



KLAIPĖDOS UOSTO AKVATORIJOS VANDENS BŪKLĖS PROBLEMŲ PRIEŽASČIŲ NUSTATYMO BEI PRIEMONIŲ VANDENS BŪKLĖS PROBLEMOMS SPREŠTI PARINKIMO STUDIJOS

II – OJI TARPINĖ ATASKAITA



Klaipėda, 2015

TURINYS

ĮVADAS	5
VEIKLA NR. 3.1. LAIVŲ, ĮPLAUKIANČIŲ Į KLAIPĖDOS UOSTO AKVATORIJĄ, SUKELIAMOS ORO TARŠOS VERTINIMAS	7
3.1.1 Įvadas	7
3.1.2 Metodika	9
3.1.2.1 Matavimo įranga	9
3.1.2.2 Atstumo nustatymo metodika	11
3.1.3 Tyrimų rezultatai	16
3.1.3.1 Laivų eismas uoste	17
3.1.4 Išvados	19
3.1.5 Literatūra	19
VEIKLA NR. 3.2. LAIVYBOS TARŠOS INCIDENTŲ ATVEJAI KLAIPĖDOS UOSTO AKVATORIJOJE IR BALTIJOS JŪROS PRIEKRANTĖJE	21
3.2.1 Taršos incidentų pavojai Klaipėdos sąsiauryje	21
3.2.2 Taršos incidentų statistika	22
VEIKLA NR. 3.3. ORO TARŠOS, SUSIDARANČIOS DĖL KLAIPĖDOS UOSTO ZONOJE ESANČIŲ IR NUMATOMŲ STATYTI ĮMONIŲ IR OBJEKTŲ VERTINIMAS	29
3.3.1 Klaipėdos uoste veikiančios įmonės ir jų veiklos klasifikacija	29
3.3.2. Klaipėdos zonoje esantys oro taršos šaltiniai	32
3.3.3 Klaipėdos Uosto zonoje veikiančių įmonių išmetamų į orą teršalų analizė	39
3.3.4. Klaipėdos uosto zonoje veikiančių įmonių taršos palyginimas su Klaipėdos miesto savivaldybėje išmetamų teršalų kiekiais iš veikiančių įmonių	60
3.3.5 Daugiausiai į aplinkos orą išmetamų teršalų sklaidos modeliavimas	61
3.3.6 Literatūra	63
VEIKLA NR. 3.4. TARŠOS KIEKIO, PATENKANČIO SU NUOTEKOMIS IŠ KLAIPĖDOS UOSTO ZONOJE ESANČIŲ ĮMONIŲ VERTINIMAS	65
3.4.1. Informacija apie Klaipėdos uosto zonoje esančias įmones	65
3.4.2 Nuotekas išleidžiančių įmonių charakteristikos	69
VEIKLA NR. 3.5. BIRIŲ IR KITŲ CHEMINIŲ PRODUKTŲ KROVOS DARBŲ POVEIKIO APLINKAI VERTINIMAS	79
3.5.1 Informacija apie birių ir kitų cheminių produktų krovos darbus	79
3.5.2 Išvados	81

VEIKLA NR. 3.6. KLAIPĖDOS UOSTO AKVATORIJOJE KASAMO GRUNTO TARŠOS SKLAIDOS BEI TARŠOS SKLAIDOS POVEIKIO VERTINIMAS	82
3.6.1. Teorinis taršos sklaidos įvertinimas naudojant įvairius matematinius modelius	82
3.6.2 Kasimo mechanizmų panaudojimo sąlygos vykdant Klaipėdos sąsiaurio gilinimą	85
3.6.3. Kasamo grunto taršos sklaidos Klaipėdos sąsiauryje modelio sukūrimas naudojant MIKE 21 modeliavimo sistemą	87
3.6.4. Kasamo grunto taršos sklaidos Klaipėdos sąsiauryje modeliavimas iš pasirinktų dviejų grunto kasimo vietų įvairiomis hidrologinėmis sąlygomis	93
3.6.5 Išvados	133
3.6.6 Literatūra	134
VEIKLA NR. 3.7. KLAIPĖDOS UOSTO AKVATORIJOJE VYKDOMŲ HIDROTECHNINIŲ ĮRENGINIŲ STATYBŲ/REKONSTRUKCIJŲ POVEIKIO VERTINIMAS	136
3.7.1 Vykdytų Klaipėdos uosto hidrotechninių įrenginių statybų/rekonstrukcijų apžvalga	136
3.7.2. Klaipėdos uosto vartų rekonstrukcijos įtaka Klaipėdos sąsiaurio akvatorijos aplinkos būklei	138
3.7.3. UAB „Bega“ pirsų įtaka Klaipėdos sąsiaurio akvatorijos aplinkos būklei	143
3.7.3.1 Galimas poveikis vandens telkinių hidrologiniam režimui	144
3.7.3.2 Galimas poveikis dugnui ir krantams	148
3.7.3.3 Galimas poveikis biologinei įvairovei	150
3.7.4. Keleivių bei krovinių terminalo pirsų įtaka Klaipėdos sąsiaurio akvatorijos aplinkos būklei	153
3.7.4.1 Galimas poveikis vandens telkinių hidrologiniam režimui	153
3.7.4.2 Galimas poveikis dugnui ir krantams	159
3.7.4.3 Galimas poveikis biologinei įvairovei	160
3.7.5. SGD terminalo statybos įtaka Klaipėdos sąsiaurio akvatorijos aplinkos būklei	161
3.7.5.1 Galimas poveikis Klaipėdos sąsiaurio hidrodinaminiam režimui ir nešmenų procesams ..	161
3.7.5.2 Galimas poveikis Kuršių marių nerijos kranto ruožui ir galimi krantų pokyčiai	165
3.7.5.3 Galimas poveikis vandens augmenijai	166
3.7.5.4 Galimas poveikis ichtiofaunai ir zoobentosui	167
3.7.6. Planuojamų pietų vartų šiaurinėje Kuršių marių dalyje įtaka Klaipėdos sąsiaurio akvatorijos aplinkos būklei	169
3.7.7 Išvados	169
3.7.8 Literatūra	170

VEIKLA NR. 4.1.1. KLAIPĖDOS UOSTO AKVATORIJOS GILINIMO DARBŲ ĮTAKOS KLAIPĖDOS SĄSIAURIO HIDRODINAMINIAM REŽIMUI (VYRAUJANČIOMS TĖKMĖMS) VERTINIMAS	172
4.1.1.1. Vykdytų Klaipėdos uosto akvatorijos gilinimo darbų apžvalga	172
4.1.1.2. Atliktų Klaipėdos uosto akvatorijos gilinimo darbų įtakos Klaipėdos sąsiaurio hidrodinaminiam režimui (pralaidumui ir tėkmių struktūrai) įvertinimas	173
4.1.1.3. Klaipėdos uosto akvatorijos gilinimo iki 17 m gylio įtakos Klaipėdos sąsiaurio hidrodinaminiam režimui (pralaidumui ir tėkmių struktūrai) įvertinimas	178
4.1.1.4 Apibendrinimas	185
4.1.1.5 Literatūra	186
VEIKLA NR. 4.1.2. KLAIPĖDOS UOSTO AKVATORIJOS GILINIMO DARBŲ POVEIKIO DRUSKINGO IR GĖLO VANDENS BALANSUI TARP LIETUVOS BALTIJOS JŪROS PRIEKRANTĖS IR KURŠIŲ MARIŲ VERTINIMAS	187
4.1.2.1. Medžiaga ir metodai	187
4.1.2.2 Rezultatai ir jų aptarimas	196
4.1.2.3 Išvados	198
VEIKLA NR. 4.1.3. KURŠIŲ MARIŲ DRUSKINGUMO KAITOS PRIEŽASČIŲ VERTINIMAS IR KAITOS VEIKSNIŲ NUSTATYMAS	199
4.1.3.1 Rezultatai ir jų aptarimas	199
4.1.3.1.1 Ilgalaikės Kuršių marių druskingumo kitimo tendencijos praeityje	199
4.1.3.1.2 Uosto akvatorijos gilinimo poveikis metiniam druskingumui	200
4.1.3.1.3 Uosto akvatorijos gilinimo poveikis druskingumui ir druskėto vandens išplitimui pagal hidrologinius sezonus	205
4.1.3.2 Išvados.....	215
4.1.3.3 Literatūra	217
VEIKLA NR. 4.2.1 UOSTO VEIKLOS (TAME TARPE IR GILINIMO DARBŲ) ĮTAKOS BIOGEOCHEMINIAMS PROCESAMS IR VANDENS KOKYBEI KURŠIŲ MARIOSE NUSTATYMAS	219
4.2.1.1 Įvadas	219
4.2.1.2 Kuršių marių biogeninių medžiagų balansas ir Baltijos jūros vandens įtaka	219
4.2.1.3 Eksperimentinis jūrinio vandens poveikio vertinimas maistmedžiagų procesams	221
4.2.1.4 Literatūra	227

VEIKLA NR. 4.2.2 UOSTO GILINIMO DARBŲ ĮTAKOS KURŠIŲ MARIŲ EKOSISTEMAI	
NUSTATYMAS	228
4.2.2.1 Įvadas	228
4.2.2.2. Druskingumo poveikis chlorofilo “a” koncentracijai ir vandens skaidrumui	228
4.2.2.3. Druskingumo įtaka Kuršių marių makrofitams	231
4.2.2.3.1 Kuršių marių helofitai	233
4.2.2.3.2 Kuršių marių hidrofitai	234
4.2.2.3.3. Makrofitų erdvinis pasiskirstymas	235
4.2.2.4. Druskingumo poveikis Kuršių marių zoobentosui	238
4.2.2.4.1 Zoobentosos įvairovė ir biomasė	238
4.2.2.4.2 Druskingumo poveikis dominuojančių uodo trūklio rūšių lervoms	240
4.2.2.4.3 Dažniausiai sutinkamų zoobentosos rūšių tolerancija druskingumui	242
4.2.2.5. Uosto gilinimo darbų įtaka žuvų bendrijai	243
4.2.2.6 Išvados	247
4.2.2.7 Literatūra	247
VEIKLA NR. 4.2.3 UOSTO GILINIMO DARBŲ ĮTAKOS ŽUVININKYSTĖS SEKTORIUI	
NUSTATYMAS	251
4.2.3.1. Įvadas	251
4.2.3.2. Naudoti duomenys ir metodika	252
4.2.3.3. Uosto gilinimo darbų tiesioginis poveikis ichtiofaunai	253
4.2.3.4. Apibendrinimas	264
2.4.3.5. Literatūra	264
PRIEDAI	265

ĮVADAS

Šioje ataskaitoje pateikiami rengiamos Klaipėdos uosto akvatorijos vandens būklės problemų priežasčių nustatymo bei priemonių vandens būklės problemoms spręsti parinkimo studijos antrojo etapo (2015-06-19 – 2015-11-26) atliktų veiklų rezultatai.

Antrajame etape įgyvendinti šie sutarties techninėje specifikacijoje numatyti uždaviniai:

- įvertinta Klaipėdos uosto veiklos įtaka Klaipėdos sąsiaurio akvatorijos aplinkos būklei;
- įvertinta Klaipėdos uosto gilinimo įtaka sūrių vandenų įtekėjimui į Kuršių marias ir nustatytos druskingumo kaitos priežastys.

Uždavinių įgyvendinimui atliktos „Įvadinėje ataskaitoje“ numatytos veiklos:

Veikla Nr. 3.1. Laivų, įplaukiančių į Klaipėdos uosto akvatoriją, sukeltos oro taršos vertinimas.

Veikla Nr. 3.2. Laivybos taršos incidentų atvejų Klaipėdos uosto akvatorijoje ir Baltijos jūros priekrantėje vertinimas, jų priežasčių nustatymas ir taršos incidentų sukulto poveikio Klaipėdos sąsiaurio aplinkos būklei vertinimas.

Veikla Nr. 3.3. Oro taršos, susidarančios dėl Klaipėdos uosto zonoje esančių ir numatomų statyti įmonių ir objektų vertinimas, bei teršalų poveikio Klaipėdos sąsiaurio akvatorijos aplinkos būklei nustatymas.

Veikla Nr. 3.4. Taršos kiekio, patenkančio su nuotekomis iš Klaipėdos uosto zonoje esančių įmonių vertinimas ir taršos poveikio Klaipėdos sąsiaurio akvatorijos aplinkos būklei nustatymas.

Veikla Nr. 3.5. Birių (trašos, durpės) ir kitų cheminių produktų (pvz., naftos) krovos darbų poveikio aplinkai ir Kuršių nerijai vertinimas.

Veikla Nr. 3.6. Klaipėdos uosto akvatorijoje kasamo grunto taršos sklaidos nustatymas bei taršos sklaidos poveikio Klaipėdos sąsiaurio ir aplinkinių akvatorių aplinkos būklei vertinimas.

Veikla Nr. 3.7. Klaipėdos uosto akvatorijoje vykdomų hidrotechninių įrenginių statybų/rekonstrukcijų poveikio Klaipėdos sąsiaurio akvatorijos aplinkos būklei vertinimas.

Veikla Nr. 4.1.1. Klaipėdos uosto akvatorijos gilinimo darbų įtakos Klaipėdos sąsiaurio hidrodinaminiam režimui (vyraujančioms tėkmėms) vertinimas.

Veikla Nr. 4.1.2. Klaipėdos uosto akvatorijos gilinimo darbų poveikio druskingo ir gėlo vandens balansui tarp Lietuvos Baltijos jūros priekrantės ir Kuršių marių vertinimas.

Veikla Nr. 4.1.3. Kuršių marių druskingumo kaitos priežasčių vertinimas ir nustatymas kokia dalimi druskingumo kaitą lemia hidrometeorologinės sąlygos, o kokia dalimi Klaipėdos uosto akvatorijos gilinimo darbai ir kiti veiksniai.

Veikla Nr. 4.2.1. Uosto veiklos (tame tarpe ir gilavimo darbų) įtakos biogeocheminiams procesams ir vandens kokybei Kuršių mariose nustatymas.

Veikla Nr. 4.2.2. Uosto gilavimo darbų įtakos Kuršių marių ekosistemai nustatymas.

Veikla Nr. 4.2.3. Uosto gilavimo darbų įtakos žuvininkystės sektoriui nustatymas.

VEIKLA NR. 3.1. LAIVŲ, ĮPLAUKIANČIŲ Į KLAIPĖDOS UOSTO AKVATORIJĄ, SUKELIAMOS ORO TARŠOS VERTINIMAS

Atlikta veikla Nr. 3.1. ir pasiektas rezultatas Nr. R3.1. - eksperimento pagalba įvertinta laivų, įplaukiančių į Klaipėdos uosto akvatoriją, sukeliama oro tarša rūgštiniais (SO_x , NO_x ir CO_2), eutrofikaciniais (NO_x) teršalais ir kietosiomis dalelėmis.

3.1.1 Įvadas

Pagrindinės aplinką teršiančios medžiagos yra (EuropeAid..., 2006; Gražulevičienė, 2002):

Sieros dioksidas (SO_2) – tai dujos, kurios susijungdamos su vandens garais atmosferoje suformuoja rūgščius lietus. Ir šlapi ir sausi teršalų išmetimai yra kenksmingi: naikina augmeniją, blogina dirvos, statybinių medžiagų ir vandens telkinių kokybę. SO_2 aplinkos ore taip pat gali paveikti žmogaus sveikatą. Teršalų koncentracijos padidėjimui ypač jautrūs asmenys, kenčiantys nuo astmos ir chroniškų plaučių ligų. Tarša SO_2 yra pavojingesnė, kai kietųjų dalelių ir kitų teršalų koncentracijos ore yra didelės.

Pagrindinis SO_2 šaltinis yra sieros turinčio organinio kuro, dažniausiai anglies ir naftos produktų, deginimas. Sieros dioksido emisija priklauso nuo sieros junginių kiekio kure. SO_2 sumažinti galima keičiant kuro rūšis (pvz. anglis, dujos), mažinant sieros kiekį kure arba taikant, išmetamų dujų nusierinimą.

Azoto oksidai (NO_x). Su variklio išmetamomis dujomis išsiskiria nemaži kiekiai azoto monoksido NO ir azoto dioksido NO_2 . Atmosferos ore didžioji dalis NO oksiduoja į NO_2 , kuris yra toksiškesnis. Azoto oksidai formuojasi aukštoje temperatūroje vykstančiuose degimo procesuose, azotui oksiduojantis ore arba kure. Pagrindinis azoto šaltinis yra kelių transportas, iš kurio išmetama apie pusę visų azoto oksidų kiekio Europoje, tačiau uostamiestyje prie azoto oksidų šaltinių prisijungia ir laivai. NO_2 gali dirginti plaučius ir sumažinti atsparumą kvėpavimo takų infekcijoms (gripui ir pan.). Nuolatinis arba dažnas poveikis koncentracijomis, kurios yra daug didesnės nei normaliai aplinkos ore aptinkamos koncentracijos, gali padidinti aštrių kvėpavimo takų susirgimų skaičių.

Anglies monoksidas CO . Jis susidaro nevisiškai sudegant kurui. Jo toksinis veikimas pagrįstas sąveika su hemoglobinu žmogaus kraujyje. Atvira ore išsiskyręs CO išsisklaido atmosferos ore ir negali stipriai pakenkti žmogui, tačiau anglies monoksidas netiesiogiai turi įtakos „šiluminio efekto“ formavimuisi. Ore CO suriša hidroksilo radikalus, tuo sulėtindamas metano CH_4 destrukciją, o metanas – tiesioginis „šiltnamio efektą“ formuojantis junginys.

KD_{10} ir $\text{KD}_{2.5}$. Į orą išmetamos kietosios dalelės labai skiriasi savo fizine ir chemine sudėtimi, skirtingi yra dalelių dydžiai ir jų išmetimo šaltiniai. KD_{10} dalelės (kurių dydis ore yra mažesnis nei

10µm) kelia didžiausią susirūpinimą, kadangi jos yra pakankamai mažos, kad galėtų prasiskverbti giliai į plaučius ir tokiu būdu sukelti didelę grėsmę žmogaus sveikatai. Šiuo metu KD_{2.5} dalelės laikomos sukeliančiomis dar didesnę grėsmę sveikatai. Didesnės dalelės nėra tiesiogiai įkvepiamos ir iš oro pakankamai efektyviai gali būti pašalinamos sedimentacijos būdu.

KD₁₀ ir KD_{2.5} į orą išskiriamos iš dviejų pagrindinių šaltinių. Pirmasis yra tiesioginis kietųjų dalelių išmetimas į orą iš daugybės šaltinių, tokių kaip kuro deginimas (transportas, energijos gavyba, pramonė), dirvos erozija, vėjo pustomos dulkės ir mechaninis smulkinimas (pavyzdžiui kasyba, statybos). Iš šių šaltinių išmetamos kietosios dalelės vadinamos ‚pirminėmis‘. Antrasis šaltinis tai kietųjų dalelių formavimasis atmosferoje tarpusavy reaguojant kitiems teršalams, pvz. sieros dioksidui, azoto oksidams ir amoniakui, kurie suformuoja kietus sulfatus ir nitratus, bei LOJ, kuriems oksiduojantis susidaro organiniai aerosoliai. Smulkiosios dalelės gali būti pernešamos giliai į plaučius, kur jos gali sukelti uždegimą ir pabloginti žmonių, sergančių širdies ar plaučių ligomis, būklę. Be to, į plaučius jos gali pernešti kancerogeninius junginius.

Oro tarša Lietuvoje kontroliuojama pagal nustatytas vienkartinės ir paros normas. Higienos normos azoto oksidams (NO_x), kietosiomis dalelėmis (KD 2,5 ir KD 10), ozonui (O₃) ir sieros oksidams (SO₂) pateiktos 3.1.1 lentelėje.

3.1.1 lentelė. Patvirtintos higienos normos NO_x, KD, O₃ ir SO₂ (HN 35:2007)

Eil. Nr.	Cheminės medžiagos pavadinimas	Didžiausia leidžiama koncentracija (DLK), mg/m ³	
		Vienkartinė	Paros
1	Anglies (II) oksidas (anglies monoksidas)	5	3
2	Azoto (II) oksidas (azoto monoksidas)	0,4	0,06
3	Azoto (IV) oksidas (azoto dioksidas)	0,085	0,04
4	Kietosios dalelės KD10	-	0,05
5	Kietosios dalelės KD2,5	-	0,04
6	Ozonas	0,16	0,03
7	Sieros (IV) oksidas (sieros dioksidas)	0,5	0,05

Įsigaliojus MARPOL 73/78 konvencijos VI priedo reikalavimams nuo 2015 m. sausio 1 d. sieros oksidų emisijos kontrolės rajonuose laivuose naudoti 0,1 % sieringumo kurą (Marpol 73/78), laivybos kompanijos perėjo prie mažasierio (dažniausiai dyzelinio kuro) arba įdiegė išmetamųjų dujų valymo technologijas (skruberius) (Panagakos et all, 2015; Bergqvist, 2015), užtikrinančius adekvatų nesieringam kurui, sieros oksidų emisijų lygį. Skruberių naudojimas arba sunkiojo kuro pakeitimas dyzelinu smarkiai mažina sieros oksidų ir KD dalelių emisijas iš laivybos ir atitinkamai mažina taršą iš laivų Klaipėdos uoste (Panasiuk, 2013).

Oro taršos lygių Klaipėdos mieste ir prie Klaipėdos valstybinio Jūrų uosto įmonių buvo atliktas 2012 metais vykdant Klaipėdos miesto savivaldybės aplinkos monitoringo 2012-2016 m. programą. (Klaipėdos miesto..., 2012). Išmatuoti LOJ koncentracijos palei uosto teritoriją siekė $26,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$; azoto oksidų koncentracijos mieste nustatytos $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$; sieros oksidų koncentracija mieste 2010 m - $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$; kietųjų dalelių koncentracijos prie Klaipėdos uosto kanalo (prie Vakarų laivų gamyklos teritorijos) siekė $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$; (Klaipėdos miesto..., 2012). Tiksliai įvertinti laivybos įtaką šių koncentracijų formavimui yra sudėtinga, nesant galimybei tiksliai susieti šaltinį (galimai laivą) su koncentracija (Smailys ir kt., 2007).

3.1.2 Metodika

3.1.2.1 Matavimo įranga

Tyrimams buvo naudojama Klaipėdos universiteto mobili oro taršos tyrimų laboratorija. Tai mobilus laboratorinis kompleksas, kurį sudaro eilė oro taršos analizatorių, meteorologinių parametru fiksavimo įrenginių, sujungtų į darnią sistemą. Detalus įrangos aprašymas pateiktas žemiau.

- Matavimams atlikti buvo naudojama sekanti įranga: Airpointeriai – kompleksiniai analizatoriai, Thermo 410i – CO₂ analizatorius.
- Aplinkos oro užterštumo tyrimų įranga (Airpointer) susideda iš bazinio bloko, aplinkos parametru modulio, dujų ir kietųjų dalelių modulių, ir komunikacijos bloko. Į bazinį bloką įeina siurblys, oro kondicionierius, duomenų kaupiklis ir programinė įranga.
- Aplinkos parametrus nustatyti naudojamas meteorologinis sensorius „Lufft“ WS600UMB. Sensorius leidžia išmatuoti vėjo kryptį ir greitį, oro temperatūrą, slėgį, drėgmę, kritulių kiekį. Pagrindiniai sensoriaus parametrai pateikti 3.1.2 lentelėje.

3.1.2 lentelė. Aplinkos parametru sensoriaus charakteristika

Matuojami parametrai	Vėjo kryptis; Vėjo greitis; Temperatūra; Slėgis; Drėgmė; Krituliai	Slėgis; Tikslumas; Rezoliucija	300-1200 hPa; $\pm 1,5$ hPa; 1 hPa
Vėjo greitis Tikslumas Rezoliucija Mėginio paėmimo tempas (Sampling rate) Minimalus vėjo greitis	0-60 m/s $\pm 0,3$ m/s arba ± 3 % (0...35 m/s) ± 5 % 0,1 m/s 10 sek/1 sek su apribojimais 0,3 m/s	Oro temperatūra Rezoliucija	-50 - +60 °C 0,1 °C (-20°...+50°), kitu atveju 0,2 °C
Vėjo kryptis Tikslumas Rezoliucija	0-359,9° ± 3 ° 0,1°	Krituliai Tikslumas	0,3-0,5 mm $\pm 1,5$ hPa 0,01 mm

		Skystų kritulių rezoliucija Kritulių tipas	Lietus, sniegas
Drėgmė Tikslumas Rezoliucija Mėginio paėmimo tempas	0-100% RH ±2%RH 0,1%RH 1 min	Integruotas elektroninis kompasas Rezoliucija	0-359° 1°

Dujų modulis susideda iš CO, O₃, SO₂ ir NO_x analizatorių. Modulio specifikacija pateikta 3.1.3 lentelėje.

3.1.3 lentelė. Dujų modulio specifikacija

	CO	O ₃	NO _x	SO ₂
Matavimo principas	Nedispersiniai infraraudonieji spinduliai (NDIR) (EN 14626)	Ultravioletinė fotometrija (EN 14625)	Chemiliuminis-cencija (EN 14211)	Ultravioletinė fluorescencija (EN 14212)
Matavimo vienetai	ppm, ppb, μg/m ³ , mg/m ³	ppm, ppb, μg/m ³ , mg/m ³	ppm, ppb, μg/m ³ , mg/m ³	ppm, ppb, μg/m ³ , mg/m ³
Dinaminis diapazonas	Virš 10 000 ppm	Virš 200 ppm	Virš 20 ppm	Virš 10 ppm
Mažiausia aptinkama riba	0,04 ppm	0,5 ppb	0,4 ppb	0,5 ppb
Nulio fonas (zero noise)	0,02 ppm (kv. vid)	0,25 ppb (kv. vid)	0,2 ppb (kv. vid)	0,25 ppb (kv. vid)
Nulio dreifas (24 val)	< 0,1 ppm	< 1,0 ppb	< 0,4 ppb	< 1,0 ppb
Vertės dreifas (24 val)	± 1% nuo rodmens > 10 ppm	± 1% nuo rodmens > 100 ppb	± 1% nuo rodmens > 100 ppb	± 1% nuo rodmens > 100 ppb
Atsako laikas	< 60 sek	< 30 sek	< 60 sek	< 90 sek
Tikslumas	± 0,1 ppm	1 ppb	1% nuo rodmens arba 1 ppb (<500 ppb)	1% nuo rodmens arba 1 ppb
Mėginio paėmimo srauto greitis	~500 ml/min	~1000 ml/min	1000 ml/min	500 ml/min

Kietųjų dalelių modulis susideda iš dviejų Thermo 5030 hibridinių nefelometrinių/radiometrinių analizatorių. Analizatoriai nustato PM₁₀ ir PM_{2,5} koncentracijas aplinkos ore. Modulio specifikacija pateikta 3.1.4 lentelėje.

3.1.4 lentelė. Kietųjų dalelių modulio specifikacija

Matavimo principas	Nefelometrinis (optinis) su silikoniniu hibridiniu stiprintuvu; Radiometrinis ¹⁴ C-β
Matavimo diapazonas	0-10 000 μg/m ³

Mažiausia aptinkama riba	< 0,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Valandinis tikslumas	$\pm 2 \mu\text{g}/\text{m}^3 < 80 \mu\text{g}/\text{m}^3$; $\pm 5 \mu\text{g}/\text{m}^3 > 80 \mu\text{g}/\text{m}^3$;
Dreifas	0,002% per dieną
Rezoliucija	0,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Laiko rezoliucija	1 min
Mėginio paėmimo srauto greitis	2000 ml/min

Thermo 410i CO₂ analizatorius. Analizatoriuje naudojama NDIR (nedispersinė infraraudonoji) technologija. Specifikacija pateikta 3.1.5 lentelėje.

3.1.5 lentelė. Anglies dioksido analizatoriaus specifikacija

Matavimo diapazonas	0-10 000 ppm; 0-20 000 mg/m ³ ; 0-25 %; 0-500 g/m ³
Tikslumas	$\pm 1,5 \%$
Nulio fonas	0,5 ppm
Mažiausia aptinkama riba	1 ppm
Nulio dreifas	$\pm 1 \text{ ppm}$
Vertės dreifas	$\pm 2 \%$
Atsako laikas	90 sek
Mėginio paėmimo srauto greitis	1000 ml/min

Matavimo vietos koordinatės buvo nustatytos su **Trimble Juno 3B/3D** GPS imtuvu. GPS matavimų tikslumas 2-5 m, imtuvas naudoja EGNOS palydovinės sistemos diferencines pataisas.

Filmavimui buvo naudojamas **Canon EOS D650** fotoaparatas: 18 mln pikselių, video režimas 25 kadrai/sek. (1920x1080 taškų rezoliucija).

3.1.2.2 Atstumo nustatymo metodika

Siekiant tiksliai įvertinti taršos sklaidą būtina nustatyti atstumą iki taršos šaltinio. Tačiau atstumo nustatymas iki Klaipėdos valstybinio Jūrų uosto akvatorija plaukiančio laivo yra sudėtingas, nes objektas juda, be to nėra galimybės jį pasiekti ir nustatyti tikslias koordinatas, o atviros prieigos AIS duomenų bazės duomenų pateikimo dažnis pernelyg retas, kad tiksliai nustatyti laivo buvimo vietą duotu laiko tarpu.

Siekiant tiksliai nustatyti atstumą iki judančio taršos šaltinio bei jo judėjimo greitį buvo panaudotas optinis atstumo nustatymo metodas (3.1.1 pav.). Atstumui naudojamas veidrodinis fotoaparatas 10, etaloninis žinomo dydžio objektas 9. Fotoaparatas 10 išdėstomas vienoje linijoje su etaloniniu objektu, statmenai laivų judėjimo kanale kryptčiai. Fotoaparato objektyvas nustatomas taip, kad viename kadre būtų matomas laivas 3 ir etaloninis objektas 9. Plaukiant laivui 3 fotoaparate aktyvuojama filmavimo funkcija ir filmuojamas visas laivo praėjimas nuo jo patekimo į filmuojamą zoną 7 pradžios iki jo visiško pasitraukimo iš filmuojamos zonos. Vaizdo įrašai išsaugomi.

Lygiagrečiai video įrašams iš atviros prieigos duomenų bazių nustatomas praplaukusių laivų tikrasis ilgis.

Atstumas iki laivo nustatomas palyginant kadre esančio etaloninio objekto ilgį su jo tikroju žinomu ilgiu. Atitinkamai laivo ilgis kadre palyginamas su jo tikroju ilgiu. Šių dviejų objektų santykių palyginamas su atstumu tarp etaloninio objekto ir fotoaparato, leidžia nustatyti tikrąjį atstumą iki laivo.

$$l_{\text{laivo}} = \frac{L_{\text{Etalono}}^{\text{Kadre}} \cdot L_{\text{Laivo}}^{\text{Tikras}} \cdot l_{\text{Etalono}}}{L_{\text{Etalono}}^{\text{Tikras}} \cdot L_{\text{Laivo}}^{\text{Kadre}}}, [m] \quad (1)$$

Čia:

l_{laivo} – atstumas nuo fotoaparato iki laivo, m

l_{Etalono} – atstumas nuo fotoaparato iki etalono, m

$L_{\text{Etalono}}^{\text{Tikras}}$ – etalono ilgis, m

$L_{\text{Etalono}}^{\text{Kadre}}$ – etalono ilgis nufilmuoto vaizdo medžiagos kadre, m

$L_{\text{Laivo}}^{\text{Tikras}}$ – tikras laivo ilgis, m

$L_{\text{Laivo}}^{\text{Kadre}}$ – laivo ilgis nufilmuoto vaizdo medžiagos kadre, m

Laivo greičio nustatymo metodika

Laivo greitis nustatomas naudojant filmuotą medžiagą. Vaizdo medžiagoje užfiksuojamas kadro centras pagal horizontalią ašį (3.1.1 pav.). Tada nustatomas kadru skaičius, per kurį laivas pilnai praplaukė per horizontaliosios ašies centrą. Žinant tikrąjį laivo ilgį ir iš kadru skaičiaus apskaičiuotą trukmę, kol laivas pilnai praplaukė pro horizontalios ašies centrą, galima apskaičiuoti tikslų laivo greitį:

$$V = \frac{L_{\text{Tikras}}^{\text{Laivo}} \cdot K_{\text{Pr pl}}}{K}, \left[\frac{m}{s} \right] \quad (2)$$

Čia:

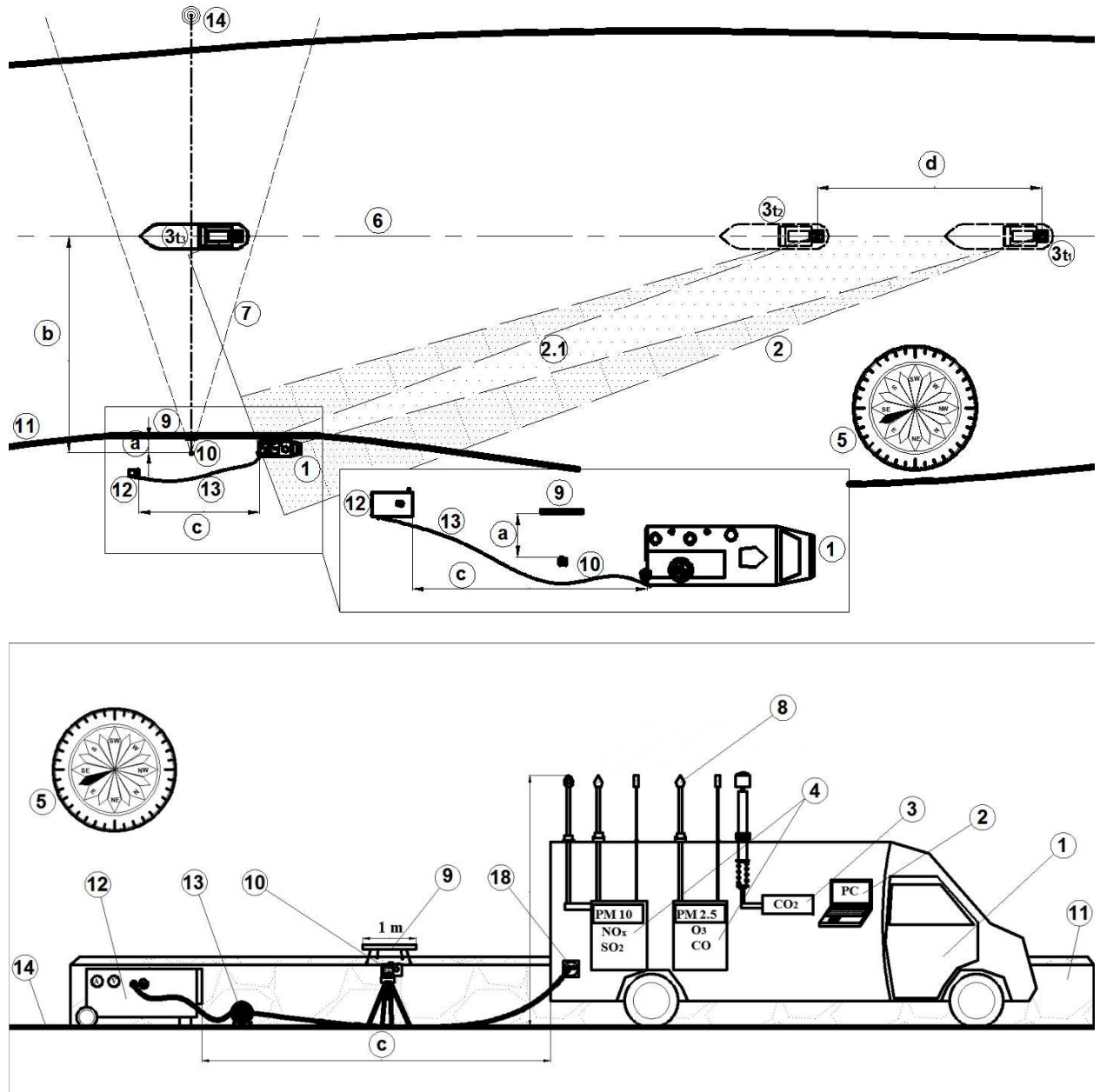
$L_{\text{Tikras}}^{\text{Laivo}}$ – tikras laivo ilgis, m

$K_{\text{Pr pl}}$ – kadru skaičius, per kurį laivas praplaukia kadro horizontalios ašies vidurį, (kadrais)

K – kadru skaičius per sekunde video įrašė, $\frac{\text{kadrai}}{s}$

$$V - \text{laivo greitis, } \frac{m}{s}$$

Išmetamųjų dujų šleifo matavimo metodika



3.1.1 pav. Išmetamųjų dujų šleifo Klaipėdos uosto akvatorijoje tyrimų schema

Mobilioje oro taršos laboratorijoje 1 (toliau MOTL) esanti tyrimams skirta įranga paruošiama prie Klaipėdos uosto kanalo krantinės tokiu būdu, kad praplaukiančių laivų išmetamųjų dujų šleifas 2, prie esamos vėjo krypties 5, tam tikru laiko momentu (priklausomai nuo vėjo krypties, vėjo ir laivo

greičių) pasiektu MOTL 1 analizatorius 4. Prie mobilios laboratorijos, statmenai laivų 3 judėjimo kryptčiai 6, išdėstomas fotoaparatas 10 ir, žinomą atstumą a , etaloninis objektas 9. Laivui patekus į fotoaparato filmavimo zoną 7 (padėtis t_3) laivas nufilmuojamas ir nustatomas atstumas b ir laivo greitis V . MOTL 1 energijos tiekimas užtikrinamas naudojant generatorių 12, kuris pastatomas pavėjui, atstumu c (50 m) nuo MOTL 1.

Laivo išmetamųjų dujų šleifas, priklausomai nuo laivo judėjimo greičio, vėjo krypties ir greičio pasiekia MOTL 1 zondus 8, išdėstytus aukštyje b ir patenka į analizatorius 4 tam tikru laiko momentu x . Laivui 3 pajudėjus iš padėties t_1 į padėtį t_2 laivo šleifas, priimant prielaidą, kad vėjo kryptis nesikeičia, pasislenka iš padėties 2 į padėtį 2.1. Pagal žinomą laivo 1 greitį nustatomas momentas, kokioje padėtyje buvo laivas, kai šleifas pasiekė MOTL 1.

Gauso dūmų debesies modelis naudoja realų dispersijos aprašymą, kuris yra panaudojamas analitiniam difuzijos lygties idealiomis sąlygomis sprendimui. Pagal šį modelį atmosferinė turbulencija yra stacionari ir homogeniška. Tačiau realiai nei viena iš šių sąlygų nėra tinkamai užtikrinama. Tai plačiausiai naudojamas dūmų debesies modelis ir yra naudojamas kaip pagrindas EPA pateikiamiems kompiuteriniams modeliams.

Gauso dūmų debesies dispersijos modelyje taršos koncentracija pavėjui yra traktuojama kaip plitimas į išorę nuo dūmų debesies išmetimo vidurio linijos po normalaus statistinio pasiskirstymo. Dūmų debesis plinta abiem kryptimis – horizontaliai ir vertikaliai.

Norint nustatyti teršalų koncentracijas pažemiui ir aukščiau išmetimo taško, modelyje reikia atlikti du pagrindinius žingsnius: 1 – apskaičiuojamas aukštis, į kurį tam tikru atstumu pavėjui nuo išmetimo šaltinio pakyla dūmų debesis. Apskaičiuotas dūmų debesies kylimo aukštis pridedamas prie dūmų debesies išmetimo taško aukščio ir gaunamas vadinamas „efektyvusis kamino aukštis“; 2 – teršalų koncentracija pažemiui (žemiau dūmų debesies išmetimo taško), žinomą atstumą pavėjui yra prognozuojamas panaudojant Gauso dispersijos lygtį (Abdel-rahman, 2008):

$$C_{(x,y,z,H)} = \frac{Q}{2\pi u \sigma_y \sigma_z} \cdot \left[\exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right) \cdot \left\{ \exp\left(-\frac{(z-H)^2}{2\sigma_z^2}\right) + \exp\left(-\frac{(z+H)^2}{2\sigma_z^2}\right) \right\} \right] \quad (3)$$

Čia:

$C_{(x,y,z,H)}$ – teršalų koncentracija, g/m^3 ;

Q – teršalų emisija iš šaltinio, g/s ;

u – vėjo greitis, m/s ;

σ_y, σ_z – horizontalios ir vertikalios dispersijos koeficientai;

H – laivo kamino aukštis, m;

z – matavimo vietos aukštis, m;

y – horizontalus atstumas statmenai vėjo kryptčiai, m.

Iš 3 lygties galima išreikšti teršalų emisiją iš šaltinio:

$$Q = \frac{C_{(x,y,z,H)} \cdot 2\pi u \sigma_y \sigma_z}{\exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right) \cdot \left\{ \exp\left(-\frac{(z-H)^2}{2\sigma_z^2}\right) + \exp\left(-\frac{(z+H)^2}{2\sigma_z^2}\right) \right\}} \quad (4)$$

Čia:

$C_{(x,y,z,H)}$ – teršalų koncentracija, g/m³;

Q – teršalų emisija iš šaltinio, g/s;

H – laivo kamino aukštis, m;

u – vėjo greitis, m/s;

z – matavimo vietos aukštis, m;

σ_y, σ_z – horizontalios ir vertikalios dispersijos koeficientai;

y – horizontalus atstumas statmenai vėjo kryptčiai, m.

Kenksmingų elementų iškritis iš laivų šleifo apskaičiuojamas pagal 5 formulę (Green and Lane, 1964):

$$V_i = \frac{Qb}{H^2} \cdot 3.5 \cdot 10^3 \cdot 1.01 \cdot \frac{\left(\frac{20H}{x}\right)^{\left(\frac{20v}{u}\right)+2}}{\Gamma\left(\frac{20v}{u}\right)} \cdot \exp\left(-\frac{20H}{x}\right) \quad (5)$$

Čia:

Q – teršalų emisija iš šaltinio, g/s;

b – laiko dalis kai vėjas nekito daugiau nei 45° nuo šaltinio ir matavimo tiesiosios

linijos;

- H – laivo kamino aukštis, m;
- v – dalelės laisvo kritimo greitis, m/s;
- u – vėjo greitis, m/s;
- x – atstumas nuo laivo iki matavimo taško, m.

Dėl nevienodo iškritų pasiskirstymo palei šleifą integruojama 5 formulė ir gaunamos iškritos priklausomai nuo atstumo x:

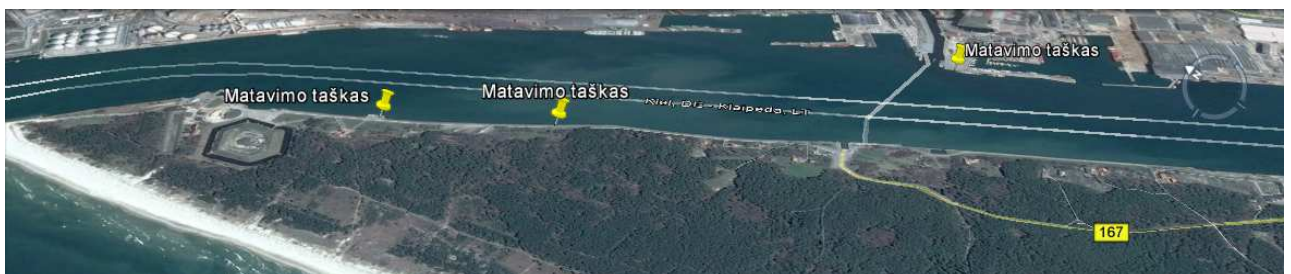
$$V_i = \frac{Qb}{H^2} \cdot 3.5 \cdot 10^3 \cdot 1.01 \cdot \frac{1}{\Gamma\left(\frac{20v}{u}\right)} \cdot \int_a^b \left(\frac{20H}{x}\right)^{\left(\frac{20v}{u}\right)+2} \cdot \exp\left(-\frac{20H}{x}\right) \cdot dx \quad (6)$$

Čia:

- Q – teršalų emisija iš šaltinio, g/s;
- b – laiko dalis kai vėjas nekito daugiau nei 45° nuo šaltinio ir matavimo tiesiosios linijos;
- H – laivo kamino aukštis, m;
- v – dalelės laisvo kritimo greitis, m/s;
- u – vėjo greitis, m/s;
- x – atstumas nuo laivo iki matavimo taško, m;
- a, b – intervalas nuo kanalo centro iki krantinės.

Eksperimentinių tyrimų vietos

Matavimų vietos prie Klaipėdos uosto kanalo parenkamos atsižvelgiant į palankias vėjo kryptis taip, kad laivo išmetamųjų dujų šleifas pasiektu MOTL ir nebūtų trikdomos uosto operacijos bei iš anksto suderinant su už šias teritorijas atsakingomis institucijomis.



3.1.2 pav. Eksperimento taškai prie Klaipėdos valstybinio Jūrų uosto akvatorijos.

3.1.3 Tyrimų rezultatai

Iš viso užfiksuoti 39 laivų praplaukimai. Vidutinis greitis ~ 6,98 mazgo (įskaitant ir vidaus laivyną). Laivų ilgis nuo ~23,1 m iki 229 m., analizuotų laivų kaminų aukštis virš jūros lygio nuo

7,46 iki 29,49 m. Išmatuotos išmetamųjų dujų šleifo parametų reikšmės pateiktos 3.1.6-3.1.7 lentelėse.

3.1.6 lentelė. Dalies laivų išmatuotos išmetamųjų dujų šleifo parametų reikšmės.

Laivo tipas	NOx, µg/m ³	NO, µg/m ³	NO ₂ , µg/m ³	PM _{2,5} , µg/m ³	PM ₁₀ , µg/m ³
Generalinių krov.	35,92	11,42	24,51	12,73	20,23
RoRo	43,1	7,62	35,48	12,29	20,54
Vilkikas1	40,52	22,19	18,33	22,28	31,6
Birių krov.	32,39	20,14	12,25	20,97	30,31
Vilkikas2	4,96	2,52	2,44	9,39	16,91
...					

3.1.7 lentelė. Apskaičiuotos specifinės kietųjų dalelių (PM₁₀) iškritos iš laivų išmetamųjų dujų šleifo

Laivo tipas	$\frac{g/s}{m^2}$
Generalinių krov.	4,52433E-10
RoRo	3,33626E-10
Vilkikas	7,17568E-10
Birių krov.	3,46042E-10
Vilkikas	2,70485E-10
....	

3.1.3.1 Laivų eismas uoste

Laivų įplaukimų į uostą skaičius nuo 2010 kito nežymiai (1,35 - 6,22% ribose lyginant su 2010 metų laivų apsilankymų skaičiumi). Detalus laivų užėjimų skaičius pateiktas 8 lentelėje (Klaipėdos uostas, 2015).

3.1.8 lentelė. Laivų užėjimų į uostą skaičius (Klaipėdos uostas, 2015).

	2010	2011	2012	2013	2014
Tarptautiniai	4663	4839	4953	4509	4600
Vietiniai	2286	2224	2376	2410	2364
Viso	6949	7063	7329	6919	6964

Iš laivų judėjimo Klaipėdos uoste 2010 metais (CleanShip projekto duomenys) statistinių duomenų matyti, jog daugiausia uoste apie 41% apsilankusių laivų sudarė generalinius krovinius gabenantys laivai, o mažiausiai sudarė kito tipo (upinių apie 1,6% laivai, pagal krantinių išsidėstymą nuo Klaipėdos uosto vartų iki generalinius krovinius priimančių krantinių susidaro didžiausia laivo perėjimo trukmė uosto akvatorija ir dėl to uosto akvatorijos baseine šio tipo laivai paskleidžia didžiausią išmetamųjų dujų šleifą, kurio kryptis ir sklaidos intensyvumas priklauso nuo vyraujančių vėjų krypties.

Apibendrinti Kietųjų dalelių iškritų į vandenį rodikliai paskaičiuoti pagal 6 formulę, suskirstyti į 3 laivų grupes (3.1.9 lentelė)

3.1.9 lentelė. Apibendrinti kietųjų dalelių iškritų iš laivų išmetamųjų dujų šleifo rodikliai:

Laivų grupė	Rodiklis	Dimensija
Vilkikai, žvejybiniai ir kiti spec. pask.	$7,28 \cdot 10^{-10}$	$\frac{g \cdot s}{m^2}$
RoRo ir keleiviniai	$3,34 \cdot 10^{-10}$	
Krovininiai laivai	$6,64 \cdot 10^{-10}$	

Kietosios dalelės patekusios į vandenį yra vadinamos suspenduotomis kietosiomis dalelėmis. Šis terminas apibūdina nuo nano iki mikro dydžio daleles, kurios yra pakibusios vandenyje. Pagal Europos Sąjungos direktyvą leistina suspenduotų kietųjų dalelių koncentracija yra 25 mg/l.

Įvertinant bendrą laivybos įtaką uosto akvatorijos būklei, pagal rodiklius iš 3.1.9 lentelės, buvo įvertintas bendras metinis iš laivų išmetamųjų dujų šleifo iškritų kiekis į uosto akvatoriją.

$$V_{metinis} = \sum V_i^{laivų\ grupės} \cdot n \cdot t \cdot s \quad (7)$$

Čia:

$V_i^{laivų\ grupės}$ – laivų grupės iškritų apibendrintas rodiklis $\frac{g \cdot s}{m^2}$

n – laivų grupei priklausančių laivų užėjimų skaičius

t – laikas, kurį skaičiuojamos laivų grupės laivas praleidžia uoste, s

s – akvatorijos plotas, kuriame iškrito kietosios dalelės, m^2

3.1.10 lentelė. Kietųjų dalelių iškritų iš laivų į Klaipėdos uosto akvatorija kiekis per metus

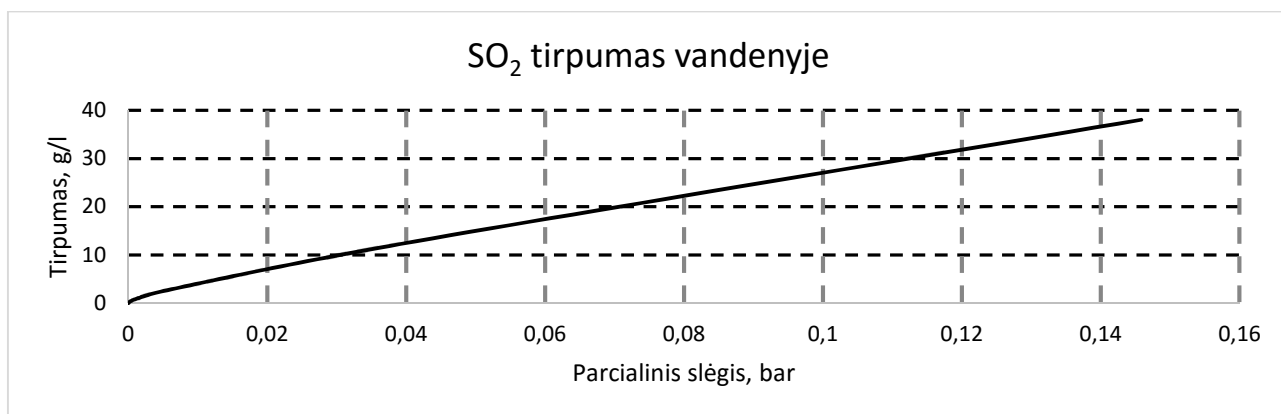
Laivų tipai	Laivų skaičius*	Atstumas, m	Laikas, s	Iškritos, kg**
Kroviniai laivai	4207,9	14486	5148	153,834
Birių krovinių	411,4	7664	2268	3,505
Vilkikai	1052	13831	5436	42,507
Kiti	110,8	1066	396	0,025137
RoRo tipo laivai	1181,9	16135	3996	18,775
VISO	6964			218,648

*Laivų srauto pasiskirstymas įvertintas pagal tarptautinio „Clean Baltic Sea Shipping“ projekto duomenis

** Išmetamųjų dujų šleifo dalis, esanti virš Klaipėdos uosto akvatorijos, priimta pagal vyraujančių vėjų stiprumą ir kryptį ir sudaro 738,5 m.

Kadangi azoto oksidai dėl gravitacinės jėgos neiškrenta į vandenį, tam kad įvertinti jų poveikį akvatorijai, buvo paskaičiuota azoto oksidų koncentracija esant nuliniam aukščiui. Pagal Gauso teoremą dujų tirpumas vandenyje priklauso nuo dujų parcialinio slėgio. Nuliniame aukštyje azoto

oksidų koncentracija yra nuo 1 ppb iki 20 ppb, tada parcialinis slėgis bus apie 10^{-9} barų. Analogiška situacija yra su sieros dioksidu. Sieros dioksido tirpumo priklausomybė nuo parcialinio slėgio virš vandens paviršiaus (3.1.3 pav.). (Малина. К. М. 1971).



3.1.3 pav. Sieros dioksido tirpumas vandenyje

Iš grafiko matosi, kad esant parcialiniam slėgiui 10^{-9} barų, dujų tirpumas gretimas nuliui, todėl dujų patekimas į marias yra nežymus.

3.1.4 Išvados

Apibendrinant gautus padarytos analizės rezultatus galima daryti išvadą, kad nepriklausomai nuo intensyvios Klaipėdos uoste vykdomos veiklos, iš laivų išmetamųjų dujų iškrentančių į Klaipėdos uosto akvatoriją kietųjų dalelių kiekio įtaka yra nykstamai maža lyginant su kitų teršalų kiekiais, patenkančiais į marias iš įvairių šaltinių. Didžiausias specifinis iškritų mariose rodiklis gautas mažų vilkikų, žvejybinių ir kitų laivų tipui priskiriamų laivų. Taip yra todėl, kad jų kaminai yra arčiausiai vandens (kaminų aukštis ~9m virš jūros lygio), tuo tarpu krovinių ir RoRo tipo laivams specifinis iškritų rodiklis yra beveik du kartus (RoRo atveju) mažesnis. Todėl, dideli laivai, sudarantys pagrindinį uosto akvatorijos laivų eismą, teršalų emisiją išmeta dideliame aukštyje (kamino aukštis ~30 m) ir pagrindiniai teršalų kiekiai nunešami toliau už uosto akvatorijos ribų, kur vyksta pagrindiniai iškritų nusėdimai. Šie faktoriai ir sąlygoja itin žemą iš laivų išmetamųjų dujų į uosto akvatoriją patenkančių kietųjų dalelių kiekį.

Kitų dujinių teršalų atžvelgiu, dėl didelio kaminų aukščio, mažo parcialinio slėgio ir riboto dujų tirpumo vandenyje prie atmosferos sąlygų patenkantys kiekiai į uosto akvatorijos vandenį yra nykstamai maži, todėl toliau nebuvo vertinami.

3.1.5 Literatūra

Abdel-Rahman, A. A. 2008. On the atmospheric dispersion and Gaussian plume model. 2nd International Conference on waste management, water pollution, air pollution, indoor climate (wwai'08). 33 – 39 p.

Bergqvist R., Turesson M., Weddmark A. Sulphur emission control areas and transport strategies -the case of Sweden and the forest industry. European Transport Research Review June 2015, 7:10.

EuropeAid/114743/D/SV/LT. 2006. Nacionalinių taršos mažinimo bei oro kokybės vertinimo programų paruošimas. Aplinkos oro kokybės vertinimo vadovas. Vilnius – 89 p.

Gražulevičienė R. (2002). Žmogaus ekologija. – Kaunas: Vytauto Didžiojo Universitetas. 192 psl.

Green, H.; Lane, W. 1964. Particulate clouds: dusts, smokes and mists. Second edition. Van Nostrand: Michigan. 471 p.

HN 35:2007 Lietuvos higienos normą „Didžiausia leidžiama cheminių medžiagų (teršalų) koncentracija gyvenamosios aplinkos ore“.

Klaipėdos miesto savivaldybės aplinkos monitoringo 2012-2016 m. programa PRIEDAS, Nr. T2-85 2012-03-29. patvirtinta Klaipėdos miesto savivaldybės tarybos 2012 m. kovo 29 d. sprendimu Nr. T2-85.

Klaipėdos uostas [interaktyvus]. 2015. Žiūrėta 2015 m. lapkričio 19 d. Prieiga per internetą: <<http://www.portofklaipeda.lt/uosto-statistika>>.

Panagakos G. P., Stamatopoulou E. V., Psarftis H. N. The possible designation of the Mediterranean Sea as a SECA: A case study Transportation Research Part D 28 (2014) 74–90.

Panasiuk. I. Laivo išmetamųjų dujų toksiškumo mažinimo metodų lyginamoji analizė. 16-osios jaunųjų mokslininkų konferencijos „Mokslas – Lietuvos ateitis“ teminės konferencijos „Transporto inžinerija ir vadyba“, vykusios 2013 m. gegužės 8 d. Vilniuje, straipsnių rinkinys.

Smailys V. Strazdauskienė R. Bereišienė K. Evaluation of a Possibility to Identify Port Pollutants Trace in Klaipėda City Air Pollution Monitoring Stations. Aplinkos tyrimai, inžinerija ir vadyba, 2009. Nr. 4(50), P. 66 – 75.

Малина. К. М. 1971. Справочник серноокислотчика. Москва: Химия, 775 с.)

VEIKLA NR. 3.2. LAIVYBOS TARŠOS INCIDENTŲ ATVEJAI KLAIPĖDOS UOSTO AKVATORIJOJE IR BALTIJOS JŪROS PRIEKRANTĖJE

Atlikta veikla Nr. 3.2. ir pasiektas rezultatas Nr. R3.2. - išanalizuota informacija apie įvykusius laivybos taršos incidentus Klaipėdos uosto akvatorijoje ir išoriniame reide, nustatytos jų priežastys bei įvertintas poveikio mastas.

3.2.1 Taršos incidentų pavojai Klaipėdos sąsiauryje

Didžiausią taršos incidentų grėsmę Klaipėdos uoste kelia ši veikla: tanklaivių ir kita prekybinė laivyba, naftos produktų krova - importas, eksportas, pavojingų krovinių krova ir gabenimas laivais.

Ekstremalios situacijos uoste gali susidaryti įvykus gaisrams, sprogamams terminaluose, išsiliejus naftos produktams ir kitoms pavojingoms medžiagoms. Viena iš pagrindinių ekstremalių situacijų priežasčių - žmogaus atsakingumo ir kompetencijos stoka. Nepaisant rimtų saugumo priemonių avarijos gali įvykti bet kuriame objekte.

Pagrindiniai uosto žemės naudotojai, kurių veikla gali turėti didesnę įtaką Klaipėdos uosto akvatorijos taršos rizikai:

Nr.	Uosto naudotojai	Veiklos rūšis/pavojingi kroviniai
1.	AB „Klaipėdos nafta“	Naftos produktų krova/naftos produktai
2.	UAB „Krovinių terminalas“	Naftos ir naftos chemijos produktų krova/naftos ir naftos chemijos produktai
3.	AB „KLASCO“	Skystų ir birių krovinių krova/etilenglikolis, mineralinės trąšos, chemijos produktai
4.	UAB KJKK „Bega“	Skystų ir birių krovinių krova/mineralinės trąšos
5.	UAB „Vakarų krova“	Biodyzelino krova/aplinką teršiantis

Parengtas saugos ataskaitas turi keturios iš šių įmonių: AB „Klaipėdos nafta“; UAB „Krovinių terminalas“; AB „Klaipėdos jūrų krovinių kompanija“ (KLASCO); UAB Klaipėdos jūrų krovinių kompanija „Bega“. Šiems objektams taikomi pramoninių avarijų prevencijos, likvidavimo ir tyrimo nuostatai bei jų įgyvendinimui parengtos saugos ataskaitos, kuriose išsamiai išanalizuoti visi pavojai, galintys kilti dėl objekto veiklos bei numatytos prevencinės priemonės.

Be pavojingų krovinių sandėliavimo ir krovos Klaipėdos uosto akvatorijos taršos rizikai įtakos turi ir žvejybinė, pramoginė laivyba, laivų remonto įmonių veikla, lijalinių vandenu, atliekų

surinkimas. Laivybos ir laivų aptarnavimo bei remonto veiklos metu galima uosto akvatorijos tarša laivų kuru, varikline alyva ir naftos produktais užterštais lijaliniais vandenimis, taip pat įvykus laivo avarijai, avariniam nutekėjimui remontuojamame laive ar perpilant lijalinius vandenius.

Atlikus uosto naudotojų saugos ataskaitose ir lokaliniuose teršimo incidentų likvidavimo planuose pateiktų duomenų analizę nustatyta, kad uosto veikloje labiausiai tikėtini nedidelio masto avariniai naftos produktų išsiliejimai, susiję su darbuotojų klaidomis ir įrenginių techninės priežiūros stoka. Visų šių avarijų metu naftos produktų išsiliejimai neviršija 7 tonų (VĮ KVJU Direkcijos lokalinis planas, 2013).

3.2.2 Taršos incidentų statistika

Klaipėdos RAAD duomenys apie taršos incidentus Klaipėdos uosto akvatorijoje pateikti 3.2.1 lentelėje, o KVJU direkcijos uosto akvatorijoje užfiksuoti 2003-2013 metais įvykę laivybos incidentai bei naftos produktų išsipylimai ir pastebėta akvatorijos tarša – 3.2.2 ir 3.2.3 lentelėse. Laivybos ir taršos incidentų vietos pavaizduotos 3.2.1 paveiksle.

3.2.1 lentelė. Klaipėdos jūrų uosto akvatorijoje 2000-2013 metais įvykusių ekstremaliųjų įvykių kriterijus atitinkančių taršos incidentų suvestinė lentelė (Klaipėdos RAAD informacija).

Eil. Nr.	Įvykių kriterijų pavadinimas	Įvykio data	Nukentėjusių žmonių skaičius (žuvę-nuo 1 žm. ir (ar) sužeisti - nuo 5 žm., ir (ar) evakuoti - nuo 300 žm.)	Padaryta žala (litais) 5,6,7 skilčių duomenys sumuojami ir bendra suma įrašoma į 8 skiltį				Padarinių (poveikio) trukmė valandomis, paromis (nuo 6 valandų)	Įvykio kilimo priežastys	Įvykio (poveikio) zona ir išplitimas (m ²)
				Gamtai, orui, gruntui, vandeniui	Bendrovės, įstaigos turtui	Privačiam sektoriui	Iš viso žala litais - nuo 50 000 tūkst.			
1.	Ekologinio pobūdžio	2000-02-18	–	vandeniui	–	–	50 048	7	Techninis gedimas	400
2.	Ekologinio pobūdžio	2002-08-27	–	vandeniui	–	–	136 464	1	Žmoniškasis faktorius	4500
3.	Ekologinio pobūdžio	2003-03-20	–	vandeniui	–	–	209 796	4	Žmoniškasis faktorius	6800
4.	Ekologinio pobūdžio	2005-05-11	–	vandeniui	–	–	163 198	3	Žmoniškasis faktorius	3850
5.	Ekologinio pobūdžio	2007-05-07	–	vandeniui	–	–	122 374	2	Žmoniškasis faktorius	5600
6.	Ekologinio pobūdžio	2008-01-21	–	vandeniui	–	–	51 900	2	Žmoniškasis faktorius	150
7.	Ekologinio pobūdžio	2010-09-20	–	vandeniui	–	–	Neskaičiuota, nes teršalai buvo surinkti	0,4	Žmoniškasis faktorius	650

Lentelė parengta vadovaujantis Lietuvos Respublikos Vyriausybės 2009-12-23 nutarimu Nr.1701 „Dėl ekstremaliųjų įvykių kriterijų patvirtinimo“ (Žin., 2009, Nr.6928) bei Galimų pavojų ir ekstremaliųjų situacijų rizikos nustatymo rekomendacijomis. 2011- 2013 ekstremaliųjų įvykių kriterijų dėl taršos pasiekta nebuvo.

3.2.2 lentelė. Klaipėdos uosto teritorijoje (akvatorijoje) užregistruoti naftos produktų išsiliejimų bei kiti incidentai 2003-2013 metų periode¹

Data (metai)	Įvykio vieta	Avarijos apibūdinimas	Taršos nafta incidentų skaičius
2003	129 krantinė	Nuskendo laivas	–
	5 krantinė	Rastas sprogmuo	
	22 krantinė	Gaisras laive	
2004	AB „KLASCO“	Rastas sprogmuo	–
	Uosto akvatorija	Apvirto katamaranas	
	AB „Vakarų laivų gamykla“	Gaisras laive atliekant suvirinimo darbus	
	AB „Vakarų laivų gamykla“	Gaisras laive	
2005	AB „KLASCO“	Gaisras laive	2
	92 krantinė	Dyzelino išsiliejimas	
	Uosto akvatorija	Gaisras žemsiurbėje	
	UAB „Krovinių terminalas“	Rastas sprogmuo	
	Uosto akvatorija	Naftos produktų išsiliejimas	
	22 krantinė	Gaisras laive	
2006	102 krantinė	Gaisras laive	2
	Uosto akvatorija	Naftos produktų išsiliejimas	
	89 krantinė	Rastas sprogmuo	
2007	100 krantinė	Naftos produktų išsiliejimas	1
	98 krantinė	Į vandenį įkrito automobilis	
	8 dokas	Naftos produktų išsiliejimas	
2008	122 krantinė	Gaisras laive	1
	118 krantinė	Naftos produktų išsiliejimas	
	80 krantinė	VĮ KVJU Direkcijos lokalinis Gaisras laive	
2009	18 krantinė	Gaisras laive	1
	130 krantinė	Naftos produktų išsiliejimas	
	66 krantinė	Rastas sprogmuo	
	66 krantinė	Rastas sprogmuo	

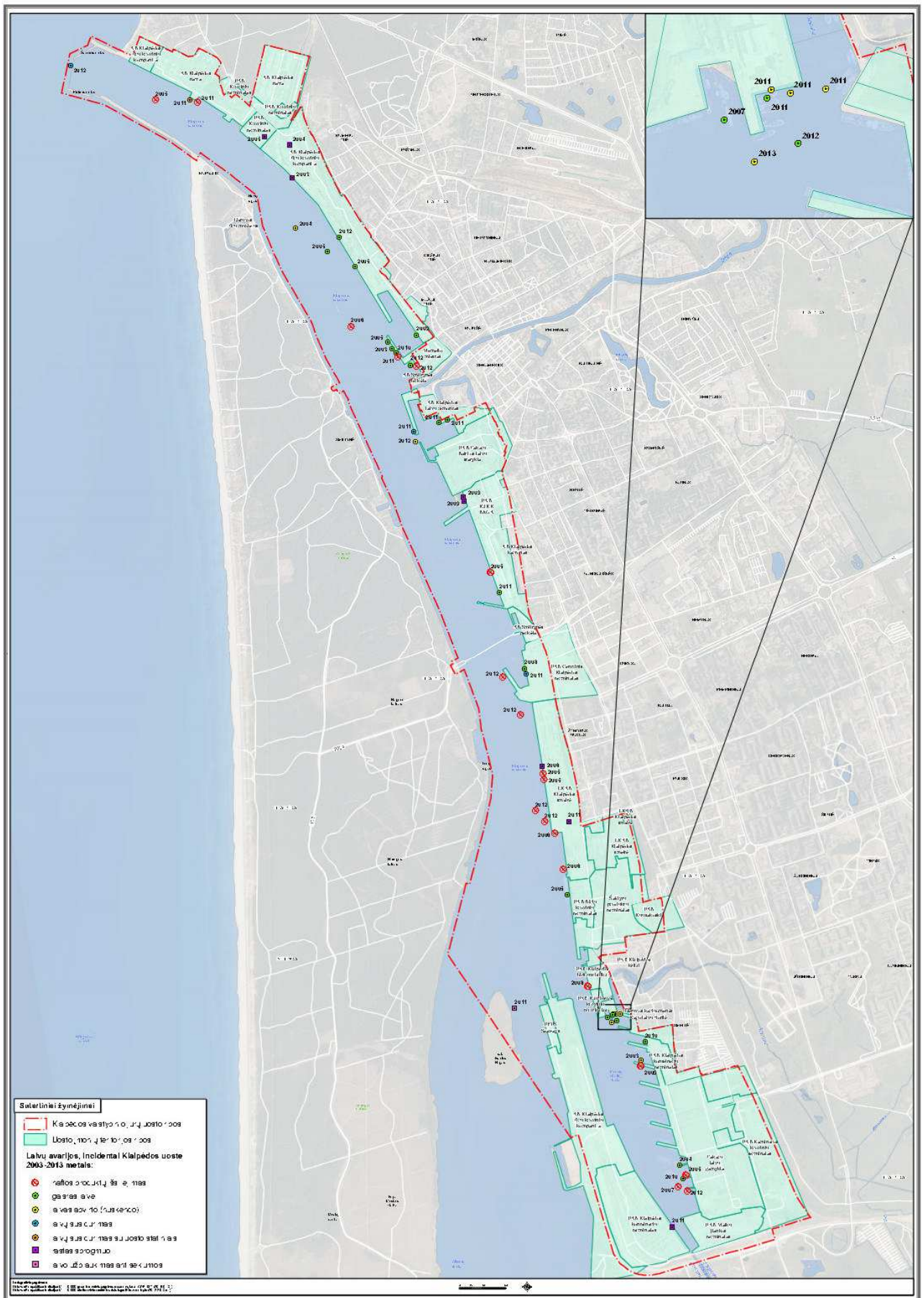
¹ VĮ KVJU Direkcijos lokalinis kovos su tarša uoste, žmonių, laivų ir turto gelbėjimo planas, 2013

Data (metai)	Įvykio vieta	Avarijos apibūdinimas	Taršos nafta incidentų skaičius
2010	127A krantinė	Gaisras laive	–
2011	1 krantinė	Tanklaivis trenkėsi į krantinę	1
	Žvejų uostelis	Nuskendo laivas	
	22 krantinė	Gaisras laive mašinų skyriuje	
	53 krantinė (AB „Klaipėdos laivų remontas“25	Remontuojamo laivo triume kilo gaisras	
	Uosto akvatorijoje ties 80 krantine	Tanklaivis trenkėsi į plaukiojančią platformą	
	Ties 33 krantine	Vilkiko buksyruojamas laivas trenkėsi į karišką	
	Ties 1 krantine	Kraunant tanklaivį prasipylė naftos produktai	
	Uosto akvatorija ties Kiaulės Nugara	Keleivinis keltas užplaukė ant seklumos	
	Ties 70 krantine (KJKK „Bega“)	Gaisras laivo triume	
	56 krantinėje	Gaisras laive	
	143 a krantinė	Rastas sprogmuo	
	LKAB „Klaipėdos Smeltė“	Rastas sprogmuo geležinkelio estakados	
	122 krantinėje (AB „Senoji Baltija“)	Gaisras laive	
	Ties 122 krantine	Užtvindytas laivo laivagalys	
Ties 122 krantine	Laivo skendimas		
2012	8 krantinė (AB „KLASCO“)	Gaisras portaliniame krane	2
	Ties 23 krantine	Gaisras laive	
	Ties 59 krantine (AB „Klaipėdos laivų remontas“)	Nuskendo laivas	
	Uosto išorinis reidas	Žvejybinis botas trenkėsi į laivą	
	Uosto akvatorijoje ties 81, 82, 95, 96 krantinėmis	Naftos produktų dėmės	
	AB „Vakarų laivų gamykla“ dokas	Naftos produktų dėmės	
	Ties 122 krantine Žvejų uostelyje	Gaisras laive	
	Uosto akvatorijoje	Kateris užplaukė ant seklumos	
	80 krantinė	Gaisras laive	
24 krantinė	Dyzelinio kuro išsipylimas laive		
2013	Ties 65A krantine	Nuskendo vilkikas	–

Data (metai)	Įvykio vieta	Avarijos apibūdinimas	Taršos nafta incidentų skaičius
	Baltijos jūra	Gaisras kroviniame kelte	
	Ties 122b krantine (Mažų žvejybinių laivų)	Nuskendo laivas	
Viso per 2003-2013: 10 pastebėtų naftos produktų dėmių bei išsiliejimų į akvatoriją			

3.2.3 lentelė. VI KVJUD informacija apie naftos produktų išsipylimus iš laivų uosto akvatorijoje 2005-2010 metais.

Nr.	Įvykio vieta	Laivo pavadinimas	Kada įvyko	Surinktų teršalų kiekis	Taršos incidento data pagal Klaipėdos RAAD informaciją
1.	Krantinė Nr. 92	Keto	2005-02-20	Dyzelinas - 71 litras	2005-05-11 (nesutampa)
2.	Krantinė Nr. 69	Amalia	2005-11-12	Naftos produktų - 10 m ³ Naftos emulsijos - 28 m ³	-
3.	Krantinė Nr. 97	Karma	2006-01-25	Naftos emulsijos - 19 m ³	-
4.	Krantinė Nr. 100	Frio Roma	2006-10-21	Mazuto - 0,403 m ³ Naftos emulsijos - 15 m ³	-
5.	AB „VLG“ dokas Nr. 8	Kaduna	2007-05-07	Mazuto - 0,223 m ³ Naftos emulsijos - 18 m ³	2007-05-07 (sutampa)
6.	Krantinė Nr. 118	Heron	2008-01-21	Dyzelino emulsijos - 33 m	2008-01-21 (sutampa)
7.	Krantinė Nr. 130	Queen of Scandinavia	2009-06-23	Naftos produktų - 10,2 m ³	-
8.	Krantinė Nr. 139	Mount Kent	2010-03-26	Naftos emulsijos - 54 m ³	-
9.	Krantinė Nr. 22	Sernai	2010-08-18	Naftos emulsijos - 2 m	2010-09-20 (nesutampa)



Pagal Klaipėdos RAAD duomenis išsiliejusios naftos išplitimo zonos plotai nedideli, mažiausias – 150, didžiausias 6800 m² arba 0,68 ha (uosto akvatorija užima 876 ha). Vertinti išsiliejusios naftos kiekius pagal uosto duomenis sudėtinga, nes parodyti surinktų naftos produktų ar jos emulsijos kiekiai, kurie neatspindi faktiškų į vandenį patekusių teršalų kiekio.

Pažymėtina, kad daugeliu atvejų Klaipėdos RAAD ir KVJU duomenys bei taršos incidentų vertinimo kriterijai skiriasi, nesutampa ir incidentų datos, išskyrus du atvejus - naftos išsiliejimus 2007 ir 2008 metais.

Apibendrinant galima konstatuoti, kad uosto akvatorijoje kasmet įvyksta apie 1-2 nedidelio masto taršos incidentai, kurie ženkliai poveikio Kuršių marių ir Baltijos priekrantės vandens kokybei neturi. Ženklesnių taršos incidentų uosto išoriniame reide bei Lietuvos priekrantėje pastaraisiais metais neužfiksuota.

2013 metais patikslintas VĮ Klaipėdos valstybinio jūrų uosto direkcijos lokalinis kovos su tarša uoste, žmonių, laivų ir turto gelbėjimo planas. Jame identifikuoti svarbiausi objektai, galimos rizikos, pavojai ir grėsmės, aptarta kaip valdyti ekstremalias situacijas bei informuoti visuomenę apie pavojus. Visose uosto bendrovėse galimi avariniai atvejai bei reagavimo pajėgumai integruoti į šį VĮ KVJUD planą.

Atlikus uosto naudotojų saugos ataskaitose ir lokaliniuose teršimo incidentų likvidavimo planuose pateiktų duomenų analizę plane nustatyta, kad uosto veikloje labiausiai tikėtini nedidelio masto avariniai naftos produktų išsiliejimai uosto akvatorijoje, susiję su darbuotojų klaidomis ir įrenginių techninės priežiūros stoka. Visų šių avarių metu naftos produktų išsiliejimai neviršija 7 tonų.

Plane konstatuota: „apibendrinant 13 lentelėje pateiktus duomenis matome, kad išsiliejus 7 tonoms naftos, pavojingos užteršimo zonos ilgis po 7 valandų sudaro 6,3 km, užteršimo zonos plotas - 54,1 ha. Naftos dėmės dreifo kryptis esant silpnam vėjui sutaps su vandens srauto kryptimi, t.y. judės link Uosto vartų, o vėliau išilgai Melnragės paplūdimio. Esant stipriam vakarų krypties vėjui naftos dėmė dreifuos pietų kryptimi į Kuršių marias. Įvertinant naftos emulgavimosi ir garavimo procesus, ištisinė naftos dėmė gali suirti po 24 valandų“.

Visos laivų avarijos, įskaitant, bet neapsiribojant, užplaukimus ant seklumos, susidūrimus su kitu laivu arba stacionariomis konstrukcijomis, nevaldomi laivai (t.y., mašinų gedimo ir / ar korpuso pažeidimai), gaisrai, sproginimai, ir kt., kurie sukėlė ar galėjo sukelti taršos incidentą LR jūros rajone ar Kuršių mariose (uostų akvatorijose) turėtų būti registruojamos ir analizuojamos vienoje žinyboje bei rengiamos nustatytos formos kasmetinės ataskaitos.

VEIKLA NR. 3.3. ORO TARŠOS, SUSIDARANČIOS DĖL KLAIPĖDOS UOSTO ZONOJE ESANČIŲ IR NUMATOMŲ STATYTI ĮMONIŲ IR OBJEKTŲ VERTINIMAS

Atlikta veikla Nr. 3.3. ir pasiektas rezultatas Nr. R3.3. - surinkta informacija apie stacionarius ir mobilius taršos šaltinius, veikiančius uosto ribose, išanalizuota kokie oro teršalai ir jų kiekiai yra išmetami į aplinkos orą iš Klaipėdos uosto teritorijoje veikiančių ir planuojamų įmonių ir objektų.

3.3.1 Klaipėdos uoste veikiančios įmonės ir jų veiklos klasifikacija

Klaipėdos uostas – labiausiai į šiaurę nutolęs neužšalantis rytinės Baltijos jūros uostas. Tai svarbiausias ir didžiausias Lietuvos Respublikos transporto centras, kuriame susijungia jūros, sausumos ir geležinkelio keliai iš rytų ir vakarų.

Klaipėda – multimodalinis, universalus, giliavandenis uostas, kuriame dirba 14 stambių krovos, laivų remonto ir statybos kompanijų, teikiamos visos su jūros verslu ir krovinių aptarnavimu susijusios paslaugos. Uostas per metus gali perkrauti iki 65 milijonų tonų įvairių krovinių.

Uostas gali priimti iki 337 m. ilgio ir 48 m. pločio ir 13.4 m. gramzdos laivus. Iš čia trumpiausiai atstumai sausuma iki svarbiausių pramoninių Rytų šalių regionų (Rusijos, Baltarusijos, Ukrainos ir kt.). Per Klaipėdos uostą eina pagrindinės laivybos linijos į įvairius Europos uostus. Uostas dirba 24 val. per parą, 7 dienas per savaitę ištisus metus.

Klaipėdos uostas randasi išskirtinėje vietoje – Kuršių mariose. Kuršių marios – eutrofiktuotas vandens telkinys, sekli gėlavandeni lagūna įtakojanti Baltijos jūros pakrantės vandenų būklę. Lietuvai priklauso 413 km² marių akvatorijos ploto – tai dalis centrinės ir šiaurinės Kuršių marių dalys, su Klaipėdos sąsiauryje įsikūrusiu valstybiniu uostu (Lapinskienė ir kt., 2002; Žaromskis, 1996). Čia vyksta intensyvi ūkinė veikla, todėl nepaisant savo gamtinės aplinkos unikalumo Kuršių marios yra nuolat teršiamos (Dubra J. 1998). Viena labiausiai užteršta ir nuolatinį antropogeninį spaudimą turinti Kuršių marių dalis yra Klaipėdos sąsiauris. Tai Kuršių marių dalis, užimanti 12 km ilgio akvatoriją nuo Kiaulės nugaros salos pietuose iki jūros vartų šiaurėje. Pagal Bendrąją Europos sąjungos vandens direktyvą, Klaipėdos sąsiauris priskiriamas labai pakeistų vandens telkinių grupei – kurio hidromorfologinė, fizinė ir cheminė būklė dėl žmogaus veiklos yra pakitusi taip, kad nėra galimybių pasiekti gerą ekologinę būklę (EPTD 2000). Siekiant įvertinti kaip į orą išmetami teršalai įtakoja aplinkos būklę – būtina analizuoti Klaipėdos uosto zonoje veikiančias įmones, jų išmetamus oro teršalus.

Klaipėdos uoste veikiančių įmonių grupės:

- Agentavimas
- Asociacijos

- Ekspedijavimas
- Ekspertai - inspektorai
- Jūrininkų įdarbinimo laivuose agentūros
- Kitos įmonės
- Klasifikacinės kompanijos
- Konteinerių terminalai
- Krovos darbų kompanijos
- Kruizinių laivų terminalai
- Kruizinius laivus aptarnaujančios kelionių agentūros
- Laivų aprūpinimas
- Laivų remontas, statyba, techninis aptarnavimas
- Laivybos kompanijos
- Mokymo įstaigos
- Muitinės tarpininkai
- Ro-ro terminalai
- Statybinių darbų kompanijos
- Uosto kontrolės tarnybos
- Uosto vilkikai

Pagal pateiktus Aplinkos apsaugos agentūros taršos prevencijos ir leidimų departamento Klaipėdos skyriaus duomenis - iš visų Klaipėdos uosto teritorijoje veikiančių įmonių į aplinkos orą teršalus išmeta 22. Šių įmonių sąrašas, jų veiklų klasifikacija pateikiama 3.3.1. lentelėje.

3.3.1 lentelė. Klaipėdos uosto zonoje veikiančios įmonės

Įmonės pavadinimas	Veikla
UAB „GRANMAX“	Trąšų gamyba ir fasavimas
UAB „Vakarų Baltijos laivų statykla“:	Laivų statyba, metalo konstrukcijų gamyba
AB „Klaipėdos kartonas“	Bendrovė gamina žaliavą gofruoto kartono gamybai - testlainerį ir fliutingą, bei kartoninį korinį užpildą, kuris naudojamas baldų pramonėje, durų gamybai.
Suskystintu gamtiniu duju terminalas	Suskystintųjų gamtinių dujų krova į laivą-saugyklą iš dujovežių, dujinimas, perkrova į mažesnius dujovežius.
UAB „Klaipėdos magma“	Metalų supirkimas, smulkinimas, metalų gaminiai
UAB „Mabre LPC“	Birių ir fasuotų krovinių krova
UAB „Kuasakoski“	Superka visų metalų laužą ir metalų turinčias pramonines ir buitines atliekas, jas smulkina, krauna į laivus
UAB „Klaipėdos konteinerių terminalas“	Dviejuose (konteinerių ir ro-ro krovinių) terminaluose priima laivus, gabenančius

	konteinerius, ir generalinius krovinius bei ro-ro krovinius gabenančius keltus; teikia krovinių sandėliavimo, pakavimo, rūšiavimo, komplektavimo, svėrimo ir krovimo į kitas transporto priemones paslaugas; krauna nestandartinius, didelių gabaritų ir svorio krovinius, ratinę techniką
UAB „Vakarų krova“	Krauna ir sandėliuoja biriuosius (įvairius žemės ūkio produktus, trąšas, druską, kaoliną ir kt.), suverstinius (metalo laužą, skaldą, kalkakmenį, durpes ir kt.), skystuosius (biodyzeliną, melasą ir kt.) bei generalinius krovinius (apvalią medieną, įvairius pakuotus krovinius), taip pat stambiagabaričius ir sunkiasvorius įrengimus bei ratinę techniką. Bendrovėje veikia keturi specializuoti terminalai, skirti biriesiems ir skystiesiems produktams sandėliuoti ir krauti iš (į) laivų (-us). Bendrovė taip pat teikia krovinių fasavimo, rūšiavimo ir komplektavimo, laivų priėmimo ir kitas logistikos paslaugas.
UAB „Vakarų laivų remontas“	Laivų remontas, statyba, techninis aptarnavimas
UAB „Vakarų buitnis“	Valymo sprendimai laivų remontui ir gamybai; Kitos buitinės paslaugos
UAB „Vakarų metalgama“	Plieno lakštų ir profilių pjovimas, valymas ir gruntavimas
AB „Klaipėdos jūrų krovinių kompanija“	Jūrų perkėlos terminalas Jūrų perkėlos terminale kraunami ro-ro kroviniai, aptarnaujami keleiviai. Teikiamos uosto vilkikų paslaugos.
LKAB „Klaipėdos smeltė“	Bendrovė krauna ir sandėliuoja konteinerius, stambiagabaričius ir sunkiasvorius įrengimus, šaldytos mėsos ir žuvies produkciją, įvairius pakuotus ir suverstinius krovinius. Įmonė krauna jūrinius krovinius uždaruose ir specializuotuose sandėliuose (šaldytuvuose) ir atvirose aikštelėse.
UAB „Centrinis Klaipėdos terminalas“	Ro-ro ir konteinerių krova, sandėliavimas, negabaritinių krovinių krova ir keleivių aptarnavimas, keleivinių keltų, kruizinių laivų priėmimas ir aptarnavimas
UAB „Birių krovinių terminalas“	Specializuotame terminale sandėliuoja, krauna biriąsias ir pakuotas mineralines trąšas, mineralines ir chemines medžiagas, generalinius ir kitus krovinius. Teikia krovinių svėrimo, krovimo į kitas transporto priemones paslaugas.
UAB KJKK „Bega“	Septyniuose specializuotuose (biriųjų trąšų, skystųjų trąšų, inertinių medžiagų, skystųjų chemijos produktų, skystųjų maisto produktų, biriųjų žemės ūkio produktų, suverstinių krovinių) terminaluose sandėliuoja, krauna ir pakuoja mineralines trąšas, sodą, mineralines ir chemines medžiagas, cementą, inertines statybines medžiagas, generalinius ir kitus krovinius. Universaliame eksporto, importo ir paskirstymo terminale sandėliuoja ir krauna žemės ūkio ir maisto produktus. Teikia krovinių vežimo

	geležinkeliais ir autotransportu, krovinių ekspedijavimo, logistikos, laivų agentavimo paslaugas.
UAB „Vakarų konstrukcijos“	Pagrindinė veikla yra metalo konstrukcijų gamyba, mechaninis metalo apdirbimas, mašinų ir mechanizmų detalių gamyba
UAB „Kamineros krovinių terminalas“	Krauna ir sandėliuoja birius bei pakuotus krovinius (palaidas ir fasuotas durpes, durpių briketus, technologines ir kuro medienos skiedras, metalo laužą, keramzitą, skaldą ir kitas birias statybines medžiagas); teikia šias paslaugas: laivų agentavimas – frachtavimas, laivų švartavimas; krovinių sandėliavimas Klaipėdos uosto teritorijoje; krovinių sandėliavimas bendrovės operuojamuose muitinės sandėliuose Klaipėdos uoste; visų tipų krovinių ekspedijavimas; mobilios krovos įrangos nuoma
UAB „Klaipėdos nafta“	Specializuotame naftos krovinių terminale perpila šviesiuosius ir tamsiuosius naftos produktus ir neapdirbtą naftą iš geležinkelio cisternų į tanklaivius; priima žaliavinę naftą ir naftos produktus iš tanklaivių į geležinkelio cisternas; laikinai saugo (kaupia) naftos produktus ir neapdirbtą naftą; perpila Lietuvos rinkai skirtą benzina ir dyzelinį kurą iš tanklaivių į autocisternas; švartuoja laivus; nustato naftos produktų kokybės parametrus; priima naftos produktais užterštą vandenį iš laivų; aprūpina laivus kuru ir vandeniu
AB „Klaipėdos jūrų krovinių kompanija, Sausakrūvis uostas	Jūrų perkėlos terminale kraunami ro-ro kroviniai, aptarnaujami keleiviai. Teikiamos uosto vilkikų paslaugos.
UAB „Krovinių terminalas“	Specializuotame terminale krauna ir sandėliuoja naftos, chemijos ir naftos chemijos produktus. Terminalas minėtus produktus gali krauti ir iš geležinkelio cisternų, ir iš laivų. Kitos terminalo teikiamos paslaugos: naftos produktų sumaišymas ir gamyba, laivų švartavimas, krovinių ekspedijavimas uoste, gabenimo geležinkelio transportu organizavimas Lietuvos, Baltarusijos ir Latvijos teritorijose.

3.3.2. Klaipėdos zonoje esantys oro taršos šaltiniai

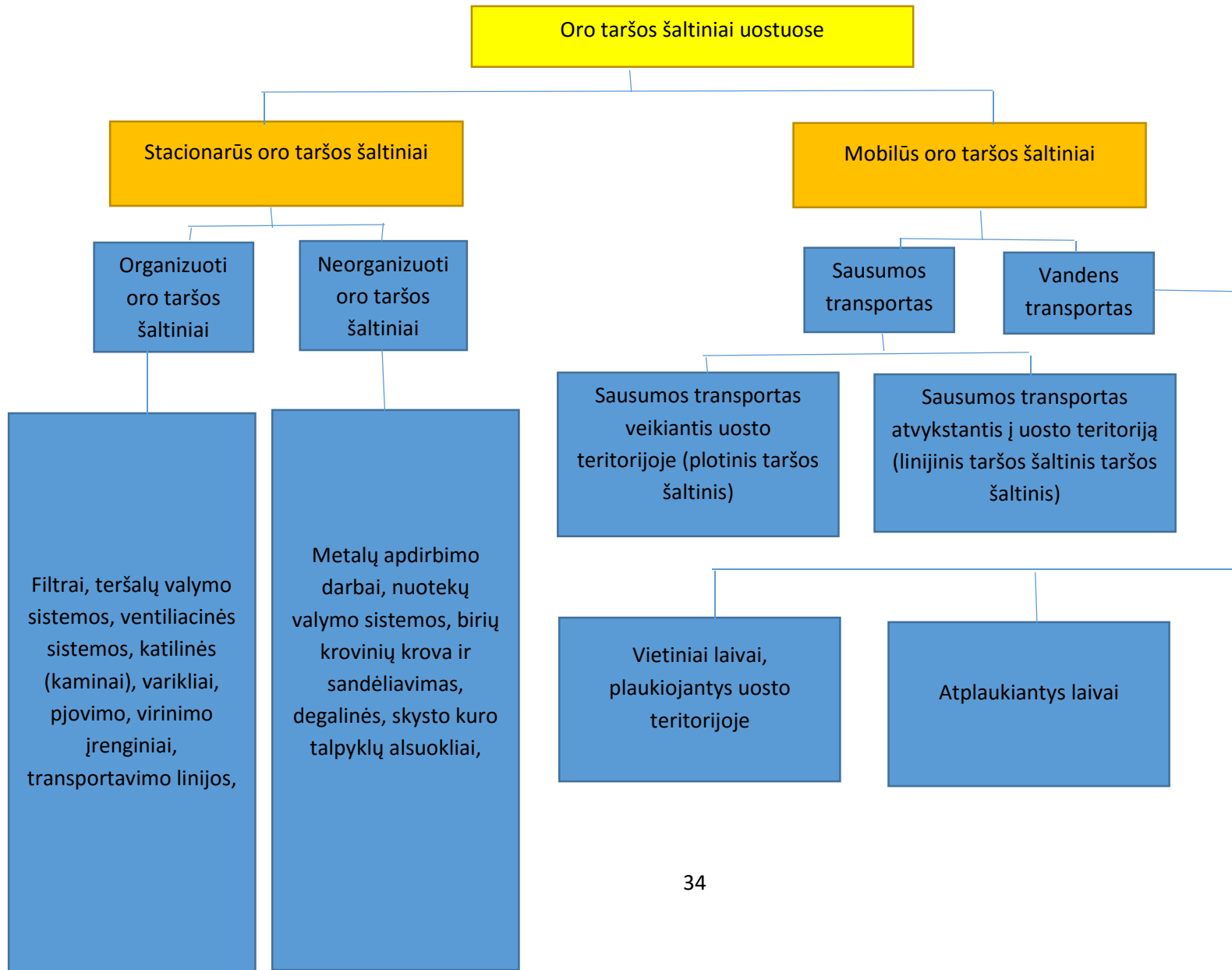
Užterštas pavojingomis medžiagomis oras pagal savo poveikį žmonių sveikatai yra pats pavojingiausias, lyginant su kitomis gamtinėmis terpėmis, todėl jo kokybės tyrimams visame pasaulyje skiriamas didelis dėmesys. Klaipėdos uosto zonoje veikiančios įmonės į orą išmeta teršalus, kurie turi įtakos oro kokybei Klaipėdos mieste, todėl būtina analizuoti kokios įmonės ir kokie oro taršos šaltiniai turi didžiausią įtaką oro užterštumui.

Oro taršos šaltiniai gali būti stacionarūs ir mobilūs. Pagal 2002 m. birželio 27d. LR aplinkos ministro įsakymą Nr. 340 „Dėl aplinkos oro taršos šaltinių ir iš jų išmetamų teršalų inventorizacijos ataskaitos įforminimo tvarkos patvirtinimo“ stacionarūs taršos šaltiniai įvardijami kaip - taršos šaltiniai, esantys nekintamoje buvimo vietoje. Oro taršos šaltiniai gali būti organizuoti – kurie skirti specialiai teršalams į aplinkos orą išmesti, ir neorganizuoti - neskirti specialiai teršalams į aplinkos orą išmesti. Orą teršia ir mobilūs taršos šaltiniai, kuriems priskiriamos motorinės transporto priemonės ir kiti judantys mechanizmai, naudojančys degalus. Oro taršos šaltinių klasifikacija Klaipėdos uoste pateikiama 3.3.1 paveiksle.

Pagal Klaipėdos uosto zonoje veikiančių įmonių pateikiamus duomenis identifikavome, kad Klaipėdos uoste veikia 761 stacionarus oro taršos šaltinis, kurie į aplinkos orą išmetą 1328,11 t skirtingų teršalų per metus. Iš 50 į aplinkos orą išmetamų skirtingų rūšių teršalų: daugiausiai išmetama anglies monoksido – 36,5%, azoto oksidų 29,7%, LOJ 11,6%, kietųjų dalelių 6,2%, geležis ir jos junginiai sudaro 3,6%. Klaipėdos uosto zonoje susidarančių teršalų rūšys, kiekis pateikiami 3.3.2 lentelėje. Išmetamų oro teršalų pasiskirstymas Klaipėdos uosto teritorijoje pateikiamas 1 priede.

Analizuojant duomenis, pagal įmonių išmetamų oro teršalų kiekius, didžiausią dalį teršalų išmeta Suskystintų dujų terminalas – 40,52%, AB "Klaipėdos kartonas" 22,86%, AB "Klaipėdos nafta" 14,82%. Visų Klaipėdos uosto zonoje veikiančių įmonių sąrašas ir į orą išmetamų teršalų kiekis t/m pateikiamas 3.3.3 lentelėje, o pasiskirstymas procentais pateikiamas 3.3.2 pav.

3.3.1 pav. Oro taršos šaltinių klasifikacija Klaipėdos uoste (schemą sudarė Goda Zobėlaitė-Noreikienė)



3.3.2. lentelė. Klaipėdos uosto zonoje susidarančių teršalų rūšys ir kiekis

Teršalo pavadinimas	Kiekis, t/m	Procentai, %	Įmonės, kurios išmeta daugiausiai teršalo
1	2	3	4
Anglies monoksidas	484,8967	36,51	Suskystintu gamtiniu duju terminalas išmeta 51,94 %
Azoto oksidai	394,6863	29,72	Suskystintu gamtiniu duju terminalas 64,34%
LOJ	154,4485	11,63	AB "Klaipėdos nafta" 72,93%
Kietos dalelės	81,9813	6,17	UAB KJKK "BEGA" 26,63%, AB "Klaipėdos jūrų krovinių kompanija" Sausakrūvis N uostas 21,40 %, UAB "Birių krovinių terminalas" 13,42%
Geležis ir jos junginiai	48,3800	3,64	UAB "Vakarų Baltijos laivų statykla" 50,64%
Etanolis	39,0347	2,94	AB "Klaipėdos kartonas" 75,91%
Sieros dioksidas	37,2786	2,81	AB "Klaipėdos kartonas" 70,91%
Izopropanolis	26,8440	2,02	UAB "Vakarų Metalgama" 99,78%
Ksilolas	12,3648	0,93	UAB "Vakarų Metalgama" išmeta 87,07%
Acto rūgštis	8,6497	0,65	Klaipėdos kartonas išmeta 100%
Butanolis	6,2779	0,47	UAB "Vakarų Metalgama" 95,56%
Amoniakas	5,7277	0,43	AB "Klaipėdos jūrų krovinių kompanija" Sausakrūvis N uostas 63,02%
Toluolas	4,8592	0,37	UAB "Vakarų Metalgama" 81,56%
Sieros vandenilis	4,7936	0,36	AB "Klaipėdos kartonas" 99,19%
MTBE	2,9871	0,22	UAB "Krovinių terminalas" 100%
Etilbenzonas	2,5579	0,19	UAB "Vakarų Metalgama" 94,30%
Akroleinas	2,4696	0,19	AB "Klaipėdos kartonas" 97,51%
Etilenglikolis	2,0798	0,16	UAB "Krovinių terminalas" 100%
Izobutanolis	1,7339	0,13	UAB "Vakarų Metalgama" 95,59%
Manganas ir jo junginiai	1,7000	0,13	UAB "Vakarų Baltijos laivų statykla" 49,68%
Cinkas ir jo junginiai	0,9748	0,073	UAB "Vakarų Metalgama" 93,88%
Acetonas	0,5412	0,041	LKAB "Klaipėdos smeltė" 15,17%, UAB KJKK "BEGA" 14,78%, UAB "Vakarų Baltijos laivų statykla" 13,88%
Metanolis	0,4768	0,036	UAB "Krovinių terminalas" 100%

Benzenas	0,4452	0,034	UAB "Krovinių terminalas" 100%
Solvent nafta	0,3817	0,029	LKAB "Klaipėdos smeltė" 29,55%
Butilacetatas	0,3139	0,024	UAB KJKK "BEGA" 100%
Formaldehidas	0,2942	0,022	AB "Klaipėdos kartonas" 100%
Fluoro vandenilis	0,1982	0,015	UAB "Vakarų Baltijos laivų statykla" 66,55%
Izobutanas	0,1754	0,013	UAB "Vakarų laivų remontas" 33,18%, UAB "Vakarų Baltijos laivų statykla" 25,98%
Etilacetatas	0,1456	0,011	UAB KJKK "BEGA" 34,34%, UAB "Vakarų laivų remontas" 24,38%
Orto fosforo rūgštis	0,1117	0,008	UAB "Vakarų konstrukcijos" 100%
Fluoridai	0,0844	0,006	UAB "Vakarų Baltijos laivų statykla" 56,08%
Aluminio oksidas	0,0433	0,003	UAB "Vakarų Baltijos laivų statykla" 94%
Sieros rūgštis	0,0376	0,003	LKAB "Klaipėdos smeltė" 100%
Varis ir jo junginiai	0,0285	0,002	UAB "KUUSAKOSKI" 54,80%, UAB "Vakarų Baltijos laivų statykla" 41,33%
Chromas ir jo junginiai	0,0204	0,002	UAB "Vakarų Metalgama" 64,05%
Oksalo rūgštis	0,0203	0,002	UAB "Vakarų konstrukcijos" 100%
Sieros anhidridas	0,0161	0,001	LKAB "Klaipėdos smeltė" 81,37%
Švino junginiai	0,0147	0,001	UAB "KUUSAKOSKI" 100%
Nikelis ir jo junginiai	0,0138	0,001	UAB "Vakarų Baltijos laivų statykla" 52,92%
Metilacetatas	0,0035	0,0003	UAB "Vakarų konstrukcijos" 100%
Etilcelozovolvas	0,0032	0,0002	UAB KJKK "BEGA" 100%
Cikloheksanonas	0,0030	0,0002	UAB "Vakarų laivų remontas" 100%
Magnis ir jo junginiai	0,0027	0,0002	UAB "Vakarų Baltijos laivų statykla" 100%
Izopentanas	0,0022	0,0002	UAB "Vakarų Baltijos laivų statykla" 100%
Naftalenas	0,0015	0,0001	UAB "Krovinių terminalas" 100%
Izopropilbenzolo hidroperoksidas	0,0015	0,0001	UAB "Vakarų Baltijos laivų statykla" 66,67%
1,2,4 trimetilmenzonas	0,0012	0,0001	UAB "Krovinių terminalas" 41,67%
Butilceliozolvas	0,0010	0,0001	UAB KJKK "BEGA" 75,95%

1,3,5 trimetilmenzonas	0,0006	0,0000	UAB "Krovinių terminalas" 83,33%
Chloro vandenilis	0,0001	0,0000	AB "Klaipėdos nafta" 100%
VISO:	1328,11	100	

3.3.3 lentelė. Klaipėdos uosto zonoje veikiančių įmonių į orą patenkančių teršalų kiekis

Įmonė	Bendras teršalų kiekis t/m
Suskystintu gamtiniu duju terminalas	538,16
AB "Klaipėdos kartonas"	303,60
AB "Klaipėdos nafta"	196,87
UAB "Vakarų Metalgama"	71,61
UAB "Vakarų Baltijos laivų statykla"	47,18
UAB KJKK "BEGA"	25,32
AB "Klaipėdos jūrų krovinių kompanija" Sausakrūvis N uostas	23,41
UAB Krovinių terminalas	22,42
UAB "Vakarų konstrukcijos"	18,95
UAB "Vakarų laivų remontas"	17,34
UAB "Klaipėdos keleivių ir krovinių terminalas"	16,04
UAB "Vakarų krova"	13,59
UAB "Birių krovinių terminalas"	11,00
UAB "KUUSAKOSKI"	6,00
LKAB "Klaipėdos smeltė"	4,58
AB "Klaipėdos jūrų krovinių kompanija" Jūrų perkėlos terminalas	5,93
UAB "Kaminera"	1,92
UAB "Klaipėdos konteinerių terminalas"	1,24
UAB "Mabre LPC"	1,01
UAB "Vakarų Buitis"	0,83
UAB "Klaipėdos Magma"	0,59
UAB "Granmax"	0,51
Viso:	1328,11



3.3.2 pav. Klaipėdos uosto zonoje išmetamų į orą teršalų, iš įmonių, pasiskirstymas procentais

3.3.3 Klaipėdos Uosto zonoje veikiančių įmonių išmetamų į orą teršalų analizė

Anglies monoksidas. Tai bekvapės, bespalvės ir beskonės dujos. Anglies monoksidas susidaro nevisiškai sudegus *organiniams junginiams* (pagrindiniai šaltiniai – automobilių varikliai, sunkioji pramonė, namų šildymas). Anglies monoksidas ore santykinai greitai pavirsta anglies dioksidu. Įkvėptas anglies monoksidas užblokuoja deguonies patekimą į kraują, audiniuose *sukelia deguonies trūkumą* bei sąlygoja, esant tam tikrai koncentracijai, galvos skausmą, pykinimą, svaigimą, užimą ausyse ir sąmonės netekimą. Dėl didelės transporto koncentracijos piko valandomis arba esant nepalankioms oro sąlygoms (smogui) ypatingai kenkia sergantiems širdies, kraujo apytakos ligomis.

Klaipėdos uoste veikiančios įmonės į aplinkos orą išmeta 484,8967 t/m anglies dioksido. Daugiausiai anglies monoksido išmeta suskystintų dujų terminalas. Anglies monoksidas uoste susidaro pjaustant, virinant metalų arba veikiant katilinėms gaminant garą. Visų įmonių, kurios Klaipėdos uosto zonoje išmeta anglies monoksidą, sąrašas, išmetamų teršalų kiekis pateikiamas 3.3.4 lentelėje.

3.3.4 lentelė. Anglies monoksido išmetimai iš Klaipėdos uosto zonoje veikiančių įmonių

Įmonės pavadinimas	Kiekis, t/m	Procentai, %	Veikla, kurios metu išmetamas teršalas
1	2	3	4
Suskystintu gamtiniu duju terminalas	251,853	51,94	išdujinimo katilai, pagalbinis katilas, pagrindiniai varikliai, avarinis generatorius.
AB "Klaipėdos kartonas"	163,7536	33,77	katilinė, kuro kūrenimas. Metalų pjaustymas
AB "Klaipėdos nafta"	39,0263	8,05	katilinė, suvirinimo darbai, krovimo darbai, garų deginimas
UAB "Vakarų Baltijos laivų statykla"	10,8204	2,23	metalų suvirinimas ir pjovimas. Metalų valymas, kljajavimas, dažymas
UAB "Vakarų laivų remontas"	3,6265	0,75	metalų paruošimas, pjovimas, suvirinimas
UAB "Vakarų konstrukcijos"	3,5093	0,72	natūralios traukos deflektoriai, darbai kartinėse ir aikštelėse
UAB "Vakarų krova"	2,969	0,61	katilinės veikla. Metalų suvirinimas ir pjovimas
UAB "Klaipėdos keleivių ir krovinių terminalas"	2,7507	0,57	katilinė (garo generatorius), suvirinimo-pjaustymo darbai,
AB "Klaipėdos jūrų krovinių kompanija" Sausakrūvis N uostas	2,1303	0,44	metalų suvirinimas ir pjovimas.
AB "Klaipėdos jūrų krovinių kompanija" Jūrų perkėlos terminalas	1,7007	0,35	katilinė, suvirinimo ir pjaustymo darbai
UAB "Vakarų Metalgama"	0,9689	0,20	metalų pjovimas, džiovinimas, suvirinimas teritorijos valymas, kljajavimas, dažymas
UAB "KUUSAKOSKI"	0,9224	0,19	metalų laužo smulkinimas, pjaustymas, suvirinimas
LKAB "Klaipėdos smeltė"	0,4186	0,09	katilinė, dūmų ištraukimas, oro pašildymo įrenginiai, suvirinimo-pjovimo veikla,
UAB "Klaipėdos Magma"	0,17	0,04	svirinimas, metalų pjaustymas
UAB "Krovinių terminalas"	0,1311	0,03	dyzelinis variklis, suvirinimo darbai,
UAB "Kaminera"	0,125	0,03	metalų pjaustymas
UAB KJKK "BEGA"	0,0122	0,003	metalų pjaustymas, suvirinimas, trupinimo įrenginys

UAB "Klaipėdos konteinerių terminalas"	0,0087	0,002	mechaninės dirbtuvės
Viso:	484,8967	100	

Azoto oksidai. Azoto junginių sancaupos aplinkoje tapo viena iš opiausių ekologinių problemų, sąlygojančių neigiamus lokalinio, regioninio bei globalinio masto procesus (Bogo ir kt., 2001). Esant įprastoms atmosferos sąlygoms, išskirtas azoto monoksidas (NO) oksiduojasi iki azoto dioksido (NO₂). Šis procesas ypač aktyviai vyksta prie išmetimo šaltinio ir lėtėja mažėjant azoto monoksido (NO) koncentracijai dėl sklaidos. Azoto dioksidas yra svarbu kompleksinės taršos lygio indikatorius (Gražulevičienė, 2003).

Susidaręs azoto monoksidas (NO) dalyvauja įvairiuose virsmuose ir tampa azoto dioksidu (NO₂) (WHO, 2000). Pastarasis sugeria ultravioletinius saulės spindulius ir skyla (Herndon ir kt., 2007). Atsipalaidavę deguonies atomai dalyvauja ozono susidarymo reakcijoje, ozonas oksiduoja naujus azoto monoksido (NO) kiekius (<http://www.chf.vu.lt>). Azoto oksidai gali būti antropogeninės kilmės arba susidaryti natūralių procesų metu. Didžioji azoto dioksido dalis susidaro iš troposferoje esančio azoto monoksido (NO) oksidacijos proceso pasekoje (Smailys, 2005). Labai užterštoje aplinkoje atmosferoje esantis azoto monoksidas (NO) gali reaguoti su hidroperoksi (HOO) arba peroksi (-OO) radikalais, tokiu būdu susidarant azoto dioksidui (NO₂). Ši reakcija vyksta greitai, todėl gali susidaryti labai dideli NO₂ kiekiai šalia intensyvaus eismo gatvių.

Azoto oksidas taip pat gali reaguoti su atominiu deguonimi ir sudaryti azoto dioksidą. Pastarasis reaguodamas su atmosferoje esančiais vandens garais virsta azoto rūgštimis (HNO₃). Azoto rūgštis iškrenta su lietumi arba gali dalyvauti reakcijose su amonio jonu ir sudaryti amonio nitratą (NH₄NO₃) (<http://ec.europa.eu/>). Azoto dioksidas atmosferoje išsilaiko apie tris paras. Didžioji dalis azoto dioksido iš atmosferos pašalinama dviem būdais: veikiant ozonui gali susidaryti N₂O₅ arba pašalinamas azoto rūgštis, nitratai ar organinio azoto pavidalu (Laurinavičienė, 2005).

Pagrindinis azoto oksidų poveikis aplinkai – susidarantis smogas, šiltnamio efektas, rūgštūs lietūs. Azoto oksidas ir ozonas yra stipriai jautrinančios plaučius medžiagos. Kai azoto oksidų koncentracijos aplinkoje yra 5 - 10 ppm pasireiškia kvėpavimo takų ligų simptomai. Teršalai ardo bronchų, plaučių ląsteles. Sumažėja atsparumas virusams ir bakterijoms. Žmonės dažniau pradeda sirgti bronchitu, plaučių uždegimu, astma, lėtine obstrukcine plaučių liga ir kt. (Hoppe ir kt., 1995). Per ilgą laiką teršalai gali paskatinti vėžines, širdies bei kraujagyslių ligas. Jautriausi smogui yra vaikai ir asmenys, sergantys kvėpavimo bei širdies ir kraujagyslių sistemos ligomis (Loreto, 1997). Rūgštūs lietūs didina ežerų rūgštingumą, dėl to žūva vandens organizmai. Dėl rūgščių lietu stebimas dirvos ir gruntinio vandens rūgštingumas. Manoma, kad rūgščios dalelės sukelia nemažai kvėpavimo problemų (Johnson ir kt., 1998).

Klaipėdos uoste veikiančios įmonės į aplinkos orą išmeta 394,6863 t/m azoto oksidų. Daugiausiai azoto oksidų išmeta Suskystintu gamtiniu duju terminalas. Azoto oksidai uoste susidaro pjaustant, virinant metalus arba veikiant katilinėms – gaminant šiluminę energiją. Visų įmonių, kurios Klaipėdos uosto zonoje išmeta azoto oksidus, sąrašas, ir išmetamų teršalų kiekis pateikiamas 3.3.5 lentelėje.

3.3.5 lentelė. Azoto oksidų išmetimai iš Klaipėdos uosto zonoje veikiančių įmonių

Įmonės pavadinimas	Kiekis, t/m	Procentai, %	Veikla, kurios metu išmetamas teršalas
1	2	3	4
UAB "Vakarų Baltijos laivų statykla"	9,2239	2,34	Suvirinimas, pjovimas, metalų valymas, kljavimas
AB "Klaipėdos kartonas"	72,4416	18,35	Katilinė, metalų pjaustymo darbai
Suskystintu gamtiniu duju terminalas	253,955	64,34	Išdujinimo katilai, pagrindiniai ir varikliai, generatorius
UAB "Klaipėdos Magma"	0,029	0,01	metalų suvirinimas, pjaustymas
UAB "Mabre LPC"	0,7557	0,19	pjaustymas, virinimas
UAB "KUUSAKOSKI"	0,0098	0,00	metalų pjaustymas, suvirinimas
UAB "Vakarų krova"	1,1002	0,28	garo generatorius, metalų suvirinimas, pjovimas
UAB "Vakarų laivų remontas"	3,4933	0,89	metalo paruošimas, pjaustymas, suvirinimas,
UAB "Vakarų Metalgama"	1,3337	0,34	Pjovimas, metalo džiovinimas, suvirinimas
AB "Klaipėdos jūrų krovinių kompanija" Jūrų perkėlos terminalas	0,6159	0,16	katilinė, suvirinimo pjaustymo darbai,
LKAB "Klaipėdos smeltė"	1,6366	0,41	katilinė, dūmų ištraukimas, oro pašildymo įrenginiai, suvirinimo ir pjovimo darbai
UAB "Klaipėdos kelevių ir krovinių terminalas"	1,1278	0,29	garo generatorius, metalų suvirinimas, pjovimas
UAB KJKK "BEGA"	0,2926	0,07	katilinė, trupinimo įrenginys (statybinio laužo tvarkymas)
UAB "Vakarų konstrukcijos"	3,3182	0,84	degimo procesai, virinimas, pjaustymas
UAB "Kaminera"	0,018	0,00	metalų pjaustymas
AB "Klaipėdos nafta"	44,5465	11,29	katilinės, suvirinimo ir pjaustymo darbai, krovimo darbai, garų deginimo įrenginys,
AB "Klaipėdos jūrų krovinių kompanija" Sausakrūvis N uostas	0,7629	0,19	katilinė, suvirinimo, pjaustymo darbai
UAB "Krovinių terminalas"	0,0256	0,01	katilinė, suvirinimo, pjaustymo darbai
Viso:	394,6863	100	

Lakūs organiniai junginiai. Tai tokie organiniai junginiai, kurių garų slėgis esant 293,15 K temperatūrai yra 0,01 kPa arba didesnis, arba kuris pasižymi atitinkamu lakumu esant konkrečioms sąlygoms (Council Directive 1999). 1979 m. Lakieji organiniai junginiai lengvai išgaruoja, dažniausiai turi kvapą, gali būti ir bekvapiai, tačiau visais atvejais LOJ yra pavojingi žmonių sveikatai ir aplinkai. LOJ randama daugumoje produktų – nuo dažų ir dangų medžiagų iki valymo skysčių. LOJ yra vienas iš veiksnių, prisidedančių prie epizodinio ozono susidarymo. LOJ gali sukelti akių, nosies ir gerklės sudirgimus, galvos skausmus, koordinacijos praradimą, dusulį, astmos priepuolius,

pykinimą, vėmimą, vidaus organų ir centrinės nervų sistemos pažeidimus, alergiją, kraujavimą iš nosies (An introduction to indoor air quality).

Klaipėdos uoste veikiančios įmonės į aplinkos orą išmeta 154,4485 t/m lakiųjų organinių junginių. Daugiausia LOJ išmeta "Klaipėdos nafta". LOJ į aplinką patenka sandėliuojant ir perpilant naftos ar cheminių produktų produktus, vykdant dažymo darbus. Visų įmonių, kurios Klaipėdos uosto zonoje išmeta LOJ, sąrašas, ir išmetamų teršalų kiekis pateikiamas 3.3.6 lentelėje.

3.3.6 lentelė. LOJ išmetimai iš Klaipėdos uosto zonoje veikiančių įmonių

Įmonės pavadinimas	Kiekis, t/m	Procentai, %	Veikla, kurios metu išmetamas teršalas
1	2	3	4
UAB "Vakarų Baltijos laivų statykla"	0,3931	0,25	klijavimas
Suskystintu gamtiniu duju terminalas	0,129	0,08	avarinis generatorius
UAB "Klaipėdos konteinerių terminalas"	0,1859	0,12	degalinė
UAB "Vakarų krova"	2,5508	1,65	skystų krovinių laikymas ir krova, valymo ir klijavimo darbai
UAB "Vakarų laivų remontas"	1,0314	0,67	dažymas
UAB "Vakarų Metalgama"	3,2256	2,09	dažymas, dažų paruošimas,
AB "Klaipėdos jūrų krovinių kompanija" Jūrų perkėlos terminalas	0,052	0,03	dažymo darbai
LKAB "Klaipėdos smeltė"	1,555	1,01	degalinė, dažymo darbai
UAB "Klaipėdos keleivių ir krovinių terminalas"	11,8928	7,70	rezervuarų parkas, dažymo darbai
UAB KJKK "BEGA"	1,701	1,10	degalinė
UAB "Vakarų konstrukcijos"	0,4727	0,31	krovos darbai
AB "Klaipėdos nafta"	112,6413	72,93	rezervuarų parkas, estakada, nuotekų valymo įrenginiai, laboratorija, suvirinimo darbai, krova, garų deginimas ir rekuperacija,
AB "Klaipėdos jūrų krovinių kompanija" Sausakrūvis N uostas	0,26	0,17	krova, dažymo darbai
UAB "Krovinių terminalas"	17,5961	11,39	dažymo darbai, kolonėlė, naftos ir chemijos produktų saugojimas ir krova, remonto darbai, dyzelinis variklis,
UAB "Vakarų Buitis"	0,7618	0,49	dažymo darbai
Viso:	154,4485	100	

Kietos dalelės (KD). Kietosios dalelės – tai ore esančių dalelių ir skysčio lašelių (aerozolių) mišinys, kurio sudėtyje gali būti įvairūs komponentai – rūgštys, sulfatai, nitratai, organiniai junginiai, metalai, dirvožemio dalelės, dulkės, suodžiai ir kt. (The Inside Story... 2009). KD10 ir KD2,5 į orą išmetamos iš 2 pagrindinių šaltinių: deginant kurą (iš šio šaltinio išmetamos kietosios dalelės vadinamos „pirminėmis“) ir tarpusavyje reaguojant kitiems teršalams (Matuliauskaite A, 2009). Kietųjų dalelių poveikis sveikatai yra toks kvėpavimo ligų simptomai (kvėpavimo takų sudirginimas, kosėjimas ar sunkus kvėpavimas), apsunkinta plaučių veikla, astmos paūmėjimas, lėtinis

bronchito išsivystymas, nereguliarus širdies plakimas, širdies priepuoliai, žmonių, sergančių širdies ar plaučių ligomis, pirmalaikė mirtis (Curtis et al. 2006, Clifford et al. 2007).

Teršalų koncentracijos padidėjimai paprastai susiję arba su didesniais jų išmetimais, arba su nepalankiomis teršalų išsisklaidymui meteorologinėmis sąlygomis. Pagrindiniai kietųjų dalelių šaltiniai miestuose yra pramonės, energetikos įmonių išmetimai, individualių namų šildymas bei transporto keliami tarša.

Klaipėdos uoste veikiančios įmonės į aplinkos orą išmeta 81,9813 t/m kietųjų dalelių, daugiausiai UAB KJKK "BEGA". Visų įmonių, kurios Klaipėdos uosto zonoje išmeta kietąsias daleles sąrašas ir išmetamų teršalų kiekis pateikiamas 3.3.7 lentelėje.

3.3.7 lentelė. KD išmetimai iš Klaipėdos uosto zonoje veikiančių įmonių

Įmonės pavadinimas	Kiekis, t/m	Procentai, %	Veikla, kurios metu išmetamas teršalas
1	2	3	4
UAB "Granmax"	0,5077	0,62	komponavimo renginiai, sietai, transporteriai
UAB "Vakarų Baltijos laivų statykla"	0,0799	0,10	suvinimas ir pjovimas, valymas, kljavimas
Suskystintu gamtiniu duju terminalas	5,625	6,86	išdujinimo katilas, pagalbinis katilas, pagrindiniai varikliai
UAB "Klaipėdos konteinerių terminalas"	0,418	0,51	mechaninės dirbtuvės
UAB "Vakarų krova"	6,378	7,78	krova ir sandėliavimas, patalpų vėdinimas, paviršių valymas, kljavimas, metalų pjovimas ir virinimas
UAB "Vakarų laivų remontas"	0,0194	0,02	metalo sandėliavimas, pjaustymas, suvinimas, valymo darbai
UAB "Vakarų Metalgama"	3,4113	4,16	metalų apdirbimas, dažymo darbai, valymo darbai,
AB "Klaipėdos jūrų krovinių kompanija" Jūrų perkėlos terminalas	0,0602	0,07	krovos darbai
LKAB "Klaipėdos smeltė"	0,155	0,19	katilinė, dūmų ištraukimas, pjovimo, suvinimo darbai,
UAB "Klaipėdos kelevių ir krovinių terminalas"	0,0284	0,03	dažymo darbai
UAB KJKK "BEGA"	21,8285	26,63	birių krovinių saugojimas ir krova, inertinių medžiagų saugojimas ir krova, statybinio laužo tvarkymas
UAB "Vakarų konstrukcijos"	0,0241	0,03	natūralios traukos deflektoriai, ventiliavimo sistemos, krovos darbai
AB "Klaipėdos nafta"	0,2169	0,26	katilinė, suvinimo darbai
AB "Klaipėdos jūrų krovinių kompanija" Sausakrūvis N uostas	17,5409	21,40	žemės ūkio produkcijos krova ir saugojimas, birių produktų sandėliavimas ir krova, pjovimo darbai
UAB "Krovinių terminalas"	0,0412	0,05	dažymo darbai, dyzelino variklis ir stotis, dažymo darbai
AB "Klaipėdos kartonas"	10,4994	12,81	katilinė, makulatūros perdirbimas, paruošimas, flotatorius, kolektorius, džiovinimo zona,
UAB "Klaipėdos Magma"	0,387	0,47	suvinimas, metalo pjaustymas, šlifavimas

UAB "Mabre LPC"	0,1814	0,22	birių produktų krova ir sandėliavimas
UAB "KUUSAKOSKI"	1,8122	2,21	metalų pjaustymas, sandėliavimo ir krovos darbai
UAB "Birių krovinių terminalas"	11,0014	13,42	birių krovinių krova, sandėliavimas, transportavimas
UAB "Kaminera"	1,7654	2,15	krovinių sandėliavimas ir krova, metalų laužo pjaustymas ir krova
Viso:	81,9813	100	

Metalai ir jų junginiai (geležis, manganas, cinkas, aliuminis, varis, chromas, švinas, nikelis, magnis ir jų junginiai). Sunkieji metalai yra labai pavojingų teršalai dėl sklaidos greičio biosferoje ir jų kaupimosi. Metalai gali migruoti atmosferoje, hidrosferoje, litosferoje ir taip patekti į medžiagų apykaitos ratą ir sutrikdyti fiziologines organizmų funkcijas (Smalinskienė, Abrachmanovas 2001). Sunkieji metalai yra amžini teršalai. Jie nesuyra, o tik keliauja iš vienos ekologinės nišos į kitą, grėsdami menkai nusakomomis pasekmėmis. Pavojingas ne tik atskirų pavojingų cheminių teršalų, bet ir jų bendras -sinergetinis veikimas.

Klaipėdos uoste veikiančios įmonės į aplinkos orą išmeta 48,3800 t/m geležies ir jos junginių, 1,7000 t/m mangano ir jo junginių, 0,9748 t/m cinko ir jo junginių, 0,0433 t/m aliuminio oksido, 0,0285 t/m vario ir jo junginių, 0,0204 t/m chromo ir jo junginių, 0,0147 t/m švino junginių, 0,0138 t/m nikelio ir junginių, 0,0027 t/m magnio ir jo junginių. Pagrindinė taršą metalais sukianti veikla – metalų pjovimas, suvirinimas, laivų korpusų remonto darbai.

3.3.8 lentelė. Geležies ir jo junginių išmetimai iš Klaipėdos uosto zonoje veikiančių įmonių

Įmonės pavadinimas	Kiekis, t/m	Procentai, %	Veikla, kurios metu išmetamas teršalas
1	2	3	4
UAB "Vakarų Baltijos laivų statykla"	24,4981	50,638	metalų suvirinimas ir pjovimas, ventiliacija, metalų valymas, kljavimas, dažymas
UAB "Klaipėdos konteinerių terminalas"	0,0151	0,031	mechaninės dirbtuvės
UAB "Vakarų krova"	0,1121	0,232	metalų suvirinimas ir pjovimas, ventiliacija, metalų valymas, kljavimas, dažymas
UAB "Vakarų laivų remontas"	8,5074	17,585	metalo sandėliavimas ir paruošimas, metalo pjovimas ir suvirinimas
UAB "Vakarų Metalgama"	0,8732	1,805	metalų pjovimo, suvirinimas
AB "Klaipėdos jūrų krovinių kompanija" Jūrų perkėlos terminalas	0,0033	0,007	suvirinimas ir pjaustymas
LKAB "Klaipėdos smeltė"	0,2944	0,609	suvirinimas pjovimas
UAB "Klaipėdos kelevių ir krovinių terminalas"	0,0799	0,165	suvirinimas ir pjovimas
UAB KJKK "BEGA"	0,0109	0,023	metalo pjaustymas ir suvirinimas
UAB "Vakarų konstrukcijos"	10,8147	22,354	natūralios traukos deflektorius, stoginis ventilatorius
AB "Klaipėdos jūrų krovinių kompanija" Sausakrūvis N uostas	0,0137	0,028	suvirinimas ir pjaustymas

UAB "Krovinių terminalas"	0,0023	0,005	suvirinimas
UAB "Klaipėdos magma"	0,071	0,147	suvirinimas
UAB "KUUSAKOSKI"	3,0826	6,372	metalo laužo apdorojimas, suvirinimas
Viso:	48,3787	100,00	

3.3.9 lentelė. Mangano ir jo junginių išmetimai iš Klaipėdos uosto zonoje veikiančių įmonių

Įmonės pavadinimas	Kiekis, t/m	Procentai, %	Veikla, kurios metu išmetamas teršalas
1	2	3	4
UAB "Vakarų Baltijos laivų statykla"	0,8438	49,68	metalų suvirinimas ir pjovimas, ventilacija, metalų valymas, kljavimas, dažymas
UAB "Klaipėdos konteinerių terminalas"	0,0006	0,04	mechaninės dirbtuvės
UAB "Vakarų krova"	0,004	0,24	metalų suvirinimas ir pjovimas
UAB "Vakarų laivų remontas"	0,2646	15,58	metalo sandėliavimas ir paruošimas, ventilacija, metalo pjovimas ir suvirinimas,
UAB "Vakarų Metalgama"	0,0547	3,22	metalų pjovimas
AB "Klaipėdos jūrų krovinių kompanija" Jūrų perkėlos terminalas	0,0002	0,01	suvirinimo ir pjaustymo darbai
LKAB "Klaipėdos smeltė"	0,0092	0,54	suvirinimas ir pjovimas remonto dirbtuvėse
UAB "Klaipėdos keleivių ir krovinių terminalas"	0,0026	0,15	suvirinimas ir pjaustymas
UAB KJKK "BEGA"	0,0008	0,05	metalo pjaustymas ir suvirinimas
UAB "Vakarų konstrukcijos"	0,3823	22,51	natūralios traukos deflektorius, stoginis ventiliatorius, krovos darbai
AB "Klaipėdos nafta"	0,0008	0,05	suvirinimo stalas
AB "Klaipėdos jūrų krovinių kompanija" Sausakrūvis N uostas	0,0013	0,08	suvirinimas ir pjaustymas
UAB "Krovinių terminalas"	0,0002	0,01	suvirinimas
AB "Klaipėdos kartonas"	0,0272	1,60	suvirinimas, metalo pjaustymo darbai
UAB "Klaipėdos Magma"	0,0052	0,31	suvirinimas bei metalo pjaustymas
UAB "KUUSAKOSKI"	0,0889	5,23	metalo laužo pjaustymas, suvirinimas
UAB "Kaminera"	0,012	0,71	metalų pjaustymas
Viso:	1,6984	100	

3.3.10 lentelė. Cinko ir jo junginių išmetimai iš Klaipėdos uosto zonoje veikiančių įmonių

Įmonės pavadinimas	Kiekis, t/m	Procentai, %	Veikla, kurios metu išmetamas teršalas
1	2	3	4
UAB "Vakarų Baltijos laivų statykla"	0,0089	0,91	metalų suvirinimas ir pjovimas; metalų valymas, kljavimas, dažymas
UAB "Vakarų krova"	0,0001	0,01	paviršių valymas, kljavimas dažymas
UAB "Vakarų laivų remontas"	0,0003	0,03	paviršių valymas valikliais, kljavimas, dažymas
UAB "Vakarų Metalgama"	0,9151	93,88	metalo dažymas, gruntavimas, džiovinimas
UAB "KUUSAKOSKI"	0,0504	5,17	metalo laužo apdorojimas
Viso:	0,9748	100	

3.3.11 lentelė. Aliuminio ir jo junginių išmetimai iš Klaipėdos uosto zonoje veikiančių įmonių

Įmonės pavadinimas	Kiekis, t/m	Procentai, %	Veikla, kurios metu išmetamas teršalas
1	2	3	4
UAB "Vakarų Baltijos laivų statykla"	0,041	94,00	metalų suvirinimas ir pjovimas, ventiliacija, metalų valymas, kljavimas, dažymas
UAB "Vakarų laivų remontas"	0,003	6,00	metalo sandėliavimas ir paruošimas, metalo pjovimas ir suvirinimas
Viso:	0,043	100	

3.3.12 lentelė. Vario ir jo junginių išmetimai iš Klaipėdos uosto zonoje veikiančių įmonių

Įmonės pavadinimas	Kiekis, t/m	Procentai, %	Veikla, kurios metu išmetamas teršalas
1	2	3	4
UAB "Vakarų Baltijos laivų statykla"	0,0118	41,33	metalų suvirinimas ir pjovimas, ventiliacija, metalų valymas, kljavimas, dažymas
UAB "Vakarų konstrukcijos"	0,0011	3,86	metalo sandėliavimas ir paruošimas, metalo pjovimas ir suvirinimas
UAB "KUUSAKOSKI"	0,0156	54,80	metalo laužo apdorojimas
	0,028	100,00	

3.3.13 lentelė. Chromo ir jo junginių išmetimai iš Klaipėdos uosto zonoje veikiančių įmonių

Įmonės pavadinimas	Kiekis, t/m	Procentai, %	Veikla, kurios metu išmetamas teršalas
1	2	3	4
UAB "Vakarų Baltijos laivų statykla"	0,0034172	16,82	metalų suvirinimas ir pjovimas, ventiliacija, metalų valymas, kljavimas, dažymas
UAB "KUUSAKOSKI"	0,0011080	5,45	metalo laužo apdorojimo postas, remonto darbai
UAB "Vakarų krova"	0,0002000	0,98	metalų suvirinimas ir pjovimas
UAB "Vakarų laivų remontas"	0,0002620	1,29	metalo sandėliavimas ir paruošimas, metalo pjovimas ir suvirinimas
UAB "Vakarų Metalgama"	0,0130000	63,98	pvovimo darbai, metalų suvirinimas
AB "Klaipėdos jūrų krovinių kompanija" Jūrų perkėlos terminalas	0,0000094	0,05	suvirinimo ir pjaustymo darbai
UAB "Klaipėdos keleivių ir krovinių terminalas"	0,0000004	0,00	suvirinimo ir pjaustymo darbai
UAB "Vakarų konstrukcijos"	0,0022570	11,11	natūralios traukos deflektorius, ventiliacija
AB "Klaipėdos jūrų krovinių kompanija" Sausakrūvis N uostas	0,0000376	0,19	suvirinimo ir pjaustymo darbai
UAB Krovinių terminalas	0,0000270	0,13	suvirinimo darbai
Viso:	0,02032	100	

3.3.14 lentelė. Švino ir jo junginių išmetimai iš Klaipėdos uosto zonoje veikiančių įmonių

Įmonės pavadinimas	Kiekis, t/m	Procentai, %	Veikla, kurios metu išmetamas teršalas
1	2	3	4
UAB "KUUSAKOSKI"	0,0147	100	metalo laužo apdorojimo postas (metalo laužo smulkintuvas su separatoriumi)
Viso:	0,0147	100	

Alkoholiai (Etanolis, butanolis, izopropanolis, etilenglikolis, izobutanolis, metanolis). Tai lakūs organiniai junginiai, priskiriami alkoholių klasei. Klaipėdos uosto zonoje veikiančios įmonės į aplinkos orą išmeta 39,0347 t/m etanolio, 6,28 t/m butanolio, 26,844 t/m izopropanolio, 2,080 t/m etilenglikolio, 1,7339 t/m izobutanolio, 0,48 t/m metanolio. Šios medžiagos išsiskiria vykdant valymo, kljavimo, dažymo darbus, bei juos sandėliuojant ar kraunant. Šių medžiagų išmetimai pateikiami 3.3.15 – 3.3.20 lentelėse.

3.3.15 lentelė. Etanolio išmetimai iš Klaipėdos uosto zonoje veikiančių įmonių

Įmonės pavadinimas	Kiekis, t/m	Procentai, %	Veikla, kurios metu išmetamas teršalas
1	2	3	4
UAB "Vakarų Baltijos laivų statykla"	0,0099	0,03	metalų valymas, kljavimas, dažymas
UAB "Vakarų krova"	0,0045	0,01	paviršių valymas, kljavimas, dažymas
UAB "Vakarų Metalgama"	9,076	23,25	metalų dažymas, gruntavimas, džiovinimas, dažų paruošimas bei sandėliavimas
AB "Klaipėdos jūrų krovinių kompanija" Jūrų perkėlos terminalas	0,0024	0,01	dažymas
LKAB "Klaipėdos smeltė"	0,0669	0,17	dažymas
UAB "Vakarų konstrukcijos"	0,0076	0,02	krovos darbai
AB "Klaipėdos nafta"	0,013	0,03	naftos produktų kokybės laboratorija
AB "Klaipėdos jūrų krovinių kompanija" Sausakrūvis N uostas	0,012	0,03	dažymas
UAB "Krovinių terminalas"	0,2076	0,53	naftos ir chemijos produktų saugojimas ir paskirstymas
AB "Klaipėdos kartonas"	29,6326	75,91	kartono gamyba, nuotekų valymas
UAB "Vakarų Buitis"	0,0022	0,01	paviršių valymas valikliais ir dažymas
Viso:	39,0347	100	

3.3.16 lentelė. Butanolio išmetimai iš Klaipėdos uosto zonoje veikiančių įmonių

Įmonės pavadinimas	Kiekis, t/m	Procentai, %	Veikla, kurios metu išmetamas teršalas
1	2	3	4
UAB "Vakarų krova"	0,0065	0,10	paviršių valymas, kljavimas, dažymas
UAB "Vakarų laivų remontas"	0,0065	0,10	paviršių valymas valikliais, kljavimas, dažymas
UAB "Vakarų Buitis"	0,0032	0,05	paviršių valymas valikliais, kljavimas, dažymas

UAB "Vakarų Metalgama"	6,00	95,56	metalo dažymas, gruntavimas, džiovinimas, paviršių valymas valikliais, kljavimas
AB "Klaipėdos jūrų krovinių kompanija" Jūrų perkėlos terminalas	0,0026	0,04	dažymas
LKAB "Klaipėdos smeltė"	0,0242	0,39	dažymas
UAB "Klaipėdos kelevių ir krovinių terminalas"	0,021	0,33	dažymas
UAB KJKK "BEGA"	0,1734	2,76	remonto, apdailos darbai
AB "Klaipėdos jūrų krovinių kompanija" Sausakrūvis N uostas	0,013	0,21	dažymas
UAB Krovinių terminalas	0,03	0,45	naftos ir chemijos produktų saugojimas ir paskirstymas (talpyklos)
Viso:	6,28	100	

3.3.17 lentelė. Izopropanolio išmetimai iš Klaipėdos uosto zonoje veikiančių įmonių

Įmonės pavadinimas	Kiekis, t/m	Procentai, %	Veikla, kurios metu išmetamas teršalas
1	2	3	4
UAB "Vakarų laivų remontas"	0,0012	0,00	paviršių valymas valikliais, kljavimas, dažymas
UAB "Vakarų Metalgama"	26,7853	99,78	metalo dažymas, gruntavimas, džiovinimas
UAB "Klaipėdos kelevių ir krovinių terminalas"	0,014	0,05	dažymas
UAB "Vakarų konstrukcijos"	0,0435	0,16	krovos darbai
Viso:	26,844	100	

3.3.18 lentelė. Etilenglikolio išmetimai iš Klaipėdos uosto zonoje veikiančių įmonių

Įmonės pavadinimas	Kiekis, t/m	Procentai, %	Veikla, kurios metu išmetamas teršalas
1	2	3	4
UAB "Klaipėdos kelevių ir krovinių terminalas"	0,010	0,47	dažymas
UAB KJKK "BEGA"	0,086	4,14	etilenglikolio rezervuaras, krova į autocisterną, liukas skystų krovinių terminale
AB "Klaipėdos jūrų krovinių kompanija" Sausakrūvis N uostas	1,982	95,28	skystų trąšų terminalas, etilenglikolio talpyklos pildymas, saugojimas
UAB Krovinių terminalas	0,002	0,12	naftos ir chemijos produktų saugojimas ir paskirstymas, garų rekuperavimo įrenginys
Viso:	2,080	100	

3.3.19 lentelė. Izobutanolio išmetimai iš Klaipėdos uosto zonoje veikiančių įmonių

Įmonės pavadinimas	Kiekis, t/m	Procentai, %	Veikla, kurios metu išmetamas teršalas
1	2	3	4
UAB "Vakarų krova"	0,0011	0,06	paviršių valymas, kljavimas, dažymas
UAB "Vakarų laivų remontas"	0,02	1,15	paviršių valymas, kljavimas, dažymas
UAB "Vakarų Buitis"	0,0004	0,02	paviršių valymas valikliais, kljavimas, dažymas
UAB "Vakarų Metalgama"	1,6574	95,59	metalų dažymas, gruntavimas, džiovinimas; paviršių valymas, kljavimas

UAB "Vakarų konstrukcijos"	0,01	0,58	krovos darbai
UAB Krovinių terminalas	0,045	2,60	naftos produktų laikymas, išpylimas, saugojimas (talpyklos), garų rekuperavimo įrenginys, chemijos produktų krova į laivus
Viso:	1,7339	100	

3.3.20 lentelė. Metanolio išmetimai iš Klaipėdos uosto zonoje veikiančių įmonių

Įmonės pavadinimas	Kiekis, t/m	Procentai, %	Veikla, kurios metu išmetamas teršalas
1	2	3	4
UAB Krovinių terminalas	0,48	100	naftos ir chemijos produktų saugojimas ir paskirstymas (talpyklos)
Viso:	0,48	100	

Sieros dioksidas. Tau bespalvės, nemalonaus kvapo dujos, kurių daugiausiai išsiskiria degant energiją teikiančioms medžiagoms (angliai, naftai) ir mažesniais kiekiais – pramoninių procesų metu (metalo ir plieno gamyboje, celiuliozės, sieros rūgšties ir trąšų pramonėje). Sieros dioksidas kartu su dulkėmis neigiamai veikia kvėpavimo takus, dirgina odą ir gleivinę, sukelia kvėpavimo sutrikimų. Šios medžiagos poveikis ypač pavojingas sergantiems astma. Sieros dioksidas naikina augalus, sumažindamas juose chlorofilo kiekį. Nepaprasta reikšmė atmosferoje tenka sieros dioksido oksidacijos produktui – sieros rūgščiai. Taip pagaminama svarbiausia rūgštaus lietaus sudedamoji dalis, kuri labiausiai kenkia miškams ir padidina dirvožemio rūgštingumą.

Klaipėdos uosto įmonės į aplinką išmeta 37,2786 t/m sieros dioksido, kur jis susidaro iš degimo procesų.

3.3.21 lentelė. Sieros dioksido išmetimai iš Klaipėdos uosto zonoje veikiančių įmonių

Įmonės pavadinimas	Kiekis, t/m	Procentai, %	Veikla, kurios metu išmetamas teršalas
1	2	3	4
AB "Klaipėdos kartonas"	9,5854	25,71	katilinė
Suskystintu gamtiniu duju terminalas	26,599	71,35	išdujinimo katilas, pagalbinis katilas, pagrindinis variklis
UAB "Vakarų krova"	0,3629	0,97	garo generatorius
UAB KJKK "BEGA"	0,0006	0,00	statybinio laužo tvarkymas
AB "Klaipėdos nafta"	0,3829	1,03	kraunamas tanklaivis, katilinė
AB "Klaipėdos jūrų krovinių kompanija" Sausakrūvis N uostas	0,3478	0,93	katilinė
Viso:	37,2786	100	

Ksilolas (Ksilenas). Ksilenas yra bespalvis, saldaus aromato, labai degus skystis. Ksilenai klasifikuojami kaip pavojingi žmogaus sveikatai bei aplinkai. Į žmogaus organizmą patenka per kvėpavimo takus, odą, virškinamąjį traktą arba tiesioginį kontaktą su oda, akimis; trikdo žmogaus

organų sistemų veiklą, įskaitant ir centrinės nervų sistemos. Didelėmis koncentracijomis sukelia galvos skausmą, apsvaigimą, nesiorientavimą, kitus sutrikimus.

Klaipėdos uosto įmonės į aplinką išmeta 12,3648 t/m ksilolo. Pagrindinis šio teršalo susidarymo šaltinis – remonto darbai, dažymas, metalų tvarkymo darbai.

3.3.22 lentelė. Ksilolo išmetimai iš Klaipėdos uosto zonoje veikiančių įmonių

Įmonės pavadinimas	Kiekis, t/m	Procentai, %	Veikla, kurios metu išmetamas teršalas
1	2	3	4
UAB "Vakarų Baltijos laivų statykla"	0,8816	7,13	metalų valymas, kljavimas, dažymas
UAB "Klaipėdos konteinerių terminalas"	0,445	3,60	mechaninės dirbtuvės
UAB "Vakarų krova"	0,0211	0,17	paviršių valymas, kljavimas, dažymas
UAB "Vakarų laivų remontas"	0,0803	0,65	paviršių valymas valikliais, kljavimas, dažymas
UAB "Vakarų Metalgama"	10,7665	87,07	metalų dažymas, gruntavimas, džiovinimas, dažų paruošimas bei sandėliavimas; paviršių valymas valikliais, kljavimas, dažymas
AB "Klaipėdos jūrų krovinių kompanija" Jūrų perkėlos terminalas	0,0011	0,01	dažymas
UAB "Klaipėdos keleivių ir krovinių terminalas"	0,0135	0,11	dažymas
UAB KJKK "BEGA"	0,07	0,57	remonto bei apdailos darbai
UAB "Vakarų konstrukcijos"	0,0379	0,31	krovos darbai
AB "Klaipėdos jūrų krovinių kompanija" Sausakrūvis N uostas	0,0055	0,04	dažymas
UAB "Krovinių terminalas"	0,0402	0,33	naftos ir chemijos produktų saugojimas ir paskirstymas (talpyklos)
UAB "Vakarų Buitis"	0,0021	0,02	paviršių valymas valikliais, kljavimas, dažymas
Viso:	12,3648	100	

Rūgštys (Acto rūgštis, sieros rūgštis, orto fosforo rūgštis, oksalo rūgštis). Klaipėdos uoste veikiančios įmonės į aplinką išmeta įvairių rūgščių, kurios pasižymi esdinančiomis savybėmis. Per metus išmetama 8,65 tonų acto rūgšties, 0,04 tonų sieros rūgšties, 0,1117 tonos orto fosforo rūgšties, 0,0203 tonos oksalo rūgšties.

3.3.23 lentelė. Acto rūgšties išmetimai iš Klaipėdos uosto zonoje veikiančių įmonių

Įmonės pavadinimas	Kiekis, t/m	Procentai, %	Veikla, kurios metu išmetamas teršalas
1	2	3	4
AB "Klaipėdos kartonas"	8,65	100	kartono gamyba, nuotekų valymas
	8,65	100	

3.3.24 lentelė. Sieros rūgšties išmetimai iš Klaipėdos uosto zonoje veikiančių įmonių

Įmonės pavadinimas	Kiekis, t/m	Procentai, %	Veikla, kurios metu išmetamas teršalas
1	2	3	4
LKAB "Klaipėdos smeltė"	0,04	100	akumuliatorių pakrovimas
Viso:	0,04	100	

3.3.25 lentelė. Orto fosforo rūgšties išmetimai iš Klaipėdos uosto zonoje veikiančių įmonių

Įmonės pavadinimas	Kiekis, t/m	Procentai, %	Veikla, kurios metu išmetamas teršalas
1	2	3	4
UAB "Vakarų konstrukcijos"	0,1117	100	krovos darbai
Viso:	0,1117	100	

3.3.26 lentelė. Oksalo rūgšties išmetimai iš Klaipėdos uosto zonoje veikiančių įmonių

Įmonės pavadinimas	Kiekis, t/m	Procentai, %	Veikla, kurios metu išmetamas teršalas
1	2	3	4
UAB "Vakarų konstrukcijos"	0,0203	100	krovos darbai
Viso:	0,0203	100	

Amoniakas. Tai bespalvės, specifinio kvapo, stipriai dirginančios gleivinę dujos. Dirginimo simptomai prasideda esant koncentracijai ore 100 mg/m³. Nedidelės koncentracijos sukelia kvėpavimo takų uždegimus, akių gleivinės dirginimo simptomus – uždegimus, ašarojimą. Didesnės koncentracijos, be minėtų reiškinių, sujaudina centrinę nervų sistemą, sukelia stiprų kosulį, skausmą ir spaudimą krūtinėje, bronchų, plaučių uždegimus, plaučių pabrinkimą (<http://www.technologijos.lt/php/wordpress/?p=102>). Klaipėdos uosto zonoje veikiančios įmonės į aplinką išmeta 5,79 t/m amoniako.

3.3.27 lentelė. Amoniako išmetimai iš Klaipėdos uosto zonoje veikiančių įmonių

Įmonės pavadinimas	Kiekis, t/m	Procentai, %	Veikla, kurios metu išmetamas teršalas
1	2	3	4
AB "Klaipėdos kartonas"	1,55	26,75	kartono gamyba, nuotekų valymas
UAB KJKK "BEGA"	0,32	5,45	skystų krovinių krovos darbai (rezervuarai - skystos trąšos), iš laivo triumė
AB "Klaipėdos jūrų krovinių kompanija" Sausakrūvis N uostas	3,61	62,35	skystų trąšų krovos darbai
UAB Krovinių terminalas	0,25	4,39	naftos ir chemijos produktų saugojimas ir paskirstymas (talpyklos), KAS krova į laivus, chemijos produktų krova į laivus, profilaktiniai remonto darbai, dažymas

LKAB "Klaipėdos smeltė"	0,06	1,06	ventiliacija
Viso:	5,79	100	

Toluolas (toluenas). Tai yra skaidrus, [vandenyje](#) netirpus, specifinio dažų skiediklio kvapo [skystis](#), organinis junginys, priskiriamas [aromatiniams angliavandeniliams](#). Pramonėje dažniausiai naudojamas kaip industrinė žaliava kitų cheminių medžiagų gamybai, taip pat kaip [tirpiklis](#). Klaipėdos uosto zonoje veikiančios įmonės į aplinkos orą išmeta 4,8592 t/m toluolo. Pagrindinis taršos šaltinis – remonto darbai, paviršių paruošimas, dažymas.

3.3.28 lentelė. Toluolo išmetimai iš Klaipėdos uosto zonoje veikiančių įmonių

Įmonės pavadinimas	Kiekis, t/m	Procentai, %	Veikla, kurios metu išmetamas teršalas
1	2	3	4
UAB "Vakarų krova"	0,0228	0,47	paviršių valymas, dažymas, klįjavimas
UAB "Vakarų laivų remontas"	0,0228	0,47	paviršių valymas, dažymas, klįjavimas
UAB "Vakarų Buitis"	0,0111	0,23	paviršių valymas, dažymas, klįjavimas
UAB "Vakarų Metalgama"	3,963	81,56	metalo dažymas, gruntavimas, džiovinimas
AB "Klaipėdos jūrų krovinių kompanija" Jūrų perkėlos terminalas	0,0102	0,21	dažymas
LKAB "Klaipėdos smeltė"	0,0943	1,94	dažymas
UAB "Klaipėdos keleivių ir krovinių terminalas"	0,07	1,44	dažymas
UAB KJKK "BEGA"	0,46	9,47	remonto ir apdailos darbai
AB "Klaipėdos jūrų krovinių kompanija" Sausakrūvis N uostas	0,0528	1,09	dažymas
UAB Krovinių terminalas	0,1522	3,13	naftos ir chemijos produktų saugojimas ir paskirstymas
Viso:	4,8592	100	

Sieros vandenilis. Tai labai nuodingos dujos, kurios susidaro uždarose patalpose, vykstant puvimo ir rūgimo procesams. Klaipėdos uosto įmonės į aplinką išmeta 4,79 t/m sieros vandenilio. Šis teršalas susidaro valant nuotekas.

3.3.29 lentelė. Sieros vandenilio išmetimai iš Klaipėdos uosto zonoje veikiančių įmonių

Įmonės pavadinimas	Kiekis, t/m	Procentai, %	Veikla, kurios metu išmetamas teršalas
1	2	3	4
AB "Klaipėdos kartonas"	4,75	99,19	kartono gamyba, nuotekų valymas
AB "Klaipėdos nafta"	0,04	0,81	rezervuarų parkas, talpyklų parkas
Viso:	4,79	100	

MTBE (metiltretbutilo eteris). Tai gelsvai geltonas švelnaus kvapo skystis, biodegalai. MTBE krauna vienintelė įmonė Klaipėdos uoste – UAB „Krovinių terminalas“. Saugant ir kraunant MTBE į aplinkos orą išmetama 2,99 t/m šio teršalo.

3.3.30 lentelė. MTBE išmetimai iš Klaipėdos uosto zonoje veikiančių įmonių

Įmonės pavadinimas	Kiekis, t/m	Procentai, %	Veikla, kurios metu išmetamas teršalas
1	2	3	4
UAB „Krovinių terminalas“	2,99	100	naftos produktų laikymas, saugojimas, pildymas (talpyklos)
Viso:	2,99	100	

Etilbenzenas, benzenas. Tai aromatiniai angliavandeniliai. Šių medžiagos buvimas aplinkoje gali sukelti rimtų sveikatos sutrikimų. Įkvėpus didelę dozę garų, gali ištikti mirtis, nuo mažų dozių gali prasidėti mieguistumas, galvos svaigimas, galvos skausmas, drebulys, padidėti širdies dažnis, netenkama sąmonės. Klaipėdos uoste veikiančios įmonės į aplinkos orą išmeta 2,5579 t/m etilbenzono, 0,45 t/m benzeno.

3.3.31 lentelė. Etilbenzono išmetimai iš Klaipėdos uosto zonoje veikiančių įmonių

Įmonės pavadinimas	Kiekis, t/m	Procentai, %	Veikla, kurios metu išmetamas teršalas
1	2	3	4
UAB "Klaipėdos konteinerių terminalas"	0,0953	3,73	mechaninės dirbtuvės
UAB "Vakarų laivų remontas"	0,0343	1,34	paviršių valymas valikliais, klįjavimas, dažymas
UAB "Vakarų Metalgama"	2,4121	94,30	metalo dažymas, gruntavimas, džiovinimas, dažų paruošimas
UAB "Vakarų konstrukcijos"	0,0162	0,63	krovos darbai
Viso:	2,5579	100	

3.3.32 lentelė. Benzeno išmetimai iš Klaipėdos uosto zonoje veikiančių įmonių

Įmonės pavadinimas	Kiekis, t/m	Procentai, %	Veikla, kurios metu išmetamas teršalas
1	2	3	4
UAB Krovinių terminalas	0,45	100	naftos produktų laikymas, saugojimas, pildymas (talpyklos)
Viso:	0,45	100	

Akroleinas. Tai bespalvis, lakus, nemalonaus kvapo skystis. Šį teršalą į aplinkos orą išmeta AB „Klaipėdos kartonas“ nuotekų valymo metu.

3.3.33 lentelė. Akroleino išmetimai iš Klaipėdos uosto zonoje veikiančių įmonių

Įmonės pavadinimas	Kiekis, t/m	Procentai, %	Veikla, kurios metu išmetamas teršalas
1	2	3	4
AB "Klaipėdos kartonas"	2,41	100,00	Kartono gamyba, nuotekų valymas
Viso:	2,41	100	

Acetonas. Tai organinis cheminis junginys, bespalvis lengvai užsiliepsnojantis skystis. Klaipėdos uosto zonoje veikiančios įmonės išmeta 0,54 t/m acetono. Pagrindinis taršos šaltinis – dirbtuvės, kuriuose atliekami valymo, kljavimo, dažymo darbai.

3.3.34 lentelė. Acetono išmetimai iš Klaipėdos uosto zonoje veikiančių įmonių

Įmonės pavadinimas	Kiekis, t/m	Procentai, %	Veikla, kurios metu išmetamas teršalas
1	2	3	4
UAB "Vakarų Baltijos laivų statykla"	0,0751	13,88	metalų valymas, kljavimas, dažymas
UAB "Vakarų krova"	0,0123	2,27	paviršių valymas, kljavimas, dažymas
UAB "Vakarų laivų remontas"	0,0523	9,66	paviršių valymas valikliais, kljavimas, dažymas
UAB "Vakarų Buitis"	0,0274	5,06	paviršių valymas valikliais, kljavimas, dažymas
UAB "Vakarų Metalgama"	0,063	11,64	paviršių valymas valikliais, kljavimas, dažymas
AB "Klaipėdos jūrų krovinių kompanija" Jūrų perkėlos terminalas	0,0124	2,29	dažymas
LKAB "Klaipėdos smeltė"	0,0821	15,17	dažymas
UAB "Klaipėdos kelevių ir krovinių terminalas"	0,0098	1,81	dažymas
UAB KJKK "BEGA"	0,08	14,78	remonto, apdailos darbai
UAB "Vakarų konstrukcijos"	0,0528	9,76	krovos darbai
AB "Klaipėdos jūrų krovinių kompanija" Sausakrūvis N uostas	0,06	11,46	dažymas
UAB Krovinių terminalas	0,01	2,22	remonto darbai, dažymas
Viso:	0,54	100	

Solvent nafta. Tai žaliojo benzino ir alyvos distiliavimo produktas; gumos, dervų, kaučiuko tirpiklis. Klaipėdos uosto zonoje veikiančios įmonės į aplinkos orą išmeta 0,3817 t/m šio teršalo.

3.3.35 lentelė. Solvent naftos išmetimai iš Klaipėdos uosto zonoje veikiančių įmonių

Įmonės pavadinimas	Kiekis, t/m	Procentai, %	Veikla, kurios metu išmetamas teršalas
1	2	3	4
UAB "Vakarų Baltijos laivų statykla"	0,0388	10,17	metalų valymas, kljavimas, dažymas

UAB "Klaipėdos konteinerių terminalas"	0,0711	18,63	mechaninės dirbtuvės
UAB "Vakarų krova"	0,0103	2,70	paviršių valymas, kljavimas, dažymas
UAB "Vakarų laivų remontas"	0,0385	10,09	paviršių valymas valikliais, kljavimas, dažymas
UAB "Vakarų Buitis"	0,0036	0,94	paviršių valymas valikliais ir dažymas
UAB "Vakarų Metalgama"	0,0760	19,91	metalo džiovinimas, gruntavimas, dažų paruošimas
AB "Klaipėdos jūrų krovinių kompanija" Jūrų perkėlos terminalas	0,0040	1,05	dažymas
LKAB "Klaipėdos smeltė"	0,1128	29,55	dažymas
UAB "Vakarų konstrukcijos"	0,0053	1,39	krovos darbai
AB "Klaipėdos jūrų krovinių kompanija" Sausakrūvis N uostas	0,0200	5,24	dažymas
UAB Krovinių terminalas	0,0013	0,34	remonto darbai, dažymas
Viso:	0,3817	100	

Butilacetatas, etilacetatas, metilacetatas. Klaipėdos uosto zonoje veikiančios įmonės į aplinkos orą išmeta 0,3139 t/m butilacetato, 0,1456 t/m etilacetato, 0,0035 t/m metilacetato. Pagrindiniai taršos šaltiniai – dirbtuvės, kuriose atliekami paviršių valymo, kljavimo, dažymo darbai.

3.3.36 lentelė. Butilacetato išmetimai iš Klaipėdos uosto zonoje veikiančių įmonių

Įmonės pavadinimas	Kiekis, t/m	Procentai, %	Veikla, kurios metu išmetamas teršalas
1	2	3	4
UAB "Vakarų krova"	0,006	1,91	paviršių valymas, kljavimas dažymas
UAB "Vakarų laivų remontas"	0,0078	2,48	paviršių valymas valikliais, kljavimas, dažymas
UAB "Vakarų Buitis"	0,0029	0,92	paviršių valymas valikliais, kljavimas, dažymas
UAB "Vakarų Metalgama"	0,006	1,91	paviršių valymas valikliais, kljavimas, dažymas
AB "Klaipėdos jūrų krovinių kompanija" Jūrų perkėlos terminalas	0,0024	0,76	dažymas
LKAB "Klaipėdos smeltė"	0,0226	7,20	dažymas
UAB "Klaipėdos keleivių ir krovinių terminalas"	0,0154	4,91	dažymas
UAB KJKK "BEGA"	0,2384	75,95	remonto, apdailos darbai
UAB "Vakarų konstrukcijos"	0,0004	0,13	krovos darbai
AB "Klaipėdos jūrų krovinių kompanija" Sausakrūvis N uostas	0,012	3,82	dažymas
Viso:	0,3139	100	

3.3.37 lentelė. Etilacetato išmetimai iš Klaipėdos uosto zonoje veikiančių įmonių

Įmonės pavadinimas	Kiekis, t/m	Procentai, %	Veikla, kurios metu išmetamas teršalas
--------------------	-------------	--------------	--

1	2	3	4
UAB "Vakarų Baltijos laivų statykla"	0,0175	12,02	metalų valymas, klįjavimas, dažymas
UAB "Vakarų krova"	0,0188	12,91	paviršių valymas, klįjavimas, dažymas
UAB "Vakarų laivų remontas"	0,0355	24,38	paviršių valymas, klįjavimas, dažymas
UAB "Vakarų Buitis"	0,0088	6,04	paviršių valymas valikliais ir dažymas
UAB KJKK "BEGA"	0,05	34,34	remonto, apdailos darbai
UAB "Vakarų konstrukcijos"	0,015	10,30	krovos darbai
Viso:	0,1456	100	

3.3.38 lentelė. Metilacetato išmetimai iš Klaipėdos uosto zonoje veikiančių įmonių

Įmonės pavadinimas	Kiekis, t/m	Procentai, %	Veikla, kurios metu išmetamas teršalas
1	2	3	4
UAB "Vakarų konstrukcijos"	0,0035	100	krovos darbai
Viso:	0,0035	100	

Formaldehidas. Tai bespalvės dujos, turinčios specifinį nemalonų kvapą. Formaldehido garai gali sukelti stiprius galvos skausmus, sudirginti kvėpavimo takus ir gleivines. Pastebėta ir odos alerginė reakcija. Šį teršalą į aplinką išmeta AB „Klaipėdos kartonas“ valant nuotekas.

3.3.39 lentelė. Formaldehido išmetimai iš Klaipėdos uosto zonoje veikiančių įmonių

Įmonės pavadinimas	Kiekis, t/m	Procentai, %	Veikla, kurios metu išmetamas teršalas
1	2	3	4
AB "Klaipėdos kartonas"	0,2942	100	kartono gamyba, nuotekų valymas
Viso:	0,2942	100	

Fluoro vandenilis. Klaipėdos uosto zonoje veikiančios įmonės į aplinkos orą išmeta 0,1982 t/m fluoro vandenilio.

3.3.40 lentelė. Fluoro vandenilio išmetimai iš Klaipėdos uosto zonoje veikiančių įmonių

Įmonės pavadinimas	Kiekis, t/m	Procentai, %	Veikla, kurios metu išmetamas teršalas
1	2	3	4
UAB "Vakarų Baltijos laivų statykla"	0,1319	66,55	metalų suvirinimas ir pjovimas, ventiliacija, metalų valymas, klįjavimas, dažymas
UAB "Vakarų laivų remontas"	0,0191	9,64	metalo sandėliavimas ir paruošimas, metalo pjovimas ir suvirinimas

UAB "Vakarų Metalgama"	0,0004	0,20	metalų suvirinimas ir pjovimas, ventilacija, metalų valymas, klįjavimas, dažymas
UAB "Vakarų konstrukcijos"	0,0449	22,65	stoginis ventiliatorius, natūralios traukos deflektorius
UAB "Krovinių terminalas"	0,0002	0,10	suvirinimas
UAB "Klaipėdos konteinerių terminalas"	0,0003	0,15	mechaninės dirbtuvės
UAB "Vakarų krova"	0,0013	0,66	metalų suvirinimas ir pjovimas, ventilacija, metalų valymas, klįjavimas, dažymas
LKAB "Klaipėdos smeltė"	0,0001	0,05	suvirinimas ir pjovimas
Viso:	0,1982	100	

Fluoridai. Tai nuodingos halogeninės dujos, chemiškai pats aktyviausias ir didžiausio elektroneigiamumo elementas. Gryname pavidale labai pavojingas, gali sukelti rimtus nudegimus. Klaipėdos uosto zonoje veikiančios įmonės į aplinką išmeta 0,0844 t/m fluoridų. Pagrindinis taršos šaltinis – suvirinimo, pjovimo darbai.

3.3.41 lentelė. Fluoridų išmetimai iš Klaipėdos uosto zonoje veikiančių įmonių

Įmonės pavadinimas	Kiekis, t/m	Procentai, %	Veikla, kurios metu išmetamas teršalas
1	2	3	4
UAB "Vakarų Baltijos laivų statykla"	0,0448	53,08	metalų suvirinimas ir pjovimas; ventilacija; metalų valymas, klįjavimas, dažymas
UAB "Klaipėdos konteinerių terminalas"	0,0002	0,24	mechaninės dirbtuvės
UAB "Vakarų krova"	0,0014	1,66	metalų suvirinimas ir pjovimas
UAB "Vakarų laivų remontas"	0,019	22,51	metalo sandėliavimas ir paruošimas, metalo pjaustymas ir suvirinimas
UAB "Vakarų Metalgama"	0,0002	0,24	metalų suvirinimas ir pjovimas
LKAB "Klaipėdos smeltė"	0,0001	0,12	suvirinimas ir pjovimas
UAB "Vakarų konstrukcijos"	0,0186	22,04	stoginis ventiliatorius, krovos darbai
UAB "Krovinių terminalas"	0,0001	0,12	suvirinimas
	0,0844	100	

Sieros anhidridas. Klaipėdos uoste veikiančios įmonės į aplinkos orą išmeta 0,02 t/m šio teršalo.

3.3.42 lentelė. Sieros anhidrido išmetimai iš Klaipėdos uosto zonoje veikiančių įmonių

Įmonės pavadinimas	Kiekis, t/m	Procentai, %	Veikla, kurios metu išmetamas teršalas
1	2	3	4
LKAB "Klaipėdos smeltė"	0,01	81,37	katilinė (kuras gamtinės dujos), remonto dirbtuvės (dūmų ištraukimas), kranų remonto dirbtuvės
UAB Krovinių terminalas	0,0030	18,63	priešgaisrinė siurblinė (dyzelinis variklis), dyzelinė stotis

Viso:	0,02	100	
-------	------	-----	--

Etilcelozolvas, butilcelozolvas. Etilcelozolvo į aplinkos orą išmetama 0,0032 t/m, butilcelozolvo 0,001 t/m. Pagrindinis taršos šaltinis – remonto ir apdailos darbai.

3.3.43 lentelė. Etilcelozolvo išmetimai iš Klaipėdos uosto zonoje veikiančių įmonių

Įmonės pavadinimas	Kiekis, t/m	Procentai, %	Veikla, kurios metu išmetamas teršalas
1	2	3	4
UAB KJKK "BEGA"	0,0032	100	remonto, apdailos darbai
Viso:	0,0032	100	

3.3.44 lentelė. Butilcelozolvo išmetimai iš Klaipėdos uosto zonoje veikiančių įmonių

Įmonės pavadinimas	Kiekis, t/m	Procentai, %	Veikla, kurios metu išmetamas teršalas
1	2	3	4
UAB Krovinių terminalas	0,001	100	profilaktiniai darbai, dažymas
Viso:	0,001	100	

Cikloheksanonas. Tai ketonas, turintis specifinį kvapą. Šį teršalą išmeta UAB „Vakarų laivų remontas“ atliekant paviršiaus valymo, dažymo darbus.

3.3.45 lentelė. Cikloheksanono išmetimai iš Klaipėdos uosto zonoje veikiančių įmonių

Įmonės pavadinimas	Kiekis, t/m	Procentai, %	Veikla, kurios metu išmetamas teršalas
1	2	3	4
UAB "Vakarų laivų remontas"	0,003	100	paviršių valymas, dažymas, kljavimas
Viso:	0,003	100	

Izopentanas. Šį teršalą į aplinkos orą išmeta UAB „Vakarų Baltijos laivų statykla“ atliekant metalų dažymo, valymo, kljavimo darbus.

3.3.46 lentelė. Izopentano išmetimai iš Klaipėdos uosto zonoje veikiančių įmonių

Įmonės pavadinimas	Kiekis, t/m	Procentai, %	Veikla, kurios metu išmetamas teršalas
1	2	3	4
UAB "Vakarų Baltijos laivų statykla"	0,0022	100	metalų dažymas, kljavimas, valymas
Viso:	0,0022	100	

Naftalenas. Tai cheminis organinis junginys, aromatingas angliavandenilis. Šio teršalo susidaro 0,0015 t/m.

3.3.47 lentelė. Naftaleno išmetimai iš Klaipėdos uosto zonoje veikiančių įmonių

Įmonės pavadinimas	Kiekis, t/m	Procentai, %	Veikla, kurios metu išmetamas teršalas
1	2	3	4
UAB „Krovinių terminalas“	0,0015	100	chemijos produktų krova į laivus (garų rekuperavimo įrenginys), naftos produktų laikymas, pildymas, saugojimas
Viso:	0,0015	100	

Izopropilbenzolo hidroperoksidas. Tai klampus geltonas specifinio kvapo skystis. Šio teršalo į aplinkos orą išmetama 0,0015 t/m atliekant metalų valymo, kljavimo, dažymo darbus.

3.3.48 lentelė. Izopropilbenzolo hidroperoksido išmetimai iš Klaipėdos uosto zonoje veikiančių įmonių

Įmonės pavadinimas	Kiekis, t/m	Procentai, %	Veikla, kurios metu išmetamas teršalas
1	2	3	4
UAB "Vakarų Baltijos laivų statykla"	0,001	66,67	metalų valymas, kljavimas dažymas
UAB "Vakarų konstrukcijos"	0,0005	33,33	krovos darbai
Viso:	0,0015	100	

1,2,4 trimetilbenzonas, 1,3,5 trimetilbenzonas. Klaipėdos uosto zonoje veikiančios įmonės į aplinkos orą išmeta 0,0012 t/m 1,2,4 trimetilbenzono ir 0,0006 t/m 1,3,5 trimetilbenzono.

3.3.49 lentelė. 1,2,4 trimetilbenzono išmetimai iš Klaipėdos uosto zonoje veikiančių įmonių

Įmonės pavadinimas	Kiekis, t/m	Procentai, %	Veikla, kurios metu išmetamas teršalas
1	2	3	4
UAB "Vakarų laivų remontas"	0,0002	16,67	metalų valymas, kljavimas, dažymas
UAB "Vakarų Buitis"	0,0001	8,33	paviršių valymas valikliais ir dažymas
UAB "Vakarų Metalgama"	0,0002	16,67	paviršių valymas valikliais, dažymas, kljavimas
UAB "Vakarų konstrukcijos"	0,0002	16,67	krovos darbai
UAB Krovinių terminalas	0,0005	41,67	profilaktiniai remonto darbai, dažymas
Viso:	0,0012	100	

3.3.50 lentelė. 1,3,5 trimetilbenzono išmetimai iš Klaipėdos uosto zonoje veikiančių įmonių

Įmonės pavadinimas	Kiekis, t/m	Procentai, %	Veikla, kurios metu išmetamas teršalas
1	2	3	4
UAB "Vakarų konstrukcijos"	0,0001	16,67	krovos darbai
UAB Krovinių terminalas	0,0005	83,33	profilaktiniai remonto darbai, dažymas
Viso:	0,0006	100	

Chloro vandenilis. Vienintelis taršos šaltinis į aplinkos orą išmetantis chloro vandenilį – AB „Klaipėdos nafta“ įmonėje esantis mechaninis skyrius, kuriame atliekami suvirinimo darbai.

3.3.51 lentelė. Chloro vandenilio išmetimai iš Klaipėdos uosto zonoje veikiančių įmonių

Įmonės pavadinimas	Kiekis, t/m	Procentai, %	Veikla, kurios metu išmetamas teršalas
1	2	3	4
AB "Klaipėdos nafta"	0,0001	100	mechaninis skyrius (suvirinimo stalas)
Viso:	0,0001	100	

3.3.4. Klaipėdos uosto zonoje veikiančių įmonių taršos palyginimas su Klaipėdos miesto savivaldybėje išmetamų teršalų kiekiais iš veikiančių įmonių

Pagal 2014 metų Aplinkos apsaugos agentūros pateikiamus suminius teršalų išmetimų į aplinkos orą kiekius iš stacionarių taršos šaltinių, Klaipėdos miesto savivaldybėje išmetama 2102,475662 t/m teršalų iš 32 įmonių (<http://oras.gamta.lt/cms/index?rubricId=91e32574-8fa1-473e-b478-2d726cff16ed>). Buvo lyginama Klaipėdos uoste veikiančių įmonių išmetamų teršalų kiekis, su Klaipėdos raj. Savivaldybėje išmetamų teršalų kiekiu, siekiant įvertinti kiek Klaipėdos uostas išmeta teršalų bendrame kontekste. Klaipėdos uosto įmonių teršalų kiekis buvo gautas išanalizavus 5 metų duomenis (TIPK, PAV, inventorizacijos dokumentai) apie Klaipėdos uosto zonoje veikiančias įmones. Gauti duomenis pateikiami 3.3.52 lentelėje

3.3.52 lentelė. Klaipėdos m. savivaldybėje išmetamų iš įmonių teršalų kiekio palyginimas su Klaipėdos uosto zonoje veikiančių įmonių išmetamų teršalų kiekiu

Zona	Klaipėdos m. sav.	Klaipėdos uostas	Procentai nuo visos Klaipėdos m. savivaldybėje išmetamos taršos
Įmonių sk.	32	22	68,75
Viso KD t/metus	197,874345	81,9813	41,43
Sieros anhidridas, t/metus	147,437	0,0161	0,01

Azoto oksidai, t/metus	508,8456	394,6863	77,57
Anglies monoksidas, t/metus	728,49692	484,8967	66,56
Lakieji organiniai junginiai	176,0294	154,4485	87,74
Ksilolas (ksilenas, dimetilbenzolas)	86,1697	12,3648	14,35

Išanalizavus duomenis galime teigti, kad Klaipėdos uoste veikia didžioji dalis įmonių (68,75%). Klaipėdos uosto zonoje veikiančios įmonės išmeta apie 87% LOJ, 77% Azoto oksidų, 66% anglies monoksido nuo visos Klaipėdos m. savivaldybėje iš įmonių išmetamos taršos.

3.3.5 Daugiausiai į aplinkos orą išmetamų teršalų sklaidos modeliavimas

Atlikus Klaipėdos uosto zonoje veikiančių įmonių teršalų analizę, apskaičiuota, kad daugiausiai į aplinkos orą išmetama anglies monoksido, azoto oksidų, lakiųjų organinių junginių ir kietųjų dalelių. Siekiant įvertinti kaip šie teršalai sklaidosi aplinkoje buvo atliekamas jų sklaidos modeliavimas.

Aplinkos oro užterštumo prognozė. Aplinkos teršalų sklaidos modeliavimas buvo atliekamas anglies monoksidui, azoto oksidams, LOJ ir kietosioms dalelėms, kurie išsiskiria Klaipėdos uosto zonoje veikiančioms įmonėms vykdant savo veiklą. Teršalų sklaidos modeliavimas atliktas kompiuterinių programų paketu „AERMOD View“, AERMOD matematinio modeliu, skirtu pramoninių šaltinių kompleksų išmetamų teršalų sklaidai aplinkoje modeliuoti.

Meteorologiniai parametrai. Siekiant užtikrinti maksimalų AERMOD modelio tikslumą, į jį reikia suvesti itin detalius meteorologinių duomenų kiekius: devynių meteorologinių parametru reikšmes kiekvienai metų valandai. AERMOD modeliu atliekant teršalų sklaidos matematinį modeliavimą konkrečiu atveju buvo naudojamas vienerių metų meteorologinių duomenų paketas. Į paketą įtrauktos kasvalandinės reikšmės tokių meteorologinių parametru: aplinkos temperatūra, oro drėgnumas, atmosferinis slėgis, vėjo greitis ir kryptis, krituliai, debesuotumas, debesų pado aukštis ir saulės spinduliavimo į horizontalų paviršių suma. Buvo naudoti Lietuvos hidrometeorologijos stoties pateikti 5 metų duomenys.

Procentiliai. Nesant galimybės apskaičiuoti pusės valandos koncentracijos, gali būti skaičiuojamas 98,5-asis procentilis nuo valandinių verčių, kuris lyginamas su pusės valandos ribine verte (Ūkinės veiklos poveikiui aplinkos orui vertinti teršalų sklaidos skaičiavimo modelių pasirinkimo rekomendacijos, patvirtintos Aplinkos apsaugos agentūros direktoriaus 2008 m. gruodžio 9 d. įsakymu Nr. AV-200 (Žin., 2008, Nr. 143-5768, Žin., 2012, Nr. 13-600)).

Teršalų sklaidos modeliavimo rezultatai. Išmetamų į aplinkos orą medžiagų ribinės vertės pateikiamos lentelėje žemiau pagal „Teršalų, kurių kiekis aplinkos ore ribojamas pagal Nacionalinius kriterijus, sąrašas ir ribinės aplinkos oro užterštumo vertės“ (patvirtintas LR AM ir LR SAM 2007-06-11 įsakymo Nr. D1-239/V-469 redakcija). Teršalų sklaidos modeliavimo rezultatai pateikti 3.3.53 lentelėje ir 2 priede.

3.3.53 lentelė. Teršalų sklaidos skaičiavimo rezultatai

Teršalas	Ribinė vertė		Apskaičiuota didžiausia koncentracija	
	vidurkis	µg/m ³	µg/m ³	RV dalimis
Kietos dalelės KD ₁₀	Paros	50	20	0,4
	Metų	40	25	0,6
Kietos dalelės KD _{2,5}	Metų	25	10	0,4
LOJ	Pusės val.	5000	785	0,16
Anglies monoksidas	8 val.	10000	102	0,01
Azoto oksidai	Valanda	200	169	0,85
	Metų	40	9	0,2

Pagal gautus rezultatus matyti, kad Klaipėdos uosto zonoje veikiančių įmonių veiklos metu neviršijama ribinių verčių, todėl poveikio aplinkai nėra. Azoto oksidų valandos koncentracija priartėja prie ribinės vertės, todėl įvertinus, kad Klaipėdos uoste plaukia laivai ir veikia mobilus transportas, tai nepalankiomis sąlygomis galimi ribinės vertės viršijimai.

Išvados:

1. Klaipėdos uosto zonoje veikiančios įmonės daugiausiai į aplinkos orą išmeta anglies monoksido (apie 485 t/m), azoto oksidų (apie 395 t/m), LOJ (apie 155t/) ir kietųjų dalelių (apie 82 t/m).
2. Daugiausiai teršalų į aplinkos orą išmeta Suskystintų gamtinių dujų terminalas (apie 583 t/m), AB „Klaipėdos kartonas“ (apie 303 t/m), AB „Klaipėdos nafta“ (apie 197 t/m). Šių įmonių tarša sudaro apie 78% nuo visos Klaipėdos uosto zonoje veikiančių įmonių taršos.
3. Sumodeliuotos pagrindinių teršalų – anglies monoksido, azoto oksidų, LOJ ir kietųjų dalelių koncentracijos. Sumodeliuotos oro teršalų maksimalios koncentracijos neviršija ribinių verčių, tačiau azoto oksidų valandos koncentracija labai artima ribinei verčiai, todėl uoste esant didesnei apkrovai iš mobilių taršos šaltinių galimi viršijimai.
4. Klaipėdos uosto zonoje susitelkę apie 69 % visų Klaipėdos miesto savivaldybėje veikiančių įmonių. Klaipėdos uosto zonoje veikiančios įmonės išmeta apie 87% LOJ, 77% Azoto oksidų, 66% anglies monoksido nuo visos Klaipėdos m. savivaldybėje iš įmonių išmetamos taršos.

3.3.6 Literatūra

1. An introduction to indoor air quality. Organic Gases (Volatile organic Compounds). United States environmental protection agency. Prieiga per internet: <<http://www.epa.gov/iaq/voc.html>>.
2. Bogo H., Gomez D.R., Reich S. L., Negri R. M., San Roman E. (2001). Traffic pollution in a downtown site of Buenos Aires City. Atmospheric Environmental. Vol. 35. p. 1717- 1727.
3. Curtis, L.; Rea, W.; Smith-Willis, P.; Fenyves, E.; Pan, Y. 2006. Adverse health effects of outdoor air pollutants, Environment International 32: 815–830.
4. Clifford, S. M; Zhang, J.; Sigsgaard, T.; Jantunen, M.; Liroy, P. J.; Samson, R.; Karol, M. H. 2007. Current state of the Science: health effects and indoor environmental Quality, Environmental Health Perspectives 115: 958–964.
5. Council Directive 1999/13/EC of 11 March 1999 on the limitation of emissions of volatile organic compounds due to the use organic solvents in certain activities and installations; officials Journal L 85 of 29.03.1999
6. Dubra J. Hidrotechniniai darbai Lietuvos jūriniuose baseinuose: reikšmė, problemos, pasekmės. Kuršių marių ir Baltijos jūros aplinkos būklė. AM jūrinių tyrimų centro mokslinis-informacinis leidinys. Klaipėda, 1998. P. 15–29.
7. EPTD -Europos parlamento ir tarybos direktyva 2000/60/EB, nustatanti bendrijos veiksmų vandens srityje pagrindus);
8. Gražulevičienė R., Laurinavičienė D. 2003. Ilgalaikės aplinkos oro taršos azoto dioksidu ryšys su miokardo infarkto rizika. Aplinkos tyrimai, inžinerija ir vadyba. Nr. 2 (24), p.37- 43.
9. Herndon U., Nelson V., Frostell C. G. 2007. Formation of nitrogen dioxide from nitric oxide and their measurement in clinically relevant circumstances. British Journal of Anaesthesia. No. 82 (2), p. 182- 192.
10. Hoppe P., Praml G., Rabe G., Lindner J., Fruhmann G., Kessel R. (1995). Environmental ozone field study on pulmonary and subjective responses of assumed risk groups. Environ Res. Vol. 71 (2). p. 109-121.
11. Johnson D.W., Cole D. W., Kelly J. M., Webb J. W., Richter D.D. (1998). Effects of acid rain forest nutrient status. Environmental Sciences Divisions Publications. Vol. 2498. p. 48.
12. Lapinskienė A., Pustelnikovas O., Želvytė D., 2002. subalansuota Klaipėdos uosto plėtra. Klaipėdos universiteto leidykla, p. 72-75.
13. Laurinavičienė D. 2005. Oro taršos azoto dioksidu sklaida ir ryšys su miokardo infarkto rizika Kauno mieste. Daktaro disertacija // p. 107.
14. Loreto F. (1997). Emission of isoprenoids by plants: their role in atmospheric chemistry, response to the environment, and biochemical pathways. J Environ Pathol Toxicol Oncol. Vol. 16 (2-3). p. 119-124.

15. Matuliauskaitė A. 2009. Oro tarša kietosiomis dalelėmis, jos įtaka gyvenimo kokybei ir taršos mažinimo priemonės patalpose. Mokslas – Lietuvos ateitis. Nr. 5, 15 tomas, p.114-117,
16. The Inside Story: A Guide to Indoor Air Quality [interaktyvus]. 2009. U. S. Environmental Protection Agency. Indoor Air Quality. Publications. Prieiga per internetą:
<http://www.epa.gov/iaq/pubs/insidest.html>
17. Smailys V., Strazdauskienė R. 2005. NO conversion in wet samples of raw diesel exhaust gas. Environmental research, engineering and management. No. 4 (34), p. 97- 100.
18. Smalinskienė A., Abrachmanovas O. Investigation of Concentrations of Trace Elements by Patients, Infirmid with Renal Deficiency. Biomedicine.No.2, (2001), Vol. 1, p. p. 93–97.
19. Žaromskis R. (1996). Okeanai, jūros estuarijos. Vilnius, 293 p.
20. Oro tarša iš stacionarių taršos šaltinių Lietuvos savivaldybėse. Prieiga per internetą:<
(<http://oras.gamta.lt/cms/index?rubricId=91e32574-8fa1-473e-b478-2d726cff16ed>)>
<http://www.chf.vu.lt>

VEIKLA NR. 3.4. TARŠOS KIEKIO, PATENKANČIO SU NUOTEKOMIS IŠ KLAIPĖDOS UOSTO ZONOJE ESANČIŲ ĮMONIŲ VERTINIMAS

Atlikta veikla Nr. 3.4. ir pasiektas rezultatas Nr. R3.4. - surinkta informacija apie Klaipėdos uosto zonoje esančių įmonių išleidžiamas nuotekas ir jų kiekius, įvertintas taršos poveikis Klaipėdos sąsiaurio akvatorijos aplinkos būklei.

3.4.1. Informacija apie Klaipėdos uosto zonoje esančias įmones

Pagal išduotų TIPK leidimų analizę, Klaipėdos mieste nustatytos 27 įmonės, objektai su 100 išleistuvų, kuriais išleidžiamos nuotekos į Kuršių marias (Klaipėdos sąsiaurį), Akmeną-Danę ir Smeltalę. Daugiausia išleistuvų priklauso AB „Klaipėdos vanduo“ (30), AB “Klaipėdos jūrų krovinių kompanijai” KLASCO (15) ir AB “Vakarų laivų gamykla“ (14). Pagal TIPK veiklos rūšis 9 įmonės priskirtos 1 priedo, 29 - 2 priedo įrenginiams bei išduoti 2 Taršos leidimai (3.4.1 lentelė).

Pagal nuotekų rūšį daugiausia išleistuvų - 84 skirti paviršinių nuotekų nuvedimui, 14 gamybinių ir 2 išleistuvai komunalinėms (Klaipėdos miesto ir AB „Klaipėdos naftos“) nuotekoms išleisti. Tik paviršinės nuotekos išleidžiamos į Smeltalę, paviršinės nuotekos vyrauja ir į Akmeną-Danę (24 paviršinių ir tik 3 gamybinių nuotekų, iš kurių 2 nuotekų išleistuvai priklauso AB „Klaipėdos energija“ ir 1 - KRATC, Glaudėnų rekultivuotam sąvartynui - filtrato nuotekos). Daugiausia nuotekų išleistuvių – 65 skirti nuotekoms į Klaipėdos sąsiaurį išleisti, 27 – į Akmeną-Danę ir tik 8 – į Smeltalę. Detalesnė informacija apie kiekvieną įmonę, jos veiklą, susidarantį nuotekas, išleistuvių vietas, vykdomą monitoringą ir kt. pateikta 1 priede.

3.4.1 lentelė. Klaipėdos miesto įmonių, išleidžiančių nuotekas į Kuršių marias (Klaipėdos sąsiaurį), Akmeną-Danę ir Smeltalę sąrašas, išleistuvių skaičius bei veiklos rūšis pagal TIPK

	Įmonė	Išleistuvių skaičius	Paviršinės	Gamybinės	Komunalinės	Veiklos rūšies priskyrimas pagal TIPK	Nuotekų priimtumas
1.	UAB Klaipėdos jūrų krovinių kompanija "BEGA"	3	3			2 priedo įrenginys	Kuršių marios
2.	UAB "Birių krovinių terminalas"	1	1			2 priedo įrenginys	Kuršių marios
3.	UAB Klaipėdos konteinerių terminalas, Konteinerių terminalas	1	1			2 priedo įrenginys	Kuršių marios
4.	AB "Klaipėdos laivų remontas", Pilies g. 4	7	5	2		2 priedo įrenginys	Kuršių marios
5.	AB „Klaipėdos nafta“	1			1	1 priedo įrenginys	Kuršių marios
6.	AB „Klaipėdos Smeltė“	5	4	1		Taršos leidimas	Kuršių marios
7.	AB „Klaipėdos kartonas“	1		1		1 priedo įrenginys	Kuršių marios
8.	AB "Klaipėdos jūrų krovinių kompanija" KLASCO	15	15			2 priedo įrenginys	Kuršių marios
9.	UAB „Krovinių terminalas“	1	1			2 priedo įrenginys	Kuršių marios
10.	UAB "Malkų įlankos terminalas"	1	1			2 priedo įrenginys	Kuršių marios
11.	AB "Vakarų laivų gamyklos" (su UAB „Vakarų Baltijos laivų statykla“)	14	9	5		Keturi 1 priedo įrenginiai Dešimt 2 priedo įrenginių	Kuršių marios

12.	UAB Klaipėdos konteinerių terminalo, Ro-ro ir generalinių krovinių terminalas (eksploatuoja UAB "Vakarų techninė tarnyba")	1	1			-	Kuršių marios
13.	UAB "Klaipėdos hidrotechnika"	1	1			2 priedo įrenginys	Kuršių marios
14.	Lietuvos jūrų muziejus	2		2		2 priedo įrenginys	Kuršių marios
15.	UAB „Kamieros krovinių terminalas“	1	1			Taršos leidimas	Kuršių marios
16.	Karinių jūrų pajėgų, Karo laivų flotilė	1	1			2 priedo įrenginys	Kuršių marios
17.	AB „Klaipėdos energija“	5	3	2		1 priedo įrenginys 1 priedo įrenginys	Kretainis-Smeltalė (Lypkių katilinė -1 išleistuvas) Akmena-Danė (elektrinė Danės g. - 4 išleistuvai)
18.	AB „Klaipėdos baldai“	1	1			2 priedo įrenginys	Akmena-Danė
19.	UAB "Klaipėdos autobusų parkas"	1	1			2 priedo įrenginys	Akmena-Danė
20.	AB „Klaipėdos mediena“	1	1			2 priedo įrenginys	Akmena-Danė
21.	UAB "Konsolė"	1	1			2 priedo įrenginys	Akmena-Danė
22.	KRATC, Glaudėnų rekultivuotas (uždarytas) sąvartynas	1		1		2 priedo įrenginys	Akmena-Danė
23.	AB „Smiltynės perkėla“	1	1			2 priedo įrenginys	Akmena-Danė
24.	Fortum Klaipėda	1	1			1 priedo įrenginys	Kretainio upelis-Smeltalė
25.	UAB „Klaipėdos keliai“ Gamybinė bazė	1	1			2 priedo įrenginys	Smeltalė
26.	AB „Eurovia Lietuva“	1	1			2 priedo įrenginys	Smeltalė

	(buv. UAB „Klaipėdos keliai“ Asfaltbetonio bazė)						
27.	AB „Klaipėdos vanduo“	30	29		1	2 priedo įrenginys	Kuršių marios (9), Akmena-Danė (17), Smeltalė (4)
	Viso:	100	84	14	2		
	Pagal vandens telkinį-nuotekų priimtuvą	65	52	11	2		Kuršių marios
		27	24	3			Akmena-Danė
		8	8				Smeltalė
		100	84	14	2		

Pastaba: atlikus detalią TIPK leidimų analizę nustatyta, jog į Akmeną-Danę, Smeltalę ir Klaipėdos sąsaurį nuotekos išleidžiamos 100 išleistuvų, t.y. išleistuvų skaičius padidėjo 10 vienetų, lyginant su 2012 m. AAA statistinės ataskaitos duomenimis. Padidėjo gamybinių išleistuvų į Kuršių marias (laivų plovimo nuotekos iš doku), pasitiksino AB „Klaipėdos vanduo“ paviršinių nuotekų išleistuvių kiekis. **Šiuo metu su Klaipėdos RAAD tikslinami statistiniai nuotekų duomenys už 2013-2014 metus.**

3.4.2 Nuotekas išleidžiančių įmonių charakteristikos

1. Beveik visos Klaipėdos m. įmonės/ūkio subjektai, išleidžiantys nuotekas į Klaipėdos sąsiaurį, Akmena-Danę ir Smeltalę, yra įdiegusios aplinkosaugos vadybos sistemą, atitinkančią tarptautinius standartus ISO 14001:2004.

2. Poveikio paviršiniam vandeniui monitoringą vykdo 3 įmonės: AB „Klaipėdos vanduo“ (miesto išvalytų nuotekų išleistuvas), AB „Klaipėdos nafta“ Klaipėdos sąsiauryje ir AB „Klaipėdos energija“, Elektrinė Akmenoje-Danėje.

Tyrimo taškų koordinatės:

Vandens telkinio kokybės monitoringo tyrimo taškų koordinatės		
	Klaipėdos sąsiauris	Akmėna-Danė
AB „Klaipėdos vanduo“	Aukščiau išleistuvo: X – 6173746; Y – 320557 Ties išleistuvu: X – 6173742; Y – 320557 Žemiau išleistuvo: X – 6173740; Y – 320557	
AB „Klaipėdos nafta“	Aukščiau išleistuvo: X=317412; Y=6180944 Žemiau išleistuvo: X=317289; Y=6180773	
Klaipėdos energija“, Elektrinė Danės g.		Aukščiau, žemiau 5 išleistuvo (koord. nenurodytos)

3. Pagal galiojančius teisės aktus **poveikio paviršiniam vandeniui tyrimus** turėtų vykdyti ūkio subjektai, turintys ar privalantys gauti TIPK ar Taršos leidimą ir per dieną išleidžiantys į paviršinius vandens telkinius 5 m³ ir daugiau komunalinių, gamybinių (įskaitant aušinimo) bei > 50 m³/d buitinių nuotekų.

Pagal šiuos reikalavimus be minėtų trijų bendrovių, poveikio paviršiniam vandeniui tyrimus papildomai turėtų vykdyti:

- Lietuvos jūrų muziejus (gamybinės iš akvariumo ir delfinariumo)
- AB „Klaipėdos laivų remontas“ (laivų plovimo nuotekos dokuose, krantinėse)
- AB „Klaipėdos mediena“ (aušinimo)
- AB „Klaipėdos Smeltė“ (aušinimo)
- AB „Klaipėdos kartonas“ (vykdo AB „Klaipėdos vanduo“, nes nuotekas išleidžia tuo pačiu kolektoriumi)
- KRATC Glaudėtų rekultivuotas (uždarytas) sąvartynas (filtrato nuotekos)
- UAB „Baltic Premator Klaipėda“ (VLG - laivų plovimo nuotekos dokuose, krantinėse)

4. Nei vienai Klaipėdos m. TIPK turėtojai įmonei/ūkio subjektui nėra nustatyta **leistina vandens telkinio apkrova**. Pagal nuotekų reglamentą

*–„Veiklos vykdytojas, planuojantis išleisti nuotekas į paviršinį vandens telkinį, kai nuotekų kiekis išleidžiant į upę ar kanalą viršija 100 m³/d (vidutinis paros kiekis) ir/arba nuotekų šaltinio dydis viršija 1000 GE, o išleidžiant į ežerą, Kuršių marias, tvenkinį ar dirbtinį nepratekamą vandens telkinį nuotekų kiekis viršija 10 m³/d (vidutinis paros kiekis) ir/arba nuotekų šaltinio dydis viršija 100 GE, privalo įvertinti planuojamų išleisti nuotekų poveikį priimtuvui ir nustatyti priimtina apkrovą. Veiklos vykdytojams, gavusiems/turėjusiems leidimą nuotekų išleidimui arba taršos šaltinio projektavimo sąlygas iki šio Reglamento įsigaliojimo ir nekeičiantiems ar neplanuojantiems keisti nuotekų išleidimo parametrų, išleidžiamų nuotekų poveikio priimtuvui vertinimas ir priimtuvui priimtinos apkrovos nustatymas nėra privalomas, iki konkrečiam vandens telkiniui (priimtuvui) bus nustatyti vandensaugos tikslai bei **poreikis mažinti taršą**“.*

Taigi, aukštesniame punkte išvardinti ūkio subjektai, kurie planuoja keisti nuotekų išleidimo parametrus, kartu su TIPK ar Taršos leidimo tikslinimu privalės atlikti ir poveikio priimtuvui vertinimą ir nustatyti priimtuvui priimtinas apkrovas, t.y. šios įmonės:

- Lietuvos jūrų muziejus
- AB „Klaipėdos laivų remontas“
- AB „Klaipėdos mediena“
- AB „Klaipėdos Smeltė“
- AB „Klaipėdos kartonas“
- AB „Klaipėdos energija“ Elektrinė Danės g. 8
- AB „Klaipėdos nafta“
- UAB „Baltic Premator Klaipėda“ (VLG)
- AB „Klaipėdos vanduo“
- UAB „Vakarų techninė tarnyba“ ??

5. Paviršinių nuotekų bei Klaipėdos sąsiaurio (KVJU) monitoringas, tyrimai.

Siekiant gauti kuo objektyvesnę informaciją apie paviršinių nuotekų kiekius, jų užterštumą, o tuo pačiu ir vandens telkinių taršą, būtina detalizuoti paviršinių nuotekų mėginių ėmimo procedūras. Kai kuriuose TIPK leidimų monitoringo planuose nurodyta, kad mėginių ėmimas turi būti atliekamas *1 kartą per ketvirtį prasidėjus lietui*, kituose nurodomas tik dažnumas. Esama tvarka – metinis nuotekų kiekio apskaičiavimas pagal faktinį kritulių kiekį ir kanalizuo baseino plotą neužtikrina

pilnesnės informacijos apie paviršinių nuotekų taršos apkrovas. Siūlomi du šios problemos sprendimo būdai:

- labiau detalizuoti paviršinių nuotekų mėginių ėmimo procedūras, nurodant imti ir analizuoti mėginius lietaus metu keliose jo fazėse, pvz., pradžioje, viduryje ir baigiantis lietaus. Šis detalesnis tyrimas galėtų būti atliekamas rečiau, vieną, du kartus per metus su debito matavimu bei nuotekų išvalymo efektyvumo vertinimu, t.y. mėginius imant prieš ir po valymo;
- naudojant automatinius nuotekų mėginių ėmėjus bei automatinius debito matavimo srauto matuoklius.

Minėti metodai pirmiausia turėtų būti taikomi didelius paviršines nuotekas kanalizuojamų teršiamų teritorijų valdytojų/ paviršinių nuotekų tvarkytojų:

- AB „Vakarų laivų gamykla“ su UAB „Vakarų Baltijos laivų statykla“
- AB „Klaipėdos vanduo“
- UAB Klaipėdos jūrų krovinių kompanija „BEGA“
- AB „Klaipėdos energija“ Elektrinė Danės g.
- UAB Klaipėdos konteinerių terminalas, Konteinerių terminalas, Perkėlos g
- AB „Klaipėdos Smeltė“
- Koncernas „Achemos grupė“ AB „Klaipėdos jūrų krovinių kompanija“, Zauerveino g. 18
- UAB „Malkų įlankos terminalas“

Geriausias variantas būtų šiuos matavimus numatyti KVJU Klaipėdos sąsiaurio monitoringo programoje. Ši programa taip pat turi būti papildyta nuostatomis dėl gautų vandens kokybinių stebėjimų rezultatų papildymo/susiejimu ir su taršos apkrovos (su nuotekomis ir iškritomis iš oro) dinamikos analize bei numatyta sistema (tyrimo taškai, kt.) įgalinantys įvertinti/išskirti Klaipėdos sąsiaurio būklės pokyčius, įtakojamus atnešama tarša iš Kuršių marių bei lokalinių taršos šaltinių poveikius.

6. TIPK reikalavimų dėl paraiškų rengimo papildymas.

Kadagi į aptariamus vandens telkinius didžiausias išleistuvų kiekis yra įrengtas paviršinėms nuotekoms išleisti (viso išleistuvų – 100, iš jų paviršinių nuotekų – 84), siekiant tikslesnių duomenų apie su šiomis nuotekomis galimai patenkančias taršos apkrovas, svarbu kiek galima tiksliau nustatyti jų surinkimo baseinų charakteristikas, juose vykdomas veiklas, potencialius taršos šaltinius ir kitą informaciją. Be minėtos ir kt. papildomos informacijos sudėtinga spręsti kokios organizacinės ir

techninės vandensaugos priemonės turėtų būti taikomos siekiant riboti ir mažinti su lietaus nuotekomis išleidžiamų teršalų kiekius. Nors pagal paviršinių nuotekų reglamentą Klaipėdos uosto teritorija priskirta galimai teršiamai teritorijai, tačiau nagrinėjant TIPK leidimus minėtų duomenų pasigendama, o informacijos apie paviršinių nuotekų surinkimo baseinus urbanizuotose miesto teritorijose iš viso nėra.

Todėl paraiškose paviršinių nuotekų išleidimui turėtų būti patekta kuo išsamesnė informacija žemėlapiuose (situacijos plane, žemėlapis iš www.maps.lt pagrindu) ir aprašomojoje dalyje apie lietaus nuotekų surinkimo baseiną/kanalizuojamą teritoriją, jos plotus pagal skirtingus naudojimo/veiklos būdus, galimus taršos pavojus, teršalus ir organizacines bei technines priemones taršai išvengti ar minimizuoti.

Taip pat svarbu, kad iš įmonių būtų pateikti duomenys apie teritorijoje esamus administracinius, gamybinius pastatus, sandėlius, jų stogų plotus. t.y. nuo kurių surenkamos sąlyginai švarios paviršinės nuotekos ir jos galėtų būti panaudotos gamybos, žaliųjų plotų laistymo, gaisrų gesinimo ir kitoms reikmėms, tuo pačiu sumažinant centralizuotai į aplinką išleidžiamų paviršinių nuotekų kiekį arba nesant panaudojimo galimybės - tiesiogiai o ne per nuotekų surinkimo sistemą nukreipiant į vandens telkinį. Šios priemonės taip pat rekomenduojamos GPGB lietaus nuotekoms ir pirmiausia taikytinos Vakarų laivų gamykloje, Vakarų Baltijos laivų statykloje, kuriose didelius teritorijos plotus užima gamybiniai pastatai.

7. Pavojingų medžiagų naudojimo bei patekimo į Klaipėdos sąsiaurį mažinimo priemonės.

GPGB informaciniame dokumente “Draft Reference Document on Best Available Techniques on Surface Treatment using Organic Solvents” nustatytas tikslas yra mažiau pavojingų medžiagų naudojimas. Tuo tikslu reikalaujama mažinti neigiamus fiziologinius poveikius, keičiant tirpiklius, turinčius bet kurias iš šių rizikos frazių: R45, R46, R49, R60 ir R61 mažiau pavojingais tirpikliais, o taip pat mažinti medžiagų ekotoksinius poveikius, naudojant mažiau pavojingas medžiagas vietoje medžiagų, kurių rizikos frazės yra R58 ir R50/53. Tai turi būti pasiekta, remiantis Europos Tarybos Direktyvos 1999/13/EC 5(6) straipsniu.

Šiuo metu minėtos medžiagos vis dar naudojamos laivų remonto ir statybos įmonėse. Pakeisti tirpiklius, skiediklius, dangas ir kitas naudojamas pavojingas medžiagas mažiau pavojingomis medžiagomis, kurių sudėtyje nėra medžiagų su rizikos frazėmis R45, R46, R49, R50/53, R58, R59, R60 ir R61 (fiziologiniai poveikiai: R45, R46, R49, R60 ir R61; ekotoksiniai poveikiai: R58 ir R50/53) turi šios įmonės:

- UAB „Baltic Premator Klaipėda“
- UAB “Vakarų cinkas”

- UAB “Vakarų metalgama”
- UAB “Vakarų buitės”
- UAB „Vakarų korpusų konstrukcijos“
- UAB “Vakarų laivų statykla” (UAB „Vakarų Baltijos laivų statykla“)
- UAB “Laivitė”

Nedideli jų kiekiai (keliasdešimt kg per metus) taip pat naudojami:

- AB “Klaipėdos laivų remontas”
- AB „Klaipėdos energija“ Elektrinė Danės g. 8
- UAB ”Klaipėdos hidrotechnika”

8. Kartais, esant didelės apimties darbams, kurių nepavyko spėti suremontuoti laivams stovint plaukiojančiuose dokuose, paviršių plovimo aukšto spaudimo gėlo vandens srove arba valymo abrazyvo srautu, paruošimo dažymui, metalizavimo cinku ir dažymo darbai atliekami laivams stovint prie krantinių. Siekiant sumažinti laivų remonto veiklos neorganizuotos taršos poveikį Kuršių marioms, siūloma (po konsultacijų su suinteresuotomis institucijomis, ūkio subjektais) kuo skubiau nutraukti laivų remonto darbus prie Vakarų laivų gamyklos, Vakarų Baltijos laivų statyklos ir AB „Klaipėdos laivų remontas“ krantinių.

Taip pat būtina paspartinti laivų plovimo nuotekų surinkimo ir valymo sistemų šių įmonių plaukiojančiuose dokuose įrengimą.

9. Optimaliausias veiklų planavimas KVJU teritorijoje.

Keletas uosto teritorijoje esančių įmonių (UAB “Vakarų refonda”, UAB „Metimpeksa“, UAB „Subarė“, UAB “Armar“) vykdo neeksploatuojamų laivų demontavimą uosto krantinėse.

2009 m. tarptautine konvencija dėl saugaus ir aplinkai tinkamo laivų perdirbimo ir ES 2013-11-20 reglamentu Nr. 1257/2013 dėl laivų perdirbimo nustatyti griežti reikalavimai siekiant saugaus ir aplinką tausojančio laivų perdirbimo, kad užkirstų kelią neigiamam poveikiui žmonių sveikatai ir aplinkai, jį apribotų ar kuo labiau sumažintų. Šiuose dokumentuose nustatyti reikalavimai **laivų perdirbimo kompleksams**: a) jis turi kompetentingų institucijų leidimą vykdyti laivų perdirbimo veiklą; b) jis yra saugiai ir aplinką tausojančiu būdu suprojektuotas, pastatytas ir eksploatuojamas; c) jis vykdo veiklą pastatytose struktūrose ir kt. Reglamento I ir II prieduose nurodytos pavojingos medžiagos, kurių yra laivo struktūroje arba įrangoje, tai kadmis ir jo junginiai, šešiavalentis chromas ir jo junginiai, švinas ir jo junginiai, gyvsidabris ir jo junginiai, polibrominti bifenilai (PBB), polibrominti difenileteriai (PBDE), polichlorintieji naftalenai (daugiau nei trijų chloro atomų) ir kt.

Šių tarptautinių dokumentų nuostatos turi būti perkeltos į nacionalinę teisę, siekiant kad laivų pjaustymu, demontavimu turėtų užsiimti tik specializuoti, turintys atitinkamus leidimus ir infrastruktūrą ūkio subjektai. Šios veiklos vykdymui Klaipėdos uoste, uosto planavimo dokumentuose turėtų būti numatyti tinkamos teritorijos. Reikėtų atsisakyti laivų, kurių dažymui buvo naudojami tributilalavo junginiai (TBT) remonto ir perdirbimo.

Geresnis veiklų planavimas siekiant švelninti neigiamus poveikius aplinkai taikytinas ir birių krovinių (ypač trąšų), naftos produktų ir kt. krovos darbams (šia veikla užsiima ir smulkios, reikiamos infrastruktūros ir šiuolaikinių technologinių įrenginių neturinčios įmonės).

10. Svarstytinas AB "Klaipėdos kartonas" nuotekų valymas kartu su miesto nuotekomis (pajėgumai pakankami, nes tai daroma vykdant ilgesnį remontą; Klaipėdos m. nuotekų valyklos projektinis pajėgumas 80000 m³/d, maksimalus-95000 m³/d., kartono įmonės nuotekų valyklos našumas: vid.4000 m³/d, max 6000 m³/d.; į kartono įmonės nuotekas nereikėtų papildomai įterpti azoto ir fosforo junginių, sumažėtų subkiai skaidomų organinių medžiagų pagal ChDS išleidimas ir kt.).

11. AB "Klaipėdos vanduo" eksploatuoja 32 paviršinių nuotekų išleistuvus, tačiau **nėra atsakinga nei už paviršinių nuotekų tinklų remontą, nei - už rekonstrukciją, nei – už plėtrą**. Ši situacija stabdo paviršinių nuotekų infrastruktūros su valymo įrenginiais statybą ir renovaciją, numatytą miesto specialiame plane, o tuo pačiu ir neprisideda mažinant Kuršių marių, Akmenos-Danės ir Smeltalės taršą paviršinėmis nuotekomis.

3.4.2 lentelė. Į atvirus vandens telkinius (Klaipėdos sąsiaurį, Akmeną-Danę ir Smeltalę) bei miesto nuotakyną išleidžiamose nuotekose rekomenduojamos papildomai tirti teršiančios/pavojingos medžiagos (preliminarūs pasiūlymai).

Tiriami išleidžiamų nuotekų parametrai		Rekomenduojami papildomai tirti parametrai	Rekomendacijos pagrindimas
Į miesto kanalizacijos tinklus	Į vandens telkinį		
AB „Vakarų laivų gamykla“			
<u>Gamybin.-buitinės nuotekos:</u> SM BDS ₇ ChDS NP Zn Cu Ni Cr _b t° BN BP Hg pH.	<u>Paviršinės (lietaus) nuotekos:</u> SM BDS ₇ NP Zn Ni t° pH; Cu, Cr _b Pb	Polichlorinti bifenilai (PCB); Perfluoroktano sulfoninė rūgštis (PFOS); organiniai alavo junginiai; Polibrominti bifenilai (PBB); Polibrominti difenileteriai (PBDE) Polichlorintieji naftalenai (daugiau nei trijų chloro atomų); Kai kurie chlorintieji alkanai (alkanai, C10-C-13, chloro); Brominti antipirenai (HBCDD). ChDS	ES 2013-11-20 reglamentas Nr. 1257/2013 dėl laivų perdirbimo I ir II priedai - Pavojingų medžiagų kontrolė ir sąrašas (I ir II prieduose nurodytos pavojingos medžiagos, kurių yra laivo struktūroje arba įrangoje)
		<u>Metalo apdirbimo ir galvanizacijos pramonė:</u> Nonilfenoliai ir jų etoksilatai, oktilfenoliai ir jų etoksilatai, C10-C13 - chloralkanai, C14-C17 - chloralkanai, tributilalavo junginiai, trifenilalavo junginiai, perfluoroktano sulfoninė rūgštis <u>Laivų statyklos:</u> Tributilalavo junginiai (iš dokų, lietaus nuotekų), nonilfenoliai ir jų etoksilatai, C10-C13 - chloralkanai, C14-C17 - chloralkanai, oktilfenoliai ir jų etoksilatai	BaltActHaz projektas
AB „Baltijos“ laivų statykla			

Tiriami išleidžiamų nuotekų parametrai		Rekomenduojami papildomai tirti parametrai	Rekomendacijos pagrindimas
Į miesto kanalizacijos tinklus	Į vandens telkinį		
<u>Gamybin.-buitinės nuotekos:</u> SM BDS ₇ ChDS NP Zn Cu Ni Cr ₆ t° BN BP Hg pH.	<u>Paviršinės (lietaus) nuotekos:</u> SM BDS ₇ NP Zn Cu t° pH	<u>Metalo apdirbimo ir galvanizacijos pramonė:</u> Nonilfenoliai ir jų etoksilatai, oktilfenoliai ir jų etoksilatai, C10-C13 - chloralkanai, C14-C17 - chloralkanai, tributilalavo junginiai, trifenilalavo junginiai, perfluoroktano sulfoninė rūgštis <u>Laivu statyklos:</u> Tributilalavo junginiai (iš dokų, lietaus nuotekų), nonilfenoliai ir jų etoksilatai, C10-C13 - chloralkanai, C14-C17 - chloralkanai, oktilfenoliai ir jų etoksilatai.	BaltActHaz projektas
UAB „Baltic Premator Klaipėda“ (laivo/metalo konstrukcijų plovimo aukšto spaudimo gėlu vandeniu metu susidarančiose nuotekose dokuose Nr. 8, Nr. 812, Nr. 219, Nr. UD-673)			
	SM, BDS ₇ , NP, Zn, Cr ₆ , Cu, Ni, Cu t°, Pb, Al, BP, BN, pH	Tributilalavo junginiai ...	BaltActHaz projektas
AB „Klaipėdos vanduo“			
	<u>Išvalytose miesto nuotekose:</u> pH, SM, BDS ₇ , ChDS, BN, BP, NH ₄ -N, NO ₂ -N, NO ₃ -N, PO ₄ -P, riebalai, Hg	Ftalatai, Policikliniai aromatiniai angliavandeniliai (PAA) ??	1. Studija „Vandens aplinkai pavojingų medžiagų nustatymas Lietuvoje“, 2007

Tiriami išleidžiamų nuotekų parametrai		Rekomenduojami papildomai tirti parametrai	Rekomendacijos pagrindimas
Į miesto kanalizacijos tinklus	Į vandens telkinį		
	<p><u>Paviršinės (lietaus) nuotekos iš urbanizuotų teritorijų:</u> pH, SM, ChDS, BDS₇, Cl, SO₄, NP</p>	<p>Perfluoruoti junginiai Chloroparafina</p>	<p>COHIBA projektas: didžiausia PFOS koncentracija (3,90 ng/l) buvo nustatyta liūčių vandens mėginyje. COHIBA WP3 Final Report: Chlorinated paraffins. MCCPs were found in 80% of the storm water samples and the maximum concentration (3.6µg/l) was found in Lithuania. In industrial effluents the concentration of penta-, octa- and decaBDEs were highest in Lithuania.</p>
AB „Klaipėdos nafta“			
	<p><u>Valytose gamybinėse, buitinėse ir lietaus nuotekose:</u> NP, pH, ChDS, BDS₇, Fosfatai, Bendras fosforas, Bendras azotas, Amonio azotas, Nitritai, Nitratai.</p>	<p>Atlikti nuotekų ekotoksiškumo tyrimus</p>	<p>COHIBA projektas: ChDS/BDS₇ santykis yra ≥ 3 (8 mėginiai: BDS vidurkis 1,4, ChDS vidurkis 42 mg/l)</p>
AB “Klaipėdos laivų remontas”			
	<p>Paviršinės: pH ChDS BDS₇ SM NP, Zn, Fe, Mn, Cu, detergentai, riebalai</p>	<p><u>Metalo apdirbimo ir galvanizacijos pramonė:</u> Nonilfenoliai ir jų etoksilatai, oktilfenoliai ir jų etoksilatai, C10-C13 - chloralkanai, C14-C17 - chloralkanai, tributilalavo junginiai, trifenilalavo junginiai, perfluoroktano sulfoninė rūgštis <u>Laivų statyklos:</u> Tributilalavo junginiai (iš dokų, lietaus nuotekų), nonilfenoliai ir jų etoksilatai, C10-C13 - chloralkanai, C14-C17 - chloralkanai, oktilfenoliai ir jų etoksilatai</p>	<p>BaltActHaz projektas</p>

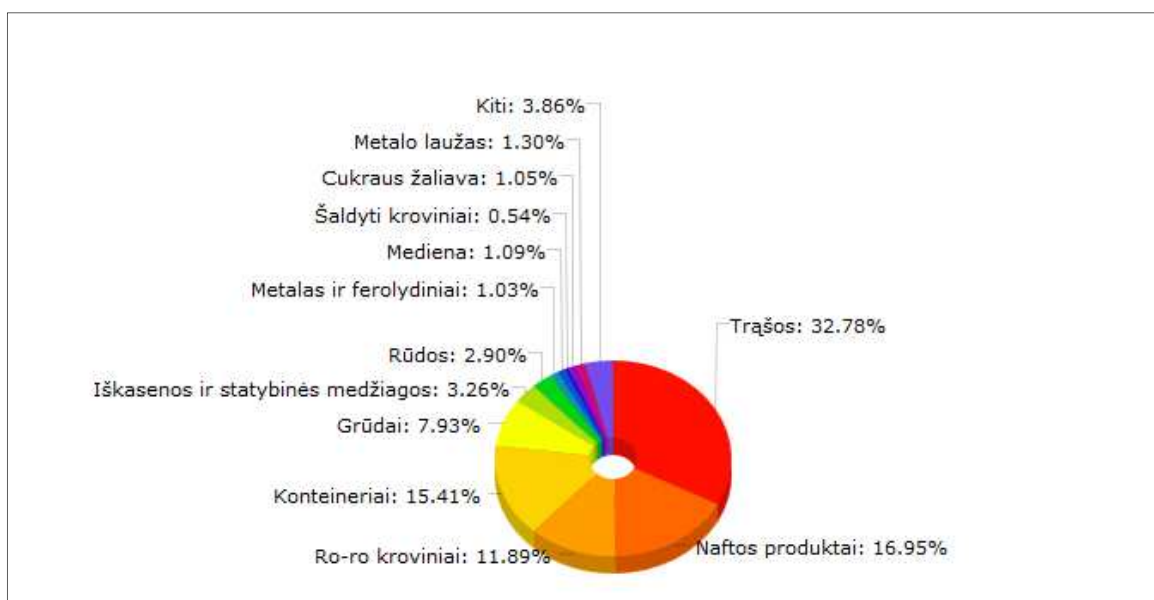
Tiriami išleidžiamų nuotekų parametrai		Rekomenduojami papildomai tirti parametrai	Rekomendacijos pagrindimas
Į miesto kanalizacijos tinklus	Į vandens telkinį		
Glaudėnų rekultivuotas (uždarytas) sąvartynas			
	Valytos sąvartyno filtrato nuotekos grioviu patenka į Danę, tiriami: ChDS, BDS ₇ , Ni, Cr _b , Hg, Cd, sintetinės veikliosios pav. medž., fenoliai	Atlikti nuotekų ekotoksiškumo tyrimus	
UAB „Neo group“			
Nuotekos išleidžiamos į miesto nuotakyną		Bromuoti antipirenai Atlikti nuotekų ekotoksiškumo tyrimus	COHIBA projektas, 2009–2012 m.: (nustatytas ChDS/ BDS ₇ santykis ≥ 3 . Didžiausia pentaBDE koncentracija (4,98 ng/l) buvo nustatyta nuotekų mėginyje, paimtame iš UAB „Neo group“ (2009 09). Taip pat nustatytos šios didžiausios koncentracijos: - 14,32 ng/l oktaBDE. - 10,24 ng/l DekabDE
Kretingos nuotekų valykla			
	Valytos nuotekos išleidžiamos į Danę	Atlikti nuotekų ekotoksiškumo tyrimus	COHIBA projektas: ChDS/BDS ₇ santykis yra ≥ 3 (8 mėginiai: BDS vidurkis 6,53, ChDS vidurkis 48 mg/l)

VEIKLA NR. 3.5. BIRIŲ IR KITŲ CHEMINIŲ PRODUKTŲ KROVOS DARBŲ POVEIKIO APLINKAI VERTINIMAS

Atlikta veikla Nr. 3.5. ir pasiektas rezultatas Nr. R3.5. - surinkta informacija apie uoste vykdomus krovos darbus, apskaičiuoti į aplinką patenkančių teršalų kiekiai, įvertintas krovos metu išsiskiriančių teršalų poveikis aplinkai.

3.5.1 Informacija apie birių ir kitų cheminių produktų krovos darbus

Pagal Klaipėdos uosto statistinius duomenis Klaipėdos uoste 2014 metais perkrauta 36,411 mln. tonų krovinių. Pagrindiniai kroviniai: trašos (pilta 11,9 mln. t), kroviniai konteineriuose (krauta 5,6 mln. T), grūdai (krauta 2,9 mln. t), naftos produktai – (pilta 6,2 mln. t), pirminės ir apdorotos naudingosios iškasenos, statybinės medžiagos (krauta 1,2 mln. t) (www.portofklaipeda.lt). Visų kraunamų produktų pasiskirstymas pateikiamas 3.5.1 paveiksle.



3.5.1. pav. Klaipėdos uoste kraunamų medžiagų pasiskirstymas (www.portofklaipeda.lt)

Birių produktų krova sudaro iki 50 % nuo visų kraunamų krovinių. Kraunant palaidus, birius krovinius į aplinką patenka kietos dalelės, kurios pavojingos žmogaus sveikatai, prisideda prie smogo susidarymo. Klaipėdos uoste birius, palaidus krovinius krauna 8 įmonės. Birius, palaidus krovinius kraunančios įmonės, kraunamų produktų kiekis pateikiamas 3.5.1 lentelėje.

3.5.1. lentelė. Birius ir palaidus krovinius kraunančios įmonės ir kraunamų produktų kiekiai

Veikla	Įmonės pavadinimas	Išmetamos medžiagos	Kiekis, t/m	Įmonių išmetamas KD kiekis procentais, %
Metalo laužo krova	UAB "KUUSAKOSKI"	KD	0,0232	0,04
Žemės ūkio produkcijos ir trašų perkrovimas	UAB "Klaipėdos konteinerių terminalas"	KD	0,3899	0,61
Pelenų krova ir pakavimas	UAB "Vakarų krova"	KD	0,5158	15,83

Birūs kroviniai	UAB "Vakarų krova"	KD	9,5415	
Birių krovinių krova	AB "Klaipėdos Jūrų krovinių kompanija" jūrų perkėlos terminalas	KD	0,0602	0,09
Birių krovinių terminalas	UAB "Birių krovinių terminalas"	KD	11,0014	17,31
Birių trąšų terminalas	UAB KJKK "Bega"	KD	12,9182	36,33
Inertinių medžiagų terminalas	UAB KJKK "Bega"	KD	4,3393	
Cemento krova	UAB KJKK "Bega"	KD	0,3366	
Birių ir generalinių krovinių terminalas	UAB KJKK "Bega"	KD	5,494	
Birių krovinių, durpių ir metalų saugojimas ir krova	UAB "Kaminera"	KD	1,3814	2,17
Žemės ūkio produkcijos ir trąšų krova	AB "Klaipėdos Jūrų krovinių kompanija" Sausakrūvis uostas	KD	17,5409	27,61
Viso:	63,5424			100

Vykdamas birių, palaidų produktų krova į aplinką išsiskiria 63,5424 t/m kietųjų dalelių. Kraunant šiuos produktus į aplinkos orą išmetama 77,50 % kietųjų dalelių nuo bendro kietųjų dalelių kiekio, kurį išmeta visos Klaipėdos uosto zonoje veikiančios įmonės.

Kietosios dalelės, yra sąrašė teršalų, kurių kiekis aplinkos ore ribojamas pagal ES kriterijus, ribinės vertės bei atitinkami pavojaus slenksčiai, kurių neviršijus galima būtų užkirsti kelią ar sumažinti kenksmingą poveikį žmogaus sveikatai ir (ar) aplinkai, nustatyti Aplinkos oro užterštumo normose, patvirtintose LR aplinkos ministro ir sveikatos apsaugos ministro 2001 m. gruodžio 11 d. įsakymu Nr. 591/640. Kietųjų dalelių ribinės vertės ir sumodeliuotos koncentracijos pateikiamos 3.5.2 lentelėje.

3.5.2 lentelė. Kietųjų dalelių sklaidos rezultatai, kai kraunami birūs ir palaidi kroviniai

Cheminė medžiaga	Vidurkinimo laikas	Ribinė vertė, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Sumodeliuota maksimali koncentracija, $\mu\text{g}/\text{m}^3$
KD10	24 valandos	50	15,33
	1 metai	40	15
KD2,5	1 metai	25	5,25

Vertinant taršą kietosiomis dalelėmis sumodeliuota didžiausia KD10 paros koncentracija $15,33\mu\text{g}/\text{m}^3$. Sumodeliuotos didžiausios oro teršalų koncentracijos neviršys ribinių verčių, todėl poveikio aplinkai ir Kuršių nerijai nebus. Sklaidos žemėlapis pateikiamas 2 priede.

Naftos produktų krova Klaipėdos uoste sudaro apie 17% nuo visų kraunamų krovinių. Kraunant naftos produktus į aplinką patenka lakieji organiniai junginiai (LOJ). Naftos produktų krova ir saugojimą Klaipėdos uoste vykdo 4 įmonės. Naftos produktus kraunančios įmonės, kraunamų produktų kiekis pateikiamas 3.5.3 lentelėje.

3.5.3 lentelė. Naftos produktus kraunančios įmonės ir kraunamų produktų kiekiai

Veikla	Įmonės pavadinimas	Išmetamos medžiagos	Kiekis, t/m	Įmonių išmetamas LOJ kiekis procentais, %
Naftos produktų krova ir saugojimas	UAB "Vakarų krova"	LOJ	2,2246	1,57
	UAB "Klaipėdos keleivių ir krovinių terminalas"	LOJ	11,7398	8,28
	AB "Klaipėdos nafta"	LOJ	110,8603	78,22
	UAB "krovinių terminalas"	LOJ	16,8968	11,92
VISO:	141,7215			100

Vykdamas naftos produktų krovą ir saugojimą į aplinką išsiskiria 141,7215 t/m LOJ. Kraunant ir saugant šios produktus į aplinkos orą išmetama 91,76 % LOJ nuo bendro LOJ kiekio, kurį išmeta visos Klaipėdos uosto zonoje veikiančios įmonės. LOJ ribinės vertės ir sumodeliuotos koncentracijos pateikiamos 3.5.4 lentelėje.

3.5.4 lentelė. LOJ sklaidos rezultatai, kai kraunami naftos produktai

Cheminė medžiaga	Vidurkinimo laikas	Ribinė vertė, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Sumodeliuota maksimali koncentracija, $\mu\text{g}/\text{m}^3$
LOJ	Pusė val.	5000	771

Vertinant taršą LOJ sumodeliuota koncentracija saugant ir kraunant naftos produktus yra 771 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ir fiksuojama AB „Klaipėdos nafta“ teritorijoje. Sumodeliuota didžiausia LOJ koncentracija neviršys ribinės vertės, todėl poveikio aplinkai ir Kuršių nerijai nebus. Sklaidos žemėlapis pateikiamas 3 priede.

3.5.2 Išvados

1. Birių krovinių krova sudaro iki 50% nuo visų kraunamų krovinių Klaipėdos uoste. Kraunant palaidus, birius krovinius į aplinką išmetamos kietos dalelės. Sumodeliuota situacija, kai uoste vykdoma birių produktų krova parodė, kad didžiausia kietųjų dalelių koncentracija neviršija ribinių verčių.
2. Naftos produktų krova sudaro apie 17,17% nuo visų kraunamų krovinių. Kraunant naftos produktus į aplinką patenka lakieji organiniai junginiai (LOJ). Sumodeliuota situacija, kai uoste vykdoma naftos produktų krova ir saugojimas parodė, kad didžiausia LOJ koncentracija neviršija ribinių verčių.
3. Siekiant sumažinti oro taršą kietosiomis dalelėmis, būtina užtikrinti, kad krova būtų vykdoma laikantis visų saugumo reikalavimų, birūs ir palaidi kroviniai būtų apsaugoti nuo vėjo ir kitų nepalankių oro sąlygų.
4. Siekiant sumažinti oro taršą LOJ, būtina užtikrinti, kad naftos produktų talpyklos atitiktų Geriausiai prieinamų gamybos būdų (GPGGB) reikalavimus, būtų naudojamos oro taršos mažinimo priemonės.

VEIKLA NR. 3.6. KLAIPĖDOS UOSTO AKVATORIJOJE KASAMO GRUNTO TARŠOS SKLAIDOS BEI TARŠOS SKLAIDOS POVEIKIO VERTINIMAS

Atlikta veikla Nr. 3.6. ir pasiektas rezultatas Nr. R3.6. - nustatyta Klaipėdos uosto akvatorijoje kasamo grunto taršos sklaida bei taršos sklaidos poveikis Klaipėdos sąsiaurio ir aplinkinių akvatorių aplinkos būklei. Veiklos įgyvendinimui buvo išspręsti šie uždaviniai:

1. Atliktas teorinis taršos sklaidos įvertinimas naudojant įvairius matematinius modelius.
2. Iširtos kasimo mechanizmų panaudojimo sąlygos vykdant Klaipėdos sąsiaurio gilinimą. 3. Sukurtas kasamo grunto taršos sklaidos Klaipėdos sąsiauryje ir aplinkinėse akvatorijose modelis naudojant MIKE 21 Advekcijos – dispersijos modelį.
4. Atliktas kasamo grunto iš pasirinktų dviejų užterštų akvatorių taršos sklaidos Klaipėdos sąsiauryje ir aplinkinėse akvatorijose modeliavimas įvairiomis hidrologinėmis sąlygomis.

3.6.1. Teorinis taršos sklaidos įvertinimas naudojant įvairius matematinius modelius

Planuojant dugno valymo ir gilinimo darbus, svarbu suprasti ir žinoti vandens telkinyje vykstančius dugno erozijos, nešmenų ir taršos pernašos bei jų kaupimosi mechanizmus. Nemažiau svarbu, kokia technika naudojama gilinimo darbams: šio pasirinkimo kriterijus turėtų būti minimalus veiklos poveikis vandens ekosistemai, tačiau dažnai pasirinkimą nulemia kiti (ekonominiai) aspektai. Mechaniniai gilinimo įrenginiai su šalia pritvirtinta barža reikalauja dvigubo nuosėdų perkrovimo ir yra mažiau efektyvūs nei hidrauliniai (Comparison..., 2013). Mechaninis gilinimas, iškastą gruntą perkeliant į krantą, yra ekonomiškė nei naudojant baržas. Nors abi šios mechaninių žemkasių formos yra mažiau efektyvios, lyginant su hidraulinėmis žemsiurbėmis, mechaniniai gilinimo įrenginiai per tą patį laiką geba iškasti daugiau dugno nuosėdų negu hidrauliniai.

Esminis skirtumas tarp mechaninių ir hidraulinių gilinimo įrenginių yra nuosėdų šalinimo būdas (U.S. EPA). Mechaniniai įrenginiai suteikia galimybę pašalinti nuosėdas beveik tokia pačia kietame būvyje ir tūryje, kokiam jos gulėjo vandens telkinio dugne – kartu su kasamu gruntu iš vandens iškeliamas tik labai nedidelis papildomas vandens kiekis. Todėl užteršto substrato ir vandens kiekiai, kuriuos reikia pašalinti, sutvarkyti ir/ar išvalyti yra minimalūs. Vanduo, kuris visgi patenka į žemkasės kaušą, turi būti surenkamas, tvarkomas ir valomas, arba gaunamas leidimas jį išpilti atgal, kas dažniausiai lemia didesnę taršą gilinimo metu. Didėsio tikslumo reikalaujantys gilinimo darbai prie krantinių paprastai vykdomi vienkaušių žemkasių pagalba. Hidrauliniai gilinimo įrenginiai šalina ir transportuoja nuosėdas suspensijos pavidalu, t.y. kartu su dideliu papildomu vandens kiekiu. Perteklinis vanduo išleidžiamas kaip nuotėkos valymo metu arba grunto gramzdinimo vietoje ir dažniausiai prieš išleidimą atgal į vandens telkinį turi būti išvalomas.

Hidrauliniu principu veikiančios žemsiurbės yra plačiausiai naudojamos, tačiau turi didesnę neigiamą įtaką jūrinei aplinkai.

Visos ūkinės veiklos turi didesnę ar mažesnę, tiesioginę ar netiesioginę poveikį supančiai aplinkai. Numatyti tiesioginius gilinimo poveikius yra nesudėtinga, nes jie paprastai glaudžiai susiję su gilinama ir/ar grunto gramzdinimo vieta bei artimiausia aplinka.

Skaitmeninis modeliavimas dažniausiai reikalingas įvertinti gilinimo metu susiformuojančių nešmenų ir taršos medžiagų srautus, jų intensyvumą ir trukmę bei netiesioginį poveikį dugno gyvūnijos rūšių buveinėms. Šis poveikis priklausomai nuo stiprumo ir trukmės gali sukelti tiek negrįžtamus, tiek lengvai grįžtamus procesus.

Aiškliai pateikta informacija apie skaitmeninius modelius, neapibrėžtumo prielaidas ir šaltinius padeda poveikio aplinkai vertinimo procese formuluojant sprendimus dėl poveikio gamtai prognozavimo pagrįstumo ir patikimumo (Environmental ..., 2011). Vykdamas gilinimo darbus teoriniam taršos įvertinimui naudojama daug įvairių hidrodinaminių ir nešmenų bei taršos sklaidą prognozuojančių skaitmeninių modelių. Žymi Nyderlandų inžinerijos kompanija Deltares nešmenų ir taršos pernašos procesams tirti siūlo DELFT3D. Šiuo modeliu tirta gilinimo įtaka Kolumbijos upės žiotyse, JAV (Stark, 2012): pradžioje nustatyti fiziniai procesai, lemiantys nešmenų pernešimą ir morfologinius pokyčius upėje, o tada – planuojamų gilinimo darbų, t.y. smėlio kasimo ir jo išpylimo įtaka ilgalaikiam morfologiniam upės žiočių vystymuisi. Analogiška studija, panaudojant minėtą modelį atlikta Matakanos upės žiotyse įsikūrusiam N. Zelandijos Taurangos jūrų uostui (Ramli ir kiti, 2015), kur tirta kas dveji metai atliekamo uosto kanalo gilinimo bei iškasto smėlio ir dumblo išpylimo poveikis upės deltai. Modeliavimas parodė, kad tik pirmasis kapitalinis uosto gilinimas reikšmingai pakeitė sedimentacijos procesus potvynių-atoslūgių veikiamoje upės deltoje, tuo tarpu vėlesni gilinimo darbai žymesnio poveikio neturėjo. Modeliavimas Delft3D pagalba leido įvertinti gilinimo darbų, skirtų išvalyti Fountain ežero (Minesotos valstijoje, JAV) dugno nuosėdas, gausiai užterštas maistmedžiagėmis, ekologinę naudą; modelis įgalino nustatyti įvairių gilinimo ir išorinių fosforo srautų sąlygų įtaką ežero vandens kokybei (Pilgrim ir kiti, 2015).

Deltares siūlo ir 2D modelį SUTRENCH (Rijn ir Tan, 1985), kurį Walstra ir kiti (1999) naudojo tyrimams ir modeliavimui Roterdamo jūrų uosto Euro-Maas kanale, Nyderlanduose. Šio modelio pagalba analizuojant smėlio transporto procesus ir jų įtaką Olandijos pakrantei nustatyta, kokios geometrijos turėtų būti smėlio karjerų duobės jūroje, kad būtų išlaikytas jų stabilumas (minimalus migracijos lygis).

Daug skaitmeninių modelių, skirtų uostų akvatorijų gilinimo poveikio vertinimui, yra sukūrę JAV inžinieriai (Aquaveo, LLC, US Army Corps of Engineers ir kiti). Nešmenų transportui

modeliuoti kartu su kitais modeliais siūlomas ADH (ADaptive Hydraulics Modeling). Šis modelis (Gambucci, 2010) panaudotas įvertinti, ar planuojami pakrantės statiniai padidins poreikį ateities gilavimo darbams, sukels pavojų navigacijai dėl pakitusių upės srovių, pakenks moliuskų bendrijoms dėl papildomų nešmenų sancaupų. SSFATE (Suspende Sediment Fate) modelio išėjimo duomenys yra suspenduotų nešmenų koncentracijos pasiskirstymai horizontalioje ir vertikalioje projekcijoje, jų kitimas laike bei erdvinis nusėdusių sedimentų pasiskirstymas jūros dugne. Swanson ir Isaji (2006) šį programinį įrankį testavo modeliuodami gilavimo metu susidarančių kietųjų dalelių transportą Tauntono upėje ir Mt. Hope įlankoje, gilavimui naudojant skirtingo dydžio ir konfigūracijos greiferinių žemkasių kaušus. Hayter (2014) atliko analizę, kaip tiksliai EFDC (Environmental Fluid Dynamics Code) modelis prognozuoja su gilavimo projektais susijusius pokyčius vandens telkinyje. Išanalizavęs daugybę modeliavimo studijų, kurios apėmė platų įvairaus modelio pritaikymo spektrą (nuo poveikio druskingumui ir vandens lygiams iki vandens kokybės pokyčių, įskaitant modelio pritaikymą jūrų uostų plėtros darbų planavime), autorius padarė išvadą, kad tai labai patikima modeliavimo sistema.

Kai kurie modeliavimo įrankiai yra sukurti konkrečios gilavimo technikos sukeltai taršai modeliuoti – kaip, pavyzdžiui, Jungtinės Karalystės hidraulinių tyrimų centro (HR Wallingford) sukurtas TASS modelis, skirtas prognozuoti drumstumo erdviniam pasiskirstymui gilinant žemsiurbe su siurbimo bunkeriu (Aarninkhof ir kiti, 2010; Spearman ir kiti, 2011).

Dažnai specializuoti modeliai sukuriama dideliems gilavimo projektams. Toks modelis buvo sukurtas Niujorko-Naujojo Džersio uostui – sudėtingiausiai, labiausiai užterštai ir mažiausiai iširtai estuarijų sistemai: didelis projektas buvo skirtas geriau suvokti dugno nuosėdų prigimtį ir apimtį (Landeck Miller ir kiti, 2011). Tirtos tokios pavojingos medžiagos, kaip dioksinai, policikliniai aromatiniai angliavandeniliai, polichlorintai bifenilai, pesticidai, metalai (kadmis, gyvsidabris).

Nešmenų bei vandens kokybės procesų modeliavimui Danijos hidraulikos institutas (DHI) siūlo modeliavimo sistemą MIKE3, kuri pasauliniu mastu pripažinta kaip platininis standartas aplinkos ir ekologinėse studijose. Šios programinės įrangos modelis PA (Lagrangian based particle) buvo panaudotas „Nord Stream“ projekto poveikio aplinkai vertinimo procese, modeliuojant nuosėdų plitimą bei nusėdimą ir taršos sklaidą iš gilavimo rajonų (Nord Stream..., 2009). Tačiau ne visuomet tiriamas objektas reikalauja sudėtingo 3D modeliavimo.

Daugelio šalių tyrėjai vandens telkinių nešmenų ir taršos procesų tyrimams naudoja dvimatę hidrodinaminių reiškinių modeliavimo sistemą MIKE 21. Tėkmės greičiams modeliuoti plačiai naudojamas šios sistemos hidrodinaminis modelis HD. Jis yra kitų šios sistemos modulių (advekcijos-dispersijos, vandens kokybės, nešmenų transporto ir pan.) hidrodinaminis pagrindas. MIKE 21

advekcijos-dispersijos modelis AD vadovaujasi ištirpusių ir suspenduotų medžiagų advekcijos-dispersijos lygtimi dvimatėje erdvėje. Šis modelis yra sėkmingai naudojamas gilinimo metu susidarančių kietųjų dalelių sklidimui modeliuoti (Spill Assessment, 2007; Marcinkowski ir Olszewski, 2015). Danijos pietinėje pakrantėje vėjo jėgainių parko projektavimo metu MIKE 21 pagalba buvo tiriamas elektros kabelių tiesimo bei jėgainių pamatų statymo darbų metu susidaranti Baltijos jūros vandens tarša. Modeliuoti 4 gilinimo darbų, naudojant žemkasę, alternatyvos ir nustatyta, kad planuojama ūkinė veikla turės tik lokalų poveikį, t.y. susidarę nešmenys bei tarša nekels pavojaus aplinkai (Spill Assessment, 2007).

3.6.2. Kasimo mechanizmų panaudojimo sąlygos vykdant Klaipėdos sąsiaurio gilinimą

Apskaičiuota, kad papildomas vienas gylio centimetras uosto akvatorijoje papildomai leidžia į „Panamax” tipo laivą krauti apie 160 tonų krovinių. Vienam svarbiausių iššūkių ir uždavinių sėkmingam uosto funkcionavimui - reikiamo laivybos kanalo gylio palaikymui ir jo didinimui - Klaipėdos valstybinis jūrų uostas kasmet skiria milijonines sumas. Kadangi uostas įsikūręs sąsiauryje, kuriuo vyksta nuolatinė vandens apykaita tarp Baltijos jūros ir Kuršių marių, kartu su vandens srautais transportuojami bei sąsiaurio dugne nusėda ir kaupiasi dideli dumblo bei nešmenų kiekiai. Lietuvos jūrų uostų akvatorių ir laivybos kanalų projektavimo, gilinimo, valymo ir techninės priežiūros tvarką reglamentuoja Klaipėdos valstybinio jūrų uosto ir Šventosios valstybinio jūrų uosto akvatorių ir laivybos kanalų projektavimo, gilinimo, valymo ir techninės priežiūros taisyklės (Žin., 2013, nr. 100-4961). Šiose taisyklėse numatyta, kad uosto akvatorijos gilinimo įrangą parenka rangovas pagal darbų vykdymo sąlygas: kasimo paskirtį, grunto tipą ir kiekį, kasimo gylį, grunto vežimo į šalinimo vietą atstumą, darbų vykdymo terminus.

Gilinimo ir valymo darbai Klaipėdos uoste dažniausiai atliekami vienkaušėmis ir daugiakaušėmis žemkasėmis bei žemsiurbėmis.

Žemsiurbės su velkamu grunto siurbimo įtaisais (ŽVGSI) arba „buksyrai“ šarnyriniais siurbimo vamzdžiais („tempiamomis rankomis“), lėtai velkamais po vandeniu, siurbia gruntą (Bray, 2006). Grunto siurbimo galvutė būna arba aktyvi, arba pasyvi. Pasyviai siurbimo galvutėi joks papildomas energijos šaltinis nenaudojamas, o kasamas gruntas išjudinamas hidrauline srove, susidarančia dėl siurbimo jėgos galvutėje. Aktyvioje siurbimo galvutėje grunto kasimui ir skysto mišinio iš kieto grunto-vandens formavimui naudojama energija, varanti smulkinimo dantis, arba aukšto slėgio vandens čiurkšles. Siurblių generuojama srovė užgriebia sujudintą gruntą ir jis toliau transportuojamas kaip skystas mišinys hidrauliniu būdu per siurbimo linijas, išcentrinį siurblių ir į bunkerį, kur kietosios dalelės nusėda ir gruntas yra laikomas, kad vėliau būtų transportuojamas į

paskirties vietą. Kai kurios smulkesnės iškasto grunto dalelės kartu su vandeniu gali ištekėti iš bunkerio ir vėl nusėsti atgal į vandens telkinio dugną.

Žemsiurbės – grunto smulkintuvai, arba „žemkasės“, priklauso stacionarių hidraulinių žemsiurbių tipui, kur kaip pagrindinė kasamo grunto pakėlimo ir transportavimo priemonė naudojami išcentriniai siurbliai (Bray, 2006). Siurbliai sukuria srautą, reikalingą pakelti gruntą nuo dugno, ir per siurbiančią galvutę perneša skystą vandens-grunto mišinį per vamzdyną iš žemsiurbės į grunto iškrovimo vietą. Šios žemsiurbės grunto išskaidymui naudoja besisukančius mechaninius įtaisus, kurie sumontuoti siurbimo galvutės priekyje. Smulkintuvai kasa gruntą ir skaido jį į atskiras dalis, kurios po to įsiurbiamos į įsiurbimo vamzdį kaip skystas vandens-grunto mišinys ir pumpuojamas į paviršių. Žemsiurbės-žemkasės pasižymi aukštu gamybos produktyvumu ir galimybe kasti įvairaus pobūdžio dumblo, molio, smėlio, žvyro, žvirgždo ir sueižėjusios bei monolitinės uolienos sluoksnius.

Vienkaušėmis žemkasėmis gruntas kasamas, iškeliant jį į paviršių tokio ar beveik tokio tankio, koks yra jo kilmės vietoje, ir kraunamas į baržas transportavimui. Jomis gali būti kasamas įvairus gruntas, įskaitant smėlį, molio gruntus, žvyrą, žvirgždą, sueižėjusią ir vientisą vidutinio kietumo uolieną.

Greiferinės (dvipusio kaušo) žemkasės taip gali iš dugno kasti gruntą tokio ar beveik tokio tankio, koks yra jo kilmės vietoje. Jos naudojamos kasti smėliui, moliui, žvyriui, žvirgždui ir kartais suskaldytai uolienai. Nors jos nėra ypatingai efektyvios, kasant smulkų dumblą, kuris linkęs išbėgti iš kaušo, tačiau jos naudojamos šiuo tikslu mažesnės apimties darbuose arba kai jose sumontuoti specialūs sandarūs kaušai.

Daugiakaušės žemkasės naudoja eilę ant uždaros grandinės pritvirtintų kaušų ir gali kasti iš dugno gruntą tokio ar beveik tokio tankio, koks yra jo kilmės vietoje. Grandinė yra su pavara, dėl to kaušai juda kartu su grandine, semia gruntą iš dugno ir neša jį kaušuose vertikalioje padėtyje iki kopėčių viršaus, kur kaušai apverčiami, ištuštinant jų turinį į nuleidimo lataką. Tada gruntas per nuleidimo lataką patenka į baržas arba šalandas, prišvartuotas šalia žemkasės. Šio tipo žemkasės gali būti efektyviai naudojamos kasti labai įvairiems gruntams – net ir minkštomis uolienoms.

Užteršto dugno nuosėdų valymui (environmental dredging) pasitelkiama technika paprastai yra mažesnė, negu įprastai naudojama navigaciniam gilinimui, kadangi šalinami nuosėdų tūriai būna mažesni. Kartais naudojami ir didesni gilinimo įrenginiai, tačiau tuomet jie dirba mažesniu, negu pilnu, pajėgumu arba su pertrūkiais ir mažesniu tikslumu, tokiu būdu mažindami gilinimo darbų efektyvumą ir didindami kainą (Palermo ir kiti, 2008).

Rokosch ir Berg (2002) savo tyrime apibendrina, kad jeigu gilavimo procesas yra automatizuotas ir kontroliuojamas, labiausiai draugiškos aplinkai yra mechaninės-hidraulinės gilavimo technologijos.

Nuolat griežtėjantys aplinkosauginiai reikalavimai verčia tobulinti dugno gilavimo įrangą – didėja darbų tikslumas, vis daugiau operacijų atliekama automatizuotai, naudojami skaitmeniniai reljefo modeliai, GPS, nuorinimo sistemos.

Lietuvos Respublikos aplinkos ministerijos nustatyta tvarka žuvų neršto ir migracijos laikotarpiais dugno kasimo darbai uostų akvatorijose yra ribojami. Draudžiama vienu metu kasti visame sąsiaurio plote. Uosto valymo ir gilavimo darbų vykdymui yra išduodami specialūs leidimai. Gilavimo darbus uosto akvatorijoje rekomenduojama nevykdyti vykstant Baltijos sykų migracijai į Kuršių marias nuo rugpjūčio 16 d. iki spalio 31 d ir perpelnių migracijai nuo balandžio 15 iki birželio 15 d. arba, jei yra poreikis, vykdyti Baltijos sykų ir perpelnių migracijos stebėseną ir koreguoti darbų vykdymo laikotarpius, esant intensyviai šių žuvų migracijai.

2012-2013 metais vykdytiems Klaipėdos valstybinio jūrų uosto laivybos kanalo gilavimo ir platinimo darbams (uosto akvatorija pagilinta iki 14 m) buvo naudota žemsiurbė su triumu (trailer suction hopper dredger) – „Utrecht“. Tai didžiausia ir galingiausia tokio tipo žemsiurbė, kuri gali įplaukti į uostą. Ši žemsiurbė gilavimo metu pasiekia 1-3 mazgų greitį ir specialaus antgalio pagalba gali siurbti ne tik dumblą, bet ir moreninį priemolį bei priesmėlį su iki 40 cm skersmens rieduliais. Efektyviam jos darbui minimalus reikalingas gilavimo darbų plotas turi būti nuo 3,6 iki 7,0 km ilgio, o laivo grimzlė jį pakrovus – daugiau nei 10 m. Plotams, kurių negalima buvo pasiekti su „Utrecht“ dėl manevravimo galimybių ar riboto vandens gylio, gilinti buvo naudota žemkasė „Goliath“ su atbuliniu kaušu, iškastą gruntą pakraunanti į baržas. Kasamo grunto didžiausią kiekį sudarė moreninis priemolis arba priesmėlis, vietomis šias nuogulas dengė dumblo nuosėdos, kurios pradžioje buvo nusiurbiamos žemsiurbe.

Vykdamas Klaipėdos uosto akvatorijos valymą arba gilinimą, galima taršos sklaida iš kasimo vietų. Todėl sekančiuose skyriuose aprašomi kenksmingų medžiagų sklaidos iš dviejų kasimo vietų modeliavimo rezultatai.

3.6.3. Kasamo grunto taršos sklaidos Klaipėdos sąsiauryje modelio sukūrimas naudojant MIKE 21 modeliavimo sistemą

Norint įvertinti galimą poveikį jūrinei aplinkai ir Kuršių marioms dėl kasamo grunto taršos sklaidos, atliktas taršos medžiagų sklaidos modeliavimas iš dviejų pasirinktų vietų Klaipėdos sąsiauryje (3.6.1 pav.):

- pirma kasimo vieta (1 vieta) yra laivų apsisukimo rate ties krantinėmis Nr. 7-9,

- antra kasimo vieta (2 vieta) yra Malkų įlankos viduryje.

Pagal Klaipėdos uosto plėtros planą numatoma, kad artimiausiu laikotarpiu bus gilinamas sąsiaurio farvateris nuo 14,5 m iki 17 m, o Malkų įlanka – nuo 11 m iki 14 m. Malkų įlanka (2 vieta) buvo pasirinkta todėl, kad yra labiausiai užteršta Klaipėdos sąsiaurio teritorija. 1 kasamo grunto vieta pasirinkta todėl, kad yra netoli jūros vartų, todėl galima tarša iš šios kasimo vietos galėtų greitai pasiekti Baltijos jūrą.

Tyrimo tikslas: nustatyti kenksmingų medžiagų sklaidą iš kasamo gruntų vietų Klaipėdos uosto akvatorijoje įvairiomis hidrologinėmis sąlygomis.

Kenksmingų medžiagų sklaidos procesai modeliuoti tokia seka:

- 1) išnagrinėtos kasamo grunto charakteristikos ir apibrėžtos charakteringos hidrologinės sąlygos, įtakojančios kenksmingų medžiagų sklaidą iš kasimo vietų,
- 2) hidrodinaminis modelis kalibruotas pagal tėkmių matavimų duomenis Klaipėdos sąsiauryje,
- 3) sumodeliuoti hidrodinaminiai režimai Klaipėdos sąsiauryje ir aplinkinėse akvatorijose, kai tėkmė teka į Baltijos jūrą arba į Kuršių marias (priimta, kad modeliavimo metu pūtė 1 m/s greičio vėjas, t.y. vėjas neturėjo įtakos tėkmių struktūrai),
- 4) aprašyti taršos medžiagų sklaidos procesai iš dviejų kasimo vietų Klaipėdos sąsiauryje ir artimosiose akvatorijose (Baltijos priekrantėje ir Kurių mariose) esant skirtingoms hidrologinėms sąlygoms.

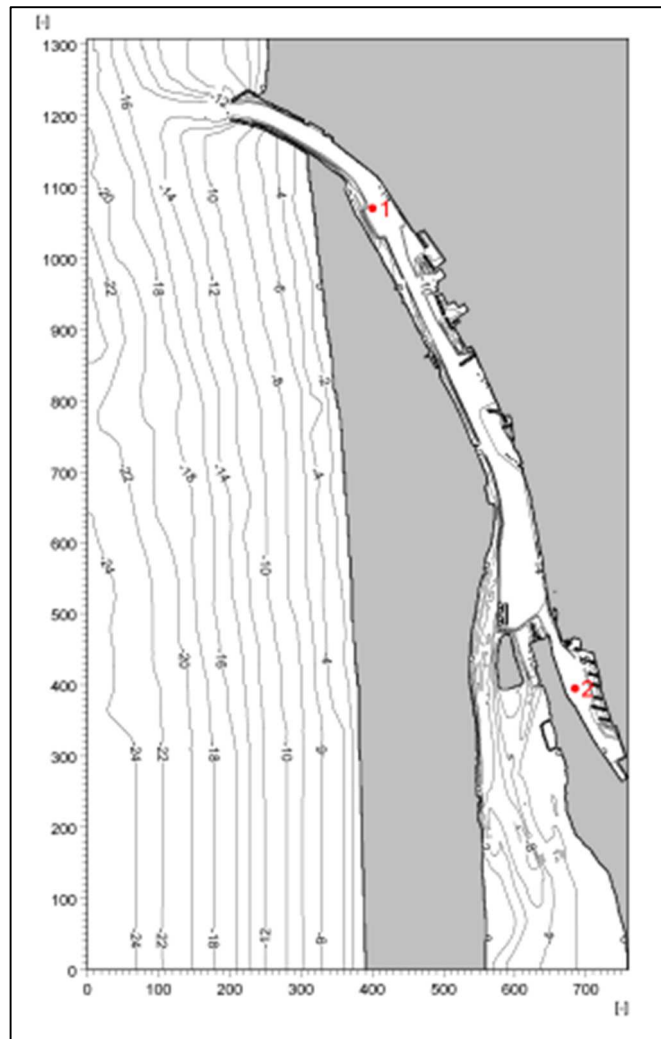
Nustatant kenksmingų medžiagų sklaidą uosto akvatorijos gilinimo metu taikyta Danijos hidraulikos instituto sukurta dvimačių skaitmeninių modelių sistema MIKE 21. Modeliavimui naudoti hidrodinamikos (HD) ir advekcijos - dispersijos (AD) modeliai.

Hidrodinaminis Klaipėdos sąsiaurio ir aplinkinių akvatorių modeliavimas atliekamas įvertinant vėjo ir bangų sukeltas tėkmes. Netolygiai kintančios tėkmės dvimačio modelio HD (MIKE 21. Coastal ..., 2005) pagrindas - netiesinių lygčių sistemos sprendimas. Pagal vertikalę suintegruotos masės vientisumo ir momento konservatyvumo lygtys aprašo tėkmės ir vandens lygio kitimą x ir y kryptimis. Pradiniai duomenys, reikalingi modeliuojant MIKE 21 HD modeliu, yra šie: vandens telkinio orientacija, geografinė platumas ir batimetrija, bangų parametrai (sumodeliuoti NSW modeliu), laiko žingsnis ir modeliavimo trukmė, vėjo greitis, kryptis, kraštinės sąlygos (kiekvienai atvirai modelio sienai nurodytas vandens lygis arba debitas) bei dugno šiurkštumo ir turbulentiškumo koeficientai. Vandens lygiai, tėkmės greičiai ir vienetiniai debitai x ir y ašių kryptimis kiekvienoje modeliuojamo tinklelio gardelėje yra HD modelio rezultatai.

Taršos sklaidos modeliavimui naudotas MIKE 21 modelių sistemos dvimatis advekcijos – dispersijos (AD) modelis, sukurtas Danijos hidraulikos institute. Šio modulio pagrindinė masių konservatyvumo lygtis tirpioms ir netirpioms medžiagoms yra sprendžiama pagal QUICKEST baigtinių elementų schemą (MIKE 21. Environmental ..., 2005). AD pagalba galima modeliuoti konservatyvių ir nekonservatyvių, organinių ir neorganinių medžiagų, šilumos, ištirpusio deguonies, neorganinio fosforo, nitratų ir kitų vandens kokybę apibrėžiančių medžiagų sklaidą. AD apskaičiuoja nagrinėjamos medžiagos koncentraciją kiekvienoje tinklelio gardelėje.

Hidrodinaminis modeliavimas atliktas pagal Klaipėdos sąsiaurio ir šiaurinės Kuršių marių dalies akvatorijos batimetriją (3.6.1 pav.). Paruošta Klaipėdos sąsiaurio batimetrija modelio kalibravimui atitinka dabartinę laivybos kanalo būklę: atliktas sąsiaurio farvaterio platinimas ir gilinimas iki 14,5 m gylio bei įrengta vieta SkGD terminalo laivui-saugyklai (16 m gylis). Modeliuojant tinklelio kvadratinės gardelės dydis parinktas 10 m. Modeliuojamo tinklelio dydis – 1309 gardelių x kryptimi ir 760 gardelių y kryptimi. Modelio kalibravimas yra reikalingas empirinių modelio parametrų bei koeficientų nustatymui ir patikrinti kraštinių ir pradinių sąlygų atitikimą modelyje naudojamoms sąlygoms. MIKE 21 HD modelis kalibruojamas parenkant šiurkštumo ir turbulentiškumo koeficientus. Modelis kalibruotas pagal LEI hidrologijos darbuotojų išmatuotus tėkmių greičius ir kryptis Klaipėdos sąsiauryje 2013 -2014 metais. Šiurkštumo bei turbulentiškumo koeficientai buvo keičiami taip, kad geriausiai atitiktų vidutinius išmatuotus tėkmės greičius vertikalėse. Tokiu būdu nustatytas šiurkštumo koeficientas $n=0,032$, o turbulentiškumo koeficientas $E=0,50 \text{ m}^2/\text{s}$.

Pagal I tarpinėje ataskaitoje atliktus tyrimus, nustatyta, kad Klaipėdos uosto akvatorijos (ypač Malkų įlankos) gruntas yra užterštas sunkiaisiais metalais ir kitomis kenksmingomis medžiagomis. Todėl taršos sklaidos modeliavimui ir buvo pasirinktos šios kenksmingos medžiagos: varis (Cu), kadmis (Cd) ir tributilalavas (TBA). Kitų kenksmingų medžiagų koncentracijos pagal monitoringo duomenis yra mažesnės.



3.6.1 pav. Klaipėdos sąsiaurio batimetrija (nurodytos 1 ir 2 kasimo vietos)

Modeliuojant taršos medžiagų srautą iš pasirinktų Klaipėdos valstybinio jūrų uosto gilinimo vietų, priimtos šios taršos susidarymo prielaidos:

- 1 kasimo vieta yra laivų apsisukimo rate ties krantinėmis Nr. 7-9. Šioje vietoje gylis 14,5 m, kasamo grunto sluoksnio storis 2,5 m. 2 kasimo vieta yra Malkų įlankoje. Šioje vietoje gylis yra 11 m, kasamo grunto sluoksnis – 3 m;
- kasamas gruntas yra kietas moreninis priemolis, susiformavęs ankstesniais geologiniais laikotarpiais ir jį dengiantis 0,3 m storio aleuritinio dumblo sluoksnis;
- gruntas kasamas kaušinėmis žemkasėmis, kai kasamo grunto sluoksnio storis 2,5 arba 3 m, o žemkasės našumas 450 m³/h (būdingas vidutinės galios žemkasėms);
- taršos židinių sudaro vandens storumės gardelė, kurios aukštis 14,5 m arba 11 m (priklausomai nuo kasimo vietos) ir pagrindas 10x10. Šioje gardelėje žemkasės kaušai juda skleidami dumblo ir užteršto vandens mišinį iš kaušų;
- modeliuojama dugno grunte esančių medžiagų vario, kadmio ir tributilalavo sklaida. Šių

medžiagų vandenyje ir grunte koncentracijos pateiktos 3.6.1 lentelėje (pagal daugiamečius dugno gruntų tyrimus, aprašytus I tarpinėje ataskaitoje);

- taršos židinyje (gardelėje) per 0,62 val. bus iškasta 250 m³ švaraus moreninio priemolio ir 30 m³ užteršto aleuritinio dumblo. Priimta, kad judant kaušams aleuritinio dumblo tarša pasklis visoje gardelės vandens masėje (1450 m³ arba 1100 m³). Vidutinis priemolio tankis priimtas 2400 kg/m³, o aleuritinio dumblo 1600 kg/m³.

Taršos medžiagų sklaida uosto akvatorijos gilinimo metu skaičiuota esant šioms hidrologinėms sąlygoms:

1. kai tėkmė nukreipta į Baltijos jūrą pagal 95% ir 50% tikimybių debito reikšmes ($Q=207\text{ m}^3/\text{s}$ ir $Q=948\text{ m}^3/\text{s}$);
2. kai tėkmė nukreipta į Kuršių marias pagal prietakos iš Baltijos jūros 95% ir 50% tikimybių debito reikšmes ($Q=138\text{ m}^3/\text{s}$ ir $Q=682\text{ m}^3/\text{s}$).

Statistinės hidrologinės apykaitos per Klaipėdos sąsiaurį charakteristikos sudarytos atskirai ištakai iš Kuršių marių ir jūros vandens prietakai. Tėkmės parametrų tikimybei įvertinti naudotos 50 metų laikotarpio vidutinės paros debitų reikšmės, gautos apdorojus Kuršių marių vandens balanso rezultatus. Taršos sklaidos skaičiavimams 95% tikimybės debitas parinktas todėl, kad tekant sąsiauriu labai mažam debitui kenksmingos taršos medžiagos bus lėtai pernešamos sąsiauriu. Tuo būdu bus įvertintos ribinės sąlygos, nustatant gilinimo poveikį akvatorijoms prie kasimo vietų. Tekant 50% tikimybės debitui bus įvertinta galima vidutinė tarša aplinkinių akvatorijų būklei. Taršos sklaidos modeliavimą atlikti tekant didesniems debitams nėra prasmės, nes sukeltos gilinimo metu taršos koncentracija greitai mažės dėl didelių tėkmių sąsiauryje.

Norint nustatyti kasamo grunto taršos įtaką, pirmiausiai būtina žinoti dabartinį užterštumo lygį Klaipėdos sąsiauryje. I tarpinėje ataskaitoje paskelbti monitoringo stočių (B2 - 1 kasimo vieta, B9 – 2 kasimo vieta) duomenys apie vario, kadmio ir tributilalavo koncentracijų vandenyje kaitos ribas (3.6.1 lentelė). Pvz., Malkų įlankoje nustatytos vario koncentracijos vandenyje ribos kito nuo 20 iki 380 µg/l.

Modeliuojant taršos sklaidą vandenyje reikia apibrėžti kiekvienos taršos medžiagos foninę koncentraciją. Šiame darbe priimta, kad foninė koncentracija sutampa su DKL – AKS standartu: varui – 10 µg/l, kadmiui – 1,5 µg/l ir tributilalavui – 0,0015 µg/l. Iš matavimų duomenų nustatyta, kad reali taršos medžiagų koncentracija dažnai yra mažesnė už šių medžiagų DKL – AKS standartus (3.6.1 lentelė) (ypač akivaizdžiai skiriasi tributilalavo koncentracijos).

Iškasto grunto iš uosto akvatorijos gilinimo baruose (1 ir 2 kasimo vietos) kenksmingų medžiagų koncentracija nustatyta pagal I tarpinės ataskaitos pateiktus monitoringo stočių B2 ir B9 duomenis. Žymiai didesnės pasirinktų kenksmingų medžiagų koncentracijos yra nustatytos Malkų įlankoje (2 kasimo vieta) (3.6.1 lentelė).

3.6.1 lentelė. Taršos medžiagų koncentracija vandenyje ir grunte 1 ir 2 grunto kasimo vietose

Teršianti medžiaga	Vieta	Foninė taršos koncentracija vandenyje, µg/l		Taršos medžiagų koncentracija grunte, mg/kg	Papildomas vidutinis taršos kiekis, kg	Papildoma vandens taršos koncentracija, µg/l	Santykinė koncentracija
		vidutinė	kaitos ribos				
Varis (Cu)	1	10	5-120	15-60	1,80	1241	124
Varis (Cu)	2	10	20-380	25-170	4,68	4254	425
Kadmis (Cd)	1	1,5	0,1-2,0	0,1-30	0,72	497	332
Kadmis (Cd)	2	1,5	0,2-2,5	0,3-220	5,29	4806	3204
Tributilavas (TBA)	1	0,0015	<0,001	0,005-0,07	0,0018	1,255	835
Tributilavas (TBA)	2	0,0015	<0,001	0,20-2,40	0,058	52,72	35147

Modeliuojant kenksmingų medžiagų taršos sklaidą iš uosto akvatorijos gilinimo barų, reikia apskaičiuoti santykinę koncentraciją, t.y. nustatyti kenksmingų medžiagų koncentracijos jų išmetimo vietoje santykį su fonine tos medžiagos koncentracija Klaipėdos sąsiauryje. Tuo tikslu apskaičiuojama į sąsiaurį dėl grunto kasimo pateksiančios kenksmingos medžiagos masė M_k :

$$M_k = M_{sm} \cdot C_k, \quad (3.6.1)$$

kur M_{sm} – vienkartinė kasamo grunto masė (kg), apskaičiuota iškasant 30 m^3 užteršto aleuritinio dumblo, kai vidutinis aleuritinio dumblo tankis priimtas 1600 kg/m^3 ; C_k – vidutinė taršos medžiagos koncentracija grunte pagal 3.6.1 lentelės duomenis (mg/kg).

Nustatoma kenksmingos medžiagos koncentracija vandens stulpelė, esančiame grunto kasimo vietoje:

$$C_{vs} = \frac{M_k}{S \cdot H}, \quad (3.6.2)$$

kur S – vandens plotas, iš kurio kasamas gruntas (gardelės plotas $10\text{m} \times 10\text{m}$) (m^2); H – vidutinis vandens gylis grunto kasimo plote (m).

Norint nustatyti, kiek kartų kenksmingų medžiagų koncentracija grunto kasimo vietoje yra didesnė už foninę koncentraciją Klaipėdos sąsiauryje, apibrėžiamas santykinis koncentracijos koeficientas. Jis apskaičiuojamas taip:

$$K = \frac{C_{vs}}{C_f}, \quad (3.6.3)$$

kur C_f – foninė koncentracija Klaipėdos sąsiauryje ($\mu\text{g/l}$).

Naudojantis šiais duomenimis apskaičiuotos ribinės kenksmingų medžiagų santykinės koncentracijos 1 ir 2 grunto kasimo vietose: varis – atitinkamai 124 ir 425, kadmis – 332 ir 3204, tributilalavas – 835 ir 35147. Šios koncentracijos parodo, kiek kartų grunto kasimo vietoje žemkasės kaušų keliamo dumblo ir užteršto vandens mišinio kenksmingų medžiagų koncentracija viršija foninę Klaipėdos sąsiaurio taršos medžiagų koncentraciją.

3.6.4. Kasamo grunto taršos sklaidos Klaipėdos sąsiauryje modeliavimas iš pasirinktų dviejų grunto kasimo vietų įvairiomis hidrologinėmis sąlygomis

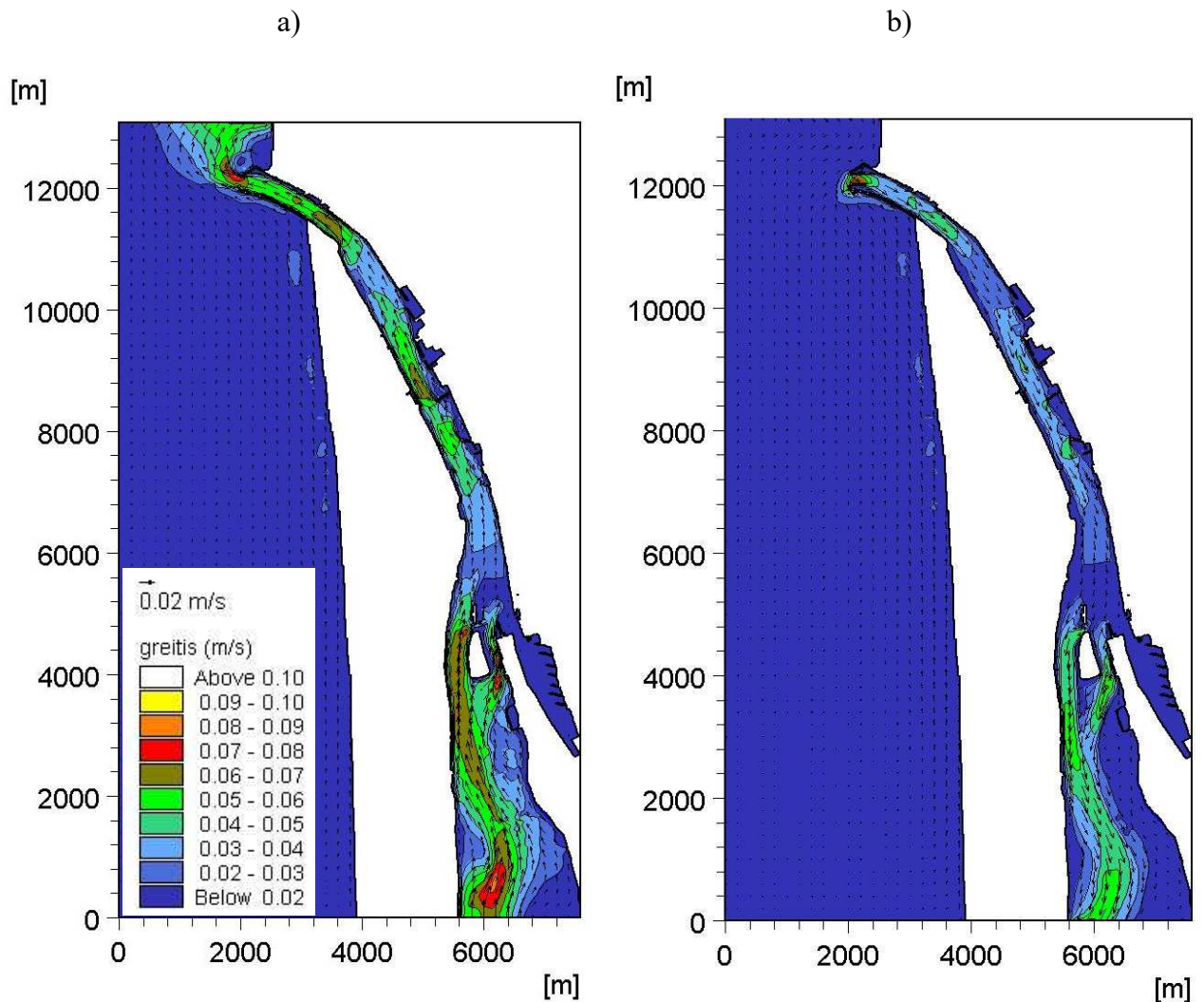
Uosto akvatorijos gilinimo metu taršos medžiagų sklaida skaičiuota, kai sąsiauriu teka 95% ir 50% tikimybių debitai. Hidrodinaminis Klaipėdos sąsiaurio ir aplinkinių akvatorių modeliavimas atliktas, kai tėkmė nukreipta iš Kuršių marių į Baltijos jūrą ($Q=207 \text{ m}^3/\text{s}$ ir $Q=948 \text{ m}^3/\text{s}$) ir kai tėkmė nukreipta iš jūros į marias ($Q=138 \text{ m}^3/\text{s}$ ir $Q=682 \text{ m}^3/\text{s}$).

Tekant sąsiauriu labai mažam, 95% tikimybės debitui, tėkmių greičiai svyruoja nuo 1 iki 8 cm/s (3.6.2 pav.). Nežymus tėkmės greičių padidėjimas nustatytas uosto vartų akvatorijoje, vidurinėje sąsiaurio dalyje ir protakoje tarp Kiaulės nugaros ir Kuršių nerijos.

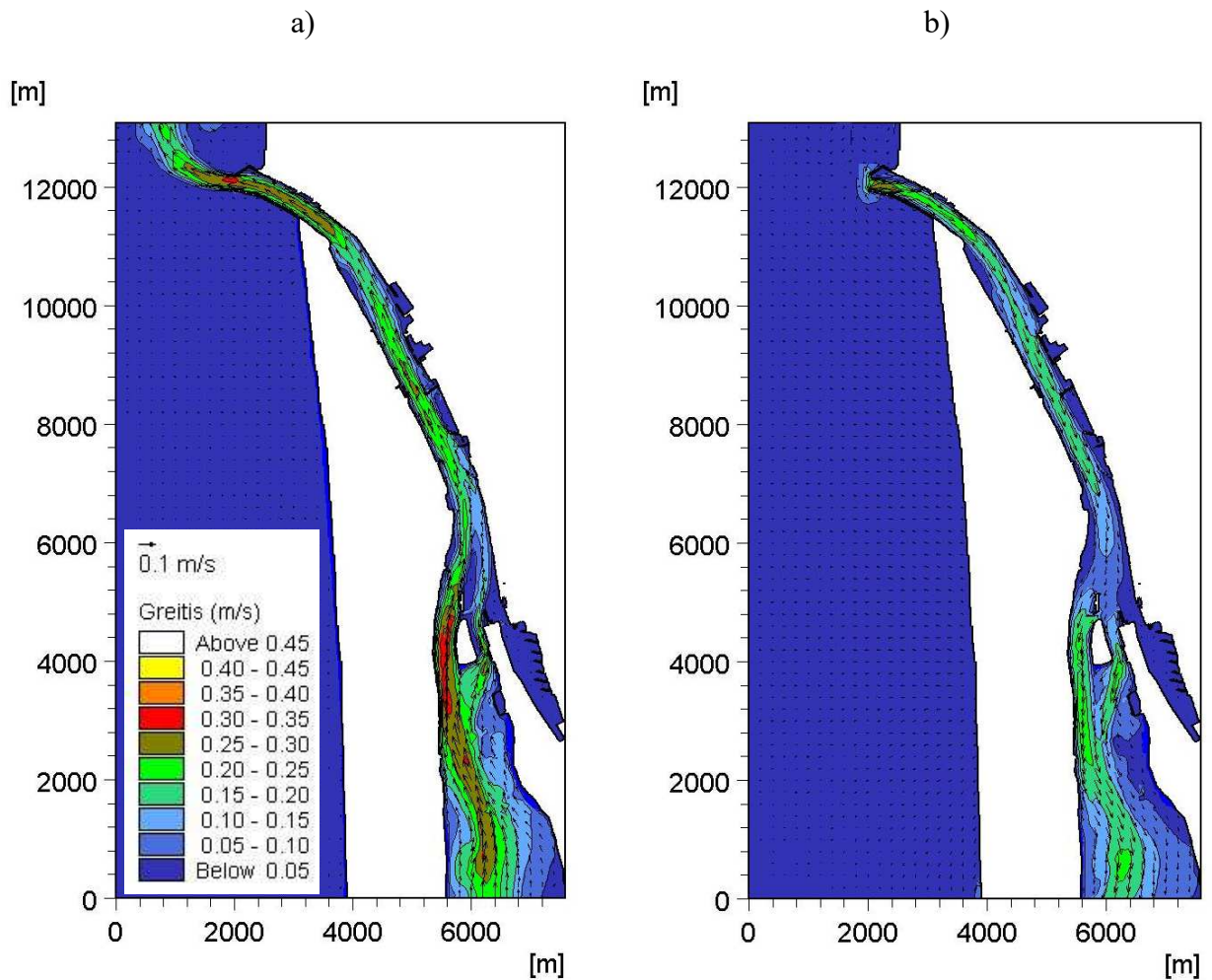
Tekant sąsiauriu vidutiniam 50% tikimybės debitui, nustatyti didesni tėkmės greičiai. Kai sąsiauriu teka $948 \text{ m}^3/\text{s}$ debitas iš marių į Baltijos jūrą, tėkmių greičiai kinta iki 0,40 m/s, o kai sąsiauriu teka $682 \text{ m}^3/\text{s}$ debitas iš jūros į marias, tėkmių greičiai keisis mažesniame intervale (iki 0,30 m/s) (3.6.3 pav.). Tėkmės greičių padidėjimas nustatytas tose pačiose vietose: uosto vartų akvatorijoje, vidurinėje sąsiaurio dalyje ir vakarų protakoje. Tėkmės greičių struktūra lems taršos medžiagų sklaidos procesus.

Taršos sklaidos modeliavimui naudotas MIKE 21 AD (Advekcijos – dispersijos) modelis. Modeliuojant kenksmingų medžiagų (Cu, Cd ir TBA) sklaidą iš dviejų grunto kasimo vietų Klaipėdos sąsiauryje, svarbu nustatyti ekstremalias gamtines sąlygas. Sąsiaurio ir aplinkinių akvatorių hidrodinaminis režimas ir kenksmingų medžiagų sklaida labai priklauso nuo sąsiauriu tekančio debito dydžio ir krypties bei taršos koncentracijų. Priimta, kad pavojingiausias aplinkos apsaugos požiūriu yra variantas, kai sąsiauriu teka minimali tėkmė - 95% tikimybės debitas. Šiuo atveju taršos

medžiagos kaupiasi grunto kasimo rajone, o taršos pernaša minimali. Papildomai įvertinta taršos sklaida, kai sąsiauriu teka 50% tikimybės debitas. Tuo atveju bus nustatytas vidutinis taršos medžiagų pernašos greitis iš grunto kasimo rajonų į artimas akvatorijas. Tekant sąsiauriu didesniems debitams, taršos medžiagos iš kasimo vietų pasišalins greičiau, taršos koncentracija artimose akvatorijose bus žymiai mažesnė.



3.6.2 pav. Tėkmių struktūra, kai sąsiauriu teka 95% tikimybės debitas: a) iš Kuršių marių į Baltijos jūrą ($Q=207 \text{ m}^3/\text{s}$), b) iš Baltijos jūros į Kuršių marias ($Q=138 \text{ m}^3/\text{s}$).



3.6.3 pav. Tėkmių struktūra, kai sąsiauriu teka 50% tikimybės debitas: a) iš Kuršių marių į Baltijos jūrą ($Q=948\text{ m}^3/\text{s}$), b) iš Baltijos jūros į Kuršių marios ($Q=682\text{ m}^3/\text{s}$).

Modeliuojant svarbu apibrėžti galimas kenksmingų medžiagų koncentracijas. Santykinė koncentracija apibrėžiama kaip kenksmingų medžiagų koncentracijos gruntų kasimo vietoje santykis su fonine tos medžiagos koncentracija Klaipėdos sąsiauryje. Foninė visos nagrinėjamos akvatorijos koncentracija pasirinkta lygi 1. Modeliuojant AD modeliu pasirinktos santykinės Cu, Cd ir TBA yra pateiktos 3.6.1 lentelėje.

Norint gauti tikslius modeliavimo rezultatus būtina teisingai apibrėžti dispersijos koeficientus D_x ir D_y . Tiksliausiai šiuos parametrus būtų galima nustatyti eksperimento būdu, tačiau tai sunkiai įvykdoma sąlyga Klaipėdos sąsiauryje. Todėl dispersijos koeficientai apskaičiuoti pagal formulę (Джеймс, 1981):

$$D_x = D_y = \alpha \cdot h \cdot v, \quad (3.6.4)$$

kur h , v – vidutinis gylis ir tėkmės greitis akvatorijoje.

Įvertinus vidutinius tėkmės greičius, buvo parinkti tokie dispersijos koeficientų variantai:

$$D_x = D_y = 1 \text{ m}^2/\text{s}.$$

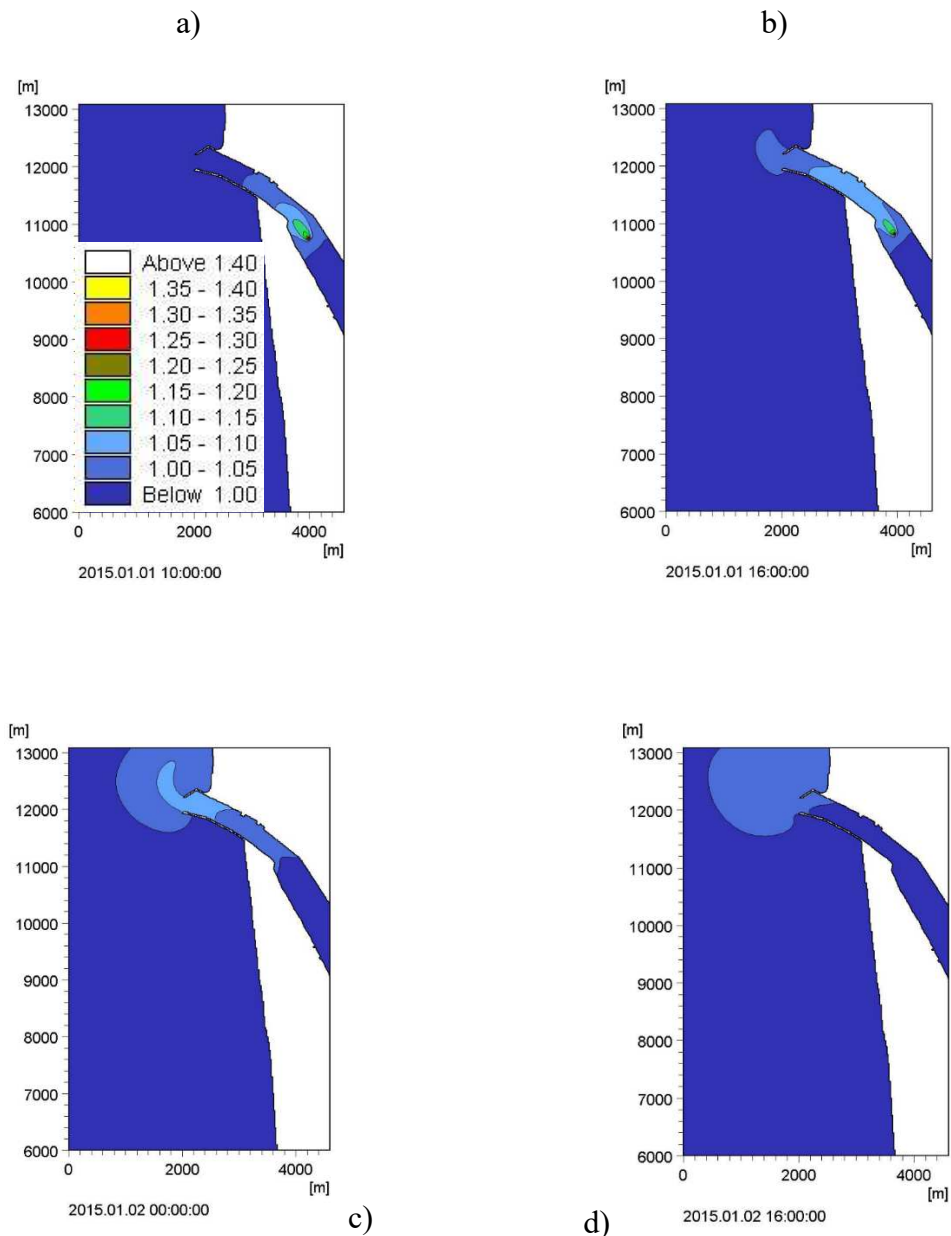
Taršos medžiagų sklaida buvo modeliuota 36 val. 12 valandų buvo imituojamas grunto kasimas iš pasirinktos vietos – modeliuota taršos sklaida vykstant kasimo darbams. Nutraukus grunto kasimo darbus taršos sklaida dar buvo modeliuota 24 valandas tam, kad būtų galima įvertinti taršos mažėjimą pabaigus gilinimo darbus. Taršos sklaida yra įvertinta sąsiauriu tekant 95% ir 50% tikimybių debitams. Taršos medžiagų sklaidos iš dviejų grunto kasimo vietų modeliavimo rezultatai pateikti 3.6.4 – 3.6.27 paveiksluose. Kenksmingų medžiagų sklaida tirta keturiais etapais: a) po 6 val. nuo grunto kasimo pradžios, b) po 12 val. nuo grunto kasimo pradžios, c) po 8 val. pabaigus kasimo darbus, d) po 24 val. pabaigus kasimo darbus.

3.6.4 – 3.6.6 paveiksluose atvaizduota taršos medžiagų sklaida iš 1 kasimo vietos, kai sąsiauriu teka minimalus debitas ($207 \text{ m}^3/\text{s}$) iš marių į jūrą. Pradinė santykinė koncentracija 1 kasimo vietoje yra 124 (Cu), 332 (Cd) ir 835 (TBA). Vykdamas kasimo darbus, taršos medžiagų santykinė koncentracija padidėja tik šiaurinėje sąsiaurio dalyje, nes tėkmių greičiai, lemiantys taršos sklaidą, yra labai maži. Kasant gruntą sąsiauryje 12 valandų, koncentruota taršos dėmė plinta kasimo vietoje ir pasiekia jūros vartų akvatoriją (3.6.4 – 3.6.6 b pav.). Šiuo momentu santykinės Cu ir Cd koncentracijos jūros vartų akvatorijoje bus 1,05, o TBA – 1.10. Praėjus parai po grunto kasimo pabaigos, nežymus taršos medžiagų koncentracijos padidėjimas bus nedidelėje Baltijos priekrantės akvatorijoje (iki 10% tributilalavui) (3.6.4 – 3.6.6 d pav.). Taršos sklaidos modeliavimas buvo atliktas esant ramiai jūrai (pučiant silpnam vėjui), todėl taršos dėmė dėl mažų tėkmių ir bangų juda labai lėtai ir nepasklinda visoje akvatorijoje.

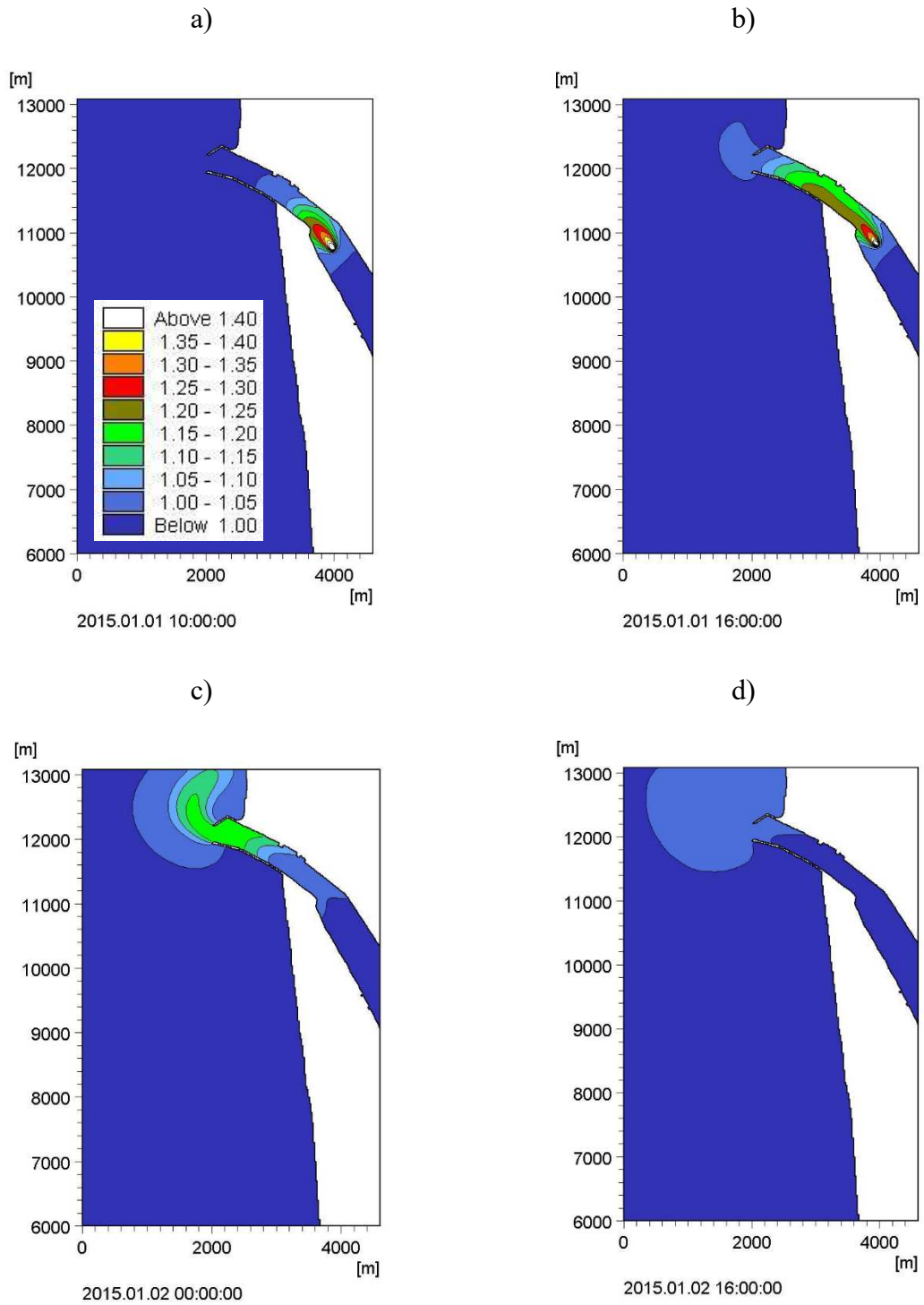
Kiek kitokia taršos pernaša iš 1 kasimo vietos vyksta sąsiauriu tekant vidutiniam debitui ($948 \text{ m}^3/\text{s}$) iš marių į jūrą (3.6.7 – 3.6.9 pav.). Taršos dėmė iš 1 kasimo vietos judės žymiai greičiau, nes sąsiaurio tėkmės greičiai sieks $0,4 \text{ m/s}$. Praėjus 12 val. nuo grunto kasimo pradžios santykinė taršos koncentracija šiaurinėje sąsiaurio dalyje bus mažesnė nei sąsiauriu tekant minimaliam debitui (3.6.7 – 3.6.9 b pav.). Praėjus parai po grunto kasimo pabaigos, Baltijos priekrantėje beveik nėra santykinės taršos padidėjimo vertinat visų kenksmingų medžiagų taršą (3.6.7 – 3.6.9 d pav.). Sąsiauriu tekant didesniems debitams, vyks žymiai greitesnė taršos medžiagų pernaša ir sklaida.

Kai sąsiauriu tekanti tėkmė yra nukreipta iš jūros į marias, taršos dėmė iš 1 grunto kasimo vietos judės Kuršių marių kryptimi. 3.6.10 – 3.6.12 paveiksluose atvaizduota taršos medžiagų sklaida iš 1 kasimo vietos, kai sąsiauriu teka minimalus debitas ($138 \text{ m}^3/\text{s}$) iš marių į jūrą. Tekant mažam debitui, sąsiauryje nustatyti labai maži tėkmės greičiai. Todėl taršos dėmė iš kasimo vietos judės lėtai –

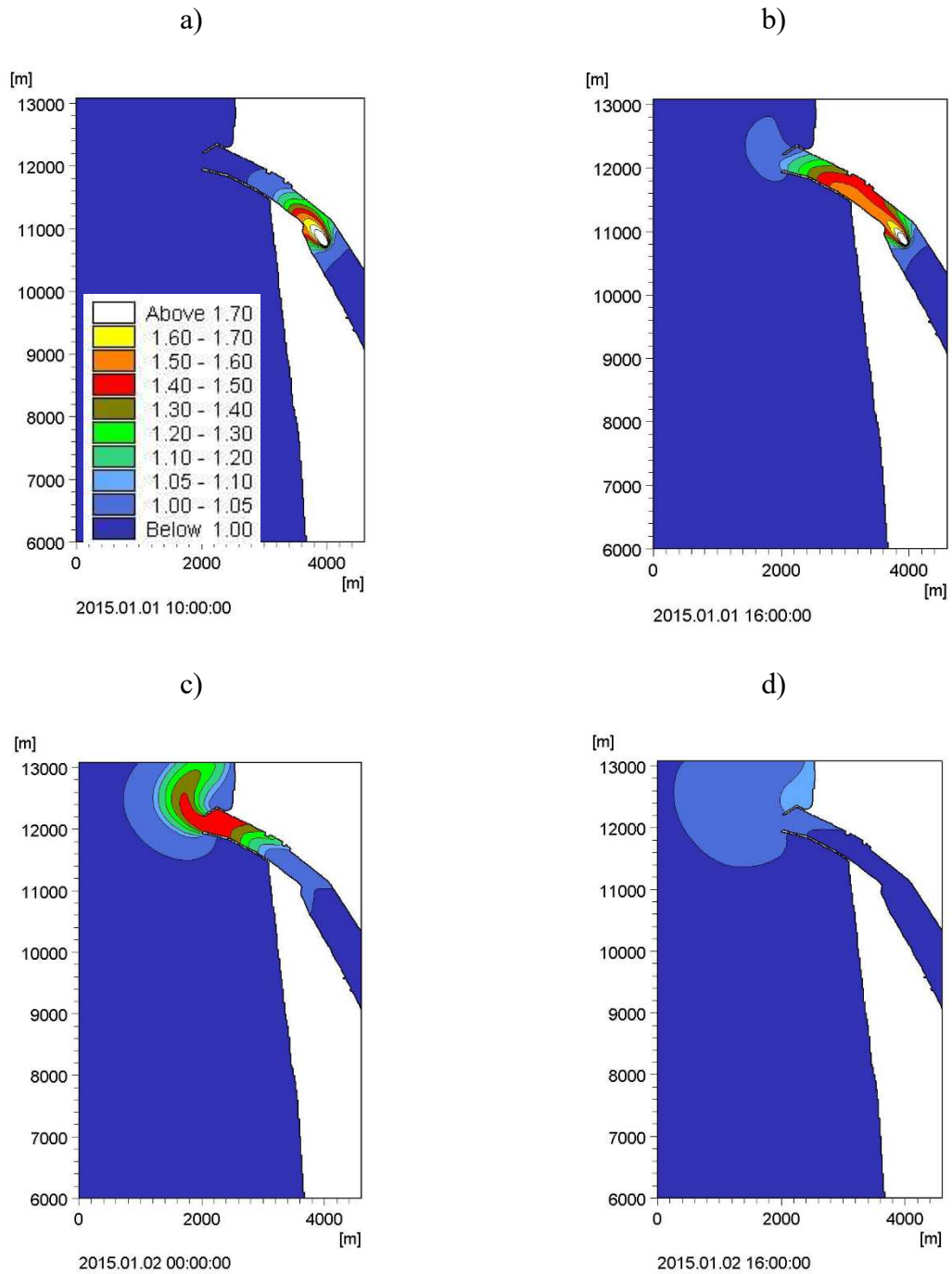
vykdant grunto kasimo darbus 12 valandų, taršos dėmė pajudės sąsiauriu link marių tik apie 2,5 km (3.6.10 – 3.6.12 b pav.). Praėjus parai nuo grunto kasimo pabaigos, taršos dėmė pajudės dar apie 4 km, tačiau nepasieks Kuršių marių (3.6.10 – 3.6.12 d pav.). Taršos dėmei judant sąsiauriu, visų kenksmingų medžiagų santykinė koncentracija mažėja, todėl tikėtina, kad dar po paros Kuršių marios pasiekusi santykinė tarša turėtų beveik nesiskirti nuo foninės taršos.



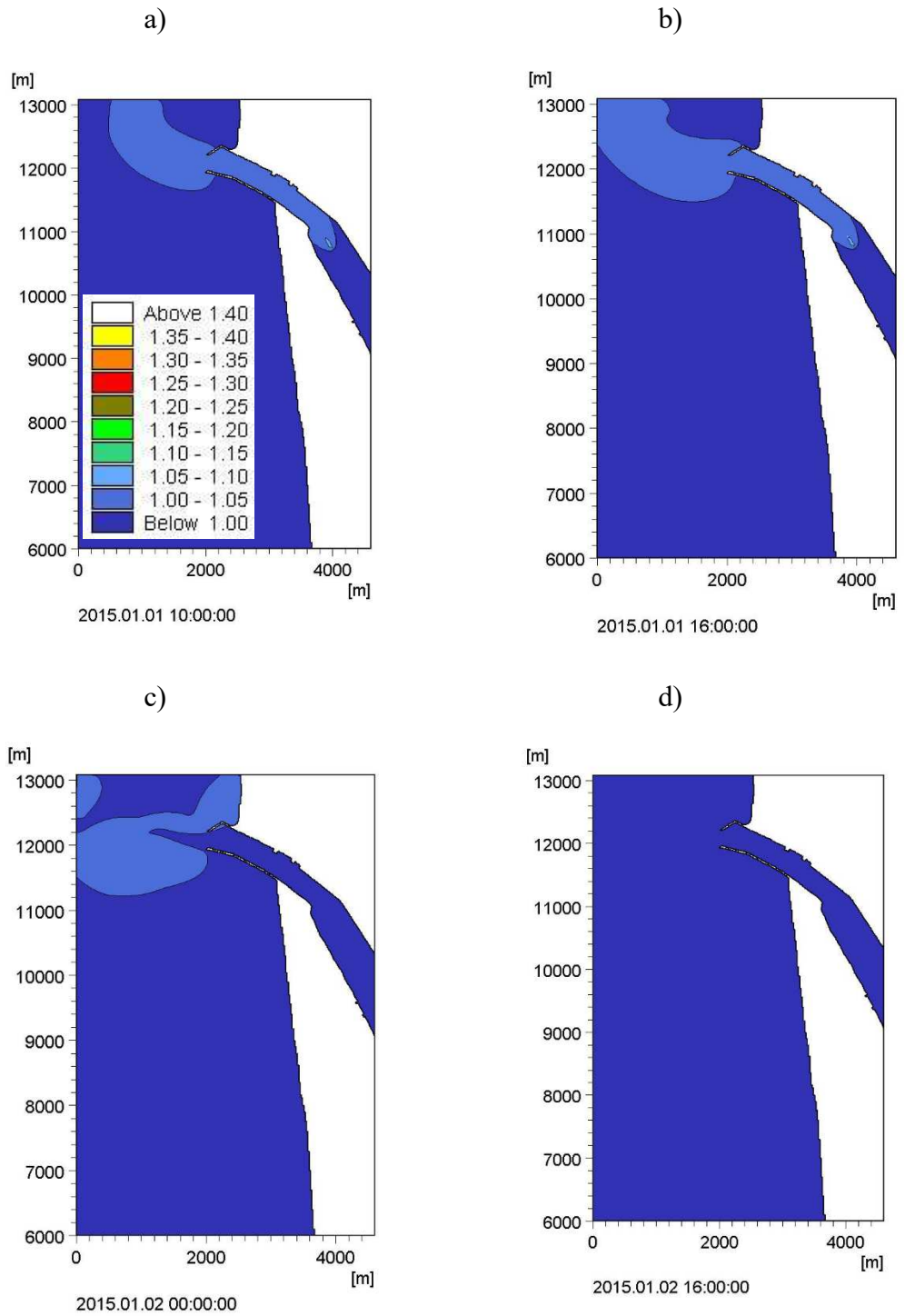
3.6.4 pav. Taršos (Cu) sklaida iš 1 kasimo vietos, kai sąsiauriu teka 207 m³/s debitas iš Kuršių marių į Baltijos jūrą (pradinė santykinė koncentracija -124): a) po 6 val. nuo grunto kasimo pradžios, b) po 12 val. nuo grunto kasimo pradžios, c) po 8 val. pabaigus kasimo darbus, d) po 24 val. pabaigus kasimo darbus



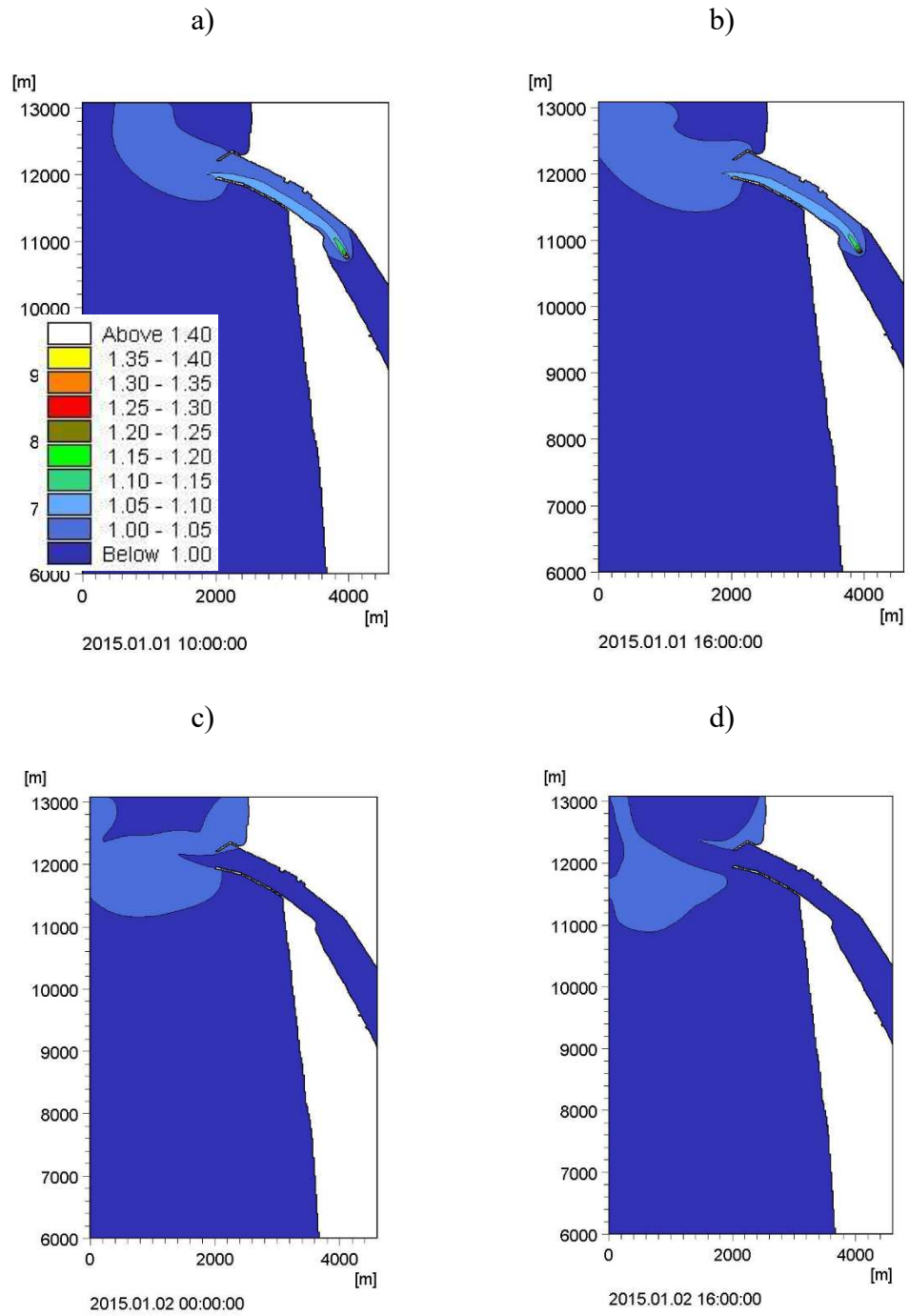
3.6.5 pav. Taršos (Cd) sklaida iš 1 kasimo vietos, kai šaliauriu teka 207 m³/s debitas iš Kuršių marių į Baltijos jūrą (pradinė santykinė koncentracija -332): a) po 6 val. nuo grunto kasimo pradžios, b) po 12 val. nuo grunto kasimo pradžios, c) po 8 val. pabaigus kasimo darbus, d) po 24 val. pabaigus kasimo darbus



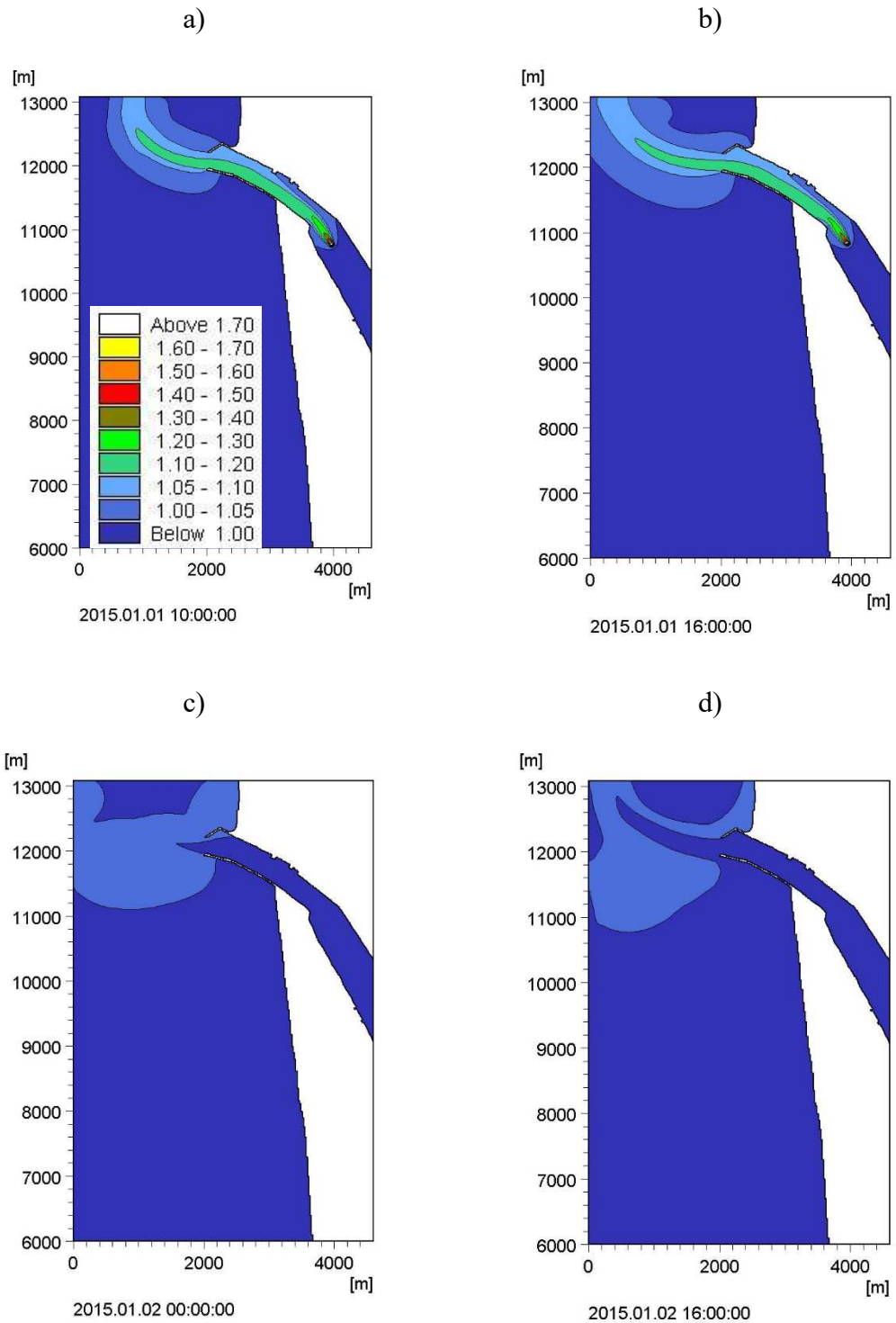
3.6.6 pav. Taršos (TBA) sklaida iš 1 kasimo vietos, kai šaliauriu teka $207 \text{ m}^3/\text{s}$ debitas iš Kuršių marių į Baltijos jūrą (pradinė santykinė koncentracija - 835): a) po 6 val. nuo grunto kasimo pradžios, b) po 12 val. nuo grunto kasimo pradžios, c) po 8 val. pabaigus kasimo darbus, d) po 24 val. pabaigus kasimo darbus



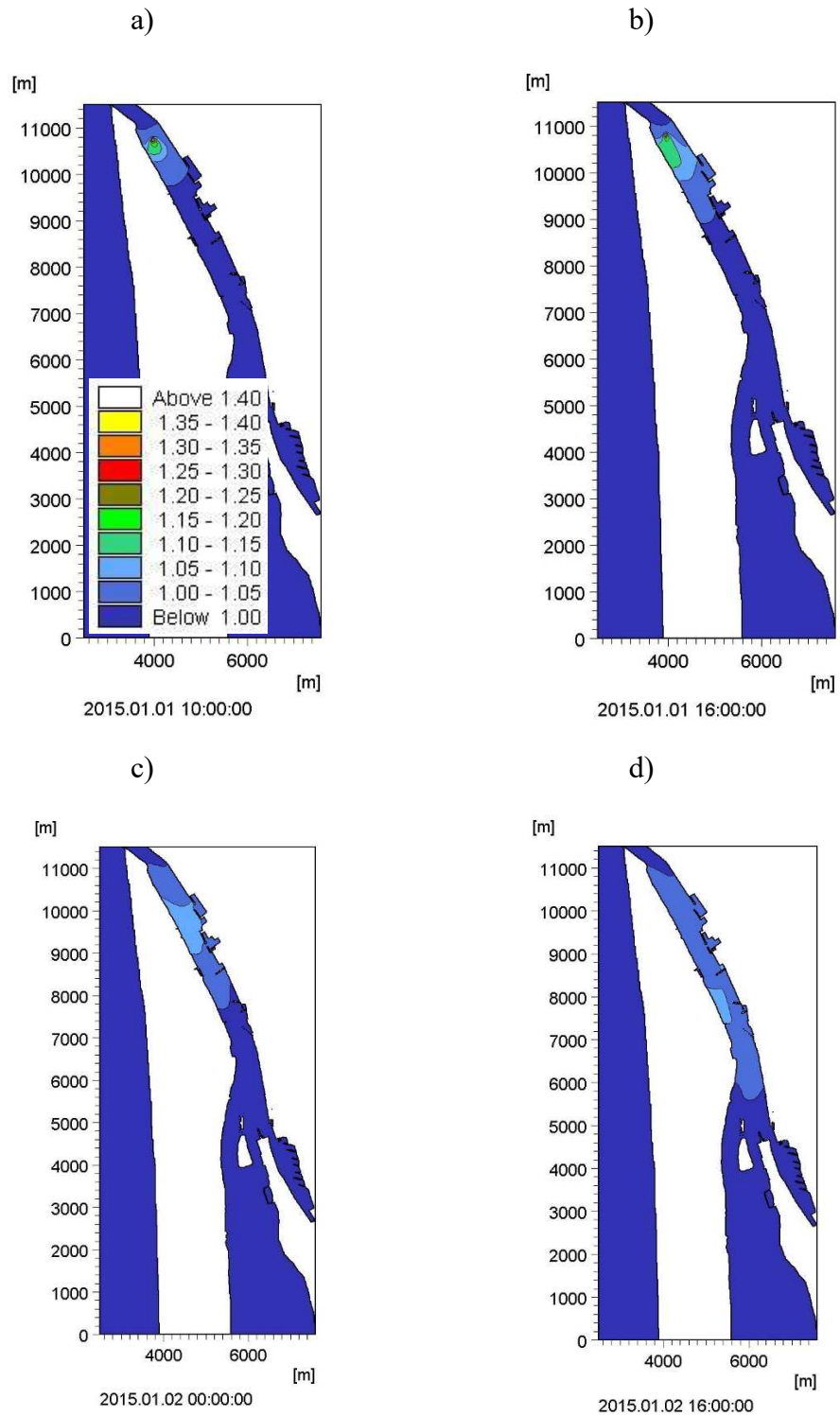
3.6.7 pav. Taršos (Cu) sklaida iš 1 kasimo vietos, kai sąsiauriu teka 948 m³/s debitas iš Kuršių marių į Baltijos jūrą (pradinė santykinė koncentracija -124): a) po 6 val. nuo grunto kasimo pradžios, b) po 12 val. nuo grunto kasimo pradžios, c) po 8 val. pabaigus kasimo darbus, d) po 24 val. pabaigus kasimo darbus



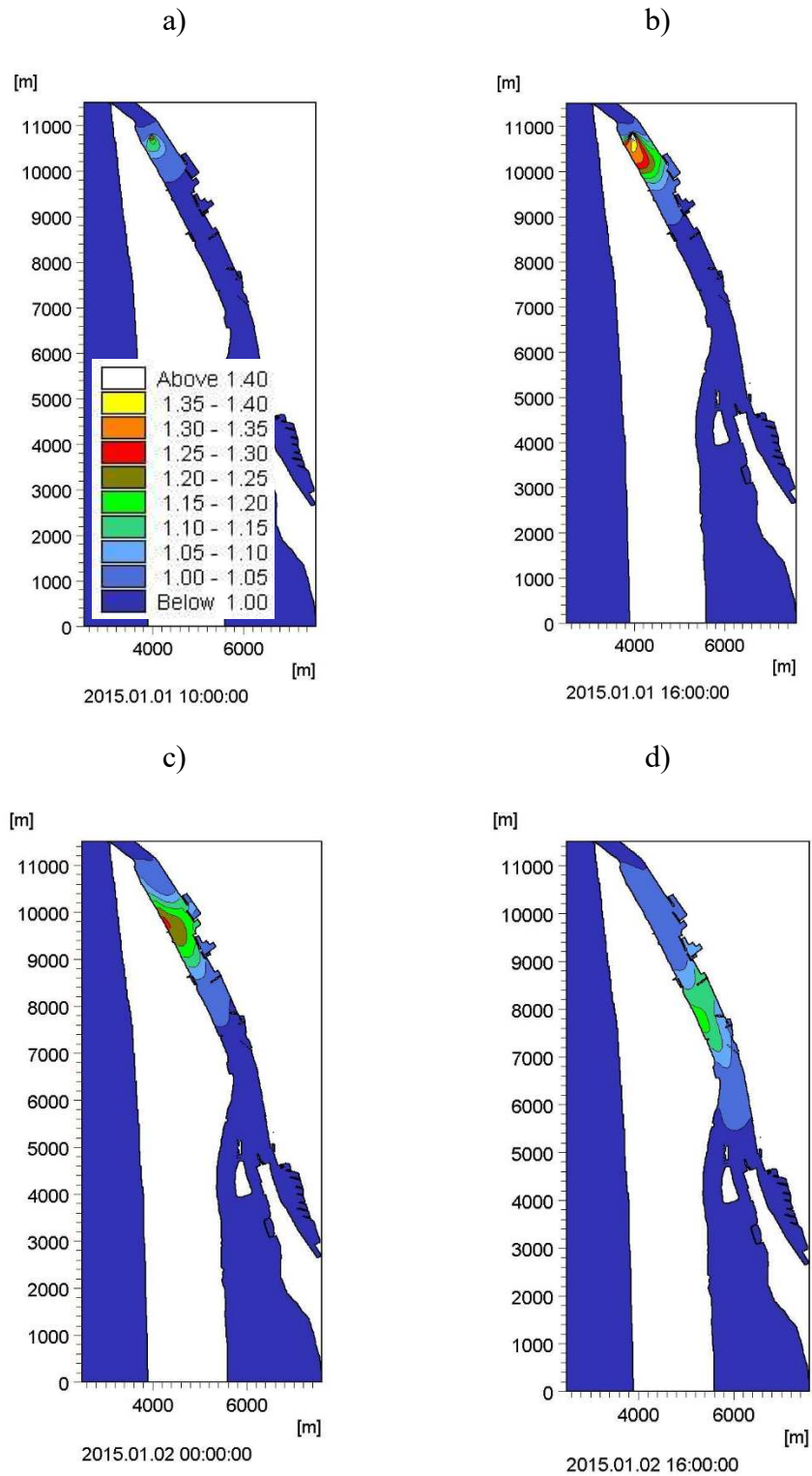
3.6.8 pav. Taršos (Cd) sklaida iš 1 kasimo vietos, kai šaliauriu teka $948 \text{ m}^3/\text{s}$ debitas iš Kuršių marių į Baltijos jūrą (pradinė santykinė koncentracija - 332): a) po 6 val. nuo grunto kasimo pradžios, b) po 12 val. nuo grunto kasimo pradžios, c) po 8 val. pabaigus kasimo darbus, d) po 24 val. pabaigus kasimo darbus



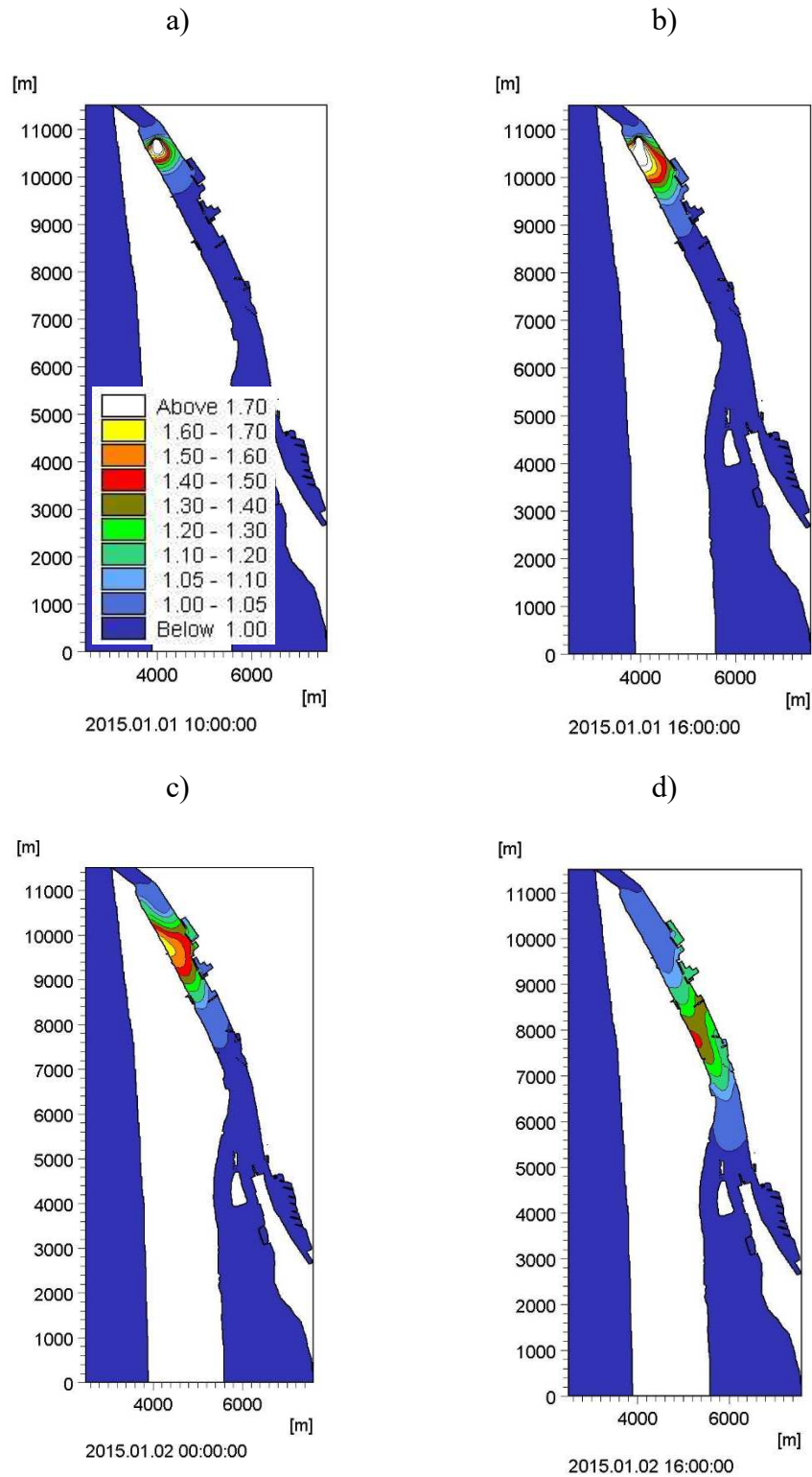
3.6.9 pav. Taršos (TBA) sklaida iš 1 kasimo vietos, kai šaliauriu teka 948 m³/s debitas iš Kuršių marių į Baltijos jūrą (pradinė santykinė koncentracija - 835): a) po 6 val. nuo grunto kasimo pradžios, b) po 12 val. nuo grunto kasimo pradžios, c) po 8 val. pabaigus kasimo darbus, d) po 24 val. pabaigus kasimo darbus



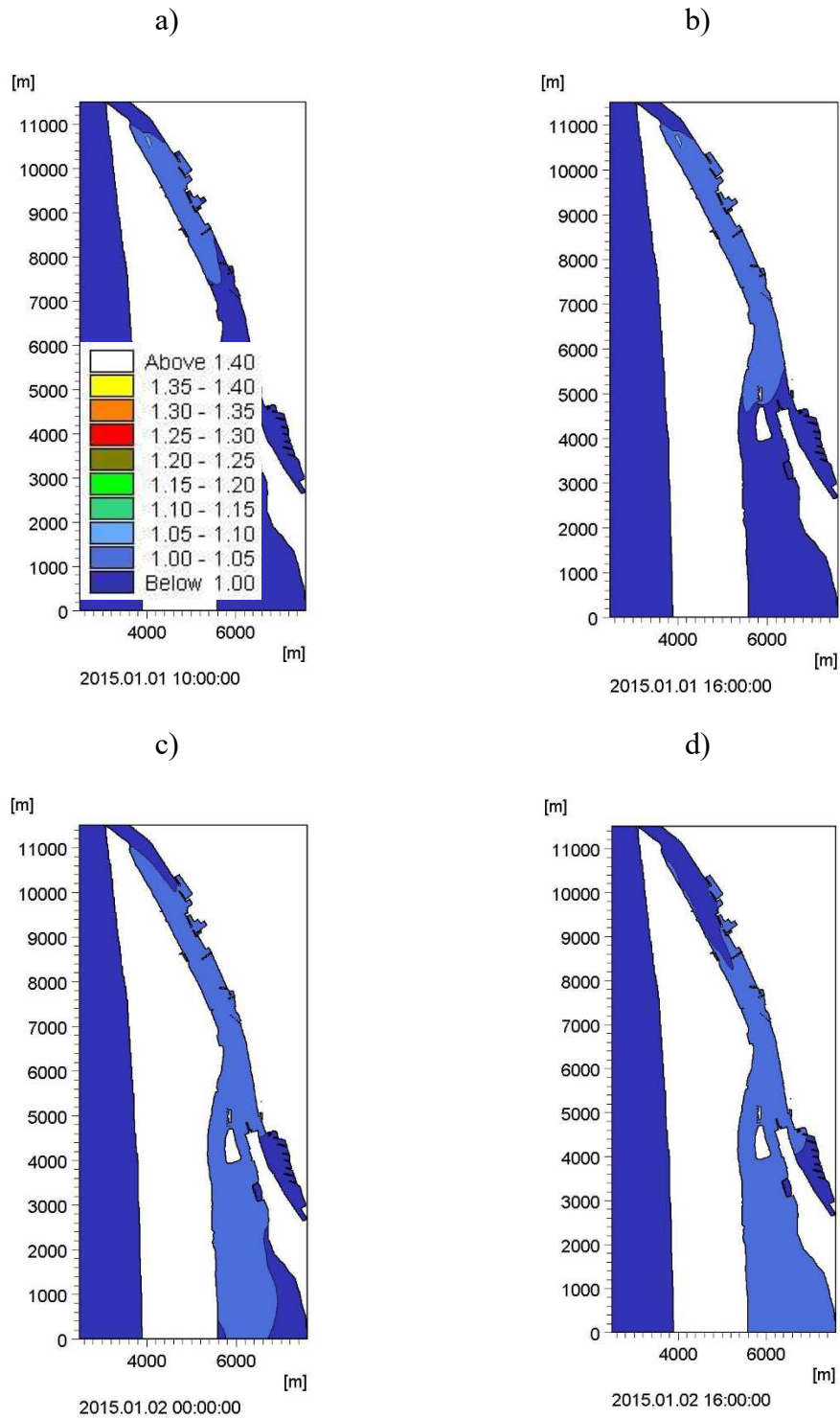
3.6.10 pav. Taršos (Cu) sklaida iš 1 kasimo vietos, kai sąsiauriu teka $138 \text{ m}^3/\text{s}$ debitas iš Baltijos jūros į Kuršių marias (pradinė santykinė koncentracija - 124): a) po 6 val. nuo grunto kasimo pradžios, b) po 12 val. nuo grunto kasimo pradžios, c) po 8 val. pabaigus kasimo darbus, d) po 24 val. pabaigus kasimo darbus



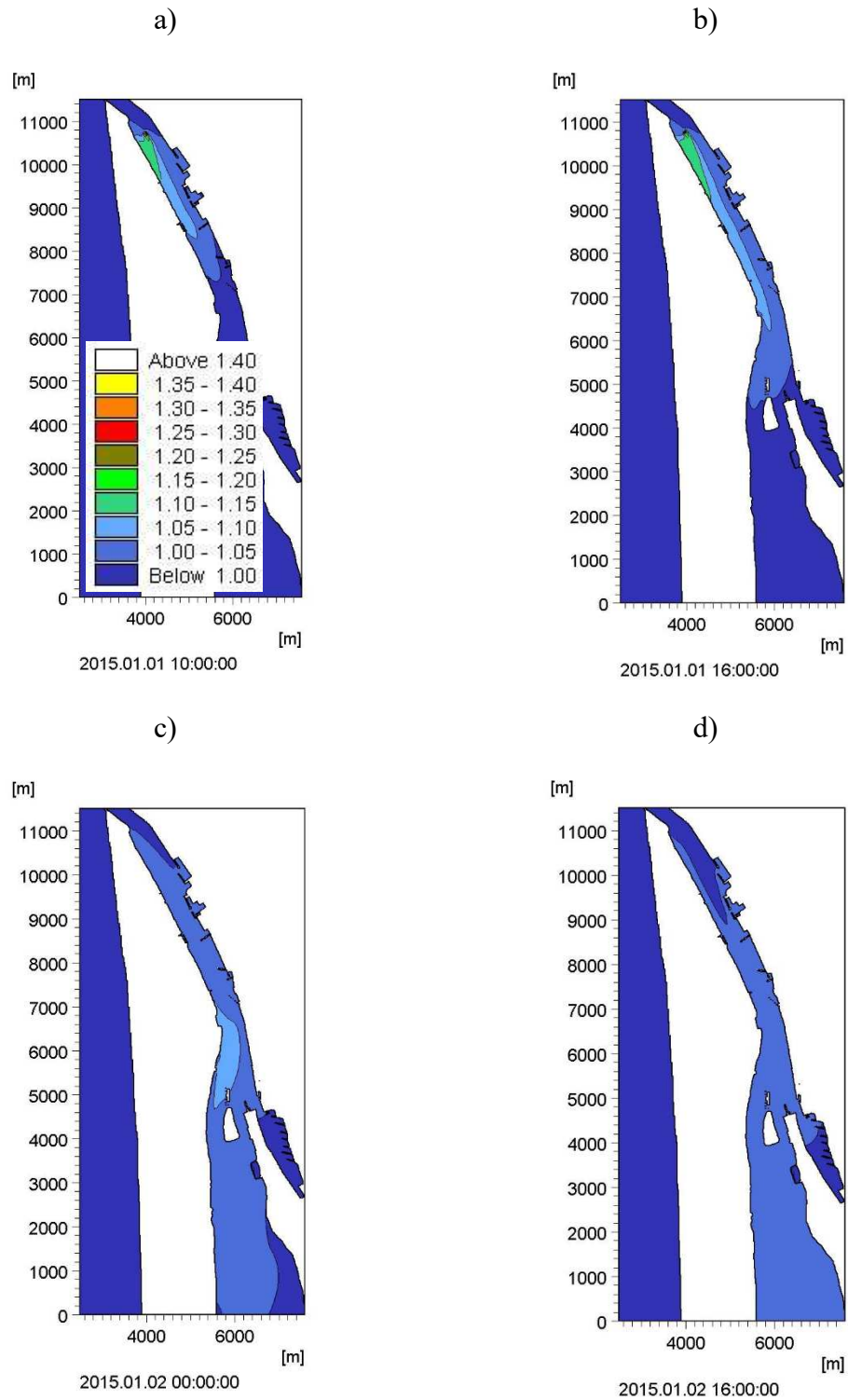
3.6.11 pav. Taršos (Cd) sklaida iš 1 kasimo vietos, kai sąsiauriu teka $138 \text{ m}^3/\text{s}$ debitas iš Baltijos jūros į Kuršių marias (pradinė santykinė koncentracija - 332): a) po 6 val. nuo grunto kasimo pradžios, b) po 12 val. nuo grunto kasimo pradžios, c) po 8 val. pabaigus kasimo darbus, d) po 24 val. pabaigus kasimo darbus



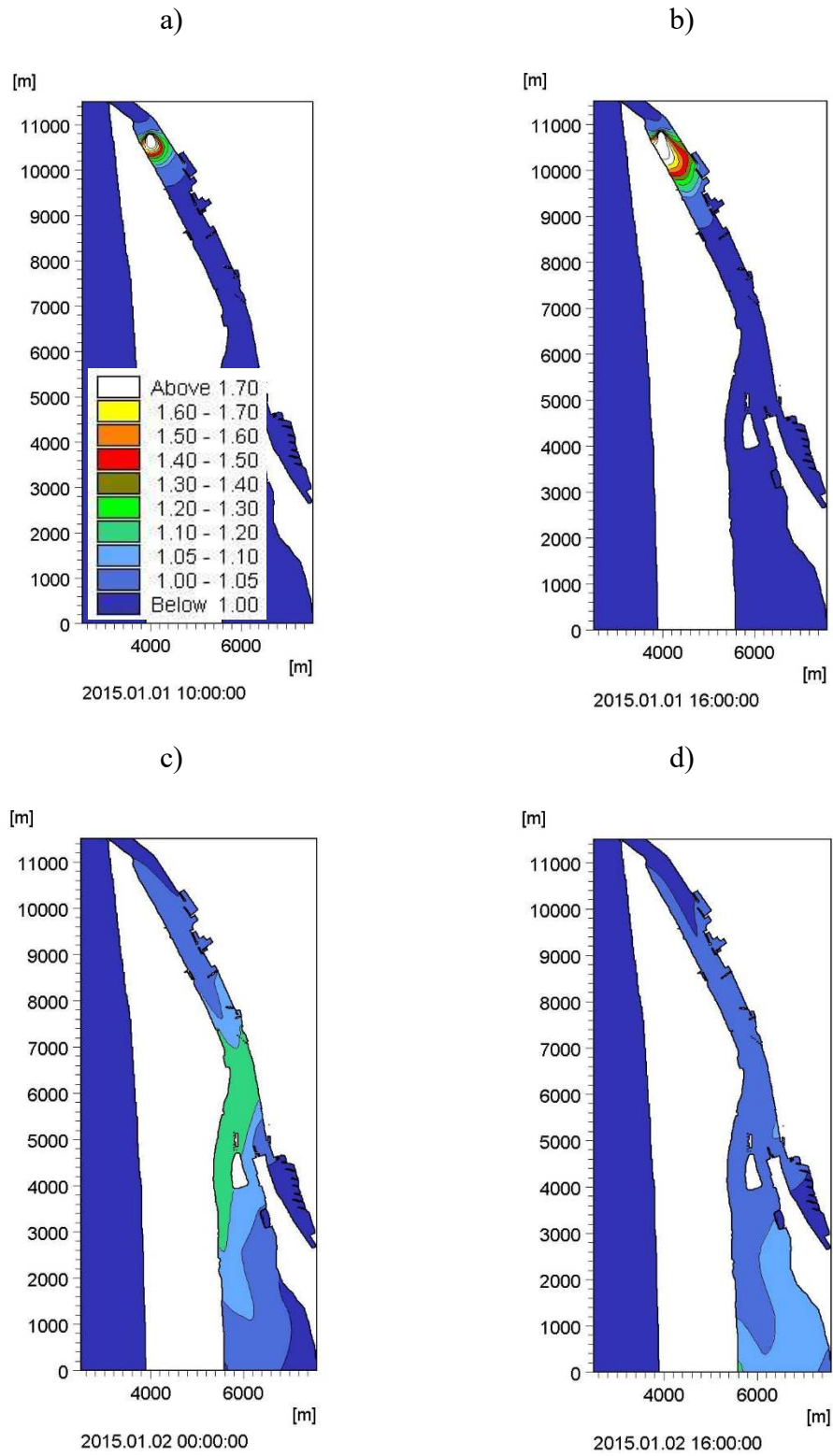
3.6.12 pav. Taršos (TBA) sklaida iš 1 kasimo vietos, kai sąsiauriu teka $138 \text{ m}^3/\text{s}$ debitas iš Baltijos jūros į Kuršių marias (pradinė santykinė koncentracija - 835): a) po 6 val. nuo grunto kasimo pradžios, b) po 12 val. nuo grunto kasimo pradžios, c) po 8 val. pabaigus kasimo darbus, d) po 24 val. pabaigus kasimo darbus



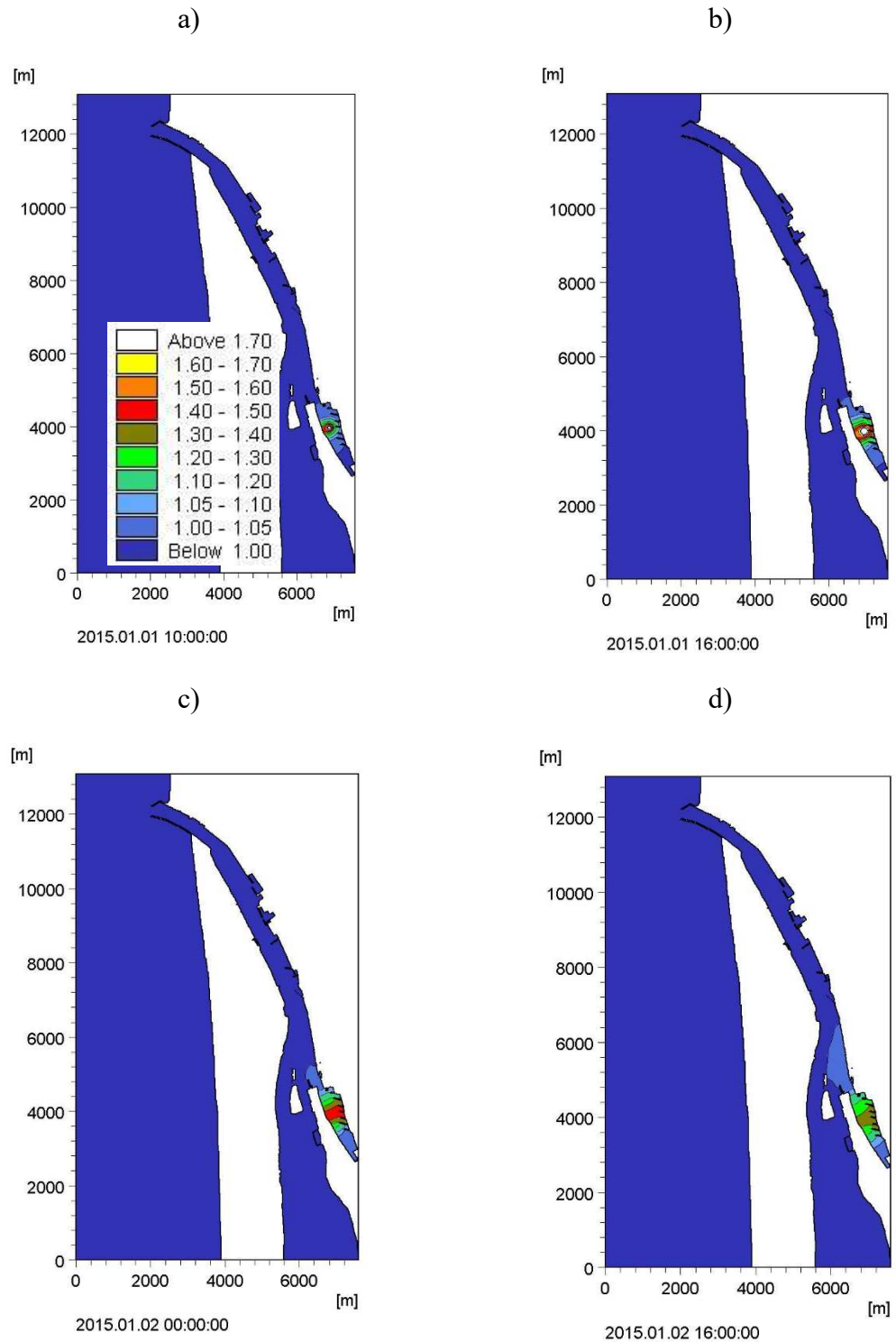
3.6.13 pav. Taršos (Cu) sklaida iš 1 kasimo vietos, kai sąsiauriu teka $682 \text{ m}^3/\text{s}$ debitas iš Baltijos jūros į Kuršių marias (pradinė santykinė koncentracija - 124): a) po 6 val. nuo grunto kasimo pradžios, b) po 12 val. nuo grunto kasimo pradžios, c) po 8 val. pabaigus kasimo darbus, d) po 24 val. pabaigus kasimo darbus



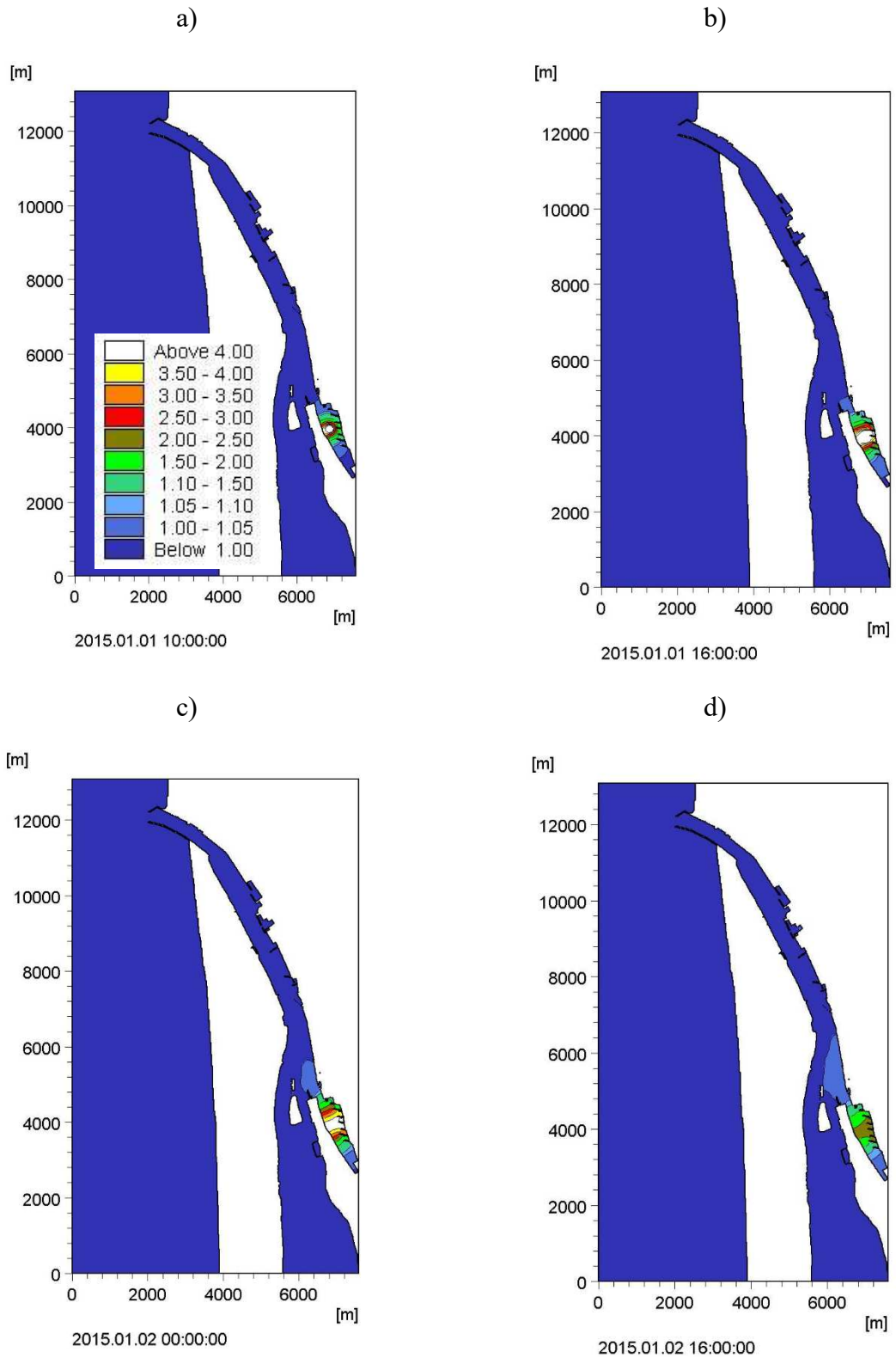
3.6.14 pav. Taršos (Cd) sklaida iš 1 kasimo vietos, kai sąsiauriu teka $682 \text{ m}^3/\text{s}$ debitas iš Baltijos jūros į Kuršių marias (pradinė santykinė koncentracija - 332): a) po 6 val. nuo grunto kasimo pradžios, b) po 12 val. nuo grunto kasimo pradžios, c) po 8 val. pabaigus kasimo darbus, d) po 24 val. pabaigus kasimo darbus



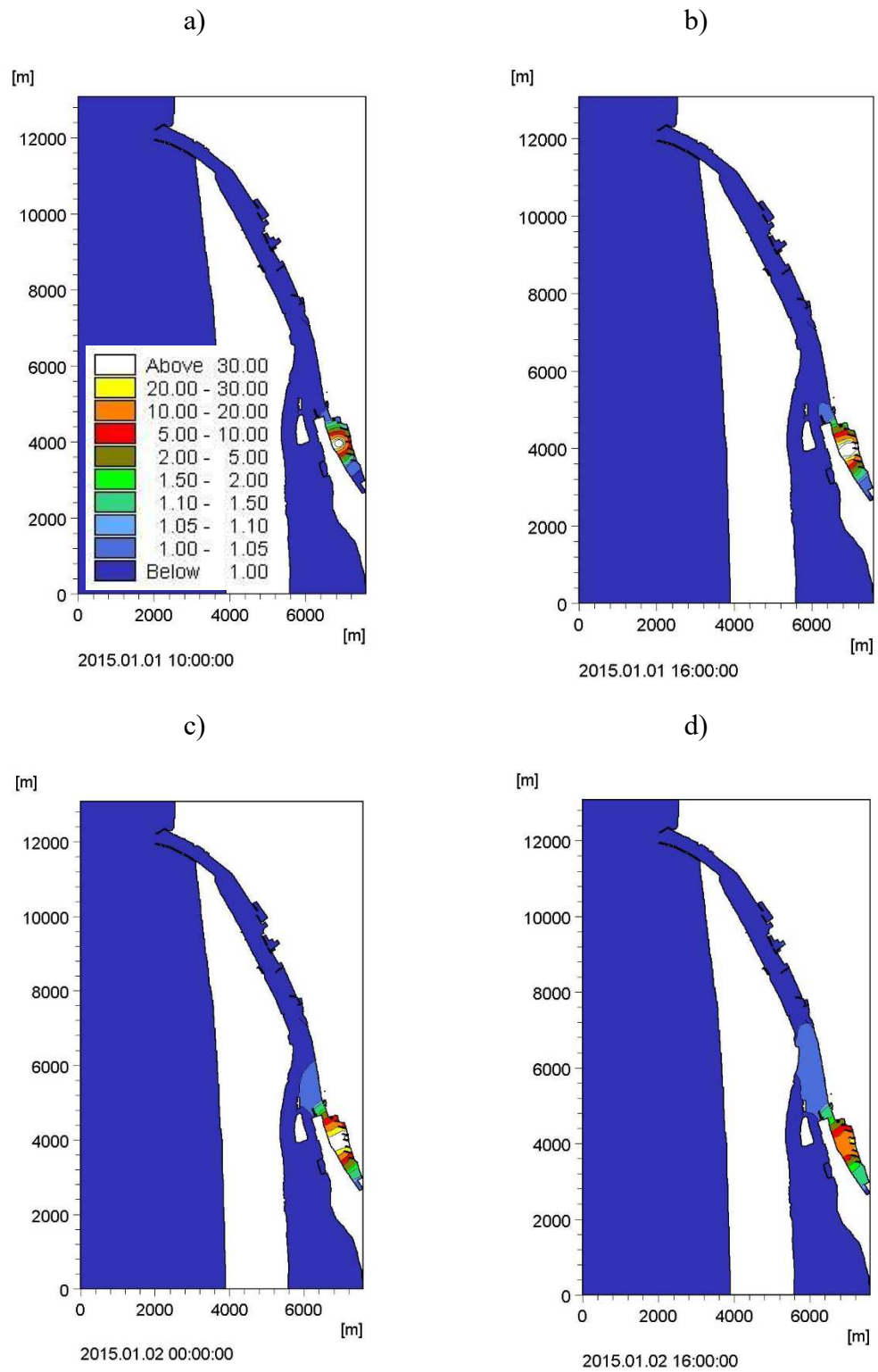
3.6.15 pav. Taršos (TBA) sklaida iš 1 kasimo vietos, kai sąsiauriu teka $682 \text{ m}^3/\text{s}$ debitas iš Baltijos jūros į Kuršių marias (pradinė santykinė koncentracija - 835): a) po 6 val. nuo grunto kasimo pradžios, b) po 12 val. nuo grunto kasimo pradžios, c) po 8 val. pabaigus kasimo darbus, d) po 24 val. pabaigus kasimo darbus



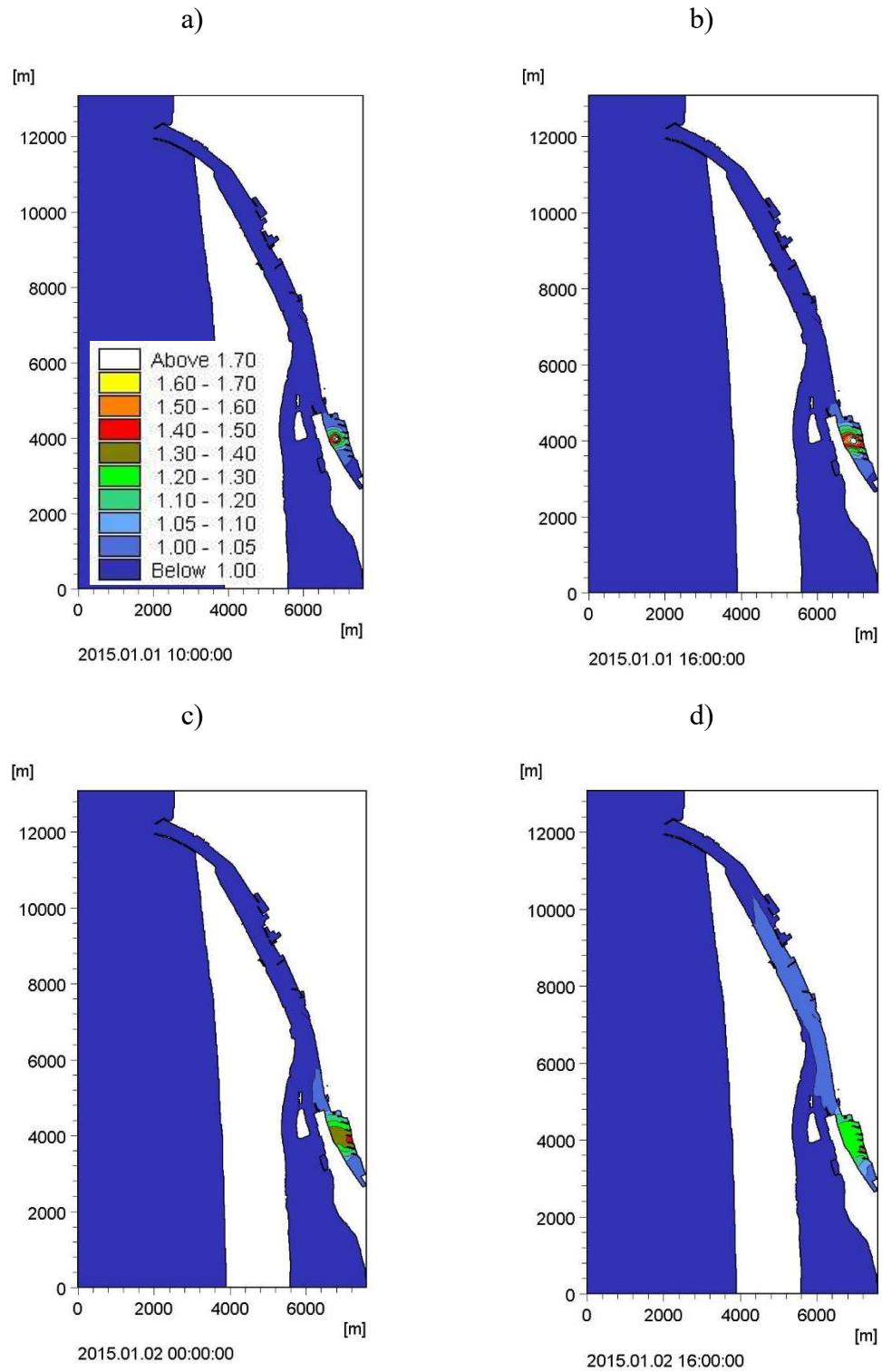
3.6.16 pav. Taršos (Cu) sklaida iš 2 kasimo vietos, kai šasiauriu teka $207 \text{ m}^3/\text{s}$ debitas iš Kuršių marių į Baltijos jūrą (pradinė santykinė koncentracija - 425): a) po 6 val. nuo grunto kasimo pradžios, b) po 12 val. nuo grunto kasimo pradžios, c) po 8 val. pabaigus kasimo darbus, d) po 24 val. pabaigus kasimo darbus



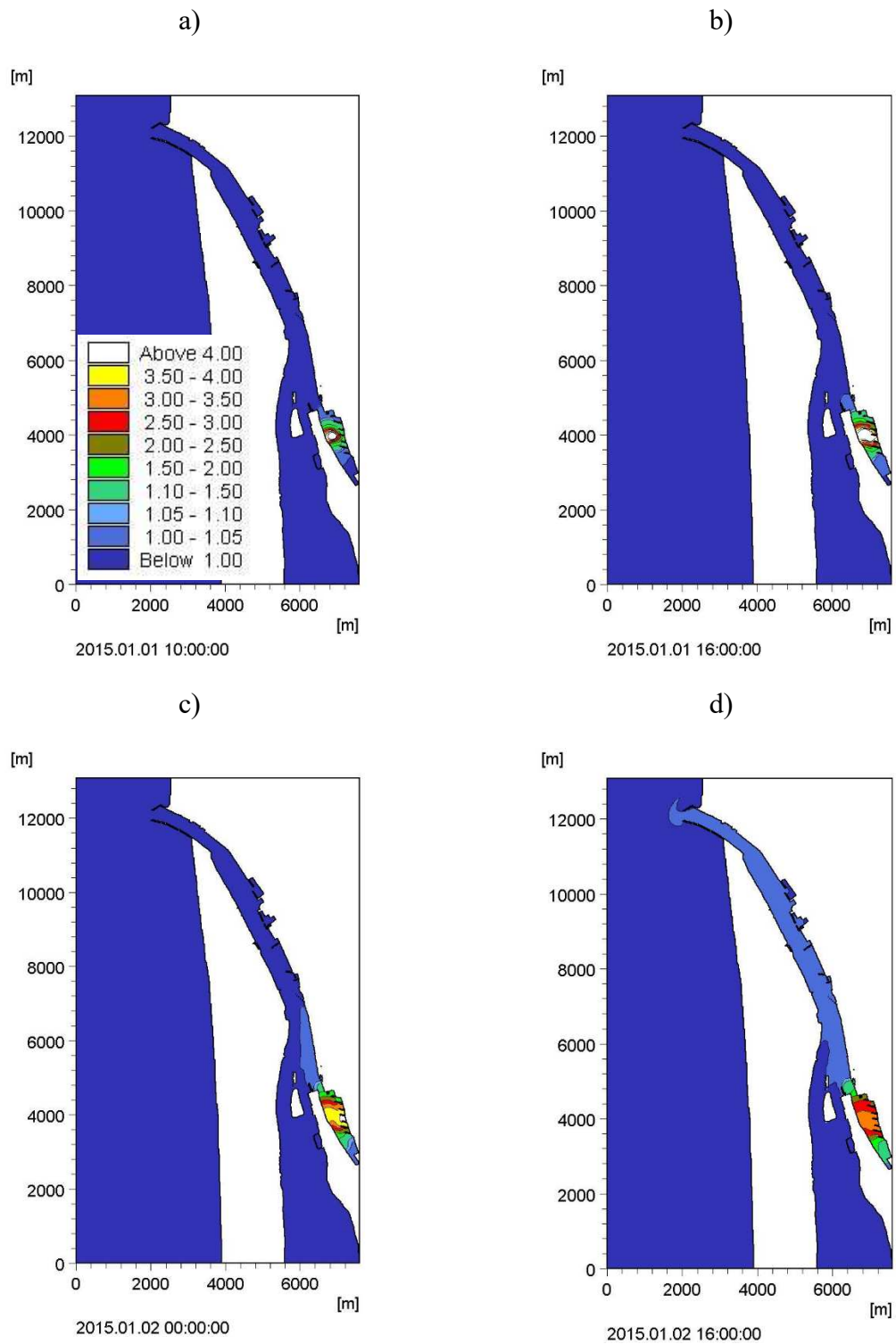
3.6.17 pav. Taršos (Cd) sklaida iš 2 kasimo vietos, kai šaliauriu teka 207 m³/s debitas iš Kuršių marių į Baltijos jūrą (pradinė santykinė koncentracija - 3204): a) po 6 val. nuo grunto kasimo pradžios, b) po 12 val. nuo grunto kasimo pradžios, c) po 8 val. pabaigus kasimo darbus, d) po 24 val. pabaigus kasimo darbus



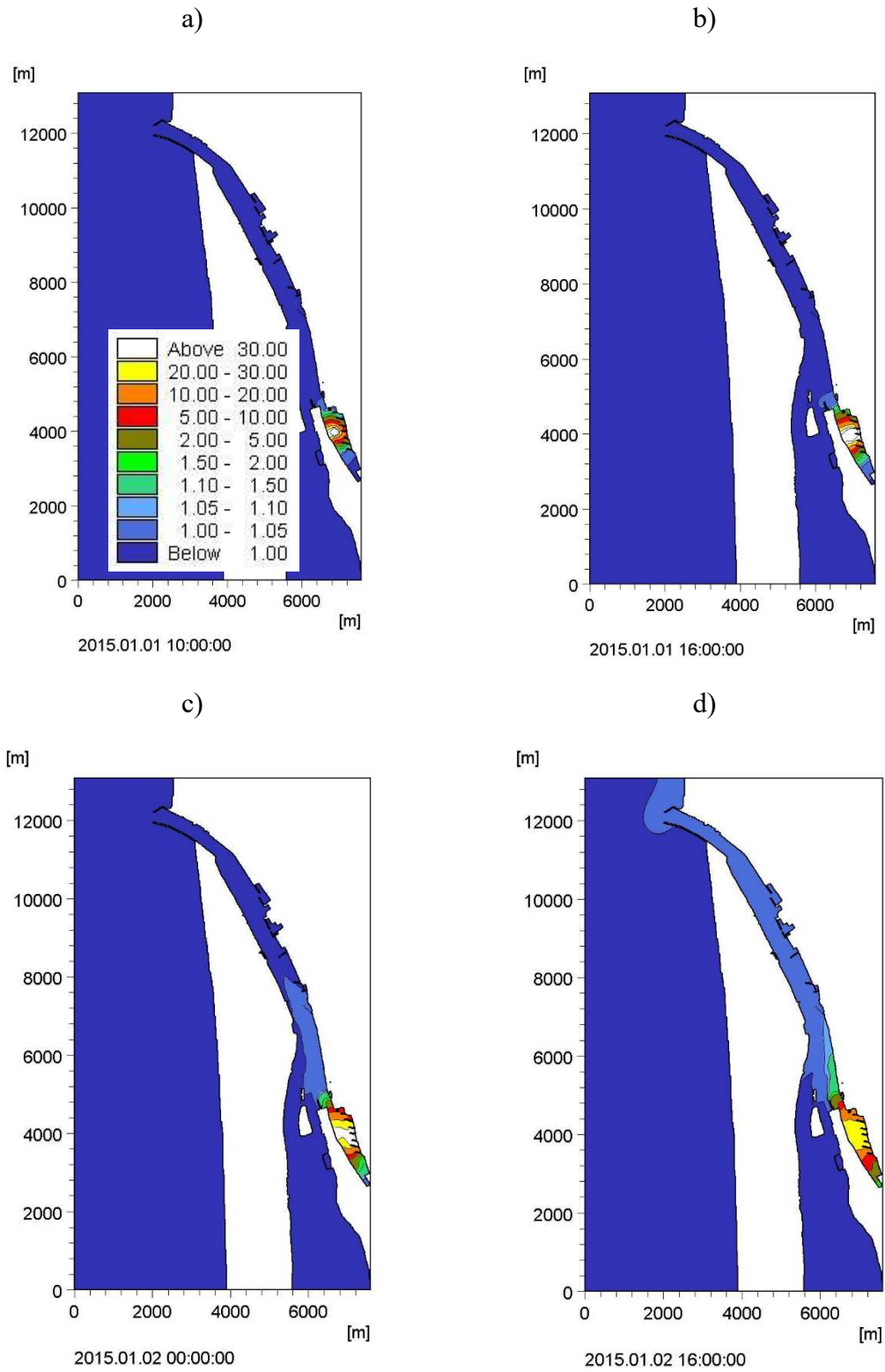
3.6.18 pav. Taršos (TBA) sklaida iš 2 kasimo vietos, kai šasiauriu teka 207 m³/s debitas iš Kuršių marių į Baltijos jūrą (pradinė santykinė koncentracija - 26667): a) po 6 val. nuo grunto kasimo pradžios, b) po 12 val. nuo grunto kasimo pradžios, c) po 8 val. pabaigus kasimo darbus, d) po 24 val. pabaigus kasimo darbus



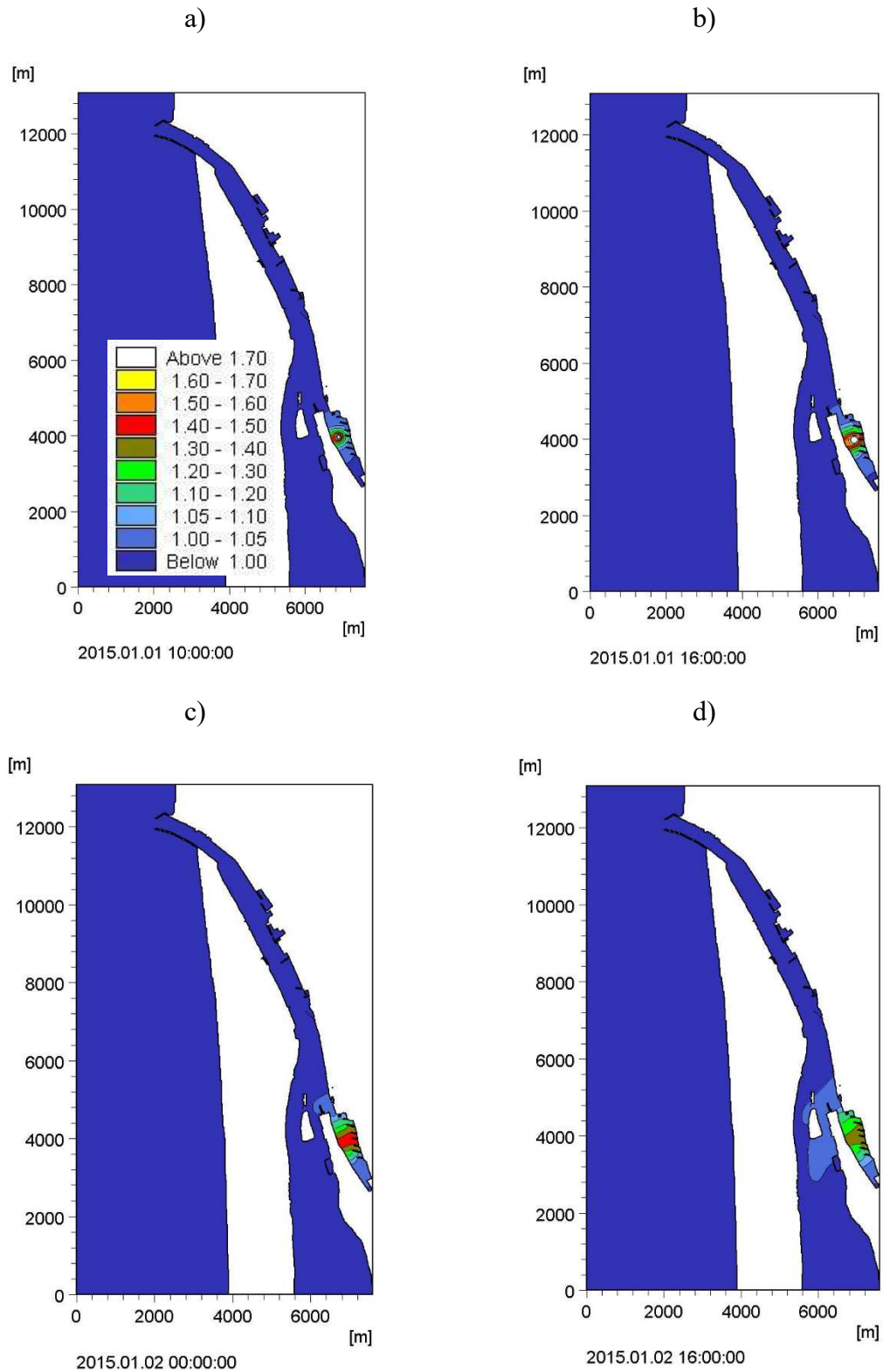
3.6.19 pav. Taršos (Cu) sklaida iš 2 kasimo vietos, kai šaliauriu teka 948 m³/s debitas iš Kuršių marių į Baltijos jūrą (pradinė santykinė koncentracija - 425): a) po 6 val. nuo grunto kasimo pradžios, b) po 12 val. nuo grunto kasimo pradžios, c) po 8 val. pabaigus kasimo darbus, d) po 24 val. pabaigus kasimo darbus



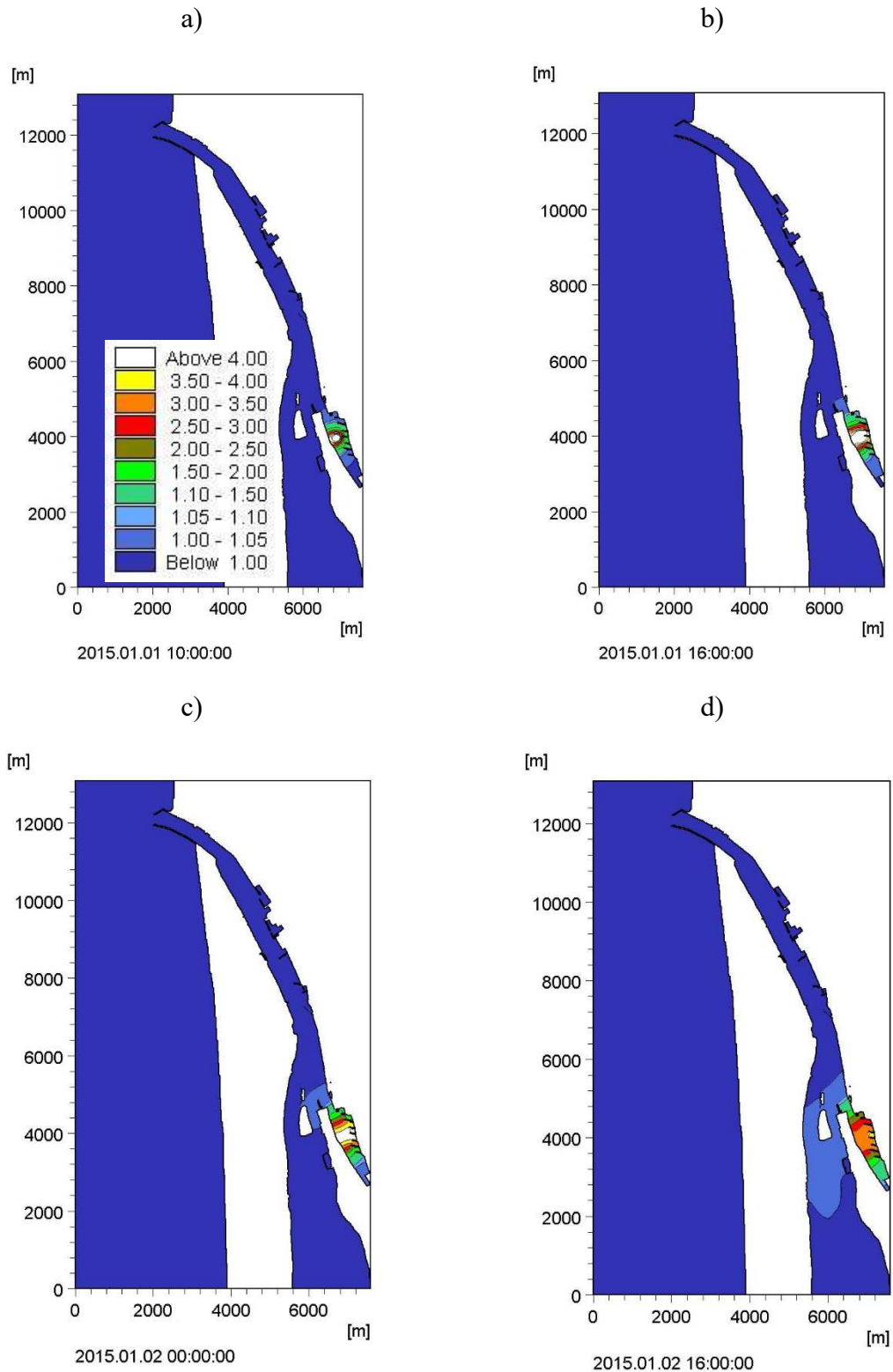
3.6.20 pav. Taršos (Cd) sklaida iš 2 kasimo vietos, kai šaliauriu teka 948 m³/s debitas iš Kuršių marių į Baltijos jūrą (pradinė santykinė koncentracija - 3204): a) po 6 val. nuo grunto kasimo pradžios, b) po 12 val. nuo grunto kasimo pradžios, c) po 8 val. pabaigus kasimo darbus, d) po 24 val. pabaigus kasimo darbus



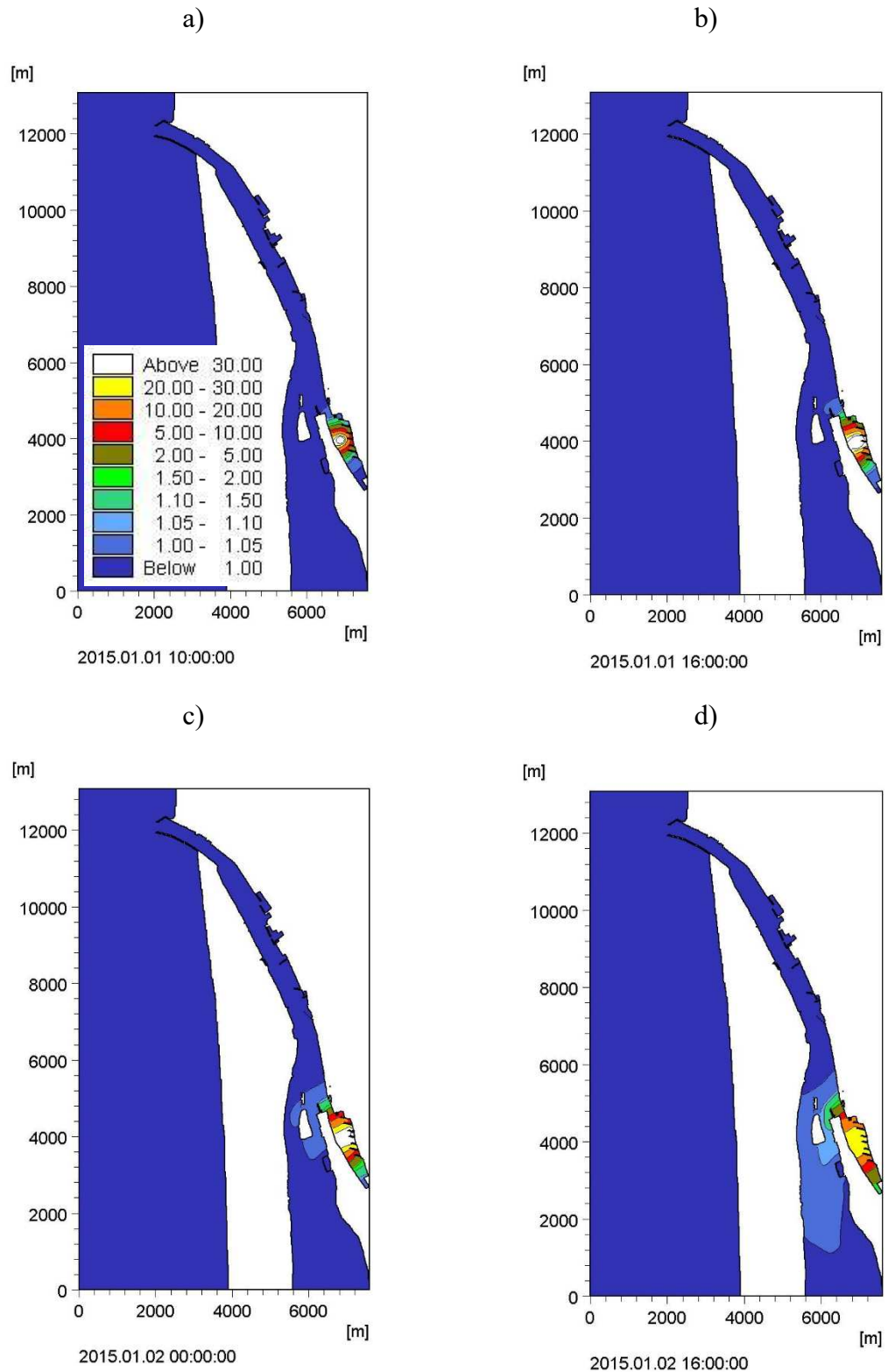
3.6.21 pav. Taršos (TBA) sklaida iš 2 kasimo vietos, kai šaliauriu teka 948 m³/s debitas iš Kuršių marių į Baltijos jūrą (pradinė santykinė koncentracija - 35147): a) po 6 val. nuo grunto kasimo pradžios, b) po 12 val. nuo grunto kasimo pradžios, c) po 8 val. pabaigus kasimo darbus, d) po 24 val. pabaigus kasimo darbus



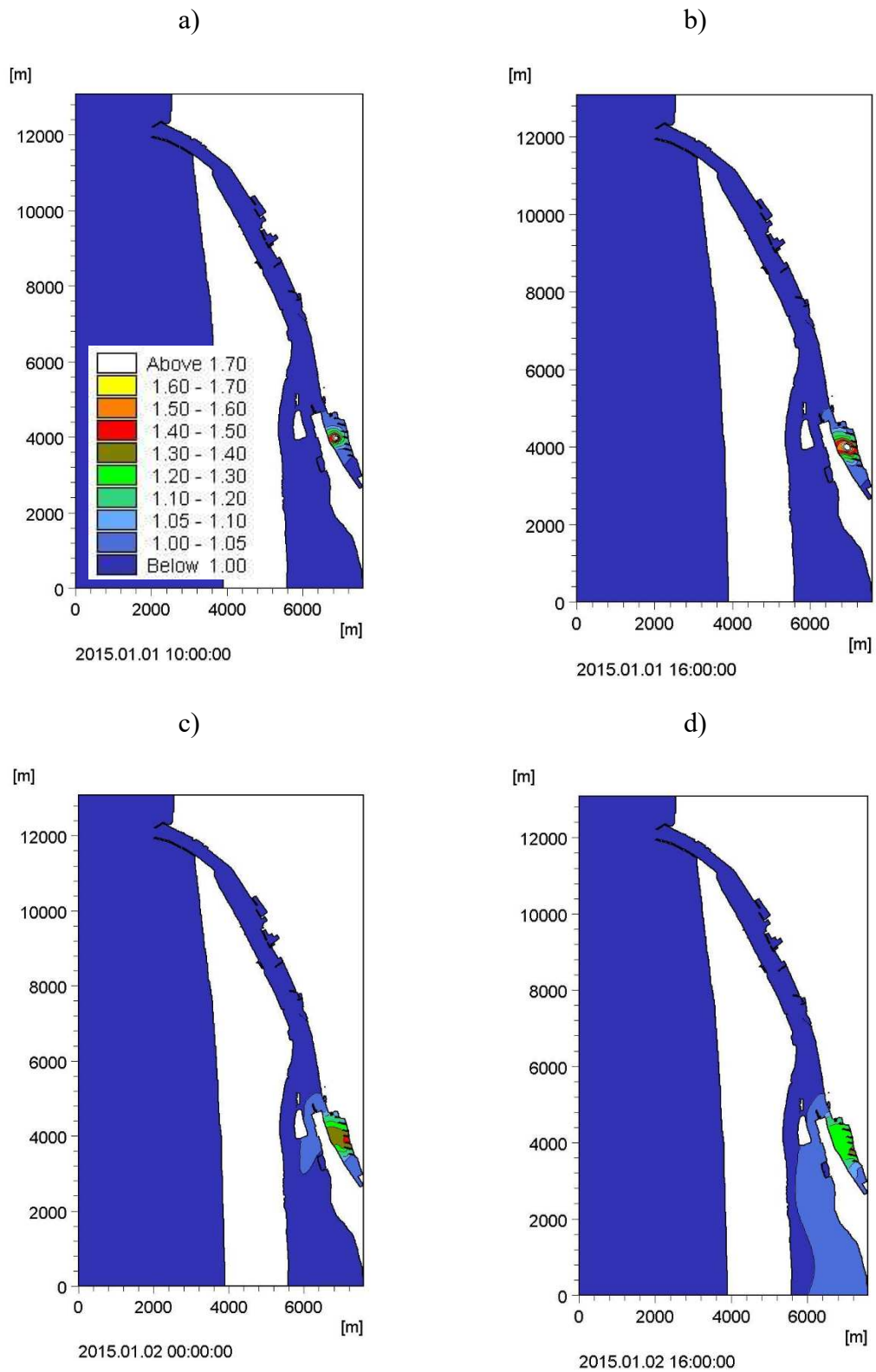
3.6.22 pav. Taršos (Cu) sklaida iš 2 kasimo vietos, kai sąsiauriu teka 138 m³/s debitas iš Baltijos jūros į Kuršių marias (pradinė santykinė koncentracija - 425): a) po 6 val. nuo grunto kasimo pradžios, b) po 12 val. nuo grunto kasimo pradžios, c) po 8 val. pabaigus kasimo darbus, d) po 24 val. pabaigus kasimo darbus



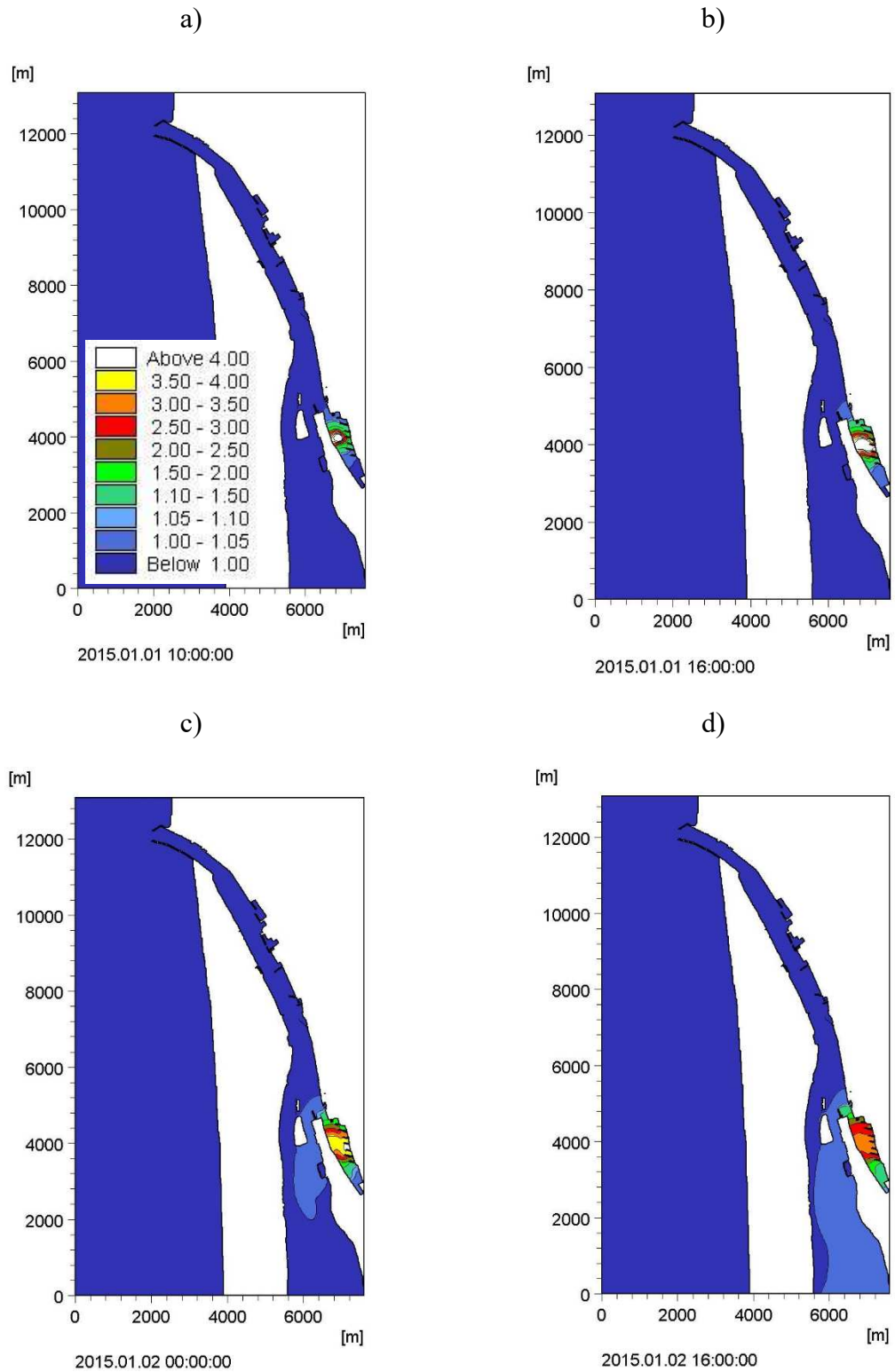
3.6.23 pav. Taršos (Cd) sklaida iš 2 kasimo vietos, kai sąsiauriu teka 138 m³/s debitas iš Baltijos jūros į Kuršių marias (pradinė santykinė koncentracija - 3204): a) po 6 val. nuo grunto kasimo pradžios, b) po 12 val. nuo grunto kasimo pradžios, c) po 8 val. pabaigus kasimo darbus, d) po 24 val. pabaigus kasimo darbus



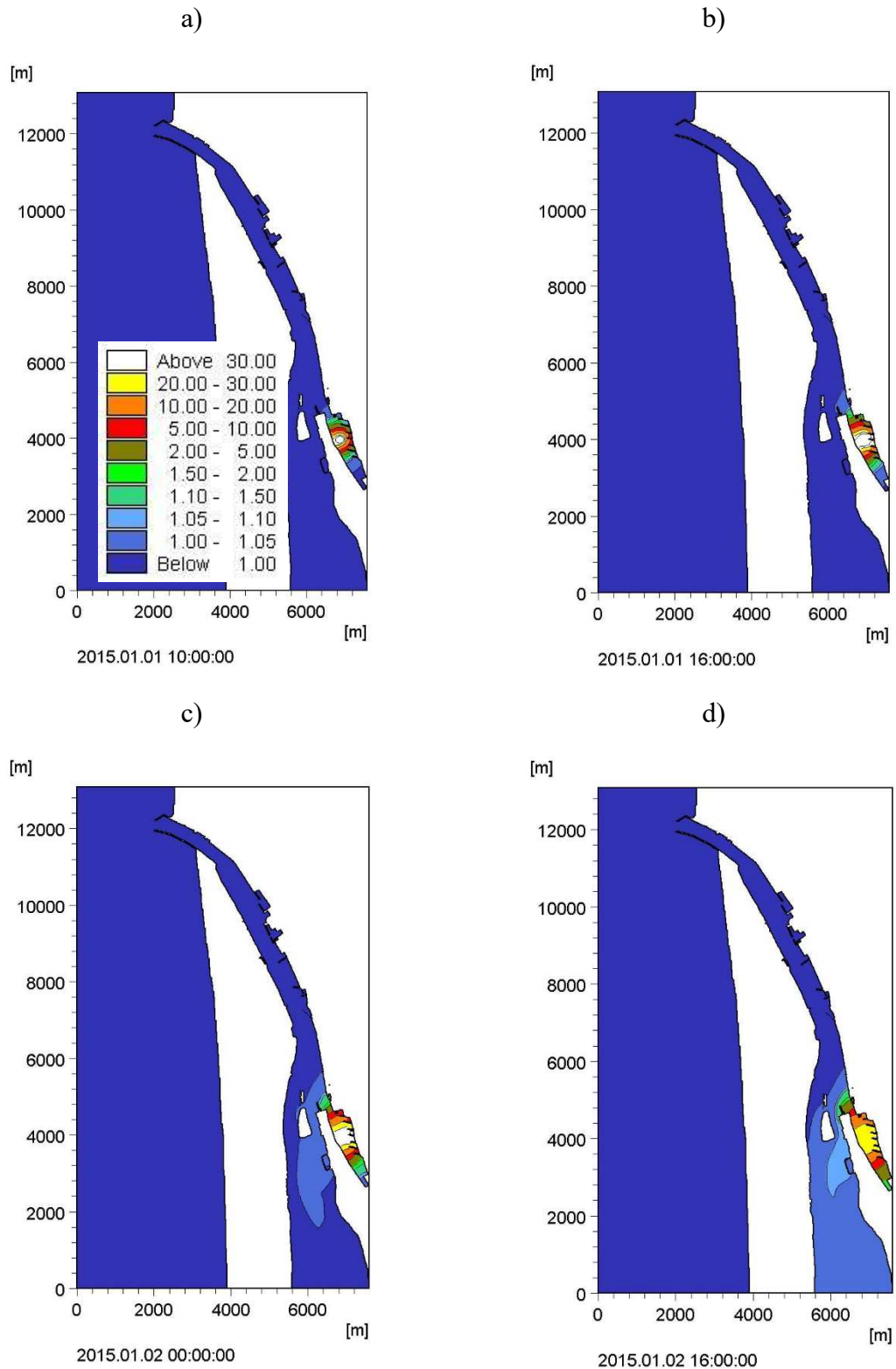
3.6.24 pav. Taršos (TBA) sklaida iš 2 kasimo vietos, kai sąsiauriu teka 138 m³/s debitas iš Baltijos jūros į Kuršių marias (pradinė santykinė koncentracija - 35147): a) po 6 val. nuo grunto kasimo pradžios, b) po 12 val. nuo grunto kasimo pradžios, c) po 8 val. pabaigus kasimo darbus, d) po 24 val. pabaigus kasimo darbus



3.6.25 pav. Taršos (Cu) sklaida iš 2 kasimo vietos, kai sąsiauriu teka $682 \text{ m}^3/\text{s}$ debitas iš Baltijos jūros į Kuršių marias (pradinė santykinė koncentracija - 425): a) po 6 val. nuo grunto kasimo pradžios, b) po 12 val. nuo grunto kasimo pradžios, c) po 8 val. pabaigus kasimo darbus, d) po 24 val. pabaigus kasimo darbus



3.6.26 pav. Taršos (Cd) sklaida iš 2 kasimo vietos, kai sąsiauriu teka $682 \text{ m}^3/\text{s}$ debitas iš Baltijos jūros į Kuršių marias (pradinė santykinė koncentracija - 3204): a) po 6 val. nuo grunto kasimo pradžios, b) po 12 val. nuo grunto kasimo pradžios, c) po 8 val. pabaigus kasimo darbus, d) po 24 val. pabaigus kasimo darbus



3.6.27 pav. Taršos (TBA) sklaida iš 2 kasimo vietos, kai sąsiauriu teka 682 m³/s debitas iš Baltijos jūros į Kuršių marias (pradinė santykinė koncentracija - 35147): a) po 6 val. nuo grunto kasimo pradžios, b) po 12 val. nuo grunto kasimo pradžios, c) po 8 val. pabaigus kasimo darbus, d) po 24 val. pabaigus kasimo darbus

Kai sąsiauriu tekės vidutinis debitas (682 m³/s) iš marių į jūrą, kenksmingų medžiagų taršos sklaida iš 1 kasimo vietos vyks žymiai greičiau, nes sąsiauriu tekės didesni tėkmės greičiai (iki 0,3

m/s). Praėjus 12 val. nuo grunto kasimo pradžios, nedidelis santykinės taršos koncentracijos padidėjimas bus ties Kiaulės nugarą (3.6.13 – 3.6.15 b pav.). Praėjus parai nuo grunto kasimo pabaigos, taršos dėmė judės šiaurine Kuršių marių dalimi, tačiau santykinė taršos koncentracija labai maža skirsis nuo foninės koncentracijos (3.6.13 – 3.6.15 d pav.). Kuo didesnis debitas tekės sąsiauriu, tuo greičiau mažės taršos dėmės santykinė koncentracija.

Antra grunto kasimo vieta yra pasirinkta Malkų įlankoje. Šioje vietoje pagal monitoringo duomenis nustatytos labai didelės pradinės taršos medžiagų santykinės koncentracijos - 425 (Cu), 3204 (Cd) ir 35147 (TBA) (3.6.1 lentelė). Sąsiauriu tekant minimaliam debitui ($207 \text{ m}^3/\text{s}$) iš marių į jūrą, po 12 val. grunto kasimo darbų taršos sklaida vyks Malkų įlankoje, nes tėkmių greičiai tiek sąsiauryje, tiek įlankoje yra labai maži (3.6.16 – 3.6.18 b pav.). Praėjus parai nuo grunto kasimo pabaigos, labai nežymus taršos medžiagų koncentracijos padidėjimas (iki 5%) bus stebimas nedidelėje sąsiaurio dalyje – 2 km atstumu nuo Malkų įlankos į šiaurę (3.6.16 – 3.6.18 d pav.). Taip pat laikui bėgant sumažės ir santykinė taršos medžiagų koncentracija Malkų įlankoje. Dėl mažų tėkmės greičių sąsiaurio ir Malkų įlankos sandūroje kenksmingų medžiagų tarša dėl gilinimo darbų Malkų įlankoje nebus pavojinga sąsiauriui ir aplinkinėms akvatorijoms.

Kai sąsiauriu teka vidutinis debitas ($948 \text{ m}^3/\text{s}$) iš marių į jūrą, po 12 val. grunto kasimo darbų žymus kenksmingų medžiagų santykinės koncentracijos padidėjimas bus Malkų įlankos akvatorijoje, tačiau tarša nepadidės sąsiauryje (3.6.19 – 3.6.21 b pav.). Praėjus parai nuo grunto kasimo pabaigos, dėl didesnių tėkmės greičių sąsiauryje bus stebimas nedidelis taršos medžiagų santykinės koncentracijos padidėjimas (iki 5%) visame sąsiauryje (3.6.19 – 3.6.21 d pav.). Taip pat taršos koncentracija sumažės ir Malkų įlankoje.

Sąsiauriu tekant minimaliam debitui ($138 \text{ m}^3/\text{s}$) iš jūros į marias, po 12 valandų grunto kasimo iš 2 vietos nustatyta žymi taršos medžiagų sklaida Malkų įlankos akvatorijoje, tačiau tarša nepasiekia Klaipėdos sąsiaurio (3.6.22 – 3.6.24 b pav.). Tik praėjus parai nuo grunto kasimo pabaigos, mažos santykinės koncentracijos dėmė (iki 5%) slinks link Kuršių marių, o santykinė taršos medžiagų koncentracija Malkų įlankoje palaipsniui mažės (3.6.22 – 3.6.24 d pav.). Toks taršos sklaidos pobūdis yra dėl mažų tėkmės greičių sąsiauryje.

Kai sąsiauriu teka vidutinis debitas ($682 \text{ m}^3/\text{s}$) iš jūros į marias, po 12 val. grunto kasimo darbų taip pat bus stebimas žymus kenksmingų medžiagų santykinės koncentracijos padidėjimas Malkų įlankos akvatorijoje (3.6.25 – 3.6.27 b pav.). Praėjus parai nuo grunto kasimo pabaigos, dėl didesnių tėkmės greičių sąsiauryje taršos medžiagų santykinės koncentracijos padidės iki 5% šiaurinėje Kuršių marių dalyje (3.6.25 – 3.6.27 d pav.).

Detalesnė kenksmingų medžiagų santykinų koncentracijų kaitos analizė atlikta pasirinktuose keturiuose taškuose (3.6.28 pav.) per 36 val. laikotarpį. Grunto kasimo darbai pradėti nuo 2015 01 05 val., o kasimo darbų trukmė – 12 val. Likusį modeliavimo laiką (nuo 2015 01 17 val.) gilinimo darbai nebuvo vykdyti – sumodeliuota taršos sklaida dėl jau atliktų kasimo darbų per sekančias 24 valandas (3.6.29 – 3.6.36 pav.).

Tiriant taršos sklaidą iš 1 kasimo vietos ir sąsiauriu tekant debitui iš marių į jūrą, taršos analizė atlikta keturiuose taškuose (vietose) (3.6.28a pav.):

1. Taškas, kuriame pradėti gilinimo darbai;
2. Taškas, nutolęs per 500 m nuo 1 taško jūros kryptimi;
3. Taškas ties jūros vartais;
4. Taškas Baltijos priekrantėje, nutolęs 1 km atstumu nuo jūros vartų.

Tekant sąsiauriu 207 m³/s debitui iš marių į jūrą, didžiausia santykinė koncentracija nustatyta 1 taške – gilinimo vietoje (3.6.29 pav.). Detaliau analizuosime TBA sklaidą, nes kitų kenksmingų medžiagų (Cu ir Cd) pradinės santykinės koncentracijos yra žymiai mažesnės. TBA santykinė koncentracija gilinimo darbų pradžioje bus 5 kartus didesnė už foninę koncentraciją (3.6.29c pav.). 2 taške nustatyta jau žymiai mažesnė santykinė koncentracija (iki 1,6). Panašios koncentracijos TBA pasieks ir jūros vartus. Tačiau 4 taške (Baltijos priekrantėje) TBA santykinė koncentracija jau nesiskiria nuo foninės koncentracijos. Dar mažesni kenksmingų medžiagų santykinės koncentracijos pokyčiai visuose 4 taškuose nustatyti sąsiauriu tekant 948 m³/s debitui iš marių į jūrą (3.6.30 pav.).

Tiriant taršos sklaidą iš 1 kasimo vietos ir sąsiauriu tekant debitui iš jūros į marias, taršos analizė atlikta šiuose keturiuose taškuose (3.6.28b pav.):

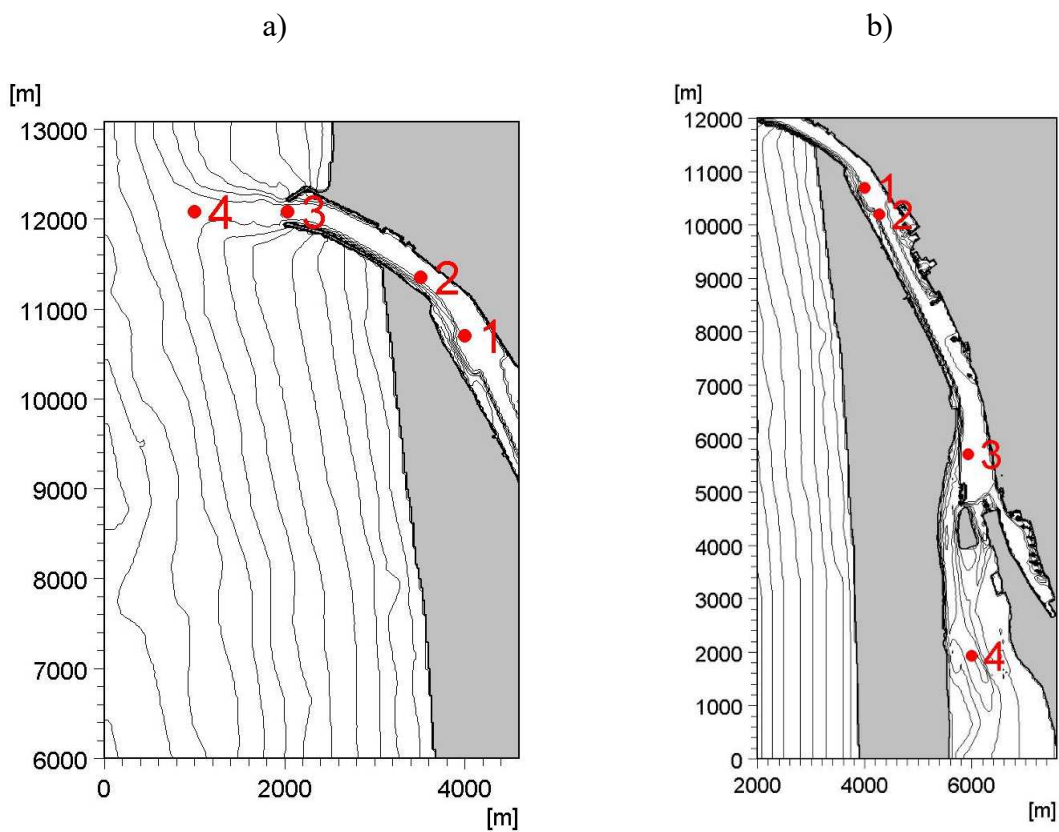
1. Taškas, kuriame pradėti gilinimo darbai;
2. Taškas sąsiauryje, nutolęs per 500 m nuo 1 taško marių kryptimi;
3. Taškas sąsiauryje, nutolęs 1 km atstumu iki Kiaulės nugaros;
4. Taškas šiaurinėje Kuršių marių dalyje, nutolęs 2 km atstumu nuo Kiaulės nugaros.

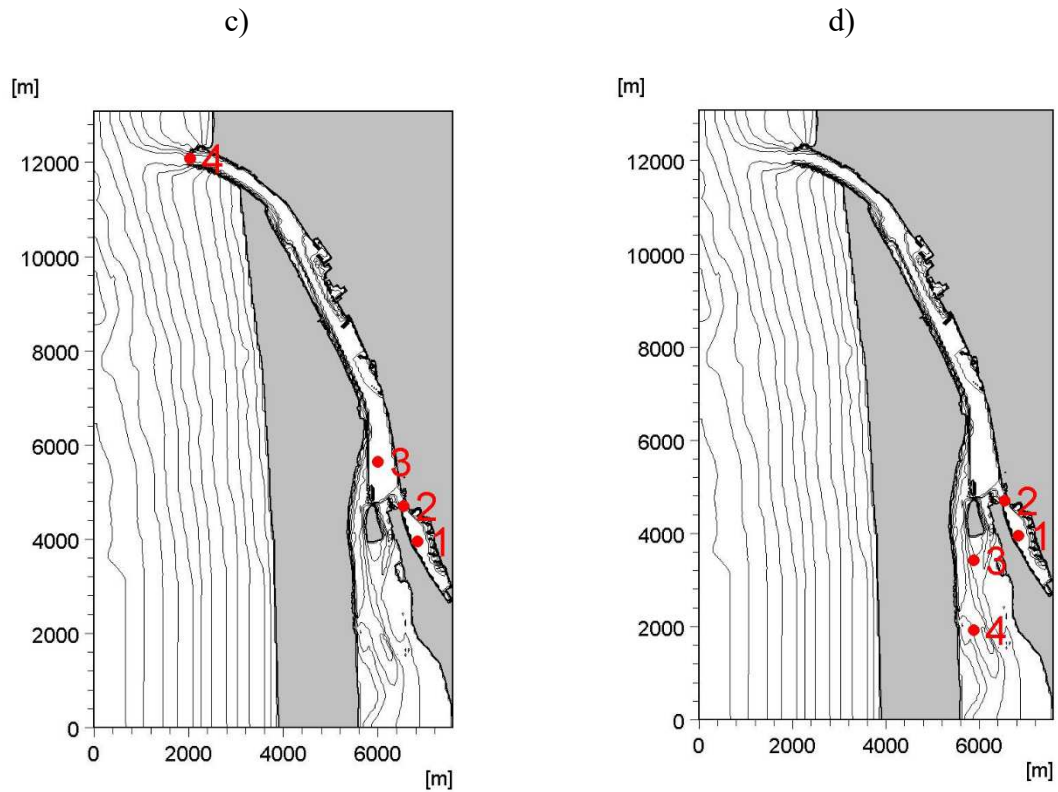
Tekant sąsiauriu 138 m³/s debitui iš marių į jūrą, didžiausia santykinė koncentracija (5,2) nustatyta kenksmingai medžiagai TBA grunto kasimo vietoje (1 taškas) (3.6.31 c pav.). 3 ir 4 taškuose visų kenksmingų medžiagų santykinė koncentracija yra artima foninei. Žymiai mažesnės taršos medžiagų santykinės koncentracijos yra nustatytos tekant vidutiniam (682 m³/s) debitui iš jūros į marias (3.6.32 pav.). Tai reiškia, jog kenksmingų medžiagų tarša iš 1 kasimo vietos nepasieks šiaurinės Kuršių marių dalies.

Tiriant taršos sklaidą iš 2 kasimo vietos ir sąsiauriu tekant debitui iš marių į jūrą, taršos analizė atlikta keturiuose taškuose (3.6.28c pav.):

1. Taškas Malkų įlankoje, kuriame pradėti gilavimo darbai;
2. Taškas Malkų įlankoje, nutolęs per 500 m nuo 1 taško sąsiaurio kryptimi;
3. Taškas sąsiauryje, nutolęs 1 km atstumu nuo Malkų įlankos link jūros;
4. Taškas ties jūros vartais.

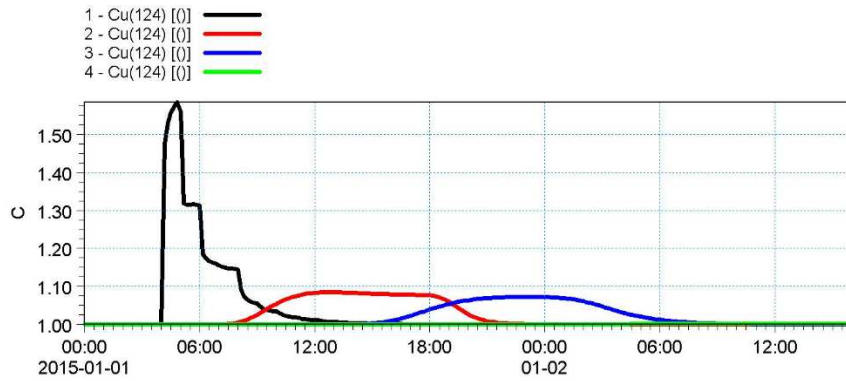
Visuose keturiuose taškuose kenksmingų medžiagų santykinų koncentracijų kaita yra panaši tiek sąsiauriu tekant minimaliam ($138 \text{ m}^3/\text{s}$), tiek vidutiniam ($948 \text{ m}^3/\text{s}$) debitui iš marių į jūrą. Didžiausia santykinė TBA koncentracija yra nustatyta 2 kasimo vietoje (1 taškas), kurioje ji viršys foninę koncentraciją 150 kartų (3.6.33 – 3.6.34 c pav.).



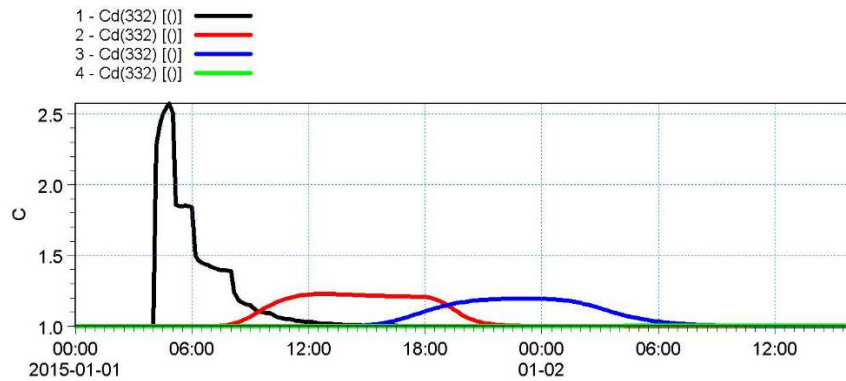


3.6.28 pav. Taršos sklaidos analizė keturiuose taškuose: a) 1 grunto kasimo vieta, kai tėkmės kryptis sąsiauryje iš marių į jūrą, b) 1 grunto kasimo vieta, kai tėkmės kryptis sąsiauryje iš jūros į marias, c) 2 grunto kasimo vieta, kai tėkmės kryptis sąsiauryje iš marių į jūrą, b) 2 grunto kasimo vieta, kai tėkmės kryptis sąsiauryje iš jūros į marias.

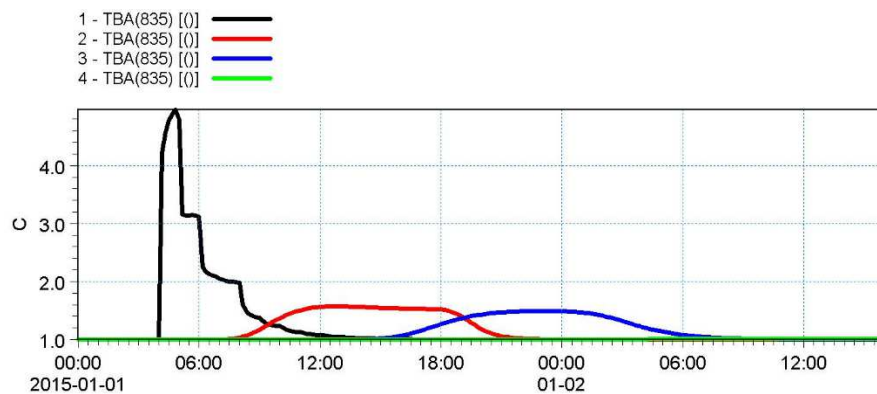
a)



b)

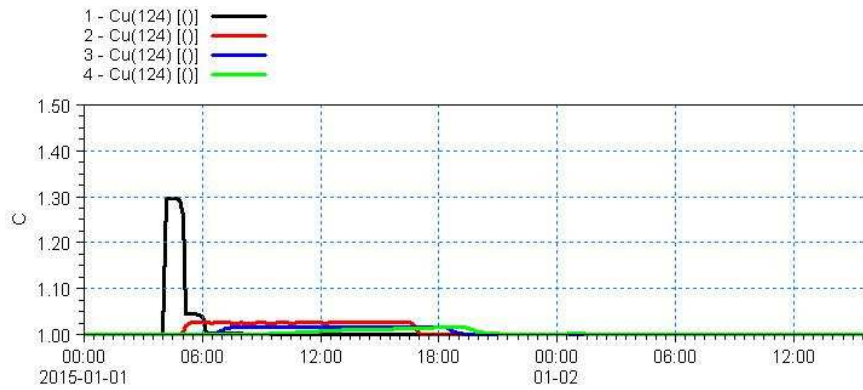


c)

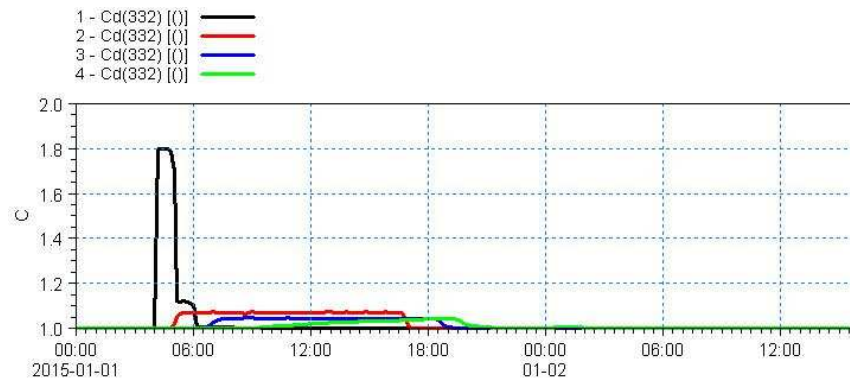


3.6.29 pav. Taršos sklaida iš 1,2,3 ir 4 taškų (3.6.28a pav.) vykdant gilinimą iš 1 kasimo vietos, kai sąsiauriu teka 207 m³/s debitas iš Kuršių marių į Baltijos jūrą: a) Cu pradinė santykinė koncentracija -124; b) Cd – 332; c) TBA – 835.

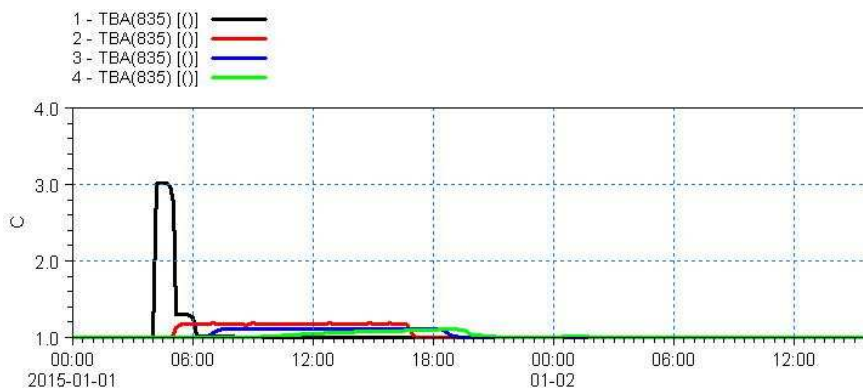
a)



b)

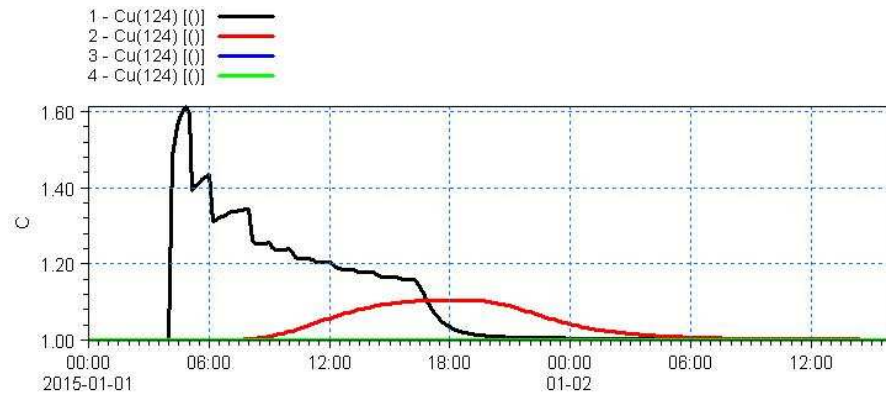


c)

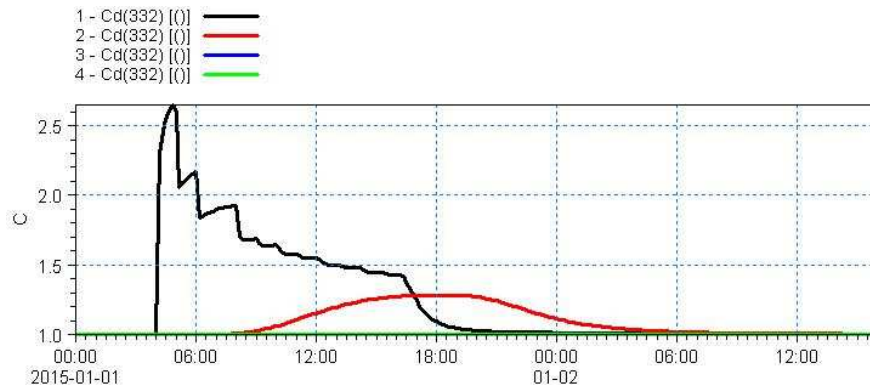


3.6.30 pav. Taršos sklaida iš 1,2,3 ir 4 taškų (3.6.28a pav.) vykdant gilinimą iš 1 kasimo vietos, kai sąsiauriu teka 948 m³/s debitas iš Kuršių marių į Baltijos jūrą: a) Cu pradinė santykinė koncentracija -124; b) Cd – 332; c) TBA – 835.

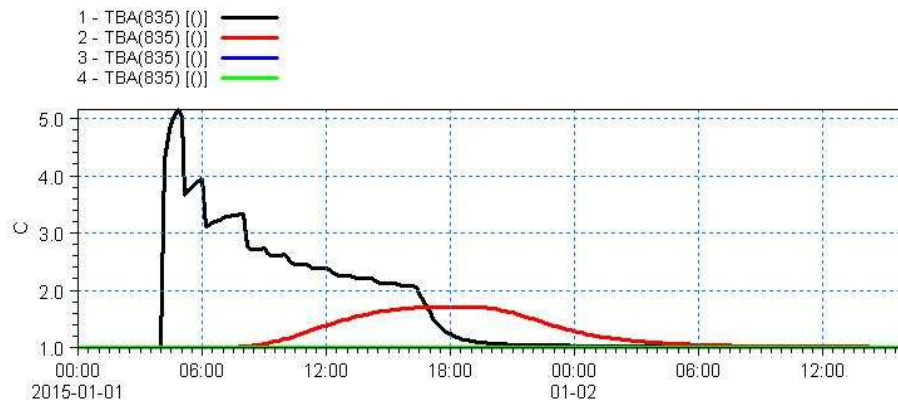
a)



b)

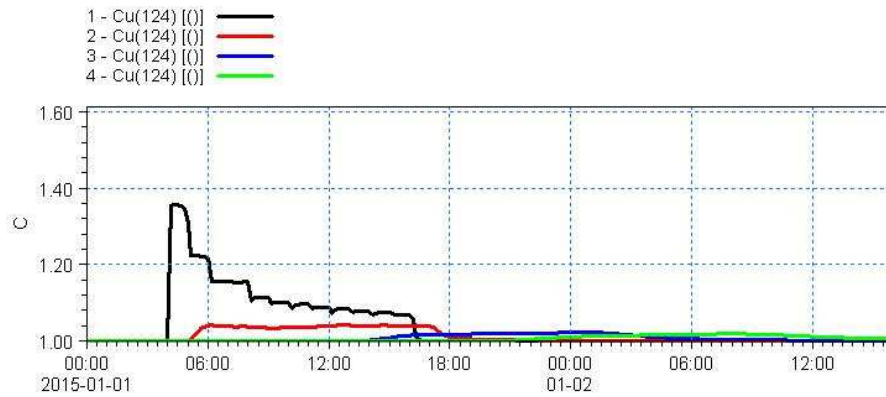


c)

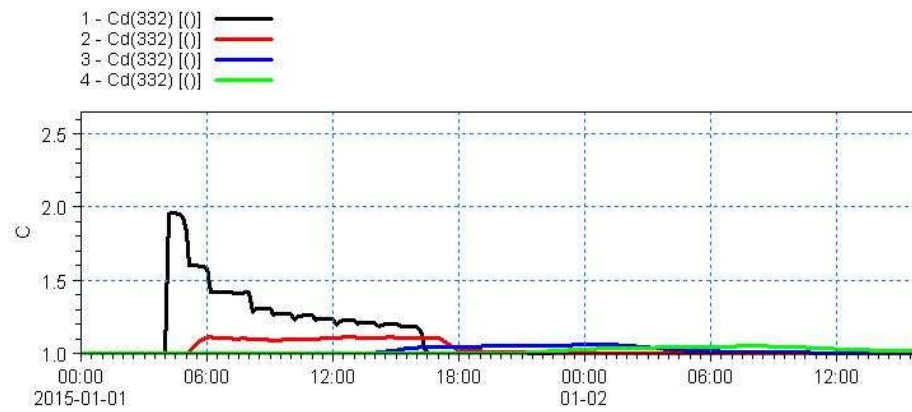


3.6.31 pav. Taršos sklaida iš 1,2,3 ir 4 taškų (3.6.28b pav.) vykdant gilimą iš 1 kasimo vietos, kai sąsiauriu teka 138 m³/s debitas iš Baltijos jūros į Kuršių marias: a) Cu pradinė santykinė koncentracija -124; b) Cd – 332; c) TBA – 835.

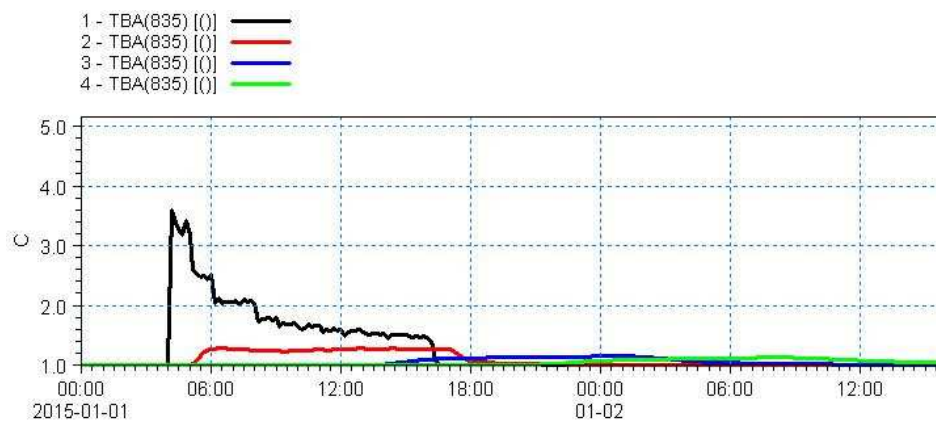
a)



b)

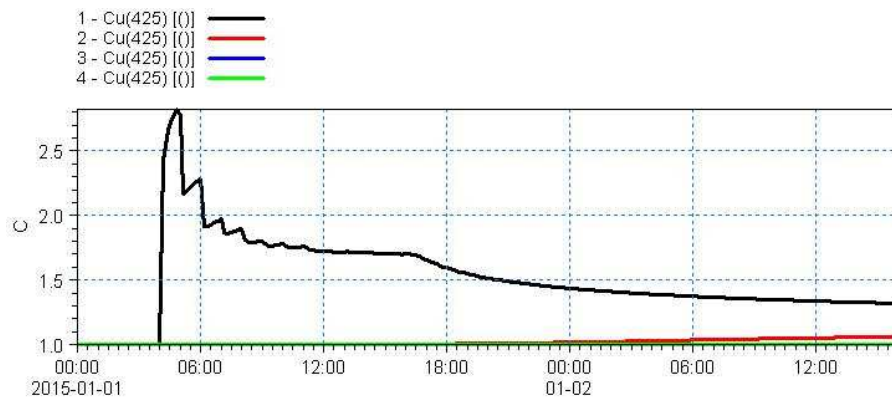


c)

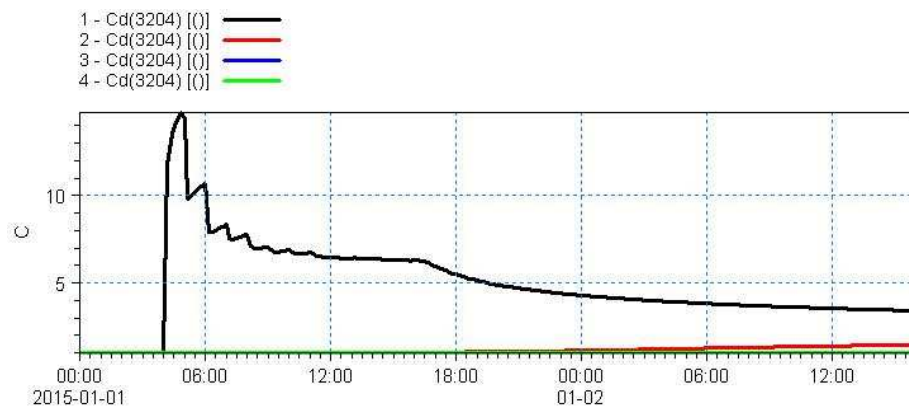


3.6.32 pav. Taršos sklaida iš 1,2,3 ir 4 taškų (3.6.28b pav.) vykdant gilinimą iš 1 kasimo vietos, kai sąsiauriu teka 682 m³/s debitas iš Baltijos jūros į Kuršių marias: a) Cu pradinė santykinė koncentracija -124; b) Cd – 332; c) TBA – 835.

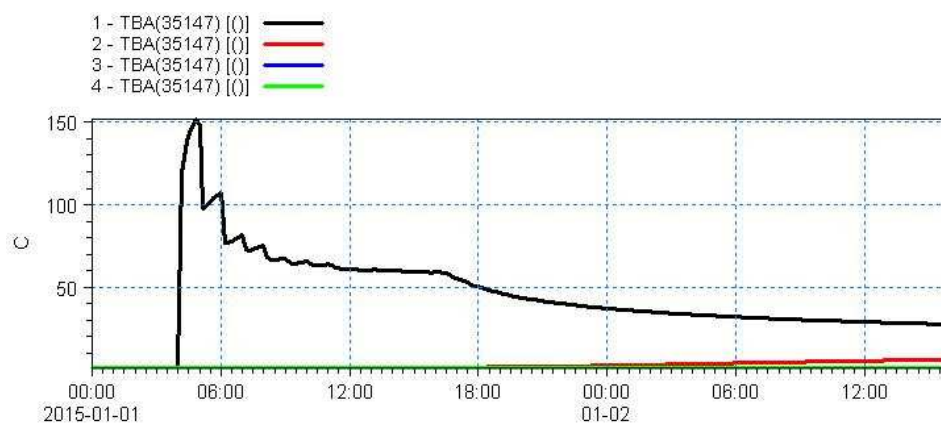
a)



b)

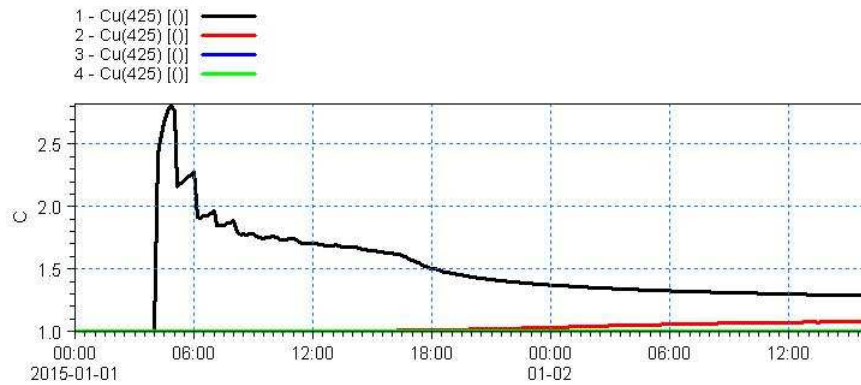


c)

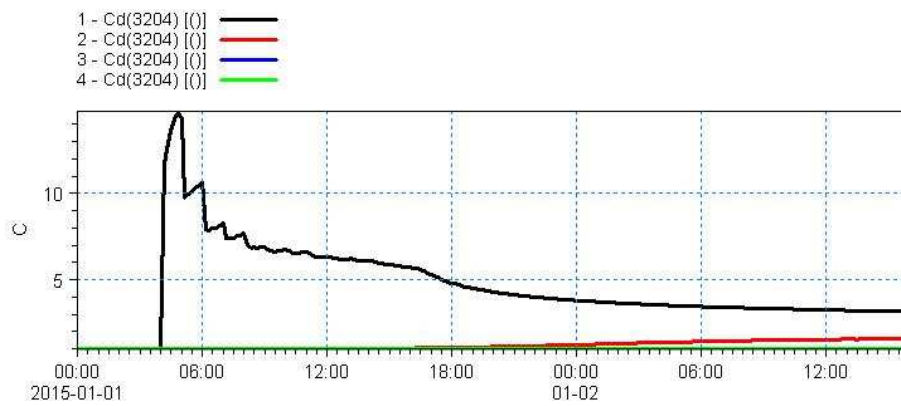


3.6.33 pav. Taršos sklaida iš 1,2,3 ir 4 taškų (3.6.28c pav.) vykdant gilinimą iš 2 kasimo vietos, kai sąsiauriu teka 207 m³/s debitas iš Kuršių marių į Baltijos jūrą: a) Cu pradinė santykinė koncentracija - 425; b) Cd – 3204; c) TBA – 35147.

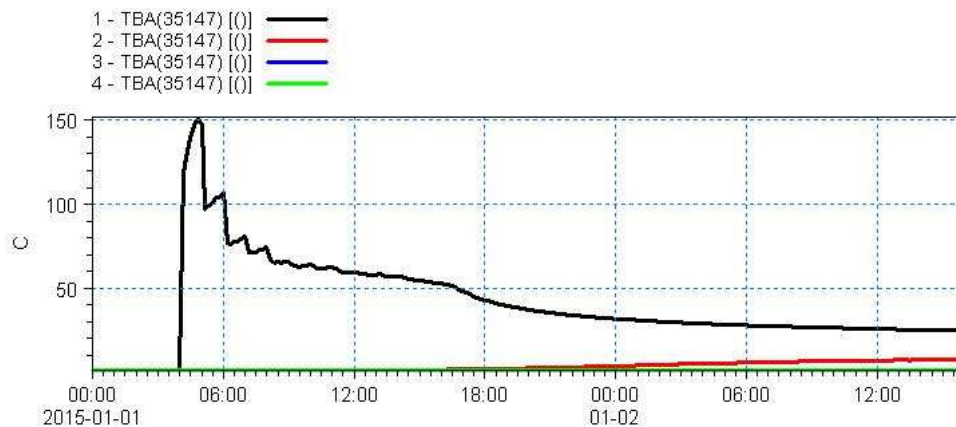
a)



b)

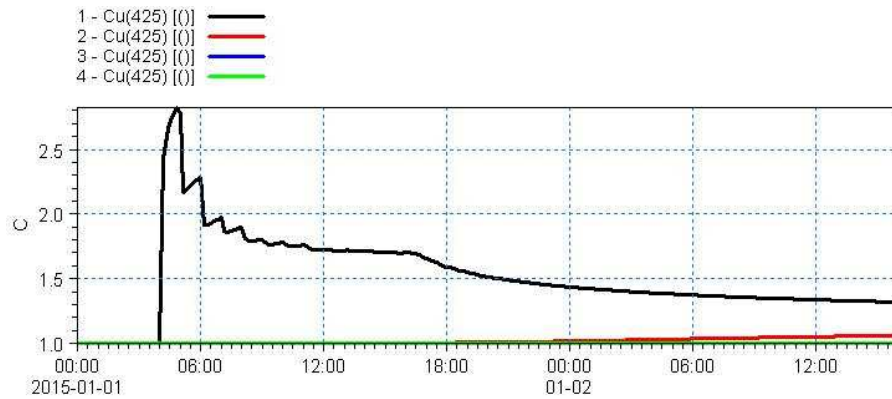


c)

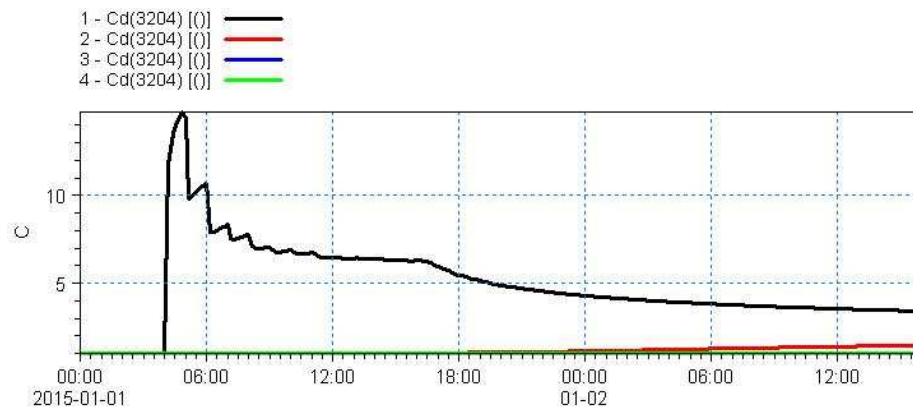


3.6.34 pav. Taršos sklaida iš 1,2,3 ir 4 taškų (3.6.28c pav.) vykdant gilimą iš 2 kasimo vietos, kai sąsiauriu teka 948 m³/s debitas iš Kuršių marių į Baltijos jūrą: a) Cu pradinė santykinė koncentracija - 425; b) Cd – 3204; c) TBA – 35147.

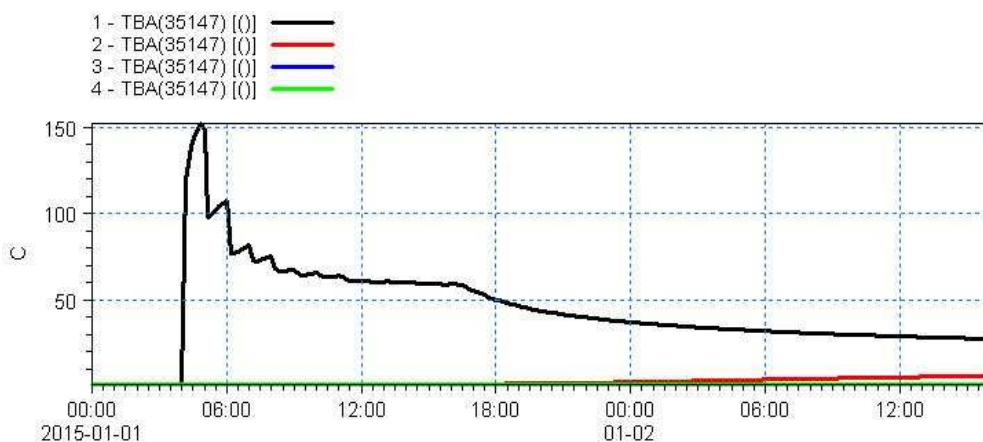
a)



b)

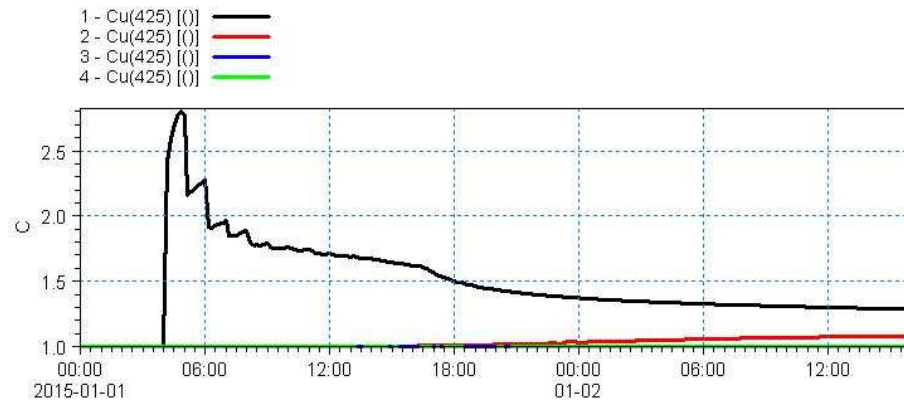


c)

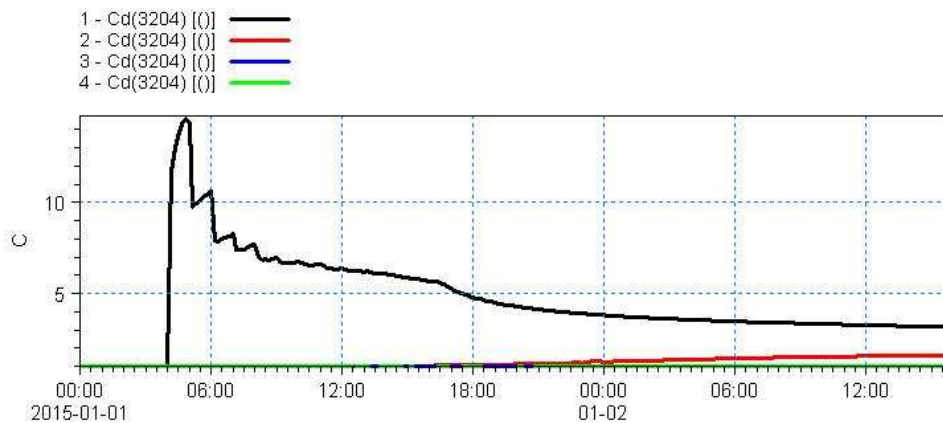


3.6.35 pav. Taršos sklaida iš 1,2,3 ir 4 taškų (3.6.28d pav.) vykdant gilvinimą iš 2 kasimo vietos, kai sąsiauriu teka 138 m³/s debitas iš Baltijos jūros į Kuršių marias: a) Cu pradinė santykinė koncentracija - 425; b) Cd – 3204; c) TBA – 35147.

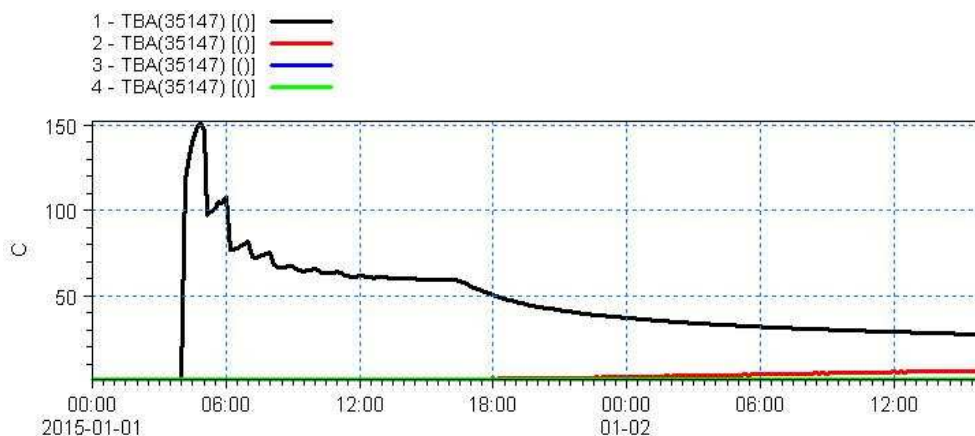
a)



b)



c)



3.6.36 pav. Taršos sklaida iš 1,2,3 ir 4 taškų (3.6.28d pav.) vykdant gilinimą iš 2 kasimo vietos, kai sąsiauriu teka 682 m³/s debitas iš Baltijos jūros į Kuršių marias: a) Cu pradinė santykinė koncentracija - 425; b) Cd – 3204; c) TBA – 35147.

Tačiau praėjus parai po grunto kasimo darbų ši koncentracija bus didesnė tik 27 kartus 1 taške ir 7 kartus 2 taške, nutolusiame per 500 m nuo grunto kasimo vietos. Visais tirtais atvejais

kenksmingų medžiagų santykinė koncentracija beveik nesiskirs nuo foninė koncentracijos 4 taške ties jūros vartais. Tai reiškia, kad gilinant Malkų įlanką kenksmingos medžiagos nepasieks Baltijos priekrantės.

Tiriant taršos sklaidą iš 2 kasimo vietos ir sąsiauriu tekant debitui iš jūros į marias, taršos analizė atlikta šiuose keturiuose taškuose (3.6.28d pav.):

1. Taškas, kuriame pradėti gilinimo darbai;
2. Taškas Malkų įlankoje, nutolęs per 500 m nuo 1 taško sąsiaurio kryptimi;
3. Taškas šiaurinėje Kuršių marių dalyje, nutolęs 0,5 km atstumu nuo Kiaulės nugaros;
4. Taškas šiaurinėje Kuršių marių dalyje, nutolęs 2 km atstumu nuo Kiaulės nugaros.

Tekant sąsiauriu 138 ir 682 m³/s debitams iš jūros į marias, Malkų įlankoje (1 ir 2 taškas) nustatyta panaši TBA ir kitų kenksmingų medžiagų (Cu ir Cd) santykinų koncentracijų kaita kaip ir tekant priešingos krypties debitams (3.6.35 – 3.6.36 pav.). 3 taške praėjus parai po grunto kasimo pabaigos TBA santykinė koncentracija skirsis nuo foninės mažiau negu 5%. Tai reiškia, kad tarp Klaipėdos sąsiaurio ir Malkų įlankos yra nedidelė vandens apykaita. Šiaurinėje Kuršių marių dalyje (4 taškas) ši koncentracija beveik nesiskirs nuo foninės. Tai reiškia, kad grunto kasimas Malkų įlankoje nesukels papildomos taršos šiaurinėje marių dalyje.

Taršos sklaidos modeliavimo rezultatai rodo, kad kenksmingų medžiagų tarša iš 1 kasimo vietos nebus pavojinga nei Baltijos priekrantei, nei Kuršių marioms. Įvairiomis hidrologinėmis sąlygomis net didžiausios santykinės koncentracijos kenksmingos medžiagos TBA sklaida nebus pavojinga aplinkinėms akvatorijoms. Modeliuojant taršos sklaidą iš 2 kasimo vietos, nustatyta, kad esant įvairioms hidrologinėms sąlygoms kenksmingų medžiagų koncentracija labiausiai padidės Malkų įlankos akvatorijoje. Praėjus parai nuo grunto kasimo pabaigos, įvairiomis hidrologinėmis sąlygomis minimalus taršos santykinės koncentracijos padidėjimas (iki 5%) nustatytas Klaipėdos sąsiauryje ir šiaurinėje Kuršių marių dalyje.

3.6.5 Išvados

1. Kenksmingų medžiagų (Cu, Cd ir TBA) sklaidos iš dviejų grunto kasimo vietų modeliavimas buvo atliktas šiomis ribinėmis sąlygomis:
 - taršos sklaida modeliuota esant minimaliems (95% tikimybės) debitams ir pučiant silpnam vėjui (1 m/s), t.y. įvertinta labai lėta taršos medžiagų sklaida ir pernaša sąsiauriu ir aplinkinėse akvatorijose;
 - grunto kasimo vietos buvo parinktos taip, kad būtų įvertinta taršos sklaida iš labiausiai užterštos uosto akvatorijos vietos (Malkų įlankos) bei galima kasimo darbų įtaka Baltijos priekrantei (iš šiaurinės sąsiaurio dalies);

- kenksmingų medžiagų santykinės koncentracijos apskaičiuotos pagal daugiamečio monitoringo duomenis, o pastaraisiais metais daugelyje matavimo stočių nustatytos mažesnės taršos medžiagų koncentracijos;
 - modeliuojant taršos sklaidą iš grunto kasimo vietų buvo daroma prielaida, kad gruntas kasamas kaušinėmis žemkasėmis, o toks kasimo būdas sukelia didesnę papildomą taršą.
2. Esant ribinėms modeliavimo sąlygoms kenksmingų medžiagų sklaidos poveikis iš 1 ir 2 grunto kasimo vietos yra nereikšmingas aplinkinėms akvatorijoms (Baltijos priekrantei ir Kuršių marioms), nes santykinė taršos medžiagų koncentracija šiose akvatorijose viršija foninę koncentraciją labai nežymiai (iki 5%). Tikėtina, kad realiomis grunto kasimo sąlygomis taršos sklaidos poveikis bus dar mažesnis, nes sąsiauriu tekės įvairaus dydžio debitas, pučiant stipresniems vėjams jūroje bus didesnės bangos bei tėkmės, o kenksmingų medžiagų koncentracija kasamame grunte bus mažesnė nei modeliuotais atvejais.
 3. Atliekant grunto kasimo darbus iš 2 vietos, nustatytas labai didelis tributilalavo santykinės koncentracijos padidėjimas lyginant su fonine koncentracija Malkų įlankoje. Taršos sklaidos modeliavimas atliktas esant didelei pradinei koncentracijai (35147). Ši koncentracija yra suskaičiuota pagal negausius monitoringo duomenis, todėl ateityje reikėtų papildomų tyrimų tiksliau nustatant TBA koncentracijas grunte. Taip pat atliekant Malkų įlankos akvatorijos valymą ar gilinimą, reikėtų pasirinkti draugišką aplinkai gilinimo technologiją.

3.6.6 Literatūra

Aarninkhof, SGJ., Spearman, J., De Heer, AFM. Dredging induced turbidity in a natural context, status and future perspectives of the TASS program. Proceedings of the 19th World Dredging Conference (WODCON XIX), Beijing, China. 2010.

Bray, R.N. Cost Standards for Dredging Equipment. Ciria, London. 2006. 62 p.

Environmental Assessment Guideline for Marine Dredging Proposals. September 2011. Environmental Protection Authority, Western Australia. http://edit.epa.wa.gov.au/EPADocLib/EAG7-Dredging_071011.pdf

Comparison of Dredging Alternatives for Moses Lake. Prepared by Cardno ENTRIX. August 2013. 16 pp. <http://mlird.org/library/Forms%20and%20Documents/Comparison%20of%20Dredging.pdf>

Gambucci, T. Numerical Model Sedimentation Analysis Report Upper Mississippi River, Lock and Dam No. 22. 2nd Joint Federal Interagency Conference, Las Vegas, NV, June 27 - July 1, 2010. http://acwi.gov/sos/pubs/2ndJFIC/Contents/11A_Gambucci_12_28_09_paper-jmbpdf.pdf

Hayter, J. Literature Review of EFDC Applications Demonstrating Capability for Use in the Jacksonville Harbor. Feasibility Study. 2014. 36 p. <http://www.saj.usace.army.mil/Portals/44/docs/Planning/EnvironmentalBranch/EnvironmentalDocs/JaxHbrEFDCLiteratureReview06nov2014.pdf>

- Landeck Miller, R.E., Farley, K.J., Wands, J.R., Santore, R., Redman, A.D. and Kim, N.B. Fate and Transport Modeling of Sediment Contaminants in the New York/New Jersey Harbor Estuary. URBANhabitats Vol. 6, 2011. http://www.urbanhabitats.org/v06n01/fateandtransport_full.html
- MIKE 21. Coastal Hydraulics and Oceanography. User Guide. DHI Software. 2005. 187 p.
- MIKE 21. Environmental Hydraulics. User Guide. DHI Software. 2005. 200 p.
- Nord Stream AG & Ramboll. Memo 4.3A-12 - Spreading of sediment and contaminants from clearing of munitions. 2008.
- Nord Stream PAV. 9 skyrius. Poveikio vertinimas ir jo mažinimo priemonės. 2009. Pp. 837-1465.
- Palermo, M.R., Schroeder, P.R., Estes, T.J., Francingues, N.R. Technical Guidelines for Environmental Dredging of Contaminated Sediments. Environmental Laboratory U.S. Army Engineer Research and Development Center, Vicksburg, MS. 2008. 304 p.
- Pilgrim, K., Hawley, J., Wagner, T., Sheets, B., Bankston, J. and Smits, J. Evaluation of the Ecological Benefits of Dredging Lake Sediment Using a 3-Dimensional Hydrodynamic and Water Quality Model. 2015. <http://www.esaa.org/wp-content/uploads/2015/03/w2015abstract-20.pdf>
- Ramli, A., De Lange, W., Bryan K., Mullarney J. Coupled Flow - Wave Numerical Model in Assessing the Impact of Dredging on the Morphology of Matakana Banks. Australasian Coasts & Ports Conference 2015 15 - 18 September. 2015, Auckland, New Zealand.
- Rijn, L.C., Van Tan, G.L. SUTRENCH-MODEL. Two-dimensional vertical mathematical model for sedimentation in dredged channels and trenches by currents and waves. Rijkswaterstaat Communications, 1985. No.41, 63 pp.
- Rokosch, W. and Berg, N. Dredging efficiently - dredging techniques and its effects to the environment. Dredging '02: 2003. pp. 1-9.
- Spearman, J., De Heer, A., Aarninkhof, S.G.J., Van Koningsveld, M. Validation of the TASS system for predicting the environmental effects of trailing suction hopper dredging, Terra et Aqua, 125, 2011. 14 pp.
- Spill Assessment. DHI. Final Report. January 2007. 42 pp.
- Stark, J. The influence of dredging activities on the morphological development of the Columbia River mouth. MSc Thesis. Deltares, 2012. 145 pp.
- Swanson, J.C., Isaji, T. Modeling dredge-induced suspended sediment transport and deposition in the Taunton River and Mt. Hope Bay, Massachusetts. Presented at WEDA XXVI / 38th TAMU Dredging Seminar, June 25-28, San Diego, CA. 2006. Pp.37-56.
- US EPA, Dredging and Excavation: <http://www.epa.gov/superfund/health/conmedia/sediment/pdfs/ch6.pdf>
- Walstra, D.J.R., Van Rijn L.C., Hoogewoning S.E., Aarninkhof S.G.J. Modelling of sedimentation of dredged trenches and channels under the combined action of tidal currents and waves. Coastal Sediments Conference. 1999. 16pp. <http://www.leovanrijn-sediment.com/papers/P5-1999.pdf>
- Джеймс А. Математические модели контроля загрязнения воды. Москва. 1981. h

VEIKLA NR. 3.7. KLAIPĖDOS UOSTO AKVATORIJOJE VYKDOMŲ HIDROTECHNINIŲ ĮRENGINIŲ STATYBŲ/REKONSTRUKCIJŲ POVEIKIO VERTINIMAS

Atlikta veikla Nr. 3.7. ir pasiektas rezultatas Nr. R3.7. – įvertintas Klaipėdos uosto akvatorijoje vykdomų hidrotechninių įrenginių statybų/rekonstrukcijų poveikis Klaipėdos sąsiaurio akvatorijos aplinkos būklei. Veiklos įgyvendinimui buvo išspręsti šie uždaviniai:

1. Atlikta vykdytų Klaipėdos uosto hidrotechninių įrenginių statybų/rekonstrukcijų apžvalga.
2. Nustatyta jau įvykusių uosto hidrotechninių įrenginių statybų/rekonstrukcijų (Klaipėdos uosto vartų rekonstrukcijos, UAB „Bega“ pirsu, keleivių bei krovinių terminalo pirsu ir SGD terminalo statybos) įtaka Klaipėdos sąsiaurio akvatorijos aplinkos būklei.
3. Aprašyta planuojamų pietų vartų šiaurinėje Kuršių marių dalyje įtakos Klaipėdos sąsiaurio akvatorijos aplinkos būklei tyrimų eiga.

3.7.1 Vykdytų Klaipėdos uosto hidrotechninių įrenginių statybų/rekonstrukcijų apžvalga

Pastaraisiais metais vykdomi svarbūs Klaipėdos uosto plėtros projektai: gilinama Klaipėdos sąsiaurio akvatorija, vykdoma įplaukos kanalo rekonstrukcija, statomos naujos krantinės. Bet kuri antropogeninė veikla uoste turi įtakos Klaipėdos sąsiaurio hidrodinaminiam režimui – sąsiaurio pralaidumui ir tėkmės struktūrai. Gilinimo darbai uosto akvatorijoje didina Klaipėdos sąsiaurio pralaidumą, t.y. didesnės vandens masės iš Baltijos jūros įteka į Kuršių marias. Hidrotechniniai statiniai (naujos krantinės ar pirsai) siaurina Klaipėdos sąsiaurį ir mažina jo pralaidumą. Siekiant palaikyti nusistovėjusią pusiausvyrą, reikėtų numatyti papildomas priemones, kurios kompensuotų sąsiaurio pralaidumo padidėjimą dėl gilinimo darbų. Hidrotechninių statinių įrengimas bei rekonstrukcija uosto akvatorijoje keičia ir tėkmių struktūrą. Padidėję tėkmės greičiai keičia nešmenų pernašos procesus Klaipėdos sąsiauryje, t.y. atsiranda naujos dugno erozijos bei nešmenų akumuliacijos vietos, kurios gali turėti neigiamos įtakos laivybos sąlygoms uosto akvatorijoje. Taip pat nauji ar rekonstruoti hidrotechniniai statiniai gali turėti įtakos ir saugomiems Kuršių nerijos krantams. Ūkinė veikla sąsiauryje gali paveikti ir biologinę įvairovę tiek uosto akvatorijoje, tiek Kuršių mariose.

Vykdamas Klaipėdos uosto plėtros projektus, dažniausiai hidrotechninių statinių statybos/rekonstrukcijos yra atliekamos kartu su uosto akvatorijos gilinimo projektais. Rekonstruojami pirsai ir krantinės yra naudingi ne tik uosto plėtrai, bet dažniausiai ir atlieka gamtosauginę funkciją – leidžia sumažinti sąsiaurio pralaidumo pokyčius, atsirandančius dėl uosto akvatorijos gilinimo.

Plačiau apžvelgsime pagrindinius hidrotechninių įrenginių statybų/rekonstrukcijų etapus Klaipėdos uosto akvatorijoje. 2002 metais baigtas 1,5 metų trukęs uosto įplaukos kanalo rekonstrukcijos projektas, kurio bendra vertė siekia daugiau nei 130 mln. litų. Už šias lėšas nuo 12 iki 14,5 metro buvo išgilinta uosto įplauka. Gerokai pagilėjo ir šiaurinė uosto dalis, nuo uosto vartų iki 4 krantinės gylis siekia 14 metrų. Be to, buvo rekonstruoti ir bangolaužiai: šiaurinis molas pailgintas 205 metrais, o pietinis - 278 metrais. Ilginant ir remontuojant molus teko suvežti per 365 tūkst. kubinių metrų akmenų. Be to, bangolaužiams buvo pagaminti 747 tetrapodai, kurių kiekvienas sveria po 25 tonas. Po uosto įplaukos kanalo rekonstrukcijos atsirado galimybė priimti "Panamax" tipo laivus. Uosto krovos kompanijos padidino krovos apimtį, nes didelės talpos laivai Klaipėdos uoste gali visiškai pasikrauti, neužsukdami į kaimyninius uostus pasipildyti krovinių. Dėl molų rekonstrukcijos padidėjo laivybos saugumas, nes dėl prailgintų molų posūkis įplaukos kanale tapo saugesnis, sumažėjo dienų, kai uostas negali priimti laivų dėl stipraus vėjo ir siaučiančių audrų.

2013-ųjų pradžioje valstybinei komisijai buvo priduotas naujai pastatytas pirsas (krantinės Nr. 66a-67a) ir atlikti gilinimo darbai. Gylis prie šių krantinių yra 14 metrų, o tai leidžia gabenti krovinius kuo didesniais kiekiais, nes prie pirsas galės švartuotis iki 13 metrų grimzlės, iki 70 tūkst. tonų dedveito PANAMAX tipo laivai. Tai sudaro realias sąlygas įgyvendinti esančio birių krovinių importo-eksporto terminalo plėtrą, 30 proc. padidinti jo pajėgumus.

2014 m. baigta įrengti Klaipėdos keleivių ir krovinių terminalo infrastruktūra (krantinių Nr. 80-81 su pirsu Nr. 80a - 81a statyba bei 2-ą reguliuojamųjų rampų įrengimas). Terminale vienu metu gali švartuotis trys laivai: „ro-ro“, „ro-pax“ tipo, keleiviniai keltai ar kruiziniai laineriai. Čia kasmet planuojama perkrauti maždaug 6 mln. tonų „ro-ro“ krovinių, pervežti apie 0,5 mln. automobilių ir aptarnauti nuo 0,5 iki 1 mln. keleivių.

SGD terminalas pradėjo veiklą 2014 metų pabaigoje. SGD terminalo projektiniai pajėgumai leidžia pilnai patenkinti metinį Lietuvoje suvartojamų gamtinių dujų kiekį bei prisidėti prie regiono dujų poreikio tenkinimo. Terminalas paremtas plaukiojančios SGD saugyklos su dujinimo įrenginiu technologija. SGD plaukiojančioji saugykla yra nuolatos prišvartuota prie 450 metrų ilgio krantinės Klaipėdos sąsiauryje, pietinėje Klaipėdos uosto dalyje.

Netolimoje ateityje planuojama plėsti Klaipėdos uostą, pagilinant jo akvatoriją iki 17 m gylio. Norint įvykdyti šį projektą yra planuojama įrengti pietų vartus šiaurinėje Kuršių marių dalyje, kaip gamtosauginę priemonę.

Sekančiuose skyreliuose bus aptarta minėtų hidrotechninių statinių įtaka Klaipėdos sąsiaurio akvatorijos aplinkos būklei.

3.7.2. Klaipėdos uosto vartų rekonstrukcijos įtaka Klaipėdos sąsiaurio akvatorijos aplinkos būklei

Klaipėdos uosto intensyvi plėtra prasidėjo 1999 metais, kai buvo gilinamas laivybos kanalas nuo jūros vartų iki 10 krantinės (farvaterio gylis padidėjo nuo 12 iki 14 m). Nuo 2000 m. Klaipėdos uosto akvatorijoje yra vykdomas jūrinio įplaukos kanalo ir uosto vartų rekonstrukcijos projektas (Gailiušis ir kt., 2004). Vienas iš šio projekto tikslų, įgyvendintas 2002 m., yra uosto vartų rekonstrukcija. Po rekonstrukcijos šiaurinis molas pailgėjo 202 m, o pietinis – 278 m. Patys uosto vartai susiaurėjo ir tapo „priverti“. Tuo būdu buvo siekiama sumažinti sąsiaurio pralaidumą dėl gilinimo darbų, ilgosios bangos, kuri susidaro pučiant šiaurės-vakarų vėjams, pavojingumą laivams, o taip pat sumažinti tėkmės greičius įplaukos kanale tekant dideliems debitams iš Kuršių marių į Baltijos jūrą.

Norint nustatyti tėkmės struktūros ir sąsiaurio pralaidumo pokyčius dėl jūros vartų rekonstrukcijos, naudotas dvimatės skaitmeninės modelių sistemos MIKE 21 hidrodinaminis modulis HD, sukurtas Danijos hidraulikos institute. Tai dvimatis netolygiai kintančios tėkmės modulis, kurio pagalba apskaičiuojami vandens lygio svyravimai, debito pokyčiai ir tėkmės greičių pasiskirstymas. HD modulis sudarytas remiantis antro laipsnio tikslumo baigtinių skirtumų elementų metodo ADI sprendimo schema (MIKE 21 Hydrodynamic Module, 2002). Vandens lygiai ir srovės apskaičiuojamos kiekvienam kvadratinio tinklelio elementui, įvertinant vandens telkinio batimetriją, dugno šiurkštumą, vėjų kryptis, kraštines sąlygas.

Norint nustatyti gautų rezultatų patikimumą didelę reikšmę turi modelio kalibravimas naudojant stebėjimų bei matavimų duomenis. Kalibravimo procedūra yra reikalinga empirinių modelio parametrų bei koeficientų nustatymui bei patikrinti, ar kraštinės ir pradinės sąlygos atitinka modelyje naudojamas sąlygas. MIKE 21 HD modulis kalibruojamas pagal šiurkštumo ir turbulentiškumo koeficientus.

Modelis buvo kalibruotas pagal 2001 ir 2002 metais išmatuotus Klaipėdos sąsiaurio tėkmės greičius bei apskaičiuotus debitus, kai naudojama batimetrija iki jūros vartų rekonstrukcijos, ir pagal 2002 m. duomenis batimetrijai po jūros vartų rekonstrukcijos. Išmatuotos tėkmės greičių reikšmės skiriasi nuo –26 iki +21% nuo sumodeliuotų tėkmės greičių reikšmių. Tačiau tėkmės greičių profilių formos yra labai panašios. Tai patvirtina aukšti koreliacijos koeficientai tarp išmatuotų ir sumodeliuotų tėkmės greičių. Todėl galima padaryti išvadą, kad modelis sukalibruotas teisingai.

Hidrodinaminis Klaipėdos sąsiaurio modeliavimas atliktas tekant 1660, 2700 ir 4250 m³/s debitams iš Kuršių marių į Baltijos jūrą bei 1450 ir 2200 m³/s debitui iš Baltijos jūros į Kuršių marias (Gailiušis ir kt., 2004). Skaičiavimai atlikti pradiniam batimetrijos variantui (prieš jūros vartų

rekonstrukcija) ir pakeitus batimetriją (atlikus jūros vartų rekonstrukciją). Nustatytas Klaipėdos sąsiaurio pralaidumas ir jo pokyčiai šiems dviems variantams tekant įvairiems debitams, t.y. apskaičiuotas sąsiauriu tekantis debitas esant tam pačiam lygių skirtumui tarp Kuršių marių ir Baltijos jūros (3.7.1 lentelė). Klaipėdos uosto jūros vartų rekonstrukcija turi įtakos Klaipėdos sąsiaurio pralaidumui – ši priemonė sumažina sąsiaurio pralaidumą iki 4,0% tekant debitui iš Kuršių marių į Baltijos jūrą ir iki 2,5% tekant debitui iš Baltijos jūros į Kuršių marias (3.7.1 lentelė). Dėl jūros vartų rekonstrukcijos sumažintas Klaipėdos sąsiaurio druskingumas – mažiau druskingo vandens patenka į Kuršių marias.

3.7.1 lentelė. Klaipėdos sąsiaurio pralaidumo palyginimas

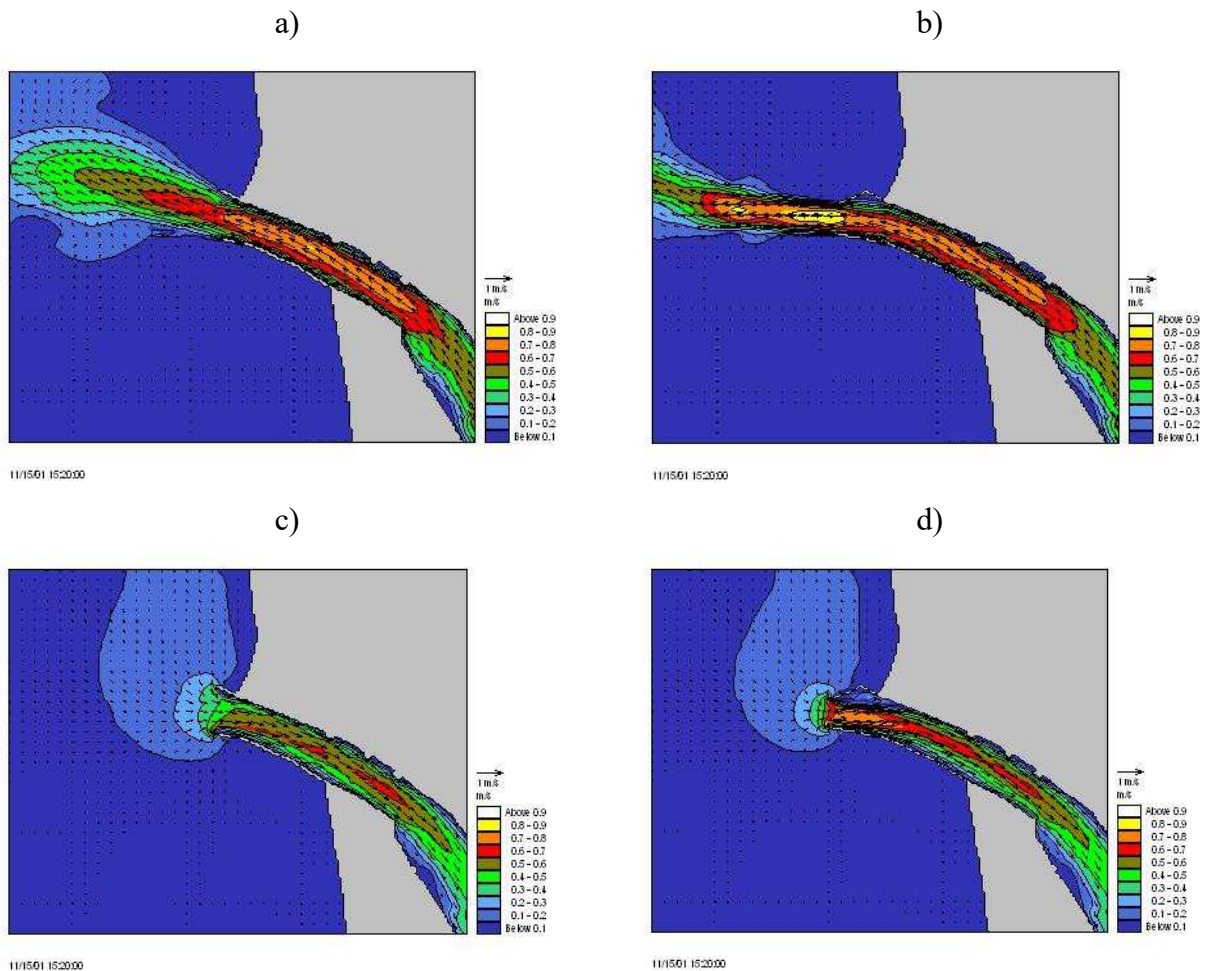
Variantai	Klaipėdos sąsiaurio pralaidumas, kai Kuršių marių ir Baltijos jūros lygių skirtumas		
	0,085 m	0,25 m	0,54 m
Be jūros vartų rekonstrukcijos	1661	2844	4247
Su naujais jūros vartais	<u>1595</u> -4,0	<u>2730</u> -4,0	<u>4083</u> -3,9

Variantai	Klaipėdos sąsiaurio pralaidumas, kai Baltijos jūros ir Kuršių marių lygių skirtumas	
	0,085 m	0,20 m
Be jūros vartų rekonstrukcijos	1445	2193
Su naujais jūros vartais	<u>1413</u> -2,2	<u>2138</u> -2,5

Pastaba: skaitiklyje – sąsiaurio pralaidumas m³/s, vardiklyje – pralaidumo pokytis %, palyginus su 0 variantu.

Sumodeliuotos tėkmės struktūros rodo tėkmės greičių pokyčius, kurie atsiranda dėl jūros vartų rekonstrukcijos. 3.7.1 a ir b paveiksluose atvaizduoti tėkmės greičiai ir kryptys tekant 2700 m³/s debitui iš Kuršių marių į Baltijos jūrą. Prieš jūros vartų rekonstrukciją didžiausi įplaukos kanalo tėkmės greičiai siekia 0,8 m/s, o tarp jūros vartų molų – 0,7 m/s (3.7.1 a pav.). Po jūros vartų rekonstrukcijos, įplaukos kanale tėkmės greičiai mažai pakinta. Didžiausi tėkmės greičiai apskaičiuoti tarp rekonstruotų jūros vartų molų – iki 0,9 m/s (3.7.1 b pav.). Baltijos jūros priekrantėje už uosto molų tėkmės greičiai nustatyti 0,6 – 0,9 m/s (3.7.1 b pav.). Po jūros vartų rekonstrukcijos, tėkmės greičiai labai padidėja tarp molų galvų (iki 28%). Tekant 4000 m³/s debitui iš Kuršių marių į Baltijos jūrą, tėkmės greičiai dar labiau padidėja. Prieš jūros vartų rekonstrukciją tėkmės greitis tarp

molų galų buvo 0,9 m/s, o po rekonstrukcijos - 1,2 m/s. Šioje akvatorijoje tėkmės greičiai padidėja iki 33% dėl naujos jūros vartų molų konfiguracijos.



3.7.1 pav. Klaipėdos sąsiaurio tėkmės struktūra, tekant $2700 \text{ m}^3/\text{s}$ debitui iš Kuršių marių į Baltijos jūrą (a) prieš jūros vartų rekonstrukciją, b) po jūros vartų rekonstrukcijos) ir tekant $2200 \text{ m}^3/\text{s}$ debitui iš Baltijos jūros į Kuršių marias (c) prieš jūros vartų rekonstrukciją, d) po jūros vartų rekonstrukcijos).

Tekant $2200 \text{ m}^3/\text{s}$ debitui iš Baltijos jūros į Kuršių marias, prieš uosto vartų rekonstrukciją tėkmės greičiai įplaukos kanale svyruoja $0,5 - 0,7 \text{ m/s}$ ribose (3.7.1 pav. c), o tarp molų galvų apie $0,3 - 0,5 \text{ m/s}$. Po uosto vartų rekonstrukcijos įplaukos kanale nustatytas žymus tėkmės greičių padidėjimas ($0,7 - 0,9 \text{ m/s}$) (3.7.1 d pav.) bei dideli tėkmės greičių pokyčiai (iki 40%) tarp molų galvų ir iki 10% įplaukos kanalo akvatorijoje. Šiuos pokyčius būtina įvertinti saugiai laivybai Klaipėdos uoste.

Rekonstruoti jūros vartų molai (uosto vartų „privėrimas) keičia bangų režimą uosto įplaukos kanale. Sudarytas Klaipėdos sąsiaurio bangų modelis leidžia įvertinti bangų sklaidos pokyčius sąsiauryje pakeitus uosto molų bei krantinių konstrukcijas bei uosto akvatorijos gylis. Klaipėdos sąsiauriu sklindančių bangų dinamikai modeliuoti naudojamas dvimačių skaitmeninių modelių

sistemos MIKE 21 bangų modelis MIKE 21 BW (Boussinesq Wave Module) (MIKE 21 Wave Modelling, 2005). Šis modelis leidžia įvertinti bangavimo procesus (difrakciją, refrakciją, atsispindėjimą).

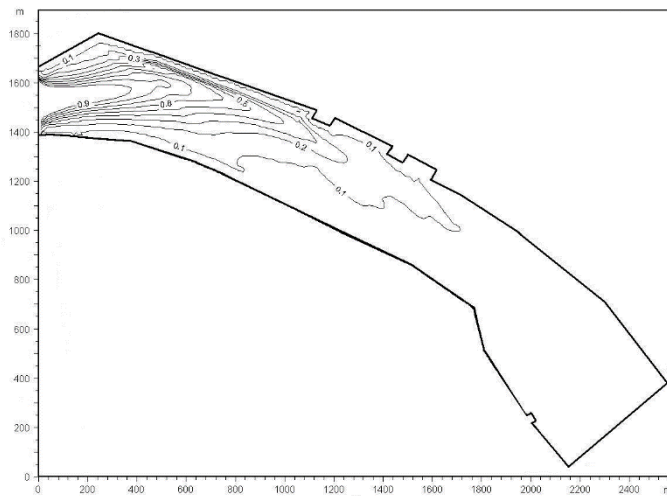
Bangavimo modeliavimui parinkti šie parametrai: vidutinis bangos aukštis 14 gilyje – 4,2 m ir bangos periodas – 8,0 s sklindant 270° krypties bangai. Pagal bangų parametrus apskaičiuotas modeliuojamos srities tinklelio gardelės dydis – 5 m ir laiko žingsnis – 0,3 s. Šie parametrai tenkina modelio stabilumo kriterijų (Courant skaičius <1). Išorinis bangų generavimas atliekamas 320 m atstumu nuo įplaukos kanalo atviros jūros pjūvyje, sutampančiame su y ašimi (Kriauciūnienė ir kt., 2006).

Klaipėdos uosto vartų molų rekonstrukcija (senųjų molų pratęsimas) turėjo sumažinti bangų įsiveržimą į uosto akvatoriją. Šį teiginį patikrinome naudojant bangų modelį, pakeitus Klaipėdos uosto akvatorijos batimetriją (molų struktūra iki rekonstrukcijos). Svarbios vėjo kryptys nagrinėjant bangų sklaidą sąsiauryje yra nuo 225 iki 315°, nes pučiant kitų krypčių vėjui sąsiauryje nėra didelių bangų. Šiomis sąlygomis bangų sklaida sąsiauryje buvo sumodeliuota pučiant 270° krypties 20 m/s greičio vėjui. Gauti rezultatai palyginami su bangų sklaida sąsiauryje dabartinėmis sąlygomis. 3.7.2 pav. atvaizduotas bangų difrakcijos koeficiento pasiskirstymas prieš ir po uosto molų rekonstrukcijos pučiant 270° krypties 20 m/s greičio vėjui. Matomi bangų įsiveržimų į sąsiaurį akivaizdūs skirtumai: prieš molų rekonstrukciją bangos, kurių difrakcijos koeficientas yra didesnis negu 0,9 (t.y. bangos aukštis yra didesnis negu 3,5 m), pasklinda 500 m atstumu nuo jūros vartų, o po rekonstrukcijos tokios bangos pasklistų tik 400 m atstumu. Aukštos bangos įsiveržimo frontas prieš molų rekonstrukciją apima visą sąsiaurio plotį, o po molų rekonstrukcijos aukštos bangos sklidimo frontas yra žymiai siauresnis (apie 100 m).

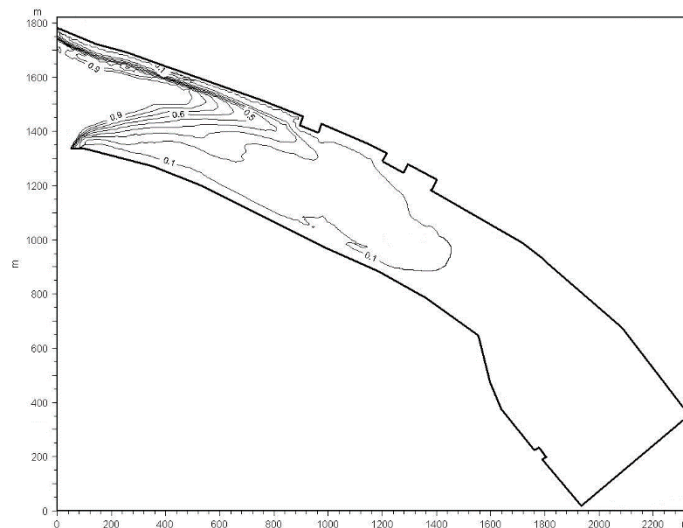
Bangų modeliavimo rezultatai gali būti panaudoti: laivybos ir krovos darbų sąlygų charakteristikai eksploatuojant Klaipėdos uosto akvatoriją ypač ekstremaliomis sąlygomis (pučiant stipriems vėjams), laivavedžiams apmokytai ir treniruoti, laivų avarijoms tirti, hidrotechnikos statinių (krantinių, molų, terminalų) bangų apkrovų nustatymui juos projektuojant, ekstremalių audrų pasekmių aplinkai (krantui, paplūdimiams, statiniams) tirti.

Klaipėdos sąsiaurio bangų sklaidos modelį reikėtų patikslinti gavus naujų duomenų apie bangų parametrus bei pasikeitus sąsiaurio batimetrijai bei krantinių išdėstymui.

a)



b)



3.7.2 pav. Klaipėdos sąsiaurio bangų difrakcijos koeficiento asiskirstymas pučiant 20 m/s greičio 270° krypties vėjui: a) po uosto molų rekonstrukcijos, b) prieš rekonstrukciją.

Apibendrinimas

Svarbiausias Klaipėdos uosto plėtrą ribojantis veiksnys yra Klaipėdos sąsiaurio hidrodinaminis režimas (sąsiaurio vandens apykaita ir tėkmių struktūra), kuris lemia bangų bei nešmenų pernašos procesus bei ekosistemų egzistavimo sąlygas tiek sąsiauryje, tiek Kuršių mariose. Todėl rekonstruojant Klaipėdos uosto įplaukos kanalą (keičiant uosto vartų molų konfigūraciją) būtina nustatyti galimą poveikį hidrodinaminiam sąsiaurio režimui.

Naudojant dvimatį hidrodinaminį modelį MIKE 21, sumodeliuota Klaipėdos sąsiaurio tėkmių struktūra prieš ir po uosto vartų rekonstrukcijos. Svarbią reikšmę sumodeliuotų hidrodinaminio režimo parametrų tikslumui turi modelio kalibravimas. Todėl būtina atlikti Klaipėdos sąsiaurio

tėkmės matavimus įvairiomis gamtinėmis sąlygomis ir po kiekvieno baigto didesnio uosto plėtros projekto.

Klaipėdos uosto jūros vartų rekonstrukcija sumažina sąsiaurio pralaidumą iki 4,0% tekant debitui iš Kuršių marių į Baltijos jūrą ir iki 2,5% tekant debitui iš Baltijos jūros į Kuršių marias. Ši priemonė dalinai kompensuoja Klaipėdos sąsiaurio pralaidumo padidėjimą, kuris atsiranda dėl uosto farvaterio gilinimo.

Nustatyti tėkmės struktūros pokyčiai, kurie atsiranda dėl jūros vartų rekonstrukcijos. Tekant 2700 m³/s debitui iš Kuršių marių į Baltijos jūrą, didžiausi tėkmės greičiai (iki 0,9 m/s) apskaičiuoti tarp rekonstruotų jūros vartų molų. Po jūros vartų rekonstrukcijos tėkmės greičiai labai padidėja tarp molų galvų (iki 28%). Tekant 2200 m³/s debitui iš Baltijos jūros į Kuršių marias, prieš uosto vartų rekonstrukciją tėkmės greičiai įplaukos kanale svyravo 0,5 – 0,7 m/s ribose, o tarp molų - 0,3–0,5 m/s. Po jūros vartų rekonstrukcijos nustatytas tėkmės greičių padidėjimas (40%) tarp molų galvų ir iki 10% įplaukos kanalo akvatorijoje. Šiuos tėkmės greičių pokyčius reikėtų įvertinti nustatant saugias laivybos sąlygas Klaipėdos uoste.

Klaipėdos sąsiauryje ekstremalios vėjo sukeltų bangų elementų reikšmės apskaičiuotos pučiant stipriems 270° krypties vėjams. Audrų poveikis bangavimui stebimas nuo uosto vartų iki uosto krantinės Nr. 10, t.y. daugiau kaip dviejų kilometrų atstumu nuo uosto vartų molų. Nustatyta, kad po molų rekonstrukcijos aukštos bangos sklidimo frontas yra žymiai siauresnis (apie 100 m).

3.7.3. UAB „Bega“ pirsas įtaka Klaipėdos sąsiaurio akvatorijos aplinkos būklei

UAB „Bega“ pirsas įtaka Klaipėdos sąsiaurio akvatorijos aplinkos būklei buvo vertinama atliekant Klaipėdos valstybinio jūrų uosto krantinių Nr. 66 ir 67 rekonstrukciją ir įrengiant pirsas tipo krantinę Nr. 66A ir Nr. 67A (Klaipėdos valstybinio jūrų uosto..., 2006a).

Buvo numatyta:

- 1) rekonstruoti krantines Nr. 66 ir 67 pritaikant jas naujam gyliui;
- 2) pratęsti krantinę Nr. 66 įrengiant 229x30 m dydžio pirsą Nr. 66A – 67A;
- 3) pagilinti akvatoriją prie rekonstruotų krantinių Nr. 66-67. Pirsas Nr. 66A ir Nr. 67A šiaurės pusėje gylis 10,0 m, pietų pusėje – 14,0 m. Šiam variantui įgyvendinti buvo būtina gilinti iki 14,0 m ir platinti iki 150 m. įplaukos kanalą bei įrengti laivų apsisukimo akvatoriją ties krantinėmis Nr. 68 ir Nr. 69.

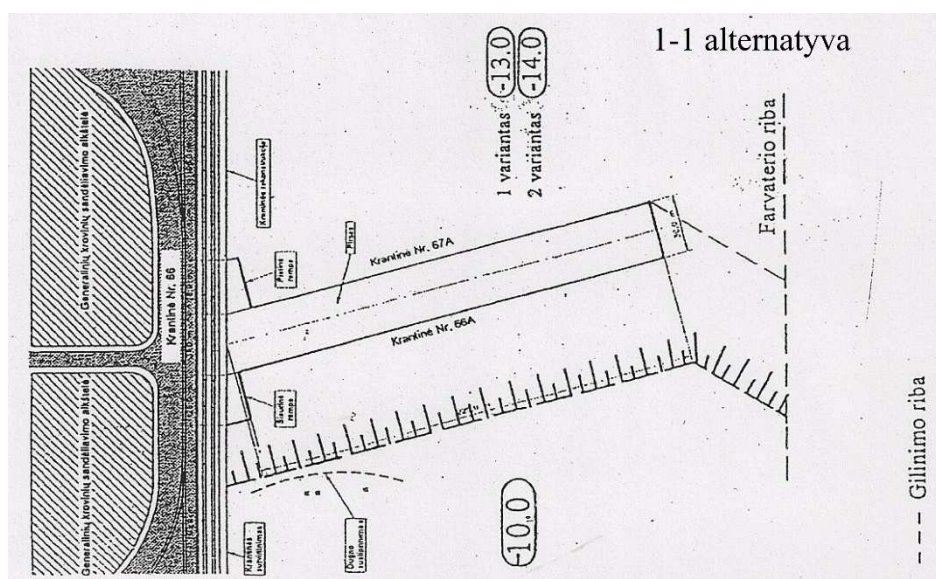
Svarbiausiu ilgalaikiu aplinką veikiančiu veiksniu ir pagrindine aplinkos pokyčių priežastimi buvo Klaipėdos sąsiaurio pralaidumo padidėjimas. 229 m ilgio pirsas įrengimas prie krantinės Nr. 66A sudaro kliūtį Klaipėdos sąsiaurio tėkmės kelyje ir gali būti nagrinėjamas kaip gamtos saugos priemonė,

mažinant Klaipėdos sąsiaurio pralaidumą pagilinus uosto įplaukos kanalą. Todėl buvo numatyta išnagrinėti krantinių Nr. 66A ir 67A pirmo 3 konstrukcijas: akliną, pralaidžią (tiltinę) ir pusiau pralaidžią (3.7.3 pav.). Pirmo konstrukcija turi įtakos sąsiaurio pralaidumo padidėjimui bei nešmenų sankaupoms ir buvo parinkta pagal poveikio dydį bei minimalias pasekmes PAV ataskaitoje.

3.7.3.1 Galimas poveikis vandens telkinių hidrologiniam režimui

Uosto pirmo Nr. 66A–67A konstrukcijos poveikis aplinkai nustatytas lyginant įvairius pirmo variantus ir pokyčius (sąsiaurio pralaidumo, tėkmės greičių, nešmenų akumuliacijos) su pradiniu (0) 1996 metų uosto farvateriu.

Sąsiaurio tėkmės struktūra modeliuota taikant skaitmeninių modelių sistemos MIKE 21 hidrodinaminį modelį (HD). Hidrodinaminiam modeliavimui pasirinkta Klaipėdos sąsiaurio ir Baltijos jūros priekrantės akvatorija. Nagrinėjamos akvatorijos tinklelio kvadratinės gardelės pasirinktas dydis 20 m, o tinklelio dydis – 360 gardelių x kryptimi ir 560 gardelių y kryptimi. Modelis kalibruotas pagal išmatuotus tėkmių greičius Klaipėdos sąsiauryje 2002 m. kovo 27 d.



Smeltė” krantinių 7-10 m, nėra laivų apsisukimo akvatorijų, išskyrus tarptautinio kelto akvatoriją ir negilinta šiaurinė Kuršių marių dalis.

1 alternatyva – 150 m pločio ir 14,0 m gylio farvateris nuo 10 krantinės iki UAB “Bega” krantinių (67-72 krantinės) bei 60 m pločio ir 6,0 m gylio farvateris iki užteršto grunto aikštelės.

1-1 alternatyva – numatomas aklinas pirsas Nr. 66A–67A kaip gamtosaugos priemonė 1 alternatyvos įgyvendinimui (3.7.3 a pav.).

1-2 alternatyva – numatomas pusiau pralaidus pirsas Nr. 66A–67A kaip gamtosaugos priemonė 1 alternatyvos įgyvendinimui (3.7.3 b pav.).

1-3 alternatyva – numatomas pralaidus pirsas Nr. 66A–67A kaip gamtosaugos priemonė 1 alternatyvos įgyvendinimui (3.7.3 c pav.).

Tėkmės struktūra buvo sumodeliuota 2 Klaipėdos sąsiaurio tėkmės režimams: 1) iš Kuršių marių į Baltijos jūrą, kai teka 1600, 2700 ir 4000 m³/s debitai; 2) iš Baltijos jūros į Kuršių marias, kai teka 1600, 2400 ir 3200 m³/s debitai. Šioms debitų reikšmėms paskaičiuoti Klaipėdos sąsiaurio pralaidumo pokyčiai aklinam (1-1 alternatyva), pusiau pralaidžiam (1-2 alternatyva) ir pralaidžiam tiltinio tipo pirsui (1-3 alternatyva). 3.7.4 ir 3.7.5 pav. pateiktos Klaipėdos sąsiaurio tėkmės struktūros, kai teka 2700 m³/s debitas į Baltijos jūrą ir 2400 m³/s debitas į Kuršių marias. Klaipėdos sąsiaurio pralaidumo kreivių palyginimas su 1996 metų uosto farvateriu (0 alternatyva) pateiktas 3.7.2 lentelėje.

3.7.2 lentelė. Klaipėdos sąsiaurio pralaidumo palyginimas (skaitiklyje – sąsiaurio pralaidumas m³/s, vardiklyje – pralaidumo padidėjimas %, palyginus su „0“ alternatyva)

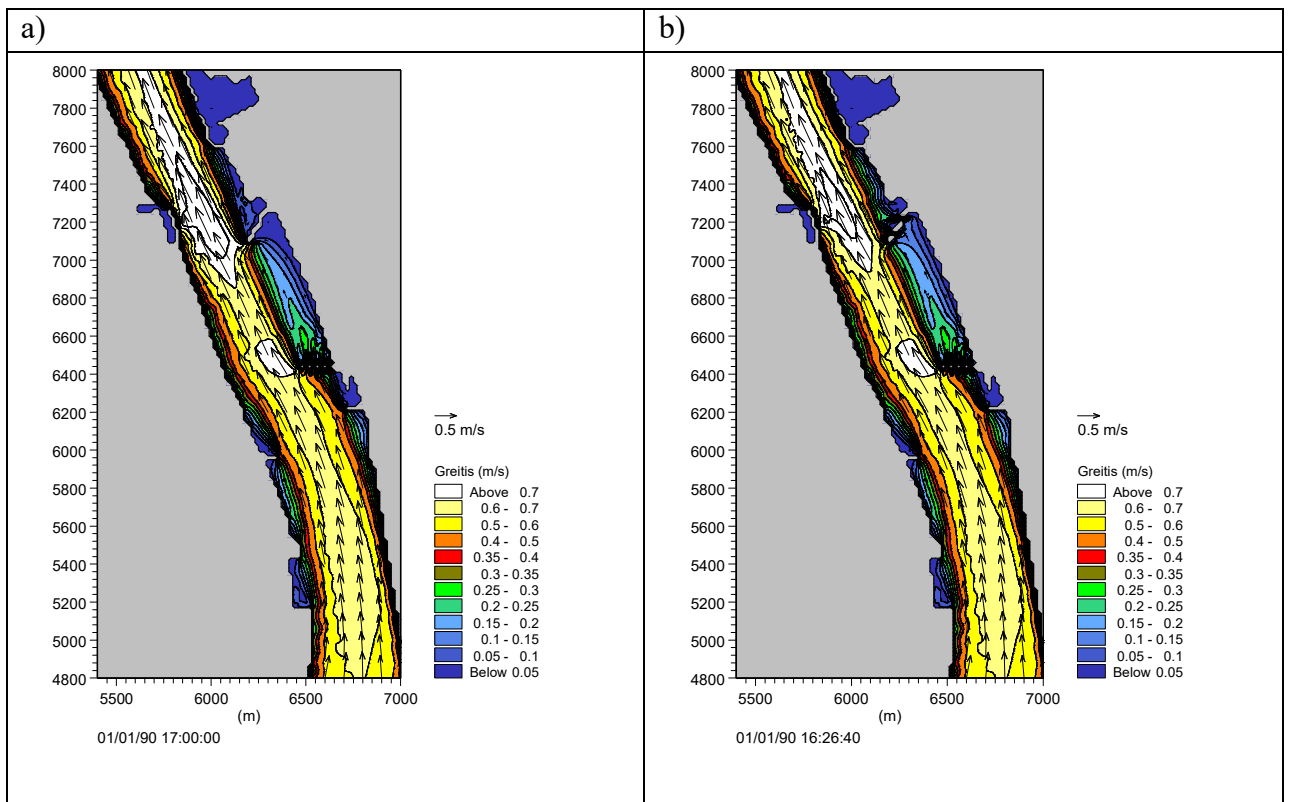
Alternatyvos	Klaipėdos sąsiaurio pralaidumas, kai Kuršių marių ir Baltijos j. lygių skirtumas		
	0,13 m	0,36 m	0,74 m
0	1600	2700	4000
1	<u>1835</u>	<u>3070</u>	<u>4480</u>
	14,7	13,7	12,0
1-1	<u>1748</u>	<u>2942</u>	<u>4344</u>
	9,3	9,0	8,6
1-2	<u>1755</u>	<u>2954</u>	<u>4363</u>
	9,7	9,4	9,1
1-3	<u>1772</u>	<u>2984</u>	<u>4410</u>
	10,8	10,5	10,2

Alternatyvos	Klaipėdos sąsiaurio pralaidumas, kai Baltijos j. ir Kuršių marių lygių skirtumas		
	0,15 m	0,36 m	0,75 m
0	1600	2400	3200
1	<u>1835</u>	<u>2730</u>	<u>3640</u>

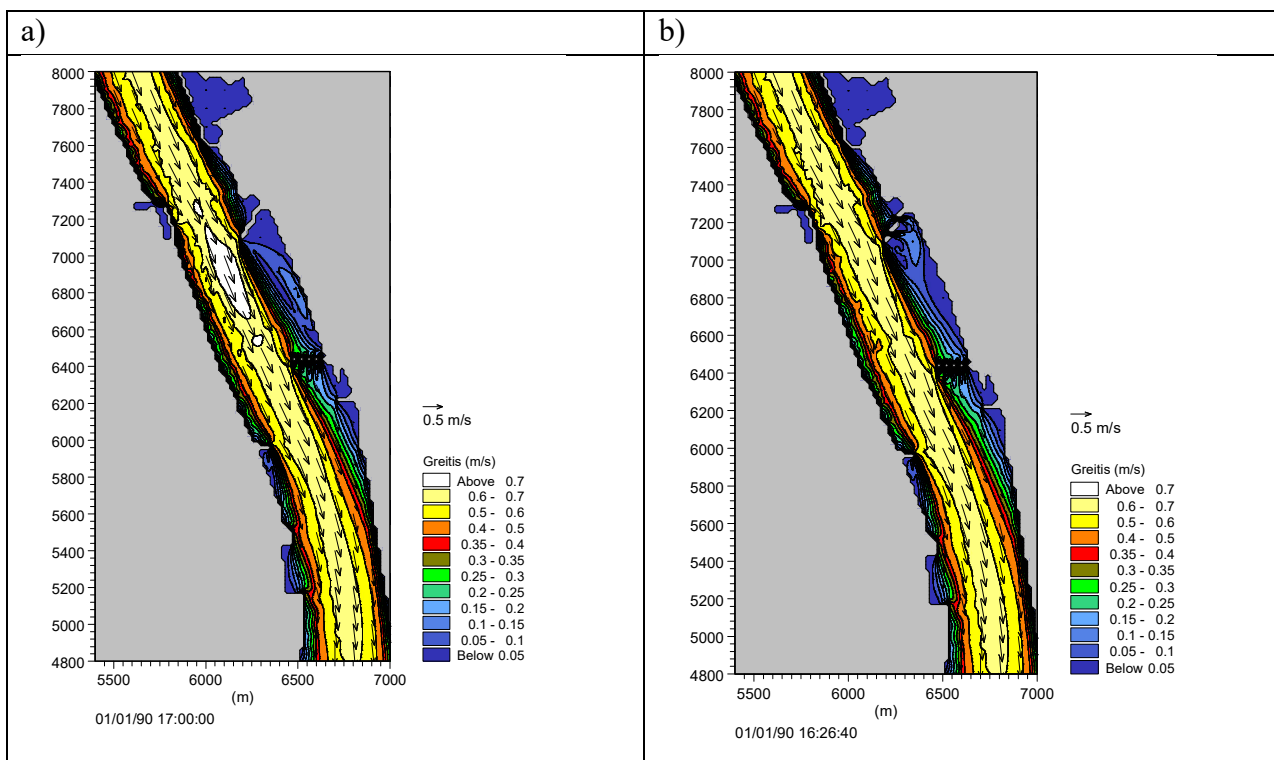
	14,7	13,8	13,7
1-1	<u>1755</u>	<u>2630</u>	<u>3499</u>
	9,7	9,6	9,3
1-2	<u>1762</u>	<u>2640</u>	<u>3511</u>
	10,1	10,0	9,7
1-3	<u>1778</u>	<u>2661</u>	<u>3538</u>
	11,1	10,9	10,6

Atlikti sąsiaurio pralaidumo skaičiavimai parodė, kad siūlomos naujos uosto gilavimo (1 alternatyva) sąlygos leidžia gilinti uosto akvatoriją tarp 10 ir 70 krantinių iki 14,0 m ir įrengti 150 m pločio farvaterį, nes pralaidumą mažinančių priemonių taikymas sumažina sąsiaurio pralaidumą taip:

- pirsas Nr. 66A-67A įrengimas 1,3-1,6%,
- atsisakymas įrengti 6,0 m gylio ir 60 m pločio farvaterį iki užteršto grunto aikštelės (jau suderintas 3,5 m gylio farvateris) 1,6-2,0%.



3.7.4 pav. Klaipėdos sąsiaurio tėkmės struktūra tekant 2700 m³/s debitui iš Kuršių marių į Baltijos: a) aklinas pirsas, b) pusiau pralaidus pirsas.



3.7.5 pav. Klaipėdos sąsiaurio tėkmės struktūra tekant 2400 m³/s debitui iš Baltijos į Kuršių marias: a) aklinas pirsas, b) pusiau pralaidus pirsas.

Taigi, bendras visų pralaidumą mažinančių priemonių taikymas sumažintų pralaidumą nuo 12,0–14,7% (1 alternatyva) iki 8,6–9,7% įrengiant akliną pirsą (1-1 alternatyva), 9,1–10,1% pusiau pralaidų pirsą (1-2 alternatyva) ir 10,2–11,1% pralaidų pirsą (1-3 alternatyva) (3.7.2 lentelė). Ataskaitoje pasiūlyta įrengti pusiau pralaidų pirsą (1-2 alternatyva), kuriame būtų dvi 20 m pločio angos nešmenims praleisti, o pirsas keturis būtų 0,3 m žemiau minimalaus vandens lygio, kad ledonešio metu akvatorijoje nesikauptų ledai.

3.7.3.2 Galimas poveikis dugnui ir krantams

Krantinių rekonstrukcijos ir gilinimo poveikis sąsiaurio dugnui ir krantams gali pasireikšti:

- 1) krantinių Nr. 66 ir Nr. 67 pastovumui. Įvertinama krantinių projektavimo metu parenkant jų konstrukciją;
- 2) Kuršių nerijos krantų ir povandeninio šlaito pastovumui dėl padidėjusio tėkmės gylio;
- 3) sąsiaurio dugno pokyčiams (erozijos ir akumuliacijos procesams) dėl pakitusio tėkmės greičio.

Povandeninio šlaito pastovumas. KJKK “Bega” krantinių akvatorija yra į rytus nuo uosto farvaterio, kurio gilinimo iki 14,0 m ir platinimo iki 150 m galimybės nagrinėtos Klaipėdos

valstybinio jūrų uosto akvatorijos tarp krantinių 10 ir 100 gilinimo iki 14 m poveikio aplinkai vertinimo ataskaitoje (Klaipėdos valstybinio jūrų..., 2003).

Klaipėdos uosto farvaterio vakarų riba nutolusi nuo Kuršių nerijos nacionalinio parko krantų per 120-150 metrų. Vidutinis povandeninio šlaito moreninio priemolio ir priesmėlio gruntų nuolydis, susiformavęs per daugiametį laikotarpį yra nuo 1:5 iki 1:8. Projektuojant naują farvaterį šiaurinėje uosto dalyje (Klaipėdos valstybinio jūrų..., 2003), buvo priimtas moreninių gruntų šlaito nuolydis 1:7. Kranto pastovumo atsargos koeficientas ties uosto 2-5 krantinėmis esant povandeninio šlaito nuolydžiui siekė 3-3,7, kai leistinas turi būti didesnis už 1,05.

Skaičiavimų rezultatai parodė, kad perkėlus uosto farvaterio vakarų ribą į vakarus ir pagilinus iki 14,5 m, povandeninio šlaito pastovumas (atsargos koeficientas nuo 2,03 iki 7,37) yra žymiai didesnis už leistiną $k=1,05$.

Dugno erozija ir akumuliacija. Klaipėdos sąsiaurio tėkmės struktūra (greitis ir kryptis) veikia ne tik plaukiančius laivus, bet lemia nešmenų pasiskirstymą, jų pernašą ir akumuliaciją. Įrengus naują pirsą (ypač aklino konstrukcijos), dėl skerspjūvio sumažėjimo 8-10% kyla dugno erozijos pavojus (3.7.4 ir 3.7.5 pav.) padidėjusio tėkmės greičio vietose.

Ekspluatuojant akvatoriją prie pirsų Nr. 66A ir Nr. 67A, gali susidaryti nešmenų sancaupos, trukdančios laivybai ir branginančios eksploataciją. Klaipėdos sąsiaurio nešmenų srantai sumodeliuoti įvairiems pirsų konstrukcijos variantams bei tėkmės režimams. Nustatyta, kad vyks nežymi nešmenų akumuliacija ties "Bega" aklino pirsų atveju ir žymi erozija aklino pirsų bei nežymi erozija pusiau pralaidaus pirsų atveju.

Akvatorijoje ir įplaukos kanale ties krantinėmis Nr. 67A ir Nr. 67 stebima nešmenų akumuliacija tik tiltinio pirsų atveju. Pagrindinė šios akumuliacijos priežastis – staiga padidėjęs tėkmės skerspjūvis ir sumažėję greičiai. Todėl šiuo požiūriu labiau priimtinos pirsų konstrukcijos, didinančios tėkmės greičius (pusiau pralaidus pirsas) ir neleidžiančios susikaupti nešmenims akvatorijoje. Kadangi tėkmės kryptis keičiasi, o debitai kinta plačiose ribose, tai ir erozijos bei akumuliacijos vietos kinta. Akvatorijoje paplitę atsparūs išplovimui moreniniai priemoliai, todėl erozijos židiniuose bus išplaunami tik nusėdę smėliai ir dumblai.

Apibendrinus modeliavimo rezultatus pateiktos šios išvados:

1. Didžiausius tėkmės greičius ir dugno eroziją sukelia aklinas pirsas.
2. Pagilinus farvaterį ir akvatoriją, tiltinio (pilnai pralaidaus) ir aklino pirsų konstrukcija palanki smėlio ir dumblo akumuliacijai.

3. Pusiau pralaidus pirsas (su angomis) sukelia nežymią eroziją pirsu gale. Ši pirsu konstrukcija akvatorijos eksploatacijos požiūriu labiausiai priimtina.

3.7.3.3 Galimas poveikis biologinei įvairovei

Išanalizavus duomenis apie Klaipėdos sąsiaurio ekologinę būklę bei jos poveikį Kuršių marių ir Baltijos jūros priekrantės zonai, buvo nustatyti svarbiausi ekologiniai veiksniai, į kuriuos būtina atsižvelgti vykdant uosto gilinimo bei krantinių rekonstrukcijų darbus (Klaipėdos valstybinio jūrų..., 2006a). Tai yra:

- unikali geografinė uosto padėtis;
- akvatorijos užterštumas;
- hidrobiocenozė degradacijos laipsnis;
- žuvų migracijos trasos ir nerštavietės.

Neatsižvelgus į minėtus veiksnius, galimi šie pokyčiai:

- rūšinės įvairovės bei hidrobiocenozė struktūrų pokyčiai;
- biologinio savaiminio apsivalymo galimybių sumažėjimas;
- bakteriologinės-sanitarinės situacijos blogėjimas;
- žuvų mitybinės bazės degradacija;
- teršalų akumuliacija hidrobiontuose;
- hidrobiontų genetiniai ir biologiniai pokyčiai;
- aplinkos saprobiškumo didėjimas “mirties zonose”;
- žuvų išteklių pokyčiai Baltijos jūroje ir Kuršių mariose;
- žuvų produktyvumo, kokybės bei biologinių rodiklių blogėjimas;
- nerštaviečių degradacija;
- žuvų orientacijos ir migracijos sutrikimai;
- ekologiniai ir ekonominiai nuostoliai.

Atsižvelgdami į Klaipėdos uosto akvatorijos unikalią geografinę padėtį ir joje vykstančius hidrolitodinaminius, geocheminius, biologinius procesus, uosto akvatorijos gilinimas turi būti vykdomas taikant priemones, mažinančias uosto rekonstrukcijos ir gilinimo neigiamą poveikį gamtinei aplinkai tiek statybos, tiek eksploatacijos metu.

Siekiant sumažinti numatomo gilinimo neigiamą poveikį gamtinei aplinkai, buvo rekomenduojama derinti atliekamų darbų terminus su pagrindinių praeivių žuvų migracijų bei neršto terminais: dugno gilinimo darbų pageidautina nevykdyti arba bent nevykdyti tamsiu paros metu vykstant vertingiausių praeivių žuvų rūšių intensyviausiai migracijai ir gėlavandenių žuvų bei

strimelių nerštui artimose sąsiauriui akvatorijose (pavasari – balandžio-gegužės mėn., rudenį – nuo rugpjūčio vidurio iki spalio pabaigos).

Remiantis duomenimis apie Klaipėdos uosto gilinimo darbų apimtį, gilinimo darbų rajonus, terminus ir technologijas bei gamtinės aplinkos pokyčius galima teigti, kad šie darbai daro poveikį žuvų migracijoms tiesiogiai ir netiesiogiai. Tiesioginis šių darbų poveikis pasireiškia tuo, kad gilinimo technikos sukiamas triukšmas atbaido migruojančias žuvis, o dirbant žemsiurbei galimi žuvų ir ypač jų jauniklių sužalojimai ar apsvaiginimas.

Netiesioginis gilinimo darbų poveikis žuvų migracijoms vyksta per aplinkos sąlygų, pagrindinai drumstumo ir antrinės taršos, pokyčius. Šių parametru kaitos kritines ribas labai sunku nustatyti dėl duomenų stokos ir labai skirtingo jų interpretavimo. Be to, nėra jokių normatyvinių dokumentų apie ribines drumstumo koncentracijas migruojančioms žuvims. Daugelyje darbų nurodoma, kad kritinės suspensijų koncentracijos žuvims yra nuo 100 iki 300 mg/l. Yra duomenų, kad drumstumo koncentracijos viršijančios 35 mg/l sumažina žuvų mitybos intensyvumą, 50 mg/l - sulėtina jų augimo tempus, 90 mg/l - sumažina žuvų atsparumą ligoms. Tačiau šie duomenys liečia uždarus vandens baseinus, kada drumstumo poveikis būna ilgalaikis. Tuo pačiu yra daug šaltinių nurodančių, kad vienuose vandens telkiniuose, kur suspensijų koncentracijos siekia 100 - 400 mg/l, žuvų išteklių buvo normalūs, kituose ta pati suspensijų koncentracija labai nuskurdina žuvų išteklius arba sukelia jų žuvimą. Nustatyta, kad ne visos žuvų rūšys vienodai reaguoja į drumstumą ir antrinę taršą. Daugelyje literatūrinių šaltinių nurodoma, kad jautriausiai į vandens drumstumą reaguoja starkis ir sykas. Atsparesnės jam yra lašišos ir žiobriai. O unguorio migracijos intensyviausiai vyksta tiktai esant padidintam vandens drumstumui. Be to, būtina atkreipti dėmesį, kad daugelis žuvų rūšių yra atsparios net kelių tūkstančių mg/l drumstumui, tačiau tiktai trumpą laiko periodą (1-2 paras). Ilgesnis padidintas drumstumo koncentracijos poveikis neigiamai atsiliepia žuvų gyvybinėms funkcijoms. Be to nustatyta, kad juo didesnis suspensijose esančių dalelių dydis, tuo didesni pavojų jos sukelia žuvų žiaunų struktūrai.

Būtina pabrėžti, kad kartais žuvis trumpą laiko tarpą (kelias valandas arba net dienas) nors ir gali pernešti dideles drumstumo koncentracijas, tačiau tai sukelia didelį rizikos laipsnį tolesniam jų gyvybingumui.

Nustatyta, kad didžiausią poveikį žuvų migracijoms sukelia dugno gilinimo darbai, kurie vykdomi uosto vartuose, laivybiniame kanale ir Kiaulės Nugaros salos vakarinėje sąsiaurio dalyje bei Kuršių nerijos priekrantėje, kur praeina pagrindinės verslinių praeivių žuvų migracijos trasos. Mažesnis poveikis būtų vykdant darbus rytinėje, labiausiai technogenizuotoje sąsiaurio dalyje, kurios praeivės žuvis dėl didelio antropogeninio poveikio vengia.

Rytinėje sąsiaurio dalyje nėra ir jokių žuvų nerštaviečių, todėl pačioje uosto akvatorijoje atliekami dugno gilinimo darbai neturėtų neigiamai paveikti žuvų išteklių, ypač jei atliekamų darbų terminai bus derinami su žuvų migracijų terminais. Didesnę įtaką praeivių žuvų migracijai gali turėti viso farvaterio gilinimas. Todėl yra svarbu derinti atliekamų darbų terminus su pagrindinių praeivių žuvų migracijų terminais. Priklausomai nuo meteorologinių sąlygų, migracijų terminai atskirais metais gali svyruoti 1-2 savaitėmis. Vertingiausių praeivių žuvų rūšių intensyviausios migracijos metu dugno gilinimo darbų pageidautina nevykdyti arba bent nevykdyti nakties metu, nes naktį migracija 5-10 kartų intensyvesnė. Intensyviausia praeivių žuvų migracija vyksta rugsėjo-spalio mėn., kai migruoja žiobris, lašiša ir šlakys bei balandžio-gegužės mėn., kai intensyviausiai migruoja žiobris, starkis, karšis, o marių šiaurinėje dalyje bei sąsiaurio vakarinėje priekrantėje gali vykti strimelės, ešerio, kuojos, karšio, starkio nerštas.

Apibendrinimas

Klaipėdos sąsiaurio pralaidumas yra svarbiausias hidrologinis–hidraulinis aplinkos veiksnys, kuris riboja Klaipėdos uosto farvaterio platinimą ir gilinimą. Pirsas, pasekmių aplinkai požiūriu, vertinamas kaip gamtosaugos priemonė, kuri mažina Klaipėdos sąsiaurio pralaidumą. Todėl pirsas (pralaidus, aklinas, pusiau pralaidus) konstrukcijos parinkimas ypač svarbus nagrinėjant uosto farvaterio gilinimo galimybes.

Klaipėdos valstybinio jūrų uosto 150 m pločio ir 14 m gylio farvaterio įrengimas (1 alternatyva) nuo krantinės Nr. 10 iki krantinės Nr. 70 padidina sąsiaurio pralaidumą 12,0-14,7% (lyginant su 1996 m farvateriu) ir reikalauja gamtosaugos priemonių, kurios didintų sąsiaurio pasipriešinimą tėkmei. Įrengus krantinės Nr. 66 pirsą Nr. 66A ir Nr. 67A ir 14,0 m gylio bei 150 m pločio farvaterį iki 70 krantinės, Klaipėdos sąsiaurio pralaidumas lyginant su 1996 m. farvateriu sudarytų:

- kai pirsas aklinas – 8,6–9,7%;
- kai pirsas pusiau pralaidus – 9,1–10,1%;
- kai pirsas pralaidus (tiltinis) – 10,2–11,1%.

Siekiant palengvinti pirsas eksploataciją, buvo siūloma įrengti pusiau pralaidų pirsą, kuriame būtų dvi 20 m pločio angos nešmenims praleisti, o pirsas keturios būtų 0,3 m žemiau minimalaus vandens lygio, kad ledonešio metu akvatorijoje nesikaupytų ledai.

Akvatorijų prie krantinių gilinimo darbus vykdyti ne žuvų neršto ir jų intensyvios migracijos metu.

Iškasos povandeninis šlaitas 1:7 formuojamas kasimo metu. Kranto pastovumo skaičiavimais nustatyta, kad toks šlaito nuolydis užtikrina kranto pastovumą. Prieš pradėdant gilinimo darbus, įvertinama dugno nuosėdų užterštumo būklė ir gaunamas leidimas gilinimo darbams.

3.7.4. Keleivių bei krovinių terminalo pirsų įtaka Klaipėdos sąsiaurio akvatorijos aplinkos būklei

UAB “Klaipėdos keleivių ir krovinių terminalas” pirsų įtaka Klaipėdos sąsiaurio akvatorijos aplinkos būklei buvo vertinama atliekant Klaipėdos valstybinio jūrų uosto krantinių Nr. 80 ir Nr. 81 rekonstravimą ir krantinių pratęsimą įrengiant pirsų tipo krantinę Nr. 80A ir Nr. 81A (Klaipėdos valstybinio jūrų..., 2006b). Planuojama krantinių rekonstrukcija su krantinių Nr. 80A ir Nr. 81A pratėsimu turėjo tikslą pagerinti krovos sąlygas bei aptarnauti didesnės grimzlės laivus.

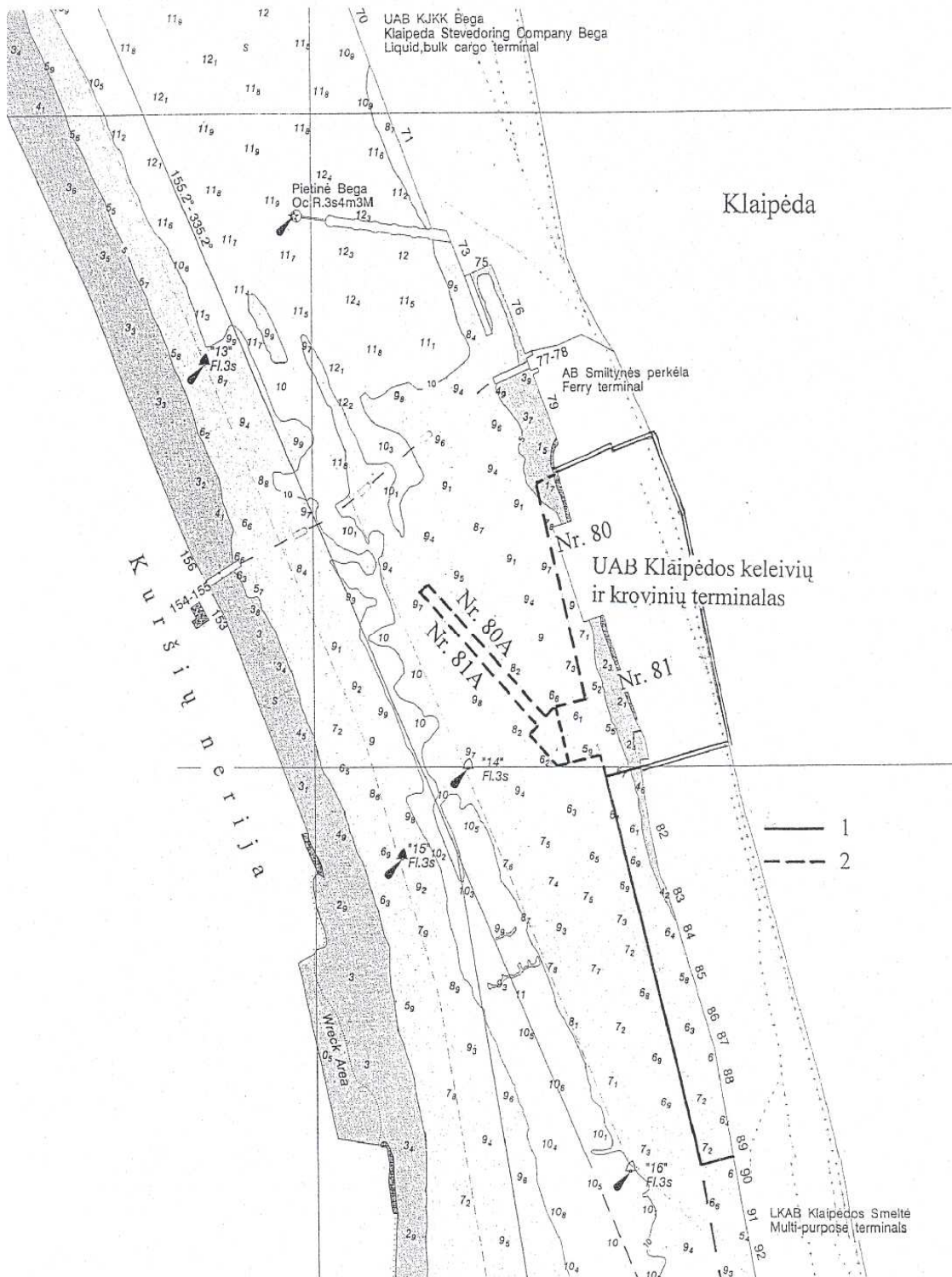
Tokio pobūdžio veiklai užtikrinti Klaipėdos valstybinio jūrų uosto akvatorijoje buvo numatyta:

- 1) rekonstruoti krantinę Nr. 80 pritaikant ją naujam 12,5 m gyliui;
- 2) pratęsti krantinę Nr. 81 įrengiant pirsą Nr. 80A – 81A (3.7.6 pav.). Pirsų dydis 230x30 m,
- 3) pagilinti akvatoriją prie rekonstruotų krantinių Nr. 80-81 iki 12,5 m.

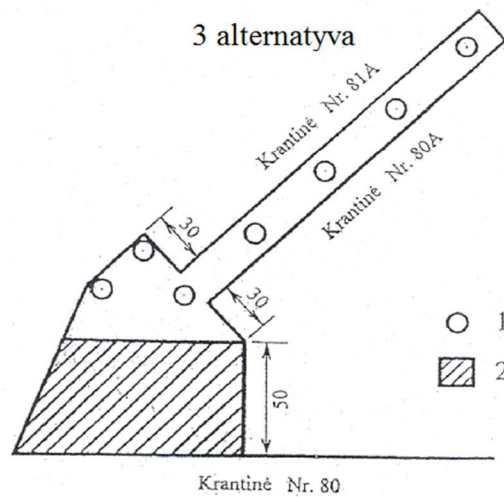
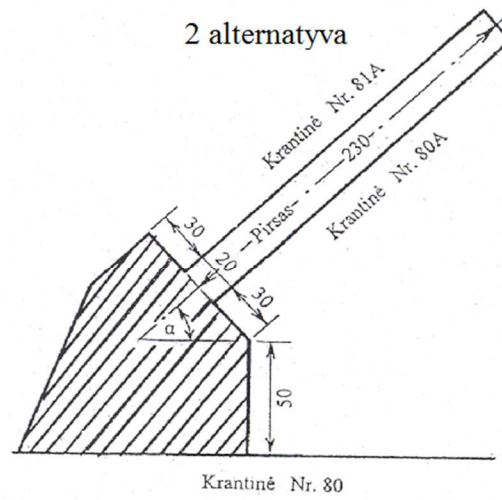
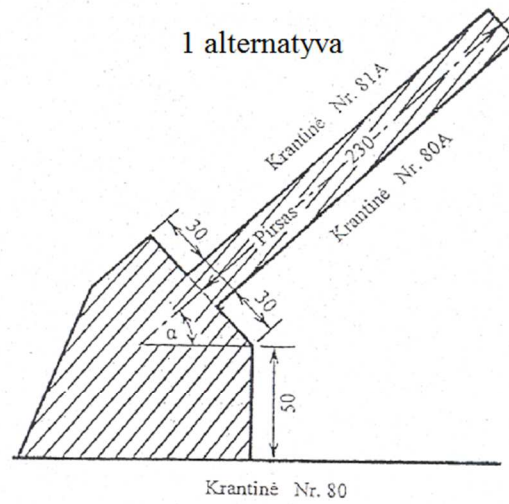
230 m ilgio pirsų įrengimas prie krantinės Nr. 81A sudaro kliūtį Klaipėdos sąsiaurio tėkmės kelyje ir gali būti nagrinėjamas kaip gamtos saugos priemonė, mažinanti Klaipėdos sąsiaurio pralaidumą pagilinus uosto įplaukos kanalą. Todėl buvo išnagrinėtos krantinių Nr. 80A ir 81A pirsų 3 konstrukcijos: aklinka, pralaidi (tiltinė) ir pusiau pralaidi (3.7.7 pav.). Pirsų konstrukcija buvo parinkta atsižvelgiant į poveikio dydį ir minimalias pasekmes.

3.7.4.1 Galimas poveikis vandens telkinių hidrologiniam režimui

Klaipėdos sąsiaurio, jungiančio Kuršių marias su Baltijos jūra, gilinimas laivybai neišvengiamai didina vandens masių apykaitą tarp šių vandens telkinių. Galimi Kuršių marių ekosistemos būklės pokyčiai sietini su padidėjusia jūros vandens prietaka bei greitesniu vandenų ištekėjimu į jūrą. Tai keičia marių vandens lygių režimą, kuris labai svarbus žuvų neršto metu bei padidina taršos pavojų, kai labiau užteršti uosto akvatorijos vandenys patenka į Kuršių marias. Todėl pirsas Nr. 80A ir Nr. 81A gali būti nagrinėjamas kaip gamtos saugos priemonė, kuri mažina sąsiaurio pralaidumą. Uosto pirsų Nr. 80A–81A konstrukcijos poveikis aplinkai buvo nustatytas lyginant įvairius pirsų variantus ir pokyčius (sąsiaurio pralaidumo, tėkmės greičių, nešmenų akumuliacijos) su pradiniu (0) 2005 metų uosto farvateriu ir tuometine krantinių planine padėtimi.



3.7.6 pav. Klaipėdos valstybinio jūrų uosto plano fragmentas: 1 – rekonstruotos UAB „Klaipėdos Smeltė“ krantinės, 2 – numatomų rekonstruoti UAB „Klaipėdos keleivių ir krovinių terminalo“ krantinės.



3.7.7 pav. Krantinių Nr. 80 ir Nr. 81 pirso konstrukcijos schema. 1 – pirso atramos, 2 – masyvioji pirso pagrindo dalis.

Sąsiaurio tėkmės struktūra modeliuota taikant skaitmeninių modelių sistemos MIKE 21 hidrodinaminį modelį (HD).

Hidrodinaminiam modeliavimui buvo pasirinkta Klaipėdos sąsiaurio ir Baltijos jūros priekrantės akvatorija. Nagrinėjamos akvatorijos tinklelio kvadratinės gardelės pasirinktas dydis 10 m, o tinklelio dydis – 720 gardelių x kryptimi ir 1120 gardelių y kryptimi. Sąsiaurio batimetrinis planas atitinka sąsiaurio dugno būklę jau įgyvendintus uosto gilinimo projektus pagal Klaipėdos regiono AAD 2003-12-23 d. sprendimą Nr. (8.3)-3-3038 (Klaipėdos valstybinio jūrų..., 2003).

Hidrodinaminiai Klaipėdos sąsiaurio skaičiavimai buvo atlikti tekant debitams iš Kuršių marių į Baltijos jūrą, kai lygių skirtumas 0,08, 0,22 ir 0,49 m bei debitui iš Baltijos jūros į Kuršių marias, kai lygių skirtumas 0,10 ir 0,40. Skaičiavimai atlikti pradiniam batimetrijos variantui (prieš krantinės rekonstrukciją) ir pakeitus batimetriją (nagrinėtiems krantinių variantams). Sudarytos sąsiaurio pralaidumo kreivės visiems variantams, t.y. apskaičiuotas sąsiauriu tekantis debitas esant tam pačiam lygių skirtumui tarp Kuršių marių ir Baltijos jūros.

Kadangi sprendimas dėl Klaipėdos valstybinio jūrų uosto akvatorijos tarp 10 ir 100 krantinių gilinimo iki 14 m priimtas (Klaipėdos valstybinio jūrų..., 2003), šiame skyriuje nagrinėjama įvairios konstrukcijos pirsas įtaka sąsiaurio pralaidumui ir Kuršių nerijos povandeniniam šlaitui. Tokio nagrinėjimo tikslas buvo – parinkti tokį krantinių Nr. 80 ir Nr. 81 rekonstravimo su pirsas Nr. 80A ir Nr. 81A įrengimu variantą, kuris tenkintų šiuos reikalavimus:

- gamtosaugos: turėtų teigiamą įtaką Klaipėdos sąsiaurio pralaidumo atžvilgiu ir nekeltų Kuršių marių nerijos povandeniniam šlaitui erozijos pavojaus;
- laivybos: netrukdytų laivų judėjimui uosto farvateriu;
- krovos darbų: būtų palankus transporto ir keleivių srautų judėjimui bei padidintų operatoriaus naudojamą teritoriją;
- darbų vykdymo: būtų įgyvendinamas mažiausiomis išlaidomis.

Hidrodinaminis sąsiaurio modeliavimas yra atliktas pagal šias alternatyvas:

0 alternatyva – 2005 metų Klaipėdos sąsiaurio batimetrija.

1 alternatyva – rekonstruotos krantinės Nr. 80 ir Nr. 81 patrauktos per 10-23 m nuo senųjų bei įrengtas aklinas pirsas Nr. 80A ir Nr. 81A ir masyvus jo pagrindas (3.7.7 a pav.).

2 alternatyva – rekonstruotos krantinės Nr. 80 ir Nr. 81 patrauktos per 10-23 m nuo senųjų bei įrengtas pralaidus pirsas Nr. 80A ir Nr. 81A su masyviu pagrindu (3.7.7 b pav.).

3 alternatyva – rekonstruotos krantinės Nr. 80 ir Nr. 81 patrauktos per 10-23 m nuo senųjų ir įrengtas pralaidus pirsas bei 50 m pločio masyvi pirsas pagrindo dalis (atstumas tarp atramų 20 m) (3.7.7 c pav.).

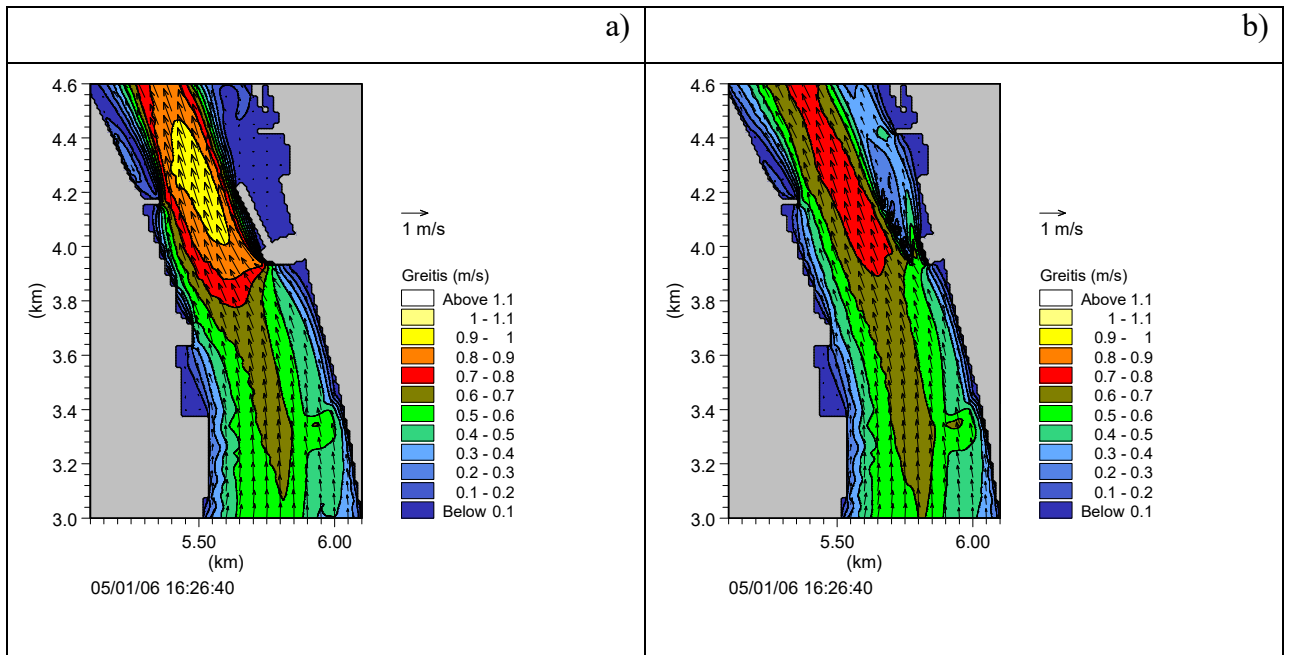
4 alternatyva – tas pats kaip 3, tik tarp atramų atstumas 40 m.

Tėkmės struktūra buvo sumodeliuota tekant įvairiems debitams, esant dviem Klaipėdos sąsiaurio tėkmės režimams: 1) iš Kuršių marių į Baltijos jūrą, 2) iš Baltijos jūros į Kuršių marias. 3.7.8 pav. pateiktos Klaipėdos sąsiaurio tėkmės struktūros 1 ir 3 alternatyvoms, kai sąsiauriu teka 2750 m³/s debitas iš Kuršių marių į Baltijos jūrą. Hidrodinaminio modeliavimo rezultatai toliau naudoti sąsiaurio pralaidumo bei greičio pokyčiams nustatyti, nešmenų transportui ir akumuliacijai skaičiuoti bei dugno deformacijoms nustatyti.

Klaipėdos uosto krantinių Nr. 80 ir Nr. 81 rekonstrukcijos alternatyvos lyginamos tarpusavyje pagal poveikį sąsiaurio pralaidumui ir tėkmės greičių prieaugį ties Kuršių nerijos krantu ir povandeniniu šlaitu.

1 krantinių Nr. 80 Nr. 81 konstrukcijos **alternatyva** numato aklina pirsą Nr. 80A ir Nr. 81A ir masyvų pirsas pagrindą (3.7.7 a pav.). Įrengus šią konstrukciją, sąsiaurio pralaidumas sumažėtų 3 – 3,9 % (3.7.3 lentelė), tačiau aklinas pirsas turi didžiausią galimą iš visų nagrinėtų alternatyvų poveikį Klaipėdos sąsiauriui ir nepriimtina dėl didelio greičių prieaugio (3.7.8 a pav.) bei galimų dugno pokyčių.

2 krantinių Nr. 80 Nr. 81 **alternatyva** – tai pirsas ant polinių pamatų ir masyvus pirsas pagrindas (3.7.7 b pav.). Tokia konstrukcija analogiškai veikia sąsiaurio pralaidumą kaip ir 1 alternatyvos konstrukcija ir turi žymią įtaką tėkmės greičiams bei erozijos ir akumuliacijos procesams. Tai paaiškinama tuo, kad masyvus pirsas pagrindas yra per 132 m nutolęs nuo naujos krantinės Nr. 81 linijos.



3.7.8 pav. Klaipėdos sąsiaurio tėkmių greičiai tekant 2750 m³/s debitui iš Kuršių marių į Baltijos jūrą: a) 1 alternatyva, b) 3 alternatyva.

3.7.3 lentelė. Klaipėdos sąsiaurio pralaidumo palyginimas (skaitiklyje – sąsiaurio pralaidumas m³/s, vardiklyje – pralaidumo padidėjimas %, palyginus su 0 alternatyva)

Alternatyvos	Klaipėdos sąsiaurio pralaidumas, kai Kuršių marių ir Baltijos jūros lygių skirtumas		
	0,08 m	0,22 m	0,49 m
0	1650	2750	4100
1	<u>1588</u> -3,8	<u>2649</u> -3,7	<u>3978</u> -3,0
2	<u>1597</u> -3,2	<u>2660</u> -3,3	<u>3983</u> -2,8
3	<u>1624</u> -1,6	<u>2709</u> -1,5	<u>4045</u> -1,3
4	<u>1632</u> -1,1	<u>2722</u> -1,0	<u>4058</u> -1,0

Alternatyvos	Klaipėdos sąsiaurio pralaidumas ir jo pokyčiai, kai Baltijos jūros ir Kuršių marių lygių skirtumas	
	0,10 m	0,40 m
0	1580	3020
1	<u>1524</u> -3,5	<u>2902</u> -3,9
2	<u>1534</u> -2,9	<u>2919</u> -3,3
3	<u>1573</u> -0,7	<u>2995</u> -1,2

4	<u>1568</u> -0,4	<u>2983</u> -0,8
---	---------------------	---------------------

3 krantinių Nr. 80 Nr. 81 konstrukcijos **alternatyva**, kai pirsas yra dalinai pralaidus, o pirsas pagrindas dalinai laidus ir tik 50 m pločio rampos dalis masyvi (3.7.7 c pav.). Tokia krantinių Nr. 80 ir Nr. 81 rekonstrukcijos alternatyva nekelia pavojaus dugno ir krantų erozijai (3.7.8 b pav.). Kadangi pirsui numatomos minimalios apkrovos, tai siekiant sumažinti dugno pokyčius (sumažinti eroziją ir akumuliaciją) dalį pirsas pagrindo galima įrengti ant polinių pamatų. Šios alternatyvos atveju sąsiaurio pralaidumas sumažėtų iki 1,6%.

Tokiu būdu labiausiai priimtina patogi krovos operatoriui krantinių Nr. 80 ir Nr. 81 su krantinių Nr. 80A ir Nr. 81A pratęsimu 3 alternatyvos konstrukcija. Didelio skirtumo tarp pirsas ir pirsas pagrindo konstrukcijų ant polių, kai angos tarp 10 m diametro polių atstumas yra 20 m (3 alternatyva) ir kai angos plotis tarp polių yra 40 m (**4 alternatyva**) nėra. Tik 4 alternatyvos atveju sąsiaurio pralaidumas sumažėtų iki 1,1%.

3.7.4.2 Galimas poveikis dugnui ir krantams

Krantinių rekonstrukcijos ir gilinimo poveikis sąsiaurio dugnui ir krantams pasireiškia:

- 1) krantinių Nr. 80 ir Nr. 81 pastovumui. Įvertinama krantinių projektavimo metu parenkant jų konstrukciją;
- 2) Kuršių nerijos krantų ir povandeninio šlaito pastovumui dėl padidėjusio tėkmės gylio;
- 3) sąsiaurio dugno pokyčiams (erozijos ir akumuliacijos procesams) dėl pakitusio tėkmės greičio.

Kuršių nerijos ir povandeninio šlaito pastovumas. UAB „Keleivių ir krovinių terminalo“ krantinių akvatorija yra į rytus nuo uosto farvaterio, kurio gilinimo iki 14,0 m ir platinimo iki 150 m galimybės nagrinėtos Klaipėdos valstybinio jūrų uosto akvatorijos tarp krantinių 10 ir 100 gilinimo iki 14 m poveikio aplinkai vertinimo ataskaitoje (Klaipėdos valstybinio jūrų..., 2003).

Klaipėdos uosto farvaterio vakarų riba nutolusi nuo Kuršių nerijos nacionalinio parko krantų per 120 metrų. Vidutinis povandeninio šlaito moreninio priemolio ir priesmėlio gruntų nuolydis, susiformavęs per daugiametį laikotarpį yra nuo 1:5 iki 1:8. Projektuojant naują farvaterį šiaurinėje uosto dalyje (Klaipėdos valstybinio jūrų..., 2003), buvo priimtas moreninių gruntų šlaito nuolydis 1:7. Kranto pastovumo atsargos koeficientas ties uosto 2-5 krantinėmis esant povandeninio šlaito nuolydžiui siekė 3-3,7, kai leistinas turi būti didesnis už 1,05.

Skaičiavimų rezultatai parodė, kad perkėlus uosto farvaterio vakarų ribą į vakarus 12,5 m ir pagilinus iki 14,5 m, povandeninio šlaito pastovumas pakankamas (atsargos koeficientas 2,03 yra

žymiai didesnis už leistiną $k=1,05$). Krantinių Nr. 80 ir Nr. 81 akvatorija yra jau pagilinta iki 13,0 m farvaterio rytų pusėje ir nutolusi nuo Kuršių nerijos krantų per 250 m. Todėl ją gilinant iki 12,5 m nebus keliamas pavojus jau Kuršių nerijos povandeniniams šlaitams, kurie suformuoti gilinant uosto įplaukos kanalą iki 13,0 m (Klaipėdos valstybinio jūrų..., 2003).

Dugno erozija ir akumuliacija. Klaipėdos sąsiaurio tėkmės struktūra (greitis ir kryptis) veikia ne tik plaukiančius laivus, bet lemia nešmenų pasiskirstymą, jų pernašą ir akumuliaciją. Įrengus naują pirsą (ypač aklinos konstrukcijos – 1 alternatyva), dėl skerspjuvio sumažėjimo 8-10% kyla dugno erozijos pavojus padidėjusio tėkmės greičio vietose. Įrengus naują pirsą pagal 3 alternatyvą, tėkmės greičių struktūra pasikeistų nežymiai lyginant su 0 alternatyva, todėl ir nebūtų žymių erozijos ir akumuliacijos procesų kaitos.

3.7.4.3 Galimas poveikis biologinei įvairovei

UAB „Bega“ pirsų krantinių Nr. 66 ir 67 rekonstrukcija ir pirsų tipo krantinės Nr. 66A ir Nr. 67A įrengimas bei UAB “Klaipėdos keleivių ir krovinių terminalas” krantinių Nr. 80 ir Nr. 81 rekonstravimas ir krantinių pratęsimas įrengiant pirsų tipo krantinę Nr. 80A ir Nr. 81A turi panašią įtaką biologinei įvairovei. Platesnis pirsų įrengimo įtakos aprašymas yra pateiktas 3.7.3 skyrelyje.

Apibendrinimas

Klaipėdos sąsiaurio pralaidumas yra svarbiausias hidrologinis–hidraulinis aplinkos veiksnys, kuris riboja Klaipėdos uosto farvaterio platinimą ir gilinimą. Krantinių Nr. 80 ir Nr. 81 rekonstrukcija su krantinių Nr. 80A ir Nr. 81A pratęsimu pasekmių aplinkai požiūriu vertintini kaip gamtosaugos priemonė, kuri mažina Klaipėdos sąsiaurio pralaidumą. Todėl pirsų (pralaidus, aklinas, pusiau pralaidus) konstrukcijos parinkimas ypač svarbus vertinant uosto poveikį aplinkai.

Įvertinus UAB “Klaipėdos keleivių ir krovinių terminalo” uždavinius, krantinių Nr. 80 ir Nr. 81 rekonstrukciją ir hidrodinaminę Klaipėdos sąsiaurio aplinką, buvo siūlyta akvatoriją prie krantinių gilinti iki 12,5 m, krantinių Nr. 80 ir Nr. 81 liniją perkelti 10-23 m akvatorijos pusėn, o pirsą Nr. 80A ir Nr. 81 įrengti pusiau pralaidų su masyviu nepralaidžiu 50 m pločio pagrindu bei platforma ant polinių pamatų (3 alternatyva).

Akvatorijų prie krantinių gilinimo darbus vykdyti ne žuvų neršto ir jų intensyvios migracijos metu.

Iškastos povandeninis šlaitas 1:4 formuojamas kasimo metu.

3.7.5. SGD terminalo statybos įtaka Klaipėdos sąsiaurio akvatorijos aplinkos būklei

3.7.5.1 Galimas poveikis Klaipėdos sąsiaurio hidrodinaminiam režimui ir nešmenų procesams

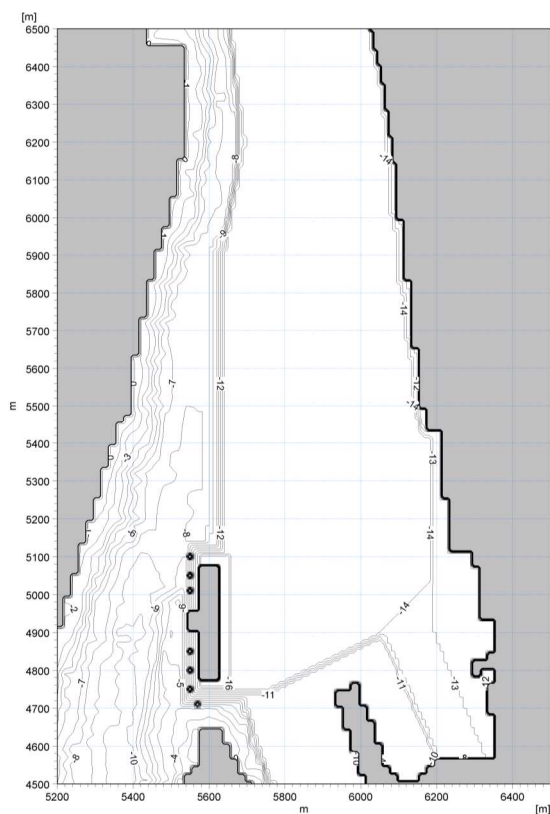
Atliekant SGD terminalo statybą, buvo įvertintas šio statinio poveikis Klaipėdos sąsiaurio būklei (Suskystintųjų gamtinių dujų..., 2012).

Vienas iš svarbiausių vertinimo aspektų – SGD terminalo poveikis hidrodinaminei sąsiaurio būklei (tėkmės greičiams bei pralaidumui ir nešmenų procesams Klaipėdos sąsiauryje bei artimosiose akvatorijose (PŪV poveikis ..., 2012).

Klaipėdos sąsiaurio pralaidumas, tėkmės greičių struktūra ir nešmenų pernaša buvo skaičiuoti šioms alternatyvoms:

0 alternatyva – dabartinė sąsiaurio būklė (rekonstruoti uosto molai, pagilintas įplaukos kanalas iki krantinės Nr. 10, pastatytos bei rekonstruotos uosto krantinės bei pirsai ir įvertintas šiuo metu vykdomas sąsiaurio farvaterio platinimas ir gilinimas iki 14,5 m gylio.

1 alternatyva – atlikti sąsiaurio gilinimo darbai ruošiant SGD transportavimo laivų apsisukimo vietą (14,5 gylis) ir terminalo vietą (16 m gylis), įrengtas SGD terminalas (3.7.9 pav.). Šioms dviem alternatyvoms paruošti Klaipėdos sąsiaurio ir Kuršių marių šiaurinės dalies batimetriniai planai, kuriuos naudojant buvo atliktas hidrodinaminis modeliavimas, naudojant modeliavimo sistemą MIKE 21 (MIKE 21. Coastal Hydraulics..., 2005).



3.7.9 pav. Klaipėdos sąsiaurio batimetrijos fragmentas pagal 1 alternatyvą.

Klaipėdos sąsiaurio pralaidumo pokyčiai nustatyti lyginant dabartinę Klaipėdos sąsiaurio būklę (0 alternatyva) su planuojama būkle (1 alternatyva). Suskaičiuoti Klaipėdos sąsiaurio debitai abiem alternatyvoms, kai tėkmė teka iš Kuršių marių į Baltijos jūrą ir iš Baltijos jūros į Kuršių marios. Pasirinkti trys lygio skirtumai Δh tarp Kuršių marių ir Baltijos jūros (0,13 m, 0,33 m, ir 0,92 m). Esant šiems lygio skirtumams sąsiauriu atitinkamai tekės 1630, 2665 ir 4430 m³/s debitai pagal „0“ alternatyvą. Kai tekės priešingos krypties tėkmė iš Baltijos jūros į Kuršių marios, o lygio skirtumai yra 0,18 m ir 0,80 m, tai pagal „0“ alternatyvą sąsiauriu tekės 1775 ir 2920 m³/s debitai.

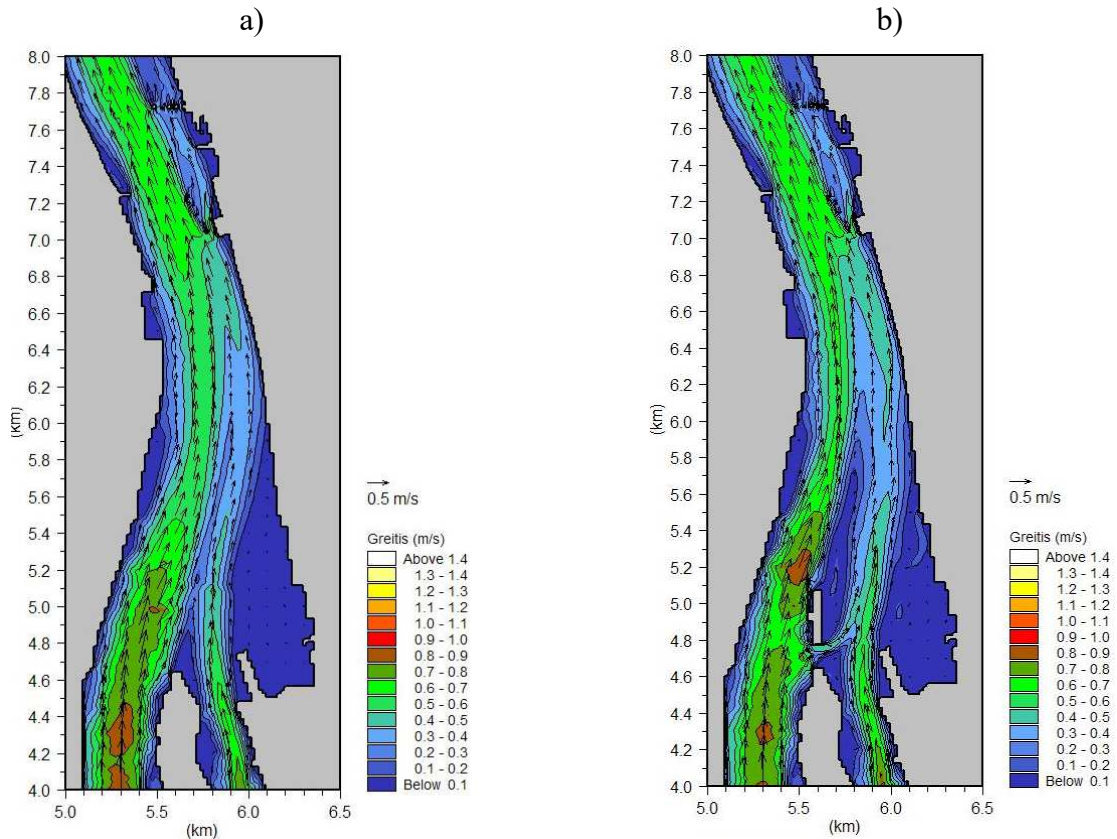
3.7.4 lentelėje pateiktas Klaipėdos sąsiaurio pralaidumo palyginimas. Įrengus SGD terminalą (1 alternatyva), Klaipėdos sąsiaurio pralaidumas sumažėtų 1 – 1,2% tekant tekmei iš Kuršių marių į Baltijos jūrą ir 1,3 – 1,5% tekant tekmei iš Baltijos jūros į Kuršių marios, lyginant su 0 alternatyva. Įrengtas SGD terminalas tarnaus kaip gamtos saugos priemonė, kurios tikslas mažinti padidėjusį sąsiaurio pralaidumą dėl sąsiaurio gilinimo laivybai.

3.7.4 lentelė. Klaipėdos sąsiaurio pralaidumo palyginimas (skaitiklyje – sąsiaurio pralaidumas m³/s, vardiklyje – pralaidumo padidėjimas %, palyginus su „0“ alternatyva)

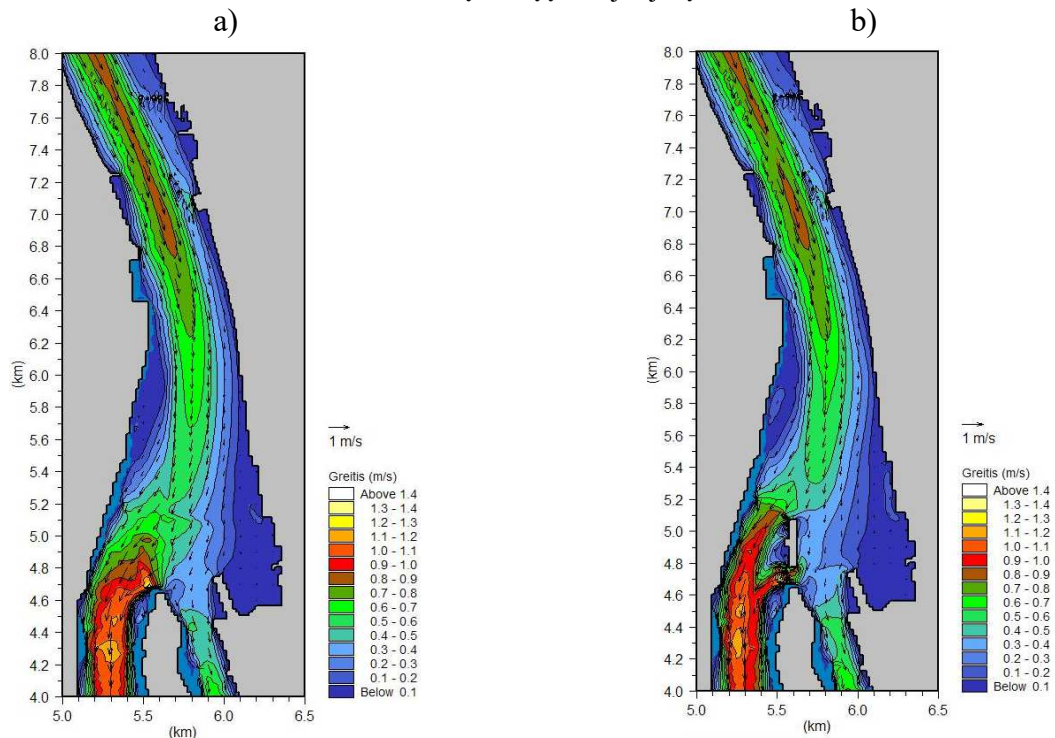
Alternatyvos	Klaipėdos sąsiaurio pralaidumas, kai Kuršių marių ir Baltijos jūros lygių skirtumas		
	0,13 m	0,33 m	0,92 m
0 alternatyva	1630	2665	4430
1 alternatyva	<u>1611</u> -1,2	<u>2633</u> -1,2	<u>4386</u> -1,0
Alternatyvos	Klaipėdos sąsiaurio pralaidumas, kai Baltijos jūros ir Kuršių marių lygių skirtumas		
	0,18 m	0,80 m	-
0 alternatyva	1775	2920	-
1 alternatyva	<u>1752</u> -1,3	<u>2875</u> -1,5	-

Klaipėdos sąsiaurio tėkmių struktūros sumodeliuotos visoms alternatyvoms, tekant 1630, 2665 ir 4430 m³/s debitui iš Kuršių marių į Baltijos jūrą bei 1775 ir 2920 m³/s debitui iš Baltijos jūros į Kuršių marios. Sąsiaurio gylio pokyčiai ir SGD terminalo (1 alternatyva) įrenginiai keičia tėkmės greičių pasiskirstymą sąsiaurio skerspjūviuose. 3.7.10-3.7.11 paveiksluose pateiktos Klaipėdos sąsiaurio tėkmės greičių struktūros 0 ir 1 alternatyvoms. Tekant tekmei iš Kuršių marių į Baltijos jūrą, SGD terminalas (1 alternatyva) padidins tėkmės greičius kairiojoje Kiaulės Nugaros protakoje ir už terminalo link Kuršių nerijos kranto, lyginant su 0 alternatyva (3.7.10 pav.). Tekant tekmei iš Baltijos jūros į Kuršių marios, taip pat padidės greičiai sąsiaurio akvatorijoje už SGD terminalo (3.7.11 pav.).

Kuršių nerijos priekrantėje (20-30 m pločio juostoje) tėkmės greičiai tekant net maksimaliems debitams kinta nežymiai ir nesiekia krantų erozijai pavojingų reikšmių (0,2 – 0,25 m/s).



3.7.10 pav. Klaipėdos sąsiaurio tėkmės struktūra 0 (a) ir 1 (b) alternatyvoms, kai sąsiauriu teka 2665 m³/s debitas iš Kuršių marių į Baltijos jūrą.



3.7.11 pav. Klaipėdos sąsiaurio tėkmės struktūra 0 (a) ir 1 (b) alternatyvoms, kai sąsiauriu teka 2920 m³/s debitas iš Baltijos jūros į Kuršių marias.

Velkamų nešmenų (smėlio) transporto srautų modeliavimas (MIKE 21 Sediment Transport ..., 2005) yra atliktas tekant tėkmei iš Kuršių marių į Baltijos jūrą ir iš Baltijos jūros į Kuršių marias. Nešmenų pasiskirstymą sąsiauryje gerai atspindi vienetinis transporto srautų debitas ($m^3/\text{metai}/m$). Lyginant vienetinio nešmenų debito pasiskirstymą 0 ir 1 alternatyvoms, nustatyta, kad įrengus SGD terminalą įvyks nešmenų srauto persiskirstymas uosto akvatorijos ruože, nutolusiame iki 1,5 km nuo Kiaulės Nugaros link jūros vartų. Tekant tėkmei iš Baltijos jūros, šiek tiek padidės nešmenų srautas ties šiaurine Kiaulės Nugaros dalimi, kai bus įrengtas SGD terminalas (1 alternatyva). Padidėjęs nešmenų vienetinis debitas reiškia, kad galima didesnė sąsiaurio dugno ir krantų erozija.

Suspensijų srautų (dumblo) modeliavimas atliktas MIKE 21 MT moduliu (MIKE 21. Coastal Hydraulics..., 2005) tekant tėkmei iš Kuršių marių į Baltijos jūrą, nes iš jūros į sąsiaurį daugiausiai patenka velkami nešmenys (smėlis). Tekant sąsiauriu nedideliems debitams ir esant pradinei koncentracijai $C_{pr} = 0,04 \text{ kg}/m^3$, daugiau dumblo susikaups įrengus SGD terminalą (nešmenys kaupsis už laivo į dešiniąją pusę link sąsiaurio kranto), o tekant dideliems debitams - didelio drumstumo vanduo tekės Klaipėdos sąsiauriu ir pateks į Baltijos jūrą (tarp šiaurinės Kiaulės Nugaros dalies ir terminalo laivo gali susidaryti erozinė zona).

Apibendrinus kybančių nešmenų ir velkamų nešmenų procesus, vykstančius Klaipėdos sąsiauryje, galima sudaryti bendrą nešmenų balansą įvairaus vandeningumo metais. Toks balansas yra būtinas norint įvertinti galimą SGD terminalo statybos įtaką Klaipėdos sąsiaurio nešmenų režimui. Tuo tikslu reikia apibrėžti charakteringus sąsiaurio debitus. Darbe (Jakimavičius ir Kovalenkoviėnė, 2011) suskaičiuotas daugiametis Kuršių marių vandens balansas. Pagal šiuos duomenis sudarytas sąsiaurio metinių debitų pasiskirstymo kreivė 1961-2008 m. laikotarpiui, kai tėkmė teka iš Kuršių marių į Baltijos jūrą. Iš tikimybinės kreivės parinkti atitinkamo vandeningumo konkretūs metai: vandeningi - 1994 m. (4,2% tikimybė) ir vidutiniai – 1989 m. (48,8%). Pagal mėnesinius debitus vandeningiems ir vidutiniams metams sudarytas nešmenų balansas - suskaičiuoti velkamų ir kybančių nešmenų nusėdę kiekiai SGD terminalo akvatorijoje. Visais mėnesiais velkamų nešmenų mažiausiai nusėdo įrengus SGD terminalą, nes padidėjo nešmenų srautas pro kairiąją Kiaulės Nugaros protaką ir nešmenys yra pernešti į tolesnę sąsiaurio akvatoriją.

3.7.5 lentelėje suskaičiuotas bendras velkamų ir pakibusių nešmenų kiekis (m^3/metai) SGD terminalo akvatorijoje įvairioms alternatyvoms. Vandeningais metais pagal 0 alternatyvą nešmenų susikaups 107,23 tūkst. m^3 , įrengus SGD terminalą – 101,74 tūkst. m^3 . Įrengus terminalą, vandeningais metais terminalo aplinkoje susikaups šiek tiek mažesnis nešmenų kiekis. Tačiau pasikeis susikaupusių nešmenų sudėtis – daugiau kaip du kartus sumažės velkamų nešmenų kiekis ir 1,2 karto (16,5 tūkst. m^3) padidės nusėdusio dumblo kiekis. Vidutinio vandeningumo metais pagal 0

alternatyvą nešmenų susikaups 78,16 tūkst. m³, įrengus SGD terminalą – 79,65 tūkst. m³. Įrengus terminalą, velkamų nešmenų SGD terminalo aplinkoje taip pat nusės mažiau 2,4 kartus, o pakibusių nešmenų akumuliacija padidės 1,3 karto (15,5 tūkst. m³). Metų vandeningumas neturi įtakos pakibusių nešmenų akumuliacijos procesams, o velkamų nešmenų akumuliacija labai priklauso nuo metų vandeningumo.

3.7.5 lentelė. Metiniai nusėdusių nešmenų kiekiai (m³/metai) SGD terminalo aplinkoje

Vandeningumas	Alternatyvos	
	0	1
Vidutinio vandeningumo metai Q = 1111 m ³ /s	78 160	79 650
Vandeningi metai Q = 1386 m ³ /s	107 230	101 740

SGD terminalo poveikio sumažinimo priemonės nereikalingos, nes nusėdusių nešmenų kiekis SGD terminalo aplinkoje skiriasi nežymiai tarp 0 ir 1 alternatyvos, o nešmenų srautai Klaipėdos sąsiaurio akvatorijoje, nutolusioje 3,5 km nuo Kiaulės Nugaros nesiskiria visoms alternatyvoms. Tai reiškia, kad vyksta nešmenų srauto pokyčiai SGD terminalo aplinkoje ir dugno nuosėdų persiskirstymas uosto akvatorijoje.

3.7.5.2 Galimas poveikis Kuršių marių nerijos kranto ruožui ir galimi krantų pokyčiai

Ruošiant PŪV ataskaitą „Suskystintųjų gamtinių dujų importo terminalo ir su juo susijusios infrastruktūros objektų statybos ir veiklos poveikio aplinkai vertinimas“ poveikio krantams tyrimus ir vertinimą atliko dr. G.Žilinskas (Suskystintųjų gamtinių dujų..., 2012).

Kuršių nerijos marių krantams SGD importo terminalo statybos ir jo eksploatacija gali turėti poveikį dėl akvatorijos išgilinimo, suskystintąsias dujas gabenančių laivų sukkelto bangavimo bei pasikeitusio srovių režimo.

Numatyta išgilinti iki 14,5 m dujas gabenančių laivų švartavimosi bei apsisukimo rato ir iki 16 m terminalo vietoje akvatorija bus rytinėje sąsiaurio pusėje ir nuo Kuršių nerijos kranto ją skirs nuo 420 m (šiaurėje) iki 490 m (pietuose) mažesnių gylių vakarinės protakos atabradas bei jo šlaitas, farvateris ir rytinis jo šlaitas. Tai, daug kartų didesnis atstumas nei būtinas apsaugoti Kuršių nerijos krantus nuo galimo akvatorijos gilinimo sukkelto natūralaus (gravitacinio) šlaito sąnašų byrėjimo. Be to, išgilintos akvatorijos šlaitas neturės tiesioginio sąlyčio su Kuršių nerijos marių kranto atabradau bei jo šlaitu, todėl ir poveikio Kuršių marių krantams nebus. Hidrodinaminis modeliavimas Kuršių nerijos priekrantėje (20-30 m nuo kranto) parodė, kad tėkmės greičių pokyčiai, įrengus SGD importo terminalą, bus labai nedideli (Suskystintųjų gamtinių dujų... 2011), todėl ir poveikis Kuršių nerijos krantams nepadidės.

Remiantis analogais, galima teigti, kad suskystintąsias dujas gabenantys laivai, dėl didelių laivų gabaritų bei sudėtingo judėjimo Klaipėdos sąsiauryje plauks lėtai, jų sukeltos bangos nesieks nei 0,5 m aukštį, o švartavimosi metu bus ir dar mažesnės. Todėl, SGD laivų sukeltas bangavimas Klaipėdos uoste, bendrame laivų judėjimo bei gamtinių veiksnių sukeltame bangavimo fone, kranto stabilumui bus nereikšmingas.

Skirtingai nuo Kuršių nerijos krantų, Kiaulės nugaros salos šiaurinės pusės krantų stabilumui, gretimos akvatorijos išgilinimas iki 14,5 m, o terminalo vietoje iki 16 m, darys neigiamą poveikį. Atabrado plotis iki išgilinimo vietos sieks tik 45 m. Be to, vertikali iškastos akvatorijos siena, kylanti maždaug nuo 6,5 m iki 0,5 m gylio, dėl dugno sąnašų birumo, bus nestabili. Antra vertus, žymiai pagilėjus šioje vietoje priekrantei, padidės bangų (sukeltų Š sektoriaus krypties vėjų) aukštis bei vandens lygio patvanka. Ir nors stiprūs (14-22 m/s) Š krypties vėjai Klaipėdos sąsiauryje santykinai labai reti – 2,1% per metus (Kriaučiūnienė ir kt., 2006), o jų išibėgėjimo kelias trumpas, tačiau, atskirais atvejais, prie didelių sąsiaurį pratekančių vandens debitų, jie gali turėti poveikį bangavimo intensyvumo padidėjimui, o tuo pačiu ir Kiaulės nugaros salos šiaurinės pusės krantų stabilumui. Todėl, šioje vietoje, tiek siekiant apsaugoti krantą nuo erozijos, tiek išgilintą akvatoriją nuo užnešimo, krantus reikės tvirtinti. Pasirinkus šią alternatyvą, būtina sutankinti jau vykdomo Klaipėdos uosto krantų dinamikos monitoringo stebėjimo taškų tinklą tarp krantinės pabaigos ir Kiaulės nugaros salos pietinio galo. Šiuo metu Klaipėdos valstybinis jūrų uostas vykdo Kiaulės nugaros salos šiaurinės dalies povandeninio šlaito monitoringą.

3.7.5.3 Galimas poveikis vandens augmenijai

Ruošiant SGD terminalo PŪV ataskaitą poveikio vandens augmenijai tyrimus ir vertinimą atliko dr. Z. Sinkevičienė (Suskystintųjų gamtinių dujų..., 2012).

Svarbiausi faktoriai, įtakojantys vandens augalijos būklę PŪV objektų statybos laikotarpiu, turėtų būti susiję su dugno gilimo darbu planuojamo terminalo akvatorijoje ir dujotiekio vamzdyno tiesimo darbu. Dugno gilimo darbų metu galimas mechaninis vandens augalų sunaikinimas, abiem atvejais – padidėjęs vandens drumstumas. Didžiausias galimas neigiamas poveikis vandens augalijai sietinas su dugno gilimo darbu terminalo akvatorijoje, kur povandeninė augalija bus visiškai išnaikinta ir neatsistatytų, nes dėl mažo marių vandens skaidrumo žiediniai augalai >1(2) m gylyje apskritai negali augti. Tačiau poveikis neturėtų įtakoti su augalija susijusių biologinių objektų, kadangi terminalo įrengimo vietoje povandeninė augalija ir dabar yra labai menkai išsivysčiusi, augalai nesudaro didesnių sąžalynų, nėra saugomų augalų rūšių, auga tik tolerantiškos antropogeniniams veiksniams rūšys. Išgilintoje SGD importo terminalo akvatorijoje augalija niekada negalės atsistatyti, todėl eksploatacijos laikotarpiu tiesiog nebus poveikio objekto.

Rekomenduojama Kuršių mariose ir jūroje, naudoti technologijas, sukeliančias mažiausią vandens drumstumą. Siekiant sumažinti neigiamą poveikį vandens tėkmių augalijai dujotiekio vamzdyno tiesimo sausumoje metu, kasimo darbus reikėtų vykdyti vegetacijos laikotarpyje, kad augalija tarnautų kaip barjeras tiesioginiam dirvožemių dalelių patekimui į vandens tėkmės.

3.7.5.4 Galimas poveikis ichtiofaunai ir zoobentosui

Ruošiant SGD terminalo PŪV ataskaitą poveikio vietinių, praeivių ir saugomų žuvų rūšių migracijoms, nerštavietėms bei atsiganymo akvatorijoms tyrimus ir vertinimą atliko dr. Rimantas Repečka (Suskystintųjų gamtinių dujų..., 2012).

Klaipėdos sąsiauryje ir jam artimose marių akvatorijose 1984-2011 m. tyrimų duomenimis užregistruotos 44 žuvų rūšys. Šioje akvatorijoje dažniausiai vyrauja gėlavandenių žuvų rūšys: karšiai, sterikai, plakiai, kuojos, ešeriai ir kt. Artimose terminalui akvatorijose ešerių ir kuojų nerštaviečių užregistruota sąsiaurio vakarinėje dalyje bei Kiaulės nugaros pietrytinėje dalyje. Migracijų metu dažnai sutinkamos praeivių žuvų rūšys: stintos, perpelės, žiobriai, lašišos, šlakiai, sykai. Ties Kiaulės nugaros sala pagrindinės žuvų migracijos taip pat stebimos farvateryje ties vakarine pakrante. Ties rytine pakrante gana intensyviai migruoja tik stintos, tuo tarpu žiobriai, perpelės, lašišos, šlakiai, karšiai bei sterikai dažniausiai migruoja ties vakarine pakrante.

Numatomoje SGD terminalo akvatorijoje žuvų nerštaviečių nebuvo registruota. Tik ešerių ir kuojų nerštavietės yra registruotos ties Kiaulės nugaros sala, tačiau šios nerštavietės neturėtų būti veikiamos terminalo statybos ir eksploatacijos metu, kadangi balandžio-gegužės mėn. dominuojančios srovės dažniausiai būna iš marių į jūrą.

Tam, kad būtų sumažintas uosto kasimo ir gilinimo darbų poveikis praeivių žuvų rūšių migracijoms, nustatyti šių darbų apribojimai tam tikrais metų laikotarpiais. Pagrindinių praeivių žuvų migracijų metu Klaipėdos sąsiauryje įvesti kasimo ir gilinimo darbų apribojimai sausio 1 – vasario 15, balandžio 15 - birželio 15 bei rugpjūčio 15 – spalio 31 d. Šiuo metu Klaipėdos uosto gilinimo darbų žalą žuvų ištekliams ir žuvų migracijoms daromos žalos kompensavimo įkainiai skaičiuojami priklausomai nuo gilinamos uosto dalies taip pat pagal LR aplinkos ministerijos nustatytus įkainius. Siekiant nedidinti terminalo statybos kainos, optimaliausia būtų grunto kasimo bei valymo darbus vykdyti ne pagrindinių žuvų migracijų metu.

PŪV poveikio Kuršių marių ir Baltijos jūros zoobentosui ir kitoms dugno bendrijoms ir buveinėms vertinimą atliko dr. G.Vaitonis (Suskystintųjų gamtinių dujų..., 2012).

Statant SGD terminalą būtų mechanškai pažeistos zoobentosos ir kitos dugno bendrijos esančios statybų vietoje. Dauguma judrių organizmų laikinai pasitrauktų iš statybos zonos. Nešmenų pernašos ir akumuliacijos procesai pasikeis, bet ši įtaka gali būti jaučiama tik iki 3,5 km atstumu nuo

planuojamo SGD importo terminalo. Nors ir pasikeis nešmenų akumuliacijos pobūdis – mažes velkamų nešmenų kiekis ir didės pakibusių nešmenų akumuliacija, bet šie pokyčiai neturės didesnės įtakos čia esančioms biocenozėms, kadangi ir šiuo metu jas daugiausia sudaro psamopelofiliniai organizmai, kurie prisitaikę gyventi tokiose sąlygose. Taip pat ir dėl to, kad nešmenų akumuliacijos procesai yra labiau susiję su metų vandeningumu nei su SGD terminalo statyba ir veikla. Viena iš galimų grėsmių biocenozėms – teršalų kaupimasis išgilinimo vietoje. Tačiau, jei kaip planuojama, šios akvatorijos valymas vyks ne rečiau kaip kartą per metus, reikšmingi teršalų kiekiai neturėtų susikaupti. Pastovus gilinimas turės ir neigiamą biocenozėms poveikį – kartu su gruntu bus išimami ir bentosiniai organizmai. Dėl šių priežasčių, SGD importo terminalo vietoje biocenozės turėtų būti gana skurdžios.

Apibendrinimas

Pastačius SGD terminalą, Klaipėdos sąsiaurio pralaidumas sumažėja 1,0 – 1,5%. Šis pokytis yra palankus Baltijos jūros ir Kuršių marių vandens apykaitos procesams, suintensyvėjusiems dėl Klaipėdos jūrų uosto gilinimo.

Nustatyti tėkmės struktūros pokyčiai Klaipėdos sąsiauryje dėl SGD terminalo pasireiškia vidutinių tėkmės greičių prieaugiu akvatorijoje prie Kuršių nerijos kranto ir prie sąsiaurio krantinių. Tačiau Kuršių nerijos priekrantėje (20 – 30 m nuo kranto) tėkmės greičių pokyčiai įrengus SGD terminalą yra labai maži ir siekia vos 1- 7%.

Bendras nusėdusių nešmenų kiekis SGD terminalo aplinkoje nedaug skirsis tarp visų nagrinėtų alternatyvų ir priklausys nuo metų vandeningumo. Vandeningais metais SGD terminalo aplinkoje pagal 0 alternatyvą nešmenų susikaups 107,23 tūkst. m³, pagal 1 alternatyvą – 101,74 tūkst. m³. Vidutinio vandeningumo metais nešmenų atitinkamai susikaups 78,16 tūkst. m³ ir 79,65 tūkst. m³. Klaipėdos sąsiaurio akvatorijoje, nutolusioje 3,5 km nuo Kiaulės Nugaros, nešmenų srautai susivienodina visoms alternatyvoms, o terminalo aplinkoje vyks dugno nuosėdų persiskirstymas.

SGT eksploatacijos metu didžiausia problema ichtiofaunai bus padidėjęs nuosėdų kiekis artimoje akvatorijoje. Vykstant pastoviam dugno gilinimui ir valymui būtina orientuotis į metų laikotarpius, kai poveikis tiek praeivių, tiek saugomų žuvų rūšių migracijoms bus mažiausias.

SGD importo terminalą statant prie Kiaulės nugaros salos pasikeistų zoobentosos ir kitų dugno biocenozėms struktūra išgilintoje zonoje šiauriau PŪV vietos. Klaipėdos sąsiaurio biocenozėms, nutolusių nuo SGD importo terminalo daugiau nei 3 km į šiaurę, PŪV nepaveiks. Kuršių marių biocenozėms SGD importo terminalo statyba didesnės įtakos neturės, nes prognozuojami tiek sąsiaurio pralaidumo, tiek ir temperatūriniai vandens pokyčiai bus nedideli.

3.7.6. Planuojamų pietų vartų šiaurinėje Kuršių marių dalyje įtaka Klaipėdos sąsiaurio akvatorijos aplinkos būklei

Sparčiai didėjant krovinių srautams numatyta plėsti Klaipėdos jūrų uostą, pagilinant uosto akvatoriją iki 17 m gylio. 2013–2014 m. UAB "Sweco Lietuva" kartu su mokslo institucijomis paruošė Klaipėdos valstybinio jūrų uosto laivybos kanalo maksimalaus gilinimo ir platinimo galimybių plėtros planą - apie siektiną 17 m gylį. 2014 07 18 d. Klaipėdos valstybinio jūrų uosto plėtojimo tarybos posėdyje aptarti Klaipėdos valstybinio jūrų uosto laivybos kanalo maksimalaus gilinimo ir platinimo galimybių parengto plėtros plano sprendiniai bei pasirinktas dalinės plėtros variantas: pasirinktuose akvatorijos sektoriuose gilinimas ir platinimas iki maksimalių parametrų bei molo-užtvaros (pietų vartų) įrengimas šiaurinėje Kuršių marių dalyje: įplaukos kanalo gylis – 17,5 m, laivybos kanalo gylis - 17 m).

Plėtros plano sprendinių vertinimas, atsižvelgiant į hidrodinamines bei nešmenų pernašos sąlygas yra atliktas projekte (Klaipėdos uosto ..., 2013) bei aprašytas 4.1.1.3 skyrelyje. Nustatyta, kad ateityje reikėtų parinkti tokią planuojamų pietų vartų šiaurinėje Kuršių marių dalyje konstrukciją, kad įgyvendinant dalinės uosto plėtros sprendinius Klaipėdos sąsiaurio pralaidumas nesiskirtų nuo pralaidumo pagal 0 alternatyvą (dabartinė būklė) bei būtų išvengta erozijos procesų akvatorijoje tarp planuojamų pietų vartų bei Kuršių nerijos kranto.

Šiuo metu yra vykdomas projektas „Klaipėdos valstybinio jūrų uosto pietinių vartų techninės koncepcijos sukūrimas, įvertinant mažųjų ir pramoginių laivų uosto (marinos) infrastruktūros išvystymą pietinėje Klaipėdos miesto dalyje“ (atsakingas vykdytojas UAB „Sweco Lietuva“, vykdytojai Lietuvos energetikos institutas ir UAB „Sweco hidroprojektas“), kuriame bus parinkta optimali pietų vartų šiaurinėje Kuršių marių dalyje struktūra hidrodinaminiu požiūriu. Tolimesniuose Klaipėdos uosto plėtros etapuose bus atliekamas Klaipėdos uosto akvatorijos gilinimo iki 17 m gylio ir pietų vartų statybos poveikio aplinkai vertinimas.

3.7.7 Išvados

1. Hidrotechniniai statiniai dalinai kompensuoja Klaipėdos sąsiaurio pralaidumo padidėjimą, kuris atsiranda dėl uosto farvaterio gilinimo. Jūros vartų rekonstrukcija sumažino sąsiaurio pralaidumą iki 2,5 - 4,0%, UAB „Begos“ krantinės Nr. 66 pusiau pralaidaus pirsu Nr. 66A ir Nr. 67A įrengimas – iki 1,3-1,6%, UAB “Klaipėdos keleivių ir krovinių terminalo” pusiau pralaidaus pirsu Nr. 80A ir Nr. 81 įrengimas – iki 1,6%, o SGD terminalo statyba – iki 1,0 – 1,5%.
2. Hidrotechniniai statiniai keičia Klaipėdos sąsiaurio tėkmės struktūrą, kuri lemia nešmenų pasiskirstymą, jų pernašą ir akumuliaciją. Todėl projektuojant pirsus Nr. 66A ir Nr. 67A bei Nr.

80A ir Nr. 81 pasiūlyta įrengti pusiau pralaidžias konstrukcijas, kuriose būtų angos nešmenims praleisti.

3. Pastačius hidrotechninius statinius Kuršių nerijos priekrantėje (20 – 30 m nuo kranto) tėkmės greičių pokyčiai yra labai maži (iki 1- 7%), todėl šie statiniai neturės tiesioginės įtakos Kuršių nerijos krantams.
4. Gilinant uosto akvatoriją ir įrengiant hidrotechninius statinius buvo tikrinamas povandenio šlaito pastovumas. Visais atvejais kranto pastovumo atsargos koeficientas buvo didesnis nei leistinas (1,05).
5. Siekiant sumažinti numatomų hidrotechninių statinių įrengimo ir akvatorijos gilinimo neigiamą poveikį gamtinei aplinkai, buvo rekomenduojama derinti atliekamų darbų terminus su pagrindinių praeivių žuvų migracijų bei neršto terminais: darbų pageidautina nevykdyti arba bent nevykdyti tamsiu paros metu vykstant vertingiausių praeivių žuvų rūšių intensyviausiai migracijai ir gėlavandenių žuvų bei strimelių nerštui artimose sąsiauriui akvatorijose (pavasari – balandžio-gegužės mėn., rudenį – nuo rugpjūčio vidurio iki spalio pabaigos).

3.7.8 Literatūra

1. Gailiušis B., Kriauciūnienė J., Kriauciūnas R. Klaipėdos uosto įplaukos kanalo tėkmės hidrodinaminio režimo pokyčiai dėl molų pertvarkymo. // Energetika, 2004, Nr.1, P. 57-61.
2. Jakimavičius D., Kovalenkoviėnė M. Long-term water balance of the Curonian Lagoon in the context of anthropogenic factors and climate change. // Baltica. ISSN 0067-3064. Vol. 24, No. 1, 2011, p. 45-53.
3. Klaipėdos uosto laivybos kanalo maksimalaus gilinimo ir platinimo galimybių plėtos planas. Hidrodinaminių sąlygų ir nešmenų balanso pokyčių įvertinimas. Ataskaita. Lietuvos energetikos institutas, 2013
4. Klaipėdos valstybinio jūrų uosto akvatorijos tarp 10 ir 100 krantinių gilinimo iki 14 m poveikio aplinkai vertinimas. Ataskaita. Lietuvos energetikos institutas, 2003.
5. Klaipėdos valstybinio jūrų uosto krantinių Nr. 66 ir 67 rekonstravimas su krantinių Nr. 66a ir 67a pratęsimu, Planuojamos ūkinės veiklos poveikio aplinkai vertinimo ataskaita. Užsakovas Klaipėdos valstybinio jūrų uosto direkcija. Vykdytojas LEI, 2006a.
6. Klaipėdos valstybinio jūrų uosto krantinių Nr. 80 ir 81 rekonstravimas su krantinių Nr. 80a ir 81a pratęsimu, Planuojamos ūkinės veiklos poveikio aplinkai vertinimo ataskaita. Užsakovas Klaipėdos valstybinio jūrų uosto direkcija. Vykdytojas LEI, 2006b.
7. Kriauciūnienė J., Gailiušis B., Kovalenkoviėnė M. Peculiarities of sea wave propagation in the Klaipėda Strait, Lithuania // Baltica. ISSN 0067-3064. 2006, Vol. 19 No. 1, p. 20-29.

8. MIKE 21. Coastal Hydraulics and Oceanography. User Guide. Danish Hydraulic Institute. 2005 188 p.
9. MIKE 21 Hydrodynamic Module. User Guide and Reference Manual. Danish Hydraulic Institute. 2002. 154 p.
10. MIKE 21 Sediment Transport & Morphological Modelling. User Guide. Danish Hydraulic Institute, 2005. 370 p.
11. MIKE 21 Wave Modelling. User Guide. DHI Software 2005. 308 p.
12. PŪV poveikis Klaipėdos sąsiaurio srovių ir nešmenų balansui. Užsakovas UAB „Sweco Lietuva“. Vykdytojas LEI. 2012
13. Suskystintų gamtinių dujų importo terminalo strateginio pasekmių aplinkai vertinimo apimties nustatymo dokumentas. SWECO, 2011.
14. Suskystintųjų gamtinių dujų importo terminalo ir su juo susijusios infrastruktūros objektų statybos ir veiklos poveikio aplinkai vertinimas. SWECO Lietuva, 2012.

VEIKLA NR. 4.1.1. KLAIPĖDOS UOSTO AKVATORIJOS GILINIMO DARBŲ ĮTAKOS KLAIPĖDOS SAŠIAURIO HIDRODINAMINIAM REŽIMUI (VYRAUJANČIOMS TĖKMĖMS) VERTINIMAS

Atlikta veikla Nr. 4.1.1. ir pasiektas rezultatas Nr. R4.1.1. - įvertinta Klaipėdos uosto akvatorijos gilinimo darbų įtaka Klaipėdos sąsiaurio hidrodinaminiam režimui. Veiklos įgyvendinimui buvo išspręsti šie uždaviniai:

1. Atlikta vykdytų Klaipėdos uosto akvatorijos gilinimo darbų apžvalga.
2. Nustatyta Klaipėdos uosto įplaukos kanalo (tarp krantinių Nr. 1-10) gilinimo iki 14,5 m ir uosto farvaterio gilinimo iki 12,5 m gylio įtaka Klaipėdos sąsiaurio hidrodinaminiam režimui (pralaidumui ir tėkmių struktūrai).
3. Nustatyta Klaipėdos uosto farvaterio tarp 10 ir 105 krantinių gilinimo iki 14,5 m ir platinimo iki 150 m (dabartinė uosto būklė) įtaka Klaipėdos sąsiaurio hidrodinaminiam režimui (pralaidumui ir tėkmių struktūrai).
4. Įvertinta Klaipėdos uosto akvatorijos gilinimo iki 17 m gylio įtaka Klaipėdos sąsiaurio hidrodinaminiam režimui (pralaidumui ir tėkmių struktūrai).

4.1.1.1. Vykdytų Klaipėdos uosto akvatorijos gilinimo darbų apžvalga

Klaipėdos valstybinis jūrų uostas (KVJU), siekdamas padidinti krovinių apyvartą, stato naujas uosto krantines ir gilina akvatoriją. Bet kuri antropogeninė veikla uoste turi įtakos Klaipėdos sąsiaurio hidrodinaminiam režimui – sąsiaurio pralaidumui ir tėkmės struktūrai. Gilinimo darbai uosto akvatorijoje didina Klaipėdos sąsiaurio pralaidumą, t.y. didesnės vandens masės iš Baltijos jūros įteka į Kuršių marias ir atvirkščiai. Padidėjusi Baltijos jūros druskingo vandens prietaka į Klaipėdos sąsiaurį ir Kuršių marias gali turėti neigiamos įtakos gėlavandenei ekosistamai. Ši veikla neišvengiamai kelia pavojų unikalių gamtos objektų – Kuršių marių ir Kuršių nerijos – būklei. Todėl mokslininkai pastoviai vykdo aplinkos tyrimus Klaipėdos sąsiauryje, Kuršių mariose bei Baltijos priekrantėje. Tiriama uosto akvatorijos aplinkos būklė, žuvų ištekliai, sąsiaurio hidrodinaminis režimas (tėkmės greičių bei lygių kaita), dugno nuosėdų užterštumas, krantų bei dugno deformacijos.

Klaipėdos uosto akvatorijos monitoringo tyrimai (tėkmių matavimai, nešmenų kiekio ir jų cheminės sudėties nustatymas) leidžia įvertinti dabartinę Klaipėdos sąsiaurio ir Baltijos jūros priekrantės būklę. Tačiau tik modeliuojant vandens telkinių procesus galima nustatyti pokyčius, kurių priežastis būtų antropogeninė veikla (uosto akvatorijos gilinimas). Norint įvertinti Klaipėdos uosto akvatorijos gilinimo įtaką, buvo sukurtas Klaipėdos sąsiaurio ir aplinkinių akvatorių hidrodinaminis modelis, kurio pagalba buvo tiriami hidrodinaminio režimo ir pralaidumo pokyčiai.

Hidroprocesų tyrimams Klaipėdos uosto akvatorijoje naudota dvimačių skaitmeninių modelių sistema MIKE 21, sukurta Danijos hidraulikos institute. Ši modelių sistema apjungia hidrodinaminių, bangų ir nešmenų procesų bei vandens kokybės (taršos sklaidos) modelius. Klaipėdos sąsiaurio ir aplinkinių akvatorių hidrodinaminiam modeliavimui naudotas MIKE 21 HD (Hydrodynamic Module) (MIKE 21 Hydrodynamic Module..., 2012).

Vertinant Klaipėdos uosto akvatorijos gilinimo poveikį aplinkai, buvo priimta, kad hidrodinaminiai pokyčiai dėl ūkinės veiklos bus lyginami su 1996 m. uosto akvatorijos būkle. 1996 m. prieš pradėdant intensyvius gilinimo darbus, farvaterio kanalas iki 6-sios krantinės buvo 12 m gylio ir 100 m pločio. Nuo 6-sios iki 115-sios krantinės farvateris buvo 5–12 m gylio. Nebuvo laivų apsisukimo akvatorių, išskyrus tarptautinio kelto akvatoriją.

Pagrindiniai Klaipėdos uosto akvatorijos gilinimo darbai buvo vykdyti šiais etapais:

1. 2010 m. baigtas pirmas uosto gilinimo etapas: Klaipėdos uosto įplaukos kanalo (tarp krantinių Nr. 1-10) pagilintas iki 14,5 m, o likęs uosto farvateris - iki 12,5 m gylio.
2. 2013 m. baigtas antras gilinimo etapas: Klaipėdos uosto farvaterio tarp 10 ir 105 krantinių gilinimas iki 14,5 m ir platinimas iki 150 m (dabartinė uosto būklė).

Ateityje planuojamas trečias uosto gilinimo etapas: Klaipėdos uosto akvatorijos gilinimas iki 17 m gylio.

Šiame skyriuje bus įvertinta Klaipėdos uosto akvatorijos gilinimo darbų pagal tris etapus įtaka Klaipėdos sąsiaurio hidrodinaminiam režimui, naudojant MIKE 21 programinę įrangą.

4.1.1.2. Atliktų Klaipėdos uosto akvatorijos gilinimo darbų įtakos Klaipėdos sąsiaurio hidrodinaminiam režimui (pralaidumui ir tėkmių struktūrai) įvertinimas

1996 m. suformuotas 100 m pločio ir 12 m gylio uosto įplaukos kanalas ir Klaipėdos sąsiaurio farvateris. Priimame, kad tai nulinė alternatyva, su kuria bus lyginama visų tolesnių uosto plėtros projektų įtaka Klaipėdos sąsiaurio hidrodinaminiam režimui. Uosto farvaterio gilinimo iki 14 m įtaka sąsiaurio hidrodinaminiam režimui (pralaidumui ir tėkmės struktūrai) buvo tiriama tokia seka (Gailiūšis ir kt., 2005):

- Klaipėdos sąsiaurio hidrodinamikos modelis kalibruotas pagal tėkmių matavimų duomenis;
- Klaipėdos sąsiaurio hidrodinamikos režimai sumodeliuoti esant įvairioms hidrometeorologinėms sąlygoms;
- Klaipėdos sąsiaurio pralaidumo ir tėkmės greičių pokyčiai įvertinti, lyginant modeliavimo rezultatus pagal gilinimo alternatyvas su pradine sąsiaurio būkle.

Keičiant Klaipėdos uosto įplaukos kanalo pralaidumą, keičiasi prietaka iš Baltijos jūros į Kuršių marias. Nustatyta, kad prietakos iš jūros į marias padidėjimas nėra tiesiogiai proporcingas įplaukos kanalo pralaidumo padidėjimui (Jurgelėnaitė ir Šarauskienė, 2007). Tam įrodyti panaudoti Baltijos jūros ir Kuršių marių paros vandens lygių duomenys bei skaitmeninis dvimatis hidrodinaminis MIKE 21 modelis. Sumodeliuota debitų Klaipėdos uoste priklausomybė nuo vandens lygio skirtumo tarp jūros ir marių. Naudojant šią debitų kreivę, išanalizuota Klaipėdos uosto įplaukos kanalo 10 % padidinto pralaidumo įtaka vandens prietakos dydžiui. Nustatyta, kad padidinus pralaidumą 10 %, į marias patenka nuo 3,64 iki 8,10 % daugiau druskingo vandens, negu įprastomis sąlygomis. Nagrinėjant Baltijos jūros vandens prietakos pokyčio bei Kuršių marių vandens lygio pokyčio priklausomybę nuo uosto įplaukos kanalo pralaidumo ir trukmės, nustatyta, kad padidinus uosto įplaukos kanalo pralaidumą sutrumpėja jūros vandens prietakos trukmė, o papildomos prietakos dydis, keičiant pralaidumą nuo 5 iki 30 %, kinta nuo 1,75 iki 16,67 %. Į marias pritekėjusio jūros vandens kiekiai, keičiant uosto įplaukos kanalo pralaidumą, priklauso nuo prietakos trukmės. Didėjant jūros vandens prietakos trukmei, papildomai pritekėjusio druskingo vandens kiekis Kuršių mariose mažėja (Jurgelėnaitė ir Šarauskienė, 2007).

Pastaruoju metu manoma, kad Klaipėdos uosto įplaukos kanalo pralaidumas, lyginant su 1996 m. būkle, neturėtų būti didinamas daugiau kaip 10 %. Galimybė gilinti uostą yra palikta, tačiau padidėjęs pralaidumas turėtų būti kompensuojamas kitomis priemonėmis, pvz., įrengiant pirsus, statant naujas krantines.

Atliekant Klaipėdos valstybinio jūrų uosto įplaukos kanalo gilinimo ir platinimo poveikio aplinkai vertinimą, analizuojami keturi uosto plėtros variantai (KVJU šiaurinės dalies..., 2009; Klaipėdos valstybinio jūrų..., 2009):

0 variantas – tai nulinis variantas, kuris buvo 1996 m. prieš pradėdant intensyvius Klaipėdos uosto įplaukos kanalo gilinimo darbus (4.1.1 a pav.). Farvaterio kanalas iki 6-sios krantinės buvo 12 m gylio ir 100 m pločio. Nuo 6-sios iki 115-sios krantinės farvateris buvo 5–12 m gylio. Nebuvo laivų apsisukimo akvatorijų, išskyrus tarptautinio kelto akvatoriją.

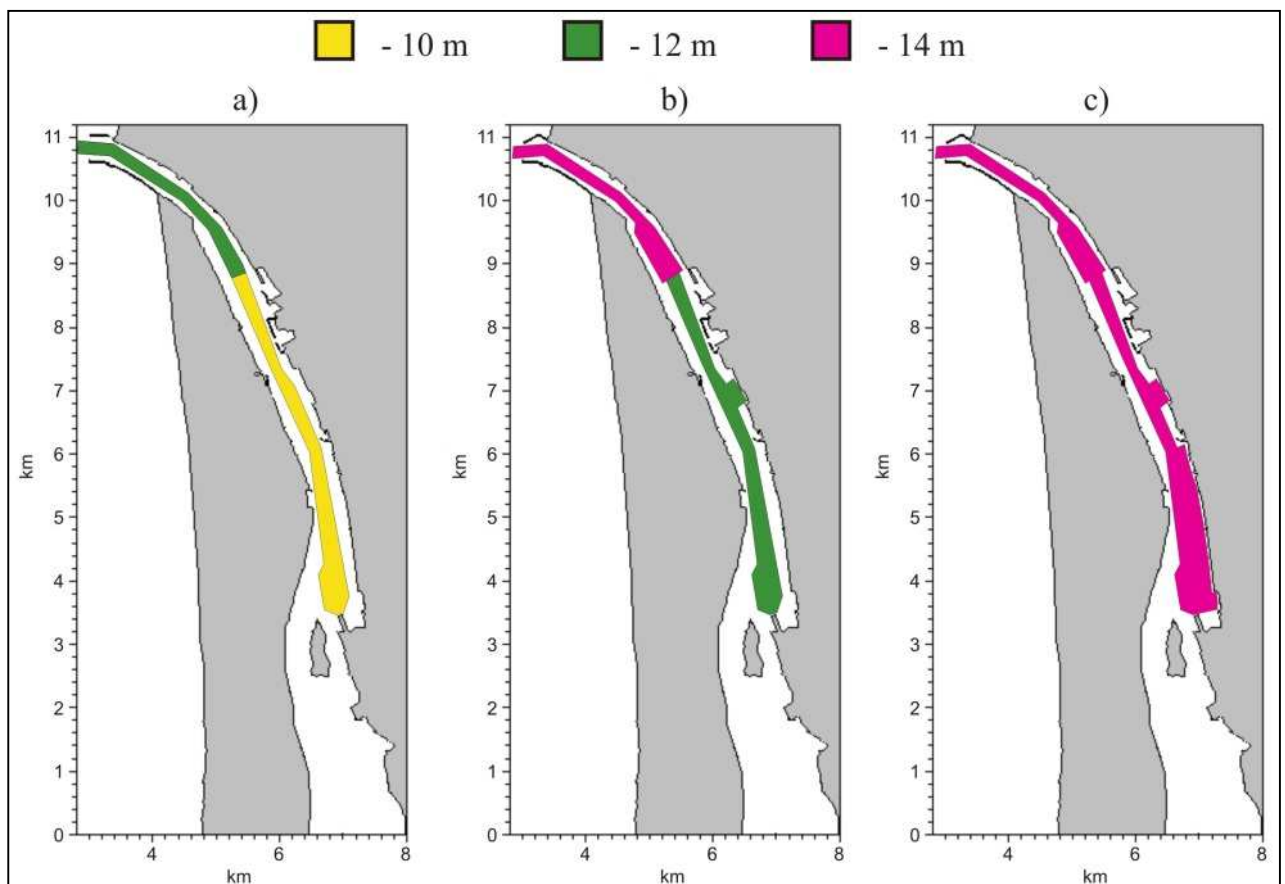
1 variantas – Klaipėdos uosto įplaukos kanalo būklė 2010 m. (4.1.1 b pav.). Įvykdyta uosto vartų rekonstrukcija, šiaurinis molas pailgintas 202 m, pietinis – 278 m, o uosto vartai susiaurinti. Tarp 1-sios ir 10-sios krantinių uosto įplaukos kanalas ir šiaurinė uosto dalis pagilinti iki 14,5 m, Nuo 10-sios iki 100-sios krantinės uosto farvateris pagilintas iki 12,5 m. Įrengta laivų apsisukimo akvatorija ties UAB „Bega“ ir LKAB „Klaipėdos Smeltė“.

2 variantas – Klaipėdos uosto įplaukos kanalo būklė 2013 m. (4.1.1 c pav.). Įplaukos kanalas tarp 10-sios ir 105-sios krantinių pagilintas iki 14,5 m ir paplatintas iki 150 m, įrengiant laivų

apsisukimo ratą ties UAB „Bega“ ir „Klaipėdos Smeltė“; 14 m gylis prie UAB „Bega“ krantinių Nr. 66–69 ir LKAB „Klaipėdos Smeltė“ krantinių Nr. 82–105. UAB „Bega“ ir Keleivių bei krovinių terminalo pirsai suprojektuoti kaip pusiau pralaidūs tškmei statiniai ir prie jų nėra stovinčių laivų.

3 variantas – tai 2 variantas su išlyga, kad prie trijų pirsų (dviejų UAB „Bega“ ir Keleivių bei krovinių terminalo) aptarnaujami laivai paverčia juos iš pusiau pralaidžių į aklinus, sudarančius papildomą kliūtį tškmei ir taip sumažina laivybos kanalo pralaidumą.

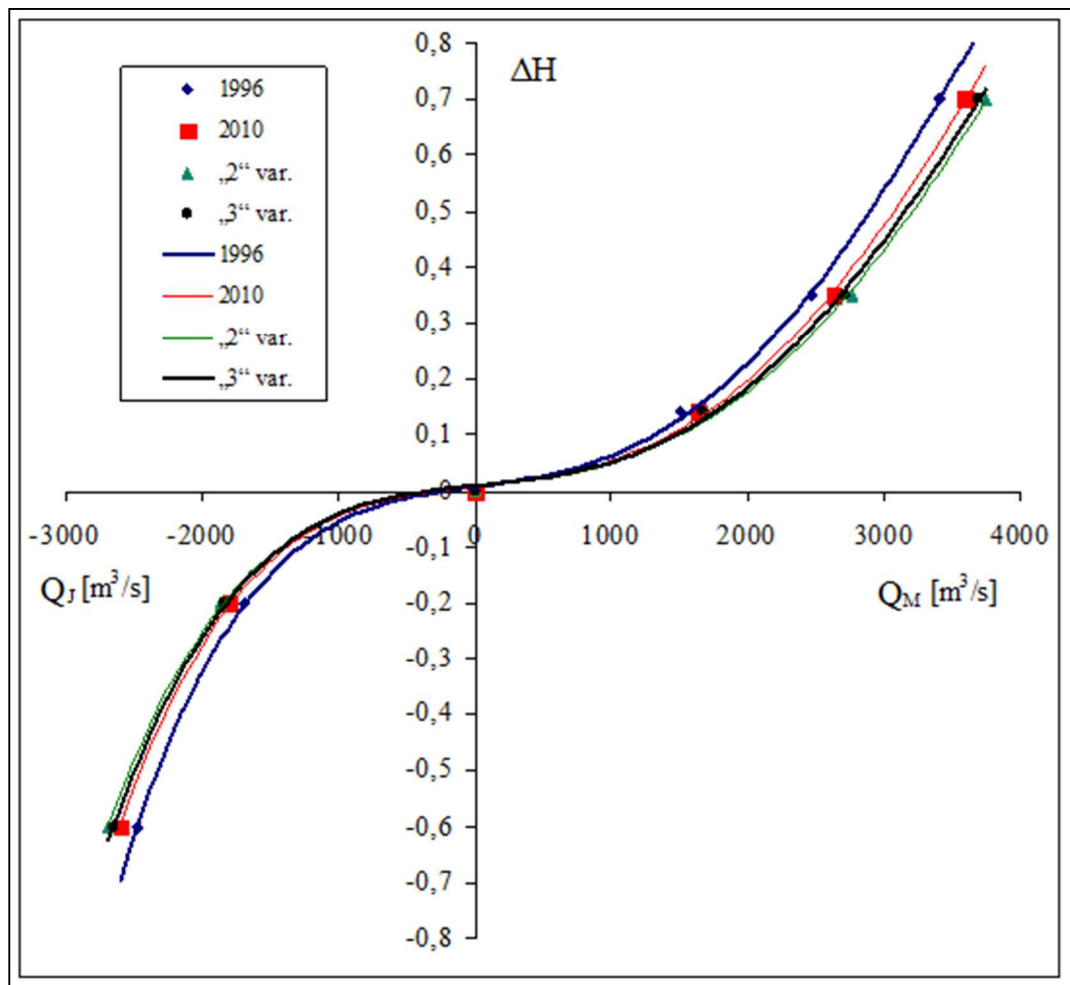
Hidrodinaminis modeliavimas atliktas pagal Klaipėdos sąsiaurio ir šiaurinės Kuršių marių dalies akvatorijos batimetriją, kurios tinklelio kvadratinės gardelės dydis yra 10 m. Klaipėdos sąsiaurio hidrodinaminiai skaičiavimai atlikti tekant 1600, 2700 ir 4000 m³/s debitui iš Kuršių marių į Baltijos jūrą bei 1600, 2400 ir 3200 m³/s debitui iš Baltijos jūros į Kuršių marias. Galimas debitų kaitos diapazonas sąsiauryje yra nuo -3500 iki 5000 m³/s. Parinkti modeliavimui debitai tolygiai pasiskirstę šiame intervale. Skaičiavimai atlikti pagal keturis batimetrijos variantus (4.1.1 pav.).



4.1.1 pav. Klaipėdos sąsiaurio gilinimo variantai: a) 1 variantas – 1996 m. farvateris, b) 2 variantas – 2010 m., c) 3 variantas – 2013 m.

Pagal pateiktus (Klaipėdos valstybinio jūrų..., 2009) duomenis nustatyta, kad esant 1 variantui Klaipėdos uosto įplaukos kanalo pralaidumas, lyginant su 0 variantu, padidėja 7,3 %, esant tškmei iš

Kuršių marių į Baltijos jūrą, ir iki 6,2 %, esant prietakai iš jūros į marias. Pagilinus farvaterį pagal 2 variantą iki 14,5 m, uosto įplaukos kanalo pralaidumas padidėtų iki 12,6 %, esant tėkmei iš Kuršių marių į Baltijos jūrą, ir iki 10,0 %, esant prietakai iš jūros į marias. Siekiant įgyvendinti 2 variantą, būtina imtis gamtosauginių priemonių. Viena alternatyvų yra pateikta trečiame gilavimo variante, pagal kurį pusiau pralaidūs pirsai, pastačius prie jų vienu metu ne mažiau kaip tris laivus, yra paverčiami aklinomis užtvaramis, dėl kurių įplaukos kanalo pralaidumas padidėtų iki 10,4 %, esant nuotėkiui iš Kuršių marių į Baltijos jūrą, ir iki 8,5 %, esant prietakai iš Baltijos jūros į Kuršių marias (4.1.2 pav.).

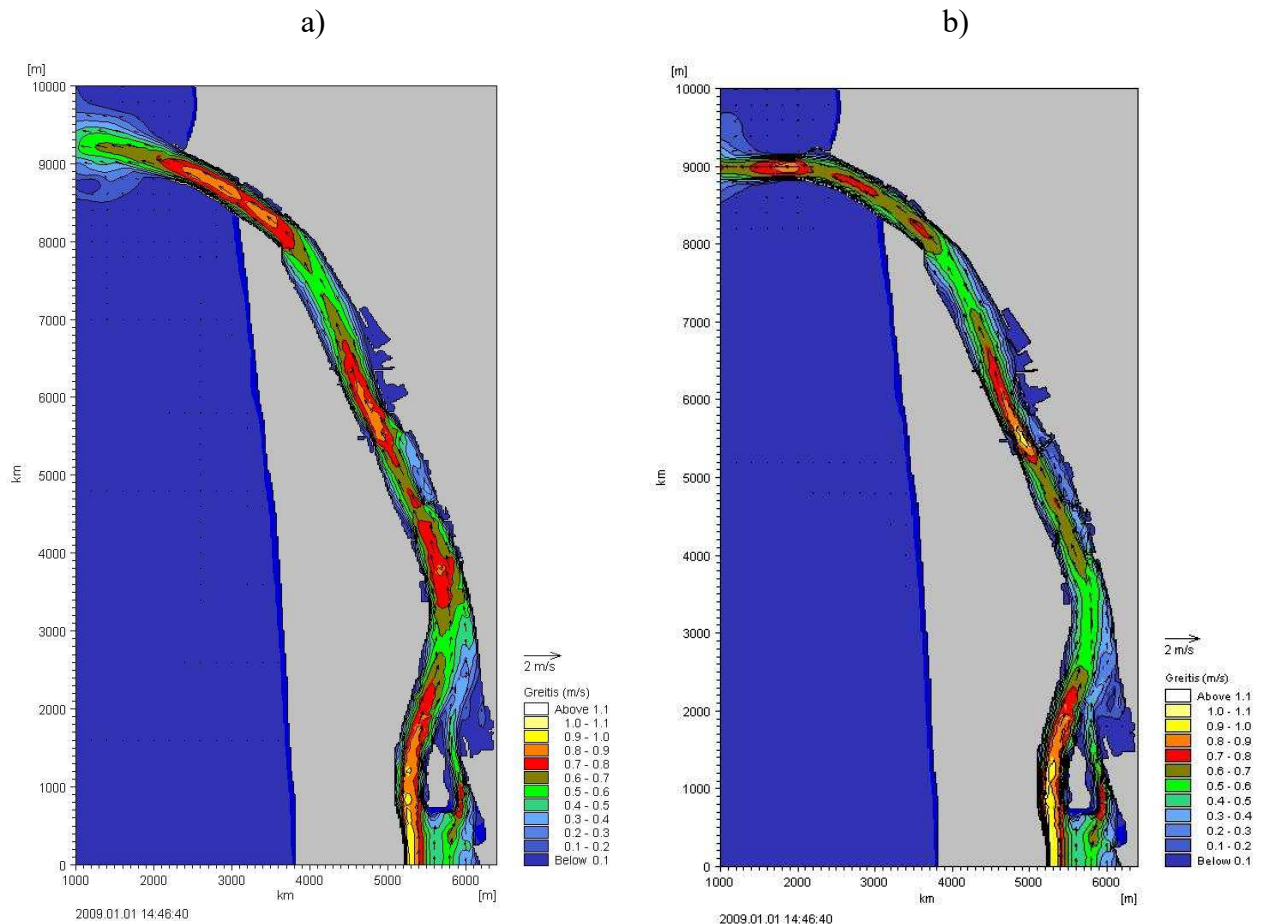


4.1.2 pav. Vandens apykaitos tarp Baltijos jūros ir Kuršių marių debitai, esant skirtingiems uosto įplaukos kanalo gilavimo variantams (pagal (KVJU šiaurinės dalies..., 2009)).

Sąsiaurio pralaidumo kreivės, esant debitui iš Kuršių marių į Baltijos jūrą ir iš Baltijos jūros į marias, yra nesimetriškos; esant tam pačiam lygių skirtumui tarp Kuršių marių ir Baltijos jūros Klaipėdos sąsiauriu iš jūros teka mažesnis debitas negu iš Kuršių marių. Tam turi įtakos Klaipėdos sąsiaurio nuolydis (tėkmė iš jūros patiria didesnį pasipriešinimą) bei nauji jūros vartai.

Šie Klaipėdos sąsiaurio pralaidumo pokyčiai gauti tėkmės nusistovėjusio režimo sąlygomis ir atspindi momentinį sąsiaurio pralaidumą. Iš tikrųjų Baltijos jūros ir Kuršių marių vandens lygis kinta dėl patvankos reiškinio, Nemuno nuotėkio ir prietakos iš Baltijos jūros. Todėl Baltijos jūros vandens skverbimosi į Kuršių marias procesas prasideda, kylant Baltijos jūros lygiui ir užtvenkus Kuršių marių ištaką. Tokie procesai stebimi vidutiniškai apie 40 kartų per metus ir trunka apie 70 dienų. Taigi, vieno Baltijos jūros vandens įsiveržimo vidutinė trukmė 1,75 dienų, o patekusio į Kuršių marias vandens masė apie du kartus mažesnė už tą vandens masę, kuri būtų paskaičiuota, priimant momentinį pralaidumo pokytį.

Sąsiaurio tėkmės struktūros sumodeliuotos keturiems aprašytiems variantams, esant 1600, 2700 ir 4000 m³/s debitui iš Kuršių marių į Baltijos jūrą bei 1600, 2400 ir 3200 m³/s debitui iš Baltijos jūros į Kuršių marias. Atliekant Klaipėdos uosto gilinimą, didėja sąsiaurio pralaidumas, kas sukelia tėkmės greičių sąsiauryje mažėjimą (4.1.3 pav.). Lyginant nulinio (iki 1996 m.) ir 2 varianto (2013 m.) tėkmės struktūrą, stebimas tėkmės greičių sumažėjimas visoje sąsiaurio akvatorijoje, išskyrus jūros vartų akvatoriją. Tik tarp rekonstruotų uosto vartų molų tėkmės greičiai padidėja, lyginant su 0 varianto tėkmių struktūra).



4.1.3 pav. Klaipėdos sąsiaurio tėkmės struktūra, esant 2700 m³/s debitui iš Kuršių marių į Baltijos jūrą: a) 0 variantas, b) 2 variantas.

Tokiu būdu galima daryti išvadą, kad svarbiausias Klaipėdos uosto plėtrą ribojantis veiksnys yra Klaipėdos sąsiaurio hidrodinaminis režimas (sąsiaurio vandens apykaita ir tėkmių struktūra), kuris lemia bangų bei nešmenų pernašos procesus bei ekosistemų egzistavimo sąlygas tiek sąsiauryje, tiek Kuršių mariose. Todėl vykdant Klaipėdos uosto plėtrą (keičiant molų konfiguraciją, atliekant farvaterio gilinimą), būtina nustatyti galimą poveikį sąsiaurio hidrodinaminiam režimui. Antra, Klaipėdos sąsiaurio hidrodinaminio režimo modeliavimas parodė, kad jūrų uosto plėtra jau padidino sąsiaurio pralaidumą 10 %, lyginant su 1996 m. būkle, todėl plėtojant Klaipėdos uostą ateityje bus būtinos gamtos saugos priemonės.

4.1.1.3. Klaipėdos uosto akvatorijos gilinimo iki 17 m gylio įtakos Klaipėdos sąsiaurio hidrodinaminiam režimui (pralaidumui ir tėkmių struktūrai) įvertinimas

Augantys Klaipėdos uosto krovinių srautai, intensyvėjanti laivyba, didėjantis atplaukiančių laivų tonażas jau dabar įpareigoja realizuoti ilgalaikės uosto plėtros planus. Nuo 1999 m. iki 2012 m. Klaipėdos uosto krovinių apyvarta išaugo daugiau nei dvigubai – nuo 15 mln. t iki 35,5 mln. t jūrinių krovinių. 2013 m. atlikti rekordinės vertės ir apimties Klaipėdos valstybinio jūrų uosto laivybos kanalo gilinimo ir platinimo darbai. Atlikus šiuos gilinimo darbus uosto plotis padidėjo iki 150 m, o gylis atitinkamai iki 14,5 m. Po šių gilinimo darbų padidėjo didžiųjų laivų plaukimo ir manevravimo uoste saugumas, taip pat paties uosto konkurencingumas ir pralaidumas kaimyninių uostų atžvilgiu. Esant tokiems uosto laivybos kanalo parametrams, Klaipėdos uoste sudarytos sąlygos priimti didesnio ilgio ir pločio *PostPanamax* laivus, kurių ilgis siekia 300–310 m, o plotis – 40 m (<http://www.portofklaipeda.lt>).

Sparčiai didėjant krovinių srautams, tikėtina, kad iki 2017 m. esamos uosto galimybės bus visiškai išnaudotos. Iškilus būtinybė statyti giliavandenį jūrų uostą, kurio gylis bus 17 - 18 m, o krovinių apyvarta per metus sieks 50 mln. t. Giliavandenio uosto idėjos įgyvendinimas galėtų vykti pagal du scenarijus: uostas plėtojamas pietų kryptimi (gilinant Klaipėdos sąsiaurį ir statant naujas bei rekonstruojant senas krantines) bei šiaurės kryptimi (rekonstruojant įplaukos kanalą bei įrengiant krantines Baltijos priekrantėje).

Pirmieji uosto plėtros planai šiaurės kryptimi pradėti įgyvendinti jau nuo 2002 m., kai LR Vyriausybė pasirašė sutartį su Japonijos tarptautinio bendradarbiavimo agentūra (JICA) dėl Klaipėdos uosto plėtros galimybių studijos parengimo (<http://www.portofklaipeda.lt>). 2003–2004 m. JICA ekspertai atliko išsamią uosto plėtros galimybių studiją, kurioje visapusiškai įvertino viso regiono ir Klaipėdos uosto verslo aplinką, technologinius parametrus, gamtines sąlygas, pateikė galimus plėtros variantus, konstatuodami, kad uosto plėtra dabartinio uosto teritorijoje yra ribota. Atsižvelgdami į tuometes miesto ir uosto plėtros tendencijas, JICA ekspertai pasiūlė 350 m nuo

kranto, jūroje, šalia šiaurinio įplaukos kanalo molo (ties Melnragės gyvenvieta) suformuoti dirbtinę (1,5 km ilgio, 0,7 km pločio) uosto salą su natūraliu 17,5 m gyliu.

2010–2011 m. Vokietijos įmonės *Inros Lackner AG* ekspertai atliko giliavandens uosto plėtros galimybių studiją, kurioje išnagrinėjo alternatyvias uosto išvystymo vietas, vertindami jas ekonominiais, socialiniais, techniniais, finansiniais aspektais. Konsultantai išanalizavo ir pasiūlė tris plėtros alternatyvas: pirma – uosto išvystymas (dirbtinės salos statyba) šiaurinėje Klaipėdos uosto dalyje ties Melnragės gyvenvieta (tuometis JICA pasiūlymas); antra – uosto vystymas pietinėje ir šiaurinėje Klaipėdos uosto vietose; trečia – naujo uosto statyba Būtingėje.

Išorinio giliavandens uosto įrengimas reikalautų labai daug investicinių lėšų, todėl toliau buvo nagrinėjamos ir uosto plėtros galimybės pietų kryptimi. 2013–2014 m. UAB "Sweco Lietuva" kartu su mokslo institucijomis paruošė Klaipėdos valstybinio jūrų uosto laivybos kanalo maksimalaus gilinimo ir platinimo galimybių plėtros planą - apie siektiną 17 m gylį. 2014 07 18 d. Klaipėdos valstybinio jūrų uosto plėtojimo tarybos posėdyje aptarti Klaipėdos valstybinio jūrų uosto laivybos kanalo maksimalaus gilinimo ir platinimo galimybių parengto plėtros plano sprendiniai bei pasirinktas dalinės plėtros variantas.

Plėtros plano sprendinių vertinimas, atsižvelgiant į hidrodinamines bei nešmenų pernašos sąlygas, yra atliktas projekte (Klaipėdos uosto laivybos..., 2013).

Tiriant Klaipėdos sąsiaurio hidrodinaminių procesų pokyčius dėl Klaipėdos uosto plėtros, nagrinėta daug alternatyvų. Šiame skyriuje tirtos šios pagrindinės alternatyvos:

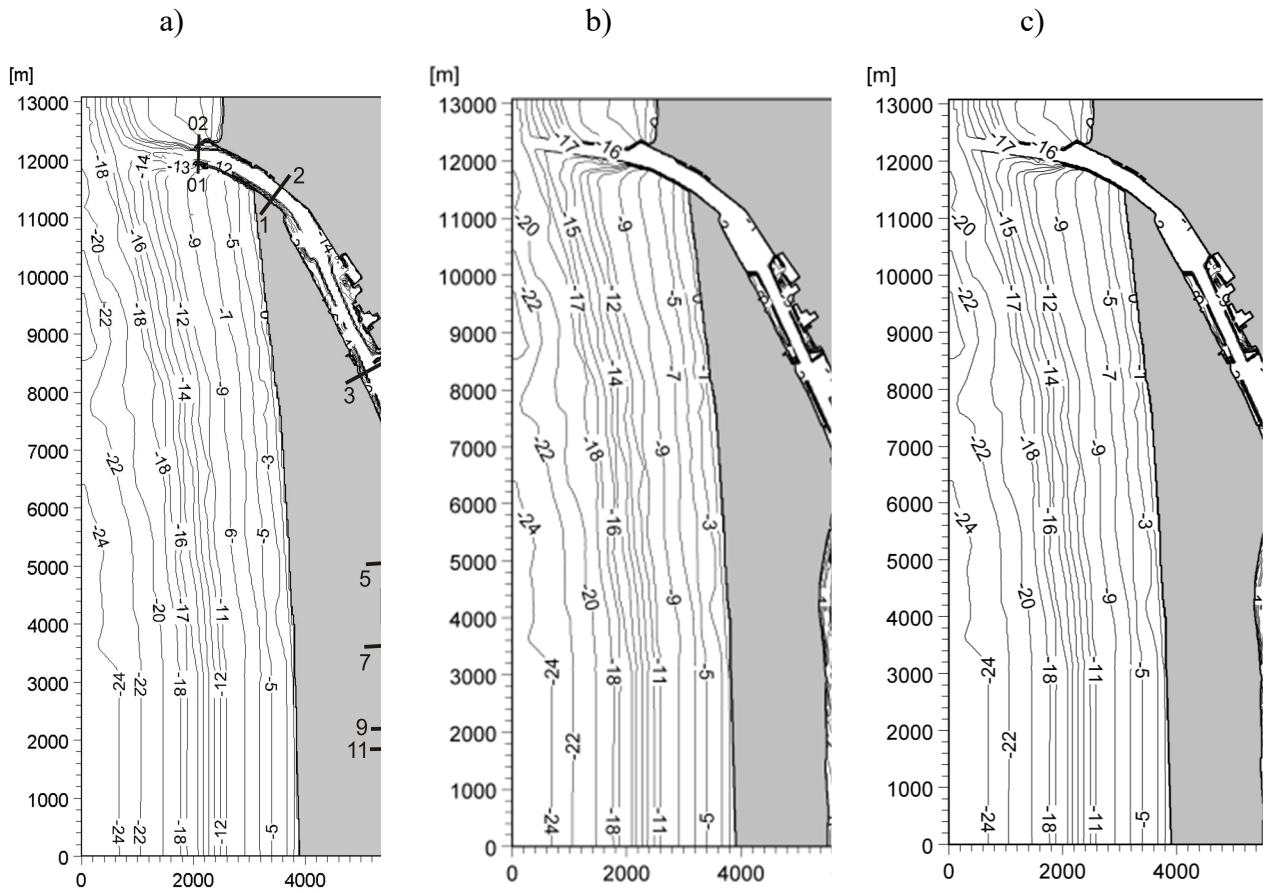
0 alternatyva – dabartinė sąsiaurio būklė (uosto laivybos kanalas išgilintas iki 14,5 m ir išplatinas iki 150 m, „Smeltės“ laivų apsisukimo vieta išgilinta iki 14,5 m, paruošta akvatorija, reikalinga SGD importo terminalo poreikiams) (4.1.4 a pav.).

1 alternatyva – maksimalios plėtros galimybės įgyvendinus poveikį mažinančias aplinkosaugos priemones (visos akvatorijos gilinimas ir platinimas iki maksimalių parametrų bei molo-užtvaros (pietų vartų) įrengimas šiaurinėje Kuršių marių dalyje: įplaukos kanalo gylis – 17,5 m, laivybos kanalo gylis – 17 m ir plotis – 200 m, akvatorijos laivų apsisukimo baseinų vietose gylis – 17 m, akvatorijos už Kiaulės nugaros salos gylis – 14 m) (4.1.4 b pav.).

2 alternatyva – dalinės plėtros galimybės įgyvendinus aplinkosaugines poveikį mažinančias priemones (pasirinktuose akvatorijos sektoriuose gilinimas ir platinimas iki maksimalių parametrų bei molo-užtvaros (pietų vartų) įrengimas šiaurinėje Kuršių marių dalyje: įplaukos kanalo gylis – 17,5 m, laivybos kanalo gylis – 17 m) (4.1.4 c pav.).

Pagal numatytas alternatyvas ir scenarijus paruošti Klaipėdos sąsiaurio ir Kuršių marių šiaurinės dalies batimetriniai planai (4.1.4 pav.), kuriuos naudojant buvo atliktas hidrodinaminis modeliavimas naudojant dvimatę skaitmeninio modeliavimo sistemą MIKE 21.

Klaipėdos sąsiaurio pralaidumo pokyčiai nustatyti lyginant dabartinę Klaipėdos sąsiaurio ir šiaurinės Kuršių marių dalies būklę KVJU ribose (0 alternatyva) su planuojama būkle (1 ir 2 alternatyvos). Suskaičiuoti vandens debitai Klaipėdos sąsiauryje visoms alternatyvoms, kai tėkmė teka iš Kuršių marių į Baltijos jūrą ir iš Baltijos jūros į Kuršių marias.



4.1.4 pav. Klaipėdos šąsiaurio batimetrija (uosto vystymosi alternatyvos): a) dabartinė būklė (0 alternatyva), b) pilna plėtra (1 alternatyva), c) dalinė plėtra (2 alternatyva).

Pasirinkti trys vandens lygio skirtumai Δh tarp Kuršių marių ir Baltijos jūros pagal hidrodinaminio modelio kraštines sąlygas (0,12 m, 0,32 m, ir 0,70 m). Esant šiems lygio skirtumams sąsiauriu atitinkamai tekės 1620, 2730 ir 4240 m³/s debitai pagal 0 alternatyvą. Kai tekės priešingos krypties tėkmė iš Baltijos jūros į Kuršių marias, o lygio skirtumai yra 0,16 m ir 0,66 m, tai pagal 0 alternatyvą sąsiauriu tekės 1720 ir 3110 m³/s debitai (hidrodinaminiam modelyje debitai buvo suskaičiuoti 3-4 pjūvyje (4.1.4 a pav.).

Klaipėdos sąsiaurio debitai parinkti atsižvelgiant į tikslus, kurių siekiama, ir sprendžiamus uždavinius. Kai tėkmė nukreipta iš Kuršių marių į Baltijos jūrą, 2730 m³/s debitas charakterizuoja ribines laivybos sąlygas. Maksimalus 4240 m³/s debitas pasitaiko rečiau kaip 1 kartą per 100 metų ir pagal jį sprendžiama apie sąsiaurio vagos atsparumą erozijos procesams.

Kai tėkmė nukreipta iš Baltijos jūros į Kuršių marias, 1720 m³/s debitas atspindi laivybos sąlygas sąsiauryje dažnų Baltijos jūros vandens lygio pakilimų metu. Didesnis nei 3000 m³/s debitas charakterizuoja ypač sudėtingas laivybos sąlygas audrų metu, kai stebime vakarų krypčių ir didesnius kaip 20 m/s greičio vėjus bei aukštą Baltijos jūros lygį.

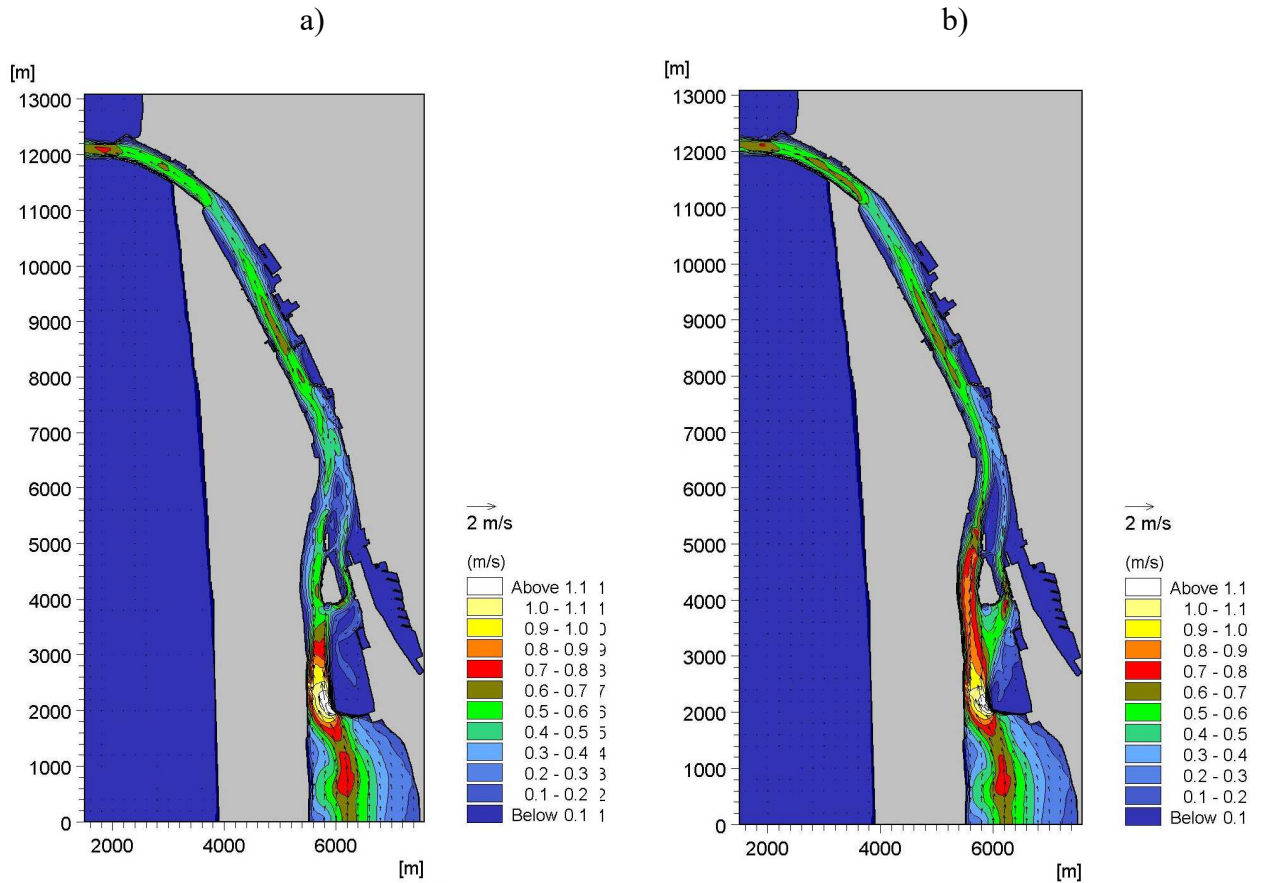
Atliktas Klaipėdos sąsiaurio pralaidumo palyginimas pagal alternatyvas. Sprendinių įgyvendinimas pagal 1 alternatyvą (maksimali plėtra įgyvendinus poveikį mažinančias aplinkosaugos priemones) padidintų Klaipėdos sąsiaurio pralaidumą iki 10,4 % tekant tekmei iš Kuršių marių į Baltijos jūrą ir iki 9,7 % tekant tekmei iš Baltijos jūros į Kuršių marias, lyginant su 0 alternatyva. Tai reiškia, kad pietų vartų (molo-užtvaros) įrengimas kaip gamtosaugos priemonė nepilnai kompensuotų sąsiaurio pralaidumo pokyčius dėl sprendinių pagal 1 alternatyvą įgyvendinimo. 2 alternatyvos atveju (dalinė plėtra įgyvendinus poveikį mažinančias aplinkosaugos priemones), Klaipėdos sąsiaurio pralaidumas nežymiai padidėtų iki 1,6 % tekant tekmei iš Kuršių marių į Baltijos jūrą ir iki 1,1 % tekant tekmei iš Baltijos jūros į Kuršių marias, lyginant su 0 alternatyva.

Įvertinus Klaipėdos sąsiaurio pralaidumo tyrimus, darome išvadą, kad gamtosauginiu požiūriu Klaipėdos uosto plėtrai palankiausia būtų 2 alternatyva (dalinė plėtra įrengiant pietų vartus). Įgyvendinus sprendinius pagal šią alternatyvą, Klaipėdos sąsiaurio pralaidumo pokyčiai neturėtų žymios įtakos Kuršių marių hidrologinei ir ekologiškai būklei.

Klaipėdos sąsiaurio ir šiaurinės Kuršių marių dalies tėkmių struktūros KVJU ribose sumodeliuotos visoms nagrinėtoms alternatyvoms ir jų scenarijams, tekant 1620, 2730 ir 4240 m³/s debitui iš Kuršių marių į Baltijos jūrą bei 1720 ir 3110 m³/s debitui iš Baltijos jūros į Kuršių marias. Tekant skirtingiems debitams iš marių į jūrą (ir atvirkščiai) pagal tą pačią alternatyvą, susidariusi tėkmių struktūra yra panašaus pobūdžio, o skiriasi tik tėkmės greičių absoliutiniai dydžiai. Tekant 1620, 2730 ir 4240 m³/s debitams iš Kuršių marių į Baltijos jūrą pagal 0 alternatyvą, žymus tėkmės greičių padidėjimas nustatytas šiaurinėje kanalo dalyje (prie uosto vartų molų), akvatorijoje ties UAB

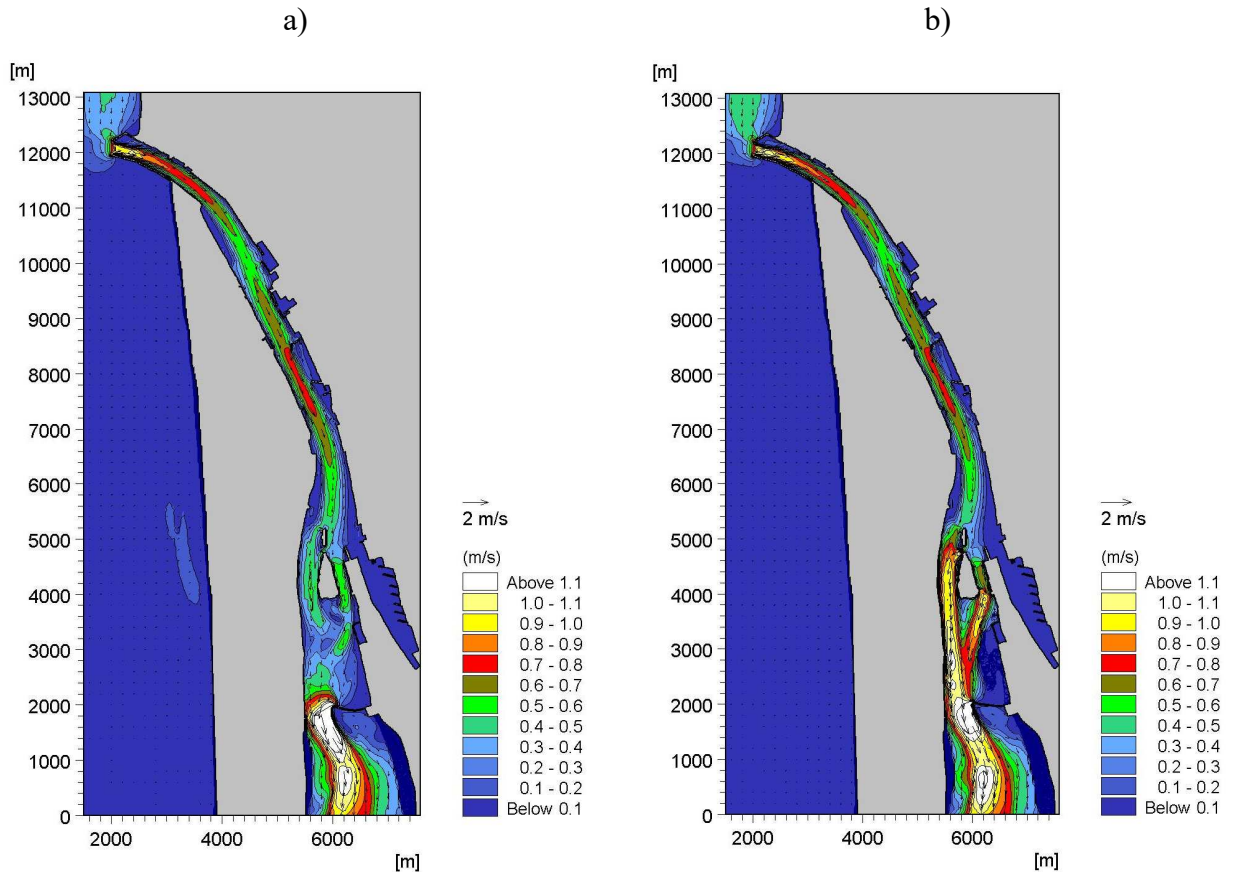
„Vakarų Baltijos laivų statykla“ ir UAB „Bega“ bei Kiaulės nugaros salos vakarų protakoje ir akvatorijoje prie Kuršių nerijos kranto už Kiaulės nugaros salos. Skiriasi tik tėkmės greičių dydžiai: tekant 1620 m³/s debitui sąsiauryje, tėkmės greičiai neviršys 0,55 m/s, 2730 m³/s – 0,9 m/s, o 4240 m³/s – 1,4 m/s. Tekant 1720 ir 3110 m³/s debitams iš Baltijos jūros į Kuršių marias pagal 0 alternatyvą, žymus tėkmės greičių padidėjimas nustatytas šiaurinėje kanalo dalyje, Kiaulės nugaros salos vakarų ir rytų protakose bei akvatorijoje prie Kuršių nerijos kranto už Kiaulės nugaros salos. Tekant 1720 m³/s debitui sąsiauryje, tėkmės greičiai neviršys 0,7 m/s, o tekant 3110 m³/s – 1,3 m/s.

Detaliau palyginsime tėkmės pokyčius pagal alternatyvas tekant 2730 m³/s debitui iš Kuršių marių į Baltijos jūrą (4.1.5 pav.). Lyginat 1 alternatyvą su 0 alternatyva nustatyta, kad tėkmės greičiai sumažės visame laivybos kanale, tačiau žymiai padidės akvatorijoje prie Kuršių nerijos kranto nuo pietų vartų molo iki Kiaulės nugaros salos vakarų protakos (4.1.5 a pav.). Pagal 2 alternatyvą taip pat bus stebimas tėkmės greičių padidėjimas akvatorijoje prie Kuršių nerijos kranto nuo molo-užtvartos iki vakarų protakos ties Kiaulės nugaros sala (4.1.5 b pav.). Pasirinkus šią plėtros plano alternatyvą, būtina suprojektuoti tokią pietų vartų konstrukciją, kad būtų sumažinta galima dugno erozija tiek prie molo, tiek prie Kuršių nerijos krantų.



4.1.5 pav. Klaipėdos sąsiaurio tėkmės struktūros pagal 1 ir 2 alternatyvas (pilna plėtra (a) ir dalinė plėtra (b)), kai sąsiauriu teka 2700 m³/s debitas iš Kuršių marių į Baltijos jūrą.

Tekant tėkmei iš Baltijos jūros į Kuršių marias, detaliau palyginsime tėkmės pokyčius pagal alternatyvas tekant sąsiauriu 3100 m³/s debitui (4.1.6 pav.). Lyginat 1 alternatyvą su 0 alternatyva nustatyta, kad tėkmės greičiai sumažės visame laivybos kanale, protakose ties Kiaulės nugaros sala ir siaurinėje marių dalyje (4.1.6 a pav.), bet greičiai padidės akvatorijoje prie siaurinėje Kuršių marių dalyje numatytų pietų vartų (molo-užtvaros), kas sukels dugno eroziją. Pagal 2 alternatyvą taip pat bus stebimas tėkmės greičių padidėjimas akvatorijoje tarp Kuršių nerijos kranto ir molo-užtvaros (4.1.6 b pav.). Pietinių vartų konstrukcija turi būti parinkta taip, kad sumažintų galimą erozijos zoną nurodytoje akvatorijoje, norint išsaugoti Kuršių nerijos krantų bei molo-užtvaros stabilumą.



4.1.6 pav. Klaipėdos sąsiaurio tėkmės struktūros pagal 1 ir 2 alternatyvas (pilna plėtra (a) ir dalinė plėtra (b)), kai sąsiauriu teka 3100 m³/s debitas iš Baltijos jūros į Kuršių marias.

Atlikus tėkmės greičių pokyčių analizę pagal numatytas alternatyvas nustatyta, kad ateityje reikėtų atlikti tyrimus, parenkant optimalią pietų vartų struktūrą hidrodinaminiu požiūriu.

4.1.1.4 Apibendrinimas

Klaipėdos sąsiaurio tėkmės režimo modeliavimas parodė, kad Klaipėdos jūrų uosto plėtra iki dabartinio laikotarpio jau padidino sąsiaurio pralaidumą 10 %, lyginant su 1996 m. būkle, todėl plėtojant Klaipėdos uostą ateityje bus būtinos gamtosaugos priemonės. 2014 m. paruoštas Klaipėdos uosto laivybos kanalo maksimalaus gilinimo ir platinimo galimybių plėtros planas, kuriame numatytos artimiausio laikotarpio Klaipėdos uosto plėtros alternatyvos. Įgyvendinus KVJU laivybos kanalo maksimalaus gilinimo ir platinimo Plėtros plano sprendinius pagal 1 alternatyvą (maksimalios plėtros galimybės įgyvendinus aplinkosaugines poveikį mažinančias priemones) žymiai (iki 10,4%) padidės Klaipėdos sąsiaurio pralaidumas. Siūlomo pietinio molo-užtvaros (pietų vartų) šiaurinėje Kuršių marių dalyje įrengimas nekompensuos pralaidumo padidėjimo. 2 alternatyvos sprendiniai (dalinės plėtros galimybės įgyvendinus aplinkosaugines poveikį mažinančias priemones) nežymiai (iki 1,6%) padidins Klaipėdos sąsiaurio pralaidumą. Todėl siūloma įgyvendinti 2 alternatyvos sprendinius.

Įgyvendinus Plėtros plano sprendinius pagal 2 alternatyvą galimas tėkmių prieaugis, sukeliantis erozijos židinius prie Kuršių nerijos kranto, akvatorijoje nuo Kiaulės nugaros salos vakarų protakos iki molo-užtvaros šiaurinėje Kuršių marių dalyje. Taip pat tėkmės greičiai žymiai padidėtų akvatorijoje tarp numatyto pietinio molo-užtvaros ir Kuršių nerijos kranto. Ateityje reikėtų parinkti tokią pietinio molo-užtvaros konstrukciją, kad įgyvendinant sprendinius pagal 2 alternatyvą sąsiaurio pralaidumas nesiskirtų nuo pralaidumo pagal 0 alternatyvą bei būtų išvengta erozijos procesų akvatorijoje prie pietinio molo-užtvaros bei Kuršių nerijos kranto.

4.1.1.5 Literatūra

- Gailiušis, B., Kriauciūnienė, J., Kovalenkoviėnė, M., 2005. Studies on permeability of the Klaipėda Strait. *Proceedings, the 6th International Conference „Environmental Engineering“*, Vilnius Gediminas Technical University, May 26–27, 356–361.
- Jurgelėnaitė, A., Šarauskienė, D., 2007. Klaipėdos sąsiaurio pralaidumo pokyčio įtaka jūros vandens prietakos į Kuršių marias procesui. *Energetika 53 (2)*, 52–56.
- MIKE 21 Flow Model. Hydrodynamic Module. User Guide. Danish Hydraulic Institute, 2012, 121 pp.
- Klaipėdos valstybinio jūrų uosto akvatorijos tarp 10 ir 100 krantinių gilinimo iki 14 m poveikio aplinkai vertinimas. Užsakovas: Klaipėdos valstybinio jūrų uosto direkcija. Vykdytojas: LEI. 2009.
- KVJU šiaurinės dalies laivybos farvaterio tarp PK0 ir PK28 platinimas. Poveikio aplinkai vertinimo ataskaita. Užsakovas: Klaipėdos valstybinio jūrų uosto direkcija. Vykdytojas: LEI. 2009.
- Klaipėdos uosto laivybos kanalo maksimalaus gilinimo ir platinimo galimybių plėtros planas. Hidrodinaminių sąlygų ir nešmenų balanso pokyčių įvertinimas. Užsakovas: UAB „Sweco Lietuva“. Vykdytojas: LEI. 2013.

VEIKLA NR. 4.1.2. KLAIPĖDOS UOSTO AKVATORIJOS GILINIMO DARBŲ POVEIKIO DRUSKINGO IR GĖLO VANDENS BALANSUI TARP LIETUVOS BALTIJOS JŪROS PRIEKRANTĖS IR KURŠIŲ MARIŲ VERTINIMAS

Atlikta veikla Nr. 4.1.2. ir pasiektas rezultatas Nr. R4.1.2. - hidrodinaminio modelio SHYFEM pagalba skaičiuoti scenarijai su tais pačiais realiais hidrometeorologiniais duomenimis, bet su skirtingais Klaipėdos uosto gyliais. Druskingo ir gėlo vandens balansas kiekvienam scenarijui buvo gautas kaip vandens kiekis pratekantis pro uosto vartus iš jūros ir į jūrą per metus arba per sezoną. Po to pateikiama vandens balanso pokyčių dėl uosto gilinimo analizė.

4.1.2.1 Medžiaga ir metodai

Tyrimo objektas

Kuršių marios yra sistema, kurioje dominuoja sausumos nuotėkis. Hidrologinis režimas labai priklauso nuo baseino nuotėkio. Kiekvienais metais upės atneša keturis kartus daugiau vandens nei marių tūris. Bendras Kuršių marių plotas yra apie 1584 km², tūris – 6,3 km³, ilgis – 93 km, maksimalus plotis – 46 km, o vidutinis gylis yra 3,8 m (Žaromskis, 1996). Priklausomai nuo vidutinio druskingumo, šis vandens telkinys gali būti padalintas į 4 dalis: Klaipėdos sąsiaurį, šiaurinę, centrinę ir pietinę marių dalis.

Centrinė marių dalis yra priklausoma nuo gėlo Nemuno upės nuotėkio, todėl pietinė ir centrinė marių dalys yra gėlos (vidutinis metinis druskingumas yra 0,08 ‰), tuo tarpu šiaurinė dalis, dėl Baltijos jūros druskėto vandens prietakos, yra oligohalininė (vidutinis metinis druskingumas yra 2,45 ‰) su nereguliais druskingumo svyravimais iki 7 ‰ (Dailidienė ir Davulienė, 2008). Druskėtu vandenų prietaka į marias yra siejama su intensyviais šiaurės vakarų vėjais (Dailidienė ir Davulienė, 2008, Zemlys ir kt., 2013). Yra susiformavęs natūralus horizontalus paviršinių vandenų gradientas upės deltos link ir dominuoja vandens ištekėjimas iš marių (Zemlys ir kt., 2013). Kuršių marios yra tranzitinis gėlo vandens baseinas. Lyginant su jūros lygiu, vidutinis marių vandens lygis dažniausiai yra aukštesnis, todėl vanduo teka iš marių į jūrą.

Klaipėdos sąsiaurio, kuris sujungia Baltijos jūrą su Kuršių mariomis, plotis kinta nuo 400 iki 1200 m ir jo ilgis, nuo Kiaulės nugaros salos, kuri dalina marių ir sąsiaurio vandenį, siekia apie 11 km. Iki Pirmojo Pasaulinio karo Klaipėdos sąsiaurio farvaterio gylis neviršijo 6 m. Intensyvesnė laivyba prasidėjo 1925 metais. 1928 m. buvo išgilinta iki 8 m gylio, o 1939 m. iki 10 m gylio (Žaromskis, 1998). Vėliau ilgą laiką gyliai būdavo mažesni nei 12 m. Intensyvūs gilinimo darbai prasidėjo po 1990 m., kai Lietuva tapo nepriklausoma. 1998-2002 m. uosto farvateris buvo išgilintas iki 14 m, uosto įplaukos kanalas buvo rekonstruotas: uosto vartai buvo susiaurinti nuo 400 m iki 238

m, 205 m pailgintas šiaurinis molas ir 278 m pailgintas pietinis molas, įplaukos kanalas išgilintas iki 14,5 m.

Daugiamečiai druskingumo duomenys

Pirmieji Kuršių marių duomenys, susiję su fiziko-cheminiais matavimais ir limnologija, buvo paskelbti Pratje (1931), Schmidt-Ries (1940) ir Willer (1931, 1933) moksliniuose straipsniuose. Detalesni Kuršių marių chloro režimo duomenys buvo surinkti po Antrojo pasaulinio karo pabaigos, kai mariose buvo sukurtas matavimo stočių tinklas. Pirmieji moksliniai straipsniai, iš surinktų duomenų, pasirodė aštuntajame XX a. dešimtmetyje. Dubra (1972) analizavo Kuršių marių druskingo vandens pasiskirstymo sąlygas 1957-1970 metams. Jis nustatė, kad druskingo vandens kiekis, patenkantis į Kuršių marias, priklauso nuo upių nuotėkio ir vėjo. Vaitkevičienė ir Vaitkevičius (1978) analizavo 1964-1972 m. chloringumo matavimus mariose ir pristatė druskingumo pasiskirstymo klasifikaciją. Prochorova (1998) analizavo 1992-1996 metų sezoninius šiaurinės ir centrinės Kuršių marių dalies chloringumo matavimų duomenis. Ji nustatė, kad druskėtas jūros vanduo dažnai patenka į šiaurinę Kuršių marių dalį, maždaug iki Juodkrantės, kai pietryčių Baltijoje būna aukštas vandens lygis.

Detalesnę Kuršių marių druskingumo tendų ir juos lemiančių veiksnių analizę 1984-2005 metams atliko Dailidienė ir Davulienė (2008). Jos nustatė, kad per nagrinėjamą laikotarpį, šiaurinėje Kuršių marių dalyje (ties Juodkrante) vidutinis ilgalaikis metinis paviršinio vandens druskingumas padidėjo. Druskingumo kaitos ir kai kurių natūralių bei antropogeninių faktorių, kaip nepriklausomų parametrų, daugialypė regresinė analizė parodė, kad Nemuno upės nuotėkis turi didžiausią įtaką vidutiniams metiniams druskingumo trendams.

Nagrinėjant Kuršių marių druskingumo priklausomybę nuo gėlo vandens prietakos šioje studijoje buvo naudojami Aplinkos apsaugos agentūros Jūrinių tyrimų departamento 1961-2009 m. šiaurinės marių dalies (Juodkrantės) druskingumo matavimai bei Hidrometeorologijos tarnybos upių, nuo kurių priklauso gėlo vandens prietaka į Kuršių marias, debitų duomenys. Kai buvo nustatyta (Jakimavičius, 2012), kad norint teisingai įvertinti Kuršių marių vandens balansą, nepakanka Nemuno nuotėkio matavimų ties Smalininkais, o reikia įtraukti ir kai kuriuos Nemuno žemiau Smalininkų ir Kuršių marių intakus. Atsižvelgiant į tai, buvo iš naujo atlikta druskingumo ryšio su gėlo vandens prietaka analizė. Gėlo vandens prietaka į Kuršių marias buvo skaičiuojama kaip pagrindinių upių (Nemuno ties Smalininkais, Minijos, Šešupės, Jūros, Šešuvio, Danės ir Deimos) nuotėkių suma (Jakimavičius, 2012). Druskingumo ir gėlo vandens prietakos trendai buvo apskaičiuoti iš laiko eilučių, taikant tiesinę regresiją. Trendų reikšmingumas buvo patikrintas Mann-Kendall testu su 95 % pasikliovimo tikimybe.

Skaitinio modelio apibūdinimas

Tiriant skirtingų aplinkos ar antropogeninių faktorių įtaką vandens telkinio charakteristikoms, skaitiniai modeliai turi svarbų privalumą, lyginant su kitais tyrimo metodais. Jie suteikia galimybę atlikti skaitinius eksperimentus, naudojant įvairias išorinių poveikių kombinacijas, kurias sunku arba visai neįmanoma realizuoti eksperimentuojant su pačia realia sistema. Šita galimybė leidžia atsakyti į klausimą “kas būtų jeigu ... ?”.

Teritorijai, kurią sudaro Kuršių marios ir Baltijos jūros priekrantė (4.1.2.1 pav.), buvo pritaikyta skaitinio modeliavimo sistema SHYFEM (SHYFEM, <http://www.ismar.cnr.it/shyfem>). Ši sistema susideda iš trimačio baigtinių elementų hidrodinaminio modelio, transporto ir difuzijos modelio bei paviršinio vandens šilumos spinduliuotės perdavimo modelio. SHYFEM sėkmingai buvo pritaikytas daugelyje studijų (Ferrarin ir Umgiesser, 2005; Ferrarin ir kt., 2010; Bellafigliore ir kt. 2011; De Pascalis ir kt., 2011; Ferrarin ir kt., 2013, Zemlys ir kt., 2013, Umgiesser ir kt. 2014).

Modelis sprendžia primityvias vandens lygio ir transporto lygtis, vertikaliai integruodamas kiekvieną sluoksnį. Erdvinė nežinomųjų diskretizacija atliekama baigtinių elementų metodu, kuris ypač tinka aprašant sudėtingą tiriamos kranto sistemos morfologiją. Vertikalių klampumo ir difuzijų skaičiavimams buvo naudojama turbulencijos uždarymo schema. Ši schema yra realizuota SHYFEM, pritaikant Bendro vandenyno turbulencijos modelio k-ε metodą (GOTM, General Ocean Turbulence Model), aprašytą Burchard ir Petersen (1999).

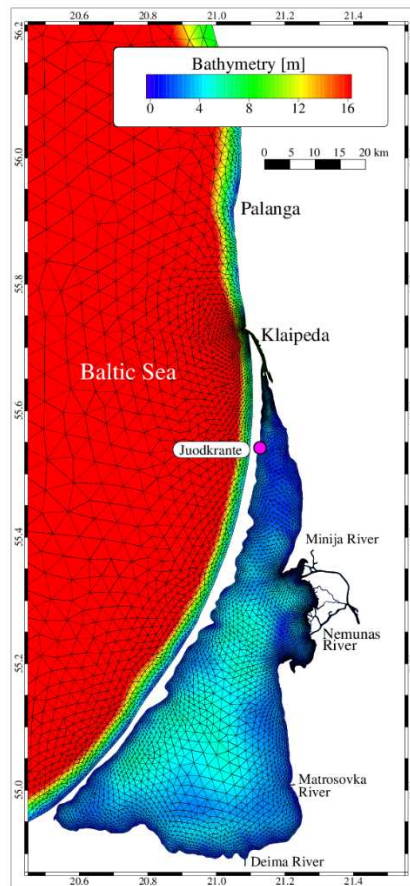
Vandens temperatūros ir druskingumo skaičiavimui modelis sprendžia trimates advekcijos-difuzijos lygtis. Advekcijos-difuzijos lygtys yra sprendžiamos naudojant neišreikštinę pirmos eilės schemą, su variacijos minimizavimo metodu (angl. total variation diminishing (TVD) method). Detalesnis modelio lygčių aprašymas ir diskretizacijos metodas yra aprašyti Umgiesser ir kt. (2004), o modelio pritaikymas Kuršių marioms pateiktas Zemlys ir kt. (2013). Nors marios yra seklos telkinys, skaičiavimams yra reikalingas trimatis modelis, kad būtų adekvačiai atkurtas vertikalus druskingumo gradientas ir dvisluoksnis tekėjimas Klaipėdos sąsiauryje, kuris yra svarbus jūrinio vandens įtekėjimo į marias įvertinimui (Dailidienė ir Davulienė, 2008; Galkus 2007; Zemlys ir kt., 2013).

SHYFEM modelio patikra Kuršių marioms buvo atlikta ankstesnėse studijose, lyginant vandens lygius, vandens temperatūrą, druskingumą su matavimo duomenimis (Ferrarin ir kt., 2008; Zemlys ir kt., 2013).

Modelio pritaikymas

Teritorijai, kurią sudaro Kuršių marios ir Baltijos jūros priekrantė vakaruose iki 20,43° rytų ilgumos (maksimalus gylis 70m) ir šiaurėje iki 56,23° šiaurės platumos, skaičiavimai buvo atlikti,

naudojant baigtinių elementų gardelę (1 pav.). Naudojama gardelė susideda iš maždaug 13000 mazgų ir 24000 trikampių elementų. Kaip matoma 1 paveiksle, baigtinių elementų metodas gana gerai reprezentuoja sistemos morfologiją ir batimetriją, taip pat leidžia geriau reprezentuoti zonas, tokias kaip Nemuno delta, Klaipėdos sąsiauris, Matrosovkos ir Deimos upių ištakos, kuriose yra didesnis hidrodinaminis aktyvumas. Vandens stulpas buvo suskirstytas į 16 vertikalių sluoksnių su palaipsniui didėjančiu sluoksnių storiu: iki 12 m gylio 1 m storio sluoksniai, palaipsniui pasiekiant 18 m storio priedugnio sluoksnį giliausiose išorinio kontinentinio šelfo vietose.



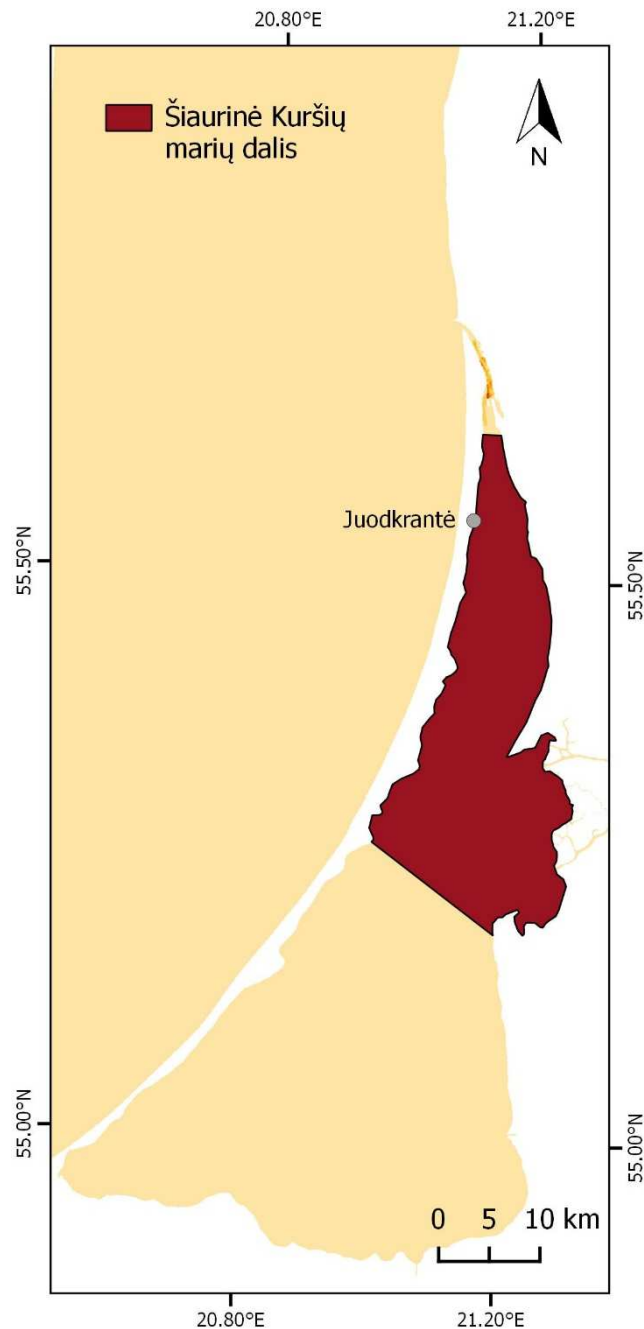
4.1.2.1 pav. Baigtinių elementų gardelė naudota skaičiavimuose su modeliutos teritorijos batimetrija.

Modeliuojamos teritorijos atvirieji kraštai yra upių įtekėjimo vietos ir modeliuojamos teritorijos kraštai atviroje jūroje (4.1.2.1 pav.). Kraštinėms sąlygoms upių įtekėjimo vietose buvo naudojami kasdieniniai upių debitai matuoti Lietuvos hidrometeorologijos tarnybos. Atviros jūros vandens druskingumo, temperatūros ir vandens lygių kraštinėms sąlygoms buvo panaudoti Švedijos meteorologijos ir hidrologijos instituto operacinio hidrodinaminio modelio HIROMB (Funkquist, 2003) skaičiavimai su 1 jūrmylės erdvine ir 1 val. laiko rezoliucija. Meteorologiniam poveikiui reprezentuoti buvo naudojami Lietuvos hidrometeorologijos tarnybos operacinio meteorologinio modelio HIRLAM (www.hirlam.org) skaičiavimų duomenys.

Kuršių marių druskingumo dinamikos tyrimams buvo atliekami trijų metų periodo skaičiavimai su hidrometeorologiniais duomenimis, apimančiais laikotarpį nuo 2008 m. sausio 1 d. iki 2010 m. gruodžio 31 d. Siekiant išvengti modelio įsibėgėjimo (angl. spin-up) efekto, analizei buvo naudojami tik paskutinių dviejų metų (2009-2010m.) rezultatai, išskyrus 2008m. spalio lapkričio mėnesius, kurie buvo priskiriami 2009m. atitinkamiems sezonams. 2009-2010m. laikotarpį toliau vadinsime baziniu, o to laikotarpio hidrometeorologines sąlygas bazinėmis hidrometeorologinėmis sąlygomis. Buvo skaičiuojamas vidutinis druskingumas baziniam laikotarpiui ir vidutinis per bazinio laikotarpio atitinkamus hidrologinius sezonus.

Siekiant išsiaiškinti uosto akvatorijos gilinimo įtaką vandens apykaitos su jūra balansui ir Kuršių marių druskingumui, skaičiavimai buvo kartojami su skirtingomis gardelėmis, atitinkančiomis realiai egzistavusius uosto akvatorijos gylius ir uosto vartų konfiguracijas. Gėlo vandens prietakos poveikio palyginimui su gilinimo poveikiu nustatymui skaičiavimai buvo atlikti su skirtinga gėlo vandens prietaka. Skirtingų veiksnių įtakos vertinimui buvo skaičiuojamas vidutinis teritorinis druskingumas ir įtekančio ir ištekančio gėlo bei jūrinio vandens kiekis pro skersinį pjūvį ties pietine Kiaulės nugaros salos dalimi per metus ir per hidrologinius sezonus.

Vidutinio teritorinio druskingumo skaičiavimui (2 pav.) buvo pasirinkta maksimali Kuršių marių teritorija, už kurios ribų į pietus nebejaučiamas jūrinio vandens poveikis. Ši teritorija apima šiaurinę ir centrinę Kuršių marių dalį ir toliau tekste trumpumo dėlei vadinama tiesiog šiaurine Kuršių marių dalimi.



4.1.2.2 pav. Teritorija, kuriai buvo skaičiuojamas vidutinis druskingumas (ruda spalva), tekste vadinama tiesiog šiaurine Kuršių marių dalimi.

Sezonų išskyrimas buvo atliktas, remiantis hidrologiniais metais, kurie traktuojami kaip metai, kurių pradžia yra spalio mėnesio 1 d., o pabaiga kitų metų rugsėjo 30 d. Buvo išskirti keturi sezonai: hidrologinis ruduo – sezono pradžia laikoma spalio 1 d. iki tol, kol vandens temperatūra nukrenta žemiau 5 °C ribos, apvalinant mėnesio tikslumu; hidrologinė žiema – kai vandens temperatūra būna žemiau 5 °C ribos; hidrologinis pavasaris – kai vandens temperatūra būna nuo 5 °C iki 15 °C; hidrologinė vasara – vandens temperatūrai esant aukščiau 15 °C ribos.

Sezonų laikotarpių ribos buvo nustatytos, remiantis 2008 – 2010 metų Nidos stoties vandens temperatūros matavimo duomenimis. Hidrologinis ruduo apima spalio ir lapkričio mėnesius, žiema – gruodžio, sausio vasario ir kovo mėn., pavasaris – balandžio ir gegužės mėn., vasara – birželio, liepos, rugpjūčio ir rugsėjo mėnesius.

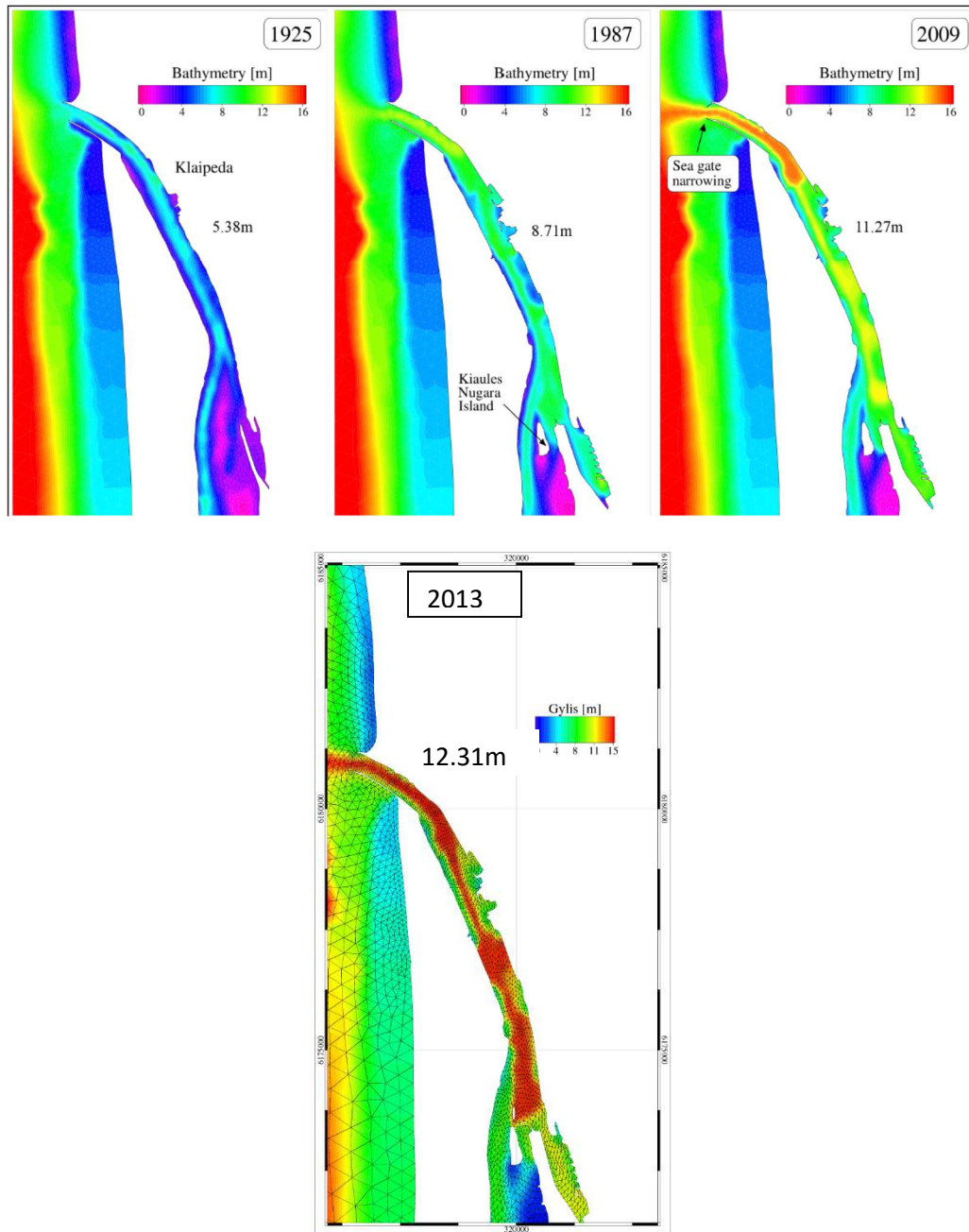
Kadangi gėlo vandens kiekis yra lengvai gaunamas iš bendro ištekančio į jūrą vandens kiekio atėmus įtekančio iš jūros vandens kiekį, buvo nagrinėjamas tik bendras ištekančio vandens kiekis. Visi skaičiuoti variantai (scenarijai) detaliau aprašyti skyrelyje „Skaičiuoti scenarijai“.

Gylių žemėlapiai

Naudoti uosto akvatorijos gylių žemėlapiai pateikti 3 pav. Siekiant apimti kuo didesnę gylių spektrą, buvo panaudoti du istoriniai žemėlapiai, tai 1925 m. Klaipėdos uosto administracijos sudarytas gylių žemėlapis ir 1987 m. SSSR karinio jūrų laivyno sudarytas uosto gylių žemėlapis bei Klaipėdos uosto akvatorijos gylių žemėlapiai, atitinkantys situaciją prieš gilinimą, atliktą Suskystintų dujų terminalo eksploatacijai (kartu buvo gilinamas ir platinamas farvateris visoje uosto akvatorijoje) (2009 m.) ir po minėtų darbų atlikimo (2013 m.). Pagrindinės skirtingų metų uosto akvatorijų charakteristikos pateiktos 4.1.2.1 lentelėje.

4.1.2.1 lentelė. Skaičiavimuose naudotų batimetrijų pagrindinės charakteristikos

Metai	Vidutinis gylis	Uosto vartų plotis
1925	5.4 m	400 m
1987	8.7 m	400 m
2009	11.3 m	238 m
2013	12.31 m	238 m



4.1.2.3 pav. Naudotų uosto akvatorijos gylių žemėlapių modelinė reprezentacija. Iš kairės į dešinę 1925, 1987, 2009 ir 2013 m. gyiliai. Žemėlapiuose taip pat pateiktas vidutinis Klaipėdos sąsiaurio gylis. 1925 m. dar nebuvo Kiaulės nugaros salos. Ji buvo suformuota 1961-1962 m. uosto gilinimo darbų metu.

Reikia atkreipti dėmesį kad, nors toliau tekste šis pokytis įvardinamas tik kaip uosto vartų susiaurinimas, 2002m. pasibaigusios uosto rekonstrukcijos metu buvo ne tik pakeistas vartų plotis, bet ir pakeista jų konfiguracija: prailginti molai ir šiaurinio molo galas pasuktas į pietinio molo pusę (3 pav.) kas irgi galėjo turėti įtakos ne tik prietakos iš jūros apimtims bet ir įtekančio vandens druskingumui.

Skaičiuoti scenarijai

Skaičiuotų scenarijų sąrašas pateiktas 2 lentelėje. Scenarijai apima šių veiksnių įtaką: Klaipėdos sąsiaurio vidutinio gylio, uosto vartų pločio ir gėlo vandens prietakos. Kitų veiksnių įtaka (jūros lygis, temperatūra ir kt.) nebuvo nagrinėjama dėl mažo jų reikšmingumo (Dailidienė ir Davulienė, 2008). Scenarijai 1925, 1987, 2009, 2013 buvo skaičiuoti su uosto akvatorijos gyliais buvusiais tais metais, ir buvusiu uosto vartų pločiu. Scenarijus 2009V yra analogiškas scenarijui 2009 tik čia buvo naudojama gardelė, kurioje uosto vartų plotis pakeistas į tokį, koks buvo iki rekonstrukcijos baigtos 2002 m., bet tik ištiesinant šiaurinę molą, o molų ilgius paliekant tokius pat, kaip po rekonstrukcijos. Šis scenarijus skirtas išsiaiškinti kokį poveikį galėjo turėti uosto vartų susiaurinimas, taip pat jis buvo naudojamas gilinimo efekto tyrimui vietoj scenarijaus 2009, siekiant išvengti uosto vartų susiaurinimo efekto. Scenarijus 2009N yra taip pat analogiškas scenarijui 2009 tik čia gėlo vandens prietaka yra padidinta apimtimi lygia daugiamečiam prietakos standartiniam nuokrypiui. Šis scenarijus skirtas išsiaiškinti kokį vaidmenį palyginus su gilinimu vaidina natūralus gėlo vandens prietakos kitimas.

4.1.2.2 lentelė. Scenarijų charakteristikos

Scenarijaus pavadinimas	Vidutinis gylis	Uosto vartų plotis	Gėlo vandens prietaka [Q]
1925	5.4 m	Platūs [400 m]	22 km ³ y ⁻¹
1987	8.7 m	Platūs [400 m]	22 km ³ y ⁻¹
2009	11.3 m	Siauri [238 m]	22 km ³ y ⁻¹
2013	12.3 m	Siauri [238 m]	22 km ³ y ⁻¹
2009V	11.3 m	Platūs [400 m]	22 km ³ y ⁻¹
2009N	11.3 m	Siauri [238 m]	26 km ³ y ⁻¹

Apibendrintas poveikio (jautrumo) indikatorius

Kiekybiškam skirtingų faktorių palyginimui pagal poveikį druskingumui ir vandens apykaitos su jūra balansui, buvo naudojamas poveikio indikatorius *I*:

$$I = \frac{\Delta S}{S} / \frac{\Delta f}{f},$$

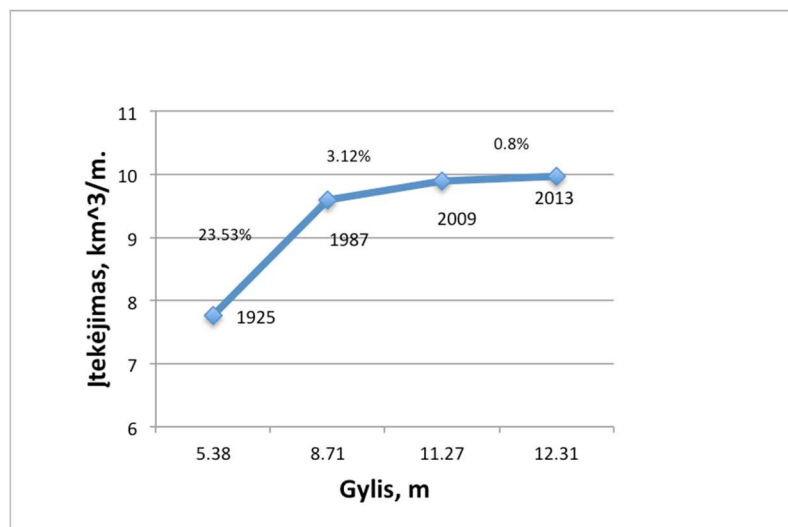
kur *S* yra baziniame scenarijuje apskaičiuotas druskingumas arba jūrinio vandens prietaka, ΔS – bet kurio scenarijaus ir bazinio scenarijaus druskingumo reikšmių skirtumas, *f* – tiriamo veiksnio (gylis, uosto vartų plotis, upių nuotėkis) bazinio scenarijaus reikšmė, Δf – tiriamo veiksnio bet kurio scenarijaus ir bazinio scenarijaus skaitinių verčių skirtumas. Jei laikyti, kad santykiniai pokyčiai išreikšti procentais, poveikio indikatorius parodo kiek procentų pakinta tiriamos charakteristikos

reikšmė, veiksnio skaitinę reikšmę pakeitus 1%. Šis indikatorius dar dažnai naudojamas, kaip matas, modelio būsenos kintamųjų jautrumui parametru ar kitų modelio kintamųjų pokyčiui (Jørgensen ir Bendoricchio, 2001). Šiame tyrime jis taip pat gali būti interpretuojamas kaip jautrumo nagrinėjamam veiksniai rodiklis.

4.1.2.2 Rezultatai ir jų aptarimas

Kadangi visuose scenarijuose hidrometeorologinės sąlygos yra identiškos, o tuo pačiu ir upių nuotėkis yra vienodas (išskyrus 2009N), pakanka nagrinėti tik įtekėjimus iš jūros, nes ištekėjimai į jūrą yra lygūs upių nuotėkio ir įtekėjimų iš jūros sumai. Vidutinio per metus pro uosto vartus iš jūros įtekančio vandens kiekio priklausomybė nuo Klaipėdos sąsiaurio vidutinio gylio pateikta 4.1.2.4 pav.

Kaip matyti iš 4 pav. įtekančio iš jūros vandens kiekis didėja, didėjant Klaipėdos sąsiaurio gyliui. Įtekančio vandens kiekis padidėja nuo 7.8 km³, esant 1925m. gyliui, iki 10.0 km³, esant 2013m. gyliui, t.y. padidėjimas sudaro maždaug 28%. Tačiau didėjimas nėra tiesiškas, o padidėjimas su kiekvienu išgilinimu smarkiai mažėja didėjant gyliui. Iš 4 pav. matyti, kad įtekėjimo prieaugis nukrenta nuo 23.53%, perėjus iš 1925m. gylio į 1987m. gylį, iki 0.8%, perėjus iš 2009 m. gylio į 2013m. gylį, t.y. prieaugis sumažėja daugiau negu 20 kartų.



4.1.2.4 pav. Modeliu apskaičiuotas vandens kiekis įtekančias pro uosto vartus iš jūros vidutiniškai per bazinio laikotarpio metus, priklausomai nuo Klaipėdos sąsiaurio vidutinio gylio buvusio atitinkamai 1925, 1987, 2009 ir 2013m., esant toms pačioms bazinėms hidrometeorologinėms sąlygoms. Skaičiai virš linijos rodo procentinį įtekėjimo padidėjimą.

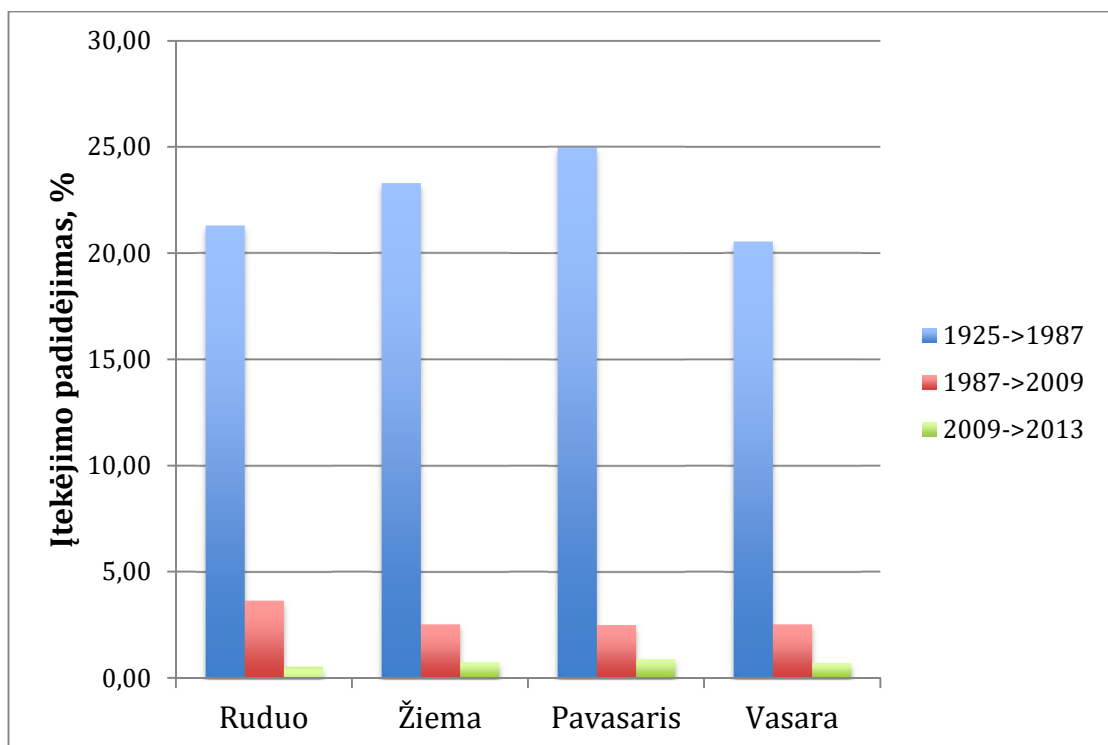
Taip yra visų pirma dėl to, kad gilinimo intensyvumas taip pat mažėjo (4.1.2.3 lentelė), tačiau tai nėra vienintelė priežastis. Panagrinėjus įtakos indikatorius reikšmes, matosi, kad santykinis gilinimo poveikis taip pat mažėja. Kaip matyti iš 4.1.2.3 lentelės gilinimo poveikio indikatorius reikšmės mažėja, didėjant pradiniam gyliui. Didžiausios poveikio indikatorius reikšmės gautos, kai gilinimas pradamas su 1925 m. gyliu, yra net beveik 4 kartus didesnės negu su 2009 m. gyliu. Galima daryti išvadą, kad didėjant gyliui, sistemos jautrumas gilinimui mažėja didėjant uosto gyliui.

4.1.2.3 lentelė. Scenarijų palyginimo pagal vandens apykaitos su jūra balansą rezultatai. Skaičiuojant poveikio indikatorių, baziniu laikomas scenarijus stovintis prieš rodyklę.

Lyginti scenarijai	Veiksnių pavadinimas	Pradinis gylis, m	Veiksnių skaitinės vertės pokytis	Įtakos indikatorius įtekėjimui
1925->1987	Gilinimas	5.38	3.33 m	0.380
1925->2009V	Gilinimas	5.38	5.89 m	0.292
1987->2009V	Gilinimas	8.71	2.56 m	0.234
2009->2013	Gilinimas	11.27	1.04 m	0.087
2009->2009N	Gėlo vandens prietaka	11.27	4 km ³	-0.565
2009->2009V	Uosto vartų vartų perkonfigūravimas	11.27	162 m	0.054

Iš 4.1.2.3 lentelėje pateiktų visų trijų veiksnių poveikio indikatorius, apskaičiuoto iš modelio rezultatų, reikšmių matyti, kad mažiausią įtaką (0.054), turi uosto vartų plotis, antroje vietoje yra uosto gilinimas (0.087-0.38) ir didžiausią įtaką turi gėlo vandens pritekėjimas iš upių, kuriam įtakos indikatorius reikšmė įtekėjimui yra lygi -0.565, kas reiškia, kad didėjant upių nuotėkiui įtekėjimas iš jūros mažėja ir padidėjus nuotėkiui 1%, įtekėjimas iš jūros sumažėja 0.565%.

Uosto gilinimo poveikis jūrinio vandens prietakai skirtingais bazinio laikotarpio hidrologiniais sezonais pateiktas 4.1.2.5 pav.



4.1.2.5 pav. Modeliu apskaičiuotas jūrinio vandens pritekėjimo į Kuršių marias pokyčiai skirtingiems bazinio laikotarpio hidrologiniams sezonams, keičiantis uosto gyliams nuo 1925m. iki 1987m. gylių, nuo 1987m. iki 2009m. gylių ir nuo 2009m. iki 2013m. uosto gylių, esant toms pačioms bazinėms hidrometeorologinėms sąlygoms.

Visiems keturiems sezonams uosto gilinimo įtaka jūrinio vandens prietakai į Kuršių marias yra panaši su tendencija mažėti didėjant uosto gyliui (4.1.2.5 pav.). Didžiausias prietakos padidėjimas gaunamas išgilinus uostą nuo 1925 m. iki 1987 m. gylio, kuris priklausomai nuo sezono svyruoja nuo 20.5 iki 25 %. Išgilinus uostą nuo 1987 m. iki 2009 m. gylio, jūrinio vandens prietakos padidėjimas besudaro 2.5-3.7 %, o pereinant nuo 2009 m. prie 2013 m. gylių – 0.5-0.8 %. Šie rezultatai yra panašūs į 4.1.2.4 pav. pavaizduotus bazinio laikotarpio vidutinius metinius jūrinio vandens prietakos pokyčius. Skirtumai tarp atskirų sezonų nėra dideli (skirtingiems gilinimams neviršija atitinkamai 5%, 2% ir 0.4 %) ir kaip matyti iš 4.1.2.4 pav. nėra tokio sezono, kuris būtų visų gilinimų įtakojamas labiausiai.

4.1.2.3 Išvados

Modeliavimo rezultatų analizė rodo, kad gilinant uosto akvatoriją, įtekėjimai iš jūros didėja. Tačiau uosto akvatorijos gilinimas, didėjant jos gyliui, turi vis mažesnę įtaką vandens apykaitos su jūra balansui. Išgilinus uostą iki 2013 m. gylio, vandens įtekėjimas palyginus su įtekėjimu buvusiu 2009 m. bepadidėja tik 0.8%, kas yra maždaug 20 kartų mažiau negu perėjus nuo 1925 m. gylio prie 1987 m. gylio. Panašūs rezultatai gaunami ir nagrinėjant situaciją skirtingiems bazinio laikotarpio hidrologiniams sezonams. Taip yra ne tik dėl gilinimo apimčių mažėjimo, bet ir dėl to, kad gilėjant uosto akvatorijai mažėja gilinimo įtaka vandens iš jūros įtekėjimui, t.y. mažėja sistemos jautrumas gilinimui.

Svarbiausias veiksnys darantis poveikį vandens apykaitos su jūra balansui yra upių nuotėkis. Jo santykinė įtaka yra maždaug 10 kartų didesnė negu uosto vartų pločio įtaka ir 1.5-6.5 karto didesnė negu uosto gilinimas.

Visiems keturiems sezonams uosto gilinimo įtaka jūrinio vandens prietakai į Kuršių marias yra panaši su tendencija mažėti didėjant uosto gyliui. Skirtumai tarp atskirų sezonų nėra dideli ir kaip matyti iš 4 pav. nėra tokio sezono, kuris būtų visų gilinimų įtakojamas labiausiai.

VEIKLA NR. 4.1.3. KURŠIŲ MARIŲ DRUSKINGUMO KAITOS PRIEŽASČIŲ VERTINIMAS IR KAITOS VEIKSNIŲ NUSTATYMAS

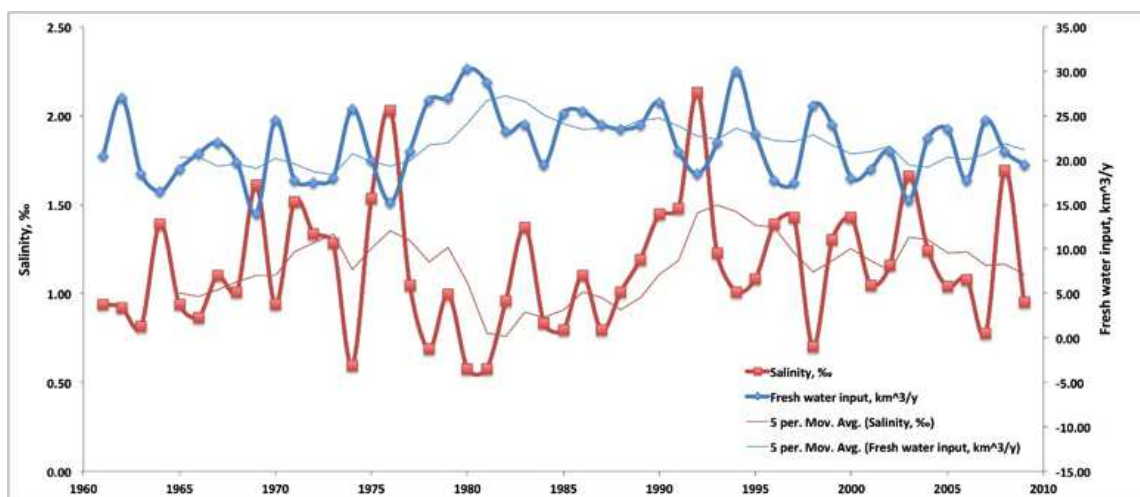
Atlikta veikla Nr. 4.1.3. ir pasiektas rezultatas Nr. R4.1.3. - daugiamečių druskingumo matavimo duomenų pagrindu atlikta druskingumo Kuršių mariose tendencijų ir jų ryšio su hidrometeorologiniais veiksniais analizė. Hidrodinaminio modelio SHYFEM pagalba buvo skaičiuojami scenarijai su tais pačiais realiais hidrometeorologiniais duomenimis bet su skirtingomis Klaipėdos uosto batimetrijomis, bei skirtingais upių nuotėkio režimais. Kiekvienam scenarijui sudaryti Kuršių marių druskingumo žemėlapiai ir išanalizuoti jo pokyčiai dėl uosto gilinimo bei upių nuotėkio ir įvertintas kiekvieno iš šių veiksnių indėlis druskingumo kaitai.

Kadangi 4.1.2 ir 4.1.3 veiklų metodika turi labai daug bendro skyrius „Medžiaga ir metodai“ bei naudotos literatūros sąrašas yra bendras abiem veikloms. Tuo tarpu išvados pateikiamos kiekvienai veiklai atskirai.

4.1.3.1. Rezultatai ir jų aptarimas

4.1.3.1.1 Ilgalaikės Kuršių marių druskingumo kitimo tendencijos praeityje

4.1.3.1 paveiksle pateikti ilgamečiai metiniai druskingumo ties Juodkrante ir gėlo vandens prietakos iš upių į Kuršių marias nuo 1961 iki 2009 m. laiko eilutės. Visų pirma reikia pastebėti, kad vidutinio metinio druskingumo kintamumas yra gana aukštas (standartinis nuokrypis 0.32‰), o jo kitimas grubiai veidrodžiškai atkartoja gėlo vandens prietakos kitimą, t.y. druskingumo didėjimo periodai maždaug sutampa su gėlo vandens prietakos mažėjimo periodais ir atvirkščiai. Tai leidžia manyti, kad tarp šių dviejų kintamųjų turėtų būti gana stiprus ryšys.



4.1.3.1 pav. Šiaurinės Kuršių marių dalies ties Juodkrantės stotimi vidutinis metinis druskingumas ir gėlo vandens prietaka į Kuršių marias 1961–2009 m.

Duomenų analizė parodė, kad tiriamu laikotarpiu druskingumas neturi bendro statistiškai reikšmingo trendo ($R^2=0.02$, $p=0.29$, nuolydis 0.0037, Mann-Kendal testo $p=0.193$). Jei panagrinėti

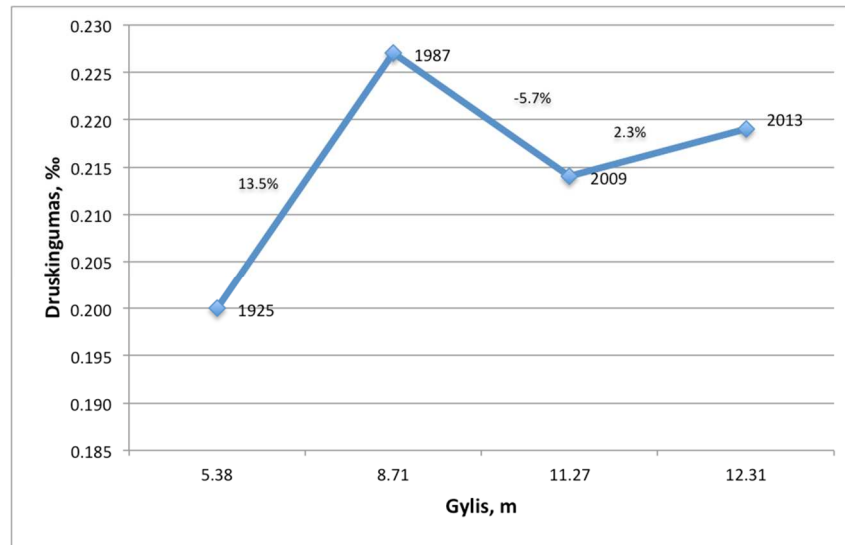
paskutinių trijų dešimtmečių periodą, tai pamatysime, kad šis periodas tendų požiūriu gali būti padalintas į du mažesnius periodus: 1980-1992 m. su teigiamu, statistiškai reikšmingu, trendu ($R^2=0.6$, $p=0.002$, nuolydis 0.021, Mann-Kendal testo $p=0.003$) ir 1992-2009 su neigiamu, bet statistiškai nereikšmingu trendu ($R^2=0.07$, $p=0.29$, nuolydis -0.017, Mann-Kendal testo $p=0.383$). Šie rezultatai skiriasi nuo anksčiau gautų (Dailidienė ir kt., 2008), kai buvo nagrinėjama trumpesnė duomenų eilutė (1984-2005m.) ir buvo nustatyta, kad druskingumas šiuo periodu reikšmingai didėjo.

Koreliacijos koeficiento reikšmė tarp druskingumo ir gėlo vandens prietakos visam 1961-2009 m. periodui buvo nustatyta $R= -0.62$. Ši reikšmė yra didesnė nei reikšmė, apskaičiuota ankstesnėje studijoje ($R= -0.41$) (Dailidienė ir kt., 2008), kai buvo nagrinėjamas trumpesnis laiko periodas ir buvo imamas tik į Nemuno ties Smalininkais nuotėkis. Gautas rezultatas dar labiau patvirtina išvadą (Dailidienė ir kt., 2008), kad Kuršių marių druskingumą daugiausia lemia gėlo vandens prietaka.

4.1.3.1.2 Uosto akvatorijos gilinimo poveikis metiniam druskingumui

Įtaka šiaurinės dalies druskingumo vidurkiui

Uosto akvatorijos gilinimo poveikio vidutiniam per bazinį laikotarpį šiaurinės Kuršių marių dalies druskingumui scenarijų apibendrinti rezultatai pateikti 4.1.3.2 pav. ir 4.1.3.1 lentelėje, o druskingumo pokyčių erdvinio pasiskirstymo žemėlapiai 4.1.3.3 pav. Kaip matome iš 4.1.3.2 pav., gilinant uosto akvatoriją, esant toms pačioms bazinėms hidrometeorologinėms sąlygoms, išgilinus nuo 1925 m. iki 2013 m. gylio, druskingumas padidėtų nuo 0.2 iki 0.219 ‰, t.y 9.5%. Tačiau druskingumas nedidėtų monotoniškai, nes pereinant nuo 1987 m. prie 2009 m. gylių, druskingumas net sumažėtų maždaug 6%. Tačiau kaip matyti iš 4.1.2.4 pav. po šio gilinimo ir vartų rekonstrukcijos jūrinio vandens prietaka nesumažėjo, o padidėjo maždaug 3%. Kyla klausimas kodėl tada Kuršių marių druskingumas sumažėja? Reikia atkreipti dėmesį, kad uosto vartų rekonstrukcija neapsiribojo vien tik uosto vartų susiaurinimu. Buvo pakeista ir vartų konfiguracija: prailginti molai, šiaurinio molo galas buvo pasuktas į pietinio molo pusę. Visi šie pokyčiai matyt sudarė sąlygas tam, kad į marias buvo pradėta grąžinti daugiau į jūrą pro vartus ištekėjusio ir su jūriniu vandeniu susimaišiusio vandens, kas sumažino įtekančio vandens druskingumą. Eliminavus vartų susiaurinimo efektą, t.y., scenarijų 2009 pakeitus scenarijumi 2009V (jame molų ilgis paliekamas toks pat kaip 2009m. tik šiaurinis molas ištiesinamas) gautume šiam perėjimui jau 2% druskingumo padidėjimą (4.1.3.1 lentelė). Todėl galima manyti, kad nesusiaurinus uosto vartų druskingumas būtų didėjęs monotoniškai. Uosto akvatorijos išgilinimas nuo 1925 m. gylio iki 2013 m. gylio padidintų druskingumą maždaug 9.5 %.



4.1.3.2 pav. Modeliu apskaičiuotas vidutinis bazinio laikotarpio šiaurinė Kuršių marių dalies druskingumas, priklausomai nuo Klaipėdos sąsiaurio vidutinio gylio buvusio atitinkamai 1925, 1987, 2009 ir 2013m., esant toms pačioms bazinėms hidrometeorologinėms sąlygoms. Skaičiai virš linijos rodo procentinį druskingumo pokytį.

Vadinasi, jei nebūtų buvę susiaurinti uosto vartai druskingumas didėtų, bet vis su mažesniu prieaugiu. Tai natūralu, nes mažėjo gilinimo apimtys, tačiau jei panagrinėti poveikio indikatorius reikšmes (4.1.3.1 lentelė), tai pamatytume, kad jo reikšmė, kai pradedama gilinti nuo 1925 m. gylių (variantai 1925- >1987, 1925- >2009V) palyginus su reikšme, kai pradedama gilinti nuo 1987 m. gylių (variantas 1987- >2009V) būtų 2-3 kartus didesnė. Vadinasi gilinimo įtaka didėjant uosto gyliui mažėja arba, kitaip tariant, su gyliu mažėja druskingumo jautrumas gilinimui.

4.1.3.1 lentelėje pateiktos poveikio indikatorius reikšmės taip pat gali būti panaudotos įvairių veiksnių poveikio palyginimui. Čia pateiktas uosto vartų siaurimo poveikio indikatorius reikšmės absoliučiu dydžiu yra maždaug pusantro karto didesnės nei uosto gilinimo, t.y. druskingumo jautrumas vartų pločio pokyčiui yra ne mažesnis negu gilinimui. Galima manyti, kad uosto vartų susiaurinimas, 2002 m. uosto rekonstrukcijos metu, nors ir darytas tik dėl vidinio uosto apsaugos nuo bangų, kompensavo druskingumo padidėjimą, kuris būtų buvęs, jei sąsiauris būtų tik gilintas.

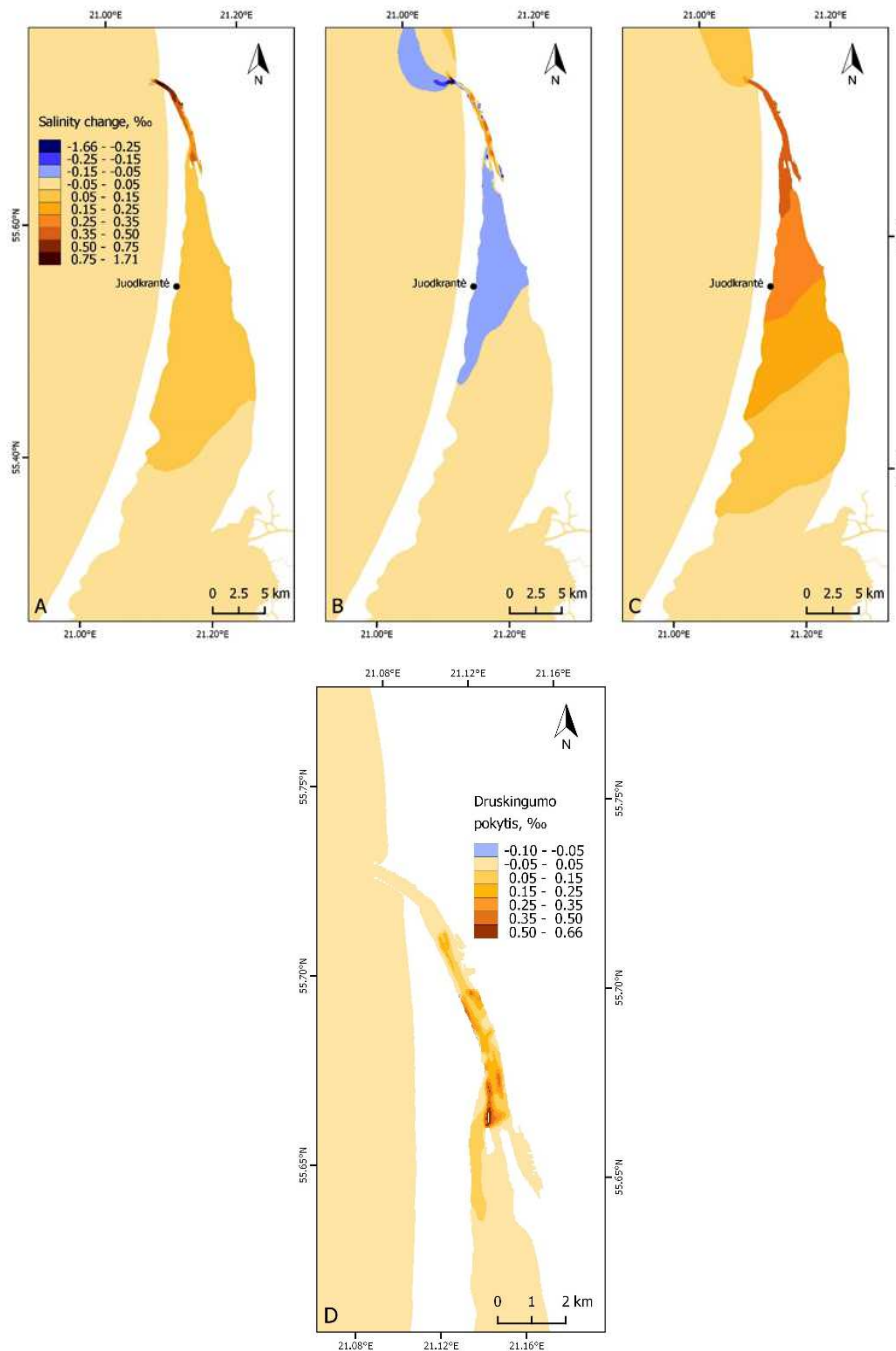
Gilinimo poveikis druskingumui yra gana mažas lyginant su gėlo vandens prietakos poveikiu. Pavyzdžiui, gėlo vandens prietakos padidėjimas per jos standartinę nuokrypį sumažina druskingumą 30% (5 lentelė), tuo tarpu net drastiškai padidinus akvatorijos vidutinį gylį beveik 6 metrais (1925 - > 2009V) druskingumas tepadidėja 16%. Taip pat įtakos indikatorius absoliuti reikšmė gėlo vandens prietakos pokyčiams yra mažiausiai maždaug 7 kartus didesnė nei gilinimui (4.1.3.1 lentelė). Taigi Kuršių marių druskingumas yra jautriausias gėlo vandens prietakos pokyčiams ir būtent ji daugiausiai nulemia druskingumo kaitą.

4.1.3.1 lentelė. Scenarijų palyginimo pagal druskingumą rezultatai. Skaičiuojant poveikio indikatorių, baziniu buvo laikomas scenarijus stovintis prieš rodyklę.

Lyginti scenarijai	Įtakos veiksnio pavadinimas	Pradinis gylis, m	Įtakos veiksnio pokytis	Pradinis druskingumas, ‰	Druskingumo pokytis, ‰	Įtakos indikatoriaus reikšmė
1925-> 1987	Gilinimas	5.38	$\Delta D=3.33m$	0.200	13.5	+0.22
1987 -> 2009	Gilinimas ir uosto vartų vartų perkonfigūravimas	8.71	$\Delta D=2.58m$ $\Delta W=-162m$	0.227	-6.0	-
2009 -> 2013	Gilinimas	11.27	$\Delta D=1.04m$	0.214	2.3	+0.25
1925 -> 2009	Gilinimas ir uosto vartų vartų perkonfigūravimas	5.38	$\Delta D=5.91m$ $\Delta W=-162m$	0.200	7.0	-
1925 -> 2009V	Gilinimas	5.38	$\Delta D=5.91m$	0.200	16.0	+0.14
1987 -> 2009V	Gilinimas	8.71	$\Delta D=2.58m$	0.227	2.0	+0.07
2009->2009N	Gėlo vandens prietaka	11.27	$\Delta Q=4km^3/y$	0.214	-30.0	-1.66
2009V -> 2009	Uosto vartų vartų perkonfigūravimas	11.27	$\Delta W=-162m$	0.214	-11.5	-0.30
1925-> 2013	Gilinimas ir uosto vartų vartų perkonfigūravimas	5.38	$\Delta D=6.93m$	0.200	9.5	-

Vidutinio druskingumo pokyčių erdvinis pasiskirstymas

Vidutinio už bazinį laikotarpį druskingumo pokyčių, kurie atsirastų, jei būtų pakeistas sąsiaurio gylis (nuo buvusio 1925 m. iki buvusio 1987 m., nuo buvusio 1987 m. iki buvusio 2009 m. ir nuo buvusio 2009 m. iki buvusio 2013 m.), erdvinis pasiskirstymas su tomis pačiomis bazinėms hidrometeorologinėms sąlygomis, yra pateiktas 4.1.3.3 pav. (A, B ir D). 4.1.3.3 C paveiksle yra pateiktas erdvinis druskingumo pokyčių pasiskirstymas, kurie atsirastų, jei gėlo vandens prietaka 4 km³/m. (standartinis nuokrypis nustatytas iš ilgalaikių stebėjimų) didesnė negu prietaka 2009-2010 m. periodu būtų sumažinta iki prietakos buvusios šiuo periodu, nepakeičiant kitų hidrometeorologinių sąlygų ir naudojant 2009 m. uosto gylius.



4.1.3.3 pav. Sumodeliuoti vidutinio už bazinį laikotarpį druskingumodrusingumo pokyčių pasiskirstymai, keičiant Klaipėdos sąsiaurio gylis ir gėlo vandens prietakos lygį: A) pereinant nuo 1925 m. prie 1987 m. gylių, B) pereinant nuo 1987 m. prie 2009 m. gylių, C) pereinant nuo gėlo vandens prietakos lygio didesnio per vieną standartinį nuokrypį, lyginant su 2009-2010 m., iki 2009-2010 m. periodo lygio, D) pereinant nuo 2009 m. prie 2013 m. gylių.

Kai batimetrija pasikeičia nuo buvusios 1925 m. iki buvusios 1987 m. (4.1.3.3 A pav.), Kuršių marių šiaurinės dalies druskingumas padidėja 0,05-0,15‰ (0,08 ‰ prie Juodkrantės). Kai batimetrija pasikeičia nuo buvusios 1987 m. iki buvusios 2009 m. (4.1.3.3 B pav.), šiaurinėje Kuršių marių dalyje, nusidriekusiyoje žemiau Juodkrantės, priešingai negu prieš tai nagrinētu atveju stebimas druskingumo sumažėjimas 0,05-0,15‰ (0,08 ‰ prie Juodkrantės). Kai batimetrija pasikeičia nuo

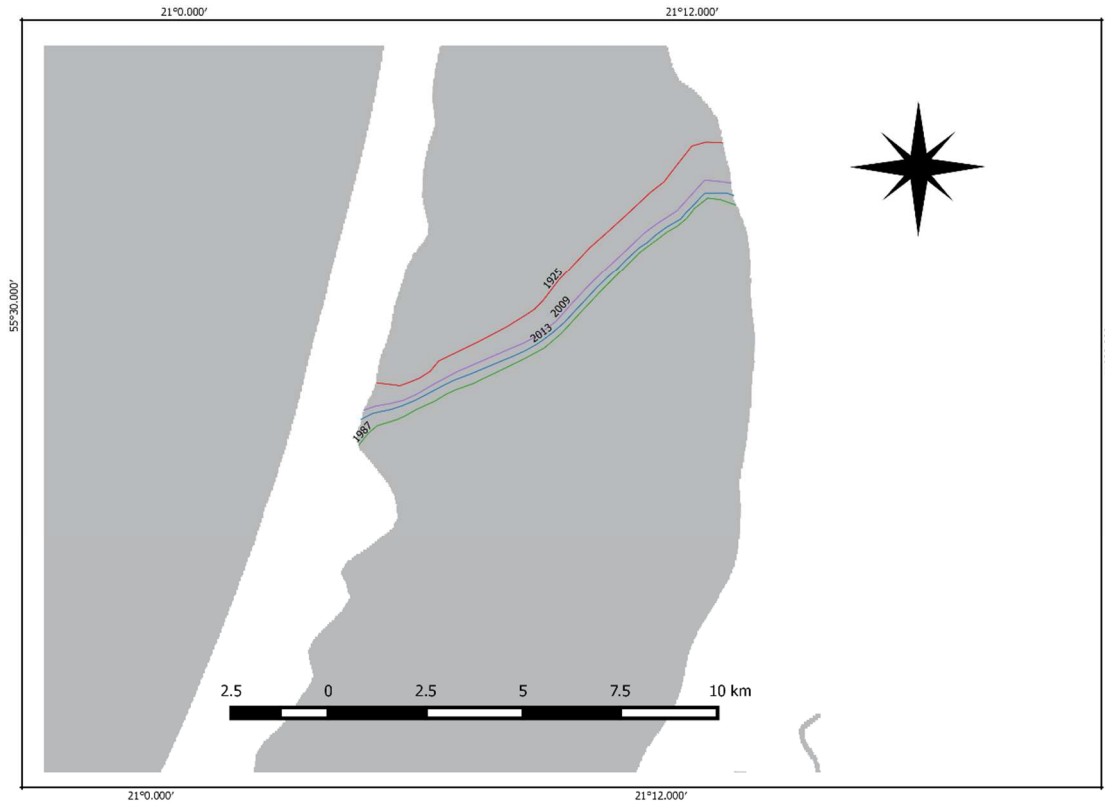
buvusios 2009 m. iki buvusios 2013 m. skirtumai svyruoja tik gana mažame intervale nuo -0.05 iki 0.05 ‰. Galiausiai, gėlo vandens prietakos sumažinimas standartiniu nuokrypiu (4.1.3.3 C pav.) padidintą druskingumą žymiai didesnėje teritorijoje, kuri beveik pasiektų centrinę Kuršių marių dalį. Šiuo atveju stebimas druskingumo padidėjimas būtų 0.05-0.5 ‰ (0.26 ‰ ties Juodkrante). Matome, kad uosto gilinimo poveikis druskingumui yra gerokai silpnesnis (ties Juodkrante maždaug 3 kartais) negu gėlo vandens prietakos natūralaus pokyčio poveikis.

Druskingumo ties Juodkrante standartinis nuokrypis, gautas iš ilgalaikių stebėjimų, pateiktų 6 pav., yra 0.35 ‰. Jeigu palyginti šią reikšmę su druskingumo pokyčiais, iš aukščiau pateiktų scenarijų rezultatų gautume, kad druskingumo padidėjimas ties Juodkrante vien dėl uosto rekonstrukcijos sudarytų ne daugiau kaip 23% druskingumo daugiamečio standartinio nuokrypio, tuo tarpu kai dėl natūralaus gėlo vandens prietakos pokyčio jis sudarytų net 74% druskingumo standartinio nuokrypio.

Poveikis druskingo vandens išplitimui

Vidutinio už bazinį laikotarpį druskingumo 0.5‰ ribos (riba, nuo kurios druskingumas, einant į pietus yra mažesnis negu 0.5‰) kitimas, esant skirtingiems uosto akvatorijos gyliams ir toms pačioms bazinėms hidrometeorologinėms sąlygoms, pateiktas 4.1.3.4 pav.

Visos 0.5‰ druskingumo izolinijos yra juostoje, kurios maksimalus plotis yra rytinėje Kuršių marių pusėje ir sudaro apie 1.5 km, o minimalus plotis yra vakarinėje Kuršių marių pusėje ir sudaro apie 800m. Mažiausiai į pietus nutolusi yra izolinija, atitinkanti 1925 m. gylius, toliausiai – 1987m. gylius.



4.1.3.4 pav. Vidutinio už bazinį laikotarpį druskingumo 0.5‰ izolinijos kitimas, esant skirtingiems uosto akvatorijos gyliams ir toms pačioms bazinėms hidrometeorologinėms sąlygoms.

Tai reiškia, kad prie tų pačių bazinių hidrometeorologinių sąlygų, išgilinus uosto akvatoriją nuo 1925 m. gylių iki 1987 m. gylių druskėto vandens riba pasistūmėja į pietus toliausiai bet tik per 0.8-1.5 km. Tuo tarpu, pereinant nuo 1987 m. prie 2009 m. gylių (kartu su uosto vartų rekonfigūracija), druskingo vandens riba atsitraukia į šiaurę maždaug 450 m. ir vėl pasistūmėja į pietus 200-300 m., perėjus nuo 2009 m. gylių prie 2013 m. gylių. Vadinasi uosto akvatorijos gilinimas neturi didelio poveikio druskingo vandens išplitimui, o druskėto vandens riba, palyginus su riba buvusia, esant 1987 m. gyliams, po paskutinių išgilinimų net šiek tiek atsitraukia į šiaurę.

4.1.3.1.3 Uosto akvatorijos gilinimo poveikis druskingumui ir druskėto vandens išplitimui pagal hidrologinius sezonus

Poveikis šiaurinės dalies vidutiniam druskingumui pagal sezonus

Uosto akvatorijos gilinimo poveikio vidutiniam druskingumui atskirais bazinio laikotarpio hidrologiniais sezonais, esant toms pačioms sąlygoms modeliavimo rezultatai pateikti 4.1.3.2 lentelėje ir 4.1.3.5 pav.

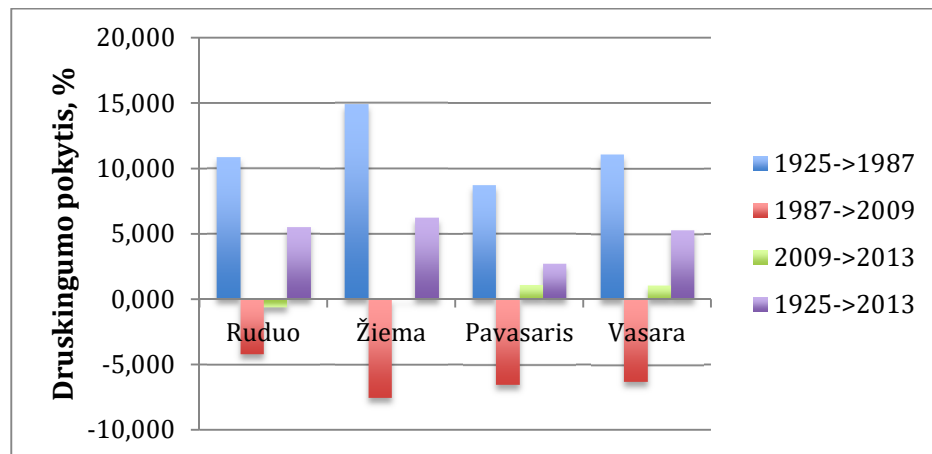
Visiems keturiems sezonams uosto gilinimo įtaka šiaurinės Kuršių marių dalies (4.1.2.2 pav.) druskingumui yra gana panaši su tendencija mažėti didėjant uosto gyliui (4.1.3.5 pav.). Didžiausias

druskingumo padidėjimas gaunamas išgilinus uostą nuo 1925 m. iki 1987 m. gylio, kuris priklausomai nuo sezono svyruoja nuo 8.7 iki 15 %, su minimalia reikšme pavasarį ir maksimalia žiemą.

4.1.3.2 lentelė. Modelio scenarijų, atitinkančių skirtingus uosto akvatorijos gylius, apskaičiuotas šiaurinės Kuršių marių dalies (2 pav.) vidutinis druskingumas (%) bazinio laikotarpio hidrologiniams sezonams su tomis pačiomis bazinėmis hidrometeorologinėmis sąlygomis.

Scenarijus	Ruduo	Žiema	Pavasaris	Vasara
1925	0.5852	0.2409	0.1473	0.1761
1987	0.6487	0.2768	0.1601	0.1956
2009	0.6214	0.2560	0.1497	0.1834
2013	0.6174	0.2559	0.1513	0.1854

Išgilinus uostą nuo 1987 m. iki 2009 m. gylio, druskingumas sumažėja 4.2-7.5 %, su minimalia reikšme rudenį ir maksimalia žiemą, o pereinant nuo 2009 m. prie 2013 m. gylių – -0.6-1.1%, su minimalia reikšme žiemą ir maksimalia vasarą. Bendras druskingumo pokytis, apimantis visus gilinimus, t.y. išgilinus uostą nuo 1925 m. iki 2013 m., skirtingiems sezonams svyruoja nuo 2.7 iki 6.2 %. Su minimalia reikšme pavasarį ir maksimalia žiemą. Apibendrinant, galima daryti išvadą, kad didelių skirtumų tarp sezonų nėra ir nėra tokio sezono, kuris būtų visų gilinimų įtakojamas labiausiai.



4.1.3.5 pav. Modeliu apskaičiuotas šiaurinės Kuršių marių dalies (2 pav.) druskingumo pokyčiai skirtingais bazinio laikotarpio hidrologiniais sezonais, keičiantis uosto gyliams nuo 1925m. iki 1987m. gylių, nuo 1987m. iki 2009m. gylių ir nuo 2009m. iki 2013m. uosto gylių, esant toms pačioms hidrometeorologinėms sąlygoms.

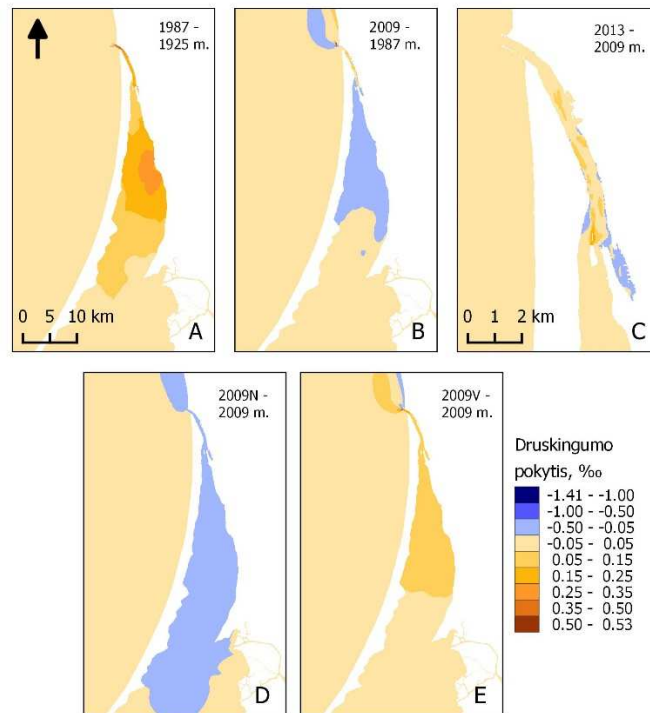
Druskingumo pokyčių erdvinis pasiskirstymas ir druskėto vandens išplitimas pagal sezonus

Druskingumo pokyčių dėl uosto akvatorijos gilinimo, esant toms pačioms bazinėms hidrometeorologinėmis sąlygomis, erdviniai pasiskirstymai pagal bazinio laikotarpio hidrologinius sezonus pateikti 4.1.3.6–4.1.3.9 pav. A, B ir C dalyse. Šių paveikslų D dalyse yra pateikti erdviniai druskingumo pokyčių pasiskirstymai pagal hidrologinius sezonus, kurie atsirastų, jei 2009-2010 m.

gėlo vandens prietaka būtų padidinta per jos daugiameį standartinį nuokrypį, nepakeičiant kitų hidrometeorologinių sąlygų ir naudojant 2009 m. uosto gylius. Paveikslų E dalyse yra pateiktas erdvinis druskingumo pokyčių pasiskirstymas pagal hidrologinius sezonus, kurie atsirastų, jei uosto vartai nebūtų susiaurinti, nepakeičiant kitų hidrometeorologinių sąlygų ir naudojant 2009 m. uosto gylius.

Hidrologinis ruduo

4.1.3.6 paveiksle matyti, kad hidrologinio rudens sezono metu, uosto batimetrijai keičiantis nuo buvusios 1925 m. iki buvusios 1987 m. (4.1.3.6 A pav.), Kuršių marių šiaurinės dalies vidutinis druskingumas padidėja 0.05-0.35‰. Didžiausias padidėjimas stebimas rytinėje marių dalyje ties Dreverna.

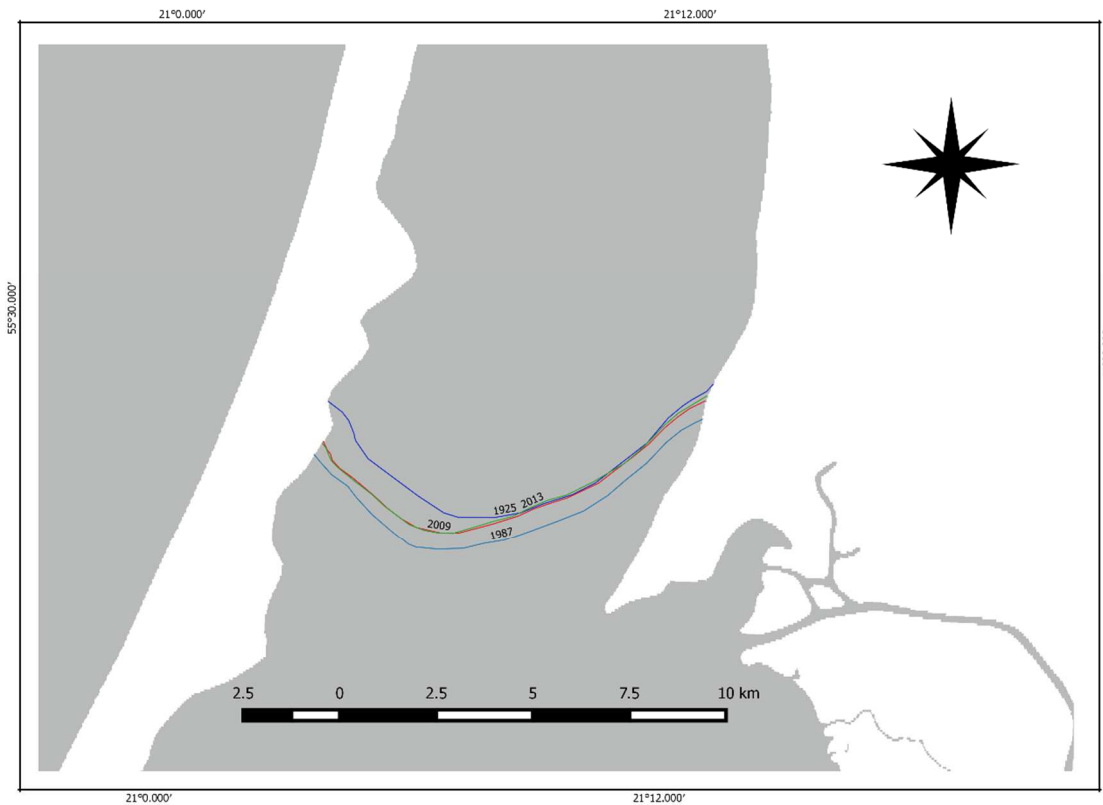


4.1.3.6 pav. Druskingumo pokyčių erdvinis pasiskirstymas bazinio laikotarpio hidrologinio rudens sezonu: A, C dėl gilinimo, B dėl gilinimo ir uosto vartų rekonstrukcijos, D dėl gėlo vandens prietakos padidinimo, E tik dėl vartų pločio pasikeitimo.

Kai uosto batimetrija pasikeičia nuo buvusios 1987 m. iki buvusios 2009 m. ir atlikta uosto vartų rekonstrukcija (4.1.3.6 B pav.), šiaurinėje Kuršių marių dalyje, piečiau Kiaulės nugaros salos, jau stebimas druskingumo sumažėjimas 0.05-0.15 ‰. O kai Klaipėdos uosto gyliai didėja nuo buvusių 2009 m. iki 2013 m. (4.1.3.6 C pav.), druskingumas Kuršių mariose keičiasi labai mažai, skirtumai svyruoja tik nuo -0,05 ‰ iki 0,05 ‰. Gėlo vandens prietakos padidinimas standartiniu nuokrypiu (4.1.3.6 D pav.) paveiktų beveik visą šiaurinę Kuršių marių dalį. Šiuo atveju būtų stebimas druskingumo sumažėjimas nuo -0.05 prie Nemuno deltos iki maždaug -0,35 ‰ prie Kiaulės nugaros

salos. Galiausiai 4.1.3.6 E paveiksle matome, kad nesusiaurinus uosto vartų, druskingumas šiaurinėje Kuršių marių dalyje padidėtų. Tai parodo, kad uosto vartų konfigūracija turi nemažą įtaką Kuršių marių druskingumui, t.y. jei uosto vartų konfigūracija nebūtų buvusi atlikta, druskingumas Kuršių mariose didėtų.

Bazinio laikotarpio hidrologinio rudens vidutinio druskingumo 0.5‰ ribos (riba, nuo kurios druskingumas, einant į pietus yra mažesnis negu 0.5‰) kitimas, esant skirtingiems uosto akvatorijos gyliams ir toms pačioms bazinėms hidrometeorologinėms sąlygoms, pateiktas 4.1.3.7 pav. Visos 0.5‰ druskingumo izolinijos yra gana siauroje juostoje, kurios maksimalus plotis yra vakarinėje Kuršių marių pusėje ir sudaro apie 1.2 km, o minimalus plotis yra rytinėje Kuršių marių pusėje ir sudaro apie 400m. Mažiausiai į pietus nutolusi yra izolinija, atitinkanti 1925 m. gylius, toliausiai – 1987 m. gylius.



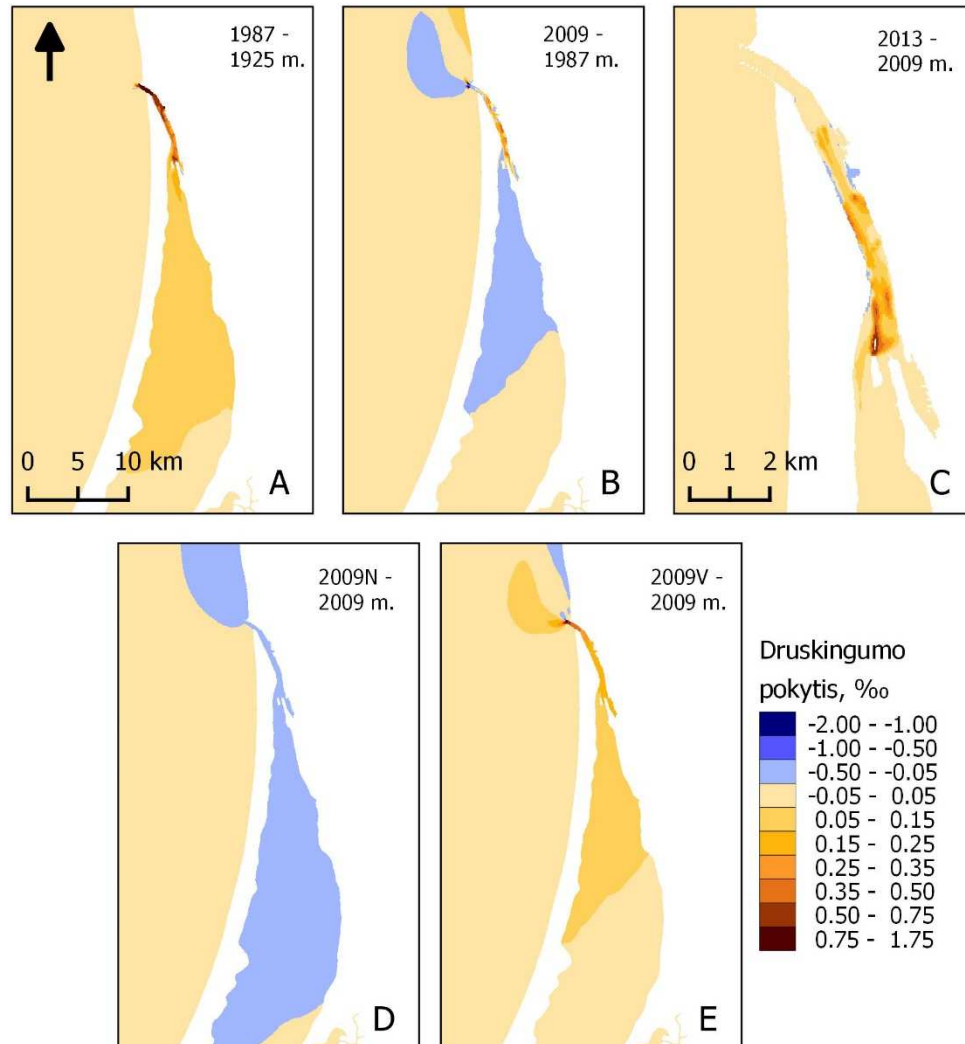
4.1.3.7 pav. Bazinio laikotarpio hidrologinio rudens vidutinio druskingumo 0.5‰ izolinijos kitimas, esant skirtingiems uosto akvatorijos gyliams ir toms pačioms bazinėms hidrometeorologinėms sąlygoms.

Tai reiškia, kad prie tų pačių bazinių hidrometeorologinių sąlygų, išgilinus uosto akvatoriją nuo 1925 m. gylių iki 1987 m. gylių druskėto vandens riba pasistūmėja į pietus toliausiai bet tik per 0.4-1.2 km. Tuo tarpu, pereinant nuo 1987 m. prie 2009 m. gylių (kartu su uosto vartų rekonfigūravimu), druskingo vandens riba vėl atsitraukia į šiaurę maždaug 400 m., o rytinėje Kuršių marių pusėje praktiškai sutampa su 1925 m. gylių izolinija. Tuo tarpu, perėjus nuo 2009 m. gylių prie 2013 m. gylių 0.5‰ izolinija lieka beveik nepasikeitusi. Vadinasi uosto akvatorijos gilinimas neturi didelio

poveikio druskingo vandens išplitimui bazinio laikotarpio hidrologinio rudens sezonu, o druskėto vandens riba, palyginus su riba buvusia, esant 1987 m. gyliams, po paskutinių išgilinimų net šiek tiek atsitraukia į šiaurę.

Hidrologinė žiema

Kaip matyti iš 4.1.3.8 pav., žiemos sezonu druskingumo pokyčių reikšmės yra mažesnės negu rudenį. Tačiau tendencijos išlieka tos pačios.

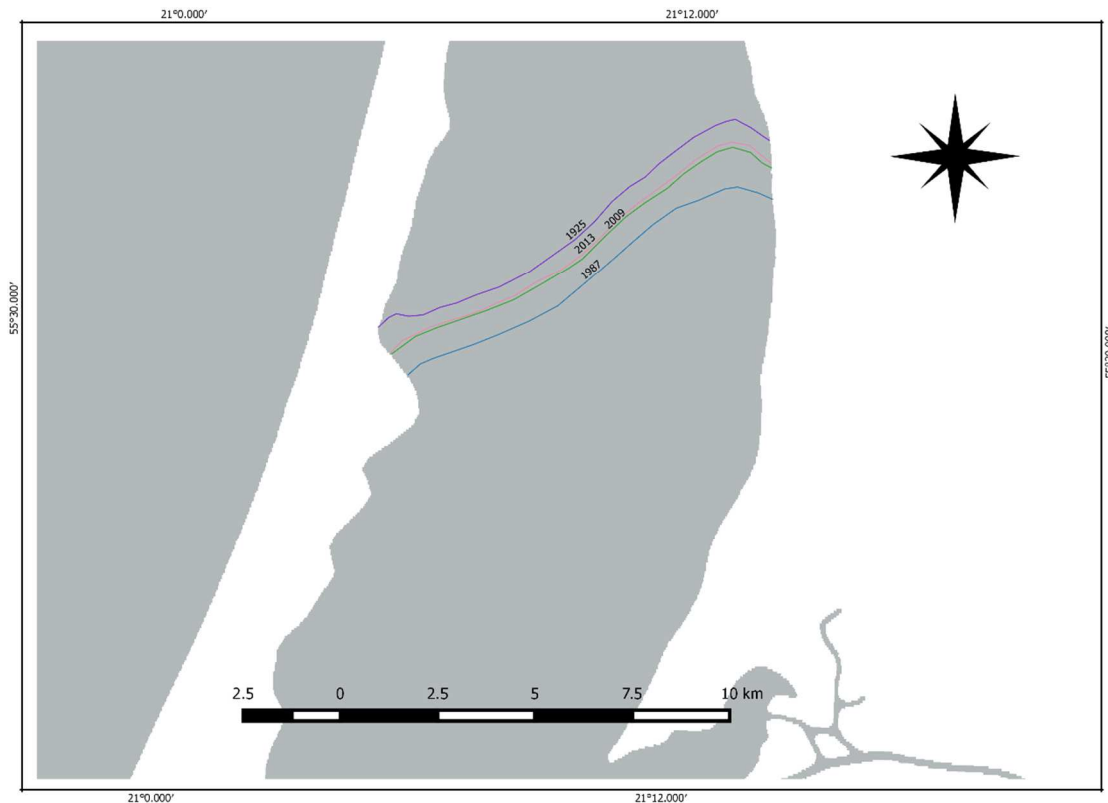


4.1.3.8 pav. Vidutinio druskingumo pokyčių erdvinis pasikirstymas bazinio laikotarpio hidrologinės žiemos sezonu: A, C dėl gilinimo, B dėl gilinimo ir uosto vartų rekonstrukcijos, D dėl gėlo vandens prietakos padidinimo, E tik dėl vartų pločio pasikeitimo.

Pereinant nuo uosto gylių, buvusių 1925 m. iki buvusių 1987 m., druskingumas Kuršių mariose didėja. Pereinant nuo 1987 m. gylių prie 2009 m. gylių, druskingumas mažėja, o dar išgilinus uostą vidutiniškai 2013 m. gylių, druskingumas mariose kinta labai nežymiai. 4.1.3.8 D paveikslas taip pat rodo, kad ir žiemos metu gėlo vandens prietakos įtaka druskingumo pokyčiams Kuršių mariose yra gerokai didesnė negu gilinimo.

Bazinio laikotarpio hidrologinės žiemos vidutinio druskingumo 0.5‰ izolinijos kitimas, esant skirtingiems uosto akvatorijos gyliams ir toms pačioms bazinėms hidrometeorologinėms sąlygoms,

pateiktas 4.1.3.9 pav. Visos 0.5‰ druskingumo izolinijos yra gana siauroje 1-1.5 km juostoje. Mažiausiai į pietus nutolusi yra izolinija, atitinkanti 1925m. gylius, toliausiai – 1987m. gylius.

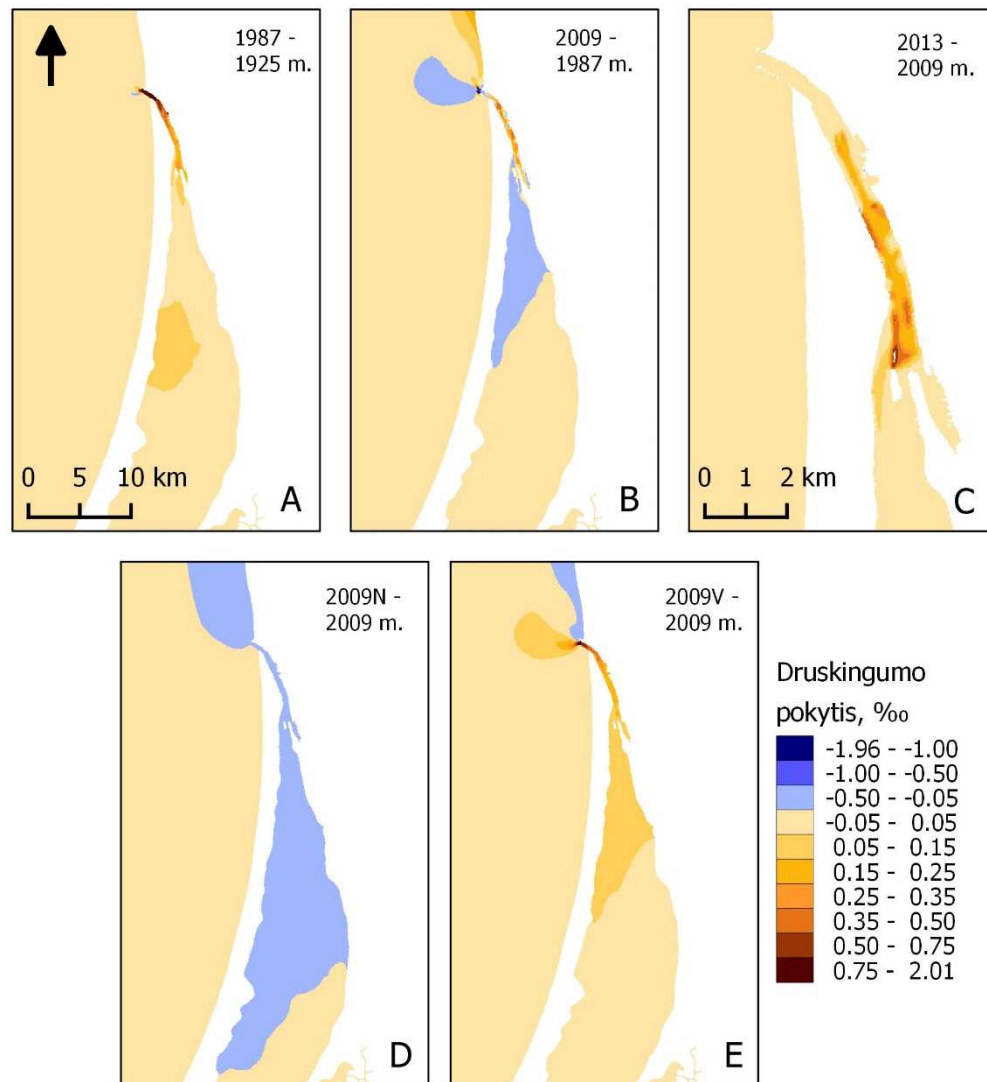


4.1.3.9 pav. Bazinio laikotarpio hidrologinės žiemos vidutinio druskingumo 0.5‰ izolinijos kitimas, esant skirtingiems uosto akvatorijos gyliams ir toms pačioms bazinėms hidrometeorologinėms sąlygoms.

Tai reiškia, kad prie tų pačių bazinių hidrometeorologinių sąlygų, išgilinus uosto akvatoriją nuo 1925 m. gylių iki 1987 m. gylių druskėto vandens riba pasistūmėja į pietus toliausiai bet tik per 1-1.5 km. Tuo tarpu, pereinant nuo 1987 m. prie 2009 m. gylių (kartu su uosto vartų rekonfigūravimu), druskingo vandens riba vėl atsitraukia į šiaurę 0.7-1 km. Tuo tarpu, perėjus nuo 2009 m. gylių prie 2013 m. gylių 0.5‰ izolinija lieka beveik nepasikeitusi. Vadinasi uosto akvatorijos gilinimas neturi didelio poveikio druskingo vandens išplitimui bazinio laikotarpio hidrologinės žiemos sezonu, o druskėto vandens riba, palyginus su riba buvusia, esant 1987 m. gyliams, po paskutinių išgilinimų net šiek tiek atsitraukia į šiaurę.

Hidrologinis pavasaris

4.1.3.10 paveikslas rodo, kad bazinio laikotarpio hidrologinio pavasario sezonu vidutinio druskingumo pokyčiai yra dar mažesni. Taip pat jie yra stebimi mažesniame plote nei anksčiau aptartuose sezonuose. Pereinant nuo 1925 į 1987 m. gylius (4.1.3.10 A pav.) didesni druskingumo pokyčiai (iki 0,08 ‰) stebimi rytinėje Kuršių marių pusėje piečiau Juodkrantės, kitur pokyčiai nežymūs, svyruoja nuo -0,05 ‰ iki 0,05 ‰.

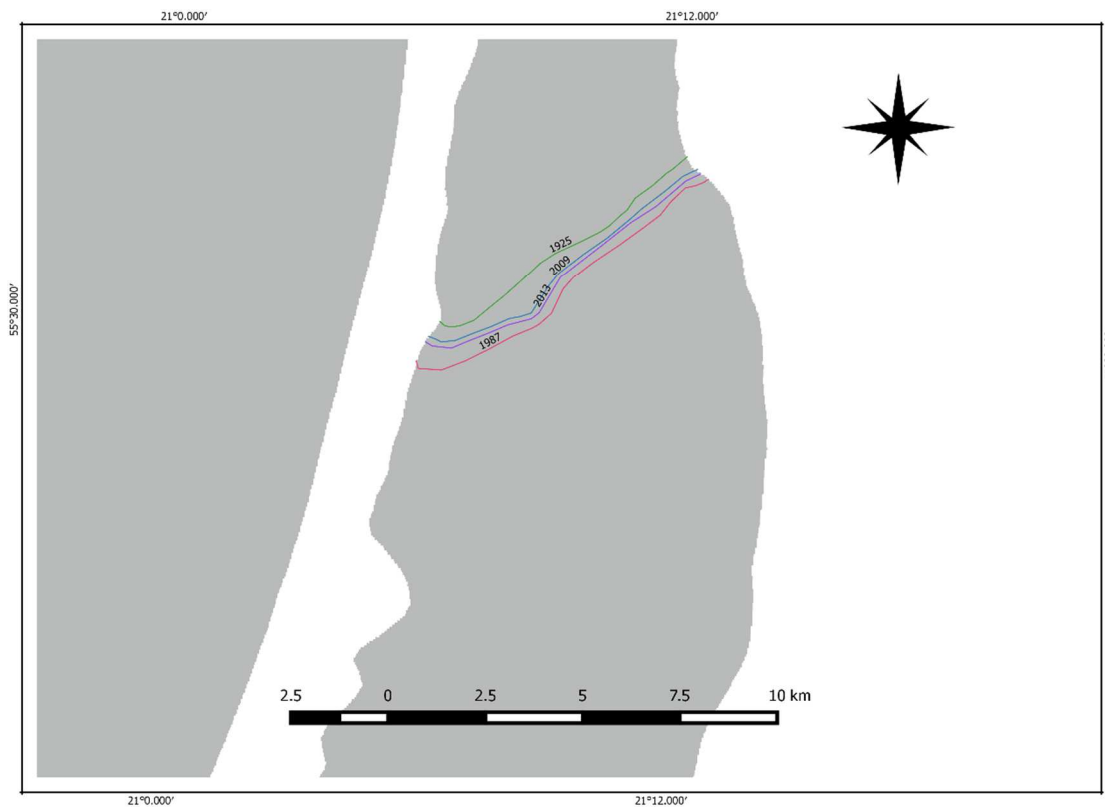


4.1.3.10 pav. Druskingumo pokyčių erdvinis pasiskirstymas bazinio laikotarpio hidrologinio pavasario sezonu: A, C dėl gilinimo, B dėl gilinimo ir uosto vartų rekonstrukcijos, D dėl gėlo vandens prietakos padidinimo, E tik dėl vartų pločio pasikeitimo.

Pereinant nuo gylių buvusių 1987 m. prie gylių buvusių 2009 m. (4.1.3.10 B pav.) vidutiniškai druskingumas sumažėtų plote, kuris tęsiasi apie 10 km ir apie 18 km į pietus nuo Kiaulės nugaros salos atitinkamai vakariniame ir rytiniame Kuršių marių krantuose. Čia druskingumo pokyčių

reikšmės svyruoja maždaug nuo -0,05 iki -0,1 ‰. Panašus Kuršių marių plotas būtų paveiktas, jei 2002 m. rekonstruojant uostą nebūtų susiaurinti uosto vartai, tuomet šiame plote būtų stebimas druskingumo padidėjimas (4.1.3.10 E pav.). Nagrinėjant druskingumo pokyčius pereinant nuo 2009 m. prie 2013 m. gylių (4.1.3.10 C pav.), druskingumo skirtumai taip pat maži ir svyruoja nuo -0.05 iki 0.05 ‰. Paveikslas 4.1.3.10 D dar kartą patvirtina, gėlo vandens prietaka turi daug didesnę įtaką negu gilinimas.

Bazinio laikotarpio hidrologinio pavasario vidutinio druskingumo 0.5‰ izolinijos kitimas, esant skirtingiems uosto akvatorijos gyliams ir toms pačioms bazinėms hidrometeorologinėms sąlygoms, pateiktas 4.1.3.11 pav. Visos 0.5‰ druskingumo izolinijos yra gana siauroje 0.7-1.0km juostoje. Mažiausiai į pietus nutolusi yra izolinija, atitinkanti 1925m. gylius, toliausiai – 1987m. gylius.



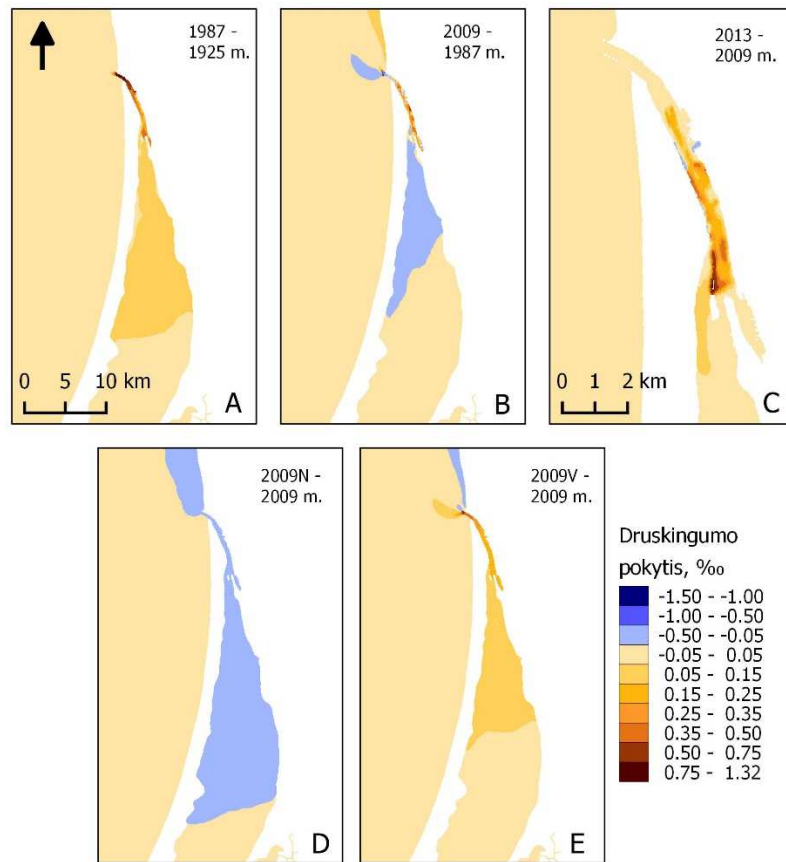
4.1.3.11 pav. Bazinio laikotarpio hidrologinio pavasario vidutinio druskingumo 0.5‰ izolinijos kitimas, esant skirtingiems uosto akvatorijos gyliams ir toms pačioms bazinėms hidrometeorologinėms sąlygoms.

Tai reiškia, kad prie tų pačių bazinių hidrometeorologinių sąlygų, išgilinus uosto akvatoriją nuo 1925 m. gylių iki 1987 m. gylių druskėto vandens riba pasistūmėja į pietus toliausiai bet tik per 0.7-1.0 km. Tuo tarpu, pereinant nuo 1987 m. prie 2009 m. gylių (kartu su uosto vartų rekonfigūravimu), druskingo vandens riba vėl atsitraukia į šiaurę 0.3-0.7 km. Tuo tarpu, perėjus nuo 2009 m. gylių prie 2013 m. gylių 0.5‰ izolinija atsitraukia į šiaurę tik vos per 100 m. Vadinas uosto akvatorijos

gilinimas neturi didelio poveikio druskingo vandens išplitimui bazinio laikotarpio hidrologinio pavasario sezonu, o druskėto vandens riba, palyginus su riba buvusia, esant 1987 m. gyliams, po paskutinių išgilinimų net šiek tiek atsitraukia į šiaurę.

Hidrologinė vasara

Bazinio laikotarpio hidrologinės vasaros sezono metu pagrindinės druskingumo pokyčių tendencijos, lyginant skirtingus scenarijus išlieka panašios kaip ir anksčiau aptartuose sezonuose (4.1.3.12 pav.)

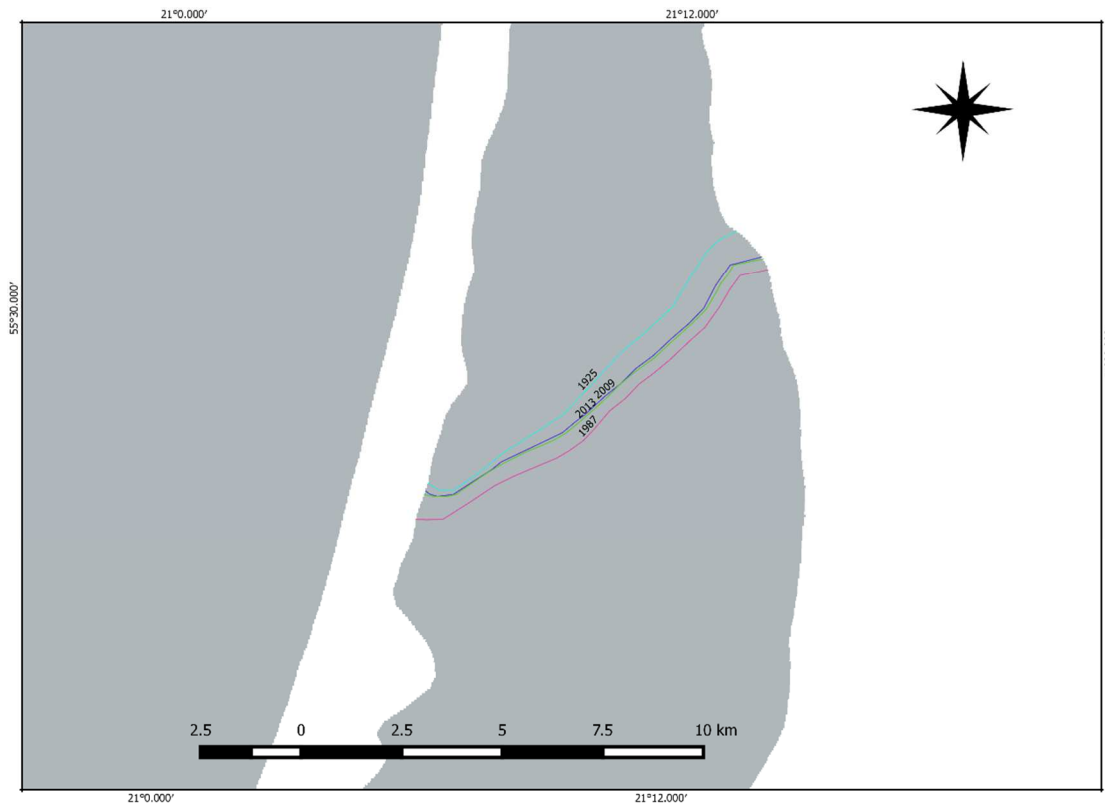


4.1.3.12 pav. Vidutinio druskingumo pokyčių erdvinis pasiskirstymas hidrologinės vasaros sezonu: A, C dėl gilinimo, B dėl gilinimo ir uosto vartų rekonstrukcijos, D dėl gėlo vandens prietakos padidinimo, E tik dėl vartų pločio pasikeitimo.

Mažiausia gilinimo įtaka Kuršių marių druskingumui stebima pereinant nuo 2009 m. prie 2013 m. gylio (4.1.3.12 C pav.), o didžiausia įtaka būtų, jei padidėtų gėlo vandens prietaka į Kuršių marias (4.1.3.12 D pav.). Šiuo atveju, beveik visoje šiaurinėje marių dalyje druskingumas mažėtų.

Bazinio laikotarpio hidrologinio pavasario vidutinio druskingumo 0.5‰ izolinijos kitimas, esant skirtingiems uosto akvatorijos gyliams ir toms pačioms bazinėms hidrometeorologinėms sąlygoms, pateiktas 4.1.3.13 pav. Visos 0.5‰ druskingumo izolinijos yra gana siauroje 0.5-1.0km

juostoje. Mažiausiai į pietus nutolusi yra izolinija, atitinkanti 1925m. gylius, toliausiai – 1987m. gylius.



4.1.3.13 pav. Bazinio laikotarpio hidrologinės vasaros vidutinio druskingumo 0.5‰ izolinijos kitimas, esant skirtingiems uosto akvatorijos gyliams ir toms pačioms bazinėms hidrometeorologinėms sąlygoms.

Tai reiškia, kad prie tų pačių bazinių hidrometeorologinių sąlygų, išgilinus uosto akvatoriją nuo 1925 m. gylių iki 1987 m. gylių druskėto vandens riba pasistūmėja į pietus toliausiai bet tik per 0.5-1.0 km. Tuo tarpu, pereinant nuo 1987 m. prie 2009 m. gylių (kartu su uosto vartų rekonfigūravimu), druskingo vandens riba vėl atsitraukia į šiaurę 0.5-0.6 km. Tuo tarpu, perėjus nuo 2009 m. gylių prie 2013 m. gylių 0.5‰ izolinija praktiškai nepasikeičia. Vadinasi uosto akvatorijos gilinimas neturi didelio poveikio druskingo vandens išplitimui bazinio laikotarpio hidrologinės vasaros sezonu, o druskėto vandens riba, palyginus su riba buvusia, esant 1987m. gyliams, po paskutinių išgilinimų net šiek tiek atsitraukia į šiaurę.

4.1.3.2 Išvados

Gauti rezultatai leidžia padaryti tokias išvadas:

- Analizuojant ilgalaikes druskingumo duomenų eilutes buvo nustatyta, kad druskingumo dinamika šiaurinėje Kuršių marių dalyje kinta nuo statistiškai reikšmingo teigiamo trendo 1980-1993 m. iki statistiškai nereikšmingo neigiamo trendo 1992-2009 m. Šie rezultatai skiriasi nuo anksčiau gautų rezultatų, kur buvo nustatytas tik teigiamas druskingumo trendas

1984-2005 m. laikotarpiu. Todėl nėra pagrindo teigti, kad paskutiniaisiais dviem dešimtmečiais Kuršių marių druskingumas turi tendenciją didėti.

- Nustatyta, kad skaičiuojant gėlo vandens prietaką į Kuršių marias, atsižvelgus į Nemuno intakus žemiau Smalininkų ir kitus tiesioginius Kuršių marių intakus, druskingumo koreliacija su gėlo vandens prietaka padidėja daugiau nei 50% (nuo $R = -0.41$ iki $-R = 0.62$), lyginant su ankstesnių tyrimų rezultatais, kur buvo naudojamas tik Nemuno ties Smalininkais nuotėkis. Tai leidžia daryti išvadą, kad Kuršių marių druskingumas stipriau koreliuoja su gėlo vandens prietaka nei buvo manyta anksčiau.
- Modeliu apskaičiuotų scenarijų, kuriuose eliminuojama hidrometeorologinių veiksnių įtaka, analizė parodė kad uosto rekonstrukcijos darbai gali tiek padidinti tiek sumažinti (kai keičiama uosto vartų konfigūracija) druskingumą. Štai, pvz. uosto akvatorijos išgilinimas, esant toms pačioms bazinėms hidrometeorologinėms sąlygoms, gilinant nuo 1925m. iki 2013m. gylio, padidina šiaurinės Kuršių marių dalies druskingumą nuo 0.2 iki 0.219 ‰ (9.5 %), o gilinant nuo 1987m iki 2013m. gylio ir kartu, pakeičiant uosto vartų konfigūraciją, druskingumas sumažėja nuo 0.227 iki 0.219 ‰ (3.5%). Be to nustatyta, kad santykinis gilinimo efektas tiek druskingumi tiek vandens prietakai iš jūros turi tendenciją mažėti, didėjant uosto gyliui.
- Gilinimo efektas negali būti nagrinėjamas, neatsižvelgiant į uosto vartų konfigūracijos pokyčius. Uosto vartų konfigūracijos pakeitimas ne tik sumažina sąsiaurio pralaidumą, bet ir, kaip rodo skaičiavimų rezultatai, padidina ištekančio iš marių gėlo vandens sugražinimą atgal į marias, dėl ko 2002 m. uosto rekonstrukcija (sąsiaurio gilinimas ir jūros vartų konfigūracijos pakeitimas) šiaurinės Kuršių marių dalies druskingumą sumažina 6% palyginus su buvusiu, prieš rekonstrukciją.
- Kuršių marių druskingumo pokyčių dėl uosto rekonstrukcijos ir gėlo upių vandens nuotėkio pokyčių palyginimas parodė, kad gėlo vandens prietakos poveikis yra žymiai stipresnis nei uosto rekonstrukcijos ir jis yra pagrindinis veiksnys, lemiantis Kuršių marių druskingumą.
- Uosto rekonstrukcijų poveikis vidutiniam druskingumui skirtingais bazinio laikotarpio hidrologiniais sezonais yra panašus į poveikį vidutiniam druskingumui už visą bazinį laikotarpį ir tarp sezonų skiriasi nedaug. Todėl nėra pagrindo teigti, kad uosto rekonstrukcijos daro didžiausią poveikį druskingumui, tik kokio nors vieno sezono metu.
- Poveikis druskėto vandens išplitimui atkartoja poveikį vidutiniam druskingumui ir yra nedidelis. 0.5‰ izolinija nepasislenka į pietus daugiau kaip 2km, nepriklausomai nuo nagrinėto gilinimo intensyvumo, bei sezono arba net nežymiai atsitraukia į šiaurę.

4.1.3.3 Literatūra

- Bellafore, D., Guarnieri, A., Grilli, F., Penna, P., Bortoluzzi, G., Giglio, F., and N. Pinardi. 2011. Study of the hydrodynamical processes in the Boka Kotorska Bay with a finite element model. *Dynamics of Atmospheres and Oceans*, 52 (1–2): 298–321.
- Burchard, H., and O. Petersen. 1999. Models of turbulence in the marine environment – a comparative study of two equation turbulence models. *Journal of Marine Systems*, 21: 29–53.
- Dailidienė, I., and L. Davulienė. 2008. Salinity trend and variation in the Baltic Sea near the Lithuanian coast and in the Curonian Lagoon in 1984-2005. *Journal of Marine Systems*, 74: 20-29.
- De Pascalis, F., Pérez-Ruzafa, A., Gilabert, J., Marcos, C., and G. Umgiesser. 2011. Climate change response of the Mar Menor coastal lagoon (Spain) using a hydrodynamic finite element model. *Estuarine Coastal and Shelf Science*. doi:10.1016/j.ecss.2011.12.002.
- Dubra, J. 1972. Sūrių vandenių išplitimas Kuršių mariose. *Hidrometeorologiniai straipsniai*, red.. A. Rainys, t.5, p. 46–56.
- Ferrarin, C., and Umgiesser, G. 2005. Hydrodynamic modeling of a coastal lagoon: The Cabras lagoon in Sardinia, Italy. *Ecological Modelling*, 188: 340–357.
- Ferrarin, C., Ghezzi, M., Umgiesser, G., Tagliapietra, D., Camatti, E., Zaggia, L., and A. Sarretta. 2013. Assessing hydrological effects of human interventions on coastal systems; numerical application to the Venice Lagoon. *Hydrology and Earth Systems Science*. 17: 1733-1748.
- Ferrarin, C., Razinkovas, A., Gulbinskas, S., Umgiesser, G., and L. Bliudziute. 2008. Hydraulic regime-based zonation scheme of the Curonian Lagoon. *Hydrobiologia*, 611: 133–146.
- Ferrarin, C., Umgiesser, G., Bajo, M., Bellafore, D., De Pascalis, F., Ghezzi, M., Mattassi, G., and I. Scroccaro. 2010. Hydraulic zonation of the lagoons of Marano and Grado, Italy. A modelling approach. *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 87 (4): 561–572.
- Funkquist L. 2003. A unified model system for the Baltic Sea, Elsevier Oceanography Series, 69, 516–518, doi:10.1016/S0422-9894(03)80082-X.
- Galkus, A. 2007. Gėlo ir druskingo vandens cirkuliacijos ypatumai Klaipėdos sąsiauryje ir Kuršių marių šiaurinėje dalyje. *Annales Geographicae*, 40 (1): 3–16
- Jakimavičius D. 2012. Kuršių marių vandens balanso elementų pokyčiai ir jų prognozė dėl gaminių bei antropogeninių veiksnių. *Daktaro disertacija*. Kaunas.
- Jørgensen, S.E. and G. Bendricchio. 2001. *Fundamentals of Ecological Modelling*, Elsevier.
- Pratje, O. 1931. Sediments in the Curonian Lagoon. *Fortschritte der Geologie und Paläontologie*, 10(30) [in German].
- Prochorova, I. 1998. Kai kurie vandens temperatūros ir chloringumo svyravimų ypatumai Kuršių mariose 1992–1996 metais (pagal sezonines nuotraukas). *Kuršių marių ir Baltijos jūros aplinkos būklė*, red. A. Stankevičius, 30-38. *Klaipėda: Jūrinių tyrimų centras prie Aplinkos ministerijos*.

- Schmidt-Ries, H. 1940. Untersuchungen zur Kenntnis des Pelagials eines Strandgewässers (Kurisches Haff). Zeitschrift für Fischerei, 37 (2): 183-322 [In German].
- Umgiesser, G., Melaku Canu, D., Cucco, A., and C. Solidoro. 2004. A finite element model for the Venice Lagoon. Development, set up, calibration and validation. Journal of Marine Systems, 51: 123–145.
- Umgiesser, G., Ferrarin, C., Cucco, A., De Pascalis, F., Bellafiore, D., Ghezzi, M., and M. Bajo. 2014. Comparative hydrodynamics of 10 Mediterranean lagoons by means of numerical modeling. Journal of Geophysical Research: Oceans, 119(4): 2212–2226, doi:10.1002/2013JC009512.
- Vaitkevičienė, O. ir K. Vaitkevičius. 1978. Hydrocheminis režimas. Kuršių marios, red. A. Rainys, 81-111. Vilnius: Mokslas.
- Willer, A. 1931. Vergleichende Untersuchungen an den Strandgewässer. Verhandlungen der Internationalen Vereinigung für theoretische und angewandte Limnologie, Stuttgart 5(1): 197-231 [In German].
- Zemlys, P., Ferrarin, C., Umgiesser, G., Gulbinskas, S., and D. Bellafiore. 2013. Investigation of saline water intrusions into the Curonian Lagoon (Lithuania) and two-layer flow in the Klaipėda Strait using finite element hydrodynamic model. Ocean Science, 9: 573-584, doi:10.5194/os-9-573-2013.
- Žaromskis, R. 1996. Okeanai, jūros, esturijos. Vilnius: Debesija.
- Žaromskis, R. 1998. Lietuvos jūrų ūkio politika ir raida. Mokslas ir gyvenimas, 8: 28-29.

VEIKLA NR. 4.2.1. UOSTO VEIKLOS (TAME TARPE IR GILINIMO DARBŲ) ĮTAKOS BIOGEOCHEMINIAMS PROCESAMS IR VANDENS KOKYBEI KURŠIŲ MARIOSE NUSTATYMAS

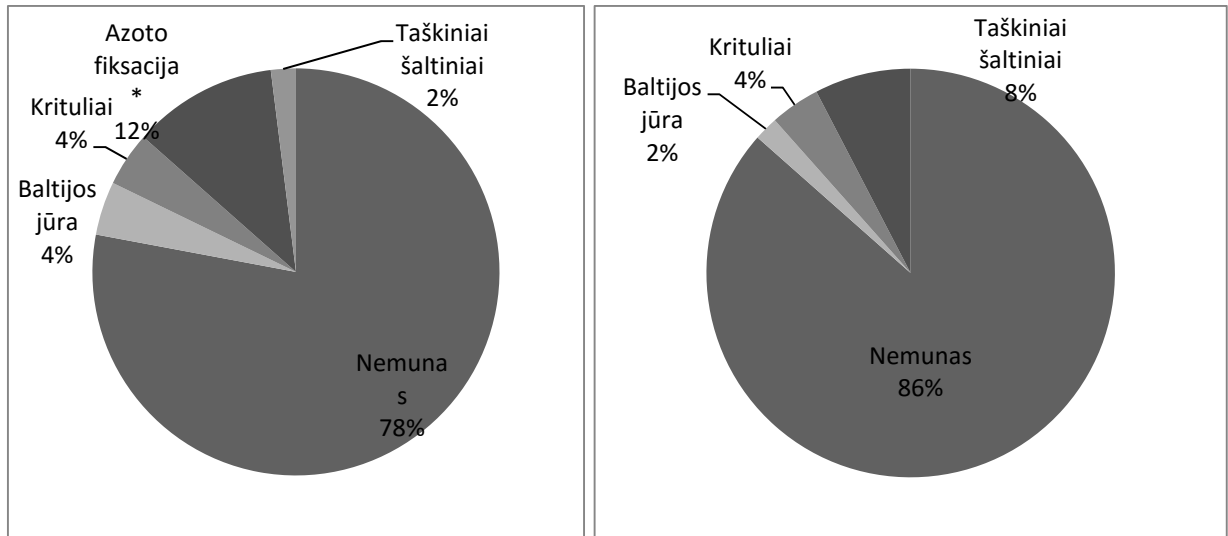
Atlikta veikla Nr. 4.2.1. ir pasiektas rezultatas Nr. R4.2.1. - atlikti eksperimentai, įvertinant druskėto vandens įtaką biogeocheminiams procesams Kuršių marių dugno nuosėdose, pasitelkus GIS analitinius įrankius atliktas vertinimas visai šiaurinei Kuršių marių daliai.

4.2.1.1 Įvadas

Uosto veikla gali paveikti biogeocheminius procesus Kuršių mariose dvejopai. Dėl pakitusios apytakos tarp Baltijos jūros iš Kuršių marių gali pakisti biogeninių medžiagų ir kitų taršos elementų balansas Kuršių mariose, kas gali padaryti tiesioginę įtaką vandens kokybei. Netiesioginė uosto gilinimo įtaką vandens kokybei gali pasireikšti per ekosistemos pokyčius sukeltus vandens druskingumo kaitos šiaurinėje Kuršių marių dalyje kurie yra nagrinėjami šios ataskaitos 4.2.2 uždavinyje. Druskingumo pokyčiai gali paveikti ir cheminius ir biologinius procesus nulemiančius biogeninių medžiagų (daugiausia azoto ir fosforo) apykaitą tarp dugno nuosėdų ir vandens storumės. Tai visų pirma yra siejama su sulfatų jonų (SO_4^{2+}) didesne koncentracija jūros vandenyje padidėjimu ir tolesniu judriojo fosforo junginių išskirimu iš dugno nuosėdų. Nesant kiekybinių duomenų apie jūros vandens įtaką biogeocheminiams procesams tarp dugno nuosėdų ir vandens storumės buvo atliktas eksperimentas kuriuo rezultatai leidžia įvertinti hidrologinio režimo kaitos įtaką biogeninių medžiagų apykaitai.

4.2.1.2 Kuršių marių biogeninių medžiagų balansas ir Baltijos jūros vandens įtaka

Pagrindinis azoto ir fosforo junginių šaltinis yra Nemuno upės nuotėkis kuris sudaro virš 85% viso upės kilmės azoto ir 84% viso upės kilmės fosforo patenkančių į Kuršių marias. Atmosferinės šių medžiagų emisijos tiesiai į Kuršių marias nėra didelės. Pagal Norvegijos meteorologijos instituto duomenis atmosferinės azoto junginių emisijos yra 200-500 mg/m²/metus, ir tik apie 5% šio kiekio yra Lietuvos kilmės (Klein et al., 2011). Taigi o į Kuršių marias į visus Lietuvos ekonominės zonos vandenį iš atmosferos vidutiniškai iškrenta, tik apie 400 tonų azoto, kas sudaro tik kelis procentus nuo upės kilmės biogeninių medžiagų nuotėkio. Patenkančių iš Baltijos jūros biogeninių medžiagų dalis šiame balanse irgi nėra didelė, ji kiekis yra palyginamas atmosferinių kritulių vaidmeniu (pav.4.2.1).



4.2.1 pav. Bendrojo azoto (TN, kairėje, 2002-2007 metais) ir bendrojo fosforo (TP, dešinėje, 2011-2013 metais) patekimo į Kuršių marias šaltiniai. Pagal Razinkovas et. al, 2009, Petkivienė et al., 2015 (priimta spaudai).

*Maksimalios azoto fiksacijos reikšmės.

4.2.1 lentelė. Modeliu apskaičiuotas jūrinio vandens pritekėjimo į Kuršių marias pokyčiai (km³/sezoną) skirtingiems hidrologiniams sezonams, keičiantis uosto gyliams nuo 1925m. iki 1987m. gylių, nuo 1987m. iki 2009m. gylių ir nuo 2009m. iki 2013m. uosto gylių, esant toms pačioms hidrometeorologinėms sąlygoms (pagal 4.1.3 uždavinyje vykdyto modeliavimo rezultatus).

	Pavasaris		Vasara		Ruduo		Žiema	
	Įtekėjimas	Ištekėjimas	Įtekėjimas	Ištekėjimas	Įtekėjimas	Ištekėjimas	Įtekėjimas	Ištekėjimas
1925- >1987	0.22	0.14	0.59	0.60	0.51	0.55	0.54	0.59
1987- >2009	0.03	0.02	0.09	0.10	0.11	0.11	0.07	0.08
2009- >2013	0.01	0.01	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02

Analizuojant Klaipėdos uosto akvatorijos gilinimo darbų poveikį druskingo ir gėlo vandens balansui tarp Lietuvos Baltijos jūros priekrantės ir Kuršių marių buvo įvertintas biogeninių medžiagų transportas pagal scenarijus apskaičiuotus šioje ataskaitoje (4.1.3 uždavinys), . Vertinant biogeninių medžiagų prietaka iš Baltijos jūros į Kuršių marias buvo pasitelkta vidutinėmis bendrojo azoto ir fosforo reikmėmis Baltijos jūros priekrantėje ir Kuršių mariose atskirais sezonais.

4.2.2 lentelė. Apskaičiuotas bendrojo azoto ir fosforo balanso į Kuršių mariose pokyčiai (kg/metus) skirtingiems hidrologiniams sezonams, keičiantis uosto gyliams nuo 1925m. iki 1987m. gylių, nuo 1987m. iki 2009m. gylių ir nuo 2009m. iki 2013m. uosto gylių.

	Pavasaris		Vasara		Ruduo		Žiema	
	Azotas	Fosforas	Azotas	Fosforas	Azotas	Fosforas	Azotas	Fosforas
1925- >1987	0.034	0.003	-0.003	0.000	-0.017	0.000	-0.018	0.000

1987- >2009	0.004	0.000	-0.003	0.000	-0.001	0.000	-0.003	0.000
2009- >2013	0.001	0.000	-0.001	0.000	0.000	0.000	-0.001	0.000

Apskaičiuoti bendrojo azoto ir bendrojo balanso pokyčiai leidžia teigti kad keičiantis uosto gyliams yra beveik nevertintinas teigiamas poveikis (biogeninių medžiagų mažėjimas Kuršių mariose), tačiau jo absoliučios reikšmės sudaro tik < 0.0001 % bendrojo azoto ir <0.0005% bendrojo fosforo balanso ir atsižvelgiant į gerokai didesnę prietakos kintamumą tarp atskirų metų, pastebimų vandens kokybės pokyčių galima nesitikėti.

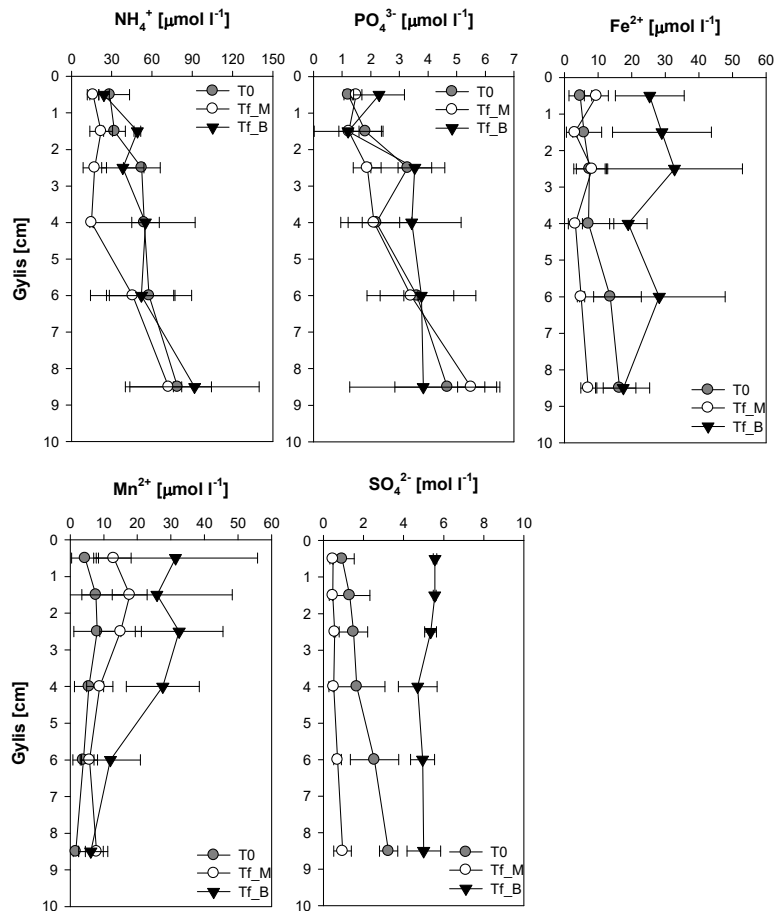
4.2.1.3 Eksperimentinis jūrinio vandens poveikio vertinimas maistmedžiagų procesams

Įtaka porinio vandens cheminei sudėčiai

Jūrinio vandens (Baltijos jūros) poveikis azoto ir fosforo judrumui nuosėdose ir bento-pelaginei apykaitai buvo įvertintas eksperimentiškai 2015 metų rugsėjo mėn. su smėlio nuosėdomis iš tranzitinės tyrimo vietos. Surinktos nesuardytos struktūros nuosėdų kolonėlės buvo inkubuojamos laboratorijoje (14°C temperatūroje) dviejuose eksperimentinėse talpose, užpildytose Kuršių marių ir Baltijos jūros vandeniu (atitinkamai druskingumas 0,5 ir 6,89). Inkubacija truko 4 dienas, tiek kiek pagal modeliavimo rezultatus jūrinis vanduo užsilaiko šiaurinėje marių dalyje. Eksperimento metu, pradiniu laiko momentu, po 1, 2 ir 4 dienų buvo matuojami vandenyje ištirpusių dujų (O_2 , N_2), maistmedžiagų (NO_x^- , PO_4^{3-}) ir metalų (Mn^{2+} ir Fe^{2+}) koncentracijų pokyčiai dugno nuosėdų kolonėlėse. Jų pagrindu apskaičiuota apykaita tarp dugno nuosėdų ir priedugnio vandens. Papildomai eksperimento pradžioje ir pabaigoje buvo įvertinta H_2S , NH_4^+ , PO_4^{3-} , Fe^{2+} ir $Mn^{2+}SO_4^{2-}$ koncentracija nuosėdų poriniame vandenyje bei nuosėdinio neorganinio fosforo formų kaita.

Atliktas eksperimentas parodė, kad po keturių dienų inkubacijos jūrinio vandens poveikis maistmedžiagų, NH_4^+ ir PO_4^{3-} , judrumui nuosėdų poriniame vandenyje yra nereikšmingas (4.2.2 pav.). Kita vertus, jūrinio vandens poveikis galėjo būti maskuojamas nuosėdų heterogeniškumo, atsirandančio dėl organinės medžiagos, mikro- ir makroorganizmų netolygaus pasiskirstymo Kuršių marių smėlyje. Dėl šios priežasties NH_4^+ koncentracija poriniame vandenyje kito plačiame intervale, nuo 12.4 iki 94.7 $\mu\text{mol l}^{-1}$ paviršiniame 0–5cm sluoksnyje, o didžiausios koncentracijos nustatytos apie 5–10 cm nuosėdų gylyje (66,4±17,5 $\mu\text{mol l}^{-1}$ sugrupavus duomenis). Tuo tarpu PO_4^{3-} koncentracija kito nuo 0,8 iki 6,7 $\mu\text{mol l}^{-1}$ poriniame vandenyje ir nenustatyta jokių pasiskirstymo tendencijų.

Skirtingai nei maistmedžiagėms, jūrinis vanduo turėjo didesnės įtakos geocheminėms marių nuosėdų savybėms, ypač reguliuojant elektronų akceptorių ($Mn(IV)$, $Fe(III)$ ir SO_4^{2-}) prieinamumą redukciniuose ir oksidaciniuose procesuose. Dėl pastarųjų redukcijos mikrobiologinių arba cheminių procesų metu suintensyvėja maisto medžiagų, ypač PO_4^{3-} , kaupimasis poriniame ir priedugnio vandenyje. Pagrindinis mechanizmas, nulemiantis PO_4^{3-} kaupimąsi nuosėdose yra padidėjęs sulfatų jonų (SO_4^{2+}) prieinamumas poriniame vandenyje. Iš Baltijos jūros įtekantis vanduo vidutiniškai turi 10 kartų didesnę sulfatų koncentraciją ($5,8 \text{ mmol l}^{-1}$) nei marių vanduo ($0,5 \text{ mmol l}^{-1}$). Dėl tokio didelio koncentracijos gradiento skirtumo SO_4^{2-} molekulinės difuzijos metu iš vandens storumės juda į nuosėdų porinį vandenį. Porinio vandens cheminė analizė parodė, kad po 4 dienų SO_4^{2-} koncentracija poriniame vandenyje buvo kaip ir vandens storumės. Dėl šios priežasties SO_4^{2-} koncentracija padidėjo 4 kartus lyginant su eksperimento pradžia. Tačiau, reikia atkreipti dėmesį ir į tai, kad nuosėdų kolonėles inkubuojant marių vandenyje, SO_4^{2-} koncentracija sumažėjo. Vadinasi, šioje marių dalyje dėl pasikartojančios jūrinio vandens prietakos SO_4^{2-} jonų koncentracija įprastai yra didesnė. Antra, vyraujant vandens tėkmei iš Nemuno upės, tirtame smėlyje SO_4^{2-} koncentracija gali greitai sumažėti.



4.2.2 pav. Vidutinės ($\pm SN$, $n=3$) ištirpusio amonio (NH_4^+), reaktyvaus fosforo (PO_4^{3-}), geležies (Fe^{2+}), mangano (Mn^{2+}) ir sulfatų jonų (SO_4^{2-}) koncentracijos vertikalus pasiskirstymas smėlio nuosėdų poriniame vandenyje

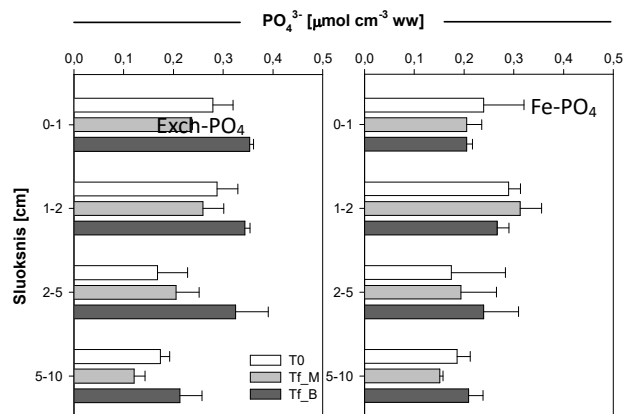
eksperimento metu: T0 –pradžioje, Tf_M – po 4 dienų, nuosėdose laikytose marių vandenyje ir Tf_B –po 4 dienų, nuosėdose laikytose Baltijos jūros vandenyje.

Didėjant SO_4^{2-} koncentracijai poriniame vandenyje dėl jūrinio vandens prietakos, metalų redukcija gali suintensyvėti pagal šią seką:

- Mangano redukcija: padidėjusi Mn^{2+} koncentracija paviršiniame nuosėdų sluoksnyje yra sąlygota Fe(II) oksidacijos iki Fe(III), tuo tarpu sumažėjanti Mn^{2+} koncentracija nuo 5 cm yra dėl mangano cheminių junginių susidarymosu karbonatais ir vandenilio sulfidu.
- Geležies redukcija: nors koncentracijos kinta plačiame intervale, akivaizdu, kad sulfatų redukcijos metu susidarantis sulfidas turi įtakos geležies redukcijai visame tirtame nuosėdų sluoksnyje ir yra pagrindinis veiksnys sąlygojantis Fe(III) redukciją iki Fe(II).

Ištirpusio reaktyvaus fosforo judrumas dugno nuosėdose, paveiktose jūriniu vandeniu

Bendras neorganinis P (BNP) yra vienas iš pagrindinių PO_4^{3-} šaltinių estuarijų nuosėdose, kurio kaupimasis priklauso nuo vyraujančių sedimentacinių sąlygų. Eksperimento metu nustatyta, kad tirtose smėlio nuosėdose BNP koncentracija ($2,3 \pm 0,3 \mu\text{mol cm}^{-3}$, šlapio svorio) yra 2 kartus mažesnė negu dumblo nuosėdose, akumuliacinėje zonoje (Petkuvienė et al. priimta spaudai, 4.2.3 pav.). Detali cheminė ekstrakcija parodė, kad 40,7% BNP glūdi detritinėje formoje, kurioje PO_4^{3-} yra surištas su kalcio mineralu (Detr. $\text{Ca} \sim \text{PO}_4$). Pagrindinis šios cheminės P formos šaltinis yra kristalinės uolienos erozija žemyninėje dalyje ir tolimesnė pernaša su upėmis į marias. Įprastai ši P forma yra nereaktyvi ir biologiškai neprieinama gyviesiems organizmams. Likusią BNP dalį smėlyje sudaro silpnai absorbuotas PO_4^{3-} (11,7 %), chemiškai su geležimi (11,0 %) ir kalcio autogeniniu mineralu (36,8 %) surištas PO_4^{3-} . Pirmosios dvi BNP formos yra pačios jautriausios aplinkos pokyčiams ir todėl tikėtina, kad jūrinio vandens poveikis turėtų būti pats didžiausias.

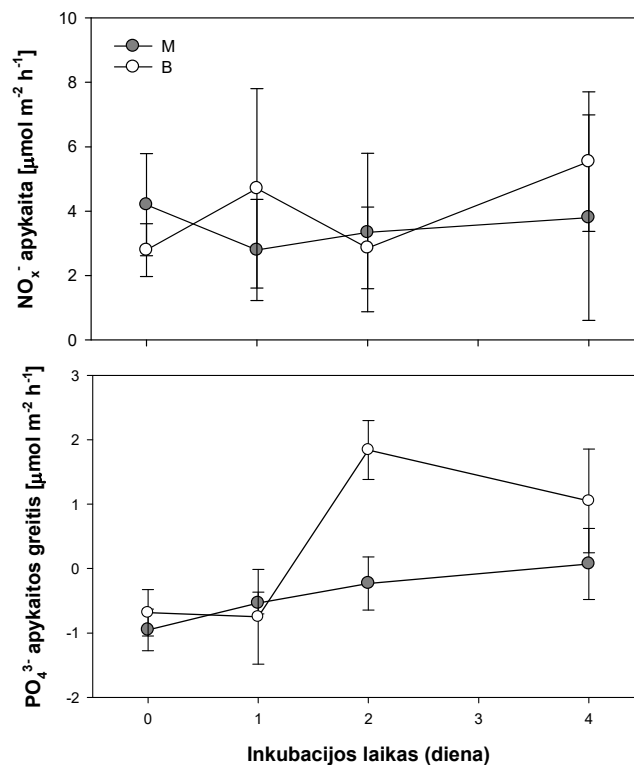


4.2.3 pav. Vidutinės ($\pm\text{SN}$, $n=3$) ištirpusio reaktyvaus fosforo (PO_4^{3-}), silpnai absorbuoto (Exch- PO_4) ir surišto su geležimi (Fe- PO_4), koncentracijos vertikalus pasiskirstymas smėlio nuosėdose eksperimento metu: T0 –pradžioje, Tf_M – po 4 dienų, nuosėdose laikytose marių vandenyje ir Tf_B – po 4 dienų, nuosėdose laikytose Baltijos jūros vandenyje.

Detali cheminė BNP ekstrakcija atskleidė, kad Baltijos jūros vanduo statistiškai (dvifaktorinė dispersinė analizė, $p < 0,001$) reikšmingai padidino lengvai absorbuoto PO_4^{3-} (Exch- PO_4) kiekį. Vidutiniškai Exch- PO_4 kiekis padidėjo 20-48%, lyginant su kiekiu nuosėdose eksperimento pradžioje ir po 4 dienų inkubacijos marių vandenyje. Tuo tarpu jūrinio vandens poveikis su geležimi surišto PO_4^{3-} atsipalaidavimui buvo statistiškai nereikšmingas (dvifaktorinė dispersinė analizė, $p < 0,805$). Apibendrinant, galima teigti, kad jūrinio vandens poveikis PO_4^{3-} atsipalaidavimui iš BNP pagrinde yra dėl vandenyje esančių jonų balanso. Tuo tarpu smėlio nuosėdose suintensyvėjusios metalų redukcijos poveikis, dėl galimai vykstančios sulfatų redukcijos, yra nereikšmingas PO_4^{3-} atsipalaidavimui iš geležies arba mangano hidrooksidų kompleksų.

Ištirpusio neorganinio azoto ir fosforo apykaita tarp dugno nuosėdų ir priedugnio vandens

Išmatuotas bendrosios suminės nitritų ir nitratų (NO_x^-) apykaitos greitis tamsoje kito nuo 1,2 iki $7,6 \mu\text{mol m}^{-2} \text{h}^{-1}$ (4.2.4 pav, viršuje). Jūrinio vandens poveikis lyginant su gėlu marių buvo nereikšmingas ir apykaita rodė skirtingas tendencijas tarp nuosėdų ir priedugnio vandens eksperimento metu.



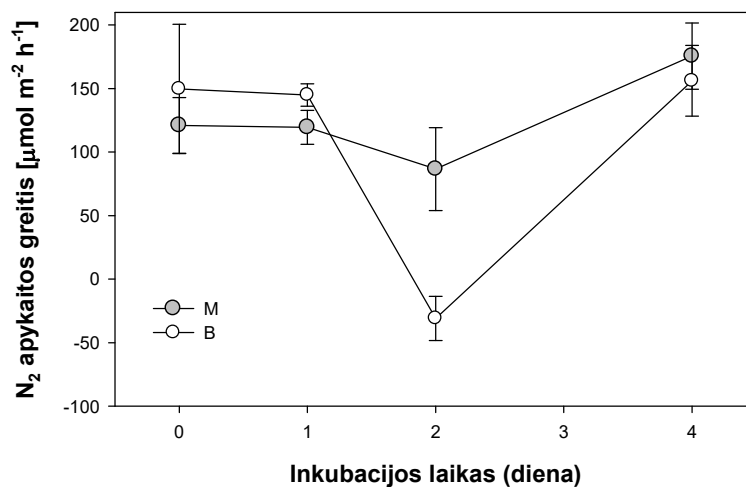
4.2.4 pav. Vidutiniai (\pm SN, $n=3$) bendrosios suminės nitritų ir nitratų (NO_x^-) ir ištirpusio reaktyvaus fosforo (PO_4^{3-}) apykaitos greičiai Kuršių marių (M) ir Baltijos jūros (B) vandenyje inkubacijos pradžioje, po 1, 2 ir 4 dienų. Teigiama reikšmė rodo, kad junginys atsipalaiduoja iš nuosėdų ir kaupiasi vandenyje, tuo tarpu neigiama - akumuliaciją iš vandens į dugno nuosėdas.

Apibendrinus eksperimento rezultatus akivaizdu, kad jūrinis vanduo turi reikšmingos įtakos bendriam PO_4^{3-} apykaitos greičiams (pakartotinių matavimų dvifaktorinė dispersinė analizė, $p < 0,05$),

tačiau tai priklausonuo inkubacijos trukmės. Eksperimento pradžioje ir po 1 dienos, smėlis funkcionavo kaip akumuliacinė aplinka PO_4^{3-} ($-0.7 \pm 0,5 \mu\text{mol m}^{-2} \text{h}^{-1}$) ir vandens cheminė sudėtis neturėjo reikšmingos įtakos apykaitos greičiams. Po 2 dienų, jūrinis vanduo jau reikšmingai įtakojo apykaitos greičius ir nuosėdos pradėjo išskirti PO_4^{3-} į priedugnio vandenį ($1,8 \pm 0,5 \mu\text{mol m}^{-2} \text{h}^{-1}$), tuo tarpu nuosėdos marių vandenyje toliau akumuliuo PO_4^{3-} ($-0.2 \pm 0,4 \mu\text{mol m}^{-2} \text{h}^{-1}$) iš priedugnio. Nors PO_4^{3-} išsiskyrimo iš smėlio greičiai ir sumažėjo, tačiau tendencijos išliko panašios.

Bendros N_2 apykaitos greitis tarp dugno nuosėdų ir priedugnio vandens

Azoto pašalinimas iš ekosistemos yra viena iš svarbiausių paslaugų, kurią atlieka marių dugno nuosėdos. Įprastai Kuršių mariose azotas pašalinamas denitrifikacijos ir anaerobinės amonio oksidacijos metu, pagaminant N_2 dujas (Zilius, 2011). Eksperimento metu nustatyta, kad jūrinio vandens užsistovėjimo laikas Kuršių mariose turi įtakos bendram N_2 produkcijos greičiui (pakartotinių matavimų dvifaktorinė dispersinė analizė, $p < 0,05$). Inkubacijos laiko ir vandens, iš Kuršių marių arba Baltijos jūros, sąveika parodė, kad vandens cheminės sudėties įtaka N_2 apykaitos greičiams tarp dugno nuosėdų ir priedugnio vandens priklauso nuo inkubacijos laiko (4.2.5 pav.).

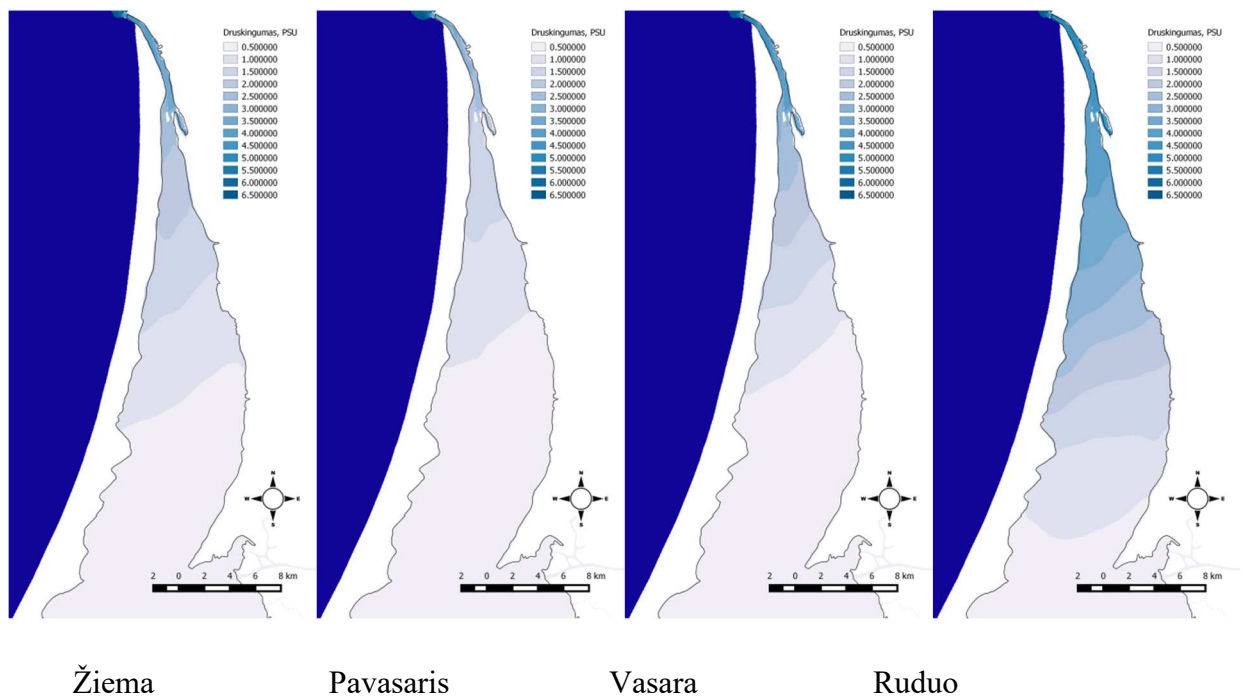


4.2.5 pav. Vidutiniai ($\pm \text{SN}$, $n=3$) N_2 produkcijos greičiai Kuršių marių (M) ir Baltijos jūros (B) vandenyje inkubacijos pradžioje, po 1, 2 ir 4 dienų. Teigiama reikšmė rodo, kad N_2 susidaro produkcijos metu ir kaupiasi vandenyje, tuo tarpu neigiama – molekulinio azoto fiksaciją.

Eksperimento pradžioje ir po 1 dienos smėlis, tiek marių vandenyje, tiek ir Baltijos jūros vandenyje, išskyrė N_2 į priedugnio vandenį (atitinkamai $120,2 \pm 16,2$ ir $147,3 \pm 32,8 \mu\text{mol m}^{-2} \text{h}^{-1}$, duomenys sugrupuoti). Vėliau, po 2 dienų, smėlis inkubuojamas Baltijos vandenyje pradėjo kaupti N_2 ($-22,8 \pm 1,5 \mu\text{mol m}^{-2} \text{h}^{-1}$). Įprastai, neigiami greičiai rodo, kad dugno nuosėdose vyksta denitrifikacijai priešingas procesas - azoto fiksacija. Dugno nuosėdose esant padidėjusiam druskingumui azoto fiksaciją vykdo sulfatus redukuojančios bakterijos. Tai įprasta nuosėdose,

kuriose azoto, ypač amonio kiekis, yra bakterijų augimą limituojantis veiksnys. Įdomu pastebėti, kad po 4 dienų, azoto fiksacija sumažėjo ir vėl dominavo denitrifikacija. Vadinas, trumpalaikis (iki 2 dienų) Baltijos jūros vanduo gali būti reikšmingas ekosistemos paslaugoms, kurias atlieka smėlis šiaurinėje marių dalyje.

Jūrinio vandens fosforo srautų iš dugno nuosėdų į vandens storumę padidėjimui įvertinti buvo pasinaudota skaitmeninio eksperimento atlikto pagal 4.1.3 užduotį rezultatais. Buvo įvertintas bendras jūrinio vandens šiaurinėje Kuršių marių dalyje (kur dugno nuosėdos yra panašios į naudotas fiziniame eksperimente) bendras išplitimas ir jo pokyčiai dėl uosto gilinimo skirtingais sezonais (Pav. 4.2.6).



4.2.6 pav. Druskingumo išplitimo ribos skirtingais sezonais (žiema, pavasaris, vasara ir ruduo) po 2013 metų .

Remiantis erdvinio išplitimo žemėlapiais galima teigti kad mažiausias dugno nuosėdų plotas paveiktas jūrinio vandens Kuršių mariose stebimas pavasarį, vasarą stebimas jo didėjimas, o maksimalus išplitimas – rudenį. Maksimalios PO_4^{3-} koncentracijos Kuršių marių vandenyje stebimos pavasarį (1.4-2.0 $\mu M/l$), o mažiausios vasarą ir rudenį (0.2-0.5 $\mu M/l$); Taip pat sezoniškai skiriasi ir bento-pelaginė apykaita – pavasarį visada stebimi neigiami PO_4^{3-} srautai tarp dugno nuosėdų ir vandens storumės, vyksta fosfatų akumuliacija, tuo tarpu vasarą ir rudenį gali kaip akumuliacija taip ir reaktyvaus fosforo atsipalaidavimas (Petkuvienė et al., *in press*). Būtent neorganinio fosforo atpalaidavimas iš dugno nuosėdų gali sukelti tęstinius melsvabakterių „žydėjimus“, kurie yra viena reikšmingiausių eutrofikacijos apraiškų, nulemiančių kritinę vandens

kokybę Kuršių mariose (Žilius et al, 2014). Kaip parodė atlikti eksperimentai, druskėto vandens išplitimas yra vienas faktorių skatinančių pavasario metų sukaupto PO_4^{3-} išskirimą iš dugno nuosėdų, todėl buvo apskaičiuotas potencialus sumarinis srautas druskėto vandens poveikio zonoje vasarą ir rudenį. Druskėto vandens Kuršių marių akvatorijos dalis paveikta vasarą ir rudenį (skirtumai tarp mažiausio išplitimo pavasarį) sudaro 13 ir 126 km^2 atitinkamai. Įvertinus eksperimento metu gautus PO_4^{3-} srautus, galima teigti kad vidinės fosforo apkrovos maksimalus padidėjimas Kuršių mariose gali siekti 17.41 ir 168.74 t/para, o tai yra aplyginama su paros pritekėjimu iš Nemuno.

Įvertinus potencialia azoto fiksacija, jos kiekiai druskėto vandens paveiktose dugno nuosėdose galėtų siekti 99.59 ir 965.26 t/para atitinkamai, bet šis efektas galėtų būti tik trumpalaikis.

Apibendrinant galima teigti kad dėl uosto rekonstrukcijos darbų pasikeitęs hidrologinis režimo įtaką bendrajam Kuršių marių biogeninių medžiagų balansui būti nereikšminga, tačiau druskingumo pokyčiai potencialiai galėtų įtakuoti trumpalaikį neorganinio fosforo junginių padidėjimą vandens storumėje bei azoto fiksacijos-denitrifikacijos balansą, kas atsilieptų Kuršių marių ekosistemų paslaugų vertinimui.

4.2.1.4 Literatūra

A Razinkovas, I Dailidienė, R Pilkaitytė. 2008. Reduction of the land-based discharges to the Curonian Lagoon in a view of a climate change perspective. In: Sustainable Use and Development of Watersheds, NATO CCMS, Springer. 403-41

Zilius, M. 2011. Oxygen and nutrient Exchange at the sediment-water interface in the eutrophic boreal lagoon (Baltic Sea). Doctoral dissertation. Klaipėda.

Zilius, M., M. Bartoli, M. Bresciani, M. Katarzyte, T. Ruginis, J. Petkuvienė, I. Lubiene, C. Giardino, P.A. Bukaveckas, R. de Wit, and A. Razinkovas. 2014. Feedback Mechanisms Between cyanobacterial blooms, transient hypoxia, and benthic phosphorus regeneration in shallow coastal environments. *Estuaries and Coasts* 37: 680–694.

Petkuvienė, J., M. Zilius, M. Bartoli, I. Lubiene, G. Gordani, T. Ruginis, A. Razinkovas-Baziukas Seasonal phosphorus cycling in a hypertrophic Baltic lagoon implication to cyanobacterial blooms. *Estuaries and Coasts* (under revision)

VEIKLA NR. 4.2.2. UOSTO GILINIMO DARBŲ ĮTAKOS KURŠIŲ MARIŲ EKOSISTEMAI NUSTATYMAS

Atlikta veikla Nr. 4.2.2. ir pasiektas rezultatas Nr. R4.2.2. - įvertinta uosto gilinimo darbų įtaką Kuršių marių ekosistemai, aprašyti pagrindinių ekosistemos būseną aprašančių parametrų pokyčiai, juos sugretinant su hidraulinio modeliavimo rezultatais.

4.2.2.1 Įvadas

Remiantis modeliavimo rezultatais, uosto gilinimo darbai daro nevienareikšmę įtaką Kuršių marių druskingumui (4.1.3 uždavinys): pastarojo laikotarpio (1992-2009 m.) druskingumo kaitos trendas yra statistiškai nereikšmingas, o santykinis gilinimo efektas tiek druskingumui, tiek vandens prietakai iš jūros turi tendenciją mažėti, didėjant uosto gyliui. Atsižvelgdami į tai, nagrinėjome pagrindinių Kuršių marių ekosistemos komponentų – planktono (chlorofilo „a“ ir vandens skaidrumo), makrofitų, dugno bestuburių ir ichtiofaunos – toleranciją druskingumo pokyčiams.

Chlorofilo „a“, vandens skaidrumo, makrofitų ir dugno bestuburių analizei naudoti Jūrinių tyrimų departamento vykdomo kompleksinio Kuršių marių monitoringo duomenys bei tikslinių studijų rezultatai.

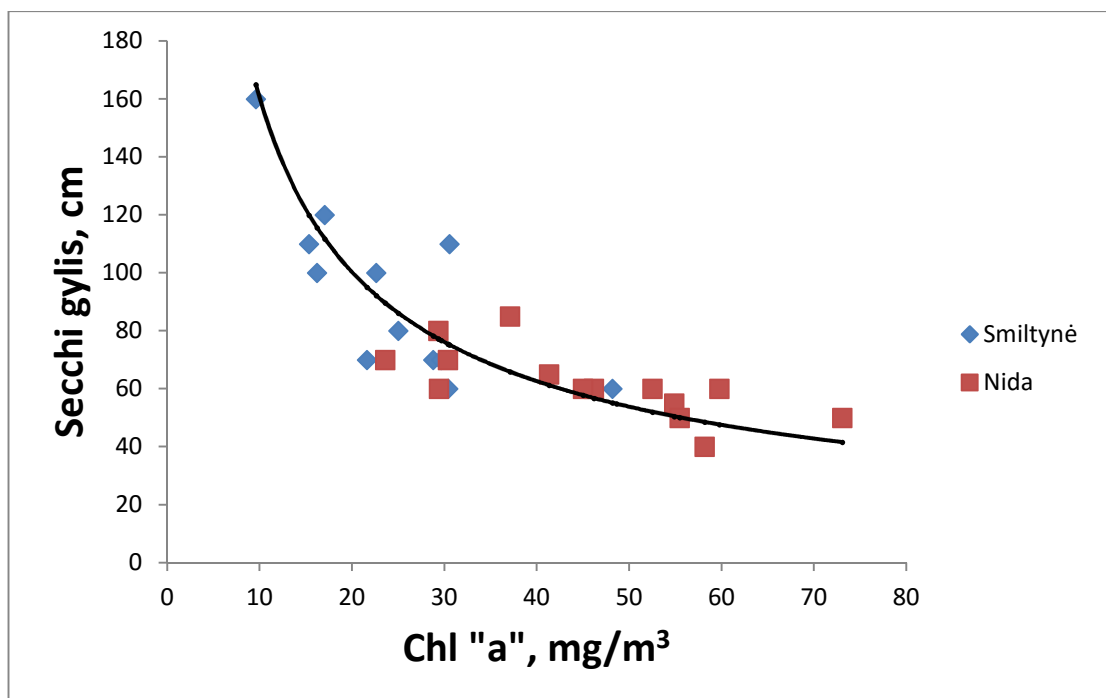
Ichtiofaunos analizei naudoti Klaipėdos RAAD Šilutės Gyvosios gamtos apsaugos inspekcijos ir Žuvininkystės tarnybos renkami duomenys apie verslinės žvejybos sugavimus pagal verslinių įmonių mėnesines ataskaitas Kuršių mariose ir Nemuno žemupyje; Kuršių marių ichtiologinio monitoringo, Žemės ūkio ir Aplinkos ministerijų vykdomų žuvų išteklių tyrimų, Klaipėdos valstybinio jūrų uosto aplinkos monitoringo ir žuvų migracijų tyrimų duomenys, Jūrinių tyrimų departamento kompleksinio Kuršių marių monitoringo metu surinkti vandens fiziko-cheminiai duomenys, taip pat su nagrinėjama problema susiję moksliniai darbai Kuršių mariose. Vertinant uosto gilinimo ir su tuo susijusios gėlo ir jūrinio vandens apykaitos poveikį Kuršių marių žuvų bendrijai ir žuvininkystei, yra remiamasi verslinės žvejybos mėnesinių ataskaitų duomenimis už 2001-2012 metų laikotarpį, kurie turi pakankamai didelį erdvinį ir laike padengimą. Monitoringo rėmuose vykdomi tyrimai yra pakankamai riboto erdvinio ir sezoninio padengimo, monitoringo ataskaitų duomenys sunkiai susistemunami, todėl jie naudojami tik kaip papildomi duomenys. Šiame skyriuje pateikiama įvadinė medžiaga apie žuvų reakciją į tarpinio vandens telkinio aplinkos sąlygas, tuo tarpu pagrindinės išvados apie uosto gilinimo darbų įtaką žuvų bendrijai pateikiamos 4.2.3 skyriuje.

4.2.2.2. Druskingumo poveikis chlorofilo „a“ koncentracijai ir vandens skaidrumui

Vienas iš svarbesnių aspektų analizuojant galimą druskingumo kaitos įtaką Kuršių marių ekosistemai dėl uosto akvatorijos gilinimo darbų ar kitų veiksnių yra susijęs su chlorofilo „a“ ir

vandens skaidrumo pokyčiais. Jūros vandens masėje yra žemesnės fitoplanktono koncentracijos ir atitinkamai didesnis vandens skaidrumas. Vasarą skendinčių medžiagų koncentracija Kuršių mariose yra 5-6 kartus didesnė negu Baltijos jūroje, atitinkamai 32 ir 5,5 mg l⁻¹ (Jokšas ir kt., 2005). Vandens skaidrumas, matuojamas kaip Secchi disko gylis, Klaipėdos sąsiauryje birželį-rugsėjį kinta nuo 0,6 iki 1,6 m ir teigiamai koreliuoja su druskingumu, tuo tarpu Kuršių mariose ties Nida kinta nuo 0,4 iki 0,85 m (Grininė, 2012). Todėl yra pagrindo kelti klausimą, ar dėl jūrinio vandens plūsmo į marias padidėja vandens skaidrumas ir kiek jis padidėja.

Kai chlorofilo „a“ koncentracijos aukštos, vandens skaidrumą t.y., Secchi disko gylį, daugiausiai lemia chlorofilo „a“ koncentracija, kai žemos – kitos vandens absorbcinės savybės, būdingos konkrečiam vandens telkiniui (Lorenzen, 1980). Kaip rodo realūs duomenys (4.2.2.1 pav.), Lorenzen pasiūlyta empirinė formulė $\ln(\text{Secchi}) = 2.04 - 0.68 \ln(\text{Chl } a)$ gana gerai prognozuoja Secchi gylį Kuršių mariose, todėl gali būti taikoma apskaičiuojant kiek pasikeistų vandens skaidrumas, sumažėjus Chl „a“ koncentracijai.



4.2.2.1 pav. Vandens skaidrumo (Secchi gylis, m) priklausomybė nuo Chl „a“ koncentracijos, apskaičiuota pagal Lorenzen (1980) empirinę formulę (kreivė) ir išmatuotos parametų reikšmės Klaipėdos sąsiauryje (Smiltynė) bei centrinėje Kuršių marių dalyje (Nida) 2007m (Grininė, nepublikuoti duomenys).

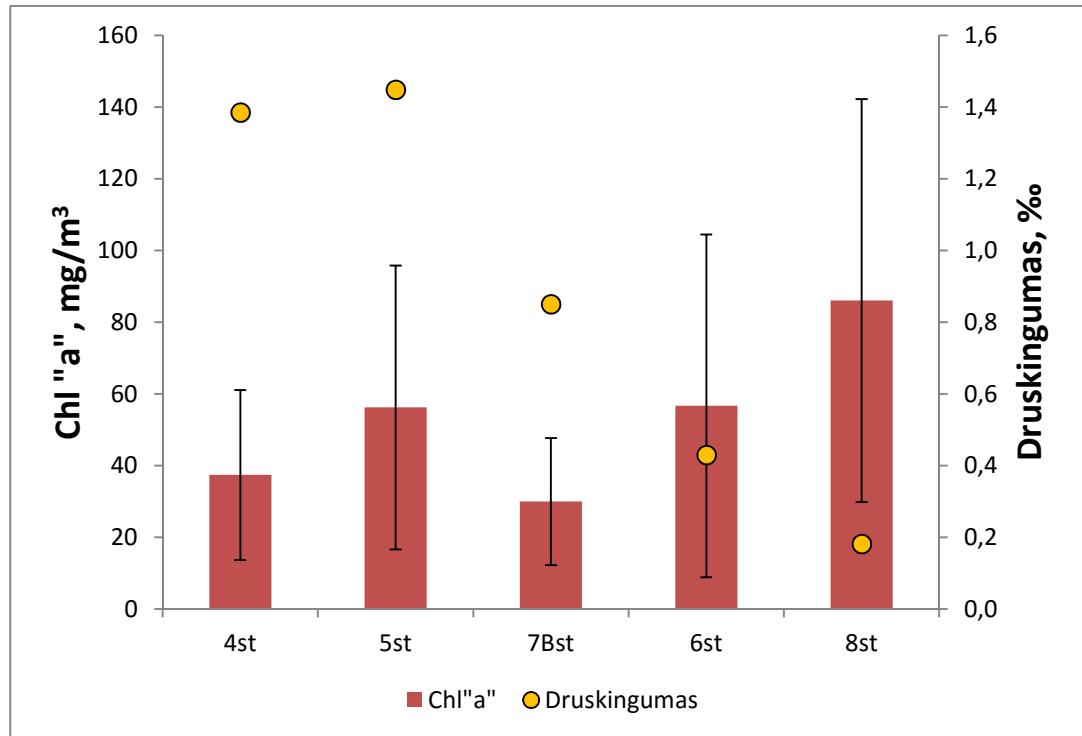
Remiantis kompleksinio Kuršių marių monitoringo duomenimis, surinktais šiaurinėje Kuršių marių dalyje 4, 5, 6, 7B ir 8 stotyse 2001-2013m., vidutinė birželio-rugsėjo mėnesių chlorofilo „a“ koncentracija didėja didėjant atstumui nuo jūros vartų bei mažėjant vidutiniam druskingumui (4.2.2.1 lentelė, 4.2.2.2 pav.). Vidutinis 12 metų vasaros druskingumas stotyse iki Juodkrantės (4 ir 5 stotys)

yra 1,4‰, t.y apie 8 kartus didesnis negu 8 stotyje (4.2.2.2 pav.); tuo tarpu chlorofilo “a” koncentracija 4 ir 5 stotyse yra apie 1,8 karto mažesnė.

4.2.2.1 lentelė. Vandens paviršiaus chlorofilo „a“ kokybės elementų bei temperatūros ir druskingumo vidutinės vasaros periodo reikšmės stebėsenos stotyse 2001-2013m (Jūrinių tyrimų departamento duomenys). Prognozuojamas Secchi gylis apskaičiuotas pagal Lorenzen (1980).

Stoties Nr.	T, °C	Druskingumas, ‰	Chl "a", mg/m ³	Stebėjimų skaičius	Prognozuojamas Secchi gylis, m
4	18,39 ± 2,57	1,39 ± 1,92	37,41 ± 23,71	12	0,66
5	18,51 ± 3,14	1,45 ± 1,87	56,26 ± 39,60	46	0,50
7B	18,61 ± 3,09	0,85 ± 1,62	29,97 ± 17,74	16	0,76
6	18,39 ± 2,36	0,43 ± 0,6	56,70 ± 47,82	12	0,49
8	19,18 ± 2,73	0,18 ± 0,24	86,06 ± 56,21	14	0,37

Kaip rodo empirinė priklausomybė, kai chlorofilo “a” koncentracija >30mg/m³, vandens skaidrumas, vis didėjant chlorofilo “a” koncentracijai, kinta mažai (1 pav). Taip yra dėl to, kad mažą vandens skaidrumą lemia vandens paviršiuje susikaupusios melsvabakterės. Jūrinio vandens labiausiai veikiamose stotyse iki Juodkrantės Secchi gylis yra 0,13-0,29 m didesnis negu 8 stotyje (4.2.2.1 lentelė).



4.2.2.2 pav. Vidutinės birželio-rugsėjo mėn. chlorofilo "a" ir druskingumo reikšmės Kuršių marių monitoringo stotyse (Jūrinių tyrimų departamento duomenys).

Druskingo vandens išplitimo zonoje (vidutinis vasaros mėnesių druskingumas 1,4‰) vandens skaidrumas yra apie 20 cm didesnis, negu likusioje Kuršių marių dalyje.

4.2.2.3. Druskingumo įtaka Kuršių marių makrofitams

Vandens telkinio augalijos struktūrą ir erdvinį pasiskirstymą lemia aplinkos sąlygos bei antropogeninės veiklos poveikio stiprumas. Augalų pasiskirstymas estuarinėse ekosistemose priklauso ne tik nuo jų gebos prisitaikyti prie kaičių hidrodinaminių, šviesos režimo, eutrofikacijos sąlygų, bet ir nuo tolerancijos druskingo vandens poveikiui (Wetzel, 2001).

Makrofitų pakantumas druskingai aplinkai priklauso nuo rūšies adaptacinių savybių, poveikio trukmės ir augalų išsivystymo stadijos. Jei net ir ženkliai padidėjęs druskingumas aplinkos vandenyje yra trumpalaikis – tai neišprovokuoja augalų žuvimo (Lissner et al., 1999; Hootsmans, 1998; Mauchamp & Mésleard, 2000). Druskingo vandens poveikiui yra jautresni daigai nei šakniastiebiniai ūgliai (Mauchamp & Mésleard, 2000, Hootsmans, Wiegman, 1998), tačiau tarp makrofitų vegetatyvinis dauginimasis yra vyraujantis (Wetzel, 2001), todėl daigų žuvimas gali ir neturėti reikšmingo poveikio populiacijos išlikimui. Makrofitų rūšims, priklausomai nuo jų bioekologinių savybių, būdinga skirtingo lygio tolerancija druskingo vandens poveikiui (Kerstiens, et al., 2002).

Kuršių marių makrofitų bendrijų struktūra (rūšinė sudėtis ir kt.) bei bendrieji paplitimo ypatumai buvo įvertinti įvairiuose tiriamuosiuose darbuose (Minkevičius, Pipinis, 1959; Plokštienė, 2002; Žaromskis, 2002; Sinkevičienė, 2004).

Didžioji dalis Kuršių mariose paplitusių makrofitų rūšių priskirtinos eurihalinėms rūšims ir geba adaptuotis gana plačiose druskingumo ribose (4.2.2.2 lentelė).

4.2.2.2 lentelė. Vyraujančių Kuršių marių makrofitų rūšių tolerancijos druskingumui

Eil. Nr.	Rūšies pavadinimas	Tolerancijos druskingumui ribos (‰)	Trumpalaikio poveikio slenkstinė riba (‰)
Helofitai			
1	<i>Phragmites australis</i>	0 - 25	50
2	<i>Schoenoplectus tabernaemontani</i>	0 - 15	-
3	<i>Schoenoplectus lacustris</i>	0 - 5	18
4	<i>Bolboschoenus maritimus</i>	0 - 15	25 (30)
5	<i>Typha angustifolia</i>	0 - 15	30
6	<i>Typha latifolia</i>	0 - 15	30
7	<i>Aster tripolium</i>	0 - 22	27
8	<i>Glaux maritima</i>	0 - 22	30
9	<i>Juncus gerardii</i>	0 - 22	30
Hidrofitai			
Potameidai			
10	<i>Potamogeton perfoliatus</i>	0 - 15	-
11	<i>Potamogeton pectinatus</i>	0 - 15	-
12	<i>Myriofolium spicatum</i>	0 - 15	-
Limneidai			
13	<i>Chara aspera</i>	0 - 25	-
14	<i>Chara contraria</i>	0 - 8	-
15	<i>Chara baltica</i>	0 - 25	-
16	<i>Tolypella nidifica</i>	0 - 18(20; 30)	-
17	<i>Nitellopsis obtusa</i>	0 - 8	-

Makrofitai pagal augimo pobūdį gali būti apjungiami į keletą ekologinių grupių: helofitų (vandens pakrančių augalai) ir hidrofитų (tikrieji vandens augalai). Hidrofитų grupėje išskiriami: potameidai – vandens augalai, kurių ūglių viršutinė dalis pasiekia vandens paviršių, o žiedynai iškyla virš vandens; limneidai – vandens augalai visą vegetacijos periodą augantys po vandeniu (Wetzel, 2001). Limneidai yra jautriausi vandens skaidrumo pokyčiams (Wetzel, 2001; Blindow, 2000). Kuršių mariose aptinkami visų ekologinių grupių makrofitai (Minkevičius, Pipinis, 1959).

4.2.2.3.1 Kuršių marių helofitai

Kuršių marių pakrantėse didžiausius plotus užima paprastosios nendrės (*Phragmites australis*) formuojamos bendrijos. Paprastoji nendrė pasižymi plačiu pritaikymo prie druskingumo spektru. Ji auga gėlo, druskėto ir jūrinio vandens buveinėse (Meriste & Kirsimäe, 2015, Mauchamp & Mésleard, 2000). Vandens aplinkoje esant 5 ‰ druskingumui nenustatytas poveikis augalų vystymuisi – augimo greičiui, ūglių aukščiui ir kt. (Lissner & Schierup, 1997). Įvertinta, kad reikšminga įtaka nendrės sėklų daigumui ir daigų vystymuisi yra druskingumui vandenyje viršijant 10 ‰ (Mauchamp & Mésleard, 2000). Šakniastiebiniai ūgliai nustoja augti, kai druskingumas viršija 20 ‰, suaugusių individų tolerancijos riba siekia 25 ‰ (Lissner & Schierup, 1997; Mauchamp & Mésleard, 2000). Kai kurių autorių darbuose nurodoma, kad paprastoji nendrė gali ištvirti trumpalaikį iki 40-50 ‰ druskingumo poveikį (Lissner et al., 1999; Mauchamp & Mésleard, 2000).

Druskėto vandens buveinėse (5–15‰), nendrynų išplitimui pakrantės zonoje, kaip limituojantis faktorius yra vandens lygis (gylis) (Meriste & Kirsimäe, 2015).

Paskutiniaisiais duomenimis, Kuršių marių kranto zonoje, vandenyje augantys (apsemti) nendrynai užima virš 800 ha plotą (Kuršių marių..., 2012). Vertinant nendrynų išplitimą marių pakrantėje nenustatyta akivaizdi gamtinių veiksnių (hidrodinaminis aktyvumas ir kt.) įtaka, išskyrus ruožuose ties stačiais nerijos Didžiojo kopagūbrio šlaitais, kur nendrynų susiformavimą galimai riboja pastoviai srūvančios smėlio masės (Povilanskas, 1998).

Plačialapis (*Typha latifolia*) bei siauralapis (*Typha angustifolia*) švendrai priskiriami druskingumui tolerantiškų augalų grupei. Abi rūšys gali augti aplinkoje, kur vandens druskingumas siekia iki 15 ‰ (Crites et al., 2014; Hootsmans, 1998). Subrendę augalai toleruoja trumpalaikį iki 30 ‰ poveikį (Crites et al., 2014), tuo tarpu daigams 18 ‰ trumpalaikis poveikis reikšmingai žalingas, o ilgalaikis – pražūtingas (Hootsmans, 1998). Plačialapis bei siauralapis švendrai priskiriami pirminių sukcesijos stadijų rūšims, dažnesni rytinėje marių pakrantėje (auga nedideliais sąžalynais) bei Kniaupo įlankoje.

Ežerinis meldas (*Schoenoplectus lacustris*) priskiriamas jautriems druskingumo (nuo 0 iki 5 ‰) atžvilgiu augalams (Hutchinson, 1988). Tačiau kai kurių tyrėjų atliktuose bandymuose ežerinio meldo daigai dalinai toleravo trumpalaikį net 18 ‰ druskingumą (Hootsmans, 1998).

Kuršių mariose ežerinio meldyno bendrijos neretos, paplitusios visoje eulitoralėje (dažnesnės rytinėje pakrantėje, kiek arčiau Nemuno deltos). Meldynai dažniausiai formuoja monodominantiųjų sąžalynų juostas ar salas besišliejančias prie nendrynų, tačiau užima gerokai mažesnius plotus nei nendrynai (Minkevičius & Pipinis, 1959; Kuršių marių..., 2007).

Melsvasis meldas (*Schoenoplectus tabernaemontani*) apyretė rūšis, auga sekliuose pakrantės ruožuose, dažnesnė rytinėje Kuršių marių pakrantėje (Kuršių marių..., 2007). Rūšis priskiriama druskingumui tolerantiškų augalų grupei ir geba augti aplinkoje kur vandens duskingumas siekia iki 15 ‰ (Rodwell ed., 2000).

Į išskirtinę grupę pagal toleranciją druskingumui, apjungiami halofitai (druskingų vietų augalai): trispalvis astras (*Aster tripolium*), pajūrinė pianažolė (*Glaux maritima*), druskinis vikšris (*Juncus gerardii*). Šios augalų rūšys pasižymi gana aukštu tolerantiškumu druskingai aplinkai, tačiau Kuršių marių pakrantėje paplitusios tik šiaurinėje dalyje, labai lokaliai. Rūšys įrašytos į Lietuvos saugomų rūšių sąrašą. Visos minėtos rūšys puikiai toleruoja druskingumą iki 22 ‰ (Kerstiens et al., 2002; Geissler et al., 2010; Hutchinson, 1988). Esant aukštesnėms druskingumo vertėms augalų augimas sulėtėja, tačiau trumpalaikiam poveikiui trispalvis astras yra pakantus iki 27 ‰ (Kerstiens et al., 2002; Geissler et al., 2010), pajūrinė pianažolė iki 30 ‰ (Hutchinson, 1988), druskinis vikšris iki 30 ‰ (Hutchinson, 1988). Minėtos rūšys priskiriamos pirminių sukcesijos stadijų bendrijoms ir jų paplitimą marių pakrantėje riboja tinkamų buveinių stoka (Lietuvos raudonoji knyga, 2007).

4.2.2.3.2 Kuršių marių hidrofitai

Potameidai. Kuršių marių litoralėje dažniausiai sutinkami ir sudaro gausiausias sąžalynus permautalapė (*Potamogeton perfoliatus*) ir šukinė (*Potamogeton pectinatus*) plūdės. Šios rūšys įprastos gėluose vandenyse (Natkevičaitė-Ivanauskienė, 1963), tačiau puikiai adaptuojasi ir silpnai druskėtoje iki 5 ‰ aplinkoje (Twilley & Barko, 1990) kai kurie ekotipai gali augti ir esant 15 ‰ (Crites et al., 2014). Pietų Baltijos lagūnose (Darß-Zingst Bodden chain) kur druskingumas svyruoja 3,8-7,9 ‰ ribose šukinė plūdė yra dominuojanti rūšis sekliuose gyliuose (Selig et al., 2009). Abi rūšys yra plataus pasaulinio paplitimo ir slenkstinė druskingumo toleravimo vertė priklauso nuo ekotipo. Ypač plati druskingumo tolerancijos amplitudė būdinga šukinei plūdei iki 45 ‰ (Kantrud, 1990). Varpotoji plunksnalapė (*Myriofilium spicatum*) aptinkama visoje Kuršių marių litoralėje, tačiau auga nedideliai sąžalynėliais. Rūšis druskėtą aplinką toleruoja 15 ‰ diapazone (Twilley & Barko, 1990; Haller et al., 1974; Crites et al., 2014).

Limneidai. Šioje ekologinėje grupėje augaliją formuoja makrodumbliai – maurabragūnai (*Charophytes*), augantys kartu su šukine plūde. Kuršių mariose bendrijos su maurabragūnais vyrauja rytinėje pakrantėje (vakarinėje pakrantėje aptinkamos tik ties Juodkrante) ir paplitusios iki Šturmų gyvenvietės (4.2.2.3 pav.).

Pagrindiniai povandeninių makrofitų bendrijų formuotojai yra: mažasis (*Chara contraria*) ir šiurkštusis (*Chara aspera*) maurabragiai; pavieniui aptinkami: baltijinis maurabragis (*Chara baltica*),

lizdiškasis dumblabragis (*Tolypella nidifica*) bei kiek gausiau žvaiždėtasis maurašakis (*Nitellopsis obtusa*).

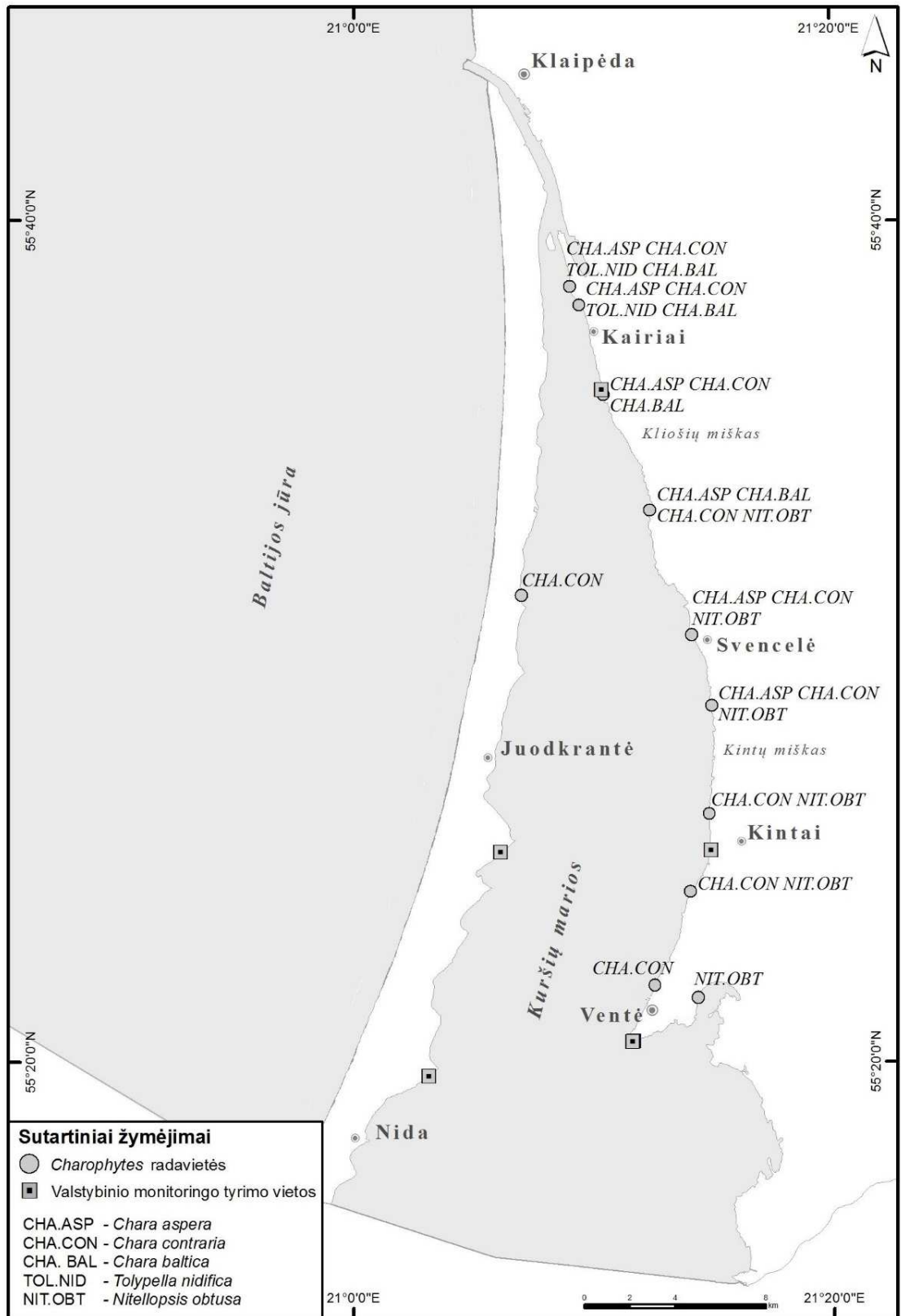
Baltijinis maurabragis ir lizdiškasis dumblabragis yra tipinės druskėto vandens buveinių rūšys ir gana plačiai paplitusios Baltijos jūros pakrantėse kur vandens druskingumas svyruoja nuo 4 iki 18(20) ‰, tik Kuršių mariose paplitę buveinėse kur druskingumas mažesnis nei 3 ‰ (Schubert & Blindow, 2001; Torn, 2008). Šios rūšys Kuršių mariose aptinkamos tik šiaurinėje dalyje padidinto druskingumo zonoje (Sinkevičienė, 2004) (4.2.2.3 pav.).

Šiurkštusis maurabragis priskiriamas eurihalinėms rūšims ir taip pat yra plačiai paplitę Baltijos jūros pakrantėse (Torn, 2008). Rūšis druskingą aplinką toleruoja itin plačiose ribose iki 20(25) ‰. (Blindow et al., 2003; Blindow, 2000, Schubert & Blindow, 2001).

Chara contraria bei *Nitellopsis obtusa* kiek mažiau tolerantiški druskingai aplinkai iki 8 ‰ (Blindow, 2000; Torn, 2008, Schubert & Blindow, 2001).

4.2.2.3.3. Makrofitų erdvinis pasiskirstymas

Jūrinių tyrimų departamentas penkiose tyrimų stotyse vykdo pastovią makrofitų stebėseną (4.2.2.3 pav.). Tyrimų transektose rūšių negausu, tačiau tai atspindi unifikuotą Kuršių marių augmenijos rūšinės sudėties pobūdį. Būdingiausios rūšys (*Potamogeton perfoliatus*, *Potamogeton pectinatus*) pastoviai aptinkamos nepriklausomai nuo druskingumo gradiento, išimtis – kai kurių *Charophyta* rūšių pasiskirstymas (3 lentelė). Remiantis Jūrinių tyrimų departamento duomenimis, maurabragūnai stebėsenos vietose šiaurinėje marių dalyje aptikti tik pastaraisiais metais (4.2.2.3 lentelė). Šioje Kuršių marių zonoje maurabragūnų radavietės žinomos nuo seno (Minkevičius & Pipinis, 1959; Sinkevičienė, 2004), tačiau tikėtina, kad didėjant maurabragūnų užimamiems plotams, jie buvo fiksuoti ir monitoringo transektose.



4.2.2.3 pav. Maurabragūnų (*Charophytes*) radavietės 2009 – 2014 m. valstybinio monitoringo tyrimo vietose (Jūrinių tyrimų departamento duomenys).

4.2.2.3 lentelė. Makrofitų rūšys, aptiktos monitoringo vietose (Jūrinių tyrimų departamento duomenys).

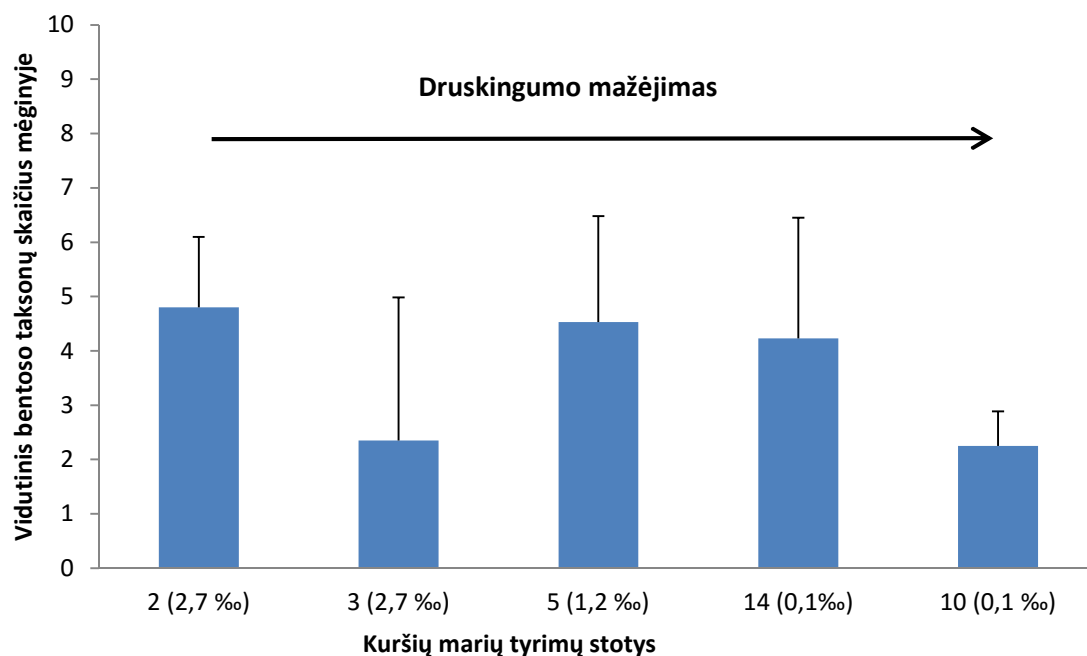
Ei l. N r.	Rūšis	Monitoringo vietos														
		Tyrų pelkė (Kairiai)			Kintai			Ventė			Arklių ragas			Bulvikio ragas		
		20 07	20 10	20 13	20 07	20 10	20 13	20 07	20 10	20 13	20 07	20 10	20 13	20 07	20 10	20 13
1	<i>Juncus articulatus</i>	x														
2	<i>Phragmites australis</i>	x	x	x	x							x	x	x	x	x
3	<i>Schoenoplectus lacustris</i>				x		x									
4	<i>Potamogeton pectinatus</i>	x	x	x	x	x	x		x		x	x	x			
5	<i>Potamogeton perfoliatus</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
6	<i>Myriophyllum spicatum</i>		x	x	x	x										
7	<i>Ceratophyllum demersum</i>	x			x	x						x				
8	<i>Chara sp.</i>			x			x									
9	<i>Cladophora glomerata</i>						x		x	x						

Visose ekologinėse grupėse vyraujančios makrofitų rūšys pasižymi dideliu adaptaciniu plastiškumu ir geba prisitaikyti gana plačiose druskingumo gradiento ribose. Makrofitų tolerancijos druskingumui lygis ženkliai viršija vidutines metines Kuršių marių druskingumo reikšmes, taigi, dabartiniu metu fiksuojami Kuršių marių druskingumo svyravimai nėra makrofitų populiacijų gyvybingumą limituojantis veiksnys.

4.2.2.4. Druskingumo poveikis Kuršių marių zoobentosui

4.2.2.4.1 Zoobentosos įvairovė ir biomasė

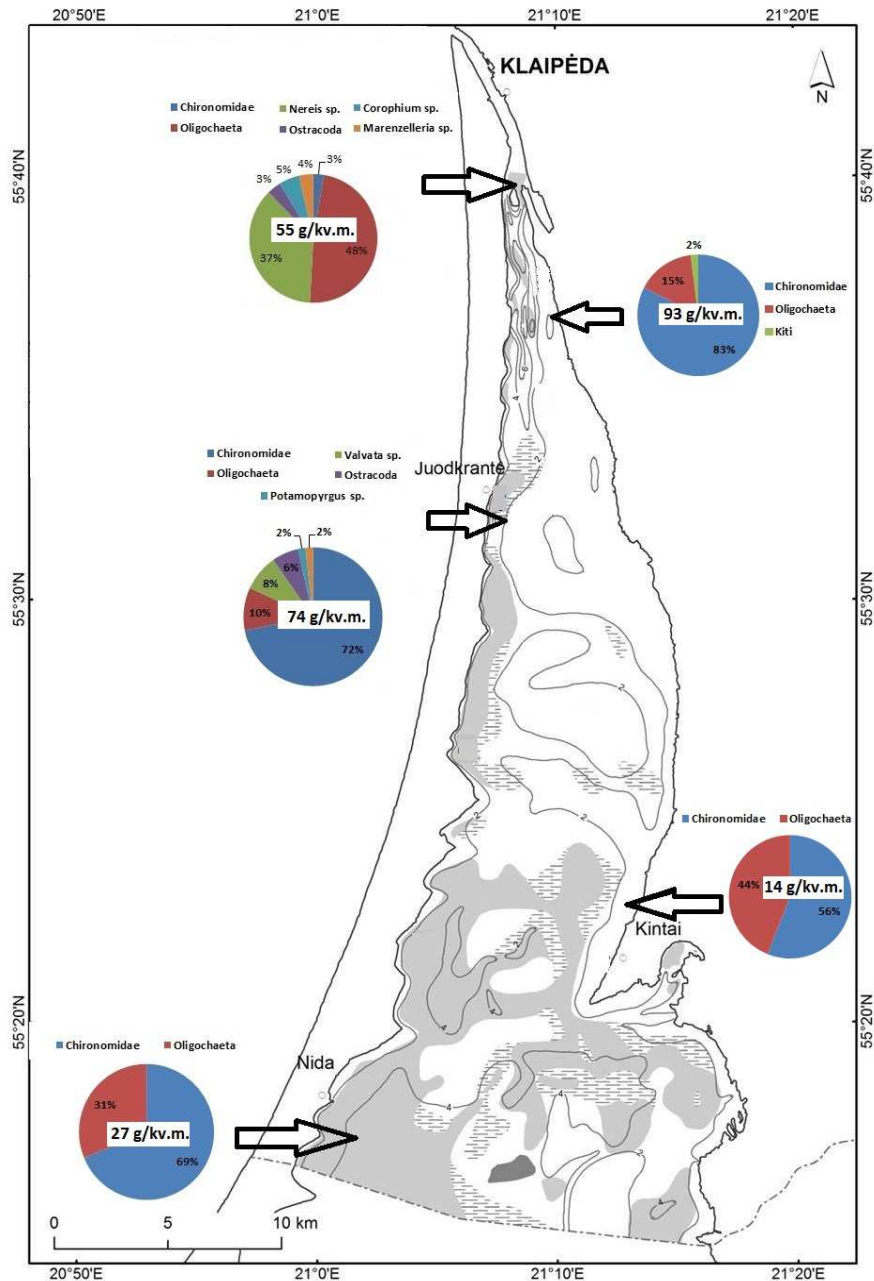
Remiantis 2003-2013 m. JTD zoobentosos monitoringo duomenis nustatyta, kad vidutinis zoobentosos taksonų skaičius tolygiai nuo uosto svyruoja nuo 2 iki 4,5; jokio su druskingumu susijusio dėsningumo nėra (4.2.2.4 pav).



4.2.2.4. pav. Vidutinis zoobentosos taksonų skaičius 1 mėginyje pagal vidutinio metinio druskingumo gradientą Kuršių mariose 2003-2013 m. (JTD zoobentosos duomenys; druskingumo reikšmės pagal Dailidienė, Davulienė, 2008)

Zoobentosos biomasės ir dominuojančių taksonų santykinis gausumas buvo nagrinėti 5 skirtingose stotyse pagal vidutinį metinį druskingumą (Dailidienė, Davulienė, 2008): 2 ir 3 (2,7 ‰), 5 (1,23 ‰), 14 ir 10 (0,1 ‰). Gauti rezultatai parodė, kad 4 tyrimų vietose pagal metinę vidutinę biomasę dominuoja uodo trūklio (*Chironomidae*) lervos ir mažašerės kirmėlės (*Oligochaeta*) (4.2.2.5 pav.). Tik uosto akvatorijoje dominuoja daugiašerės kirmėlės – *Nereis* sp. ir mažašerės kirmėlės (*Oligochaeta*).

Ženkliai didesnė vidutinė daugiametė zoobentosos biomasė nustatyta Klaipėdos sąsiauryje (55 g/kv.m.), šiaurinėje Kuršių marių dalyje ties Juodkrante (74 g/kv.m.) ir litoralėje ties Kairiais (93 g/kv.m) (4.2.2.2 pav.).



4.2.2.5 pav. Kuršių marių dominuojančių zoobentosos taksonų vidutinis metinis santykinis gausumas 5 tyrimų vietose (zoobentosos metinio biomasės vidurkis pateiktas skritulinės diagramos viduryje; žemėlapis kairėje – 2003-2013 m. JTD duomenys, dešinėje – 2009, 2011, 2015 m. litoralės zonos Ruginio duomenys).

Didžiausia zoobentosos biomasė yra uosto akvatorijoje ir šiaurinėje marių dalyje, kur yra didžiausias vidutinis metinis druskingumas. Taip pat ši marių zona pasižymi didžiausia dominuojančių zoobentosos taksonų įvairove. Didėjant vidutiniam metiniam druskingumui šiaurinėje marių dalyje galėtų atsirasti daugiau jūrinių bestuburių rūšių, pavyzdžiui, daugiašerių kirmėlių

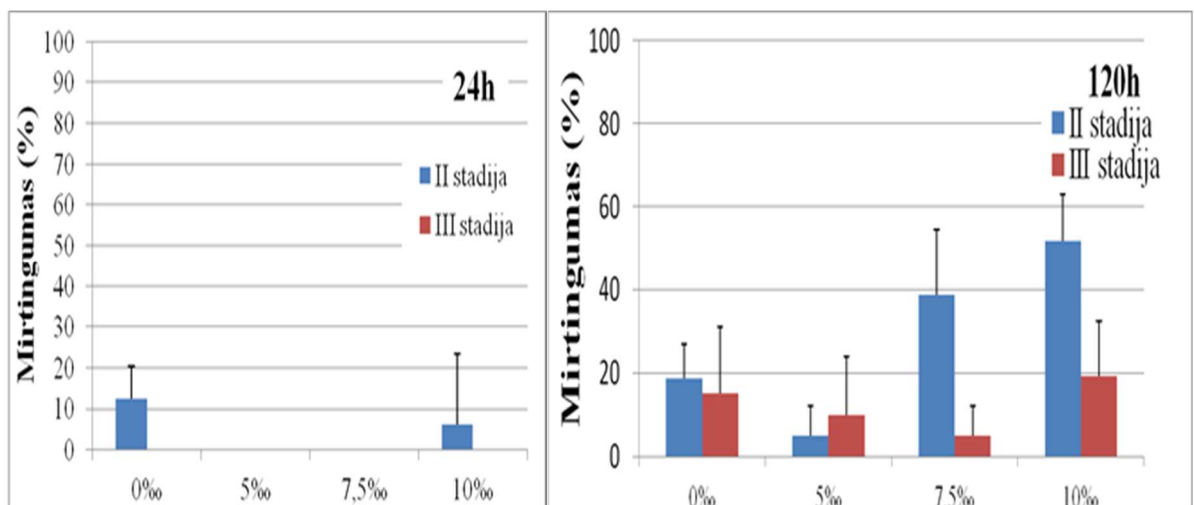
(*Nereis*, *Merezeliaria*), tuo tarpu druskingumui mažėjant šiaurinėje Kuršių marių dalyje padidėtų uodo trūklio lervų dalis.

4.2.2.4.2 Druskingumo poveikis dominuojančių uodo trūklio rūšių lervoms

2014 metais buvo atlikti eksperimentiniai tyrimai, kurių tikslas – išsiaiškinti druskingumo poveikį dominuojančios uodo trūklio rūšies *Stictochironomus* sp. II ir III stadijų lervų mirtingumui bei palyginti *Stictochironomus* sp. ir *Glyptotendipes* sp. rūšių lervų jautrumą druskingumui. Abiejų eksperimentų metu stebėtas trumpalaikis (24 val.) ir ilgalaikis (120 val.) skirtingų druskingumo sąlygų (0 ‰, 5 ‰; 7,5 ‰ ir 10 ‰) poveikis lervų mirtingumui (%).

Nustatyta, kad po 24 valandų 0 ‰, 5 ‰; 7,5 ‰ ir 10 ‰ druskingumo sąlygomis *Stictochironomus* sp. II stadijos lervų mirtingumas statistiškai reikšmingai nesiskyrė nuo III stadijos lervų mirtingumo. Po 24 val. *Stictochironomus* sp. II ir III stadijos lervų vidutinis mirtingumas visame druskingumo intervale buvo mažas: II stadijos lervų mirtingumas svyravo nuo 0 iki 13%, o III stadijos lervų mirtingumo atvejai neužfiksuoti (4.2.2.6 pav.).

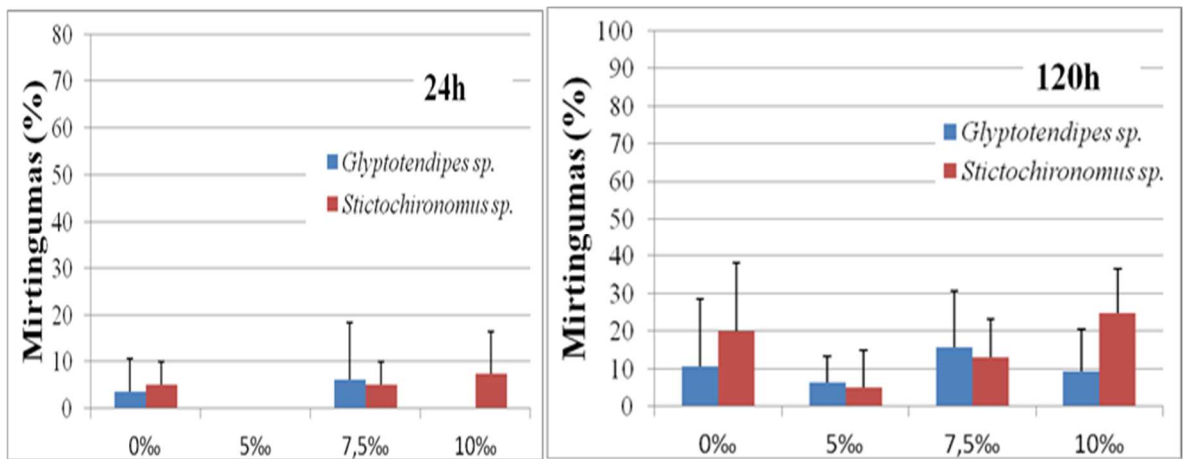
Po 120 val. visame druskingumo intervale *Stictochironomus* sp. II stadijos lervų vidutinis mirtingumas statistiškai reikšmingai nesiskyrė nuo III stadijos lervų mirtingumo. *Stictochironomus* sp. III stadijos lervų mirtingumas statistiškai nesiskyrė skirtingomis druskingumo sąlygomis (Kruskal–Walis testas, $p=0,733$); taip pat kaip ir II stadijos lervų (Kruskal–Walis testas, $p=0,104$). 0 ir 5 ‰ druskingumo sąlygomis II stadijos lervų vidutinis mirtingumas svyravo nuo 5 iki 20 %, o III stadijos lervų – nuo 10 iki 15 %. Vidutinis II stadijos lervų mirtingumas 7,5 ir 10 ‰ druskingumo sąlygomis buvo atitinkamai 3 ir 8 kartus didesnis už III stadijos lervų vidutinį mirtingumą, tačiau dėl didelio mirtingumo reikšmių svyravimo tarp pakartojimų statistiškai reikšmingų skirtumų negauta.



4.2.2.6 pav. *Stictochironomus* sp. II ir III stadijos lervų vidutinis mirtingumas (%) skirtingo druskingumo sąlygomis 24 ir 120 val. trukmės eksperimentuose.

Antrasis eksperimentas buvo skirtas palyginti dviejų uodo trūklio rūšių – *Stictochironomus sp.* ir *Glyptotendipes sp.* – lervų toleranciją druskingumui. Po 24 val. *Glyptotendipes sp.* ir *Stictochironomus sp.* lervų mirtingumas visame druskingumo intervale statistiškai nesiskyrė (Kruskal–Walis testas, atitinkamai $p=0,54$ ir $p=0,42$). Vidutinis *Glyptotendipes sp.* lervų mirtingumas skirtingose druskingumo sąlygose varijavo nuo 0 iki 6,3%, o *Stictochironomus sp.* mirtingumas – nuo 0 iki 7,5% (4.2.2.7 pav.).

Po 120 h *Glyptotendipes sp.* ir *Stictochironomus sp.* mirtingumas 0‰; 5‰; 7‰ ir 10‰ druskingumo sąlygomis statistiškai nesiskyrė (Kruskal–Walis testas, atitinkamai $p=0,77$ ir $p=0,21$). Abiejų rūšių mirtingumas skirtingomis druskingumo sąlygomis buvo nedidelis: *Glyptotendipes sp.* vidutinis mirtingumas varijavo nuo 6 iki 16%, o *Stictochironomus sp.* – nuo 5 iki 25%.



4.2.2.7 pav. *Stictochironomus sp.* ir *Glyptotendipes sp.* lervų vidutinis mirtingumas (%) skirtingo druskingumo sąlygomis 24 ir 120 val. trukmės eksperimentuose.

Apibendrinus abiejų eksperimentų rezultatus galima teigti, kad tirtų chironomidų rūšių lervos geba toleruoti iki 10 ‰ druskingumą. Eksperimente po 24 val. abiejų rūšių lervų vidutinis mirtingumas siekė mažiau nei 10 %, o po 120 val. – tik *Stictochironomus sp.* mirtingumas padidėjo iki 20 % ir tik 10 ‰ druskingumo sąlygomis. Nustatytas kiek didesnis jaunesnės *Stictochironomus sp.* lervos stadijos mirtingumas: didesnio nei 7,5 ‰ druskingumo sąlygomis II stadijos lervų vidutinis mirtingumas siekia 40-50 %. Tačiau gamtoje II stadija gyvena labai trumpai (mažiau nei mėnesį) ir sutinkama tik vasaros mėnesiais, kai mariose druskingumas svyruoja mažiausiai. Taigi, uodo trūklio lervos gerai toleruoja net didesnę druskingumą, negu sutinkamas Baltijos jūros Lietuvos priekrantėje. Kiti autoriai, nagrinėjantys zoobentosos bendrijas vandens telkiniuose, kur druskingumas svyruoja nuo 0 iki 30‰ pažymi, kad uodai trūkčiai yra dominuojanti pagal rūšių skaičių ir gausumą zoobentosos bestuburių grupė (Williams, Hamm, 2002; Dimitriadis, Cranston, 2007; Ritter et al. 2005).

4.2.2.4.3 Dažniausiai sutinkamų zoobentosos rūšių tolerancija druskingumui

Apibendrinus zoobentosos tyrimų duomenis iš 22 Kuršių marių tyrimų taškų buvo nustatyta, kad dažniausiai sutinkamos 24 bestuburių rūšys ar aukštesni sisteminiai vienetai (Zettler, Daunys, 2007). Jų tolerancija druskingumui pateikta 4.2.2.4 lentelėje.

Moliuskų atstovai gerai toleruoja 5 ‰ ir aukštesnes druskingumo reikšmes, išskyrus kai kuriuos dvigeldžius, pvz. *Pisidium* sp., *Unio* sp., *Anadonta* sp., kurie toleruoja tik iki 3 ‰ druskingumą.

Vėžiagyviai yra viena iš tolerantiškiausių druskingumo poveikiui organizmų grupių, pakelianti druskingumą iki 15 ‰, t.y. gerokai aukštesnį, negu sutinkamas Baltijos jūros Lietuvos priekrantėje. Dėlės, kaip ir mažašerės kirmėlės, gerai toleruoja druskingumą iki 5 ‰.

Didžioji dauguma (20 iš 24 taksonų) bestuburių toleruoja 5 ‰ ir didesnę druskingumą, kuris yra žymiai didesnis nei vidutinis metinis šiaurinės Kuršių marių dalies druskingumas (1,2±0,3) (Dailidienė, Davulienė, 2008). Taigi, dabartiniu metu fiksuojami druskingumo pokyčiai nėra Kuršių marių zoobentosos rūšinę sudėtį įtakojantis veiksnys.

4.2.2.4 lentelė. Kuršių mariose dažniausiai sutinkamų dugno bestuburių tolerancija druskingumui (sutinkamumo duomenys pagal Zettler, Daunys, 2007)

Taksonas	Druskingumo tolerancija, ‰	Šaltinis
Moliuskai-Mollusca		
<i>Bithynia</i> sp.	0-6	Verbrugge et al. 2012
<i>Valvata piscinalis</i>	0-5	
<i>Potomopyrgus antipodarum</i>	0-28	
<i>Dreisena polymorpha</i>	0-6	
<i>Viviparus</i> sp.	3-5	
<i>Spaerium corneum</i>	0-5	
<i>Unio</i> sp.	0-3	
<i>Anadonta</i> sp.	0-3	
<i>Pisidium</i> sp.	0,5-3	
Vėžiagyviai - Crustacea		
<i>Gammarus tigrinus</i>	0-25	Grigorovich et al. 2005
<i>Pontogammarus robustoides</i>	0-17	Dobrzycka-Kraheil, Surowiec 2011, Grigorovich et al. 2003
<i>Obesogammarus crassus</i>	0-18	Paavola et al. 2005
<i>Cheato gammarus warpachovski</i>	0-20	Santagata et al. 2008
<i>Paramysis lacustris</i>	0-15	Ovcarenko et al., 2006
<i>Limnomysis benedeni</i>	0-19	Ovcarenko et al., 2006
Dėlės - Hirudinea		
<i>Erpobdella octoculata</i>	0-5	Jueg, Zettler, 2015
<i>Helobdella stagnalis</i>	0-5	Jueg, Zettler, 2015
<i>Placopdela costata</i>		Nėra duomenų
Mažašerės kirmėlės - Oligochaeta		
<i>Stylaria lacustris</i>	0-8,1	Berezina, 2003
<i>Tubifex tubifex</i>	0-6,3	
<i>Potamotrix</i> sp.	0-14	Zinchenko, Golovatyuk, 2012.
Oligochaeta spp.	0-7,5	Zinchenko, Golovatyuk, 2012
Plokščiosios kirmėlės - Turbellaria		

Turbellaria	0-2	Berezina,2003
Vabzdžiai -Insecta		
Chironomidae spp.	0-6; 7,5-30	Berezina,2003 Zinchenko, Golovatyuk, 2012
<i>Sigara sp.</i>	0-30	Zinchenko, Golovatyuk, 2012

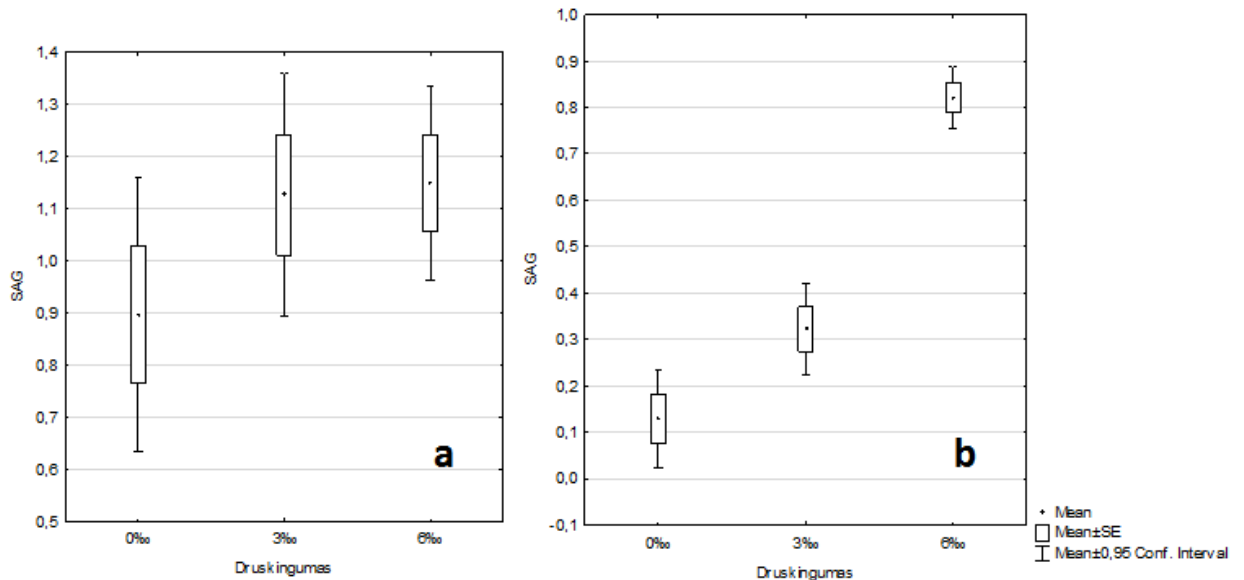
4.2.2.5. Uosto gilinimo darbų įtaka žuvų bendrijai

Uosto gilinimo ir rekonstrukcijų poveikis Kuršių marių ekosistemai pasireiškia per gėlo ir druskėto jūrinio vandens apykaitos per Klaipėdos sąsiaurį pokyčius. Dažnėjantis druskėtų vandenių pritekėjimas į marias, didesnis jų išplitimas anot Bukančio ir kt. (2008), gali būti labai žalingas, kai gėlavandenes augalų ir gyvūnų rūšis išstumia druskėto vandens buveinėms būdingos rūšys. Žuvis, kitaip nei kiti ekosistemos komponentai (makrofitai, zoobentosos, planktonas), yra labai mobilūs organizmai ir nepalankių aplinkos sąlygų poveikyje gali aktyviai migruoti jų vengdami. Šiuo faktu dažnai spekuliuojama ir viešojoje erdvėje, ir atsakingose žvejybą kontroliuojančiose institucijose, tvirtinant, kad pastaraisiais metais žymiai sumažėjo verslinės žvejybos efektyvumas, kai iš žūklės plotų mariose pasitraukė gėlavandenes žuvų rūšys. 2006 metais A. Kontauto parengtos studijos pagrindu LR Žemės ūkio ministerija paskaičiavo ir išmokėjo vienkartinės kompensacijas šiaurinėje Kuršių marių dalyje žvejojantiems žvejams už patirtą žalą jų verslui 2003-2005 metais dėl padidėjusio šiaurinės Kuršių marių dalies druskingumo.

Tačiau dažniausiai autoriai nepateikia tyrimais pagrįstų duomenų, jog būtent vandens druskingumas veikia gėlavandenes žuvis, nepakankamai įvertina neigiamą pergaudymo poveikį ištekliams, nors pastarasis aspektas yra gerai iširtas, aprašytas ir dažniausiai yra pagrindinis veiksnys, nulemiantis laimikių mažėjimą skirtinguose vandens telkiniuose visame pasaulyje (Froese *et al.*, 2002; Worm *et al.*, 2006). Svarbu atsižvelgti ir į tai, kad natūraliomis sąlygomis žuvis veikia ne vien tik vandenyje ištirpusios druskos, bet ir vandens temperatūra, pH, vandens kietumas, maisto prieinamumas ir kokybė bei kiti veiksniai, todėl jūrinio vandens poveikio mechanizmai gali būti daug sudėtingesni nei vien sūraus vandens vengimo reakcija.

Tačiau mokslinėje literatūroje kaip tik žinoma, jog žuvų jaunikliai, turėdami galimybę dažnai renkasi druskėtą vandenį, pavyzdžiui estuarijas, pakrantės lagūnas. Nemažai ankstesnių tyrimų parodė, kad nuo 20 iki 50 % žuvų gaunamos energijos sunaudojama osmoreguliacijai priklausomai nuo vandens druskingumo (Toepfer, Barton, 1992; Nordlie, 1978), tačiau naujesnių tyrimų duomenys rodo, jog osmoreguliacijai skiriama apie 10 % energijos resursų (Boeuf, Payan, 2001). Taigi, galima manyti, jog esant tam tikram druskingumui (izoosmotinei aplinkai) žuvų augimo tempai būtų didesni, nei gėlame vandenyje, nes dalis energijos, reikalingos osmoreguliacijai palaikyti, galimai būtų panaudota augimui (Foss *et al.*, 2001).

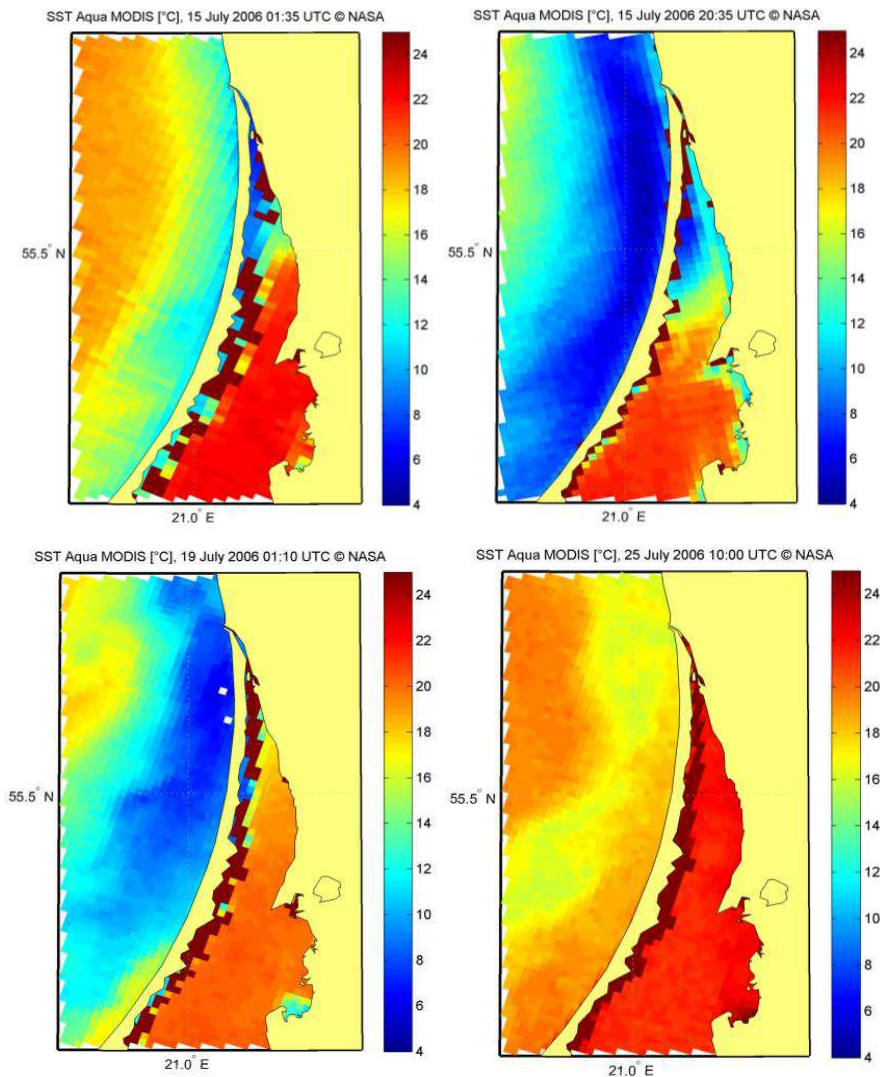
2012 metais Vilniaus universitete buvo atliktas laboratorinis eksperimentas, siekiant išsiaiškinti koks vandens druskingumas yra optimaliausias Kuršių marių ešeriams (*Perca fluviatilis* L.), tipiškaai gėlavandenei modelinei žuvų rūšiai, kokią įtaką ešerių augimui ir elgsenai daro druskėtas vanduo ir azoto junginiai (Dainys, 2012).



4.2.2.8 pav. Ešerių iš Kuršių marių vidutinis specifinis augimo greitis, „švariame“ vandenyje (a); ir esant padidintai bendrojo azoto junginių koncentracijai (b) (Dainys, 2012).

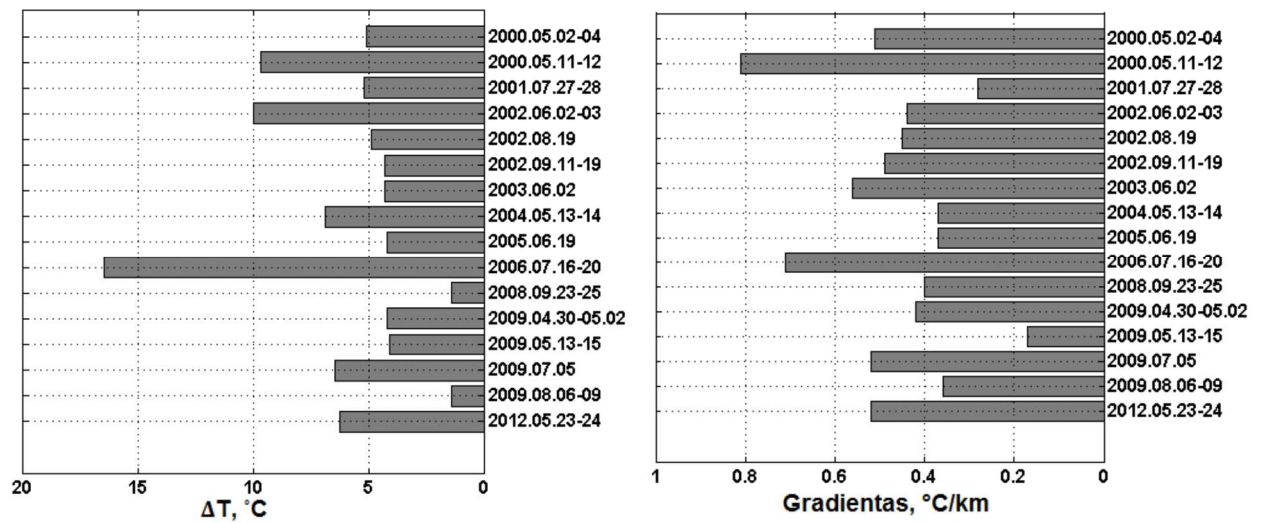
Elgsenos, temperatūros, druskingumo ir ištirpusių azoto junginių ($\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$) poveikio eksperimentų rezultatai parodė statistiškai patikimas ($p < 0,05$) ešerių jauniklių preferencijas šilto (19°C), druskėto (6 ‰) ir be azoto junginių (0 mg l^{-1}) vandens aplinkai, lyginant su šaltu (13°C), gėlu (0 ‰) bei turinčiu azoto junginių ($2,5 \text{ mg l}^{-1}$) vandeniu. Atliekant 50 dienų augimo eksperimentą su ešeriais iš Kuršių marių sparčiausias augimas nustatytas 6 ‰ druskingumo vandenyje, tačiau specifinio augimo greičio skirtumai tarp skirtingų eksperimentinių sąlygų nebuvo statistiškai patikimi ($p > 0,05$) (4.2.2.8 pav., b). Tuo tarpu esant padidintai bendrojo azoto koncentracijai vandenyje nedidelis vandens druskingumas (3 ‰ ir 6 ‰) daro statistiškai patikimą ($p < 0,05$), teigiamą įtaką ešerių augimui (4.2.2.8 pav., a). Šių augimo ir elgsenos eksperimentų rezultatai leidžia daryti prielaidą, jog gėlavandenių žuvų gausumo Kuršių marių šiaurinėje dalyje epizodinio sumažėjimo priežastimi yra žema iš jūros plūstančio vandens temperatūra, o vandens druskingumas tiesioginės neigiamos įtakos trumpalaikėje ir ilgalaikėje perspektyvose neturi. Toks jūros vandens poveikis yra trumpalaikis, nes jūriniam vandeniui sušilus, neigiamas žemos temperatūros poveikis išnyksta (Dainys, 2012).

Tačiau, pavyzdžiui, nedažnai šiltuoju sezonu į marias įtekantis apvelingo metu susiformavusi vandens masė yra daug šaltesnė (ypač apvelingo poveikyje (Kozlov et al., 2012; Mingėlaitė, 2014), tad ir vandens sušilimas iki pradinės temperatūros gali trukti apie savaitę (4.2.2.9 pav.).



4.2.2.9 pav. Apvelingo poveikis Kuršių marių vandens temperatūrai skirtinguose vystymosi etapuose (a – apvelingo pradžia (2006-07-15, 00:35), b – apvelingo raida (2006-07-15, 20:35), c – apvelingo relaksacija (2006-07-19, 01:10), d – apvelingo pabaiga (2006-07-25, 10:00) (Mingėlaitė, 2014).

2000-2013 m. PR Baltijos jūroje užfiksuoti 34 apvelingo atvejai, iš kurių 16 turėjo poveikį Kuršių marių vandens temperatūrai (Mingėlaitė, 2014), kai temperatūriniai skirtumai tarp apvelingo paveiktos Kuršių marių akvatorijos bei nepaveiktos marių dalies vidutiniškai sudarė 5-7 °C, tačiau intensyvesnių apvelingų metu, vandens paviršiaus temperatūros amplitudė siekė net 10-16 °C (4.2.2.10 pav.). Nustatyta, kad šalti apvelingo vandenys gali įtekėti iki 40 km atstumu nuo Klaipėdos sąsiaurio į marias paveikdami akvatoriją iki 200 km² (Mingėlaitė, 2014).



4.2.2.10 pav. Temperatūros skirtumai tarp apvelingo paveiktos ir nepaveiktos akvatorijos Kuršių mariose (kaireje); ir maksimalūs horizontalūs temperatūros gradientai 2000–2013 metais Kuršių mariose fiksuotų apvelingo atvejų metu (Mingėlaitė, 2014).

Taip pat, kaip įvertinta šiame skyriuje (dalis „Druskingumo poveikis chlorofilo “a” koncentracijai ir vandens skaidrumui“), dėl įtekančio druskingo vandens šiaurinėje marių dalyje jūrinio vandens išplitimo zonoje vanduo yra skaidresnis, nei centrinėje marių dalyje. Vandens skaidrumas turi įtakos žuvis, ypač plėšrūnams, tokiems kaip starkiai, kurių didžiausias medžioklės efektyvumas yra eutrofikuotuose vandenyse (Ložys, 2003), o taip pat ir plėšrūnų aukoms kur neskaidriame vandenyje išgyvenamumas yra reikšmingai aukštesnis, nei skaidriame vandenyje (Pekcan-Hekim and Lappalainen, 2006).

Mariose stebima didžiausia žuvų rūšinė įvairovė – sutinkamos 57 apskritažiomenių ir žuvų rūšys, (Repečka, 2003), tarp kurių tiek gėlavandenės, tiek jūrinės, tiek praeivės žuvys. Tad akivaizdu, kad jūrinio ir gėlo vandens apykaita Klaipėdos sąsiauryje ir mariose skirtingoms ekologinėms grupėms priklausančias žuvis veiks skirtingai. Žinios apie jūrinio vandens poveikio mechanizmus, intensyvumą ir erdvinis dėsningumus yra kritiškai svarbios siekiant efektyvaus ir ekosisteminio principu pagrįsto žuvų išteklių valdymo, nes Kuršių marios – biologiškai produktyviausias ir pats žuvingiausias Lietuvos vidaus vandens telkinys, kur pastaruoju metu versliniai sugavimai sudaro 1100-1300 tonų žuvis per metus.

Duomenys apie uosto gilinimo poveikį žuvis kaip ekosistemos komponentui bei pagrindinės išvados ir yra pateikiamos sekančiame skyriuje, nagrinėjančiame uosto gilinimo galimą poveikį žuvininkystės sektoriui plačiąja prasme.

4.2.2.6 Išvados

1. Vasaros sezonu druskingumas daro įtaką vandens skaidrumui: druskingo vandens išplitimo zonoje (vidutinis vasaros mėnesių druskingumas 1,4‰) vandens skaidrumas yra apie 20 cm didesnis, negu likusioje Kuršių marių dalyje.
2. Vyraujančių Kuršių marių makrofitų rūšių tolerancijos druskingumui lygis ženkliai viršija vidutines metines Kuršių marių druskingumo reikšmes, taigi, dabartiniu metu fiksuojami Kuršių marių druskingumo svyravimai nėra makrofitų populiacijų gyvybingumą limituojantis veiksnys.
3. Iš 24 Kuršių mariose dažniausiai sutinkamų zoobentosos bestuburių taksonų 20 toleruoja didesnę nei 5 ‰, o likę – 2-3 ‰ druskingumą. Nenustatyta jokia zoobentosos taksonų skaičiaus didėjimo ar mažėjimo tendencija Kuršių marių druskingumo gradientu. Taigi, dabartiniu metu fiksuojami druskingumo pokyčiai nėra Kuršių marių zoobentosos rūšinę sudėtį įtakojantis veiksnys.
4. Kuršių mariose pagal biomasę dominuoja nereikšios aplinkos veiksniams bestuburių grupės: mažąšerės kirmėlės (*Oligochaeta*) ir uodo trūklio lervos (*Chironomidae*). Didesnė zoobentosos biomasė užfiksuota ten, kur vidutinis metinis druskingumas yra didžiausias (daugiau nei 1,2 ‰).
5. Dominuojančių uodo trūklio rūšių lervos gerai toleruoja druskingumo pokyčius; statistiškai reikšmingos reakcijos į druskingumo kaitą 0 – 10‰ ribose nepastebėta.

4.2.2.7 Literatūra

1. Berezina, N. A. 2003. Tolerance of freshwater invertebrates to changes in water salinity. *Russian Journal of Ecology*, No. 34, p. 261–266.
2. Blindow I., 2000. Distribution of Charophytes along the Swedish coast in relation to salinity and eutrophication, 2000. *Hydrobiologia* 85: 707-717.
3. Blindow I., Dietrich J., Möllmann N., Hendrik Schubert H., 2003. Growth, photosynthesis and fertility of *Chara aspera* under different light and salinity conditions. *Aquatic Botany* 76: 213–234.
4. Bukantis A., Gedžiūnas P., Giedraitienė J., Ignatavičius G., Jonynas J., Kavaliauskas P., Lazauskienė J., Reipšleger R., Sakalauskienė G., Sinkevičius S., Šulijienė G., Žilinskas G., Valiukevičius G., 2008. Lietuvos gamtinė aplinka, būklė, procesai ir raida. UAB „Petro ofsetas“ 238p.
5. Crites R. W., Middlebrooks E.J., Bastian R.K., Reed Sh.C., 2014. Natural wastewater treatment systems. Press CRC Taylor & Francis.
6. Dainys., J, 2012. Druskėto vandens ir azoto junginių įtaka ešerių (*Perca fluviatilis* l.) augimui ir elgsenai. Magistro baigiamasis darbas, Vilniaus universitetas, Vilnius, 53 p.

7. Dimitriadis S., Cranston S. P. 2007. From the mountains to the sea: assemblage structure and Dynamics in Chironomidae (Insecta: Diptera) in the Clyde River estuarine gradient, South Wales, south-eastern Australia. *Australian Journal of Entomology*, No. 46, p. 188 -197.
8. Dobrzycka-Kraheil, A., and J. Surowiec. 2011. Osmoregulation in *Pontogammarus robustoides* (GO Sars, 1894) (Amphipoda) and its distribution in the brackish waters of northern Poland. *Crustaceana* 84(14): 1755-1767.
9. Foss A., Evensen T. H., Imsland K., Oiestad V., 2001. Effects of reduced salinity on growth, food conversion efficiency and osmoregulatory status in the spotted wolffish. *Journal of Fish Biology* 59: 416-426
10. Geissler N., Hussin S., Koyro H.-V., 2010. Elevated atmospheric CO₂ concentration enhances salinity tolerance in *Aster tripolium* L. *Planta* 231: 583–594.
11. Grigorovich, I.A., R.I. Colautti, E.L. Mills, K. Holeck, A.G. Ballert, and H J. MacIsaac. 2003. Ballast-mediated animal introductions in the Laurentian Great Lakes: retrospective and prospective analyses. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 60: 740-756.
12. Grigorovich, I.A., M. Kang, and J.J.H. Ciborowski. 2005. Colonization of the Laurentian Great Lakes by the amphipod *Gammarus tigrinus*, a native of the North American Atlantic Coast. *Journal of Great Lakes Research* 31: 333-342.
13. Grinienė E., 2012. Planktono infuzorijų įvairovė ir funkcinis vaidmuo eutrofinėje priekrantės lagūnoje. Daktaro disertacija. Klaipėdos universitetas.
14. Haller W. T., Sutton D. L.; Barlowe W. C., 1974. Effects of salinity on growth of several aquatic macrophytes. *Ecology* 55(4): 89-894
15. Hootsmans M. J. M., Wiegman F., 1998. Four helophyte species growing under salt stress: their salt of life ?. *Aquatic Botany* 62, 81-94.
16. Hutchinson I., 1988. Salinity tolerance of plants of estuarine wetlands and associated uplands. Washington State Shorelands and Coastal Zone Management Program.
17. Jokšas K., Galkus A., Stakėnienė R., 2005. Geoecological state of the lithuanian offshore of the Baltic Sea, the lower reaches of Nemunas and the Curonian Lagoon. *Acta Zoologica Lituanica* 15(2): 119-123.
18. Jueg, U., Zettler, M.L., 2015. Distribution and ecology of leeches (Hirudinea) in brackish waters of the German Baltic. *Ecologica Montenegrina* 2 (1), p. 42-50.
19. Kantrud H.A, 1990. Sago pondweed (*Potamogeton pectinatus* L.): a literature review. Department of the interior fish and wildlife service. Washington, DC.
20. Kerstiens G., Tych W., Robinson M. F. and Mansfield T. A., 2002. Sodium-related partial stomatal closure and salt tolerance of *Aster tripolium*. *New Phytologist* (2002) 153: 509–515.
21. Kontautas, A., 2006. Kuršių marių žvejybos verslo patiriamų nuostolių kompensavimo metodikos parengimas. Baltijo pajūrio aplinkos tyrimų ir palanavimo institutas, Klaipėdos universitetas. Klaipėda, 25 p.

22. Kozlov, I., Dailidienė, I., Korosov, A., Klemas, V., Mingėlaitė, T., 2012. MODIS-based sea surface temperature of the Baltic Sea Curonian Lagoon. *Journal of Marine Systems*.
23. Kuršių marių krantų apsaugos ir naudojimo studija. Kuršių marių akvatorijos gamtinių ypatumų, esamos būklės ir jos kaitos tendencijų analizė (2012). Vilnius.
24. Kuršių marių pakrantės augmenijos plovimo, siekiant iš marių pašalinti dalį biogeninių medžiagų, galimybių studija (2007). Vilnius.
25. Lissner J., Schierup, H.-H., 1997. Effects of salinity on the growth of *Phragmites australis*. *Aquat. Bot.* 55, 247-260.
26. Lietuvos rudonoji knyga, 2007, at. red. Rašomavičius V. Vilnius.
27. Lissner J., Schierup, H.-H., Comín F. A., Astorga V., 1999. Effect of climate on the salt tolerance of two *Phragmites australis* populations. I. Growth, inorganic solutes, nitrogen relations and osmoregulation. *Aquatic Botany* 64: 317–333.
28. Lorenzen, M.W., 1980. Use of chlorophyll-Secchi disk relationships. *Limnology and Oceanography*, 25(2): 371-372.
29. Ložys, L., 2003. Seasonal Migrations of Pikeperch (*Sander Lucioperca* L.) from the Curonian Lagoon to the Baltic Sea and Advantages of the Phenomenon. *Acta Zoologica Lituanica* 13: 188-194.
30. Mauchamp A. and Mésleard F., 2000. Salt tolerance in *Phragmites australis* populations from coastal Mediterranean marshes. *Aquatic Botany* 70: 39–52.
31. Meriste M. and Kirsimäe K., 2015. Development of the reed bed in Matsalu wetland, Estonia: responses to neotectonic land uplift, sea level changes and human influences. *Estonian Journal of Earth Sciences* 64, 2: 159-172.
32. Mingėlaitė, T., 2014. Palydovinių infraraudonųjų duomenų pritaikymas apvelingų PR Baltijos jūroje tyrimams. Magistro baigiamasis darbas, Klaipėdos universitetas, Vilnius, 42 p.
33. Minkevičius A., Pipinis J., 1959. Kuršių marių floros ir augalijos apžvalga. Kuršių marios. Vilnius.
34. Natkevičaitė-Ivanauskienė M. ats. red., 1963. Lietuvos TSR flora II t., Vilnius.
35. Nordlie F. G., 1978. The influence of environmental salinity on respiratory demands in the euryhaline teleost *Ambassis interrupta* Bleeker. *Comparative Biochemistry and Physiology. A*, 59 : 271–274.
36. Ovčarenko I., Audzijonyte A., Gasiunaitė Z.R., 2006. Tolerance of *Paramysis lacustris* and *Limnomysis benedeni* (Crustacea, Mysida) to sudden salinity changes: implications for ballast water treatment. *Oceanologia*, Vol. 48, p. 231-242.
37. Paavola, M., Olenin, S., Leppäkoski, E. 2005. Are invasive species most successful in habitats of low native species richness across European brackish water seas? *Estuarine, Coastal, and Shelf Science* 64: p. 738-750.
38. Pekcan-Hekim, Z., Lappalainen. J. 2006. Effects of clay turbidity and density of pikeperch (*Sander lucioperca*) larvae on predation by perch (*Perca fluviatilis*). *Naturwissenschaften*. 93(7): 356-9.
39. Plokštienė D., 2002. Kuršių marių augalijos vystymasis ir kaita. *Jūra ir aplinka* 2(7): 33-41.

40. Povilanskas R. (1998). Kuršių nerijos marių kranto zonos morfodinamikos bruožai. Daktaro disertacija. Klaipėda.
41. Repečka R., 2003. The species composition of the ichthyofauna in the Lithuanian economic zone of the Baltic sea and the Curonian lagoon and its changes in recent years. *Acta Zoologica Lituanica*. Vol. 13:149-157
42. Ritter C., Montagna A. P., Applebaum S. 2005. Short – term succession Dynamics of macrobenthos in a salinity – stressed estuary. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, No. 323, p. 57 - 69.
43. Rodwell J.S. ed., 2000. British Plant Communities 5. Maritime communities and vegetation of open habitats Cambridge University Press, UK.
44. Schubert H. & Blindow I. (eds.), 2001. Charophytes of the Baltic Sea. Published by A.R.G. Verlag Kommanditgesellschaft.
45. Selig U., Steinhardt T., Schubert H., 2009. Interannual variability of submerged vegetation in a brackish coastal lagoon on the southern Baltic sea. *Ekológia (Bratislava)* 28(4): 412-423.
46. Sinkevičienė, Z., 2004. Charophyta of the Curonian lagoon. *Botanica Lithuanica* 10 (1): 33-57.
47. Torn K., 2008. Distribution and ecology of charophytes in the Baltic Sea. Tartu university.
48. Twilley R.R., Barko J.W., 1990. The growth of submersed macrophytes under experimental salinity and light Conditions. *Estuaries* 13(3): 311-321.
49. Verbrugge, L. N.H. , Schipper A.M., Huijbregts M. A.J., Van der Velde, G. Leuven., R. S.E.W, 2012. Sensitivity of native and non-native mollusc species to changing river water temperature and salinity. *Biological Invasions* 14: p.1187–1199.
50. Wetzel R. G., 2001. Limnology. Lake and river ecosystems. Academic press. San Diego, California
51. Williams D. D., Hamm T. 2002. Insect community organisation in estuaries: the role of the physical environment. *Ecography*, No. 25, p. 372 - 384.
52. Worm B., Barbier E. B., Beaumont N., Duffy J. E., Folke C., Halpern B. S., Jackson J. B. C., Lotze H. K., Micheli F., Palumbi S. R., Sala E., Selkoe K. A., Stachowicz J. J., Watson R., 2006. Impacts of biodiversity loss on ocean ecosystem services. *Science* 314: 787–790.
53. Zettler L. M., Daunys D. 2007. Long-term macrozoobenthos changes in a shallow boreal lagoon: Comparison of a recent biodiversity inventory with historical data. *Limnologica*, No. 37, p. 170–185.
54. Zinchenko T. D., Golovatyuk L. V., 2013. Salinity tolerance of macroinvertebrates in stream waters (Review). *Arid Ecosystems*, Vol. 3, No. 3, p. 113–121.
55. Žaromskis R., 2002. Kuršių marių priekrantės makrofitai ir jų augaviečių litodinaminės sąlygos, *Geografija* 38(2): 35-41.

VEIKLA NR. 4.2.3. UOSTO GILINIMO DARBŲ ĮTAKOS ŽUVININKYSTĖS SEKTORIUI NUSTATYMAS

Atlikta veikla Nr. 4.2.3. ir pasiektas rezultatas Nr. R4.2.3. - išnagrinėtas dėl uosto gilinimo pasikeitusio hidrologinio režimo poveikis Kuršių marių žuvų bendrijai, verslinių žuvų migracijoms ir žvejojimo efektyvumui, išanalizuota ilgametė verslinių žuvų sugavimų statistika, ichtiologinio monitoringo duomenys, vertinant žvejojimo efektyvumo, rūšinės ir ūginės laimikio sudėties pokyčius, juos sugretinant su hidraulinio modeliavimo rezultatais ir biotiniaisiais pokyčiais Kuršių marių ekosistemoje.

4.2.3.1. Įvadas

Kuršių marios žuvininkystės požiūriu yra pats vertingiausias Respublikos vandens telkinys. Lietuvai priklausančioje marių dalyje pastarąjį dešimtmetį kasmet žuvies sužvejojama 30-50 kg/ha arba 900-1300 tonų per metus, kas žymiai viršija sugavimus kituose telkiniuose. Kuršių marios svarbios ir bioįvairovės apsaugos aspektu – LR aplinkos ministro 2009-09-17 įsakymu Nr. D1-549 (Žin., 2009, Nr. 114-4868) buvo įsteigtas Kuršių marių biosferos poligonas, kad išsaugoti Europos Bendrijos prioritetinės svarbos natūralią buveinę – priekrantės lagūną su saugomų Bendrijos svarbos žuvų bei nęgių rūšių: perpeliių (*Alosa fallax*), lašišų (*Salmo salar*), ožkų (*Pelecus cultratus*), salačių (*Aspius aspius*), upinių nęgių (*Lampetra fluviatilis*) ir kitų saugomų bei verslinių žuvų neršto vietomis ir migracijos keliais. Kuršių mariose registruota didžiausia žuvų rūšinė įvairovė Lietuvos vidaus vandens telkiniuose – 57 apskritažiomenių ir žuvų rūšių (Repečka, 2003), tarp kurių tiek gėlavandenės, tiek jūrinės, tiek praeivės žuvys. Pastarosioms Klaipėdos sąsiauris yra labai svarbus migracijos koridorius plaukiant link nerštaviečių giliau mariose arba upėse (lašiša, šlakys, žiobris, stinta, sykas, perpelė, upinė nėgė) arba į atsiganymo ir augimo buveines, kaip kad europinis ungurys. Šiaurinėje Kuršių marių dalyje nuo Kiaulės nugaros iki Alksnynės taip pat gausu vertingų žuvų rūšių ir vyksta intensyvios žuvų migracijos, tad verslinė žvejojimo, kaip ir sąsiauryje, čia draudžiama. Likusioje marių dalyje, kuri pagal LR Aplinkos ministro 2007-11-20 įsakymą Nr. D1-618 „*Dėl Kuršių marių suskirstymo į žvejojimo barus schemas ir žvejojimo barų ribų kuršių mariose koordinacijų patvirtinimo*“ yra suskirstyta į 48 žvejojimo barus, vyksta intensyvi verslinė, o taip pat ir mėgėjiška žvejojimo. Žymią verslinių laimikių dalį sudaro vertingos žuvų rūšys, tokios kaip karšis, starkis, stinta ir kt., kurių išteklių dinamika apsprendžia žvejojimo verslo rentabilumą.

Laivybos farvaterio ir krantinių gilinimas ir platinimas yra būtina sąlyga Klaipėdos uosto efektyviam funkcionavimui ir tolesnei plėtrai užtikrinti, tačiau ši veikla neabejotinai neigiamai veikia Klaipėdos sąsiaurio ir Kuršių marių geologinę, hidrologinę ir biologinę sistemas. Ankstesnių uosto rekonstrukcijos ir gilinimo planuojamų veiklų poveikio aplinkai studijose buvo išskirti kai kurie

galimi neigiamo poveikio ichtiofaunai aspektai (LEI, 2006; 2010), ir juos dar papildžius ir detalizavus būtų galima išskirti tokius uosto gilinimo neigiamo poveikio žuvims ir žuvininkystės sektoriui aspektus:

- tiesioginis su žemkasės, žemsiurbės darbu susijęs poveikis (triukšmas; žuvų sužalojimas);
- netiesioginis kasimo sukulto vandens drumstumo padidėjimo ir antrinės taršos poveikis;
- didinant sąsiaurio pralaidumą, keičiasi Kuršių marių hidrologinis režimas, jūrinio ir upių nuotėkio vandens apykaitos dinamika, intensyvėja marių druskėjimas dėl ko gali būti veikiama žuvų bendrijos struktūra, žuvų pasiskirstymas ir taip veikiama žvejybos verslo sąlygos.

4.2.3.2. Naudoti duomenys ir metodika

Tiesioginiam žemkasės ar žemsiurbės darbo sukulto triukšmo ir sužalojimų poveikiui bei kasamo grunto sukulto drumstumo ir antrinės taršos poveikiui įvertinti remtasi teorinėmis prielaidomis ir mokslinėje literatūroje pateikiama informacija, nes tiesiogiai tyrimų atlikta nebuvo ir empiriniais duomenimis paremto įvertinimo atlikti neįmanoma.

Pagrindinis poveikis, kuriuo dažnai skundžiasi Kuršių marių žvejai yra jūrinio vandens įtekėjimų dažnumo, trukmės, masto padidėjimas, dėl ko šiaurinėje marių dalyje sumažėjo gėlavandenių žuvų sugavimai. 2006 metais parengtos „Kuršių marių žvejybos verslo patiriamų nuostolių kompensavimo metodikos“ pagrindu LR Žemės ūkio ministerija paskaičiavo ir išmokėjo vienkartinės kompensacijas šiaurinėje Kuršių marių dalyje žvejojantiems žvejams už patirtą žalą jų verslui 2003-2005 metais dėl padidėjusio šiaurinės Kuršių marių dalies druskingumo. Tačiau minėtoje studijoje taip pat nepavyko nustatyti, kad žuvų biomasė šiaurinėje marių dalyje sumažėjo tikrai dėl druskingumo.

LR Žemės ūkio ir Aplinkos ministerijų užsakomųjų į žuvų išteklius orientuotų ir monitoringo tyrimų Kuršių mariose (*Kuršių marių žuvų išteklių racionalaus naudojimo tyrimai*, 2009; 2011; 2012; *Praeivių ir pusiau praeivių žuvų rūšių (lašišų, šlakių, stintų, žiobrių ir perpelių) gausumo įvertinimas ir migracijos stebėseną Baltijos jūros priekrantėje, Kuršių mariose ir Nemuno deltoje*, 2001; *Ichtiofaunos tyrimai bei ekologinės būklės pagal žuvų rodiklius įvertinimas Kuršių mariose ir Baltijos jūroje*, 2009; 2013) ataskaitose taip nepateikiama empirinių duomenų apie žuvų išteklių ir druskingumo mariose pokyčių priklausomybes, nors žuvų išteklių pokyčių tendencijos dažnai aiškinamos jūrinio vandens įtekėjimų pokyčiais mariose.

Tai iš dalies gali būti paaiškinama tyrimų periodiškumu: tyrimai paprastai vykdomi keliose stotyse nuo vieno iki kelių kartų per metus. Kad atlikti ichtiofaunos rodiklių pokyčių priklausomai nuo fiksuoto vandens druskingumo statistinę analizę nepakanka reprezentatyvumo ir pakankamų

imčių statistinei analizei. Todėl monitoringo stotys ties Dreverna ir ties Atmata (Vente) buvo panaudoti analizei su bendru vidutiniu druskingumu ties Vente ir ties Juodkrante.

Tuo tarpu žvejybos įmonių verslinių sugavimų mėnesinės ataskaitos nėra detalios vietos aspektu, nes pateikiamos per mėnesį sugautų žuvų kiekiai, įrankių kiekiai visuose žvejojtuose Kuršių marių baruose, kurių paprastai yra daug. Todėl iš 2001-2012 metų sugavimų atskaitų buvo bandoma atrinkti duomenis, iš žvejybos barų patenkančių į tam tikras marių zonas. Mėnesiniai sugavimų rodikliai buvo gretinami su vidutiniu atitinkamo mėnesio matuotu druskingumu ir atliekama regresinė bei dispersinė analizė.

Vandens druskingumo, temperatūros ir kai kurie kiti parametrai buvo imti iš AM AAA Jūrinių tyrimų departamento kompleksinio marių monitoringo metu surinkti vandens fiziko-cheminių vandens matavimų duomenys reisų metu ir kasdieniai pakrantės postų (Klaipėdos uoste, Juodkrantėje ir Ventėje) matavimai.

4.2.3.3. Uosto gilinimo darbų tiesioginis poveikis ichtiofaunai

Povandeninis triukšmas.

Uosto gilinimo ir plėtos metu yra sukeliamas papildomas povandeninis triukšmas, kurį generuoja žemsiurbė, žemkasė, polių kalimo kūjis, iškastą gruntą į gramzdinimo vietą gabenantys laivai. Antropogeninės kilmės triukšmo poveikis žuvims iki šiol yra prastai ištirtas, tačiau jis gali būti labai įvairus: nuo momentinės mirties ar audinių pažeidimo iki laikino klausos praradimo, baidymo efekto, streso ar silpnai išreikštų elgesio pokyčių (Webb et al., 2008; Wysocky et al., 2008; Popper and Hastings, 2009).

Klaipėdos sąsiaurio povandeninio triukšmo matavimais 2012 ir 2013 metais nustatyta (Bagočius, 2013; 2014), kad Klaipėdos sąsiauryje antropogeninių veiklų (daugiausiai laivybos) sukeliamas foninis triukšmo lygis (89 dB rms) 15 % viršija foninį triukšmą minimaliai antropogeninės veiklos veikiamoje aplinkoje Kuršių mariose ties Vente (77 dB rms) (4.2.3.1. lentelė). Tačiau uosto foninis triukšmas neviršija neigiamą poveikį gyvūnams sukeliančio nuolatinio triukšmo ribos, kurio ekvivalenti ribinė vertė siekia arba viršija 100 dB rms. Tuo tarpu uosto gilinimas, naudojant žemsiurbes ar žemkases, polių kalimas sukelia pulsinį povandeninį triukšmą (4.2.3.1. lentelė), kuris neigiamai veikia vandens gyvūnus, kai jo vertė siekia arba viršija 150 dB rms vertę (Bagočius, 2014).

4.2.3.1. lentelė. Išmatuoti foninio triukšmo lygiai Klaipėdos sąsiauryje bei Kuršių mariose ties Vente; sąsiauryje dirbančios gilinimo - statybos technikos sukeliamas povandeninis triukšmas 1 m atstumu ir pateikiamas žalingas atstumas iki triukšmo šaltinio (Bagočius, 2014)

Triukšmo šaltinis	Garso lygis, dB rms	Trikdantis atstumas iki triukšmo šaltinio
Kuršių marių ties Vente foninis	77 dB	-
Sąsiaurio foninis	89 dB	-
Vibro-kūjis (polio diametras 500 mm)	148 dB @1m	~290 m
Žemkasė	144 dB @1m	~315 m
Žemsiurbė	164 dB @1m	~1150 m
SGD hidraulinis kūjis (polio diametras 1200 mm)	165 dB @1m	~800 m / ~40 m pavojingas

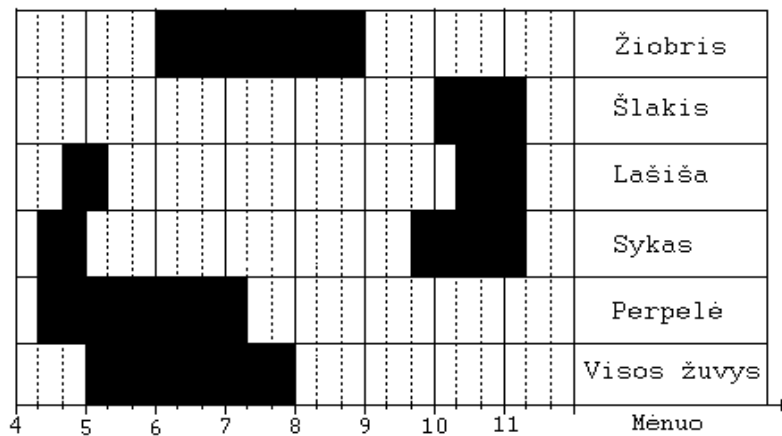
Klaipėdos sąsiauryje foninio triukšmo lygis nėra ypatingai aukštas, kad sukeltų žuvų tiesiogines neigiamas reakcijas, tačiau ilgalaikis nuolatinio triukšmo poveikis gali sukelti žuvų stresą (Wysocky et al., 2006, Popper and Hastings, 2009). Visų 4.2.3.1. lentelėje pateiktų triukšmo šaltinių generuojamas triukšmas 1 metro atstumu nuo šaltinio, aukščiausias vertes siekė 0,3 – 0,5 kHz dažnių diapazone, kuriame tiek jūros žinduoliai, tiek žuvys yra jautriausios triukšmui. Atkreiptinas dėmesys, jog ir tolstant nuo esamo neigiamą poveikį sukeliančio triukšmo šaltinio pasireiškia gyvūnų trikdymo efektas, kuris gali būti stebimas iki 1150 m atstumu (Bagočius, 2013, 2014). Taigi atsižvelgiant į Klaipėdos sąsiaurio plotį reiškia, kad vykdant gilinimo darbus bet kurioje uosto akvatorijos vietoje (ar tai būtų ties SGD terminalu, uosto vartų įplauka, pagrindinėmis krantinėmis) reikšmingai neigiamas triukšmo lygis pasiekia abu sąsiaurio krantus ir potencialiai veikia uosto žuvų bendriją.

Protakoje aptinkamos įvairių ekologinių grupių rūšys. Vyraujant srovei iš jūros, sutinkamos daugelis jūrinių žuvų rūšių: strimelės, menkės, upinė plekšnė ir kt. Vis tik dažniausiai vyrauja gėlavandenių žuvų rūšys: karšis, sterkas, plakis, kuoja, ešerys ir kt. Migracijų metu dažnai sutinkamos praeivių žuvų rūšys: stinta, perpelė, žiobris, lašiša, šlakys, sykas. Pastaraisiais metais vis dažniau sutinkama invazinė rūšis – juodažiotis grundalas (Repečka, 2003, LEI, 2010, Rakauskas et al., 2013). Daugiamečių tyrimų duomenimis, pateikiamais įvairiose ataskaitose (Kontautas, 2001, LEI, 2006; 2010) uosto akvatorijoje sutinkamos iki 44 rūšių apskritažiomėnių ir žuvų, tarp kurių dažnos ir labai dažnos yra: upinė nėgė, perpelė, strimelė, lašiša, šlakys, stinta, kuoja, meknė, paprastoji aukšlė, plakis, karšis, žiobris, salatis, lydeka, pūgžlys, ešerys, starkis, upinė plekšnė, trispyglė dyglė, juodažiotis grundalas, o iš retų, nebūdingų labai nepastoviai sąsiaurio aplinkai arba atsitiktinai pasitaikančių: jūrinė nėgė, brėtlingis, sykas, ungurys, strepetys, šapalas, raudė, gruzlys, ūsorius, ožka, sidabrinis karosas, kirtiklis, karpis, šamas, vėgėlė, menkė, gyvavedė vėgėlė, mažasis tobis, smėlinis grundalas, paplūdimų grundalas, ciegorius, builis, uotas, devinspyglė dyglė.

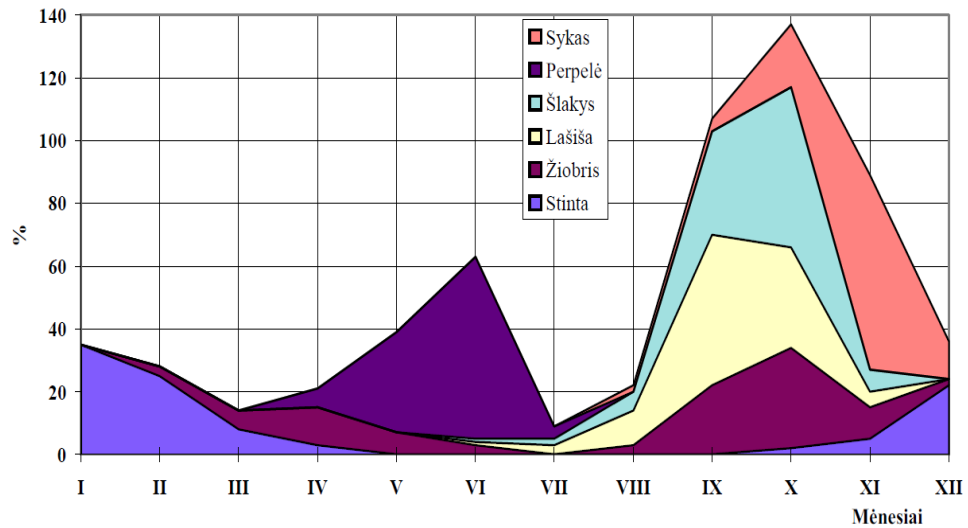
Ekologiniu požiūriu, Klaipėdos sąsiauryje nėra vertingų buveinių, svarbių žuvų nerštaviečių ir jauniklio atsiganymo teritorijų. Gretimose uostui teritorijose ir net uosto akvatorijoje ir yra stebimos kai kurių žuvų nerštavietės ir jauniklių atsiganymo buveinės. Klaipėdos sąsiaurio vakarinėje dalyje ties Kiaulės nugaros sala, Kiaulės Nugaros pietrytinėje dalyje bei marių šiaurinėje dalyje iki Alksnynės nustatytos kai kurių psamofilinių ir fitofilinių žuvų rūšių nerštavietės, daugiausiai ešerių ir kuojų. Tik jau toliau nuo sąsiaurio į pietus ešerių, kuojų ir daugelio kitų žuvų nerštavietės eina tiek vakarine, tiek rytine pakrante (LEI, 2010). Ešerių, pūgžlių, kuojų, trispyglių dyglių nerštaviečių yra ir Malkų įlankoje, pakrantėse stebimas didelis ešerių, kuojų, trispyglių dyglių, aukšlių jauniklių sutinkamumas metų bėgyje ir gausumas. Kai kuriais metais šioje įlankoje stebimas didelis žiobrių bei jų jauniklių gausumas žiemos metu (Klaipėdos valstybinio jūrų uosto Malkų įlankos akvatorijos gilinimo maksimaliai galimiems laivams priimti poveikio aplinkai vertinimo ataskaita, 2011). Tuo tarpu Klaipėdos uosto molo rajone, pačioje protakoje ir šiaurinėje marių dalyje pastaruoju metu stebimas strimėlių nerštas (LEI, 2010).

Vykdamas gilinimo ir kitokius konstrukcinius darbus uoste žalingas triukšmo ir kitoks tiesioginis fizinis žemsiurbės/žemkasės poveikis žuvų nerštaviečių tiesiogiai „nepasiekia“. Uosto gilinimo veiklą sukeltas triukšmas teoriškai turėtų sukelti žuvims vengimo reakcijas ir laikinai arba ilgesniam laikui „išbaidyti“ iš reikšmingo triukšmo veikiamų uosto akvatorijų. Kadangi žuvis yra labai mobilūs organizmai, jos lengvai gali iš triukšmo neigiamo poveikio zonos pasitraukti į tolesnes uosto, marių ar jūros priekrantės akvatorijas. Tuo tarpu jaunikliai, ypač lervos, mailiaus ir pirmųjų mėnesių (0+) stadijose yra mažiau mobilūs, stipriai susieti su augimo ir atsiganymo buveinėmis, slėptuvėmis, tad ir triukšmo potencialiai neigiamas poveikis joms bus reikšmingesnis.

Pagrindinė Klaipėdos sąsiaurio ekologinė reikšmė yra kaip principinio tranzitinio-migracinio koridoriaus tarp jūros ir viso Nemuno baseino bei kitų Kuršių marių upių baseinų. Todėl ir vertingiausios žuvis sutinkamos Klaipėdos sąsiauryje yra praeivės, kurios migruoja sąsiauriu iš jūros link nerštaviečių giliau Kuršių mariose ir Nemuno deltoje (sykai, perpelės, stintos) ar upėse (stintos, lašišos, šlakiai, žiobriai, upinės nėgės) ir pusiau praeivės žuvis, vykdančios mitybines migracijas tarp marių ir jūros (starkiai, ešeriai, karšiai ir kitos) (Repečka, 2003). Migracijos yra dvikryptės ir turi pakankamai griežtai apibrėžtus migracijos periodus, daugiausiai pavasarį ir rudenį. Tačiau tam tikras migracijos intensyvumas per Klaipėdos sąsiaurį stebimas didžiąją metų dalį (4.2.3.1 ir 4.2.3.2. ir 4.2.3.2 lentelė).



4.2.3.1. pav. Apibendrinti visų bei vertingų praeivių žuvų rūšių susitelkimų Klaipėdos sąsiauryje (ties Kiaulės nugaros salos rytine ir vakarine protaka bei ties Definariumu) periodai 2001 m. (Kontautas, 2001).



4.2.3.2. pav. Ichtiologo R. Repečkos apibendrintas pagrindinių praeivių žuvų rūšių migracijų sezoninis pasiskirstymas ir intensyvumas (% nuo bendro migruojančių per metus žuvų skaičiaus) Klaipėdos sąsiauryje (LEI, 2010).

4.2.3.2 lentelė. Apibendrinti pagrindinių praeivių žuvų rūšių migracijų terminai (LEI, 2010).

Žuvų rūšys	Migracijos rūšis	Migracijos laikas (mėn.)
Lašiša	nerštinė (iš jūros)	VIII-XI
Šlakys	- " -	IX-XI
Sykas	- " -	X-XII
Perpelė	- " -	V-VII
Stinta	- " -	XII-IV
Žiobris	- " -	IV-V ir IX-XI
Karšis	mitybinė (į jūrą)	VI-VII
Ešerys	"	VI-VII
Sterkas	- " -	VI-VII

Visgi daugelyje šaltinių (Kontautas, 2001; Ložys, 2003; Repečka, 2003; LEI, 2010) pateikiami praeivių žuvų migracijų duomenys turi rimtų spragų: nėra arba trūksta duomenų apie upinių nęgių rudeninę ir pavasarinę migraciją iš jūros, ungurių katadrominę migraciją į jūrą, lašišų ir šlaklių rituolių migraciją į jūrą. Taip pat nuo 2011 metų pradėta vykdyti aštriaišnių eršketų atkūrimo programa, kurios metu į upes išleidžiami eršketų jaunikliai upėmis ir per marias migruoja į jūrą.

Akivaizdu, kad uosto gilinimo darbų tiesioginis neigiamas poveikis žuvininkystės požiūriu bus aktualiausias praeivėms žuvisms. 2013 metų rudenį buvo vertinamas SGD terminalo statybos metu kalamų polių triukšmo teorinis poveikis per sąsiaurį migruojančioms lašišoms. Pagal anksčiau publikuotus lašišų jautrumo triukšmui empirinius duomenis ir polių kalimo metu išmatuotus triukšmo parametrus, buvo nustatyta, kad teoriškai poveikis migruojančios žuvisms yra didelis (Bagočius, 2015). Lašišų geriausia klausa yra 32-380 Hz dažnio diapazone ir žemutinė girdimumo riba (angl. *lowest hearing threshold*) prie 160 Hz dažnio yra 92,5 dB re 1 μ Pa, tuo tarpu SGD terminalo polių kalimas generavo 0,2 s trukmės garso impulsus su garso slėgio lygiu iki 218 dB 1 μ Pa s 1 m atstumu nuo šaltinio, reikšmingai viršijant lašišų žemutinę girdimumo ribą. Toks polių kalimo generuojamas triukšmo lygis turi teorinę galimybę žuvų klausos organų sužeidimams iki 40 m atstumu nuo šaltinio ir gali reikšmingai stabdyti migraciją, o tolimesniu atstumu (40-100 m) garso lygis gali vis dar gali kelti elgsenines vengimo reakcijas, stresą ir fiziologines disfunkcijas (laikiną klausos praradimą) (Bagočius, 2015). Tačiau yra labai mažai empirinių duomenų apie žuvų elgsenines reakcijas į povandeninį triukšmą didesniais atstumais (Webb et al., 2008), be to gyvūnų žemutinė girdimumo riba kinta priklausomai nuo rūšies ir ne visos rūšys vienodai jautrios triukšmui.

5 praeivės rūšys yra ypač svarbios Klaipėdos sąsiauryje bei šiaurinėje Kuršių marių dalyje: lašišos, perpelės, žiobriai ir šlakiai priklauso saugomoms žuvų rūšims, stintos yra labai svarbi verslinė žuvų rūšis. Būtent šioms žuvų rūšims yra įvesti Aplinkos ministerijos gilinimo ir valymo darbų apribojimai migracijų metu. Remiantis apibendrintų Ekologijos instituto ichtiologinių tyrimų ir Klaipėdos valstybinio jūrų uosto aplinkos monitoringo duomenų pagrindų 1997 m. balandžio 17 d. buvo pasirašytas Aplinkos ministro įsakymas Nr. 67 “Dėl Klaipėdos uosto gilinimo darbų poveikio žuvininkystei vertinimo” (Žin., 1997, Nr. 36-888). Įsakymas numato, kad žuvų nerštinės migracijos metu (**nuo balandžio 1 d. iki gegužės 31 d. ir nuo rugpjūčio 16 d. iki spalio 31 d.**) uosto akvatorija gali būti gilinama (valoma) tik esant būtinybei ir vykdant šias sąlygas:

- iki darbų pradžios turi būti parengtas ir su Žuvų išteklių departamentu suderintas planas „Uosto gilinimo darbų poveikio žuvų migracijoms, nerštavietėms, žuvų mitybinei bazei sumažinimo priemonių planas“, kuriame nurodytos konkrečios gilinimo vietos, laikas ir apimtys bei numatytos neigiamo poveikio žuvų migracijoms mažinimo priemonės;

- gilinimo darbų metu uosto lėšomis turi būti atliekami nuolatiniai nerštinės žuvų migracijos intensyvumo bei gilinimo įtakos praeivėms žuvims tyrimai ir pagal jų duomenis operatyviai (per parą) koreguojami darbai. Darbai gali būti stabdomi, jei lašišų migracijos intensyvumas Klaipėdos sąsiauryje siekia 0,3 individo/1 standartiniam tinklui, šlakių – 0,5, žiobrių ir perpelių – po 10 individų, stintų – 200 individų;

- Priklausomai nuo gilinamos uosto dalies, yra nustatyti žuvų migracijoms daromos žalos kompensavimo įkainiai, o dėl intensyvios žuvų migracijos laikotarpiu (nuo balandžio 15 d. iki gegužės 15 d. ir nuo rugsėjo 5 d. iki spalio 15 d.) žuvų migracijoms daromos žalos kompensavimo įkainiai padauginami iš koeficiento 2. Lėšos, gaunamos kompensavus žuvų migracijoms daromą žalą, naudojamos žuvų išteklių saugojimui bei atkūrimui.

Uosto gilinimo ir valymo metu sukulto vandens drumstumo ir antrinės taršos poveikis ichtiofaunai

Vienas iš svarbių „Uosto gilinimo darbų poveikio žuvų migracijoms, nerštavietėms, žuvų mitybinei bazei sumažinimo priemonių plano“ aspektų yra KVVJUD įsipareigojimas gilinimo darbų metu vykdyti iškasto grunto geocheminius mikrobiologinius ir hidrocheminius tyrimus, pagal LAND 46A-2002 „Grunto kasimo jūrų ir jūrų uostų akvatorijose ir iškasto grunto tvarkymo taisyklės“. Kasant gruntą sukeliama sedimentų ir su nuosėdomis asocijuotų teršalų resuspensija. Padidėjus vandens drumstumui, ypač užteršto grunto dalelėmis, pablogėja žuvų orientacija arba visiškai sutrikdoma nerštinė migracija.

Nustatyta, kad ne visos žuvų rūšys vienodai reaguoja drumstumą ir antrinę taršą. Daugelyje literatūros šaltinių nurodoma, kad jautriausiai į vandens drumstumą reaguoja sterkas ir sykas. Atsparesnės jam yra lašišos ir žiobriai. Literatūroje (Patin, 1979) nurodomos šios skandinavių medžiagų (SM) koncentracijų klasifikacijos pagal rizikos laipsnį žuvų ištekliams:

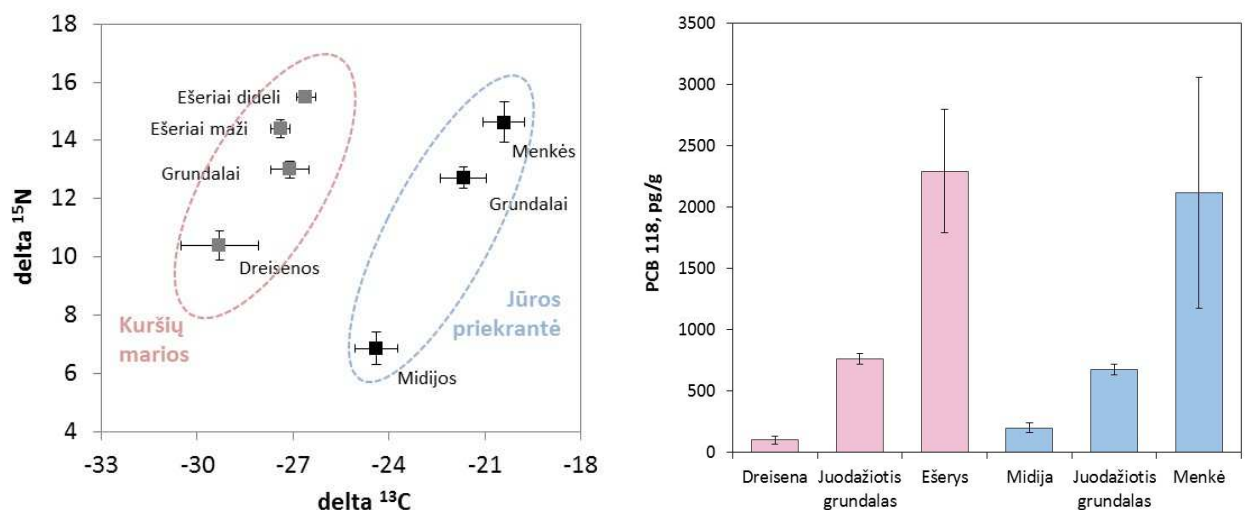
- SM koncentracijos mažesnės nei 80 mg/l – žuvų ištekliams grėsmės nėra;
- SM koncentracijos 80-400 mg/l – padidėjusi grėsmė žuvų ištekliams;
- SM koncentracijos virš 400 mg/l – žuvų ištekliams gali būti pažeisti.

Būtina atkreipti dėmesį, kad daugelis žuvų rūšių toleruoja net kelių tūkstančių mg/l skandinavių medžiagų koncentraciją trumpą laiko periodą (1-2 paras). Ilgesnis skandinavių medžiagų koncentracijos padidėjimas neigiamai veikia žuvų gyvybines funkcijas. Nustatyta, kad juo didesnis suspensijose esančių skandinavių dalelių dydis, tuo didesni pavojai jos kelia žuvų žiaunų struktūrai. Atsižvelgiant į aukščiau nurodytą klasifikaciją žalą žuvų ištekliams kelia didesnis nei 400

mg/l vandens užterštumas skendinčiomis medžiagomis, ir vykdant grunto kasimo darbus būtina kontroliuoti, kad nebūtų viršytas šis rodiklis.

Antrinės taršos iš sedimentų atlaisvinti teršalai tiesioginio reikšmingo poveikio žuvims vargiai gali turėti, tačiau teršiančios medžiagos gali būti iš vandens ir sedimentų bioakumuliuojami biotos ir biomagnifikuojami per mitybos grandinę pernešant iki plėšriųjų žuvų. 2013 metais jūros priekrantėje ir Kuršių mariose buvo atliekamas sunkiųjų metalų ir dioksinų ir nedioksinų tipo PCB trofinės pernašos mitybos grandyje moliuskai-grundalai-plėšrūnai potencialą. Šitie išvardinti specifiniai teršalai pagal Europos Parlamento ir Tarybos direktyvas 2000/60/EB ir 2008/105/EB yra priskiriami prioritetinėms ir prioritetinėms pavojingoms medžiagoms, kurios turi būti vertinamos vandenyje, nuosėdose ir ypač biotoje kaip labai žalingos.

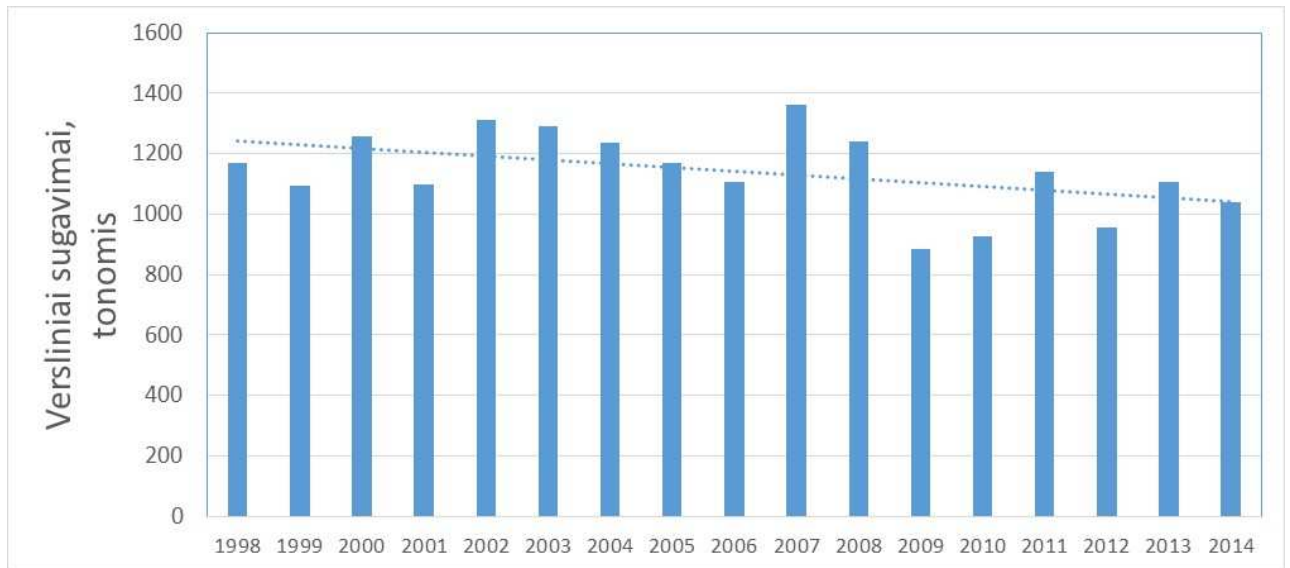
Nors paprastai PCB koncentracijos vandenyje ir nuosėdose yra labai žemos (žemiau metodo aptikimo ribos), dėka biomagnifikacijos per mitybos grandinę reiškinio galutiniuose vartotojuose sukauptas teršalų kiekis gali pasiekti reikšmingas koncentracijas (Kwon et al., 2006). Buvo nustatyta, kad dioksinų tipo PCB giminingų junginių koncentracijos Kuršių marių ir jūros priekrantės dvigeldžių moliuskų, juodažiočių grundalų ir plėšrūnų audiniuose rodo reikšmingą biomagnifikaciją (4.2.3.3. pav.). Nors nustatytosios reikšmės neviršija DLK, nustatytų Europos komisijos, visgi didėjant grundalo svarbai plėšrūnų mityboje, kas yra realu dėl didelio konkurencinio pranašumo prieš vietines žuvų rūšis, biomagnifikacijos koeficientai ir sukaupti teršalų kiekiai žmonių maistui vartojamose žuvyse gali padidėti.



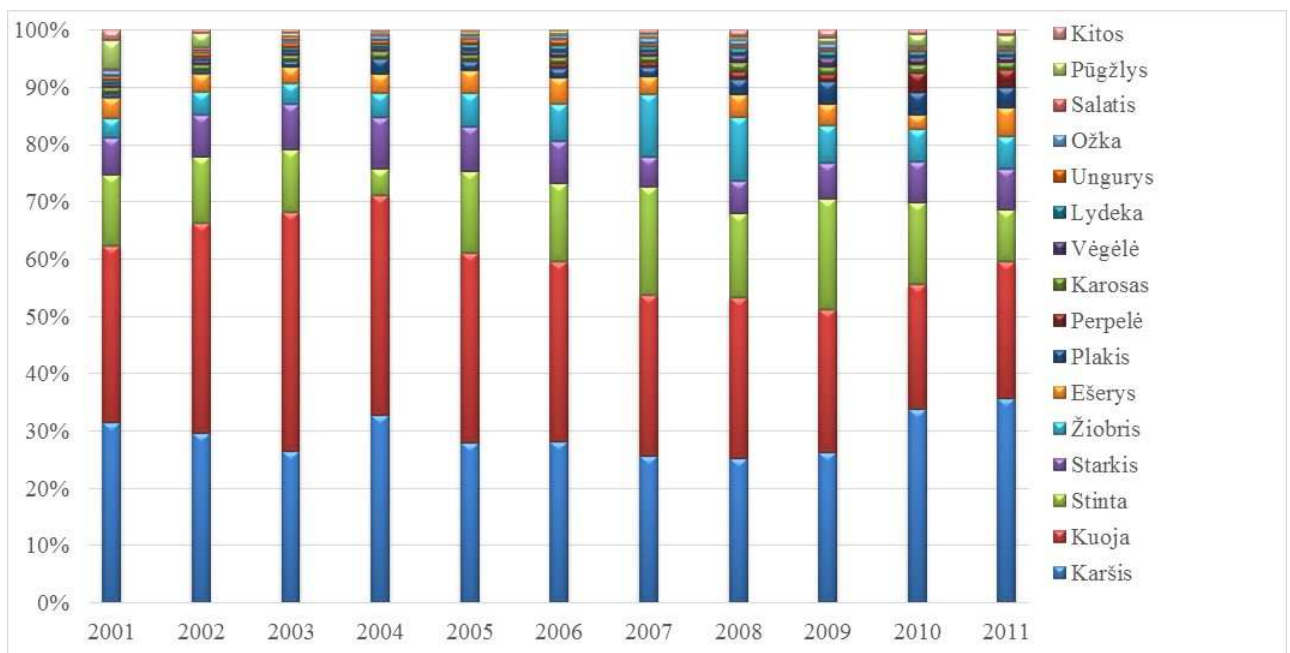
4.2.3.3. pav. Stabiliųjų ^{13}C ir ^{15}N izotopų vidutinių reikšmių pasiskirstymas moliuskai-grundalai-plėšrūnai mitybos grandies atstovuose Kuršių mariose ir jūros priekrantėje (kairėje); santykio pagrindinių praeivių žuvų rūšių migracijų sezoninis pasiskirstymas ir intensyvumas (% nuo bendro migruojančių per metus žuvų skaičiaus) Klaipėdos sąsiauryje (LEI, 2010). Indikatoriaus PCB giminingo junginio Nr. 118 koncentracijų biomagnifikacija (dešinėje). Skirtumai tarp marių ir jūros mitybos grandinių analogiškų komponentų statistiškai nereikšmingi ($p < 0,05$).

Jūrinio ir gėlo vandens apykaitos pokyčių dėl uosto gilinimo įtaka Kuršių marių žuvininkystei

Kuršių marios yra svarbiausias vidaus vandens telkinys žuvininkystės požiūriu. Čia, įskaitant ir stintų žvejybą Nemuno žemupyje, sugaunama absoliučiai didžioji dalis verslinių laimikių vidaus telkiniuose, kurie pastaruoju metu siekia apie 900-1100 t (4.2.3.4 pav.). 2009 metais lyginant su 2007-2008 metais stebimas žymus sugavimų sumažėjimas, bet tai susiję su dalies žvejybos įmonių pasitraukimu iš verslo.

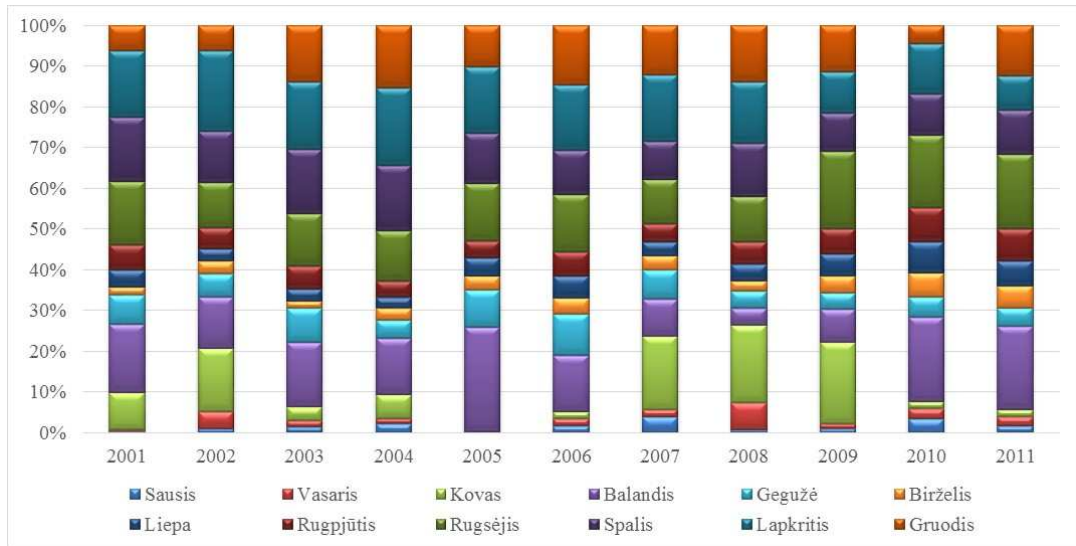


4.2.3.4. pav. 1998-2014 metų versliniai žuvų sugavimai (tonomis) Kuršių mariose (Šaltinis: Lietuvos statistikos departamentas)

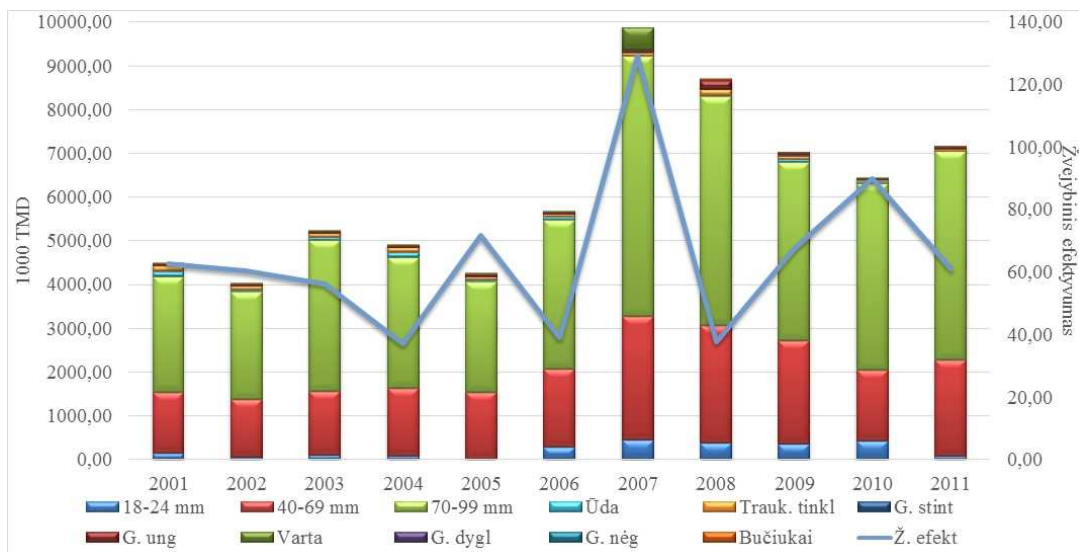


4.2.3.5. Pav. 2001-2011 metų sugavimų rūšinė struktūra.

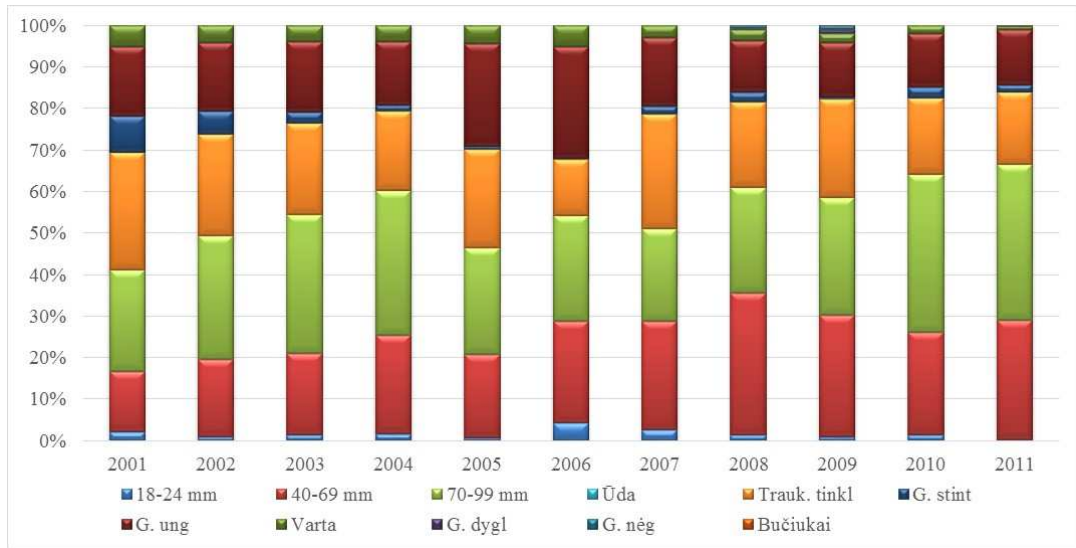
2001-2011 metų laikotarpiu pagrindinės žuvų rūšys yra karšis, kuoja, stinta, starkis ir žiobris ir jų ištekliai pagrįdžiai apsprendžia žvejybos rentabilumą. Nagrinėjant sugavimų dinamiką skirtingais mėnesiais yra pastebimi ryškūs skirtumai ir tam įtakos turi vasaros ir pavasario metu draudimas naudoti statomuosius tinklaičius, bei žiemos metu susidariusi ledo danga.



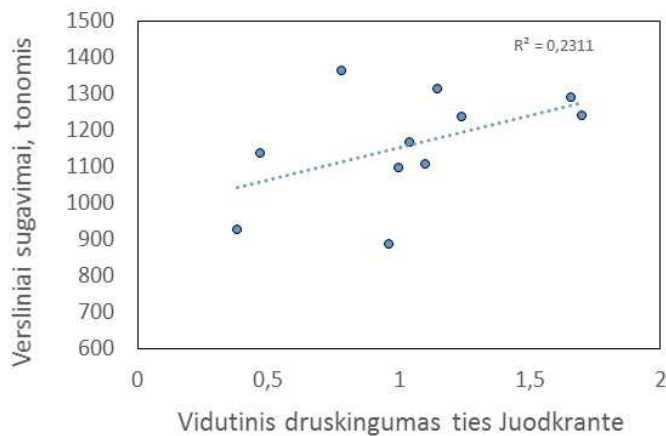
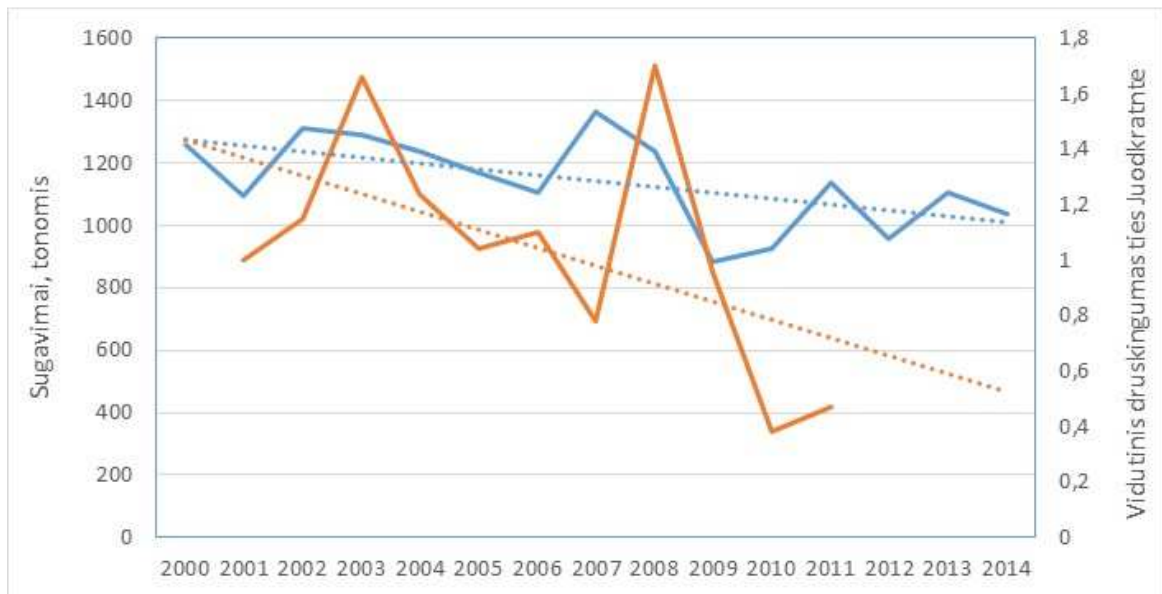
Pav. 4.2.3.6. 2001-2011 metų sugavimai pagal mėnesius.



Pav. 4.2.3.6. 2001-2011 metų žvejybinis intensyvumas ir efektyvumas Kuršių mariose.



Pav. 4.2.3.7. 2001-2011 metų sugavimai pagal žvejybos įrankį.



Pav. 4.2.3.8. Vidutinio metinio druskingumo ties Juodkrante ir verslinių sugavimų dinamika ir tarpusavio priklausomybė.

Analizuojant sugavimų ir vidutinio druskingumo dinamiką Juodkrantėje nenustatyta jokių aiškių tendencijų. Bendri marių sugavimai gali neatspindėti galimų mažesnio mastelio pasikeitimų nes išplitęs jūrinis vanduo lemia tik išteklių persiskirtymą ir dėl ko bendri pagavimai reikšmingai nepasikeičia.

Druskingas vanduo pats savaime yra net naudingas žuvims, nes nuo 20 iki 50 % žuvų gaunamos energijos sunaudojama osmoreguliacijai priklausomai nuo vandens druskingumo (Toepfer, Barton, 1992; Nordlie, 1978), tačiau naujesnių tyrimų duomenys rodo, jog osmoreguliacijai skiriama apie 10 % energijos resursų (Boeuf, Payan, 2001). Taigi, galima manyti, jog esant tam tikram druskingumui (izoosmotinei aplinkai) žuvų augimo tempai būtų didesni, nei gėlame vandenyje, nes dalis energijos, reikalingos osmoreguliacijai palaikyti, galimai būtų panaudota augimui (Foss *et al.*, 2001).

L. Ložio (2003) atlikto *in situ* tyrimo ir J. Dainio (2013) laboratoriniai eksperimentai patvirtina, kad starkiai ir ešeriai esant palankiai temperatūrai renkasi druskėtą vandenį ir dėl to migruoja vasaros metu į priekrantę.

4.2.3.4. Apibendrinimas

Remiantis teorinėmis prielaidomis nustatyta, kad tiesioginis uosto gilavimo poveikis pasireiškiantis per triukšmą ir vandens drumstumo suspenduotomis medžiagomis padidėjimą yra reikšmingas praeivėms žuvims, migruojančioms per Klaipėdos sąsiaurį gilavimo metu.

Padažnėjusių sūraus vandens įtekėjimo atvejų ir masto poveikis Kuršių marių žuvų bendrijai pasireišk per bendrijų struktūros pasikeitimus (jautresnių rūšių atsitraukimas ir jūrinių rūšių dažnesnis pasirodymas) ir erdvinį išteklių persiskirstymą.

Padažnėjusių sūraus vandens įtekėjimo atvejų ir masto poveikis Kuršių marių žuvininkystės sektoriui nėra vienareikšmiškai nustatomas ir ichtiologinių duomenų struktūra apsunkina šio klausimo kiekybinį įvertinimą.

Skirtingi Kuršių marių žvejybos barai pasižymi skirtingo stiprumo jūrinio vandens įtekėjimų poveikiu, tad skirsis ir verslo patrauklumas skirtingose marių dalyse.

2.4.3.5. Literatūra

Bagočius, D., 2013. Underwater noise level in Klaipėda Strait, Lithuania. *Baltica* 26: 45–50.

Bagočius D., 2014. Povandeninis triukšmas Lietuvos Baltijos jūroje bei Klaipėdos sąsiauryje. Konferencijos „Jūros mokslai ir technologijos - 2014“ Jaunųjų mokslininkų sesijos darbai, Klaipėda, 7-15 p. ISBN 978-9955-18-794-3

Bagočius, D., 2015. Piling underwater noise impact on migrating salmon fish during Lithuanian LNG terminal construction (Curonian Lagoon, Eastern Baltic Sea Coast). *Marine Pollution Bulletin* 92: 45–51.

Dainys., J, 2012. Druskėto vandens ir azoto junginių įtaka ešerių (*Perca fluviatilis* L.) augimui ir elgsenai. Magistro baigiamasis darbas, Vilniaus universitetas, Vilnius, 53 p.

Kontautas, A., 2001. Grunto kasimo uostų akvatorijoje bei iškastų gruntų tvarkymo taisyklių dėl vertingų praeivių žuvų migracijų galima korekcija. Mokslo tiriamojo darbo ataskaita, Klaipėdos universitetas, 33p.

Kwon T-D., Fisher S. W., Kim G. W., Hwang H., Kim J-E., 2006. Trophic transfer and biotransformation of polychlorinated biphenyls in zebra mussel, round goby, and smallmouth bass in Lake Erie, USA. *Environmental Toxicology and Chemistry* 25: 1068–1078.

LEI, 2006. Klaipėdos valstybinio jūrų uosto krantinių Nr.80 ir 81 rekonstravimas su krantinių Nr.80A ir 81A pratęsimu. Planuojamos ūkinės veiklos poveikio aplinkai vertinimo ataskaita, S/33-751.5.6-T-V:02. Lietuvos energetikos institutas, 67p.

LEI, 2010. Klaipėdos valstybinio jūrų uosto laivybos kanalo gilinimo ir platinimo poveikio aplinkai vertinimas. Poveikio aplinkai vertinimo ataskaita, S/33-1140.10.11 G-V:04. Lietuvos energetikos institutas, 126 p.

Ložys, L., 2003. Seasonal Migrations of Pikeperch (*Sander Lucioperca* L.) from the Curonian Lagoon to the Baltic Sea and Advantages of the Phenomenon. *Acta Zoologica Lituania* 13: 188-194.

Popper, A. N. and Hastings, M. C., 2009. The effects of anthropogenic sources of sound on fishes. *Journal of Fish Biology* 75: 455–489.

Rakauskas, V., Pūtys, Ž., Dainys, J., Lesutienė, J., Ložys, L., Arbačiauskas, K., 2013. Increasing Population of the Invader Round Goby, *Neogobius Melanostomus* (Actinopterygii: Perciformes: Gobiidae), and its Trophic Role in the Curonian Lagoon, Se Baltic Sea. *Acta Ichthyologica Et Piscatoria* 43(2): 95–108.

Repečka R. Changes in biological indices and abundance of salmon, sea trout, smelt, vimba and twaite shad in the coastal zone of the Baltic Sea and Curonian Lagoon at the beginning of spawning migration. *Acta zoologica Lithuanica*. 2003. Vol. 13 (2). P.195-216.

Webb, J.F., Fay, R., Popper, A., 2008. *Fish Bioacoustics*. Springer, 318pp.

Wysocky, E., Dittami, J., Ladich, F., 2008. Ship noise and cortisol secretion in European freshwater fishes. *Biol. Conserv.* 128, 501–508.

PRIEDAI

