: 1831-9424.

Kolada, A., Hellsten, S., Kanninen, A., Søndergaard, M., Dudley, B., Nõges, P., Ott, I., Ecke, F., Mjelde, M., Bertin, V., Davidson, T., Duel, H., 2009. Overview and comparison of macrophyte survey methods used in European countries and a proposal of harmonized common sampling protocol to be used for WISER uncertainty exercise including a relevant common species list. Wiser Deliverable D3.2-1. <http://www.wiser.eu/results/deliverables/>

Malhotra, A., Fonseca, M.S., 2007. WEMo (wave exposure model): formulation, procedures and validation. NOAA Tech. Memo. NOS-NGS 65: 28.

OSPAR 2012. Advice Doc. GES D7. MSFD Advice document on Good environmental status - D7: Hydrographical conditions, a living document - Version 17 January 2012. OSPAR Commission. ISBN 978-1-909159-16-7.

Palialexis, A. V.Tornero ,E. Barbone , D. Gonzalez, G. Hanke , A.C. Cardoso, N. Hoepffner, S. Katsanevakis, F. Somma, N. Zampoukas, 2014. In-Depth Assessment of the EU Member States' Submissions for the Marine Strategy Framework Directive under articles 8, 9 and 10. JRC Scientific and Technical Reports. Publications Office of the European Union. JRC88072, ISBN 978-92-79-35273-7, ISSN 1831-9424. <http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/111111111/30749>.

Pebesma, E.J., 2004. Multivariable geostatistics in S: the gstat package. Computers & Geosciences, 30: 683-691.

QGIS.org, 2020. QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. <http://qgis.org>.

R Core Team, 2020. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

Robert, J.H., 2020. raster: Geographic Data Analysis and Modeling. R package version 3.1-5. <https://CRAN.R-project.org/package=raster>

RStudio Team, 2020. RStudio: Integrated Development for R. RStudio, PBC, Boston, MA URL <http://www.rstudio.com/>.

Salazkin A.A., Ivanova M.B., Ogorodnikova V.A., 1984. Methodical recommendations on collection and treatment of materials during hydrobiological studies in fresh water bodies: zooplankton and its production. State Research Institute of Lake and River Fisheries, Leningrad (in Russian).

Schneider, S., Ziegler, C., Melzer, A., 2006. Growth towards light as an adaptation to high light conditions in *Chara* branches. *New Phytol.*, 172: 83-91.

Schroeder, T., Behnert, I., Schaale, M., Fischer, J., Doerffer, R., 2007a. Atmospheric correction for MERIS above Case-2 waters. *International Journal of Remote Sensing* 28(7), 1469–1486.

Schroeder, T., Schaale, M., Fischer, J., 2007. Retrieval of atmospheric and oceanic properties from MERIS measurements: A new Case-2 water processor for BEAM, *International Journal of Remote Sensing* 28(24): 5627–5632.

Steinhardt, T., Karez, R., Selig, U., Schubert, H., 2009. The German procedure for the assessment of ecological status in relation to the biological quality element - Macroalgae & Angiosperms - pursuant to the European Water Framework Directive (WFD) for inner coastal waters of the Baltic Sea. *Rostocker Meeresbiologische Beiträge* 22: 7-42.

Vaičiūtė, D., Bresciani, M., Bartoli, M., Giardino, C., Bučas, M. 2015. Spatial and temporal distribution of coloured dissolved organic matter in a hypertrophic freshwater lagoon. *Journal of Limnology* 74(3): 572-583. doi:10.4081/jlimnol.2015.1176.

Vaičiūtė, D., Bresciani, M., Bučas, M. 2012. Validation of MERIS bio-optical products with in situ data in the turbid Lithuanian Baltic Sea coastal waters. *Journal of Applied Remote Sensing* 6(1): 063568-1 - 063568-20. doi:10.1117/1.JRS.6.063568.

Vaičiūtė, D., Bresciani, M., Bartoli, M., Giardino, C., Bučas, M. 2015. Spatial and temporal distribution of coloured dissolved organic matter in a hypertrophic freshwater lagoon. *Journal of Limnology* 74(3): 572-583. doi:10.4081/jlimnol.2015.1176.

Vermote, E. F., Tanre, D., Deize, J. L., Herman, M., & Morcrette, J. J. (1997). Second simulation of the satellite signal in the solar spectrum, 6S: An overview. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 35: 675–686.

Visakavicius, E., Bucas, M., Kelpsaite, L., Figoras, A., 2012. Unexpected experiment of sediment transport and its effect on the benthic habitat on the Baltic Sea nearshore area of Lithuania. *Baltic International Symposium (BALTIC)*, 2012 IEEE/OES: 1-6.

Witek Z., G. Breuel, M. Wolska-Pyś, P. Gruszka, A. Krajewska-Sołtys, L. Ejsymont, D. Sujak 1996. Comparison of different methods of Baltic zooplankton biomass estimations. *Proceedings of the XII BMB Sympozjum*, Institute of Aquatic Ecology, University of Latvia: 87-92