

KLAIPĖDOS UNIVERSITETAS

Jūros technologijų ir gamtos mokslų fakultetas

Jūrų inžinerijos katedra

ALINA JUCIŪTĖ

**LIETUVOS VIDAUS VANDENS KELIŲ BATIMETRINIŲ MATAVIMŲ
PRIEMONIŲ TYRIMAS**

Laivybos ir uosto inžinerijos (621H53001) studijų programos

Laivyno techninės eksploatacijos valdymo specializacija

Magistro baigiamasis darbas

Darbo vadovas: dr.doc. Mindaugas Česnauskis

KLAIPĖDA, 2020

SANTRAUKA

Juciūtė A. Lietuvos vidaus vandens kelių batimetrinių matavimų priemonių tyrimas. Laivybos ir uosto inžinerijos studijų programos, Laivyno techninės eksploatacijos valdymo specializacijos magistro baigiamasis darbas. Darbo vadovas dr.doc. Mindaugas Česnauskis, Klaipėdos universitetas, Jūros technologijų ir gamtos mokslų fakultetas, Jūros inžinerijos katedra: Klaipėda, 2020 m. – 79 psl.

Magistro baigiamajame darbe tiriamos batimetrinių matavimų technologijos ir sistemos. Batimetrinių matavimų technologijos tiriamos taikant daugiakriterinį vertinimo modelį.

Baigiamasis darbas susideda iš teorinės ir empirinės dalies. Teorinėje dalyje apžvelgiami esami vandens keliai, jų tinkamumas laivybai, analizuojamos sistemos užtikrinančios saugią vidaus vandenų laivybą. Empirinėje dalyje, taikant daugiakriterinės analizės metodą sukuriama vertinimo metodika skirta batimetrinių priemonių vertinimui. Šiame darbe ši metodika naudojama tinkamai įvertinti gylių matavimo priemonių tinkamumą skirtingoms laivybos zonoms.

Raktiniai žodžiai – batimetriniai matavimai, vidaus vandenų keliai, daugiaspindulinis echolotas, vienspindulinis echolotas, priemonių efektyvumas.

SUMMARY

Juciūtė A. Investigation of bathymetric measuring instruments of Lithuanian inland waterways. Maritime and port engineering study program, Master's thesis of the Fleet Technical Operation Management specialization. Supervisor dr.doc. Mindaugas Česnauskis, Klaipėda University, Faculty of Marine Technologies and Natural Sciences, Department of Marine Engineering: Klaipėda, 2020 - 79 p.

The master 's thesis investigates bathymetric measurement technologies and systems. Bathymetric measurement technologies are investigated using a multi-criteria evaluation model.

The final work consists of a theoretical and an empirical part. The theoretical part reviews the existing waterways, their suitability for navigation, analyzes the systems ensuring safe inland navigation. In the empirical part, using the method of multicriteria analysis, an evaluation methodology is developed for the evaluation of bathymetric measures. In this work, this methodology is used to properly assess the suitability of depth gauges for different shipping zones.

Keywords - bathymetric measurements, inland waterways, multi-beam echo sounder, single-beam echo sounder, efficiency of measures.

MAGISTRO BAIGIAMOJO DARBO UŽDUOTIS

Laivybos ir uosto inžinerijos magistrantūros studijų programos baigiamasis darbas

Magistro tezės: **Gylių matavimų technologijų panaudojimo efektyvumo įvertinimas naudojant daugiakriterinį vertinimo metodą.**

Evaluation of the efficiency of the use of depth measurement technologies using a multicriteria assessment method.

Magistrantė: **Alina Juciūtė**

Darbo sudėtis

1. Titulinis lapas (viršelis)
2. Santrauka
3. Užduotis
4. Lentelių sąrašas
5. Paveikslėlių sąrašas
6. Turinys
7. Įvadas (problemos analizė)
8. Darbo tikslas ir uždaviniai.
9. Literatūros šaltinių analizė.
10. Daugiakriterinio vertinimo metodo pritaikymas gylių matavimo technologijoms įvertinti.
11. Daugiakriterinio metodo taikymas.
 - 11.1. Kriterijų identifikavimas, verčių parinkimas.
 - 11.2. Atliktų skaičiavimų rezultatų analizė ir palyginimas.
12. Išvados
13. Literatūros sąrašas
14. Priedai

Užduotis išduota: 2019.11.15

Darbo vadovas: doc. dr. Mindaugas Česnauskis

SANTRUMPŲ SĄRAŠAS

- LR – Lietuvos Respublika;
- VVKD – VĮ „Vidaus vandenių kelių direkcija“;
- LTSA – Lietuvos transporto saugos administracija;
- KVJU – Klaipėdos valstybinis jūrų uostas;
- HE – Hidroelektrinė;
- LHMT – Lietuvos hidrometeorologijos tarnyba;
- VMS – vandens matavimo stotis;
- AAA – aplinkos apsaugos agentūra.

LENTELIŲ SĄRAŠAS

1. Lentelė. LR institucijų turimos gylių matavimo įrangos sąrašas	35
2. Lentelė. Hidrologinio laivo „Rusnė“ techniniai duomenys.....	38
3. Lentelė. Kriterijų vertinimo skalė.....	47
4. Lentelė. Daugiaspindulinio echoloto tinkamų dienų matavimams vertinimas*	49
5. Lentelė. Daugiaspindulinio echoloto tinkamos aplinkos vertinimas*	50
6. Lentelė. Daugiaspindulinio echoloto eksploatacinių išlaidų vertinimas*	50
7. Lentelė. Daugiaspindulinio echoloto paklaidos susidarymo vertinimas*	51
8. Lentelė. Daugiaspindulinio echoloto dengiamo ploto vertinimas	51
9. Lentelė. Daugiaspindulinio echoloto duomenų apdorojimo vertinimas.....	52
10. Lentelė. Daugiaspindulinio echoloto aptarnaujančio personalo vertinimas	52
11. Lentelė. Daugiaspindulinio echoloto papildomų investicijų išlaidų vertinimas.....	53
12. Lentelė. Vienspindulinio echoloto tinkamų dienų matavimams vertinimas*	53
13. Lentelė. Vienspindulinio echoloto tinkamos aplinkos vertinimas*	54
14. Lentelė. Vienspindulinio echoloto eksploatacinių išlaidų vertinimas*	54
15. Lentelė. Vienspindulinio echoloto paklaidos susidarymo vertinimas*	55
16. Lentelė. Vienspindulinio echoloto dengiamo ploto vertinimas*	55
17. Lentelė. Vienspindulinio echoloto duomenų apdorojimo vertinimas*	56
18. Lentelė. Vienspindulinio echoloto aptarnaujančio personalo vertinimas*	56
19. Lentelė. Vienspindulinio echoloto papildomų investicinių išlaidų vertinimas*	57
20. Lentelė. Lazerinio gylių matavimo prietaiso tinkamų dienų matavimams vertinimas*	57
21. Lentelė. Lazerinio gylių matavimo prietaiso tinkamos aplinkos vertinimas*	58
22. Lentelė. Lazerinio gylių matavimo prietaiso eksploatacinių išlaidų vertinimas*	58
23. Lentelė. Lazerinio gylių matavimo prietaiso paklaidos susidarymo vertinimas*	59
24. Lentelė. Lazerinio gylių matavimo prietaiso dengiamo ploto vertinimas*	59
25. Lentelė. Lazerinio gylių matavimo prietaiso duomenų apdorojimo vertinimas*	60
26. Lentelė. Lazerinio gylių matavimo prietaiso aptarnaujančio personalo vertinimas*	60
27. Lentelė. Lazerinio gylių matavimo prietaiso papildomų investicinių išlaidų vertinimas*	61
28. Lentelė. Daugiaspindulinio echoloto tarpinis skaičiavimas	62
29. Lentelė. Vienspindulinio echoloto tarpinis skaičiavimas	62
30. Lentelė. Lazerinio gylių matavimo prietaiso tarpinis skaičiavimas	63
31. Lentelė. Bendras suvestinis batimetrinių prietaisų rezultatas.....	64
32. Lentelė. Batimetrinių priemonių efektyvumo įvertinimas	65

PAVEIKSLĖLIŲ SĄRAŠAS

1. Pav. Eksploatuojami valstybinės reikšmės vidaus vandenu keliai	12
2. Pav. Lietuvos vidaus vandens kelių schema.....	12
3. Pav. LR teritorijoje esančio tarpautinės reikšmės E- 41 vandens kelias	13
4. Pav. Transporto priemonių pranašumas	14
5. Pav. Transporto priemonių palyginimas.....	15
6. Pav. Vandens gylių matavimo stočių gylių grafikas	16
7. Pav. Klaipėdos uosto kanalo parametrai.....	17
8. Pav. SQUAT efektas	19
9. Pav. Navigacinis matavimo prietaisas lotas	25
10. Pav. Echoloto veikimo principas	26
11. Pav. Echogramos, echoloto nuotraukos.....	27
12. Pav. Viespindulinis ir daugiaspindulinis echolotas	29
13. Pav. Šoninės apžvalgos sonaras	31
14. Pav. Akustinis Dolperio srovių matavimo įrenginys.....	31
15. Pav. Batimetrinis žemėlapis	33
16. Pav. Batimetrinis žemėlapis	33
17. Pav. Hidrografinis laivas "Rusnė"	37
18. Pav. Hidrografinis laivas "Varūna"	39
19. Pav. Hidrografinis laivas "Lotas"	39
20. Pav. Mokslinių tyrimų laivas "Mintis"	40
21. Pav. Laivas "Vėjūnas"	41
22. Pav. Smalininkų vandens matavimo stotis	41
23. Pav. Nidos vandens matavimo stotis. Nida	42
24. Pav. LR vidaus vandenu matavimo stotys.....	42

TURINYS

ĮVADAS	10
1.LIETUVOS VIDAUS VANDENŲ KELIŲ BŪKLĖ IR JŲ TINKAMUMAS LAVYBAI	12
1.1. Lietuvos vidaus vandenų kelių tinklai	12
1.2. Laivyba Lietuvos vidaus vandenyse	13
1.3. Vidaus vandenų kelių būklė.....	15
1.4. Batimetrinės ir hidrografinės informacijos reikšmė saugiai laivybai	17
1.5. Batimetrinės ir hidrografinės informacijos reikšmė reiso planavimui. SQUAT efektas	18
1.6. Skyriaus išvados	20
2.INFORMACINĖS SISTEMOS IR GYLIŲ MATAVIMO TECHNOLOGIJOS	21
2.1. Literatūros šaltinių analizė.....	21
2.2. Informacinės sistemos	23
2.3. Gylių matavimo technologijos.....	24
2.2.1. Lotas.....	24
2.2.2. Echolotas.....	25
2.2.2.1. Vienspindulinis echolotas.....	27
2.2.2.2. Daugiaspindulinis echolotas.....	28
2.2.3. Lazerinės gylių matavimo technologijos	29
2.2.4.Kitos gylių matavimo technologijos	30
2.2.4.1. Šoninės apžvalgos sonaras	30
2.2.4.2. Akustinis Dolperio srovių matavimo įrenginys.....	31
2.4. Skyriaus išvados	32
3.BATIMETRINĖS INFORMACIJOS TEIKIMAS NAUDOJOJAMS	32
3.1. Hidrografinė ir batimetrinė informacija ir jos naudotojai: sampratos	32
3.2. Lietuvos vidaus vandenų tinklo batimetrinės informacijos teikimas naudotojams	32
3.3. Jūros ir Klaipėdos valstybinio jūrų uosto batimetrinės informacijos tiekimas naudotojams.....	33
3.4. Skyriaus išvados	33

4.LIETUVOJE NAUDOJAMŲ BATIMETRINIŲ TECHNOLOGIJŲ APŽVALGA.....	35
4.1. Lietuvoje naudojamos batimetrinės matavimų technologijos	35
4.1.1. Laivas „Rusnė“	37
4.1.2. Laivas „Varūna“	38
4.1.3. Laivas „Lotas“	39
4.1.4. Laivas „Mintis“	40
4.1.5. Laivas „Vėjūnas“	40
4.1.6. VĮ „Vidaus vandenų kelių direkcijos“ naudojamos priemonės	41
4.1.7. Gylių kontrolė vidaus vandenyse	43
4.2. Batimetrinės informacijos tiekimo naudotojams gerinimo galimybės	43
4.3. Skyriaus išvados	44
5.BATIMETRINIŲ MATAVIMO PRIEMONIŲ EFEKTYVUMO VERTINIMO METODIKA IR BATIMETRINIŲ PRIEMONIŲ OPTIMALAUS PANAUDOJIMO PASIŪLYMAI.....	45
5.1. Daugiakriterinio modelio parinkimas	45
5.2. Potencialių variantų sudarymas	46
5.3. Bendrų veiksnių atrinkimas	47
5.4. Veiksnių įvertinimas	47
5.5. Veiksnių reikšmių apskaičiavimas	61
5.6. Gautų skaičiavimų apibendrinimas	64
5.7. Lietuvoje naudojamų batimetrinių priemonių optimalaus panaudojimo pasiūlymai.....	64
6.BENDROSIOS IŠVADOS IR REKOMENDACIJOS	67
LITERATŪROS ŠALTINIAI	69

ĮVADAS

Nuo seno žvejai ir pirkliai plaukdami į nepažįstamus vandenis, baimindamiesi užplaukti ant seklumos ar pramušti laivo korpusą, vienu ar kitu būdu tikrindavo vandens gylį, o aptikę povandeninę kliūtį ją užrašydavę. Šiai dienai vandens gylius galima išmatuoti visuose vandens telkiniuose: ežeruose, upėse, jūrose ar atvirame vandenyne. Gylių matavimui skirtų priemonių tipai įvairūs: nuo paprasčiausio svarelis pririšo prie virvės iki 3D vaizdą sukuriančių matavimo prietaisų. Pastarieji matavimo prietaisai skirti ne tik išmatuoti vandens gylį, tačiau ir geba perteikti vizualinį supratimą apie vandens telkinio dugno reljefą. Naujausios gylių matavimo technologijos leidžia greičiau ir efektyviau pamatuoti gylius, vienu matavimu apimti iki kelių šimtų kvadratinių metrų plotą, taip pat informacinių technologijų pagalba apdoroti didelį kiekį duomenų, sukurti trimačius vaizdus ir juos perteikti galutiniam vartotojui.

Rengiant mokslinį tiriamąjį darbą konsultuotasi su Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų instituto, vandens transporto technologijų laboratorijos, jaunesniojo mokslo darbuotoju Vasilij Djačkov dėl daugiakriterinės analizės vertinimo kriterijų nustatymo, jų analizavimo. Taip pat konsultuotasi su Lietuvos transporto saugos administracijos hidrografijos skyriaus darbuotoju Mindaugu Zakarausku dėl esamos situacijos, batimetrinių priemonių panaudojimo galimybių ir dėl daugiakriterinės analizės kriterijų tinkamo įvertinimo.

Tyrimo problema. Batimetrinių matavimų metu nustatomas vandens telkinio dugno reljefas (pvz., įdubos, kalnai, lygumos) ir ant jo paviršiaus esantys įvairūs objektai (pvz., nuskendę laivai, minos). Dėl nuolatinio reljefo polinkio kisti, siekiant sumažinti laivų avarių riziką (pvz., laivų užplaukimą ant seklumos ar susidūrimą su povandeniniais objektais) yra būtina periodiškai atlikti batimetrinius matavimus. Norint batimetrinius matavimus atlikti efektyviai, turi būti parenkama konkrečiai laivybos zonai tinkamiausia batimetrinių matavimų technologija.

Tyrimo objektas – Batimetrinių matavimų technologijos ir sistemos.

Darbo tikslas – Ištirti vandens gylių matavimo technologijas, įvertinti jų panaudojimo efektyvumą skirtingoms laivybos zonoms ir pateikti pasiūlymus dėl šių technologijų naudojimo vidaus vandenyse.

Darbo uždaviniai:

- Apžvelgti Lietuvos vidaus vandens kelių tinklą, įvertinti jų tinkamumą laivybai;
- Išanalizuoti sistemas, užtikrinančias, kad informacija apie pamatuotus gylius pasiektų laivus.
- Ištirti šiuolaikines gylių matavimo vidaus vandenyse ir jūrose naudojamas technologijas.
- Naudojant daugiakriterinį vertinimo metodą, sudaryti vertinimo metodiką skirta batimetrinių priemonių įvertinimui.

- Sukurta metodą pritaikyti realiems hidrografiniams matavimams vertinti.
- Pateikti siūlymus dėl gylių matavimo technologijų Lietuvos vidaus vandenyse panaudojimo.

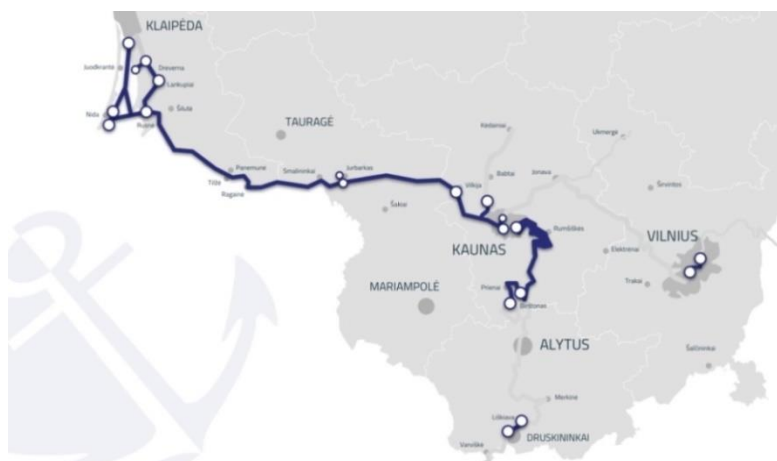
Temos aktualumas. Daugiakriterinė analizė nebuvo taikoma batimetrinių matavimų technologijoms parinkti matuojant vandens gylius. Šiame darbe, panaudojant daugiakriterinę analizę, įvertintas batimetrinių priemonių panaudojimo efektyvumas skirtingoms Lietuvos vidaus vandenų laivybos zonoms.

1. LIETUVOS VIDAUS VANDENŲ KELIŲ BŪKLĖ IR JŲ TINKAMUMAS LAVYBAI

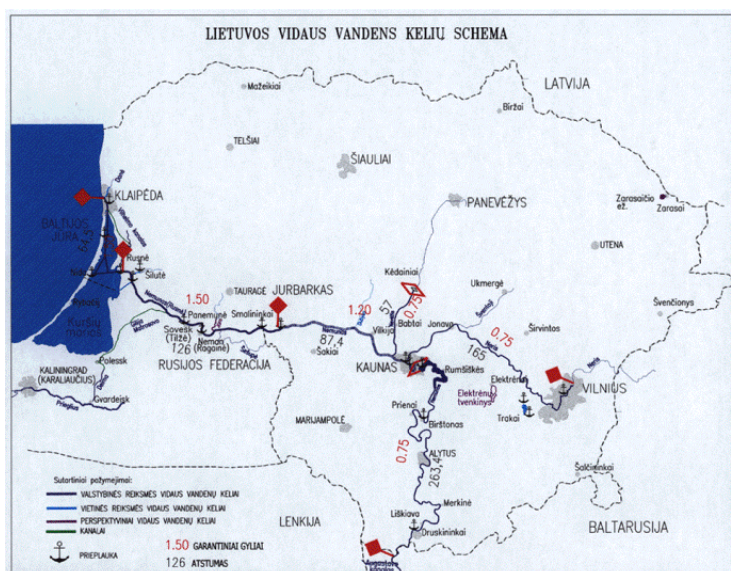
1.1. Lietuvos vidaus vandenų kelių tinklai

Vidaus vandenų keliais vadinami keliai, kuriuose farvateris paženklintas navigacijos ženklais arba (ir) pažymėtas locmano žemėlapyje. Vidaus vandenų kelio valdytojas vykdo farvaterio priežiūrą, organizuoja valymo ir gilinimo įrenginius bei atlieka atliktų darbų kontrolę.

Lietuvos vidaus vandenų kelių tinklą sudaro 911,1 km vidaus vandenų kelių, iš kurių 827,8 km yra valstybinės reikšmės, 48 km vietinės reikšmės ir 35 km perspektyvinių vidaus vandenų kelių¹ (žiūrėti į žemiau pateiktus žemėlapius 1 pav. ir 2 pav).



1. Pav. Eksploatuojami valstybinės reikšmės vidaus vandenų keliai
(Šaltinis: VĮ Vidaus vandenų kelių direkcija)



2. Pav. Lietuvos vidaus vandens kelių schema
(Šaltinis: Forumas miestai.net)

¹ Nacionalinės upių transporto plėtros asociacijos straipsnis „Lietuvos upių vystymasis“ [interaktyvus]. [Žiūrėta 2020 m. Sausio 20 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.rivertransport.lt/lietuvos-upiu-transporto-politika/>>.

Remiantis VĮ „Vidaus vandens kelių direkcija“ duomenis, 2019 m buvo eksploatuojami 435 km (52,54 %) valstybinės reikšmės vidaus vandenių kelių, o 2020 m planuojama įtraukti 1,6 km ilgio ruožą nuo pagrindinio laivakelio iki Ventės rago Kuršių mariose, taip pat 11,5 km (nuo 15,5 iki 27 km) ilgio atkarpą Nevėžio upėje². Priede Nr. 1 pateiktas Lietuvos Respublikos valstybinės reikšmės vidaus vandenių kelių sąrašas, priede Nr. 2 pateiktas 2019 m. eksploatuojamų valstybinės reikšmės vidaus vandenių kelių sąrašas, o priede Nr. 3 pateiktas 2020 m. eksploatuojamų valstybinės reikšmės vidaus vandenių kelių sąrašas.

Lietuvoje yra ir tarptautinės reikšmės vidaus vandenių kelias E-41 Kaunas–Jurbarkas–Klaipėda. Kuršių mariomis eina vidaus vandenių kelio E-70 Roterdamas – Klaipėda dalis bei pakrantės kelio E-60 nuo Gibraltaro iki Sankt Peterburgo dalis³, žiūrėti į žemiau pateiktą 3 pav.



3. Pav. LR teritorijoje esančio tarptautinės reikšmės E- 41 vandens kelias
(Šaltinis: Nacionalinės susisiekimo plėtros 2014-2022 metų programos 2 priedas)

1.2.Laivyba Lietuvos vidaus vandenyse

Lietuvos vidaus vandenyse dominuoja dviejų rūšių laivyba: pramoninė ir komercinė. Remiantis Lietuvos statistikos departamento pateiktais duomenimis 2018 m ir 2019 m daugiausiai Lietuvoje vidaus vandenių transportu pervežama antrąjį (~358,7 tūks. t.) ir trečiąjį metų ketvirtį

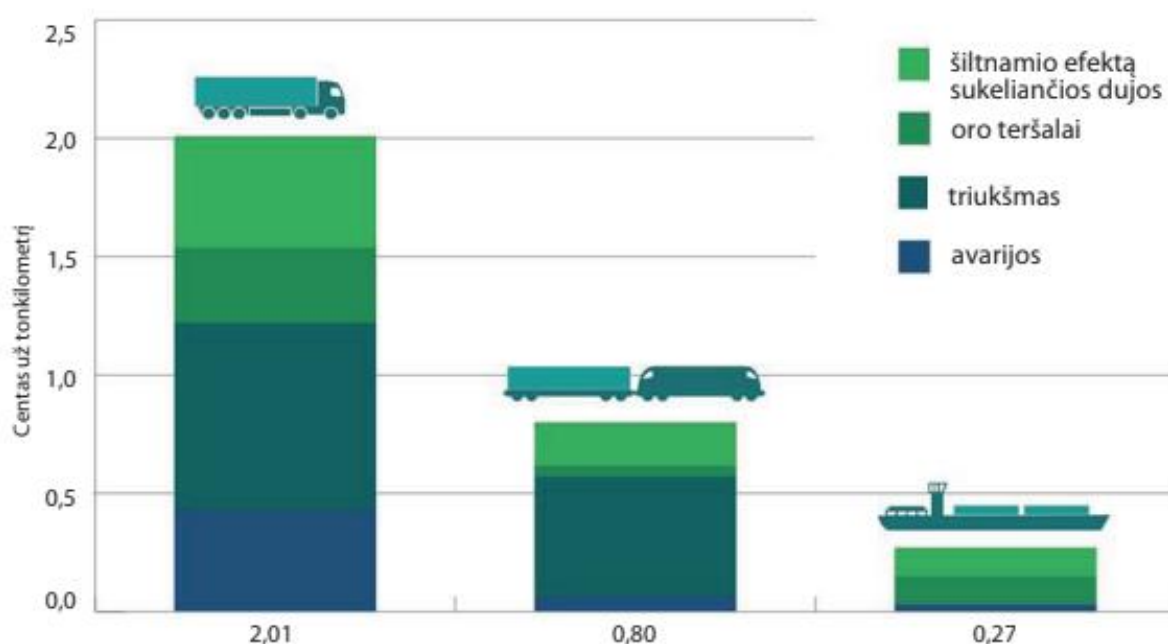
² Oficiali VĮ „Vidaus vandenių kelių direkcijos“ internetinė svetainė

³ Lietuvos Respublikos susisiekimo ministerija, nacionalinės susisiekimo plėtros 2014-2022 metų programos 2 priedas: Susisiekimo sistemos esamos situacijos analizė [Interaktyvus]. Žiūrėta 2020 m kovo mėn 5 d. <Prieiga per internetą: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAK/b7e6aeb05ea911e4b240c0fa7489cd0e?jfwid=-wd7z85jd2>>.

(~536,3 tūks. t.), tuo tarpu keleivių pervežimas trečiąjį ketvirtį išauga beveik du kartus lyginant su antruoju ketvirčiu. Išsamesni duomenys pateikti priedo Nr. 4 1 ir 2 lentelėse.

Šiai dienai eksploatuojama šiek tiek daugiau nei pusė visų vidaus vandenų kelių. Viena iš priežasčių - nepakankamas finansavimas skiriamas vidaus vandens kelių priežiūrai dėl ko esama daug probleminių vietų (pvz., netinkamas ar per mažas posūkio spindulys, vingiuotos upės vagos, nepakankamas gylis, ties žiotimis smėlio sąnašos) taip pat per maži laivybos srantai ir per trumpas navigacinis laikotarpis, o atnaujinus ir išnaudojus vandens kelius, ypatingai keleivių ir krovinių vežimą (kanalais, upėmis, ežerais) būtų sumažinta aplinkos oro tarša, sumažėtų transporto priemonių srautas greitkeliuose dėl laivų didelės keliamosios galios, kur vieno reiso metu būtų galima perplukdyti didelį kiekį krovinių (prekių) nei bet kuria kita sausumos transporto priemone taip pat tai būtų iki kelių kartų pigesnis krovinių perplukdymas lyginant su sausumos transportu.

Žemiau pateikiama transporto priemonių (sunkvežimio, traukinio ir laivo – baržos) palyginimo diagramą iš Europos audito rūmų specialiosios ataskaitos „Vežimas Europos vidaus vandenų keliais“⁴, žiūrėti į paveikslėlį Nr. 4.



4. Pav. Transporto priemonių pranašumas

(Šaltinis: Europos audito rūmų specialioji ataskaita „Vežimas Europos vidaus vandenų keliais“)

Pagal pateiktą diagramą galima matyti, kad krovinių plukdymas vandens transportu mažiausiai išskiria šiltnamio efektą sukeliančias dujas, visiškai nekelia triukšmo ir mažiausiai

⁴ Europos audito rūmų specialioji ataskaita, Vežimas Europos vidaus vandenų keliais: nuo 2001 m nebuvo reikšmingų su šia transporto dalimi ir tinkamumo laivybai sąlygomis susijusių patobulinimų“, 2015 m, Europos Sąjunga. [interaktyvus]. [Žiūrėta 2020 m. sausio 20 d.]. Prieiga per internetą: <https://www.eca.europa.eu/Lists/ECADocuments/SR15_01/SR15_01_LT.pdf>.

tikėtinos avarijos, tačiau orą teršiančių teršalų mažiausia išskiria traukiniai. Žemiau pateiktoje diagramoje (paveikslėlis Nr. 5), iš tos pačios Europos auditų rūmų specialiosios ataskaitos, galima pamatyti kiek ir kokių transporto priemonių reikia norint pergabenti tos pačios masės krovinį, šiuo atveju tai 7 tūkst. tonų sveriantis krovinsys.



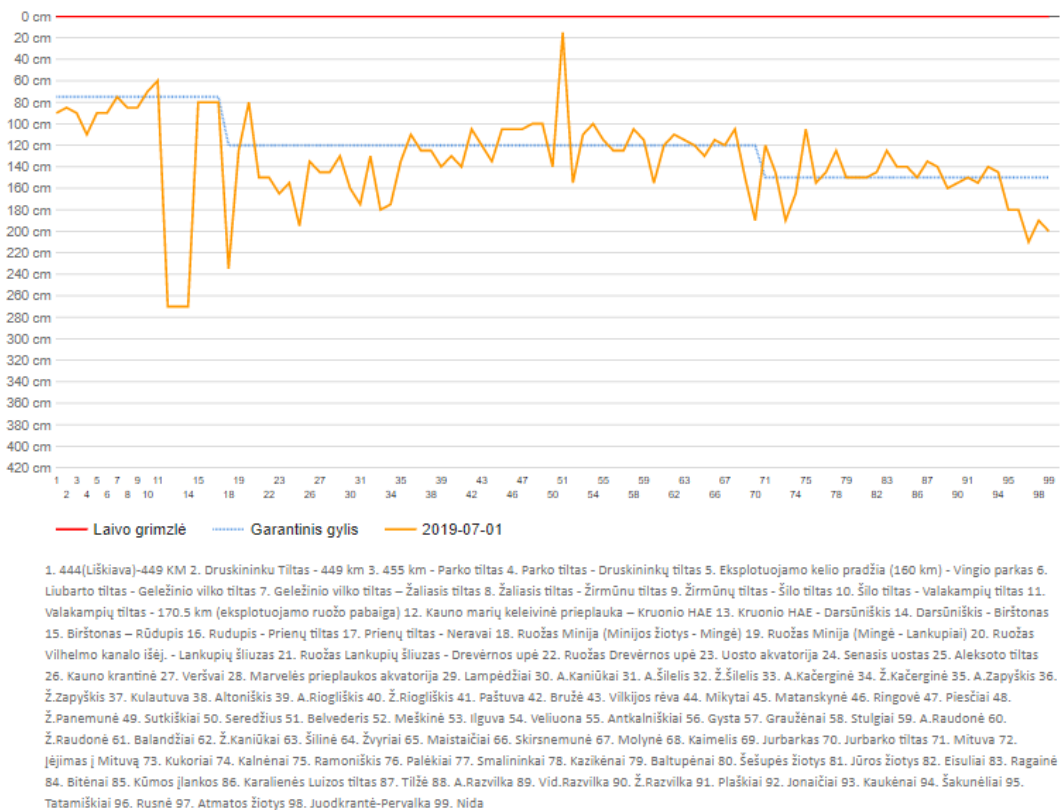
5. Pav. Transporto priemonių palyginimas

(Šaltinis: Europos audito rūmų specialioji ataskaita „Vežimas Europos vidaus vandenu keliais“)

1.3. Vidaus vandenu keliu būklė

Tinkama vidaus vandenu būklė leidžia užtikrinti saugią vidaus vandenu laivybą ir saugią navigacinę laivybą. Visiems eksploatuojamiems vidaus vandenu keliams turi būti išlaikomi LR susisiekimo ministerijos nustatyti garantiniai vidaus vandenu kelio matmenys, kurie pateikti priede Nr. 2. Atsižvelgus į Lietuvos hidrometeorologijos tarnybos užfiksuotus vandens gylius ties vandens matavimo stotimis ir į VĮ „Vidus vandenu keliu direkciju“ sudarytus projektinių vandens lygiu – gyliu profilius galima matyti, kad užfiksuotas vandens gylis vietomis nesiekia numatyto garantinio vandens gyliau, kaip kad pvz., 2019 m liepos 1 d., atkarpa – Kaunas – Miniju žiotys – Lankupiai - Dreverna (paveikslėlis Nr. 6).

GYLIŲ GRAFIKAS



6. Pav. Vandens gylių matavimo stočių gylių grafikas (Šaltinis: VĮ „Vidaus vandens kelių direkcija“)

Garantiniai vidaus vandens kelių matmenys esantys priede Nr. 3 privalo būti išlaikomi ir užtikrinami visą laivybos navigacijos laikotarpį bei atliekant laivakelio valymo, esamų vagos reguliavimo statinių ar įrenginių remonto, laivakelio ženklinimo, stebėjimo. Eksploatuojami tarptautinės reikšmės vidaus vandens keliai ir uostai turi atitikti Europos susitarime dėl svarbiausių tarptautinės reikšmės vidaus vandens kelių (AGN) nustatytus techninius ir eksploatacinius matmenis⁵.

Lietuvoje tarptautinės reikšmės vidaus vandens kelyje Nr. E-41 (Kuršių mariomis ir Nemuno upe, nuo Klaipėdos iki Kauno), kurio ruožo ilgis – 291,2 km, gali plaukioti laivai neviršijantys nustatytų maksimalių parametrų: Klaipėda – Jurbarkas laivo ilgis – 100 m, plotis – 10 m, kylio gylis – 1,50 m (laivo grimzlė ne daugiau 1,30 m), o Jurbarkas – Kaunas laivo ilgis – 100 m, plotis – 10 m, kylio gylis – 1,20 m (laivo grimzlė ne daugiau 1,00 m)⁶.

Lietuvos vidaus vandens kelias Nr. E41 galėtų būti integruotas į Europos vidaus

⁵ Lietuvos Respublikos susisiekimo ministro 2009 m. Lapkričio mėn. 25 d. įsakymas Nr. 3-600 „Dėl Vidaus vandens kelių eksploatacinių taisyklių patvirtinimo“ (Valstybės žinios, 2009-11-28, Nr. 141-6251, galiojanti suvestinė redakcija: 2019-08-06).

⁶ VĮ „Vidaus vandens kelių direkcija“ straipsnis „Vidaus vandens keliai“ [interaktyvus]. [Žiūrėta 2020 m. Vasario mėn 2 d.]. Prieiga per internetą < <http://vvkd.lt/vidaus-vandenu-keliai/> >.

vandenų kelių tinklą, tačiau tam reikia, kad šiame kelyje nevaržomai galėtų plaukioti laivai su ne mažesne nei 1,8 m grimzle⁷.

VĮ „Klaipėdos valstybinio jūrų uosto direkcija“ prižiūri uosto akvatoriją ir jos prieigas Baltijos jūroje, organizuoja gilavimo ir valymo darbus. Pirmieji gilavimo darbai uosto akvatorijoje prasidėjo dar XIX a., kuomet natūralus gylis buvo 4 - 8 m. Šiandien akvatorijos gylis kinta nuo 5 m iki 14,5 m, ties įplauką į kanalą – 15 m, tačiau yra planų uosto akvatoriją gilinti iki 17 m – 17,5 m⁸.



7. Pav. Klaipėdos uosto kanalo parametrai

(Šaltinis: Klaipėdos valstybinio jūrų uosto žemės, vidinės akvatorijos, išorinio reido ir susijusios infrastruktūros) bendrasis planas)

1.4. Batimetrinės ir hidrografinės informacijos reikšmė saugiai laivybai

Informacija apie pamatuotus gylius, povandenines kliūtis (nuskendusius laivus, vamzdynus) yra ypatingai svarbi laivams, kurie pirmą kartą plaukioja jiems nepažįstamuose vandenyse ar akvatorijose, kuriuose yra didesnė nei įprasta rizika patirti laivo avariją.

Informacija apie nepakankamus gylius ir kliūtis, laivo kapitoną ir įgulos narius pasiekia per locmano žemėlapius, navigacinę sistemą ar reguliariai leidžiamus leidinius skirtus jūrininkams plaukiojantiems šalių prižiūrimose teritoriniuose vandenyse pvz., Lietuvos transporto saugos administracijos, jūrų departamento hidrografijos skyriaus leidžiamus pranešimus jūrininkams, elektroninių jūrlapių parodymo ir informacijos sistemą (ECDIS).

⁷ Jungtinių Tautų Ekonominės komisijos Vandenių kelių tinklo pagrindinių standartų ir parametrų aprašas TRANS/SC.3/144 „Inventory of main standards and parameters of the E waterway network „Blue Book“, United Nations, New York and Geneva, 2012 m. [interaktyvus]. [Žiūrėta 2020 m. Vasario mėn. 2 d.]. Prieiga per internetą <<https://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/doc/2012/sc3wp3/ECE-TRANS-SC3-2012-inf07e.pdf>>. 33 psl.

⁸ Klaipėdos valstybinio jūrų uosto žemės, vidinės akvatorijos, išorinio reido ir susijusios infrastruktūros) bendrasis planas.

Keli laivų patyrusių avarijas pavydžiai:

- 2017 m gegužės 3 d. žemsiurbė „Kisel“ (statybos metai 1965 m) Lietuvos vidaus vandenu akvatorijoje, ties krantine Nr. 145 dėl neatliktos dugno gilinimo analizės, laivas užplaukė ant povandeninės kliūties ir pažeidė laivo korpusą, dėl šios priežasties laivas pradėjo skęsti;
- 2017 m gegužės 25 d. pramoginis laivas, reg. Nr. LT-13391 Neries upėje dėl vidaus vandenu kelio ženklavimo nebuvimo, per didelio laivavedžio pasitikėjimo savimi, esamos padėties neįvertinimo, apsisukdamas laivas užplaukė ant seklumos.
- Kiti laivų užplaukimai ant seklumos ne Lietuvos Respublikos vidaus vandenu teritorijoje:
 - ✓ Laivas – Venta, 2010 m; Priežastis – netinkamas, nesužiūrėtas uosto įgilinimas; pasekmė – užplaukimas ant seklumos;
 - ✓ Laivas – Plutonas 2014 m; Priežastis – nelegali navigacinė programa, popierinių jūrlapių neturėjimas, nesukomplektuota laivo įgula; pasekmė - užplaukimas ant seklumos.

Prastos oro sąlygos, vietomis ribotas matomumas, per mažas ar per didelis vandens lygis, laivybą ribojantys kanalų pločiai ir gyliai, gylių nepakankamas užtikrinimas, jų nepalaikymas ir nepriežiūra, įvairios povandeninės kliūtys, nepakankamai išplėtota vidaus vandenu infrastruktūra: trūksta krantinių, prieplaukų, trumpalaikio švartavimosi vietų, kuro užpylimo stotelių, netinkamai įrengtos ir neprižiūrimos šliužų sistemos, per mažas aukštis nuo vandens iki tiltų apačios, signalinių kranto ženklų trūkumas, nepatogus ir sunkus manevravimas, sraunios upės vagos, seni ir techninių reikalavimų neatitinkantys laivai – šie veiksniai įrodo, kad nėra užtikrinta saugi laivybą vidaus vandenyse.

1.5. Batimetrinės ir hidrografinės informacijos reikšmė reiso planavimui. SQUAT efektas

SQUAT efektas tai hidrodinaminis reiškinys, kuomet esant dideliame laivo greičiui ir mažiems gyliams po laivu yra sukuriama mažesnio slėgio sritis. Dėl mažesnio slėgio vandens transporto priemone maksimaliai „prisiurbia“ prie vandens telkinio dugno. Vandens telkinio gylis, laivo ėjimo per vandenį greitis, laivo supimasis tai pagrindiniai veiksniai įtakojantys SQUAT efekto susidarymą⁹.

SQUAT efektas gali būti apskaičiuojamas atviruose vandens telkiniuose (pvz., sekliuose upėse) ir uždaruose vandens telkiniuose (pvz., ežere) naudojant žemiau pateiktas formules::

- Atviruose vandens telkiniuose:

⁹ Capt. P. Zahalka straipsnis „Squat“, Bremen, 2005 m

$$Squat (\sigma) = C_B \cdot \frac{V^2}{100} \quad [1]$$

➤ Uždaruose vandens telkiniuose:

$$Squat (\sigma) = 2C_B \cdot \frac{V^2}{100} \quad [2]$$

Čia:

V – laivo greitis vandenyje, kn.

C_B – laivo pilnumo koeficientas, kuris apskaičiuojamas sekančiais:

$$C_b = \frac{\nabla}{L \cdot B \cdot d}; \quad [3]$$

Čia:

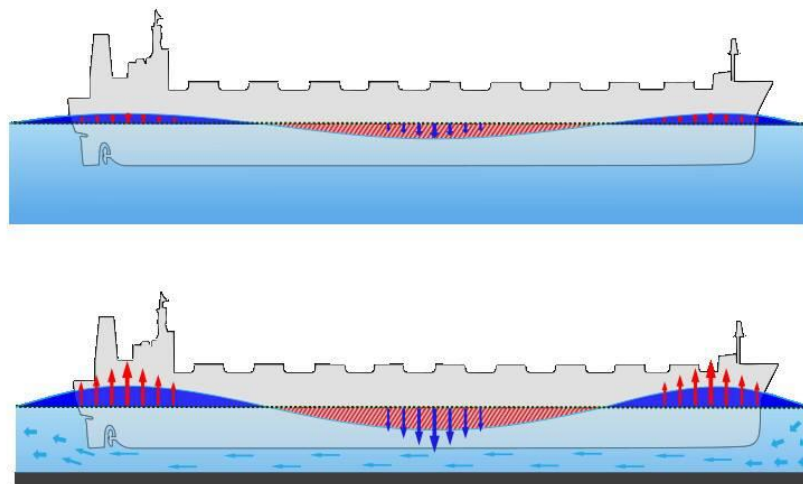
V – laivo masinė vandentalpa, m³.

L – laivo ilgis, m;

B – laivo plotis, m

d – grimzlė, m

Sumažinus laivo greitį per pusę „prisiurbimas“ prie dugno sumažėja ketvirtadaliu, todėl apskaičiuavus SQUAT efekto prognozes galima efektyviau įvertinti ir suplanuoti laivo maršrutus, taip siekiant sutaupyti kuro ir sumažinti išmetamųjų emisijų kiekį.



8. Pav. SQUAT efektas

(Šaltinis: socialiniai tinklai)

1.6. Skyriaus išvados

1. Lietuvos Respublikos vidaus vandenyse, ne tik navigacinio laikotarpio metu, naudojami pramoginei ir komercinei laivybai skirti laivai;
2. Atlikus laivų patyrusių avarijas vidaus vandenyse nustatyta, kad dėl nepažymėtų povandeninių kliūčių ar nežinant tikslų gylių egzistuoja laivų užplaukimo ant seklumos rizika
3. Siekiant, kad laivyba vyktų kuo sklandžiau, be incidentų, yra labai svarbi nuolatinė vandens telkinių priežiūra bei nuolatinis duomenų apie gylius atnaujinimas ir siekimas, kad informacija apie gylius vartotoją pasiektų kuo greičiau.

2. INFORMACINĖS SISTEMOS IR GYLIŲ MATAVIMO TECHNOLOGIJOS

2.1. Literatūros šaltinių analizė

Žemės sandara, tektoninių plokščių judėjimas, povandeniniu srovių susidarymas tai kelios iš šimtų temų, kurias nuolat nagrinėja mokslininkai keldami įvairias hipotezes ir siekdami išsiaiškinti kaip veikia mūsų planeta. Hidrologija ir jos atmainos nėra išimtis. Šioje srityje taip pat atliekama nemažai įvairiausių stebėjimų, tyrimų ir bandymų.

Pirmieji stebėjimai ir matavimai susiję su hidrologija buvo atliekami dar Senovės Egipte, Mesopotamijoje ir Kinijoje, kai dėl sausrų ar potvynių vandens lygtis kisdavo. Daug vėliau apie XIX a. vandens lygiui matuoti buvo įrengtos dabartinio prototipo vandens matavimo stotys. Lietuvoje pirmieji hidrologiniai matavimai pradėti vykdyti 1811 m įrengus pirmąją vandens matavimo stotį Nemuno žemupyje.

B. Gailiušis, M. Kovalenkoviėnė, J. Kriauėiūnienė (2006) Straipsnyje apžvelgia svarbiausias Lietuvos vandens telkinių tyrimų kryptis. Šiuolaikinės inžinerinės hidrologijos tyrimai skirti stambių energetikos ir transporto objektų poveikiui aplinkai nustatyti bei gamtosaugos priemonėms pagrįsti. Straipsnyje aptariami tyrimo metodai, tiriami šie uždaviniai: upių nuotėkio kaita klimato atšilimo fone, rizikos vertinimas eksploatuojant hidrotechninius statinius ir jūrų uosto sąveika su aplinka.

Jakimavičius D. (2007). Straipsnyje analizuojami stacionarių matavimų stoėių rezultatai Lietuvos upėse, kurie rinkti 1810–2005 m. Visa informacija apie hidrologinius matavimus buvo gauta iš hidrologinio metrašėiokuris saugomas Lietuvos hidrometeorologijos tarnybos archyve. Tikslas - išanalizuoti visą turimą informaciją apie upių hidrologinius matavimus Lietuvos teritorijoje ir jų istorinę raidą bei nustatyti Lietuvos orientyrus hidrologinių stebėjimų tinklo plėtra. Straipsnyje taip pat pateikiama trumpa apžvalga hidrologinių tyrimų ir matavimų, atliktų Lietuvos upėse. Matavimų metodai, hidrologinių matavimo stoėių (HMS) matavimo programos, veikimo trukmė HMS ir skirtingų hidrologinių charakteristikų (vandens lygis, vandens temperatūra, ledas) matavimo laikas dangos storis, nuotėkis, debitas, vandens cheminė sudėtis, vandens drumstumas ir ledo reiškiniai) yra aptariami. Laikydamasis Tarptautinės meteorologinės organizacijos reikalavimų, įvertinama dabartinė hidrologinio tinklo būklė ir galimos hidrologinės gairės pateikiami tinklo plėtojimai. Šis straipsnis gali prisidėti prie tolesnių tyrimų stacionarių hidrologiniai matavimai Lietuvoje.

M. Cavalli, P. Tarolli, L. Marchi, G. D. Fontana (2008). Straipsnyje apžvelgia iš oro sklindanėių Lidar duomenų galimybė atpažinti kanalo sluoksnio morfologiją. Šio tyrimo tikslas - iš paskutinių impulsų Lidar duomenų, gautų filtruojant augmenijos taškus, išvesti 0,5 m ir 1 m skiriamosios gebos skaitmeniniai reljefo modeliai (DTM). Analizė buvo atlikta tiek 1-D skalėje, t.

y. Išilgai kanalo profilio, tiek 2-D skalėje, atsižvelgiant į visą kanalo sluoksnio plotį. Taikant 1-D metodą buvo analizuojami pakilimo taškai, statmenai regresijos linijai, nubrėžtai išilgai kanalo profilio, ir standartinis vietinio nuolydžio nuokrypis. 2-D analizė buvo pagrįsta dviem šiurkštumo indeksais, susidedančiais iš kanalinio sluoksnio aukščio ir nuolydžio vietinio kintamumo. Tyrimas buvo atliktas upės baseine, esančiame Rytų Italijos Alpėse. Rezultatai rodo, kad Lidar duomenys yra tinkami atpažinti upių morfologiją, suteikiant galimybę atskirti rifelio baseino ir pakopos baseino pasiekimus.

Y. T. Lin, C. C. Schuettpelz, C. H. Wu, D. Fratta (2008). Straipsnyje nagrinėjami du vienas kitą papildantys geofizikiniai įrankiai: akustinių bangų pagrindu veikiantis dugno profiliuotojas (angl. sub-bottom profiler (SBP)) ir elektromagnetinių bangų pagrindu veikiantis radaras (angl. ground penetrating radar (GPR)). Abu šie įrankiai tyrime buvo naudojami norint nustatyti batimetrijos ir nuosėdų pagrindo sluoksnius sekliuose vandenyse. Netoli didžiųjų ežerų kranto regionai, vidaus ežerai ir upės Viskonsine, JAV, buvo ištirti abiem geofizikinėmis priemonėmis. Vietose, kuriose yra didelis dumblo ir molio kiekis, pvz., Aukštesniame ežere, SBP sugebėjo pavaizduoti nuosėdų sluoksnius, tuo tarpu smėlio dangos ir augalijos teritorijose GPR pateikė nuosėdų stratigrafinę informaciją. Didesnės SBP tyrimų vertikalios ir horizontalios raiškos suteikė tikslesnę ir išsamesnę informaciją apie batimetriją nei GPR tyrimai. Yaharos upėje SBP tyrimais buvo matyti neryškūs kontrastų sluoksniai, atsirandantys dėl laipsniško nuosėdų nusėdimo; tačiau GPR pateikė smulkius nuosėdų sluoksnių brėžinius, tačiau dėl didelio dumblo ir molio elektromagnetinių bangų slopinimo galėjo pavaizduoti tik du viršutinius sluoksnius. Norėdami patvirtinti šias išvadas, Shelby vamzdžiai ir hidraulinės srovės buvo naudojami žemės tiesos informacijai rinkti. Sluoksnio storis apskaičiuojamas įvertinant akustinių ir elektromagnetinių bangų greitį, naudojant mišinio lygtį. Mičigano ežere abu metodai rodo panašią nuosėdų stratigrafiją, parodydami, kad vidutinis nuosėdų dalelių dydis svyruoja tarp dumblo ir smulkaus smėlio. Taip pat sudaryti trijų matmenų batimetrijos ir apatinių nuosėdų žemėlapiai. Apskritai parodyta, kad GPR ir SBP metodų derinimas kompensuoja kiekvieno tyrimo stipriąsias puses, naudojant veiksmingą metodiką, skirtą vaizduoti batimetriją ir dugno profilius sekliose vandens vietose.

Ahmed I. EL-Hattab (2014). Straipsnyje aptariama uostų, kanalų, priekrančių gilinimo problema; kuomet dėl nuosėdų susidarymo sumažėja laivybos gylis, ir reikia atlikti gilinimo darbus. Tikslus batimetrinių duomenų modeliavimas yra svarbus norint realiu laiku kontroliuoti techninės priežiūros gilinimą ir sumažinti galimas papildomas išlaidas dėl neapmokėto per gilinimo. Šiame tyrime ištirta dvylika skaitmeninio reljefo modeliavimo interpoliacijos metodų, naudojant duomenis, gautus iš Port Said Rytų uosto priežiūros projekto, siekiant sudaryti tiksliausius ir greičiausius, kurie gali būti taikomi atliekant techninės priežiūros gilinimo projektus. Rezultatai

parodė, kad optimaliausias pasirinkimas buvo trikampio formos netvarkingas tinklas ir natūralaus kaimyno interpoliacijos metodai, nes jie sukuria mažiausią šaknies vidurkio kvadrato paklaidą (RMSE) - 0,16 m, esant 10 m tinklelio dydžiui. Realaus laiko skaitmeninio reljefo modeliavimo programoms daroma išvada, kad gali būti naudojama trikampio formos netaisyklingo tinklo technika. Tai buvo greičiausia interpoliacijos technika, kai norint sukurti modelį su 5 m dydžio tinkleliu reikia tik 0,35 s. Natūralus kaimynas buvo kita greičiausia technika, kuriai sukurti reikėjo 5,21 s.

A.Urbahs, R. Mickevičienė, V. Djačkov, K. Carjova, V. Jankūnas, M. Zakarauskas, N. Panova, D. Lasmane (2016). Straipsnyje aprašomi įprasti ir novatoriški hidrografinių tyrimų metodai ir su jų įgyvendinimu susiję veiksniai. Siūloma hidrografinių tyrimų sistema, pagrįsta nepilotuojamų oro ir jūrų sistemų naudojimu. Tokia sistema suteikia galimybę atlikti hidrografinius matavimus, o aplinkos monitorinę sistemą galima lengvai pritaikyti jūrų saugumo ir saugumo operacijų vykdymui, pvz. įsilaužimo grėsmės stebėjimas, pavojingų teršalų stebėjimas ir prevencija, apledėjimo sąlygų stebėjimas.

D. Jung, J. Kim, G. Byun. (2018). Straipsnyje apžvelgiamas daugiaspindulinis echolotoas (angl. Multibeam Echo Sounder (MBES)), kuris dažniausiai naudojamas greitam jūros dugno žemėlapių sudarymui. Tyrime pateikiama laiko srities integruotos sistemos modeliavimo techniką MBES plėtrai. Modeliavimas ir simuliacija susideda iš keturių dalių: jutiklių matricos signalo perdavimo, sklidimo ir grįžtamojo modeliavimo modeliavimo vandenyno aplinkoje, gautų signalų formavimo spinduliuotei ir vaizdo apdorojimui. Taip pat tyrime naudojamas spinduliu teorijos pagrįstas algoritmas, siekiant ištaisyti rekonstruotą batimetriją, kurioje yra klaidų dėl refrakcijos, kurią sukelia vertikalus garso greičio profilis. Sukurtas modeliavimo ir simuliacijos metodas leidžia patikrinti projekto parametrus ir optimizuoti sistemos parametrus MBES. Šios technologijos pagrindus taip pat galima naudoti apibūdinant jūros dugno savybes. Galiausiai pateikiami ir aptariami tipiniai jūros dugno vaizdai.

Hidrografiniai tyrimai nesibaigia, nuolat atliekami įvairūs tyrimai, ieškoma naujų, efektyvių ir pažangių sprendimų būdų. Tačiau atliekant situacijos analize pasigesta batimetrinių matavimo įrangos vertinimo efektyvumo, todėl būtų galima sukurti būdą padėsianti nustatyti gylių matavimui skirtos įrangos efektyvumą.

2.2. Informacinės sistemos

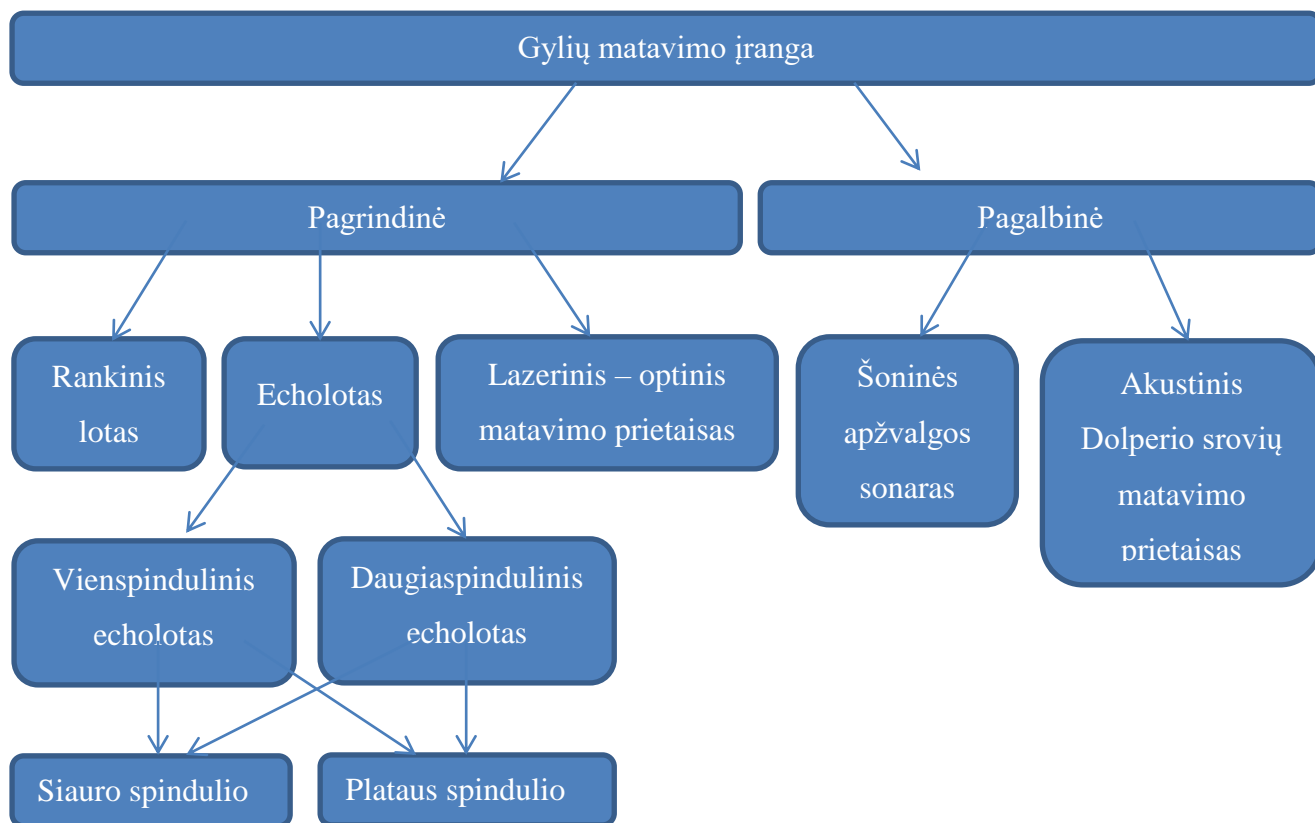
Pirmąją informacinę sistemą sudarė Ptolemėjus, nurodydamas kaip plokščiaame paviršiuje vaizduoti apvalią žemę, apibrėžė platumos ir ilgumos sąvokas. Vėliau XV a. prasidėjus naujų žemių paieškoms, žemėlapiai įgavo prasmę: prasidėjo masinis jų leidimas ir naudojimas. Kiek vėliau XVI a. Olandijos ir Prancūzijos kartografsai sukūrė dabartinės kartografijos pagrindus., o XIX

a. pradėti leisti specialios paskirties (kelių, jūrinių, žemėtvarkos) žemėlapiai.

Šiai dienai kiekviena specifinio darbo pakraipa ar mokslo sritis turi savo informacinės sistemas, kurios geba apdoroti didelį kiekį skirtingos, smulkios ir įvairios informacijos bei ją sujungti į vieną bendrą visumą. Informacinės sistemos gali būti žemėlapiai, įvairios duomenų bazės ar finansinės ataskaitos.

2.3. Gylių matavimo technologijos

Batimetrinių gylių matavimo prietaisų spektras nėra itin platus. Vanduo sudarytas iš vandens molekulių (H₂O). Vandens molekulės yra smulkios ir sukibusios viena su kita, todėl molekulės turi savybę absorbuoti šviesą ir jos nepraleisti į gilesnius vandens sluoksnius. Taip pat dėl skirtingų vandens sluoksnių yra galimas šviesos spindulio lūžis, dėl kurio gauti rezultatai tikėta bus išsikraipę, Gylių matavimo prietaisų pagrindą sudaro įrenginiai, veikiantys akustinio dažnio principu.



1 schema. Gylių matavimo prietaisai
(sudaryta autoriaus)

2.2.1. Lotas

Lotas – tai navigacinis matavimo įrankis skirtas matuoti vandens gylį sekliuose vandenyse iš laivo. Šio įrankio išskirtinumas – tai vienodu atstumu sužymėtas ar nudažytas lynas o

prie vieno iš jo galo pritvirtintas svarmuo, kuris gali sverti iki keliasdešimt kilogramų. Svarmuo su prie jo pririštu lynu permetamas per laivo bortą ir leidžiama jam grimzti iki kol svarmuo pasideda ant vandens telkinio dugno, o lynas tampa neįtemptas. Toks būdas dažniausiai yra naudojamas matuojant gylius iš valtės arba katerio, priplaukiant laivui prie nežinomų vietų, uostuose matuojant gylius prie krantinių, kur negalima panaudoti echolotų¹⁰.



9. Pav. Navigacinis matavimo prietaisas lotas
(Šaltinis: Lietuvos jūrų muziejus)

Matavimas su lotu yra tinkamas tik esant palankioms oro ir vandens sąlygoms, nes esant povandeninėms srovėms svarmuo gali būti nuneštas toliau ir matavimo rezultatai bus klaidingi.

2.2.2. Echolotas

Echolotas yra visapusiškas įrenginys tinkantis tiek seklių tiek giliavandenių vandens telkinių gyliams matuoti. Jūroje, kur gyliai yra keliasdešimt kartų didesni nei vidaus vandenyse, echolotai įrengiami hidrografiniuose laivuose, kartu su pagalbine įranga skirta pašalinio triukšmo slopinimui. Tuo tarpu sekliuose vandenyse echoloto įrenginys yra tiesiog pritvirtinimas prie valtės krašto nenaudojant pagalbinių įrenginių. Matuojant gylius echolotu, kartu išmatuojamas ir jūros dugno reljefas, nustatomi nuskendę objektai.

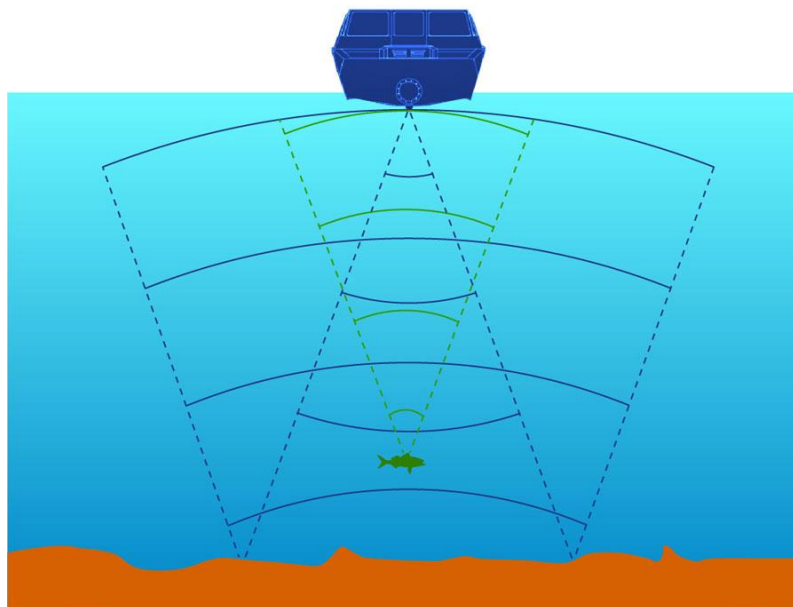
Echolotas – hidroakustinis gylio matavimo prietaisas, kurio veikimo principas yra pagrįstas laiko matavimu nuo garso signalo pasiuntimo iki dugno ir jo grįžimo iki laivo korpuso

¹⁰ Paulauskas V., Plačienė B., Jonkus M., Maksimavičius R., Maniachin A., Paulauskas D., Banaitis J., Jūrinė technologija. Mokymo medžiaga – vadovėlis jūreiviui. III dalis Laivybos pagrindai, 44 psl.

(antenos). Garso sklaidimo greitis vandenyje yra pastovus dydis (apie 1500 m/s), todėl išmatavus laiką nuo signalo pasiuntimo iki jo grįžimo Δ_t , yra apskaičiuojamas gylis, t.y.

$$H = \frac{\Delta_t}{2v_g} \quad [4]$$

Čia: v_g – garso sklaidimo greitis vandenyje, (m/s)¹¹.



10. Pav. Echoloto veikimo principas

(Šaltinis: Internetinė parduotuvė <https://eholot-gps.com.ua/>)

Įprastai hidrografiniuose laivuose echolotai jau būna kartu su GPS (angl. Global Positioning System) sistema, kuri automatizuotu būdu išmatuotus objektus įtraukia į duomenų sistemos bazę, kur juos iki pateikimo galutiniam vartotojui specialios programos apdoroja ir įvertina galimas paklaidas. Viename kvadratiname metre galima išmatuoti nuo kelių iki keleto tūkstančių taškų. Prekyboje galima rasti nedidelių echolotų, skirtų mėgėjiškai žvejybai, tačiau į delną telpantys įrenginiai neprilygta hidrografiniuose laivuose naudojamiems echlototams. Akustinių daviklių matavimo paklaidos svyruoja nuo 0,2 iki 1 cm, tačiau tai tik gamintojo deklaruojama paklaida esant idealioms oro ir vandens sąlygoms.

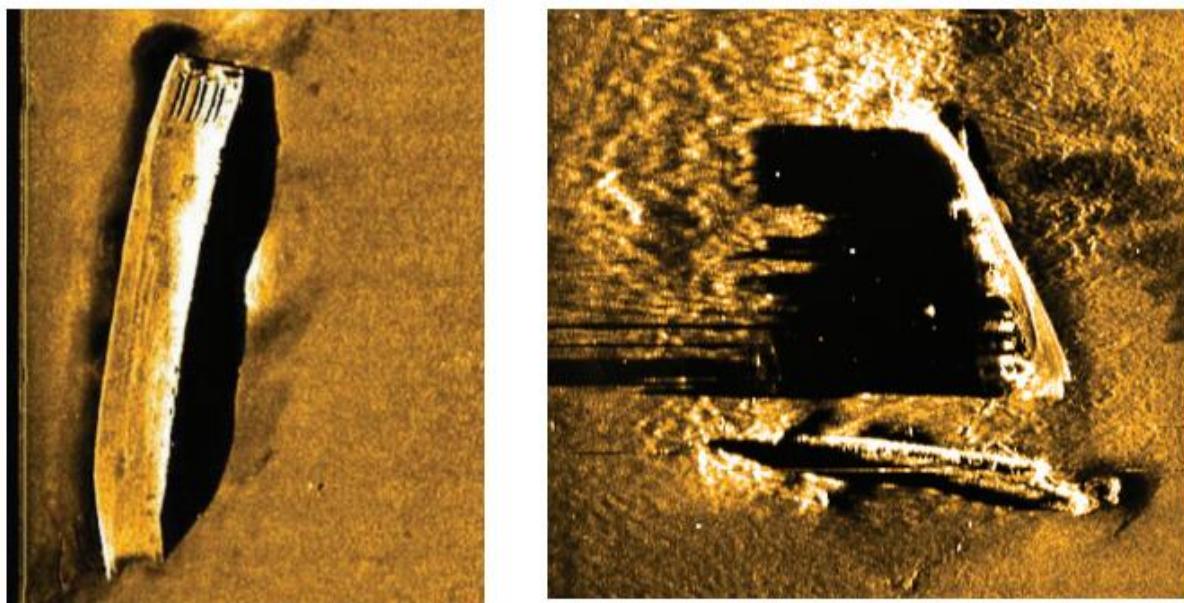
Vandens gyliui matuoti skirti echolotai gali pateikti informaciją ir apie dugno struktūrą, vandens druskingumą, temperatūrą, ant dugno gulinius daiktus, bei hidrobiontus

¹¹ Valiuškevičius G. Hidrometrija, Vilnius, 2011 m., 96 psl.

tiriamoje akvatorijos dalyje¹².

Echolotai pagal savo matavimo galimybes skirstomi į taškinius (skirti matuoti gylius atskiruose taškuose), pjūvinius (skirti vykdyti nenutrūkstamus gylio matavimo darbus pasirinktame pjūvyje), plotinius (skirti matuoti gylius pasirinktoje akvatorijos dalyje) ir kombinuotus. Taškiniai echolotai dar skirstomi į vienspindulinius ir daugiaspindulinius (žr. 1 schema).

Echolotų užrašomas ir sukuriamas dviejų dimensijų vaizdas vadinamas echograma. Įprastai echogramos vaizdas būna nespalvotas, tačiau šviesesni ir tamsesni atspalviai išduoda jūros dugno reljefo nelygumą (žr. 11 pav.).



11. Pav. Echogramos, echoloto nuotraukos

(Šaltinis: Vlado Žulkaus ataskaita „Baltijos jūros archeologiniai žvalgymai“, 2009 m)

Matuojant gylius echolotu būtina vadovautis IHO (angl., International Hydrographic Organization; liet., Tarptautinė Hidrografijos Organizacija) standartais.

2.2.2.1. Vienspindulinis echolotas

Vienspindulinis echolotas (angl. Single beam echo sounder (SBES)) tai nesudėtinga įranga daugiausiai skirta seklių vandenų gylių matavimui iš nedidelio katamarano tipo laivelio ar valtys. Įrenginys sudarytas iš dviejų apčiuopiamų dalių: transdiuserio (sonaro) ir vaizduoklio (angl. Display). Laive esantis generatorius sukuria signalus, kurie siūstuve paverčiami į elektros impulsą. Elektros impulsas antenoje paverčiamas į garso impulsą ir pasiunčiamas tiesiai žemyn vandens

¹² Valiuškeičius G. Hidrometrija, Vilnius, 2011 m., 96 psl.

telkinio dugno link. Laiko skirtumo registratorius užfiksuoja signalo išsiuntimo laiką. Garso signalas pasiekęs akvatorijos dugną ar kitą kliūtį atspindi ir grįžta į laivą, kur jį užfiksuoja priėmimo antena ir paverčia iš garso virpesių į elektros impulsą, kuris patenka į imtuvą, o apdorotas signalas perduodamas į laiko skirtumo registratorių, kuriame yra užfiksuojamas laiko skirtumas. Išmatuotas laikas Δ_t elektrinio impulso pavidale patenka į savirašį arba kitokį indikatorių, kuriame yra vizualiai analoginėje (įrašas) arba skaitmeninėje formoje (skaičiais) arba abiejose formose yra parodomi gylio indikatoriuje¹³.

Vienspinduliniai echolotai skirstomi į siauro spindulio ir plataus spindulio vienspindulinį echolotą. Siauro spindulio amplitudė svyruoja nuo 0,5 iki 2-3 laipsnių, plataus – iki 9 laipsnių.

Vienspindulinis echolotas tinkamas matuoti sekliuose, ne gilesniuose kaip 100 m vandens telkiniuose, įprastai naudojamas 200 kHz dažnis. Naudojantis šiuo echolotu užtenka turėti bendro pobūdžio informacija apie jo veikimo principą, o visi gauti duomenys gali būti apdorojami tiek rankiniu tiek automatizuotu būdu. Apdorota informacija pateikiama diagramos pavidalu ar skaitmeninio pobūdžio tekstinio formato dokumente. Taip pat yra gaunama aiški ir ryški echograma. Vienintelis vienspindulinio echoloto trūkumas yra susijęs su vienspindulio echoloto veikimo principu, kai per vieną skleidžiamą akustinę aido bangą yra išmatuojamas vienas taškas. Esminis echoloto trūkumas tai gylio matavimo sistemos vėlavimo paklaida (angl. Latency error), kuri atsiranda dėl skirtingo gylio matavimo laiko.

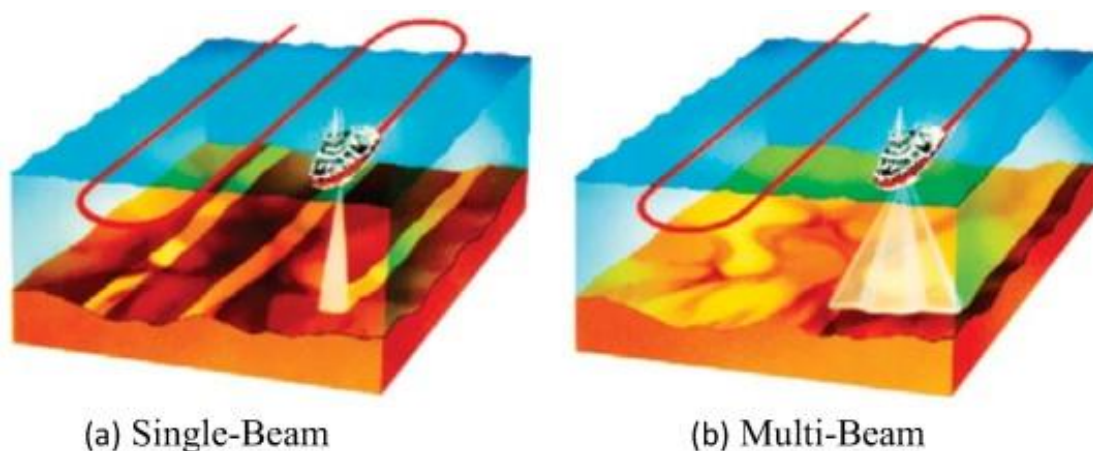
2.2.2.2. Daugiaspindulinis echolotas

Daugiaspindulinis echolotas (angl. Multibeam echo sounder (MBES)) tai šiek tiek sudėtingesnė įranga nei vienspindulinis echolotas. Šis įrenginys skirtas kelių taškų esančių vandens telkinio dugne matavimui. Įrangos veikimo principas analogiškas vienspinduliniam echolotui: generatorius sukuria elektros impulsą, kuris paverčiamas į garso signalą ir siunčiamas vertikaliai vandens telkinio dugno atžvilgiu, o atsispindėjęs ir grįžęs garso impulsas užfiksuojamas, kur atliekami skaičiavimai.

Lyginant vienspindulinį ir daugiaspindulį echolotus, šis echolotas tinkamas naudoti gilesniuose nei 100 m vandens telkiniuose, tačiau dėl skirtingų vandens sluoksnių galimas akustinio spindulio dažnio lūžimas (šis lūžimas lyginimas su šviesos spektru ir jo lūžimu įvairiuose terpėse) todėl gautus rezultatus privalu tikrinti. Spindulio kampas platus - iki 120 laipsnių, taip pat galimas ir kelių taškų matavimas vienu metu. Tačiau dėl daugybės taškų echograminės nuotraukos būna

¹³ Paulauskas V., Plačienė B., Jonkus M., Maksimavičius R., Maniachin A., Paulauskas D., Banaitis J., Jūrinė technologija. Mokymo medžiaga – vadovėlis jūreiviui. III dalis Laivybos pagrindai, 42-43 psl.

prastesnės kokybės, nes naudojamas 50 kHz spindulio dažnis. Taip pat norint naudotis šiuo įrenginiu bendro pobūdžio informacijos neužtenka, reikalingas asmuo turintis atitinkamas kompetencijas.



12. Pav. Viespindulinis ir daugiaspindulinis echolotas

(Šaltinis: sciencedirect.com straipsnis „Single beam bathymetric data modelling techniques for accurate maintenance dredging“)

2.2.3. Lazerinės gylių matavimo technologijos

Lazeriniai gylių matavimo prietaisai neretai vadinami šviesos lokacinėmis sistemomis arba optiniais davikliais, jų veikimo principas labai panašus į echolotų bei radijo bangų daviklius. Skirtumas tas, kad šiuo atveju iš daviklio signalas siunčiamas ne radijo bangų ar garso bangų pavidalu, bet optiniais signalais (t.y. lazerio spinduliais)¹⁴.

Lazerinių matavimo prietaisų pagalba išmatuotas vandens telkinio dugno reljefas yra užrašomas specialiai šiai technologijai pritaikytoje programoje. Programoje užrašyti duomenys apdorojami ir nubrėžiamas 3D vaizdas. Įrangos veikimo principas panašus į echoloto. Įprastai lazerinis gylių matavimo prietaisas būna pritvirtintas prie skraidyklės ar kito skraidančio objekto. Matavimui naudojami dviejų spalvų spinduliai: žalias ir raudonas. Raudonos spalvos spindulys naudojamas aukščio nustatymui nuo vandens telkinio paviršiaus, žalias – gylio matavimui nuo vandens telkinio dugno. Dėl vandens molekulių absorbavimo spinduliai geba prasiskverbti tik iki 1,5 – 2 m gylio, nors yra atlikti keli bandymai, kuriu metu teigiama, kad įrenginio spinduliai geba prasiskverbti iki 30 m gylio.

Pagrindinis lazerinio matavimo prietaiso trūkumas ribotos jo panaudojimo galimybės. Norint naudotis šiuo įrankiu yra būtinas švarus, skaidrus vanduo, įrankiu negalima naudotis

¹⁴ Valiuškeičius G. Hidrometrija, Vilnius, 2011 m., 60 psl.

saulėkaitoje, nes lazerio siunčiami spinduliai atsispindi nuo vandens paviršiaus ir užrašo klaidingus duomenys.

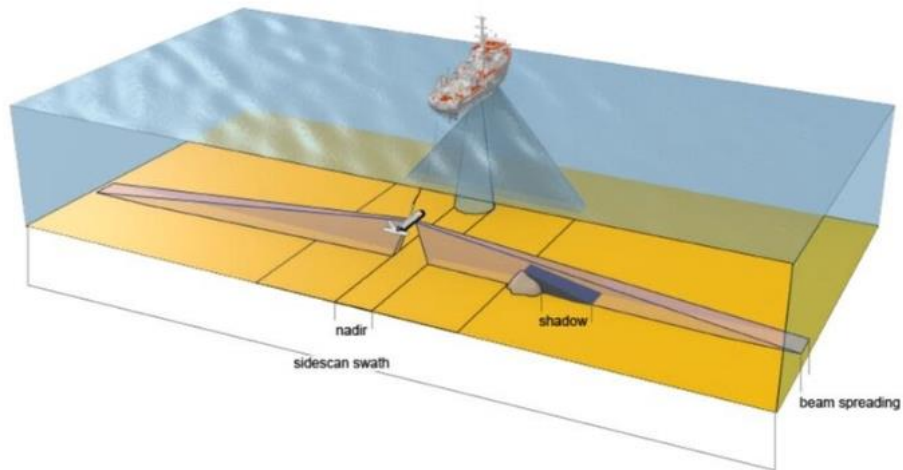
2.2.4.Kitos gylių matavimo technologijos

Kitos gylių matavimo sistemos tai pagalbinė įranga, be kurios sudėtingi, daug resursų reikalaujantys matavimai būtų beprasmingi. Pagalbinė įranga įprastai reikalinga atliekant matavimus giliuose vandens telkiniuose t.y. jūroje, jos prieigose, atviram vandenyne, kur oro ir vandens sąlygos yra agresyvios ir permainingos. Pagalbinės įrangos pagrindinė reikšmė prislopinti pašalinius triukšmus, nes matuojant didelius gylius akustinis dažnio signalas išsikraipo dėl skirtingo vandens molekulių išsidėstymo.

2.2.4.1. Šoninės apžvalgos sonaras

Šoninės apžvalgos sonaras arba šoninės lokacijos sonaras (angl. Side scan sonar (SSS)) tai įrenginys, skirtas apžvelgti vandens telkinio dugną ten, kur įprastai echolotai nepasiekia ar sudėtinga tai padaryti pvz., prie krantinių, tačiau šis matavimo įrenginys nėra skirtas matuoti gylio.

Batimetrinių matavimo metu įprastai naudojamas vienas šoninės apžvalgos sonaras, kuris yra panardinamas į vandenį apie 10 – 15 procentų žemiau nei echolotas. Pasitaiko atveju, kai vienu metu gali būti naudojami ir keli sonarai pritvirtinti prie skirtingų laivo pusių, tačiau išlieka rizika, kad sonarų siunčiami spinduliai tarpusavyje gali persidengti ir susidarys „akloji“ zona. Įrenginys yra kilnojamas, todėl esant poreikiui patogų keisti jo lokaciją laivo atžvilgiu. Dėl didelio spindulio kampo, kuris įprastai būna nuo 120 iki 160 laipsnių, galima gauti informacijos apie dugno tekstūrą (smėlis, molis, akmenys ir t.t.), o akustinis šešėlis leidžia spręsti dėl galimo reljefo pasikeitimo. Įrenginio skiriamoji geba aukšta – iki 300 kHz, todėl jo matomumo laukas siekia iki 50 m, tačiau tinkamas jis naudoti ne didesniame nei 10 m gylyje.



13. Pav. Šoninės apžvalgos sonaras

(Šaltinis: Anthony DiMare straipsnis „The state of sonars & „Seeing“ subterranean“)

2.2.4.2. Akustinis Dolperio srovių matavimo įrenginys

Akustinis Doplerio srovių matavimo įrenginys (angl. Acoustic Doppler Current Profiler (ADCP)), skirtas srovių krypties ir greičio matavimams. Įrenginys turi keturis keitiklius skirtingose pusėse, iš kurių geba skleisti aukšto dažnio garso impulsus. Šis įrenginys dažniausiai naudojamas nuosėdų kiekiui vandens stulpelyje nustatyti, srovės greičiui vandens stulpelyje apskaičiuoti ir bangos aukščio ar vandens lygio kritimui stebėti.

Nesvarbu, koks įrenginys ar prietaisas parenkamas gylių matavimui, visi įrenginiai turi būti patikrinti ir kalibruoti pagal įrangos gamintojo rekomendacijas, instrukcijas bei programinės įrangos paruošimą.



14. Pav. Akustinis Dolperio srovių matavimo įrenginys

(Šaltinis: naujienų portalas www.rednewswire.com)

2.4. Skyriaus išvados

Gylių matavimo įrangos pasirinkimas platus, tačiau tinkamai neįvertinus jų techninių galimybių, matuojamo vandens telkinio charakteristikų (gylio, vandens skaidrumo ir pan.) jų panaudojimas gali būti neefektyvus. Naudojant kelias gylių matavimo priemones yra galimas spindulių persidengimas, „aklosios“ zonos susidarymas. Matuojant gylius gilesniuose vandens telkiniuose yra būtina naudoti papildomą įrangą siekiant išgauti tikslesnę informaciją apie pamatuotus gylius.

3. BATIMETRINĖS INFORMACIJOS TEIKIMAS NAUDOJOJAMS

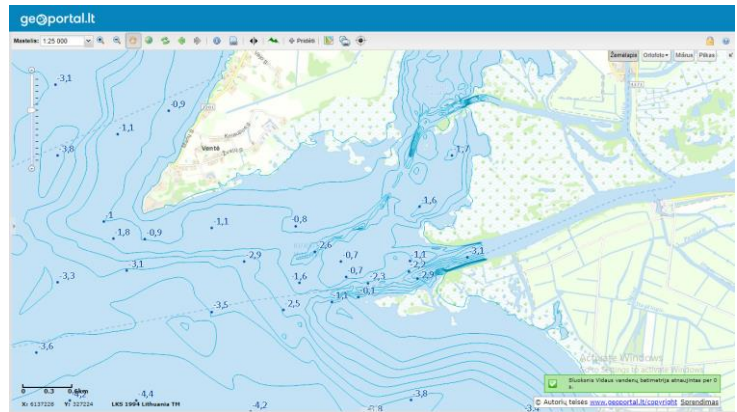
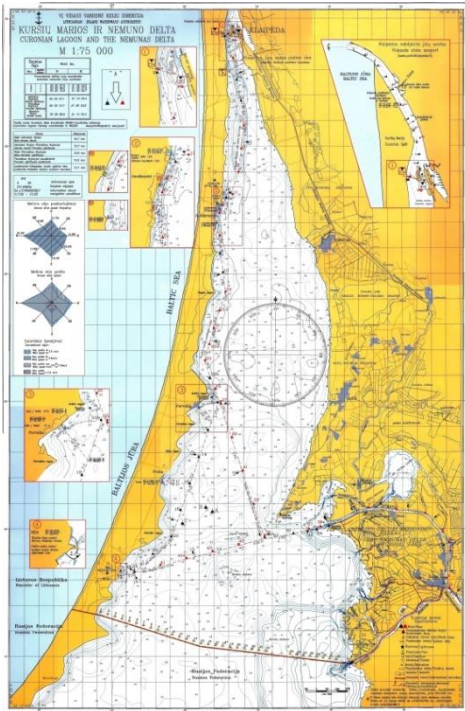
3.1. Hidrografinė ir batimetrinė informacija ir jos naudotojai: sampratos

Geografinė informacijos sistema (sutrumpintai vadinama GIS sistema) buvo sukurta 1960-1970 m, sparčiai plėtojantis kompiuterinei įrangai. Laikui bėgant GIS sistema visiškai pakeitė popierinius žemėlapius. Taip atsirado galimybė efektyviau rengti žemėlapius, naudoti aiškesnius simbolius, padidėjo žemėlapyje vaizduojamos dalies dydis, taip pat lengvai buvo galima atnaujinti ir papildyti skaitmeninius žemėlapius. GIS sistemoje atvaizduojant realius objektus (miškus, upes, kalnus) sukuriama plati GIS duomenų bazė. GIS sistemos vartotojų ratas platus – nuo kartografulių iki įvairiausių registrų centrų, logistikos ar laivybos įmonių.

Hidrologinėse geoinformacinėse duomenų bazėse erdvinę informaciją sudaro hidrologiniai objektai ir jų padėtis plokštumoje. Hidrologiniai objektai gali būti taškiniai, linijiniai ir sričių. Taškiniai objektai – tai objektai turintys vieną konkrečią X,Y,Z taško koordinatę pvz., vidaus vandenų matavimo stotis. Linijiniai – objektai turintys ne mažiau nei 2 taškus tarpusavyje sujungtus pvz., upės kranto linija. Sričių objektai tai uždaro kontūro objektai pvz., vandens telkiniai. Visi šie objektai sudaro vieną bendrą geoinformacinę duomenų bazę, kuri yra pagrindas kitoms informacinėms sistemoms.

3.2. Lietuvos vidaus vandenų tinklo batimetrinės informacijos teikimas naudotojams

Klaipėdos jūrų uosto direkcijos, VĮ „Vidaus vandenų kelių direkcijos“, Lietuvos hidrometeorologijos tarnybos ir Lietuvos Respublikos susisiekimo ministerijos išmatuoti gyliai yra suvedami į bendrą skaitmeninę Lietuvos Respublikos vidaus vandenų hidrografinių duomenų bazę, iš kurios sudarinėjamos batimetrinės nuotraukos ir leidžiami Lietuvos Respublikos vidaus vandenų kelių locmano žemėlapiai.



15. Pav. Batimetrinis žemėlapis
(Šaltinis: www.geoportal.lt)

16. Pav. Batimetrinis žemėlapis
(Šaltinis: www.vvkd.lt)

3.3. Jūros ir Klaipėdos valstybinio jūrų uosto batimetrinės informacijos tiekimas naudotojams

Informacija apie pamatuotus gylius ar esančias kliūtis yra talpinama Lietuvos transporto saugos administracijos puslapyje. Ši informacija yra viešai prieinama ir nuolatos atnaujinama.

Atlikus batimetrinius matavimus informacija yra apdorojama ir paruošiama vartotojui. Apdorota informacija gali būti pateikiama locmano žemėlapiuose, navigaciniuose pranešimuose ar periodiškai leidžiamuose leidiniuose skirtiems jūrininkams.

Dažniausiai informacija apie esančią kliūtį yra gaunama iš praplaukiančių laivų. Gavus informaciją apie kliūtį yra organizuojamos išvykos kliūties apžiūrai. Apžiūrėjus kliūtį ir ją įvertinus yra organizuojami jos šalinimo ar tvarkymo darbai. Taip pat, jei nusprendžiama, kad kliūtis yra didelės svarbos, galinti kelti pavojų saugiai laivybai, nedelsiant apie kliūtį pranešama laivams.

3.4. Skyriaus išvados

Visa informacija susijusi su batimetriniais matavimais saugoma duomenų bazėse. Priklausomai nuo duomenų bazės paketo vartotojas gali matyti jį dominančią informaciją. Informacija skirta ne viešam naudojimui yra apsaugota, kiekviena institucija sprendžia pati kokią

informaciją teikti galutiniam vartotojui. Bendru susitarimu informacija apie batimetrinius matavimus yra teikiama vartotojams (laivų įguloms) siekiant užtikrinti saugią vidaus vandenų laivybą ir saugia vandenų navigaciją.

4. LIETUVOJE NAUDOJAMŲ BATIMETRINIŲ TECHNOLOGIJŲ APŽVALGA

4.1. Lietuvoje naudojamos batimetrinės matavimų technologijos

Batimetrinių gylių matavimui sudaromas gylių matavimo vykdymo eigos planas, vėliau vykdomi vandens lygio nustatymo matavimai. Prieš pradėdant atlikti batimetrinius matavimus vykdoma prietaisų patikra ir kalibravimas pagal įrangos gamintojo rekomendacijas, ir programinės įrangos parengimas gautų duomenų apdorojimui. Kai batimetriniai matavimai įvykdomi, pradėdama surinktų duomenų apdorojimas, kurių gauti rezultatai yra perkeltami į serverius duomenų susistemimui. Kai duomenys susisteminti jie pateikiami galutiniam vartotojui.

Lietuvos Respublikos teritorijoje batimetrinius matavimus atlieka Lietuvos transporto saugos administracija (LTSA), VĮ „Vidaus vandenų kelių direkcija“ (VVKD) ir Klaipėdos valstybinio jūrų uosto direkcija (KVJUD). Be šių paminėtų institucijų galimybę atlikti batimetrinius matavimus turi ir Klaipėdos universitetas bei aplinkos apsaugos agentūra. Kiekviena iš šių organizacijų turi galimybę matuoti vandens telkinių gylius pasitelkiant matavimo priemones: hidrografinius laivus, mokslinių tyrimų laivus ir vandens matavimo stotis. Žemiau esančioje lentelėje Nr. 1 pateiktos kiekvienos įstaigos turimos gylių matavimo priemonės ir vykdomų vandens gylių matavimų zonos.

1. Lentelė. LR institucijų turimos gylių matavimo įrangos sąrašas

Eil. Nr.	Institucija/įstaiga/organizacija	Turimos gylių matavimo priemonės	Vandens zona, kurioje turima priemonė naudojama
1.	Lietuvos transporto saugos administracija (LTSA)	Hidrografinis laivas „Varūna“ su gyliams matuoti skirta įranga	Lietuvos Respublikos ekonominiai ir teritoriniai vandenys, uosto akvatorija ir jos prieigos
2.	Vidaus vandenų kelių direkcija (VVKD)	Vandens matavimo stotis	Lietuvos Respublikos vidaus vandenys
3.	Klaipėdos valstybinio jūrų uosto direkcija (KVJUD)	Hidrografinis laivas „Lotas“ su gyliams matuoti skirta įranga	Uosto akvatorijos ribose (Klaipėdos ir Šventosios valstybinių jūrų uostų akvatorijos teritorijoje)

4.	Klaipėdos universitetas (KU)	Mokslinių tyrimų laivas „Mintis“ su gyliams matuoti skirta įranga	Laivas mokslinius tyrimus vykdo ne LR vandenyse
5.	Aplinkos apsaugos agentūra (AAA)	Mokslinių tyrimų laivas „Vėjūnas“ su gyliams matuoti skirta įranga	Baltijos jūra ir LR uosto akvatorija ir prieigos

Klaipėdos valstybinio jūrų uosto direkcija Klaipėdos valstybinio jūrų uosto akvatorijoje gylį matuoja kartą per mėnesį uosti įplaukos kanale nuo PK(-17) ties uosto vartais iki PK0 ties pietine Kuršių marių krantine ir kartą per ketvirtį likusioje akvatorijos dalyje, Šventosios valstybinio jūrų uosto akvatorijoje kartą per mėnesį navigacijos laikotarpiu ir likusioje akvatorijos dalyje po vieną kartą pavasarį, vasarą ir rudenį¹⁵.

Lietuvos transporto saugos administracija (LTSA) matavimus atlieka Lietuvos Respublikos teritoriniuose vandenyse (Baltijos jūroje). LTSA kartu bendradarbiauja su VĮ „Vidaus vandenų kelių direkcija“, padeda matuoja vidaus vandenų kelių gylius.

Klaipėdos universitetas ir aplinkos apsaugos agentūra valdo mokslinių tyrimų laivus, kurių pagrindė paskirtis nėra gylių matavimas, tačiau esant būtinybei būtų galima pasitelkus šiuos laivus matuoti gylį. Klaipėdos universiteto valdomas laivas „Mintis“ daugiausiai eksploatuojamas užsienyje, tuo tarpu aplinkos apsaugos agentūros laivas „Vėjūnas“ skirtas Baltijos jūrai ir Kuršių marioms.

Batimetrinių gylių matavimui skirtų priemonių pasiūla nėra maža. Lietuvoje esančios organizacijos nėra linkusios bendradarbiauti. Kiekviena institucija yra atsakinga už savo kontroliuojamą vandens zoną ir už turimus resursus. Įstaigų bendradarbiavimas yra būtinas norint efektyviai išnaudoti turimus gylių matavimo prietaisus. Taip pat trūksta glaudaus bendradarbiavimo sudarant ir žemėlapius pvz., Lietuvos erdvinės informacijos portale (www.geoportal.lt) yra teikiama informacija apie pamatuotus gylius Kuršių mariose, ties uosto vartais ir Baltijos jūroje. Informacija apie vidaus vandenyse išmatuotus gylius kaupiama VĮ „Vidaus vandenų kelių direkcijos“ oficialioje svetainėje (www.vvkd.lt).

Įprastai Lietuvos Respublikos vidaus vandenų gylių matavimui naudojamos stacionarios vandens matavimo stotys (VMS), tačiau pasitaiko, kad gyliai matuojami ir nešiojama matavimo liniuote. Uosto akvatorijoje, jos prieigose ir Lietuvos Respublikos išskirtinėje ekonominėje zonoje, gyliai matuojami pasitelkus hidrografinius laivus.

¹⁵ Dėl Klaipėdos valstybinio jūrų uosto ir Šventosios valstybinio jūrų uosto akvatorių gilavimo projektavimo, gilavimo, dugno valymo ir techninės priežiūros taisyklių patvirtinimo (Valstybės žinios, 2004-08-18, Nr. 129-4643, galiojanti suvestinė redakcija: 2013-09-22).

4.1.1. Laivas „Rusnė“

Laivas „Rusnė“ 1971 m (1981 m) buvo statytas kaip reidinis vilkikas skirtas plaukioti upėse, bet 1996 m pertvarkytas į hidrografinį laivą¹⁶, kuriame buvo sumontuotas kranas navigacinių ženklų - bujų kilnojimui ir įrengta batimetriniams matavimams skirta įranga.

Hidrografiniame laive įrengta gylio matavimo įranga - vienspindulinis echolotas, kuris matuoja ir „mato“ gyli po laivu tik vertikaliai, kiek vėliau laive buvo įdiegta papildoma įranga – stacionarus šoninis apžvalgos sonaras, kuris padidino galimybę vienu metu skenuoti didesnę plotą, ypatingai svarbu buvo, kad pavyko nuskenuoti prie krantinių esantį jūros dugną. Laivo savininkai – Klaipėdos valstybinio jūrų uosto direkcija, todėl gylio matavimus darbus atlieka uosto akvatorijos ribose (Klaipėdos ir Šventosios valstybinių jūrų uostų akvatorijos teritorijoje).



17. Pav. Hidrografinis laivas "Rusnė"

(Šaltinis: Dienraštis „15 min“)

Pagrindiniai hidrologinio laivo „Rusnė“ techniniai taktiniai duomenys nurodyti žemiau esančioje lentelėje Nr. 2.¹⁷

¹⁶ Klaipėdos valstybinio jūrų uosto direkcijos straipsnis „Uosto direkcija jau turi naują hidrografinį laivą“ [interaktyvus]. Žiūrėta [2020 m. Vasario mėn. 8 d.] Prieiga per internetą < <https://www.portofklaipeda.lt/index.php/209/578/Uosto-direkcija-jau-turi-nauja-hidrografini-laiva/d.press?page=news/209/578/Uosto-direkcija-jau-turi-nauja-hidrografini-laiva/d.press> >

¹⁷ Dėl Žmonių paieškos ir gelbėjimo darbų paieškos ir gelbėjimo rajone plano patvirtinimo (Valstybės žinios, 2009-10-06, Nr. 119-5115).

2. Lentelė. Hidrologinio laivo „Rusnė“ techniniai duomenys

Eil. Nr.	Laivo pavadinimas	RUSNĖ
1.	Tarptautinis šaukinys	LYIY
2.	Laivo ilgis	22,0 m
3.	Laivo plotis	6,8 m
4.	Laivo grimzlė	1,7 m
5.	Laivo vandentalpa	77,2 t
6.	Laivo greitis	8 mazga
7.	Gelbėjimo plauštai	2 x 6 asm.
8.	Buksyravimo galimybė	neturi
Plaukiojimo apribojimai		
1.	Ledo klasė	Nėra

Šiai dienai šį laivą pakeitė 2011 m. Klaipėdos valstybinio jūrų uosto direkcijos įsigytas hidrografinis laivas „Lotas“.

4.1.2. Laivas „Varūna“

Laivas „Varūna“ pastatytas 2003 m., laivo ilgis – 19,8 m., plotis – 6,7 m., grimzlė – 1,3 m. Lietuvos saugios laivybos administracijai priklausęs hidrografinis laivas „Varūna“ po administracijos reorganizavimo atiteko Lietuvos Respublikos susisiekimo ministerijai, Lietuvos transporto saugos administracijai.

Lietuvos Respublikos susisiekimo ministerija gylio matavimo darbus atlieka uosto prieigose (už uosto vartų) ir Lietuvai priklausančiuose teritoriniuose vandenyse¹⁸.

Laive sumontuota įranga:

- Daugiaspindulinis echolotas Kongsber 2040C;
- Judesių sensorius ir inercinės navigacijos sistema SBG Apogee E;
- Garso greičio sklaidimo vandenyje nustatymo zondas Valeport Swift;
- Paviršinis garso greičio zindas Valerport mini SVP.

¹⁸ Lietuvos respublikos vyriausybės straipsnis „Po reorganizacijos veiklą pradės Lietuvos transporto saugos administracija“ [interaktyvus]. [Žiūrėta 2020 m. sausio 28 d.]. Prieiga per internetą: <<https://lrv.lt/lt/naujienos/po-reorganizacijos-veikla-prades-lietuvos-transporto-saugos-administracija>>.



18. Pav. Hidrografinis laivas "Varūna"
(Šaltinis: Dienraštis „Vakarų ekspresas“)

4.1.3. Laivas „Lotas“

Naujausias hidrografinis laivas pastatytas 2011 m „Lotas“, savininkas - Klaipėdos valstybinio jūrų uosto direkcija. Laive įmontuota moderni navigacinė sistemos įranga – daugiaspindulinis echolotas, šoninė skenavimo įranga su valdomu poslinkio kampu ir papildomas skeneris viršutiniame denyje, kuris skenuoja erdve esančią aplink laivą taip sudarydamas trimatį vaizdą. Taip pat šis laivas turi privalumą – vienu metu gali dirbti pilnu pajėgumu ir plaukti 12 mazgu greičiu, kai ankstesni tokio tipo laivai galėjo išvykti iki 6 mazgų greitį.



19. Pav. Hidrografinis laivas "Lotas"
(Šaltinis: Dienraštis „Vakarų ekspresas“)

Laive sumontuota įranga:

- Daugiaspindulinis echolotas RESON 7125 SV2;

- Judesiu jutiklis HYDRINS;
- Pozicionavimo sistema GPS RTK TRIMBLE BX982;
- Paviršinio garso greičio zondas SUP-71;
- Garso greičio profilio zondas Minos-x

4.1.4. Laivas „Mintis“

Mokslinių tyrimų laivo „Mintis“ pagrindinė paskirtis – jūrinio sektoriaus moksliniai tyrimai: jūrinės aplinkos monitoringas, žuvų išteklių tyrimas ir pan. Esant būtinybei laivą galima naudoti kaip hidrografinį laivą, jame įmontuota gylių matavimo įranga: daugiaspindulinis echolotas ir vienspindulinis echolotas, šoninės apžvalgos sonaras. Didžiąją metų dalį laivas „Mintis“ yra eksploatuojama užsienyje, į Lietuvą laivas grįžta tik įgulos keitimosi laikotarpiu.



20. Pav. Mokslinių tyrimų laivas "Mintis"
(Šaltinis: Dienraštis „Vakarų ekspresas“)

4.1.5. Laivas „Vėjūnas“

Aplinkos apsaugos agentūros (AAA) Jūrinių tyrimų departamentui priklausantis mokslinių tyrimų laivas „Vėjūnas“ tai 2012 metų pradžioje Estijos Nasvos laivų statykloje. Modernus, 24 m ilgio, mažos grimzlės laivas gali vykdyti plataus profilio mokslinius-tiriamuosius darbus ir Baltijos jūroje, ir Kuršių mariose¹⁹.

Šiame laive be daugybės sudėtingos įrangos skirtos atlikti laboratorinius tyrimus galima rasti ir gylių matavimui skirtos įrangos: šoninės apžvalgos sonaras vienspindulinis echolotas.

¹⁹ Aplinkos apsaugos agentūros straipsnis „Agentūros tyrimų laivai“ [interaktyvus]. [Žiūrėta: 2020 m. birželio 2 d.]. Prieiga per internetą < <http://gamta.lt/cms/index?rubricId=3e1ff836-5a67-4480-8a30-1d79adde3c81>>.



21. Pav. Laivas "Vėjūnas"

(Šaltinis: aplinkos apsaugos agentūra)

4.1.6. VI „Vidaus vandens kelių direkcijos“ naudojamoms priemonėms

Vidaus vandens keliuose vandens gylis įprastai matuojamas įrengiant matavimo stotis prie kratinių ar kitų svarbių infrastruktūros objektų. Pirmoji vandens matavimo stotis Lietuvoje buvo įrengta 1811 m. Smalininkuose²⁰, joje buvo pradėti stebėti vandens lygio ir ledų reiškiniai Nemune.



22. Pav. Smalininkų vandens matavimo stotis

(Šaltinis: Jurbarko rajono savivaldybės nuotraukos)

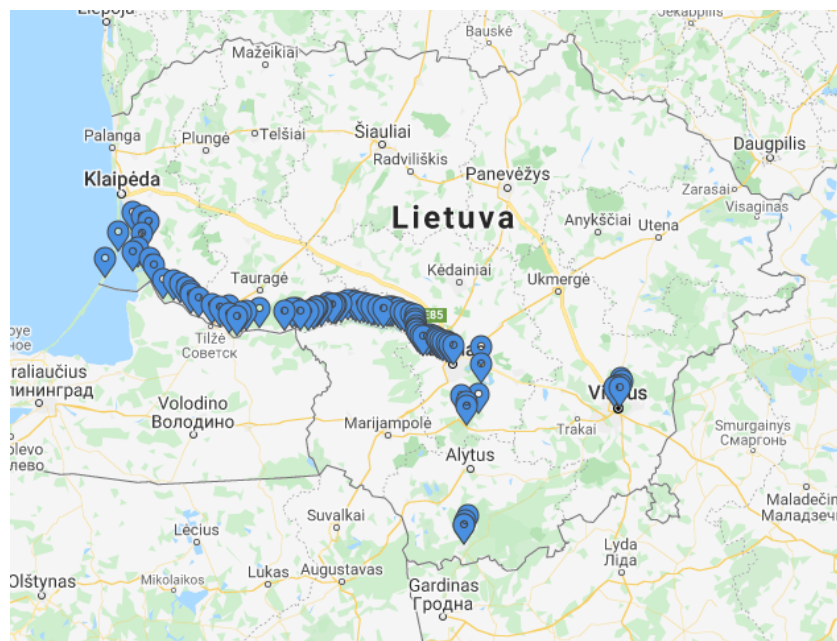
²⁰ Jurbarko rajono savivaldybė. Paveldas [interaktyvus]. [Žiūrėta 2020 m. Sausio 26 d.]. Prieiga per internetą: <<https://www.jurbarkas.lt/index.php?710662367>>.



23. Pav. Nidos vandens matavimo stotis. Nida

(Šaltinis: Lietuvos hidrologijos tarnybos ir Jurbarko rajono savivaldybės nuotraukos)

Lietuvoje vidaus vandenų navigacijos sezonas trunka apie 199 paras, įprastai nuo balandžio 25 iki lapkričio 9 d. Per šį laikotarpį vandens gylis reguliariai fiksuojamas 99 vandens matavimo stotyse, kuriuose informaciją realiu laiku fiksuoja vandens kelio ruožų prižiūrėtojai ir perduoda neautomatizuotu būdu Lietuvos hidrometeorologijos tarnybai. Vėliau šie duomenys apie pamatuota vandens lygį perduodami VĮ „Vidaus vandenų kelių direkcijos“ specialistams, kurie sudaro projektinių gylių profilius ir pateikia vartotojams.



24. Pav. LR vidaus vandenų matavimo stotys

(Šaltinis: Vidaus vandenų kelių direkcija)

Tokiu būdu išmatuoti ir užrašyti vidaus vandenų kelių gyliai leidžia:

- sudaryti metines vandens lygio kaitos hidrogramas;
- sudaryti trumpalaikes (paros, savaites ar dešimtadienio) vandens lygio svyravimų kreives;
- sukaupti reikiamus duomenis debitų kreivės sudarymui;
- nustatyti pavojingo vandens lygio reikšmes ir datas;
- vykdant matavimus keliose stotyse tame pačiame objekte, sudaryti vandens lygio ryšio kreives tarp skirtingų stočių (o upėse ir nustatyti potvynio bangos atitekėjimo laiką);
- panaudoti duomenis kitiems tikslams: hidrologinėms prognozėms, vandentvarkai, vandens balanso skaičiavimams, taikomosios hidrologijos statistinių duomenų skaičiavimui²¹.

4.1.7. Gylių kontrolė vidaus vandenyse

Vidaus vandenyse gylių kontrolė įprastai būna numatyta dar prieš navigacijos sezono pradžią, tačiau esant būtinybei (po audrų, potvynių) gylių kontrolė atliekama dažniau.

Gylių kontrolę Lietuvos vidaus vandenyse atlieka Lietuvos transporto saugos administracija, ji organizuoja viešuosius pirkimus farvaterio valymo darbams ir prižiūri bei kontroliuoja gylius: Kuršių mariuose ir Nemuno žiotyse kontrolė vykdoma pasitelkus hidrografinį laivą „Varūną“, tačiau dėl laivo išorinių matmenų plaukti į Nemuno upe gylin nėra galimybės, todėl matavimams ir kontrolei pasitelkiami mažesnės vandens transporto priemonės: kateriai ir valtys.

4.2. Batimetrinės informacijos tiekimo naudotojams gerinimo galimybės

Informacija apie esamą vandens lygį ties kiekviena vandens matavimo stotimi yra renkama „rankiniu būdu“, vieną - du kartus per parą. Savaitgaliais ir šventinėmis dienomis informacija apie esamą vandens lygį nerenkama, todėl būtų galima pagalvoti apie sistemos automatizavimą. Įdiegus automatizuotas vandens matavimo stotis, sistema kiekvieną dieną tuo pačiu laiku fiksuotu vandens lygį. Užfiksavus vandens lygį būtų galima kompiuterinėmis programomis apskaičiuoti ir užbrėžti projektinių gylių profilius.

Įdiegus automatizuotas vandens matavimo stočių sistemas būtų sutaupomas laikas ir tikėtina išvengta didesnių vandens transporto priemonių incidentų. Toks automatizavimo būdas būtų patraukus ir patiems vartotojams, nes informacija esant intensyviai laivybai per kuo trumpesnę laiko tarpą pasiektų galutinius vartotojus.

²¹ Valiuškeičius G. Hidrometrija, Vilnius, 2011 m., 34-35 psl.

4.3. Skyriaus išvados

1. Lietuvoje vandens gyliai matuojami vidaus vandenyse, Kuršių mariose ir Baltijos jūroje.
2. Lietuvoje batimetriniams matavimams naudojamos vandens matavimo stotys, valtys ir hidrografiniai laivai, kuriuose įrengta gylių matavimo įranga.
3. Vidaus vandenims skirta matavimo įranga nėra automatizuota, todėl yra galimybė įdiegti automatizuotas sistemas.
4. Lietuvoje nėra bendros duomenų bazės, kurioje būtų kaupiama informacija apie pamatuotus gylius ir batimetriniams matavimams skirta įranga.

5. BATIMETRINIŲ MATAVIMO PRIEMONIŲ EFEKTYVUMO VERTINIMO METODIKA IR BATIMETRINIŲ PRIEMONIŲ OPTIMALAUS PANAUDOJIMO PASIŪLYMAI

Siekiant įvertinti įvairių gylių matavimo technologijų efektyvumą konkrečiose hidrografinių matavimų zonose, buvo sudaryta daugiakriterinio modelio schema, nustatyti pagrindiniai kriterijai, įtakojantys gylių matavimo efektyvumą. Daugiausiai dėmesio darbe skiriama kriterijų atrakinimui ir jų įvertinimui taip pat efektyvumo skaičiavimui. Kriterijai parinkti atsižvelgiant į gylių matavimo įrenginių charakteristikas bei veikimo principus.

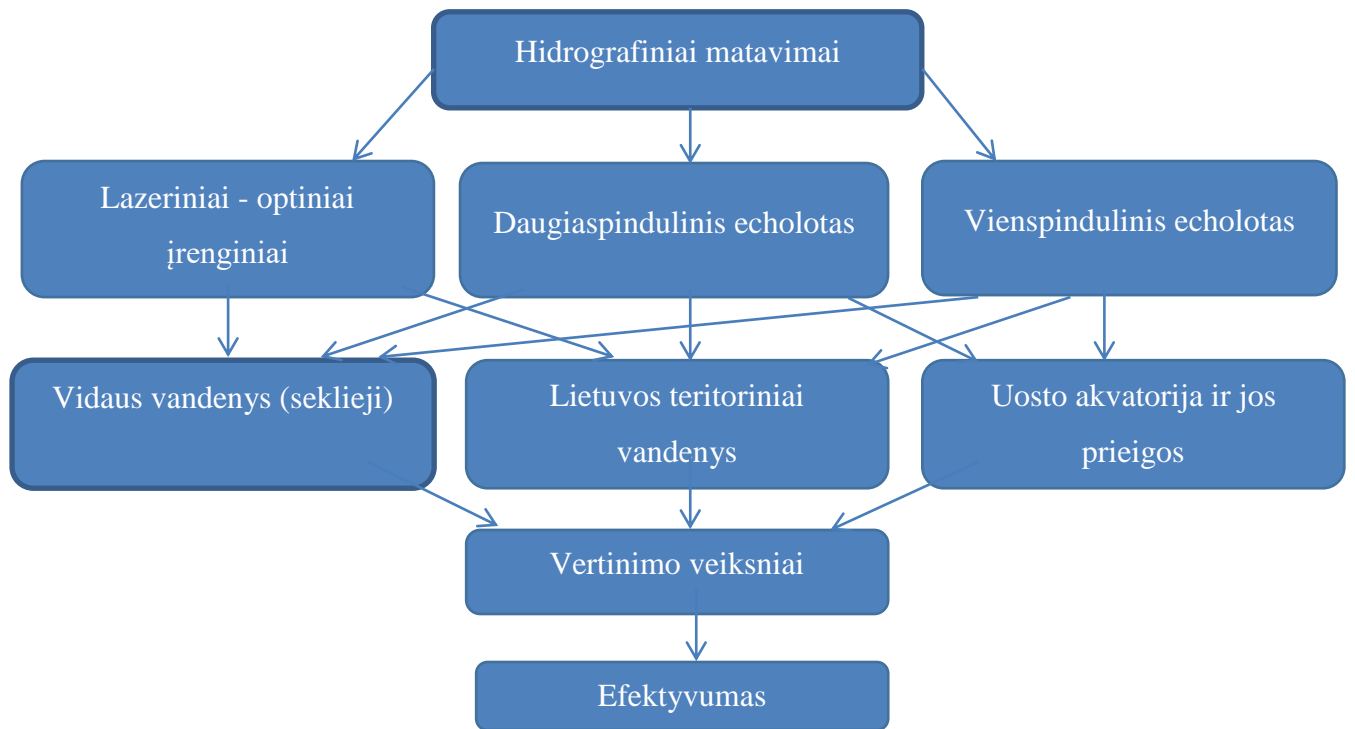
Atliekant batimetrinių matavimo priemonių efektyvumo vertinimą buvo siekiama jūroje naudojamą gylių matavimo įrangą integruoti į vidaus vandenų matavimus.

5.1. Daugiakriterinio modelio parinkimas

Lietuvoje yra išskiriamos trys pagrindinės batimetrinių matavimų zonos: Lietuvos Respublikos teritoriniai vandenys (už uostų vartų), uosto akvatorija ir jos prieigos bei Lietuvos Respublikos vidaus vandenys (nuo Nemuno žiočių ties Kuršių mariomis aukštyn upe). Zonose, kur gylis yra mažas ar yra pavojingos kliūtys, galinčios turėti įtakos laivo rizikos susidarymui, ypatingai svarbus kiekvienas centimetras, todėl svarbu tinkamai atlikti batimetrinius matavimus. Siekiant užtikrinti saugią laivybą, batimetriniai matavimai ir surinktų duomenų apdorojimas turi būti atliekami per kuo įmanoma trumpesnę laiką, išlaikant kuo aukštesnę batimetrinių matavimų kiekybės ir kokybės santykį.

Pasaulyje, įvairiuose šalyse, gylių matavimams naudojami matavimo prietaisai yra vienspinduliai ir daugiaspinduliai echolotai. Lietuvoje, hidrografiniuose laivuose naudojami taip pat echolotai - daugiaspinduliai echolotai. Siekiant supaprastinti batimetrinius matavimus yra atliekami įvairūs tyrimai ir bandymai, kurio metu bandoma nustatyti lazerinio – optinio gylių matavimo prietaiso savybes ir galimybes iš vandens ir oro. Lazerinių - optinių gylių matavimo prietaisų efektyvumas, lyginant su echolotais, dar nėra galutinai iširtas.

Taikydama daugiakriterinį modeliavimą, sudariau batimetrinių matavimų zonų ir batimetrinės įrangos schemą, kurią toliau nagrinėsiu savo darbe (žiūrėti į žemiau pateiktą schemą Nr. 2).



2 schema. Batimetrinių matavimo efektyvumo nustatymo schema
(sudaryta autoriaus)

5.2. Potencialių variantų sudarymas

Iš aukščiau pateiktos schemos Nr. 2 sudarau 8 variantus, atsižvelgiant į realias matavimo galimybes:

A₁ – Kai Lietuvos Respublikos teritoriniai vandenys matuojami naudojant daugiaspindulinį echolotą, priimant, kad matavimai bus vykdomi iš hidrografinio laivo;

A₂ – Kai Lietuvos Respublikos teritoriniai vandenys matuojami naudojant vienspindulinį echolotą, priimant, kad matavimai bus vykdomi iš hidrografinio laivo;

A₃ – Kai uosto akvatorija ir jos prieigos matuojamos naudojant daugiaspindulinį echolotą, priimant, kad matavimai bus vykdomi iš hidrografinio laivo;

A₄ – Kai uosto akvatorija ir jos prieigos matuojamos naudojant vienspindulinį echolotą, priimant, kad matavimai bus vykdomi iš hidrografinio laivo;

A₅ – Kai uosto akvatorija ir jos prieigos matuojamos naudojant lazerinį gylių matavimo įrenginį, priimant, kad matavimai bus vykdomi pasitelkus droną, kuriame sumontuota įranga;

A₆ – Kai Lietuvos Respublikos vidaus vandenys (seklieji vandenys) matuojami naudojant daugiaspindulinį echolotą, priimant, kad matavimai bus vykdomi iš mažo laivelio ar valtės;

A₇ – Kai Lietuvos Respublikos vidaus vandenys (seklieji vandenys) matuojami naudojant vienspindulinį echolotą, priimant, kad matavimai bus vykdomi iš mažo laivelio ar valtys;

A₈ – Kai Lietuvos Respublikos vidaus vandenys (seklieji vandenys) matuojami naudojant lazerinį gylių matavimo įrenginį, priimant, kad matavimai bus vykdomi pasitelkus droną, kuriame sumontuota įranga.

5.3. Bendrų veiksnių atrinkimas

Sudarius potencialius batimetrinių matavimo variantus, sudariau bendrus veiksnius, kuriais remiantis atlikau tolimesnę tyrimą:

F_m - Dienų skaičius metuose, kai galima atlikti matavimus esant palankioms meteorologinėms sąlygoms;

F_a - Tinkama aplinka, kuri neapsunkina batimetrinių matavimus;

F_e - Ekonomika, atsižvelgiant ir į eksploatacines išlaidas;

F_k - Paklaidos susidarymo galimybė;

F_x - Matavimo metu padengiamas plotas;

F_d - Duomenų apdorojimas nuo pradinių duomenų gautų matavimų metu iki galutinio vartotojo, įvertinant reikiamos įrangos duomenų apdorojimui našumą;

F_p - Aptarnaujančio personalo kvalifikacija;

F_i - Reikalingos papildomos investicinės išlaidos.

5.4. Veiksnių įvertinimas

Įprastai, taikant daugiakriterinį metodą naudojami kiekybiniai vienetai, tačiau neretai pasitaiko ir kokybinių. Norint įvertinti kokybinius kriterijus yra sudaroma balų vertinimo sistema, kuri leidžia kokybinius rodiklius transformuoti į kiekybinius.

3. Lentelė. Kriterijų vertinimo skalė

Kriterijus	Vertinimo skalė			
	Balas	Reikšmė	Balas	Reikšmė
Tinkama aplinka, kuri neapsunkina batimetrinius matavimų	0,1	Netinkama aplinka	1	Tinkama aplinka
Ekonomika, atsižvelgiant į įrangos ir priemonių eksploatacines išlaidas	0,1	Patiriamos didelės išlaidos	1	Nepatiriamos jokios išlaidos

3. Lentelė. Tęsinys

Paklaidos susidarymo galimybė	0,1	Galima didelė paklaida	1	Pasiekiamą mažiausią paklaidą
Matavimo metu padengiamas plotas	0,1	Minimalus	1	Maksimalus
Duomenų apdorojimas nuo pradinių duomenų gautų matavimų metu iki galutinio vartotojo, įvertinant reikiamos įrangos duomenų apdorojimui našumą	0,1	Lėtas	1	Greitas, be klaidų
Aptarnaujančio personalo kvalifikacija	0,1	Nėra būtinas išsilavinimas, profesinės žinios ar patirtis	1	Būtinas išsilavinimas, profesinės žinios ir patirtis
Reikalingos papildomos investicinės išlaidos	0,1	Reikalingos nuolatinės investicijos	1	Minimalios papildomos išlaidos

Savo darbe detaliau nagrinėjau tris batimetrinių matavimų įrankius: daugiaspindulinį echolotą, vienspindulinį echolotą ir lazerinį - optinį įrenginį. Kiekvienam matavimo įrankiui sudariau kriterijų vertinimo lenteles, kurias įvertinu ir užpildžiau atitinkamais balais.

Prieš vertinant, veiksnius balais nusistatau pagrindines sąlygas:

- Hidrografinis laivas – tai laivas „Varūna“, jo pagrindiniai techniniai duomenys yra pateikti aukščiau esančioje 4.1.2. Laivas „Varūna“ skiltyje;
- Lietuvos Respublikos teritorinėje jūroje matuojamas gylis – 20 m, uosto akvatorijoje – 10 m ir sekliuose vidaus vandenyse – 2 m;
- Tyrimui numatomas naudoti dronas – tai plaukiojančio tipo nedidelis autonominis įrenginys;
- Gylių matavimo laikas 4 valandos (neskaitant pasiruošimo, įrangos kalibravimo ir pan);
- Batimetrinių matavimo metų laikas – navigacinis laivybos sezonas (apytiksliai nuo balandžio iki spalio mėn arba ~ 214 dienų);
- Matavimams naudojamų transporto priemonių greitis, batimetrinių matavimo metu – 3 mazgai;

Pirmas nagrinėjamas atvejis, kai matavimams naudojamas **daugiaspindulinis**

echolotas.

F_m - Dienų skaičius metuose, kai galima atlikti matavimus esant palankioms meteorologinėms sąlygom.

Dienų skaičiaus metuose apskaičiavimui naudoju kiekybinius vienetus, kuriuos apskaičiuoju žemiau patekta formule, o gautą rezultatą įrašau į lentelę:

$$F_m = \frac{W_e}{W_m} \quad [5]$$

Čia:

- F_m – veiksnys įtakojantis dienų skaičių metuose, kai galima atlikti matavimus dėl meteorologinių sąlygų, naudojant konkrečias matavimo priemones.
- W_e – dienų skaičius, kai galima atlikti matavimus dėl meteorologinių sąlygų;
- W_m – dienų skaičius metuose.

4. Lentelė. Daugiaspindulinio echoloto tinkamų dienų matavimams vertinimas*

Eil. Nr.	Naudojama batimetrinių matavimų priemonė	Batimetrinių matavimų zona		
		Vidaus vandenys (seklieji)	Uosto akvatorija ir jos prieigos	Lietuvos teritoriniai vandenys
1.	Hidrografinis laivas	0,38	0,84	0,24
2.	Nedidelė motorizuota vandens transporto priemonė	0,87	0,68	0,13
3.	Povandeninis plaukiojantis dronas	0,15	0,25	0,11

*Balai atrinkti atsižvelgiant į meteorologines sąlygas, galinčias turėti įtakos matavimams:

- Hidrografinis laivas uosto akvatorijoje ir jos prieigose nuolat gali vykdyti matavimus, LR teritoriniuose vandenyse matavimai gali būti vykdomi tik esant ne didesiam nei silpnam bangavimui Vidaus vandenims laivas yra per didelis, todėl matavimus jis gali vykdyti ribotą laiko tarpą;
- Valtis – ji puikiai tinka vidaus vandenyse ir uosto akvatorijoje, tačiau dėl intensyvios laivybos apsunkėja vykdomi matavimai, o LR teritoriniuose vandenyse valtis dėl vyraujančiu jūros bangų prarastu savo stabilumą, todėl matavimus jūroje būtų galima vykdyti tik esant visiškam štiliui.
- Vidaus vandenyse ir uoste nors ir esant palankioms meteorologinėms sąlygoms donu matavimai nebūtų vykdomi intensyvios laivybos ar žuvų neršto metu. LR teritoriniuose vandenyse drono matavimams įtakos turėtų povandeninės srovės.

F_a - Tinkama aplinka, kuri neapsunkina batimetrinius matavimus.

5. Lentelė. Daugiaspindulinio echoloto tinkamos aplinkos vertinimas*

Eil. Nr.	Naudojama batimetrinių matavimų priemonė	Batimetrinių matavimų zona		
		Vidaus vandenys (seklieji)	Uosto akvatorija ir jos prieigos	Lietuvos teritoriniai vandenys
1.	Hidrografinis laivas	0,5	0,4	0,6
2.	Nedidelė motorizuota vandens transporto priemonė	1	0,8	0,9
3.	Povandeninis plaukiojantis dronas	0,3	0,4	0,4

* Balai atrinkti atsižvelgiant į aplinkos galinčios turėti įtakos matavimams:

- Hidrografinis laivas vidaus vandenyse esant sausros laikotarpiu dėl savo grimzlės neįplauktų, LR teritoriniuose vandenyse įtakos turi bangavimas, dėl kurio laivas negali atlikti batimetrinius matavimus;

- Valtis – įtakos matavimams turi oro ir vandens sąlygos, intensyvi laivyba.

- Dronas – intensyvi laivyba, prieinamumas ir pasiekiamumas, nesavarankiškumas įrangos, dėl kurios yra reikalinga nuolatinė priežiūra.

F_e - Ekonomika, atsižvelgiant ir į eksploatacines išlaidas.

6. Lentelė. Daugiaspindulinio echoloto eksploatacinių išlaidų vertinimas*

Eil. Nr.	Naudojama batimetrinių matavimų priemonė	Batimetrinių matavimų zona		
		Vidaus vandenys (seklieji)	Uosto akvatorija ir jos prieigos	Lietuvos teritoriniai vandenys
1.	Hidrografinis laivas	0,2	0,7	0,4
2.	Nedidelė motorizuota vandens transporto priemonė	0,4	0,8	0,8
3.	Povandeninis plaukiojantis dronas	0,6	0,8	0,7

* Balai atrinkti atsižvelgiant į priemonės eksploatacines išlaidas:

- Hidrografinis laivas – galimas laivo remontas ar naudojamos įrangos gedimas, kurie reikalauja dideliu eksploatacinių išlaidų, taip pat išlaidos skiriamos personalo ar (ir) laivo išlaikymui, kol laivas nevykdo batimetrinių matavimų;

- Valtis – galimos eksploatacines išlaidos dėl naudojamos įrangos gedimo.

- Dronas – reikalinga nuolatinė priemonės priežiūra dėl nesavarankiškumo ir priemonės korpuso

remontas, nes drono korpusas numatomas iš kieto plastiko medžiagos.

F_k - Paklaidos susidarymo galimybė.

7. Lentelė. Daugiaspindulinio echoloto paklaidos susidarymo vertinimas*

Eil. Nr.	Naudojama batimetrinių matavimų priemonė	Batimetrinių matavimų zona		
		Vidaus vandenys (seklieji)	Uosto akvatorija ir jos prieigos	Lietuvos teritoriniai vandenys
1.	Hidrografinis laivas	0,3	0,9	0,9
2.	Nedidelė motorizuota vandens transporto priemonė	0,5	0,9	0,9
3.	Povandeninis plaukiojantis dronas	0,7	0,9	0,5

* Balai atrinkti atsižvelgiant į įrangos paklaidą:

- Vidaus vandenyse priemonės pasiekia didesnes paklaidas nei uosto akvatorijoje ar LR teritoriniuose vandenyse, dėl ribotos galimybės pamatuoti gylius prie krantų: nuvirtę medžiai, rieduliai, sąnašos.

F_x - Matavimo metu padengiamas plotas.

8. Lentelė. Daugiaspindulinio echoloto dengiamo ploto vertinimas

Eil. Nr.	Naudojama batimetrinių matavimų priemonė	Batimetrinių matavimų zona		
		Vidaus vandenys (seklieji)	Uosto akvatorija ir jos prieigos	Lietuvos teritoriniai vandenys
1.	Hidrografinis laivas	0,4	0,8	0,9
2.	Nedidelė motorizuota vandens transporto priemonė	0,4	0,8	0,9
3.	Povandeninis plaukiojantis dronas	0,4	0,8	0,7

* Balai atrinkti atsižvelgiant į dengiamą plotą:

- Vidaus vandenyse priemonės dėl riboto priėjimo prie krantų neišmatuoja efektyviai viso galimo ploto.

F_d - Duomenų apdorojimas nuo pradinių duomenų gautų matavimų metu iki galutinio vartotojo, įvertinant reikiamos įrangos duomenų apdorojimui našumą.

9. Lentelė. Daugiaspindulinio echoloto duomenų apdorojimo vertinimas

Eil. Nr.	Naudojama batimetrinių matavimų priemonė	Batimetrinių matavimų zona		
		Vidaus vandenys (seklieji)	Uosto akvatorija ir jos prieigos	Lietuvos teritoriniai vandenys
1.	Hidrografinis laivas	1	1	1
2.	Nedidelė motorizuota vandens transporto priemonė	1	1	1
3.	Povandeninis plaukiojantis dronas	1	1	1

* Balai atrinkti atsižvelgiant į duomenų apdorojimą:

- Duomenų apdorojimo greitis priklauso nuo išmatuoto ploto, todėl priimu, kad visur išmatuotas tas pats kiekis taškų, todėl ir duomenų apdorojimas vyks vienodu greičiu.

F_p - Aptarnaujančio personalo kvalifikacija.

10. Lentelė. Daugiaspindulinio echoloto aptarnaujančio personalo vertinimas

Eil. Nr.	Naudojama batimetrinių matavimų priemonė	Batimetrinių matavimų zona		
		Vidaus vandenys (seklieji)	Uosto akvatorija ir jos prieigos	Lietuvos teritoriniai vandenys
1.	Hidrografinis laivas	0,8	0,9	0,9
2.	Nedidelė motorizuota vandens transporto priemonė	0,8	0,9	0,9
3.	Povandeninis plaukiojantis dronas	0,8	0,9	0,9

*Balai atrinkti atsižvelgiant į aptarnaujančio personalo išsilavinimą, profesines žinias ar gebėjimus:

- Darbui su daugiaspinduliu echolotu yra pakankamos profesinės žinios ar gebėjimai hidrologijos.

F_i - Reikalingos papildomos investicinės išlaidos.

11. Lentelė. Daugiaspindulinio echoloto papildomų investicijų išlaidų vertinimas*

Eil. Nr.	Naudojama batimetrinių matavimų priemonė	Batimetrinių matavimų zona		
		Vidaus vandenys (seklieji)	Uosto akvatorija ir jos prieigos	Lietuvos teritoriniai vandenys
1.	Hidrografinis laivas	0,8	0,8	0,8
2.	Nedidelė motorizuota vandens transporto priemonė	0,8	0,8	0,8
3.	Povandeninis plaukiojantis dronas	0,5	0,5	0,5

*Balai atrinkti atsižvelgiant į numatomas papildomas investicines išlaidas įrangos ar priemonės gerinimui:

- Hidrografiniui laivui didelių papildomų investicinių išlaidų nereikia, neskaitant kosmetinio laivo remonto ar programinės įrangos atnaujinimo.
- Valtis – taip pat didelių papildomų investicijų nereikalauja;
- Dronas - dėl galimo plastmasinio korpuso pažeidimo galimos papildomos išlaidos.

Antras nagrinėjamas atvejis, kai matavimams naudojamas **vienspindulinis echolotas**.

F_m - Dienų skaičius metuose, kai galima atlikti matavimus esant palankioms meteorologinėms sąlygom.

12. Lentelė. Vienspindulinio echoloto tinkamų dienų matavimams vertinimas*

Eil. Nr.	Naudojama batimetrinių matavimų priemonė	Batimetrinių matavimų zona		
		Vidaus vandenys (seklieji)	Uosto akvatorija ir jos prieigos	Lietuvos teritoriniai vandenys
1.	Hidrografinis laivas	0,38	0,84	0,24
2.	Nedidelė motorizuota vandens transporto priemonė	0,87	0,68	0,13
3.	Povandeninis plaukiojantis dronas	0,15	0,25	0,11

* Dienų skaičių metuose prilyginu tokį pat kaip kad naudojant daugiaspindulinį echolotą.

F_a - Tinkama aplinka, kuri neapsunkina batimetrinius matavimų

13. Lentelė. Vienspindulinio echoloto tinkamos aplinkos vertinimas*

Eil. Nr.	Naudojama batimetrinių matavimų priemonė	Batimetrinių matavimų zona		
		Vidaus vandenys (seklieji)	Uosto akvatorija ir jos prieigos	Lietuvos teritoriniai vandenys
1.	Hidrografinis laivas	0,5	0,4	0,6
2.	Nedidelė motorizuota vandens transporto priemonė	1	0,8	0,9
3.	Povandeninis plaukiojantis dronas	0,3	0,4	0,4

* Tinkamos aplinkos vertinimą prilyginu tokį pat kaip daugiaspindulinio echoloto.

F_e - Ekonomika, atsižvelgiant ir į eksploatacines išlaidas.

14. Lentelė. Vienspindulinio echoloto eksploatacinių išlaidų vertinimas*

Eil. Nr.	Naudojama batimetrinių matavimų priemonė	Batimetrinių matavimų zona		
		Vidaus vandenys (seklieji)	Uosto akvatorija ir jos prieigos	Lietuvos teritoriniai vandenys
1.	Hidrografinis laivas	0,3	0,7	0,4
2.	Nedidelė motorizuota vandens transporto priemonė	0,8	0,4	0,8
3.	Povandeninis plaukiojantis dronas	0,4	0,6	0,6

*Balai atrinkti atsižvelgiant, į eksploatacines išlaidas:

- Hidrografinis laivas – galimas laivo remontas ar naudojamos įrangos gedimas, kurie reikalauja dideliu eksploatacinių išlaidų, taip pat išlaidos skiriamos personalo ar (ir) laivo išlaikymui.
- Valtis – galimos eksploatacinės išlaidos dėl naudojamos įrangos gedimo.
- Dronas – reikalinga nuolatinė priemonės priežiūra dėl nesavarankiškumo ir priemonės korpuso remontas, nes drono korpusas numatomas iš kieto plastiko medžiagos.

F_k - Paklaidos susidarymo galimybė.

15. Lentelė. Vienspindulinio echoloto paklaidos susidarymo vertinimas*

Eil. Nr.	Naudojama batimetrinių matavimų priemonė	Batimetrinių matavimų zona		
		Vidaus vandenys (seklieji)	Uosto akvatorija ir jos prieigos	Lietuvos teritoriniai vandenys
1.	Hidrografinis laivas	0,7	0,9	1
2.	Nedidelė motorizuota vandens transporto priemonė	0,7	0,9	0,8
3.	Povandeninis plaukiojantis dronas	0,6	0,9	0,4

* Balai atrinkti atsižvelgiant į galimą paklaidos susidarymą:

- Drono, naudojant jį LR teritoriniuose vandenyse susidarymo paklaida yra didesnė, dėl galimos aplinkos įtakos, taip pat aplinkos veiksnys įtakoja ir matavimus vidaus vandenyse, kur yra nemažai kliūčių.

F_x - Matavimo metu padengiamas plotas.

16. Lentelė. Vienspindulinio echoloto dengiamo ploto vertinimas*

Eil. Nr.	Naudojama batimetrinių matavimų priemonė	Batimetrinių matavimų zona		
		Vidaus vandenys (seklieji)	Uosto akvatorija ir jos prieigos	Lietuvos teritoriniai vandenys
1.	Hidrografinis laivas	0,6	0,6	0,7
2.	Nedidelė motorizuota vandens transporto priemonė	0,7	0,7	0,8
3.	Povandeninis plaukiojantis dronas	0,3	0,3	0,5

*Balai atrinkti atsižvelgiant į dengiamą plotą batimetrinių matavimų metu:

- Lyginant daugiaspindulinį ir vienspindulinį evholotą, dengiamas plotas yra kelis kartus mažesnis. Povandeniniam plaukiojančiam dronui dėl didesnės rizikos dengiamas plotas gali sumažėti iki minimumo.

F_d - Duomenų apdorojimas nuo pradinių duomenų gautų matavimų metu iki galutinio vartotojo, įvertinant reikiamos įrangos duomenų apdorojimui našumą.

17. Lentelė. Vienspindulinio echoloto duomenų apdorojimo vertinimas*

Eil. Nr.	Naudojama batimetrinių matavimų priemonė	Batimetrinių matavimų zona		
		Vidaus vandenys (seklieji)	Uosto akvatorija ir jos prieigos	Lietuvos teritoriniai vandenys
1.	Hidrografinis laivas	1	1	1
2.	Nedidelė motorizuota vandens transporto priemonė	1	1	1
3.	Povandeninis plaukiojantis dronas	1	1	1

* Duomenų apdorojimo vertinimui priimu, kad visi įrenginiai su skirtingomis priemonėmis geba išmatuoti vienodą kiekį taškų, todėl apdorojimo vertinimas vyks vienodu greičiu.

F_p - Aptarnaujančio personalo kvalifikacija.

18. Lentelė. Vienspindulinio echoloto aptarnaujančio personalo vertinimas*

Eil. Nr.	Naudojama batimetrinių matavimų priemonė	Batimetrinių matavimų zona		
		Vidaus vandenys (seklieji)	Uosto akvatorija ir jos prieigos	Lietuvos teritoriniai vandenys
1.	Hidrografinis laivas	0,5	0,7	0,6
2.	Nedidelė motorizuota vandens transporto priemonė	0,5	0,7	0,7
3.	Povandeninis plaukiojantis dronas	0,4	0,8	0,8

*Balai atrinkti atsižvelgiant į aptarnaujančio personalo išsilavinimą, profesines žinias ar gebėjimus:
 - Vienspindulinis echolotas pats paprasčiausias įrenginys (neskaitant rankinio loto), kuriam nereikia didelių žinių, tačiau naudojant droną nepriklausomai nuo įrangos reikia gebėti suprasti kaip veikia valdymo sistema, ar kaip duomenys apie pamatuotus gylius yra perduodami, todėl minimalių batimetrinių žinių reikėtų.

F_i - Reikalingos papildomos investicinės išlaidos.

19. Lentelė. Vienspindulinio echoloto papildomų investicinių išlaidų vertinimas*

Eil. Nr.	Naudojama batimetrinių matavimų priemonė	Batimetrinių matavimų zona		
		Vidaus vandenys (seklieji)	Uosto akvatorija ir jos prieigos	Lietuvos teritoriniai vandenys
1.	Hidrografinis laivas	0,8	0,8	0,8
2.	Nedidelė motorizuota vandens transporto priemonė	0,8	0,8	0,8
3.	Povandeninis plaukiojantis dronas	0,5	0,5	0,5

*Balai atrinkti atsižvelgiant į papildomas investicines išlaidas:

- Hidrografinis laivas ir valtys nuolat reikalauja kosmetinio remonto ir įrangos atnaujinimo;
- Dronui be įrangos atnaujinimo, reikalingos lėšos korpuso priežiūrai ir tobulinimui.

Trečias nagrinėjamas atvejis, kai matavimams naudojamas **lazerinis gylių matavimo prietaisas**. Dėl prietaiso veikimo principo gylius galima matuoti iki 30 m, todėl, įrenginys yra tinkamas matuoti tik Lietuvos kontinentinį šelfą, bet ne teritorinius vandenys.

F_m - Dienų skaičius metuose, kai galima atlikti matavimus esant palankioms meteorologinėms sąlygom.

20. Lentelė. Lazerinio gylių matavimo prietaiso tinkamų dienų matavimams vertinimas*

Eil. Nr.	Naudojama batimetrinių matavimų priemonė	Batimetrinių matavimų zona	
		Vidaus vandenys (seklieji)	Uosto akvatorija ir jos prieigos
1.	Hidrografinis laivas	0,27	0,84
2.	Nedidelė motorizuota vandens transporto priemonė	0,42	0,65
3.	Povandeninis plaukiojantis dronas	0,15	0,35

* Balai atrinkti atsižvelgiant į meteorologines sąlygas, galinčias turėti įtakos matavimams:

- Hidrografinis laivas uosto akvatorijoje matavimus gali vykdyti nuolatos išskyrus esant intensyviai laivybai, vidaus vandenyse – matavimai gali būti vykdomi nesant sausros sezonui.

Valtis – uosto akvatorijoje matavimus gali vykdyti didžiąją metų dalį.

Dronas – uosto akvatorijoje įrenginys būtų per smulkus, yra įrangos praradimo rizika, vidaus

vandenyse – povandeninės ir antvandeninės kliūtys, kurios neleidžia vyksti sklandiems matavimams.

F_a - Tinkama aplinka, kuri neapsunkina batimetrinius matavimų.

21. Lentelė. Lazerinio gylių matavimo prietaiso tinkamos aplinkos vertinimas*

Eil. Nr.	Naudojama batimetrinių matavimų priemonė	Batimetrinių matavimų zona	
		Vidaus vandens (sekieji)	Uosto akvatorija ir jos prieigos
1.	Hidrografinis laivas	0,6	0,6
2.	Nedidelė motorizuota vandens transporto priemonė	0,7	0,7
3.	Povandeninis plaukiojantis dronas	0,4	0,4

*Balai atrinkti atsižvelgiant į aplinkos tinkamumą vykdyti matavimus:

- Norint vykdyti batimetrinius matavimus naudojant lazerinio tipo gylių matavimo įrangą yra būtinas vandens skaidrumas, nes įrenginys siunčia šviesą, o esant drumbstumui, lazerio siunčiamus spindulius absorbuoja vanduo.

F_e - Ekonomika, atsižvelgiant ir į eksploatacines išlaidas.

22. Lentelė. Lazerinio gylių matavimo prietaiso eksploatacinių išlaidų vertinimas*

Eil. Nr.	Naudojama batimetrinių matavimų priemonė	Batimetrinių matavimų zona	
		Vidaus vandens (sekieji)	Uosto akvatorija ir jos prieigos
1.	Hidrografinis laivas	0,6	0,6
2.	Nedidelė motorizuota vandens transporto priemonė	0,6	0,5
3.	Povandeninis plaukiojantis dronas	0,4	0,4

*Balai atrinkti atsižvelgiant į įrangos eksploatacinių išlaidų vertinimą:

- Hidrografiniuose laivuose esama įranga paruošta naudoti echolotus, todėl prie eksploatacinių išlaidų būtų galima priskirti priemonės parengimą naujam įrenginiui.

- Povandeninis dronas tai naujas įrenginys/produktas, kurio rinkos vertė nuo kelių iki keliasdešimt tūkstančių didesnė lyginant su echolotais.

F_k - Paklaidos susidarymo galimybė.

23. Lentelė. Lazerinio gylių matavimo prietaiso paklaidos susidarymo vertinimas*

Eil. Nr.	Naudojama batimetrinių matavimų priemonė	Batimetrinių matavimų zona	
		Vidaus vandenys (seklieji)	Uosto akvatorija ir jos prieigos
1.	Hidrografinis laivas	0,3	0,3
2.	Nedidelė motorizuota vandens transporto priemonė	0,5	0,5
3.	Povandeninis plaukiojantis dronas	0,8	0,8

*Balai atrinkti vertinant prietaiso paklaidos susidarymą:

- Norint pasiekti minimalią galimą paklaidą, naudojant lazerinio tipo gylių matavimus vanduo privalo būti skaidrus, be drumzlių.

F_x - Matavimo metu padengiamas plotas.

24. Lentelė. Lazerinio gylių matavimo prietaiso dengiamo ploto vertinimas*

Eil. Nr.	Naudojama batimetrinių matavimų priemonė	Batimetrinių matavimų zona	
		Vidaus vandenys (seklieji)	Uosto akvatorija ir jos prieigos
1.	Hidrografinis laivas	0,3	0,3
2.	Nedidelė motorizuota vandens transporto priemonė	0,4	0,4
3.	Povandeninis plaukiojantis dronas	0,6	0,6

*Balai atrikti vertinant prietaiso dengiamą plotą batimetrinių matavimo metu:

- Lazerinio tipo vandens gylių matavimo prietaiso dengiamas plotas turėtų būti lygus vienspinduliniam echolotai, nes vienu metu galima paleisti tik vieną spindulį ir kol jis negrįžo negalime leisti kitų, nes kitaip informacija apie pamatuota gylį gali būti klaidinga.

F_d - Duomenų apdorojimas nuo pradinių duomenų gautų matavimų metu iki galutinio vartotojo, įvertinant reikiamos įrangos duomenų apdorojimui našumą.

25. Lentelė. Lazerinio gylių matavimo prietaiso duomenų apdorojimo vertinimas*

Eil. Nr.	Naudojama batimetrinių matavimų priemonė	Batimetrinių matavimų zona	
		Vidaus vandenys (seklieji)	Uosto akvatorija ir jos prieigos
1.	Hidrografinis laivas	1	1
2.	Nedidelė motorizuota vandens transporto priemonė	1	1
3.	Povandeninis plaukiojantis dronas	1	1

*Balai atrinkti vertinant prietaiso duomenų apdorojimą:

- Duomenų apdorojimas priimamas visur vienodas, todėl tikėtina, kad duomenų apdorojimas vyks tuo pačiu greičiu.

F_p - Aptarnaujančio personalo kvalifikacija.

26. Lentelė. Lazerinio gylių matavimo prietaiso aptarnaujančio personalo vertinimas*

Eil. Nr.	Naudojama batimetrinių matavimų priemonė	Batimetrinių matavimų zona	
		Vidaus vandenys (seklieji)	Uosto akvatorija ir jos prieigos
1.	Hidrografinis laivas	0,8	0,8
2.	Nedidelė motorizuota vandens transporto priemonė	1	1
3.	Povandeninis plaukiojantis dronas	1	1

*Balai atrinkti vertinant aptarnaujančio personalo išsilavinimą, gebėjimą ir žinias:

- Lazerinis gylių matavimo prietaisas tai naujos kartos batimetrinių matavimo įrankis, todėl dar yra atliekami bandymai, tačiau tikėtina, kad šiaip įrenginiui reikės atitinkamo išsilavinimo technologijų srityje ir praktinių žinių.

F_i - Reikalingos papildomos investicinės išlaidos.

27. Lentelė. Lazerinio gylių matavimo prietaiso papildomų investicinių išlaidų vertinimas*

Eil. Nr.	Naudojama batimetrinių matavimų priemonė	Batimetrinių matavimų zona	
		Vidaus vandenys (seklieji)	Uosto akvatorija ir jos prieigos
1.	Hidrografinis laivas	0,8	0,8
2.	Nedidelė motorizuota vandens transporto priemonė	0,6	0,6
3.	Povandeninis plaukiojantis dronas	0,2	0,2

*Balai atrinkti vertinant papildomas investicines išlaidas:

- Drono įrenginys gali reikalauti papildomų investicinių išlaidų dėl korpuso, hidrografinis laivas ir valtytis kosmetinio remonto. Visiems prietaisams reikalinga kompiuterinė įranga, į kurią norint pasiekti maksimalų greitų duomenų apdorojime reikėtų skirti papildomo finansavimo.

5.5. Veiksnių reikšmių apskaičiavimas

Veiksnių reikšmių apskaičiavimas naudojant daugiakriterinio vertinimo metodika:

$$E_v = F_1 \cdot K_1 + F_2 \cdot K_2 + F_3 \cdot K_3 + \dots + F_n \cdot K_n^{22} \quad [6]$$

Čia:

- E_v – daugiakriterinio vertinimo metodas;
- K_n – veiksnių reikšmės koeficientai; jų bendra suma turi būti lygi vienetui;
- F_n – konkretūs veiksniai (ekonominis, teritorijos ploto ir išdėstymo, aplinkosaugos ir kiti).

1-as žingsnis. Apskaičiuoju tarpinius rezultatus gautus įvertinant kiekvieną kriterijų:

$$T_1 = F_1 \cdot K_1 \quad [7]$$

Čia:

- T_1 – tarpinis rezultatas.

²² Vytautas Paulauskas, Logistika, Klaipėda, 2007 m, 181 psl.

➤ Daugiaspindulinis echolotas.

28. Lentelė. Daugiaspindulio echoloto tarpinis skaičiavimas

Kriterijai	Batimetrinių matavimo zona								
	Vidaus vandenys (seklieji)			Uosto akvatorija			Lietuvos teritoriniai vandenys		
	Hidrografinis laivas	Maža motorizuota vandens transporto priemonė	Plaukiojantis dronas	Hidrografinis laivas	Maža motorizuota vandens transporto priemonė	Plaukiojantis dronas	Hidrografinis laivas	Maža motorizuota vandens transporto priemonė	Plaukiojantis dronas
F _m	38	87	15	84	68	25	24	13	11
F _a	50	100	30	40	80	40	60	90	40
F _e	20	40	60	70	80	80	40	80	70
F _k	30	50	70	90	90	90	90	90	50
F _x	40	40	40	80	80	80	90	90	70
F _d	100	100	100	100	100	100	100	100	100
F _p	80	80	80	90	90	90	90	90	90
F _i	80	80	50	80	80	50	80	80	50

➤ Vienspindulinis echolotas.

29. Lentelė. Vienspindulio echoloto tarpinis skaičiavimas

Kriterijai	Batimetrinių matavimo zona								
	Vidaus vandenys (seklieji)			Uosto akvatorija			Lietuvos teritoriniai vandenys		
	Hidrografinis laivas	Maža motorizuota vandens transporto priemonė	Plaukiojantis dronas	Hidrografinis laivas	Maža motorizuota vandens transporto priemonė	Plaukiojantis dronas	Hidrografinis laivas	Maža motorizuota vandens transporto priemonė	Plaukiojantis dronas
F _m	38	87	15	84	68	25	24	13	11
F _a	50	100	30	40	80	40	60	90	40

F _e	30	80	40	70	40	60	40	80	40
F _k	70	70	60	90	90	90	100	80	40
F _x	60	70	30	60	70	30	70	80	50
F _d	100	100	100	100	100	100	100	100	100
F _p	50	50	40	70	70	80	60	70	80
F _i	80	80	50	80	80	50	80	80	50

➤ Lazerinis gylių matavimo prietaisas.

30. Lentelė. Lazerinio gylių matavimo prietaiso tarpinis skaičiavimas

Kriterijai	Batimetrinių matavimo zona								
	Vidaus vandenys (sekleji)			Uosto akvatorija			Lietuvos teritoriniai vandenys		
	Hidrografinis laivas	Maža motorizuota vandens transporto priemonė	Plaukiojantis dronas	Hidrografinis laivas	Maža motorizuota vandens transporto priemonė	Plaukiojantis dronas	Hidrografinis laivas	Maža motorizuota vandens transporto priemonė	Plaukiojantis dronas
F _m	27	42	15	84	65	35	-	-	-
F _a	60	70	40	60	70	40	-	-	-
F _e	60	60	40	60	50	40	-	-	-
F _k	30	50	80	30	50	80	-	-	-
F _x	30	40	60	30	40	60	-	-	-
F _d	100	100	100	100	100	100	-	-	-
F _p	80	100	100	80	100	100	-	-	-
F _i	80	60	20	80	60	20	-	-	-

2-as žingsnis. Skaičiuoju bendrą rezultatą gautą kiekvienu atveju.

31. Lentelė. Bendras suvestinis batimetrinių prietaisų rezultatas

Prietaisas	Vidaus vandenys (seklieji)			Uosto akvatorija			Lietuvos teritoriniai vandenys		
	Hidrografinis laivas	Maža motorizuota vandens transporto priemonė	Plaukiojantis dronas	Hidrografinis laivas	Maža motorizuota vandens transporto priemonė	Plaukiojantis dronas	Hidrografinis laivas	Maža motorizuota vandens transporto priemonė	Plaukiojantis dronas
Daugiaspindulinis	438	577	445	634	668	555	574	633	481
Vienspindulinis	478	637	365	594	598	475	534	593	411
Lazerinis gylių matavimo prietaisas	467	522	455	524	535	475	-	-	-

5.6. Gautų skaičiavimų apibendrinimas

Maksimaliai kiekvienas tiriamasis atvejis galėjo surinkti 800 balų. t.y. jei kiekvienas vertintas kriterijus galėjo būti įvertintas 100 balų. Šiuo atveju lazerinis gylių matavimo įrenginys buvo vertintas tik sekliuose vidaus vandenyse ir uosto akvatorijoje, kur gyliai nėra dideli ir įrenginys geba pilnavertiškai veikti.

Apibendrinus gautus rezultatus galima teigti kad:

1. Batimetrinių matavimo prietaiso - daugiaspindulinio echoloto maksimalus efektyvumas, įvertinus pasirinktus kriterijus prie tam tikrų sąlygų bet papildomos įrangos, yra tada, kai šis įrenginys naudojamas hidrografiniame laive Lietuvos teritoriniams vandenims matuoti.
2. Vienspindulinio echoloto didžiausias efektyvumas, neįvertinus galimos papildomos įrangos, pasiekiamas jį naudojant hidrografiniame laive matuojant uosto akvatorijos ir jos prieigos gylius.
3. Lazerinio gylių matavimo prietaiso efektyvumas pasiekiamas jį naudojant iš valtės ar kitos mažos motorinės vandens transporto priemonės sekliuose vandenyse.

5.7. Lietuvoje naudojamų batimetrinių priemonių optimalaus panaudojimo pasiūlymai

Siekiant Lietuvoje kuo optimaliau išnaudoti turimas batimetrines priemones reikėtų

glaudaus bendradarbiavimo tarp valstybinių įmonių t. y. batimetrinių priemonių ir informacijos apie pamatuotus gylius dalinimasis. Tik pasiekus glaudų bendradarbiavimą tarp institucijų bus optimaliai išnaudojamos visos Lietuvoje esamos priemonės.

Taip pat norint pasiekti aukščiausią batimetrinės įrangos efektyvumą yra būtina naudoti papildoma įranga, kuri leidžia prislopinti ir minimalizuoti pašalinius triukšmus. Nuolatinis programinės įrangos, serverių ir batimetrinių priemonių atnaujinimas leidžia pasiekti geresnius rezultatus. Priartėjimas prie mažiausios paklaidos batimetrinių matavimo metu, leidžia užtikrinti saugią vandenų laivybą, išvengti nebūtinų incidentų.

Pasinaudojus daugiakriterine vertinimo metodika buvo įvertinti trys batimetrinių gylių matavimo įrenginiai: daugiaspindulinis echolotas, vienspindulinis echolotas ir lazerinis gylių matavimo prietaisas:

32. Lentelė. Batimetrinių priemonių efektyvumo įvertinimas

Eil. Nr.	Batimetrinių matavimų priemonė	Vandens zonos		
		Vidaus vandenys (seklieji)	Uosto akvatorija ir jos prieigos	Lietuvos Respublikos teritoriniai vandenys
1.	Daugiaspindulinis echolotas	Efektyvus, naudojant mažas vandens transporto priemones	Efektyvus, naudojant hidrografinį laivą ar mažą vandens transporto priemonę	Efektyvus naudojant hidrografinį laivą
2.	Vienspindulinis echolotas	Efektyvus, naudojant mažas vandens transporto priemones	Efektyvus, galima naudoti kartu su hidrografiniu laivu ar mažą vandens transporto priemonę	Mažiau efektyvus matavimo prietaisas lyginant su daugiaspinduliniu echolotu
3.	Lazerinis gylių matavimo prietaisas	Neefektyvus naudojant su povandeniniu dronu, dėl galimų grėsmių įrangos atžvilgiu ir įrangos nesavarankiškumo	Galima būtų įranga naudoti, tačiau esant intensyviai laivybai pavojinga	Nevertintas, dėl esamu didelių gylių

Iš sudarytos lentelės Nr. 32 matome, kad visais aspektais efektyviausias batimetrinių matavimo priemonė yra daugiaspindulinis echolotas, ji galimą naudoti skirtingose vandens zonose su skirtingais matavimo įrenginiais.

5.8 Skyriaus išvados

1. Sukūrus batimetrinės įrangos efektyvumo vertinimą remiantis daugiakriterine metodika, paaiškėjo, kad:

- vidaus vandenų matavimams efektyviausias yra vienspindulinis echolotas, kai šis naudojamas iš valties;

- uosto akvatorijai ir joms prieigoms matuoti tinkamiausias vienspindulinis echolotas, kai šis naudojamas iš hidrografinio laivo;

- Lietuvos Respublikos teritoriniams vandenims – daugiaspindulinis echolotas, kai šis naudojamas iš hidrografinio laivo.

2. Lietuvoje, dėl natūraliai susiformavusios gamtos (krantinės apaugusios medžiais, statūs šlaitai, vingiuotos upių vagos) ir intensyvios laivybos, navigacinio laikotarpio metu, būtų sudėtinga panaudoti plaukiojančio tipo droną su įmontuota lazerine gylių matavimo įranga, todėl dėl šių priežasčių šis įrenginys nebūtų panaudojamas efektyviai.

6. BENDROSIOS IŠVADOS IR REKOMENDACIJOS

Išvados:

1. Apžvelgus esamą situaciją galima teigti, kad Lietuvos Respublikos vidaus vandenu kelių tinklą sudaro vietinės, valstybinės ir tarptautinės reikšmės keliai, kuriuose vykdoma pramoginė ir komercinė laivyba.

2. Išanalizavus esamas sistemas nustatyta, kad informacija apie pamatuotus gylius ir esančias kliūtis yra teikiama per locmano žemėlapius, navigacinius įspėjimus ir panešimus jūrininkams.

3. Norint, kad būtų užtikrinta saugi vandens laivyba ir navigacija yra būtina nuolatinė vandens telkinių priežiūra bei nuolatinis duomenų apie gylius atnaujinimas ir siekimas, kad informacija apie gylius vartotoją pasiektų kuo greičiau.

3. Lietuvoje batimetrinius matavimus atlieka trys valstybinės institucijos, tačiau tokia pat galimybe turi atlikti ir institucijos turinčios mokslinių tyrimu laivus.

4. Batimetriniams matavimams Lietuvoje naudojami hidrografiniai laivai ir neautomatizuotos vandens matavimo stotys. Į batimetrinius matavimus yra galimybė įtraukti ir mokslinius tiriamuosius laivus..

5. Trūksta bendradarbiavimo tarp institucijų: nėra sukurtos bendros batimetrinių priemonių platformos ir bendro žemėlapio, kuriame būtų matyti atlikti ir planuojami matavimai.

6. Sukūrus batimetrinių priemonių vertinimo metodiką, paremta daugiakriteriniu vertinimu ir pritaikius sukurta metodą nustatyta, kad Lietuvoje, vidaus vandenu gyliams matuoti, efektyviausi matavimo prietaisai echolotai. Lazerinis gylių matavimo prietaisas dėl išskylančiu nemenku iššūkių nebūtų išnaudojamas efektyviai.

Rekomendacijos.

1. Sudaryti tarp batimetrinių matavimų atliekančių institucijų bendradarbiavimo sutartį dėl batimetrinių priemonių dalinimosi ir informacijos apie pamatuotus gylius teikimą bei įdiegti bendrą „gyvu“ principu veikiančią duomenų bazę. Šioje duomenų bazėje būtų galima talpinti informacija apie kiekvienos organizacijos, susijusios su batimetriniais matavimais, turimus išteklius ir resursus.

3. Modernizuoti esamus hidrografinius laivus, siekiant juos pritaikyti užsienio rinkai.

4. Remiantis tuo, kad 2017 m. Lietuvos saugios laivybos administracijoje (LSLA) buvo atliktas vidaus auditas, kurio metu buvo nustatyta, kad hidrografinis laivas „Varūna“ ir jo įgula išlaikoma visus metus, o palankios oro sąlygos jūroje sudaro apie 20 dienų²³, optimaliausias

²³ Lietuvos Respublikos susisiekimo ministerija, straipsnis „Lietuvos saugios laivybos administracijos auditas: sudaromos sąlygos korupcijai, neefektyviniui naudojamam valstybės turtas ir lėšos. [Interaktyvus]. [Žiūrėta 2020-01-22]. Prieiga per internetą <

variantas būtų su hidrografinių laivų įgulą sudaryti sezonines ar projektines darbo sutartis arba esant reikalui sudaryti subnuomos sutartis su kitomis bendrovėmis.

5. Automatizuoti vandens matavimo stotis (VMS).

6. Esant galimybei į batimetrinius matavimus įtraukti ir mokslinius tiriamuosius laivus.

LITERATŪROS ŠALTINIAI

Knygos:

1. Paulauskas V., Logistika, Klaipėda, 2007 m.
2. Paulauskas V., Plačienė B., Jonkus M., Maksimavičius R., Maniachin A., Paulauskas D., Banaitis J., Jūrinė technologija. Mokymo medžiaga – vadovėlis jūreiviui. III dalis Laivybos pagrindai.
3. Valiuškevičius G. Hidrometrija, Vilnius, 2011 m.

Straipsniai:

1. Ahmed I.EL-Hattab. 2014 m. Single beam bathymetric data modelling techniques for accurate maintenance dredging.
2. Aleksandrs Urbahs, Rima Mickevičienė, Vasilij Djačkov, Kristīne Carjova, Valdas Jankūnas, Mindaugas Zakarauskas, Natalia Panova, Dita Lasmane. 2016 m. Analysis of an Unmanned Aerial Vehicle Monitoring System for Resurveying of Shipping Routes.
3. Aplinkos apsaugos agentūros straipsnis „Agentūros tyrimų laivai“
4. Brunona Gailiušis, Milda Kovalenkovienė, Jūratė Kriauciūnienė. 2006 m. Svarbiausios šiandieninės Lietuvos hidrologinių tyrimų kryptys. Capt. P. Zahalka straipsnis „Squat“, Bremen, 2005 m.
5. Darius Jakimavičius. 2007 m. Stacionarieji hidrologiniai matavimai Lietuvos upėse 1810-2005 metais.
6. Donghwan Jung, Jeason Kim, Gihoon Byun. 2018 m. Numerical modeling and simulation technique in time-domain for multibeam echo sounder.
7. Y. T. Lin, C. C. Schuettpelz, C. H. Wu, D. Fratta. 2008 m. A combined acoustic and electromagnetic wave-based techniques for bathymetry and subbottom profiling in shallow waters.
8. Klaipėdos valstybinio jūrų uosto direkcijos straipsnis „Uosto direkcija jau turi naują hidrografinį laivą“
9. Lietuvos Respublikos vyriausybės straipsnis „Po reorganizacijos veiklą pradės Lietuvos transporto saugos administracija“.
10. Lietuvos Respublikos susisiekimo ministerija, straipsnis „Lietuvos saugios laivybos administracijos auditas: sudaromos sąlygos korupcijai, neefektyviai naudojamam valstybės turtui ir lėšoms“.
11. Nacionalinės upių transporto plėtros asociacijos straipsnis „Lietuvos upių vystymasis“.
12. Marco Cavalli, Paolo Tarolli, Lorenzo Marchi, Giancarlo Dalla Fontana. 2008 m. The

effectiveness of airborne LiDAR data in the recognition of channel-bed morphology.

13. Smalininkų bendruomenės centro straipsnis „Uostas ir vandens matavimo stotis“.
14. VĮ „Vidaus vandenų kelių direkcija“ straipsnis „Vidaus vandenų keliai“.

Ataskaitos:

1. Europos audito rūmų specialioji ataskaita, Vežimas Europos vidaus vandenų keliais: nuo 2001 m nebuvo reikšmingų su šia transporto dalimi ir tinkamumo laivybai sąlygomis susijusių patobulinimų“, 2015 m, Europos Sąjunga.

Lietuvos Respublikos įstatymai:

1. Lietuvos Respublikos susisiekimo ministerija, nacionalinės susisiekimo plėtros 2014-2022 metų programos 2 priedas: Susisiekimo sistemos esamos situacijos analizė.
2. Lietuvos Respublikos susisiekimo ministro 2009 m. lapkričio 25 d. įsakymas Nr. 3-600 „Dėl Vidaus vandenų kelių eksploatavimo taisyklių patvirtinimo“ (Valstybės žinios, 2009-11-28, Nr. 141-6251, galiojanti suvestinė redakcija: 2019-08-06).
3. Dėl Žmonių paieškos ir gelbėjimo darbų paieškos ir gelbėjimo rajone plano patvirtinimo (Valstybės žinios, 2009-10-06, Nr. 119-5115).
4. Lietuvos Respublikos Vyriausybės 1995 m. rugpjūčio 14 d. nutarimas Nr. 1119 „Dėl Lietuvos Respublikos valstybinės reikšmės vidaus vandens kelių sąrašo patvirtinimo“ (Valstybės žinios, 1995-09-06, Nr. 73-1709, galiojanti suvestinė redakcija 2016-06-24).

Kiti:

1. VĮ „Vidaus vandenų kelių direkcijos“ internetinė svetainė.
2. Lietuvos Respublikos oficialios statistikos portalas.
3. Jurbarko rajono savivaldybė. Paveldas.
4. Klaipėdos valstybinio jūrų uosto žemės, vidinės akvatorijos, išorinio reido ir susijusios infrastruktūros) bendrasis planas.
5. Jungtinių Tautų Ekonominės komisijos Vandenu kelių tinklo pagrindinių standartų ir parametru aprašas TRANS/SC.3/144 „Inventory of main standards and parameters of the E waterway network „Blue Book“, United Nations, New York and Geneva, 2012 m.

PRIEDAI

Valstybinės reikšmės vidaus vandenų keliai

1 lentelė. Lietuvos Respublikos valstybinės reikšmės vidaus vandenų kelių sąrašas²⁴

Eil. Nr.	Vandens telkinio pavadinimas	Ruožo pradžia ir pabaiga	Ruožo ilgis, km
1.	Nemuno upė	Juodosios Ančios žiotys – Birštonas	188
2.	Kauno hidroelektrinės (HE) tvenkinys	Birštonas – Kauno HE ir atšaka į Rumšiškės	63
3.	Nemuno upė	Kauno HE – Kauno krovinių prielauka	12,5
4.	Nemuno upė	Kauno krovinių prielauka – Jurbarkas ir Kauno žiemos uosto akvatorija	87,8
5.	Nemuno upė	Jurbarkas – Atmatos žiotys ir Kalnėnu bei Uostadvario žiemos uostų akvatorijos	127
6.	Kuršių marios	Atmatos žiotys – Klaipėdos valstybinis jūrų uostas (KVJU) ir atšaka į Nida	65,3
7.	Kuršių marios	Nidos uostas – LR valstybės siena	4
8.	Mituvos kanalas	Mituvos kanalo žiotys – Jurbarko krovinių prielauka	1
9.	Minijos upė	Minijos upės žiotys – Lankupiai	19
10.	Neries upė	Neries upės žiotys - Vilnius	173,5
11.	Nevėžio upė	Nevėžio upės žiotys – Kėdainiai	57
12.	Karaliaus Vilhelmo kanalas	KVJU – Minijos upė	22
13.	Drevernos upė	Karaliaus Vilhelmo kanalas – Dreverna	1,9
Viso:			822,0

²⁴ Lietuvos Respublikos vyriausybės nutarimas 1995 m. Rugsėjo 14 d. nutarimas Nr. 1119 „Dėl Lietuvos Respublikos valstybinės reikšmės vidaus vandens kelių sąrašo patvirtinimo (Valstybės žinios, 1995-09-06, Nr. 73-1709, galiojanti suvestinė redakcija 2016-06-24).

Eksploatuojamų valstybinės reikšmės vidaus vandenių keliai

1 lentelė. 2019 metais eksploatuojamų valstybinės reikšmės vidaus vandenių kelių sąrašas²⁵

Eil. Nr.	Vandens telkinio pavadinimas	Eksploatuojamo ruožo			Navigacijos	
		Pradžia ir pabaiga	Ilgis, km	Garantiniai matmenys: gylis/plotis/posūkio spindulys, m	Trukmė, paros	Pradžia ir pabaiga
1.	Nemuno upė	Druskininkai - Liškiava	11,0	0,75/20/250	175	2019.05.01 - 2019.10.22
2.	Nemuno upė	Žemaitkiemis - Birštonas	20,0	0,75/20/250	175	2019.05.01 - 2019.10.22
3.	Kauno hidroelektrinė	Birštonas – Kauno HE ir atšaka į Rumšiškės	63,0	1,20/35/250	175	2019.05.01 - 2019.10.22
4.	Nemuno upė	Kauno krovinių prielauka – Jurbarkas ir Kauno žiemos vidaus vandenių uosto akvatorija	88,3	1,20/30/20	206	2019.04.16 - 2019.11.07
5.	Nemuno upė	Jurbarkas – Atmatos žiotys ir Uostadvario vidaus vandenių uosto akvatorija	126,0	1.50/40/350	206	2019.04.16 - 2019.11.17
6.	Kuršių marios	Atmatos upės žiotys – KVJU ir ašaka į Nidą	65,3	1,50/50/500	206	2019.04.16 – 2019.11.07
7.	Kuršių marios	Nidos uostas – LR valstybės siena	4,0	1,50/50/500	206	2019.04.16 – 2019.11.07
8.	Mituvos kanalas	Mituvos kanalo žiotys – Jurbarko krovinių prielauka	1,0	1,50/20/500	206	2019.04.16 – 2019.11.07

²⁵ VĮ „Vidaus vandenių kelių direkcija“, vidaus vandenių keliai priedas „Valstybinės reikšmės vidaus vandenių kelių eksploatuojamų 2019 m navigacijos laikotarpiu sąrašas“ [interaktyvus]. [Žiūrėta 2020 m Sausio mėn 21 d]. Prieiga per internetą: < <http://vvkd.lt/wp-content/uploads/2019/08/scan.pdf> >.

9.	Neries upė	Vilniaus miesto ribose nuo 160,0 km iki 170,5 km	10,5	0,75/20/160	175	2019.05.01- 2019.10.22
10.	Neries upė	Neries upės žiotys – Kauno pilis	0,5	1,20/25/200	175	2019.05.01 – 2019.10.22
11.	Nevėžio upė	Nevėžio upės žiotys – Raudondvaris	14,5	0,75/20/160	175	2019.05.01 – 2019.10.22
12.	Minijos upė	Minijos upės žiotys – Lankupiai	19,0	1,20/20/160	175	2019.05.01 – 2019.10.22
13.	Karaliaus Vilhelmo kanalas	Minijos upė – Drevernos upė	10,0	1,20/20/160	175	2019.05.01 – 2019.10.22
14.	Drevernos upė	Karaliaus Vilhelmo kanalas – Dreverna	1,9	1,20/20/160	175	2019.05.01 – 2019.10.22
Viso:			435,0			

Eksploatuojamų valstybinės reikšmės vidaus vandenių keliai

1 lentelė. 2020 metais eksploatuojamų valstybinės reikšmės vidaus vandenių kelių sąrašas²⁶

Eil. Nr.	Vandens telkinio pavadinimas	Eksploatuojamo ruožo			Navigacijos	
		pradžia ir pabaiga	ilgis, km	garantiniai matmenys: gylis/plotis/posūkio spindulys, m	trukmė, paros	Pradžia ir pabaiga
1.	Nemuno upė	Druskininkai – Liškiava	11,0	0,75/20/250	175	2020.05.01 - 2020.10.22
2.	Nemuno upė	Žemaitkiemis – Birštonas	20,0	0,75/20/250	175	2020.05.01 - 2020.10.22
3.	Kauno hidroelektrinės	Birštonas – Kauno HE ir atšaka į Rumšiškės	63,0	1,20/35/250	175	2020.05.01 - 2020.10.22
4.	Nemuno upė	Kauno krovinių prielauka – Jurbarkas ir Kauno žiemos vidaus vandenių uosto akvatorija	88,3	1,20/30/250	213	2020.04.09 - 2020.11.07
5.	Nemuno upė	Jurbarkas–Atmos žiotys ir Uostadvario žiemos uosto akvatorija	126,0	1,50/40/350	213	2020.04.09 - 2020.11.07
		Atšaka į Kalnėnus	1,0	1,20/10/160	175	2020.05.01 - 2020.10.22
6.	Kuršių marios	Atmos upės žiotys – Klaipėdos valstybinis jūrų uostas ir atšaka į Nidą	65,3	1,50/50/500	213	2020.04.09 - 2020.11.07
7.	Kuršių marios	Nidos uostas – Lietuvos Respublikos valstybės siena	4,0	1,50/50/500	213	2020.04.09 - 2020.11.07
8.	Mituvos kanalas	Mituvos kanalo žiotys – Jurbarko krovinių prielauka	1,0	1,50/20/150	213	2020.04.09 - 2020.11.07
9.	Neries upė	Vilniaus miesto ribose nuo 160,0 km iki 170,5 km	10,5	0,75/20/160	175	2020.05.01 - 2020.10.22
10.	Neries upė	Neries upės žiotys – Kauno pilis	0,5	1,20/25/200	175	2020.05.01 - 2020.10.22
11.	Nevėžio upė	Nevėžio upės žiotys –10.5 km	15,5	0,75/20/160	175	2020.05.01 - 2020.10.22

²⁶ VĮ „Vidaus vandenių kelių direkcija“, vidaus vandenių keliai priedas „Valstybinės reikšmės vidaus vandenių kelių eksploatuojamų 2020 m navigacijos laikotarpiu sąrašas“ [interaktyvus]. [Žiūrėta 2020 m Gegužės mėn 3 d]. Prieiga per internetą: < www.vvkd.lt >.

12.	Minijos upė	Minijos upės žiotys – Lankupiai	19	1,20/20/160	175	2020.05.01 - 2020.10.22
13.	Karaliaus Vilhelmo kanalas	Minijos upė – Drevernos upė	16,0	1,20/20/160	175	2020.05.01 - 2020.10.22
14	Drevernos upė	Karaliaus Vilhelmo kanalas – Dreverna	1,9	1,20/20/160	175	2020.05.01 - 2020.10.22
Iš viso:			443,0			

PASTABOS:

1. 1,6 km ilgio ruožas nuo pagrindinio laivakelio iki Ventės rago Kuršių mariose bus pradėtas eksploatuoti įtraukus jį į valstybinės reikšmės vidaus vandenių kelių sąrašą.

2. 2020 m. planuojami valstybinės reikšmės vidaus vandenių kelio Nevėžio upėje parengiamieji tvarkymo darbai neeksploatuojamame ruože nuo 15,5 km iki 27 km.

3. 2020 m. planuojama pradėti parengiamuosius vietinės reikšmės vidaus vandenių kelio Dreverna-Ventė, kurį planuojama perkelti į valstybinės reikšmės vidaus vandenių kelių sąrašą, tvarkymo darbus.

1 lentelė. Krovinių vežimas vidaus vandenų transportu²⁷

Metai	Ketvirtis	Krovinių vežimas vidaus vandenų transportu, tūks. tonų
2019	IV	156,0
	III	536,3
	II	358,7
	I	138,6
2018	IV	152,8
	III	534,7
	II	344,2
	I	146,1

1 lentelė. Keleivių vežimas vidaus vandenų transportu²⁸

Metai	Ketvirtis	Keleivių vežimas vidaus vandenų transportu, tūkst.
2019	IV	254,1
	III	1048,6
	II	631,2
	I	214,6
2018	IV	242,2
	III	1152,4
	II	702,4
	I	246,1

²⁷ Lietuvos Respublikos oficialios statistikos portalas [Interaktyvus]. Žiūrėta: 2020 m. kovo mėn. 20 d. <Prieiga per internetą: ops.stat.gov.lt>.

²⁸ Lietuvos Respublikos oficialios statistikos portalas [Interaktyvus]. Žiūrėta: 2020 m. kovo mėn. 20 d. <Prieiga per internetą: ops.stat.gov.lt>.

Projektiniai vidaus vandenų kelių matmenys

1 lentelė. Projektiniai vidaus vandenų kelių matmenys²⁹

Eil. Nr.	Paviršinis vandens telkinys	Ruožo pradžia ir pabaiga	Ilgis, km	Vidaus vandenų kelių matmenys		
				Gylis, cm	Plotis, m	POSUKIO spindulys, m
Valstybinės reikšmės vidaus vandenų keliai						
1.	Nemuno upė	Juodosios Ančios upės žiotys – Birštonas	188	75	20	250
2.	Kauno HE tvenkinys	Birštonas – Kauno HE ir atšaka į Rumšiškės	63	150	35	250
3.	Nemuno upė	Kauno HE – Kauno krovinių prielauka	12,5	115	25	250
4.	Nemuno upė	Kauno krovinių prielauka – Kauno žiemos uosto akvatorija	87,8	140	30	250
5.	Nemuno upe	Jurbarkas – Atmatos upės žiotys ir Kalnėnų bei Uostadvario uostų akvatorijos	127	150	40	350
6.	Kuršių marios	Atmatos upės žiotys – KVJU ir atšaka į Nidą	65,3	150	50	500
7.	Kuršių marios	Nidos uostas – LR valstybės siena	4	150	50	500
8.	Mituvos kanalas	Mituvos kanalo žiotys – Jurbarko krovinių prielauka	1	150	20	150
9.	Minijos upė	Minijos upės žiotys - Lankupiai	19	150	20	160
10.	Neries upė	Neries upės žiotys – Jonava	41	120	25	200
11.	Neries upė	Jonava – Vilnius	132,5	75	20	160
12.	Nevežio upė	Nevežio upės žiotys - Kėdainiai	57	75	20	160

²⁹ Lietuvos Respublikos susisiekimo ministro 2009 m. Lapkričio mėn. 25 d. įsakymas Nr. 3-600 „Dėl Vidaus vandenų kelių eksploatavimo taisyklių patvirtinimo“ (Valstybės žinios, 2009-11-28, Nr. 141-6251, galiojanti suvestinė redakcija: 2019-08-06).

13.	Karaliaus Vilhelmo kanalas	KVJU – Minijos upė	22	150	20	160
14.	Drevernos upė	Karaliaus Vilhelmo kanalas – Drevernos upė	1,9	120	20	160
Viso			822,0			
Vietinės reikšmės vidaus vandenų keliai						
1.	Skirvytės upė	Ištakos iš Nemuno upės - 15-as valstybės sienos ženklas Skirvytėje	9,7	150	20	160
2.	Akmenos – Danės upė	Žiotys – Liepų g. tiltas	4,3	150	20	160
3.	Akmenos – Danės upė	Liepų g. tiltas – Klaipėdos miesto teritorijos riba	8,5	150	12	160
4.	Šyšos upė	Žiotys – įėjimas į Šilutės uostą	5	150	20	160
5.	Galvės ežeras	Priplauka Pilies saloje - Užutakis	4	75	20	160
6.	Kuršių marios	37-as navigacijos ženklas – 15-as valstybės sienos ženklas Skirvytėje	10,7	150	35	500
7.	Kuršių marios	Juodkrantė – Dreverna	7,3	120	25	160
8.	Kuršių marios	Dreverna - Ventė	19,7	100	25	160
9.	Nevėžio upė	Skongalio užtvanka – Kėdainių geležinkelio tiltas	2,3	75	20	160
Viso			71,5			
Perspektyviniai vidaus vandenų keliai						
1.	Zaraso ir Zarasaičio ežerai	Zaraso, Zarasaičio ežerai	-	75	20	160
2.	Jūra	Žiotys – tiltas prie Jūros upe kelyje Jurbarkas – Mikytai	7	75	20	160
3.	Elektrėnų tvenkinys	-	-	75	20	160