

KLAIPĖDOS UNIVERSITETAS

Jūros technologijų ir gamtos mokslų fakultetas

Jūrų inžinerijos katedra

Lukas Stanevičius

**LIETUVOS VIDAUS VANDENŲ BARŽOS
STAMBIAGABARIČIAMS KROVINIAMS GABENTI
PROJEKTAVIMO METODIKA**

Laivų projektavimo ir statybos studijų programos (621H52001) magistro
baigiamasis darbas

Klaipėda, 2017

SANTRAUKA

Stanevičius L. Lietuvos vidaus vandenų baržos stambiagabaričiams kroviniams gabenti projektavimo metodika. Laivų projektavimo ir statybos magistrantūros studijų programos baigiamasis darbas. Darbo mokslinis vadovas – doc. dr. J. Čerka, konsultuojantis dėstytojas – dr. V. Djačkov, Klaipėdos universitetas: Klaipėda, 2017 – 82 p.

Raktažodžiai: baržos projektavimas, krovininė laivyba Lietuvoje, laivų projektavimo metodai, stambiagabaričiai kroviniai, vidaus vandenų krovininis transportas.

Pirmiausia magistrantūros baigiamajame darbe atliekama informacijos paieška apie vidaus vandenų laivybą, stambiagabaričių krovinių ypatumus, nagrinėjamas pritaikomumas Lietuvos vidaus vandens kelių tinklui. Atliekama mokslinių darbų analizė.

Teorinėje magistrinio darbo dalyje aprašomi stambiagabaričiai kroviniai, jų gabenimo galimybės, įvertinama nauda tokių krovinių gabenimui Lietuvos Respublikos vandens keliais. Aprašomos netipinių krovinių gabenimo transporto rūšys, argumentuotai priimta išvada, kad potencialiai geriausiai gabenti sunkius ir didelių matmenų krovinius vidaus vandens transportu.

Dėl informacinių šaltinių stokos ir išskirtinių Lietuvos vidaus vandenų tinklo ypatybių, nuspręsta sudaryti netipinio laivo, skirto gabenti stambiagabaričius krovinius Lietuvos vidaus vandenų tinklu, projektavimo metodiką. Atlikta laivų projektavimo mokslinės literatūros analizė, remiantis ja, sudaryta metodika. Ji išskaidyta sistemingais projektavimo etapais, etapai aprašyti, sudaryta supaprastinta schema. Siekiant nustatyti darbo autoriaus sudarytos projektavimo metodikos tinkamumą ir pritaikomumą, vadovaujantis ja, rengiamas baržos projektas.

Įvertinus netipinių krovinių esminių duomenų svarbą, numatytas plaukiojimo rajonas, galimybės pakrauti ir iškrauti krovinį. Pagal nustatytus teisės aktus Lietuvos vidaus vandenų laivybai, apsprendžiami galimi laivo matmenys bei parenkamas laivo architektūrinis tipas. Empirinėje darbo dalyje analizuojami projektavimo metodai, pagal turimus duomenis parenkamas tinkamiausias. Vadovaujantis pasirinkto projektavimo metodu, atrinkti ir aprašyti panašūs laivai, kurių praktika remiamasi projektuojant laivą, pritaikytą plukdyti negabaritinius krovinius Lietuvos vidaus vandenų keliais. Pagal panašių laivų duomenis ir matmenis ribojančias ypatybes, apskaičiuoti ir parinkti pagrindiniai laivo matmenys, įvertinti galimi maksimalūs transportuojamo krovinio gabaritai.

Iš parinktų laivo parametrų nubraižytas teorinis brėžinys, o iš španhautų, teorinių batoksų ir vaterlinijų gauta laivo vizualizacija, nustatytos papildomos baržos charakteristikos. Įvertintas vandens pasipriešinimas laivo judėjimui. Numatyta laivinė įranga, jos svarba, aprašyta vieta laive. Sudarytas bendrojo laivo išplanavimo brėžinys.

SUMMARY

Stanevičius L. Lithuanian inland waterways barge for oversized cargo transporting design methodology. Ship designing and construction of master's degree thesis. Master thesis advisor Associate Professor dr. J. Čerka, professor of consultation – dr. V. Djačkov, Klaipėda University: Klaipėda, 2017 – 82 p.

Keywords: barge design, goods shipping in Lithuania, ships design methods, oversized cargo, inland waterways freight transport.

In particular, the final work of master's thesis consists of necessary information search about inland waterways shipping and oversized cargo features, the adaptability of the Lithuanian inland waterways network. Research is carried out.

In theoretical part of thesis, is provided information about oversized cargos, their opportunities, assessed the benefits of the Republic such freight waterway. Thesis describes the goods transport within the scope of atypical, argumentative was concluded that potentially the best way of heavy and oversized cargos is to transport them by inland water.

Due to the lack of information sources and the exclusive property of the Lithuanian inland waterways network, decided to establish a methodology of atypical ship, which will be used for oversized cargos transportation in Lithuanian inland waterways. The scientific literature analysis of ship design was carried out, according to analysis results methodology was created. It divided to several design stages, the stages described systematically, also was created the simplified scheme. In order to determine the appropriateness of the methodology which was created by thesis author, the project of barge is needed to be prepared.

Assessed the essential importance of atypical cargo data, the navigation area and the ability to load and unload cargo were provided. According to the legislation laid out in the Lithuanian inland navigation, to be judged of possible dimensions of a ship, and the chosen ship type. The empirical part analyzes the design methods, due to the appropriate data the most suitable is chosen. In accordance with the method of the chosen design, selected and described similar vessels of practice based on the design of the ship, carrying loads applied to the oversize Lithuanian inland waterways. According to data of similar ships, and the dimensions of restrictive features, were selected and calculated the basic dimensions of a ship, also was accessed the maximum possible size of transported cargos.

Out of selected ship parameters was made the theoretical drawing, while from frames, theoretical botom and waterlines was created shipborne visualization and established additional characteristics of barges. Also there was evaluated the estimated water resistance to the movement

of the ship. By default the ship, its importance, described the place on board. The general layout of the ship is drawn up.

Laivų projektavimo ir statybos magistro studijų (621H52001) baigiamasis darbas

Užduotis studentui: Lukui Stanevičiui.

Magistrinio baigiamojo darbo temos pavadinimas: Lietuvos vidaus vandenų baržos stambiagabaričiams kroviniams gabenti projektavimo metodika.

Darbo sudėtis

IVADAS

I. STAMBIAGABARIČIŲ KROVINIŲ GABENIMO LIETUVOS VIDAUS VANDENŲ TINKLU GALIMYBIŲ APŽVALGA

II. NETIPINIAI KROVINIAI LIETUVOJE

- 2.1 Stambiagabaričiai kroviniai
- 2.2 Netipinių krovinių gabenimas

III. PROJEKTAVIMO METODIKA LIETUVOS VIDAUS VANDENŲ BARŽAI

IV. STAMBIAGABARIČIŲ KROVINIŲ GABENIMO LIETUVOS VIDAUS VANDENIMIS BARŽOS PROJEKTAVIMAS

- 4.1 Plaukiojimo rajonas
- 4.2 Stambiagabaričių krovinių krovos galimybės
- 4.3 Reikalavimai Lietuvos vidaus vandenų transportui
 - 4.3.1 Stambiagabaričių krovinių krovos reikalavimai
- 4.4 Pagrindinių laivo matmenų ribos
- 4.5 Baržos propulsinis mechanizmas
- 4.6 Baržos tipo parinkimas
- 4.7 Projektavimo metodai
- 4.8 Panašūs laivai – prototipai
- 4.9 Projektuojamo laivo pagrindinių duomenų nustatymas
- 4.10 Netipinio krovinio charakteristikų nustatymas
- 4.11 Teorinio brėžinio sudarymas
- 4.12 Vandens pasipriešinimo laivo judėjimui vertinimas

4. 13 Sistemos ir įranga

4. 14 Bendrasis išplanavimas

IŠVADOS IR REKOMENDACIJOS

LITERATŪRA

PRIEDAI

Darbo vadovas (-ė):.....

(vardas, pavardė, parašas)

LENTELIŲ SĄRAŠAS

1 lentelė. Gabenimo nuotolio kaina.....	20
2 lentelė. Maksimalūs galimi laivo matmenys	33
3 lentelė. Maksimalūs galimi transporto priemonių parametrai	34
4 lentelė. Stambiagabaričio krovinio gabaritai	34
5 lentelė. Specifiniai panašių laivų duomenys.....	42
6 lentelė. Panašių laivų ilgio ir pločio santykiai.....	43
7 lentelė. Laivų borto aukščio ir maksimalios grimzlės santykis	46
8 lentelė. Techniniai projektuojamo laivo duomenys.....	47
9 lentelė. Panašių laivų reikšmės.....	48
10 lentelė. Stambiagabaričių krovinių maksimalūs gabaritai.....	51
11 lentelė. „Delftship“ programoje gauti baržos duomenys.....	54
12 lentelė. Vandens pasipriešinimo ir buksyravimo galios reikšmės.....	61

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

1 pav. Sunkių krovinių gabenimo kaina	19
2 pav. Lietuvos vidaus vandenų baržos stambiagabaričiams kroviniams gabenti projektavimo metodikos schema	25
3 pav. Maršrutas Nemunu Klaipėda – Kaunas	26
4 pav. Tonkilometro kaina.....	27
5 pav. Numatyta Marvelės krovinių prieplaukos schema.	29
6 pav. Stūmiko – baržos kombinacijos, priklausomai nuo plaukiojimo rajono	35
7 pav. Principinis atviro denio tipo baržos pjūvis	37
8 pav. Wagenborgo barža 3 vaizdas iš šono.....	39
9 pav. Wagenborgo barža 6 vaizdas iš šono.....	39
10 pav. Damen stan pontoon 4512 vaizdas iš šono	40
11 pav. Weeks 249 vaizdas iš šono	40
12 pav. Weeks 241 vaizdas iš šono	40
13 pav. Weeks 162 vaizdas iš šono	41
14 pav. Weeks 115 vaizdas iš šono	41
15 pav. Weeks 96 vaizdas iš šono	41
16 pav. Tuščio laivo vandentalpos priklausomybė nuo ilgio L, pločio B ir borto aukščio D.	49
17 pav. Teorinis projektuojamos baržos brėžinys	53
18 pav. Projektuojamos baržos bendras vaizdas iš priekio	53
19 pav. Projektuojamos baržos bendras vaizdas iš galo.....	54
20 pav. Vandens pasipriešinimo laivo judėjimui vertinimo būdai.	56
21 pav. Modeliniai bandymai atliekami sekliame (kairėje) ir giliame (dešinėje) vandenyse.	57
22 pav. Vandens pasipriešinimas baržos judėjimui, kai vandens gylis 3 metrai.....	59
23 pav. Vandens pasipriešinimas baržos judėjimui, kai vandens gylis 1,25 metro.....	60
24 pav. Stūmiko – baržos tvirtinimo schema.	63
25 pav. „Gondola“ tipo pavairavimo įrenginys	64

TURINYS

IVADAS.....	12
I. STAMBIAGABARIČIŲ KROVINIŲ GABENIMO LIETUVOS VIDAUS VANDENŲ TINKLU GALIMYBIŲ APŽVALGA.....	14
II. NETIPINIAI KROVINIAI LIETUVOJE.....	17
2.1 Stambiagabaričiai kroviniai	17
2.2 Netipinių krovinių gabenimas	18
III. PROJEKTAVIMO METODIKA LIETUVOS VIDAUS VANDENŲ BARŽAI.....	22
IV. STAMBIAGABARIČIŲ KROVINIŲ GABENIMO LIETUVOS VIDAUS VANDENIMIS BARŽOS PROJEKTAVIMAS	26
4.1 Plaukiojimo rajonas	26
4.2 Stambiagabaričių krovinių krovos galimybės.....	28
4.3 Reikalavimai Lietuvos vidaus vandenų transportui	30
4.3.1 Stambiagabaričių krovinių krovos reikalavimai.....	32
4.4 Pagrindinių laivo matmenų ribos	33
4.5 Baržos propulsinis mechanizmas	35
4.6 Baržos tipo parinkimas	36
4.7 Projektavimo metodai	37
4.8 Panašūs laivai – prototipai	38
4.9 Projektuojamo laivo pagrindinių duomenų nustatymas.....	43
4.10 Netipinio krovinio charakteristikų nustatymas	47
4.11 Teorinio brėžinio sudarymas.....	51
4.12 Vandens pasipriešinimo laivo judėjimui vertinimas.....	55
4.13 Sistemos ir įranga.....	62
4.14 Bendrasis išplanavimas	64
IŠVADOS IR REKOMENDACIJOS	66
LITERATŪRA	68

PRIEDAI	72
----------------------	-----------

IVADAS

Didėjant ir plečiantis pramonei, vis didėja poreikis gabenti nestandartinius – stambiagabaričius krovinius, tad natūralu, kad kyla klausimų kaip optimaliau perkelti didelio svorio ir didelių matmenų krovinius nuo produkto pagaminimo vietos į tolimesnį gamybos ar eksploatavimo režimą.

Stambiagabaričių krovinių transportavimas – sudėtingas procesas, reikalaujantis specifinės įrangos, technikos, palydos, leidimų, išankstinių susitarimų ir žinių. Negabaritinis (sunkiasvoris) krovinys – tai krovinys, kurio matmenys ar svoris yra didesni negu maksimalūs leidžiami dydžiai, nustatyti šalyse, per kurių teritorijas negabaritinis krovinys yra pervežamas. Negabaritinių krovinių pervežimas reglamentuojamas negabaritinių ir labai sunkių krovinių pergabinimo taisyklėse, kurios gali skirtis, priklausomai nuo šalies, kurios teritorijoje gabenamas krovinys.

Realu stambiagabaričius krovinius gabenti sausumos keliais, tačiau tai reikalauja didelių investicijų, nes visa kelių infrastruktūra nėra pritaikyta itin dideliems bei didelės masės kroviniams. Šiuo metu, šis transportavimo būdas labiausiai paplitęs Lietuvoje. Gabenant fūromis ar specialiomis platformomis, toks krovinys dažniausiai per daug išsikiša, neatitinka leidžiamų matmenų – viršija leidžiamą aukštį ar svorį. Įvertinus visas aplinkybes, tai nėra pats geriausias gabenimo būdas, nes reikalauja itin didelių laiko sąnaudų krovinių gabenimo paruošimui.

Nei lėktuvu, nei traukiniu gabenti didelių matmenų krovinių neapsimoka dėl didelių gabenimo kaštų, gabaritų ir svorio, kuris riboja jų pritaikomumo šiam transportui vežti galimybes. Pati mažiausia kaina, įvertinus dauguma veiksnių yra laivyba (Ambrazevičius, 2008, 56 psl.). Lietuvoje, Nemunu būtų galima gabenti didelės masės ir gabaritų, nestandartinius krovinius, specializuotu laivu – barža, taip sumažinant išlaidas bei galimo vidaus sausumos kelių infrastruktūros sugadinimo. Tačiau išgilinti šią upę ir pilnai pritaikyti laivybai didelės grimzlės laivams būtų per brangu ir sudėtinga, tad Lietuvos vandens keliams gabenti stambiagabaričius krovinius labiausiai tiktų nesavaeigė barža, kurios grimzlė nebūtų didelė.

Baržomis vadinami nesavaeigiai laivai su plokščiu dugnu, jie naudojami jūrų, upių, ežerų krovinių transportui. Seniau baržos buvo gaminamos iš medžio, šiandieninės baržos konstrukcija paremta suvirintu metaliniu korpusu. Jos naudojamos gabenti negabaritinius krovinius, įvairius mechanizmus, grūdus, anglį, degalus ir kitas prekes. Jeigu baržos yra nesavaeigės, joms reikalingi stūmikai ar vilkikai, kad jas būtų galima eksploatuoti.

Tyrimo aktualumas. Tobulėjant technologijoms, atrandant naujoves, didėjant inžinerinių įrenginių mastams, nestandartinių ir negabaritinių krovinių vis daugėja, tačiau jų gabenimas iš vienos vietos į kitą yra ypač sudėtingas ir daug lėšų reikalaujantis procesas. Siekiant

sumažinti transportavimo trūkumus, pravartu ieškoti potencialiai geresnių, alternatyvių transporto rūšių. Naudingesnis transportas, dauguma aspektų, lyginant su kitais, yra vidaus vandenų laivyba. Pritaikius kitų valstybių patirtį ir žinias vidaus vandenų transportavimui, galima jas įdiegti ir Lietuvoje, taip ženkliai sumažinant stambiagabaričių krovinių transportavimo kaštus.

Tyrimo problema. Ribotos stambiagabaričių krovinių transportavimo galimybės Lietuvoje. Nėra pritaikyto Lietuvos vidaus vandenų tinklui laivo, kuris nuolat galėtų gabenti netipinius krovinius.

Tyrimo objektas. Lietuvos vidaus vandenims skirto laivo projektavimo metodikos sudarymas.

Tyrimo tikslas. Pagal magistrinio darbo autoriaus parengtą metodiką suprojektuoti baržą stambiagabaričiams kroviniams gabenti Lietuvos vidaus vandenyse, kuri užtikrintų efektyvų būdą nestandartiniais kroviniams gabenti.

Tyrimo uždaviniai.

1. Atlikti stambiagabaričių krovinių gabenimo būdų Lietuvos teritorijoje analizę.
2. Susisteminti Lietuvos vidaus vandenų stambiagabaričiams kroviniams gabenti baržos projektavimo etapus.
3. Nustatyti projektuojamo laivo eksplotacinį maršrutą.
4. Atlikti panašių laivų ir jų sistemų analizę.
5. Apibrėžti projektuojamos baržos techninius parametrus.
6. Sudaryti baržos teorinį brėžinį.
7. Apspręsti bendrą patalpų išdėstymą laive.

Tyrimo metodai. Magistro baigiamajame darbe taikytas mokslinės literatūros analizės metodas, įstatymų analizė, dokumentų analizė, laivų projektavimo protipinis metodas.

Darbo struktūra: Magistro baigiamąjį darbą sudaro įvadas, keturi skyriai, išvados, literatūros sąrašas, santraukos lietuvių ir anglų kalbomis, 4 priedai. Darbo apimtis 82 puslapių, juose pateikta 12 lentelių, 25 paveikslų, 4 priedai.

Prieš pradedant projektavimą, pravartu išanalizuoti kas pasiekta šioje srityje ir įvertinti galimybes įvykdyti tikslą, apžvelgti literatūrinius šaltinius šia tema. Tai leis iš anksto sužinoti preliminarą reikiamą įrangą, apspręsti poreikius projektuoti tokią baržą, ir šiuo metu esamas galimybes.

I. STAMBIAGABARIČIŲ KROVINIŲ GABENIMO LIETUVOS VIDAUS VANDENŲ TINKLU GALIMYBIŲ APŽVALGA

Caldwall B. (2002) moksliniame straipsnyje akcentuoja tai, kad projektuojamam laivu yra užduotos tam tikros sąlygos, tokios kaip geometriniai parametrai, laivo didžiausias leistinas svoris, grimzlė, pasipriešinimas, kuro suvartojimas ir pan. Jos dažniausiai nurodomos prieš pradedant projektavimo etapą ir yra surašomos laivo statymo kontrakte (Caldwall, 2002).

Petraška A. (2007) savo baigiamajame magistro darbe akcentuoja tai, kad keičiantis įvairiems veiksniams ir atsirandant naujiems inovatyviems projektams, kurių įvykdymui reikalingos sudedamos dalys yra stambiagabaričiai kroviniai, tokių krovinių transportavimo poreikis auga. Didžioji dalis kelių transporto įmonių atsisako vežti tokio tipo krovinių, dėl itin sudėtingų gabenimo sąlygų ir mažo atsiperkamumo. Matomas aiškus poreikis atrasti naujus srautus negabaritinių krovinių gabenimui. Įvertinant tai, kad plukdymas vandeniui kainuoja bent dukart mažiau, nei alternatyvūs būdai, šį poreikį būtų galima perkelti laivybos pramonei. Taigi, tokių inžinerinių statinių gabenimui galima pritaikyti Lietuvos vidaus vandenį (Petraška, 2007, 42 p.).

Ambrasevičius A. (2008) teigia, kad trašas iš Jonavos į Klaipėdą galima gabenti bent dukart pigiau vidaus vandenimis (Nemunu) negu kitu transportu. Tokia barža galėtų būti pritaikyta ne tik stambiagabaričiams kroviniams gabenti, bet ir kitiems sunkiems kroviniams gabenti, kas pagreitintų jos atsiperkamumą. Taip pat, knygoje minima, kad ateityje savaeigės ar nesavaeigės baržos bus pats pigiausias krovinių gabenimo būdas. Be to, atsirastų galimybė Lietuvos vidaus vandenį sujungti su Europos vidaus vandenimis per Kaliningrado sritį. (Ambrasevičius, 2008, 178 – 179 p.) Taigi, toks požiūris leidžia daryti prielaidą, kad poreikis plukdyti krovinius baržomis vidaus vandenų keliais bus didelis.

Lietuvos Respublikos Vyriausybės dėl nacionalinės susisiekimo plėtros 2014-2022 metų programos patvirtinimo nutarime (2013) siekiama modernizuoti ir plėsti Lietuvos vidaus vandenį, ypač pagrindinės valstybinės reikšmės kelią E-41 (Nemuno upė) bei modernizuoti Marvelės uostą Kaune. Tokia modernizacija galėtų leisti priimti stambiagabaričius krovinius. Taipogi įkūrus logistikos centrus bus efektyviai naudojamos visos vandens transporto galimybės ir nuosekliai įgyvendinama ES transporto politika – iki 2030 metų 30 procentų daugiau kaip 300 kilometrų ilgio keliais vežamų krovinių turėtų būti vežama kitų rūšių transportu (geležinkelių arba vandens transportu), o iki 2050 metų šis skaičius turėtų būti didesnis kaip 50 procentų. Taigi, galima teigti, kad tokio tipo laivo – baržos poreikis augs (nutarimas Nr. 1253, 2013).

Norint tinkamai suprojektuoti stambiagabaričių krovinių baržą vidaus vandenimis, pirmiausia reikės išanalizuoti Lietuvos vidaus vandenų tinklą ir parinkti optimaliausius matmenis

bei didžiausią galimą grimzlę. Reikia išsiaiškinti kokia ji turi būti, jos formą, maksimalius galimus gabaritus, matmenis. Kadangi laivas bus pritaikytas Lietuvos vidaus vandenims – Nemuno upei, pravartu išsiaiškinti kokio maksimalaus dydžio laivai be apribojimų gali plaukioti numatytu maršrutu.

Pagrindinis valstybinės reikšmės Lietuvos vidaus vandenų kelias yra Nemuno upė nuo Kauno krovinių priplaukos (Marvelės uostas) iki Atmatos žiočių (215 km.) ir Kuršių marios (64,5 km.). Priimsime, kad šis maršrutas ir bus pagrindinis, kuriam projektuojama barža bus pritaikyta, nes kiti vidaus vandenys nėra tinkami plukdyti krovinių didelių gabaritų laivais.

Taigi, pagrindiniai matmenys, kurių privaloma laikytis būtų šie: kelio E-41 ruožui Klaipėda – Jurbarkas nustatyti matmenys, laivų ilgis – 100 m, plotis – 10 m, kelio gylis – 1,50 m, ruožui Jurbarkas – Kaunas: laivų ilgis – 100 m, plotis – 10 m, kelio gylis – 1,20 m. Atsižvelgiant į šiuos maksimalius leidžiamus parametrus galima preliminariai apsrėsti baržos formą, ilgį, plotį ir grimzlę. Idant tai, bus galima pradėti projektavimo etapą (Nacionalinė upių transporto plėtros asociacija, 2015).

Kadangi projektuojamas laivas bus eksplotuojamas Lietuvos vidaus vandenyse, jis turės atitikti minimalius techninius reikalavimus, kurie pateikti LR susisiekimo ministro įsakyme. Nesilaikant šių reikalavimų, ir neįvykdžius jų, nebus galima eksplotuoti bet kokio laivo Lietuvos vidaus vandenyse. Taigi, projektuojant baržą, patalpų išdėstymą, įrenginius, reikės atsižvelgti į nustatytus minimalius techninius reikalavimus (įsakymas Nr. 3 - 512, 2008).

Šis stambiagabaričių krovinių gabenimo tipas paplitęs visame pasaulyje, kur yra pakankamas susisiekiamumas tarp miestų vidaus vandenų keliais (upėmis, ežerais), tačiau Lietuvoje tokia galimybė nėra įgyvendinta. Kaip pavyzdį būtų galima pateikti Indijos vidaus vandenų baržą, kurią aprašo savo moksliniame straipsnyje Gautham Krishan C., ir kuri nuolat gabena sunkiasvorius krovinius Indijoje, tarp miestų, upėmis. Toks būdas optimalus, nes krovinius galima gabenti beveik visada – oro sąlygos vasaros metu beveik neturi įtakos gabenimui, taip pat, galima plaukti tiek dieną tiek naktį, ko negalima pasakyti apie kitus stambiagabaričių krovinių gabenimų būdus. (Gautham, 2015, 232 - 238 p.)

Leidinyje *ESD.77 FINAL PROJECT SPRING 2010* naudojant keturis skirtingus baržos dizainus siekiama optimizuoti (padidinti) baržų gabenamų krovinių masę taip, kad būtų galima į baržą pakrauti kuo daugiau krovinių neviršijant leidžiamų fizinių apribojimų. Atliekami eksperimentai su visais baržų modeliais, kad būtų galima geriau ją optimizuoti. Optimizavimas atliekamas „Matlab“ programa. Iš gautų rezultatų matome, kad šis metodas leidžia pritaikyti šį principą ir padidinti baržos krovinių svorį (Barge design optimization, 2010).

Klaipėdos uosto parametrai leidžia laivais atgabenti bet kokius praktinius kliento poreikius atitinkančius negabaritinius ar sunkiasvorius krovinius. Sunkiausias kroviny – 3000 tonų

sverianti platforma buvo perkrauta nuo krantinės ant baržos, tai rodo, kad yra galimybė perkrauti ir pačius didžiausius stambiagabaričius ir sunkiasvorius krovinius. Žinoma, tokiems kroviniams reikalinga speciali perkrovimo technologija, naudojama speciali krovos technika ir įranga, kurios uosto krovos kompanijos kasdieninėje veikloje nenaudoja ir šią įrangą gali tekti papildomai užsakyti ir paruošti (Lukauskas ir kt., 2011, 16 p.). Kitą vertus, galima manyti, kad stambiagabaričius objektus būtų galima gaminti Kaune ar netolimame mieste, apjungiant sausumos transportą, jį nugabenti į Marvelės uostą, tada specializuota barža juos transportuoti į Klaipėdą, o iš Klaipėdos į visus kitus pasaulio uostus. Supaprastintas stambiagabaričių krovinių gabenimas reikštų, kad netipiniai kroviniai, pagaminti vidurio Lietuvos miestuose, būtų iš esmės pajungiami į pasaulinę prekybą. Atsirastų naujos galimybės vidurio Lietuvos gamybinėms įmonėms plėsti savo veiklą, atrasti naujus prekybos kelius.

II. NETIPINIAI KROVINIAI LIETUVOJE

Šiuo metu pasaulyje sparčiai besivystant technologijoms ir tobulėjant gamybiniam procesams dauguma įmonių konkuruoja tarpusavyje, norėdamos gauti didelius, ilgalaikius ir pelningus užsakymus. Norint gauti užsakymų, dažniausiai gamybos įmonės siūlo kokybę, kuo mažesnę kainą ir trumpus įvykdymo terminus. Vienas iš būdų pagreitinti gamybos procesą – optimizuoti gamybą, pajungti kitas įmones ir didelio bei sudėtingo objekto gamybą skaidyti dalimis. Galima gaminti įvairius statinius kitose vietose ir juos pergabenti į galutinę užsakymo įvykdymo vietą, sujungiant juos į galutinį projektą. Taip sumažinamas užsakymo įvykdymo laikas.

Tobulėjant pramonei didėja ir gamybos apimtys, pasenę produktai aktyviai atnaujinami, modernizuojami, keičiami, kuriami nauji, našesni, ekonomiškesni produktai. Žmonija sparčiai naudoja žemės resursus, vis didėja tarša, todėl pastaruoju metu itin akcentuojamos problemos, susijusios su pasaulio išteklių mažėjimu ir tarša. Statomi atsinaujinantys energijos šaltiniai, tokie kaip vėjo jėgainės, hidroelektrinės ir panašiai. Tokių objektų dalys – itin didelios, sunkios. Beveik visada numatytoje eksploatavimo vietoje gaminti tam tikrus įrenginius nėra galimybių, tad reikia juos transportuoti nuo gamybos vietos iki eksploatavimo. Taip pat yra poreikis gabenti ir kitus gaminius – transporto priemones (laivai, kombainai, traktoriai), įvairias konstrukcijas (sijos, kolonos, vamzdžiai, kaminai ir pan.), netipinius, vienetinius gaminius. Natūralu, privalu atsižvelgti į transporto rūšis, vertinti jų gabenimo galimybes, nes nuo to priklauso ar bus galima įgyvendinti idėją.

2.1 Stambiagabaričiai kroviniai

Kalbant apie didelio masto – svorio, gabaritų, objektų gabenimą kyla nemažai problemų. Dar prieš pradedant gaminti netipinį objektą (svoris, gabaritiniai matmenys), kuris viršija numatytas normas ar reikalavimus, svarbu nustatyti ar bus įmanoma tokį krovinį pristatyti, kiek tai užims laiko, kokios bus transportavimo išlaidos. Nuo to galimai priklausys ar tokį objektą apskritai yra tikslas gaminti ir ar jis bus pelningas.

Negabaritinis ar sunkiasvoris krovinys - krovinys, kurio faktiški matmenys ar svoris didesni negu maksimalūs leidžiami dydžiai, nustatyti šalyse, per kurių teritorijas jis vežamas. (įsakymas Nr. 497, 1998). Negabaritinių krovinių pervežimas yra itin sudėtingas procesas ir reglamentuojamas negabaritinių ir labai sunkių krovinių pervežimo taisyklėse, kurios gali skirtis, priklausomai nuo šalies, kurios teritorijoje gabenamas krovinys.

Lietuvoje stambiagabaričiai kroviniai dažniausiai gabenami sausumos keliais, tačiau jie yra pritaikyti gabenti tik nedidelius, gabaritinius krovinius. Yra ir kitų stambiagabaričių krovinių gabenimo galimybių. Netipiniams objektams galimos gabenti transporto rūšys:

- sausumos transportas;
- geležinkelių tinklas;
- vidaus vandenų keliai;
- oro transportas.

Žinoma, kad oro transportu gabenti sunkius bei negabaritinius krovinius neapsimoka, kadangi tai yra pati brangiausia transporto rūšis. Be to, šiuolaikinis mokslas nėra tiek pažengęs, kad būtų įmanoma pastatyti lėktuvą, pritaikytą skraidinti itin sunkų ir didelių matmenų krovinį. Žinoma, kad šiuo metu pasaulyje yra tik vienas oro transporto objektas (AN-124-100), kuris teoriškai gali gabenti 100 tonų sveriantį krovinį (Sales, 2016, 118 p.). Į šį transportą, kaip tinkamą gabenti didelės masės ir matmenų krovinį, galima neatsižvelgti.

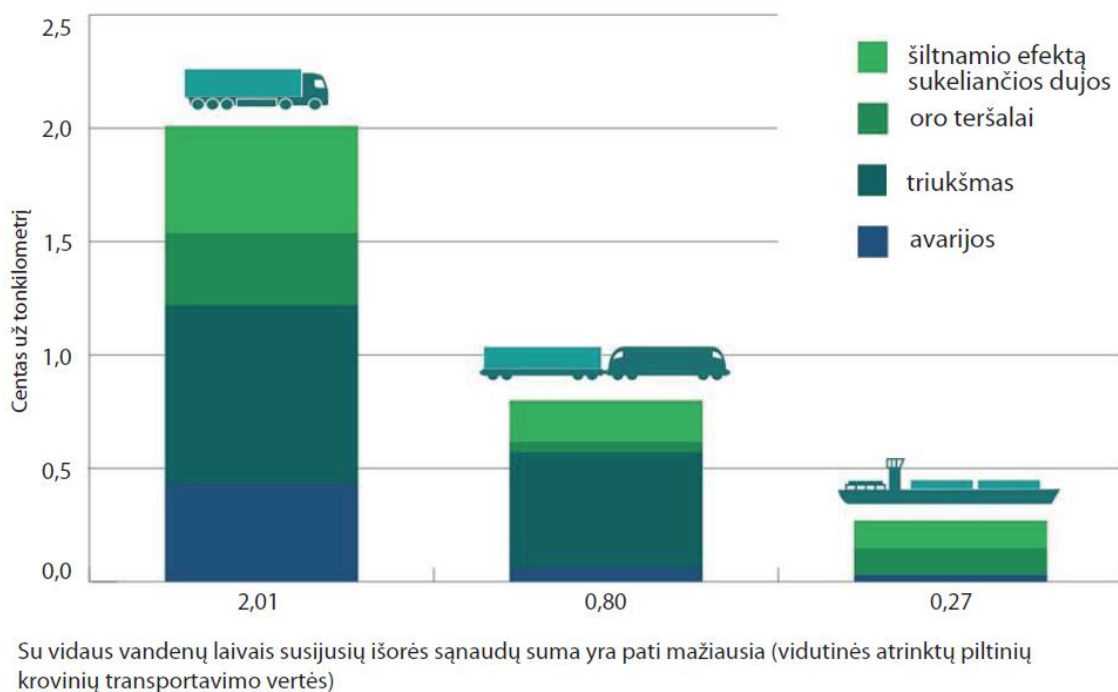
Šiuo metu Lietuvoje negabaritinių krovinių gabenimas dažniausiai vykdomas tik sausumos transportu ir geležinkeliais. Transportavimas vidaus vandenų tinklu beveik nevykdomas, nes šie keliai nėra gerai išvystyti, pagrindinis ribojimas yra maži vandens gyliai. Norint tinkamai parinkti transporto rūšį stambiagabaričių krovinių gabenimui, reikia apsibrėžti veiksnius, kurie yra esminiai.

2.2 Netipinių krovinių gabenimas

Norint parinkti tinkamiausią gabenimo būdą netipiniams kroviniams gabenti, pravartu įvertinti ekonominį, ekologinį aspektus didelių matmenų ir sunkių krovinių gabenimui Lietuvoje. Svarbu apibrėžti faktorius, kurie leistų pagrįsti tinkamiausią gabenimo rūšį Lietuvoje. Oro transportas nevertinamas kaip sunkių krovinių gabenimo rūšis, nes šis transportas šiuo metu nėra pajėgus pakelti į orą itin sunkų krovinį. Esminiai reikalavimai stambiagabaričiams kroviniams gabenti:

- minimali gabenimo kaina;
- trumpas išankstinio pasiruošimo procesas (įvairių institucijų leidimai, maršruto planavimas, įrangos ieškojimas ir kitos priežastys);
- maža žala arba jokios žalios infrastruktūrai;
- minimali oro tarša;
- kuo didesnis saugumas, transportavimo metu;
- kiti reikalavimai.

Europos Audito Rūmų parengtoje specialioje ataskaitoje (Ivanova ir kt., 2015, 9 p.) aptarti ir išnagrinėti galimi vidaus vandenų laivybos pranašumai išorės sąnaudų (1 centas už tonkilometrį) ir vežimo pajėgumo prasme, kurie pateikti 1 pav.:



1 pav. Sunkių krovinų gabenimo kaina. (Ivanova ir kt., 2015, 11 p.)

Pateiktoje diagramoje matoma, kad barža gabenti sunkų krovinį, lyginant su sausumos transportu (sunkiasvorės mašinos ir traukiniai) yra pranašiau beveik visais nagrinėtais požymiais:

- mažiausiai išmetamųjų dujų;
- nedidelis oro užterštumas;
- minimalus triukšmas;
- mažiausiais nelaimingų nutikimų skaičius.

Taip pat, matoma, kad finansine prasme ši transporto rūšis yra pigiausia, palyginus su sausumos transportu. Paskaičiuota, kad transportuojant vieną toną sunkiasvorio krovinio vidaus vandenų laivu, nugabenti jį vieną kilometrą kainuoja 0,27 euro cento. Tai yra beveik dešimt kartų pigiau negu krovinį transportuojant sunkiasvoriais automobiliais (vienas tonkilometris kainuoja 2,01 euro cento) ir beveik tris kartus pigiau negu traukinio vagonais (vienas tonkilometris kainuoja 0,80 euro cento). Taigi, diagramoje palygintos trys krovinų gabenimo rūšys ir galima priimti geriausiu variantu transportavimą vidaus vandenimis, barža.

Gabenant prekes vidaus vandenų keliais, energija naudojama efektyviau, nes vidaus vandenų laivas gali nugabenti vieną toną krovinio beveik keturis kartus tolimesnę distanciją negu sunkvežimis, sunaudojant tiek pat išteklių (1 lentelė). Kadangi, gabenti krovinį vidaus vandenimis

yra lėčiau negu sausumos transportu, jis paprastai naudojamas tokioms prekėms vežti, kurių greitai pristatyti nereikia, taip pat gabenimas upe tinkamas ir negabaričiams kroviniams transportuoti.

1 lentelė. Gabenimo nuotolio kaina

Krovininio transporto rūšis	Gabenimo nuotolis	
	200 km	1 000 km
Keliai	14,30 eurocento	8,80 eurocento
Geležinkeliai	16,04 eurocento	7,40 eurocento
Vidaus vandenų keliai	2,73 eurocento	1,95 eurocento

Lentelėje galima matyti tendenciją, kad didėjant gabenimo nuotoliui, transportavimo kaina mažėja. Kitas pastebimas veiksnys ~ 40 – 60 % mažėjanti kaina sausumos transporte (lyginant 200 km ir 1 000 km transportavimo nuotolį) ir tik mažiau nei 30 % kritusi gabenimo kaina vidaus vandens transportu. Taigi, gabenant krovinį tolimą nuotolį vidaus vandens transporto pranašumas, kainos atžvilgiu, sumažėja, tačiau vistiek šiuo požiūriu išlieka pigiausi.

Taip pat reikia atsižvelgti į konkrečios šalies, kur norima gabenti krovinį, infrastruktūrą. Negabaritinių ir sunkiasvorių krovinių gabenimas Lietuvos vidaus sausumos keliais apibūdinamas šiais poveikiais (Lukauskas ir kt., 2011, 17 p.):

- plotis – sudaro pavojų eismo saugumui (užimamos gretimos juostos, pavojingas prasilenkimas), esant ypač dideliui pločiui gali būti kliudomi kelio įrenginiai ir šalia esantys statiniai;
- ilgis - sudaro pavojų eismo saugumui (posūkiuose užimamos gretimos juostos, gali būti kliudomi kelio įrenginiai ir šalia esantys statiniai);
- aukštis – sudaro pavojų, kad bus kliudomos elektros ir ryšių linijos, tiltai, tuneliai;
- ašies apkrovimas – galimas poveikis kelio dangai, geležinkelio pervažams;
- bendras svoris – galimas poveikis tiltams, viadukams;
- mažas greitis, specialūs maršrutai, kai važiuojama apsauginėse juostose, priešingo eismo juostose;
- galimas poveikis eismo organizavimui, mažinamas kelių pralaidumas.

Įvertinus šiuos poveikius, galima daryti prielaidą, kad sausumos transporto galimybės Lietuvoje nėra itin tinkamos stambiagabaričių krovinių gabenimui. Toks krovinių pervežimo būdas sudaro pavojų eismo saugumui, gadinama infrastruktūra, mažėja kelių pralaidumas. Vidaus vandenų transportui yra būdingi tik keli išvardinti faktoriai – mažas gabenimo greitis, plotis ir

aukštis. Tačiau prieš transportavimo procesą vidaus vandenų keliais yra lengviau įvertinti krovinio plotį ir aukštį, nes maršrutas yra pastovus (arba beveik pastovus), ribojantys objektai nekintantys.

Dar vienas privalumas – panaikinama kito transporto keliams daroma žala dėl didelio krovinio svorio. Iš esmės, visa Lietuvos kelių infrastruktūra yra pritaikyta tik mažo svorio kroviniams. Maksimalus leidžiamas gabenimo svoris keliais yra 44 tonų (įsakymas Nr. 3-66, 2002). Taigi, jeigu stambiagabaritis krovinys viršija maksimalią leistiną ribą, jo negalima gabenti, nes tai prieštarauja Lietuvos Respublikos įstatymams (reikia papildomų leidimų). Viršijus šią apkrovą, išauga tikimybė sugadinti kelius. Apibendrinus, galima teigti, kad transportuoti vidaus vandenų keliais stambiagabaričius krovinius yra naudinga, nes toks gabenimo būdas nedaro žalos kelių būklei.

Klaipėdos uostas yra vienas iš realiausių negabaritinių ir sunkiasvorių krovinių kelių į Lietuvą, kadangi vandens transporte, įskaitant vidaus vandens transportą, krovinio charakteristikos nėra tokios kritiškos kaip kelių ar geležinkelių transporte. Vandens transporte gali būti ribojami laivų gabaritai (ypač grimzlė). Tačiau vandens transporto priemonių įkrovimas yra ženkliai didesnis, negu sausumos transporto priemonių ir jo paprastai pakanka net ir didžiausiems negabaritiniams ar sunkiasvoriams kroviniams gabenti. Dėl esamų sunkumų rasti tinkamą kranto infrastruktūrą ir suprastruktūrą šiems kroviniams perkrauti, todėl vandens transporte yra aktualus saugus negabaritinių ir sunkiasvorių krovinių pakrovimas bei iškrovimas (Lukauskas ir kt., 2011, 12 p.).

Išanalizavus galimybes transportuoti negabaritinį ir sunkų krovinį Lietuvoje, galima teigti, kad potencialiai geriausia transporto rūšis tokių krovinių gabenimui yra vidaus vandenų transportas.

Lietuvos Nemuno upės ruožo nuo Kuršių marių iki Kauno (valstybinės reikšmės kelias E-41) parametrai leidžia vidaus vandens keliais plaukti laivams, pakrautiems iki 500 t krovinio. Tačiau didžiausias sunkiasvoris krovinys, pervežtas 2005 metais iš Klaipėdos uosto iki Kauno Žiemos uosto, svėrė 165 t. Kaune mobiliais kranais šis krovinys buvo perkrautas į kelių transporto platformą ir nugabentas į Jonavą (Lukauskas ir kt., 2011, 35 p.).

Kadangi Lietuvoje nėra paplitusi krovininė vidaus vandenų laivyba, iš to galima spręsti, kad juolab baržų, specialiai sukurtų stambiagabaričiam kroviniui transportuoti, projektų nebuvo sukurta. Tai byloja minimalus informacijos kiekis apie sunkių gabaritų krovinių laivybą Lietuvoje. Dažniausiai yra akcentuojamos problemos, susijusios su vidaus vandenų kelių gyliu, laivybos sąlygos lyginamos su kitų šalių, išskiriami jų privalumai. Ne retai vystomos diskusijos apie tokių baržų potencialą Lietuvoje, tačiau atidžiau nebuvo analizuotos galimybės sukurti baržą, konkrečiai pritaikytą būtent Lietuvos vidaus vandenims, kuri galėtų gabenti netipinius krovinius.

III. PROJEKTAVIMO METODIKA LIETUVOS VIDAUS VANDENŲ BARŽAI

Išanalizavus stambiagabaričių krovinių gabenimo potencialą laivais bei ištyrus dabartinius gabenimo būdus galima teigti, kad sunkiasvorių ir didelių matmenų krovinių gabenimui Lietuvos vidaus vandenų tinklu galimai būtų naudinga parengti baržos projektą. Toks projektas galėtų paskatinti valstybės mastu išnaudoti menkai naudotą nišą stambiagabaričių krovinių gabenimui. Galbūt ši siekiamybė, dėl savo originalios idėjos, būtų perkeliama į realų, vykdomą projektą.

Beveik visada laivų projektai pradedami nuo tyrimo. Tyrimo metu siekiama ieškoti sprendimų būdų, optimalių sąlygų (ypatybių). Ieškoma informacijos apie panašius laivus. Analizuojami sprendimų priėmimo etapai, įvairios priklausomybės, aiškinamasi kas kam daro įtaką, kurį sprendimą derėtų priimti anksčiau. Jeigu rengiamas projektas, kurio esmė sukurti naują, arba iš dalies naują savo specifika laivą, atlikus tiriamąjį darbą, rengiama netipinio laivo metodika. Šiuo atveju, žinoma, kad Lietuvos vidaus vandenyse (apart Kuršių marių) nebuvo transportuojami sunkesni nei 165 tonų kroviniai (Lukauskas ir kt., 2011, 35 p.). Priimtina, kad minėta aplinka – specifinė, tad stambiagabaričių krovinių transportavimui Lietuvos vidaus vandenimis baržos projektavimas yra netipinis. Idant tai, privalu sudaryti strateginį veiksmų planą arba projektavimo metodiką.

Metodika – išanalizuotų veiksmų kratinys, sujungtas į visumą bei išskaidytas sistemingais etapais. Dažniausiai, po atliktos analizės, projektavimo metodika susideda iš paeiliui aprašytų, o vėliau ir sukonkretintų projektavimo etapų. Taigi, šio skyriaus tikslas – sukurti supaprastintą veiksmų seką. Naudojantis ja, atitinkamos kvalifikacijos specialistui, turi būti aišku kaip galima parengti, Lietuvos vidaus vandenims skirtą gabenti netipinius krovinius, baržos projektą.

Vidaus vandenų ar mišraus plaukiojimo. Kadangi laivas bus projektuojamas Lietuvos vidaus vandenims, jūrinio tipo laivų galima nevertinti. Vidaus vandenų ir mišraus plaukiojimo laivai skiriasi, nes jiems keliama skirtingi reikalavimai. Nuo to gali priklausyti visa konstrukcija, įranga, aptarnaujantis personalas, laivo forma ir kiti kintamieji. Taigi, pirmajame projektavimo etape svarbu apibrėžti laivo plaukiojimo ribas.

Plaukiojimo maršrutas. Maršrutą pravartu nusistatyti iš anksto, nes nuo to taip pat priklausys pagrindiniai laivo duomenys. Tai itin svarbu vidaus vandenų laivui, nes plaukiant tik sekia upe krovinio svoris gali būti itin apribotas, o plaukiant tokia upe, kuri labiau pritaikyta laivybai, galima suprojektuoti laivą, kuris bus pajėgus pasikrauti žymiai daugiau krovinės masės.

Taip pat šiame etape galima įvertinti plaukiojimo nuotolį, nuo to priklausys kiek aptarnaujančio personalo reikės norint plukdyti laivą, atsargų kiekis, savo ruožtu vėlesniame projektavimo etape tai leis apspręsti reikalingas patalpas, anstatų skaičių ir pan.

Pakrovimo vietos, galimybės. Reikia išanalizuoti netipinių krovinių pakrovimo – iškrovimo galimybes, su tikslu išsiaiškinti parinkto plaukiojimo rajono tinkamumą eksploatacijai. Jeigu numatyta maršrute nebus galima pakrauti krovinių į projektuojamą laivą, jis nebus pritaikytas netipinių krovinių gabenimui. Tokiu atveju arba keičiamas plaukiojimo maršrutas arba projektavimo idėjos atsisakoma.

Reikalavimų vidaus vandenų laivams analizė. Šis etapas leidžia įvertinti reikalavimus, kurie gali nulemti daug projektavimo veiksnių, parametrų. Jeigu maksimalios leidžiamos laivų savybės vidaus vandenų tinklui yra jau numatytos, reiškia, kad projektuotojas turės jų paisyti. Itin svarbu apsibrėžti tinkamus dokumentus pagal krovinių gabenimo maršrutą, priešingu atveju, įvykdžius ne tam plaukiojimo rajonui skirtus reikalavimus, krovininės laivybos, numatytam maršrutui, vykdyti nebus galima.

Pagrindinių laivo matmenų ribų apsibrėžimas. Bet kokių techninių laivo charakteristikų nustatymas pradedamas nuo pradinių laivo duomenų. Jeigu jie nėra iš anksto numatyti ir tiksliai žinomi, svarbu apsibrėžti pradines pagrindinių laivo duomenų ribas (laivo ilgis, laivo plotis, laivo grimzlė, laivo aukštis). Kuo siauresnės ribos, tuo lengviau vėliau sukonkretinti parametrus. Laivo matmenų ribas gali apibrėžti įstatymai, įsakymai, teisės aktai, institucijų ar privačių žmonių nuostatos priklausomai nuo to, kas atsakingas už norimą eksploatuoti maršrutą. Maršrutas gali būti sudarytas ne vienam asmeniui ar institucijai priklausančiam ruožui. Nuo to priklausys kokius reikalavimus reikės įvykdyti, norint plaukioti numatytose ribose. Be to, ne retai parametrus, ypač matmenis, riboja maršruto ypatybės. Jei yra pakankamai duomenų, pravartu apsibrėžti minimalius ir maksimalius projektuojamo laivo parametrus.

Savaeigis ar nesavaeigis laivas. Atsižvelgiant į projektavimo tikslus, plaukiojimo maršruto ypatybes, parenkamas laivo judėjimo šaltinis. Dažniausiai laivai būna savaeigiai, tačiau ne retai vidaus vandenų laivai – nesavaeigiai. Nesavaeigiai laivai gali būti buksyruojami vilkiku arba stūmiku. Priklausomai nuo maršruto ypatybių (vandens srovės debitas, vingiai), dažniausiai vidaus vandenų baržai plukdyti naudojamas stūmikas.

Laivo tipas. Svarbu parinkti tinkamą laivo tipą projektavimui, kad vėlesniame projektavimo etape būtų galima atrinkti tam tipui skirtą laivo formą, išplanavimą. Nuo laivo tipo priklauso laivo matmenys, išdėstymas, krovinių rūšis, specifinės ypatybės. Ypač svarbu apibrėžti laivo tipą prieš pradedant projektavimo metodo parinkimą. Laivo tipas gali lemti netinkamo metodo pasirinkimą.

Projektavimo metodo pasirinkimas. Skiriami trys pagrindiniai laivo projektavimo metodai: prototipinis (kai nėra daug panašių laivų), statistinis (kai panašių laivų yra daug), teorinis (kai panašių laivų nėra arba beveik nėra). Nuo projektavimo metodo pasirinkimo priklausys tolesnė projektavimo eiga.

Panašių laivų analizė. Šiame projektavimo etape svarbu parinkti laivus prototipus, kurie bus panašūs į norimą suprojektuoti laivą. Projektuotojas apsiprendžia panašumo kriterijus, kurie priklauso nuo projektuojamo laivo specifikos. Kuo daugiau kriterijų, tuo laivai bus panašesni į projektuojamą. Projektuojamos baržos parametrai apskaičiuojami iš panašių laivų statistikos.

Pagrindinių laivo matmenų nustatymas. Prieš pradedant vertinti ar skaičiuoti pagrindinius parametrus reikėtų žinoti plaukiojimo rajoną, įgulos narių skaičių, autonomiją. Taip pat būtų pravartu apmąstyti baržos korpuso formą. Pagrindinius matmenis parenka projektuotojas, vadovaujantis savo žiniomis, maršruto apribojimais, panašių laivų duomenimis.

Teorinio laivo brėžinio sudarymas. Teorinis brėžinys – vienas svarbiausių dokumentų projektavime, nes pagal jį toliau braižomas pilnas korpuso brėžinys, gaunamos pačio laivo formos, ruošiami darbiniai brėžiniai, numatomas patalpų išdėstymas, parenkama įranga, jos vieta, vertinamos laivo savybės, gaminami laivo modeliai bandymams ir pan. Teorinio brėžinio sudarymas prasideda nuo španhautų, vaterlinijų ir teorinių batoksų sudarymo (Čerka, 1997, 12 p.)

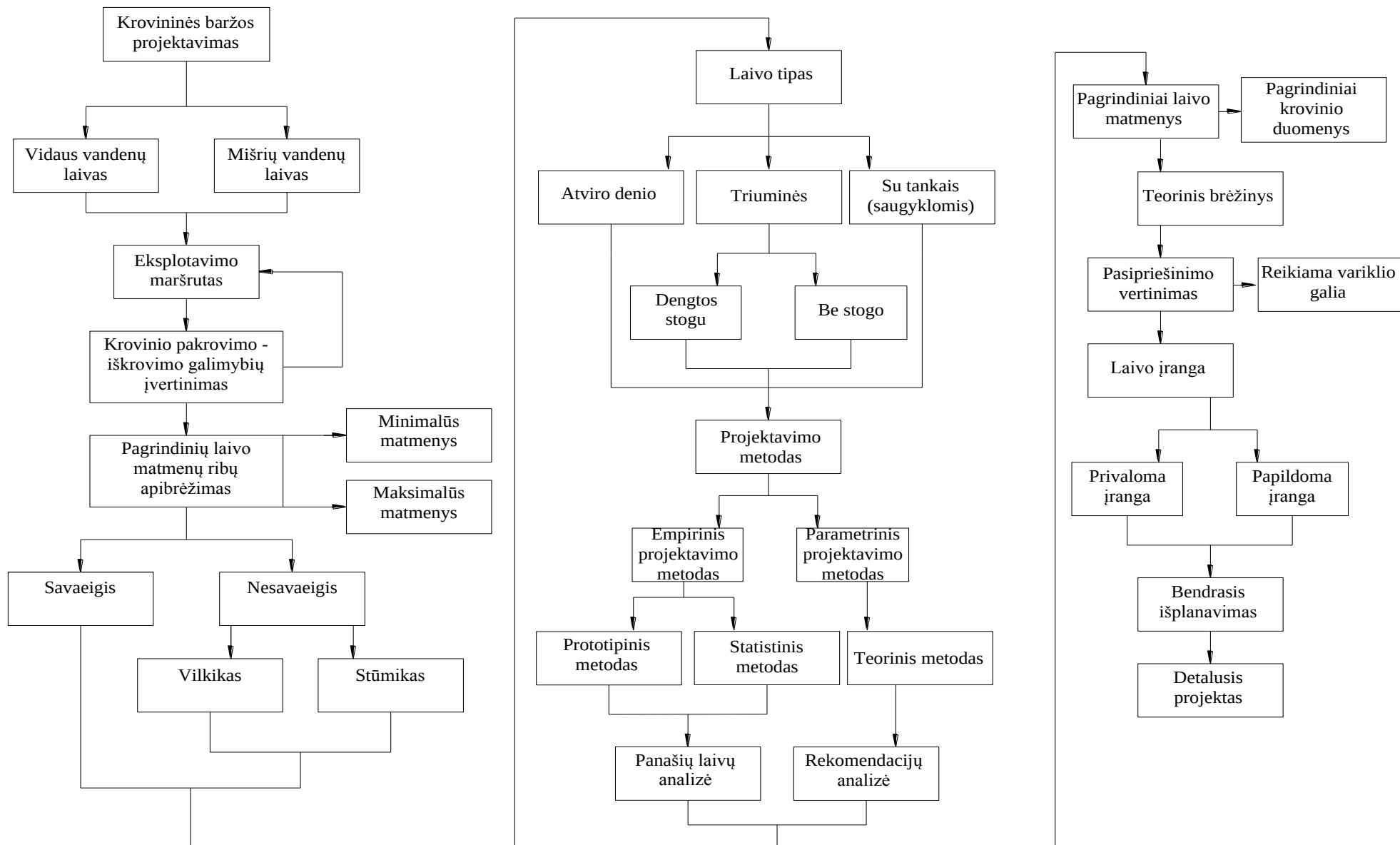
Laivo eigumo vertinimas. Iš teorinio brėžinio ir kitų duomenų galima įvertinti laivo eigumą. Pagrindinė charakteristika laivo eigumo įvertinimui – vandens pasipriešinimas laivo judėjimui. Šiame projektavimo etape itin svarbu, pagal turimus duomenis ir laivo netipiškumą, parinkti tinkamą metodą laivo eigumui nustatyti. Pasipriešinimo įvertinimas leis sužinoti kokios galios reikės, norint plukdyti laivą numatytu greičiu.

Pagrindinės laivo įrangos parinkimas. Reikalinga įranga laivui parenkama priklausomai nuo matmenų, svorio, plaukiojimo rajono ypatybių, reikalavimų tokio tipo laivams, krovinių rūšies ir kitų aspektų. Įranga išdėstoma taip, kad būtų užtikrintas kuo geresnis jos aptarnavimas, naudojimasis ja. Laivo įranga neturi maišyti laivo eksploatavimui.

Bendrojo išplanavimo brėžinio sudarymas. Šiame brėžinyje turi būti matomas tikslus antstatų išdėstymas, įrangos ir sistemų išdėstymas laive, atskirti laivo skyriai, triumai. Dažniausiai yra pateikiamas laivo vaizdas iš šono ir pagrindiniai deniai iš viršaus.

Detalusis projektas. Detalusis projektas rengiamas tik tada, kai yra užtikrintas laivo tinkamumas eksploatacijai, atlikti pagrindiniai skaičiavimai, žinoma tiksli laivo forma. Po šio etapo dažniausiai pradedamas laivo statybos etapas.

Supaprastinta ir detalizuota projektavimo metodika pateikiama schematiškai (2 pav.):



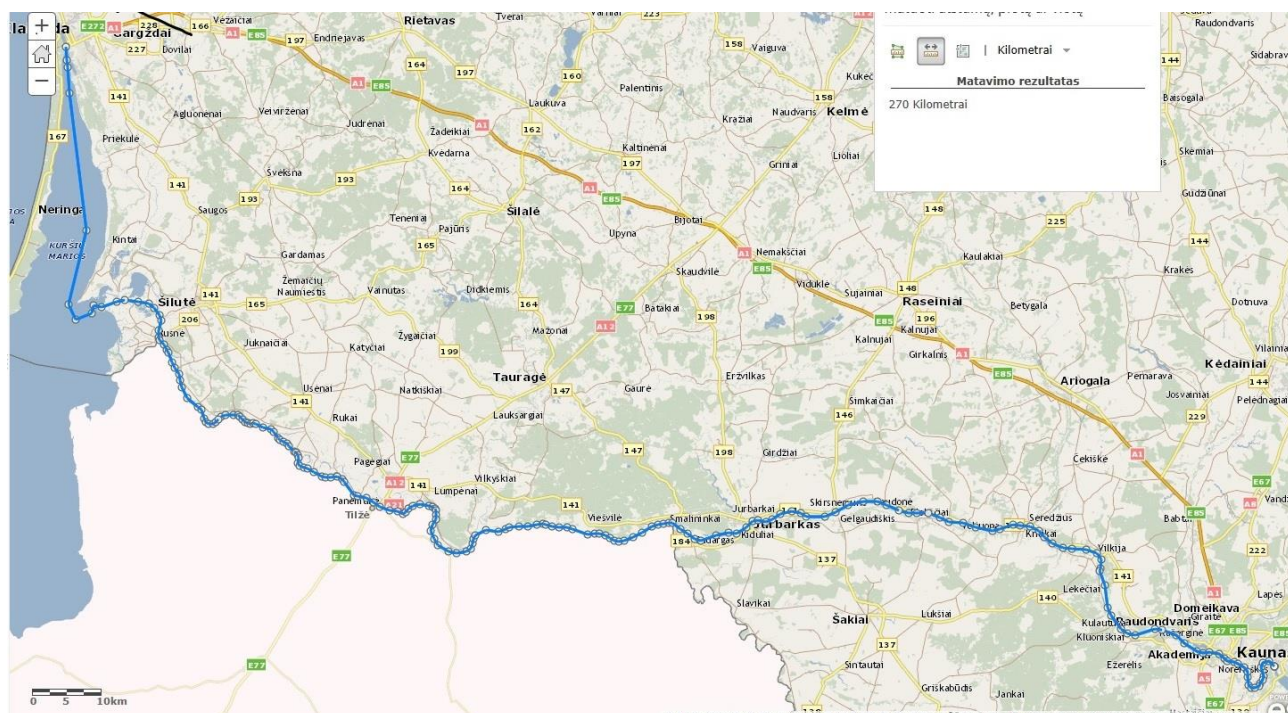
2 pav. Lietuvos vidaus vandenų baržos stambiagabaričiams kroviniams gabenti projektavimo metodikos schema

IV. STAMBIAGABARIČIŲ KROVINIŲ GABENIMO LIETUVOS VIDAUS VANDENIMIS BARŽOS PROJEKTAVIMAS

Baržos projektavimas atliekamas remiantis magistrinio darbo autoriaus sudaryta Lietuvos vidaus vandenų krovininio laivo projektavimo metodika. Projektavimo eiga leis įvertinti sudarytą metodiką, tikslumą, tinkamumą naudojimui projektuojant anksčiau minėto tipo laivus.

4.1 Plaukiojimo rajonas

Stambiagabaričių krovinių barža projektuojama Lietuvos vidaus vandenims, bet ją bus galima pritaikyti iš esmės tik vienam Lietuvos upės ruožui. Norint vystyti stambiagabaričių krovinių gabenimą upėmis, kanalais, dažniausiai kylanti problema yra grimzlė. Ypač seklūs Lietuvos vidaus vandenys, tad be papildomu lėšų investavimo (skirtų gilinimo darbams) neįmanoma gabenti didelio svorio krovinių. Netgi valstybės didžiausioje upėje, Nemune, realu gabenti didelės masės krovinius nuo Kuršių marių iki Kauno miesto, šiame maršrute maksimalus gylis 1m 20cm, o nuo Kauno iki Druskininkų vietomis gylis siekia tik 75 cm. Prie tokios grimzlės gabenti itin sunkų krovinių nėra galimybių, nes laivas tiesiog būtų nugrimzdęs ant dugno. Taigi, barža stambiagabaričiams kroviniams gabenti bus projektuojama maršrutui Klaipėdos uostas – Kauno Marvelės uostas (5 pav.).

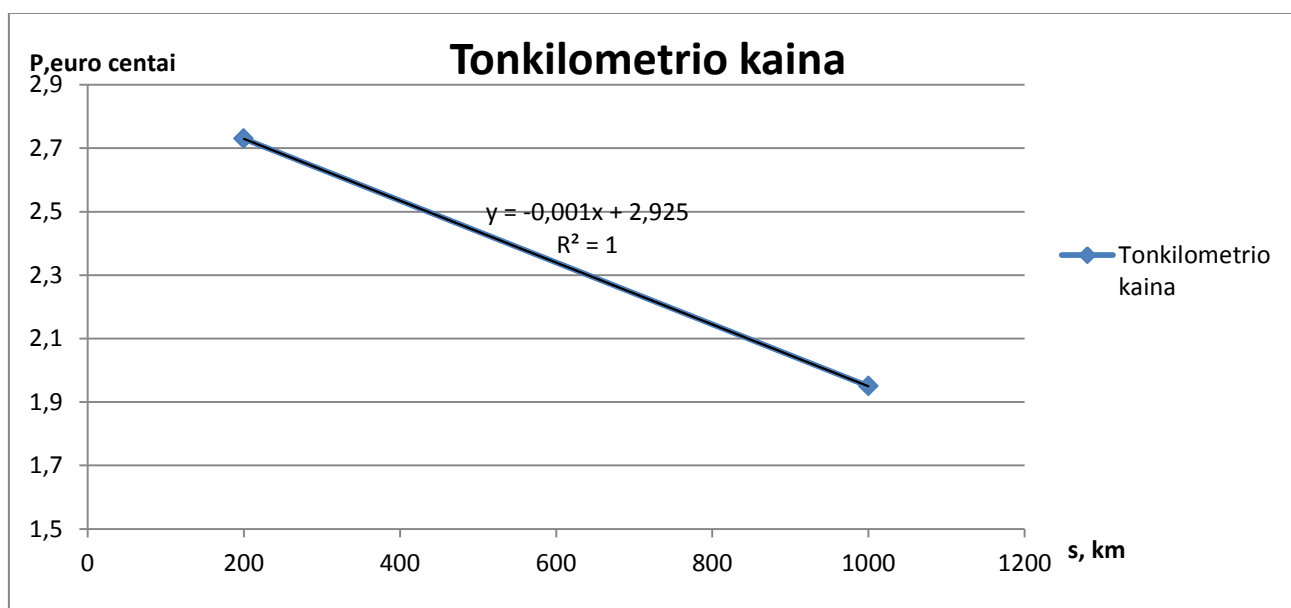


3 pav. Maršrutas Nemunu Klaipėda – Kaunas. (plaukiojimo maršrutas)

Plaukiojimo rajoną galima apibrėžti – Lietuvos vidaus vandenų tinklas (Kuršių marios Lietuvos teritorijoje priskiriamos Lietuvos vidaus vandenims). Tai reiškia, kad rengiant projektą, galima priimti, kad barža bus statoma pagal pasirinktą vidaus vandenų registrą. Taip pat visos sąlybės turės atitikti vidaus vandenų laivo kriterijus.

Galima pastebėti, kad maršrutas iš esmės sujungia Klaipėdą ir Kauną, o apytikslis plaukiojimo atstumas yra apie 270 km (plaukiojimo maršrutas). Taigi, prieš pradedant projektavimo etapą reikia atsižvelgti į eksploatacijos maršrutą ir jo nuotolį. Vienas iš reikalavimų stambiagabaričių krovinių baržos projektavimui yra tas, kad laivas turi nuplaukti 270 kilometrų be atsargų papildymo.

Nustačius projektuojamos baržos plaukiojimo maršrutą ir apytikrį atstumą preliminariai galima įvertinti tonkilometro gabenimo kainą vidaus vandenų barža pagal 1 – os lentelės duomenis. Jeigu vidutinė tonkilometro gabenimo kaina, kai gabenimo nuotolis yra 200 km, $P_{200} = 2,73$ euro cento, o taip pat žinoma kaina, kai gabenimo nuotolis yra 1 000 km ($P_{1000} = 1,95$ eurocento), apytikriai galima paskaičiuoti jos kainą numatytam maršrutui P_{270} . Kadangi žinomos tik dvi vidutinės kainos prie atitinkamų atstumų, galime sudaryti tiesinę lygtį ir nustatyti kainą, kai baržos plaukiojimo nuotolis bus ~ 270 km (4 pav.).



4 pav. Tonkilometro kaina.

Nubraižius dviejų priklausomybių grafiką „Microsoft Excel“ programa, kurios skaičiavimo metodas paremtas mažiausiųjų kvadratų metodu, buvo gauta tiesinė lygtis. Iš gautos tiesinės lygties galima apytiksliai apskaičiuoti kiek kainuos nugabenti vieną toną krovinio vieną kilometrą:

$$P_{270} = -0,001 \cdot 270 + 2,925 \quad (4.4.1)$$

$$P_{270} \approx 2,65 \text{ ct}$$

Kaip matoma, jeigu stambiagabaričių krovinių barža bus eksploatuojama numatytu maršrutu, pagal Europos Audito Rūmų pateiktos specialios ataskaitos duomenis, apytikriai galime paskaičiuoti kiek vidutiniškai kainuos nugabenti vieną toną krovinių iš Klaipėdos uosto į Marvelės uostą Kaune, ar atvirkščiai:

$$P_{t,270} = P_{270} \cdot 270 \quad (4.4.2)$$

$$P_t \approx 715,5 \text{ ct}$$

$$P_t \approx 7,16 \text{ eur}$$

Taigi, remiantis Europos Audito Rūmų pateiktais duomenimis, apytikriai apskaičiuota kiek kainuos nugabenti vienos tonos krovinių numatytu maršrutu – 7,16 eurų. Ko gero, vienos tonos krovinių niekas vienu reisų negabens, o gautas rezultatas yra nelogiškas, nes 1 – oje lentelėje pateikti duomenys yra paskaičiuoti nuo vidutinio gabenamo krovinių svorio. Šiuo atveju, žinodami stambiagabaričio krovinių svorį, jį reikėtų padauginti iš gautos reikšmės P_t , tik tada gautą rezultatą galima priimti kaip realų.

4.2 Stambiagabaričių krovinių krovos galimybės

Norint realizuoti stambiagabaričių krovinių baržos idėją, pravartu įvertinti galimybes pakrauti ar iškrauti tokius nestandartinius krovinius.

Klaipėdos uosto pajėgumai: Klaipėdos uosto parametrai leidžia laivais atgabenti bet kokius praktinius kliento poreikius atitinkančius negabaritinius ar sunkiasvorius krovinius. Sunkiausias kroviny – 3000 tonų sverianti platforma buvo perkrauta nuo krantinės ant baržos, tai rodo, kad yra galimybė perkrauti ir pačius didžiausius stambiagabaričius ir sunkiasvorius krovinius. Žinoma, tokiems kroviniams reikalinga speciali perkrovimo technologija, naudojama speciali krovos technika ir įranga, kurios uosto krovos kompanijos kasdieninėje veikloje nenaudoja ir šią įrangą gali tekti papildomai užsakyti ir paruošti. (Lukauskas ir kt., 2011, 16 p.)

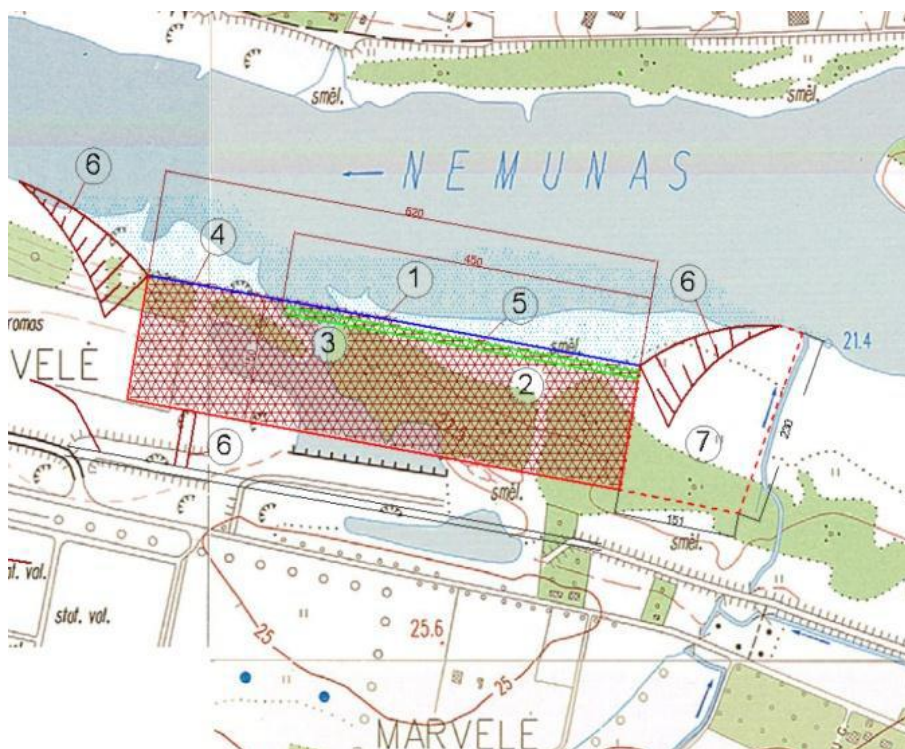
Marvelės uosto pajėgumai: Marvelės krovinių uostas jau pradėtas vystyti. Pirminis tokio projekto tikslas – skatinti vidaus vandenų kelių transporto vystymą, efektyviai išnaudoti tarptautinės reikšmės vidaus vandenų kelią E41 Kaunas – Klaipėda Nemunu ir Kuršių mariomis, bei skatinti

krovinių pervežimą mažiau taršiu ir pigesniu, nei kitos transporto rūšys, vidaus vandenų kelių transportu. Šiam projektui įgyvendinti yra numatyti du etapai (Kondratovič, 2013, 12 p.):

1. I etapas:

- 120 m. krantinė;
- privažiavimo kelias;
- prieplaukos aikštelė;
- inžineriniai tinklai.

Pirmasis etapas įvykdytas Europos Sąjungos lėšomis.



5 pav. Numatyta Marvelės krovinės prieplaukos schema.

1 – laivų stovėjimo ir iškrovimo krantinė; 2 – birių krovinių uosto teritorija; 3 – dengtų ir atvirų sandėlių teritorija; 4 – laivų stovėjimo krantinės; 5 – portalinių kranų keliai prie krovos krantinių; 6 – privažiavimo kelias; 7 – uosto rezervinė teritorija. (Kondratovič, 2013, 14 p.)

2. II etapas:

- praplėsta krantinė iki 200 m.;
- prieplaukos aikštelė;
- inžineriniai tinklai;
- automobilių stovėjimo aikštelė;
- mobili krovinių krovos įranga;
- sandėliai;

- apsaugos sistema ir tvoros.

Antrasis etapas bus vykdomas VPSP (viešojo ir privataus sektoriaus partnerystės) būdu.

Kroviniai, kuriuos bus galima gabenti Nemuno upe ir perkrauti Marvelėje: kroviniai kontaineriuose, statybinės medžiagos (įskaitant ir birias medžiagas), mediena, didžiagabaritiniai ir sunkiasvoriai kroviniai. Marvelės krovininėje prieplaukoje planuojama vykdyti krovinių iškrovimo iš laivų ir pakrovimo į laivus darbus, krovinių sandėliavimą (saugojimą) bei krovinių atvežimą bei išvežimą autotransportu (Vidaus vandenų kelių direkcija, 2012, 2 p.).

Įvertinus jau įvykdytus netipinių krovinių krovos darbus Klaipėdos uoste, bei Kauno Marvelės uosto projektą, galima teigti, kad tiek vystomas Marvelės uostas, tiek Klaipėdos jūrų uostas yra pajėgus priimti bei vykdyti Nemunu atgabentų sunkiasvorių ir negabaritinių krovinių krovą. Taigi, numatytame maršrute yra galimybės netipinių krovinių perkrovimui, o tai reiškia, kad šiuo požiūriu maršrutas yra priimtinas.

4.3 Reikalavimai Lietuvos vidaus vandenų transportui

Bet kokio laivo projektavimo metu svarbu iš anksto numatyti galimus parametrus, charakteristikas. Pravartu įvertinti maršrute ar plaukiojimo rajone galiojančius reikalavimus, nes norint gabenti krovinis, reikės paisyti numatytų reikalavimų. Dažniausiai teisės aktuose pateikiama informacija gali būti naudinga ruošiant projektą, o kai kada ir esminė. Apsibrėžiant preliminaras laivo charakteristikas, patartina patikrinti galiojančius reikalavimus, kad užtikrinti jų tinkamumą numatytame maršrute. Taipogi, dokumentuose gali būti nurodyta, kokią minimalią įrangą privalo turėti laivas reiso metu.

Konkrečiu atveju, projektuojant laivą, kuris plaukios tik Lietuvos vidaus vandenų tinklu, esminis dokumentas, kuriuo reikėtų vadovautis – Lietuvos Respublikos susisiekimo ministro įsakymas Nr. 3-512 (įsakymas Nr. 3-512, 2008). Šis teisės aktas numato minimalius techninius reikalavimus Lietuvos vidaus vandenų transporto priemonėms. Įsakymas paremtas vidaus vandenų transporto kodeksu, Europos Parlamento ir tarybos direktyva. Atlikus dokumento analizę, buvo išskirti esminiai reikalavimai, kurie gali turėti svarbos Lietuvos vidaus vandenų stambiagabaričių krovinių gabenimo baržos projektavimui. Supaprastinti faktai yra tokie:

- laivų su ištisiniu deniu viršvandeninio borto aukštis turi būti bent 150 mm;
- laivuose, skirtuose kroviniams vežti, turi būti sumontuoti laivapriekio inkarai (reikia sumontuoti špilius ir brašpilius);
- jei laivas yra ilgesnis negu 50 metrų, reikalaujama, kad inkaro grandinės ilgis būtų 60 metrų;

- turi būti sumontuoti vaizdo ir garso signalai;
- laive turi būti švartavimosi lynai;
- laivas turi būti pastatytas taip, kad jame esantys asmenys galėtų saugiai dirbti ir judėti;
- plūduriuojančiame įrenginyje, kuriame eksploatacijos metu yra asmenų, turi būti sumontuota bendroji avarinės signalizacijos sistema.

Projektuojamam laivui minimalūs techniniai reikalavimai apibrėžti, jų privaloma laikytis. Kitas svarbus teisės aktas – Lietuvos vidaus vandenų kodeksas (nutarimas Nr. I-1534, 1996). Vidaus vandenų transporto kodeksas reguliuoja vidaus vandenų laivybos, uostų veiklos, keleivių, krovinių, bagažo, pašto vežimo, buksyravimo santykius, taip pat nustato atsakomybę už žalą, padarytą vidaus vandenų transporto. Stambiagabaričių krovinių arba sunkiasvorių gabenimui yra dokumente nustatyta speciali tvarka, kai laivo dedveitas didesnis negu 200 tonų:

1) užtikrinti, kad laivai, kuriais ketinama vežti krovinius, atitiktų Lietuvos Respublikos ir tarptautinių teisės aktų nustatytus reikalavimus, ir turėti tai patvirtinančius dokumentus (nutarimas Nr. I-1534, 1996);

2) turėti atitinkamus padalinius (specialistus), kurie galėtų organizuoti krovinių vežimą laivais ir užtikrinti saugų laivų eksplotavimą ir apsaugą, arba sudaryti sutartį su kitu subjektu, kuris turi nurodytus padalinius (specialistus) ir sutinka organizuoti krovinių vežimą laivais bei užtikrinti saugų laivų eksplotavimą ir apsaugą (nutarimas Nr. I-1534, 1996);

3) laivų, kuriais ketinama vežti krovinius, įgulos turi būti sudarytos iš vidaus vandenų transporto specialistų, turinčių galiojančius dokumentus, patvirtinančius vidaus vandenų transporto specialistų įgytą kvalifikaciją ir teisę eiti atitinkamas pareigas laive (nutarimas Nr. I-1534, 1996).

Dar vienas, šiuo atveju, svarbus dokumentas – Lietuvos Respublikos susisiekimo ministro įsakymas Nr. 3-600. Vidaus vandenų kelių eksplotavimo taisyklės nustato Lietuvos Respublikos vidaus vandenų kelių priežiūros, apsaugos bei naudojimo tvarką, vidaus vandenų kelių projektinius, garantinius, techninius ir eksplotavimo matmenis bei jų išlaikymo tvarką, taip pat vidaus vandenų kelių valdytojų ir naudotojų teises ir pareigas (įsakymas Nr. 3-600, 2009). Vienas esminių šio akto teiginių – privaloma išlaikyti vidaus vandenų kelių garantinius matmenis.

Dar vienas esminių, nepriklausomai nuo valstybės įstatymų, dokumentų, apibrėžiančių visos Europos vidaus vandenų transportą – Europos Parlamento ir tarybos direktyva. Ji nustatato techninius reikalavimus vidaus vandenų laivams. Išanalizavus dokumentą, galima teigti, kad anksčiau minėtas įsakymas Nr. 3-512 yra parengtas pagal šią direktyvą, dauguma punktų yra identiški, tačiau yra ir papildomų, įsakyme nepateiktų. Čia papildomai nurodoma, kad laivai ir vilkstinės plaukia ne mažesniu negu 13 km/h greičiu vandens atžvilgiu. Ši sąlyga nėra privaloma, kai vilkikai stūmikai plaukia vieni.

Visus šių dokumentų reikalavimus projektuojamas laivas be išimties turės tenkinti. Vadovaujantis įvardintais teisės aktais toliau bus rengiamas stambiagabaričių krovinių gabenimo Lietuvos vidaus vandenimis baržos projektas. Atlikus tinkamų reikalavimų analizę, galima nusistatyti svarbias minimalias arba maksimalias galimas charakteristikas.

Krovinių netipiškumas leidžia daryti prielaidą, kad reikėtų išanalizuoti ir su jais susijusius reikalavimus. Pagrindinis šios analizės tikslas, numatyti reikalavimus stambiagabaričių krovinių krovos darbams, kurie gali turėti įtakos baržos projektui.

4.3.1 Stambiagabaričių krovinių krovos reikalavimai

Perkraunant negabaritinius ir sunkiasvorius krovinius Klaipėdos uoste papildomų administracinių procedūrų nėra, o pasiruošimas tokių krovinių krovai apsiriboja šiais techniniais ir technologiniais aspektais (Lukauskas ir kt., 2011, 25 p.):

- perkrovimo galimybių suderinimas su krovos kompanija (krovos technika, kėlimo priemonės);
- krovos kompanija turi įsitikinti (atlikti skaičiavimus), kad nebus viršijamas leistinas krantinės apkrovimas;
- kraunant ypač didelio svorio krovinius paprastai yra informuojama Klaipėdos uosto priežiūros tarnyba;
- negabaritinio ar sunkiasvorio krovinio išvežimo iš terminalo ir pervežimo per Klaipėdos miestą galimybių įvertinimas.

Suderinus minėtus techninius aspektus ruošiamasi:

- laivo priėmimui uoste;
- negabaričio ar sunkiasvorio krovinio išvežimui iš uosto, kelių, geležinkelių, ar vidaus vandens transportu.

Kadangi Marvelės uosto projektas dar vystomas ir yra neužbaigtas, sunkiasvorių krovinių perkrovimo reglamentas dar nėra paruoštas. Tačiau atsižvelgus į Klaipėdos uosto netipinių krovinių krovos pasiruošimo reikalavimus, galima daryti prielaidą, kad panašūs bus taikytini ir Marvelės uostui. Apibendrinant atliktą analizę, prieita prie išvados, kad stambiagabaričių krovinių krovos reikalavimai tiesioginės įtakos baržos projektui neturės.

4.4 Pagrindinių laivo matmenų ribos

Kadangi projektuojamas laivas bus orientuotas į Lietuvos vidaus vandenį (Nemuno upę Lietuvos teritorijoje), galima apibrėžti didžiausius leistinus vidaus transporto matmenis. Didžiausi galimi pagrindiniai laivo matmenys apibrėžiami taip:

- maksimalus galimas laivo plotis $B_{\max}$ (m) apibrėžiamas atsižvelgiant į maksimalų leidžiamą upės plotį siauriausioje jos vietoje maršruto ribose;
- maksimalus galimas laivo ilgis $L_{\max}$ (m) apibrėžiamas atsižvelgiant į upės vingius numatyta maršrute;
- maksimali galima grimzlė $d_{\max}$ (m) apibrėžiama atsižvelgiant į upės mažiausią gylį laivo plaukiojimo rajone;
- maksimalus galimas viršvandeninės laivo dalies aukštis $h_{\max}$ (m) apibrėžiamas atsižvelgiant į tiltų, perėjų, elektros trasų aukštį nuo vandens paviršiaus numatyta maršrute.

Pagal patvirtintą Lietuvos Respublikos valstybinių vidaus vandenų kelių klasifikaciją (IV tarptautinė klasė) leidžiama plaukioti šių matmenų laivams ir laivų sąstatams: $L = 100$ m, $B = 10$ m. (įsakymas Nr. 3-600, 2009). Taigi, pagal galiojantį įsakymą, projektuojama barža maksimaliai gali būti iki 100 m ilgio ir 10 m pločio. Taip pat, parinkus maršrutą, buvo atsižvelgta į Nemuno upės gylį, kuris sekiausia vietoje yra 1m 20 cm. Maksimalūs leidžiami projektuojamos baržos matmenys pateikti 2 – oje lentelėje:

2 lentelė. Maksimalūs galimi laivo matmenys

Projektuojama barža	Maksimalus ilgis $L_{\max}$, m	Maksimalus plotis $B_{\max}$, m	Maksimali grimzlė $d_{\max}$, m
	100,0	10,0	1,2

Galima teigti, kad stambiagabaričių krovinių gabenimas vandenių, apribojimų svariui neturi. Idant tai, galima gabenti tokį krovinį, kuris leistų užtikrinti minimalią leidžiamą maršruto grimzlę – 1m 20 cm. Taigi, maksimalus krovinio svoris bus lygus projektuojamo laivo dedveitui, įvertinus laivo įrangos, įgulos, atsargų svorį.

Minimalūs projektuojamos baržos matmenys taip pat turi būti apibrėžti, kadangi suprojektavus sąlyginai mažą baržą, į ją nebus galima pakrauti stambiagabaričio krovinio, o pagrindinis projektavimo tikslas nebus įvykdytas. Atsižvelgiant į tai, minimalūs laivo matmenys turi būti tokie, kad užtikrintų galimybę pakrauti stambiagabaričius krovinius. Stambiagabaričio

krovinio charakteristikas galima sutapatinti su krovinium, kuris viršija maksimalius leidžiamus parametrus sausumos transporto keliams. Duomenys apie maksimalius galimus transporto priemonių matmenis ir svorius (įsakymas Nr. 3-66, 2002) pateikti 3 – čioje lentelėje:

3 lentelė. Maksimalūs galimi transporto priemonių parametrai

Charakteristika	Transporto priemonės tipas	Reikšmė
Ilgis	pavienio automobilio	12,00 m
	priekabos	12,00 m
	sujungtos transporto priemonės (vilkikas su puspriekabe)	16,50 m
	autotraukinio (automobilio su priekaba)	18,75 m
Plotis	visų kelių transporto priemonių	2,55 m
	refrižeratoriaus su šilumą izoliuojančiomis sienelėmis	2,60 m
Aukštis	visų kelių transporto priemonių	4,00 m
Bendroji masė	pavieniai dviašiai automobiliai	18 t
	pavieniai triašiai automobiliai	25 t
	vilkiko su puspriekabe	40 t
	automobilio, sukabinto priekaba	40 t
	triašio vilkiko su dviaše ar triaše puspriekabe 40 pėdų konteinerių kombinuotam vežimui	44 t
Ašies apkrova	pavienės ašys / nevarančiosios ašys	10,0 t
	varančioji ašis	11,50 t

Šie reikalavimai sudaryti sausumos kelių transportui, tačiau iš jų galima apspręsti kokių matmenų maksimalų krovinį galima gabenti Lietuvos Respublikos keliais be apribojimų. Pagal juos, galima numatyti koks gali būti krovinys. Kai gabenant krovinį yra viršijamas bent vienas matmuo, jį galima traktuoti kaip negabaritinį krovinį. Iš pateiktų duomenų, nustatyti minimalūs matmenys ir svoris, kada krovinį laikome negabaričiu ir pateikti 4 – toje lentelėje.

4 lentelė. Stambiagabaričio krovinio gabaritai

Stambiagabaris krovinys	Krovinio ilgis, m	Krovinio plotis, m	Krovinio aukštis, m	Krovinio svoris, t
	24,0	2,6	4,0	44,0

Išanalizavus reikalavimus, ribojančius stambiagabaričio krovinio gabenimą Lietuvos keliais bei maršruto apribojimus, galima apsrėsti matmenų ribas, kuriuose turi būti projektuojama barža. Matmenų ribos: laivo ilgis L – nuo 24,0 m. iki 100,0 m., laivo plotis B nuo 2,6 m. iki 10,0 m., grimzlė d nuo 0 m. iki 1,2 m., viršvandeninio borto aukštis iki 8,98 m.

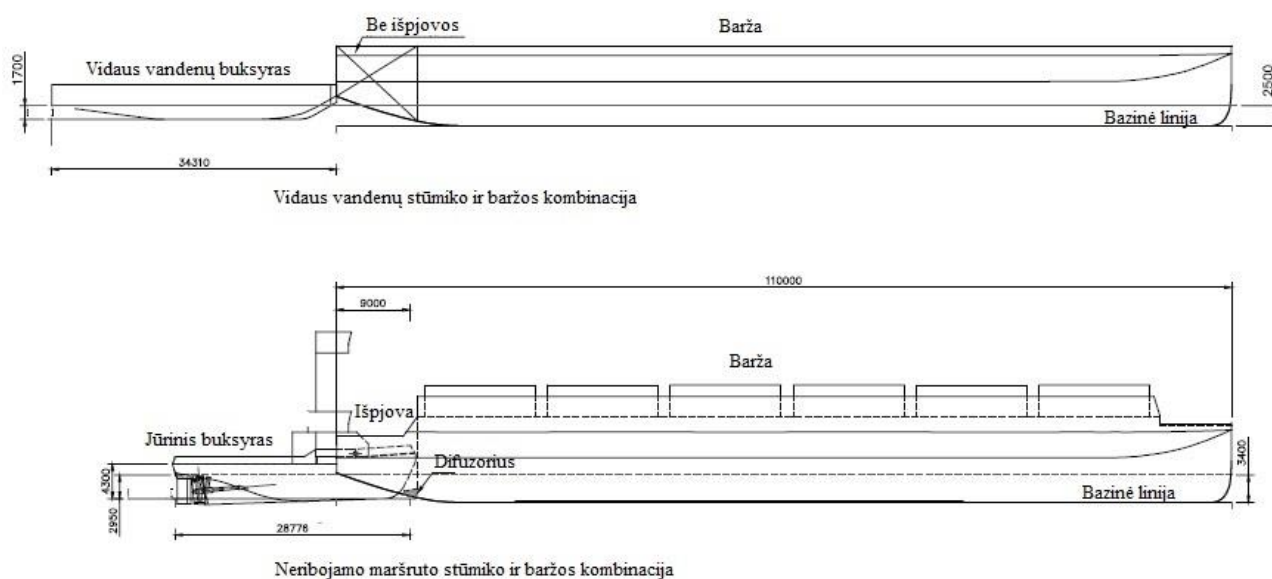
4.5 Baržos propulsinis mechanizmas

Vienas svarbiausių projektavimo veiksnių – baržos korpuso forma. Nuo jos priklausys laivo jūrinės savybės, buksyravimui reikalinga galia. Dėl parinkto maršruto ypatybių, priimtas sprendimas – projektuoti nesavaeigę baržą. Nuo to, kaip nesavaeigis laivas bus buksyruojamas priklausys laivapriekio ir laivagalio forma, o nuo jų ir bendra laivo forma. Taigi, pravartu numatyti buksyravimo tipą.

Nesavaeigiai laivai dažniausiai yra buksyruojami specializuotais laivas, kurių pagrindinė paskirtis yra kitos transporto priemonės plukdymas. Tokie laivai būna dviejų tipų:

1. Stumiantys (stūmikai), kai specializuotas laivas tvirtinamas prie stumiamo objekto laivagalio.
2. Traukiantys (vilkikai), kai specializuotas laivas tvirtinamas prie traukiamo objekto laivapriekio.

Jeigu buksyruojamas laivas neturi papildomo galios šaltinio, kuris leistų laivą varyti be buksyro, dažniausiai naudojami laivai – stūmikai. Stūmikai itin naudingi, lyginant su vilkikais, vidaus vandenyse, nes jiems reikia mažiau galios stumti laivą, taip pat jie užtikrina geresnį valdomumą. Stūmiko – baržos kombinacija pateikiama 6 pav.:



6 pav. Stūmiko – baržos kombinacijos, priklausomai nuo plaukiojimo rajono (Valkhoff, 2000,13 p.)

Vidaus vandenų ir neriboto plaukiojimo rajono stūmikų – baržų palyginimas, leidžia teigti, kad projektuojamos baržos laivagalinė dalis bus be išpjovos, be to achterpiko viršvandeninė dalis turės plokštumą. Jūrose ir vandenynuose naudojamoje stūmiko – baržos kombinacijoje, reikalaujama, kad barža laivagalinėje dalyje turėtų išpjovą, skirtą stūmikui įsiremti į laivo korpusą. Ši anga yra reikalinga, kai plaukiojimo maršrutas pasižymi itin kintančiomis aplinkos sąlygomis, dideliomis bangomis, kurios veikia korpusą. Išpjova leidžia tvirčiau tarpusavyje sutvirtinti abu laivus. Taigi, nesavaeigė Lietuvos vidaus vandenų barža bus buksyruojama iš laivagalio, specializuotu laivu – stūmiku.

4.6 Baržos tipo parinkimas

Norint tinkamai suprojektuoti laivą – svarbu apsibrėžti ir parinkti tikslų laivo tipą. Dėl Lietuvos vidaus vandenų tinklo specifinių ypatybių – itin mažų gylių, priimta, kad stambiagabaričiai kroviniai bus gabenami baržos tipo laivu. Dėl tos pačios priežasties atsisakyta projektuoti savaeigį laivą, nes padidėtų tuščio laivo svoris, todėl žymiai sumažėtų dedveitas. Be to, įrengiant mašinų skyrių laive, reikės paisyti papildomų reikalavimų ir rekomendacijų, sudėtingėtų statybos technologija. Taip pat išaugtų statybos kaina. Taigi, projektuojama barža – nesavaeigė.

Priklausomai kokį krovinį projektuojamas laivas gabens, yra skiriami trys pagrindiniai baržų tipai: atviro denio baržos, baržos su triumais, baržos su tankais (Connor, 1998, 239 p.).

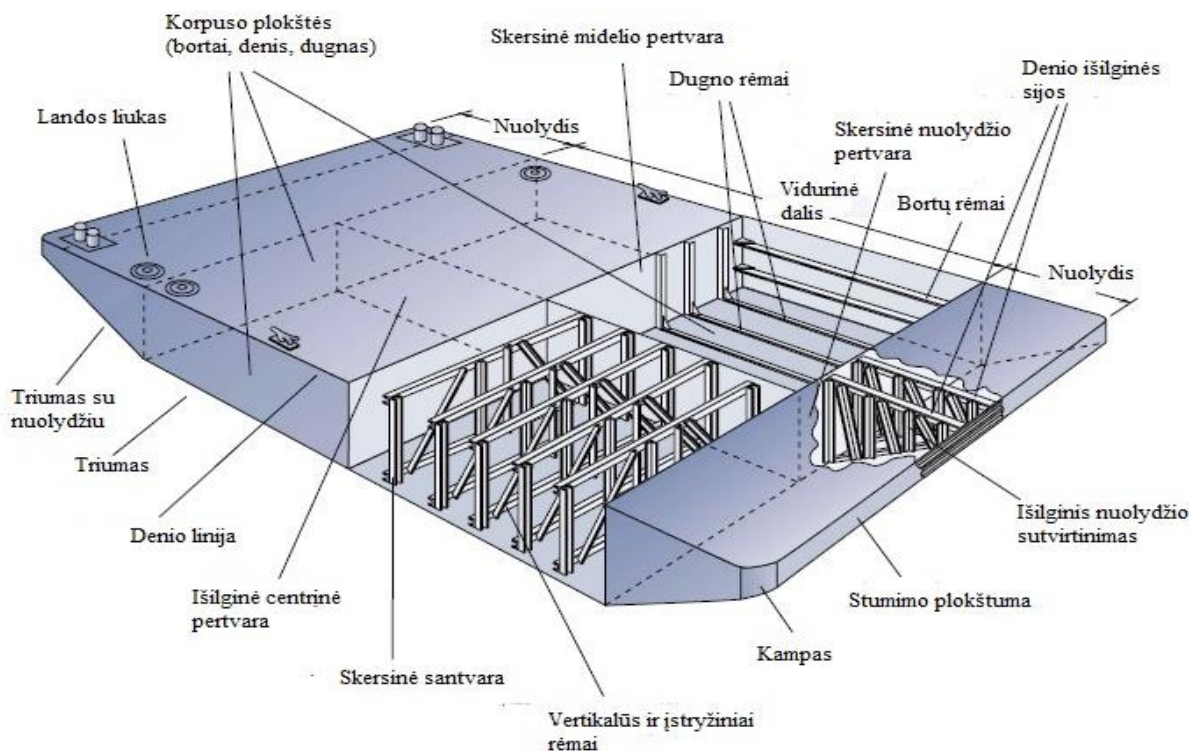
Atviro denio baržos – tai baržos su plokščiu deniu, kurios naudojamos ir transportavimui ir pagalbiniais darbais. Plokščias denis naudingas, kai yra gabenami nestandartinių matmenų, sunkiasvoriai kroviniai, pavyzdžiui tiltų sekcijos. Šio tipo baržos labiausiai skirtos vidaus vandenims (upėms, kanalams, ežerams). Tokių baržų vidus dažniausiai yra tuščias (Connor, 1998, 239 p.).

Baržos su triumais – tai tokios pat baržos kaip ir atviro denio tipo, tik jų denis nėra bortų lygyje. Jos savo ruožtu skirstomos: su stogu ir be stogo. Yra skirtos gabenti grūdus, anglį, popierių, akmenis, skaldą ir kitas medžiagas. Jos dažnai naudojamos gilinimo pramonės ūkyje, žemsiurbės iškasenoms, kurios iškastos gilinant upę (Connor, 1998, 238 p.). Tokios baržos pasirinkimo prioritetą yra tada, kai norima apsaugoti krovinį nuo aplinkos sąlygų, kurios gali paveikti krovinio savybes. Taip pat triumines baržas pasirenkamos kai norima gabenti birų krovinių.

Baržos su tankais – taip pat vadinamos skysto krovinio baržomis. Jos turi tankus, kuriuos gali užpildyti įvairiais chemikalais, degalais ar kitais skystos būsenos kūnais. Jomis galima transportuoti visus skysčius, dyzelinį kurą ir suskystintas dujas (Connor, 1998, 238 p.). Tokioms

baržoms dažniausiai reikalinga papildoma įranga, skirta talpyklų aptarnavimui, reikiamos temperatūros palaikymui jose.

Konstatuojant faktą, kad atviro denio baržos naudojamos nestandartinių matmenų ir sunkiasvoriams kroviniams gabenti, bei labiausiai skirtos laivybai vidaus vandenimis, priimame, kad projektuojamos baržos tipas – atviro denio. Atviro denio barža supaprastintai dar vadinama pontonu. Toks laivas yra sąlyginai paprastos konstrukcijos (7 pav.), tačiau jis turi užtikrinti korpuso tvirtumą. Taigi, projektuojamas laivas – nesavaeigė vidaus vandenų atviro denio barža.



7 pav. Principinis atviro denio tipo baržos pjūvis (The barge people)

Kadangi yra nustatyti minimalūs kriterijai, į kuriuos bus atsižvelgiama tęsiant projektavimo etapą, galima pradėti rengti konkretų projektą.

4.7 Projektavimo metodai

Yra žinomi svarbiausi kriterijai, kurių reikia, stambiagabaričių krovinių baržos projektavimo tolesnei eigai. Kitas etapas – nustatyti koku būdu laivas bus projektuojamas. Yra du pagrindiniai laivo projektavimo principai – empirinis ir parametrinis (teorinis), tačiau empirinis savo ruožtu skirstomas į prototipinį ir statistinį (Papanikolaou, 2014, 39 p.):

- prototipinis metodas. Šis metodas naudojamas kai projektuojamas laivas yra netipinis ir yra keli ar nedaug panašių laivų. Projektavimo metu surenkama

informacija apie panašius laivus, pagal jų charakteristikas parenkami pagrindiniai laivo matmenys (Papanikolaou, 2014, 39 p.);

- statistinis metodas. Šis metodas naudojamas kai projektuojamas laivas yra standartinis ir galima rasti daug panašių projektų. Iš panašių laivų yra išvedama statistika, parenkami optimalūs būsimo laivo matmenys, atsižvelgiant į jau suprojektuotų laivų statistinius duomenis (Papanikolaou, 2014, 44 p.);
- teorinis metodas. Šis metodas naudojamas kai projektuojamas laivas yra vienietinis ir panašių projektų duomenų trūksta ar iš viso nėra. Tokiu atveju, laivas projektuojamas atsižvelgiant tik į teorines žinias, pagrindiniai matmenys parenkami pagal rekomendacijas (Papanikolaou, 2014, 45 p.).

Kadangi projektuojama vidaus vandenų barža, kuri gabens sunkiasvorius ir negabaritinius krovinius, taip pat bus pritaikyta transportuoti ir kitus krovinius, projektavimas bus atliekamas prototipiniu metodu. Iš panašių laivų reikės nustatyti lygtį, kuri leis įvertinti laivo dedveitą. Jis reikalingas, norint nustatyti kokio svorio krovinį (įskaitant įrangą, balastą, įgulą) bus galima gabenti numatytu maršrutu Klaipėdos uostas – Kauno Marvelės uostas, neviršijant maksimalios leidžiamos grimzlės ($d_{\max} < 1,2$ m.).

Baržos projektavimui pagal panašių laivų statistiką, reikia apsibrėžti panašių laivų kriterijus. Stambiagabaričiams kroviniams gabenti Lietuvos vidaus vandenimis baržos pagrindinis matas yra maksimalus krovinio svoris. Siekiant kuo tiksliau sužinoti projektuojamo laivo pagrindinius galimus matmenis reikia apsibrėžti laivų – prototipų galimų krovinų kiekį (svorį). Projektuotojas nusprendžia kada laivai bus panašūs. Pagrindiniai panašių laivų kriterijai:

- baržos turi būti projektuojamos plaukioti vidaus vandenų tinklui;
- panašūs laivai turi būti nesavaeigiai;
- laivai turi būti pagaminti iš tos pačios konstrukcinės medžiagos;
- turi būti žinomi duomenys, reikalingi prototipinio metodo realizavimui (laivo ilgis L , laivo plotis B , laivo grimzlė d , tuščio laivo svoris arba dedveitas).

Pagal projektuotojo nusistatytus kriterijus, kitame projektavimo etape bus atrenkami panašūs laivai, jie aprašomi, analizuojami duomenys.

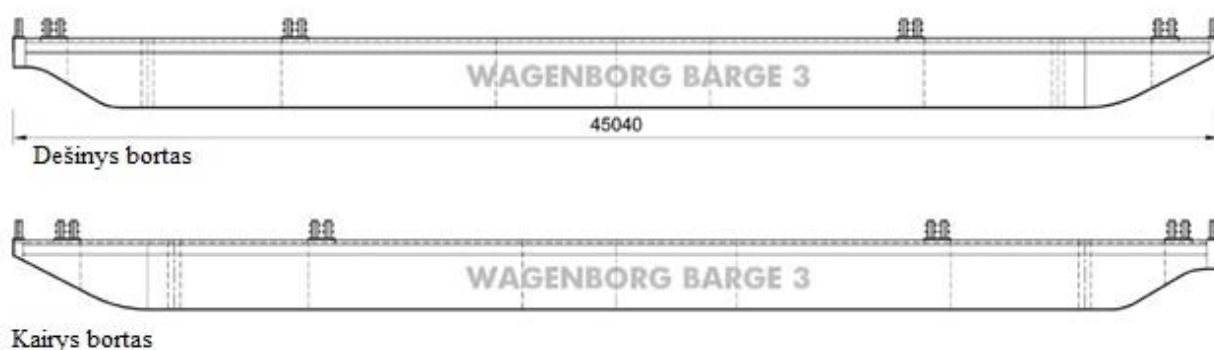
4.8 Panašūs laivai – prototipai

Krovinio svorį bus galima rasti įvykdžius veiksmų seką. Pirmiausia pravartu iš panašių laivų specifinių duomenų gauti lygtį, kuri leis įvertinti tuščio laivo svorį (pagal parinktus matmenis). Žinant tuščio laivo vandentalpą bus galima sužinoti prie kokios vandentalpos

projektuojamų matmenų barža nugrims į maksimalų leidžiamą gylį – 1,2 m. Iš maksimalios laivo vandentalpos atėmus tuščio laivo vandentalpą bus galima sužinoti laivo dedveitą. Sužinojus laivo dedveitą, atsižvelgus į reikalavimus tokio tipo laivo eksplotavimui ir įvertinus reikalingą papildomą įrangą bei jos svorį, bus galima nustatyti maksimalų krovinio svorį.

Pagal anksčiau apibrėžtus panašių laivų kriterijus buvo atrinkti panašūs laivai į norimą suprojektuoti, ir pateikti 5 – toje lentelėje:

1. Barža, suprojektuota plaukioti Olandijos vidaus vandenimis *Wagenborg barge 3* (8 pav.). Tinka plaukioti ir uoste. Tokio tipo plaukiojantis nesavaeigis įrenginys pastatytas 1994 – aisiais gabenti krovinius. Jos tipas – atviro denio barža. Ši barža turi balastinę sistemą, dvi vilkimo sijas, devynias švartavimosi vietas, keturis švartavimosi lynus. Konstrukcinė medžiaga – plienas. Prototipiniam metodo taikymui reikalingi duomenys pateikti 5 – toje lentelėje.



8 pav. Wagenborgo barža 3 vaizdas iš šono. (Wagenborg barge 3)

2. Barža, suprojektuota plaukioti Olandijos vidaus vandenimis *Wagenborg barge 6* (9 pav.). Tinka plaukioti ir uoste. Tokio tipo nesavaeigis plaukiojantis įrenginys pastatytas 2006 – aisiais gabenti krovinius. Jos tipas – atviro denio barža. Ši barža turi balastinę sistemą, dvi vilkimo sijas, keturis dvigubus ir keturis viengubus knechtus, keturis švartavimosi lynus. Konstrukcinė medžiaga – plienas. Prototipiniam metodo taikymui reikalingi duomenys pateikti 5 – toje lentelėje.



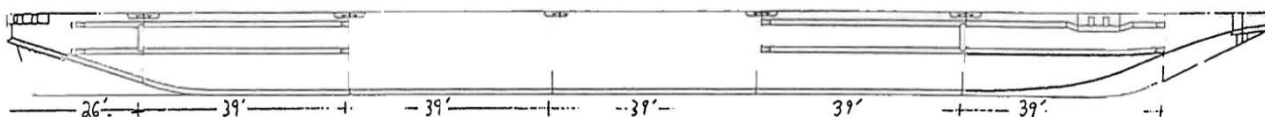
9 pav. Wagenborgo barža 6 vaizdas iš šono. (Wagenborg barge 6)

3. Barža, suprojektuota tarptautinės įmonės „Damen“ plaukioji vidaus vandenimis *Damen stan pontoon 4512* (10 pav.). Tinka plaukioji ir uoste. Tokio tipo plaukiojantis nesavaeigis įrenginys pastatytas 2015 – aisiais, su tikslu gabenti krovinius. Jos tipas – atviro denio barža, su ant denio sumontuotais falšbortais ir nusileidžiančia rampa, skirta įvažiuoti automobiliniam transportui. Ši barža turi balastinę sistemą, šešis dvigubus švartavimosi knechtus ir du viengubus švartavimosi knechtus laivagalyje. Konstrukcinė medžiaga – plienas. Projektavimo metodo taikymui reikalingi duomenys pateikti 5 – toje lentelėje.



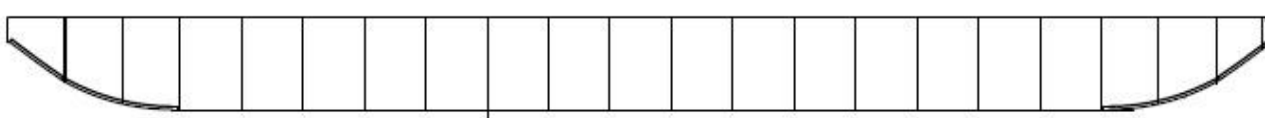
10 pav. Damen stan pontoon 4512 vaizdas iš šono. (Damen stan pontoon 4512)

4. Barža, suprojektuota įmonės „Weeks“ plaukioji vidaus vandenimis *Weeks 249* (11 pav.). Tokio tipo plaukiojantis įrenginys pastatytas 1977 – aisiais, su tikslu gabenti krovinius. Jos tipas – atviro denio barža. Ši barža turi šešis dvigubus knechtus. Konstrukcinė medžiaga – plienas. Prototipinio projektavimo metodo taikymui reikalingi duomenys pateikti 5 – toje lentelėje.



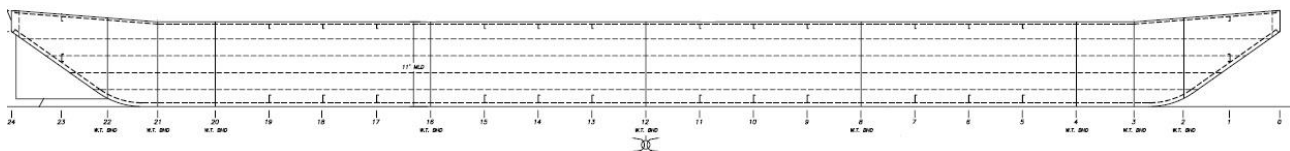
11 pav. Weeks 249 vaizdas iš šono. (Weeks 249)

5. Barža, suprojektuota įmonės „Weeks“ plaukioji vidaus vandenimis *Weeks 241* (12 pav.). Tokio tipo plaukiojantis įrenginys pastatytas dar 1974 – aisiais, su tikslu gabenti krovinius. Jos tipas – atviro denio barža. Ši barža turi keturis dvigubus knechtus. Konstrukcinė medžiaga – plienas. Projektavimo metodo (prototipinis metodas) taikymui reikalingi duomenys pateikti 5 – toje lentelėje.



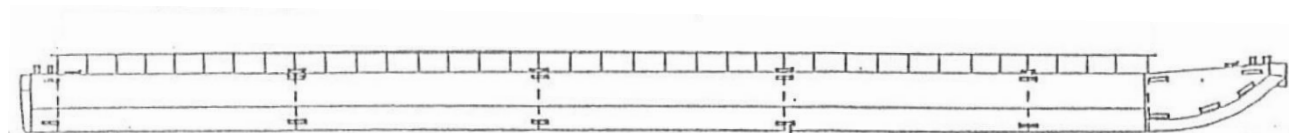
12 pav. Weeks 241 vaizdas iš šono. (Weeks 241)

6. Barža, suprojektuota Amerikos projektuotojų „Weeks“ plaukioti vidaus vandenimis *Weeks 162* (13 pav.). Tokio tipo plaukiojantis įrenginys pastatytas dar 1972 – aisiais, su tikslu gabenti krovinius. Jos tipas – atviro denio barža. Ši barža turi keturis dvigubus knechtus. Konstrukcinė medžiaga – plienas. Metodo taikymui reikalingi duomenys pateikti 5 – toje lentelėje.



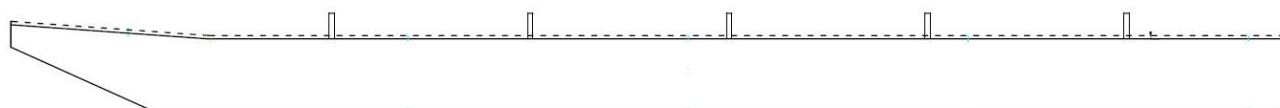
13 pav. Weeks 162 vaizdas iš šono. (Weeks 162)

7. Barža, suprojektuota Amerikos projektuotojų „Weeks“ plaukioti vidaus vandenimis *Weeks 115* (14 pav.). Tokio tipo plaukiojantis įrenginys pastatytas dar 1982 – aisiais, su tikslu gabenti krovinius. Jos tipas – atviro denio barža. Ši barža turi keturis dvigubus knechtus. Konstrukcinė medžiaga – plienas. Metodo taikymui reikalingi duomenys pateikti 5 – toje lentelėje.



14 pav. Weeks 115 vaizdas iš šono. (Weeks 115)

8. Barža, suprojektuota įmonės „Weeks“ (JAV) plaukioti vidaus vandenimis *Weeks 96* (15 pav.). Tokio tipo plaukiojantis įrenginys pastatytas dar 1971 – aisiais, su tikslu gabenti krovinius. Jos tipas – atviro denio barža. Ši barža turi keturis dvigubus knechtus. Konstrukcinė medžiaga – plienas. Metodo taikymui reikalingi duomenys pateikti 5 – toje lentelėje.



15 pav. Weeks 96 vaizdas iš šono. (Weeks 96)

Panašūs laivai – baržos yra suprojektuotos nuo 1970 –ųjų metų iki 2015 –ųjų. Toks platus diapozonas leis kuo geriau įvertinti panašių baržų formos ir matmenų kitimą, naujoves. Visuose bendrojo išplanavimo brėžiniuose, matoma iš dalies skirtinga laivo korpuso forma, tad galima teigti, kad kiekvienas projektas yra individualus, o forma parenkama pagal ruošiamo projekto kriterijus. Vienais atvejais norima gauti didesnę vandentalpą (kai laivapriekio forma iš esmės skiriasi nuo laivagalio), kitais – mažesnę pasipriešinimą ir galimybę stumti laivą tiek iš

laivagalio tiek iš laivapriekio (kai laivapriekio forma tokia pati kaip laivagalio). Galima teigti, kad Lietuvos vidaus vandenų laivui bus svarbi laivo forma, orientuota į didesnį krovinio svorį, tai reiškia ir į vandentalpą.

Laivai buvo atrinkti pagal anksčiau minėtus kriterijus, tad vėlesniame projektavimo etape galima jų duomenis naudoti Lietuvos vidaus vandenų baržos projektavimui. Visi reikalingi duomenys pateikti 5 – toje lentelėje.

5 lentelė. Specifiniai panašių laivų duomenys

Laivo pavadinimas/ informacijos šaltinis	Pagrindiniai matmenys					Tuščio laivo svoris	Dedveitas, maksimalus	Vandentalpa
	L,m	B,m	D,m	d_{min},m	d_{max},m			
-	L,m	B,m	D,m	d_{min},m	d_{max},m	t	t	t
Wagenborg barge 3	45,00	9,50	2,60	-	2,03	212,00	660,00	872,00
Wagenborg barge 6	55,00	11,40	2,25	-	1,86	243,00	826,00	1069,00
Damen stan pontoon 4512	45,00	12,00	2,50	-	1,95	378,00	655,00	1033,00
Weeks 249	73,15	21,94	4,87	0,91	3,88	702,20	5443,11	6145,31
Weeks 241	50,30	12,93	3,66	0,69	-	428,00	1100,00	1528,00
Weeks 162	50,60	12,19	3,35	0,43	-	235,00	1150,00	1385,00
Weeks 115	79,25	15,98	3,66	0,43	-	579,00	3000,00	3579,00
Weeks 96	76,20	13,41	4,39	0,61	-	650,00	3000,00	3650,00

čia

L – laivo ilgis, m ;

B – laivo plotis, m ;

D – borto aukštis, m ;

d_{min} – tuščio laivo grimzlė, m ;

d_{max} – maksimaliai pakrauto laivo grimzlė, m .

Laivų – prototipų duomenys bus naudojami su tikslu rasti projektuojamo laivo pagrindinius matmenis, baržos svorį, vandentalpą. Kadangi projektuojamas laivas yra specifinis gabenamais netipiniais kroviniais, pagrindinių parametru parinkimo etape, į tai reikės atsižvelgti.

4.9 Projektuojamo laivo pagrindinių duomenų nustatymas

Iš panašių laivų duomenų, pagal prototipinį projektavimo metodą, galima apsibrėžti projektuojamos baržos matmenis. Kadangi pasirinktam eksplotavimo maršrute maksimali galima grimzlė tik 1,2 metro, o iš panašių laivų duomenų galima spręsti, kad šis parametras yra mažas, juolab siekiant pakrauti kuo sunkesnę krovinį, jį privaloma priimti kaip projektuojamo laivo grimzlę $d_{\max}$. Taip pat, beveik visų panašių laivų plotis viršija maksimalų leidžiamą eksplotuoti laivo plotį Nemune (10 metrų), priimame, kad projektuojamos baržos plotis (B) bus 10 metrų. Taigi, laivo ilgis bus parenkamas pagal panašių laivų statistiką ir bus įvertinamas laivo ilgio (L) ir laivo pločio (B) santykiu L/B. Tai pagrindinė bet kokio laivo proporcija. Šis santykis nulemia laivo eigumą: kuo didesnis laivo greitis, tuo didesnis bus ir šis santykis (Stonkus, 2006, 26 p.). Turint baržų ilgio ir pločio duomenis, apskaičiuojamas jų ilgio ir pločio santykis (6 lentelė):

6 lentelė. Panašių laivų ilgio ir pločio santykiai

Laivo pavadinimas	L/B
Wagenborg barge 3	4,737
Wagenborg barge 6	4,825
Damen stan pontoon 4512	3,750
Weeks 249	3,334
Weeks 241	3,890
Weeks 162	4,151
Weeks 115	4,959
Weeks 96	5,682

Apskaičiuojamas šių santykių vidurkis, su tikslu gauti panašių laivų ilgio ir pločio santykio vidurkį:

$$\frac{L}{B} = \frac{4,737 + 4,825 + 3,750 + 3,334 + 3,890 + 4,141 + 4,959 + 5,682}{8}$$

$$\frac{L}{B} \approx 4,416$$

Projektuojamos vidaus vandenų baržos netipiniams kroviniams gabenti priimtas laivo plotis $B = 10$ metrų. Ši reikšmė įstatoma į lygtį, taip sužinomas laivo ilgis L :

$$\frac{L}{10} = 4,416$$
$$L = 44,16 \text{ m}$$

Tokiu būdu rastas laivo ilgis šiuo atveju yra netinkamas, kadangi bus gabenami netipiniai kroviniai ir reikėtų atsižvelgti į potencialius stambiagabaričius krovinius. Galima daryti prielaidą, kad laivo ilgis gautas per trumpas, negu reikiamas. Potencialūs kroviniai galėtų būti – vėjo jėgainių sparnuotės, standartiškai ilgis varijuoja nuo 30 iki 60 metrų, (Wind turbines specification list, 2017), 2016 – aisiais Lietuvoje pradėjo veikti 19 – os vėjo jėgainių parkas, kiekvienos jėgainės sparnuočių ilgis siekia 58,5 metro (Navakas, 2017). Taip pat – suskystintų gamtinių dujų (SGD) netipinės talpyklos. SGD talpykla – tai pailgos formos plieninis, tuščias įrenginys, kurio vieno svoris siekia 223 t., ilgis – 50,3 m., aukštis – 5,8 m., o plotis – 6,03 m. Pirmosios trys SGD talpyklos į Klaipėdos uostą atplukdytos 2017 – ūjų kovą. Talpyklos atvyko iš „Chart Ferox, a.s.“ gamyklos, iš kurios Elbės upe iki Hamburgo uosto (Vokietija) keliavo specialia transportavimo barža, vėliau buvo perkrautos į krovininį laivą ir atplukdytos į Klaipėdos uostą (Lukoševičius, 2017). Tokių gabaritų talpyklas būtų galima gabenti ir Lietuvos vidaus vandenimis.

Parinkti panašūs laivai nėra projektuoti gabenti netipinius krovinius, jų pagrindinė paskirtis įvairių krovinių transportavimas. Laivų prototipų ilgis varijuoja nuo 45,00 metrų iki 79,25 metrų, šios laivo ilgio ribos priimamos kaip galimos. Įvertinant tai, kad Lietuvos vidaus vandenų barža labiau akcentuota į stambiagabaričius krovinius ir galimų krovinių matmenis, laivo ilgis bus priimtas atsižvelgiant į gabenimo potencialą ir bus – 60,0 metrų. Tokio ilgio barža bus pajėgi gabenti vėjo jėgainių sparnuotes bei dideles SGD talpyklas. Taip pat, tokio ilgio laivas atitinka Lietuvos Respublikos reikalavimus.

Pagal priimtą laivo ilgį ir plotį, iš parinktų laivų prototipų, panašiausia barža „Wagenborg barge 6“. Šis projektas įgyvendintas 2006 – aisiais, galima teigti, kad jis konstrukciniu požiūriu nėra pasenęs, todėl toks priimtas stambiagabaričių krovinių gabenimo Lietuvos vidaus vandenimis baržos ilgis (60 metrų) yra realus ir galimas. Jeigu vėlesniame projektavimo etape pasirodys, kad parinktas laivo ilgis netinkamas, jis bus tikslinamas. Taip pat, vėlesniame projektavimo etape reikėtų atsižvelgti ir į tai, kad sumažinus laivo ilgio ir pločio santykį laivas darosi dinamiškai stabilus kurse, bet pablogėja pasukamumas (Papanikolaou, 2014, 117 p.). Taigi, įvertinus šią savybę, reikės priimti sprendimą, kuris leistų užtikrinti geresnį baržos pasukamumą, tai ypač svarbu vidaus vandenų laivui.

Žinant laivo ilgį, plotį ir grimzlę, galima paskaičiuoti laivo vandentalpą. Vandentalpa susideda iš dviejų dedamųjų – tuščio laivo svorio ir krovinio svorio įskaitant įgulą, mechanizmus, krovinį, balastą (dedveitas). Taigi, vandentalpa apskaičiuojama pagal formulę (Stonkus, 2006, 56 p., 1.3 f.):

$$\Delta = LBd\rho g \quad (4.8.1)$$

$$\Delta = \frac{60,00 \cdot 10,00 \cdot 1,20 \cdot 1000 \cdot 9,81}{1000 \cdot 10} = 706,32 \text{ t}$$

čia L – laivo ilgis, m;

B – laivo plotis, m;

d – laivo grimzlė, m;

ρ – vandens tankis, kg/m^3 (priimamas $\rho \approx 1 \text{ kg/m}^3$, atsižvelgiant, kad laivas projektuojamas vidaus vandenims ir bus orientuotas plaukiojimui, kai vandens temperatūra bus didesnė nei 10°C elsijaus) ;

g – laisvojo kritimo pagreitis, m/s^2 (reikšmė $g \approx 9,81 \text{ m/s}^2$).

Gauta vandentalpa yra apytikslė, realią reikšmę bus galima sužinoti tik nubraižius teorinį brėžinį. Įvertinus matmenis ribojančius veiksnius ir potencialių netipinių krovinių matmenis, buvo priimti pagrindiniai laivo matmenys, apskaičiuota vandentalpa. Taip pat reikia rasti borto aukštį D , tuščio laivo svorį ir dedveitą. Borto aukštis bus apskaičiuotas iš panašių laivų, priimant, kad borto aukštis D yra tiesiogiai priklausomas nuo maksimalios grimzlės $d_{\max}$, tad bus vertinamas jų santykio, panašių laivų vidurkis (7 lentelė). Rastuose duomenyse pateikiamos tik 4 – ių panašių laivų maksimalios grimzlės, tačiau turint vandentalpą, galima apytikriai apskaičiuoti grimzlę pagal 4.8.1 formulę. Laivo „Weeks 241“ maksimali grimzlė, kai laivo vandentalpa lygi 1528 t.:

$$1528 = \frac{50,30 \cdot 12,93 \cdot d_{\max} \cdot 1000 \cdot 9,81}{1000 \cdot 10}$$

$$d_{\max} = 2,3951 \approx 2,40 \text{ m}$$

čia $d_{\max}$ – maksimali laivo grimzlė, m.

Kitų laivų duomenyse nepateiktos maksimalios grimzlės apskaičiuotos analogiškai. Visų parinktų panašių laivų grimzlės pateiktos 7 – toje lentelėje:

7 lentelė. Laivų borto aukščio ir maksimalios grimzlės santykis

Laivo pavadinimas	Maksimali grimzlė	Borto aukščio ir maksimalios grimzlės santykis
	d_{max}, m	D/d_{max}
Wagenborg barge 3	2,03	1,281
Wagenborg barge 6	1,86	1,210
Damen stan pontoon 4512	1,95	1,282
Weeks 249	3,88	1,255
Weeks 241	2,40	1,525
Weeks 162	2,29	1,463
Weeks 115	2,86	1,280
Weeks 96	3,64	1,206

Gautos santykio reikšmės sudedamos ir padalinamos iš duomenų kiekio, taip gaunamas reikšmių vidurkis:

$$\frac{D}{d_{max}} = \frac{1,281 + 1,210 + 1,282 + 1,255 + 1,525 + 1,463 + 1,280 + 1,206}{8}$$

$$\frac{D}{d_{max}} \approx 1,313$$

čia D – borto aukštis, m.

Projektuojamos baržos maksimali Lietuvos vidaus vandenų parinkto maršruto leidžiama grimzlė – 1,2 m. Ji įstatoma į gautą santykį, taip gaunamas laivo borto aukštis:

$$\frac{D}{1,200} = 1,313$$

$$D = 1,313 \cdot 1,200$$

$$D \approx 1,58 \text{ m}$$

Apskaičiuotas laivo borto aukštis yra realus, nes jis didesnis už maksimalią galimą laivo grimzlę. Maksimaliai pakrauto laivo aukštis nuo vandens bus lygus 0,38 m ($D - d_{max} = 0,38 \text{ m}$). Borto aukštis atitinka Lietuvos Respublikos reikalavimus, kuriuose teigiama, kad laivų su ištisiniu deniu ir deniu be balniškumo ir antstatų, viršvandeninio borto aukštis yra bent 150 mm (0,15 m)

(įsakymas Nr. 3-512, 2008). Taip pat, galima teigti, kad kuo mažesnis bus borto aukštis, tuo lengvesnis bus tuščias laivas, savo ruožtu tuo daugiau krovinio bus galima pakrauti.

Iš apskaičiuotų duomenų galima sudaryti techninę užduotį. Techninė užduotis pateikta 10 lentelėje:

8 lentelė. Techniniai projektuojamo laivo duomenys

Laivo tipas	Atviro denio nesavaeigė krovininė barža
Laivo ilgis	$L = 60,00 \text{ m}$
Laivo plotis	$B = 10,00 \text{ m}$
Laivo borto aukštis	$D = 1,58 \text{ m}$
Laivo grimzlė	$d = 1,20 \text{ m}$
Laivo vandentalpa	$\Delta = 706,32 \text{ t}$

Vadovaujantis lentelėje pateiktais techniniais duomenimis kitame projektavimo etape bus braižomas teorinis laivo brėžinys.

4. 10 Netipinio krovinio charakteristikų nustatymas

Priimta, kad atviro denio tipo baržos krovininis denis nėra žemiau negu borto aukščio lygis. Toks sprendimas ypač palengvintų pakrovimą, nes būtų galima krovinį užvežti daugiaaše transporto priemone. Dažniausiai naudojami kranai ir gervės būna iki 50 tonų keliamosios galios, taigi, jei netipinis kroviny viršys šį svorį, galimai bus sunku rasti kur jį pakrauti. Žinant viršvandeninį laivo aukštį (0,38 m.), galima apskaičiuoti maksimalų stambiagabaričio krovinio aukštį. Tam reikės įvertinti numatytame baržos eksplotavimo maršrute aukštį ribojančius objektus. Aukštį ribojantys objektai – tiltai, viršžeminiai aukštos įtampos elektros laidai, specifiniai įrengimai. Šiam maršrute, mažiausias ribojantis aukštį objektas – „Karalienės Luizos tiltas“ (Nemuno upės pasienio ruožo nuo Smalininkų iki Rusnės apžiūra, 2015). Šis tiltas skirtas automobiliniam transportui per Nemuną Lietuvos ir Rusijos pasienyje. Po juo gali praplaukti objektas iki 9 metrų aukščio. Taigi, žinant laivo krovininio denio aukštį nuo vandens, kai jis yra pilnai pakrautas ir žemiausią aukštį ribojantį objektą $h_{\text{ribojantis aukštis}}$, maksimalus krovinio aukštis $h_{\text{krovinio,max}}$ apskaičiuojamas:

$$h_{\text{krovinio,max}} = h_{\text{ribojantis aukštis}} - (D - d_{\text{max}}) \quad (4.9.1)$$

$$h_{\text{krovinio,max}} = 9,00 - 0,38$$

$$h_{krovinio,max} = 8,62 \text{ m}$$

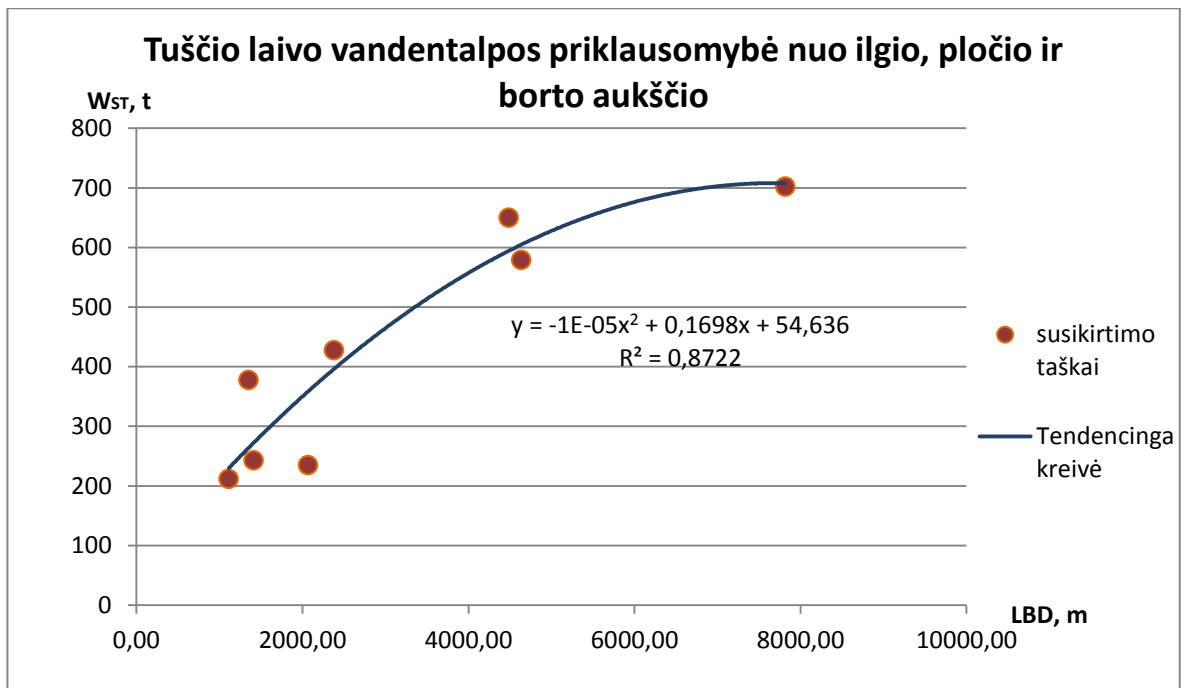
Gautas maksimalus krovinio aukštis – 8,62 m. Tačiau jeigu ir krovinys bus žemesnis ar lygus maksimaliam galimam krovinio aukščiui, prieš pradedant tokio stambiagabaričio krovinio transportavimą Lietuvos vidaus vandenimis, numatytu maršrutu, reikia įvertinti potvynius ir atoslūgius. Tokiu atveju, vandens lygis svyruoja. Laivo projektavimo metu numatyta maksimali grimzlė, iki kurios laivas galės nugrimzti, tad potvynio atveju, vandens lygis pakils, o laivo nugramzdinti žemiau nebus galima. Tada, aukštis tarp „Karalienės Luizos“ tilto ir upės bus mažesnis, negu numatytas. Taigi, maksimalų negabaritinio krovinio aukštį reikia vertinti atsižvelgiant į tuo metu vyraujančius aplinkos veiksnius – potvynius, atoslūgius.

Turint laivo ilgį L , plotį B ir borto aukštį D , galima rasti tuščio laivo vandentalpą (konstrukcinį svorį W_{ST}). Šie matmenys tarpusavyje susiję, tai įrodo formulė (Papanikolaou, 2014, 57 p., 1.11 f.). Iš minėtų panašių laivų priklausomybių brėžiamas grafikas (16 pav.). Apskaičiuoti ir turimi duomenys pateikiami 9 – toje lentelėje:

9 lentelė. Panašių laivų reikšmės

Laivo pavadinimas	Laivo ilgio, pločio ir borto aukščio sandauga	Tuščio laivo vandentalpa (konstrukcinis svoris)
	$L \cdot B \cdot D$, m	W_{ST} , t
Wagenborg barge 3	1111,50	212,00
Wagenborg barge 6	1410,75	243,00
Damen stan pontoon 4512	1350,00	378,00
Weeks 249	7815,92	702,20
Weeks 241	2380,39	428,00
Weeks 162	2066,33	235,00
Weeks 115	4635,08	579,00
Weeks 96	4485,89	650,00

Kad būtų galima rasti projektuojamos netipinių krovinių baržos tuščio laivo svorį, „Microsoft Excel“ programoje reikia nubrėžti 9 – tos lentelės duomenų priklausomybės kreivę ir gauti priklausomybės lygtį, į kurią įstatę projektuojamo laivo ilgio, pločio ir borto aukščio sandaugą bus galima rasti apytikslį konstrukcinį svorį.



16 pav. Tuščio laivo vandentalpos priklausomybė nuo ilgio L, pločio B ir borto aukščio D.

Iš grafiko galima pastebėti, kad kuo didesnė laivo ilgio, pločio ir borto aukščio sandaugos reikšmė, tuo didesnis tuščio laivo svoris. Sudarytame grafike matyti, kad priklausomybės taškai turi ryšį, norint tai pagrįsti pravartu nubrėžti tendencijos kreivę. Pagal taškų išsidėstymą galima teigti, jog priklausomybė nebus tiesinė (2 laipsnio polinominė). „Microsoft Excel“ programoje nubrėžta tendencinga kreivė ir gautas jos patikimumas, kuris lygus $R^2 = 0,87$. Rezultatas artimas vienetui, tai parodo, kad skaičiavimų paklaida lygi 13%. Galima daryti prielaidą, kad gauta kreivė yra sąlyginai patikima.

Iš panašių laivų duomenų galima apytikriai nustatyti laivo svorį, tačiau pirmiausia reikės sužinoti projektuojamo laivo ilgio (L), pločio (B) ir borto aukščio (D) sandaugos reikšmę:

$$L \cdot B \cdot D = 60,00 \cdot 10,00 \cdot 1,58 = 948 \, m \quad (4.9.2)$$

Gauta reikšmė įstatoma į grafike gautą tendencingos kreivės lygtį:

$$y = -0,00001 \cdot -05 \cdot x^2 + 0,1698 \cdot x + 54,636 \quad (4.9.3)$$

$$W_{ST} = -0,00001 \cdot -05 \cdot LBD^2 + 0,1698 \cdot LBD + 54,636$$

$$W_{ST} = 260,0126 \approx 260,01 \, t$$

čia W_{ST} – konstrukcinis arba tuščio laivo svoris, t.

Pagal panašią laivų duomenis, apskaičiuotas tuščios projektuojamos Lietuvos vidaus vandenų baržos stambiagabaričiams kroviniams gabenti svoris $W_{ST} = 260,01 \text{ t}$. Žinant viso laivo maksimalų svorį, kai jis bus pilnai pakrautas ir bus nugrimzdęs 1,2 metro, galima sužinoti laivo dedveitą (Papanikolaou, 2014, 63 p., 1.37 f.):

$$\begin{aligned}\Delta &= W_{ST} + DWT \\ 706,32 &= 260,01 + DWT \\ DWT &= 706,32 - 260,01 \\ DWT &= 446,31 \text{ t}\end{aligned}\tag{4.9.4}$$

čia DWT – laivo dedveitas, t.

Gautas dedveitas viršija numatytą Lietuvos respublikos ribą (200 tonų) krovinių gabenimui vidaus vandenimis. Viršijus šį svorį, reikės atsižvelgti į papildomus reikalavimus (nutarimas Nr. I-1534, 1996).

Laivo dedveitą sudaro krovinių masė, keleivių ir jų bagažo masė, gėlo vandens ir keleiviams skirta maisto masė, kuras, tepalai ir visi kiti dalykai, kuriuos galima išimti. (Stonkus, 2006, 14 psl.). Taigi, norint įvertinti kokios masės stambiagabaritį krovinių baržą bus pajėgi gabenti, reikia įvertinti kitus dedveito dedamuosius.

Dėl kuo mažesnio tuščio laivo svorio, buvo pasirinkta projektuoti nesavaeigį laivą, tad kuro ir tepalų sandėliuoti nereikės, šie skysčiai į dedveito masę nebus įtraukti. Kadangi laivas sąlyginai paprastas, daug įgulos nereikės. Minimalią įgulos sudėtį reglamentuoja Lietuvos Respublikos susisiekimo ministro įsakymas (įsakymas Nr. 86, 2001). Kai laivas yra nesavaeigis ir kai sastato ilgis neviršija 116,5 metrų, o plotis 15 metrų, minimali įgulos sudėtis yra du laivavedžiai, du upeiviai ir vienas mechanikas. Įvertinus tai, kad bent vienas laivavedys ir vienas upeivis bus aptarnaujančiame transporte, projektuojamoje baržoje bus daugiausiai trys įgulos nariai: upeivis, mechanikas ir laivavedys. Praktikoje priimta, kad vertinant vieno keleivio ar įgulos nario laive svorį priimama, kad žmogus, kartu su privaloma manta svers 130 kg, taigi įgulos masė $DWT_{žmonių}$:

$$DWT_{žmonių} = 3 \cdot 130 = 390 \text{ kg}$$

Įvertinus visas dedveito dedamąsias, galima apskaičiuoti krovinio maksimalų svorį iš viso dedveito atėmus kitas dedamąsias:

$$DWT = DWT_{krovinio} + DWT_{žmonių} \quad (4.9.5)$$

$$DWT_{krovinio} = DWT - DWT_{žmonių}$$

$$DWT_{krovinio} = 446\,310 - 390$$

$$DWT_{krovinio} = 445\,920 \text{ kg} \approx 445,92 \text{ t}$$

Įvertinus atrinktų panašių laivų duomenis ir įvertinus LR reikalavimus buvo gautos reikšmės, kuriomis galima apibrėžti projektuojamos baržos stambiagabaričių krovinų maksimalius gabaritus (10 lentelė):

10 lentelė. Stambiagabaričių krovinų maksimalūs gabaritai

Krovinio ilgis, m	Krovinio plotis, m	Krovinio aukštis, m	Krovinio svoris, t
60,00	10,00	8,62	445,92

Šiame skyriuje pagal panašių laivų matmenis ir kitus parametrus buvo apskaičiuoti projektuojamos Lietuvos vidaus vandenų baržos stambiagabaričiams kroviniams gabenti ilgis, plotis, aukštis, svoris, vandentalpa ir maksimalaus galimo krovinio gabaritai bei svoris. Tokį krovinį pakrauti, kuris yra lygiai tokio parametro, kaip numatytų maksimalių, arba šiek tiek mažesnio, nebūtų logiška, tad reikėtų maksimalius parametrus pateikti su įvertintu atsargos koeficientu. Taigi, turint šiuos esminius parametrus, galima braižyti pagrindinį laivo dokumentą – teorinį brėžinį.

4. 11 Teorinio brėžinio sudarymas

Skyriaus tikslas – pagal laivų prototipų duomenis ir apskaičiuotus parametrus nubraižyti projektuojamos baržos teorinį brėžinį.

Prieš pradėdant braižyti laivo korpuso teorinį brėžinį reikia ne tik žinoti anksčiau minėtas reikšmes, bet ir apspręsti laivo formą. Galima daryti prielaidą, kad įvertinus kuo daugiau laivų prototipų – tuo tikslesni duomenų vidurkiai gausis, ir bus galima parinkti optimalias charakteristikas pradedant projektavimo procesą.

Nubraižius laivo teorinį brėžinį, pagal pasirinktus pagrindinius duomenis, projektuotojas, įvertinęs panašius laivus ir vadovaudamasis savo žiniomis, gali nubraižyti viso laivo projektą. Iš jo matoma viso laivo tiksli forma, o numačius papildomus faktorius galima apskaičiuoti projektuojamo laivo jūrines savybes, ribinius laivo skyrių ilgius bei visų laivo patalpų išdėstymą. Teorinio brėžinio sudarymui, reikia apspręsti architektūrinį tipą.

Projektuojamo laivo architektūra parenkama pagal panašias krovines baržas. Įvertinus laivų prototipų duomenis, priimame, kad projektuojamas laivas bus be antstatų, tokiems laivams įprasta laivapriekio su nuolydžiu forma, afterštevinis plokščias, į bortus užapvalintas, per visą laivo ilgį, plotis nekintantis – 10 metrų, briaunos užapvalintos, mašinų skyriaus tokio tipo baržos neturi, plaukiojimo rajonas – Lietuvos vidaus vandenys.

Teorinio brėžinio braižymui reikalinga:

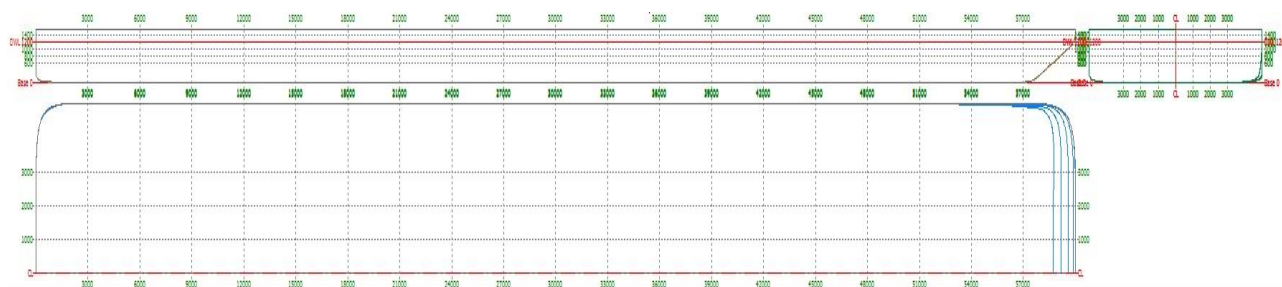
1. Španhautų rikiuotė. Ji parodo španhautų išdėstymą laive ir apibūdina kaip pasiskirstę korpuso tūriai išilgai laivo.
2. Midelinio španhautų rikiuotė. Ji parodo koks bus projektuojamo laivo midelinis španhautas, jo forma.

Teorinių batokų ir vaterlinių forma priklauso nuo španhautų formos. Atsižvelgus į panašių laivų španhautų formą, matoma, kad ji yra primityvi, nes baržos matmenys dažniausiai yra riboti. Pagrindinė siekiamybė tokioms baržoms yra maksimalus galimas krovinio pakrovimo svoris, o jį padidinti galima tik didinant vandentalpą. Vienas vandentalpos didinimo būdų yra laivo povandeninės dalies didinimas. Taip pat vandens pasipriešinimas laivo judėjimui nėra toks svarbus veiksnys, nes plaukiojimo nuotolis nėra didelis. Vidaus vandenų laivyba pasižymi tuo, kad eksplotaciniai greičiai nedideli, tai dar viena priežastis, kodėl vandens pasipriešinimo svarba mažėja. Laivų korpusai yra plokšti arba beveik plokšti, tik ties briaunomis kai kur pastebimas nežymus suapvalinimas. Tokia tendencija vyrauja visuose parinktuose panašiuose projektuose.

Norint sudaryti španhautų rikiuotę, reikia žinoti panašių laivų ir projektuojamos baržos pilnumo koeficientus. Tokie duomenys nepateikiami, taip pat netikslinga atlikti skaičiavimus, nes iš korpuso formų galima spręsti, kad pilnumo koeficientai bus arti vieneto, tad didelės įtakos laivo pasipriešinimui, ir jūrinėms savybėms, jų minimalus pokytis neturės. Svarbu sudaryti tokį teorinį brėžinį, kad būtų išlaikyti matmenys ir anksčiau apytikriai apskaičiuotas laivo svoris. Projektuotojas, vadovaudamasis panašiais laivais ir savo žiniomis, apsprendžia optimalią laivo formą.

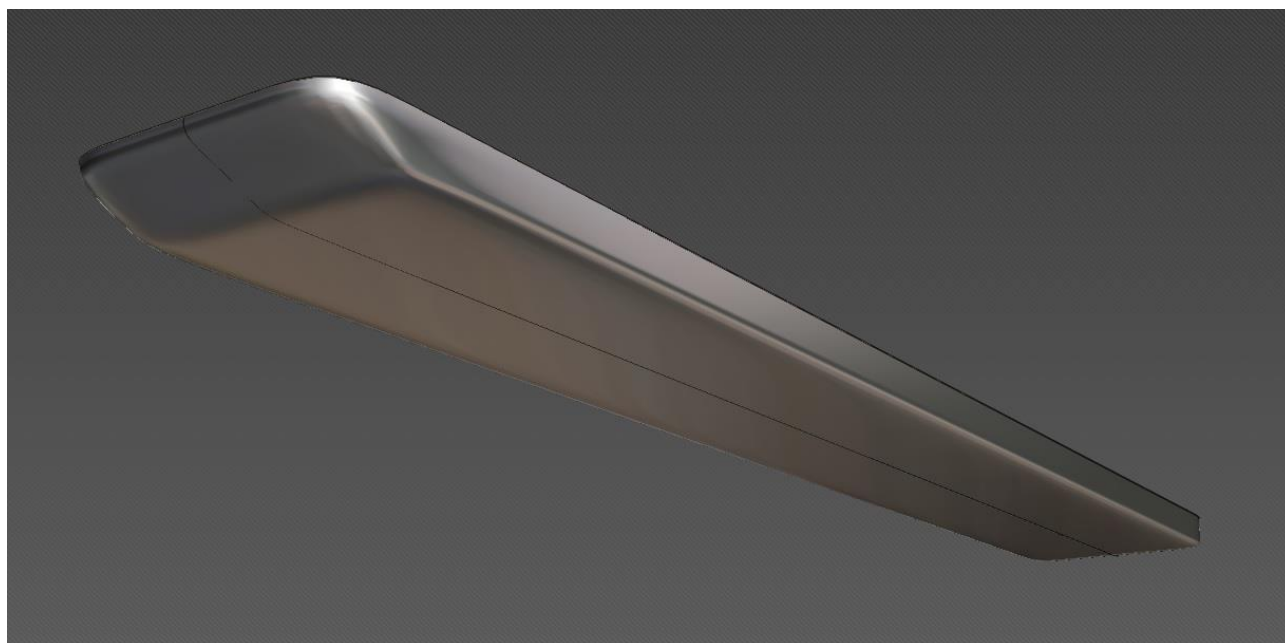
Iš anksčiau išsiaiškintų ir apskaičiuotų parametrų, panašių laivų formos galime braižyti laivo teorinį brėžinį. Tam tikslui bus naudojama „Delftship“ programa, kurios pagalba bus galima ne tik nubraižyti projektuojamo laivo teorinį brėžinį, bet ir gauti visos baržos laivo bendrą vaizdą su vizualizacija. Be to, programa leidžia apskaičiuoti pagrindinius parametrus, kuriuos apskaičiavome anksčiau, taigi keičiant formą galima parametrus koreguoti tol, kol atitiks numatytus. Nubraižytą laivą „Delftship“ programa, galima perkelti į kitas programas, kurių pagalba įvertinamos jo jūrinės savybės.

Nubraižytas projektuojamos Lietuvos vidaus vandenų baržos stambiagabaričiams kroviniams transportuoti teorinis brėžinys su teoriniais batoksais, španhautais ir vaterlinijomis (17 pav.) :



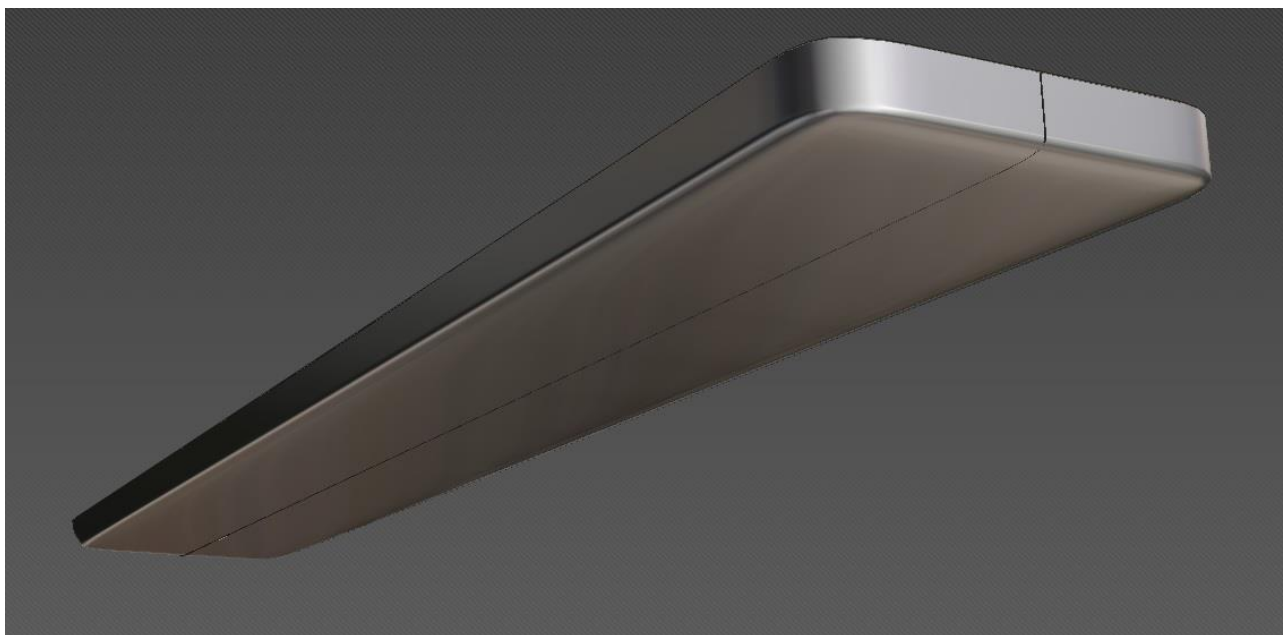
17 pav. Teorinis projektuojamos baržos brėžinys

Teoriniame brėžinyje matoma laivo korpuso forma, baržos suskirstymas špacijomis, pažymėta maksimali galima vaterlinija. Čia pateikiami trys vaizdai: šonas, korpusas, pusplatumė. Bendras korpuso vaizdas pateiktas 18 ir 19 pav.:



18 pav. Projektuojamos baržos bendras vaizdas iš priekio

Iš teorinio brėžinio ir laivapriekio formos, matoma, kad laivapriekis, su nuolydžiu sklandžiai pereina į dugną, taip pat ir į bortus. Briaunos ties bortais, dugnu ir laivapriekine dalimi yra užapvalintos. Dėl tokių sprendimų nežymiai sumažės laivo vandentalpa, sudėtingės statybos technologija, tačiau sumažės pasipriešinimas laivo judėjimui, reikės mažesnės galios stūmiko.



19 pav. Projektuojamos baržos bendras vaizdas iš galo

Laivagalinės dalies vaizdas yra panašus į kai kuriuos laivus prototipus. Matoma plokštuma laivagalyje, kuri iš dalies yra skirta stūmikai įsiremti į laivagalį. Užapvalintos briaunos ties bortais, lavagaliu ir dugnu leis geriau vandeniui aptekėti laivo korpusą, bus sumažinamas pasipriešinimas laivo judėjimui.

Turėdami nubraižytą teorinį brėžinį, „Delftship“ programa, galime patikrinti gautas pagrindines reikšmes (1 priedas) ir palyginti su anksčiau numatytomis. Taip pat gauti formą apsprendžiantys koeficientai. Palyginimas pateiktas 11 – toje lentelėje:

11 lentelė. „Delftship“ programoje gauti baržos duomenys

Eil. Nr.	Parametras	Reikšmė iš techninės užduoties	Nubraižyto laivo reikšmės, gautos iš teorinio brėžinio
1.	Laivo ilgis	60,00 m	60,00 m
2.	Laivo plotis	10,00 m	10,00 m
3.	Borto aukštis	1,58 m	1,58 m
4.	Laivo grimzlė	1,20 m	1,20 m
5.	Krovininio denio plotas	-	598,01 m ³
6.	Svorinė vandentalpa	$\Delta = 706,32 \text{ t}$	$\Delta = 694,07 \text{ t}$
7.	Vandentalpos pilnumo koeficientas	-	$\delta = 0,964$

11 lentelės tęsinys

Eil. Nr.	Parametras	Reikšmė iš techninės užduoties	Nubraižyto laivo reikšmės, gautos iš teorinio brėžinio
8.	Midelinio španhauto pilnumo koeficientas	-	$\beta = 0,990$
9.	Išilginio pilnumo koeficientas	-	$\varphi = 0,974$
10.	Vaterlinijos pilnumo koeficientas	-	$\alpha = 0,995$

Nubraižius pirminį baržos projektą, pagal jį gautos laivo charakteristikos. Galima teigti, kad teorinis laivo brėžinys sudarytas tinkamai, svarbiausi matmenys išlaikyti. Svorinė vandentalpa skiriasi nuo apskaičiuotos pagal panašius laivus, tačiau tai tik apytiksliai apskaičiuotas dydis, kadangi skirtumas yra nedidelis, priimama išvada, kad svorinė vandentalpa yra patikslinama ir lygi $\Delta = 694,07 \text{ t}$. Kadangi laivo vandentalpa yra patikslinta, reikia patikslinti ir dedveitą (4.8.1 formulė):

$$\begin{aligned}\Delta &= W_{ST} + DWT \\ 694,07 &= 260,01 + DWT \\ DWT &= 694,07 - 260,01 \\ DWT &= 434,06 \text{ t}\end{aligned}$$

Taigi, gauti pagrindiniai laivo parametrai, kurie bus naudojami tolesniame projektavimo etape. Naudojantis sudaryto teorinio brėžinio duomenimis galima įvertinti vieną svarbiausių tokio tipo laivui jūrinių savybių – eigumą.

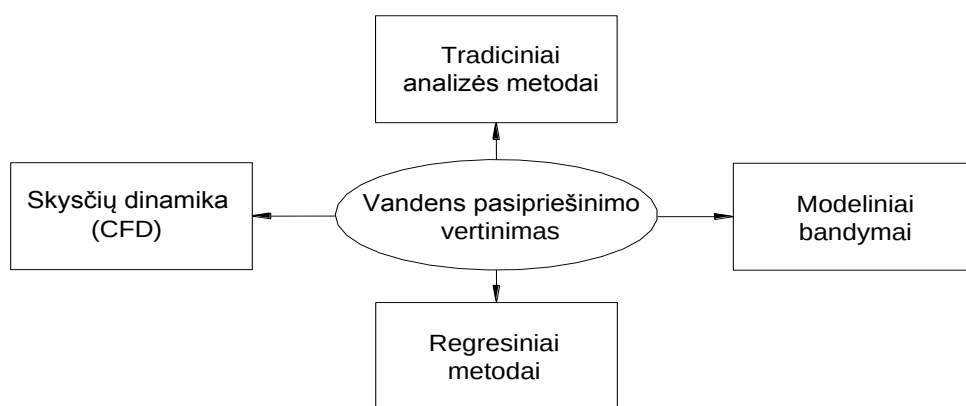
4.12 Vandens pasipriešinimo laivo judėjimui vertinimas

Vandens pasipriešinimas laivo judėjimui tiriamas tada, kai yra sudarytas teorinis laivo brėžinys. Iš gautų duomenų, priklausomai nuo vaterlinijų, teorinių batoksų ir španhautų išdėstymo, jų formos, vertinamas laivo eigumas. Eigumas – tai laivo savybė išvystyti reikiamą greitį tam eikvojant kuo mažiau galios. Norint įvertinti laivo eigumą, reikia įvertinti vandens pasipriešinimą

laivui ir gauti reikiamą galią, tokį laivą išjudinti norimu greičiu. Vandens pasipriešinimo dedamosios:

- laivo formos pasipriešinimas;
- bangavimo pasipriešinimas;
- trinties pasipriešinimas.

Yra ir kitų bendro pasipriešinimo laivo judėjimui dalių, tačiau jos labiau būdingos mažiems laivams, o projektuojama barža priskiriama prie vidutinių, tad kitos dedamosios nevertinamos. Apytiksliai galima apskaičiuoti pasipriešinimą keturiais būdais, kurie pateikti 19 pav.:



20 pav. Vandens pasipriešinimo laivo judėjimui vertinimo būdai (Tanumoy, 2017)

Tradicioniai analizės ir regresiniai metodai, baržos projektavimui nėra tinkami, nes jie yra akcentuoti į labiau standartinius laivus, tad atlikti skaičiavimai nebūtų realūs. Modeliniai bandymai yra patys tiksliausi, kuo didesnis mastelis, tuo realesni duomenys gaunami. Dažniausiai metodika parengiama susisteminus jau eksplotuojamų laivų duomenis. Taip pat, norint taikyti metodus, pavyzdžiui, Holtropo ar Andersono pasipriešinimo apskaičiavimo metodus, tiriamas laivas turi atitikti konkrečius reikalavimus (parametrų santykių ribos, laivo formos koeficientai ir pan.). Netipinių krovinių barža neatitinka kriterijų, tad gauti tinkamus duomenis apie laivo eigumą, teoriniais metodais negalima.

Netipiniai laivai dažniausiai tiriami atliekant realius modelinius bandymus, o ankstesniame projektavimo etape – kompiuterines simuliacijas, šie būdai, ypač šiuo atveju yra tiksliausi. Taip pat, abiem šiais metodais galima ir reikėtų įvertinti tai, kad laivas plaukios sekliose upėse, tai iš esmės keičia vandens srauto aptekėjimo pobūdį. Modelinių bandymų palyginimas to pačio baržos modelio, prie vienodų greičių, kai bandymas atliekamas ramiaje sekliame vandenyje, ir kai ramiaje giliame pateikiamas 21 pav.:



21 pav. Modeliniai bandymai atliekami sekliame (kairėje) ir giliame (dešinėje) vandenyse.

(Valkhof et. al., 2000, 15 – 16 p.)

Modelinių bandymų eksperimentas yra pagrindimas suvilgyto vandens paviršiaus priklausomybės nuo vandens gylio, laivo eksploatavimo vietoje. Norint tiksliai įvertinti vandens pasipriešinimą laivo judėjimui, reikėtų atlikti ir modulinius eksperimentus, ir kompiuterinius bandymus, juos palyginti ir tik tada priimti apytikrias reikšmes, kaip teisingas. Šiuo atveju, kai baržos korpusas yra gan nesudėtingos konstrukcijos, priimta, kad šiame projektavimo etape laivo eigumas vertinamas kompiuterinėmis programomis. Viena dažniausiai naudojamų skysčio dinamikos programų laivų projektavime – „Flow 3-d“.

Turint korpuso brėžinį (17 ir 18 pav.) „Delftship“ programoje, galima jį importuoti (išsaugojamas failas STL formatu) į skysčių dinamikos programą – „Flow 3-d“ (angl. CFD - computational fluid dynamics). Pirmiausia reikėtų užsiduoti esmines bandymo sąlygas, tokias kaip:

1. Grimzlė. Vandens pasipriešinimas baržos judėjimui vertinamas prie maksimalios laivo grimzlės – 1,2 m.
2. Vandens gylis. Vandens gylis parenkamas toks, kad būtų kuo artimesnis plaukiojimo maršrutui. Kritinis vandens gylis maršrute yra 1,2 metro, tačiau reikėtų atsižvelgti į tai, kad laivas bus eksploatuojamas ir didesniame gylyje. Įvertinus maršruto ypatybes projektuotojas parenka optimalias vandens gylio reikšmes – 1,25 metro ir 3,0 metro.
3. Laisvojo kritimo pagreitis priimamas $9,81 \text{ m/s}^2$.
4. Skysčio tankis. Eksploatuojamos sąlygos, upės gėlas vanduo, kai temperatūra 15°C , kurio tankis – $1,000 \text{ kg/m}^3$ (Valkhof et. al., 2000, 14 p.).

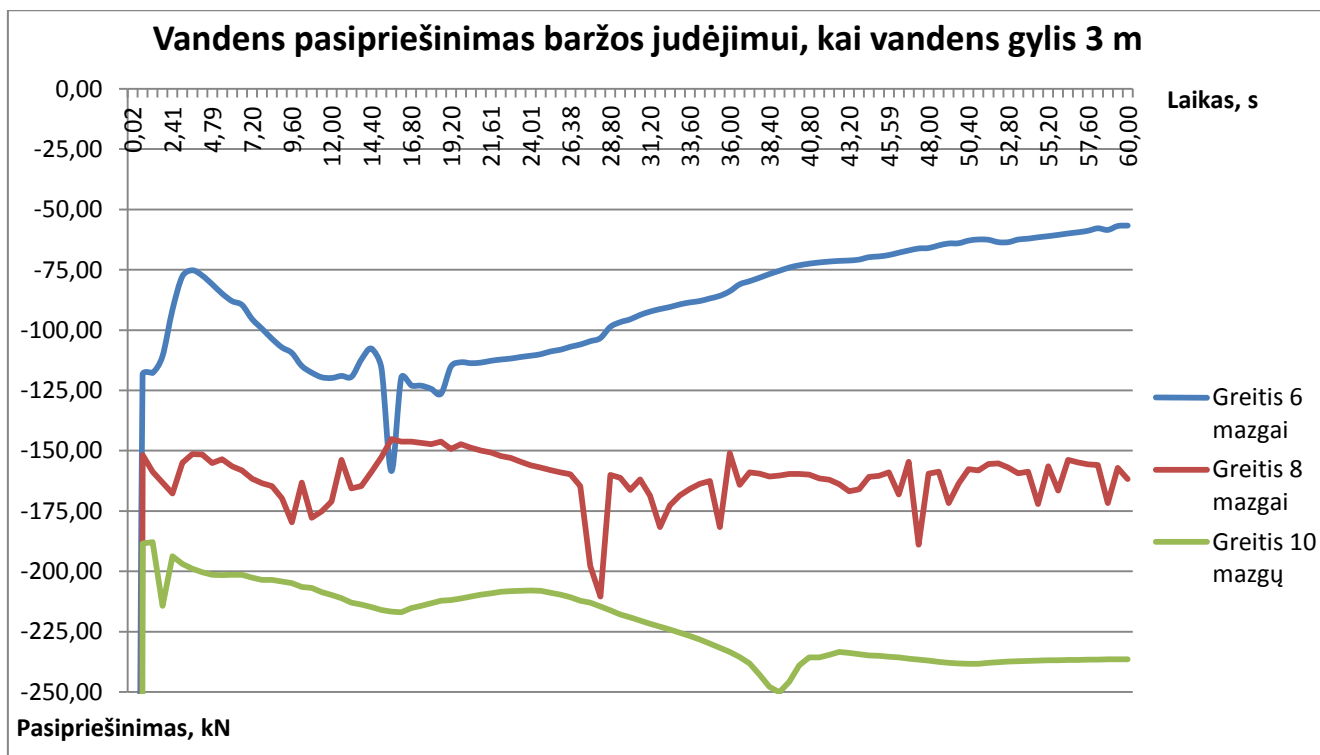
5. Vandens tėkmės greitis. Vidutinis srovės greitis Nemuno upėje siekia 0,71 – 0,76 m/s (Kesminas, 2015, 12 p.)
6. Laivo greitis. Kadangi baržos projekcinis greitis nėra žinomas, būtų pravartu atlikti eksperimentą su skirtingais greičiais. 4.3 skyriuje pateiktuose reikalavimuose, minima, kad vidaus vandenyse eksplotuojamas krovininis laivas turi galimybę užtikrinti bent 7 – ių mazgų greitį. Racionalus ir ekonomišką eksplotacinis vidaus vandenų plaukiojimui skirtas laivo greitis yra nuo 6 iki 10 mazgų (Tabaczek et. al., 2007, 1 p.). Galima priimti, kad tai ir bus eksplotacinio greičio ribos. Projektuotojas, vadovaudamasis savo žiniomis, priima greičius, prie kurių bus vertinamas pasipriešinimas – 6 mazgai, 8 mazgai, 10 mazgų.

Kadangi vidaus vandenų baržos eksplotavimo sąlygos, kalbant apie vandens gylį skirsis, rekomenduojama skaičiavimus atlikti ne tik prie skirtingų greičių, tačiau ir prie skirtingų gylių (Tbyzcek, 2007, 11 p.). Taigi, pasipriešinimui apskaičiuoti „Flow 3-d“ kompiuterinėje programoje vykdomos šešios simuliacijos:

- kai laivo išvystomas greitis 6 mazgai ir vandens gylis 1,25 metro;
- kai laivo išvystomas greitis 6 mazgai ir vandens gylis 3,0 metro;
- kai laivo išvystomas greitis 8 mazgai ir vandens gylis 1,25 metro;
- kai laivo išvystomas greitis 8 mazgai ir vandens gylis 3,0 metro;
- kai laivo išvystomas greitis 10 mazgų ir vandens gylis 1,25 metro;
- kai laivo išvystomas greitis 10 mazgų ir vandens gylis 3,0 metro.

Apskaičiavus vandens pasipriešinimą laivo judėjimui, bus galima sudaryti du priklausomybių grafikus (vandens pasipriešinimo priklausomybės prie skirtingų greičių) ir gauti tendencingas kreives, kurios leis įvertinti vandens pasipriešinimą prie tam tikro greičio, numatyto laiko momentu. Apsibrėžus esmines sąlygas, atliekamas kompiuterinis eksperimentas.

Duomenys yra tinkami tik tada, kai vandens aptekėjimas, laivo korpuso atžvilgiu, yra nusistovėjęs, nes šiuo atveju laivo eigumas yra vertinamas pastoviams projekciniams greičiams. Kadangi suprojektuotos baržos laivapriekio forma yra gan grubi, vandens aptekėjimas gali ir nenusistovėti. Gauti rezultatai, kai vandens gylis yra 3,0 metro, pateikti 2 – ame priede. Vandens pasipriešinimas apytiksliai apskaičiuojamas trijų paskutinių reikšmių vidurkiu, tačiau vertinamas tik tada, kai projektuotojas, atlikęs gautų duomenų analizę nuspręs koks eksplotacinis greitis netipinių krovinių baržai bus optimalus. Taip pat, pravartu įvertinti rezultatus, „Microsoft Excel“ programoje sudarius grafiką (22 pav.):



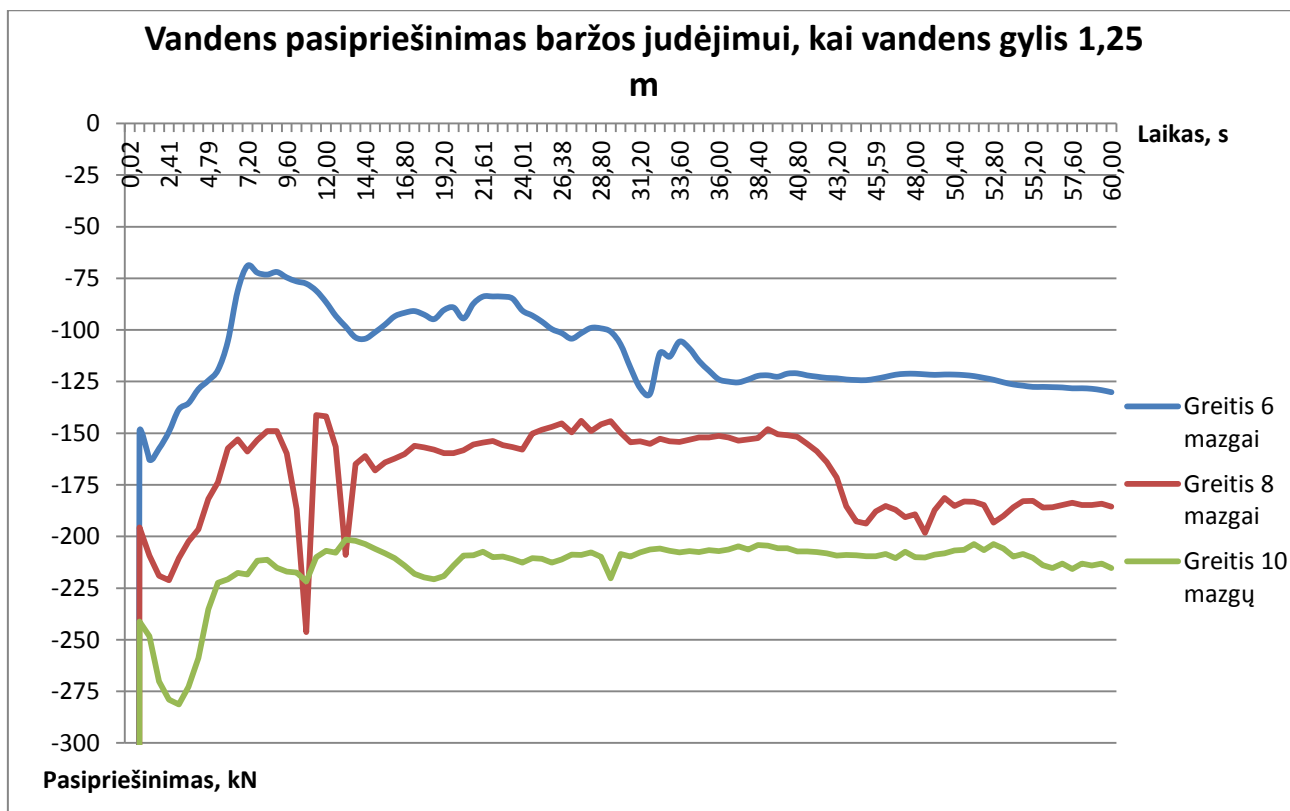
22 pav. Vandens pasipriešinimas baržos judėjimui, kai vandens gylis 3 metrai.

Iš grafiko (22 pav.) matoma tendencija, kad kuo didesnis greitis, tuo didesnis pasipriešinimas. Po 60 – ies sekundžių nuo pradinio laivo judėjimo laiko, vandens tekė yra nusistovėjusi ir pasipriešinimas yra beveik pastovus. Vandens pasipriešinimas, netipinių krovinių gabenimo baržai, pateikiamas su minuso ženklu, nes jis yra nukreiptas prieš laivo judėjimo kryptį.

Kai vandens gylis siekia 3 – is metrus (iki laivo dugno 1,8 metro), o laivo greitis 6 – i mazgai, vandens pasipriešinimas sudaro apie 57 kN, o kitais greičiais eksponentiškai didėja. Grafike galima matyti, kad 8 – ių mazgų greitis eksplotaciniam režimui netinka, nes pasipriešinimas yra kintantis, nepastovus. 10 – ies mazgų greitis taip pat nėra tinkamas, nes itin didelis vandens pasipriešinimas laivo judėjimui, o norint palaikyti tokį greitį, reikės galingo stūmiko.

Kai laivo greitis siekia mažiausią eksperimentų reikšmę, laivo denis nėra užliejamas, tačiau prie didesnių reikšmių, atliekant kompiuterinį eksperimentą, matoma, kad laivapriekyje susidaro banga, kuri užlieja denį. Teiginys, leidžia manyti, kad toks žymus vandens pasipriešinimo laivo judėjimui skirtumas, tarp mažiausio greičio ir didesnių, susidaro dėl denio užliejamumo. Tai nėra itin geras reiškinys, nes kai vanduo atsiduria denio plokštumoje, padidėja laivo vandentalpa, savo ruožtu barža yra daugiau panardinama. Nors tai yra natūralus tokių baržų reiškinys, jo geriau vengti.

Kaip jau buvo minėta, laivo eigumas vertimas prie dviejų eksplotacinių gylių. Gauti rezultatai, kai vandens gylis yra 1,25 metro, pateikti 3 – čiaame priede. Pravartu įvertinti rezultatus, „Microsoft Excel“ programoje sudarius grafiką (23 pav.):



23 pav. Vandens pasipriešinimas baržos judėjimui, kai vandens gylis 1,25 metro.

Šiame grafike (23 pav.) matoma tokia pati tendencija – kuo didesnis baržos greitis, tuo didesnis pasipriešinimas. Po 60 – ies sekundžių nuo pradinio laivo judėjimo laiko, vandens tekė yra nusistovėjusi ir pasipriešinimas yra beveik pastovus.

Kai vandens gylis siekia 1,25 metro (iki laivo dugno 0,05 metro), o laivo greitis 6 – i mazgai, vandens pasipriešinimas sudaro apie 130 kN, o kitais greičiais eksponentiškai didėja. Tai daugiau negu dvigubai didesnė reikšmė, kai vandens gylis siekia 3 – is metrus. Grafike galima matyti, kad 8 – ių mazgų greitis eksplotaciniam režimui netinka, nes pasipriešinimas yra kintantis, nepastovus. 10 – ies mazgų greitis taipogi nėra tinkamas, nes itin didelis vandens pasipriešinimas laivo judėjimui, o norint palaikyti tokį greitį, reikės galingo stūmiko.

Išanalizavus rezultatus, prieinama prie išvados, kad tokiai vidaus vandenų baržai tiek 8 – ių, tiek 10 – ies mazgų greitis yra per didelis prie abiejų gylių, nes prie tokio greičio yra užliejamas denis, tad susidaro didelis pasipriešinimas, tai reiškia, kad reikės galingo stūmiko. Be to, verta paminėti, kad susidaręs pasipriešinimas yra maksimalus, nes skaičiuojamas, kai laivo grimzlė taip pat maksimali (1,2 m.). Jeigu barža bus pakrauta mažiau ir laivo grimzlė bus mažesnė, vandens pasipriešinimas taip pat mažės, nes korpuso sąlyčio su vandeniu plotas bus mažesnis.

Įvertinus laivo eigumo svarbiausios charakteristikos – vandens pasipriešinimo laivo judėjimui duomenis, gautus kompiuterinės skysčio dinamikos simuliacijos programos „Flow 3 – d“, nuspręsta, kad vandens pasipriešinimas, kai vandens gylis yra minimalus – 1,25 metro (seklūs

vandenys), yra didesnis. Kadangi, projektuojamas laivas bus eksplotuojamas tiek itin sekliame ruože, tiek gylesniame, vandens pasipriešinimo reikšmių vidurkiai apskaičiuojami tik mažesniai gyliui, nes pasipriešinimo reikšmės, prie visų greičių, yra didesnės.

Visas vandens pasipriešinimas laivo judėjimui vertinamas paskutinių trijų gautų reikšmių vidurkiu ir yra apskaičiuojamas:

$$R_T = \frac{128,49263 + 129,15484 + 130,14795}{3} \quad (4.12.1)$$

$$R_T \approx 129,27 \text{ kN}$$

čia R_T – bendras vandens pasipriešinimas laivo judėjimui, kN.

Bendro vandens pasipriešinimo reikšmės prie kitų greičių, kai vandens gylis 1,25 metro, apskaičiuojamos analogiškai ir pateikiamos 12 – toje lentelėje.

Žinant vandens pasipriešinimo laivo judėjimui reikšmę, kai laivo greitis 6 – i mazgai, galima apskaičiuoti buksyravimo galią (Patel, 2012, 205, 7.10a f.):

$$P_E = R_T \cdot V \quad (4.12.2)$$

$$P_E = 129,27 \cdot 3,086$$

$$P_E \approx 398,81 \text{ kW}$$

čia P_E – buksyravimo galia, kW;

V – laivo greitis, m/s.

Buksyravimo galios reikšmės prie kitų greičių, kai vandens gylis 1,25 metro, apskaičiuojamos analogiškai ir pateikiamos 12 – toje lentelėje.

12 lentelė. Vandens pasipriešinimo ir buksyravimo galios reikšmės

Parametras	Greitis v, kts		
	6	8	10
Bendras vandens pasipriešinimas R_T , kN	129,27	184,80	214,18
Buksyravimo galia P_E , kW	398,81	760,64	1101,72

Iš gautų duomenų galima spręsti, kad kuo didesnis laivo greitis, tuo didesnis pasipriešinimas, savo ruožtu ir reikiama buksyravimo galia (didėja eksponentiškai). Stūmikas, kuris bus pagrindinis Lietuvos vidaus vandenų stambiagabaričiams kroviniams gabenti baržos varytuvas, turės atitikti minimalius reikalavimus:

- stūmiko ilgis L , negali būti didesnis negu 40 metrų, nes pagal anksčiau minėtus reikalavimus, Lietuvos vidaus vandenyse gali plaukioti laivai arba jų sąstatai iki 100 metrų ilgio, o projektuojamos baržos maksimalus ilgis yra 60 metrų;
- stūmiko plotis B , negali būti didesnis negu 10 metrų;
- stūmiko grimzlė negali d , negali būti didesnė negu 1,2 metro;
- stūmikas turi užtikrinti galimybę išvystyti bent ~399 kW buksyravimo galią, kad būtų galima kartu su barža išvystyti 6 – ių mazgų greitį.

Šiame projektavimo etape, siekiant numatyti preliminarų vandens pasipriešinimą laivo judėjimui, atlikti kompiuteriniai bandymai, tik vėliau, detaliojo projekto vystyme, gauti rezultatai yra tikslinami modeliniais bandymais, nes jie yra tikslesni negu kompiuterinė simuliacija. Taip pat ir kitos jūrinės savybės vertinamos detaliojame projekte.

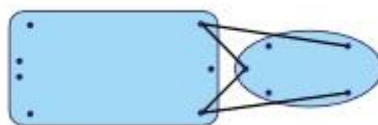
4. 13 Sistemos ir įranga

Kitas projektavimo etapas – sudaryti bendrąjį išplanavimo brėžinį. Tačiau projektuotojas turi žinoti, kokia įranga bus reikalinga laivui, tada bus parenkama jos vieta laive. Svarbu nuspręsti kokia įranga bus reikalinga projektuojamam laivui: ar reikalingas uždaras antstatas, krovos įranga, variklio skyrius, ventiliacija, švartavimosi įranga ir pan. Žinant tai, kad tokio tipo baržos projektavimo esmė yra galimybė pakrauti kuo sunkesnę ir didesnių matmenų nedalomą objektą, o leidžiama grimzlė pasirinktame maršrute yra itin maža, galima priimti išvadą, kad projektuojant bus parenkama tik reikalingiausia įranga, nes kiekviena papildoma įranga ar sistema padidins laivo svorį, o savo ruožtu ir grimzlę. Tai reikštų, kad sumažės galimo pakrauti krovinio svoris. Taip pat, reikalinga numatyti kokia įranga ribos stambiagabaričio krovinio matmenis, tvirtinimo, pakrovimo galimybes.

Išanalizavus panašius laivus, jų įrangos išdėstymą, kokia įranga juose naudojama, atsižvelgiant į projektuojamos baržos specifiką, bus naudojama ši įranga:

- Knechtai. Du dvigubi knechtai laivagalyje, ties bortais. Du dvigubi knechtai laivapriekyje, ties bortais. Ties mideliu knechtai nereikalingi, nes gali trukdyti pakrauti krovinį. Laivagaliniais knechtais bus tvirtinamas stūmikas. Laivapriekinius knechtus bus galima naudoti vilkikui (jei prireiktų). Knechtų konstrukcija apsprendžiama

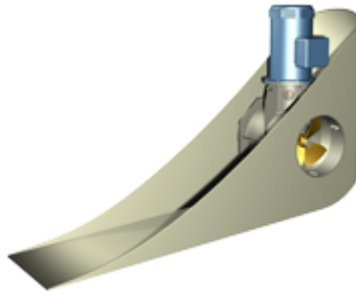
rengiant detalų laivo projektą. Principinė baržos stumimo schema, naudojant knechtus, pateikta 23 pav.



24 pav. Stūmiko – baržos tvirtinimo schema.

(Tugs and Tows – A Practical Safety and Operational Guide)

- Inkaravimo sistema. Tokio tipo baržoms būdinga inkaravimo sistemą įrengti laivapriekinėje dalyje. Ši įranga yra privaloma, o ją reikia išdėstyti bent laivapriekyje. Laivapriekinėje dalyje ties diametraline plokštuma, numatyta įrengti inkaro vietą ir grandinės dėžę. Inkaravimui bus įrengta rankiniu būdu valdoma gervė. Inkaravimo sistemos charakteristikos apskaičiuojamos detalajame projekte, pagal minimalius techninius reikalavimus (įsakymas Nr. 3 – 512, 2008, 28 p., 80.2 f.).
- Vaizdo ir garso signalai. Šie signalai turi būti sumontuoti pagal anksčiau minėtus Europos Parlamento ir tarybos reikalavimus (Europos Parlamentas, 2016). Vaizdo ir garso signalai numatyti laivagalyje ir laivapriekyje.
- Avarinės signalizacijos sistema. Šią sistemą privaloma įrengti taip pat pagal minėtus reikalavimus. Vaizdo ir garso signalus bus galima pritaikyti ir avarinei signalizacijos sistemai.
- Švartavimosi lynai. Šią įrangą, laivo eksploatacijos metu privaloma turėti, kad iškilus nenumatytom aplinkybėm, laivą bet kada būtų galima pritvirtinti. Ją galima sandėliuoti viename iš skyrių arba ant krovininio denio.
- Pavairavimo įrenginys. Tokio ilgio baržą Nemune suvaldyti be pavairavimo įrenginio būtų sunku, juolab, kad lyginant su panašiais laivais projektuojamos baržos ilgio ir pločio santykis yra nestandartiškai didelis, tad mažėja pasukamumas. Standartinį pavairavimo įrenginį įdiegti mažos grimzlės laive nėra galimybių, nes būtų mažas našumas (dėl mažos laivo grimzlės), taip pat tai turėtų įtakos vandentalpai (pavairavimo įrenginio vandens kanalas). Dažniausiai vidaus vandenų laivams, su maža grimzle rekomenduojamas „Gondola“ tipo pavairavimo įrenginys (24 pav.) (Tunnel thrusters configuration examples). Jis montuojamas prie laivo korpuso, laivapriekyje. Kadangi laivas nesavaeigis, o jėgainė baržoje nenumatyta, elektrinį motorą galima sujungti aptarnaujančiu laivu – stūmiku.



25 pav. „Gondola“ tipo pavairavimo įrenginys. (Tunnel thrusters configuration examples)

Dauguma laivų prototipų turi visą šią įrangą, ne visi – pavairavimo įrenginį. Tad šio įrenginio svorį reikia įvertinti ir pridėti prie tuščio laivo masės. Kadangi pavairavimo įrenginys bus paniręs po vandeniu, nežymiai padidės vandentalpa, tačiau jo forma turės įtakos vandens pasipriešinimui. Projekto esminė siekiamybė yra kuo labiau sumažinti tuščio laivo svorį, energijos (elektros energijos) reikalaujantys įrengimai bus aprūpinami ja, iš išorinio šaltinio – uosto arba stūmiko.

Ne mažai panašių laivų turi balastinę sistemą. Balastinė sistema būtų veiksminga, kai krovininė barža eksploatuojama be krovinio, balastinis vanduo pagerina laivo stovumą, valdomumą. Projektuojamai baržai ši sistema nėra reikalinga, nes grimzlės pokytis yra mažas, ypač lyginant su panašiais laivais, todėl įtaka laivo stovumui yra maža, o tokia sistema nereikalinga. Taigi, numatyta reikalinga įranga Lietuvos vidaus vandenų laivui, kuri leis sudaryti bendrąją stambiagabaričių krovinių gabenimui skirtos baržos išplanavimo brėžinį.

4. 14 Bendrasis išplanavimas

Bendrasis išplanavimas dažniausiai suteikia informacijos apie visų laivo skyrių, įrangos, mechanizmų išdėstymą. Bendrojo išplanavimo eskizas pradedamas braižyti nuo architektūros aprašymo. Prieš tai reikėtų nusistatyti pagrindinius reikalavimus patalpų išdėstymui laive, į kuriuos atsižvelgsime parenkant patalpų vietas laive:

- tenkina normatyvinių dokumentų reikalavimus;
- nėra pradinio kreno ir diferento;
- patogų atlikti krovines operacijas ir kitus darbus;
- patogus ir saugus laivo valdymas;
- komfortabilios įgulos darbo sąlygos;
- komunikacijų patogumai.

Vadovaujantis anksčiau minėta panašių laivų informacija, reikalavimais, žinant įrangos vietą, aptariama papildoma svarbi informacija:

Laivo korpusas vandeniui nelaidžiomis pertvaromis suskirstytas į keturiolika skyrių – forpiką, vidurinius skyrius, achterpiką. Achterpikas ir forpikas atskirtas vandeniui nelaidžiomis pertvaromis, laikantis anksčiau minėto Europos Sąjungos direktyvos nurodymo (kai laivo ilgis daugiau negu 25 metrai). Į visus vidurinius skyrius galima patekti per landas (į kiekvieną skyrių atskirai), uždaromas nelaidžiais vandeniui dangčiais. Laivapriekinėje dalyje ant denio yra inkaravimosi, švartavimosi, avarinės sistemos, vaizdo (žibintai) ir garso signalai. Laivagalinėje dalyje – švartavimosi ir stūimui skirta įranga, taip pat įrengtos avarinės sistemos, vaizdo ir garso signalai.

Apsprendus skyrių, sistemų ir įvairios įrangos vietą laive, braižomas bendras jų išdėstymo brėžinys. Projektuojamo laivo eskizas pateiktas 4 – tame priede. Pateikti du vaizdai, pirmas – vaizdas iš šono, pjūvis per diametralinę plokštumą žemiau denio, antras – vaizdas iš viršaus, pjūvis ties pirmu kroviniu deniu. Bendrojo išplanavimo etapas užbaigia pradinį baržos projektavimą. Vėliau vykdomas detalusis projektavimas.

Galima teigti, kad darbo autoriaus sukurta metodika leidžia apspręsti laivo formą, parinkti pagrindinius laivo duomenis, sudaryti teorinį brėžinį, apspręsti patalpų išdėstymą laive, tačiau tai tik pradinis projektavimo etapas (konceptija). Toliau reikėtų parengti kontraktinį projektą, po to preliminarų projektą ir detalųjį laivo projektą, pagal pastarąjį būtų galima pradėti gamybinių etapų. Detalųjį laivo projektą parengti vienam žmogui, dideliame prekybiniame laive, vidutiniškai trunka iki 60 000 darbo dienų (Papanikolaou, 2014, 20 p.). Galutinis projektas rengiamas projektuotojų komandos. Taigi, Lietuvos vidaus vandenų baržos, skirtos gabenti stambiagabaričius krovinius, projektavimą reikėtų tęsti, nes didelės apimties darbas reikalauja ne tik tinkamos kvalifikacijos, bet ir didelių laiko sąnaudų, tad tolesnius darbus pravartu kryptingai išskaidyti dalimis, konkrečios srities specialistams.

IŠVADOS IR REKOMENDACIJOS

1. Darbe išnagrinėti stambiagabaričių krovinių gabenimo būdai Lietuvoje, dažniausiai naudojamas sausumos transportas. Aviacija netipiniams kroviniams yra nenaudojama dėl kainos, matmenų ir nedidelio galimo skraidinti svorio. Itin retai naudojamas stambiagabaričių krovinių gabenimo būdas – vidaus vandenų transportas. Atlikus analizę, prieita prie išvados, kad vidaus vandenų kelių panaudojimas netipiniams kroviniams transportuoti – visapusiškai tinkamiausias.
2. Atlikus informacijos paiešką, susijusią su stambiagabaričių krovinių gabenimu vidaus vandenų laivais, išanalizavus ją, bei pritaikius Lietuvos vidaus vandenų tinklui, buvo apibrėžti projektavimo etapai. Etapai sukonkretinti, apspręsta jų taikymo seka, kiekvienas jų, pateikiant rekomendacijas, paaiškintas. Siekiant detališkumo, magistrinio darbo autoriaus sudaryta metodika pateikiama schematiškai. Pagal ją, rengiamas netipinių krovinių plukdymo Lietuvos vidaus vandenų keliais baržos projektas.
3. Įvertinus baržos ekplotavimui galimus ribojimus, buvo parinktas plaukiojimo maršrutas, apskaičiuotas apytikris nuotolis. Taip pat, numatytos galimos tokio krovinio iškrovimo vietos. Tai leidžia manyti, jog Lietuvos vidaus vandenų laivui plaukiojimo maršrutas pasirinktas tinkamai.
4. Lietuvos vidaus vandenų stambiagabaričiams kroviniams gabenti baržos projektavimui pasirinktas prototipinis projektavimo metodas. Pagal jį, apibrėžti laivų prototipų panašumo kriterijai, laikantis jų, atrinkti tinkami laivai tolesniam darbo procesui. Išanalizuoti jų duomenys, trūkstami – apskaičiuoti vadovaujantis empirinėmis formulėmis.
5. Pagal panašių laivų duomenis, maršrutui taikomus reikalavimus ir potencialius krovinius, buvo apspręsti techniniai projektuojamo laivo parametrai: laivo ilgis L – 60,00 metrų, plotis B – 10,00 metrų, maksimali grimzlė d_{max} – 1,20 metro, borto aukštis D – 1,58 metro, svorinė vandentalpa – 694,07 tonos, tuščio laivo (konstrukcinis) svoris W_{ST} – 260,01 tonos, dedveitas DWT – 434,06 tonos.
6. Vadovaujantis gautais matmenimis, nubraižytas laivo teorinis brėžinys. Kadangi laivo pilnumo koeficientai artimi vienetui, formą apsprendžia projektuotojas, pasinaudodamas savo žiniomis, krovinio ypatybėmis ir panašių laivų forma. Taipogi gautas vizualinis korpuso projektas.
7. Atsižvelgus į projektuojamos baržos netipiškumą bei panašius laivus, argumentuotai parinkta reikalingiausia įranga, ir sistemos joje, jų išdėstymo vieta laive. Nubraižytas bendrojo išplanavimo brėžinys.

Įdėja gabenti netipinius krovinius Lietuvos vidaus vandenų tinklu leistų išnaudoti krovinės laivybos potencialą, taip būtų sumažinamas žalingas poveikis aplinkai, tarša, transportavimo išlaidos, nelaimingų atsitikimų galimybės. Kadangi stambiagabaričių krovinių metinis poreikis nėra didelis, tokių laivų būtų galima lengvai pritaikyti ir kitų krovinių gabenimui. Ypač tinkami kroviniai, tokie baržai, būtų jūriniai konteineriai.

Pagal darbo autoriaus sukurtą Lietuvos vidaus vandenų stambiagabaričiams kroviniams transportuoti baržos projektavimo metodiką, gautas pradinis projektas. Siekiant parengti detalųjį projektą, reikia suburti kvalifikuotų specialistų komandą, pagrindinė to priežastis – didžiulė darbo apimtis. Detalusis projektas rengiamas pasirašius sutartį su užsakovais. Šio darbo tikslas buvo sudaryti tinkamą metodiką, kuria vadovaujantis būtų galima parengti preliminarų projektą. Konceptinis projektas sudarytas, parengta metodika tiksli ir tinkama. Ją galima naudoti Lietuvos vidaus vandenų stambiagabaričiams kroviniams gabenti baržų projektavimui.

LITERATŪRA

1. Ambrazevičius A. 2008. Lietuvos transporto sistema. Vilnius: Generolo Jono Žemaičio Lietuvos karo akademijos Inžinerinės vadybos katedros leidykla.
2. Arkansaso valstijos vidaus vandenų komisijos puslapis, 2015. [interaktyvus], [žiūrėta 2016 rugsėjo 29 d.] Prieiga per internetą: <<http://waterways.arkansas.gov/education/Pages/whyWaterways.aspx>>
3. Barge Design Optimization, 2010. [interaktyvus], [žiūrėta 2017 sausio 15 d.] Prieiga per internetą: <https://ocw.mit.edu/courses/engineering-systems-division/esd-77-multidisciplinary-system-design-optimization-spring-2010/projects/MITESD_77S10_paper04.pdf>
4. Caldwell Brad M. 2002. Ship building contracts. Mariner life vol. september 2002.
5. Connor J. 1998. Marine Fire Prevention, Firefighting and Fire Safety. Washington: Brady U.S.
6. Čerka J. 1997. Laivo teorija. Klaipėda: Klaipėdos universiteto leidykla.
7. Damen stan pontoon 4512, 2015 [interaktyvus], [žiūrėta 2017 balandžio 15 d.] Prieiga per internetą: http://products.damen.com/-/media/Products/Images/Clusters-groups/Pontoons-and-Barges/Pontoon/Stan-Pontoon-B12/Documents/Damen Stan Pontoon 4512 YN524201_524202_524203 Stock.pdf
8. Europos Parlamentas, 2016. Europos Parlamento ir tarybos direktyva nustatanti techninius reikalavimus vidaus vandenų laivams ir panaikinti Tarybos direktyvą 82/714/EEB. 2006/87/EB [interaktyvus]. Briuselis [žiūrėta 2017 kovo 30 d.]. Prieiga per internetą: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/LT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32006L0087&from=EN>
9. Gautham K. C. 2015. Barge train for cargo transportation in NW-1: a new concept in indian inland shipping. Cochin: Cochin University p. 232 – 238 p. ISSN 2091-2730.
10. Ivanova I., Murphy T., Stefanov M. ir kt. 2015. Vežimas Europos vidaus vandenų keliais: nuo 2001 m. nebuvo reikšmingų su šia transporto dalimi ir tinkamumo laivybai sąlygomis susijusių patobulinimų. Liuksemburgas: Europos Sąjungos leidinių biuras.
11. Kondratovič V. 2013. Viešojo ir privataus sektorių partnerystės projektai Lietuvos transporto sektoriuje. [interaktyvus]. Vilnius [žiūrėta 2017 kovo 15 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.lvk.lt/uploads/File/prezentacijos/7_VPSP_rinkos_projektai_Lietuvos_transporto_sektoriuje_Vladislav_Kondratovic.pdf>
12. Lietuvos Respublikos Seimo 1996 m. rugsėjo 24 d. nutarimas Nr. I-1534 „Lietuvos Respublikos vidaus vandenų transporto kodeksas“// Valstybės žinios, 1996, Nr. [105-2393](#).
13. Lietuvos Respublikos susisiekimo ministro 1998 m. gruodžio 24 d. įsakymas Nr. 497 „Dėl krovinių tarptautinių vežimų kelių transportu taisyklių“// Valstybės žinios, 1998, Nr. 115-3261.

14. Lietuvos Respublikos susisiekimo ministro 2001 m. balandžio 2 d. įsakymas Nr. 86 „Dėl vidaus vandenų laivų įgulų minimalios sudėties reikalavimų patvirtinimo“// Valstybės žinios, 2001, Nr. 30-982.
15. Lietuvos Respublikos susisiekimo ministro 2002 m. vasario 18 d. įsakymas Nr. 3-66 „Dėl maksimalių leidžiamų transporto priemonių matmenų, leidžiamų ašies (ašių) apkrovų, leidžiamos bendrosios masės patvirtinimo“// Valstybės žinios, 2002, Nr. 23-870.
16. Lietuvos Respublikos susisiekimo ministro 2008 m. gruodžio 29 d. įsakymas Nr. 3-512 „Dėl minimalių techninių reikalavimų vidaus vandenų transporto priemonėms, plaukiojančioms Lietuvos Respublikos vidaus vandenimis, ir Europos Bendrijos vidaus vandenų laivybos sertifikatų išdavimo tvarkos aprašo patvirtinimo“// Valstybės žinios, 2009, Nr. 11-422.
17. Lietuvos Respublikos susisiekimo ministro 2009 m. lapkričio 25 d. įsakymas Nr. 3-600 „Dėl vidaus vandenų kelių eksploatavimo taisyklių patvirtinimo“// Valstybės žinios, 2009, Nr. 141-6251.
18. Lietuvos Respublikos Vyriausybės 2013 m. gruodžio 18 d. nutarimas Nr. 1253 „Dėl nacionalinės susisiekimo plėtros 2014 – 2022 metų programos patvirtinimo“ // Valstybės žinios, 2013, Nr. 136-6918.
19. Lukauskas V., Plačienė B. 2011. Negabaritinių ir sunkiasvorių krovinių pervežimo per Klaipėdos uostą vadovo parengimas įgyvendinant projektą „Oversize Baltic“. Klaipėdos valstybinio jūrų uosto direkcija, sutartis Nr. 21-2010-523.
20. Lukoševičius D. 2017. Naktį per miestą kelias SGD paskirstymo stočiai skirtos talpyklos [interaktyvus], [žiūrėta 2017 balandžio 19 d.] Prieiga per internetą: <http://www.ve.lt/naujienos/klaipeda1/klaipeda/nakti-per-miesta-kelias-sgd-paskirstymo-stociai-skirtos-talpyklos-1538652/>
21. McDonough marine service. The barge people. [interaktyvus], [žiūrėta 2017 balandžio 15 d.] Prieiga per internetą: http://www.mcdonoughmarine.com/assets/mcd-8.5x11_catalog_v13-perfectbound.pdf
22. Nacionalinė upių transporto plėtros asociacija, 2015. „Lietuvos upių transporto politika“. [interaktyvus], [žiūrėta 2017 m. sausio 12 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.rivertransport.lt/lietuvos-upiu-transporto-politika/>
23. Navakas N. 2017. „IKEA Group“ Lietuvoje perka vėjo jėgainių parką. [interaktyvus], [žiūrėta 2017 balandžio 19 d.] Prieiga per internetą: <http://www.vz.lt/energetika/2017/01/30/ikea-group-lietuvoje-perka-auksinivejo-jegainiu-parka>
24. Nemuno upės pasienio ruožo nuo Smalininkų iki Rusnės apžiūra, 2015. [interaktyvus], [žiūrėta 2017 gegužės 2 d.] Prieiga per internetą: <http://www.liwa.lt/lt/news/show/259>
25. Papanikolaou A. 2014. Ship Design. Methodologies of Preliminary Design. Attiki: Springer.

26. Patel R. M. 2012. Shipboard Propulsion, Power Electronics and Ocean Energy. London: CRC press.
27. Petraška. A. Sunkių ir negabaritinių krovinių vežimų kelių transportų tyrimas. [interaktyvus]. 2007, [žiūrėta 2016 m. spalio 1 d.]. p. 18. Prieiga per internetą: <http://elibrary.lt/resursai/Konkursai/linava/07_2007_A.Petraska.pdf>
28. Plaukiojimo maršrutas [interaktyvus], [žiūrėta 2017 sausio 30 d.] Prieiga per internetą: <<http://www.maps.lt/map/>>
29. Sales M. 2016. Aviation logistics: The dynamic partnership of air freight and supply chain. London: new Delhi.
30. Stonkus V. 2006. Laivo teorija. Klaipėda: Klaipėdos universiteto leidykla.
31. Tabaczek T., Kulczyk J., Zawislak M. 2007. Analysis of hull resistance of pushed barges in shallow water. Polish maritime research, vol. 14, no. 1/2007, p. 10 – 15.
32. Tanumoy S. 2017. Various Methods Used for Evaluating Ship's Resistance. [interaktyvus], [žiūrėta 2017 balandžio 30 d.] Prieiga per internetą: <http://www.marineinsight.com/naval-architecture/various-methods-for-ship-resistance-evaluation/>
33. Tugs and Tows – A Practical Safety and Operational Guide [interaktyvus], [žiūrėta 2017 gegužės 10 d.] Prieiga per internetą: < https://www.shipownersclub.com/media/2015/08/PUBS-Loss-Prevention-Tug-and-Tow-Safety-and-Operational-Guide_A5_onscreen.pdf>
34. Tunnel thrusters configuration examples [interaktyvus], [žiūrėta 2017 gegužės 11 d.] Prieiga per internetą: <http://www.dutchthrustergroup.com/index.php/configuration-examples/tunnel-thrusters-configuration-examples>
35. Valkhof H. H., Hoogeveen T., Dallinga R. P., Toxopeus L. S. 2000. A Tug and Barge System for Sea and River Service. SNAME Annual meeting, no. 5, p. 1 – 24.
36. Valstybės įmonė Vidaus vandens kelių direkcija, 2012. Projekto numeris VP2-4.5-SM-01-V-01-006 [interaktyvus]. Vilnius [žiūrėta 2017 kovo 25 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.liwa.lt/documents/0000/ES_projektai/marvele/Marveles_viesinimas.pdf>.
37. Wagenborg barge 3, 2013 [interaktyvus], [žiūrėta 2017 balandžio 15 d.] Prieiga per internetą: <https://www.wagenborg.com/uploads/bestanden/5893869a-f8d9-46dd-9662-6d1de88a318e>
38. Wagenborg barge 6, 2013 [interaktyvus], [žiūrėta 2017 balandžio 15 d.] Prieiga per internetą: <https://www.wagenborg.com/uploads/bestanden/de224e69-8c66-47f3-bc51-0bd951930a0c>
39. Weeks 96 [interaktyvus], [žiūrėta 2017 balandžio 15 d.] Prieiga per internetą: <http://www.weeksmarine.com/equipment-division/equipment-details/96---barge>
40. Weeks 115 [interaktyvus], [žiūrėta 2017 balandžio 15 d.] Prieiga per internetą: <http://www.weeksmarine.com/equipment-division/equipment-details/115---barge>

41. Weeks 162 [interaktyvus], [žiūrėta 2017 balandžio 15 d.] Prieiga per internetą: <http://www.weeksmarine.com/equipment-division/equipment-details/162---barge>
42. Weeks 241 [interaktyvus], [žiūrėta 2017 balandžio 15 d.] Prieiga per internetą: <http://www.weeksmarine.com/equipment-division/equipment-details/241---barge>
43. Weeks 249 [interaktyvus], [žiūrėta 2017 balandžio 15 d.] Prieiga per internetą: <http://www.weeksmarine.com/equipment-division/equipment-details/249---barge>
44. Wilkins D. R. 2013. Inland waterways transportation: our competitive advantage. [interaktyvus], [žiūrėta 2016 rugsėjo 29 d.] Prieiga per internetą: <<http://bigriverworks.org/chi/041513-BRW-Chicago-Wilkins.pdf>>.
45. Wind turbines specification list [interaktyvus], [žiūrėta 2017 gegužės 2 d.] Prieiga per internetą: < <http://www.aweo.org/windmodels.html> >

PRIEDAI

Design hydrostatics report

Luko barza

Designer

Created by

Comment

Filename barza2.fbm

Design length	60,000 (m)	Midship location	30,000 (m)
Length over all	60,000 (m)	Relative water density	1,0000
Design beam	10,000 (m)	Mean shell thickness	0,0000 (m)
Maximum beam	10,000 (m)	Appendage coefficient	1,0000
Design draft	1,200 (m)		

Volume properties		Waterplane properties	
Moulded volume	694,066 (m ³)	Length on waterline	59,885 (m)
Total displaced volume	694,066 (m ³)	Beam on waterline	10,000 (m)
Displacement	694,066 (tonnes)	Entrance angle	0,000 (Degr.)
Block coefficient	0,9640	Waterplane area	596,96 (m ²)
Prismatic coefficient	0,9741	Waterplane coefficient	0,9949
Vert. prismatic coefficient	0,9689	Waterplane center of floatation	29,932 (m)
Wetted surface area	727,18 (m ²)	Transverse moment of inertia	4949,4 (m ⁴)
Longitudinal center of buoyancy	29,375 (m)	Longitudinal moment of inertia	177315 (m ⁴)
Longitudinal center of buoyancy	-1,043 %		
Vertical center of buoyancy	0,611 (m)		

Midship properties		Initial stability	
Midship section area	11,88 (m ²)	Transverse metacentric height	7,742 (m)
Midship coefficient	0,9896	Longitudinal metacentric height	256,08 (m)

Lateral plane	
Lateral area	70,40 (m ²)
Longitudinal center of effort	29,380 (m)
Vertical center of effort	0,605 (m)

The following layer properties are calculated for both sides of the ship

Location	Area	Thickness	Weight	LCG	TCG	VCG
	(m ²)	(m)	(tonnes)	(m)	(m)	(m)
Korpusas	779,68	0,000	0,000	29,542	0,000 (CL)	0,237
Kroviniinis denis	598,01	0,000	0,000	29,990	0,000 (CL)	1,580
Total	1377,69		0,000	0,000	0,000 (CL)	0,000

Sectional areas									
Location	Area	Location	Area	Location	Area	Location	Area	Location	Area
(m)	(m ²)	(m)	(m ²)	(m)	(m ²)	(m)	(m ²)	(m)	(m ²)
3,000	11,88	15,000	11,88	27,000	11,88	39,000	11,88	51,000	11,86
6,000	11,88	18,000	11,88	30,000	11,88	42,000	11,88	54,000	11,83
9,000	11,88	21,000	11,88	33,000	11,88	45,000	11,87	57,000	11,57
12,000	11,88	24,000	11,88	36,000	11,88	48,000	11,87		

1 lentelė. Vandens pasipriešinimas laivo judėjimui, kai vandens gylis 3 metrai.

Laikas, s	Greitis v, 6 mazgai	Greitis v, 8 mazgai	Greitis v, 10 mazgų
	Pasipriešinimas, kN	Pasipriešinimas, kN	Pasipriešinimas, kN
0,02	-898,72	-1591,7371	-2478,7355
0,60	-118,50	-151,76241	-188,3987
1,20	-117,81	-158,72666	-187,85425
1,80	-110,84	-163,2753	-214,29569
2,39	-91,64	-167,69308	-193,76616
3,01	-77,72	-155,02248	-196,93427
3,59	-75,20	-151,43889	-198,97125
4,20	-77,40	-151,59028	-200,31086
4,80	-81,01	-155,06175	-201,45488
5,41	-84,90	-153,53116	-201,52561
6,00	-87,99	-156,38361	-201,4928
6,61	-89,59	-158,21891	-201,42866
7,20	-95,40	-161,59222	-202,67559
7,79	-99,42	-163,52059	-203,506
8,40	-103,57	-164,617	-203,57445
9,00	-107,16	-169,73758	-204,25866
9,60	-109,46	-179,72672	-204,82089
10,21	-114,86	-163,21909	-206,51925
10,80	-117,64	-177,78212	-206,91933
11,40	-119,54	-175,09827	-208,61302
12,00	-119,85	-171,07339	-209,83353
12,61	-118,99	-153,83	-211,11217
13,19	-119,35	-165,62128	-212,96888
13,79	-112,13	-164,63691	-213,72073
14,41	-107,65	-158,71628	-214,88684
15,00	-115,68	-152,60753	-216,07236
15,60	-158,44	-145,15302	-216,66669
16,19	-119,61	-146,28636	-217,01228
16,80	-122,94	-146,25325	-215,26206
17,41	-123,04	-146,81528	-214,30675

1 lentelės tęsinys.

Laikas, s	Greitis v, 6 mazgai	Greitis v, 8 mazgai	Greitis v, 10 mazgų
	Pasipriešinimas, kN	Pasipriešinimas, kN	Pasipriešinimas, kN
18,01	-124,33	-147,26405	-213,23944
18,59	-126,31	-146,23817	-212,22361
19,20	-115,05	-149,2672	-211,89098
19,81	-113,34	-147,2767	-211,19027
20,39	-113,71	-148,72759	-210,44477
21,00	-113,47	-150,00112	-209,67212
21,61	-112,73	-150,78423	-209,14514
22,18	-112,20	-152,20706	-208,52817
22,79	-111,79	-153,03073	-208,1903
23,40	-111,15	-154,55456	-208,02872
23,99	-110,62	-156,05797	-207,97859
24,61	-110,00	-156,99177	-208,11614
25,20	-108,84	-158,06841	-208,87097
25,80	-108,13	-159,00109	-209,62519
26,40	-106,90	-159,71405	-210,77628
27,00	-105,95	-164,62873	-212,23138
27,59	-104,60	-197,71855	-212,97998
28,20	-103,33	-210,45983	-214,59025
28,81	-98,68	-159,99927	-216,12908
29,38	-96,72	-161,26419	-217,86884
30,02	-95,54	-166,28209	-219,08273
30,61	-93,71	-161,88308	-220,44012
31,20	-92,33	-168,66058	-221,68298
31,79	-91,28	-181,6223	-222,96439
32,39	-90,43	-172,62655	-224,17358
33,00	-89,32	-168,49547	-225,51397
33,59	-88,53	-165,90803	-226,82497
34,20	-87,95	-163,70697	-228,26634
34,80	-86,89	-162,55138	-229,90159
35,40	-85,80	-181,72433	-231,67634
36,00	-83,92	-150,99248	-233,46552

1 lentelės tęsinys.

Laikas, s	Greitis v, 6 mazgai	Greitis v, 8 mazgai	Greitis v, 10 mazgų
	Pasipriešinimas, kN	Pasipriešinimas, kN	Pasipriešinimas, kN
36,60	-81,03	-164,18806	-235,50825
37,20	-79,72	-158,95552	-238,22819
37,80	-78,29	-159,44762	-242,80752
38,40	-76,76	-160,62944	-247,84242
39,00	-75,40	-160,30694	-250,14411
39,60	-74,06	-159,58897	-245,74858
40,20	-73,12	-159,62719	-238,99461
40,80	-72,46	-159,94777	-235,6223
41,40	-71,96	-161,52812	-235,6537
42,00	-71,59	-162,08091	-234,58223
42,60	-71,31	-163,87444	-233,47622
43,20	-71,15	-166,76047	-233,81036
43,80	-70,77	-166,03241	-234,31167
44,40	-69,77	-160,8713	-234,83659
45,00	-69,46	-160,43533	-235,02761
45,60	-68,89	-158,92058	-235,38608
46,20	-67,90	-168,10738	-235,70695
46,80	-66,98	-154,60659	-236,21445
47,40	-66,15	-188,93042	-236,60745
48,00	-65,98	-159,50345	-237,03261
48,60	-64,90	-158,68048	-237,50166
49,20	-64,10	-171,73398	-237,90578
49,80	-64,00	-163,57156	-238,18894
50,40	-62,90	-157,64242	-238,34483
51,00	-62,43	-158,16927	-238,27103
51,60	-62,56	-155,485	-237,99458
52,20	-63,55	-155,21428	-237,69605
52,80	-63,54	-156,92306	-237,43294
53,40	-62,45	-159,38742	-237,2467
54,00	-62,09	-158,74053	-237,10967
54,60	-61,52	-172,05777	-236,99388

1 lentelės tęsinys.

Laikas, s	Greitis v, 6 mazgai	Greitis v, 8 mazgai	Greitis v, 10 mazgų
	Pasipriešinimas, kN	Pasipriešinimas, kN	Pasipriešinimas, kN
55,20	-61,06	-156,47475	-236,90739
55,79	-60,53	-166,50483	-236,85436
56,39	-59,95	-153,75961	-236,781
56,99	-59,45	-154,80588	-236,69128
57,60	-58,83	-155,6407	-236,61438
58,20	-57,80	-155,88834	-236,54412
58,79	-58,47	-171,72988	-236,50044
59,40	-56,85	-157,13941	-236,50512
60,02	-56,68	-161,81502	-236,50729

1 lentelė. Vandens pasipriešinimas laivo judėjimui, kai vandens gylis 1,25 metro.

Laikas, s	Greitis v, 6 mazgai	Greitis v, 8 mazgai	Greitis v, 10 mazgų
	Pasipriešinimas, kN	Pasipriešinimas, kN	Pasipriešinimas, kN
0,02	-4333,307	-7503,2855	-11483,648
0,60	-149,57947	-195,59745	-241,13764
1,20	-162,84206	-209,23509	-248,39195
1,80	-157,38605	-219,07677	-270,19972
2,39	-149,30955	-221,22195	-278,93569
3,01	-138,54975	-210,53462	-281,2765
3,59	-135,45622	-202,49819	-272,88466
4,20	-128,68447	-196,52336	-258,85838
4,80	-124,52961	-181,74258	-235,22302
5,41	-119,32535	-173,71888	-222,36375
6,00	-105,48095	-157,33242	-220,68012
6,61	-81,156273	-153,0118	-217,66144
7,20	-68,905867	-158,8367	-218,4765
7,79	-72,268203	-153,28162	-211,7083
8,40	-73,177023	-148,93786	-211,27544
9,00	-71,929961	-148,90483	-215,1735
9,60	-74,605812	-159,75441	-217,03519
10,21	-76,467461	-186,84947	-217,5093
10,80	-77,622094	-246,32544	-221,73959
11,40	-81,000305	-141,27806	-209,9788
12,00	-86,537586	-141,7952	-206,87289
12,61	-93,224047	-156,55612	-207,82834
13,19	-98,382531	-208,92352	-201,45488
13,79	-103,62047	-164,84694	-202,04858
14,41	-104,2303	-161,1097	-203,68689
15,00	-101,07562	-168,04406	-205,95592
15,60	-97,438414	-164,20322	-208,14405
16,19	-93,355297	-162,34731	-210,57116
16,80	-91,695922	-160,12588	-213,98705
17,41	-90,86032	-156,11209	-218,12081

1 lentelės tęsinys.

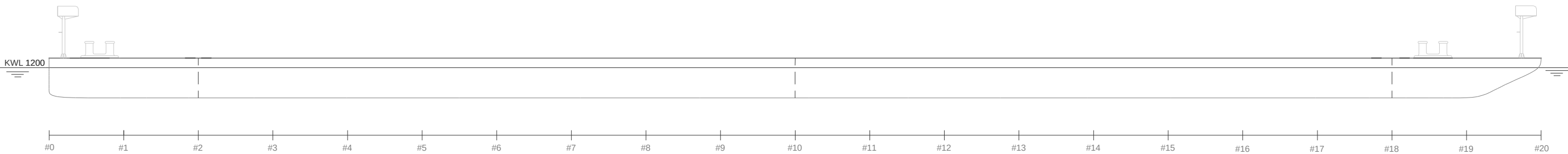
Laikas, s	Greitis v, 6 mazgai	Greitis v, 8 mazgai	Greitis v, 10 mazgų
	Pasipriešinimas, kN	Pasipriešinimas, kN	Pasipriešinimas, kN
18,01	-92,590211	-156,79372	-219,87098
18,59	-94,766602	-157,92047	-220,67428
19,20	-90,387891	-159,66195	-219,17433
19,81	-89,137586	-159,66653	-214,02048
20,39	-94,421883	-158,18325	-209,21648
21,00	-87,32225	-155,39686	-209,15592
21,61	-83,805977	-154,48983	-207,39545
22,18	-83,791	-153,7728	-210,03619
22,79	-83,843586	-155,76202	-209,70398
23,40	-84,811273	-156,76431	-210,88934
23,99	-90,635703	-157,87688	-212,60238
24,61	-92,998219	-150,21433	-210,45195
25,20	-96,01675	-148,34369	-210,73539
25,80	-99,597078	-146,9478	-212,59458
26,40	-101,48976	-145,26748	-211,12458
27,00	-104,23077	-149,51428	-208,83444
27,59	-101,5353	-144,03089	-209,00000
28,20	-98,992562	-148,99619	-207,63528
28,81	-99,219117	-145,77169	-209,85559
29,38	-100,8345	-144,14244	-220,23067
30,02	-106,96825	-149,78422	-208,48039
30,61	-118,18424	-154,31417	-209,73698
31,20	-128,15894	-153,93628	-207,65467
31,79	-130,92267	-155,20545	-206,33306
32,39	-111,24636	-152,61948	-205,77608
33,00	-112,97241	-153,97933	-206,97316
33,59	-105,64532	-154,25147	-207,63319
34,20	-108,8911	-153,09991	-207,14584
34,80	-115,08774	-152,05319	-207,5772
35,40	-119,69074	-152,09322	-206,5723
36,00	-123,90836	-151,24227	-207,03452

1 lentelės tęsinys.

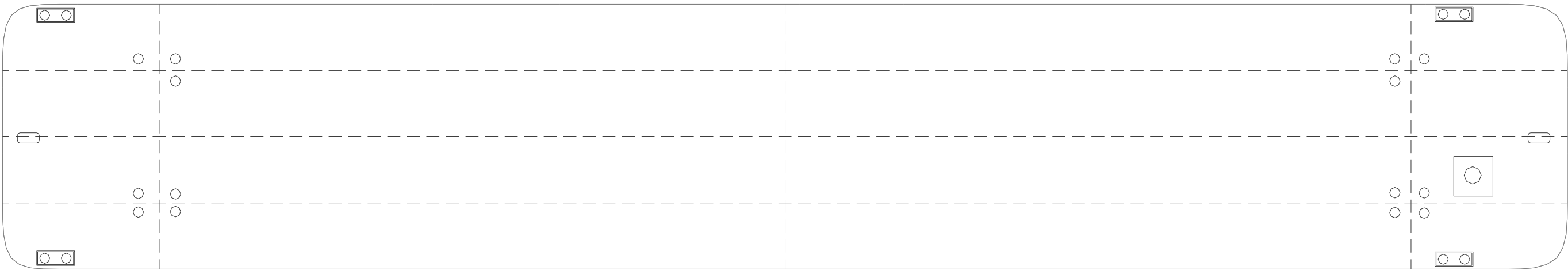
Laikas, s	Greitis v, 6 mazgai	Greitis v, 8 mazgai	Greitis v, 10 mazgų
	Pasipriešinimas, kN	Pasipriešinimas, kN	Pasipriešinimas, kN
36,60	-125,00468	-152,09955	-206,3733
37,20	-125,38073	-153,65366	-204,78528
37,80	-123,9792	-152,99222	-206,27259
38,40	-122,23105	-152,38634	-204,14959
39,00	-121,98184	-148,09416	-204,48722
39,60	-122,65752	-150,55858	-205,63033
40,20	-121,14143	-150,93397	-205,65422
40,80	-121,01859	-151,78938	-207,19784
41,40	-121,99112	-155,17003	-207,26366
42,00	-122,61565	-158,66466	-207,56973
42,60	-123,20471	-164,04338	-208,11323
43,20	-123,41681	-171,4188	-209,29047
43,80	-123,98905	-185,41489	-208,92731
44,40	-124,23995	-192,71448	-209,1423
45,00	-124,31272	-193,75369	-209,52917
45,60	-123,61757	-187,81434	-209,55095
46,20	-122,69627	-185,18933	-208,45427
46,80	-121,67711	-187,08077	-210,48489
47,40	-121,23543	-190,58147	-207,41383
48,00	-121,21333	-189,28545	-210,08142
48,60	-121,49011	-198,22002	-210,23045
49,20	-121,75183	-187,24433	-208,81208
49,80	-121,56425	-181,33466	-208,11823
50,40	-121,61339	-185,24202	-206,79486
51,00	-121,85273	-183,06062	-206,47664
51,60	-122,34622	-183,2398	-203,72072
52,20	-123,20202	-184,7958	-206,55755
52,80	-124,1317	-193,32934	-203,72388
53,40	-125,37354	-189,9577	-205,77489
54,00	-126,38273	-185,83119	-209,66366
54,60	-126,99842	-182,92225	-208,4383

1 lentelės tęsinys.

Laikas, s	Greitis v, 6 mazgai	Greitis v, 8 mazgai	Greitis v, 10 mazgų
	Pasipriešinimas, kN	Pasipriešinimas, kN	Pasipriešinimas, kN
55,20	-127,57274	-182,75562	-210,41184
55,79	-127,5694	-186,00528	-213,8715
56,39	-127,69284	-185,82553	-215,355
56,99	-127,84612	-184,81733	-213,05412
57,60	-128,26406	-183,6263	-215,72061
58,20	-128,22947	-184,70605	-213,19536
58,79	-128,49263	-184,78775	-214,06048
59,40	-129,15484	-184,14275	-213,1415
60,02	-130,14795	-185,46966	-215,32733



Vaizdas iš šono



Vaizdas iš viršaus

LIETUVOS VIDAUS VANDENŲ
STAMBIAGABARIČIAMS
KROVINIAMS GABENTI BARŽA

Laivo ilgis	L	60,00 m
Laivo plotis	B	10,00 m
Laivo grimzlė	d	1,20 m
Borto aukštis	D	1,58 m
Vandentalpa	?	694,07 t

	Bylos Nr.	Papildoma informacija 4 priedas	Medžiaga Konstrukcinis plienas	Mastelis 1:165			
Atsakinga žinyba JTGMF	Konsultantas	Dokumento tipas Magistrantūros baigiamasis darbas			Dokumento statusas Mokomasis		
Savininkas KU	Rengė L. Stanevičius	Antraštė Bendrasis projektuojamos baržos išplanavimas					
	Tikrinio			Laida A	Data 2017.05.14	Kalba LT	Lapas 1/1